

ISSN 2221-9927

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОТАНИКИ ИМЕНИ В. Ф. КУПРЕВИЧА
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ»

ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «БОТАНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО»

БОТАНИКА

(ИССЛЕДОВАНИЯ)

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

В ы п у с к 55

Издается с 1959 года

*Входит в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования
результатов диссертационных исследований по биологической отрасли науки
(ботаника, экология, физиология и биохимия растений)*

Включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

*Полнотекстовая электронная версия сборника размещается на сайте
<https://botany.by>*

Минск
«ИВЦ Минфина»
2025

Ботаника (исследования): сборник научных трудов / Национальная академия наук Беларуси, Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, Ботаническое общество. – Минск, 2025. – Выпуск 55. – 290 с. – ISSN 2221-9927.

Научный редактор:

Николай Афанасьевич Ламан – академик НАН Беларуси, доктор биологических наук, профессор,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)

Редакционная коллегия:

- П. В. Крестов* – член-корреспондент РАН, доктор биологических наук,
Ботанический сад-институт Дальневосточного отделения РАН (Владивосток, Россия)
- Н. В. Лукина* – член-корреспондент РАН, доктор биологических наук,
Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (Москва, Россия)
- В. В. Демидчик* – член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук, профессор,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- В. Н. Прохоров* – член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- В. В. Титок* – член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук,
Центральный ботанический сад НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Г. Т. Ситпаева* – академик Казахстанской НАЕН, доктор биологических наук,
Институт ботаники и фитоинтродукции Республики Казахстан (Алма-Аты, Казахстан)
- Ю. К. Виноградова* – доктор биологических наук, профессор,
Главный ботанический сад имени Н. В. Цицина РАН (Москва, Россия)
- Д. В. Гельтман* – доктор биологических наук, профессор,
Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН (Санкт-Петербург, Россия)
- Н. С. Гурина* – доктор биологических наук, профессор,
Белорусский государственный медицинский университет (Минск, Беларусь)
- О. М. Масловский* – доктор биологических наук,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- С. С. Медведев* – доктор биологических наук, профессор,
Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия)
- О. И. Родькин* – доктор биологических наук, доцент, Международный государственный
экологический институт имени А. Д. Сахарова БГУ (Минск, Беларусь)
- Ю. А. Семенищенков* – доктор биологических наук, профессор,
Брянский государственный университет имени акад. И. Г. Петровского (Брянск, Россия)
- О. В. Созинов* – доктор биологических наук, доцент,
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы (Гродно, Беларусь)
- Д. Б. Беломесяцева* – кандидат биологических наук,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Д. Г. Груммо* – кандидат биологических наук, доцент,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- О. А. Иванов* – кандидат биологических наук,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- А. В. Пугачевский* – кандидат биологических наук,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- С. С. Савчук* – кандидат биологических наук, доцент,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Т. В. Самович* – кандидат биологических наук,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Р. В. Цвирко* – кандидат биологических наук,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)

Ответственный секретарь:

Наталья Алексеевна Зеленкевич – кандидат биологических наук, доцент,
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)

© Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, 2025

ISSN 2221-9927

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

STATE SCIENTIFIC INSTITUTION

“V. F. KUPREVICH INSTITUTE OF EXPERIMENTAL BOTANY OF
THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS”

SOCIAL ASSOCIATION “BOTANICAL SOCIETY”

BOTANY

(RESEARCH)

COLLECTION OF SCIENTIFIC TRANSACTIONS

Issue 55

Published since 1959

*Included to the Scientific Publications List in the Republic of Belarus of the publishing
dissertation research results at the biological science branch
(botany; ecology; plants physiology and biochemistry)*

Included in the Russian Science Citation Index (RSCI) database

The full-text e-copy see on the website <https://botany.by>

Minsk
"CIC of the MinFin"
2025

Botany (research): collection of scientific transactions / National Academy of Sciences of Belarus, Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus, Botanical Society. – Minsk, 2025. – Issue 55. – 290 p. – ISSN 2221-9927.

Scientific editor:

Nikolay Afanasyevich Laman – Academician, D. Sc. (Biology), Professor,
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)

Editorial board:

- | | |
|-------------------------------|--|
| <i>P. V. Krestov</i> | – Corresponding Member (Russian Academy of Sciences), D. Sc. (Biology),
Botanical Garden-Institute of the Far Eastern Branch of the RAS (Vladivostok, Russia) |
| <i>N. V. Lukhyna</i> | – Corresponding Member (Russian Academy of Sciences), D. Sc. (Biology),
Center for Forest Ecology and Productivity of the RAS (Moscow, Russia) |
| <i>V. V. Demidchik</i> | – Corresponding Member (National Academy of Sciences of Belarus), D. Sc. (Biology),
Full Professor, Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus) |
| <i>V. N. Prokhorov</i> | – Corresponding Member (National Academy of Sciences of Belarus), D. Sc. (Biology),
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus) |
| <i>V. V. Titok</i> | – Corresponding Member (National Academy of Sciences of Belarus), D. Sc. (Biology),
Central Botanical Garden of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus) |
| <i>G. T. Sytpaeva</i> | – Academician (Kazakhstan National Academy of Natural Sciences), D. Sc. (Biology),
Institute of Botany and Phytointroduction of Kazakhstan (Alma-Ata, Kazakhstan) |
| <i>Yu. K. Vynogradova</i> | – D. Sc. (Biology), Full Professor,
N. V. Tsitsin Main Botanical Garden of the RAS (Moscow, Russia) |
| <i>D. V. Heltman</i> | – D. Sc. (Biology), Full Professor,
V. L. Komarov Botanical Institute of the RAS (Saint Petersburg, Russia) |
| <i>N. S. Huryna</i> | – D. Sc. (Biology), Full Professor,
Belarusian State Medical University Belarus (Minsk, Belarus) |
| <i>O. M. Maslovsky</i> | – D. Sc. (Biology),
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus) |
| <i>S. S. Medvedev</i> | – D. Sc. (Biology), Full Professor,
Saint Petersburg State University (Saint Petersburg, Russia) |
| <i>O. I. Rodkin</i> | – D. Sc. (Biology), Associate Professor,
International Sakharov Environmental Institute of BSU (Minsk, Belarus) |
| <i>Yu. A. Semenishchenkov</i> | – D. Sc. (Biology), Full Professor,
I. G. Petrovsky Bryansk State University Russia (Bryansk, Russia) |
| <i>O. V. Sozinov</i> | – D. Sc. (Biology), Associate Professor,
Yanka Kupala Grodno State University (Grodno, Belarus) |
| <i>D. B. Belomesyatseva</i> | – Ph. D. (Biology),
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus) |
| <i>D. G. Grummo</i> | – Ph. D. (Biology), Associate Professor,
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus) |
| <i>O. A. Ivanov</i> | – Ph. D. (Biology),
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus) |
| <i>A. V. Puhachevsky</i> | – Ph. D. (Biology),
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus) |
| <i>S. S. Savchuk</i> | – Ph. D. (Biology), Associate Professor,
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus) |
| <i>T. V. Samovich</i> | – Ph. D. (Biology),
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus) |
| <i>R. V. Tsvirko</i> | – Ph. D. (Biology),
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus) |

Executive Secretary:

Natallia Aliakseeuna Zeliankevich – Ph. D. (Biology), Associate Professor,
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)

© Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus, 2025

Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus, 27, Akademicheskaya str., 220072, Minsk, Belarus
Fax: +375 (17) 322 18 53, tel. + 375 (17) 378 25 14, e-mail: botanika.issledovaniy@gmail.com

СОДЕРЖАНИЕ

ФЛОРА И СИСТЕМАТИКА

Н. В. Гудная, А. Н. Мялик, Т. Г. Кулагина, Е. М. Кулинка, В. В. Титок Генетическое разнообразие и структура естественных и искусственных популяций змееголовника Рюйша (<i>Dracoscephalum ruyshiana</i> L.) в Беларуси	11
Д. В. Дубовик Род Тополь – <i>Populus</i> L. (<i>Salicaceae</i>) во флоре Беларуси	21
Г. В. Ермоленкова, Е. Я. Куликова, М. Л. Романова, К. В. Добыш, А. В. Пучило Экологический анализ ценофлоры лугов поймы реки Припять	41
А. П. Яцына Видовое разнообразие и таксономические особенности лишенобиоты дубрав Беларуси	60

ФИТОЦЕНОЛОГИЯ

Д. К. Гарбарук, А. В. Угалец, С. В. Шумак, А. Н. Воронецкая, Л. М. Турчин Изменения в основных ценоэлементах дубрав зоны отчуждения Чернобыльской АЭС (белорусский сектор)	69
Д. Г. Груммо, Н. А. Зеленкевич, О. В. Созинов, О. В. Галанина, Д. Ю. Жилинский Характеристика растительности болота Юховичский мох (Россонский район, Витебская область, Беларусь)	77
С. А. Комар, М. В. Ермохін, Д. В. Дубовік, А. М. Скуратовіч, С. С. Саўчук, Ул. М. Лябедзька, В. В. Лукін, Т. Л. Барсукова, Я. К. Ігнацьёў, А. П. Дайлідзёнак Фларыстычны склад і стан насаджэнняў Глыбоцкага дэндралагічнага саду	117
Е. В. Мойсейчик Растительность союза <i>Phragmites australis</i> малых трансформированных водотоков бассейна реки Припять	129

ЭКОЛОГИЯ ПРИРОДНО-РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

А. В. Судник, А. Ю. Комар, А. А. Пушкин, А. М. Нестюк, Р. М. Голушко, В. В. Коцан, Е. С. Шавалда, Т. С. Полячок Оценка защитного лесоразведения на территории Минской области: история, текущее состояние, прогноз	143
Г. Г. Сушко, А. А. Лакотко, Т. Н. Сушко Влияние нарушенности растительного покрова противопожарных разрывов в сосняках мшистых и черничных в Белорусском Поозерье на показатели разнообразия жуужелиц (<i>Coleoptera</i> , <i>Carabidae</i>) ..	164

МИКОЛОГИЯ И ФИТОПАТОЛОГИЯ

С. А. Алейников, Т. Г. Шабашова, С. И. Кориняк Грибы-деструкторы в неэксплуатируемых производственных зданиях (Беларусь)	174
С. И. Кориняк, В. Н. Лебедько Патогенная микобиота на инвазионных и потенциально инвазионных сосудистых растениях г. Гомеля и Гомельской области (Беларусь)	182
И. А. Федюшко Фитопатогенные пикнидиальные септориоподобные микромицеты Беларуси: таксономическое разнообразие, субстратные комплексы и статус в микобиоте	190

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

Н. А. Ламан, П. А. Небылинец, Т. В. Самович, К. Р. Кем

Уксусная кислота как эффективный регулятор устойчивости растений к абиотическим стрессам 205

Н. А. Еловская, Ж. Н. Калацкая, К. С. Гилевская, В. В. Николайчук

Перспективный иммуномодулятор растений на основе хитозана и кофейной кислоты 214

П. А. Небылинец, Т. В. Самович, К. Р. Кем, Н. А. Ламан

Влияние покрытия пленкообразующими полимерными составами на основе поливинилацетата и уксусной кислоты на фотосинтетические параметры листьев *Zea mays* L. при водном дефиците 226

Ж. А. Рупасова, П. А. Пашкевич, С. Н. Авраменко, А. С. Саян, А. В. Ушакова, Я. Л. Страх,

А. М. Амелишко, А. А. Кот, П. Н. Белый, Т. В. Шпитальная, Т. М. Карбанович

Комплексная оценка аптечных фитосборов отечественного и российского производства по биохимическому составу и уровню антиоксидантной активности 237

БОТАНИЧЕСКИЕ НАХОДКИ

А. К. Храпцов

Erysiphe platani (Howe) U. Braun & S. Takam. – новый чужеродный мучнисторосяный гриб в микобиоте Беларуси 248**БОТАНИЧЕСКИЕ КОЛЛЕКЦИИ**

А. П. Яцына, Д. Цзяньци

Ревизия лишайников *Bryoria implexa* (Hoffm.) Brodo & D. Hawksw и *Bryoria vrangiana* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw. в лишенологической коллекции (MSK-L) 256**ЮБИЛЯРЫ**

Дмитрий Геннадьевич Груммо (к 50-летию) 261

Жанна Николаевна Калацкая (к 50-летию) 263

Галина Васильевна Ермоленкова (к 60-летию) 265

Валерий Николаевич Прохоров (к 65-летию) 266

Эмма Петровна Ярошевич (к 90-летию) 268

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

Владимир Владимирович Адамов (1875–1939) к 150-летию со дня рождения 269

Александр Степанович Вечер (1905–1985) к 120-летию со дня рождения 271

Александр Потапович Волинец (1935–2020) к 90-летию со дня рождения 274

Маргарита Петровна Жигар (1940–2020) к 85-летию со дня рождения 275

Аркадий Васильевич Плакс (1945–2024) к 80-летию со дня рождения 277

ХРОНИКА

О деятельности Общественного объединения «Белорусское ботаническое общество» в 2024 г. 278

Открытие музея истории Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси 281

Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси Занесен на доску почета Национальной академии наук Беларуси 282

Участие в работе всероссийской конференции-экскурсии «Флора и систематика сосудистых растений», посвященной 100-летию со дня рождения Николая Николаевича Цвелёва (1925–2015) (20–24 мая 2025 г., Санкт-Петербург – геостанция «Железо»)	283
Итоги конкурсов ОО «Ботаническое общество», посвященных растению 2025 года – васильку синему (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	286
АННОТАЦИИ НОВЫХ КНИГ	288
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ	289

CONTENTS

FLORA AND SYSTEMATICS

<i>N. V. Hudnaya, A. M. Mialik, T. G. Kulagina, E. M. Kulinka, V. V. Titok</i> Genetic Diversity and Structure of Natural and Artificial Populations of <i>Dracocephalum ruyschiana</i> L. in Belarus	11
<i>D. V. Dubovik</i> Genus Poplar – <i>Populus</i> L. (<i>Salicaceae</i>) in the Flora of Belarus	21
<i>G. V. Ermolenkova, E. Y. Kulikova, M. L. Romanova, K. V. Dobysh, A. V. Puchilo</i> Cenoflora Ecological Analysis of the Pripyat River Floodlain Grasslands	41
<i>A. P. Yatsyna</i> Species Diversity and Taxonomic Characteristics of Lichen Biota in Oak Forests of Belarus	60

PHYTOCENOLOGY

<i>D. K. Garbaruk, A. V. Uglyanets, S. V. Shumak, A. N. Voronetskaya, L. M. Turchin</i> Changes in the Main Cenoelements Oak Forests of the Chernobyl Nuclear Power Plant Exclusion Zone (Belarusian Sector)	69
<i>D. G. Grummo, N. A. Zeliankevich, O. V. Sozinov, O. V. Galanina, D. Yu. Zhilinsky</i> Yukhovichsky Mokh Bog Vegetation Characteristic (Rossony District, Vitebsk Region, Belarus)	77
<i>S. A. Komar, M. V. Yermokhin, D. V. Dubovik, A. N. Skuratovich, S. S. Savchuk, V. N. Lebedko, V. V. Lukin, T. L. Barsukova, Ya. K. Ignatiev, A. P. Daylidenok</i> Floristic Composition and State of the Hlybokae Arboretum Plantations	117
<i>E. V. Mojsejchik</i> <i>Phragmites australis</i> Alliance Vegetation of the Transformed Small Stream Courses of the Pripyat River Basin	129

ECOLOGY OF NATURAL PLANT COMPLEXES

<i>A. V. Sudnik, A. Yu. Komar, A. A. Pushkin, A. M. Nestyuk, R. M. Golushko, V. V. Kotsan, E. S. Shavalda, T. S. Polyachok</i> Assessment of Protective Afforestation on Territory of Minsk Region: History, Current State, Forecast	143
<i>G. G. Sushko, A. A. Lakotko, T. N. Sushko</i> Disturbance Vegetation Cover Influence of Fire-breaks in Mossy and Blueberry Pine Forests in the Belarusian Lake Region on the Diversity Indicators of Ground Beetles (<i>Coleoptera</i> , <i>Carabidae</i>)	164

MYCOLOGY AND PHYTOPATOLOGY

<i>S. A. Aleinikau, T. G. Shabashova, S. I. Korinyak</i> Fungus-destructors in Non-exploited Industrial Buildings (Belarus)	174
<i>S. I. Koriniak, V. N. Lebedko</i> Pathogen Mikobiota of Invasion and Potential Invasion Vascular Plants of Gomel Sity and Gomel Region (Belarus)	182
<i>I. A. Fiadziushka</i> Study State of Phytopathogenic Pycnidial Septoria-like Micromycetes in Belarus: Taxonomic Diversity, Substrate Complexes and Status in the Mycobiota	190

PLANTS PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY

<i>N. A. Laman, P. A. Nebyshinets, T. V. Samovich, K. R. Kem</i> Acetic Acid as an Effective Regulator of Plant Resistance to Abiotic Stress	205
<i>N. A. Yaloukaya, J. N. Kalatskaja, K. S. Hileuskaya, V. V. Nikalaichuk</i> A Promising Plant Immunomodulator Based on Chitosan and Caffeic Acid	214
<i>P. A. Nebyshinets, T. V. Samovich, K. R. Kem, N. A. Laman</i> Effect of Coating with Film-forming Polymer Compositions Based on Polyvinyl Acetate and Acetic Acid on Photosynthetic Parameters of <i>Zea mays</i> L. Leaves in Case of Water Deficit	226
<i>J. A. Rupasova, P. A. Pashkevich, S. N. Avramenko, A. S. Sayan, A. V. Ushakova, Ya. L. Strah, A. M. Amelishko, A. A. Kot, P. N. Belyj, T. V. Shpital'naya, T. M. Karbanovich</i> Comprehensive Assessment of Pharmaceutical Herbal Preparations of Belarusian and Russian Production in Terms of Biochemical Composition and Level of Antioxidant Activity	237

BOTANICAL DISCOVERIES

<i>A. K. Khramtsov</i> <i>Erysiphe platani</i> (Howe) U. Braun & S. Takam. – a New Alien Powdery Mildew Fungus in the Mycobiota of Belarus	248
---	-----

BOTANICAL COLLECTIONS

<i>A. P. Yatsyna, D. Jianqi</i> Revision of the Lichens <i>Bryoria implexa</i> (Hoffm.) Brodo & D. Hawksw and <i>Bryoria vrangiana</i> (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw. in the Lichens Collection (MSK-L)	256
---	-----

JUBILEE

Dmitry Gennadievich Grummo (for the 50th birthday)	261
Zhanna Nikolaevna Kalatskaya (for the 50th birthday)	263
Galina Vasilievna Ermolenkova (for the 60th birthday)	265
Valery Nikolaevich Prokhorov (for the 65th birthday)	266
Emma Petrovna Yaroshevich (for the 90th birthday)	268

MEMORABLE DATES

Vladimir Vladimirovich Adamov (1875–1939) on the 150th anniversary of the birth	269
Alexander Stepanovich Veher (1905–1985) on the 120th anniversary of the birth	271
Alexander Potapovich Volynets (1935–2020) on the 90th anniversary of the birth	274
Margarita Petrovna Zhigar (1940–2020) on the 85th anniversary of the birth	275
Arkady Vasilyevich Plaks (1945–2024) on the 80th anniversary of the birth	277

CHRONICLE

Activities of the Public Association "Belarusian Botanical Society" in 2024	278
Opening of the History Museum of the Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus	281
The Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus is Recognized on the Honor Board of the National Academy of Sciences of Belarus	282

Participation in the All-Russian Conference-excursion "Flora and Taxonomy of Vascular Plants", Dedicated to the 100th Anniversary of the Birth of Nikolai Nikolaevich Tsvelev (1925–2015) (May 20–24, 2025, Saint Petersburg – Geostation "Zhelezo")	283
Competition Outcomes of the NGO "Botanical Society" Dedicated to the Plant of 2025 – Blue Cornflower (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	286
NEW BOOKS DESCRIPTIONS	288
REQUIREMENTS FOR AUTHORS	289

ФЛОРА И СИСТЕМАТИКА FLORA AND TAXONOMY

УДК 575.174.015.3+58.009+58.006+582.929.4

Н. В. ГУДНАЯ, А. Н. МЯЛИК, Т. Г. КУЛАГИНА, Е. М. КУЛИНКА, В. В. ТИТОК

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И СТРУКТУРА ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЗМЕЕГОЛОВНИКА РЮЙША (*DRACOCEPHALUM RUYSCHIANA* L.) В БЕЛАРУСИ

Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси,
Минск, Беларусь, e-mail: samakhvalava@cbg.org.by

Аннотация. С использованием молекулярных iPBS маркеров, основанных на ретротранспозонах, проведена оценка генетического разнообразия и структуры естественных (Хатынь, Микулишки, Ляцкие) и искусственной (ЦБС) популяций змееголовника Рюйша (*Dracocephalum ruyschiana* L.). Полученные данные показывают относительно высокий уровень разнообразия естественных популяций, а также возможность поддержания генетической гетерогенности вида при сохранении в условиях *ex situ*. При этом невысокий уровень потока генов (0,89), а также преобладание внутрипопуляционной изменчивости (72%) указывают на изолированность изученных популяций и необходимость охраны максимально большего их числа.

Ключевые слова: iPBS маркеры, сохранение генофонда, популяционная генетика.

N. V. HUDNAYA, A. M. MIALIK, T. G. KULAGINA, E. M. KULINKA, V. V. TITOK

GENETIC DIVERSITY AND STRUCTURE OF NATURAL AND ARTIFICIAL POPULATIONS OF *DRACOCEPHALUM RUYSCHIANA* L. IN BELARUS

Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus, e-mail: samakhvalava@cbg.org.by

Annotation. Using molecular iPBS markers based on retrotransposons, the genetic diversity and structure of natural (Khatyn, Mikulishki, Lyatskie) and artificial (CBS) populations of *Dracocephalum ruyschiana* L. were assessed. The data obtained demonstrate a relatively high level of diversity of natural populations, as well as the possibility of maintaining the genetic heterogeneity of the species when preserved in *ex situ* conditions. At the same time, a low level of gene flow (0.89), as well as the prevalence of intrapopulation variability (72%) indicate the isolation of the studied populations and the need to protect as many of them as possible.

Keywords: iPBS markers, preservation of the gene pool, population genetics.

ВВЕДЕНИЕ

Генетическое разнообразие популяций является важным фактором в сохранении видов, поскольку влияет на их способность адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды [1]. Ряд исследователей указывают на то, что сокращающиеся популяции редких видов растений зачастую характеризуются низким уровнем генетического разнообразия, с чем связано их уязвимое положение, усиливающееся в условиях возрастающей антропогенной нагрузки [2]. Это объ-

ясняется тем, что генетическое разнообразие популяций, находящихся под угрозой исчезновения, утрачивается из-за более быстрого генетического дрейфа, который усугубляется ограниченным потоком генов. Это приводит к инбредной депрессии и более высокой гомозиготности, следствием чего является снижение адаптивного потенциала. В то же время генетически разнообразные популяции зачастую более приспособлены к изменяющимся условиям окружающей среды [3].

В настоящее время одним из способов оценки генетического разнообразия популяций растений является использование молекулярных маркеров. В контексте сохранения видов их применяют для сбора генетической информации о находящихся под угрозой исчезновения растениях, например, об уровне и распределении генетической изменчивости внутри природных популяций и между ними. Также молекулярные маркеры используют для определения генетической структуры популяций, оценки скорости ауткроссинга и потока генов между ними, а также для научно обоснованного выбора приоритетных для сохранения популяций в условиях *ex situ* и *in situ* [4].

При этом системы ДНК маркеров считаются надежными инструментами для определения генетического разнообразия, поскольку они неограниченны по количеству, демонстрируют вы-

сокий полиморфизм и не зависят от факторов окружающей среды [2]. Таким образом, молекулярные маркеры играют ключевую роль в оценке генетического разнообразия видов путем сравнения генотипов по ряду полиморфных локусов. Всего доступно несколько типов молекулярных маркеров, но ни один из них нельзя считать универсальным для решения всех возможных задач. Молекулярная система праймеров, основанная на ретротранспозонах iPBS (Inter primer binding site), выбрана для изучения генетического разнообразия такого исчезающего вида как змееголовник Рюйша (*Dracocephalum ruyschiana* L.) благодаря своей способности определять не только межпопуляционное, но и внутривидовое генетическое разнообразие, что имеет важное значение для разработки научно-обоснованных рекомендаций по его сохранению в Беларуси.

ОБЪЕКТЫ (МАТЕРИАЛЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объект исследования – *Dracocephalum ruyschiana* L. (змееголовник Рюйша) из семейства *Lamiaceae* (Яснотковые), который согласно последнему изданию (2015 г.) Красной книги Республики Беларусь имеет II охранную категорию как исчезающий вид.

Это многолетнее травянистое растение с коротким толстым корневищем и высотой до 55 см. Растения имеют прямостоячие стебли с укороченными вегетативными побегами в пазухах листьев, длина которых достигает 2–6 см при ширине до 8 мм. Листовые пластинки ланцетно-линейные, цельнокрайные, с завернутыми на нижнюю сторону краями, на пазушных побегах, как правило, более узкие и короткие. Цветки собраны в мутовки и образуют компактные соцветия

размером 3–5 см. Венчики до 3 см длиной, фиолетово-синего или темно-голубого цвета, снаружи мягко опушенные (рис. 1.) [5]. Растет *Dracocephalum ruyschiana* по светлым сосновым и сосново-березовым лесам, полянам и опушкам. Цветет в июне – июле, семена созревают в августе. В Беларуси этот вид находится в пределах ареала, который охватывает умеренные широты Евразии. Редко встречается отдельными экземплярами и небольшими группами по всей территории страны. Основными факторами сокращения численности вида являются зарастание лугов и лесных опушек древесно-кустарниковой растительностью, хозяйственная трансформация мест произрастания, рубки леса, сенокосение, а также выпас скота и рекреационные нагрузки.

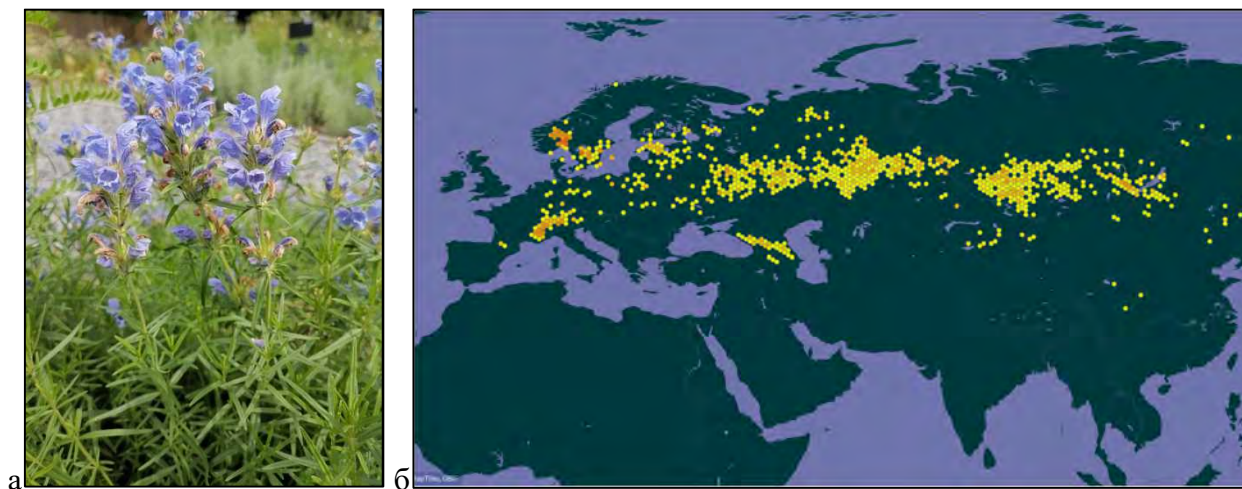


Рис. 1. Общий вид *Dracocephalum ruyschiana* L. (а) и его ареал (б)

Fig. 1. General appearance of *Dracocephalum ruyschiana* L. (a) and its distribution area (б)

В последние годы отмечается снижение численности растений в ранее известных ценопопуляциях или их полная утрата, в связи с чем актуальными являются не только работы по поиску новых и мониторингу ранее известных мест его произрастания, но и сравнительное изучение его эколого-биологических и популяционно-генетических особенностей в условиях *in situ* и *ex situ* с целью поиска оптимальных способов проведения восстановительных природоохранных мероприятий.

В ходе экспедиционных исследований 2024 г. выполнено обследование ряда популяций *Dracocephalum ruyschiana*, расположенных в различных частях страны с целью оценки их состояния и отбора растительных образцов для молекулярно-генетических исследований. Всего найдено и изучено 3 естественные (рис. 2), а также одна искусственная популяция, сохраняемая на коллекционном участке редких и охраняемых видов растений природной флоры Беларуси Центрального ботанического сада НАН Беларуси (далее – ЦБС). Попытки поиска ранее известных мест произрастания этого вида в Жлобинском и Речицком районах Гомельской области оказались безуспешными. При этом на территории Жлобинского района в окрестностях д. Александровка

вид, по всей вероятности, исчез по причине вырубки леса и разработки песчаного карьера.

Далее (табл. 1) представлена краткая характеристика изученных популяций *Dracocephalum ruyschiana*, включающая их местоположение, точную геопривязку, описание фитоценоза, время и дату документирования. В каждой популяции проведены оценка численности и жизнеспособности растений, а также флористическое и геоботаническое описание фитоценоза.

Для оценки генетической структуры исследуемых популяций *Dracocephalum ruyschiana* выделяли ДНК из высушенных в силикагеле листьев, которые отбирали из 5 внешне здоровых растений в каждой популяции. Выделение проводили с помощью набора реагентов «ДНК-Экстрен-3» (Синтол). Качество и количество выделенной ДНК проверяли с помощью NanoPhotometer Pearl Implen GmbH (Мюнхен, Германия). Для подбора подходящих маркеров использовали 30 iPBS-праймеров [6] (табл. 2). ПЦР проводили в 25 мкл реакционной смеси, содержащей 25–50 нг ДНК, 5 мкл готовой смеси для ПЦР ScreenMix (Евроген), 1 мМ праймера для 12–13 п.н. праймеров или 0,6 мМ для 18 п.н. праймеров, и воды.



Рис. 2. Расположение исследуемых популяций *Dracocephalum ruyschiana* L. на территории Беларуси

Fig. 2. Location of the studied populations of *Dracocephalum ruyschiana* L. on the territory of Belarus

Таблица 1. Характеристика мест сбора образцов *Dracocephalum ruyschiana* L.**Table 1.** Characteristics of sample collection sites of *Dracocephalum ruyschiana* L.

Популяция	Местоположение	Координаты	Фитоценоз (видовое богатство)	Автор сбора и дата	Документирование
1 ЦБС (CBG)	г. Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси	53.915183, 27.609694	коллекционные посадки (130)	Кулагина Т. Г., Гудная Н. В., 12.06.2024	https://www.inaturalist.org/observations/222280915 , гербарий MSKH
2 Хатынь (Ht)	Минская обл., Логойский р-н, 1,6 км к западу от бывш. д. Хатынь	54.335694, 27.918145	разнотравный сосново-березовый лес на склоне моренного холма (43)	Мялик А. Н., Кулинка Е. М., 11.07.2024	https://www.inaturalist.org/observations/228661365 , гербарий MSKH
3 Микулишки (Mk)	Гродненская обл., Ошмянский р-н, д. Микулишки, северная окраина	54.365257, 25.673715	разреженный смешанный лес на моренном холме (46)	Мялик А. Н., Кулинка Е. М., 30.07.2024	https://www.inaturalist.org/observations/232725394 , гербарий MSKH
4 Ляцкие (Lc)	Брестская обл., Каменецкий р-н, окр. д. Ляцкие	52.614034, 23.876874	опушка разнотравной разреженной дубравы (63)	Мялик А. Н., Кулинка Е. М., 17.07.2024	https://www.inaturalist.org/observations/230080275 , гербарий MSKH

Таблица 2. Праймеры, используемые в исследовании**Table 2.** Primers used in the study

Праймер	Оптимальная температура отжига Ta (°C)	Последовательность (5' – 3')
2074	49,6	GCTCTGATACCA
2389	50,0	ACATCCTTCCCA
2373	51,0	GAACCTTGCTCCGATGCCA
2277	52,0	GGCGATGATACCA
2376	52,0	TAGATGGCACCA
2375	52,5	TCGCATCAACCA
2377	53,0	ACGAAGGGACCA
2378	53,0	GGTCCTCATCCA
2383	53,0	GCATGGCCTCCA
2374	53,5	CCCAGCAAACCA
2095	53,7	GCTCGGATACCA
2083	54,6	CTTCTAGCGCCA
2237	55,0	CCCCTACCTGGCGTGCCA
2239	55,0	ACCTAGGCTCGGATGCCA
2272	55,0	GGCTCAGATGCCA
2077	55,1	CTCACGATGCCA
2232	55,4	AGAGAGGCTCGGATACCA
2390	56,4	GCAACAACCCCA
2273	56,5	GCTCATCATGCCA
2394	56,5	GAGCCTAGGCCA
2220	57,0	ACCTGGCTCATGATGCCA
2242	57,0	GCCCCATGGTGGGCGCCA
2076	59,2	GCTCCGATGCCA
2271	60,0	GGCTCGGATGCCA
2415	61,0	CATCGTAGGTGGGCGCCA
2078	62,8	GCGGAGTCGCCA
2080	63,3	CAGACGGCGCCA
2081	65,0	GCAACGGCGCCA
2270	65,0	ACCTGGCGTGCCA
2079	65,2	AGGTGGGCGCCA

Программа ПЦР состояла из: 1 цикла при 95°C в течение 5 мин; 38 циклов при 95°C в течение 15 с, отжиг проводили при температуре 49,6–65,2°C (в зависимости от праймера) в течение 60

с, элонгация 68°C в течение 90 с. Финальная элонгация проводилась при 72°C в течение 8 мин. Амплификацию проводили в программируемом терморегуляторе C1000 Touch Thermal

Cycler (MJ Research Inc., Bio-Rad Laboratories, США). Электрофорез проводили при напряжении в 65V на протяжении 5 часов в 2% агарозном геле. Для окрашивания геля использовали бромид этидия в течение 30 минут и визуализировали с использованием системы UV Imager Gel Doc XR+ (Bio-Rad, США).

Для построения бинарных матриц на основе электрофорезов использовали программу PyElph 1.4. Все полосы электрофореза, которые можно точно распознать, рассматривали как единичные доминантные локусы. Наличие или отсутствие фрагментов обозначали как «1» или «0» соответственно. Полученные данные в виде бинарной матрицы, обрабатывали с помощью программы PopGene 1.31 для расчета следующих параметров: доля полиморфных локусов (P), эффективное (N_e) и наблюдаемое число аллелей (N_a), информационный индекс Шеннона (I) генетическое разнообразие Нея (H_e), общее разнообразие генов (Ht),

разнообразие генов в популяциях (Hs), коэффициент генетической дифференциации ($G_{st} = [H_t - H_s] / H_t$) и поток генов среди популяций (N_m). Эти параметры выбраны как наиболее подходящие для доминантных молекулярных маркеров [7]. Программный пакет GenALEx 6.5 для MS Excel использовали при расчете величины информационного полиморфизма (PIC), анализа молекулярной дисперсии (AMOVA) и анализа главных координат (PCoA). Для построения дендрограммы методом ward.D2 использовали пакет Stats для R.

В результате проведенных исследований установлено, что для оценки генетического разнообразия *Dracocephalum ruyschiana* подходящими маркерами оказались 7 из 30 используемых (2074, 2277, 2239, 2232, 2080, 2081, 2383), так как с помощью них удалось получить четкие фрагменты ДНК с полиморфными локусами. Результаты ПЦР с использованием маркера 2232 представлены на рис. 3.

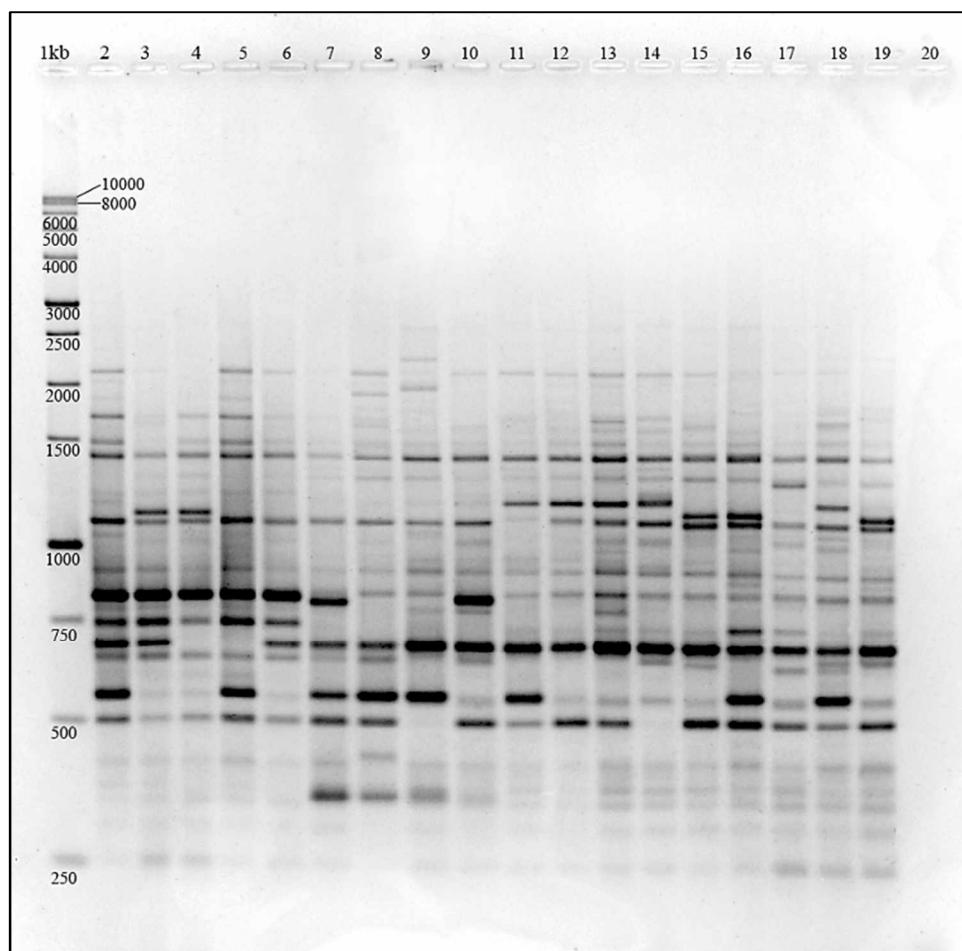


Рис. 3. Результаты ПЦР с использованием 2232 iPBS праймера для популяций ЦБС (дорожки 2–6), Хатынь (дорожки 7–10), Микулишки (дорожки 11–15), Ляцкие (дорожки 16–19). Первая дорожка – маркер молекулярного веса 1Кб. 20 дорожка – отрицательный контроль

Fig. 3. PCR results using 2232 iPBS primer for the populations of CBG (lanes 2–6), Khatyn (lanes 7–10), Mikulishki (lanes 11–15), Lyatskiye (lanes 16–19). The first lane – 1Kb molecular weight marker. Lane 20 – negative control

Для определения оптимальных температур отжига проведена градиентная ПЦР с 7 отобранными праймерами. Полученные значения оптимальных температур отжига указаны в табл. 3.

Для отобранных iPBS маркеров установлены показатели количества полиморфных локусов, их доля и мера информационного полиморфизма (PIC) (табл. 4).

Для отобранных праймеров получено 247 локусов, из которых 216 являются полиморфными, что составляет 87,44 %. Значения меры информационного полиморфизма (PIC) находятся в диапазоне от 0,27 до 0,34, что указывает на возможность использования данных праймеров для оценки различных генетических параметров исследуемого вида.

Таблица 3. Оптимальные температуры отжига праймеров после оптимизации

Table 3. Optimal primer annealing temperatures after optimization

Праймер	Оптимальная температура отжига T_a (°C)	Последовательность (5' – 3')
2074	48,5	GCTCTGATACCA
2277	50,0	GGCGATGATACCA
2239	55,5	ACCTAGGCTCGGATGCCA
2232	53,9	AGAGAGGCTCGGATACCA
2080	63,0	CAGACGGCGCCA
2081	63,0	GCAACGGCGCCA
2383	53,0	GCATGGCCTCCA

Таблица 4. Характеристика отобранных iPBS маркеров

Table 4. Characterization of selected iPBS markers

Праймер	Количество локусов	Количество полиморфных локусов	Доля полиморфных локусов (%)	Мера информационного полиморфизма (PIC)
2074	30	27	90,00	0,31
2277	41	37	90,24	0,29
2239	31	29	93,55	0,31
2232	31	25	80,65	0,29
2080	32	29	90,63	0,34
2081	46	42	91,30	0,33
2383	36	27	75,00	0,27

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 5 представлены результаты расчета параметров генетической гетерогенности белорусских популяций *Dracosephalum ruyschiana*. Представленные данные демонстрируют, что более высоким генетическим разнообразием по всем параметрам выделяется популяция Хатынь, у которой значения N_a , N_e , H_e , I и доля полиморфных локусов составляют 1,58, 1,37, 0,21, 0,32 и 57,49% соответственно. Популяции Микулишки и Ляцкие также показали достаточно высокие значения генетического разнообразия и отличаются между собой незначительно. Ожидается, что наименьшие показатели N_a , N_e , H_e , I и доли полиморфных локусов обнаружены для популяции ЦБС (1,36, 1,24, 0,14, 0,20 и 35,63% соответственно), которая является искусственно созданной и поддерживаемой в условиях *ex situ*. При этом установленные значения генетического разнообразия не являются критически низкими в сравнении с природными популяциями *D.*

ruyschiana, что свидетельствует о возможности поддержания гетерогенности искусственных популяций исчезающих видов в условиях *ex situ*.

Для анализа генетической изменчивости четырех изученных популяций для всех локусов рассчитаны N_a , N_e , H_e , I и доля полиморфных локусов, которые составили 1,88, 1,47, 0,28, 0,42 и 88,26% соответственно. Анализ популяционной структуры *D. ruyschiana* показал, что большая часть генетического разнообразия находится внутри популяций, так как значение параметра генетической дифференциации (G_{st}) составило 0,36.

Значение потока генов между популяциями составило 0,89, что является средним показателем согласно С. Райту [8] и указывает на осуществляемый в настоящее время, либо в прошлом поток генов между ними. Но поскольку значение этого показателя меньше единицы, то согласно «теории эволюции со смещающимся равновесием», сле-

дует отметить нарушение процесса обмена генами между популяциями изучаемого вида [9]. Это хорошо согласуется с географической изолированностью изученных популяций, обусловленной особенностями распространения *Dracocephalum ruyschiana* в Беларуси. Так, расстояние между популяциями Ляцкие и Микулишки составляет 230 км, между Ляцкие и Хатынь – 330 км, а между популяциями Хатынь и Микулишки – 145 км. При этом дополнительные места произрастания *D. ruyschiana* между отмеченными популяциями, по всей вероятности, отсутствуют.

Полученные результаты AMOVA подтверждают ранее установленную структуру популяций с помощью расчета значения G_{ST} , о более низком уровне межпопуляционного разнообразия (28%) в сравнении с внутривидовым (72%). В целом изученные популяции *Dracocephalum ruyschiana* различаются значительно [10], так как величина $\Phi_{PT}=0,28$. Разница между индивидами в популяциях является статистически значимой (табл. 6).

Полученные данные согласуются со значительным влиянием репродуктивных систем на генетическое разнообразие популяций. В настоящее время известно, что перекрестноопыляемые виды обычно имеют высокое внутривидовое разнообразие и низкую дифференциацию популяций, тогда как самоопыляющиеся виды часто имеют низкое популяционное разнообразие и высокую дифференциацию между популяциями [11]. Изучаемый *Dracocephalum ruyschiana* является видом с перекрестным опылением, что подтверждается выявленным для него преобладанием внутривидовой изменчивости. Аналогичные данные получены при изучении норвежских популяций *D. ruyschiana*, где большая часть генетической изменчивости также обнаружена внутри популяций (87%) [12]. Для популяций родственного вида *Dracocephalum austriacum* L. произрастающих в Чехии и Словакии [13], а также *Dracocephalum kotschy* Boiss. с территории Ирана [14] доля внутривидового разнообразия составила 80,14% и 74% соответственно.

Таблица 5. Параметры генетического разнообразия исследованных популяций *Dracocephalum ruyschiana* L.

Table 5. Parameters of the genetic diversity of *Dracocephalum ruyschiana* L. populations

Параметр	Популяция				Общее для популяций
	CBG	Ht	Mk	Lc	
Доля полиморфных локусов (%)	35,63	57,49	50,20	53,04	88,26
Наблюдаемое число аллелей (Na)	1,36 ± 0,03	1,58 ± 0,03	1,50 ± 0,03	1,53 ± 0,03	1,88 ± 0,02
Эффективное число аллелей (Ne)	1,24 ± 0,02	1,37 ± 0,03	1,30 ± 0,02	1,32 ± 0,02	1,47 ± 0,02
Генетическое разнообразие Ней (He)	0,14 ± 0,01	0,21 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,28 ± 0,01
Информационный индекс Шеннона (I)	0,20 ± 0,02	0,32 ± 0,02	0,26 ± 0,02	0,28 ± 0,02	0,42 ± 0,02
Общее генетическое разнообразие (Ht)	-				0,29 ± 0,002
Генетическое разнообразие в популяциях (Hs)	-				0,18 ± 0,001
Уровень подразделенности популяций (G_{ST})	-				0,36
Поток генов между популяциями (N_m)	-				0,89

Таблица 6. Результаты AMOVA для популяций *Dracocephalum ruyschiana* L.

Table 6. AMOVA results for *Dracocephalum ruyschiana* L.

Источник изменчивости	Число степеней свободы (df)	Сумма квадратов (SS)	Средний квадрат (MS)	Дисперсия	Φ_{PT}	Доля в вариации
Общее	19	757,20	-	42,39	0,28*	-
Между популяциями	3	271,60	90,53	12,04		0,28
Внутри популяций	16	485,60	30,35	30,35		0,72

Примечание – * различия достоверны при уровне значимости $P < 0,01$.

Ранее сказанное, возможно, объясняет относительно высокое генетическое разнообразие белорусских популяций *Dracocephalum ruyschiana* в сравнении с другими охраняемыми видами. Например, средние значения генетического разнообразия Ней у более широко распространенных *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch и *Goodyera repens* (L.) R.Br. составляет 0,11 и 0,13 соот-

ветственно [15]. У более редкого *Herminium monorchis* (L.) R. Br – 0,21 [16], в то время как у *D. ruyschiana* согласно нашим исследованиям данный показатель равен 0,18. При этом известно, что семенная продуктивность, а вместе с ней численность популяций зависит от видового разнообразия сообщества, поскольку ценозы с богатым видовым составом более привлекательны

для шмелей, являющихся опылителями *D. ruyschiana* [17]. Согласно выполненным флористическим описаниям, фитоценозы изученных популяций выделяются высоким видовым разнообразием – Ляцкие (63), Микулишки (46), Хатынь (43), что сказывается на их численности и жизненности растений в них. Последним объясняется успех поддержания относительно высокого генетического разнообразия искусственной популяции ЦБС, которая сохраняется в условиях коллекционного участка, где произрастает более 130 видов растений, что способствует привлечению опылителей, успешному плодоношению и самовозобновлению растений.

Для выявления генетического родства изученных популяций составлена матрица парных генетических сходств и расстояний Нея (табл. 7), показывающая различия между исследованными популяциями *Dracocephalum ruyschiana*.

Наибольшее значение генетического расстояния Нея (0,254) обнаружено между популяциями ЦБС и Микулишки, что согласуется с их географической удаленностью. Ближе всего друг к другу (0,118) оказались популяции Микулишки и Ляцкие, расположенные в западной части Беларуси. Результаты анализа ward.D2 (рис. 4), основанного на данных матрицы расстояния, демонстрируют подразделение изученных популяций на два основных кластера, что в целом соответствует их географическому положению и происхождению.

Разделение естественных популяций на 2 географически обособленных кластера (Хатынь – центральная часть Беларуси; Ляцкие и Микулишки – западная часть Беларуси) указывает на их различный генезис в постледниковую эпоху. Соответственно, популяция Хатынь происходит из рефугиумов восточной Европы или Кавказа, а популяции Микулишки и Ляцкие связаны с западной частью Европы. При этом расположением популяции Хатынь в зоне контакта различных миграционных потоков, по всей вероятности, объясняется более высокий уровень ее генетической гетерогенности.

Таблица 7. Матрица парных генетических сходств (над диагональю) и расстояний Нея (под диагональю)

Table 7. Matrix of pairwise genetic similarities (above the diagonal) and Nei distances (below the diagonal)

Популяция	CBG	Ht	Mk	Lc
CBG	-	0,844	0,776	0,834
Ht	0,170	-	0,841	0,849
Mk	0,254	0,174	-	0,888
Lc	0,182	0,164	0,118	-

Результаты анализа PCoA также подтверждают отмеченные выше особенности родства белорусских популяций *Dracocephalum ruyschiana*. Выявлено, что на первые три компоненты главных координат приходится 38,17% всей вариации (рис. 5). Популяции Микулишки и ЦБС максимально удалены друг от друга, что соответствует расчетам генетического расстояния Нея. Популяции Микулишки и Ляцкие находятся в левых квадрантах, а популяции ЦБС и Хатынь в правых. Эти результаты сопоставимы с результатами кластерного анализа, что дополнительно подтверждает наличие в Беларуси двух генетически разрозненных групп популяций *D. ruyschiana*.

Полученные данные проясняют происхождение изученной искусственной популяции *Dracocephalum ruyschiana* из коллекционного фонда ЦБС. С учетом того, что в коллекцию редких и охраняемых растений данный вид привлекался неоднократно (1978 г. – из Национального парка «Беловежская пуща», 2013 г. – из Франции (Альпийский Ботанический сад «Парадизия» и окрестностей д. Козыри Логойского р-на) [18], существовала необходимость определения его природоохранной ценности. Следовательно, искусственная популяция ЦБС генетически близка к естественной популяции Хатынь, а также выделяется относительно высоким генетическим разнообразием, что предполагает возможность ее использования в природоохранных восстановительных мероприятиях.

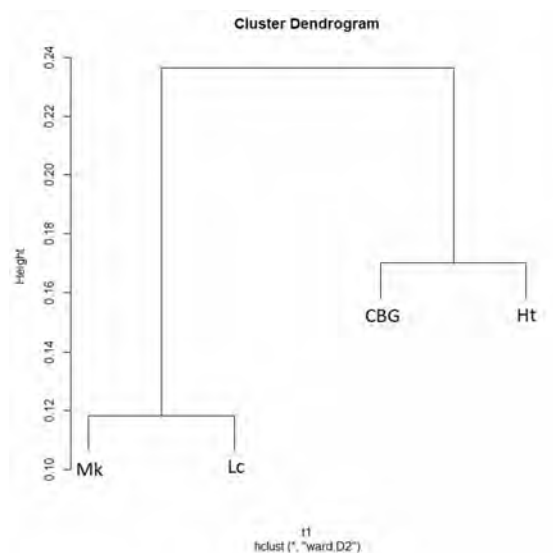


Рис. 4. Дендрограмма на основе генетического расстояния Нея, показывающая взаимосвязь между изученными популяциями *Dracocephalum ruyschiana* L.

Fig. 4. Dendrogram based on Nei's genetic distance showing the relationship between the studied populations of *Dracocephalum ruyschiana* L.

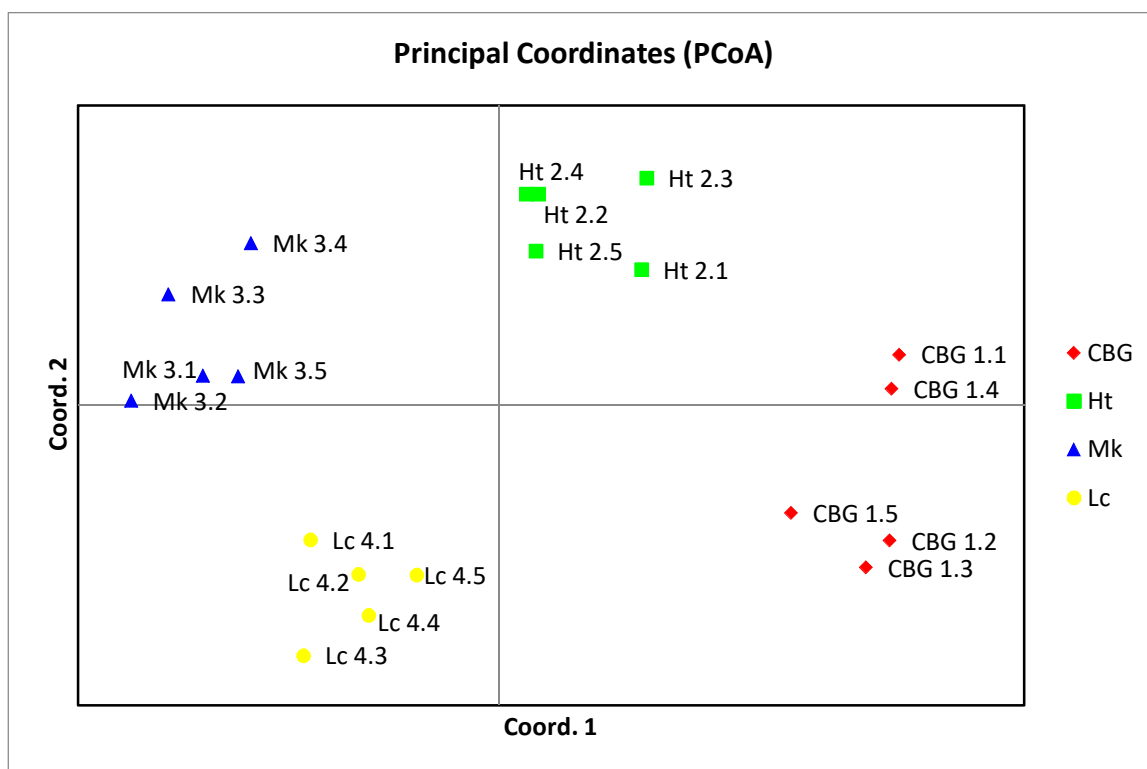


Рис. 5. Распределение исследованных образцов *Dracocephalum ruyschiana* L. на первых двух главных координатах (PCoA)

Fig. 5. Distribution of the studied samples *Dracocephalum ruyschiana* L. on the first two principal coordinates (PCoA)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований показывают, что изученные белорусские популяции *Dracocephalum ruyschiana* выделяются относительно высоким генетическим разнообразием, что, в целом, определяет благоприятный прогноз сохранения этого вида на территории страны. Однако особенности генетической структуры популяций данного вида (преобладание внутрипопуляционной изменчивости) наряду с невысоким уровнем потока генов между популяциями и их разделением на 2 генетически разрозненные группы, необхо-

димо учитывать при разработке и реализации природоохранных мероприятий в будущем и разработке стратегии сохранения этого вида.

Популяционно-генетическая оценка искусственной популяции *Dracocephalum ruyschiana*, которая сохраняется в условиях коллекционных посадок ЦБС, показывает ее природоохранную ценность. Этим экспериментально подтверждается возможность и необходимость сохранения в условиях *ex situ* генетического материала видов растений, находящихся под угрозой исчезновения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Genetic diversity and population structure of an extremely endangered species: the world's largest *Rhododendron* / F. Q. Wu, S. K. Shen, X. J. Zhang [et al.] // *AoB Plants*. – 2015. – Vol. 7. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25477251> (date of access: 12.03.2025).
2. Genetic Diversity and Population Structure of the Rare and Endangered Plant Species *Pulsatilla patens* (L.) Mill in East Central Europe / M. Szczecinska, G. Sramko, K. Wolosz, J. Sawicki // *PLoS ONE*. – 2016. – Vol. 11, N 3. – URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0151730> (date of access: 30.08.2021).
3. Genetic diversity and population structure of naturally rare *Calibrachoa* species with small distribution in southern Brazil / A. L. de Wallau John, G. Mader, J. N. Fregonezi, L. B. Freitas // *Genet. Mol. Biol.* – 2019. – Vol. 42, N 1. – P. 108–119.
4. Consequences of in-situ strategies for the conservation of plant genetic diversity / R. Whitlock, H. Hipperson, D. B. A. Thompson [et al.] // *Biological Conservation*. – 2016. – Vol. 203 – P. 134–142.

5. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / М-во природ. ресурс. и охран. окруж. среды Респ. Беларусь, Нац. акад. наук Беларуси ; гл. редкол.: Л. И. Хоружик (предс.) [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 445 с.
6. iPBS: a universal method for DNA fingerprinting and retrotransposon isolation / R. Kalendar, K. Antonius, P. Smykal [et. al.] // Theor. Appl. Genet. – 2010. – Vol. 121, № 8. P. 1419–1430.
7. Mobile genomic element diversity in world collection of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) panel using iPBS-retrotransposon markers / F. Ali, A. Yilmaz, M. A. Nadeem [et al.] // PLoS One. – 2019. – Vol. 14, № 2.
8. Wright, S. Evolution and the genetic of population, variability within and among natural populations / S. Wright // University of Chicago Press. – 1978. – Vol. 4. – P. 213–220.
9. Wright, S. Random drift and shifting balance theory of evolution / S. Wright // Mathematical topics in population genetics. – 1970. – Vol. 1. – P. 1–31.
10. Resmi, L. Population genetic structure and diversity analysis of South Indian banana cultivars / L. Resmi, A. R. Nair, A. S. Nair // JPBCS. – 2016. – Vol. 8, N 1. – P. 1–12.
11. Aegisdottir, H. H. Isolated populations of a rare alpine plant show high genetic diversity and considerable population differentiation / H. H. Aegisdottir, P. Kuss, J. Stöcklin // Ann. Bot. – 2009. – Vol. 104, N 7. – P. 1313–1322.
12. Conserving on the edge: genetic variation and structure in northern populations of the endangered plant *Dracocephalum ruyschiana* L. (*Lamiaceae*) / M. O. Kyrkjeeide, K. B. Westergaard, O. Kleven [et. al.] // Conserv Genet. – 2020. – Vol. 21. – P. 707–718.
13. Dostalek, T. Genetic diversity and its effect on fitness in an endangered plant species, *Dracocephalum austriacum* L. / T. Dostalek, Z. Münzbergova, I. Plačková // Conserv Genet. – 2010. – Vol. 11. – P. 773–783.
14. Maskani Sereshkeh, F. Structure of genetic diversity among and within populations of the endemic Iranian plant *Dracocephalum kotschy* / F. Maskani Sereshkeh, A. Azizi, A. Noroozisharaf // Hort. Environ. Biotechnol. – 2019. – Vol. 60. – P. 767–777.
15. Гудная, Н. В. Природоохранная роль генетического разнообразия популяций хронологически детерминированных видов семейства *Orchidaceae* (Орхидные) / Н. В. Гудная, А. Н. Мялик, Т. Г. Кулагина // Ботанический сад. – 2024. – № 1. – С. 32–36.
16. Гудная, Н. В. Особенности генетического разнообразия белорусских популяций *Herminium monorchis* (L.) R. Br. / Н. В. Гудная // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Минск, 2024. – Вып. 54. – С. 92–99.
17. Milberg, P. What determines seed set in *Dracocephalum ruyschiana* L. an endangered grassland plant? / P. Milberg, A. Bertilsson // Flora. – 1997. – No 192. – P. 361–367.
18. Торчик, С. П. Редкие и исчезающие виды природной флоры Беларуси в условиях культуры / С. П. Торчик, В. И. Торчик. – Минск : Беларуская навука, 2023. – 351 с.

Поступила в редакцию 25.03.2025

Принята к публикации 10.06.2025

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Гудная Наталья Владимировна – научный сотрудник сектора сохранения и восстановления растительных ресурсов лаборатории биоразнообразия растительных ресурсов Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»

Мялик Александр Николаевич – кандидат биологических наук, заведующий сектором сохранения и восстановления растительных ресурсов лаборатории биоразнообразия растительных ресурсов Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»

Кулагина Татьяна Геннадьевна – научный сотрудник сектора сохранения и восстановления растительных ресурсов лаборатории биоразнообразия растительных ресурсов Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»

Кулинка Екатерина Михайловна – младший научный сотрудник сектора сохранения и восстановления растительных ресурсов лаборатории биоразнообразия растительных ресурсов Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»

Титок Владимир Владимирович – член-корреспондент, доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории биоразнообразия растительных ресурсов Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»

Генетическое разнообразие и структура естественных и искусственных популяций змееголовника Рюйша (*Dracocephalum ruyschiana* L.) в Беларуси / Н. В. Гудная, А. Н. Мялик, Т. Г. Кулагина [и др.] // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Минск, 2025. – Вып. 55. – С. 11–20.

УДК 581.95(476)

Д. В. ДУБОВИК

РОД ТОПОЛЬ – *POPULUS* L. (*SALICACEAE*) ВО ФЛОРЕ БЕЛАРУСИ

Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси,
Минск, Беларусь, e-mail: dvubovik73@gmail.com

Аннотация. В результате критической обработки гербарных материалов по роду тополь (*Populus*) выделены для флоры Беларуси 18 видов и гибридов тополей. Из них 2 вида являются аборигенными для флоры Беларуси (*P. nigra* и *P. tremula*), а 16 других интродуцированы в разное время. Некоторые тополя, особенно, гибридные клоны способны к успешной натурализации, 2 таксона являются инвазионными – *P. alba* и *P. ×canescens*. Составлен оригинальный ключ для определения всех видов и гибридов тополей. Уточнена граница распространения в Беларуси *P. nigra*.

Ключевые слова: флора, тополь, *Populus*, гибриды, новые таксоны, инвазионные виды.

D. V. DUBOVIK

GENUS POPLAR – *POPULUS* L. (*SALICACEAE*) IN THE FLORA OF BELARUS

V. F. Kurpevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus, e-mail: dvubovik73@gmail.com

Annotation. As a result, of critical processing of herbarium materials on the genus *Populus*, we were able to identify 18 species and hybrids of poplars for the flora of Belarus. Of these, 2 species are native in the flora of Belarus (*P. nigra* and *P. tremula*), and 16 others were introduced at different times. Some poplars, especially hybrid clones, are capable of successful naturalization, and 2 taxa are invasive – *P. alba* and *P. ×canescens*. An original key to identifying all species and hybrids of poplars has been compiled. The distribution area of *P. nigra* in Belarus has been clarified.

Key words: flora, poplar, *Populus*, hybrids, new taxa, invasive species.

ВВЕДЕНИЕ

Род Тополь (*Populus*) является одной из таксономически наиболее сложных групп растений, которые изучены в мировом масштабе еще недостаточно полно, что связано с разным пониманием объема видов у многих исследователей, сложностью диагностирования признаков, поскольку некоторые близкие таксоны внешне схожи и плохо различимы на гербарном материале, когда недостаточно полно представлены как ростовые, так и побеги второго года со всем спектром изменчивости листовых пластинок, семенные коробочки. Кроме этого, тополя широко используются в озеленении, как ценные и быстро растущие древесные породы и имеют длительную историю их выращивания и селекции. Для получения наиболее устойчивых, декоративных, ценных с технической и фитомелиоративной точки зрения форм активно проводили гибридизацию между разными видами и клонами тополей, причем в гибридизации могли быть использованы более 2-х исходных видов, естественные природные гибриды и культивары.

В настоящее время в роде *Populus* насчитывается от 30 до 80–100 видов [1–3], распространен-

ных в Северном полушарии. В Беларуси в качестве аборигенных видов известно всего 2 вида тополей – *P. tremula* L. – тополь дрожащий, или осина и *P. nigra* L. – тополь черный [4]. С целью обогащения флоры новыми и быстрорастущими древесными декоративными растениями с начала XIX в. в парки и сады Беларуси стали привлекаться тополя из других регионов Евразии и Северной Америки. В частности, по рукописным каталогам 1821 г. в парке Залесье Сморгонского района уже был известен тополь белый – *P. alba* L., который широко распространился в парковых насаждениях в течение XIX и начала XX вв. и стал одним из наиболее популярных древесных экзотов с серебристой листвой. Наряду с ним привлекался и гибрид с осиной – *P. ×canescens* (Ait.) Smith, который иногда слабо отличим от отдельных клонов *P. alba*. С 1821 г. в Залесье, согласно тому же каталогу, выращивали и *P. balsamifera* L. (вероятно, в современном понимании гибрид *P. suaveolens* Fisch. × *P. deltoids* W. Bartlam ex Marshall), *P. nigra* var. *italica* Münchh. и *P. ×canadensis* Moench). К середине XIX в. (1851–1853 гг.) ассортимент декоративных тополей по-

полнился *P. laurifolia* Ledeb. (в современном понимании, возможно это некоторые гибриды с участием *P. laurifolia*), *P. ×sibirica* G. Kryl. et G.V. Grig. ex A.K. Skvortsov. (*P. laurifolia* × *P. suaveolens* × *P. nigra*), *P. suaveolens*, *P. suaveolens* × *P. deltoides*, которые выращивали в парке Горы-Горещкой сельскохозяйственной академии [5] и получены были из гг. Пензы (Пензенская школа садоводства), Риги (вероятно, питомник Вагнера) и Санкт-Петербурга. К концу XIX – началу XX вв. в парковых насаждениях, садах появились и некоторые другие таксоны – *P. ×berolinensis* (K. Koch) Dippel (*P. laurifolia* × *P. nigra* var. *italica*) [6, 7], *P. alba* var. *pyramidalis* Bunge (*P. bolleana* Lauche), *P. ×generosa* A. Henry (*P. deltoides* × ?*P. tristis* Fisch.), *P. longifolia* Fisch., *P. ×moscowiensis* R.E. Schroed. ex Wolkenst. (*P. suaveolens* × *P. laurifolia*), *P. ×petrovskoe* R.E. Schroed. ex Wolkenst. (*P. ×canadensis* × *P. laurifolia*), *P. ×rasumovskoe* R.E. Schroed. ex Wolkenst. (*P. nigra* × *P. suaveolens*), *P. simonii* Carr., *P. suaveolens* × *P. laurifolia* × *P. deltoides* (*P. angulata* auct.), *P. ×woobstii* (Schroed. ex Regel) Dippel (*P. laurifolia* × *P. ×longifolia*). Они распространялись, преимущественно, из различных садовых учреждений Российской Империи. Большую работу по интродукции тополей в начале XX в. проводил в Большелетчанском ботаническом саду В. В. Адамов, планировал издать публикацию по тополям [6, 7]. В первой половине XX в. тополя стали активно использовать в озеленении Беларуси, начаты первые работы по закладке культур тополей в лесах восточной Беларуси в 1934–1936 гг. [8, 9]; многие опыты оказались неудачными, затем, после 1946 г., основной базой для испытания тополей стал Негорельский опытный лесхоз.

Интерес к тополям, как перспективной и быстрорастущей породе для получения древесины, в качестве фитомелиоранта на освоенных землях, важной декоративной древесной породе с другими полезными свойствами резко возрос в 1933–1956 гг. не только в Беларуси, но и во мно-

гих регионах России, Украине, Латвии, ряде стран Центральной и Западной Европы [6–8, 10]. На опытных полях и селекционных станциях проводили массовые работы по гибридизации тополей и отбору отдельных клонов, однако многие, изначально гибридные формы и клоны в результате повторных скрещиваний, недостаточно полно фиксировали в интродукционных опытах и книгах: им могли присваивать индивидуальные номера, но без полного учета родительских видов, которые применяли в гибридизации; был важен конечный результат в получении наиболее устойчивых и перспективных форм тополей. Ряд тополей описаны как новые гибриды, но без соблюдения формальностей «Кодексов ботанической номенклатуры растений», что усложнило дальнейшую работу систематиков рода. Сами описания нередко были краткими и противоречивыми, наблюдалось разное понимание объема таксонов у разных исследователей [10–15].

С середины XX в. продолжены работы по интродукции и испытанию тополей в лесных культурах Беларуси. Около 1951 г. в стране появился *P. ×cinovskisii* Val. N. Tikhom. [6], который затем стал одним из массовых видов этого рода. После 1950 г., вероятно, также был привлечен *P. ×nevensis* Nasim. (*P. ×canadensis* × *P. suaveolens* × *P. laurifolia*) [6, 8]. С начала 1980-х гг. интерес к интродукции тополей несколько угас, однако за период их массового внедрения во флору Беларуси появилось довольно много новых таксонов, большинство из которых являются гибридами, причем сложными. Разными исследователями они трактуются неоднозначно, отсутствуют ключи для определения тополей, поэтому задачей данной публикации является критическая обработка накопленного гербарного материала по роду *Populus* с целью выяснения современной таксономической принадлежности тополей, их распространения в стране и составления ключей для их определения, которые отсутствовали до настоящего времени.

ОБЪЕКТЫ (МАТЕРИАЛЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом наших исследований является род тополь – *Populus* во флоре Беларуси. Критически изучены более 1300 гербарных образцов этого рода, которые собраны преимущественно в последние десятилетия (1980–2024 гг.) и хранятся в гербарии ИЭБ НАН Беларуси (MSK–V); они цитируются в тексте статьи без указания акронима гербария. Следует заметить, что представителей этого рода (кроме аборигенных и часто дичающих видов) до недавнего времени относительно мало собирали исследователи флоры Беларуси, что усложняет анализ появления и распростране-

ния многих таксонов. Кроме основных белорусских гербариев (MSK, MSKU и др.) изучены образцы тополей в ряде зарубежных гербариев (KW, LE, LECB, MW, WA, KRAM, WI). При работе и идентификации гербарных образцов использовали общепринятые методики [16]. Определение проводили с помощью имеющихся в литературе и сети Интернет диагностических ключей, фотографий и рисунков, касающихся диагностики видов рода [2, 3, 13, 15, 18]. Некоторые тополя (*P. suaveolens*, *P. laurifolia*) сравнивали с дублетными гербарными образцами, собран-

ными в природе (в их естественном ареале) и любезно переданными из гербария Главного ботанического сада имени Н. В. Цицина РАН (г. Москва). Номенклатура таксонов принята

преимущественно по электронной базе данных Миссурийского ботанического сада «Tropicos» [17] с учетом некоторых последних публикаций [11, 12, 19, 20].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на то, что в Беларуси имеется целый ряд публикаций, касающихся видового состава, гибридных форм тополей [6–9, 21–23], в литературе существует различное и очень противоречивое понимание их объема и характера распространения в стране. Многие литературные данные о наличии таксонов не подтверждаются соответствующими гербарными материалами, что еще больше усложняет ситуацию. Ряд гибридных тополей (особенно межсекционные гибриды) стали активно дичать в последние десятилетия, а давно культивируемые таксоны, такие как *Populus alba* и *P. ×canescens* признаны инвазионными растениями [24]. Согласно анализу гербарных данных, натурализация многих гибридных тополей в Беларуси началась приблизительно с конца 1970-х – начала 1990-х гг. (кроме *P. alba* и *P. ×canescens*, которые натурализовались еще с XIX в.).

В зеленых насаждениях населенных пунктов Беларуси, вдоль транспортных магистралей, в лесокультурах в настоящее время чаще всего встречаются не чистые виды тополей, а их многочисленные гибриды, что характерно и для многих областей европейской части Российской Федерации [11–13, 15, 19]. Это удалось выяснить в последние годы благодаря резко возросшему интересу к систематике рода *Populus*, применению новых методов исследования (молекулярно-генетических, анатомо-морфологических, карпологических, сравнительного изучения таксонов в природе и культуре) [11, 12, 25].

Считавшиеся ранее обычными в Беларуси таксоны, либо совсем не отмечены в чистом виде (за исключением их гибридов) – *P. balsamifera*, *P. trichocarpa* Torr. et A. Gray ex Hook. и *P. laurifolia* [7, 8, 9, 21, 22], либо они довольно редки – *P. suaveolens*, а их литературные указания относятся к другим таксонам, часто имеющим гибридное происхождение. Аналогичная ситуация с этими же таксонами и в Московской области Российской Федерации [15].

Следует заметить, что еще существует различное и неоднозначное понимание объема некоторых таксонов у систематических ботанических школ – российских, западноевропейских, североамериканских, китайских и др. Некоторые гибридные таксоны ранее описаны очень кратко, а иногда и без наличия типового гербарного образца [12].

Довольно много таксонов тополей привлечено в Беларусь в конце XIX – начале XX вв. из питомников, ботанических садов и селекционных центров Российской империи, а затем и СССР, меньшее количество поступало из стран Центральной и Западной Европы, что необходимо учитывать при анализе родительских видов тополей, которые получены в результате гибридизации и селекции исходных форм. Это является важным аргументом, что *P. balsamifera* и *P. trichocarpa* меньше, или совсем мало использованы в гибридизации тополей на постсоветском пространстве, но довольно активно в Западной и Центральной Европе, Северной Америке. Наоборот, в пределах бывшего СССР чаще в гибридизацию включали *P. suaveolens*, *P. laurifolia*, *P. nigra*, *P. ×canadensis*. Полученные селекционерами гибридные клоны с участием в генотипе *P. suaveolens* и *P. laurifolia* нередко габитуально напоминают подобные гибриды с участием в генотипе *P. balsamifera* и *P. trichocarpa* [15], что приводило в заблуждение многих ранних исследователей тополей. Данные разногласия удалось отчасти разрешить в последние годы благодаря молекулярно-генетическим исследованиям тополей в пределах их естественного и вторичного ареала [12], однако еще предстоит большая работа по изучению всего спектра видов и гибридов рода в мировом масштабе, унификация номенклатуры таксонов.

Далее приведен ключ для определения тополей, выявленных в пределах Беларуси и краткий конспект всех известных таксонов с необходимыми комментариями к ним.

Ключ для определения видов и гибридов тополей, выявленных в пределах Беларуси

1. Листья б.м. округлые, по краю крупно-городчатые или лопастные, часто снизу с белым войлочным опушением, которое есть и на молодых веточках.....2
 + Листья по краю зубчатые, но без лопастей, не крупно-городчатые, снизу и на ветвях без белого войлочного опушения.....4
2. Листья снизу голые (редко с едва развитым опушением), по краю городчатые, не лопастные, побеги голые..... *P. tremula*
 + Листья снизу (хотя бы верхние), с густым или рассеянным войлочным, иногда паутинистым опушением, часто отдельные с хорошо выраженными лопастями, побеги обычно с войлочным опушением.....3
3. Листья почти все с отчетливыми 5-7 лопастями, снизу со сплошным бело-войлочным опушением, волоски чисто белые, лопасти листа вблизи черешка часто вниз отклоненные, отчего основание листа сердцевидное, без железок у верхушки черешка или с железками обычно удаленными от него, но с железками вдоль всего края листа, край листа без прозрачной светлой каймы, часто завернут внутрь..... *P. alba*
 + Листья без лопастей, или более верхние на ростовых побегах слегка лопастные (до 5 лопастных, но ниже без лопастей), чаще крупно-городчатые, снизу нередко серовато-паутинисто-опушенные, иногда верхние с войлочным опушением, но волоски коричневатые, серые или грязно-белые, лопасти листьев вблизи черешка направлены в сторону или вверх (основание листа не сердцевидное), у верхушки черешка нередко с двумя железками, по всему краю со светлой прозрачной каймой и без заметных железок, край листа обычно плоский.... *P. × canescens*
- 4(1). Листья очень крупные, яйцевидно-треугольные, молодые треугольные, (10)13-17(24) см дл. и 6-11 (17) см шир., их зубцы по краю с прозрачной светлой каймой, черешки до 3,5-5(6) см дл., сверху с хорошо выраженной бороздкой и слабо опушенные..... *P. × generosa*
 + Листья более мелкие, обычно до 12(14) см дл. и 8-11 см шир., их зубцы по краю без прозрачной светлой каймой или с каймой, если листья такие же крупные, тогда черешки совершенно голые или наоборот заметно опушенные.....5
5. Листья дельтовидные, их зубцы по краю с прозрачной светлой каймой, как и черешок. Черешок очень длинный, голый, вверху сплюснутый с боков.....6
 + Листья от ланцетных до широко яйцевидных (или дельтовидных), зубцы по краю без явно выраженной светлой каймы, или она иногда видна у основания листа по краю, черешки без светлой каймы или с каймой, обычно всегда б.м. опушенные, если они голые, то побеги заметно ребристые, а сами черешки очень короткие.....7
6. Листья с широко-треугольным основанием, черешки часто дуговидные, по краю листья голые, зубцы на верхушке крючковидные, листья на конце с отогнутым в сторону кончиком, у основания без железок..... *P. nigra*
 + Листья у основания с лопастями расходящимися почти горизонтально в стороны, черешки слегка изогнутые обычно у верхушки, по краю листья с волосками, иногда редкими, зубцы на верхушке закругленные, листья у основания с железками, нередко слегка удаленными от черешка..... *P. × canadensis*
- 7(5). Молодые побеги сильно ребристые (до крылатых), листья и черешки голые, листья наиболее широкие по центру или близ верхушки, черешки сверху с отчетливой бороздкой, очень короткие, до 2 см дл..... *P. simonii*
 + Побеги цилиндрические или ребристые, но тогда листья и черешки заметно опушенные, черешки длинные или короткие, если короткие, листья наиболее широкие вблизи центра или у основания.....8
8. Черешки листьев обычно очень короткие до 2(3) см дл., по краю без узкой и полупрозрачной каймы, листовые пластинки б.м. яйцевидные и часто наиболее широкие вблизи середины, или яйцевидно-треугольные, но тогда с отчетливо ребристыми побегами и хорошо заметным желобком сверху черешка листьев, у основания черешка обычно без железок.....9
 + Черешки листьев длиннее, обычно более 3 см дл., нередко по краю с узкой полупрозрачной каймой, часто с железками у верхушки черешка.....11
9. Побеги цилиндрические, листья у основания нередко с железками, на верхушке притупленные или с очень коротким и широко треугольным носиком. Черешки сверху с желобком лишь у его верхушки, иногда заметно и часто, до густо опушенных, с волосками и у основания листа по жилкам сверху..... *P. suaveolens*
 + Побеги заметно ребристые, листья у основания без железок, на верхушке с треугольным носиком. Черешки листа сверху с отчетливым желобком по всей его длине, обычно с короткими волосками, которые не переходят на жилки сверху листа.....10
10. Черешки листа с явным желобком сверху по всей его длине. Листья у основания без железок, отчетливо темнеют при сушке. Побеги заметно ребристые..... *P. laurifolia*
 + Листья у основания с редкими железками или без них, слегка темнеют при сушке. Желобок на черешке не совсем явный, но просматривается почти по всей его длине. Побеги тупо ребристые..... *P. × moscoviensis*

- 11(8). Черешки листьев с густыми и спутанными, обычно рыжими волосками от выделяющейся смолы, хотя бы сверху и снизу черешка. Листовые пластинки снизу с рыжими жилками и рыжеватой подкраской, сверху ярко-зеленые, глянцевые.....12
- + Черешки листьев без густых и спутанных рыжих волосков, от голых до б.м. опушенных прямыми волосками, если волоски слегка спутанные, тогда листовые пластинки широко-яйцевидные, жилки снизу обычно б.м. зеленые.....13
12. Черешки листьев с густыми и спутанными рыжими волосками обычно у их основания и верхушки. Листья до 7 см шир., от ланцетных до яйцевидно-ромбических, побеги отчетливо угловатые..... *P. × woobstii*
- + Черешки листьев обычно с густыми и спутанными рыжими волосками по всей длине. Листья до 5 см шир., узко-яйцевидные, побеги цилиндрические..... *P. longifolia*
- 13(11). Листья у основания с железками, хотя бы отчасти (редко без них), снизу сизые или сизо-зеленые. Черешки нередко крупнее 3 см, с б.м. частыми волосками, по краю также щетинистые, жилки сверху листа у его основания опушенные.....14
- + Листья у основания без железок, обычно до 5-6 см дл. и 4 см шир., снизу тускло-зеленые, с носиком чаще коротким и треугольным, до 1 см дл. Черешки около 2-3(5) см дл., с редким или рассеянным, обычно очень коротким отстоящим опушением, не переходящим на жилки сверху листа, сверху с б.м. заметным желобком. Лист по краю с очень редкими и короткими волосками до почти голых. Побеги серовато-коричневые, голые, или с редким опушением. Крона часто почти пирамидальная..... *P. × berolinensis*
14. Листья сверху в живом виде темно-зеленые, снизу отчетливо сизо-серые, при сушке сильно чернеют, наиболее широкие близ основания, по форме обычно конусовидные, сверху тускло глянцевые, у основания черешка обычно с железками. Молодые побеги ребристые и густо опушенные, листья по краю и на черешке с густым отстоящим опушением. Черешки около 2-4(7) см дл., слегка угловидно изогнуты (часто прямые), отдельные по всей длине с отчетливой бороздкой сверху. Завязь опушенная..... *P. × cinovskisii*
- + Листья обычно в живом виде зеленые, или тускло-зеленые, снизу серовато-зеленые, зеленоватые, или сизые, при сушке буреют или остаются б.м. зелеными, наиболее широкие чаще ближе к середине, по форме б.м. яйцевидные, сверху обычно блестящие. Молодые побеги цилиндрические или слегка ребристые, голые или с редкими волосками, черешки и листья по краю от слабо до б.м. опушенных, часто более 4 см дл., нередко дуговидно изогнуты, с едва выраженной бороздкой только сверху. Завязь голая.....15
15. Веточки цилиндрические и часто коричневато-бурые, блестящие, лишь сверху с редкими волосками. Листья у основания без железок, или преимущественно верхние с редкими железками, наиболее широкие вблизи середины, при сушке листья буреют, б.м. блестящие, снизу часто сизые, кончик листа до 1 см дл., боковые нижние жилки часто соединяются непосредственно с черешком *P. × rasumovskoe*
- + Веточки с б.м. заметными ребрами, от серовато-желтых до буровато-коричневых, иногда слегка блестящие. Листья у основания обычно с железками, иногда слабо заметными, при сушке остаются зелеными, темно-зелеными или буреют, наиболее широкие вблизи основания.....16
16. Листья до 7-8(10) см дл. и 5-6(7) см шир., у верхушки черешка лишь некоторые (чаще верхние на побеге) с железками или железки не совсем явные, основание листа нередко широко клиновидное, иногда чуть суженное и обрубленное. При сушке листья остаются б.м. ярко-зелеными (слегка чернеют), снизу часто зеленовато-серые, кончик листа оттянутый и крупный (обычно более 1 см дл.) Веточки обычно серо-желтые (до оранжево-желтых), довольно тонкие..... *P. × sibirica*
- + Листья до 9-12 см дл. и 7-8 см шир., у верхушки черешка почти всегда с железками, с широким яйцевидным основанием, иногда сердцевидные, боковые нижние жилки часто соединяются непосредственно с черешком. При сушке листья становятся желтовато-зелеными или буроватыми, снизу они серовато-сизые. Веточки обычно коричневато-буроватые, толстые.....17
17. Листья обычно широко-яйцевидные, обычно с сердцевидным основанием, наиболее широкие у основания, почти все с явными железками у основания черешка, при сушке буреют. Черешки листьев часто с густым опушением. Побеги б.м. цилиндрические. *P. deltoides × P. suaveolens*
- + Листья у основания от узко яйцевидных до широко-яйцевидных, часто наиболее широкие ближе к середине, у основания округлые или широко клиновидные, лишь единичные (самые верхние) могут быть со слегка сердцевидным основанием. При сушке остаются зелеными или чернеют. Черешки обычно слабо опушенные. Побеги б.м. ребристые.....18
18. Листья от узко яйцевидных до широко яйцевидных, на верхушке с коротким кончиком, 9-12 см дл. и до 8 см шир. Железки у верхушки черешка иногда одиночные или даже могут на некоторых листьях отсутствовать, при сушке остаются зелеными или слегка темнеют, снизу бледно зеленовато-желтоватые или сизоватые. Черешки до 7 см дл..... *P. × nevensis*
- + Листья обычно широко-яйцевидные, на верхушке с длинным и оттянутым кончиком (до 1-1,5 см дл.), лист до 12-14(16) см дл. и 10 см шир., у основания обычно с 1-2 железками, при сушке они чернеют, снизу обычно серовато-зеленые. Черешки обычно до 3-4(5) см дл..... *P. × petrovskoe*

Секция *Trepidae* Dode.

1. *P. alba* – Тополь белый (рис. 1а). В Беларуси достоверно известен с 1821 г. (рукописный каталог видов парка Залесье Сморгонского р-на), хотя мог появиться и в конце XVIII в., в Латвии с 1805 г. [26]. Изначально в парки Беларуси посадочный материал поступал, вероятно, из Польши и др. регионов Европы, поэтому *P. alba* назывался «тополь надвислянский» [27]. С. Юндзилл [28] полагает, что вид был завезен в Литву и здесь одичал. В 1828 г. собран С. Горским в Беловежской пуще (WI) и им же отмечен в д. Орля Щучинского р-на [29]. Со второй половины XIX в. уже указывался и собирался в качестве одичавшего растения многими исследователями флоры Беларуси (KW, MW, LECB и др.), причем к этому периоду натурализация тополя белого была настолько успешной, что даже И. Пачоский считал его местами аборигенным видом [29]. Из-за внешнего сходства с *P. ×canescens*, одним из родителей которого выступает *P. alba*, в литературе и гербариях часто путается с ним. Причем отмечены и возвратные гибриды *P. alba* с *P. ×canescens*, известные как *P. hybrida* M. Bieb., которые очень трудно отделить от *P. alba*. Сам *P. alba* является термофильным евразийским видом, который встречается в диком виде южнее территории Беларуси и у нас более устойчивы гибриды, т.е. *P. ×canescens*. Типичный *P. alba* также редок в Москве и чаще представлен здесь гибридными формами [15]. Опушение листьев очень варьирует на одном побеге и нижние листья нередко имеют очень слабое опушение, лишены лопастей. Инвазионный вид [24], который встречается часто по всей территории Беларуси, но особенно в южной части. Некоторые из приведенных образцов *P. alba* мы относим условно к данному виду, поскольку они по большинству морфологических признаков приближены к нему и четко отделить их от возвратных гибридов очень сложно. Из-за морфологического сходства тополя белого и его гибридов многие литературные данные о наличии этих тополей сомнительны, если не подтверждены соответствующими гербарными образцами.

Брестская обл.: Барановичский р-н: д. Полонка; Березовский р-н: г. Белоозерск, окр. д. Сошица; Брестский р-н: г. Брест, окр. д. Клейники; Ганцевичский р-н: окр. д. Любашево, д. Ясенец; Дрогичинский р-н: г. Дрогичин, окр. д. Перковичи; Ивацевичский р-н: д. Нехачево; Каменецкий р-н: д. Вел. Лес, д. Плянта, окр. д. Чвирки; Кобринский р-н: окр. д. Дивин, окр. д. Мельники, окр. п. Ореховский; Лунинецкий р-н: окр. д. Запросье; Ляховичский р-н: окр. д. Кулики; Малоритский р-н: д. Великорита, окр. д. Мокраны; окр. д. Орехово; Пинский р-н: д. Круглое, д. Охово, д. Парев; Пружанский р-н: окр. д. Клепахи, д. Либерполь, г.п.

Ружаны; Столинский р-н: ст. Горынь, между г.п. Давид Городок и д. Олышаны, г. Столин.

Витебская обл.: Браславский р-н: окр. д. Красногорка, у оз. Снуды, окр. д. Струсто; Верхнедвинский р-н: окр. д. Сарья; Докшицкий р-н: г.п. Порплище, д. Тумиловичи; Городокский р-н: д. Двухполье; Дубровенский р-н: окр. д. Россосно; Лепельский р-н: окр. д. Губино; Миорский р-н: у х. Пищелевка; Поставский р-н: окр. д. Осингородок, д. Романишки; Оршанский р-н: д. Высокое; Сенненский р-н: д. Пламя; Толочинский р-н: д. Рацево; Ушачский р-н: окр. д. Нов. Жизнь; Шумилинский р-н: д. Заборье.

Гомельская обл.: Брагинский р-н: д. Богуши, д. Нов. Храковичи; Буда-Кошелевский р-н, окр. д. Наспа, окр. д. Чеботовичи; Ветковский р-н: окр. д. Некрасово, д. Новоселки, окр. д. Светиловичи; Гомельский р-н: г. Гомель, окр. п. Мирный, окр. п. Приозерный, окр. д. Скиток, окр. д. Стар. Дятловичи; Житковичский р-н: окр. д. Переров; Добрушский р-н: окр. д. Ларищево; Жлобинский р-н: окр. д. Нижн. Олба, окр. д. Толстыки; Калинковичский р-н: окр. д. Юровичи; Кормянский р-н: окр. д. Струмень; Лоевский р-н: окр. д. Абакумы, окр. г. Лоев; Мозырский р-н: г. Мозырь, окр. д. Прудок, окр. д. Стрельск; Наровлянский р-н: д. Карповичи, д. Осиповка; Октябрьский р-н: окр. д. Андреевка, д. Иванишевичи, окр. д. Ломовичи; Петриковский р-н: окр. д. Багримовичи, д. Дорошевичи, окр. д. Копцевичи, окр. д. Лучицы, окр. д. Новоселки, окр. д. Судибор, окр. д. Филипповичи; Речицкий р-н: г.п. Василевичи, окр. д. Глушеч, окр. д. Макановичи; Рогачевский р-н: окр. п. Турсковый, окр. д. Шапчицы; Хойникский р-н: д. Борисовщина, окр. д. Куровое, д. Лесок, д. Ломачи, окр. д. Оревичи, окр. д. Стреличево, г. Хойники; Чечерский р-н: окр. д. Бердыж.

Гродненская обл.: Берестовицкий р-н: д. Лишки; Волковысский р-н: окр. г.п. Красносельский, окр. г.п. Росс; Гродненский р-н: окр. д. Войнидеваты, г. Гродно, д. Погораны, окр. д. Чернуха; Кореличский р-н: окр. д. Бол. Жуховичи, окр. д. Загорье и Щорсы, окр. д. Миранка, окр. д. Радунь; Лидский р-н: д. Горни; Новогрудский р-н: д. Галковичи, окр. д. Понемонь; Ошмянский р-н: д. Огородники; Свислочский р-н: д. Нароквичи, Слонимский р-н: окр. г. Слоним; Смолонский р-н: д. Залесье.

Минская обл.: Борисовский р-н: окр. д. Веселово; Вилейский р-н: г. Вилейка; Дзержинский р-н: д. Станьково; Копыльский р-н: д. Грозовок; Логойский р-н: г. Логойск, д. Околово; Любанский р-н: окр. д. Купники; Минский р-н: окр. д. Дроздово, д. Калинино (Игнатичи), окр. д. Колодищи, г. Минск; Молодечненский р-н: окр. д. Литва, окр. д. Романы; Мядельский р-н: д. Больково, окр. к.п. Нарочь (д. Степенево), окр. д. Проньки; Несвижский р-н: г.п. Городея, окр. д. Островки, окр. д. Студенки; Слуцкий р-н: окр. д. Буда Гресская, окр. д. Рудня, г. Слуцк; Солигорский р-н: д. Кривичи; Столбцовский р-н: окр. д. Зуберово; Червенский р-н: д. Рованичи.

Могилевская обл.: Быховский р-н: окр. д. Дунаек, окр. д. Седич; Глусский р-н: д. Калатичи; Костюковичский р-н: д. Бельковичи, окр. д. Заречье; Кричевский р-н: г. Кричев, д. Лобковичи, окр. д. Михеевичи,

д. Сокольнічы; Мстиславскі р-н: д. Коськово; Чериковскі р-н: окр. д. Горкі, д. Охорь, окр. г. Чериков; Шкловскі р-н: д. Ржавцы.

Редко встречается пирамидальная разновидность тополя белого – var. *pyramidalis* Bunge (тополь Болле), который иногда рассматривается как гибрид двух разновидностей *P. alba* (var. *alba* × var. *bolleana* (Lauche)

Ed. Otto), или же двух видов белых тополей (*P. alba* × *P. bolleana* Lauche). По литературным [6] данным отмечен в дд. Фатынь Лепельского р-на, Борисовщина Хойникского р-на, Ореховно Глубокского р-на, Городец Кобринского р-на, г.п. Смиловичи Червенского р-на, г.п. Негорелое Дзержинского р-на, гг. Бресте. В большинстве местонахождений он сейчас выпал.

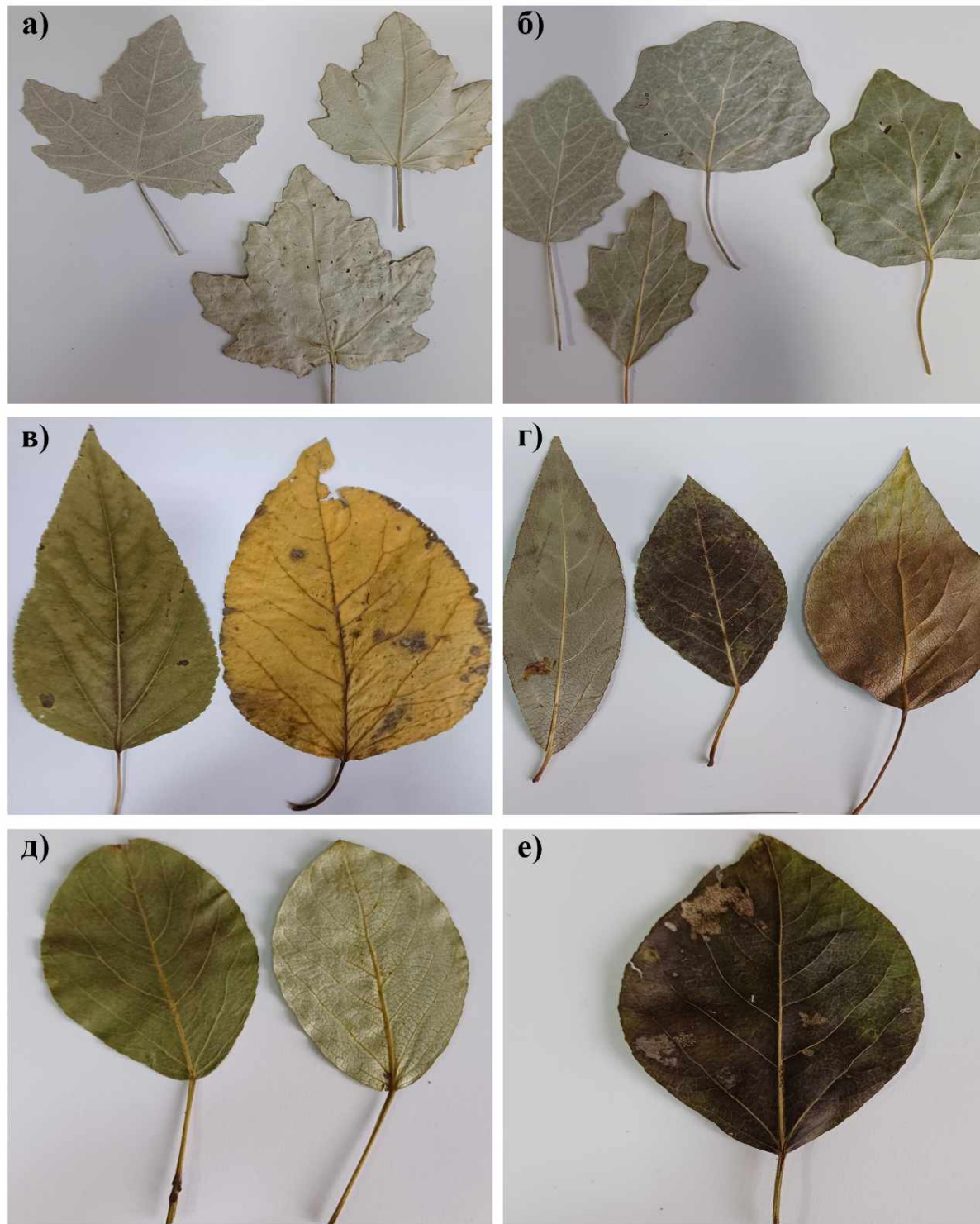


Рис. 1. Листовые пластинки тополей:

а) *P. alba*, б) *P. canescens*, в) *P. ×generosa*, г) *P. laurifolia*, д) *P. suaveolens*, е) *P. ×moscoviensis*

Fig. 1. Poplar leaf blades:

а) *P. alba*, б) *P. canescens*, в) *P. ×generosa*, г) *P. laurifolia*, д) *P. suaveolens*, е) *P. ×moscoviensis*

2. *P. ×canescens* – Тополь седеющий (рис. 16). Строго промежуточные формы этого гибрида отличаются достаточно хорошо, однако возвратные гибриды с *P. alba* часто затрудняют идентификацию некоторых образцов и четкое разграничение *P. alba* и *P. ×canescens*. Гибриды очень отличаются по степени опушения листьев, даже на одном побеге, которые могут быть от беловато войлочного-опушенных, до почти голых. Самые верхние листья нередко с выраженными лопастями. От осины обычно наследуется плоский край листовой пластинки с заметной прозрачной каймой (а не завернутый внутрь, без каймы), у некоторых листьев выражены сидячие железки у верхушки черешка, которые обычно удалены от него у *P. alba*. Как и тополь белый в местах своего произрастания дает обильную корневую поросль, поэтому считается инвазионным растением [24]. В Беларуси появился, вероятно, около 1830 г. [31], в 1851 г. также рос в ботаническом саду в г. Горки [5], затем распространился в парках наряду с *P. alba* и попал в уличные зеленые насаждения.

Брестская обл.: Барановичский р-н: г. Барановичи; Березовский р-н: д. Пески; Брестский р-н: окр. д. Боярская Котельня, г. Брест, окр. д. Орхово, окр. д. Скоки, окр. д. Томашовка, д. Яцковичи; Ивацевичский р-н: г.п. Телеханы; Каменецкий р-н: д. Пашукская Буда; Пинский р-н: д. Березцы.

Витебская обл.: Браславский р-н: д. Ахромовцы, д. Дундеры, окр. д. Заречье; Лепельский р-н: г. Лепель; Миорский р-н: д. Горки 1-ые; Полоцкий р-н: д. Званое, окр. д. Навлица; Сенненский р-н: д. Кимейка; Ушачский р-н: д. Двор Плино; Шарковщинский р-н: д. Ямное 2-ое; Шумилинский р-н: д. Лесковичи.

3. *P. tremula* L. – Тополь дрожащий, осина. Аборигенный вид во флоре Беларуси и одна из основных лесообразующих пород, которая занимает 2,2% лесопокрытой площади [30].

Встречается часто по всей территории страны, образует чистые и смешанные насаждения.

Секция *Aigeros* Duby.

4. *P. ×canadensis* (*P. deltoides* × *P. nigra*) – Тополь канадский (рис. 2а). Один из часто встречающихся тополей в озеленении населенных пунктов, придорожных полос, дамб мелиоративных каналов, введен в лесокультуры. Дичает изредка и обычно встречается одиночными экземплярами или небольшими группами. В литературе ранее нередко отождествлялся с *P. deltoides* [8,7], который является одним из его родительских видов, но сам *P. deltoides* пока в Беларуси, как и многих сопредельных регионах не отмечен [15, 19]. *P. deltoides* имеет очень крупные листья до 9–14 см дл. и 9–16 см шир., у основания от широко клиновидных до сердцевидных, железок у основания листа (0–2)3–5(6) (часть их них б.м.

Гомельская обл.: Брагинский р-н: д. Глуховичи, окр. д. Иолча, д. Хатуча; Буда-Кошелевский р-н: окр. д. Губичи; Ветковский р-н: г. Ветка, окр. д. Однополье, д. Старое Село; Жлобинский р-н: п. Красный Берег; Калинковичский р-н: окр. д. Юровичи; Мозырский р-н: д. Барбаров, д. Скрыгалов; Петриковский р-н: окр. г. Петриков; Речицкий р-н: окр. д. Глушеч, окр. д. Рудня Жигальская; Рогачевский р-н: д. Кистени; Хойникский р-н: д. Рудаков.

Гродненская обл.: Вороновский р-н: г.п. Вороново; Гродненский р-н: д. Погораны; Ошмянский р-н: д. Михалкони; Новогрудский р-н: д. Щорсы; Свислочский р-н: д. Качки; Слонимский р-н: д. Альбертин, окр. д. Едначи, окр. д. Хорошевичи; Сморгонский р-н: д. Залесье.

Минская обл.: Березинский р-н: д. Барсучина; Вилейский р-н: д. Вязынь, д. Луковец, д. Лыцевичи, д. Остюковичи; Клецкий р-н: д. Красная Звезда, д. Туца; Минский р-н: окр. д. Городище, окр. д. Крупица, г. Минск; Мядельский р-н: д. Комарово, г. Мядель; Несвижский р-н: д. Вел. Липа; Слуцкий р-н: г. Слуцк; Столбцовский р-н: д. Вел. Двор, окр. д. Жуков Борок; Узденский р-н: д. Наднеман; Червенский р-н: д. Рованичи.

Могилевская обл.: Бобруйский р-н: г. Бобруйск; Дрибинский р-н: д. Рясно; Кировский р-н: д. Жиличи; Костюковичский р-н: д. Студенец; Могилевский р-н: окр. г. Могилев; Славгородский р-н: окр. д. Александровка 2-ая; Шкловский р-н: г. Шклов.

В озеленении редко встречается пирамидальная разновидность тополя седеющего, которая известна как тополь Яблокова (по гербарным данным в г. Бобруйске). Возможно, часто литературных указаний для Беларуси *P. bolleana* могут относиться именно к этой разновидности тополя седеющего.

Варьирует по окраске коры дерева, форме кроны и листовой пластинки, длине зубцов, степени опушения листьев. Разновидность с повисающими ветвями известна как – var. *pendula* Loudon, а с опушенными листьями, как var. *villosa* (Láng) Peterm.

цилиндрические), по краю с довольно частыми и мелкими волосками, зимующие почки с желтой смолой (не красноватой), коробочки с 3–4 створками.

P. ×canadensis с 1821 г. известен по рукописному каталогу растений в парке Залесье Сморгонского р-на и с этого же года завезен в парк Альба под Несвижем [32]. Широко стал использоваться в озеленении с конца XIX – начала XX вв., особенно в парках [6]. Опытные лесные культуры тополя канадского начали закладываться в 1936–1937 гг. [8].

Данный гибрид очень полиморфен, в Беларуси известен ряд разновидностей, которые отличаются формой кроны и листовых пластинок.

В частности, var. *serotina* (Hartig) Rehder, var. *regenerata* (A. Henry) Rehder и var. *robusta* (Simon-Louis ex Schelle) Hyl., с треугольными и крупными листьями, основание листовой пластинки с почти горизонтальными краями, а var. *marilandica* (Rehder) Rehder и var. *eugenei* (Simon-Louis ex L.Mathieu) Rehder с б.м. мелкой и ромбической

листовой пластинкой. В парке Игнатици (д. Калинино Минского р-на) в 1913 г. выращивался культивар 'Van Geerti Aurea' с золотисто-желтыми листьями [7], а в д. Макаровцы Берестовицкого р-на (2019 г.) нами собрана пурпурнолистная разновидность (это именно *P. ×canadensis*, поскольку волоски по краю листа редкие).

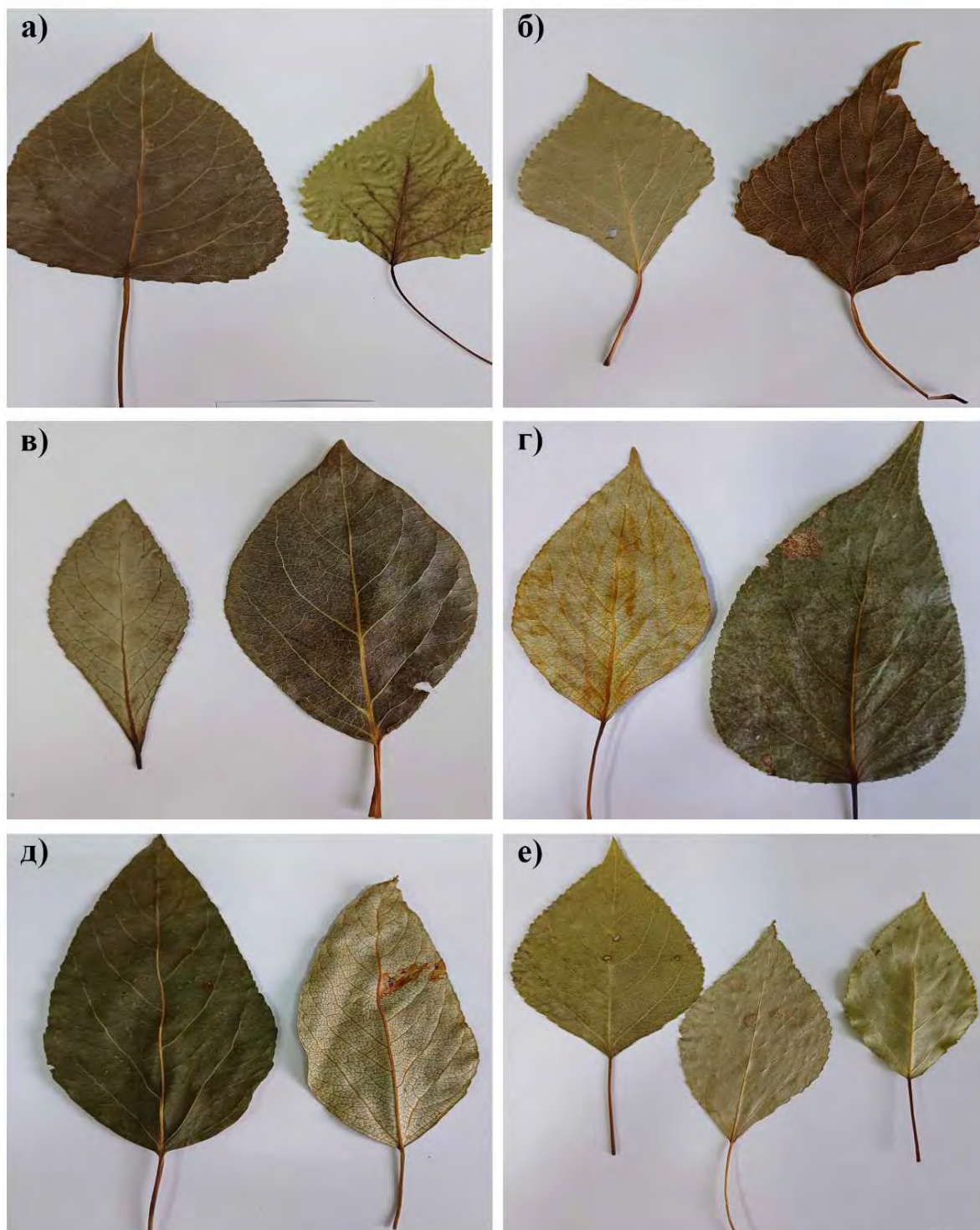


Рис. 2. Листовые пластинки тополей:

а) *P. ×canadensis*, б) *P. nigra*, в) *P. simonii*, г) *P. ×woobstii*, д) *P. longifolia*, е) *P. ×berolinensis*

Fig. 2. Poplar leaf blades:

а) *P. ×canadensis*, б) *P. nigra*, в) *P. simonii*, г) *P. ×woobstii*, д) *P. longifolia*, е) *P. ×berolinensis*

5. *P. ×nigra* – Тополь черный (рис. 26). Аборигенный вид во флоре Беларуси, однако, встречается редко и отмечен лишь по долинам рек в центральных и южных районах, где произрастает на северной границе ареала приблизительно по линии д. Добрянка Славгородского р-на – г. Славгород – д. Лудчицы Быховского р-на – г. Бобруйск – г. Светлогорск – г. Калинковичи – г. Пинск – г. Брест – д. Лунно Мостовского р-на – д. Привалка Гродненского р-на. Четко очерченная граница ареала тополя черного в Беларуси по литературным данным не найдена и, вероятно, специальных работ по изучению этого тополя не проводили. Обычно растет по долинам крупных рек одиночными экземплярами и небольшими группами, иногда образует небольшие рощи, обычно до 0,5 га [8]. Литературное указание на наличие вида в окр. г. Могилева [8], возможно относится к д. Залохвенье у границы современных Быховского и Могилевского р-нов, где мы видели рощу тополя черного у Барколабовского монастыря, она культурного происхождения.

В культуре (особенно в парках) ранее (в конце XIX – начале XX вв.) была широко представлена пирамидальная разновидность – *var. italica* Münchh. (тополь итальянский), известная в Беларуси с начала XIX в. [6, 7]. В настоящее время тополь итальянский довольно редок, поскольку его крона подмерзает и деревья сухостойны (даже в возрасте 15–20 лет), чаще отмечен по югу страны. Опушенные черешки и округленность листовых пластинок у этой разновидности говорят о присутствии в генотипе какого-то из балтийских тополей, возможно, *P. talassica* Kom. [12]. Сама разновидность является результатом длительной селекции и скрещиваний с *var. nigra*, поскольку была очень популярна у селекционеров из-за своих декоративных качеств, быстрого роста и успешного вегетативного размножения. У еще одной формы тополя черного – *f. betulifolia* (Pursh) I.V. Belyaeva листья «березовидные», побеги опушенные. В окр. д. Барбаров Мозырского р-на нами собран в пойме р. Припять экземпляр с довольно длинными волосками (до 1–1,3 мм дл.) на черешке, рассеянными по всей

длине и частыми у верхушки, хотя все остальные признаки соответствуют *P. nigra*. Экземпляры с редкими волосками на черешке есть и в окр. д. Привалка Гродненского р-на и Глушец Речицкого р-на. Возможно, они относятся к одичавшим клонам *var. italica*. Приведены местонахождения тополя черного вне культуры (в культуре вид редок).

Брестская обл.: Брестский р-н: окр. д. Боярская Котельня, окр. д. Знаменка; Дрогичинский р-н: окр. д. Заречка; Лунинецкий р-н: окр. п. Кожан Городок.

Гомельская обл.: Брагинский р-н: окр. д. Верхн. Жары [33], окр. д. Иолча; Гомельский р-н: окр. д. Рудня Жигальская, окр. д. Ченки; Житковичский р-н: окр. д. Боровая, окр. д. Хлупин; Жлобинский р-н: окр. д. Городок, окр. г. Жлобин, окр. д. Забродье, окр. д. Шихов; Калинковичский р-н: окр. д. Юровичи; Лоевский р-н: окр. г. Лоев [33], окр. д. Острова [8], окр. д. Первомайск; Мозырский р-н: окр. д. Балажеевичи, окр. д. Барбаров, окр. д. Васьковка, окр. д. Костюковичи, окр. г. Мозырь, окр. д. Скрыгалов, окр. д. Стрельск; Наровлянский р-н: д. Дуброва, окр. д. Карповичи, окр. г. Наровля [33]; Петриковский р-н: окр. г. Петриков, окр. д. Снядин; Пинский р-н: окр. д. Качановичи [33]; Речицкий р-н: окр. д. Глушец, окр. д. Копань; Рогачевский р-н: окр. г. Рогачев; Светлогорский р-н: окр. д. Затон, окр. д. Хутор; Хойникский р-н: д. Красноселье.

Гродненская обл.: Гродненский р-н: окр. д. Гожа, окр. г. Гродно, окр. д. Привалка, между дд. Свислочь и Литвинки; Мостовский р-н: окр. д. Лунно.

Могилевская обл.: Бобруйский р-н: окр. г. Бобруйск; Быховский р-н: окр. д. Лудчицы; Славгородский р-н: окр. д. Добрянка, окр. д. Кремьянка, окр. д. Силино Поле.

Гибрид *P. nigra* и *P. trichocarpa* 'Hybrid 275' (Populus 'NE 42') широко известен в культуре в Польше и по литературным данным отмечен в ботаническом саду в г. Минске [6,7]. Такого же плана и культивар 'Roxburg'.

Тополь итальянский (*var. italica*) хорошо отличается широко яйцевидно-ромбическими некрупными листьями, довольно коротким черешком с редким опушением, как и молодые побеги, сами побеги обычно цилиндрические или вверх слегка угловатые. Изредка натурализуется, достоверно с 1976 г. (Жлобинский р-н, окр. дд. Василевичи и Сельное, Брагинский р-н, п. Солнечный, гг. Минск и Браслав).

Секция *Tacamahaca* Spach.

6. *P. suaveolens* – Тополь душистый (рис. 1д). Редкий в Беларуси вид (судя по малочисленности гербарных данных), за исключением гибридов с его участием. Ранее за него в литературе могли принимать именно гибридные клоны, которые чаще выращивали в парках, поэтому многие литературные данные о наличии этого тополя в Беларуси нуждаются в проверке. Известен в Беларуси с 1851 г. и выращивался в ботаничес-

ком саду в г. Горки (получен из г. Пенза, школа садоводства) [5]. Широко распространился с конца XIX в. (преимущественно 1890-е гг.) [6,7,29] и в 1904 г. даже выращивался в лесопитомнике у г. Гомеля [6]. В 1936–1937 гг. введен в лесокультуры [8]. В Беларуси отмечена пирамидальная разновидность – *var. pyramidalis* Regel, которая ранее выращивалась в д. Бол. Летцы (1915 г.) В. Адамовым и называлась – «тополь

витебский пирамидальный» [34], также приводится А. Т. Федоруком [7] для Буда-Кошелевского, Лиозненского, Ветковского, Шумилинского, Дзержинского, Минского, Червенского, Оршанского и Толочинского р-нов.

Результаты недавно проведенных молекулярно-генетических исследований свидетельствуют о генетической близости или даже идентичности *P. suaveolens* и описанных позднее *P. maximowiczii* A. Henry и *P. koreana* Rehd. [12], поэтому мы включаем эти тополя в состав *P. suaveolens* и рассматриваем его в широком смысле до детального выяснения их родства, они очень редки в культуре. *P. pilosa* Rehd. отличается от *P. suaveolens* лишь густо мохнатыми черешками листьев и опушением сверху по жилкам листьев, возможно, также является одной из разновидностей *P. suaveolens*. Приводим данные о наличии вида в Беларуси лишь по гербарным данным из-за вероятности путаницы этого таксона с различными гибридами. *P. suaveolens* известен в культуре, иногда дичает у дорог и на месте бывших лесокультур.

Витебская обл.: Глубокский р-н: г. Глубокое.

Гомельская обл.: Гомельский р-н: г. Гомель (НМ), д. Корневка (НМ); Хойникский р-н: д. Бабчин.

Минская обл.: Минский р-н: г. Минск; Мядельский р-н: к.п. Нарочь и д. Урлики.

7. *P. ×moscoviensis* (*P. suaveolens* × *P. laurifolia*) – Тополь московский (рис. 1е). В Беларуси встречается изредка, судя по гербарным данным, но в Московской области это один из самых обычных гибридных тополей с обильной корневой порослью [15]. У этого тополя молодые побеги с б.м. заметными ребрами сверху, а внизу угловатые, или цилиндрические, носик листа треугольный и короткий, коробочка с 3 створками, листья сильно поражаются ржавчиной. Возможно, ранее за него отчасти принимали в литературе гибриды *P. laurifolia* × *P. balsamifera* [6,8] и *P. simonii*. В Беларуси известен в культуре и может дичать (достоверно факты натурализации известны с 1998 г.) вблизи мест его выращивания, по берегам водоемов, вдоль железных дорог, карьерам, появился у нас, вероятно в конце XIX – начале XX вв. (известен из некоторых старых парков). Гибрид впервые отмечен в саду Р. Шредера

8. *P. simonii* – Тополь Симона (рис. 2в). В Беларуси культивируется, вероятно, с конца XIX в., старейший экземпляр известен из парка Маньковичи Столинского района, который возможно высажен в 1885 г., приблизительно с 1910 г. интродуцирован в Большелетчанский ботанический сад под Витебском [34, 36]. Этот тополь имеет короткие черешки до 2 см дл., они голые и сверху с за-

Могилевская обл.: Чериковский р-н: окр. д. Устье, лесокультуры; Шкловский р-н: д. Городец.

P. laurifolia (рис. 1г) нами в чистом виде в Беларуси не выявлен, за исключением гибридов с его участием, поэтому многочисленные литературные данные о его наличии во флоре страны нуждаются в проверке. За *P. laurifolia* обычно принимают в гербариях гибридные клоны тополей с ребристыми веточками, чаще не совсем удачно собранные ростовые побеги. Мы преднамеренно привели *P. laurifolia* в ключе для определения тополей с целью его выявления в Беларуси. Как и *P. suaveolens* он способен давать обильную корневую поросль. *P. laurifolia* по происхождению может представлять из себя стабилизировавшийся в природе гибрид *P. suaveolens* × *P. nigra* [11]. По данным К. Мирона [8] ранее в Беларуси испытывались в опытных посадках гибриды *P. suaveolens* × *P. nigra*, а также *P. nigra* × *P. suaveolens* × *P. balsamifera* (по нашему мнению, более вероятно, что последний таксон это *P. laurifolia*) и *P. suaveolens* × *P. laurifolia* × *P. nigra* (т.е. *P. ×sibirica*). В польской части Беловежской пуши известен культивар тополя 'Hybrid 275' (*P. suaveolens* (incl. *P. maximowiczii*) × *P. trichocarpa*) [35], который в современном понимании может относиться к *P. ×cinovskisii*.

в окр. г. Москвы в конце XIX в. [15]. Сейчас изредка выращивается в дендропарках лесхозов, некоторых городских и поселковых парках.

Брестская обл.: Березовский р-н: г. Белоозерск; Пружанский р-н: д. Зиновичи.

Витебская обл.: Витебский р-н: г. Витебск, окр. г.п. Руба; Городокский р-н: окр. ст. Бычиха; Шарковщинский р-н: д. Зяблины.

Гомельская обл.: Гомельский р-н: г. Гомель.

Гродненская обл.: Волковысский р-н: г.п. Красносельский; Гродненский р-н: окр. д. Грандичи.

Минская обл.: Вилейский р-н: окр. д. Боровые; Минский р-н: г. Минск, окр. г. Минск (у СЗ окраины), д. Прилуки; Слуцкий р-н: д. Селецк; Стародорожский р-н: г. Старые Дороги; Червенский р-н: п. Смиловичи, окр. д. Хутор.

Могилевская обл.: Дрибинский р-н: окр. д. Кледневицы; Костюковичский р-н: д. Заречье, Могилевский р-н: окр. д. Любуж, окр. д. Тараново, окр. п. Мал. Боровка; Чериковский р-н: окр. д. Журавель; Шкловский р-н: д. Дивново.

метной бороздкой, красноватые, край листа голый, побеги сильно ребристые. В 1936–1937 гг. введен в лесокультуры [8], часто в озеленении стал использоваться с 1960-х гг. Изредка встречается форма с б.м. пирамидальной кроной – f. *fastigiata* C.K. Schneid. Согласно гербарным данным, вид редок в Беларуси, иногда дичает (достоверно с 1989 г.) по опушкам лесов, пустошам, свалкам

мусора, карьерам. Литературные данные о довольно частой встречаемости вида в Беларуси [6, 7 и др.] нуждаются в проверке, поскольку вместо тополя Симона могли неправильно понимать близкие по габитусу гибридные формы.

Брестская обл.: Брестский р-н: г. Брест.

9. *P. longifolia* – Тополь длиннолистный (рис. 2д). Происхождение этого тополя не совсем понятно, и он может быть одним из обособившихся в последние столетия клонов *P. suaveolens*, или, что менее вероятно, клоном *P. balsamifera* или *P. trichocarpa*. Более очевидно, что может представлять из себя гибрид *P. balsamifera* и *P. suaveolens*, т.к. коробочки с непостоянным числом створок (2–3), что характерно для гибридов, когда родительские виды имеют разное число створок, они голые [12]. Голые коробочки (обычно недоразвитые) и с редко опушенной осью соцветия отмечены в Беларуси. В пользу того, что в гибридизации мог участвовать *P. balsamifera*, является редкое наличие слабо развитых железок у верхушки черешка, красноватая смола почек (не желтоватая), голые коробочки, некоторые из нижних на побеге листьев с пластинками наиболее широкими у основания, сверху не морщинистые и часть из них с б.м. вытянутыми и остроугольными верхушками.

Представлен обычно мужскими клонами и является агрессивным видом из-за того, что дает обильную корневую поросль. Хорошо отличается от близких видов черешками со спутанными рыжими волосками, которые окрашиваются из-за смоляных выделений, листья и жилки снизу рыжеватые, почки очень длинные (2,5–3 см), по сравнению с другими близкими тополями. Вероятно, гибридизирует с другими тополями. В Латвии известен с 1847 г. [26], в Беларуси изначально появился в Большелетчанском ботаническом саду около 1910 г. и получен (по данным В. Адамова) из Юрьева Тверской области [34], но фигурировал под названием *P. balsamifera* var. *tristis* auct. [6].

В настоящее время встречается довольно часто, особенно в северной части Беларуси, хорошо натурализуется (по карьерам, вдоль дорог, пустошам, населенным пунктам, паркам, опушкам лесов, берегам водоемов) и быстро образует многочисленную корневую поросль и небольшие рощицы, является потенциально инвазионным видом. Факты натурализации достоверно

10. *P. ×generosa* (*P. deltoides* × ?*P. tristis* Fisch.) – Тополь рожденный, или печальный (рис. 1в). Очень оригинальный тополь с самыми крупными листьями из всех тополей, известных в Беларуси, которые могут достигать 24 см длины

Витебская обл.: Лиозненский р-н: г.п. Лиозно.

Гомельская обл.: Мозырский р-н: окр. п. Пхов.

Минская обл.: Минский р-н: г. Минск, окр. д. Цнянка; Мядельский р-н: окр. д. Урлики; Слуцкий р-н: г. Слуцк; Стародорожский р-н: г. Старые Дороги.

Могилевская обл.: Бобруйский р-н: г. Бобруйск, д. Бол. Бортники; Горецкий р-н: г. Горки.

отмечены с 1979 г., но чаще стал дичать после 1989 г. В литературе ранее мог частично приниматься за *P. balsamifera*. Могут быть встречены гибриды с *P. suaveolens*.

Витебская обл.: Браславский р-н: окр. д. Дрисвяты, окр. д. Жвирбли, окр. д. Карасино, окр. д. Кривоселье, окр. д. Нурвянцы, окр. д. Устье; Витебский р-н: д. Бол. Летцы, г. Витебск, окр. д. Придвинье, г.п. Руба [6], г.п. Сураж [6], окр. д. Шерстни; Глубокский р-н: окр. д. Германовщина, д. Залесная, окр. д. Ивесь, д. Липово; Городокский р-н: окр. д. Веречье; Докшицкий р-н: г.п. Бегомль [6], окр. д. Осиновик; Лиозненский р-н: окр. д. Вишняк, окр. д. Гребеники, окр. д. Загородно, г.п. Лиозно; Миорский р-н: х. Лавренов (и MW), окр. д. Нов. Крюки; Оршанский р-н: окр. д. Пашино; Поставский р-н: окр. д. Карповичи, окр. д. Лучай; Россонский р-н: д. Верятино, д. Клястицы, окр. д. Перевоз; Ушачский р-н: окр. д. Заозерье; Чашникский р-н: окр. д. Васьковщина; Шарковщинский р-н: д. Вел. Село [6], д. Германовичи [6], д. Никитенки [6]; Шумилинский р-н: окр. д. Залесье, окр. д. Заолянка.

Гомельская обл.: Калинковичский р-н: г. Калинковичи [6], г.п. Озаричи [6].

Гродненская обл.: Дятловский р-н: д. Медвиничи [6]; Островецкий р-н: окр. д. Быстрица, окр. д. Заборцы; Щучинский р-н: г.п. Желудок [6].

Минская обл.: Березинский р-н: окр. г. Березино; Борисовский р-н: д. Зембин [6], д. Иканы [6], д. Мстиж [6]; Вилейский р-н: окр. д. Боровые; Воложинский р-н: г.п. Ивенец [6]; Дзержинский р-н: г.п. Негорелое [6]; Лепельский р-н: д. Домжерицы, д. Забоенье, окр. д. Зеленый Остров, окр. г. Лепель, окр. д. Стар. Лядно, окр. д. Старые Волосовичи; Логойский р-н: д. Венера, д. Городец, д. Карабановщина, д. Пунище; Крупский р-н: окр. д. Мелешковичи; Минский р-н: окр. д. Жуков Луг, г. Заславль [6], окр. д. Колодищи, г. Минск; Молодечненский р-н: окр. д. Вередово; Мядельский р-н: окр. д. Будслав, окр. д. Занарочь, окр. д. Застенок Брили, д. Куели [6], д. Лушки [6], д. Мал. Сырмеж, окр. д. Пасынки, окр. д. Репяхи, окр. г.п. Свирь; Стародорожский р-н: окр. д. Левки; Столбцовский р-н: окр. д. Литва [6].

Могилевская обл.: Быховский р-н: окр. д. Чечевичи; Кировский р-н: д. Збышин; Климовичский р-н: д. Недведь, д. Родня [6]; Мстиславский р-н: окр. д. Бельянец, окр. д. Нов. Село; Хотимский р-н: окр. д. Васильевка 1-ая, окр. д. Забелышин; Чаусский р-н: г. Чаусы [6], д. Прилесье.

(судя по гербарным данным). В культуре отмечен всего из нескольких местонахождений. Его предполагаемыми родителями могут быть *P. deltoides* и *P. tristis* (или *P. trichocarpa*, если его рассматривать в качестве отдельного таксона). Он

получен в 1912 г. в Англии [6]. Старейшие в Беларуси экземпляры тополя рожденного отмечены в г. Хойники в парке [6], где он мог быть высажен около 1915 г. при закладке парка. Известен у нас лишь в культуре.

11. *P. ×berolinensis* (*P. nigra* var. *italica* × *P. laurifolia*) – Тополь берлинский (рис. 2е). Этот тополь описан по образцам, которые культивировались в Берлинском ботаническом саду и получен здесь же около 1865 г. [6]. В Латвии известен с 1879 г. [26], в Беларуси выращивается, вероятно, с самого начала XX в., широко стал применяться в озеленении с начала 1960-х гг., но считается редким видом и указан лишь для Могилевского и Бельничского районов [6]. Возможно, некоторыми исследователями ранее неверно отождествлялся с *P. ×sibirica* и отчасти с *P. ×petrovskoe*, однако эти гибриды, кроме более крупных листьев и длинных черешков, по краю листовой пластинки б.м. опушенные (до часто опушенных), а не с единичными волосками или совсем голые. У *P. ×sibirica* листья на ощупь более тонкие и мягкие, обычно заметно чернеют при сушке. Этот тополь не дает обильную корневую поросль, имеет нередко полупирамидальную крону, часто сильно поражается различными насекомыми. *P. ×irtyschensis* Chang Y. Yang, который описан позже, имеет в генотипе те же роди-

12. *P. ×petrovskoe* (*P. ×canadensis* (*P. nigra* × *P. deltoides*) × *P. laurifolia*, *P. petrovskyana* (R.E. Schroed. ex Regel) Dipp., nom. illeg.) – Тополь Петровский (рис. 3в). По форме листьев в центре побега очень похож на *P. ×sibirica*, а на ростовых побегах они б.м. дельтовидные и напоминают *P. deltoides*. Установить точное появление этого тополя в Беларуси сложно, поскольку за него ошибочно принимался, чаще всего, более распространенный *P. ×sibirica*. Поэтому к его литературным указаниям для флоры Беларуси нужно относиться критически. Возможно, стал выращиваться с начала XX в., как и другие гибриды тополей, описанные Р. Шредером. Состав родительских видов этого сложного гибрида установлен лишь недавно молекулярно-генетическими методами и

13. *P. ×sibirica* (*P. laurifolia* × ?*P. suaveolens* × *P. nigra*) – Тополь сибирский (рис. 3д). Согласно последним молекулярно-генетическим исследованиям, в формировании *P. ×sibirica* приняли участие *P. nigra* (особенно большой процент участия в генотипе), *P. laurifolia* и, возможно, еще какой-то вид бальзамического тополя, но однозначно утверждать, что это *P. suaveolens*, пока рано [12]. Этот тополь довольно активно размно-

Брестская обл.: г. Брест; Кобринский р-н: окр. г. Кобрин.

Гомельская обл.: Ельский р-н: г. Ельск [6]; Мозырский р-н: д. Провтюки [6]; Наровлянский р-н: д. Белобережская Рудня [6], д. Головчицы [6], д. Головчицкая Буда [6], д. Калиничи [6], г. Наровля Хойникский р-н: г. Хойники [6].

тельские виды, что и *P. ×berolinensis*, но у него черешки равны пластинке листа (у var. *berolinensis* равны 1/3 длины пластинки), а молодые побеги опушенные (не голые). Возможно, в данном случае проявилось более отчетливое доминирование признаков *P. laurifolia*, а не *P. nigra*. По гербарным данным *P. ×berolinensis* изредка встречается в культуре и отмечен одичавшим (достоверно с 1979 г.) в карьерах, по берегам водоемов, обочинам дорог. Слегка пирамидальная форма кроны наследуется от *P. nigra* var. *italica*.

Брестская обл.: г. Брест.

Витебская обл.: Глубокский р-н: окр. д. Шо; Городокский р-н: окр. д. Мал. Лосвидо; Поставский р-н: д. Гавриловичи.

Гродненская обл.: Гродненский р-н: окр. г. Гродно, окр. д. Польница; Новогрудский р-н: окр. д. Понемонь.

Гомельская обл.: Петриковский р-н: окр. д. Мордвин.

Минская обл.: Минский р-н: г. Минск, окр. д. Нов. Двор, д. Самохваловичи.

Могилевская обл.: Бобруйский р-н: г. Бобруйск; Шкловский р-н: д. Сапроньки.

в гибридизации принимали участие *P. ×canadensis* (мужское дерево) и *P. laurifolia* (женское дерево) [12]. В культуре этот тополь распространен довольно редко и локально, отмечены факты его натурализации по пустошам, у дорог, на опушках.

Брестская обл.: Брестский р-н: г. Брест; Ивановский р-н: окр. д. Одрижин.

Витебская обл.: Докшицкий р-н: д. Барсуки; Городокский р-н: окр. д. Озерки; Сенненский р-н: д. Пламя; Ушачский р-н: окр. д. Волчо.

Гомельская обл.: Житковичский р-н: окр. г. Туров; Наровлянский р-н: д. Надточаевка; Хойникский р-н: г. Хойники, д. Оревичи.

Гродненская обл.: Волковысский р-н: окр. д. Войтковичи.

Минская обл.: Минский р-н: г. Минск.

Могилевская обл.: Славгородский р-н: д. Ректа.

жается корневой порослью, иногда сильно поражается ржавчиной и насекомыми. Хорошо узнается по каплевидным листьям с крупной и остро оттянутой верхушкой до 2 см дл., однако черешки с частым или рассеянным опушением, листья обычно опадают очень рано. Селекционерами на основании тополя сибирского получен ряд культиваров. В частности, тополь 'Ивантеевский' с широко яйцевидными листьями является,

по нашему мнению, гибридом трех выше перечисленных тополей, т.к. наследует большинство признаков от *P. nigra*, имеет широкие листья, опушение черешка и края листьев от *P. suaveolens*, а также б.м. явный желобок сверху листьев и ребристость побегов от *P. laurifolia*. Подобного же плана и культивары 'Oxford' и 'Geneva', которые получены в Западной Европе, но в качестве одного из родителей, вместо типичного *P. suaveolens* выступал тополь с более опушенными листьями – *P. taximowiczii*, который сейчас, вероятно, следует относить к синонимам *P. suaveolens* [12]. Данные культивары редко отмечаются и в Беларуси.

P. ×sibirica отмечен в Беларуси с 1853 г. и получен в Горецкий ботанический сад из г. Санкт-Петербурга [5], затем к концу XIX – началу XX вв. распространился в парках, введен в лесные культуры [8], а с 1950-х гг. стал широко применяться в обсадке дорог, озеленении населенных пунктов, с 1979 г. отмечены факты натурализации по карьерам, вдоль дорог, населенным пунктам, пустошам, берегам водоемов. В литературе ранее отчасти неверно отождествлялся, вероятно, с *P. balsamifera*. Потенциально инвазионный вид.

Брестская обл.: Барановичский р-н: окр. д. Колпеница [6], окр. д. Столовичи [6].

Витебская обл.: Браславский р-н: д. Дрисвяты, д. Ельно; Витебский р-н: д. Бол. Летцы, г. Витебск, д.

14. *P. ×rasumovskoe* (*P. nigra* × *P. suaveolens*, *P. rasumowskiana* (R.E. Schroed. ex Regel) Dippel, nom. illeg.) – Тополь Разумовский (рис. 36). Согласно последним молекулярно-генетическим исследованиям [12], родительскими видами этого тополя выступали *P. nigra* (женское дерево) и *P. suaveolens* (мужское дерево). *P. rasumovskoe* – это один из наиболее популярных тополей в старых парках Беларуси, который ранее неверно отождествлялся чаще всего с *P. balsamifera*. Замечен впервые Р. Шредером в 1882 г. в окр. г. Москвы, но судя по гербарным данным, в Беларуси уже собирался В. Пашкевичем в 1877–1881 гг. в г. Минске и д. Горутишки Дзержинского р-на (ЛЕСВ) и изначально определен как *P. suaveolens*. В середине XX в. введен в лесные культуры [8]. Нередко образует много поросли, дичает (достоверно с 1989 г.) по обочинам дорог, опушкам, пустошам, населенным пунктам, карьерам, берегам водоемов, но кроме карьеров крупных зарослей не образует. Потенциально инвазионный вид. Наши растения по сравнению с московскими образцами (MW) имеют часто немного более узкие листья и более темные коричневые, а не желтовато-коричневые веточки. Порослевые побеги нередко с очень

Вымно, д. Княжица; Глубокский р-н: Глубокое, д. Луцк Мосарский; Лепельский р-н: окр. д. Губино; Чашникский р-н: д. Иванск; Шумилинский р-н: г.п. Шумилино.

Гомельская обл.: Брагинский р-н: д. Вязок; Лельчицкий р-н: д. Усов; Жлобинский р-н: д. Солонное; Лоевский р-н: д. Сутков (MW), Мозырский р-н: г. Мозырь; Наровлянский р-н: д. Вепры, д. Дерновичи; Речицкий р-н: г. Речица; Светлогорский р-н: г.п. Паричи.

Гродненская обл.: Волковысский р-н: г.п. Россь; Гродненская обл.: г. Гродно, окр. д. Грандичи; Ивьевский р-н: окр. д. Судроги.

Минская обл.: Борисовский р-н: д. Веселово; Дзержинский р-н: г. Дзержинск [6], г.п. Негорелое, д. Подлесье [6]; Клецкий р-н: д. Туча; Логойский р-н: д. Октябрь; Минский р-н: г. Минск, окр. г. Минска; Мядельский р-н: к.п. Нарочь, п. Нарочь, д. Проньки; Несвижский р-н: д. Красногорки; Пуховичский р-н: окр. д. Дричин [6]; Слуцкий р-н: г. Слуцк; Смолевичский р-н: г. Жодино; Солигорский р-н: окр. д. Косыничи [6], д. Ясковичи; Стародорожский р-н: окр. д. Левки; Столбцовский р-н: окр. д. Вечетерово [6], окр. д. Засулье [6], окр. д. Осиповщина [6], г. Столбцы [6], окр. д. Ячное [6]; Узденский р-н: окр. д. Лоша, окр. д. Миколка.

Могилевская обл.: Бобруйский р-н: д. Бол. Бортники, г. Бобруйск; Горецкий р-н: г. Горки, д. Горы; Климовичский р-н: окр. д. Киселева Буда [6], окр. г. Климовичи, д. Селище; Костюковичский р-н: окр. д. Ручей; Кричевский р-н: г. Кричев [6]; Могилевский р-н: д. Любуж, г. Могилев; Осиповичский р-н: окр. д. Верейцы [6]; Славгородский р-н: окр. д. Шелома; Чериковский р-н: окр. д. Журавель.

узкими листьями, иногда коротко черешковые. Сейчас встречается часто по всей Беларуси, но особенно в северной и восточной частях страны.

Брестская обл.: Барановичский р-н: д. Колдычево, д. Ястребель; Брестский р-н: г. Брест [6]; Пружанский р-н: окр. д. Клепачи; Столинский р-н: д. Маньковичи.

Витебская обл.: Бешенковичский р-н: д. Забоежье; Витебский р-н: д. Вымно, д. Зайцево, д. Казаково, д. Калиново, окр. д. Шлыки; Дубровенский р-н: окр. д. Бол. Тхорино, г.п. Дубровно [6], д. Понизовье; Лепельский р-н: д. Забоежье; Лиозненский р-н: д. Колышки, г.п. Лиозно; Оршанский р-н: д. Стайки [6]; Полоцкий р-н: окр. д. Двор Солоневичи, д. Углы; Росонский р-н: д. Горбачево, д. Клястицы, д. Мамоли; Сенненский р-н: г.п. Богушевск [6], д. Подворище [6], г. Сенно [6]; Чашникский р-н: д. Гриньки; Шумилинский р-н: д. Непороты.

Гомельская обл.: Гомельский р-н: д. Брилев Сад [6], окр. г. Гомель [6]; Ельский р-н: д. Зосинцы; Лоевский р-н: д. Бывальки; Мозырский р-н: г. Мозырь, окр. г. Мозырь, п. Пхов; Наровлянский р-н: д. Белобережская Рудня, д. Вяжище, д. Тешков; Октябрьский р-н: окр. д. Двесница, г.п. Октябрьский [6]; Петриковский р-н: д. Бринев [6], д. Новоселки; Речицкий р-н: д. Борщевка [6], г.п. Василевичи [6], окр. д. Зашебье [6], окр. г. Речица [6]; Рогачевский р-н: д. Александровка, д. Серебрянка; Чечерский р-н: г. Чечерск.

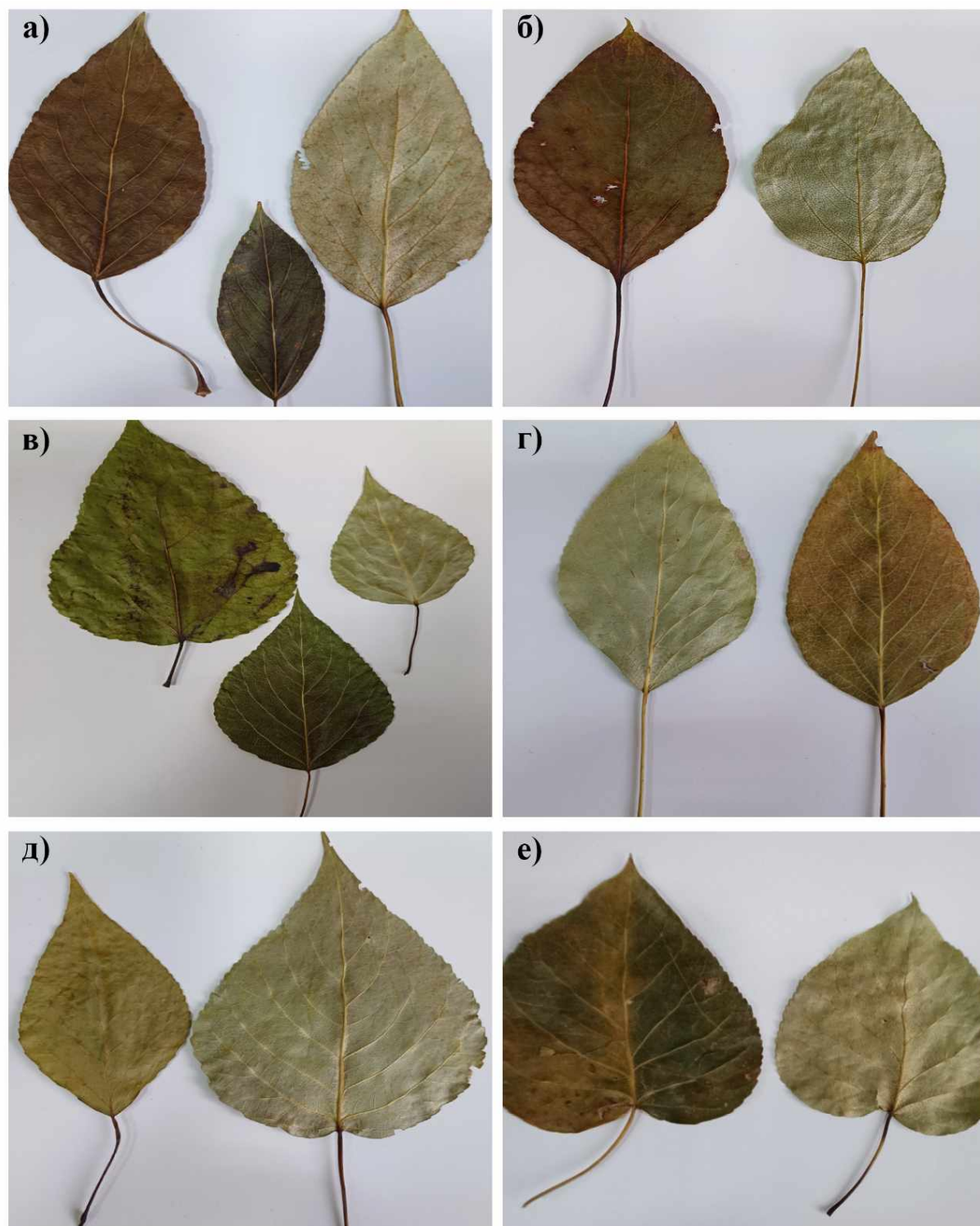


Рис. 3. Листовые пластинки тополей:

а) *P. x cinovskisii*, б) *P. x rasumovskoe*, в) *P. x petrovskoe*, г) *P. x nevensis*, д) *P. x sibirica*, е) *P. deltoides* × *P. suaveolens*

Fig. 3. Poplar leaf blades:

а) *P. x cinovskisii*, б) *P. x rasumovskoe*, в) *P. x petrovskoe*, г) *P. x nevensis*, д) *P. x sibirica*, е) *P. deltoides* × *P. suaveolens*

Гродненская обл.: Волковысский р-н: окр. г.п. Красносельский; Новогрудский р-н: окр. д. Налибоки; Ошмянский р-н: д. Куцевичи, д. Михалкони; Сморгонский р-н: д. Альбертин, д. Данюшево, д. Крево, д. Соли.

Минская обл.: Березинский р-н: д. Якшицы; Борисовский р-н: г. Борисов [6]; Вилейский р-н: д. Лю-

бань; Дзержинский р-н: д. Горутишки (ЛЕСВ), д. Дворище, г.п. Негорелое, д. Станьково; Копыльский р-н: д. Велешино; Крупский р-н: г.п. Бобр [6], г. Крупки, д. Ухвала; Логойский р-н: д. Заречье, д. Ратьковичи; Любанский р-н: окр. д. Крупники; Минский р-н: окр. д. Валерьяны [6], окр. п. Восточный, г. Минск (MSK,

ЛЕСВ), окр. г. Минск; Молодечненский р-н: д. Березинское [6], д. Литва [6]; Мядельский р-н: д. Черемшицы; Пуховичский р-н: д. Блонь [6], г. Марына Горка [6]; Слуцкий р-н: г. Слуцк; Смолевичский р-н: д. Шеметово; Солигорский р-н: д. Раховичи, г. Солигорск; Стародорожский р-н: д. Ивановка [6], г. Старые Дороги [6]; Столбцовский р-н: д. Аталезь, д. Рубежовичи [6]; Червенский р-н: окр. г.п. Смиловичи [6].

Могилевская обл.: Бобруйский р-н: г. Бобруйск [6]; Быховский р-н: д. Вязьма, д. Седич; Глусский р-н: г.п. Глуск [6]; Горецкий р-н: д. Горы; Дрибинский

15. *P. ×nevensis* Nasim. (*P. ×canadensis* (*P. nigra* × *P. deltoides*) × *P. suaveolens* × *P. laurifolia*, *P. ×nevensis* Bogd., nom. inval.) – Тополь невский (рис. 3г). Сложный гибрид, в генотипе которого предположительно 4 вида тополей. Обычно более половины листьев имеют у верхушки черешка 1 или 2 железки, сами листья темно-зеленовато-сероватые, при сушке остаются б.м. зелеными или чуть буреют, у основания обычно широко яйцевидные. Сам П. Богданов, который занимался селекцией этого тополя, считал его гибридом *P. ×canadensis*, который был собран в г. Гомеле (материнское растение) и затем опылен бальзамическим тополем

16. *P. ×woobstii* (*P. laurifolia* × *P. longifolia*) – Тополь Вобста (рис. 2г). Согласно Р. Шредеру [38] этот тополь найден в конце XIX в. Г. Вобстом, садовником ботанического сада Московского университета, вблизи г. Москвы и представляет без сомнения гибрид *P. candicans* Ait. non Moench (т.е. *P. balsamifera* s.l.) и *P. suaveolens*. Внешне он очень похож на *P. longifolia*, но имеет ребристые побеги, почки до 2,5 см дл., листья чаще ланцетные, до 8(11) см дл. и 7 см шириной, максимально расширенные у середины. Относительно родителей этого гибридного таксона имеется много противоречий (отсюда и неоднозначная трактовка таксона разными исследователями), но более вероятно, что представляет из себя ги-

17. *P. suaveolens* × *P. deltoides* (*P. ×generosa* auct. p.p. non A. Henry, *P. ×jackii* auct. non Sarg., *P. candicans* auct. non) (рис. 3е). Этот тополь с б.м. сердцевидными у основания и крупными листьями ранее ошибочно причислялся к *P. ×jackii* [13, 19 и др.], отчасти к *P. ×generosa* или *P. candicans*, однако его родители недавно установлены молекулярно-генетическими методами [12]. Наши растения не соответствуют *P. ×jackii*, поскольку имеют густо опушенные черешки листьев, но для *P. balsamifera* и *P. deltoides* опушение черешков не свойственно. Даже в США один из пестичных клонов *P. ×jackii* 'Balm-of-Gilead', который широко культивируется, мог предположительно возникнуть в Европе [2]. Относительно правильной номенклатуры этого таксона

р-н: д. Темный Лес, д. Рясно; Климовичский р-н: окр. г. Климовичи; Костюковичский р-н: г. Костюковичи [6]; Кричевский р-н: окр. д. Каменка; Могилевский р-н: г. Могилев [6], окр. д. Холмы; Мстиславский р-н: г. Мстиславль; Осиповичский р-н: г. Осиповичи [6], окр. д. Ясень-Каменка; Славгородский р-н: д. Добрянка, г. Славгород [6], окр. д. Шеломы; Чериковский р-н: д. Веприн, окр. д. Веремейки, д. Лесань, окр. д. Лимень, окр. д. Мирогощь, д. Степанов, д. Торжев, д. Устье, д. Ушаки, д. Чудяны; Хотимский р-н: г.п. Хотимск [6]; Шкловский р-н: д. Дивново, д. Зайцево.

из г. Смоленска в 1934 г. (вероятно, гибридом *P. suaveolens* и *P. laurifolia*) [10, 37]. В Беларуси известен, вероятно, с 1950–1960-х гг. Он редко используется в зеленых насаждениях, иногда дичает по обочинам дорог, карьерам (с 1979 г.).

Брестская обл.: Барановичский р-н: д. Ястрембель; Березовский р-н: д. Головицкие; Каменецкий р-н: д. Каменюки.

Витебская обл.: Россонский р-н: д. Горбачево.

Минская обл.: Копыльский р-н: д. Богуши, окр. д. Василевщина, окр. д. Гулевичи, окр. д. Рудное; Мядельский р-н: к.п. Нарочь.

Могилевская обл.: Бельничский р-н: д. Прихабы; Быховский р-н: д. Нижн. Тошица.

брид *P. laurifolia* и *P. longifolia*. Это отчасти подтверждается и молекулярно-генетическими данными [12]. Для Беларуси тополь Вобста приведен А. Федоруком из парка в г. Хойники, который закладывался в 1910–1915 гг., но там не сохранился, в 1904 г. выращивалась в лесопитомнике у Гомеля [6, 7]. На основании гербарных данных последних лет, образцы близкие к этому таксону собраны в г. Хойники, дд. Мокиш, Воротец и Оревичи Хойникского р-на, однако нужны дополнительные исследования, поскольку листовые пластинки у наших экземпляров более широкие, по сравнению с образцами *P. ×woobstii* из Московской области (MW), хотя все остальные признаки соответствуют описаниям тополя Вобста в литературе.

необходимы дальнейшие исследования. Наши растения имеют черешки и листья по краю в молодости с густым опушением, оно переходит и на верх листа, сами листья у основания отчетливо сердцевидные и с железками, коробочки и ось соцветия голые или ось соцветия с редкими щетинками, сами коробочки недоразвитые, с 2 створками.

Вероятно, под названием *P. cordifolia* auct. он интродуцирован в 1853 г. в Горецкий ботанический сад (получен из г. Санкт-Петербурга) [5], широко стал культивироваться с конца XIX – начала XX вв. [6], практически не дичает и редко образует корневую поросль.

Брестская обл.: Каменецкий р-н: д. Каменюки; Кобринский р-н: г. Кобрин [6]; Лунинецкий р-н: г.

Микашевичи [6]; Ляховичский р-н: г. Ляховичи [6]; Пинский р-н: д. Мерчицы [6], г. Пинск [6].

Витебская обл.: Браславский р-н: д. Жвирбли, д. Кабоши, д. Красногорка; Витебский р-н: г. Витебск; Городокский р-н: д. Мал. Лосвидо; Миорский р-н: окр. д. Моназыль; Ушачский р-н: г. Ушачи, окр. д. Волча [6]; Шарковщинский р-н: д. Зяблины; Шумилинский р-н: г.п. Шумилино.

Гомельская обл.: Житковичский р-н: д. Ленин [6], д. Семурядцы, г. Туров; Ельский р-н: д. Подгалье; Октябрьский р-н: г.п. Октябрьский; Рогачевский р-н: д. Партизаны, д. Янков Лог; Хойникский р-н: д. Бабчин.

Гродненская обл.: Гродненский р-н: окр. д. Румлево; Ошмянский р-н: г. Ошмяны [6].

Минская обл.: Борисовский р-н: г. Борисов [6], д. Зембин [6]; Крупский р-н: г.п. Бобр [6]; Логойский р-н: г.п. Плещеницы [6]; Любанский р-н: д. Вечергож [6], д. Калиновка [6], д. Кузьмичи [6], г. Любань [6], д. Малые Городятчи; Минский р-н: г. Минск [6]; Слуцкий р-н: д. Повстынь [6], г. Слуцк, окр. д. Шишчицы [6]; Смолевичский р-н: окр. д. Барсуки, г. Жодино; Солигорский р-н: г. Солигорск [6], д. Хоростово [6], д. Чепели [6], д. Челонец [6].

Могилевская обл.: Горецкий р-н: г. Горки [5]; Глусский р-н: д. Подлужье; Могилевский р-н: г. Могилев [6]; Славгородский р-н: д. Кульшичи; Шкловский р-н: д. Городище.

Редко встречается похожий на данный тополь морфотип с такими же широкими у основания листьями (до 7–9 см шириной), часто слабо сердцевидными или широко закругленными, у верхушки черешка многие листья с 1–2 железками

18. *P. ×cinovskisii* Val. N. Tikhom. (*P. trichocarpa* × ?*P. laurifolia*, *P. trichocarpa* auct. non Torr. et A. Gray ex Hook., *P. 'Lettland'*) – Тополь Циновскиса (рис. 3а). До недавнего времени известен как тополь волосистоплодный, «латвийский клон» [6, 8], но описан в последние годы в качестве отдельного нототаксона с предполагаемыми родительскими видами – *P. trichocarpa* × *P. ×berolinensis* (*P. nigra* × *P. laurifolia*) [20]. Вероятно, получен в результате гибридизации или селекционного отбора в Латвии, откуда мог распространиться в Беларусь и сопредельные регионы. По предположению латышских дендрологов [14, 26], может быть гибридом *P. trichocarpa* × *P. laurifolia* × *P. suaveolens*. По нашему мнению, более вероятно, что это гибрид *P. trichocarpa* и *P. laurifolia*. От *P. laurifolia* он наследует ребристость побегов, вытянутую форму листовой пластинки и коробочки с 2–3 створками, а также, отчасти, наличие опушения створок (хотя этот признак характерен и для *P. trichocarpa*) [2,3]. Если бы в генотипе гибрида был *P. suaveolens*, то листья имели бы более округлую форму (их наибольшую ширину ближе к середине), побеги должны были бы почти цилиндрическими (не явно угловатыми), коробочки с 3–4 створками

(иногда мало заметными), однако веточки почти цилиндрические или слегка угловатые, черешки и листья по краю от почти голых до рассеянно опушенных, с очень короткими щетинковидными волосками. Вероятно, в происхождение данного и предыдущего морфотипов тополей участвовали разные родительские формы тополя душистого. В первом случае мог быть *P. maximowiczii* A. Henry, а во втором *P. suaveolens* s. str. Сейчас эти оба тополя обычно объединяются в один полиморфный вид. Данный морфотип уже с начала XXI в. выращивался в Литве (WI) под названием *P. balsamifera*, вероятно с конца XX в. распространился и в парках Беларуси, а затем в зеленых насаждениях. Так же, вероятно указывался в литературе как *P. balsamifera*, например, для парка в д. Шеметово Мядельского р-на [21]. В настоящее время регистрируется изредка, иногда дичает вблизи мест культивации.

Витебская обл.: Браславский р-н: д. Дрисвяты, д. Красногорка; Витебский р-н: д. Темино; Лепельский р-н: д. Боровуха; Лиозненский р-н: д. Колышки, окр. д. Осипово; Полоцкий р-н: д. Лесово; Россонский р-н: д. Поречье; Шумилинский р-н: д. Ставица.

Гродненская обл.: Вороновский р-н: д. Межанцы; Сморгонский р-н: д. Климанцы, г.п. Крево.

Минская обл.: Мядельский р-н: д. Шеметово.

Могилевская обл.: Бельничский р-н: д. Туалин; Кличевский р-н: г. Кличев; Шкловский р-н: окр. д. Нов. Вильяново.

(как у *P. trichocarpa* и *P. suaveolens*). Сомнительно, что это гибрид *P. trichocarpa* × *P. ×berolinensis*, как предполагает В. Тихомиров [20], поскольку анатомический срез черешка тогда был бы (из-за наличия в генотипе тополя черного) вытянутым (овальным) и с проводящими пучками, расположенными б.м. в один ряд [25], а не такой формы, как это представлено в публикации и более характерной для *P. trichocarpa*, *P. laurifolia* и *P. suaveolens* [25]. Хорошо и быстро возобновляется корневой порослью, является агрессивным растением и может считаться потенциально инвазионным видом. В культуре встречается часто, один из самых обычных тополей, успешно и очень часто дичает (достоверно с 1978 г.) по карьерам, пустошам, обочинам дорог, берегам водоемов, населенным пунктам, опушкам, полянам. В Беларусь интродуцирован в 1951 г., с 1959 г. неоднократно завозился из Прибалтики (Скривери, дендропарк) [6,7], листья сильно поражаются грибами инасекомыми. В лесокультуры стал вводиться с 1962 г., широко с начала 1970-х гг. [6].

Брестская обл.: Барановичский р-н: г. Барановичи [6], д. Карчева, д. Полонечка, д. Тартаки, д. Ястрембель; Брестский р-н: г. Брест [6], д. Галачево, окр.

д. Томашовка; Дрогичинский р-н: окр. д. Заречка, д. Повитье; Ивацевичский р-н: д. Вулька Телеханская, окр. г. Ивацевичи, окр. г.п. Телеханы, окр. д. Углы, окр. д. Юголин; Каменецкий р-н: окр. д. Каменюки, д. Рожковка; Кобринский р-н: окр. д. Дивин, окр. д. Зосимы, окр. д. Плоское; Пинский р-н: окр. д. Сошно, окр. д. Стайки; Пружанский р-н: д. Березовка, д. Зиновичи; Столинский р-н: окр. д. Бол. Викаревичи, окр. г.п. Давид Городок, д. Ольшевы, г. Столин.

Витебская обл.: Верхнедвинский р-н: д. Потино; Глубокский р-н: д. Ореховно; Городокский р-н: окр. д. Вировля; Лепельский р-н: окр. д. Зеленый Остров, г. Лепель; Полоцкий р-н: д. Двор Солоневичи, г. Полоцк; Россонский р-н: окр. д. Мамоли, г.п. Россоны [6]; Сенненский р-н: г.п. Богушевск [6], г. Сенно, окр. д. Щитовка; Толочинский р-н: д. Юзефполье [6]; Чашникский р-н: г. Новолукомль, окр. д. Стражевичи; Шумилинский р-н: г.п. Оболь [6].

Гомельская обл.: Брагинский р-н: д. Вязок; Буда-Кошелевский р-н: д. Заболотье [6]; Добрушский р-н: д. Жгунь [6]; Житковичский р-н: окр. д. Семурадцы; Лоевский р-н: д. Переделка [6], Мозырский р-н: окр. г. Мозырь; Наровлянский р-н: г. Наровля; Петриковский р-н: д. Конковичи, окр. д. Мордвин, г. Петриков.

Гродненская обл.: Берестовицкий р-н: д. Шелепки; Вороновский р-н: окр. г.п. Вороново, г.п. Радунь; Гродненский р-н: окр. д. Бершты, окр. д. Гожа, г. Гродно, окр. д. Колбаски, окр. д. Польница, окр. д. Пышки; Волковысский р-н: г. Волковыск, г.п. Красносельский, г.п. Россь; Дятловский р-н: г. Дятлово [6]; Кореличский р-н: окр. д. Бол. Жуховичи, г.п. Кореличи [6], окр. д. Турец, д. Райца; Лидский р-н: д. Горни, г. Лида, окр. д. Островля, д. Ходоровцы; Новогрудский р-н: д. Будные, д. Хорошево; Островецкий р-н: окр. д. Катеновичи, окр. д. Рымдюны; Свислочьский р-н: д. Мал. Михалки, д. Налибоки, д. Немержа; Слонимский р-н: окр. д. Жировичи, г. Слоним [6]; Сморгонский р-н: окр. д. Заозерцы, окр. г. Сморгонь;

Щучинский р-н: окр. д. Головичполье, окр. д. Пильчуки, д. Руткевичи, г. Щучин.

Минская обл.: Березинский р-н: д. Барсучина, окр. д. Козлов Берег, д. Лесковичи, д. Уша; Воложинский р-н: окр. д. Журавцы; Дзержинский р-н: д. Логовище [6], г.п. Негорелое; Клецкий р-н: окр. д. Василевичи [6], окр. д. Панелевичи [6]; Копыльский р-н: д. Василевщина, д. Рудное; Крупский р-н: окр. д. Бол. Городно, п. Крупский, д. Нача, д. Скаковка, д. Ухвала; Минский р-н: д. Бол. Стиклево, д. Дуброва [6], окр. д. Ждановичи, окр. д. Жуков Луг, д. Зеленое [20], г. Минск, д. Нов. Двор, д. Ратомка, д. Чурилово [6]; Молодечненский р-н: окр. д. Литва, окр. д. Сомали; Мядельский р-н: окр. д. Засвирь, окр. д. Каракуличи, д. Константиново, г. Мядель, к.п. Нарочь, д. Олешки, г.п. Свирь, окр. д. Юшковицы; Несвижский р-н: г.п. Городея [6], д. Заушь [6], д. Лань, д. Новоселки [6]; Пуховичский р-н: д. Зазерка (!голотип вида [20], г. Марына Горка [6], окр. д. Скрыльская Слобода; Слуцкий р-н: д. Городище [6], д. Поликаровка, д. Селецк, д. Шишчицы [6]; Солигорский р-н: д. Долгое, д. Обидемля, окр. д. Раховичи, г.п. Старобин; Стародорожский р-н: окр. д. Левки, окр. д. Макаричи [6]; Столбцовский р-н: д. Аталезь, д. Деревная, д. Слободка, окр. д. Яченка [6]; Узденский р-н: окр. д. Лоша, окр. д. Миколка, окр. д. Чурилово; Червенский р-н: окр. д. Хутор.

Могилевская обл.: Быховский р-н: д. Гамарня, д. Грудиновка [6]; Дрибинский р-н: д. Темный Лес; Горецкий р-н: г. Горки; Климовичский р-н: д. Тимоново; Кличевский р-н: окр. д. Драни; Кировский р-н: д. Стража; Кричевский р-н: д. Зуи; Мстиславский р-н: г. Мстиславль [20]; Осиповичский р-н: окр. д. Вязь [6], окр. д. Задняя Гряда, д. Корытное [6], окр. д. Липень [6], окр. д. Орча [6], г.п. Свислочь [6], окр. д. Слопище; Хотимский р-н: окр. д. Боханы; Чаусский р-н: г. Чаусы; Чериковский р-н: окр. д. Журавель, окр. д. Монастырек, окр. д. Ушаки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе критической обработки гербарных материалов по роду тополь (*Populus*), хранящихся преимущественно в фондах Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси, выделено для флоры Беларуси 18 видов и гибридов тополей. Из них 2 вида являются аборигенными во флоре Беларуси, а 16 других в разное время интродуцированы. Сейчас некоторые тополя, особенно, гибридные клоны (часто сложные по происхождению) способны к успешной натурализации, а 2 таксона являются инвазионными – *P. alba* и *P. ×canescens*. Составлен оригинальный ключ для определения всех представленных в стране видов и гибридов тополей, который до настоящего времени с учетом всех таксо-

нов отсутствовал. Также приведен краткий конспект всех встречающихся в Беларуси тополей с краткими комментариями и замечаниями к ним, для большинства из них указаны конкретные местонахождения, что поможет в дальнейшем более полно установить частоту их встречаемости и характер распространения. Уточнена граница распространения в Беларуси *P. nigra*, который ранее детально не изучался, что сопряжено с трудностями его диагностики. В соответствии с современными публикациями по номенклатуре и систематике этого рода приведены все известные в стране таксоны, однако предстоит еще большая работа по изучению некоторых сложных гибридов тополей, выяснению их родительских видов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Origin and evolutionary history of *Populus* (*Salicaceae*): Further insights based on time divergence and biogeographic analysis / X. Liu, Z. Wang, W. Wang [et al.] // *Sec. Plant Systematics and Evolution*. – 2022. – V. 13. – P. 1–12.

2. Eckenwalder, J. E. *Populus* Linnaeus. Flora of North America and North of Mexico: in 30 v. – V. 7 / J. E. Eckenwalder. – URL: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=126537 (date of access: 14.02.2025).
3. Shu, Y. *Populus* Linnaeus. Flora of China: in 45 v. – V. 4 / Y. Shu. – URL: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=126537 (date of access: 14.02.2025).
4. Определитель высших растений Беларуси / под. ред. В. И. Парфенова. – Минск: Дизайн ПРО, 1999. – 471 с.
5. Мельнік, С. П. «Стары парк» пры Беларускай Дзяржаўнай Акадэміі Сельскае Гаспадаркі (з гісторыі Горацкага Дэндралагічнага Саду) / С. П. Мельнік // Праца навуковага таварыства па вывучэнню Беларусі пры БДАСГ у Горках. – Горкі, 1926. – Аддзел 3. – Сэрыя 1–4. – Кніга 1. – Т. 1. – С. 108–127.
6. Федорук, А. Т. Древесные растения садов и парков Белоруссии: хвойные, ивы, тополя / А. Т. Федорук. – Минск: Наука и техника, 1980. – 208 с.
7. Федарук, А. Т. Таксанамічны састаў роду *Populus* L. у культуры ў Беларусі / А. Т. Федарук // Весці АН БССР. Сер. біял. навук. – 1986. – № 6. – С. 3–8.
8. Мирон, К. Ф. Интродукция тополей и перспектива выращивания их насаждений в лесах Белорусской ССР / К. Ф. Мирон // Сб. науч. тр. / БГТУ. – Минск, 1958. – Вып. 2. – С. 86–109.
9. Мирон, К. Ф. К итогам опытных работ по разведению тополей в БССР (По итогам 22-летних опыт. работ автора) / К. Ф. Мирон // Сб. науч. работ / БГТУ. – Минск, 1959. – Вып. 1. – С. 98–109.
10. Богданов, П. Л. Тополя и их культура / П. Л. Богданов. – Москва: Лесная промышленность, 1965. – 104 с.
11. Насимович, Ю. А. Концепция вида у тополей (genus *Populus* L., *Salicaceae*) на примере представителей подрода *Tacamahaca* (Spach) Penjkovsky / Ю. А. Насимович, М. В. Костина, Н. В. Васильева // Социально-экологические технологии. – 2019. – Т. 9, № 4. – С. 426–466.
12. Черные и бальзамические тополя России, их природные и культурные гибриды: молекулярно-генетические данные, родственные связи, статус / Ю. А. Насимович, М. В. Костина, Е. В. Борхерт [и др.] // Социально-экологические технологии. – 2024. – Т. 14, № 1. – С. 9 – 69.
13. Цвелёв, Н. Н. О тополях (*Populus*, *Salicaceae*) Санкт-Петербурга и Ленинградской области / Н. Н. Цвелёв // Ботанический журнал. – 2001. – Т. 86, № 2. – С. 70–78.
14. Циновский, Р. Е. Два редких полузабытых вида рода тополь (*Populus* L.) с северо-запада Северной Америки и близкие им виды и гибриды в Латвии / Р. Е. Циновский // Ботанические сады Прибалтики. Охрана растений. – Рига, 1977. – С. 175–196.
15. Чужеродная флора Московского региона: состав, происхождение и пути формирования / С. Р. Майоров, Ю. Е. Алексеев, В. Д. Бочкин [и др.] – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2020. – 576 с.
16. Гербарное дело: Справочное руководство. Русское издание / под ред. Д. В. Гельтмана. – Кью: Королевский ботанический сад, 1995. – 341 с.
17. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. – URL: <https://www.tropicos.org>. (date of access: 18.02.2025).
18. Suomen puu- ja pensaskasvio: 2nd ed. / L. Hämet-Ahti, A. Palmén, P. Alanko, P. M. A. Tigerstedt (toim. [eds.]). – Helsinki: Yliopistopaino, 1992. – 373 p.
19. Конспект флоры Восточной Европы: в 3 т. – Т. 1 / под. ред. Н. Н. Цвелева. – СПб.; М.: Т-во науч. изд. КМК, 2012. – С. 447–452.
20. Tikhomirov, V. N. *Populus* × *cinovskisii* (*Salicaceae*), a new cultivated intersectional hybrid of poplar from Belarus, the Baltic countries and Finland / V. N. Tikhomirov // Новости систематики высших растений. – Санкт-Петербург, 2023. – Т. 54. – С. 11–16.
21. Флора БССР: в 5 т. – Т. 2 / под. ред. М. П. Томина. – Минск: Изд-во АН БССР, 1949. – С. 55–73.
22. Чаховский, А. А. Опыт интродукции рода *Populus* L. в Белоруссию / А. А. Чаховский, Е. И. Орленок, Е. З. Бобореко // Интродукция растений: сб. науч. трудов / АН БССР [и др.]. – Минск, 1976. – С. 106–122.
23. Тихомиров, В. Н. Виды рода *Populus* L. в зеленых насаждениях г. Минска / В. Н. Тихомиров // Актуальные проблемы ботаники и экологии: мат-лы конференции молодых ученых-ботаников Украины, Одесса, 26–29 сентября 2003 г. – Одесса, 2003. – С. 94–95.
24. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / под общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 407 с.
25. Proshkin, B. V. Using petiole anatomy to identify hybrids between and species of *Populus* sections *Aigeiros* and *Tacamahaca* / B. V. Proshkin, A. V. Klimov // Turczaninowia. – 2019. – V. 22, № 3. – P. 80–90.
26. Alien trees and shrubs of Latvia – evaluation of current status and invasiveness / G. Evarte-Bundere, P. Evarts-Bunders, A. Mežaka, A. Bojāre // Forestry Studies = Metsanduslikud Uurimused. – Riga, 2022. – V. 76. – P. 1–20.
27. Булгак, Я. Край дзіцячых гадоў / Я. Булгак. – Мінск: Беларусь, 2004. – 380 с.
28. Jundziłł, S. B. Opisanie roślin w prowincyi W.X.L. naturalnie rosnących według układu Linneusza / S. B. Jundziłł. – Wilno: W drukarni J.K. Mici u Rzeplitey, u XX Piarow, 1791. – 574 s.
29. Пачоский, I. К. Флора Польши и прилежащих мѣстностей / I. К. Пачоский // Тр. имп. С.-Петерб. о-ва естествоисп. Отд. Ботаники. – Санкт-Петербург, 1899. – Т. 29, вып. 3. – С. 1–113.
30. Основные древесные виды Республики Беларусь. – URL: https://lh.belstu.by/?page_id=3877 (дата обращения: 14.02.2025).
31. Eichwald, C. E. Naturhistorische Skizze von Lithuanien, Volhynien und Podolien in Geognostisch-Mineralogischer, Botanischer und Zoologischer Hinsicht / C. E. Eichwald. – Wilna: Joseph Zawadzki, 1830. – 576 p.

32. Федорук, А. Т. Анализ таксономического состава насаждений Несвижского парка в связи с работами по его восстановлению / А. Т. Федорук // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси [и др.]. – Минск, 2011. – Вып. 40. – С. 271–282.
33. Парфенов, В. И. Флора Белорусского Полесья: Современное состояние и тенденции развития / В. И. Парфенов. – Минск: Наука и техника, 1983. – 295 с.
34. Index plantarum in horto Adamowiano Letce-Wielkie (Rossiae Occident. prov. Witebsk) crescentium nec circa eum partium in loco natali lectarum pro voluntaria reciproca permutatione. Offertis. – Witebsk, 1915. – 39 p.
35. Adamowski, W. Atlas of alien woody species of Bialowieza Primeval Forest / W. Adamowski, W., L. Dvorak, I. Romaniuk // Phytocoenosis N.S. – 2002. – Vol. 14. – 303 s.
36. Федорук, А. Т. Старинные усадьбы Берестейщины / А. Т. Федорук. – Минск: Беларуская Энцыклапедыя імя Петруся Броўкі, 2004. – 572 с.
37. Опыт восстановления утерянных селекционных достижений *Populus* × *leningradensis* Bogd. и *Populus* × *newensis* Bogd. на основе микросателитного анализа М. В. Лебедева, Е. А. Левкоев, В. А. Волков [и др.] // Генетика растений. – 2016. – Т. 52. – С. 1046–1055.
38. Шредер, Р. И. Указатель растений дендрологического сада Московского сельскохозяйственного института / Р. И. Шредер. – Москва: изд. И.Н. Кушнера и компании, 1899. – 148 с.

Поступила в редакцию 05.03.2025

Принята к публикации 10.06.2025

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Дубовик Дмитрий Васильевич – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории флоры и систематики растений Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

УДК 581.9 (476)

Г. В. ЕРМОЛЕНКОВА, Е. Я. КУЛИКОВА, М. Л. РОМАНОВА,
К. В. ДОБЫШ, А. В. ПУЧИЛО

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЦЕНОФЛОРЫ ЛУГОВ ПОЙМЫ РЕКИ ПРИПЯТЬ

*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси,
Минск, Беларусь, e-mail: galina-0602@mail.ru*

Аннотация. Ценофлора пойменных лугов реки Припять в пределах территории Республики Беларусь включает 469 видов высших сосудистых растений, из них на автохтонный (аборигенный) элемент приходится 398 видов (85%), на аллохтонный (чужеродный или адвентивный) – 70 видов (15%). В результате экологического анализа ценофлоры лугов исследованной территории выявлены особенности видового состава экологических групп, составлены экологические спектры и проведен сравнительный анализ флоры исследуемых лугов с аборигенной флорой Припятского Полесья. При анализе экологической структуры аборигенной и адвентивной фракций флоры определены тенденции влияния чужеродных растений на смещение экологических спектров флоры луговых ценозов поймы.

Ключевые слова: экологический спектр, фитоиндикация, ценофлора, экоморфа, свита, экологические факторы, экологическая группа.

G. V. ERMOLENKOVA, E. Y. KULIKOVA, M. L. ROMANOVA, K. V. DOBYSH, A. V. PUCHILO

CENOFLORA ECOLOGICAL ANALYSIS OF THE PRIPYAT RIVER FLOODPLAIN GRASSLANDS

*V. F. Kurpovich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus, e-mail: galina-0602@mail.ru*

Annotation. The flora of the floodplain grasslands of the Pripyat River has 469 species of higher vascular plants, of which 398 species (85%) are autochthonous (indigenous, local), and 70 species (15%) are allochthonous (alien or adventive). As a result of the analysis of the cenoflora of grasslands of the studied area in relation to environmental factors, regularities of its ecological composition were revealed, ecological spectra were compiled, and a comparative analysis of the flora of floodplain grasslands with the flora of the Pripyat Polesie, within which most of the Pripyat River floodplain is located. When analyzing the ecological composition of native and adventive flora fractions, the tendencies of influence of alien plants on the shift of ecological spectra of floodplain grasslands cenosis flora were determined.

Keywords: ecological spectrum, phytoindication scale, cenoflora, ecomorph, suite, environmental factors, ecological group.

ВВЕДЕНИЕ

Экологическая структура флоры является результатом эколого-физиологических адаптаций растений к среде и представляет собой один из аспектов биологического разнообразия растительного мира. Для выявления экологической структуры флоры необходимо определить отношение видов к основным факторам и классифицировать виды с данной точки зрения, т.е. объединить их в экологические группы [1]. В качестве критерия отнесения к одной экологической группе можно использовать сходство экологических амплитуд (амплитудные шкалы Д. Н. Цыганова и Я. П. Дидуха, амплитудно-оптимумные шкалы Л. Г. Раменского) [2, 3, 4], либо экологический оптимум видов (оптимумные или точечные шкалы Г. Эл-

ленберга и Э. Ландольта) [5, 6]. Выделение экологической группы возможно по одному или нескольким факторам, но чаще экогруппы выделяются по отношению организмов к одному фактору среды (влажность, температура, свет, химические свойства среды обитания и т.п.), однако границы между ними условны, и имеет место плавный переход от одной экогруппы к другой, что обусловлено экологической индивидуальностью каждого вида. Принцип экологической индивидуальности видов сформулировал Л. Г. Раменский, согласно которому экологические спектры (толерантность) разных видов не совпадают, каждый вид специфичен по своим экологическим возможностям [7]. Данный принцип является ключом к пониманию

роли биоразнообразия в биосфере. Экологическая индивидуальность видов растений, сообитающих в одном растительном сообществе в одной экосистеме, позволяет сообществу быстро перестраиваться при изменении внешних условий [8], так как потребности видов в ресурсах и их устойчивость к воздействию факторов среды различны. В процессе эволюции не возникло четко обособленных экологических групп и амплитуды видов образуют непрерывный ряд варьирования – континуум, который приходится делить на отрезки, соответствующие определенным экогруппам, в значительной степени условно и формально. Однако, несмотря на это обстоятельство, понятие экологической группы имеет большое значение: без объединения видов в экогруппы невозможно дать экологическую характеристику любой флоре, невозможно сравнивать флоры по экологическому составу [1].

Луговые сообщества пойм рек являются ценными кормовыми угодьями, по продуктивности значительно превосходящими луга суходолов.

МАТЕРИАЛЫ (ОБЪЕКТЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования является ценофлора луговых, псаммофитных и отмельных ценозов поймы р. Припять в пределах территории Республики Беларусь. Полевые геоботанические описания проведены в вегетационный период 2011–2023 гг. Для репрезентативного сбора полевого материала использованы маршрутно-рекогносцировочный и маршрутно-детальный методы геоботанических исследований, описания выполняли по классической методике [9]. Латинские названия видов сосудистых растений приводятся по С. К. Черепанову [10, 11]. Проведен экологический анализ флоры, выделены ценопопические (гелиоморфы), эдафотопические (гидроморфы, трофоморфы, ацидо-базоморфы, глико-гало-

Это не только источники дешевых кормов, но и места концентрации многих видов растений и животных, следовательно, резерваты биоразнообразия. Кроме того, луговые сообщества образуют дернину, которая препятствует водной и ветровой эрозии, деградации пойменных почв, способствует влагозадержанию, поэтому луговые ценозы имеют почвоохранное и влагосберегающее значение. Контроль состояния пойменных ценозов и тенденций их трансформаций являются насущной задачей современности. В последнее время произошли существенные изменения в структуре флор различных регионов как в связи с антропогенным прессингом, так и в связи с изменением климата, потому анализ экологического состава флоры ценозов лугов поймы р. Припять, ее аборигенной и адвентивной фракций, сравнение флоры поймы с экологической структурой флоры Белорусского Полесья, в пределах которого находится большая часть поймы Припяти, позволяет выявить ее характерные особенности и определить тенденции изменения.

морфы) и климатопические (термоморфы, омброморфы) экологические группы растений луговых ценозов поймы р. Припять. Для распределения растений по экологическим группам использована точечная фитоиндикационная шкала Г. Элленберга, в которой представлены балльные оценки экологических оптимумов видов. Отношение растений к соответствующим условиям охарактеризовано цифрами по 12-балльной шкале для фактора увлажнения (F) и по 9-балльной шкале для всех остальных факторов: L – освещенность/затенение; T – тепла (термоклиматическая); K – континентальности климата; R – кислотнo-щелочные условия (pH) почв; N – богатства почв минеральным азотом; S – засоление [5, 12].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате полевых исследований пойменных луговых сообществ р. Припять в период с 2011 по 2023 гг. выполнено более 1200 геоботанических описаний. Флористический состав исследуемых сообществ включает 469 видов высших сосудистых растений, входящих в 251 род, 70 семейств, 6 классов и 5 отделов. Из них на автохтонный (аборигенный) элемент приходится

398 видов (85%), а на аллохтонный (чужеродный или адвентивный) – 70 видов (15%) [13]. Виды растений распределены по экологическим группам согласно шкалы Г. Элленберга по отношению к 7 прямодействующим факторам среды, экогруппы объединены в свиты экогрупп. Распределение видов растений по экологическим спектрам отражено в табл. 1.

Таблица 1. Экологические спектры ценофлоры сосудистых растений лугов поймы реки Припять**Table 1.** Ecological spectra of the flora of vascular plants of the Pripyat river floodplain grasslands

Факторы среды	Свиты экогрупп	Экогруппы (с указанием степени воздействия фактора по шкале Элленберга)	Кол-во видов	%
Свет	Сциофиты	гелиосциофиты (4 степень)	3	0,6
		гелиосциофиты (5 степень)	13	2,8
	Гелиофиты	сциогелиофиты (6 степень)	80	17,1
		сциогелиофиты (7 степень)	219	46,7
		гелиофиты (8 степень)	127	27,1
		ультрагелиофиты (9 степень)	27	5,8
Влажность	Ксерофиты	мезоксерофиты (2 степень)	27	5,8
		ксеромезофиты (3 степень)	34	7,3
	Мезофиты	мезофиты (4 степень)	96	20,5
		гигромезофиты (5 степень)	73	15,6
	Гигрофиты	мезогигрофиты (6 степень)	41	9,0
		гигрофиты (7 степень)	34	7,3
		гигрофиты (8 степень)	56	11,9
		ультрагигрофиты (9 степень)	46	9,8
		ультрагигрофиты (10 степень)	27	5,8
	Гидрофиты	гидрофиты (11 степень)	12	2,6
	Гидатофиты	гидатофиты (12 степень)	6	1,3
Трофность	Олиготрофы	ультраолиготрофы (1 степень)	2	0,4
		олиготрофы (2 степень)	42	9,0
		мезоолиготрофы (3 степень)	64	13,7
	Мезотрофы	олигомезотрофы (4 степень)	75	16,0
		мезотрофы (5 степень)	80	17,1
		эумезотрофы (6 степень)	99	21,1
	Эутрофы	мезоэутрофы (7 степень)	77	16,4
		эутрофы (8 степень)	25	5,3
		ультраэутрофы (9 степень)	5	1,1
Кислотно-щелочные условия	Ацидофилы	крайние ацидофилы (1 степень, pH 2–3)	1	0,2
		ацидофилы (2 степень, pH 3–4)	1	0,2
		ацидофилы (3 степень, pH 4–5)	23	4,9
		умеренные ацидофилы (4 степень, pH 5)	48	10,2
		умеренные ацидофилы (5 степень, pH 5–6)	69	14,7
		умеренные ацидофилы (6 степень, pH 6)	143	30,5
	Нейтрофилы	нейтрофилы (7 степень, pH 6–7)	164	35,0
	Базофилы	базофилы (8 степень, pH 7–8)	22	4,7
		крайние базофилы (9 степень, pH более 7)	1	0,2
Солевое богатство	Гликофиты	гликофиты, не выносящие засоление (0 степень)	251	53,5
		гало-гликофиты (1 степень, содержание иона-хлора 0–0,1%)	194	41,4
	Галофиты	олигогалофиты (2 степень, содержание иона-хлора 0,05–0,3%)	13	2,8
		олигомезогалофиты (3 степень, содержание иона-хлора 0,3–0,5%)	7	1,5
		мезогалофиты (4 степень, содержание иона-хлора 0,5–0,7%)	2	0,4
		галофиты (5 степень, содержание иона-хлора 0,7–0,9%)	1	0,2
		галофиты (6 степень, содержание иона-хлора 0,9–1,2%)	1	0,2
Температура	Микротермофиты	мезомикротермофиты (4 степень)	17	3,6
		мезотермофиты (5 степень)	196	41,8
	Мезотермофиты	мезотермофиты (6 степень)	203	43,3
		мега-мезотермофиты (7 степень)	49	10,5
	Мегатермофиты	мезо-мегатермофиты (8 степень)	4	0,9
Континентальность климата	Субокеанические	океаническо-субокеанические (3 степень)	5	1,1
		субокеанические (4 степень)	19	4,1
	Субконтинентальные	субокеаническо-субконтинентальные (5 степень)	101	21,5
		субконтинентальные (6 степень)	139	29,6
	Континентальные	субконтинентально-континентальные (7 степень)	114	24,3
		континентальные (8 степень)	60	12,8
		эуконтинентальные (9 степень)	31	6,6

Экологический спектр флоры по отношению к освещению (гелиоморфы)

Шкала освещенности (L) оценивает отношение растений к относительному освещению, преобладающему в местообитании вида, от тенелюбивых растений (1 степень) до очень светолюбивых растений (9 степень). Ранжирование видов растений луговых ценозов Припяти относительно фактора света (L) показало следующее распределение:

4 степень (гелиосциофиты – растения от тенелюбивых до теневыносливых, относительная освещенность между 5 и 10%) – 3 вида (0,6%): *Equisetum sylvaticum*, *Tilia cordata*, *Festuca gigantea*;

5 степень (гелиосциофиты – теневыносливые растения, которые в большинстве случаев растут при освещенности более 10% (в виде исключения при полной освещенности) – 13 видов (2,8%): *Equisetum pratense*, *Urtica dioica*, *Salix alba*, *Alnus glutinosa*, *Populus nigra*, *Lysimachia nummularia*, *Glechoma hederacea*, *Veronica officinalis*, *Crepis paludosa* и др.;

6 степень (сциогелиофиты – от теневыносливых до светолюбивых, редко растут при освещенности менее 20%) – 80 видов (17,1%): *Equisetum arvense*, *Thelypteris palustris*, *Caltha palustris*, *Ranunculus repens*, *Stellaria graminea*, *Salix cinerea*, *Lysimachia vulgaris*, *Filipendula ulmaria*, *Vicia sepium*, *Betonica officinalis*, *Galium boreale*, *G. physocarpum*, *Allium oleraceum*, *Carex acutiformis*, *C. cespitosa*, *C. riparia*, *Scirpus sylvaticus*, *Dactylis glomerata*, *Deschampsia cespitosa*, *Festuca ovina*, *Molinia caerulea*, *Poa palustris*, *P. pratensis*, *P. trivialis*, *Iris pseudacorus*, *Calamagrostis canescens*, *Festuca ovina*, *Glyceria fluitans* и др.;

7 степень (сциогелиофиты – светолюбивые растения, которые растут в большинстве случаев при полной освещенности, но могут и в тени до 30%) – 219 видов (46,7%): *Ranunculus acris*, *Junciperus communis*, *Thalictrum flavum*, *Coronaria flos-cuculi*, *Bistorta officinalis*, *Persicaria hydropiper*, *Viola persicifolia*, *Cardamine pratensis*, *Lathyrus pratensis*, *Lotus corniculatus*, *Rumex acetosa*, *Geranium palustre*, *Oenanthe aquatica*, *Alisma plantago-aquatica*, *Phalaroides arundinacea*, *Juncus effusus*, *Carex acuta*, *C. hirta*, *C. vesicaria*, *Agrostis gigantea*, *A. stolonifera*, *A. tenuis*, *Alopecurus pratensis*, *Beckmannia eruciformis*, *Calamagrostis epigeios* и др.;

8 степень (гелиофиты – от светолюбивых до сильно светолюбивых, в виде исключения могут расти при освещенности до 40%) – 127 видов (27,1%): *Equisetum fluviatile*, *Nuphar lutea*, *Myosurus minimus*, *Dianthus borbassii*, *D. deltoides*, *Scleranthus perennis*, *Chenopodium rubrum*, *Polygonum arenastrum*, *Rumex acetosella*, *R. confertus*, *R. thyrsiflorus*, *Euphorbia cyparissias*, *E. virgata*, *Sedum acre*, *S. sexangulare*, *Comarum palustre*,

Lythrum virgatum, *Polygala comosa*, *Hippuris vulgaris*, *Daucus carota*, *Verbascum thapsus*, *Veronica scutellata*, *Jasione montana*, *Artemisia absinthium*, *A. campestris*, *Bidens tripartita*, *Cirsium arvense*, *Crepis tectorum*, *Helichrysum arenarium*, *Inula britannica*, *Pilosella echinoides*, *Iris sibirica*, *Juncus articulatus*, *J. atratus*, *Carex flava*, *C. juncella*, *C. nigra*, *C. panacea*, *C. praecox*, *C. rostrata*, *C. vulpina*, *Eleocharis acicularis*, *E. palustris*, *Agrostis vinealis*, *Alopecurus aequalis*, *Briza media*, *Bromopsis inermis*, *Corynephorus canescens*, *Festuca polesica*, *F. trachyphylla*, *Koeleria delavignei*, *Nardus stricta*, *Phleum phleoides*, *Typha latifolia* и др.;

9 степень (ультрагелиофиты – очень светолюбивые растения, которые растут только на освещенных местах, на открытой местности, при освещенности не менее 50%) – 27 видов (5,8%): *Dianthus arenarius*, *D. superbus*, *Gypsophila paniculata*, *Herniaria glabra*, *Silene borysthena*, *S. tatarica*, *Kochia laniflora*, *Potentilla argentea*, *Filago minima*, *Melilotus albus*, *Oenothera biennis*, *Carduus crispus*, *Gnaphalium uliginosum*, *G. rossicum*, *Cyperus fuscus*, *Pycreus flavescens*, *Poa compressa*, *Puccinellia distans* и др.

Таким образом, в ценофлоре луговых сообществ поймы р. Припять преобладают светолюбивые растения сциогелиофиты (6 и 7 степень по шкале Г. Элленберга) – всего 299 (63,84%) видов, которые характерны как для незакустаренных, так и частично закустаренных лугов поймы. Вторую по численности группу составляют сильно светолюбивые растения незакустаренных лугов – гелиофиты (8 степень), – 127 видов (27,1%). Ультрагелиофиты составляют всего 5,8% от изучаемой флоры – это растения, входящие в пустошные сообщества, локализирующиеся на вершинах дюн и грив; прибрежно-водные растения незакустаренных лугов низкого уровня с разреженным травостоем; растения, входящие в эфемерные сообщества на отмелях. Общее количество растений, входящих в гелиофильную свиту – 453 вида или 96,6% от общего количества видов луговых ценозов поймы Припяти, поскольку незакустаренные пойменные луга являются естественными местами локализации светолюбивой флоры. Теневыносливые растения не характерны для луговых сообществ поймы, они составляют лишь 3,4% флоры лугов и приурочены к сильно закустаренным лугам.

А. Н. Мялик при исследовании флоры Припятского Полесья отмечал преобладание растений световой свиты, на которую приходится 78% видов аборигенной фракции флоры данного региона (57,3% – на субсветовую и 20,7% – на световую экологические группы), что в целом ха-

рактарно для любой флоры умеренной зоны Голарктики [14]. Доля гелиофильных видов в исследуемой ценофлоре больше – 96,6% (см. табл. 1), при этом для аборигенной фракции она сос-

тавляет 96,3%, для адвентивной – 100% (рис. 1, 2). Таким образом, наличие адвентивных видов в луговых сообществах смещает экологический спектр в сторону гелиофильности.

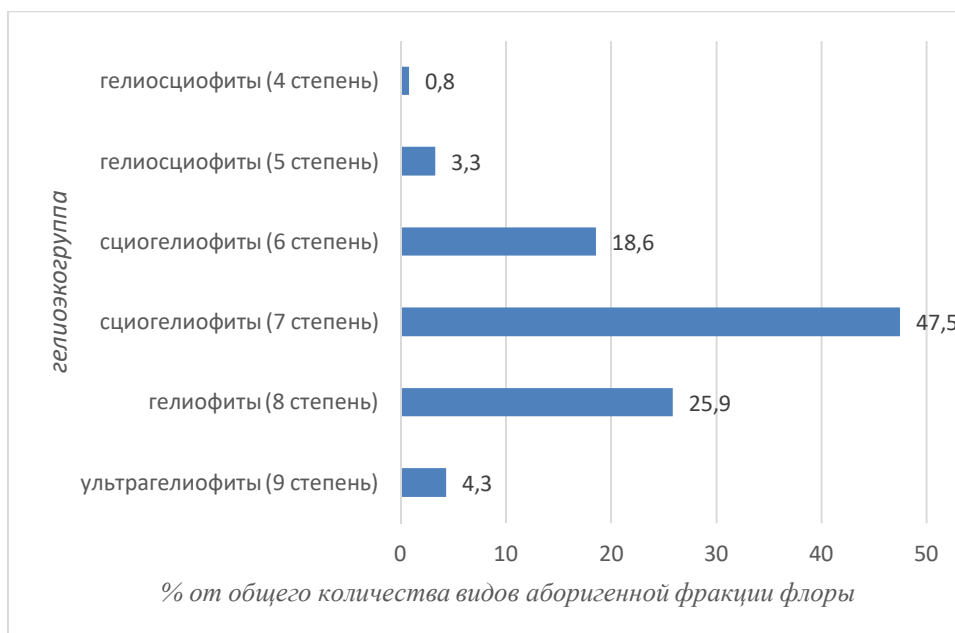


Рис. 1. Структура гелиоморф аборигенной фракции ценофлоры луговых сообществ поймы р. Припять

Fig. 1. Structure of heliophytes of the native fraction of cenoflora of grassland communities of the Pripjat River floodplain

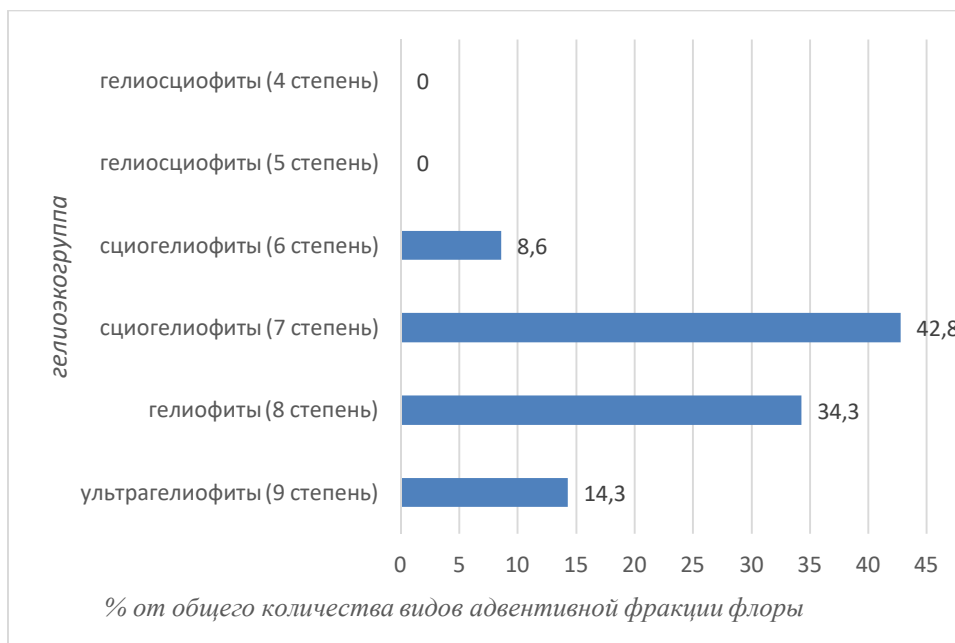


Рис. 2. Структура гелиоморф адвентивной фракции ценофлоры луговых сообществ поймы р. Припять

Fig. 2. Structure of heliophytes of the adventive fraction of the cenoflora of grassland communities of the Pripjat River floodplain

Экологический спектр флоры по отношению к увлажнению (гидроморфы)

Шкала влажности почв (F) основана на распространении видов от сухих скал (1) до болот и водоемов (12).

При распределении растений относительно фактора увлажнения (F) получены следующие результаты:

2 степень – мезоксерофиты (растения местообитаний от сильно сухих до сухих) – 27 видов (5,8%): *Dianthus arenarius*, *Gypsophila fastigiata*, *Scleranthus perennis*, *Acinos arvensis*, *Spergula morisonii*, *Sedum acre*, *S. sexangulare*, *Potentilla argentea*, *Astragalus arenarius*, *Centaurea pseudo-maculosa*, *Jasione montana*, *Filago minima*, *Helichrysum arenarium*, *Jurinea cyanoides*, *Corynephorus canescens*, *Festuca polesica*, *Koeleria glauca*. Данные виды входят в состав пустошных псаммофильных сообществ, локализующихся на дюнах и вершинах грив поймы. *Corynephorus canescens*, *Festuca polesica* и *Koeleria glauca* являются ценозообразующими видами этих фитоценозов (рис. 3);

3 степень – ксеромезофиты (растения, встречающиеся на сухих почвах чаще, чем на свежих почвах) – 34 вида (7,3%): *Gypsophila paniculata*, *Herniaria glabra*, *Viscaria vulgaris*, *Rumex acetosella*, *Armeria vulgaris*, *Berteroa incana*, *Turritis glabra*, *Fragaria viridis*, *Chamaecytisus ruthenicus*, *Trifolium montanum*, *Scabiosa ochroleuca*, *Veronica spicata*, *Anthericum ramosum*, *Asparagus officinalis*, *Agrostis vinealis*, *Festuca trachyphylla*, *Ko-*

eleria delavignei, *Phleum phleoides*, *Poa compressa*, *Festuca duvalii* и др. Растения этой экогруппы характерны для пустошных и остепненных луговых сообществ, которые приурочены к вершинам и верхним частям склонов пойменных грив. *Agrostis vinealis*, *Festuca trachyphylla*, *Koeleria delavignei*, *Phleum phleoides*, *Poa compressa*, *Trifolium montanum* являются ценозообразователями данных сообществ;

4 степень – мезофиты (растения местообитаний от сухих до свежих) всего 96 (20,5%): *Ranunculus auricomus*, *Arenaria serpyllifolia*, *Cerastium arvense*, *Oberna behen*, *Hypericum perforatum*, *Hylotelephium ruprechtii*, *H. triphyllum*, *Agrimonia eupatoria*, *Anthyllis vulneraria*, *Trifolium aureum*, *T. medium*, *Daucus carota*, *Peucedanum oreoselinum*, *Filipendula vulgaris*, *Verbascum densiflorum*, *Plantago media*, *Thymus pulegioides*, *T. serpyllum*, *Centaurea scabiosa*, *Crepis tectorum*, *Pilosella officinarum*, *Luzula multiflora*, *Carex caryophyllea*, *C. ericetorum*, *C. praecox*, *Betonica officinalis*, *Poa angustifolia*, *Lolium perenne*, *Agrostis tenuis*, *Festuca ovina*, *Vicia angustifolia*, *Cuscuta epithymum*, *Campanula rotundifolia* и др. Эти растения входят в сообщества остепненных и обедненных лугов, приуроченных к вершинам и склонам невысоких пойменных грив, в которых ценозообразователями выступают *Poa angustifolia*, *Carex praecox*, *Filipendula vulgaris*, *Calamagrostis epigeios*, *Agrostis tenuis*, *Festuca ovina* и др.;



Рис. 3. Мезоксерофитное сообщество булавоносца седого (*Corynephorus canescens*) на песчаной дюне

Fig. 3. Mesoxerophytic community of gray clubfoot (*Corynephorus canescens*) on a sand dune

5 степень – *гигромезофиты* (растения свежих местообитаний (средне-влажных)) – 89 видов (19%): *Cerastium holsteoides*, *Saponaria officinalis*, *Stellaria graminea*, *Fallopia dumetorum*, *Calluna vulgaris*, *Alchemilla vulgaris*, *Trifolium dubium*, *T. pratense*, *T. repens*, *Vicia cracca*, *V. sepium*, *Centaurea erythraea*, *Cynosurus cristatus*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *F. rubra*, *Phleum pratense*, *Linum catharticum*, *Cirsium arvense*, *Phleum pratense*, *Plantago lanceolata*, *Centaurea jacea*, *Rubus idaeus*, *Briza media*, *Calamagrostis epigeios*, *Bromus mollis*, *Elytrigia repens*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Sieglingia decumbens* и др. Растения данной экогруппы, в основном, являются представителями настоящих лугов, хотя ряд этих растений могут присутствовать в лугах других типов. *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *F. rubra*, *Phleum pratense*, *Briza media*, *Cynosurus cristatus*, *Elytrigia repens* формируют эумезофитные сообщества настоящих лугов, наиболее ценные в хозяйственном отношении (рис. 4);

6 степень – *мезогигрофиты* (растения местообитаний от свежих до влажных) – 41 вид (9%): *Equisetum arvense*, *E. pratense*, *Urtica dioica*, *Potentilla anserina*, *P. reptans*, *Galium boreale*, *G. mollugo*, *G. physocarpum*, *Trifolium hybridum*, *Carex hirta*, *C. pallescens*, *Veronica longifolia*, *Glechoma hederacea*, *Odontites vulgaris*, *Taraxacum*

officinale, *Xanthium albinum*, *Gladiolus imbricatus*, *Agrostis gigantea*, *Alopecurus pratensis*, *Holcus lanatus*, *Salix caprea*, *Puccinellia distans*, *Rubus caesius*, *Viburnum opulus*, *Nardus stricta*. Данные виды, в основном, являются представителями влажных мезогигрофитных лугов, ценозообразователями которых выступают *Alopecurus pratensis* (рис. 5), *Agrostis gigantea*, *Galium boreale* и *G. physocarpum*, *Holcus lanatus*; психромезофитных сообществ, которые формируют *Nardus stricta* и галофитных – *Puccinellia distans*;

7 степень – *гигрофиты* (растения влажных местообитаний, хорошо пропитанных влагой, но не сырых) – 34 вида (7,3%): *Ranunculus repens*, *Geranium palustre*, *Coronaria flos-cuculi*, *Bistorta officinalis*, *Filipendula denudata*, *Trifolium fragiferum*, *Geranium palustre*, *Selinum carvifolia*, *Valeriana officinalis*, *Succisa pratensis*, *Succisella inflexa*, *Calystegia sepium*, *Symphytum officinale*, *Mentha arvensis*, *Stachys palustris*, *Gentiana pneumonanthe*, *Inula britannica*, *Carex ovalis*, *Agrostis stolonifera*, *Deschampsia cespitosa*, *Eupatorium cannabinum*, *Festuca arundinacea*, *F. gigantea*, *Molinia caerulea*, *Poa trivialis*, *Potentilla erecta* и др. Представители данной экогруппы входят в луговые и лугово-болотные ценозы, где *Molinia caerulea*, *Poa trivialis*, *Festuca arundinacea*, *Deschampsia cespitosa*, *Bistorta officinalis* и *Agrostis stolonifera* выступают ценозообразователями;



Рис. 4. Эумезофитное сообщество овсяницы луговой (*Festuca pratensis*)

Fig. 4. Eumesophytic community of grassland fescue (*Festuca pratensis*)



Рис. 5. Мезогигрофитное сообщество лисохвоста лугового (*Alopecurus pratensis*)

Fig. 5. Mesohygrophytic community of grassland foxtail (*Alopecurus pratensis*)

8 степень – *гигрофиты* (растения местообитаний от влажных до сырых) – 56 видов (11,9%): *Equisetum palustre*, *Thalictrum flavum*, *T. lucidum*, *Sagina nodosa*, *Betula pubescens*, *Persicaria hydropiper*, *Viola persicifolia*, *Cardamine pratensis*, *Salix acutifolia*, *S. alba*, *S. pentandra*, *S. rosmarinifolia*, *S. triandra*, *Populus nigra*, *Galium uliginosum*, *Lysimachia vulgaris*, *Filipendula ulmaria*, *Kadenia dubia*, *Geum rivale*, *Lythrum virgatum*, *Scutellaria hastifolia*, *Ptarmica cartilaginea*, *Allium angulosum*, *Juncus effusus*, *Iris sibirica*, *Carex nigra*, *C. juncella*, *C. panicea*, *C. vulpina*, *Scirpus sylvaticus*, *Phalaroides arundinacea*, *Poa palustris*, *Myosotis scorpioides*. Растения этой экологической группы входят в сообщества лугов низкого уровня, их ценозообразователями выступают: *Filipendula ulmaria*, *Juncus effusus*, *Scirpus sylvaticus*, *Phalaroides arundinacea*, *Poa palustris*, *Carex nigra*, *C. panicea*, *C. vulpina*;

9 степень – *ультрагигрофиты* (растения сырых местообитаний, преимущественно бедных кислородом почв) – 46 видов (9,8%): *Caltha palustris*, *Stellaria palustris*, *Salix cinerea*, *Rorippa palustris*, *Comarum palustre*, *Epilobium palustre*, *Lythrum salicaria*, *Mentha aquatica*, *Scutellaria galeculata*, *Bidens cernua*, *B. frondosa*, *B. tripartita*, *Juncus atratus*, *J. articulatus*, *Iris pseudacorus*, *Veronica scutellata*, *Cyperus fuscus*, *Carex acuta*, *C.*

acutiformis, *C. cespitosa*, *C. flava*, *C. riparia*, *C. vesicaria*, *Agrostis canina*, *Alopecurus aequalis*, *A. geniculatus*, *Beckmannia eruciformis*, *Calamagrostis canescens*, *Leersia oryzoides* и др. Данные растения характерны для лугов низкого уровня поймы, которые локализуются по межгрядным и обширным плоским понижениям в центральной и притеррасной поймах, староречищам. В таких условиях сообщества формируют крупные осоки: *Carex acuta*, *C. acutiformis*, *C. cespitosa*, *C. riparia*, *C. vesicaria*, реже – мелкие осоки, такие как *Carex flava*, а также влаголюбивые злаки: *Agrostis canina*, *Alopecurus aequalis*, *Beckmannia eruciformis*, *Calamagrostis canescens*, *Leersia oryzoides*;

10 степень – *ультрагигрофиты* (растения пересыхающих водоемов и местообитаний, временно заливаемых водой) – 27 видов (5,8%): *Equisetum fluviatile*, *Persicaria amphibia*, *Rumex hydrolapathum*, *Rorippa amphibia*, *Oenanthe aquatica*, *Sium latifolium*, *Alisma plantago-aquatica*, *A. lanceolatum*, *Butomus umbellatus*, *Carex elata*, *C. rostrata*, *Eleocharis palustris*, *E. acicularis*, *E. uniglumis*, *Glyceria fluitans*, *G. maxima*, *Phragmites australis*, *Acorus calamus*, *Sparganium emersum*, *S. erectum*, *Typha angustifolia*, *T. latifolia* и др. Это растения болотистых лугов, которые локализуются по обводненным понижениям в центральной и притеррасной пойме, из них ценозообразо-

вателями являются *Carex elata*, *C. rostrata*, *Eleocharis palustris*, *E. acicularis*, *Glyceria fluitans*, *G. maxima*, *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *T. latifolia*, *Sparganium emersum*, *S. erectum*, *Equisetum fluviatile* и др.;

11 степень – *гидрофиты* (надводные растения) – 12 видов (2,6%): *Salvinia natans*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Hottonia palustris*, *Alisma gramineum*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Stratiotes aloides*, *Potamogeton natans*, *Schoenoplectus lacustris*, *Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza*, *Sparganium minimum*. Данные виды растений присутствуют в виде примеси во влаголюбивых осоковых, хвощовых и злаковых сообществах, которые периодически находятся в аква-, лимозном и террастральном экопериодах (экофазах) (рис. 6);

12 степень – *гидатофиты* (подводные растения) местообитаний – 6 видов (1,3%): *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Elodea canadensis*, *Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus*, *Lemna trisulca*. Эти растения, как и растения предыдущей экологической группы, могут пребывать в водной и лимозной экофазах в составе осоковых и злаковых сообществ.

Относительно фактора увлажнения наибольшее количество исследуемых растений встречаются в местообитаниях от умеренно-сухих до средне влажных. Это виды мезофитной гидросвиты: мезофиты (4 степень) – 96 видов или

20,5% и гигромезофиты (5 степень) – 73 вида (15,6%) (см. табл. 1). Следующими по численности являются экогруппы гигрофитов (8 степень) – 56 видов (14,1%) и ультрагигрофитов (9 степень) – 46 видов (9,8%), входящие в гигрофитную свиту и приуроченные к местообитаниям от влажных до сырых – это межгрядные понижения, луга низкого уровня, пересохшие днища стариц, занятые влаголюбивой растительностью. Такое распределение видов связано с особенностями строения рельефа поймы, где чередуются гривы и межгрядные понижения, в результате чего и повышается доля мезофитных и гигрофитных видов.

При объединении гидроэкогрупп в свиты выявлено, что в ценофлоре луговой растительности поймы р. Припять в целом, как и в ее аборигенной фракции, преобладают виды гигрофитной свиты (табл. 2, рис. 7). В адвентивной фракции исследуемой ценофлоры доминируют виды мезофитной гидроэкогруппы (рис. 8). Таким образом, присутствие заносных видов в луговых ценозах поймы р. Припять смещает спектр ценофлоры в сторону ксерофильности (см. табл. 2). При этом для аборигенной флоры Припятского Полесья характерно преобладание видов мезофитной гидросвиты – 67,8% (с доминированием гигромезофитной – 29,6% и мезофитной – 23,6% экогрупп) [14].

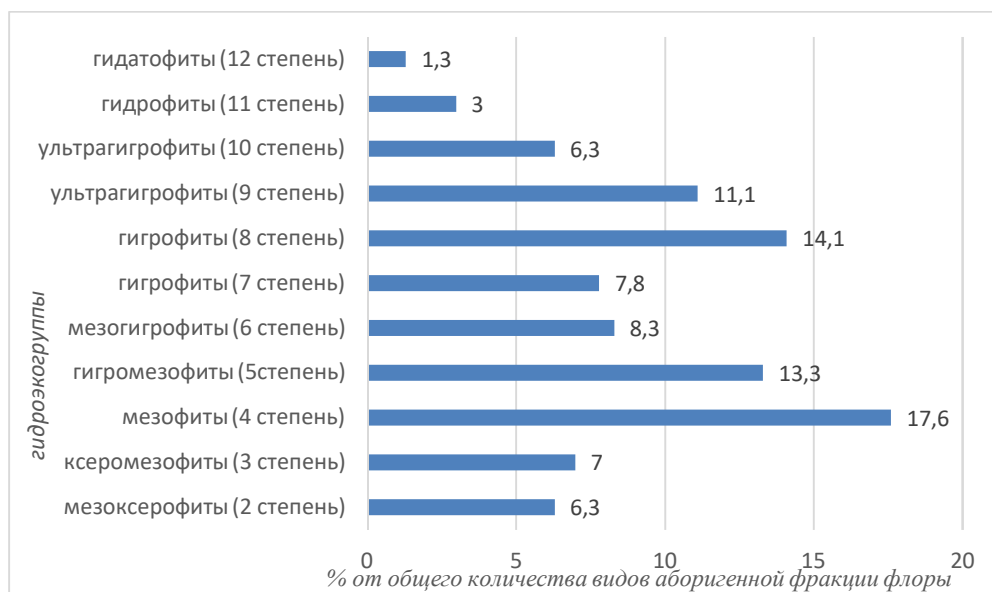
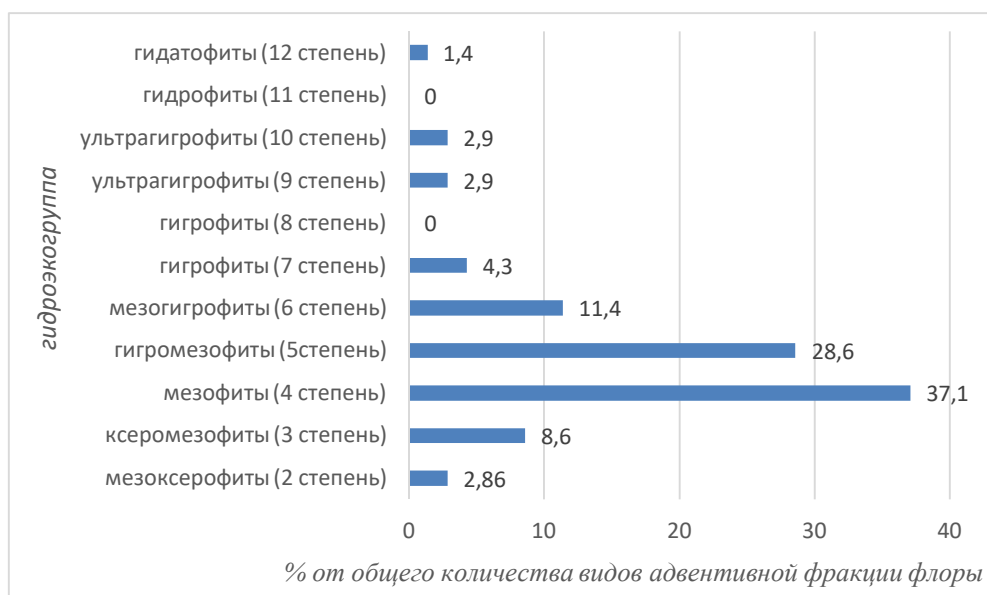


Рис. 6. Растение-гидрофит – кубышка желтая (*Nuphar lutea*) в террастральном экопериоде после схода полых вод р. Припять в сообществе полевицы побегообразующей (*Agrostis stolonifera*)

Fig. 6. Hydrophyte plant - yellow goblet (*Nuphar lutea*) in the terrestrial ecoperiod after the hollow water discharge of the Pripyat River in the community of shoot-forming lily of the valley (*Agrostis stolonifera*)

Таблица 2. Распределение высших сосудистых растений ценозов лугов поймы реки Припять по гидроэкоsvитам**Table 2.** Distribution of higher vascular plants in grassland cenoses of the Pripyat River floodplain of the Pripyat River floodplain by hydroecoswets

Гидроэкоsvита	Количество видов, %		
	Всего	Аборигенная фракция	Адвентивная фракция
Мезоксерофитная	5,8	6,3	2,9
Мезофитная	43,4	37,9	74,3
Гигрофитная	46	47,6	21,5
Гидрофитная	2,6	3	0
Гидатофитная	1,3	1,25	1,4

**Рис. 7.** Структура гидроморф аборигенной фракции ценофлоры луговых сообществ поймы р. Припять**Fig. 7.** Structure of hydromorphs of the aboriginal fraction of the cenoflora of grassland communities of the Pripyat River floodplain**Рис. 8.** Структура гидроморф адвентивной фракции ценофлоры луговых сообществ поймы р. Припять**Figure 8.** Structure of hydromorphs of the adventive fraction of the cenoflora of grassland communities of the floodplain of the p. Pripyat

**Экологический спектр флоры по отношению
к кислотно-щелочным условиям почв (ацидо-базоморфы)**

Шкала кислотности почв (R) оценивает зависимость видов от кислотно-щелочных условий почв, основана на распространении видов от крайне кислых (1 степень) до щелочных, богатых карбонатами или кальцием (9 степень) местообитаний. При ранжировании видов относительно фактора кислотности почв (R) получено их следующее распределение:

1 степень – *крайние ацидофилы* (растения, произрастающие только на кислых, но никогда на слабокислых и щелочных почвах, pH 2–3) – 1 вид (0,2%): *Calluna vulgaris*;

2 степень – *ацидофилы* (от сильнокислых до кислых, pH 3–4) – 1 вид (0,2%): *Nardus stricta*;

3 степень – *ацидофилы* (растения, произрастающие на кислых почвах и только в виде исключения на нейтральных, pH 4–5) – 23 вида (4,9%): *Ranunculus flammula*, *Betula pubescens*, *Comarum palustre*, *Jasione montana*, *Carex juncella*, *C. nigra*, *C. ovalis*, *C. rostrata*, *Agrostis vinealis*, *Festuca ovina*, *Koeleria delavignei*, *Sieglingia decumbens* и др.;

4 степень – *умеренные ацидофилы* (растения, приуроченные к почвам от кислых до умеренно кислых, pH 5) – 48 видов (10,2%): *Equisetum fluviatile*, *Dianthus borbasii*, *Herniaria glabra*, *Sceleranthus perennis*, *Rumex acetosella*, *Viola canina*, *Salix aurita*, *Naumburgia thyrsoflora*, *Gnaphalium uliginosum*, *Veronica officinalis*, *Parmica cartilaginea*, *Luzula multiflora*, *Carex pallescens*, *Agrostis tenuis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Festuca polesica*, *Sparganium minimum*, *Potentilla erecta*, *Galium uliginosum*, *Centaurea cyanus*, *Carex ericetorum*, *Festuca trachyphylla*;

5 степень – *умеренные ацидофилы* (растения, произрастающие как на сильно кислых, так и нейтральных почвах, pH 5–6) – 69 видов (14,7%): *Equisetum arvense*, *Thelypteris palustris*, *Pinus sylvestris*, *Rumex acetosa*, *Armeria vulgaris*, *Cardamine pratensis*, *Salix cinerea*, *S. rosmarinifolia*, *Lysimachia vulgaris*, *Potentilla argentea*, *Chamerion angustifolium*, *Helichrysum arenarium*, *Juncus effusus*, *Scirpus sylvaticus*, *Alopecurus pratensis*, *Calamagrostis canescens*, *Rubus idaeus*, *Calestania palustris*, *Succisa pratensis*, *Rhinanthus aestivalis*, *Campanula rotundifolia*, *Mentha arvensis*, *Pilosella officinarum*, *Briza media*, *Deschampsia cespitosa*, *Festuca rubra*, *Glyceria fluitans*, *Molinia caerulea*, *Poa pratensis* и др.;

6 степень – *умеренные ацидофилы* (растения умеренно кислых и слабо кислых почв, pH 6) – 143 вида (30,5%): *Cerastium arvense*, *Quercus robur*, *Rumex thyrsoflorus*, *Viola persicifolia*, *Salix caprea*, *Lysimachia nummularia*, *Lathyrus pratensis*, *Trifolium medium*, *T. repens*, *Kadenia dubia*, *Odontites*

vulgaris, *Leontodon autumnalis*, *Iris sibirica*, *Carex acuta*, *C. vesicaria*, *Filipendula ulmaria*, *Geum rivale*, *Daucus carota*, *Centaurea jacea*, *Crepis tectorum*, *Leucanthemum vulgare*, *Carex hirta*, *C. panicea*, *C. praecox*, *C. vulpina*, *Agrostis stolonifera*, *Alopecurus aequalis*, *Bromus mollis*, *Calamagrostis epigeios*, *Cynosurus cristatus*, *Dactylis glomerata*, *Elytrigia repens*, *Festuca pratensis*, *Holcus lanatus*, *Phleum pratense*, *Poa angustifolia*, *P. trivialis* и др.;

7 степень – *нейтрофилы* (растения, приуроченные к почвам от слабо кислых до нейтральных и никогда не произрастающие на сильно кислых почвах, pH 6–7) – 164 вида (35%): *Equisetum pratense*, *Ranunculus acris*, *R. auricomus*, *Thalictrum lucidum*, *Urtica dioica*, *Atriplex patula*, *Rumex hydrolapathum*, *R. maritimus*, *Salix acutifolia*, *S. alba*, *S. triandra*, *Euphorbia lucida*, *Potentilla reptans*, *Lathyrus palustris*, *Medicago lupulina*, *Convolvulus arvensis*, *Veronica longifolia*, *Stachys palustris*, *Taraxacum officinale*, *Xanthium albinum*, *Agrostis gigantea*, *Glyceria maxima*, *Koeleria glauca*, *Phalaroides arundinacea*, *Chenopodium rubrum*, *Potentilla anserina*, *Trifolium pratense*, *Symphytum officinale*, *Veronica chamaedrys*, *Alisma plantago-aquatica*, *Echinochloa crusgalli*, *Festuca duvalii* и др.;

8 степень – *базофилы* (растения слабощелочных почв, указывающие на наличие извести в почвах, pH 7–8) – 22 вида растений (4,7%): *Thalictrum flavum*, *Echynocystis lobata*, *Euphorbia virgata*, *Agrimonia eupatoria*, *Medicago falcata*, *Trifolium fragiferum*, *T. montanum*, *Polygala comosa*, *Rhamnus cathartica*, *Scabiosa ochroleuca*, *Galium physocarpum*, *Carduus crispus*, *Centaurea scabiosa*, *Inula britannica*, *I. salicina*, *Blysmus compressus*, *Bromopsis inermis* и др.;

9 степень – *крайние базофилы* (растения щелочных и карбонатных почв, всегда произрастающие на почвах богатых известью, pH более 7) – 1 вид (0,2%): *Beckmannia eruciformis*.

В результате анализа флоры в отношении зависимости видов от кислотно-щелочных условий почв выявлено, что наибольшее количество растений лугов поймы р. Припять являются умеренными ацидофилами (4, 5 и 6 степень по Г. Элленбергу) – 55,4% от их общего числа (см. табл. 1), при этом в аборигенной фракции флоры на умеренные ацидофилы приходится 56,8% (рис. 9), а в адвентивной – 51,4% (рис. 10). Вторую по численности группу составляют нейтрофилы (7 степень) – 35% для всей флоры, 33,4% – для аборигенной и 44,3% – для адвентивной фракции флоры. Наличие адвентивных видов в пойменных сообществах смещает спектр флоры в сторону базофильности.

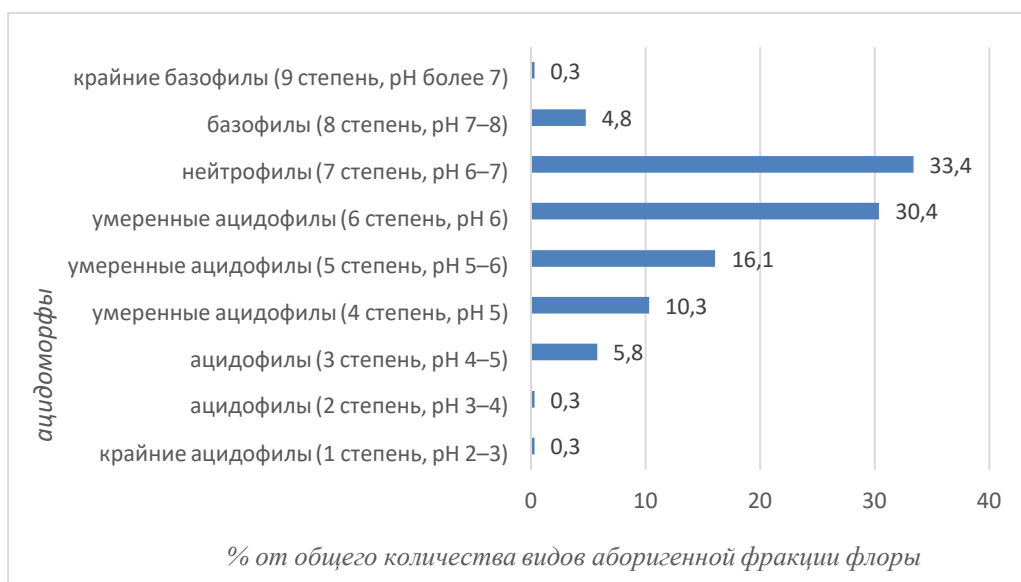


Рис. 9. Структура ацидоморф аборигенной фракции ценофлоры луговых сообществ поймы р. Припять

Fig. 9. Structure of acidomorphs of the native fraction of cenoflora of grassland communities of the Pripyat River floodplain

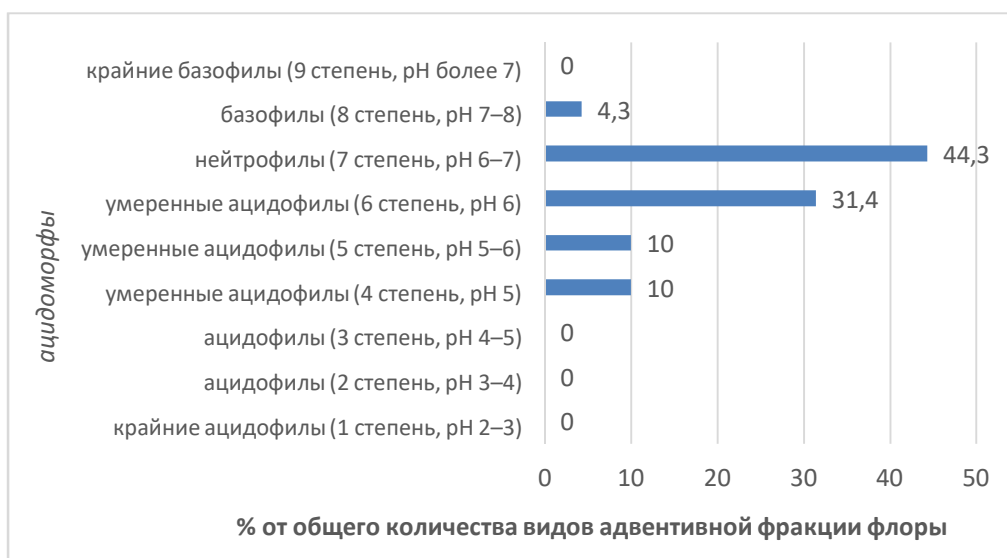


Рис. 10. Структура ацидоморф адвентивной фракции ценофлоры луговых сообществ поймы р. Припять

Fig. 10. Structure of acidomorphs of the adventive fraction of the cenoflora of grassland communities in the Pripyat River floodplain

Экологический спектр флоры по отношению к трофности почв (трофоморфы)

Шкала азотного богатства (N), согласно новым данным [15], является скорее шкалой питательных веществ, поскольку показывает общий запас питательных веществ в почве – азота, калия, фосфора, магния. Первоначально число N интерпретировалось как мера снабжения растения минеральным азотом (NH_4^+ и NO_3^-). В органических почвах, соответственно, богатых гумусом (например, торфяно-болотных), число N не характеризует наличие там азота, поскольку тот находится в недоступном состоянии. При рас-

пределении растений относительно фактора богатства почв получены следующие результаты:

1 степень – *ультраолиготрофы* (растения местообитаний, крайне бедные азотом – 2 вида (0,4%): *Calluna vulgaris*, *Pilosella echinoides*;

2 степень – *олиготрофы* (растения местообитаний от крайне бедных до бедных азотом) – 42 вида (9%): *Dianthus arenarius*, *D. superbus*, *Gypsophila fastigiata*, *Scleranthus perennis*, *Silene borysthena*, *Pinus sylvestris*, *Rumex acetosella*, *Sedum acre*, *Comarum palustre*, *Trifolium arvense*, *Veronica*

spicata, *Acinos arvensis*, *Jasione montana*, *Filago minima*, *Helichrysum arenarium*, *Pilosella officinarum*, *Carex nigra*, *C. juncella*, *Agrostis vinealis*, *Corynephorus canescens*, *Festuca ovina*, *F. polesica*, *F. duvalii*, *F. trachyphylla*, *Koeleria delavignei*, *K. glauca*, *Nardus stricta*, *Sieglingia decumbens* и др.;

3 степень – мезоолиготрофы (растения, бедных местообитаний, встречающиеся на богатых азотом почвах только в виде исключения) – 64 вида (13,7%): *Juniperus communis*, *Ranunculus flammula*, *R. polyanthemus*, *Dianthus borbassii*, *D. deltoides*, *Viscaria vulgaris*, *Salix rosmarinifolia*, *Euphorbia virgata*, *Sedum sexangulare*, *Potentilla argentea*, *P. erecta*, *Chamaecytisus ruthenicus*, *Trifolium montanum*, *Galium verum*, *Thymus pulegioides*, *T. serpyllum*, *Artemisia campestris*, *Hieracium umbellatum*, *Luzula multiflora*, *Carex flava*, *C. rostrata*, *Beckmannia eruciformis*, *Briza media*, *Molinia caerulea*, *Phleum phleoides*, *Sparganium minimum* и др.;

4 степень – олигомезотрофы (растения местообитаний от бедных до умеренно обеспеченных азотом) – 75 видов (16%): *Coronaria flos-cuculi*, *Gypsophila paniculata*, *Herniaria glabra*, *Hypericum perforatum*, *Rumex thyrsiflorus*, *Salix myrsinifolia*, *Fragaria viridis*, *Agrimonia eupatoria*, *Trifolium medium*, *Oenothera biennis*, *O. rubricaulis*, *Centaurea scabiosa*, *Ptarmica cartilaginea*, *Solidago virgaurea*, *Carex panicea*, *C. praecox*, *C. pallens*, *Poa angustifolia*, *Hylotelephium rupestris*, *H. purpureum*, *Medicago lupulina*, *Frangula alnus*, *Anthoxanthum odoratum* и др.;

5 степень – мезотрофы (растения местообитаний умеренно богатых азотом) – 80 видов (17,1%): *Equisetum arvense*, *E. fluviatile*, *E. pratense*, *Quercus robur*, *Salix cinerea*, *Bistorta officinalis*, *Cardamine pratensis*, *Filipendula ulmaria*, *F. vulgaris*, *Geum rivale*, *Daucus carota*, *Veronica longifolia*, *V. scutellata*, *Trifolium dubium*, *Campanula patula*, *Achillea millefolium*, *Inula britannica*, *Leucanthemum vulgare*, *Allium angulosum*, *Carex acutiformis*, *C. cespitosa*, *C. contigua*, *C. elata*, *C. hirta*, *C. vesicaria*, *Scirpus sylvaticus*, *Agrostis stolonifera*, *Calamagrostis canescens*, *Cynosurus cristatus*, *Deschampsia cespitosa*, *Holcus lanatus*, *Puccinellia distans*, *Pyrus communis*, *Medicago x varia*, *Vicia angustifolia*, *V. cracca*, *Plantago lanceolata*, *Prunella vulgaris*, *Centaurea jacea*, *Festuca rubra* и др.;

6 степень – эумезотрофы (растения местообитаний от умеренно обеспеченных до богатых азотом) – 99 видов (21,1%): *Caltha palustris*, *Ranunculus acris*, *R. auricomus*, *R. lingua*, *Thalictrum flavum*, *T. lucidum*, *Rumex acetosa*, *Salix acutifolia*, *S. caprea*, *S. triandra*, *Lysimachia nummularia*, *L. vulgaris*, *Potentilla reptans*, *Lathyrus pratensis*, *Trifolium repens*, *Vicia sepium*, *Lythrum virgatum*, *L. salicaria*, *Gratiola officinalis*, *Scutellaria galericulata*,

Teucrium scordium, *Leontodon autumnalis*, *Tragopogon pratensis*, *Carex acuta*, *C. vulpina*, *Agrostis gigantea*, *Bromopsis inermis*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Glyceria fluitans*, *Phragmites australis*, *Poa pratensis*, *Trifolium pratense*, *Kadenia dubia*, *Veronica chamaedrys*, *Mentha arvensis*, *Eleocharis palustris*, *Calamagrostis epigeios* и др.;

7 степень – мезозу́трофы (растения, богатых азотом местообитаний, встречающиеся на бедных почвах только в виде исключения) – 77 видов (16,4%): *Ranunculus repens*, *Alnus glutinosa*, *Atriplex patula*, *Persicaria amphibia*, *Polygonum arenastrum*, *Rumex crispus*, *R. hydrolapathum*, *Salix alba*, *S. x fragilis*, *Potentilla anserina*, *Trifolium fragiferum*, *T. hybridum*, *Geranium palustre*, *Oenanthe aquatica*, *Sium latifolium*, *Glechoma hederacea*, *Lycopus europaeus*, *Mentha aquatica*, *Stachys palustris*, *Artemisia absinthium*, *Carduus crispus*, *Cirsium arvense*, *Xanthium albinum*, *Carex riparia*, *Alopecurus pratensis*, *Elytrigia repens*, *Phalaroides arundinacea*, *Phleum pratense*, *Poa palustris*, *P. trivialis*, *Acorus calamus*, *Sparganium emersum*, *S. erectum*, *Typha angustifolia* и др.

8 степень – эу́трофы (растения местообитаний от богатых до очень богатых азотом) – 25 видов (5,3%): *Myosoton aquaticum*, *Atriplex prostrata*, *Rumex maritimus*, *Rorippa amphibia*, *Epilobium hirsutum*, *Anthriscus sylvestris*, *Heraclium sibiricum*, *Calystegia sepium*, *Symphytum officinale*, *Solanum dulcamara*, *Artemisia vulgaris*, *Bidens cernua*, *B. frondosa*, *B. tripartita*, *Alisma plantago-aquatica*, *Iris pseudacorus*, *Alopecurus aequalis*, *Echinochloa crusgalli*, *Glyceria maxima*, *Leersia oryzoides*, *Typha latifolia* и др.;

9 степень – ультраэу́трофы (растения чрезвычайно богатых азотом местообитаний) – 5 видов (1,1%): *Ranunculus sceleratus*, *Urtica dioica*, *U. galeopsifolia*, *Chenopodium rubrum*, *Carduus acanthoides*.

По отношению к трофности почвы виды растений могут быть объединены в три эдафические свиты: олиготрофы (1–3 степень), мезотрофы (4–6 степень), эу́трофы (7–9 степень).

В результате анализа трофоморф выявлено, что наибольшее количество растений поймы относятся к мезотрофной экологической свите – 254 вида растений или 54,2% луговой флоры поймы Припяти. Достаточно большое количество видов растений приурочено к эдафическим условиям, близким к мезотрофным, в частности к мезозу́трофным – 77 видов (16,4%) и мезоолиготрофным – 64 вида (13,7%) (см. табл. 1). Крайние олиготрофы и эу́трофы малохарактерны для луговых сообществ поймы. Во флоре Припятского Полесья [14], преобладают семиэу́трофы (мезозу́трофы), на них приходится 47,8%, следующими по распространенности являются мезотрофы – 24,1% и

эутрофы – 19%. Таким образом, для аборигенной фракции флоры Припятского Полесья характерны виды с большей требовательностью к трофности почв, чем для исследуемой ценофлоры, что может быть связано как с умеренной трофностью вод реки Припять, так и с преобладанием песчаных и илисто-песчаных наилок, характеризующихся невысокой трофностью.

При анализе видов растений пойменных ценозов р. Припять по трофосвитам выявлено, что

как для ценофлоры в целом, так и для аборигенной и адвентивной фракций, характерно преобладание видов мезотрофной свиты. Второе место по видовому богатству в исследуемой ценофлоре в целом, как и в ее аборигенной фракции занимают виды олиготрофной свиты, а в адвентивной фракции – виды эутрофной свиты (табл. 3). Таким образом, наличие адвентивных видов в луговых ценозах поймы смещает спектр трофоморф в сторону эутрофности.

Таблица 3. Соотношение трофоморф высших сосудистых растений луговых ценозов поймы р. Припять

Table 3. Ratio of trophomorphs of higher vascular plants of the Pripjat River floodplain cenoses

Фракции флоры	Количество видов, %		
	эутрофная свита	мезотрофная свита	олиготрофная свита
Вся флора	22,8	54,2	23,1
Аборигенная	21,4	52,7	26,1
Адвентивная	31,5	62,8	5,7

Экологический спектр флоры по отношению к солевому богатству почв (глико-галоморфы)

Шкала солевого богатства или засоленности почв (S) показывает концентрацию солей (в особенности, содержание иона-хлора) в корнеобитаемой области: от 0 (гликофильные растения, не выносящие засоление) до 9 (галофильные растения, выносящие крайнее засоление). Относительно фактора засоления (S) растения распределились следующим образом:

0 степень – *гликофиты*, не выносящие засоление (растения, произрастающие только на почвах без растворимых солей) – 251 вид (53,5%): *Equisetum pratense*, *Thelypteris palustri*, *Pinus sylvestris*, *Caltha palustris*, *Ranunculus acris*, *R. auricomus*, *R. flammula*, *R. lingua*, *R. polyanthemos*, *Quercus robur*, *Betula pubescens*, *Dianthus arenarius*, *D. borbasii*, *D. deltoides*, *D. superbus*, *Scleranthus perennis*, *Armeria vulgaris*, *Rumex acetosella*, *R. hydrolapathum*, *Hypericum maculatum*, *Viola persicifolia*, *Rorippa amphibia*, *Calluna vulgaris*, *Naumburgia thyrsoflora*, *Sedum acre*, *S. sexangulare*, *Fragaria vesca*, *Astragalus arenarius*, *Genista tinctoria*, *Trifolium arvense*, *T. aureum*, *T. medium*, *T. montanum*, *Peucedanum palustre*, *Sium latifolium*, *Succisa pratensis*, *Galium physocarpum*, *Verbascum densiflorum*, *V. lychnitis*, *V. nigrum*, *V. thapsus*, *Veronica officinalis*, *V. scutellata*, *V. serpyllifolia*, *V. spicata*, *Pilosella officinarum*, *P. echioides*, *Centaurea pseudomaculosa*, *C. scabiosa*, *C. diffusa*, *Crepis tectorum*, *Hieracium umbellatum*, *Anthericum ramosum*, *Carex cespitosa*, *C. contigua*, *C. ericetorum*, *Calamagrostis canescens*, *Festuca ovina*, *F. polesica*, *Koeleria delavignei*, *Molinia caerulea*, *Nardus stricta*, *Phleum phleoides*, *Poa trivialis*, *Sieglingia decumbens*, *Sparganium minimum* и др.;

1 степень – *гало-гликофиты* (растения крайне бедных солями почв, содержание иона-хлора 0–0,1%) – 194 вида (41,4%): *Equisetum arvense*, *Equisetum fluviatile*, *Ranunculus repens*, *R. sceleratus*, *Urtica dioica*, *Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Persicaria amphibia*, *Persicaria hydropiper*, *Polygonum arenastrum*, *Rumex acetosa*, *R. confertus*, *R. crispus*, *R. thyrsoflorus*, *Hypericum perforatum*, *Filipendula ulmaria*, *F. vulgaris*, *Centaurea jacea*, *Cirsium arvense*, *C. setosum*, *Medicago falcata*, *Trifolium hybridum*, *T. pratense*, *T. repens*, *Galium mollugo*, *G. verum*, *Veronica longifolia*, *Achillea millefolium*, *Bidens cernua*, *B. frondosa*, *B. tripartita*, *Taraxacum officinale*, *Xanthium albinum*, *Juncus effusus*, *Carex acuta*, *C. praecox*, *C. vulpina*, *Eleocharis palustris*, *Agrostis stolonifera*, *Alopecurus geniculatus*, *A. pratensis*, *Bromopsis inermis*, *Calamagrostis epigeios*, *Phalaroides arundinacea*, *Poa angustifolia*, *P. palustris*, *P. pratensis*, *Acorus calamus*, *Sparganium emersum*, *S. erectum*, *Typha angustifolia*, *T. latifolia* и др.;

2 степень – *олигогалофиты* (растения олиготрофных, бедных солями почв, содержание иона-хлора 0,05–0,3%) – 13 видов (2,8%): *Chenopodium rubrum*, *Rumex maritimus*, *Eryngium planum*, *Gratiola officinalis*, *Odontites vulgaris*, *Scutellaria hastifolia*, *Portulaca oleracea*, *Teucrium scordium*, *Inula salicina*, *Allium angulosum*, *Blysmus compressus*, *Alopecurus aequalis*, *Leymus arenarius*;

3 степень – *олигомеzogалофиты* (растения мезотрофных, бедных солями почв, содержание иона-хлора 0,3–0,5%) – 7 видов (1,5%): *Atriplex prostrata*, *Potentilla anserina*, *Lythrum virgatum*, *Inula britannica*, *Lactuca tatarica*, *Juncus compressus*, *Festuca arundinacea*;

4 степень – *мезогалофиты* (растения, мезотрофных почв, содержание иона-хлора 0,5–0,7%) – 2 вида (0,4%): *Eleocharis uniglumis*, *Beckmannia eruciformis*;

5 степень – *галофиты* (растения умеренно засоленных почв, содержание иона-хлора 0,7–0,9%) – 1 вид (0,2%): *Puccinellia distans*;

6 степень – *галофиты* (растения почв от умеренно засоленных до засоленных, содержание иона-хлора 0,9–1,2%) – 1 вид (0,2%): *Trifolium fragiferum*.

В результате изучения флоры относительно фактора засоления, выявлено, что большая половина (251 вид растений или 53,5% луговой цено-

флоры поймы Припяти) представлена галофильными (не переносящими засоление) растениями (0 степень по Г. Элленбергу), второй по численности группой являются растения, приуроченные к почвам, крайне бедным солями (1 степень) – 194 вида (41,4%). Галофильные растения представлены 24 видами, что составляет 5,1% от изучаемой флоры, в аборигенной фракции галофитов – 4,8%, а в адвентивной – 7,2%. Для адвентивной фракции флоры более характерны галофильные виды (табл. 4), наличие чужеродных видов в луговых сообществах поймы смещает экологический спектр в сторону галофильности.

Таблица 4. Структура глико-галоэкоморф в ценофлоре луговых сообществ поймы р. Припять

Table 4. Structure of glyco-haloecomorphs of higher vascular plants of the grassland cenoses of the Pripyat River floodplain

Глико-галоэкоморфы	Количество видов, %		
	Общее	Аборигенная фракция	Адвентивная фракция
гликофиты, не выносящие засоление (0 степень)	53,5	55,3	44,3
гало-гликофиты (1 степень, содержание иона-хлора 0–0,1%)	41,4	40,2	48,6
Гликофитная свита	94,9	95,5	92,9
олигогалофиты (2 степень, содержание иона-хлора 0,05–0,3%)	2,8	2,7	2,9
олигомезогалофиты (3 степень, содержание иона-хлора 0,3–0,5%)	1,5	1,3	2,9
мезогалофиты (4 степень, содержание иона-хлора 0,5–0,7%)	0,4	0,5	0
галофиты (5 степень, содержание иона-хлора 0,7–0,9%)	0,2	0	1,4
галофиты (6 степень, содержание иона-хлора 0,9–1,2%)	0,2	0,3	0
Галофитная свита	5,1	4,8	7,2

Экологический спектр флоры по отношению теплообеспеченности территории (термоморфы)

Термоклиматическая шкала (Т) основана на распространении видов от полярной зоны, или соответственно высокогорья (1 степень) до средиземноморья (9 степень). При ранжировании видов относительно фактора тепла Т (термоклиматическая шкала, оценивающая теплолюбивость-холодостойкость), получилось следующее распределение:

4 степень – *мезомикротермофиты* (растения, приуроченные к климату от прохладного до умеренного) – всего 17 видов (3,6%): *Juniperus communis*, *Equisetum pratense*, *E. sylvaticum*, *Bistorta officinalis*, *Hypericum maculatum*, *Alchemilla vulgaris*, *Comarum palustre*, *Epilobium palustre*, *Omalotheca sylvestris*, *Chamerion angustifolium*, *Carex ovalis*, *C. rostrata*, *Geum rivale*, *Nardus stricta* и др.;

5 степень – *мезотермофиты* (растения умеренно теплого климата) – всего 196 видов (41,8%): *Equisetum arvense*, *E. fluviatile*, *E. palustre*, *Caltha palustris*, *Ranunculus repens*, *Urtica dioica*, *Dianthus borbasii*, *D. deltoides*, *Coronaria flos-cuculi*, *Sagina procumbens*, *Scleranthus annuus*, *S. perennis*, *Persicaria amphibia*, *Rumex acetosa*, *R. acetosella*,

R. crispus, *Viola canina*, *Calluna vulgaris*, *Naumburgia thyrsoiflora*, *Fragaria vesca*, *F. viridis*, *Epilobium hirsutum*, *Betula pendula*, *B. pubescens*, *Salix caprea*, *S. cinerea*, *S. pentandra*, *S. rosmarinifolia*, *S. triandra*, *Daucus carota*, *Valeriana officinalis*, *Succisa pratensis*, *Veronica chamaedrys*, *V. scutellata*, *Mentha aquatica*, *Stachys palustris*, *Jasione montana*, *Ptarmica cartilaginea*, *Taraxacum officinale*, *Gladiolus imbricatus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Juncus bufonius*, *J. compressus*, *J. conglomeratus*, *Luzula multiflora*, *Carex acuta*, *C. acutiformis*, *C. cespitosa*, *C. vesicaria*, *Eleocharis acicularis*, *Scirpus sylvaticus*, *Agrostis canina*, *A. gigantea*, *Alopecurus aequalis*, *Glyceria maxima*, *Molinia caerulea*, *Phleum pratense*, *Phragmites australis*, *Poa palustris*, *Sparganium minimum*, *Filipendula ulmaria*, *Potentilla erecta*, *Lathyrus pratensis*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Vicia cracca*, *V. sepium*, *Lythrum salicaria*, *Polygala vulgaris*, *Anthriscus sylvestris*, *Heracleum sibiricum*, *Galium uliginosum*, *Plantago lanceolata*, *P. major*, *Prunella vulgaris*, *Campanula rotundifolia*, *Achillea millefolium*, *Centaurea jacea*, *Cirsium arvense*, *C. oleraceum*, *C.*

palustre, *Leontodon hispidus*, *Leucanthemum vulgare*, *Juncus articulatus*, *J. effusus*, *Carex juncella*, *C. nigra*, *C. panicea*, *Agrostis tenuis*, *Alopecurus pratensis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Calamagrostis epigeios*, *Dactylis glomerata*, *Elytrigia repens*, *Deschampsia cespitosa*, *Festuca pratensis*, *F. rubra*, *Glyceria fluitans*, *Holcus lanatus*, *Phalaroides arundinacea*, *Poa pratensis*, *P. trivialis*, *Sieglingia decumbens* и др.;

6 степень – мезотермофиты (растения климата от умеренно теплого до теплого) – всего 203 вида (43,3%): *Thelypteris palustris*, *Nuphar lutea*, *Ranunculus lingua*, *R. polyanthemus*, *Thalictrum lucidum*, *T. flavum*, *T. simplex*, *Quercus robur*, *Cerastium arvense*, *Dianthus arenarius*, *D. superbus*, *Herniaria glabra*, *Oberna behen*, *Sagina nodosa*, *Saponaria officinalis*, *Viscaria vulgaris*, *Persicaria hydropiper*, *Polygonum arenastrum*, *Rumex maritimus*, *Armeria vulgaris*, *Berteroa incana*, *Rorippa amphibia*, *R. palustris*, *Barbarea vulgaris*, *Bunias orientalis*, *Turritis glabra*, *Populus nigra*, *Salix acutifolia*, *S. alba*, *S. x fragilis*, *Lysimachia nummularia*, *Tilia cordata*, *Hylotelephium ruprechtii*, *H. purpureum*, *Sedum acre*, *S. sexangulare*, *Agrimonia eupatoria*, *Filipendula denudata*, *F. vulgaris*, *Potentilla argentea*, *Potentilla reptans*, *Pyrus communis*, *Genista tinctoria*, *Lathyrus palustris*, *Medicago falcata*, *Melilotus albus*, *M. officinalis*, *Trifolium campestre*, *T. dubium*, *T. fragiferum*, *T. hybridum*, *T. medium*, *Vicia angustifolia*, *V. tetrasperma*, *Lythrum virgatum*, *Polygala comosa*, *Sium latifolium*, *Peucedanum oreoselinum*, *Oenanthe aquatica*, *Peucedanum palustre*, *Polygala comosa*, *Centaureum erythraea*, *Galium boreale*, *G. mollugo*, *G. physocarpum*, *G. verum*, *Calystegia sepium*, *Symphytum officinale*, *Verbascum densiflorum*, *V. lychnitis*, *Veronica longifolia*, *V. spicata*, *Betonica officinalis*, *Glechoma hederacea*, *Scutellaria galericulata*, *Thymus pulegioides*, *T. serpyllum*, *Campanula glomerata*, *Artemisia absinthium*, *A. vulgaris*, *Bidens cernua*, *B. frondosa*, *B. tripartita*, *Carduus crispus*, *Crepis tectorum*, *Filago minima*, *Helichrysum arenarium*, *Hieracium umbellatum*, *Inula britannica*, *I. salicina*, *Tanacetum vulgare*, *Xanthium albinum*, *Butomus umbellatus*, *Anthericum ramosum*, *Allium oleraceum*, *Iris pseudacorus*, *I. sibirica*, *Carex hirta*, *C. praecox*, *C. riparia*, *C. vulpina*, *Eleocharis palustris*, *Bromopsis inermis*, *Bromus mollis*, *Corynephorus*

canescens, *Festuca trachyphylla*, *Koeleria delavignei*, *Leersia oryzoides*, *Phleum phleoides*, *Poa angustifolia*, *Acorus calamus*, *Euphorbia cyparissias*, *E. lucida*, *Trifolium montanum*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Verbascum thapsus*, *Plantago media*, *Achillea inundata*, *Centaurea scabiosa*, *Carex caryophylla* и др.;

7 степень – мега-мезотермофиты (растения, произрастающие в условиях теплого климата) – 49 видов (10,5%): *Nymphaea alba*, *Ranunculus acris*, *R. auricomus*, *Gypsophila fastigiata*, *G. paniculata*, *Silene borysthena*, *S. tatarica*, *Chenopodium rubrum*, *Rumex thyrsiflorus*, *Viola persicifolia*, *Euphorbia virgata*, *Astragalus arenarius*, *Chamaecytisus ruthenicus*, *Oenothera biennis*, *O. rubricaulis*, *Eryngium planum*, *Kadenia dubia*, *Gratiola officinalis*, *Plantago arenaria*, *Scutellaria hastifolia*, *Teucrium scordium*, *Artemisia campestris*, *Centaurea diffusa*, *C. pseudomaculosa*, *Jurinea cyanoides*, *Pilosella echinoides*, *Alisma gramineum*, *A. lanceolatum*, *Allium angulosum*, *A. vineale*, *Asparagus officinalis*, *Juncus atratus*, *Beckmannia eruciformis*, *Festuca polesica*, *F. duvalii*, *Koeleria glauca* и др.;

8 степень – мезо-мегатермофиты (растения климата, от теплого до крайне теплого, (субсредиземноморского)) – 4 вида (0,9%): *Salvinia natans*, *Portulaca oleracea*, *Kochia laniflora*, *Echinocystis lobata*.

В результате анализа, выявлено, что во флоре луговых сообществ р. Припять преобладают растения-мезотермофиты (5 и 6 степени по термоклиматической шкале Г. Элленберга), индицирующие климат от умеренного до теплого, всего таких растений насчитывается 399 видов (85,1%) от флоры луговых ценозов поймы, 86,5% для аборигенной фракции и 68,5% для адвентивной фракции флоры (табл. 5). Наличие адвентивных растений в исследуемых ценозах смещает экологический спектр в сторону термофильности.

Для аборигенной флоры Припятского Полесья в целом также характерны умеренно-теплолюбивые виды – субмезотермофиты (соответствуют мезотермофитам по шкале Г. Элленберга) – 57% [14], увеличение доли мезотермофитов в аборигенной фракции исследуемой ценофлоры связано со смягчающим и обогревающим воздействием реки Припять.

Таблица 5. Структура термоморф высших сосудистых растений ценозов лугов поймы р. Припять

Table 5. Structure of thermomorphs of higher vascular plants of meadow cenoses of the Pripyat River floodplain grasslands

термоморфы фракция флоры	Количество видов, %				
	микротермофиты 4 степень	мезотермофиты 5 степень	мезотермофиты 6 степень	мегамезотермофиты 7 степень	мегатермофиты 8 степень
вся флора	3,6	41,8	43,3	10,5	0,9
аборигенная	4,3	45,5	41	9,3	0,3
адвентивная	0	21,4	57,1	17,1	4,3

Экологический спектр флоры по отношению к континентальности климата (омброморфы)

Шкала континентальности (К) основана на распространении видов от европейского побережья Атлантики (1) до внутренней Азии (9). При ранжировании видов растений относительно фактора континентальности (К) получено следующее распределение:

3 степень – (растения, климата от океанического до субокеанического, большей частью центрально-европейские виды) – всего 4 вида (0,9%): *Odontites vulgaris*, *Beckmannia eruciformis*, *Holcus mollis*, *Lupinus polyphyllus*;

4 степень – (растения субокеанического климата (центрально-европейские и восточноевропейские виды)) – 19 видов (4,1%): *Trifolium dubium*, *Polygala vulgaris*, *Lycopodiella inundata*, *Galium mollugo*, *Thymus pulegioides*, *Jasione montana*, *Filago minima*, *Hypochaeris radicata*, *Senecio sylvaticus*, *Tragopogon pratensis*, *Luzula campestris*, *Allium vineale*, *Carex elata*, *Briza media*, *Corynephorus canescens*, *Cynosurus cristatus*, *Festuca arundinacea*, *Holcus lanatus*, *Sieglingia decumbens*;

5 степень – (растения климата от слабо субокеанического до слабо субконтинентального) – 101 вид (21,5%): *Thelypteris palustris*, *Ranunculus auricomus*, *Alnus glutinosa*, *Salix myrsinifolia*, *Quercus robur*, *Dianthus borbasii*, *D. deltoides*, *Sagina procumbens*, *Saponaria officinalis*, *Scleranthus perennis*, *S. annuus*, *Viscaria vulgaris*, *Armeria vulgaris*, *Rumex hydrolapathum*, *Lysimachia nummularia*, *Calluna vulgaris*, *Potentilla erecta*, *Linum catharticum*, *Hypericum maculatum*, *Viola canina*, *Genista tinctoria*, *Lathyrus sylvestris*, *Trifolium aureum*, *T. hybridum*, *T. montanum*, *Geranium palustre*, *Selinum carvifolia*, *Succisa pratensis*, *Succisella inflexa*, *Centaureum erythraea*, *Rhinanthus aestivalis*, *Campanula patula*, *Cirsium oleraceum*, *C. palustre*, *C. rivulare*, *Ptarmica cartilaginea*, *Anthericum ramosum*, *Luzula multiflora*, *Juncus conglomeratus*, *J. effusus*, *Carex acuta*, *C. flava*, *C. hirta*, *C. juncella*, *C. ovalis*, *C. nigra*, *C. pallescens*, *C. panicea*, *Alopecurus geniculatus*, *Bromus mollis*, *Calamagrostis canescens*, *Festuca polesica*, *Glyceria fluitans*, *Leersia oryzoides*, *Lolium perenne*, *Molinia caerulea*, *Nardus stricta*, *Poa compressa*, *Acorus calamus* и др.;

6 степень – (растения субконтинентального климата (восточно-центрально-европейские и восточно-европейские виды)) – 139 видов (29,6%): (*Pinus sylvestris*, *Ranunculus polyanthemus*, *Thalictrum lucidum*, *Betula pubescens*, *Arenaria serpyllifolia*, *Cerastium arvense*, *C. holosteoides*, *Dianthus arenarius*, *D. superbus*, *Sagina nodosa*, *Silene borysthena*, *S. tatarica*, *Stellaria graminea*, *S. palustris*, *Fallopia dumetorum*, *Elatine alsinastrium*, *Salix acutifolia*, *S. alba*, *S. pentandra*, *Euphorbia virgata*, *Filipendula vulgaris*, *Hypericum perforatum*, *Poten-*

tilla reptans, *Lythrum virgatum*, *Viburnum opulus*, *Viola persicifolia*, *V. arvensis*, *V. tricolor*, *Carex praecox*, *C. vulpina*, *Agrostis tenuis*, *Festuca pratensis*, *F. trachyphylla*, *Phleum phleoides*, *P. pratense*, *Poa trivialis*, *Sparganium minimum* и др.

7 степень – (растения климата от субконтинентального до континентального) – 114 видов (24,3%): *Equisetum fluviatile*, *E. palustre*, *E. pratense*, *Juniperus communis*, *Ranunculus acris*, *R. lingua*, *R. repens*, *Thalictrum flavum*, *Betula pendula*, *Gypsophila fastigiata*, *G. paniculata*, *Oberna behen*, *Psammodiella muralis*, *Bistorta officinalis*, *Rumex acetosa*, *R. acetosella*, *R. confertus*, *R. crispus*, *R. maritimus*, *R. thyrsiflorus*, *Populus tremula*, *Salix triandra*, *Comarum palustre*, *Veronica spicata*, *Plantago media*, *Centaurea scabiosa*, *C. jacea*, *Crepis tectorum*, *Alisma gramineum*, *A. lanceolatum*, *Asparagus officinalis*, *Gladiolus imbricatus*, *Carex cespitosa*, *C. hartmanii*, *Agrostis gigantea*, *Alopecurus pratensis*, *Bromopsis inermis*, *Dactylis glomerata*, *Festuca ovina*, *F. rubra*, *Glyceria maxima*, *Koeleria glauca*, *Poa palustris*, *Sparganium emersum*, *S. erectum* и др.;

8 степень – (растения континентального климата (виды, отмечающиеся в немногих местообитаниях Центральной и Восточной Европы) – 60 видов (12,8%): *Caltha palustris*, *Ranunculus sceleratus*, *Urtica dioica*, *Salix rosmarinifolia*, *Fragaria viridis*, *Trifolium repens*, *Galium verum*, *Convolvulus arvensis*, *Stachys palustris*, *Achillea millefolium*, *Artemisia absinthium*, *Helichrysum arenarium*, *Hieracium umbellatum*, *Juncus atratus*, *Carex rostrata*, *C. vesicaria*, *Agrostis stolonifera*, *A. vinealis*, *Elytrigia repens*, *Phalaroides arundinacea*, *Poa angustifolia*, *P. pratensis*, *Typha angustifolia*, *T. latifolia* и др.

9 степень – (растения эукоинентального климата (виды, не встречающиеся в Центральной Европе, и редко встречающиеся в Восточной Европе) – 31 вид (6,6%): *Equisetum arvense*, *Chenopodium album*, *Persicaria amphibia*, *Polygonum arenastrum*, *Medicago lupulina*, *Trifolium fragiferum*, *Plantago lanceolata*, *Cichorium intybus*, *Cirsium arvense*, *Alisma plantago-aquatica*, *Juncus compressus*, *Cyperus fuscus*, *Eleocharis acicularis*, *E. palustris*, *Carex acutiformis*, *C. riparia*, *Phragmites australis*, *Puccinellia distans* и др.

Анализ ценофлоры луговых сообществ поймы р. Припять относительно фактора континентальности климата показал, что для нее наиболее характерны растения субконтинентального климата – это восточно-центрально-европейские и восточно-европейские виды, которые составляют 53,9% исследуемой ценофлоры (253 вида). Наличие адвентивных видов в исследуемых сообществах меняет экологический спектр в сторону усиления континентальности (табл. 6). В

аборигенной флоре Припятского Полесья также наиболее многочисленной являются растения гемиконтинентальной экогруппы (соответствует субконтинентальной группе по Г. Элленбергу), объединяющей более 46% видов флоры [14].

Большая доля видов субконтинентальной свиты в луговых ценозах поймы р. Припять (для аборигенной фракции – 51,3%) связано со смягчающим климатическим воздействием крупной реки на ценозы лугов поймы.

Таблица 6. Структура омброморф высших сосудистых растений ценозов поймы реки Припять

Table 6. Ratio of ombromorphs of higher vascular plants of the Pripjat River floodplain cenoses

Омброморфы	Количество видов, %		
	Общее	Аборигенной фракции	Адвентивной фракции
океаническо-субокеанические (3 степень)	1,1	0,8	1,4
субокеанические (4 степень)	4,1	4,5	1,4
Субокеаническая свита:	5,2	5,3	2,8
субокеаническо-субконтинентальные (5 степень)	21,5	22,4	17,1
субконтинентальные (6 степень)	29,6	28,9	34,3
Субконтинентальная свита:	51,1	51,3	51,4
субконтинентально-континентальные (7 степень)	24,3	24,6	22,9
континентальные (8 степень)	12,8	12,8	12,9
эуконтинентальные (9 степень)	6,6	6	10
Континентальная свита:	43,7	43,4	45,8

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ценофлоре пойменных лугов реки Припять зарегистрировано 469 видов высших сосудистых растений, из них на автохтонный элемент приходится 398 видов (85%), на аллохтонный – 70 видов (15%). В результате анализа ценофлоры лугов исследованной территории относительно экологических факторов среды выявлены закономерности ее экологической структуры, составлены экологические спектры и проведен сравнительный анализ ценофлоры пойменных лугов с флорой Припятского Полесья, в пределах которого находится большая часть поймы реки Припять. При анализе экологической структуры аборигенной и адвентивной фракций исследуемой ценофлоры определены тенденции влияния чужеродных растений на смещение экологических спектров во флористическом составе луговых ценозов поймы.

Для аборигенной фракции ценофлоры луговых сообществ реки Припять характерно преобладание видов гелиофитной свиты (сциогиофитной и гелиофитной гелиоэкогрупп). В структуре гигроморф преобладают виды гигромезофитной свиты (гигрофитной и ультрагигрофитной гидроэкогрупп), за которой по видовому богатству следует мезофитная свита (мезофитная и гигромезофитная экогруппы). Преобладание данных гидроэкогрупп связано с гетерогенностью рельефа поймы (чередование грив и межгривных понижений). В структуре ацидоморф аборигенной

фракции ценофлоры преобладают умеренные ацидофилы, второе место занимают растения-нейтрофилы. Подавляющее большинство местных видов луговых ценозов исследуемой поймы являются гликофитами и гало-гликофитами. В структуре омброморф аборигенной фракции ценофлоры преобладают растения субконтинентальной свиты. В отношении фактора тепла наиболее многочисленными являются растения-мезотермофиты.

По сравнению с флорой Припятского Полесья ценофлора луговых сообществ поймы реки Припять отличается большей гелиофильностью, по фактору увлажнения – большей гигрофильностью. Растения луговых ценозов поймы репрезентируют более выраженный тепловой и менее выраженный континентальный режимы, что связано с обогревающим и смягчающим воздействием крупной реки.

Наличие чужеродных растений в ценозах лугов поймы смещает экологические спектры по фактору света в сторону гелиофильности, влаги – ксерофильности, кислотно-щелочных условий – базофильности, солевого богатства – галофильности, температуры – термофильности, континентальности климата – в сторону усиления континентальности. По мере насыщения луговых сообществ адвентивными видами, данные тенденции изменения экологического состава сообществ лугов будут усиливаться.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прокопьев, Е. П. Растительный покров поймы Иртыша / Е. П. Прокопьев. – Томск : Издательство Томского университета, 2012. – 560 с.
2. Цыганов, Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д. Н. Цыганов. – М. : Наука, 1983. – 196 с.
3. Didukh, Ya. P. The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication / Ya. P. Didukh. – Kyiv : Phytosociocentre, 2011. – 176 p.
4. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / Л. Г. Раменский, И. А. Цаценкин, О. Н. Чижиков, Н. А. Антипин. – М. : Гос. изд. Сельскохозяйственной литературы, 1956. – 472 с.
5. Ellenberg, H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas / H. Ellenberg. – Gottingen : Goltze, 1974. – 97 p.
6. Landolt, E. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora / E. Landolt – Zürich : Geobotanisches Institut der ETH, 1977. – Heft 64. – 208 s.
7. Раменский, Л. Г. О сравнительном методе экологического изучения растительных сообществ / Л. Г. Раменский // Дневник XII съезда русских естествоиспытателей и врачей в Москве с 28-го декабря 1909 г. по 6-е января 1910 г., издаваемый по постановлению Распорядительного комитета Съезда ; под ред. Ф. Н. Крашенинникова. – Москва, 1910. – Вып. 7. – С. 389–390.
8. Галанин, А. В. Лекция 4. Биологическое разнообразие и его экологическое значение. Лекции по экологии / А. В. Галанин // Ботанический сад-институт Дальневосточного отделения РАН. – URL: <https://botsad.ru/menu/activity/articles/galanin-v/lekcii-eco-11/biologicheskoe>. (дата обращения: 24.02.2025).
9. Полевая геоботаника : в 4 т. / под общ. ред. Е. М. Лавренко, А. А. Корчагин. – М.-Л. : Изд. Наука, 1964. Т. 3 : Полевая геоботаника / реда.: А. А. Корчагин Е. М. Лавренко, В. М. Понятовский. – 530 с.
10. Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С. К. Черепанов. – СПб. : Мир и семья–95, 1995. – 990 с.
11. Определитель высших растений Беларуси: учебное пособие для студентов вузов по биологическим специальностям / Т. А. Сауткина, Д. И. Третьяков, Г. И. Зубкевич [и др.] ; ред. В. И. Парфенов. – Минск: Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
12. Database of the Czech Flora and Vegetation // Pladias. – URL: <https://pladias.cz/en>. (дата обращения: 19.09.2024).
13. Анализ ценофлоры лугов поймы реки Припять / Г. В. Ермоленкова, Е. Я. Куликова, М. Л. Романова, [и др.] // Ботаника (исследования): сб. науч. тр. / НАН Беларуси [и др.] ; редкол.: В. И. Парфенов [и др.]. – Минск, 2024. – Вып. 54. – С. 100–112.
14. Мясик, А. Н. Экологический анализ аборигенной флоры Припятского Полесья / А. Н. Мясик // Изв. Гомельск. гос. ун-та им. Ф. Скорины. Естеств. науки. – 2016. – № 3 (96). – С. 40–47.
15. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений: монография / Л. А. Жукова, Ю.А. Дорогова, Н.В. Турмухаметова [и др.] ; под общ. ред. проф. Л. А. Жуковой. – Йошкар-Ола : Мар. гос. ун-т., 2010. – 368 с.

Поступила в редакцию 31.03.2025

Принята к публикации 10.06.2025

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ермоленкова Галина Васильевна – научный сотрудник лаборатории геоботаники и картографии растительности Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Куликова Елена Ярославовна – кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории геоботаники и картографии растительности Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Романова Марина Львовна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геоботаники и картографии растительности Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Добыш Константин Викторович – научный сотрудник лаборатории геоботаники и картографии растительности Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Пучило Анатолий Викентьевич – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией геоботаники и картографии растительности Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Экологический анализ ценофлоры лугов поймы реки Припять / Г. В. Ермоленкова, Е. Я. Куликова, М. Л. Романова [и др.] // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Минск, 2025. – Вып. 55. – С. 41–59.

УДК 582.29

А. П. ЯЦЫНА

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ТАКСОНОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИХЕНОБИОТЫ ДУБРОВ БЕЛАРУСИ

*Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси,
Минск, Беларусь, e-mail: lihenologs84@mail.ru*

Аннотация. В статье представлены результаты изучения таксономического состава лишенобиоты дубрав Беларуси. В ходе инвентаризации собственных лишенологических сборов и ревизии гербарного материала в дубравах Беларуси отмечено 263 вида, в том числе 246 видов лишайников, 9 видов лишенофильных и 8 видов нелихенизированных грибов, относящихся к двум отделам *Ascomycota* и *Basidiomycota*, 6 классам, 20 порядками, 46 семействам и 110 родам. Проведена сравнительная характеристика таксонов на уровне порядков, семейств и родов лишенобиот дубовых, еловых и сосновых лесов. Выявлены таксономические особенности лишенобиоты дубрав страны.

Ключевые слова: лишайники, нелихенизированные и лишенофильные грибы, таксономический состав, порядки, семейства, роды, дубравы, Беларусь.

A. P. YATSYNA

SPECIES DIVERSITY AND TAXONOMIC CHARACTERISTICS OF LICHEN BIOTA IN OAK FORESTS OF BELARUS

*V. F. Kurpevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus, e-mail lihenologs84@mail.ru*

Abstract. The article presents the results of the taxonomic composition of the lichen biota of the oak forests of Belarus. During the inventory of our own collections and herbarium material in the oak forests of Belarus, 263 species were identified, including 246 species of lichens, 9 species of lichenicolous and 8 species of non-lichenized fungi, belonging to two divisions *Ascomycota* and *Basidiomycota*, 6 classes, 20 orders, 46 families and 110 genera. A comparative characteristic of taxa at the level of orders, families and genera of lichen biota of oak, spruce and pine and forests of the republic was carried out. Taxonomic features of lichen biota of oak forests of the republic were revealed.

Keywords: lichens, non-lichenized and lichenicolous fungi, taxonomic composition, orders, families, genera, oak forests, Belarus.

ВВЕДЕНИЕ

Биологическое разнообразие любых таксономических групп живых организмов – ведущий фактор, обеспечивающий стабильность и целостность экосистемы. Значение биологического разнообразия, необходимость его изучения и охраны закреплены конвенцией ООН, а также Национальной стратегией и планом действий в рамках программы «Биоразнообразие» Республики Беларусь. Сравнительно-флористический анализ любого региона является неотъемлемой частью изучения растительного мира. В первую очередь он показывает флористический состав отдельных таксономических структур (классы, порядки, семейства, роды). В результате сопоставления с общим флористическим составом ли-

шайников на территории Беларуси проявляется специфичность таксономического состава природных регионов, отражающая разнообразие фитоценотических, географических и экологических условий лишайников [1].

Целенаправленных исследований по изучению биологического разнообразия лишенобиоты дубрав в Беларуси ранее не проводили [1, 2]. В связи с этим, весьма актуальными становятся исследования лишенобиоты дубрав страны. Полученная информация будет использована для разработки рекомендаций и проведения практических мероприятий по охране и рациональному использованию лишайников и близкородственных грибов в Беларуси.

ОБЪЕКТЫ (МАТЕРИАЛЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целенаправленную инвентаризацию биологического разнообразия лишайников и близкородственных грибов проводили с 2020 по 2024 гг. в следующих административных районах и особо охраняемых природных территориях Беларуси:

Брестская область, Брестский, Ивацевичский, заказник «Выгонощанское», Каменецкий, Национальный парк «Беловежская пуща», Кобринский, Ляховичский, Лунинецкий, заказник «Средняя Припять», Малоритский, Пинский, Пружанский р-н, НП «БП», Столинский, заказник «СП»;

Витебская область, Браславский, НП «Браславские озера», Витебский, Глубокский, Лепельский, «Березинский биосферный заповедник», Миорский, заказник «Ельня», Поставский, Толочинский, Шарковщинский;

Гомельская область, Буда-Кошелевский, Житковичский, НП «Припятский», Жлобинский, Кормянский, Лельчицкий, Мозырский, заказники «Алесь», «Стрельский», Петриковский, Рогачевский, памятник природы местного значения «Прозрастание дуба и других деревьев», Светлогорский, заказник «Выдрица», Хойникский;

Гродненская область, Берестовицкий, Волковысский, заказник «Замковый лес», Гродненский, заказник «Озеры», Дятловский, Зельвенский, Ивьевский, Лидский, Мостовский «Липичанская пуща», Новогрудский, Островецкий, Свислочский, НП (БП), Сморгонский, Щучинский, заказники «ЛП», планируемый заказник «Россь-Неман»;

Минская область: Воложинский, Минский, Мядельский, Солигорский, заказник «Старобинский», Стародорожский, заказник «Фаличский мох», Столбцовский;

Могилевская область: Бельничский, Бобруйский, ППМЗ «Пойменная дубрава», Глусский, ППМЗ «Дубрава 1», «Дубрава 2», «Дубрава 3», «Дубрава 4», «Дубрава 5», Кировский, Кличевский, заказники «Острова Дулебы» и «Свислочно-Березинский» («СБ»), Осиповичский, «СБ», Славгородский и Чериковский.

Типы леса и возраст обследованных дубрав определяли с помощью программы «ГИС Лес». Возраст обследованных дубовых лесов составил от 85 до 250 лет. В типологическом плане изученные дубравы относятся к следующим типам леса: плакорные (орляковые, снытевые, кисличные, крапивные, папоротниковые и черничные) и пойменные (злаково-пойменные, прируслово-пойменные, ольхово-пойменные, широколиственно-пойменные). Кроме того, проведена инвентаризация гербарных образцов, собранных в дубравах страны и хранящихся в коллекции лишайников лаборатории микологии Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси. Камеральная обработка материала проведена там же с использованием световой микроскопии: бинокля Olympus SZ 6 и микроскопа Olympus BX 51. Обработано и инсерировано в гербарий MSK-L около 6 тыс. гербарных пакетов. Номенклатура таксонов лишайников и близкородственных грибов приведена по сводке М. Westberg [3]. Исследования состава лишайниковых метаболитов лишайников родов *Bryoria*, *Cetrelia*, *Lepraria*, *Ropalospora* и некоторых видов *Lecanora*, *Pertusaria* проведены методом тонкослойной хроматографии в системе растворителей С [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе инвентаризации собственных сборов и гербарного материала разных коллекторов в дубравах Беларуси выявлено 263 вида, относящихся к двум отделам, 6 классам, 20 порядкам, 46 семействам и 110 родам (табл. 1), в том числе 246 видов лишайников, 9 видов лихенофильных грибов: *Arthrorhaphis aeruginosa* R. Sant. & Tønsberg на талломе лишайника *Cladonia* sp.; *Biatoropsis usnearum* Räsänen на талломе *Usnea* sp.; *Chaenothecopsis epithallina* Tibell на таллоле *Chaenotheca trichialis* (Ach.) Hellb.; *Clypeococcum hypocenomyces* D. Hawksw. на талломе *Hypocenomyce scalaris* (Ach.) M. Choisy; *Plectocarpon lichenum* (Sommerf.) D. Hawksw. на апотециях *Lobaria pul-*

monaria (L.) Hoffm.; *Sphinctrina turbinata* (Pers.) De Not. на талломе *Pertusaria* sp.; *Stigmidium microspilum* (Körb.) D. Hawksw. на талломе *Graphis scripta* (L.) Ach.; *Xanthoriicola physciae* (Kalchbr.) D. Hawksw. на апотециях *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. и *Zygomycetes physciacearum* (Diederich) Diederich, Millanes & Wedin на талломе *Physcia tenella* (Scop.) DC. а также 8 видов нелихенизированных грибов: *Chaenothecopsis pusilla* (Ach.) A.F.W. Schmidt, *C. rubescens* Vain., *Microcalicium disseminatum* (Ach.) Vain., *Mycocalicium subtile* (Pers.) Szatala, *Phaeocalicium polyporaeum* (Nyl.) Tibell, *Sarea difformis* (Fr.) Fr., *S. resinae* (Fr.) Kuntze и *Stenocybe pullatula* (Ach.) Stein.

Таблица 1. Таксономический спектр лишенобиоты дубрав Беларуси

Table 1. Taxonomical spectrum of lichen biota of oak forests of Belarus

Подотдел, Класс	Порядок	Семейство	Род/вид
ЦАРСТВО FUNGI Bartling (263)			
Отдел ASCOMYCOTA Caval.-Sm. (261)			
Класс ARTHONIOMYCETES O. E. Erikss. & Winka (24)	ARTHONIALES Henssen ex D. Hawksw. & O. E. Erikss. (22)	ARTHONIACEAE Rehb. (12)	Arthonia Ach. (8); Arthothelium A. Massal. (1); Diarthonis Clem. (1); Inoderma (Ach.) Gray (1); Reichlingia Diederich & Scheid. (1).
		CHRYSOTHRICHACEAE Zahlbr. (1)	Chrysothrix Mont. (1).
		LECANOGRAPHACEAE Ertz, Tehler, G. Thor & Frisch (3)	Alyxoria Ach. (1); Plectocarpon Fée (1); Zwackhia Körb. (1).
		OPEGRAPHACEAE Körb. ex Stizenb. (4)	Cresponea Egea & Torrente (1); Opegrapha Ach. (3).
		ROCELLACEAE Chevall. (2)	Lecanactis Körb. (1); Pseudoschismatomma Ertz & Tehler (1).
		Порядок ARTHONIALES , роды с неясным положением (2)	Bactrospora A. Massal. (1).
			Felipes Frisch & G. Thor (1).
Класс CONIOCYBOMYCETES M. Prieto & Wedin (16)	CONIOCYBALES M. Prieto & Wedin (16)	CONIOCYBACEAE Rehb. (16)	Chaenotheca (Th. Fr.) Th. Fr. (14); Sclerophora Chevall. (2).
Класс DOTHIDIOMYCETES O. E. Erikss. & Winka (5)	MONOBLASTIALES Lücking, M. P. Nelsen & K. D. Hyde (3)	MONOBLASTIACEAE Walt. Watson (3)	Acrocordia A. Massal. (2); Anisomeridium (Müll. Arg.) M. Choisy (1).
	MYCOSPHAERELLALES P.F. Cannon (1)	MYCOSPHAERELLACEAE Lindau (1)	Stigmidium Trevis. (1).
Класс DOTHIDIOMYCETES , семейства с неясным положением (1)		DACAMPIACEAE Körb. (1)	Clypeococcum D. Hawksw. (1).
Класс EUROTIOMYCETES O. E. Erikss. & Winka (11)	EUROTIOMYCETES O.E. Erikss. & Winka (1)	VERRUCARIACEAE Eschw. (1)	Agonimia Zahlbr. (1).
	PYRENULALES Fink ex D. Hawksw. & O. E. Erikss. (2)	PYRENULACEAE Rabenh. (2)	Pyrenula Ach. (2).
	MYCOCALICIALES Tibell & Wedin (8)	MYCOCALICACEAE A. F. W. Schmidt (7)	Chaenothecopsis Vain. (4); Mycocalicium Vain. (1); Phaeocalicium A. F. W. Schmidt (1); Stenocybe Nyl. ex Körb. (1).
		SPHINCTRINACEAE M. Choisy (1).	Sphinctrina Fr. (1).
Класс LECANOROMYCETES O. E. Erikss. & Winka (201)	CANDELARIALES Miadl., Lutzoni & Lumbsch (4)	CANDELARIACEAE E Hakul. (3)	Candelaria A. Massal. (1); Candelariella Müll. Arg. (2).
		PYCNORACEAE Bendiksby & Timdal (1)	Pycnora Hafellner (1).
	CALICIALES Bessey (27)	CALICIACEAE Chevall. (11)	Amandinea M. Choisy ex Scheid. & M. Mayrhofer (1); Buellia De Not. (2); Calicium Pers. (8).
		PHYSICIACEAE Zahlbr. (16)	Anaptychia Körb. (1); Phaeophyscia Moberg (5); Physcia (Schreb.) Michx. (4); Physconia Poelt (5); Rinodina (Ach.) Gray (1).
	LECANORALES Nannf. (122)	CARBONICOLACEAE Bendiksby & Timdal (1)	Hypocenomyce M. Choisy (1).
		CLADONIACEAE Zenker (14)	Cladonia P. Browne (14).

Подотдел, Класс	Порядок	Семейство	Род/вид
Класс LECANOROMYCETES O. E. Erikss. & Winka (201)	LECANORALES Nannf. (122)	LECANORACEAE Körb. (13)	Lecanora Ach. (12); Lecidella Körb. (1).
		PARMELIACEAE Eschw. (47)	Bryoria Brodo & D. Hawksw. (4); Cetraria Ach. (2); Cetrelia W. L. Culb. & C. F. Culb. (3); Evernia Ach. (2); Flavoparmelia Hale (1); Hypogymnia (Nyl.) Nyl. (2); Hypotrachyna (Vain.) Hale (2); Imshaugia S. L. F. Mey. (1); Melanelixia O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch (3); Melanohalea O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch (3); Menegazzia A. Massal. (1); Nephromopsis Gyeln. (1); Parmelia Ach. (4); Parmelina Hale (1); Parmeliopsis (Nyl.) Nyl. (1); Parmotrema A. Massal. (1); Platismatia W. L. Culb. & C. F. Culb. (1); Pleurosticta Petr. (1); Pseudevernia Zopf (1); Punctelia Krog (3); Usnea Dill. ex Adans. (8); Vulpicida J.-E. Mattsson & M. J. Lai (1).
		PILOCARPACEAE Zahlbr. (14)	Fellhanera Vězda (2); Micarea Fr. (11).
		PSILOLECHIA- ACEAE S. Stenroos, Miađl. & Lutzoni (2)	Psilolechia A. Massal. (2)
		RAMALINACEAE C. Agardh (23)	Bacidia De Not. (3); Bacidina Vězda (6); Biatora Fr. (2); Cliostomum Fr. (1); Lecania A. Massal. (3); Ramalina Ach. (7); Toniniopsis Frey (1).
		SCOLICIOSPORA- CEAE Hafellner (1)	Scoliciosporum A. Massal. (1).
		STEREOCAULA- CEAE Chevall. (6)	Lepraria Ach. (5); Lithocalla Orange (1).
	OSTROPALES Nannf. (12)	COENOGONIA- CEAE (Fr.) Stizenb. (2)	Coenogonium Ehrenb. ex Nees (2).
		GRAPHIDACEAE Dumort. (2)	Graphis Adans. (1); Thelotrema Ach. (1).
		GYALECTACEAE (A. Massal.) Stizenb. (3)	Gyalecta Ach. (3).
		PHLYCTIDACEAE Poelt ex J. C. David & D. Hawksw (2)	Phlyctis (Wallr.) Flot. (2).
		PORINACEAE Watson (1)	Porina Ach. (1).
		STICTIDACEAE Fr. (2)	Absconditella Vězda (1). Stictis Pers. (1).
		COLLEMATACEAE Zenker (4)	Collema Weber ex F. H. Wigg. (1); Leptogium (Ach.) Gray (2); Scytinium (Ach.) Gray (1).
	PELTIGERALES Watson (12)	LOBARIACEAE Chevall. (1)	Lobaria (Schreb.) Hoffm. (1).

Подотдел, Класс	Порядок	Семейство	Род/вид
Класс LECANOROMYCETES O. E. Erikss. & Winka (201)	PELTIGERALES Watson (12)	PELTIGERACEAE Dumort. (7)	Peltigera Willd. (7).
	TELOSCHISTALES D. Hawksw. & O. E. Erikss. (7)	TELOSCHISTACEAE Zahlbr. (7)	Athallia Arup, Frödén & Søchting (2); Calogaya Arup, Frödén & Søchting (1); Caloplaca Tr. Fr. (1); Polycauliona Hue (2); Xanthoria (Fr.) Th. Fr. (1).
	PERTUSARIALES M. Choisy ex D. Hawksw. & O. E. Erikss. (7)	PERTUSARIACEAE Körb. (7)	Lepra Scop. (2); Pertusaria DC. (5).
	TRAPELIALES Hodgkinson et Lendemer (8)	TRAPELIACEAE M. Choisy ex Hertel (8)	Placynthiella Elenkin (3); Sarea Fr. (2); Trapeliopsis Hertel & Gotth. Schneid. (3).
Класс LECANOROMYCETES O. E. Erikss. & Winka Подкласс OSTROPOMYCETIDAE , семейство с неясным положением (1)		MICROCALICIACEAE Tibell (1)	Microcalicium Vain. (1).
Класс LECANOROMYCETES O. E. Erikss. & Winka Подкласс UMBILICARIOMYCETIDAE Bendiksby, Hestmark & Timdal (1)	UMBILICARIALES J. C. Wei & Q. M. (1)	ROPALOSPORACEAE Hafellner (1)	Ropalospora A. Massal. (1).
Подотдел PEZIZOMYCOTINA O. E. Erikss. & Winka, порядки с неопределенным положением (2)	THELOCARPALES Lücking & Lumbsch (1)	THELOCARPACEAE Zukal (1)	Thelocarpon Nyl. (1).
	VEZDAEALES Lumbsch & Lücking (1)	VEZDAEACEAE Poelt & Vězda (1)	Vezdaea Tscherm. -Woess & Poelt (1).
Подотдел PEZIZOMYCOTINA O. E. Erikss. & Winka, семейство с неопределенным положением (2).		ARTHRORHAPHIDACEAE Poelt & Hafellner (1)	Arthrorhaphis Th. Fr. (1).
		STRANGOSPORACEAE S. Stenroos, Miądł. & Lutzoni (1)	Strangospora Körb. (1).
Подотдел PEZIZOMYCOTINA O. E. Erikss. & Winka, род с неопределенным положением (2).			Biatoridium J. Lahm ex Körb. (1).
			Xanthoriicola D. Hawksw. (1).
Отдел BASIDIOMYCOTA R.T. Moore			
Класс TREMELLOMYCETES Hibbett, Matheny & Manfr. Binder (2)	FILOBASIDIALES Jülich (1)	FILOBASIDIACEAE E L.S. Olive (1)	Zyzygomyces Diederich, Millanes & Wedin (1).
	TREMELLALES Fr. (1)	TREMELLACEAE Fr. (1)	Biatoropsis Räsänen (1).

Лихенобиота дубняков принадлежит двум отделам, входящим в состав царства *Fungi*: отдел *Ascomycota* содержит 261 вид (99,2% общего числа видов) и *Basidiomycota* – 2 вида (0,8%) (см. табл. 1). Подавляющее большинство отмеченных видов принадлежит классу *Lecanoromycetes*, который содержит 8 порядков, 26 семейств, 75 родов и 200 видов лишайников (76,0%). Наименьшим количеством видов характеризуются следующие пять классов: *Arthoniomycetes* – 1 порядок, 5 семейств, 15 родов, 24 вида (9,1% общего числа видов); *Coniocybomycetes* – 1 порядок, 1 семейство, 2 рода и 16 видов (6,1%); *Eurotiomycetes* – 3 порядка, 4 семейства, 7 родов и 11 видов (4,2%); *Dothideomycetes* – 2 порядка, 3 семейства, 4 рода

и 5 видов (1,9%) и *Tremellomycetes* – 2 порядка, 2 семейства, 2 рода и 2 вида (0,8%) (см. табл. 1).

Флористический спектр лишенобиоты дубрав показывает, что таксоны относятся к 20 порядкам. Порядок *Lecanorales* включает 122 вида (46,3% от общего числа видов); *Caliciales* – 27 видов (10,2%); *Arthoniales* – 24 (9,1%); *Coniocybales* – 16 (6,1%); по 12 видов включают порядки *Peltigerales* и *Ostropales* (9,0%), по 8 видов – *Mycocaliciales* и *Trapeliales* (6,1%), по 7 видов *Pertusariales* и *Teloschistales* – 7 (5,2%); *Candelariales* – 4 (1,5%); *Monoblastiales* – 3 (1,1%); *Pyrenulales* – 2 (0,8%); по 1 виду – *Eurotiomycetes*, *Filobasidiales*, *Mycosphaerellales*, *Thelocarpaceles*, *Tremellales*, *Umbilicariales* и *Vezdaeales* (см. табл.1).

В состав лишенобиоты дубрав Беларуси входит 46 семейств, среднее число видов в семействе – 6. В табл. 2 приведена сравнительная характеристика количества видов в семействах, от-

меченных в лишенобиоте дубрав страны с общим числом видов, известных на территории Беларуси. Сравнение проводили на основании опубликованного таксономического каталога [1].

Таблица 2. Сравнительная характеристика ведущих семейств лишенобиоты дубрав и Беларуси в целом

Table 2. Comparative characteristic of the leading families of lichen biota in oak forests and Belarus as a whole

Ранг	Семейство	Число родов / число видов в дубравах	Число родов / число видов в Беларуси
1	<i>Parmeliaceae</i>	21/47	28/80
2	<i>Ramalinaceae</i>	7/23	11/63
3	<i>Physciaceae</i>	5/16	7/36
3	<i>Coniocybaceae</i>	2/16	2/20
4	<i>Pilocarpaceae</i>	2/14	6/21
4	<i>Cladoniaceae</i>	1/14	2/61
5	<i>Lecanoraceae</i>	2/13	5/41
6	<i>Arthoniaceae</i>	5/12	4/23
7	<i>Caliciaceae</i>	3/11	3/17
8	<i>Trapeliaceae</i>	3/8	4/14
9	<i>Teloschistaceae</i>	5/7	10/28
9	<i>Mycocaliciaceae</i>	4/7	4/12
9	<i>Pertusariaceae</i>	2/7	2/11
9	<i>Peltigeraceae</i>	1/7	1/17
10	<i>Stereocaulaceae</i>	2/6	3/15
Всего		65/208	92/459

Уровнем выше среднего значения (6 видов) характеризуются 15 семейств. Наибольшее число видов, отмеченных в дубравах, характерно для семейства *Parmeliaceae*, которое содержит 47 видов лишайников; в лишенобиоте Беларуси семейство содержит 80 видов, относящихся к 28 родам (см. табл. 1). Второе место по количеству видов в дубравах занимает семейство *Ramalinaceae*, которое включает 7 родов и представлено 23 видами. Лишайники данного семейства – преимущественно неморальные виды, характерные для широколиственных лесов страны, часто отмечены на коре лиственных деревьев [1, 5]. Особое место в лишенобиоте страны занимает семейство *Physciaceae*, наибольшее разнообразие родов и видов которого связано с усадебными парками и урбанизированными территориями, в том числе парками отдыха, защитными посадками вдоль дорог, скверами в населенных пунктах и т. д. [1]. В дубравах следует отдельно отметить высокий ранг лишайников семейства *Coniocybaceae* – 16 видов, семейство представлено двумя родами: *Chaenotheca* и *Sclerophora*. Многие виды семейства приурочены к старовозрастным хвойным лесам и, кроме того, являются индикаторами длительно существующих ненарушенных лесных сообществ [5–8]. Разнообразие этой группы свидетельствует не только о достаточной непрерывности сообществ во времени, но и о стабиль-

ности их микроклимата [5]. Высокое разнообразие порошкоплодных лишайников служит также хорошим показателем низкого уровня антропогенной трансформации в дубравах Беларуси, это явление показано на примере некоторых ООПТ [5–8]. В дубравах семейство *Pilocarpaceae* содержит два рода *Fellhanera* и *Micarea*. Представители этих родов в дубравах отмечены на различных субстратах. Лишайники *Fellhanera bouteillei* (Desm.) Vězda встречается на ветках и иголках *P. abies*, *Fellhanera gyrophorica* Sérus., Coppins, Diederich & Scheid. – на коре *Quercus robur* L. реже *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn, *Betula pendula* Roth., *Carpinus betulus* L. и *Corylus avellana* L. В дубравах лишайники рода *Micarea* Fr. часто встречаются на коре и древесине *Picea abies* (L.) Karst. и *Pinus sylvestris* L., реже – на коре и древесине лиственных деревьев.

Семейство *Cladoniaceae* в дубравах представлено одним родом *Cladonia* и лишь 14 видами: *Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flot., *C. caespiticia* (Pers.) Flörke, *C. cenotea* (Ach.) Schaer., *C. chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng., *C. coniocraea* (Flörke) Spreng., *C. cornuta* (L.) Hoffm., *C. digitata* (L.) Hoffm. и др. Отдельно следует отметить семейство *Teloschistaceae*, которое включает в лишенобиоте Беларуси экологически пластичные виды, произрастающие в разнообразных естественных и антропогенных местообитаниях страны [1].

Сравнительная характеристика числа родов и видов ведущих семейств лишенобиот дубовых, сосновых и еловых лесов представлена в табл. 3.

Лишайники таких семейств, как *Cladoniaceae*, *Parmeliaceae*, *Ramalinaceae* в еловых и сосновых лесах занимают ведущее положение. На их долю в обеих хвойных формациях приходится почти одинаковое число таксонов – 106 и 109 видов соответственно, в то время как в дубравах отмечено 84 вида. Большинство видов семейства *Cladoniaceae* участвует в формировании напочвенного покрова в сосняках лишайниковых, реже – в вересковых и мшистых [5]. В еловых лесах по сравнению с сосновыми широко представлены виды семейств *Arthoniaceae*, *Physciaceae* и *Ramalinaceae* (45 видов), и это явление закономерно. Разнообразие мелко- и широколиственных пород с гладкой корой в еловых лесах в подросте и древостое способствует увеличению видового разнообразия лишайников этих семейств. В дубравах на долю вышеперечисленных семейств приходится уже 51 вид лишайника, т.е. количество неморальных видов закономерно увеличивается. Такие семейства, как *Coniocybaceae*, *Lecanoraceae*, *Pilocarpaceae* и *Trapeliaceae* имеют практически одинаковый состав лишайников как в еловых, так и в сосновых лесах, 52 и 46 видов соответственно [5]. В дубравах на долю 4 семейств приходится 51 вид (см. табл. 3).

Лишайники дубрав отнесены к 110 родам. Среднее число видов в роде составляет 2,4. Уровнем видового разнообразия выше среднего показателя (3) характеризуются 28 родов (25,4% общего числа родов), объединяющих 161 вид, что составляет 61,2% общего числа видов в дубра-

вах. Ведущими по числу видов в дубравах страны являются следующие роды: *Cladonia* (14 видов), *Chaenotheca* (14), *Lecanora* (12), *Micarea* (11), *Usnea* (8), *Arthonia* (8), *Calicium* (8), *Peltigera* (7), *Ramalina* (7), *Bacidina* (6), *Pertusaria* (5), *Physconia* (5), *Lepraria* (5), *Phaeophyscia* (5), *Parmelia* (4), *Bryoria* (4), *Chaenothecopsis* (4) и *Physcia* (4). На долю остальных 63 родов приходится 63 вида (24,0% от общего числа видов). Высокое количество одновидовых родов и семейств в лишенобиоте дубрав свидетельствует о разнообразии в них микроэкоотопов, пригодных для поселения лишайников и близкородственных грибов различных таксономических групп.

Сравнение количества видов ведущих родов лишенобиоты дубрав, сосновых и еловых лесов представлена в табл. 4, из которой видно, что в дубравах число видов родов *Lecanora*, *Chaenotheca*, *Micarea*, *Arthonia* и *Calicium* выше по сравнению с сосновыми и еловыми лесами. Это, вероятно, связано с увеличением видов деревьев и кустарников с гладкой корой: лещина, граб и увеличением в напочвенном покрове валежа, т.е. древесины дуба. Особый интерес представляют лишайники рода *Usnea*, число видов которого в лесах сосновой и дубовой формации одинаково и представлено 8 видами соответственно. В дубравах отмечены *Usnea ceratina* Ach., *U. dasopoga* (Ach.) Nyl., *U. diplotypus* Vain., *U. glabrescens* (Nyl. ex Vain.) Vain., *U. hirta* (L.) Weber ex F. H. Wigg, *U. intermedia* (A. Massal.) Jatta, *U. subfloridana* Stirt. и *U. wasmuthii* Räsänen. Необходимо отметить, что ранее приводимые для дубрав образцы *Usnea florida* [MSK-L 23325, 26087, 24429, 27322] были перепределены как *Usnea intermedia*.

Таблица 3. Сравнительная характеристика числа родов и видов ведущих семейств лишенобиоты сосняков, ельников и дубрав Беларуси

Table 3. Comparative characteristics of the number of genera and species of the leading families of lichen biota of pine, spruce and oak forests of the republic

Семейство	Число родов / число видов (ранг семейства)		
	в дубравах	в еловых лесах	в сосновых лесах
1 <i>Parmeliaceae</i>	21/47 (I)	22/48 (I)	20/51 (I)
2 <i>Cladoniaceae</i>	1/14 (IV)	1/33 (II)	2/43 (II)
3 <i>Ramalinaceae</i>	7/23 (II)	7/25 (III)	6/15 (III)
4 <i>Physciaceae</i>	5/16 (III)	6/20 (IV)	5/16 (III)
5 <i>Pilocarpaceae</i>	2/14 (IV)	4/15 (V)	2/12 (IV)
6 <i>Lecanoraceae</i>	2/13 (V)	4/14 (VI)	3/12 (IV)
7 <i>Peltigeraceae</i>	1/7 (IX)	1/15 (V)	1/11 (V)
8 <i>Coniocybaceae</i>	2/16 (III)	2/13 (VII)	1/10 (VI)
9 <i>Trapeliaceae</i>	3/8 (VIII)	3/10 (VIII)	4/12 (IV)
10 <i>Arthoniaceae</i>	5/12 (VI)	4/10 (VIII)	1/2 (VIII)
11 <i>Stereocaulaceae</i>	2/6 (X)	2/8 (IX)	2/9 (VII)
Всего	51/176 (67,0%)	56/211 (70,5%)	47/193 (72,6%)

Таблица 4. Сравнительный характеристика ведущих родов лишенобиоты сосняков, ельников и дубрав Беларуси

Table 4. Comparative characteristic of the leading genera of lichen biota of pine, spruce and oak forests of Belarus

Род	Число видов (ранг рода)		
	в дубравах	в еловых лесах	в сосновых лесах
1 <i>Cladonia</i>	14 (I)	33 (I)	42 (I)
2 <i>Peltigera</i>	7 (V)	15 (II)	11 (II)
3 <i>Micarea</i>	11 (III)	9 (IV)	10 (III)
4 <i>Lecanora</i>	12 (II)	9 (IV)	9 (IV)
5 <i>Chaenotheca</i>	14 (I)	10 (III)	10 (III)
6 <i>Ramalina</i>	7 (V)	9 (IV)	5 (VII)
7 <i>Usnea</i>	8 (IV)	6 (VII)	8 (V)
8 <i>Physcia</i>	4 (VIII)	8 (V)	5 (VII)
9 <i>Lepraria</i>	5 (VII)	7 (VI)	7 (VI)
10 <i>Arthonia</i>	8 (IV)	6 (VII)	1 (X)
11 <i>Calicium</i>	8 (IV)	6 (VII)	5 (VIII)
12 <i>Biatora</i>	2 (-)	5 (VIII)	4 (IX)
Всего	100 (38,0%)	123 (41,0%)	117 (43,7%)

Преобладающими по числу видов в дубравах являются роды *Cladonia* и *Chaenotheca*, включающие суммарно 28 видов. Роды занимают ведущее положение в лишенобиотах различных регионов обоих полушарий и встречаются в самых разнообразных биотопах [5]. Высокое положение в дубравах страны родов *Micarea*, *Peltigera* и *Usnea* в градиенте численности указывает на бореальный характер изучаемой лишенобиоты, в то время как роды *Arthonia*, *Lecanora*, *Ramalina* и *Physcia* – на неморальный [1, 9]. Напротив, такие роды, как *Candelariella*, *Melanohalea*, *Phaeophyscia*, *Physcia*, *Physconia* и *Ramalina* подчеркивают принадлежность лишенобиоты дубрав Беларуси к южному варианту лишенобиот Голарктики. На территории нашей страны подавляющее большинство перечисленных выше родов встречаются также в усадебных парках [9].

Видовое разнообразие лишайников и близких родственных грибов также выражается в видо-

специфичной приуроченности таксонов к дубравам. Только в дубравах отмечено произрастание 22 специализированных видов (8,3% общего числа видов в дубравах): *Acrocordia cavata* (Ach.) R. C. Harris, *Agonimia allobata* (Stizenb.) P. James, *Arthonia helvola* (Nyl.) Nyl., *A. mediella* Nyl., *Arthothelium spectabile* A. Massal., *Bacidina brandii* (Coppins & van den Boom) M. Hauck & V. Wirth, *Chaenotheca gracilentia* (Ach.) Mattsson & Middleb., *C. hispidula* (Ach.) Zahlbr., *Coenogonium luteum* (Dicks.) Kalb & Lücking, *Cresponea chloroconia* (Tuck.) Egea & Torrente, *Gyalecta derivata* (Nyl.) H. Olivier, *G. flotovii* Körb., *Leptogium rivulare* (Ach.) Mont., *Micarea hedlundii* Coppins, *M. pusilla* Launis, Malíček & Myllys, *Parmelia submontana* Nádv., *Pertusaria coronata* (Ach.) Th. Fr., *P. flavida* (DC.) J.R. Laundon, *Plectocarpon lichenum* (Sommerf.) D. Hawksw., *Schismatomma pericleum* (Ach.) Th. Fr., *Sphinctrina turbinata* (Pers.) De Not. и *Stictis radiata* (L.) Pers. [1, 5–8].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лихенобиота дубрав Беларуси содержит 263 вида, в том числе 246 видов лишайников, 9 видов лихенофильных и 8 видов нелихенизированных грибов, относящихся к двум отделам, 6 классам, 20 порядками, 46 семействам и 110 родам. Подавляющее большинство отмеченных видов принадлежит классу *Lecanoromycetes*, который включает 8 порядков, 26 семейств, 75 родов и 200 видов лишайников (76,0% общего числа видов известных в дубравах страны). Флористический спектр лихенобиоты дубрав показывает, что виды относятся к 20 порядкам: *Lecanorales* > *Caliciales* > *Arthoniales* > *Coniocybales* > *Peltigerales* = *Ostro-*

pales, > *Mycocaliciales* = *Trapeliales* > *Pertusariales* = *Teloschistales* > *Candelariales* > *Monoblastiales* > *Pyrenulales*, по 1 виду содержат *Eurotiomycetes*, *Filobasidiales*, *Mycosphaerellales*, *Thelocarpales*, *Tremellales*, *Umbilicariales* и *Vezdaeales*. В дубравах уровнем выше среднего значения характеризуются 15 семейств: *Parmeliaceae* > *Ramalinaceae* > *Physciaceae* = *Coniocybaceae* > *Pilocarpaceae* = *Cladoniaceae* > *Lecanoraceae* > *Arthoniaceae* > *Caliciaceae* > *Trapeliaceae* > *Teloschiaceae* = *Mycocaliciaceae* = *Pertusariaceae* = *Peltigeraceae* > *Stereocaulaceae*. Ведущими по числу видов в дубравах являются следующие роды: *Cladonia*.

donia = Chaenotheca > Lecanora > Micarea > Usnea = Arthonia = Calicium > Peltigera = Ramalina > Bacidina > Pertusaria = Physconia = Lepraria = Phaeophyscia > Parmelia = Bryoria = Chaenothecopsis = Physcia. Лихенобиоту дубрав можно охарактеризовать как неморальную со значительным

числом бореальных таксонов за счет присутствия в первом и втором ярусе древостоя хвойных пород и валежа, а также видов лишайников, отмеченных на урбанизированных территориях, кроме того, важным компонентам лихенобиоты дубрав Беларуси являются специализированные виды.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при поддержке НИР «Фитоценоотическое разнообразие мико- и лихенобиоты дубрав Беларуси: таксономический состав, экологическая структура, роль дубовых лесов в сохранении биологического разнообразия грибов и лишайников» (ГР 20210447 от 31.03.2021).

ЛИТЕРАТУРА

1. Флора Беларуси. Лишайники. Т. 1. / А. П. Яцына, В. В. Голубков, Д. Е. Гимельбрант [и др.] ; под общ. ред. В. И. Парфенова. – Минск: Беларуская навука, 2019. – 341 с.
2. Яцына, А. П. Практикум по накипным лишайникам Беларуси: пособие / А. П. Яцына, Л. М. Мержвинский. – Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2019. – 276 с. : ил.
3. Santesson's Checklist of Fennoscandian LichenForming and Lichenicolous Fungi / M. Westberg, R. Moberg, M. Myrdal [el al]. – Uppsala University : Museum of Evolution, 2021. – 933 p.
4. Orange, A. Microchemical methods for the identification of lichens / A. Orange, P. W. James, F. J. White. – London : British Lichen Society. 2010. – 102 p.
5. Яцына, А. П. Лихенобиота хвойных лесов Беларуси / А. П. Яцына ; под ред. А. В. Пугачевского. – Минск : Беларуская навука, 2024. – 463 с.
6. Яцына, А. П. Лишайники и миксомицеты пойменных дубрав заказника «Липичанская пуца» (Гродненская область, Республика Беларусь) / А. П. Яцына, Е. Л. Мороз // Разнообразие растительного мира. – 2023. – 1(16). – С. 25–35.
7. Яцына, А. П. Лишайники и миксомицеты дубрав планируемого заказника «Россь-Неман» (Гродненская область, Республика Беларусь) / А. П. Яцына, Е. Л. Мороз // Разнообразие растительного мира. – 2023. – 4(19). – С. 4–12.
8. Яцына, А. П. Лишайники и миксомицеты дубрав Национального парка «Беловежская пуца» (Республика Беларусь) / А. П. Яцына, Е. Л. Мороз // Разнообразие растительного мира, – 2024. – № 2 (21). – С. 24–37.
9. Яцына, А. П. Лихенобиота усадебных парков Минской области / А. П. Яцына ; науч. ред. Е. Э. Мучник. – Минск : Беларуская навука, 2021. – 181 с.

Поступила в редакцию 24.03.2025

Принята к публикации 10.06.2025

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Яцына Александр Петрович – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории микологии Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купчевича Национальной академии наук Беларуси».

ФИТОЦЕНОЛОГИЯ PHYTOCENOLOGY

УДК 630*182.4 (630*176.322.6):630*181

Д. К. ГАРБАРУК, А. В. УГЛЯНЕЦ, С. В. ШУМАК, А. Н. ВОРОНЕЦКАЯ, Л. М. ТУРЧИН

ИЗМЕНЕНИЯ В ОСНОВНЫХ ЦЕНОЭЛЕМЕНТАХ ДУБРАВ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС (БЕЛОРУССКИЙ СЕКТОР)

*Полесский государственный радиационно-экологический заповедник, Хойники, Гомельская обл., Беларусь,
e-mail: dima.garbaruk.77@mail.ru*

Аннотация. Приведены результаты изучения краткосрочных изменений в основных ярусах старовозрастных насаждений дуба в зоне отчуждения Чернобыльской атомной электростанции (белорусский сектор). Установлено, что в дубравах кисличной, снытевой и приуслово-пойменной происходит постепенная деградация древостоев, обусловленная возрастными изменениями, ухудшением обеспеченности почв влагой из-за негативных последствий гидротехнической мелиорации в прошлом и современного потепления климата, а в некоторой степени – деятельностью бобра. На этом фоне наблюдается обеднение видового состава и снижение общей густоты подроста и подлеска, изменение доли участия отдельных видов растений в составе разных ценоэлементов дубрав под влиянием мощного трофического пресса со стороны диких копытных. Снижение густоты древостоев способствовало повышению уровня освещенности под их пологом и, как следствие, – увеличению видового разнообразия живого напочвенного покрова и разнонаправленным изменениям обилия отдельных составляющих его видов.

Ключевые слова: зона отчуждения Чернобыльской АЭС, дубрава, древостой, подрост, подлесок, живой напочвенный покров.

D. K. GARBARUK, A. V. UGLYANETS, S. V. SHUMAK, A. N. VORONETSKAYA, L. M. TURCHIN

CHANGES IN THE MAIN CENOELEMENTS OAK FORESTS OF THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT EXCLUSION ZONE (BELARUSIAN SECTOR)

Polesye State Radiation-Ecological Reserve, Khoyniki, Gomel' region, Belarus, e-mail: dima.garbaruk.77@mail.ru

Annotation. The results of studying short-term changes in the main tiers of old-growth oak stands in the exclusion zone of the Chernobyl nuclear power plant (Belarusian part) are presented. It was found that in Wood sorrel, Goutweed and Riverbed-floodplain oak forests stands are gradually degrading due to age changes of stands, reduction of soil moisture supply due to negative consequences of hydrotechnical reclamation in the past and modern warming of the climate, and to some extent – beaver activity. Against this background, there is an impoverishment of species composition and a decrease in the total density of undergrowth and underforest, a change in the share of participation of certain plant species in the composition of different cenoelements of oak forests under the influence of powerful trophic pressure from wild ungulates. The decrease in stand density contributed to the increase in the light level under the canopy and, as a consequence, to the increase in the species diversity of the living ground cover and multidirectional changes in the abundance of its individual constituent species.

Keywords: Chernobyl NPP exclusion zone, oak forest, stand, undergrowth, underforest, living ground cover.

ВВЕДЕНИЕ

Дубравы в зоне отчуждения (ЗО) Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС), в границах которой функционирует Полесский государственный радиационно-экологический заповед-

ник (заповедник), занимают 7863 га, или 5,6% от лесопокрытой площади, и являются четвертой по распространенности лесной формацией [1]. Ограниченная лесохозяйственная деятельность, ис-

ключающая рубки главного пользования, осуществлявшаяся под строгим радиационным контролем в экспериментально-хозяйственной зоне заповедника [2] не затронула дубовые леса. Оценке их состояния, в отличие от насаждений других основных лесобразующих пород, длительное время уделяли мало внимания.

Установлено [3], что старовозрастные древостои дуба расстроены рубками еще до аварии на ЧАЭС, а после нее развивались без хозяйственного вмешательства и по состоянию на 2021 г. охарактеризованы как низкобонитетные, низкопродуктивные и медленно деградирующие. По мере их изреживания определенные изменения происходили в подростово-подлесочном ярусе и в живом напочвенном покрове (ЖНП) фитоценозов.

В пяти наиболее распространенных типах леса высоковозрастных дубрав выявлены различия видового состава, густоты и структуры подлеска [4], а также характеристики естественного возобновления (подроста) и его успешность [5]. Исследования ЖНП в лесах данной формации не проводили. Очевидно, что мониторинг динамики этих ценоэлементов насаждений дуба является актуальным.

На территории ЗО ЧАЭС ведется разноплановая научная деятельность, приоритетом которой в соответствии со статусом заповедника являются радиационно-экологические исследования [6]. С 2014 г. осуществляется радиационно-экологический мониторинг лесных экосистем на формационно-типологической основе, важной частью которого является лесоводственно-экологическая составляющая, включающая поэлементную оценку лесных фитоценозов [7].

Наблюдаемыми объектами в формации дубовых лесов являются высоковозрастные дубравы кисличная, снытевая и прируслово-пойменная, на которые в ЗО ЧАЭС суммарно приходится половина (50,4%) площади дубрав. В каждом из этих типов леса в 2018 г. заложено по одному постоянному пункту наблюдения (ППН), где оценивали элементы фитоценоза – древостой, подрост, подлесок и ЖНП. Повторные наблюдения выполнены в 2024 г., что позволило оценить изменения в ценоэлементах дубрав за 6-летний промежуток времени.

Цель исследования – выявить текущие изменения в древостое, подросте, подлеске и ЖНП высоковозрастных дубрав на территории ЗО ЧАЭС.

ОБЪЕКТЫ (МАТЕРИАЛЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объекты исследований – древостой, подрост, подлесок, ЖНП в дубравах кисличной, снытевой и прируслово-пойменной на ППН радиационно-экологического мониторинга лесных экосистем в ЗО ЧАЭС (табл. 1). Площадь каждого ППН составляет 0,25 га.

Закладка ППН выполнена в соответствии с ТКП (Техническим кодексом устоявшейся практики 498-2013 (02080) «Радиационный мониторинг лесного фонда. Закладка постоянного пункта наблюдения. Порядок проведения»). Так-

сацию древостоев осуществляли согласно изложенным в источниках [8] методам. При расчете таксационных показателей использовали справочник [9]. Учет подроста и подлеска проведен в соответствии с вышеуказанным ТКП на пяти учетных площадках размером 5×5 м на каждом ППН по видам растений. Оценка обилия ЖНП выполнена по шкале Друде [10], общего проективного покрытия (ОПП) почвы ЖНП – глазомерно в процентах.

Таблица 1. Местонахождение ППН и даты проведения исследований

Table 1. Location of permanent monitoring points and dates of researches

Шифр ППН	Дубрава	Лесничество, квартал/выдел	Географические координаты		Даты наблюдений	
			широта (N)	долгота (E)	предыдущая	текущая
Нп-4	кисличная	Новопокровское, 91/5	51°42'02,6"	29°55'49,4"	23.05.2018	30.07.2024
Бб-1	снытевая	Бабчинское, 1/28	51°42'40,3"	29°56'19,8"	20.06.2018	29.07.2024
Ор-1	прируслово-пойменная	Оревичское, 50/40	51°38'09,0"	29°47'50,8"	05.07.2018	14.08.2024

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Древостой. Составы древостоев в дубравах кисличной и снытевой за 6 лет не изменились. В составе дубравы прируслово-пойменной уменьшилось участие тополя черного по причине вал-

ки его деревьев бобром, но увеличилось количество березы за счет выхода в древесный ярус небольшого количества крупных растений ее подроста (табл. 2).

Таблица 2. Изменение таксационных показателей древостоев дуба**Table 2.** Change in taxation indicators of oak stands

Шифр ППН, тип леса	Год таксации	Состав древостоя	Воз- раст дуба, лет	Средние		Бони- тет по дубу	Гус- тота, шт./га	Сумма площ. сече- ний, м ² /га	Пол- нота	Запас, м ³ /га	Среднее измене- ние за- паса, м ³ /га год
				Н, м	Д, см						
Нп-4, дубрава кис- личная	2018	7Д2Олч1Г+Б,Кл	110	24,3	58,9	II	600	25,6	0,8	258	2,34
	2024	7Д2Олч1Г+Б,Кл	116	26,1	58,7	II	592	23,3	0,7	225	1,94
	Изменения, ±	—	+6	+1,8	-0,2	—	-8	-2,3	-0,1	-33	-0,40
	Изменения, %	—	—	+7,4	-0,3	—	-1,3	-9,0	-16,4	-12,8	-17,1
Бб-1, дубрава сны- тевая	2018	6Д3Г1Кл+Олч	112	23,3	50,9	III	540	27,6	0,9	252	2,25
	2024	6Д3Г1Кл+Олч	118	23,6	51,8	III	484	25,6	0,8	231	1,96
	Изменения, ±	—	+6	+0,3	+0,9	—	-56	-2,0	-0,1	-21	-0,29
	Изменения, %	—	—	+1,3	+1,8	—	-10,4	-7,2	-13,8	-8,3	-12,9
Ор-1, дубрава при- русово-пой- менная	2018	9Д1Тч+Б,Олч,Гш	77	13,9	34,7	IV	324	20,2	0,8	156	2,02
	2024	9Д1Б+Тч,Олч,Гш	83	13,7	32,0	IV	336	18,1	0,7	139	1,67
	Изменения, ±	—	+6	-0,2	-2,7	—	+12	-2,1	-0,1	-17	-0,35
	Изменения, %	—	—	-1,4	-7,7	—	+3,7	-10,4	-11,1	-10,9	-15,9

В дубраве кисличной произошел единичный отпад крупных относительно низких сухостойных деревьев с образованием «окон». Суммарный прирост их по диаметру несущественно снизился и не компенсировал потери суммы площадей сечений отпавших экземпляров. Поэтому, несмотря на заметное увеличение средней высоты, ощутимо уменьшились абсолютная и относительная полноты древостоя, запас стволовой древесины и его среднее изменение.

В дубраве снытевой интенсивность отпада деревьев почти на порядок выше, чем в кисличной. Незначительное увеличение средних приростов оставшихся деревьев в высоту и по диаметру также не привело к компенсации абсолютной полноты сохранившегося древостоя. В итоге показатели продуктивности древостоя значимо сократились.

В дубраве прирусово-пойменной из-за отпада деревьев дуба (усыхание) и тополя черного, а также выхода небольшого количества растений березы из подроста в древостой уменьшились все таксационные показатели насаждения, кроме густоты.

Таким образом, за очень короткий срок в насаждениях разных типов дубрав произошло

существенное снижение абсолютной (на 7,2–10,4%) и относительной (11,1–16,4%) полноты, стволового запаса древостоев (8,3–12,8%) и среднего его изменения (12,9–17,1%). По запасам стволовой древесины дубравы кисличная и снытевая сильно уступают нормальным древостоям дуба соответствующего или близкого к ним возраста и типа леса (табл. 3). Приведенные сведения говорят об интенсивной деградации исследованных древостоев дуба.

Подрост в дубраве кисличной в 2018 г. состоял из 8 видов общей густотой 5,18 тыс. шт./га (табл. 4). Количественно преобладали граб (48,8%) и клен (35,8%) при существенной доле ясеня (10,2%), на которые суммарно приходилось 94,8% растений от общего их количества в подросте.

Через 6 лет количество видов в подросте не менялось, но из его состава исчезла береза повислая, которая была представлена единичными экземплярами, и появилась ольха черная. Общая густота подроста увеличилась на 11,6%. Численность клена выросла до 2,48 тыс. шт./га, осины – до 0,56, ильма – до 0,24, груши – до 0,16 тыс. шт./га. Ко-

Таблица 3. Сравнение показателей продуктивности древостоев дуба на ППН с таблицами хода роста нормальных дубовых древостоев**Table 3.** Comparison of productivity indicators of oak stands on permanent monitoring points with growth progress tables of normal oak stands

Фактический					По таблицам хода роста (по [8])			
шифр ППН	тип леса	бонитет	возраст, лет	запас, м ³ /га	тип леса	бонитет	возраст, лет	запас, м ³ /га
Нп-4	Д. кисличная	II	116	225	Д. кисличная	II	110	438
						II	120	459
Бб-1	Д. снытевая	III	118	231	Д. черничная	III	120	376
						I	120	531

Таблица 4. Изменение породного состава и густоты подроста, шт./га/%**Table 4.** Changes in species composition and undergrowth density, pieces ha⁻¹%

Дубрава	Кисличная		Снытевая		Прируслово-пойменная	
Год наблюдений	2018	2024	2018	2024	2018	2024
Береза повислая	24/0,5	—	—	—	350/8,8	533/18,2
Граб	2528/48,8	1760/29,7	2057/6,7	80/0,4	—	—
Груша	16/0,3	160/2,7	—	—	400/10,0	867/29,6
Дуб	64/1,2	480/8,1	171/0,6	640/3,4	1083/27,2	1133/38,6
Ильм шершавый	24/0,5	240/4,0	1429/4,7	880/4,6	—	—
Клен	1856/35,8	2480/41,9	15357/50,2	15680/82,4	—	—
Липа	—	—	257/0,8	—	—	—
Ольха черная	—	160/2,7	—	—	33/0,8	—
Осина	144/2,7	560/9,5	200/0,6	—	1900/47,7	333/11,3
Сосна	—	—	—	—	17/0,4	—
Тополь черный	—	—	—	—	50/1,3	—
Яблоня домашняя	—	—	—	—	150/3,8	67/2,3
Ясень	528/10,2	80/1,4	11129/36,4	1760/9,2	—	—
Итого	5184/100,0	5920/100,0	30600/100,0	19040/100,0	3983/100,0	2933/100,0

личество граба снизилось на 30,4%, ясень – до 0,08 тыс. шт./га. В итоге в 2024 г. на долю граба приходилось 29,7% растений от общего количества подроста, клена – 41,9%, осины – 9,5%, ясеня 1,4%. Численность возобновления дуба выросла до 0,48 тыс. шт./га, а участие в составе – до 8,1%. Рост общей густоты подроста обусловлен естественным изреживанием древостоя и образованием в его пологе «оконов».

В дубраве снытевой в 2018 г. очень густой подрост (30,6 тыс. шт./га) формировали 7 древесных пород. В его составе доминировали клен (50,2%) и ясень (36,4%) при небольшом участии граба (6,7%) и ильма (4,7%).

К 2024 г. количество видов подроста сократилось до 5 (выпали имевшие небольшую численность липа и осина), общая густота уменьшилась до 19,0 тыс. шт./га. За это время густота подроста ясеня сократилась до 1,76, ильма – до 0,88 тыс. шт./га, клена – практически не изменилась (+2,1%), а граб почти исчез. Несмотря на увеличение количества подроста дуба, его густота продолжала оставаться низкой (0,64 тыс. шт./га). В составе преобладал клен (82,4%) при участии ясеня (9,2%) и ильма (4,6%).

В дубраве прируслово-пойменной в 2018 г. в подросте встречались 8 пород общей густотой 4 тыс. шт./га. В его структуре доминировала осина (47,7%) при достаточно высокой (27,2%) доле дуба.

В 2024 г. в подросте насчитывалось 5 пород, а его густота снизилась на 26,4% и составляла 2,9 тыс. шт./га. Из состава исчезли тополь черный, ольха черная и сосна. Незначительно (на 4,6%) увеличилась численность дуба. Количество растений груши возросло до 0,87, березы повислой – до 0,53 тыс. шт./га, уменьшили свое присутствие яблоня и осина. Снижение общей густоты подроста

произошло, главным образом, из-за резкого сокращения количества возобновления осины. В составе стал преобладать дуб (38,6%), при довольно большом числе растений груши (29,6%) и березы (18,2%). Отметим, что в прируслово-пойменных дубравах груша является обычной породой в составе древостоев [3].

Подлесок (табл. 5) в дубраве кисличной в 2018 г. имел густоту 2,3 тыс. шт./га и состоял из 7 пород. Его численность распределялась между 4 основными видами – бересклетом европейским (31,8%) и бородавчатым (18,8%), крушиной (21,8%) и лещиной (20,7%). За 6 лет из его состава исчезли 4 вида – бересклет бородавчатый, свидина, рябина и калина, но общая густота повысилась на 24,4% и достигла 2,9 тыс. шт./га. Количество бересклета европейского сократилось в полтора раза, численность крушины возросла на 11,1%, лещины – в 3,8 раза, что обеспечило ее доминирование в составе (63,9%).

В дубраве снытевой густота подлеска в 2018 г. составляла 4,8 тыс. шт./га с 9 породами в составе. Количественно преобладали бересклеты бородавчатый (44,5%) и европейский (23,0%), лещина (18,0%). Через 6 лет в подлеске отсутствовали 4 вида – калина, рябина, смородина черная, черемуха, представленные ранее единичными экземплярами. Общая его густота выросла на 6,2% (до 5,1 тыс. шт./га). При этом численность бересклета европейского увеличилась до 2,00, лещины – до 1,36, крушины – до 0,4 тыс. шт./га, а количество бересклета бородавчатого сократилось в 2,1 раза, свидины – на 6,6%. В результате в составе подлеска стал преобладать бересклет европейский (39,0%), значительная доля принадлежала лещине (26,6%). Бересклет бородавчатый снизил свое участие до 20,3%, доля крушины выросла до 9,4%.

Таблица 5. Изменение породного состава и густоты подлеска, шт./га/%**Table 5.** Changes in species composition and underforest density, pieces ha⁻¹/%

Дубрава	Кисличная		Снытевая		Прируслово-пойменная	
Год наблюдений	2018	2024	2018	2024	2018	2024
Бересклет европейский	736/31,8	480/16,7	1114/23,0	2000/39,0	—	—
Бересклет бородавчатый	436/18,8	—	2157/44,5	1040/20,3	—	—
Ива розмаринолистная	—	—	—	—	367/6,4	400/8,1
Ирга колосистая	—	—	—	—	—	67/1,4
Жостер	—	—	—	—	17/0,3	—
Калина	24/1,0	—	271/5,6	—	170,3	67/1,4
Крушина	504/21,8	560/19,4	14/0,3	480/9,4	4467/78,4	3267/66,2
Лещина	480/20,7	1840/63,9	871/18,0	1360/26,6	—	—
Роза sp.	—	—	—	—	833/14,6	1133/22,9
Рябина	40/1,7	—	71/1,5	—	—	—
Свидина	96/4,2	—	257/5,3	240/4,7	—	—
Смородина черная	—	—	14/0,3	—	—	—
Черемуха	—	—	71/1,5	—	—	—
Итого	2316/100,0	2880/100,0	4840/100,0	5120/100,0	5701/100,0	4934/100,0

В дубраве прируслово-пойменной в сравнении с суходольными типами леса видовой состав подлеска в 2018 г. беднее (5 видов) густотой 5,1 тыс. шт./га. В составе преобладала крушина (78,4%). Относительно широкое распространение имели виды рода Роза (14,6%), в заметном количестве присутствовала ива розмаринолистная (6,4%). Через 6 лет исчез из состава представленный единичными экземплярами жостер, появилась ирга колосистая. Увеличили свою численность виды рода Роза (на 36,0%), ива розмаринолистная (на 9,0%), уменьшилось количество крушины (на 10,4%) и калины. Общая густота подлеска сократилась до 4,9 тыс. шт./га. В составе сохранила свое доминирование крушина (66,2%), при значительном увеличении доли видов роз (22,9%) и ивы розмаринолистной (8,1%).

Таким образом, в подлеске суходольных дубрав за 6-летний период количество видов уменьшилось на 44,4–57,1%, густота повысилась на 6,2–24,4%, в составе увеличились доли лещины и крушины. В подлеске дубравы прируслово-пойменной аборигенный жостер сменился инвазионным видом иргой колосистой. Общая его густота снизилась на 13,4%, уменьшилось количество крушины и возросло количество растений рода Роза и ивы розмаринолистной.

Живой напочвенный покров (табл. 6) в дубраве кисличной в 2018 г. редкий (ОПП 20%). В составе встречено 22 вида, кроме видов семейств злаковые и осоковые, которые определяли до рода ввиду отсутствия у растений характерных классификационных признаков (соцветий). Виды рода ежевика на начальном этапе мониторинга не учитывали.

В 2024 г. количество видов увеличилось до 36, ОПП – до 60%. Не обнаружены 5 видов (купена многоцветковая, вербейник монетчатый, зубянка

клубненосная, борщевик сибирский, чихотник хрящеватый), но появились 19 новых – будра плющевидная, буквица лекарственная, винцетоксикум лекарственный, горошек sp., зверобой продырявленный, зеленчук желтый, земляника лесная, ежевики несская, обыкновенная и скальная, клевер sp., купырь лесной, мята sp., наперстянка крупноцветковая, орляк широкодольчатый, колокольчики крапиволистный, раскидистый и персилистный, пикульник ладанниковый.

Сохранили свое присутствие 17 видов растений. Наиболее обильными в 2018 г. были звездчатка ланцетолистная, ландыш майский, чесночница черешковая (обилие по Друде – sp); в 2024 г. – звездчатка ланцетолистная (сор¹), ландыш майский, орляк широкодольчатый, ежевика несская (sp–сор¹). Свое обилие до sol–sp увеличили купена лекарственная, герань Роберта, майник двулистный, помаренник мягкий, вороний глаз четырехлистный, дремлик чемерицевидный, крапива двудомная, живучка ползучая, кочедыжник женский.

В дубраве снытевой количество видов ЖНП увеличилось с 14 в 2018 г. до 21 в 2024 г. На последнюю дату не учтены зубянка клубненосная и недотрога обыкновенная, но зарегистрированы 9 новых видов – живучка ползучая, фиалка sp., чесночница черешковая, вороний глаз четырехлистный, ежевики несская и скальная, земляника лесная, ожика волосистая, колокольчик крапиволистный. Свое присутствие сохранили 12 видов. За это время ОПП ЖНП сократилось с 90 до 75%. Продолжала доминировать сныть обыкновенная (сор³), уменьшили свое обилие ландыш майский (с сор² до сор¹) и гравилат городской (с sp до sol), увеличили – звездчатка ланцетолистная (с sp до сор²), майник двулистный и крапива двудомная (с sol до sp).

Таблица 6. Изменение состава и обилия видов живого напочвенного покрова**Table 6.** Changes in composition and abundance of living ground cover species

Тип леса	Год	Вид, обилие, общее проективное покрытие живого напочвенного покрова
Дубрава кисличная	2018	Ландыш майский, звездчатка ланцетолистная, чесночница черешковая – sp, майник двулистный, купена многоцветковая, купена лекарственная, вербейник монетчатый, сныть обыкновенная, седмичник европейский, злаки sp., зубянка клубненосная, вороний глаз четырехлистный, кочедыжник женский, крапива двудомная, крестовидка весенняя, борщевик сибирский, чистотел большой, подмаренник мягкий, живучка ползучая, герань Роберта, гравилат городской, чихотник хрящеватый, дремлик чемерицевидный – все sol. Общее проективное покрытие – 20%.
	2024	Звездчатка ланцетолистная – сор ¹ , ландыш майский, орляк широкодольчатый, ежевика несская (куманика) – все sp–сор ¹ , купена лекарственная, герань Роберта, майник двулистный, подмаренник мягкий, вороний глаз четырехлистный, зеленчук желтый, дремлик чемерицевидный, крапива двудомная, живучка ползучая, кочедыжник женский, будра плющевидная – все sp, ежевика обыкновенная (малина) – sol–sp, чистотел большой, купырь лесной, ежевика скальная (костяника), гравилат городской, чесночница черешковая, колокольчик персиколистный, пикульник ладанниковый, крестовидка весенняя, земляника лесная, горошек sp., колокольчик крапиволистный, бор развесистый, сныть обыкновенная, седмичник европейский, наперстянка крупноцветковая, клевер sp., зверобой продырявленный, злаки sp., мята sp., буквица лекарственная, колокольчик раскидистый, винцетоксикум лекарственный, осоки sp. – все sol. Общее проективное покрытие – 60%.
Дубрава снытьевая	2018	Сныть обыкновенная – сор ³ , ландыш майский – сор ² , зеленчук желтый – сор ¹ , купена лекарственная, подмаренник мягкий, зубянка клубненосная – все sp–сор ¹ , злаки sp., звездчатка ланцетолистная, медуница неясная, чина весенняя, герань Роберта, гравилат городской, недотрога обыкновенная – все sp, крапива двудомная и майник двулистный – sol. Общее проективное покрытие – 90%.
	2024	Сныть обыкновенная – сор ³ , звездчатка ланцетолистная – сор ² , ландыш майский, злаки sp., зеленчук желтый – все сор ¹ , помаренник мягкий, живучка ползучая, купена лекарственная, майник двулистный, фиалка sp., чесночница черешковая, герань Роберта, вороний глаз четырехлистный, крапива двудомная, чина весенняя, ежевика несская (куманика), медуница неясная – все sp, гравилат городской, земляника лесная, ежевика скальная (костяника), ожика волосистая, колокольчик крапиволистный – все sol. Общее проективное покрытие – 75%.
Дубрава прируслово-пойменная	2018	Злаки sp. – сор ³ –сос, осоки sp. – сор ¹ , подмаренник настоящий – sp–сор ¹ , подмаренник sp., вероника узколистная, дрок красильный, пижма обыкновенная, винцетоксикум лекарственный, хвощ зимующий – все sp, ежевика несская (куманика) – sol–sp, фиалка sp., гвоздика Барбаша, василистник светлый, буквица лекарственная, тысячелистник обыкновенный, щавель кислый, кирказон ломоносовидный, зверобой продырявленный, молочай кипарисовидный, молочай глянцевитый, колокольчик круглолистный, золотарник обыкновенный, норичник узловатый, черноголовка обыкновенная, клевер sp., ландыш майский, ослинник sp., вербейник монетчатый, спаржа лекарственная – все sol. Общее проективное покрытие – 95%.
	2024	Плеврозиум Шребера – 1%. Злаки sp., ландыш майский – все sp–сор ² (сор ³), ежевика несская (куманика), молиния голубая – все сор ² –сор ³ , подмаренник настоящий – sp–сор ¹ , тысячелистник обыкновенный, дрок красильный, винцетоксикум лекарственный, вейник наземный, пижма обыкновенная, подмаренник sp., горошек sp., молочай кипарисовидный, очитник восходящий – все sp, вероника узколистная, череда олистная, вербейник обыкновенный, осоки sp., клевер sp., будра плющевидная, зверобой продырявленный, золотарник обыкновенный, хвощ зимующий – все sol–sp, марьянник польский, гвоздика Борбаша, ястребинка sp., кирказон ломоносовидный, спаржа лекарственная, дербенник иволистный, лабазник вязолистный, гречишка вьюнковая, бедренец камнеломковый, вербейник монетчатый, ослинник sp., фиалка sp., молочай глянцевитый, норичник узловатый, лютик ползучий – все sol. Общее проективное покрытие – 95%.

В дубраве прируслово-пойменной в 2018 г. в составе ЖНП произрастало 27 видов высших сосудистых растений, в 2024 – 34. Проективное покрытие ими почвы сохранилось на уровне 95%. В видовом составе ЖНП произошли существенные изменения. В 2024 г. появился мох Шребера, в состав высших растений добавились 12 новых

видов (бедренец камнеломковый, будра плющевидная, вербейник обыкновенный, горошек sp., гречишка вьюнковая, дербенник иволистный, лабазник вязолистный, лютик ползучий, марьянник польский, очитник восходящий, череда олистная, ястребинка sp.). Не обнаружены 5 ранее учтенных видов (буквица лекарственная, ва-

силистник светлый, колокольчик круглолистный, черноголовка обыкновенная, щавель кислый). Произрастание 22 видов отмечено в 2018 и 2024 гг. В 2018 г. по обилию доминировали виды семейства злаковые ($\text{cop}^3\text{--soc}$) и осоковые (cop^1) со значительным участием подмаренника настоящего (sp--cop^1). Спустя 6 лет в ЖНП преобладали молиния голубая, ландыш майский, ежевика несская ($\text{cop}^2\text{--cop}^3$) и подмаренник настоящий (sp--cop^1).

Изменения характеристик элементов дубрав обусловлены рядом внешних и внутренних экологических факторов. Ухудшение состояния древостоев произошло в результате нарушения устоявшихся уровней грунтовых вод под действием гидротехнической мелиорации 1950–1980-х гг., ухудшения влагообеспеченности почв в связи с засушливыми явлениями последних 30 лет, многолетней засухи (2015–2024 гг.), обусловившие понижение уровней грунтовых вод и иссушение верхних горизонтов почв [3]. Определенный вклад в снижение густоты и изменение состава древостоев внесли питание и строительная деятельность бобра.

Снижение породного разнообразия и общей густоты подростово-подлесочного яруса, в меньшей степени обилия и видового состава ЖНП, вызвано воздействием на них диких копытных животных. Средняя плотность лоса на террито-

рии ЗО ЧАЭС в 2023 г. составляла 9, благородного оленя – 13, косули – 4,5 особей/1000 га. А дубравы кисличная и снытевая расположены в районе основного обитания Полесской микропопуляции зубра европейского (вблизи базы их передержки и пункта зимних подкормок), численность которой в 2024 г. превышала 210 особей. Дубовые станции, чередующиеся с черноольшаниками и ивняками в этой части ЗО ЧАЭС, наиболее плотно населены лосем и благородным оленем, меньше – косулей. Мощный трофический пресс этих животных на растения подростово-подлесочного яруса привели к сокращению численности и даже к исчезновению отдельных (наиболее предпочитаемых) видов.

В дубраве прируслово-пойменной влияние на подрост и подлесок оказывают главным образом лось и бобр, в меньшей степени олень и косуля. Бобр способствовал уничтожению возобновления тополя черного и ольхи черной, лось – сосны, все перечисленные выше животные – сокращению численности яблони, осины, крушины и выпадению жостера слабительного. Распространение дуба, видов рода Роза, появление ирги колосистой, и, возможно, некоторых видов ЖНП обеспечили в основном птицы и дикий кабан.

Допускаем, что различия в видовом составе и обилии ряда видов в некоторой мере в связаны с разными сроками описания ЖНП (см. табл. 1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ текущих изменений в естественно развивавшихся на протяжении почти 40 лет дубравах в ЗО ЧАЭС показал следующее.

1. Подтверждена деградация древостоев в дубравах кисличной, снытевой и прируслово-пойменной, вследствие которой происходит снижение показателей их роста и продуктивности. Отпад деревьев обусловлен нарушением устоявшегося водного режима почв под влиянием гидротехнической мелиорации прошлых лет и современных изменений климата. В прирусловых насаждениях заметное влияние на состав и густоту древостоев оказывает деятельность бобра.

2. Выявлено сокращение породного разнообразия подростов и подлеска, общей густоты подростов, за исключением его увеличения в дубраве снытевой, повышение густоты подлеска в суходольных дубравах, а также разновекторные и разновеликие изменения численности отдельных

видов и степени их присутствия в структурах ценноэлементов. Главным фактором этих изменений является трофический пресс диких копытных, которыми плотно населены дубравы ЗО ЧАЭС. Увеличению количества отдельных видов подростов и подлеска, появлению новых пород в составе подлеска способствовали птицы и звери, а также улучшение светового довольствия данного яруса при изреживании древесного полога насаждений.

3. Во всех типах дубрав увеличилось видовое разнообразие ЖНП, произошли разнонаправленные изменения ОПП и обилия ряда видов растений. Эти изменения обеспечены улучшением освещенности поверхности травяного покрова после отпада деревьев и снижения густоты подростово-подлесочного яруса в сочетании с разносторонним влиянием диких животных, включая распространение семенного материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лесоустроительный проект Государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» Министерства по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь на 2021–2030 гг. – Пояснительная записка. – Минск, 2020. – 292 с.

2. Багинский, В. Ф. Прогноз лесопользования в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике в связи с динамикой радиоэкологической обстановки / В. Ф. Багинский, М. В. Кудин // Проблемы лесоведения и лесоводства : сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Ин-т леса. – Гомель, 2010. – Вып. 70. – С. 403–414.
3. Углынец, А. В. Динамика и продуктивность дубрав в условиях отсутствия хозяйственной деятельности на юго-востоке Белорусского Полесья / А. В. Углынец, Д. К. Гарбарук, С. В. Шумак // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. – 2022. – № 2 (258). – С. 55–66. – <https://doi.org/10.52065/2519-402X-2022-258-2-55-66>
4. Углынец, А. В. Распространение подлеска в высоковозрастных дубравах Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / А. В. Углынец, Д. К. Гарбарук, М. В. Кудин // Прыроднае асяроддзе Палесся: асабліваці і перспектывы развіцця : зб. навук. прац VIII Міжнар. навук. канф. «Прыроднае асяроддзе Палесся і навукова-практычныя аспекты рацыянальнага рэсурсакарыстання», г. Брэст, 12–14 вер. 2018 г. / Палескі аграрна-экалагічны інстытут НАН Беларусі ; рэдкал.: М. В. Міхальчук (гал. рэд.) [і інш.]. – Брэст, 2018. – Вып. 11. – С. 288–290.
5. Углынец, А. В. Предварительное естественное возобновление леса в высоковозрастных дубравах зоны отчуждения Чернобыльской АЭС / А. В. Углынец, М. В. Кудин, Д. К. Гарбарук // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. – 2019. – № 1 (216). – С. 31–41.
6. Кудин, М. В. Результаты и перспективы научных исследований в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике / М. В. Кудин, Ю. И. Бондарь // Проблемы и перспективы развития территорий, пострадавших в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, на современном этапе : материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Хойники, 26–27 июл. 2018 г. / Полесский гос. радиационно-экологический заповедник ; под общ. ред. М. В. Кудина – Минск, 2018. – С. 9–20.
7. Гарбарук, Д. К. Радиационно-экологический мониторинг лесных экосистем зоны отчуждения Чернобыльской АЭС / Д. К. Гарбарук, А. В. Углынец, С. В. Шумак // Маніторынг і ацэнка стану расліннага свету = Мониторинг и оценка состояния растительного мира = Vegetation Monitoring and Assessment : матэрыялы VI Міжнар. навук. канф., г. Мінск – Ляскавічы, 9–13 кастр., 2023 г. / Нац. акад. навук Беларусі [і інш.] ; рэд. кал.: А. В. Пугачэўскі (адк. рэд.) [і інш.]. – Мінск, 2023. – С. 191–193.
8. Справочник таксатора / В. С. Мирошников, О. А. Труль, В. Е. Ермаков [и др.]. – Минск : Ураджай, 1980. – 360 с.
9. Таксационно-лесоустроительный справочник / М. В. Кузьменков, А. П. Кулагин, А. В. Таркан, Р. С. Бузуновский. – Минск : Лесное и охотничье хозяйство, 2019. – 335 с.
10. Учебная полевая практика по геоботанике: учебно-методическое пособие / Г. А. Сорокина, Н. В. Пахарькова, Т. Л. Шашкова, М. А. Субботин. – Красноярск : СФУ, 2012. – 30 с.

Поступила в редакцию 05.03.2025

Принята к публикации 10.06.2025

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Гарбарук Дмитрий Константинович – заведующий отделом экологии растительных комплексов Государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»

Углынец Анатолий Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела экологии растительных комплексов Государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»

Шумак Светлана Васильевна – магистр сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник отдела экологии растительных комплексов Государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»

Воронцовская Алеся Николаевна – младший научный сотрудник отдела экологии растительных комплексов Государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»

Турчин Лариса Михайловна – научный сотрудник отдела экологии растительных комплексов Государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»

Изменения в основных ценоэлементах дубрав зоны отчуждения Чернобыльской АЭС / Д. К. Гарбарук, А. В. Углынец, С. В. Шумак [и др.] // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Минск, 2025. – Вып. 55. – С. 69–76.

УДК 581.524.42

Д. Г. ГРУММО¹, Н. А. ЗЕЛЕНКЕВИЧ¹, О. В. СОЗИНОВ²,
О. В. ГАЛАНИНА^{3,4}, Д. Ю. ЖИЛИНСКИЙ¹

ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ БОЛОТА ЮХОВИЧСКИЙ МОХ (РОССОНСКИЙ РАЙОН, ВИТЕБСКАЯ ОБЛАСТЬ, БЕЛАРУСЬ)

¹ *Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь, zm.hrumo@gmail.com*

² *Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь*

³ *Ботанический институт имени В.Л. Комарова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия*

⁴ *Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. В статье приведен обзор растительности верхового сфагнового болота Юховичский Мох (Россонский район Витебской области, Беларусь) – эталонного природного объекта Белорусского Поозерья. В основу положены оригинальные данные, полученные в ходе многолетних стационарных исследований. На основе эколого-фитоценотического (доминантного) подхода разработана классификационная схема растительности, которая включает 5 типов, 18 формаций, 22 ассоциации. Составлены диагнозы ассоциаций по схеме: название, диагностические признаки, экология и распространение, видовой состав, морфология, динамика.

Ключевые слова: верховое сфагновое болото, геоботаническое картографирование, классификация растительности, экология фитоценозов.

D. G. GRUMMO¹, N. A. ZELIANKEVICH¹, O. V. SOZINOV²,
O. V. GALANINA^{3,4}, D. Yu. ZHILINSKY¹

YUKHOVICHSKY MOKH BOG VEGETATION CHARACTERISTIC (ROSSONY DISTRICT, VITEBSK REGION, BELARUS)

¹ *V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus, e-mail: zm.hrumo@gmail.com*

² *Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus*

³ *V. L. Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russia*

⁴ *Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia*

Annotation. The article provides an overview of the vegetation of the raised sphagnum bog Yukhovichsky Mokh (Rossonsky district, Vitebsk region, Belarus) – a primary object of the Belarusian Poozerie (Lakeland) nature. The original data obtained during long-term stationary studies is the basis of the article. The classification scheme of vegetation, which includes 5 types, 18 formations, 22 associations, developed on the ecological-phytocenotic (dominant) approach basis. Association diagnoses made according to the scheme: name, diagnostic features, ecology and distribution, species composition, morphology, dynamic.

Key words: raised sphagnum bog, geobotanical mapping, vegetation classification, phytocenoses ecology.

ВВЕДЕНИЕ

В 2007–2017 гг. нами изучена растительность верхового сфагнового болота Юховичский Мох (Россонский район, Витебская область, Беларусь). Выбор объекта для детального эколого-геоботанического изучения обусловлен его о со-бым географическим положением (рис. 1), невы-сокой степенью изученности, разнообразием (а в отдельных проявлениях – уникальностью) при-родных условий, а также слабой степенью антро-погенной трансформации. Кроме этого, на при-мере исследуемого болота решен ряд методиче-

ских вопросов, связанных с разработкой продро-муса растительности болот Беларуси. Значитель-ное внимание также уделено изучению экологи-ческих условий местообитаний естественного (фоновое) сфагнового болота.

Таким образом, в наших исследованиях по-ставлены и решены следующие задачи: дать гео-ботаническую характеристику модельной терри-тории, разработать классификационную схему растительности, провести детальное изучение экологических условий местообитаний болота.



Рис. 1. Размещение объекта исследования

Fig. 1. Research object location

ОБЪЕКТЫ (МАТЕРИАЛЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Верховое сфагновое болото Юховичский Мох размещается в Россонском районе Витебской области, в 2,2 км северо-западнее д. Юховичи, в водосборе р. Нища. Максимальная протяженность с севера на юг 6,5 км, с запада на восток – 3,7 км. Общая площадь составляет 1899,2 га. Объект исследования охраняется в границах республиканского заказника «Красный Бор» (см. рис. 1), и его, в целом, можно рассматривать в качестве эталонного объекта для болот Белорусского Поозерья.

Полевые и камеральные исследования проведены в соответствии с общепринятыми в геоботанике, лесоведении, почвоведении и математической статистике методами [1–19].

Детальные геоботанические описания выполнены на постоянных пробных площадях, заложенных в зависимости от типологического разнообразия модельной территории и сложности ее ландшафтной структуры. Изучение растительности осуществляли на 2 экологических профилях, пересекающих болото и отражающих различные природные условия. Описания выполняли по мере смен фитоценозов и сопровождали нивелированием поверхности, бурением торфяной залежи и отбором проб торфа. Латинские названия сосудистых растений приведены по С. К. Чер-

панову [20], мохообразных – по М. С. Игнатову с соавторами [21]. В работе подразумевается широкое понимание вида *Sphagnum magellanicum*, существовавшее до разделения его по молекулярно-генетическим данным на *Sph. divinum* и *Sph. medium* [22].

В ходе полевых исследований выполняли также маршрутные геоботанические описания с использованием GPS-приемника для привязки треков путевых маршрутов. Размер описаний на участках болот, лишенных древесного яруса, составлял 25–100 м², с древостоем не менее 100 м². Всего выполнено 281 подробное описание фитоценоза.

Для детального пространственного анализа структуры растительности составляли геоботаническую карту. Методика ее составления приведена в отдельной публикации [23].

Для обработки геоботанических описаний использована программа JUICE [24], с применением которой выделены однородные по флористическому составу группы, определены доминантные (Dm) и константные (C) виды, а также составлены характеризующие и синоптические таблицы.

Для оценки сходства флористического состава выделенных синтаксонов использован ком-

плекс методов, включающих построение графов на основе матрицы мер включения (δ), а также коэффициентов сходства Сьеренсена (K_{S-S}) и Чекановского (K_{S-Ch})¹ [25, 26]. При оценке видового богатства использовали показатель α -разнообразия (R_S) – видовая насыщенность (число видов на 25–100 м²). Для характеристики видов-индикаторов рассчитывали индекс фитоценотической значимости (ИФЗ) Понятовской-Сырокомской [27].

Для представления проективного покрытия видов в таблицах использовали следующую шкалу баллов [28]: + – <1%; 1 – 1–5%; 2 – 6–15%; 3 – 16–25%; 4 – 26–50%; 5 – >50%. Классы постоянства видов даны по пятибалльной шкале [19]: I – вид присутствует менее чем в 20% описаний; II – 21–40%; III – 41–60%; IV – 61–80%; V – 81–100%.

Для построения классификационной системы растительности выделяли эколого-ценотические (индикаторные) группы видов (ЭЦГ), сопряженные по сходству распределения показателей покрытия и постоянства [19]. По объему выделенные ЭЦГ близки к фитоценотическим комплексам, т.е. совокупности групп растений, относящихся к разным ярусам и пологам, но совпадающих по эколого-ценотическим ареалам. Иначе говоря, это группы сопряженных видов (корреляционные плеяды), которые тесно и положительно связаны между собой. Сходство их распространения обусловлено близкими экологическими и ценотическими условиями, создающимися в том или ином типе растительного сообщества. Древесные породы в состав групп не включены, так как они имеют широкие экологические амплитуды и довольно слабо индицируют условия среды на болотах.

При построении синтаксономической схемы за основу взяты несколько работ по классификации растительности болот доминантным методом для относительно крупных территорий, хорошо известные в болотоведении, – это работы И. Д. Богдановской-Гиенэф [29], Ю. Д. Цинзерлинга [30], К. Brundza [31], Л. Табака [32], Т. К. Юрковской [33], О. Л. Кузнецова [6, 34–36], М. Г. Напреенко [37].

Растительность верхового сфагнового болота Юховичский Мох объединена нами в синтаксоны трех рангов – ассоциации, формации и типы растительности. Названия типам растительности и формациям даны по М. С. Боч [38], ассоциаций – перечислением доминантов по ярусам [39].

При описании древесных, древесно-моховых и некоторых моховых (кочечных и грядовых) сообществ имело место существование очень сход-

ных по физиономии, структуре и экологии фитоценозов, где различался состав доминантов, в роли которых выступала группа близких систематически и/или экологически видов растений, произраставших в изучаемых сообществах, как правило, совместно, но в разных соотношениях (т.е. доминировал какой-либо один вид, или не было вообще ярко выраженных доминантов). В этом случае мы сочли целесообразным не прибегать к излишнему дроблению и оставить данные сообщества в рамках одной ассоциации.

Тем не менее, описанный выше подход не мог быть нами использован при работе с гидрофильно-моховыми сообществами мочажин, где основными эдификаторами выступали сфагновые мхи (обычно какой-либо один вид), которые более узко, чем сосудистые растения индицируют характер изменения влажности и степени богатства почвы [39]. Здесь, как раз, имел место случай, когда доминантов мало, а эдификаторная роль их велика, поэтому физиономически похожие сообщества, отличавшиеся друг от друга только по видам-доминантам мохового покрова, пусть даже близким в экологическом плане (например, *Sphagnum cuspidatum* и *Sph. majus*) мы относили к разным ассоциациям [19]. Для выражения экологического и фитоценотического единства сфагновых мочажинных сообществ М. С. Боч [40] предлагает рассматривать их в рамках единой формации SPHAGNETA CUSPIDATI coll. В наших исследованиях объединяем принятые ранее SPHAGNETA CUSPIDATI, SPHAGNETA BALTICI, SPHAGNETA DUSENII в одну формацию. В нее вошли 10 ассоциаций, выделенные нами по доминантам травяно-кустарничкового и мохового ярусов. Вероятно, более спорным покажется включение в данную формацию ассоциации *Rhynchospora alba-Hepaticae*, которую мы рассматриваем как сукцессионную стадию развития предыдущих ассоциаций в случае регресса болотообразовательного процесса.

Значительное внимание при построении классификационной схемы и характеристике растительности уделено экологическим диагнозам.

Замер уровней стояния вод производили в смотровых скважинах с обсадными трубами (глубина 1,0–2,5 м) или в открытых колодцах (ямах). Определение физико-химических показателей нефильтрованных болотных вод (рН, электропроводность) производили с использованием рН-метра HI-8314 со встроенным термодатчиком и кондуктометра HI-9033. Для изучения химического состава торфов использовали классические методики, принятые в почвоведении и агрохимии [41].

¹ Рассчитано с учетом количественных данных (проективное покрытие, %/м²).

Для экологической оценки болотных местообитаний использовали метод стандартных экологических шкал Х. Элленберга [42, 43]. Для изучения особенностей видового состава синтаксонов и определения роли экологических факторов в варьировании растительных сообществ применен метод анализа соответствий с удаленным трендом (DCA).

С целью наглядного изображения экоценотических отношений составляли экологические ряды растительности верхового болота. Для этого ис-

пользовали метод экоценотических координат [44]. За центр (место пересечения осей координат) взято собственно олиготрофное питание и увлажнение, характерное для невысоких повышений с ровной поверхностью, называемых обычно «коврами».

Математико-статистическую и картографическую обработку результатов непосредственных измерений проводили с применением стандартных пакетов программ MS EXCEL, GRAPHER, STATISTICA, PC-ORD, ArcGIS, SURFER, MAPVIEWER, R-PROJECT.

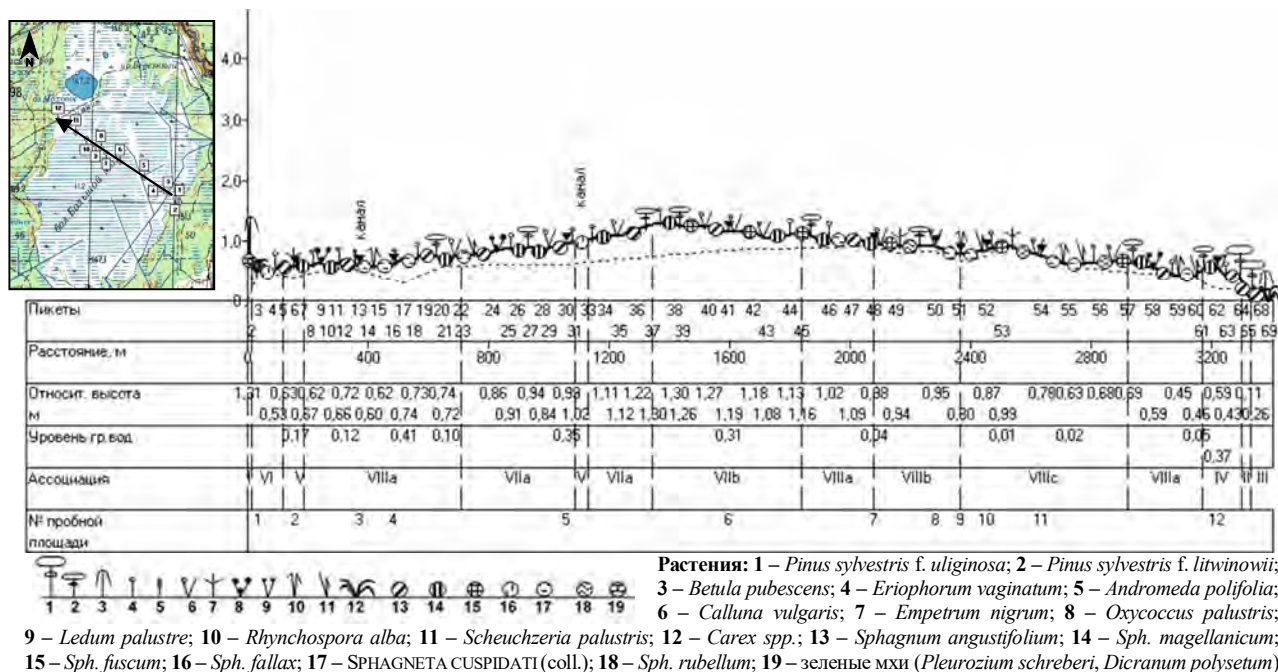
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Болото Юховичский Мох имеет пологовыпуклую форму поверхности. Поверхность болота четко расчленяется на морфологические части – вершины, склон, лагг (рис. 2, 3). Болото двухвершинное, вершина восточной части массива широкая, слабовыпуклая (1,3–1,8 м) (см. рис. 2); в юго-восточной части вершина восточнее на 3,5–4,4 м (см. рис. 3).

Анализ растительного покрова эколого-фитоценотических профилей (см. рис. 2, 3) и геоботанической карты (рис. 4, табл. 1) обнаруживает в распределении фитоценозов и их комплексов ряд

закономерностей. Для вершины болотного массива характерны кустарничково-сфагновые и сосново-кустарничково-сфагновые сообщества с доминированием *Sphagnum fuscum* (№ 11, здесь и далее см. рис. 4). Однако в настоящее время они сохранились небольшими участками, поскольку эти сообщества нарушены осушительной мелиорацией и трансформированы в лесные сообщества (см. рис 2–4).

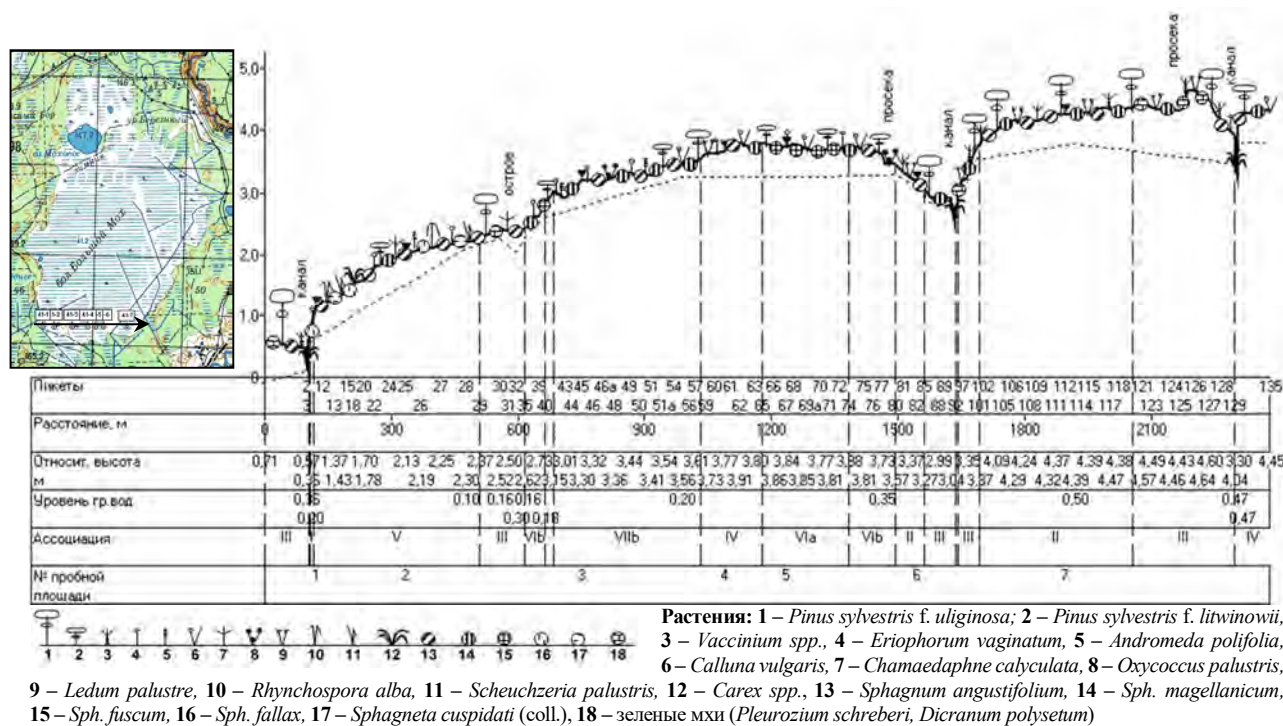
Непосредственно примыкая к топографически обусловленным вершинам, распространены мелкомочажинные (иногда со слабо выражен-



Ассоциации: I. acc. *Betula*–*Molinia caerulea*; II. acc. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Ledum palustre*–*Sphagnum angustifolium*; III. acc. *Pinus sylvestris*–*Carex* spp.–*Sphagnum angustifolium*; IV. acc. *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium*; V. acc. *Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum fallax*; VI. acc. *Carex lasiocarpa*–*Sphagnum fallax*; VII(a). acc. *Chamaedaphne calyculata*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium* (зарастающее *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*); VII(b). acc. *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*; VIII(a). грядово-мочажинный комплекс (ГМК): гряды (80%) с acc. *Chamaedaphne calyculata*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium* (зарастающее *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*), мочажины (20%) со SPHAGNETA CUSPIDATI coll.; VIII(b). ГМК: гряды (30–40% от площади комплекса) с acc. *Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*+*Sph. rubellum*, мочажины (60%); SPHAGNETA CUSPIDATI coll.; VIII(c). ГМК: гряды–«островки» (15%) acc. *Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*+*Sph. rubellum*, мочажины (85%); SPHAGNETA CUSPIDATI coll. с денудированными пятнами торфа

Рис. 2. Растительность по профилю сфагнового болота Юховичский Мох (профиль № 27)

Fig. 2. Vegetation along the sphagnum bog Yukhovichsky Mokh profile (No. 27)



Ассоциации: I. ас. *Pinus sylvestris*–*Carex* spp.–*Sphagnum angustifolium*; II. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Ledum palustre*–*Sphagnum angustifolium*; III. ас. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Ledum palustre*–*Eubridae*; IV. ас. *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium*; V. ковро-мочажинный комплекс: ковры с ас. *Carex lasiocarpa*–*Sphagnum fallax*, мочажины со SPHAGNETA CUSPIDATI coll.; VI(a). ас. *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*; VI(b). ас. *Chamaedaphne calyculata*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium* (зарастающее *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*); VII(a). ГМК: гряды (30–40% от площади комплекса) с ас. *Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*+*Sph. Rubellum*, мочажины (60–70%) со SPHAGNETA CUSPIDATI coll.; VII(b). ГМК: гряды (80%) с ас. *Chamaedaphne calyculata*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium* (зарастающее *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*); мочажины (20%) со SPHAGNETA CUSPIDATI coll.

Рис. 3. Растительность по профилю сфагнового болота Юховичский Мох (профиль № 41)

Fig. 3. Vegetation along the sphagnum bog Yukhovichsky Mokh profile (No. 41)

ными регрессивными явлениями) кустарничково-сфагновые комплексы с редкой *Pinus sylvestris* f. *litwinowii* и f. *willkommii* (№ 13a), хорошо развитые (нередко с выраженными регрессивными явлениями) грядово-мочажинные комплексы (ГМК) на пологих участках склонов (№ 13), грядово-мочажинно-озерковые – на склоне и на вершине (№ 4), кочковато-мочажинные – в нижней части склона (№ 15), сосново-кустарничково-сфагновые сообщества (облесенное кольцо) на крутых участках склонов (№ 4, 5). Ширина облесенного кольца, так же, как и площадь ГМК и степень его выраженности, меняются на разных участках болота в зависимости от уклона поверхности. В нижней части склонов размещаются сосново-пушицево-сфагновые (№ 5, 5a), пушицево-кустарничково-сфагновые фитоценозы (№ 12, 12a), которые сменяются по периферии мезотрофными сфагновыми, кустарниковыми (№ 24) и лесными сообществами (№ 1–10).

Болото Юховичский Мох является сложным по геоботанической структуре и характеризуется тем, что в растительном покрове наряду с континентальными элементами (*Chamaedaphne calyculata*, *Sphagnum majus*) сильны позиции некото-

рых субатлантических и западноевропейских видов (*Calluna vulgaris*, *Sphagnum cuspidatum*, *Sph. rubellum*).

К доминантам и содоминантам растительного покрова относятся *Sphagnum fuscum*, *Sph. magellanicum* на грядах и других микроповышениях (последний господствует также в сосново-кустарничковых фитоценозах на склонах); *Sph. cuspidatum*, реже *Sph. balticum* и *Sph. majus* – в мочажинах, *Sph. rubellum* – по краю мочажин. Среди трав и кустарничков доминируют *Eriophorum vaginatum*, *Rhynchospora alba*, *Scheuchzeria palustris*, *Ledum palustre*, *Carex limosa*, *Calluna vulgaris*, *Empetrum nigrum*, *Andromeda polifolia*. Широко распространена сосна, представленная 3 формами: *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*, f. *litwinowii*, f. *willkommii*. Довольно существенна роль в моховом покрове *Sph. magellanicum*, что является характерной особенностью болот западнорусского типа и связывает их с болотами более южного типа. Наличие *Chamaedaphne calyculata*, а также *Sph. majus* сближает это болото с более восточными географическими вариантами; *Oxycoccus microcarpus*, *Empetrum nigrum*, *Rubus chamaemorus* являются «северными» элементами во флоре.

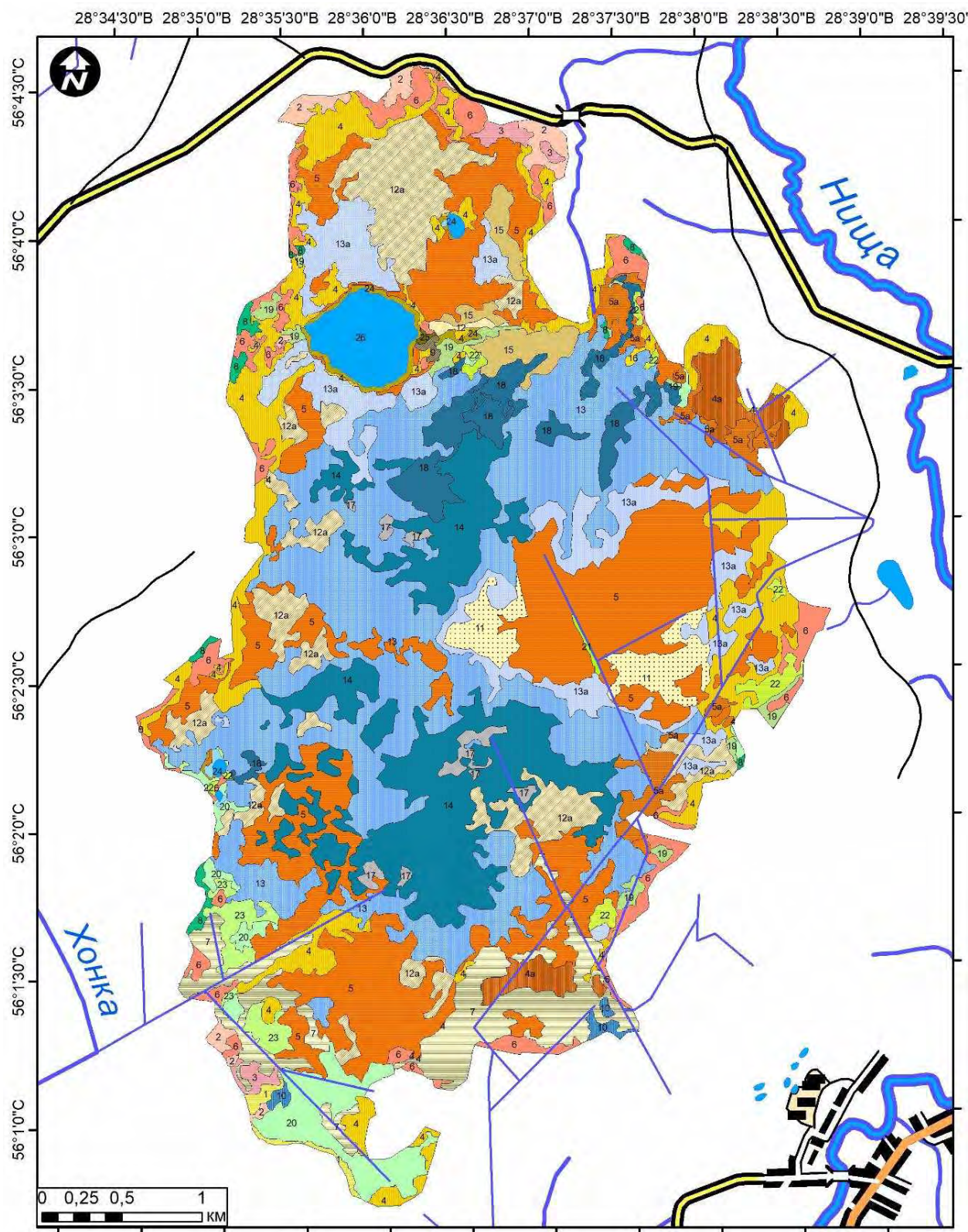


Рис. 4. Карта растительности верхового сфагнового болота Юховичский Мох
(легенду карты см. в табл. 1)

Fig. 4. Vegetation map of the raised sphagnum bog Yukhovichsky Mokh
(see map legend in Table 1)

Таблица 1. Легенда карты и структура современного растительного покрова
верхового сфагнового болота Юховичский Мох

Table 1. Map legend and structure of modern vegetation cover
of the raised sphagnum bog Yukhovichsky Mokh

№ на карте	Единицы легенды	Площадь	
		га	%
ЛЕСНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ		754,0	42,0
ХВОЙНЫЕ ЛЕСА		741,1	41,3
Сосновые (<i>Pinus sylvestris</i>) и елово-сосновые (<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Picea abies</i>) леса		30,5	1,7
1	Сосновые и елово-сосновые ксерофитно-зеленомошные (<i>Calluna vulgaris</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , виды рода <i>Dicranum</i>)	4,5	0,3
2	Сосновые и елово-сосновые чернично-зеленомошные (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>V. myrtillus</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , виды рода <i>Dicranum</i> , <i>Hylocomium splendens</i>)	17,9	1,0
3	Сосновые и елово-сосновые кустарничково-сфагново-долгомошные (<i>Molinia caerulea</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>Ledum palustre</i> , <i>Sphagnum girgensohnii</i> , <i>Polytrichum commune</i>)	8,1	0,4
Сосновые (<i>Pinus sylvestris</i>) и пушистоберезово-сосновые (<i>Betula pubescens</i> , <i>Pinus sylvestris</i>) болотные леса		710,6	39,6
4	Сосновые кустарничково-сфагновые леса (<i>Pinus sylvestris</i> f. <i>uliginosa</i> + обычная форма [h=6–10 м], <i>Ledum palustre</i> , <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>Sphagnum angustifolium</i> , <i>S. magellanicum</i>)	152,2	8,5
4а	Сухостойные сосняки кустарничково-сфагновые (<i>Pinus sylvestris</i> f. <i>uliginosa</i> + обычная форма [h=6–10 м], <i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>Oxycoccus palustris</i> , <i>Sphagnum angustifolium</i>)	30	1,7
5	Сосновые пушицево-кустарничково-сфагновые леса (<i>Pinus sylvestris</i> f. <i>litwinowii</i> [h=3–5 м], <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>Sph. angustifolium</i>)	353,4	19,6
5а	Сухостойные сосняки пушицево-кустарничково-сфагновые (<i>Pinus sylvestris</i> f. <i>litwinowii</i> [h=3–5 м], <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Oxycoccus palustris</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>Sph. angustifolium</i>)	30,2	1,7
6	Сосновые и пушистоберезово-сосновые мезоолиготрофно-травяно-сфагновые (<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Betula pubescens</i> , <i>Ledum palustre</i> , <i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Carex lasiocarpa</i> , <i>C. nigra</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Sphagnum fallax</i> , <i>Sph. angustifolium</i>)	64,5	3,6
7	Сосновые кустарничково-сфагново-зеленомошные леса на осушенных землях (<i>Pinus sylvestris</i> f. <i>uliginosa</i> + обычная форма [h=8–12 м], <i>Ledum palustre</i> , <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>V. myrtillus</i> , <i>V. vitis-idaea</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>Sph. angustifolium</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Dicranum polysetum</i>)	80,3	4,5
ЛИСТВЕННЫЕ БОЛОТНЫЕ ЛЕСА		12,9	0,7
8	Пушистоберезовые мезотрофнотравяно-сфагновые (<i>Betula pubescens</i> , <i>Carex cinerea</i> , <i>C. elongata</i> , <i>C. lasiocarpa</i> , <i>C. rostrata</i> , <i>Menyanthes trifoliata</i> , <i>Comarum palustre</i> , <i>Sphagnum girgensohnii</i> , <i>Sph. centrale</i> , <i>Sph. squarrosum</i> , <i>Sph. magellanicum</i>)	7,4	0,4
9	Черноольховые эвтрофноболотно-травяные (<i>Calla palustris</i> , <i>Comarum palustre</i> , <i>Thelypteris palustris</i> , <i>Equisetum fluviatile</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Climacium dendroides</i> , <i>Sphagnum centrale</i> , <i>Sph. squarrosum</i>)	1,3	0,1
10	Березовые кустарничково-долгомошные леса на осушенных землях (<i>Betula pendula</i> , <i>B. pubescens</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>Ledum palustre</i> , <i>Polytrichum commune</i> , <i>Sphagnum angustifolium</i>)	4,2	0,2
БОЛОТНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ		1006	55,8
ВЕРХОВЫЕ (ОЛИГОТРОФНЫЕ) БОЛОТА		918,4	50,9
11	Кустарничково-сфагновые сообщества (<i>Calluna vulgaris</i> , <i>Empetrum nigrum</i> , <i>Sphagnum fuscum</i>) с редкой <i>Pinus sylvestris</i> f. <i>litwinowii</i> [h=2–3 м]	31,9	1,8
12	Пушицево-кустарничково-сфагновые сообщества на верховых болотах (<i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Oxycoccus palustris</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>Sph. angustifolium</i>)	2,1	0,1
12а	то же с разреженным (сомкнутость 0,1–0,2) ярусом <i>Pinus sylvestris</i> f. <i>litwinowii</i> [h=2–3 м]	122,5	6,8
13	Грядово-мочажинный комплекс: гряды: кустарничково-сфагновые слабо облесенные (<i>Pinus sylvestris</i> f. <i>litwinowii</i> [h=2–2,5 м], <i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Empetrum nigrum</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>Sph. fuscum</i>) мочажины: очеретниково-, шейхцериево- и топяноосоково-сфагновые (<i>Rhynchospora alba</i> , <i>Scheuchzeria palustris</i> , <i>Carex limosa</i> , <i>Sphagnum cuspidatum</i> , <i>Sph. majus</i>)	372,2	20,7

№ на карте	Единицы легенды	Площадь	
		га	%
13а	Грядово-мочажинный комплекс: гряды: сосново-пушицево-кустарничково-сфагновые (<i>Pinus sylvestris</i> f. <i>litwinowii</i> [h=2–3 м], <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Empetrum nigrum</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>Sph. fuscum</i>) мочажины: мелкие пушицево- и очеретниково-сфагновые (<i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Rhynchospora alba</i> , <i>Sphagnum balticum</i> , <i>Sph. cuspidatum</i>)	112,6	6,2
14	Мочажинно-озерково-грядовый комплекс (мочажины 70–80%): гряды: вересково-сфагновые гряды-«островки» (<i>Calluna vulgaris</i> , <i>Sphagnum fuscum</i> , <i>Sph. rubellum</i>); мочажины: очеретниково-, шейхцерицево- и топяноосоково-сфагновые мочажины (<i>Scheuchzeria palustris</i> , <i>Carex limosa</i> , <i>Rhynchospora alba</i> , <i>Sphagnum cuspidatum</i> , <i>Sph. majus</i>) озерки с открытой водной поверхностью или затягивающимися сфагновыми мхами (<i>Sphagnum cuspidatum</i> , <i>Sph. majus</i>)	191,3	10,6
15	Кочковато-мочажинный комплекс: кочки: кустарничково-сфагновые (<i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i>) мочажины: очеретниково- и шейхцерицево-сфагновые мочажины (<i>Rhynchospora alba</i> , <i>Scheuchzeria palustris</i> , <i>Sphagnum balticum</i> , <i>Sph. cuspidatum</i>)	23,7	1,3
16	Кочковато-коврово-мочажинный комплекс: кочки: кустарничково-сфагновые (<i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Oxycoccus palustris</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i>) мочажины: пушицево-сфагновые ковры (<i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Sphagnum angustifolium</i> , <i>Sph. balticum</i>) в сочетании с очеретниково-сфагновыми (<i>Rhynchospora alba</i> , <i>Sphagnum balticum</i> , <i>Sph. cuspidatum</i>) мочажинами	0,6	<0,1
17	Регрессивный комплекс: гряды: вересково-сфагновые (<i>Calluna vulgaris</i> , <i>Sphagnum fuscum</i> , <i>Sph. rubellum</i>) мочажины: юнгерманиевые в сочетании с деградированными сфагновыми (<i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Rhynchospora alba</i> , <i>Cladopodiella fluitans</i> , <i>Cephalozia fluitans</i> , <i>Mylia anomala</i> , <i>Sphagnum cuspidatum</i> , <i>Sph. balticum</i>) и с денудированными пятнами торфа	10,2	0,6
18	Шейхцерицево-сфагновые топи (<i>Scheuchzeria palustris</i> , <i>Carex limosa</i> , <i>Sphagnum cuspidatum</i> , <i>Sph. majus</i>) в сочетании с озерками с открытой водной поверхностью или затягивающимися сфагновыми мхами (<i>Sphagnum cuspidatum</i> , <i>Sph. majus</i>)	51,3	2,8
ПЕРЕХОДНЫЕ (МЕЗООЛИГОТРОФНЫЕ И МЕЗОТРОФНЫЕ) БОЛОТА		87,6	4,9
19	Осоково-травяно-сфагновые (<i>Carex lasiocarpa</i> , <i>Menyanthes trifoliata</i> , <i>Comarum palustre</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Sphagnum fallax</i> , <i>Sph. centrale</i> , <i>Sph. riparium</i>)	12,9	0,7
20	Осоково-пушицево-сфагновые (<i>Carex rostrata</i> , <i>Eriophorum polystachion</i> , <i>Sphagnum fallax</i> , <i>Sph. angustifolium</i>)	45,6	2,5
21	Пушицево-сфагновые (<i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Sphagnum fallax</i> , <i>Sph. flexuosum</i>)	1	0,1
22	Кочковато-ковровый комплекс: кочки: кустарничково-сфагновые кочки (<i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i>) иногда с редкой березой (<i>Betula pubescens</i>) ковры: осоково-пушицево-сфагновые (<i>Carex lasiocarpa</i> , <i>C. rostrata</i> , <i>Eriophorum polystachion</i> , <i>Sphagnum fallax</i> , <i>Sph. angustifolium</i>)	11,7	0,7
23	Коврово-мочажинный комплекс: ковры: осоково-пушицево-сфагновые (<i>Carex lasiocarpa</i> , <i>C. rostrata</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Sphagnum fallax</i> , <i>Sph. papillosum</i> , <i>Sph. angustifolium</i>) мочажины: очеретниково-, шейхцерицево- и топяноосоково-сфагновые (<i>Scheuchzeria palustris</i> , <i>Carex limosa</i> , <i>Rhynchospora alba</i> , <i>Sphagnum balticum</i> , <i>Sph. cuspidatum</i>)	16,4	0,9
КУСТАРНИКОВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НА НИЗИННЫХ БОЛОТАХ		8,8	0,5
24	Ивняки (<i>Salix cinerea</i> , <i>S. cinerea</i> , <i>S. pentandra</i>) с березой (<i>Betula pubescens</i>) и ольхой черной (<i>Alnus glutinosa</i>) осоково-болотнотравяные (<i>Calamagrostis canescens</i> , <i>Carex elongata</i> , <i>Lysimachia thyrsiflora</i> , <i>Solanum dulcamara</i> , <i>Galium palustre</i> agg.)	8,8	0,5
РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЛИТОРАЛЬНОЙ ЗОНЫ ВОДОЕМОВ		0,5	<0,1
25	Тростниковые (<i>Phragmites australis</i>)	0,5	<0,1
ПРОЧИЕ		29,9	1,7
26	Воды	29,9	1,7

Растительность исследуемого болотного массива отнесена нами к 5 типам, 18 формациям, 22 ассоциациям. В табл. 2 приведен продромус синтаксонов, составленный на основе эколого-фитоценологического (доминантного) подхода. В структуре растительного покрова доминирует растительность 14 ассоциаций, условно объединенные нами в 5 экологических групп (древесную, древесно-моховую, моховую кочковую, моховую ковровую, моховую мочажинную). Флористический состав, экологические характери-

стики синтаксонов приведены в табл. 3, 4 и проиллюстрированы на рис. 5–9.

Далее представлены диагнозы основных ассоциаций растительности верхового сфагнового болота Юховичский Мох по следующей схеме:

- 1) название;
- 2) диагностические признаки;
- 3) экология и распространение;
- 4) видовой состав;
- 5) морфология;
- 6) динамика.

Таблица 2. Классификационная схема растительности верхового сфагнового болота Юховичский Мох

Table 2. Vegetation classification scheme of the raised sphagnum bog Yukhovichsky Mokh

№	Синтаксон	Кол-во описаний	Видовое богатство	Кол-во видов сосудистых растений	Кол-во видов мохообразных и лишайников	Ср. видовая насыщенность 1 описания	Кол-во видов III-V классов постоянства
1.	ТИП ДРЕВЕСНЫЙ						
1.1.	Формация ALNETA GLUTINOSI						
1.1.1.	acc. <i>Alnus glutinosa</i> – <i>Thelypteris palustris</i>	1	24	24	.	.	.
1.2.	Формация BETULETA PUBESCENTIS						
1.2.1.	acc. <i>Betula pubescens</i> – <i>Phragmites australis</i> – <i>Sphagnum fallax</i>	3	18	13	5	10	.
1.2.2.	acc. <i>Betula</i> – <i>Molinia caerulea</i>	1	13	11	2	.	.
1.3.	Формация PINETA SYLVESTRIS (на болотах)						
1.3.1.	acc. <i>Pinus sylvestris</i> – <i>Phragmites australis</i> – <i>Sphagnum fallax</i>	3	40	28	12	19	.
1.3.2.	acc. <i>Pinus sylvestris</i> f. <i>uliginosa</i> – <i>Ledum palustre</i> – <i>Eubridae</i>	11	29	19	10	16	19
1.3.3.	acc. <i>Pinus sylvestris</i> f. <i>uliginosa</i> – <i>Ledum palustre</i> – <i>Sphagnum angustifolium</i>	10	24	16	8	14	15
2	ТИП ДРЕВЕСНО-МОХОВОЙ						
2.1.	Формация BETULETO-SPHAGNETA						
2.1.1.	acc. <i>Betula pubescens</i> – <i>Carex lasiocarpa</i> – <i>Sphagnum fallax</i>	2	32	23	9	25	.
2.2.	Формация PINETO-SPHAGNETA						
2.2.1.	acc. <i>Pinus sylvestris</i> – <i>Carex</i> ssp.– <i>Sphagnum angustifolium</i>	5	33	23	10	16	15
2.2.2.	acc. <i>Pinus sylvestris</i> f. <i>litwinowii</i> – <i>Eriophorum vaginatum</i> – <i>Sphagnum magellanicum</i> + <i>Sph. angustifolium</i>	31	24	14	10	11	13
2.2.3.	acc. <i>Pinus sylvestris</i> f. <i>litwinowii</i> – <i>Calluna vulgaris</i> – <i>Sphagnum fuscum</i>	23	27	13	14	13	14
3.	ТИП ГИДРОФИЛЬНО-ТРАВЯНОЙ						
3.1	Формация PHRAGMITETA AUSTRALIS						
3.1.1.	acc. <i>Phragmites australis</i>	2	12	12	.	7	.
3.2.	Формация EUISETETA						
3.2.1.	acc. <i>Equisetum fluviatile</i> + <i>Comarum palustre</i>	1	13	13	.	.	.
3.3.	Формация CARICETA LASIOCARPAE						
3.3.1.	acc. <i>Carex lasiocarpa</i> + <i>Comarum palustre</i>	1	19	17	2	.	.
4.	ТИП ГИДРОФИЛЬНО-КУСТАРНИКОВЫЙ						
4.1	Формация SALICETA CINEREA						
4.1.1.	acc. <i>Salix cinerea</i> – <i>Carex lasiocarpa</i>	1	18	15	3	.	.
5.	ТИП ГИДРОФИЛЬНО-МОХОВОЙ						
5.1	Формация SPHAGNETA FUSCI						
5.1.1.	acc. <i>Calluna vulgaris</i> – <i>Sphagnum fuscum</i> + <i>Sph. rubellum</i>	23	22	14	8	12	14
5.2.	Формация SPHAGNETA ANGUSTIFOLI–MAGELLANICI						
5.2.1.	acc. <i>Chamaedaphne calyculata</i> – <i>Sphagnum magellanicum</i> + <i>Sph. angustifolium</i>	14	21	12	9	9	11
5.3.	Формация SPHAGNETA ANGUSTIFOLII						
5.3.1.	acc. <i>Carex rostrata</i> – <i>Sphagnum angustifolium</i>	2	14	11	3	12	.

№	Синтаксон	Кол-во описаний	Видовое богатство	Кол-во видов сосудистых растений	Кол-во видов мохообразных и лишайников	Ср. видовая насыщенность 1 описания	Кол-во видов III-V классов постоянства
5.3.2.	acc. <i>Eriophorum vaginatum</i> – <i>Sphagnum angustifolium</i>	7	20	15	5	10	8
5.4.	Формация SPHAGNETA RUBELLI						
5.4.1.	acc. <i>Andromeda polifolia</i> – <i>Sphagnum rubellum</i>	11	18	11	7	10	10
5.5.	Формация SPHAGNETA FALACIS						
5.5.1.	acc. <i>Carex lasiocarpa</i> – <i>Sphagnum fallax</i>	7	37	27	10	10	12
5.5.2.	acc. <i>Carex rostrata</i> – <i>Sphagnum fallax</i>	8	15	11	4	6	6
5.5.3.	acc. <i>Eriophorum vaginatum</i> – <i>Sphagnum fallax</i>	12	17	11	6	6	5
5.5.4.	acc. <i>Scheuchzeria palustris</i> – <i>Sphagnum fallax</i>	4	15	9	4	8	.
5.6.	Формация SPHAGNETA FLEXUOSI						
5.6.1.	acc. <i>Eriophorum vaginatum</i> – <i>Sphagnum flexuosum</i>	1	10	7	3	.	.
5.6.2.	acc. <i>Carex rostrata</i> – <i>Sphagnum flexuosum</i>	2	8	5	3	7	.
5.7.	Формация SPHAGNETA CUSPIDATI coll.						
Класс ассоциаций Sphagnetum							
5.7.1.	acc. <i>Eriophorum vaginatum</i> – <i>Sphagnum balticum</i>	1	11	6	5	.	.
5.7.2.	acc. <i>Rhynchospora alba</i> – <i>Sphagnum balticum</i>	3	21	12	9	13	.
5.7.3.	acc. <i>Scheuchzeria palustris</i> – <i>Sphagnum balticum</i>	3	11	8	3	8	.
5.7.4.	acc. <i>Sphagnum cuspidatum</i>	3	7	4	3	3	.
5.7.5.	acc. <i>Eriophorum vaginatum</i> – <i>Sphagnum cuspidatum</i>	8	15	7	8	7	6
5.7.6.	acc. <i>Rhynchospora alba</i> – <i>Sphagnum cuspidatum</i>	34	25	15	10	12	12
5.7.7.	acc. <i>Scheuchzeria palustris</i> – <i>Sphagnum cuspidatum</i>	15	14	9	5	8	10
5.7.8.	acc. <i>Carex limosa</i> – <i>Sphagnum cuspidatum</i>	6	9	7	2	5	.
5.7.9.	acc. <i>Carex limosa</i> – <i>Sphagnum majus</i>	2	5	3	2	3	.
Класс ассоциаций Jungermannietum							
5.7.10.	acc. <i>Rhynchospora alba</i> – <i>Hepaticae</i>	11	17	12	5	9	10
5.8.	Формация SPHAGNETA PAPILLOSI						
5.8.1.	acc. <i>Carex lasiocarpa</i> – <i>Sphagnum papillosum</i>	2	13	9	4	9	.
5.8.2.	acc. <i>Rhynchospora alba</i> – <i>Sphagnum papillosum</i>	5	14	9	5	9	9
5.9.	Формация SPHAGNETA OBTUSI						
5.9.1.	acc. <i>Menyanthes trifoliata</i> – <i>Sphagnum obtusum</i>	2	13	10	3	10	.

Таблица 3. Характеризующая обзорная таблица основных синтаксонов растительности сфагнового болота Юховичский Мох

Table 3. Characteristic overview table of the main vegetation syntaxa of the sphagnum bog Yukhovichsky Mokh

№ гр.	Градиент увлажнения*	→																
	Код группы ассоциаций**	A			B			C			D				E			
	Код ассоциации***	1.3.2	1.3.3	2.2.3	2.2.2	5.2.1	5.1.1	5.3.2	5.5.3	5.4.1	5.5.1	5.5.2	5.8.2	5.7.5	5.7.6	5.7.10	5.7.7	5.7.8
Болотные воды																		
pH		3,90	3,65	3,60	3,61	3,68	3,70	3,68	3,85	3,82	4,45	3,82	3,90	3,53	3,76	–	3,68	–
ЕС, мS/см		72,3	66,9	67,3	63,3	54,8	51,2	57,2	60,3	43,8	39,4	51,8	42,5	74,2	51,1	–	54,7	–
УСБВ, см		-33	-21	-15	-14	-20	-11	-3	-4	-7	-3	-3	-5	-4	-2	–	-1	–
Торф (0–25 см)																		
pH _{KCL}		2,70	2,63	2,47	2,61	2,64	2,68	–	–	–	3,22	2,83	–	–	2,75	–	2,69	–
Фитометрические индексы																		
увлажнения (mF)		6,67	7,08	7,46	7,64	7,81	7,88	8,01	8,08	8,14	8,37	8,39	8,38	8,42	8,48	8,60	8,66	8,68
кислотности (mR)		2,22	1,90	1,58	1,62	1,61	1,50	1,85	2,07	1,47	3,08	2,09	1,81	1,61	1,87	1,87	1,91	1,81
богатства азотом (mN)		1,79	1,70	1,34	1,35	1,25	1,22	1,48	1,99	1,18	2,65	1,67	1,30	1,42	1,39	1,47	1,33	1,30
1.	Vaccinium myrtillus-Gr																	
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	V ³	IV ¹	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>V. myrtillus</i>	V ³	IV ²	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Melampyrum pratense</i>	IV ⁺	II ⁺	I ¹	II ⁺	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>ssp. paludosum</i>																	

№ гр.	Градиент увлажнения*																		
	Код группы ассоциаций**	A		B		C		D						E					
	Код ассоциации***	1.3.2	1.3.3	2.2.3	2.2.2	5.2.1	5.1.1	5.3.2	5.5.3	5.4.1	5.5.1	5.5.2	5.8.2	5.7.5	5.7.6	5.7.10	5.7.7	5.7.8	
1.	<i>Pleurozium schreberi</i>	V ⁴	IV ²	II ⁺	I ⁺	I ⁺	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Dicranum polysetum</i>	V ²	II ²	II ¹	I ⁺	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Sphagnum russowii</i>	II ¹	II ²	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
2.	Ledum palustre-Gr																		
	<i>Ledum palustre</i>	V ³	V ⁴	IV ¹	IV ¹	.	II ⁺	.	.	.	.	.	.	.	I ⁺	.	.	.	
	<i>Vaccinium uliginosum</i>	IV ²	V ³	II ¹	II ⁺	.	.	.	I ⁺	.	.	.	.	.	.	I ⁺	.	.	
	<i>Sphagnum magellanicum</i>	V ³	V ³	V ³	V ⁴	V ⁴	V ²	V ²	II ⁺	IV ¹	II ¹	.	I ⁺	I ⁺	IV ⁺	.	III ⁺	II ¹	
3.	Empetrum nigrum-Gr																		
	<i>Empetrum nigrum</i>	IV ¹	IV ¹	V ²	IV ²	II ²	III ¹	I ⁺	.	I ⁺	.	.	.	.	I ⁺	I ⁺	.	.	
	<i>Calluna vulgaris</i>	III ¹	II ²	V ⁴	IV ²	III ¹	V ³	I ⁺	.	IV ¹	.	.	.	.	I ⁺	I ⁺	.	.	
	<i>Sphagnum fuscum</i>	.	.	V ⁴	IV ²	IV ²	V ⁴	.	.	II ²	.	.	.	.	I ⁺	.	.	.	
4.	Chamaedaphne calyculata-Gr																		
	<i>Chamaedaphne calyculata</i>	V ¹	V ²	V ¹	V ¹	V ²	IV ⁺	IV ⁺	II ⁺	I ²	II ¹	I ⁺	.	II ⁺	II ⁺	III ⁺	.	.	
	<i>Polytrichum strictum</i>	V ⁺	V ¹	III ⁺	IV ¹	V ²	II ⁺	.	II ⁺	.	II ¹	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Sphagnum angustifolium</i>	V ²	V ⁴	V ²	V ⁴	V ³	V ²	V ⁵	III ³	IV ¹	III ²	III ⁴	.	.	III ⁺	.	I ⁺	.	
5.	Andromeda polifolia-Gr																		
	<i>Andromeda polifolia</i>	IV ⁺	V ¹	V ¹	V ²	V ²	V ²	III ¹	IV ¹	V ²	IV ²	V ¹	V ²	V ²	V ¹	III ¹	IV ¹	IV ¹	
	<i>Oxycoccus palustris</i>	V ⁺	V ²	V ¹	IV ²	V ²	V ¹	V ²	V ²	V ¹	V ³	V ²	IV ¹	V ¹	V ⁺	IV ¹	IV ¹	III ¹	
	<i>Drosera rotundifolia</i>	.	.	IV ⁺	IV ⁺	V ⁺	V ⁺	IV ⁺	I ⁺	V ¹	II ⁺	I ⁺	V ⁺	I ⁺	V ⁺	V ¹	IV ⁺	II ¹	
	<i>Eriophorum vaginatum</i>	IV ¹	V ²	V ²	V ³	V ²	V ³	V ⁴	V ³	V ²	III ¹	IV ¹	V ¹	V ³	V ¹	IV ¹	IV ¹	.	
	<i>Sphagnum rubellum</i>	.	.	IV ¹	I ²	II ¹	V ⁴	.	I ⁺	V ⁵	I ⁺	I ⁺	.	III ⁺	II ⁺	I ⁺	I ⁺	I ⁺	
	<i>Hepaticae (coll.)</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I ⁺	II ²	V ⁵	.	
6.	Rhynchospora alba-Gr																		
	<i>Rhynchospora alba</i>	.	.	.	.	II ⁺	V ²	.	.	V ²	II ⁺	.	V ²	II ⁺	V ⁴	V ²	III ¹	III ¹	
	<i>Scheuchzeria palustris</i>	.	.	.	I ⁺	III ⁺	III ⁺	II ⁺	I ⁺	I ⁺	III ¹	I ⁺	IV ¹	.	V ¹	IV ¹	V ³	III ⁺	
	<i>Carex limosa</i>	.	.	.	.	.	.	II ⁺	.	.	.	I ⁺	II ⁺	.	IV ¹	I ⁺	II ⁺	V ⁴	
	<i>Drosera anglica</i>	.	.	.	.	.	I ⁺	.	.	II ⁺	.	.	III ⁺	.	IV ⁺	V ⁺	III ⁺	II ⁺	
	<i>D. obovata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I ⁺	.	I ⁺	I ⁺	.	.	
	<i>Sphagnum cuspidatum</i>	.	I ⁺	.	I ⁺	I ⁺	II ⁺	I ¹	.	II ²	III ¹	I ⁺	III ¹	V ⁴	V ⁵	V ²	V ⁵	V ⁵	
	<i>Sph. balticum</i>	.	.	.	I ⁺	I ⁺	I ⁺	I ⁺	.	IV ²	.	.	I ⁺	III ¹	III ²	II ¹	IV ²	.	
	<i>Hepaticae (coll.)</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I ⁺	II ²	V ⁵	.	
7.	Molinia caerulea-Gr																		
	<i>Molinia caerulea</i>	II ¹	II ¹	.	.	.	.	.	.	.	III ⁺	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Carex nigra</i>	I ⁺	.	.	.	.	.	.	I ⁺	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Polytrichum commune</i>	II ⁺	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
8.	Carex lasiocarpa-Gr																		
	<i>Carex lasiocarpa</i>	.	.	.	.	.	.	I ⁺	.	.	V ⁴	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Carex rostrata</i>	I ⁺	.	.	.	.	.	II ⁺	I ⁺	.	IV ⁺	V ³	.	.	.	.	.	.	
	<i>Sphagnum fallax</i>	.	I ⁺	.	.	.	.	II ¹	V ⁵	.	V ⁵	V ⁵	I ⁺	II ⁺	.	.	.	.	
	<i>Sph. flexuosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III ⁺	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Sph. papillosum</i>	.	.	.	.	I ⁺	.	.	.	.	II ¹	.	V ⁵	.	I ¹	.	.	.	
9.	Menyanthes trifoliata-Gr																		
	<i>Menyanthes trifoliata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III ²	I ⁺	.	.	.	.	.	.	
	<i>Eriophorum polystachion</i>	.	.	.	.	.	.	I ⁺	.	.	II ⁺	I ⁺	.	.	.	.	.	.	
	<i>Equisetum fluviatile</i>	.	.	.	.	.	.	I ⁺	.	.	II ⁺	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Comarum palustre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III ¹	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Phragmites australis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I ⁺	.	.	.	.	.	.	
10.	Naumburgia thyrsiflora-Gr																		
	<i>Naumburgia thyrsiflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II ⁺	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	<i>Peucedanum palustre</i>	.	I ⁺	.	.	.	.	.	.	.	III ⁺	.	.	.	.	.	.	.	
*Градиент увлажнения составлен с использованием значений фитометрического индекса увлажнения (mF).																			
**Код группы ассоциаций: А – древесная; В – древесно-моховая; С – кочковая; D – ковровая; Е – мочажинная.																			
***см. в табл. 2.																			
– фитоценотический оптимум – фитоценотический субоптимум																			

Таблица 4. Сумма индексов фитоценотической значимости эколого-ценотических групп (СИФЗ) в ассоциациях верхового сфагнового болота Юховичский Мох

Table 4. The indices sum of phytocenotic significance of ecological-cenotic groups in associations of raised sphagnum bog Yukhovichsky Mokh

Градиент увлажнения*																
Код группы ассоциаций**	A				B				C				D			
Код ассоциации***	1.3.2.	1.3.3.	2.2.3.	2.2.2.	5.2.1.	5.1.1.	5.3.2.	5.5.3.	5.4.1.	5.5.1.	5.5.2.	5.8.2.	5.7.5.	5.7.6.	5.7.10.	5.7.7.
Эколого-ценотические группы																
<i>Vaccinium myrtillus</i> -Gr	62	29	4	2	0,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ledum palustre</i> -Gr	38	46	21	25	20	11	10	2	4	2	.	0,5	0,5	2	0,5	2
<i>Chamaedaphne calyculata</i> -Gr	18	35	17	29	35	13	27	11	6	10	13	.	1	3	2	0,5
<i>Empetrum nigrum</i> -Gr	7	8	50	24	15	38	1	.	8,5	.	.	.	0,5	2	0,5	.
<i>Andromeda polifolia</i> -Gr	9	25	26	37	35	53	35	30	55	28	20	22	32	16	17	15
<i>Rhynchospora alba</i> -Gr	.	0,5	.	1,5	4	14	4	0,5	34	7	2	21	25	66	55	54
<i>Carex lasiocarpa</i> -Gr	0,5	0,5	.	.	0,5	.	4	26	.	50	40	26	1	1	.	.

*Градиент увлажнения составлен с использованием значений фитометрического индекса увлажнения (mF).
 **Код группы ассоциаций: А – древесная; В – древесно-моховая; С – кочковая; D – ковровая; Е – мочажинная.
 ***см. в табл. 2. – фитоценотический оптимум – фитоценотический субоптимум

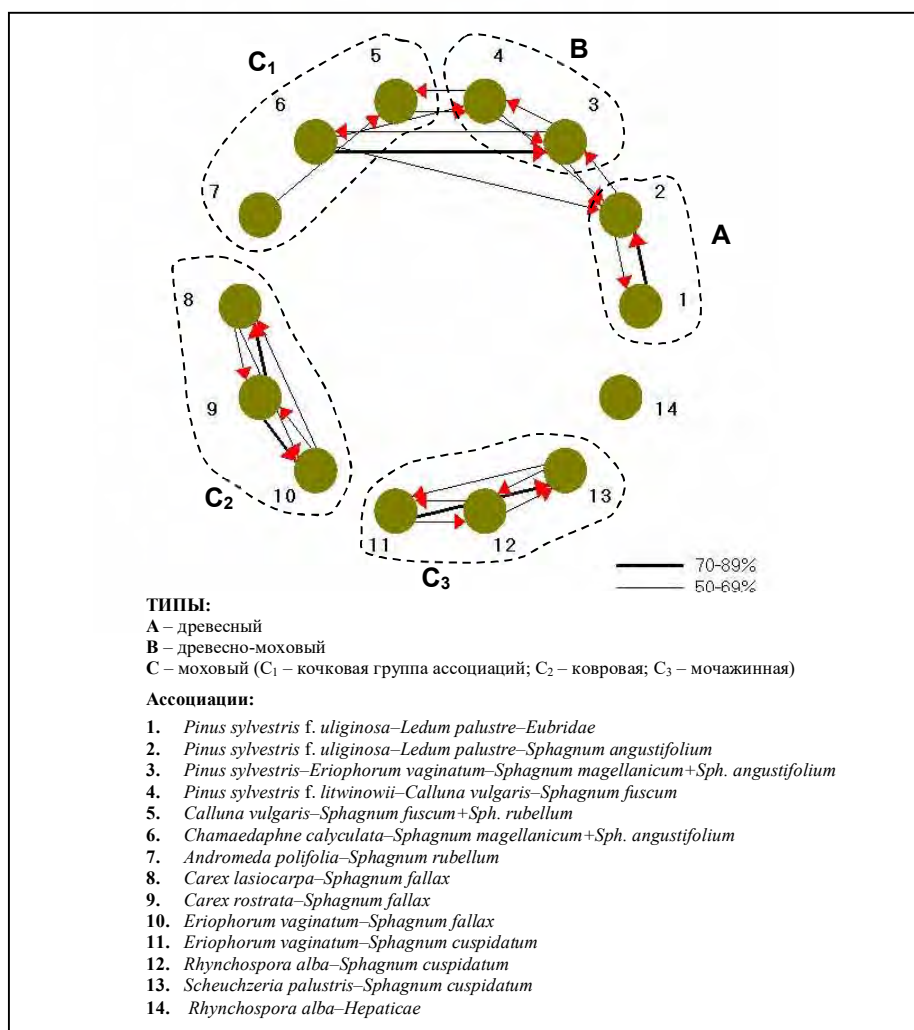
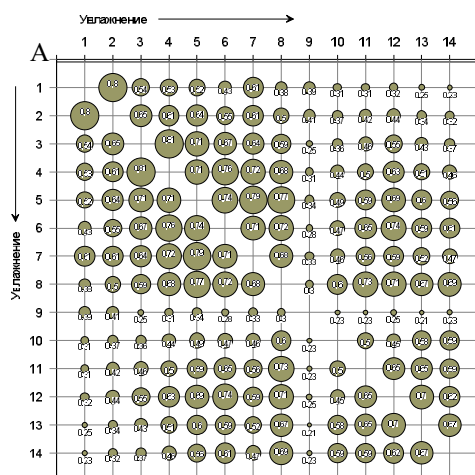
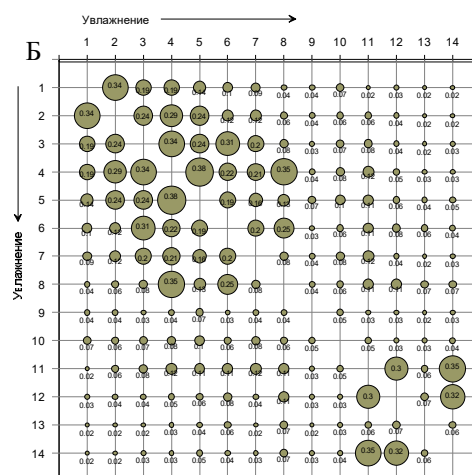


Рис. 5. Ориентированный мультиграф бинарных отношений на основе множества мер включения флористического состава растительных ассоциаций верхового сфагнового болота Юховичский Мох

Fig. 5. Directed multigraph of binary relations based on a measures set of inclusion plant associations flora composition of raised sphagnum bog Yukhovichsky Mokh

**Ассоциации:**

1. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Ledum palustre*–*Eubridae*
2. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Ledum palustre*–*Sphagnum angustifolium*
3. *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*
4. *Pinus sylvestris*–*Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium*
5. *Chamaedaphne calyculata*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium*
6. *Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*+*Sph. rubellum*



7. *Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum fallax*
8. *Andromeda polifolia*–*Sphagnum rubellum*
9. *Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum cuspidatum*
10. *Carex lasiocarpa*–*Sphagnum fallax*
11. *Carex rostrata*–*Sphagnum fallax*
12. *Rhynchospora alba*–*Sphagnum cuspidatum*
13. *Rhynchospora alba*–*Hepaticae*
14. *Scheuchzeria palustris*–*Sphagnum cuspidatum*

Рис. 6. Оценка сходства видового состава растительных ассоциаций сфагнового болота Юховичский Мох с использованием коэффициентов сходства Сьеренсена (А) и Чекановского (Б)

Fig. 6. Similarity evaluation of the plant associations species composition of the sphagnum bog Yukhovichsky Mokh using the Sørensen (A) and Chekanovsky (Б) similarity coefficients

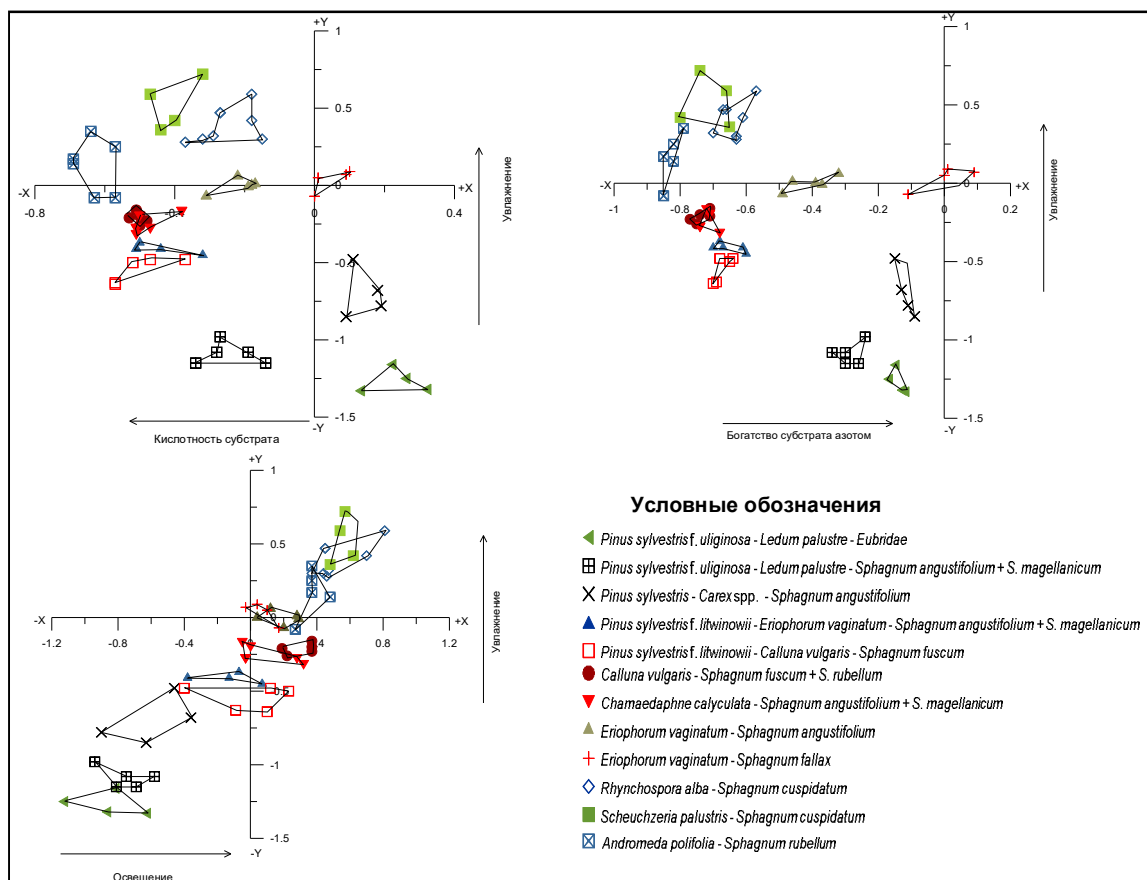
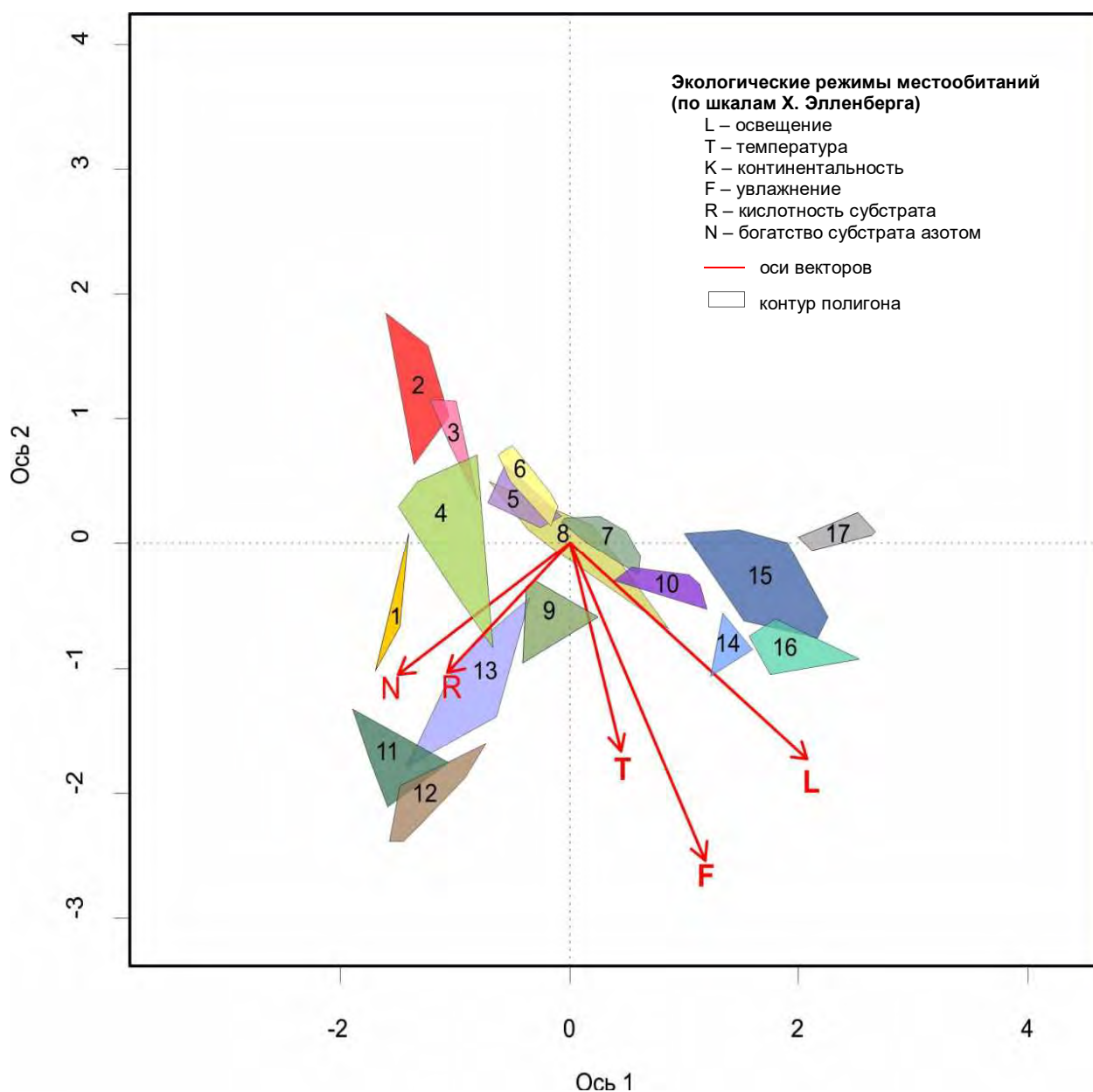


Рис. 7. Экологические оптимумы растительных ассоциаций сфагнового болота Юховичский Мох (составлено на основе фитометрических шкал Х. Элленберга [43])

Fig. 7. Ecological optima of the sphagnum bog Yukhovichsky Mokh plant associations (compiled on the phytometric scales of H. Ellenberg [43] basis)

**Ассоциации:**

1. *Pinus sylvestris* – *Phragmites australis* – *Sphagnum fallax*
2. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa* – *Ledum palustre* – *Eubridae*
3. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa* – *Ledum palustre* – *Sphagnum angustifolium*
4. *Pinus sylvestris* – *Carex* spp. – *Sphagnum angustifolium*
5. *Pinus sylvestris* – *Eriophorum vaginatum* – *Sphagnum magellanicum* + *Sph. angustifolium*
6. *Pinus sylvestris* f. *litwinowii* – *Calluna vulgaris* – *Sphagnum fuscum*
7. *Calluna vulgaris* – *Sphagnum fuscum* + *Sph. rubellum*
8. *Chamaedaphne calyculata* – *Sphagnum magellanicum* + *Sph. angustifolium*
9. *Eriophorum vaginatum* – *Sphagnum angustifolium*
10. *Andromeda polifolia* – *Sphagnum rubellum*
11. *Carex lasiocarpa* – *Sphagnum fallax*
12. *Carex rostrata* – *Sphagnum fallax*
13. *Eriophorum vaginatum* – *Sphagnum fallax*
14. *Eriophorum vaginatum* – *Sphagnum cuspidatum*
15. *Rhynchospora alba* – *Sphagnum cuspidatum*
16. *Scheuchzeria palustris* – *Sphagnum cuspidatum*
17. *Rhynchospora alba* – *Hepaticae*

Рис. 8. Положение геоботанических описаний ассоциаций, преобладающих в растительном покрове болота Юховичский Мох, в двух первых осях DCA

Fig. 8. Geobotanical descriptions position of associations prevailing in the Yukhovichsky Mokh bog vegetation cover of their the DCA first two axes

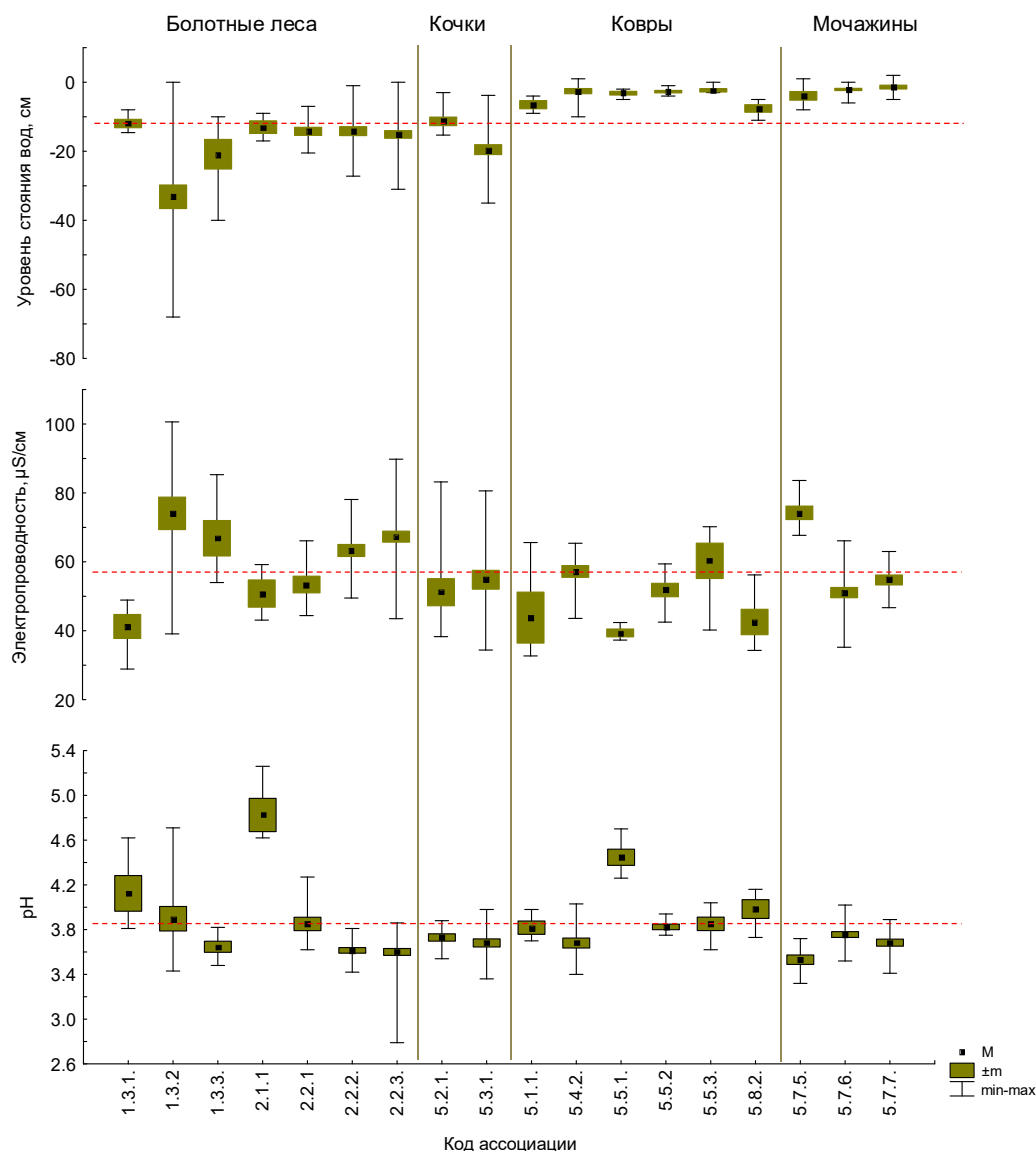


Рис. 9. Вариабельность показателей уровня стояния болотных вод, pH, электропроводности местообитаний ассоциаций сфагнового болота Юховичский Мох

Fig. 9. Indicators' variability of the bog water standing level, pH, electrical conductivity of the associations of sphagnum bog Yukhovichsky Mokh habitats

Ассоциация *Pinus sylvestris f. uliginosa*–*Ledum palustre*–*Eubridae*²

Ассоциация объединяет сосняки кустарничково-сфагново-зеленомошные, формирующиеся на осушенных землях.

Диагностические признаки. Дифференциация ассоциации проходит по сочетанию ряда морфологических, флористических и экологических признаков.

В составе древостоя преобладает *Pinus sylvestris f. uliginosa*, производительность древостоя не выше III класса бонитета. В напочвенном покрове доминируют виды группы *Vaccinium myrtillus*-Gr ($\Sigma_{\text{ИФЗ}}=62$), которая здесь дости-

гает фитоценологического и экологического оптимума; субдоминанты – виды группы *Ledum palustre*-Gr ($\Sigma_{\text{ИФЗ}}=38$). В составе сообществ постоянно присутствуют виды групп *Chamaedaphne calyculata*-Gr, *Andromeda polifolia*-Gr, реже *Empetrum nigrum*-Gr, однако комплектация этих групп является неполной, а фитоценологическая значимость видов незначительная ($\Sigma_{\text{ИФЗ}}=9-18$) (см. табл. 3, 4).

Диагностическими признаками ассоциации является отсутствие видов групп *Majanthemum bifolium*-Gr и *Menyanthes trifoliata*-

²Название, использованное К. Hueck [45], на наш взгляд, удачно отражающее структуру мохового яруса данной ассоциации с господством зелёных мхов.

Gr, а также олиготрофных гигрофитов характерных для сосняков пушицево-сфагновых (*Drosera rotundifolia*, *Sphagnum fuscum*, *Oxycoccus microcarpus*). Виды иных групп отсутствуют или встречаются единично. В моховом покрове преобладают зеленые мхи; проективное покрытие сфагнов до 40%.

Экология и распространение. Сообщества ассоциации встречаются только в южном секторе болота, в 10–20 м полосах вблизи мелиоративных каналов (рис. 10).

Формируются на торфах верхового типа, характерен выраженный нанорельеф. В экоценотическом ряду, составленном для исследуемого болота, сообщества ассоциации занимают наименее увлажненные местообитания (см. рис. 7, 8). В сравнении с сосняками кустарничково-сфагновыми, ненарушенными мелиорацией (асс. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Ledum palustre*–*Sphagnum angustifolium*), уровень стояния болотных вод (июль–август) статистически значимо ($t_{\text{факт}}=2,78 > t_{05}=2,08$) увеличивается в среднем в 1,6 раз и составляет -33 ± 3 см; pH в болотных водах составляет в среднем 3,90 (пределы – 3,43–4,71); электропроводность (ЕС) – 72 (26–101) $\mu\text{S}/\text{см}$ (см. табл. 3, рис. 9).

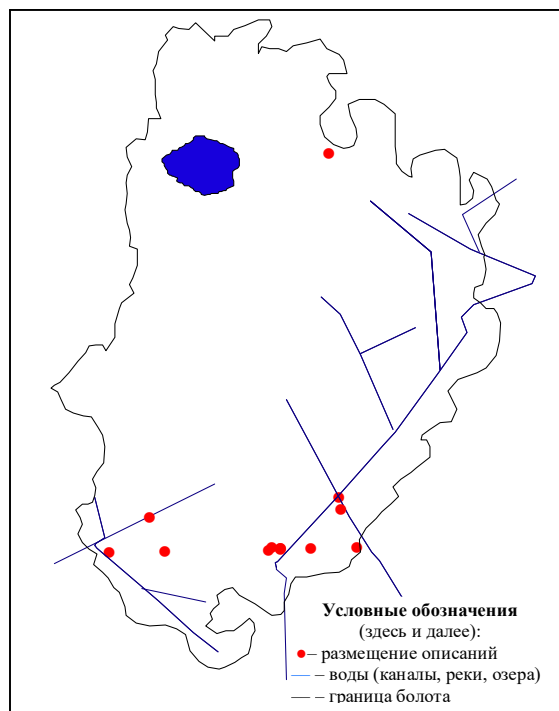


Рис. 10. Размещение описаний асс. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Vaccinium* spp.–*Eubryidae*

Fig. 10. Location of *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Vaccinium* spp.–*Eubryidae* ass. descriptions

Мощность торфяной залежи под осушенными сосняками составляет 1,5–3 м. Торф в верхнем метровом слое – пушицево-сфагновый, сфагновый (магелланикум); в поверхностном (0–25 см) – сфагново-сосновый. Поверхностные горизонты почвы представляют собой сочетание фрагментов груборазложившейся подстилки мощностью 4–7 см и оторфованной подстилки мощностью 7–13 см. Средняя мощность подстилки – $7,3 \pm 0,9$ см; степень разложения верхнего 25-см слоя торфа – 10–30%, зольность – 2–9% (в среднем 4,6 %), pH_{KCl} – 2,55–2,85 (2,70).

Оценка режимов основных экологических факторов по фитометрическим шкалам [42, 43] показывает, что индекс увлажнения местообитаний (mF) составляет в среднем 6,67 (пределы 6,21–7,0); кислотности почв (mR) – 2,22 (2,0–2,64); богатства субстрата азотом (mN) – 1,79 (1,44–2,0). Значения индекса освещения (mL) составляют в среднем 6,78 (6,24–6,84); сообщества ассоциации приурочены к наиболее затененным местообитаниям болота Юховичский Мох (<30% относительного освещения) (см. табл. 3).

Видовой состав. В геоботанических описаниях отмечено 29 видов, в т.ч. сосудистых растений – 19, мхов – 10. Количество видов с высокой константностью (III–V классы) – 19; R_s в среднем – 16 видов / 100 м^2 (см. табл. 2).

Флористическое ядро ассоциации образуют олиготрофные мезогиро- и гигрофиты: *Pinus sylvestris* f. *uliginosa* (Dm); *Ledum palustre* (Dm), *Vaccinium vitis-idaea* (Dm), *V. myrtillus* (Dm), *V. uliginosum*, *Melampyrum pratense* ssp. *paludosum*; *Pleurozium schreberi* (Dm), *Dicranum polysetum* (см. табл. 3). Анализ матрицы мер включения и графа сходства (см. рис. 5, 6) показывает, что видовой состав ассоциации имеет наибольшее сходство с асс. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Ledum palustre*–*Sphagnum angustifolium*.

Морфология. Древостой образован *Pinus sylvestris* (обычной формы и f. *uliginosa*) с примесью *Betula pubescens*, *B. pendula*, *Picea abies*. Класс бонитета – III–V⁶ (в среднем IV,5), относительная полнота – 0,4–0,9, высота (в возрасте 70–90 лет) – 8–21 (в среднем 15 ± 2) м, запас древесины – 51–168 (108 ± 3) $\text{м}^3/\text{га}$. В подросте преобладает *Pinus sylvestris* с незначительной примесью *B. pubescens*, иногда *Picea abies*, *B. pendula* (состав: 9С1Б(п)едЕБ(б); количество варьирует от 0,7 до 4,8 тыс. шт/га). Подлесок отсутствует.

Покрытие травяно-кустарничкового яруса в среднем $34 \pm 3\%$ (пределы 25–40%), доминирующие виды – *Ledum palustre* (п.п. – $23 \pm 5\%$), *Vaccinium myrtillus* ($18 \pm 5\%$), *V. vitis-idaea* ($16 \pm 5\%$), и, в довольно большом количестве может развиваться *V. uliginosum* и *Chamaedaphne calyculata*;

характерна постоянная встречаемость *Empetrum nigrum*. Другие болотные виды (*Andromeda polifolia*, *Calluna vulgaris*, *Eriophorum vaginatum*) встречаются в малом обилии (см. табл. 3).

Общее покрытие мохового яруса – 60–80% (в среднем $75 \pm 4\%$). Важной особенностью является большая роль лесных видов зелёных мхов (30–80%), которые обычно превышают по покрытию сфагны. Преобладают *Pleurozium schreberi* ($42 \pm 10\%$) и *Dicranum polysetum* ($8 \pm 2\%$); в небольшом количестве (1–3%) присутствуют *Polytrichum strictum*, *Hylocomium splendens*, *P. commune*, *Ptilium crista-castrensis*, *Aulacomnium palustre*. Из сфагнов довольно обильны *Sphagnum angustifolium* ($12 \pm 4\%$) и *Sph. magellanicum* ($20 \pm 6\%$).

Динамика. Данная ассоциация динамически связана с асс. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–

Ассоциация *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Ledum palustre*–*Sphagnum angustifolium*

Диагностические признаки. В древостое преобладает *Pinus sylvestris* f. *uliginosa* (реже обычной формы) IV–V классов бонитета. В напочвенном покрове господствующая фитоценоэкологическая группа – *Ledum palustre*-Gr ($\Sigma_{\text{ифз}}=46$); высокой константностью и обилием характеризуются виды *Chamaedaphne calyculata*-Gr ($\Sigma_{\text{ифз}}=35$) и *Andromeda polifolia*-Gr ($\Sigma_{\text{ифз}}=25$). Постоянно присутствуют лесные виды *Vaccinium myrtillus*-Gr, однако их фитоценотическая значимость по сравнению с предыдущей ассоциацией резко снижается ($\Sigma_{\text{ифз}}=29$). Кроме присутствия и обилия этих видов, диагностическими признаками ассоциации является отсутствие видов *Majanthemum bifolium*-Gr и *Menyanthes trifoliata*-Gr, а также видов, характерных фитоценозам болотных редколесий (*Drosera rotundifolia*, *Sphagnum fuscum*, *Oxycoccus microcarpus*). В моховом ярусе доминируют сфагновые мхи; проективное покрытие зелёных мхов $\leq 15\%$ (см. табл. 3, 4).

Экология и распространение. Занимает окраины или хорошо дренируемые склоны болота (рис. 11), кроме того, встречается вокруг оз. Моховое и на подсушенных участках в полосе 50–70 м от мелиоративных каналов (рис. 12а). Микрорельеф волнистый или кочковатый. Сообщества, как правило, формируются на болотных почвах – торфяно-перегнойно-глеевых и торфяных, слабопроточных.

Кустарничково-сфагновые сосняки приурочены к относительно сухим местообитаниям (см. рис. 7, 8). Глубина залегания вод, отмеченная при описании фитоценозов, составляет в среднем 21 см (пределы – 40...–10 см). Физико-химические свойства болотных вод в местообитаниях ассоциации имеют следующие показатели:

Ledum palustre–*Sphagnum angustifolium*, которую она сменяет при осушении или которой сменяется при заболачивании (см. рис. 5, 6). В эффективно осушенных лесах напочвенный покров, а иногда и другие компоненты биогеоценоза, достигают относительно устойчивого состояния. Такие леса характеризуют заключительный этап динамики при осушении [46]. Растительность нижних ярусов в них сходна с растительностью некоторых лесов на минеральных почвах. Однако наличие слоя торфа обуславливает оригинальный характер сукцессионно-демутационной динамики после нарушения. Например, сильные пожары вызывают необратимую смену зеленомошного покрова сфагновым и долгомошным, чего не бывает в сосняках на минеральных почвах [47].

рН в среднем 3,65 (пределы 3,48–3,82); ЕС – 67 (54–85) $\mu\text{S}/\text{cm}$ (см. табл. 3, рис. 9).

Глубина торфяной залежи достигает 2–2,5 м (в среднем 1–1,5 м); торф преимущественно сфагновый и пушицево-сфагновый. Мощность сфагнового очеса (T_0) составляет в среднем 10 (6–15), слаборазложившегося торфа (T_1) – 13 (5–40) см.

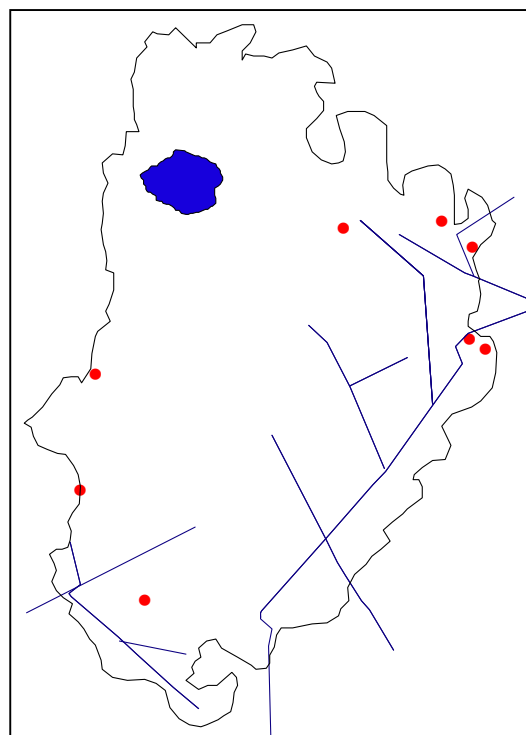


Рис. 11. Размещение описаний асс. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Ledum palustre*–*Sphagnum angustifolium*

Fig. 11. Location of *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Ledum palustre*–*Sphagnum angustifolium* ass. descriptions



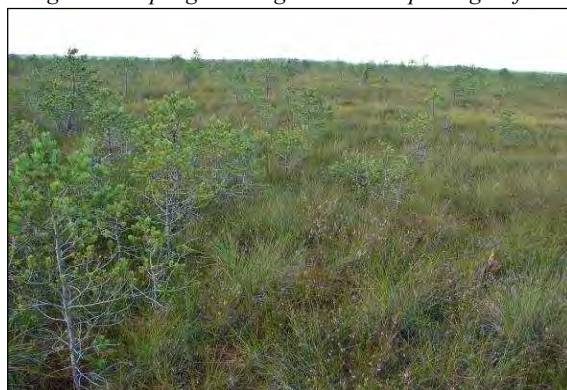
а – асс. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Ledum palustre*–*Sphagnum angustifolium*



б – асс. *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium*



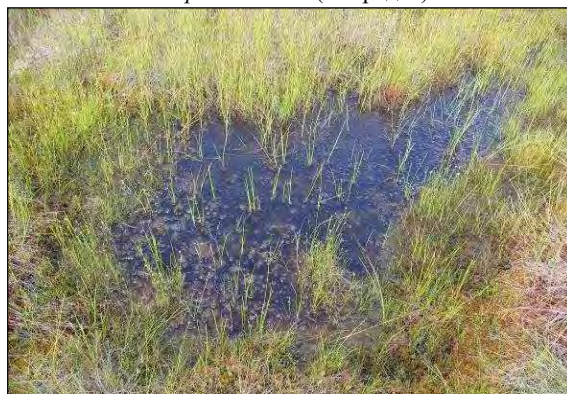
в – асс. *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*



г – асс. *Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*+*Sph. rubellum* (на грядах)



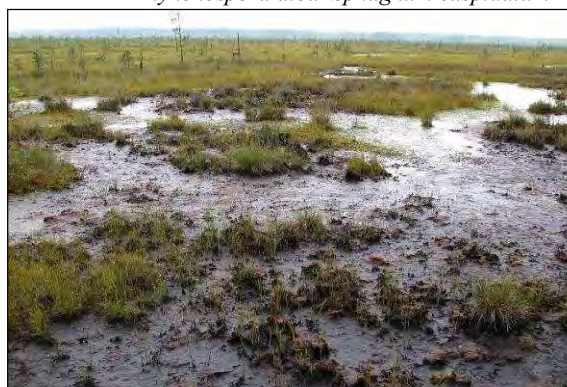
д – асс. *Andromeda polifolia*–*Sphagnum rubellum*



е – асс. *Rhynchospora alba*–*Sphagnum cuspidatum*



ж – асс. *Scheuchzeria palustris*–*Sphagnum cuspidatum*



и – асс. *Rhynchospora alba*–*Hepaticae*

Рис. 12. Физиономический облик основных растительных ассоциаций верхового сфагнового болота Юховичский Мох

Fig. 12. Physiognomic appearance of the main plant associations of the raised sphagnum bog Yukhovichsky Mokh

По физико-химическим свойствам торфа являются более кислыми, чем в сосняках, формирующихся на осушенных землях (см. табл. 3). Реакция поверхностного слоя (0–25 см) торфяной залежи составляет в среднем 2,63 (2,30–2,90); зольность – 4,1% (1,2–5,7 %), что несколько ниже, чем в осушенных сосняках (4,6%), но в целом выше среднего значения для торфов болота (3,5%).

Оценка режимов основных экологических факторов по фитометрическим шкалам в целом подтверждает выводы, сделанные с использованием инструментальных измерений (см. табл. 3, рис. 7, 8). Индекс увлажнения (mF) составляет в среднем 7,08 (пределы – 6,85–7,64), кислотности торфяного субстрата (mR) – 1,90 (1,75–2,07); богатства азотом (mN) – 1,70 (1,56–2,0); освещения (mL) – 6,86 (6,5–7,25) (см. табл. 3).

Видовой состав. В геоботанических описаниях сообществ ассоциации отмечено 24 вида, в т.ч. сосудистых растений – 16, мхов – 8. Среднее число видов в описании – 14 / 100 м², количество видов III–V классов постоянства – 15 (см. табл. 2). Флористическое ядро ассоциации образуют: *Pinus sylvestris* f. *uliginosa* (Dm); *Ledum palustre* (Dm), *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *Chamaedaphne calyculata*; *Sphagnum angustifolium* (Dm), *Sph. magellanicum* (Dm), *Pleurozium schreberi*.

Матрица мер включения и ориентированный граф (см. рис. 5, 6), показывают, что ассоциация объединена существенным уровнем сходства с асс. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Ledum palustre*–*Eubridae*, асс. *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium*.

Морфология. Сообщества имеют 2 эдификаторных яруса: древесный и моховой, причем ведущую роль здесь играет древостой, который образован *Pinus sylvestris* (обычной формы и f. *uliginosa*) с редкой примесью *Betula pubescens* и *B. pendula*. Класс бонитета – IV–V, относительная полнота – 0,3–0,7, высота (в возрасте 70–90 лет) – 9–17 м, запас древесины – 40–110 м³/га (см. рис. 12а). По возрастной структуре древостой в

сообществах ассоциации преимущественно условно одновозрастные или относительно разновозрастные.

Подрост, как правило, низкой численности (в среднем до 1,5–3,5 тыс. шт/га) и представлен *Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*, редко *Picea abies*. Ярус подлеска не выражен; такие виды *Sorbus aucuparia*, *Salix aurita*, *Frangula alnus* встречаются единично.

Травяно-кустарничковый ярус густой (п.п. – 40–85%), дифференцирован на два подъяруса. Верхний подъярус высотой 50–70 см образует *Ledum palustre* (30±6%) с участием *Chamaedaphne calyculata* (11±3%) и *Vaccinium uliginosum* (12±3%). Второй подъярус высотой 25–30 см и сомкнутостью 15–35% формируют *Eriophorum vaginatum* (10±4%), *Oxycoccus palustris* (7±2%), *V. vitis-idaea* (8±3%), иногда с участием *V. myrtillus*, *Calluna vulgaris*, *Andromeda polifolia*, *Empetrum nigrum*.

Доминантом мохового яруса является *Sphagnum angustifolium* (46±7%), субдоминант – *Sph. magellanicum* (29±8%). Пятнами, иногда довольно крупными, на фоне сфагнового ковра растет *Pleurozium schreberi*, реже *Dicranum polysetum*.

Динамика. Эдафически обусловленные относительно устойчивые леса. Поскольку они, видимо, не являются заключительными (климаксowymi) для данного региона, то существует тенденция их изменения в связи с происходящим формированием и переформированием торфяной залежи. Однако темп таких изменений не велик [47]. Сообщества ассоциации являются одной из первоначальных стадий заболачивания сосновых лесов на бедных кислых почвах. Динамически ассоциация связана с асс. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Ledum palustre*–*Eubridae* и *Pinus sylvestris*–*Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium*, которые сменяет или которыми сменяется при осушении или заболачивании. Также она связана взаимными сукцессионными сменами при изменении гидрологического режима и трофического статуса с асс. *Pinus sylvestris*–*Carex* ssp.–*Sphagnum angustifolium* (см. рис. 5, 6).

Ассоциация *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium*

Объединяет сосновые пушицево-кустарничково сфагновые сообщества, занимающие значительную площадь на вершине, краевом склоне и среднеобводненной окраине болота (рис. 13).

Диагностические признаки. Древесный ярус образует *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*; в нем практически отсутствует *Betula pubescens*; производительность древостоя крайне низкая (V–V⁶ классов бонитета).

В нижних ярусах растительности основной фон образуют виды *Chamaedaphne calyculata*-Gr (Σ_{иф3}=29), *Andromeda polifolia*-Gr (Σ_{иф3}=37). Относительно высоким постоянством и обилием характеризуются *Empetrum nigrum*-Gr (Σ_{иф3}=24). В отличие от асс. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa* – *Ledum palustre* – *Sphagnum angustifolium* характерно существенное ослабление ценологических позиций *Ledum palustre*-Gr

($\Sigma_{\text{ифз}}=25$), а также отсутствие (или эпизодическое присутствие) видов *Vaccinium myrtillus*-Gr и мезотрофных видов. Моховой покров – сплошной (п.п. – 95–100%) и характеризуется: а) полным господством болотных видов сфагнов; б) отсутствием лесных видов мхов (*Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum* и др.); в) постоянной встречаемостью в составе сообществ *Sphagnum fuscum* (см. табл. 3).

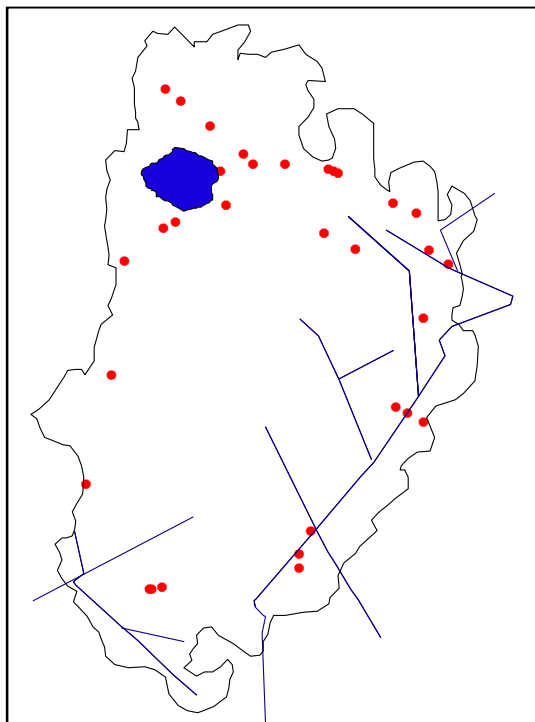


Рис. 13. Размещение описаний асс. *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium*

Fig. 13. Location of *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium* ass. descriptions

Экология и распространение. Ассоциация занимает окраинную часть, а также склоны болота, где образует лесные кольца (см. рис. 13). Микрорельеф кочковатый или волнистый. Сообщества, как правило, формируются на торфяных болотных почвах с застойными водами.

Глубина залегания вод, отмеченная при описании фитоценозов, составляет в среднем -14 см (пределы – -27...-1). Гидрохимический режим местообитаний характеризуется следующими показателями: pH в среднем 3,61 (пределы 3,42–3,81); ЕС – 63 (50–78) $\mu\text{S}/\text{см}$ (см. табл. 3, рис. 9).

Мощность сфагнового очеса (T_0) и слабообразованного торфа (T_1) составляют в среднем 16

см (пределы 10–21) и 12 см (7–20) соответственно. Торфяная залежь более мощная, чем в сосняках кустарничково-сфагновых от 2 до 4,5 м (в среднем – $2,3 \pm 0,5$ м); торф пушицево-сфагновый и сфагновый. Реакция поверхностного слоя (0–25 см) составляет в среднем 2,61 (2,20–2,90), зольность – 3,7 % (0,7–10,5%).

Средневзвешенное значение индекса увлажнения (mF) составляет 7,64 (7,09–8,25); кислотности (mR) – 1,62 (1,25–1,90); богатства почв азотом (mN) – 1,35 (1,13–1,60); освещения (mL) – 7,45 (7,23–7,73) (см. табл. 3).

Видовой состав. В геоботанических описаниях сообществ ассоциации отмечено 24 вида, в т.ч. сосудистых растений – 14, мхов – 10. Количество видов III–V классов постоянств – 13; R_s в среднем – 12 видов / 100 м^2 (см. табл. 3). Флористическое ядро составляют олиготрофные гигрофиты: *Pinus sylvestris* f. *litwinowii* (Dm); *Eriophorum vaginatum* (Dm), *Calluna vulgaris* (Dm), *Chamaedaphne calyculata*; *Sphagnum magellanicum* (Dm), *Sph. angustifolium* (Dm), *Sph. fuscum*, *Polytrichum strictum*.

Анализ коэффициентов сходства и матрицы мер включения показывает (см. рис. 5, 6), что по флористическому составу наибольшее сходство сообщества ассоциации имеют с асс. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Ledum palustre*–*Sphagnum angustifolium*, асс. *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum* и асс. *Chamaedaphne calyculata*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium*.

Морфология. Сообщества ассоциации характеризуются наличием 2 эдификаторных ярусов – древесного и мохового (см. рис. 12б). Первый образован *Pinus sylvestris* f. *litwinowii* (редко f. *uliginosa*) и отличается крайне низкой продуктивностью ($h_{\text{ср}}=3,8$ м, $d_{\text{ср}}=4,9$ м) и сомкнутостью 0,2–0,4. В подросте преобладает *Pinus sylvestris* (состав 10СедБ(п); $h_{\text{ср}}=64$ см, $A=13$ лет); численность составляет 14 ± 3 тыс. шт/га (пределы 2–18), что выше, чем в сосняках кустарничково-сфагновых и, по-видимому, связано с низкой сомкнутостью древостоя и более сложной возрастной структурой.

Сомкнутость травяно-кустарничкового яруса составляет в среднем $36 \pm 3\%$. Основным строителем является *Eriophorum vaginatum* (п.п. – $21 \pm 2\%$), образующая волнистый покров из плотных, иногда довольно крупных (до 1–1,2 м в диаметре) кочек. Содоминантом выступает *Calluna vulgaris* ($14 \pm 3\%$), доля других видов болотных кустарничков незначительна (3–8%). Моховой покров сплошной, сложен 3 видами сфагнов: *Sphagnum magellanicum* ($48 \pm 5\%$), *Sph. angustifolium* ($33 \pm 3\%$), *Sph. fuscum* ($17 \pm 5\%$).

Динамика. В процессе развития болота ассоциация сменяет сосновые и пушистоберезово-сосновые сообщества олигомезо- и мезотрофных болот. Также она связана взаимными сменами при изменении дренажа с сосняками кустар-

Ассоциация *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*

Диагностические признаки. Древесный ярус сильно разрежен (сомкнутость 0,1–0,4), представлен низкорослыми болотными формами *Pinus sylvestris* f. *litwinowii* и в меньшей степени f. *willkomii*. В нижних ярусах растительности ценозов доминирует группа видов *Empetrum nigrum*-Gr ($\Sigma_{\text{ифз}}=50$), которая находится в пределах эколого-ценотического оптимума. Характерно постоянное присутствие видов групп *Chamaedaphne calyculata*-Gr, *Andromeda polifolia*-Gr, *Ledum palustre*-Gr, однако фитоценотическая роль этих видов не является существенной ($\Sigma_{\text{ифз}}=17–26$) (см. табл. 4).

Виды иных групп отсутствуют или встречаются единично. Моховой покров сплошной, преобладает *Sphagnum fuscum*, содоминант – *Sph. magellanicum*.

Экология и распространение. Ассоциация формирует устойчивые сообщества гряд и кочек, образуя растительный покров на вершине исследуемого болотного массива и его склонах (рис. 14).

Местообитания типично олиготрофные с довольно низким уровнем грунтовых вод – -31...0 см (в среднем -15 см). Кислотность вод в эколого-фитоценотическом ряду болота характеризуется наиболее низкими показателями pH и составляет в среднем 3,60 (пределы – 2,79–3,86); амплитуда ЕС – 43–90 $\mu\text{S}/\text{см}$ (в среднем 67) (рис. 15, также см. табл. 3, рис. 9).

Мощность торфа 3–5,5 м (в среднем в описаниях 3,8 $\pm$ 0,4 м); залежь верхового типа, магелланикум-торфа, нередко с выраженным верхним слоем фускум-торфа, также встречаются комплексные олиготрофные. Химический анализ торфов из поверхностного 25-см слоя говорит о крайней бедности их питательными веществами: величина pH_{KCL} в среднем 2,47 (пределы – 2,15–2,65); зольность – 2,2 % (1–2,8 %).

Значения индекса увлажнения (mF) для сообществ ассоциации находится в пределах 6,80–7,90 (в среднем – 7,46); центр эоареала синтаксона занимает наименее увлажненные местообитания после кустарничково-сфагновых лесов (см. рис. 7). Значения индекса кислотности (mR) составляют 1,25–2,0 (1,58); богатства почв азотом (mN) – 1,20–1,58 (1,34). Как видно из рис. 7 экоцентр ассоциации лежит в пределах олиготрофного типа питания среди и приурочен к сектору наиболее бедных местообитаний (см.

ничково-сфагновыми (асс. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Ledum palustre*–*Sphagnum angustifolium*) и кустарничково-сфагновыми ценозами (асс. *Chamaedaphne calyculata*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium*).

рис. 7). Фитометрический индекс освещения (mL) в диапазоне 7,20–7,86 (7,54). По характеру режима освещения сообщества ассоциации занимают промежуточное положение между болотными лесами и группами нелесных (открытых) сообществ, при этом их оптимум смещен в сторону лесной группы (см. рис. 7, 8).

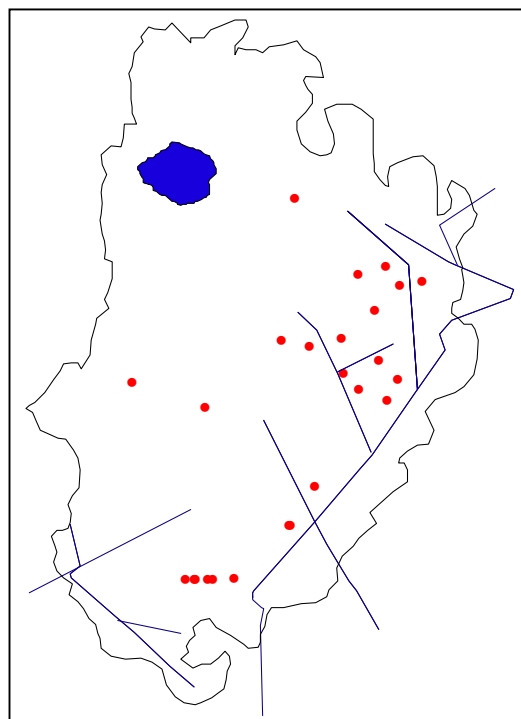


Рис. 14. Размещение описаний асс. *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*

Fig. 14. Location of *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum* ass. descriptions

Видовой состав. В геоботанических описаниях сообществ ассоциации отмечено 27 видов, в т.ч. сосудистых растений – 13, мхов – 9, печеночников – 1, лишайников – 4; R_s в среднем – 13 видов / 25–100 м².

Флористическое ядро ассоциации составляют олиготрофные гигрофиты: *Pinus sylvestris* f. *litwinowii* (Dm); *Calluna vulgaris* (Dm), *Empetrum nigrum*; *Sphagnum fuscum* (Dm), *Sph. magellanicum*.

Анализ графов, построенных на основе анализа матриц мер включения и коэффициентов сходства (см. рис. 5, 6) показал, что по видовому сос-

таву рассматриваемая ассоциация имеет наибольшее сходство с ассоциациями: *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Ledum palustre*–*Sphagnum angustifolium* (*Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium*, *Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*+*Sph. rubellum*).

Морфология. Верхний древесный ярус представлен разреженной (сомкнутость 0,2–0,4) и сильно угнетенной *Pinus sylvestris* f. *litwinowii* ($h = 2–4,5$ м). В подросте доминирует *Pinus sylvestris* (состав 10С; $h_{cp} = 0,6$ м см, $A = 15$ лет); численность составляет 2–23 (в среднем – 12 ± 5) тыс. шт/га (см. рис. 12в).

Травяно-кустарничковый ярус дифференцирован на два подъяруса. Основной подъярус высотой 18–35 см и сомкнутостью 10–40%, образуют *Calluna vulgaris* (п.п. – $26 \pm 3\%$), *Eriophorum vaginatum* ($13 \pm 2\%$), присутствуют редкие, угнетенные экземпляры *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*. Во втором подъярусе высотой 5–12 см и сомкнутостью 5–15% основной фон образует *Empetrum nigrum* ($10 \pm 1\%$), проективное покрытие дру-

гих болотных кустарничков (*Andromeda polifolia*, *Oxycoccus palustris*) незначительное (до 2–5%).

Моховой покров сплошной. Эдификатор фитоценоза и основной компонент мохового яруса – выраженный олиготрофный гигрофит *Sphagnum fuscum* ($49 \pm 4\%$). К его дерновине примешиваются *Sph. magellanicum* ($24 \pm 3\%$), *Sph. angustifolium* ($15 \pm 2\%$). Наиболее характерные описания сообществ ассоциации представлены в табл. 5.

Динамика. Ассоциация динамически связана как с описанными выше сообществами облесенных болот (при осушении трансформируется в асс. *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium*), так и кустарничково-сфагновыми и кустарничково-пушицево-сфагновыми сообществами гряд и кочек (асс. *Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*+*Sph. rubellum*, *Chamaedaphne calyculata*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium*). С учетом сукцессионных процессов, происходящих в экосистемах исследованного болота, может считаться относительно неустойчивой.

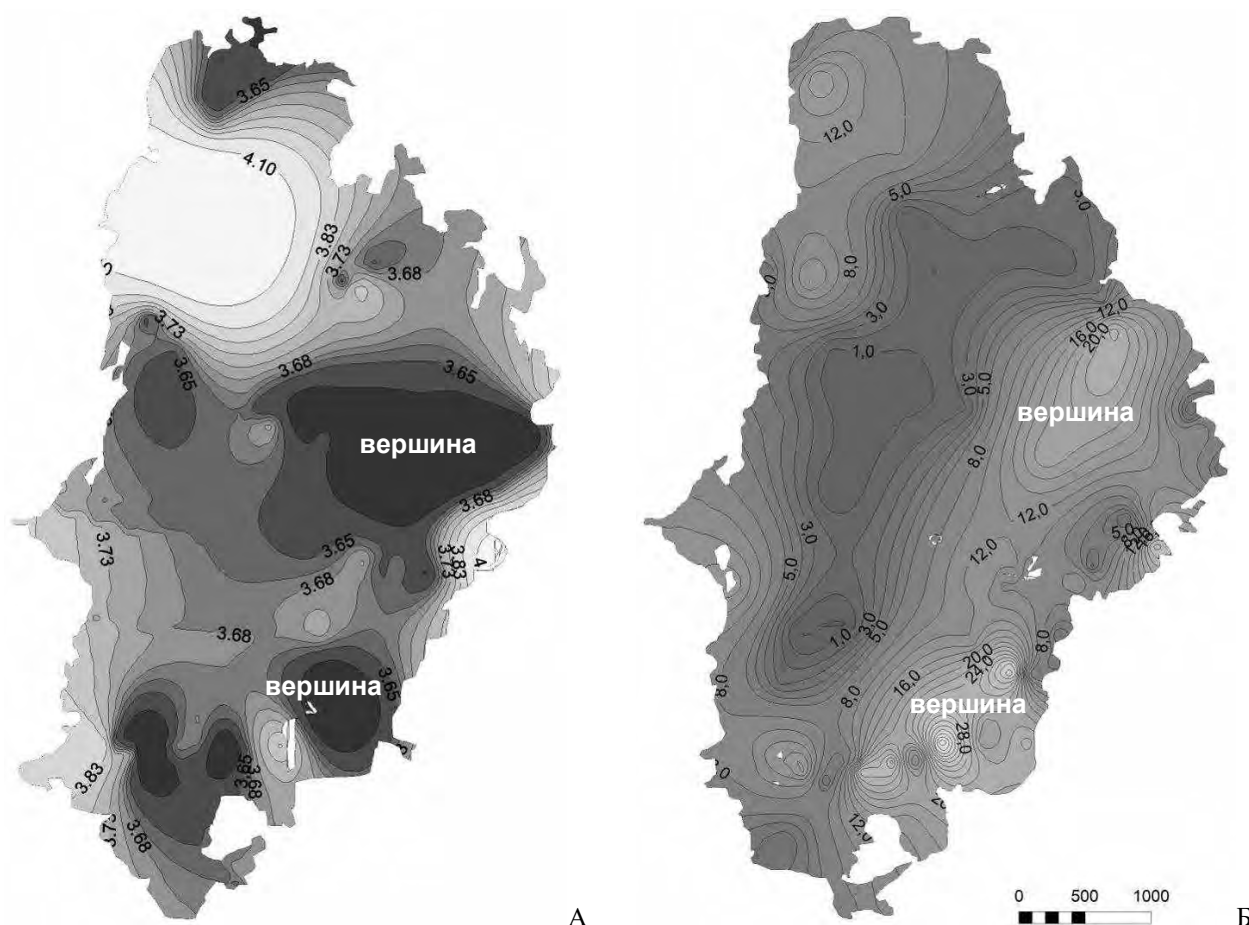


Рис. 15. Карты-схемы пространственного распределения значений pH (А) и уровней стояния болотных вод (Б) в местообитаниях верхового сфагнового болота Юховичский Мох

Fig. 15. Spatial distribution maps-schemes of pH values (А) and bog water standing levels (Б) in the raised sphagnum bog Yukhovichsky Mokh habitats

Таблица 5. Геоботанические описания ассоциации *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*

Table 5. Geobotanical descriptions of the *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum* association

[illegible]

Ассоциация *Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*+*Sph. rubellum*

Ассоциация объединяет сообщества кочек генеративных комплексов краевого склона, составленных, главным образом, *Sphagnum fuscum* и *Sph. rubellum*. На исследуемой территории два этих вида на кочках встречаются почти всегда совместно, примерно в равных соотношениях (реже преобладает один из них); кочки, составленные только лишь одним видом, практически, не встречались, поэтому мы сочли целесообразным отнести их к одной формации.

В системе синтаксономических единиц высшего ранга ассоциация отнесена к формации SPHAGNETA FUSCI³, поскольку дальнейшее развитие этих сообществ направлено в сторону снижения ценотической значимости *Sphagnum rubellum*.

Диагностические признаки. Ассоциация дифференцируется видами группы *Andromeda polifolia* ($\Sigma_{\text{ифз}}=53$), субдоминанты – виды *Empetrum nigrum*-Gr ($\Sigma_{\text{ифз}}=38$). В составе сообществ также присутствуют (нередко в довольно большом обилии) виды групп, эколого-ценотический оптимум которых приурочен к диаметрально противоположным болотным местообитаниям – *Ledum palustre*-Gr (болотные сосняки), *Chamaedaphne calyculata*-Gr (кочки) и *Rhynchospora alba*-Gr (мочажины) – что отчетливо подчеркивает переходный характер ассоциации. Древесный ярус отсутствует; моховой покров сплошной, в нем доминируют *Sphagnum fuscum* и *Sph. rubellum* (см. табл. 3, рис. 12г).

Экология и распространение. Сообщества ассоциации являются составной частью грядово-мочажинных комплексов, где они занимают местообитания на фрагментах гряд и кочек, характеризующихся небольшой высотой ($h_{\text{ср}} = 25 \pm 2$ см) и часто несущие черты неустойчивости во времени, будучи стадиями зарастания мочажин (см. рис. 2–4).

Обычно они образуют комплекс с сообществами асс. *Rhynchospora alba*–*Sphagnum balticum*, *Rhynchospora alba*–*Sphagnum cuspidatum*, реже *Rhynchospora alba*–*Hepaticae*, *Scheuchzeria palustris*–*Sphagnum cuspidatum*. Встречаются на небольшой площади комплексных сообществ (~25–40%) и размещаются на склонах центральной части болотного массива (рис. 16). Иногда они располагаются на уступах гряд, надвигающихся на мочажину. Еще реже их местообитанием являются ковры. Все эти местообитания объединяет проявление динамических процессов в развитии болотной экосистемы, что, естествен-

но, сказывается на неустойчивости во времени этой растительности.

Уровень стояния болотных вод, отмеченный при описании фитоценозов, составляет в среднем -11 см (пределы -15...-3). Физико-химические свойства болотных вод в местообитаниях ассоциации имеют следующие показатели: pH – 3,70 (пределы – 3,54–3,88); ЕС – 51 (38–83) $\mu\text{S}/\text{см}$ (см. табл. 3, рис. 9). Реакция поверхностного (0–25 см) слоя торфяной залежи (pH_{KCl}) составляет в среднем 2,68 (пределы – 2,55–2,85), гидролитическая кислотность – 113 (96–145) Ммоль/100г.

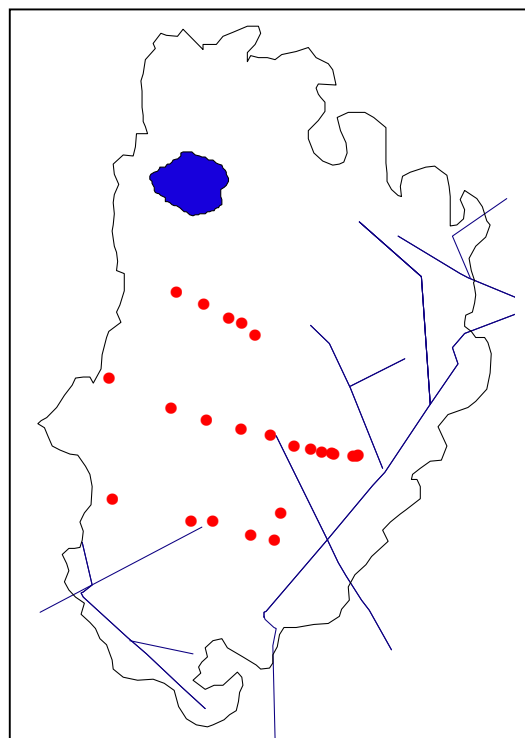


Рис. 16. Размещение описаний асс. *Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*+*Sph. rubellum*

Fig. 16. Location of *Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*+*Sph. rubellum* ass. descriptions

Оценка режимов основных экологических факторов по фитометрическим шкалам [43], показывает, что сообщества ассоциации имеют ограниченный экоареал и занимают местообитания с более узкой амплитудой параметров, чем другие синтаксоны (см. рис. 7, 8). Средневзвешенное значение индекса увлажнения (mF) составляет 7,88 (7,56–8,22). Экоцентр ассоциации

³По-видимому, наиболее верным решением было бы рассматривать эти сообщества в ранге субассоциации, относящейся к асс. *Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*. Однако поскольку, в Беларуси отсутствует единая классификационная схема, составленная на основе эколого-фитоценотической классификации, мы воздержались от подобного определения. В ходе дальнейших исследований синтаксономический статус этих сообществ возможно будет пересмотрен и уточнен.

размещен между сообществами мочажинной, ковровой и древесно-сфагновой групп и смещен в сторону последней. Оптимум экоареала перекрывается с экоцентром кустарничково-сфагновой ассоциации формации SPHAGNETA ANGUSTIFOLI-MAGELLANICI, однако при этом ограничен от других сообществ (см. рис. 7).

Значения индекса кислотности (mR) находятся в пределах 1,29–1,82 (в среднем – 1,50); богатства почв азотом (mN) – 1,11–1,50 (1,22). По характеру режима питания экоцентр лежит в пределах олиготрофного типа питания, а его конфигурация отчетливо смещена к крайним олиготрофам (см. рис. 7). Диапазон значений фитометри-

ческого индекса освещения (mL) находится в пределах 7,20–8,25 (7,94). Экоцентр ассоциации размещен между группами ассоциаций сосновых редколесий и открытых болот (ковры), при этом его конфигурация смещена в сторону безлесных сообществ (см. рис. 7).

Видовой состав. В геоботанических описаниях сообществ ассоциации отмечено 22 вида, в т.ч. сосудистых растений – 14, мхов – 8; R_s в среднем 13 вида / 25–100 м² (см. табл. 2). Флористическое ядро составляют: *Calluna vulgaris* (Dm), *Empetrum nigrum*; *Sphagnum fuscum* (Dm), *Sph. rubellum* (Dm), *Sph. magellanicum* (табл 6).

Таблица 6. Геоботанические описания ассоциации *Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*+*Sph.rubellum*

Table 6. Geobotanical descriptions of the *Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*+*Sph.rubellum* association

Количество описаний – 23. Среднее число видов в описании – 12. Типовое описание – № 107.

№ описания		13	43	45	47	51	54	62	107	110	112	114	116	143	151	153	144	145	163	164	165	174	Конс- тант- ность и обилие*	
Дре- вес- ный ярус	h _{ср} , м	.	2,5	2,5	3,5	2,0	0,5	.	0,5	.	.	.	.	2,0	.	.	2,0	0,6	0,8	.	.	.		.
	возраст, лет	.	35	30	32	30	10	.	9	.	.	.	.	25	.	.	30	25	30	.	.	.		.
	экологическая форма	.	ltw.	ltw.	ltw.	ltw.	ltw.	.	ltw.	.	.	.	.	ltw.	.	.	ltw.	wil.	wil.	.	.	.		.
Tr(l)	<i>Pinus sylvestris</i>	.	1	2	1	2	1	.	+	.	.	.	.	2	.	.	2	2	1	.	.	+	III ¹	
Shr (h)	<i>Ledum palustre</i>	.	.	+	.	.	.	.	1	+	1	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	II ⁺	
	<i>Chamaedaphne calyculata</i>	1	+	+	+	+	+	.	1	+	+	1	+	.	1	.	+	.	.	+	.	.	IV ⁺	
Shr (l)	<i>Calluna vulgaris</i>	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	V ³	
	<i>Empetrum nigrum</i>	.	+	1	2	1	+	+	+	1	.	+	+	1	.	.	1	.	.	.	.	.	III ¹	
	<i>Oxycoccus palustris</i>	.	1	1	+	+	1	+	1	1	1	1	+	1	1	1	+	1	+	1	2	1	V ¹	
	<i>O. microcarpus</i>	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I ⁺	
	<i>Andromeda polifolia</i>	2	1	2	1	+	1	+	+	1	+	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	1	V ²	
Hrb	<i>Eriophorum vaginatum</i>	4	5	3	4	5	2	2	3	+	3	2	2	1	+	1	3	2	.	1	2	2	V ³	
	<i>Rhynchospora alba</i>	.	2	1	1	+	2	1	1	2	2	2	2	3	2	2	1	2	1	3	3	2	V ²	
	<i>Scheuchzeria palustris</i>	.	+	+	+	.	+	+	1	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III ⁺	
	<i>Drosera rotundifolia</i>	1	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	.	+	+	+	+	1	1	1	V ⁺	
	<i>D. anglica</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	I ⁺	
	<i>Carex pauciflora</i>	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I ⁺	
M(s)	<i>Sphagnum fuscum</i>	5	4	4	3	5	5	4	4	5	5	5	4	1	5	3	5	2	4	4	4	4	V ⁴	
	<i>Sph. rubellum</i>	+	4	4	4	1	4	4	2	3	3	4	4	5	3	5	3	5	5	5	4	4	V ⁴	
	<i>Sph. magellanicum</i>	+	+	4	4	2	1	+	4	2	3	3	2	4	.	.	1	1	1	1	1	.	V ²	
	<i>Sph. angustifolium</i>	1	2	2	2	2	.	2	+	2	2	2	1	.	2	2	2	+	+	+	2	2	V ²	
	<i>Sph. cuspidatum</i>	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II ⁺	
	<i>Sph. balticum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I ⁺	
M(b)	<i>Polytrichum strictum</i>	.	+	+	+	+	.	.	.	+	3	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	II ⁺	
M(h)	<i>Mylia anomala</i>	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II ⁺	
УСБВ, см		-15	-15	-13	-9	–	-10	–	-13	-3	-13	-11	-7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
pH		3,59	3,54	3,74	3,70	–	3,70	–	3,76	3,7	3,82	3,75	3,75	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
ЕС, μS/см		83,2	48,2	44,9	65,6	–	47,1	–	54,9	46,2	41,6	42,6	56,1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Примечание. Прочерк означает отсутствие сведений.																								
*Приводятся усредненные значения для всей выборки описаний ассоциации.																								

Анализ графов сходства и мер включения (см. рис. 5, 6) показал, что видовой состав ассоциации имеет наибольшее сходство с асс. *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum* и асс. *Andromeda polifolia*–*Sphagnum rubellum*.

Морфология. Древесный ярус для ассоциации не характерен, но низкорослая *Pinus sylvestris* f. *litwinowii* ($h_{cp}=2$ м) и f. *willkomii* ($h_{cp}=0,7$ м) постоянно встречается в составе ее ценозов. Травяно-кустарничковый ярус негустой – в среднем проективное покрытие $22\pm3\%$ и дифференцирован на подъяруса (см. рис. 12Г). Верхний подъярус образован *Eriophorum vaginatum* ($16\pm3\%$), *Calluna vulgaris* ($17\pm1\%$), *Rhynchospora alba* ($9\pm1\%$); нижний – *Andromeda polifolia* ($6\pm1\%$), с небольшим ($2\text{--}4\%$) участием *Empetrum nigrum*, *Oxycoccus palustris*. Моховой ярус полидоминантен и складывается *Sphagnum fuscum* ($43\pm5\%$), *Sph. rubellum* ($38\pm4\%$),

Sph. magellanicum ($14\pm3\%$) *Sph. angustifolium* ($9\pm1\%$) к которым иногда примешивается *Sph. balticum*. Наиболее характерные описания рассматриваемой ассоциации см. в табл. 6.

Динамика. Ассоциация относительно неустойчивая и имеет переходный характер, сукцессионно связана с асс. *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum* и *Andromeda polifolia*–*Sphagnum rubellum*, являясь промежуточным звеном в фазе их развития (см. рис. 4, 5).

Синтаксон представляет созологический интерес, поскольку, во-первых, имеет сравнительно небольшой ареал, привязанный к Балтийскому региону, во-вторых, занимает специфические местообитания, связанные с процессом регенерации на верховых болотах, и наконец, в-третьих, на территории Беларуси ассоциация размещена вдоль восточной границы распространения.

Ассоциация *Chamaedaphne calyculata*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium*

Ассоциация включает кустарничково-пушицево-сфагновые сообщества кочек и ковров с доминированием в моховом покрове *Sphagnum magellanicum* и *Sph. angustifolium*. Выделением данной ассоциации и формации SPHAGNETA ANGUSTIFOLI – MAGELLANICI мы подчеркиваем промежуточное положение растительности модельной территории между более северной SPHAGNETA FUSCI и южной SPHAGNETA MAGELLANICI.

Диагностические признаки. В составе сообществ ассоциации господствуют *Chamaedaphne calyculata*-Gr ($\Sigma_{ифз}=35$) и *Andromeda polifolia*-Gr ($\Sigma_{ифз}=35$). Характерно также постоянное присутствие видов *Ledum palustre*-Gr, *Empetrum nigrum*-Gr, однако фитоценотическая значимость этих видов не является существенной ($\Sigma_{ифз}=15\text{--}20$). Древесный ярус отсутствует; моховой покров сплошной, в нем доминируют *Sphagnum magellanicum* и *Sph. angustifolium* (см. табл. 3, 4).

Экология и распространение. В пределах исследуемого болота сообщества ассоциации приурочены к наиболее высоким сфагновым кочкам ($h_{cp}=34\pm4$ см; $d_{cp}=2,0\pm0,3$ м) и формируют растительный покров на северном склоне и юго-восточной окраине массива (рис. 17).

Обычно сообщества ассоциации образуют комплекс с фитоценозами SPHAGNETA CUSPIDATI coll. (асс. *Rhynchospora alba*–*Sphagnum cuspidatum*, асс. *Scheuchzeria palustri*–*Sphagnum cuspidatum*, реже асс. *Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum fallax*). Встречаются на относительно небольшой площади комплексных сообществ ($\sim 30\%$).

Местообитания ассоциации олиготрофные, уровень воды в среднем -20 см (пределы -4 до -35), pH (водный) – $3,68$ ($3,36\text{--}3,98$); ЕС – 55 ($34\text{--}81$) $\mu\text{S}/\text{см}$ (см. табл. 3, рис. 9). Мощность торфа

$2\text{--}4$ м, залежи олиготрофные (смешанные или магелланикум-залежи). Величина pH_{KCL} в поверхностном слое ($0\text{--}25$ см) колеблется в пределах $2,15\text{--}2,93$ ($2,64$). Очень бедны торфа минеральными веществами: зольность составляет в среднем $3,47\%$ ($1,59\text{--}6,45$).

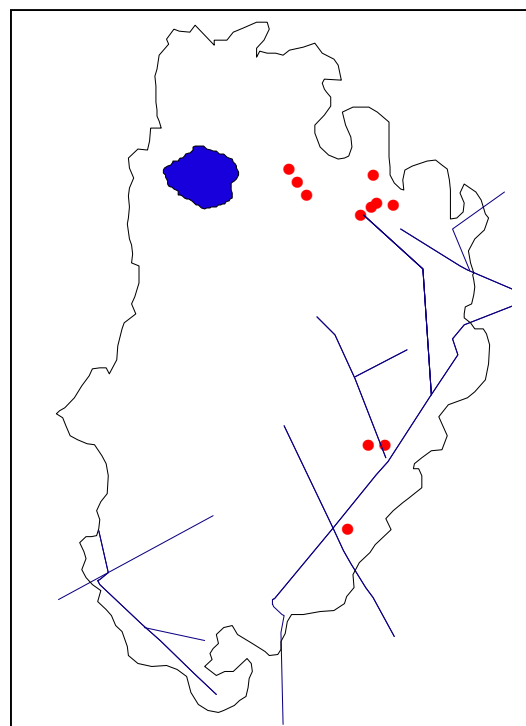


Рис. 17. Размещение описаний асс. *Chamaedaphne calyculata*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium*

Fig. 17. Location of *Chamaedaphne calyculata*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium* ass. descriptions

Средневзвешенное значение индекса увлажнения (mF) составляет 7,81 (7,0–8,5); индекса кислотности (mR) – 1,61 (1,40–1,89); богатства почв азотом (mN) – 1,25 (1,11–1,40); индекс освещения (mL) – 7,69 (7,17–7,95) (см. табл. 3).

Видовой состав. В геоботанических описаниях ассоциации отмечен 21 вид, в т.ч. сосудистых растений – 12, мхов – 9; число видов III–V классов постоянства – 11; средняя видовая насыщенность – 9 / 25–49 м² (см. табл. 2) Флористическое ядро образуют олиготрофные гигрофиты: *Eriophorum vaginatum* (Dm); *Chamaedaphne calyculata* (Dm), *Andromeda polifolia*; *Sphagnum magellanicum* (Dm), *Sph. angustifolium* (Dm), *Polytrichum strictum* (см. табл. 3, 4).

Анализ графов (см. рис. 5, 6) показывает, что характеризующая ассоциация имеет наибольшее флористическое сходство с сообществами облесенных верховых болот (асс. *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum magellanicum*+*Sph. angustifolium*, асс. *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*–*Ledum palustre*–*Sphagnum angustifolium*, асс. *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*–*Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*).

Ассоциация *Andromeda polifolia*–*Sphagnum rubellum*

Диагностические признаки. В составе сообществ господствует группа *Andromeda polifolia*-Gr ($\Sigma_{\text{ифз}}=55$), которая находится в пределах эколого-ценотического оптимума; субдоминант *Rhynchospora alba*-Gr ($\Sigma_{\text{ифз}}=34$) (см. табл. 3, 4). Важным диагностическим признаком является отсутствие (эпизодическое присутствие) видов групп *Ledum palustre*-Gr, *Empetrum nigrum*-Gr, а также мезотрофных видов. Древесный ярус не выражен, моховой покров – сплошной, его доминант *Sphagnum rubellum*.

Экология и распространение. В пределах исследуемого болота сообщества ассоциации располагаются на склонах болотного массива, где они образуют «кайму» до 3 м шириной (в среднем – 1,5) вокруг озерков, отделенную от открытой воды узкой полосой очеретниково-и шейхцериево-сфагновой растительности (рис. 18). Кроме того, сообщества располагаются в мочажинах, низких участках гряд ($h_{\text{ср}}=19\pm 2$ см), образующих уступы, наползающие на поверхность мочагин, на участках топей. Эти местообитания объединяет проявление динамических процессов в развитии болотной экосистемы, что, естественно, сказывается на неустойчивости во времени этой растительности [48].

Глубина залегания вод, отмеченная при описании фитоценозов, составляет в среднем – 7 см (пределы – 9...–4); pH (водный) – 3,82 (3,70–3,98); ЕС – 44 (33–66) $\mu\text{S}/\text{см}$ (см. табл. 3, рис. 9). Оценка режи-

Морфология. В составе сообществ часто встречается низкая *Pinus sylvestris* (f. *litwinowii*, f. *willkomii*), высотой до 2–3 м, не образующая сомкнутого яруса. Травяно-кустарничковый ярус хорошо выражен (проективное покрытие в среднем $27\pm 4\%$, высота 15–35 см), в нем выделяются подъярусы высоких кустарничков, низких кустарничков и трав. В верхнем подъярусе доминирует *Chamaedaphne calyculata* (п.п. $-14\pm 2\%$); в нижнем – *Eriophorum vaginatum* ($13\pm 2\%$), а в качестве содоминантов выступают *Andromeda polifolia* ($10\pm 2\%$) и *Oxycoccus palustris* ($8\pm 2\%$). В сплошном моховом покрове господствуют *Sphagnum magellanicum* ($49\pm 5\%$) и *Sph. angustifolium* ($34\pm 4\%$) с примесью *Sph. fuscum* ($15\pm 4\%$) и *Polytrichum strictum* ($6\pm 1\%$) (см. табл. 3).

Динамика. Ассоциация сукцессионно связана как с описанными облесенными и кустарничково-сфагновыми сообществами, так и травяно-сфагновыми ассоциациями ковров и мочагин (см. рис. 5, 6). С учетом современного характера сукцессий, происходящих на болоте (в первую очередь, зарастанием *Pinus sylvestris*), ассоциацию следует рассматривать как относительно неустойчивую.

мов основных экологических факторов по фито-метрическим шкалам, показывает, что экоцентр ассоциации размещен в пространстве между сообществами кочек (гряд) и мочагин (см. рис. 7, 8).

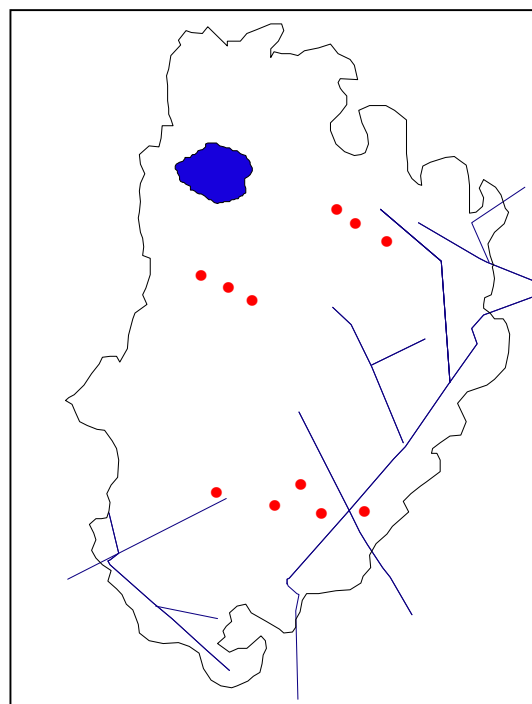


Рис. 18. Размещение описаний асс. *Andromeda polifolia*–*Sphagnum rubellum*

Fig. 18. Location of *Andromeda polifolia*–*Sphagnum rubellum* ass. descriptions

Значения индекса увлажнения (mF) составляют в среднем 8,14 (пределы 7,75–8,50). Экоцентр отчетливо смещен в сторону более увлажненных местообитаний, к которым приурочены сообщества мочажин (см. рис. 7). Значения индексов кислотности (mR) и богатства почв азотом (mN), характеризуются минимальными значениями – в среднем 1,47 (1,25–1,67) и 1,34 (1,11–1,50) соответственно. Фитоценологический оптимум режима кислотности и трофности размещен в секторе пространстве, в котором размещены крайние олиготрофы (см. рис. 7). Фитометрический индекс освещения (mL) находится в диапазоне значений 7,70–8,13 (7,95), что соответствует светлым местообитаниям (до 40% относительного освещения). Экоареал, характеризующий режим освещения, смещен в сторону местообитаний ассоциаций мочажинной группы (см. рис. 7, 8).

Видовой состав. В геоботанических описаниях сообществ ассоциации на территории болота отмечено 18 видов, в т.ч. сосудистых растений – 11, мхов – 6, печеночников – 1. Средняя видовая насыщенность описания – 10 / 25 м² (см. табл. 2). Флористическое ядро образуют: *Rhynchospora alba* (Dm), *Andromeda polifolia* (Dm), *Drosera rotundifolia*; *Sphagnum rubellum* (Dm), *Sph. balticum*.

Построенные на основе матриц мер включения и коэффициентов сходства, графы (см. рис. 5, 6), показывают, что по видовому составу ассоциация имеет наибольшее сходство с

асс. *Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*+*Sph. rubellum*. С остальными синтаксонами она связана довольно слабо.

Морфология. Древесный ярус в этих ассоциациях отсутствует, травяно-кустарничковый ярус отличается малой сомкнутостью (п.п. – 16±2%). Поскольку сообщества, как уже сказано, представляют переходную стадию, то здесь могут присутствовать, в зависимости от степени близости к кочке или мочажине, в большем или меньшем количестве либо мочажинные (*Scheuchzeria palustris*, *Rhynchospora alba*), либо кочечные виды (*Calluna vulgaris*, *Empetrum nigrum*). Основной фон образует *Rhynchospora alba* (12±2%) и *Eriophorum vaginatum* (7±2%). Поверх сфагнового ковра имеется более сомкнутый нижний подъярус из *Andromeda polifolia* (11±1%), *Oxycoccus palustris* (4±1%), *Calluna vulgaris* (4±1%). Рассеяно в сфагновом ковре встречаются *Drosera rotundifolia* и *D. anglica* (см. рис. 12д).

Моховой покров в виде ровного ковра (покрытие – 100%) образован *Sphagnum rubellum* (83±2%). Обычно к доминанту яруса примешан *Sph. balticum* (его можно считать видом флористического ядра данной ассоциации), который образует рассеянные желтые вкрапления в красный ковёр, но в целом дающие значительное покрытие (9±2%). Характерной чертой является постоянное присутствие *Sph. magellanicum* (4±1%).

Геоботанические описания, выполненные на территории болота, представлены в табл. 7.

Таблица 7. Геоботанические описания ассоциации *Andromeda polifolia*–*Sphagnum rubellum*

Table 7. Geobotanical descriptions of the *Andromeda polifolia*–*Sphagnum rubellum* association

Количество описаний – 11. Среднее число видов в описании – 10. Типовое описание – № 171.

Растение	№ описания											Константность и обилие
	146	169	170	171	18	21	16	17	11	20	15	
Tr(l) <i>Pinus sylvestris</i> f. <i>willkomii</i>	+	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	II ⁺
Shr(h) <i>Chamaedaphne calyculata</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I ²
Shr (l) <i>Andromeda polifolia</i>	2	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2	V ²
<i>Calluna vulgaris</i>	.	.	1	1	2	1	1	1	.	+	1	IV ¹
<i>Oxycoccus palustris</i>	+	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	V ¹
<i>Empetrum nigrum</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	I ⁺
Hrb <i>Eriophorum vaginatum</i>	.	2	+	1	1	1	2	2	2	2	1	V ²
<i>Rhynchospora alba</i>	2	3	2	3	2	+	.	.	2	1	2	V ²
<i>Scheuchzeria palustris</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	I ¹
<i>Drosera rotundifolia</i>	1	1	1	1	+	+	+	+	1	+	1	V ¹
<i>D. anglica</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	II ⁺
M(s) <i>Sphagnum rubellum</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	V ⁵
<i>Sph. magellanicum</i>	.	2	+	1	+	1	2	+	.	1	.	IV ¹
<i>Sph. angustifolium</i>	.	.	1	+	1	1	2	+	.	1	.	IV ¹
<i>Sph. fuscum</i>	.	.	+	.	2	2	.	.	.	.	.	II ²
<i>Sph. cuspidatum</i>	2	1	.	.	.	+	.	.	1	.	.	II ¹
<i>Sph. balticum</i>	.	2	+	2	.	1	.	2	2	2	2	IV ²
M(h) <i>Mylia anomala</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	+	II ⁺

Динамика и охрана. Ассоциация представляет собой относительно короткоживущую переходную стадию между типичными мочажинами с *Rhynchospora alba* и *Sph. cuspidatum* и типичными кочками с *Calluna vulgaris* и *Sph.*

Ассоциация *Carex lasiocarpa*–*Sphagnum fallax*

Диагностические признаки. В составе сообществ господствует группа *Carex lasiocarpa*-Gr ($\Sigma_{\text{ифз}}=50$), которая находится в пределах эколого-ценотического оптимума; субдоминант *Andromeda polifolia*-Gr ($\Sigma_{\text{ифз}}=28$) (см. табл. 3, 4). Дифференциальным признаком синтаксона является также отсутствие видов свойственных растительности болотных лесов (группы *Ledum palustre*-Gr, *Vaccinium myrtillus*-Gr) и высоких кочек (группа *Empetrum nigrum*-Gr).

Экология и распространение. Ассоциация встречается на коврах и низких кочках по окраине болотного массива (рис. 19). Уровень стояния вод, отмеченный при описании фитоценозов, находится в пределах -5...-2 см (в среднем -3). По режиму кислотности ассоциация встречается в олигомезо- и мезотрофных условиях: pH (водный) в среднем - 4,45 (пределы 4,26–4,70); ЕС - 39 (37–42) $\mu\text{S}/\text{см}$ (см. табл. 3, рис. 9).

Мощность торфа 1,3–2,5 м, величина pH_{KCL} в поверхностном слое (0–25 см) колеблется в пределах 2,85–3,85 (в среднем 3,22). По содержанию минеральных веществ верхний слой торфа является наиболее богатым в экоценотическом ряду исследуемого болота. Зольность составляет в среднем 4,50 (3,34–6,81) %; Ca^{2+} - 16,7 (6–33); Mg^{2+} - 3,7 (1–8) ммоль/100г; P_2O_5 - 11 (3–20), K_2O - 56 (27–119) мг/100г.

Средневзвешенное значение индекса увлажнения (mF) составляет 8,37 (8,0–8,75); индекса кислотности (mR) - 3,08 (пределы 2,29–3,65); богатства почв азотом (mN) - 2,65 (1,80–3,41); индекс освещения (mL) - 7,53 (7,43–7,75) (см. табл. 3).

По видовому составу имеет наиболее существенное сходство с другими ассоциациями ковров олигомезо- и мезотрофной группы: *Carex rostrata*–*Sphagnum fallax* и *Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum fallax* (см. рис. 5, 6).

Морфология. Ассоциация объединяет осоково-сфагновые олигомезо- и мезотрофные сообщества с доминированием в травяном ярусе *Carex lasiocarpa* (п.п. - 20–30%), иногда *Menyanthes trifoliata* (до 10–15%). В составе сообществ отмечаются растения мезотрофных и эвтрофных болот (группы *Menyanthes trifoliata*-Gr, *Naumburgia thyrsoflora*-Gr), однако их фитоценотическая значимость не является существенной. В нижнем ярусе почти всегда *Rhynchospora alba*, *Scheuchzeria palustris*. Небольшая примесь

fuscum [37, 49] Об этом свидетельствует как смешанный флористический состав фитоценозов (см. рис. 5, 6), так и промежуточное положение в экологическом пространстве факторов среды (см. рис. 7, 8).

кустарничков постоянна, особенно *Oxycoccus palustris*, которая часто обильно плодоносит. Древесный ярус отсутствует; в сплошном моховом покрове доминирует *Sphagnum fallax* (60–80%) (см. табл. 3, 4).

Динамика. Ассоциация относительно устойчивая, при постоянной подпитке богатыми водами могут оставаться без изменений их состава столетиями, о чем свидетельствуют мощные толщи осокового торфа [28]. При экзодинамических процессах сообщества ассоциации сукцессионно связаны с крупноосоковыми сообществами, в которых по мере уменьшения увлажнения и обеднения минерального питания происходит внедрение сфагновых мхов. При дальнейшем снижении уровня воды мхов они сменяются пушистоберезово- и сосново-осоково-сфагновыми (асс. *Betula pubescens*–*Carex lasiocarpa*–*Sphagnum fallax*; асс. *Pinus sylvestris*–*Carex* ssp.–*Sphagnum angustifolium*), а в последующем олиготрофными кустарничково-сфагновыми сообществами.

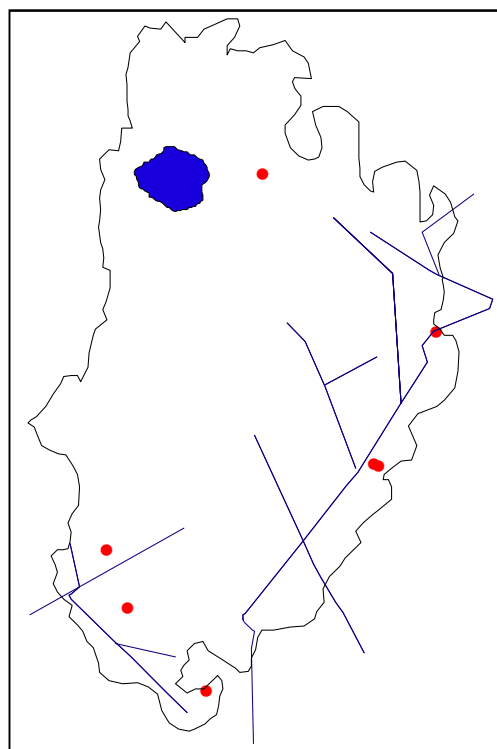


Рис. 19. Размещение описаний асс. *Carex lasiocarpa*–*Sphagnum fallax*

Fig. 19. Location of *Carex lasiocarpa*–*Sphagnum fallax* ass. descriptions

Ассоциация *Carex rostrata*–*Sphagnum fallax*

Ассоциация включает осоково-сфагновые олигомезотрофные сообщества ковров с доминированием в травяном ярусе *Carex rostrata*, в мховом – *Sphagnum fallax*.

Экология и распространение. Ассоциация встречается небольшими полосами (шириной до 7–15 м) в олигомезотрофных сфагновых топях и коврах по окрайке верхового болота, а также в приостровных топях (рис. 20).

Предпочитает умеренно увлажненные участки; уровень залегания вод, отмеченный при описании фитоценозов, находится в пределах –4...–1 см (в среднем –3). Показатели pH вод под сообществами находятся в пределах 3,75–3,94 (в среднем – 3,82); ЕС – 42–59 (52) $\mu\text{S}/\text{см}$ (см. табл. 3, рис. 9).

Мощность торфа в описаниях составила 0,9–1,7 м. Величина pH_{KCL} в поверхностном слое (0–25 см) колеблется в пределах 2,7–3,0 (в среднем 2,83); зольность – 1,5–4,3% (3,6%).

Индекс увлажнения (mF) для сообществ рассматриваемой ассоциации составляет (см. табл. 3) в среднем 8,66 (пределы 8,29–8,83); кислотности (mR) – 2,09 (2–2,43), богатства торфяного субстрата азотом (mN) – 1,67 (1,43–2,23); освещения (mL) – 7,84 (7,57–8,0). По характеру увлажнения характеризуемая ассоциация более гидрофильная, чем асс. *Carex lasiocarpa*–*Sphagnum fallax*, а по отношению к уровню питания находится в мезотрофных условиях и уклоняется в большей степени в олиготрофную сторону, чем в эвтрофную (см. рис. 8).

Видовой состав. В геоботанических описаниях ассоциации отмечено 15 видов, в т.ч. сосудистых растений – 11, мхов – 4; средняя видовая насыщенность описания – 6 / 25–49 м^2 (см. табл. 2). По видовому составу имеет существенное сходство с ассоциациями ковров олигомезо- и мезотрофной группы (*Carex lasiocarpa*–*Sphagnum fallax* и *Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum fallax*) (см. рис. 5, 6).

Морфология. Древесный и кустарниковый ярусы отсутствуют. Виды переходных болот представлены, по сути, одним доминантом тра-

вяного яруса. Сизоватые побеги *Carex rostrata* образует довольно густые заросли (10–35%) высотой 0,4–0,6 м. В составе сообществ из кустарничков постоянны *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus palustris* (в зарослях нередко дает обильный урожай). Сфагновый покров сплошной, образован *Sphagnum fallax*, нередко в качестве субдоминанта присутствует *Sph. angustifolium*.

Динамика. Ассоциация динамически связана с крупноосовыми сообществами, в которых по мере обеднения минерального питания и снижения проточности происходит поселение сфагновых мхов. При дальнейшем снижении проточности они сменяются асс. *Rhynchospora alba*–*Sphagnum cuspidatum*, асс. *Scheuchzeria palustris*–*Sphagnum cuspidatum* [28].

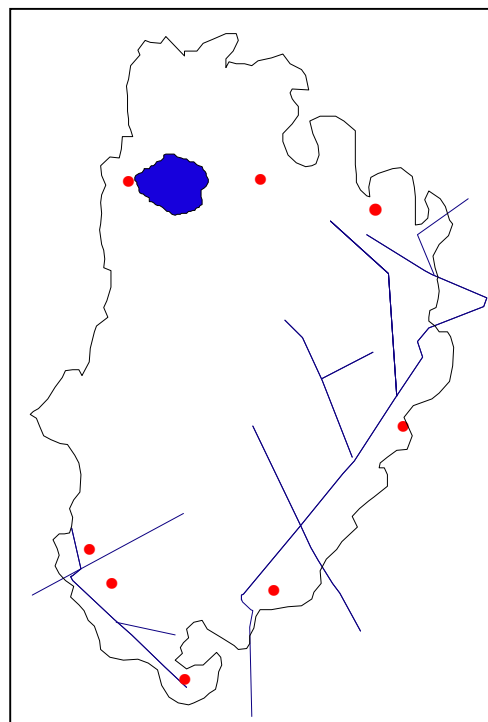


Рис. 20. Размещение описаний асс. *Carex rostrata*–*Sphagnum fallax*

Fig. 20. Location of *Carex rostrata*–*Sphagnum fallax* ass. descriptions

Ассоциация *Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum fallax*

Экология и распространение. На территории болота Юховичский Мох сообщества ассоциации описаны на коврах кочковато-коврового комплекса, неширокой полосой (до 10–20 м) окаймляющего верховое болото. Ряд описаний ассоциаций выполнен в заросшем мелиоративном канале (рис. 21).

По уровню увлажнения сообщества относятся к умеренно увлажненным, хотя амплитуда уров-

ней достаточно велика – –12...0 см (в среднем –4 см). Значения pH болотных вод в местообитаниях ассоциаций составляет в среднем – 3,85 (3,62–4,04); ЕС – 60 (40–70) $\mu\text{S}/\text{см}$ (см. табл. 3, рис. 9). Мощность торфяной залежи – до 1 м, торфа – сильно разложившиеся пушицевые.

Средневзвешенное значение индекса увлажнения (mF) составляет 8,08 (7,56–8,57); кислотности (mR) – 2,07 (1,63–2,40); богатства почв азо-

том (mN) – 1,99 (1,29–3,0); индекс освещения (mL) – 7,63 (7,43–7,80) (см. табл. 3). Фитоценотический оптимум режимов кислотности, трофности и увлажнения размещен в центре (место пересечения осей координат) экоценотического ряда болота. При этом контур экоцентра не перекрывается с другими ассоциациями, что указывает на индивидуальность и самостоятельность синтаксона (см. рис. 7, 8).

Видовой состав. В геоботанических описаниях отмечено 17 видов, в т.ч. сосудистых растений – 11, мхов – 6; средняя видовая насыщенность описания – 6 / 25–64 м²; количество видов с III–V классами постоянства – 6 (см. табл. 2). По видовому составу ассоциация имеет существенное сходство с осоково-сфагновыми сообществами ковров олигомезо- и мезотрофной группы (асс. *Carex lasiocarpa*–*Sphagnum fallax*, асс. *Carex rostrata*–*Sphagnum fallax* (см. рис. 5, 6).

Морфология. Фитоценозы имеют простое строение, характеризуются явно выраженным кочкарным рельефом. Древесный ярус не выражен, единично в описаниях сообществ встречаются *Pinus sylvestris* и *Betula pubescens*. В травяно-кустарничковом ярусе сомкнутостью 20–40% доминирует *Eriophorum vaginatum* (п.п. – 22±6%). Основным строителем мохового покрова является *Sphagnum fallax* (71±7%), в качестве содоминанта нередко выступает *Sph. angustifolium*.

Динамика. Относительно устойчивая ассоциация; в мелких и плоских понижениях при стабильном режиме минерального питания и увлажнения могут сохраняться относительно долго [50]. В ходе динамики болотных массивов сообщества ассоциации развиваются на месте

осоково-сфагновых и пушицево-сфагновых мезотрофных сообществ, а затем, в свою очередь сменяются олиготрофными сообществами мочажин (при усилении увлажнения) или кустарничково-сфагновыми (при снижении уровня обводненности) (см. рис. 5, 6).

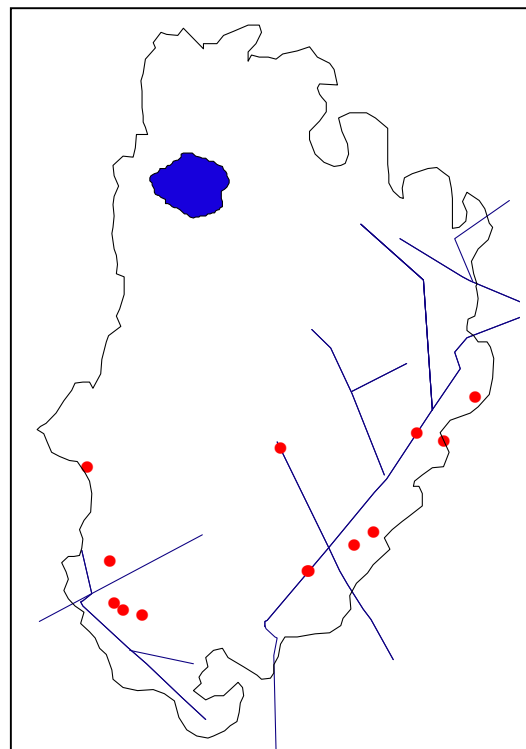


Рис. 21. Размещение описаний асс. *Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum fallax*

Fig. 21. Location of *Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum fallax* ass. descrip-

Ассоциация *Rhynchospora alba*–*Sphagnum cuspidatum*

Диагностические признаки. В составе сообществ господствует группа видов *Rhynchospora alba*-Gr ($\Sigma_{\text{ифз}}=66$), которая находится в пределах эколого-ценотического оптимума (см. табл. 3, 4). Важным диагностическим признаком является отсутствие (эпизодическое присутствие) видов групп *Ledum palustre*-Gr, *Empetrum nigrum*-Gr, *Chamaedaphne calyculata*-Gr, а также мезотрофных видов. Древесный ярус отсутствует, моховой покров – сплошной, его доминант *Sphagnum cuspidatum*.

Экология и распространение. На исследуемой территории сообщества ассоциации описаны нами в мочажинах на краевых склонах исследуемого болота (рис. 22), где они образуют с кустарничково-сфагновыми сообществами гряд (кочек) комплексы (см. рис. 2–4).

Глубина залегания вод, отмеченная при описании фитоценозов, составляет в среднем –2 см (пределы –6...0); pH (водный) – 3,76 (3,52–4,02);

ЕС – 51 (35–66) $\mu\text{S}/\text{см}$ (см. табл. 3, рис. 9). Мощность торфа 1–4 (в среднем 2,15) м. Величина pH_{KCL} в поверхностном слое (0–25 см) колеблется в пределах 2,6–3,2 (в среднем 2,75). По содержанию минеральных веществ в верхнем слое торфа местообитания ассоциации являются одними из наиболее бедных в экоценотическом ряду. Зольность составляет в среднем 2,63 % (пределы – 1,14–3,94).

Значения индекса увлажнения (mF) составляют в среднем 8,48 (пределы 7,75–8,50). Экоцентр размещен в секторе наиболее увлажненных местообитаний болота (см. рис. 7).

Величины индексов кислотности (mR) и богатства почв азотом (mN), характеризуются минимальными значениями – в среднем 1,87 (пределы 1,58–2,40) и 1,39 (1,22–1,75) соответственно (см. табл. 3). Фитоценотический оптимум режима кислотности и трофности смещен в сторону олиготрофного типа питания (см. рис. 7).

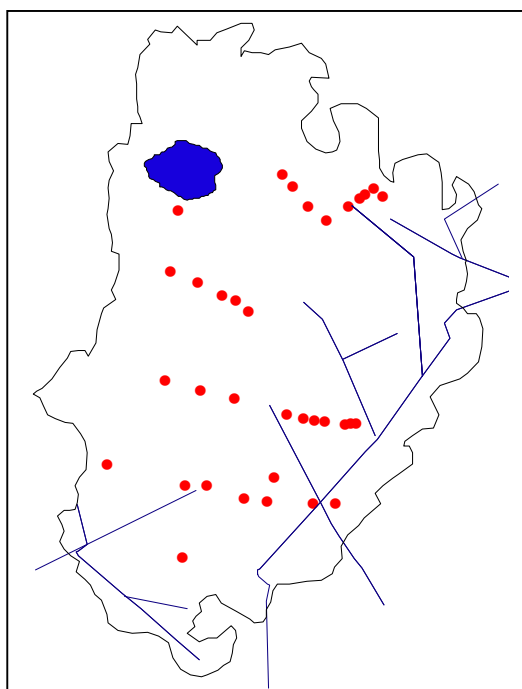


Рис. 22. Размещение описаний асс. *Rhynchospora alba*–*Sphagnum cuspidatum*

Fig. 22. Location of *Rhynchospora alba*–*Sphagnum cuspidatum* ass. descriptions

Фитометрический индекс освещения (mL) находится в диапазоне значений 8,0–8,67 (в среднем 8,25). Экоареал, характеризующий режим освещения, перекрывается с другими сообществами мочажинной группы и размещен в секторе наиболее освещенных местообитаний фитоценологического ряда болота (см. рис. 7, 8).

Видовой состав. В геоботанических описаниях сообществ ассоциации на территории болота отмечено 25 видов, в т.ч. сосудистых рас-

тений – 15, мхов – 10. Средняя видовая насыщенность описания – 12 / 25 м² (см. табл. 2). Флористическое ядро образуют: *Rhynchospora alba* (Dm), *Carex limosa*, *Scheuchzeria palustris*, *Drosera anglica*; *Sphagnum cuspidatum* (Dm).

Анализ графов (см. рис. 5, 6), показывает, что по флористическому составу ассоциация имеет наибольшее сходство с асс. *Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum cuspidatum* и асс. *Scheuchzeria palustris*–*Sphagnum cuspidatum*. С остальными синтаксонами она связана довольно слабо ($\delta < 23\%$).

Морфология. Основная и наиболее широко распространённая ассоциация мочажин характеризуемого верхового болота. Сообщества её имеют различные размеры, форму и аспект (от светло-жёлтого до бурого в зависимости от времени года). Строение – двухъярусное: в верхнем ярусе господствует *Rhynchospora alba* (покрытие варьирует от 5 до 70%) с сопутствующими ей в незначительном количестве *Scheuchzeria palustris*, *Carex limosa*, *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus palustris*, *Drosera anglica* (реже *D. rotundifolia*). Моховой ярус составлен почти исключительно *Sphagnum cuspidatum*, покрывающим почти всю поверхность мочажины (покрытие 90–100%), лишь ближе основанию кочек может встречаться очень незначительная примесь других видов сфагнов (см. рис. 12е).

Динамика. При усилении застойности воды сменяется олиготрофными очеретниково-печеночниковыми и шейхцериево-топяноосоковыми сообществами, на местах которых в дальнейшем формируются вторичные озёрки без растительности. При снижении степени увлажнения возможны сукцессии в сторону пушицево-сфагновых ковров и кустарничково-сфагновых олиготрофных сообществ.

Ассоциация *Scheuchzeria palustris*–*Sphagnum cuspidatum*

Экология и распространение. Сообщества ассоциации описаны нами в наиболее топких участках болота (рис. 23). Встречаются они гораздо реже, чем фитоценозы с *Rhynchospora alba* и при этом обычно не образуют крупных мочажин. В остальном экология их схожа (см. рис. 7–9). Уровень стояния болотных вод находится в пределах -5...+2 см; по характеру питания ассоциация приурочена к олиготрофным условиям: рН (водный) – 3,68 (пределы 3,41–3,89) (см. табл. 3, рис. 9).

Мощность торфа 1–3,5 м (в среднем в описаниях 2,3 м). Химический анализ торфов из верхнего 25-см слоя говорит о крайней бедности их питательными веществами. Величина рН_{KCL} описаний колеблется в пределах 2,50–2,80 (среднее 2,69); зольность – 1,40–4,63% (в среднем –

3,09%). Значения индекса увлажнения (mF) составляют в среднем 8,66 (пределы 8,22–9,17), Экоцентр ассоциации занимает наиболее увлажнённые местообитания экоценологического ряда болота (см. рис. 7).

Величины индексов кислотности (mR) и богатства почв азотом (mN), характеризуются значительными диапазонами колебания – 1,60–3,17 (в среднем 2,0) и 1,0–2,6 (1,33) соответственно. Фитоценологический оптимум режима кислотности и трофности смещен в сторону олиготрофного типа питания (см. рис. 7). Фитометрический индекс освещения (mL) находится в диапазоне значений 8,0–8,67 (в среднем 8,25). В пространстве факторов среды экологический оптимум режима освещения, размещен в секторе наиболее освещенных местообитаний фитоценологического ряда болота (см. рис. 7).

Видовой состав. В описаниях сообществ ассоциации отмечено 15 видов, в т.ч. сосудистых растений – 7, мхов – 8. Средняя видовая насыщенность описания – 7 / 25–100 м², количество видов III–V классов постоянства – 6 (см. табл. 2).

Морфология. В верхнем ярусе доминирует *Scheuchzeria palustris* либо в чистом виде с небольшим покрытием (15–20%), либо с содоми-

нантами *Andromeda polifolia*, *Eriophorum vaginatum*, *Oxycoccus palustris*, *Drosera anglica*, в этом случае общее покрытие значительное – 35–50%. Нижний ярус представлен ровным ковром с господством *Sphagnum cuspidatum* (п.п. – 80±7%) (см. рис. 12ж).

Динамика и охрана. Сукцессионные характеристики ассоциации сходны с ассоциациями мочажин SPHAGNETA CUSPIDATI coll.

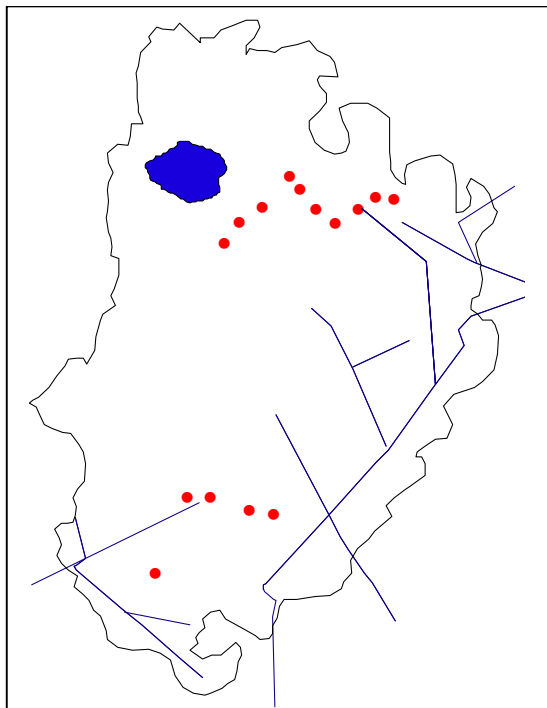


Рис. 23. Размещение описаний асс. *Scheuchzeria palustris*–*Sphagnum cuspidatum*

Fig. 23. Location of *Scheuchzeria palustris*–*Sphagnum cuspidatum* ass. descriptions

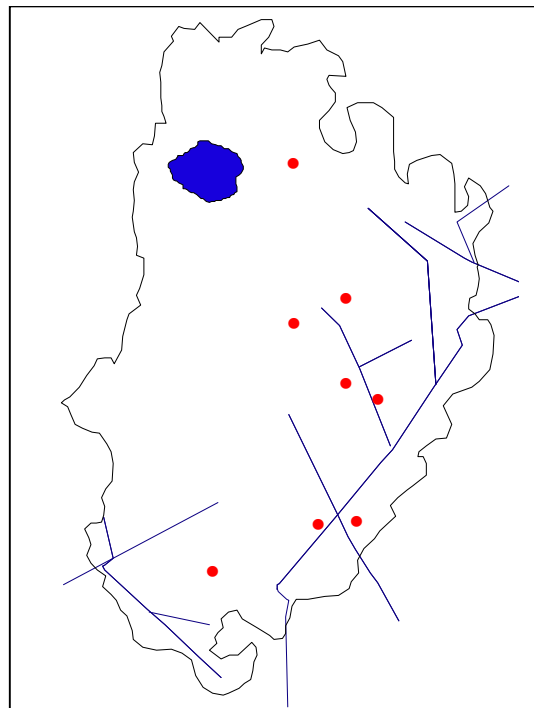


Рис. 24. Размещение описаний асс. *Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum cuspidatum*

Fig. 24. Location of *Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum cuspidatum* ass. descriptions

Ассоциация *Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum cuspidatum*

Экология и распространение. Сообщества ассоциации описаны в небольшом мочажинах (шириной 1–3 м, в длину до 3–4 м), вкрапленных в сосново-сфагновый фон гряд на участках верхней части склона, непосредственно примыкающих к топографически обусловленной вершине, а также по краям заросших мелиоративных канав (рис. 24).

Сообщества ассоциации приурочены к умеренно увлажненным местообитаниям (см. рис. 7, 8). Глубина залегания вод, отмеченная при описании фитоценозов, составляет в среднем –4 см (пределы –8...+1 см). Физико-химические свойства болотных вод в местообитаниях ассоциации имеют следующие показатели: pH в среднем 3,53 (пределы 3,32–3,72); ЕС – 74 (68–84) µS/см (см. табл. 3, рис. 9).

Оценка режимов основных экологических факторов по фитометрическим шкалам в целом подтверждает выводы, сделанные с использованием инструментальных измерений (см. табл. 3, рис. 7, 8). Индекс увлажнения (mF) составляет в среднем 8,42 (пределы – 8,0–8,6), кислотности торфяного субстрата (mR) – 1,61 (1,33–1,75); богатства азотом (mN) – 1,42 (1,29–1,71); освещения (mL) – 7,92 (7,8–8,22).

Видовой состав. Сообщества ассоциации характеризуются маловидовым составом. В геоботанических описаниях, выполненных на территории болота, отмечено 15 видов, в т.ч. сосудистых растений – 7, мхов – 8. Средняя видовая насыщенность описания – 7 видов / 25–36 м² (см. табл. 2).

Флористическое ядро составляют следующие виды: *Eriophorum vaginatum* (Dm), *Andromeda polifolia*; *Sphagnum cuspidatum* (Dm) (см. табл. 3).

Анализ видового состава (см. рис. 5, 6), показывает, что ассоциация имеет наибольшее сходство с асс. *Rhynchospora alba*–*Sphagnum cuspidatum* и *Scheuchzeria palustris*–*Sphagnum cuspidatum*. С вышеуказанными ассоциациями она образует кластер, которой имеет четкие демаркационные границы от других групп фитоценозов.

Ассоциация *Carex limosa*–*Sphagnum majus*

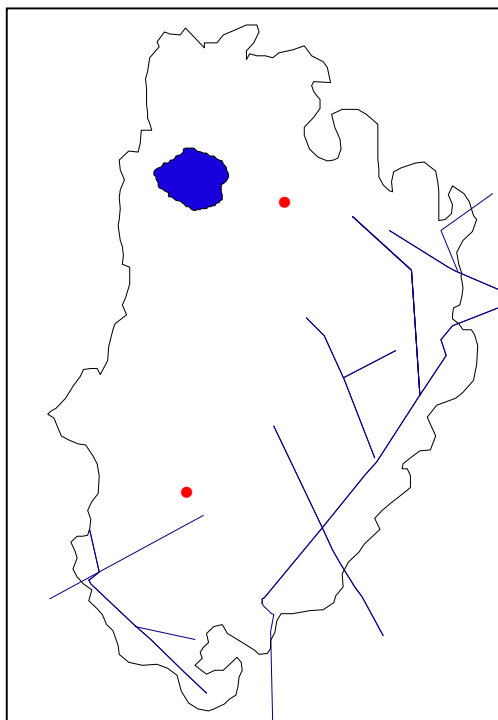


Рис. 25. Размещение описаний асс. *Carex limosa*–*Sphagnum majus*

Fig. 25. Location of *Carex limosa*–*Sphagnum majus* ass. descriptions

Морфология. Древесный ярус отсутствует. В травяно-кустарничковом ярусе сомкнутостью 20–30% доминирует *Eriophorum vaginatum* (п.п. – 15–25%). Основным строителем мохового покрова является *Sphagnum cuspidatum* (82±5%).

Динамика и охрана. Сукцессионные характеристики данной ассоциации сходны с ассоциациями мочажин SPHAGNETA CUSPIDATI coll.

Ассоциация включает гипергидрофильные топяноосоково-сфагновые сообщества мочажин олиготрофных грядово-мочажинных болот.

Распространение. На территории исследуемого болота ассоциация отмечена лишь в некоторых местах, в наиболее топких мочажинах (рис. 25).

Морфология. Характеризуется довольно простым строением. Травяной ярус довольно редкий (проективное покрытие 15–25%), в нем доминирует *Carex limosa*. Кустарничковый ярус не выражен, единично встречается *Oxycoccus palustris*. В моховом покрове господствует *Sphagnum majus* (табл. 8).

Таблица 8. Геоботанические описания ассоциации *Carex limosa*–*Sphagnum majus*

Table 8. Geobotanical descriptions of the *Carex limosa*–*Sphagnum majus* association

Растение		№ описания	
		199	200
Shr (l)	<i>Oxycoccus palustris</i>	1	.
Hrb	<i>Carex limosa</i>	3	3
	<i>Scheuchzeria palustris</i>	+	.
M(s)	<i>Sphagnum cuspidatum</i>	1	.
	<i>Sph. majus</i>	5	5

Ассоциация *Rhynchospora alba*–*Hepaticae*

Ассоциация включает гидрофильные травяно-печеночниковые сообщества так называемых черных мочажин («руоппо» в финской болотоведческой литературе) на олиготрофных грядово-мочажинных и грядово-озерковых болотах, в которых сфагновый покров почти полностью деградировал под воздействием пленок водорослей и печеночниковых мхов.

Экология и распространение. Ассоциация описана на пологих участках западного склона болотного массива (рис. 26). Средневзвешенное значение индекса увлажнения (mF) составляет 8,60 (пределы 8,43–8,73); кислотности (mR) – 1,88 (1,67–2,01); богатства почв азотом (mN) – 1,48 (1,38–1,75); освещения (mL) – 8,15 (7,80–8,57) (см. табл. 3).

Видовой состав. В геоботанических описаниях ассоциации, выполненных на территории болота, отмечено 17 видов, в т.ч. сосудистых растений – 12, мхов – 5. Среднее число видов в описании (25–64 м²) – 9, количество видов III–V классов постоянства – 10 (см. табл. 2). Флористическое ядро ассоциации образуют: *Rhynchospora alba*; *Cladopodiella fluitans*, *Mytilus anotala*, *Gymnocolea inflata*. Анализ графов составленных по матрицам коэффициентов флористического сходства и мер включения, показывает, что ассоциация обладает специфическим видовым составом в анализируемой линейке синтаксонов (см. рис. 5, 6).

Морфология. Травяной ярус довольно редкий (покрытие 10–20%), его доминантом высту-

пает *Rhynchospora alba*, содоминант в отдельных сообществах *Scheuchzeria palustris*, *Eriophorum vaginatum*. Из болотных кустарничков довольно часто, однако в небольшом количестве, встречаются *Chamaedaphne calyculata*, *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus palustris*. В составе мохового покрова на разных стадиях отмирания и деградации встречаются дерновинки *Sphagnum cuspidatum*, *Sph. balticum*, *Sph. rubellum*. Основной фон образует довольно густой, ослизненный водорослями покров из печеночных мхов (*Cladopodiella fluitans*, *Mylia anomala*, *Gymnocolea inflata*) (см. рис. 12и). Описания, выполненные на территории болота, представленные в табл. 9.

Динамика. Ассоциация формируется под влиянием застоя воды и выделения метана и сероводорода. В ходе динамики болотных массивов сообщества «руоппо» развиваются как на месте топяных очеретниково- и пушицево-сфагновых олиготрофных сообществ, так и на месте кустарничково-сфагновых кочковых сообществ после постепенной деградации сфагнового покрова. В дальнейшем при усилении застойности воды сменяются олиготрофными шейхцериево-топяноосоковыми сообщества, на месте которых затем формируются вторичные озерки без растительности [51].

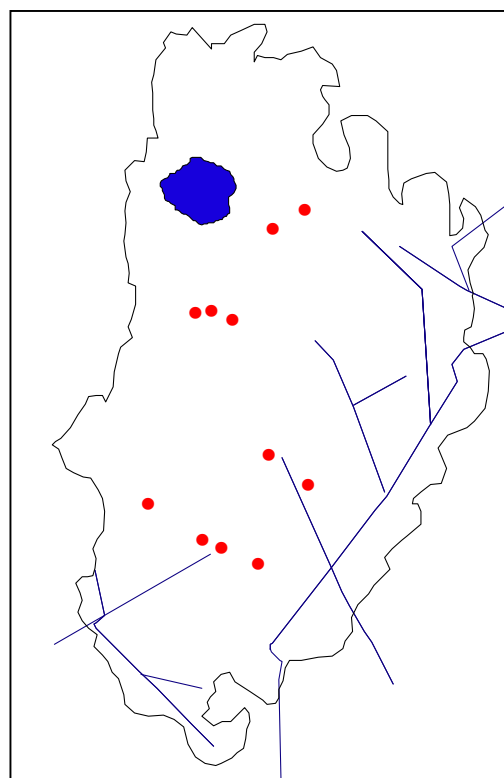


Рис. 26. Размещение описаний асс. *Rhynchospora alba*–*Hepaticae*

Fig. 26. Location of *Rhynchospora alba*–*Hepaticae* ass. descriptions

Таблица 9. Геоботанические описания ассоциации *Rhynchospora alba*–*Hepaticae*

Table 9. Geobotanical descriptions of the *Rhynchospora alba*–*Hepaticae* association

Количество описаний – 11. Среднее число видов в описании – 9. Типовые описания – № 179

Растение		№ описания											Константность и обилие
		178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	
Shr(h)	<i>Chamaedaphne calyculata</i>	+	+	.	+	1	1	.	+	.	.	.	III ⁺
	<i>Vaccinium uliginosum</i>	.	.	.		+	.	.	.	.	.	.	I ⁺
Shr (l)	<i>Andromeda polifolia</i>	1	1	.	+	.	.	.	.	.	1	+	III ¹
	<i>Oxycoccus palustris</i>	1	1	.	+	1	2	.	.	1	+	+	IV ¹
	<i>Empetrum nigrum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I ⁺
Hrb	<i>Rhynchospora alba</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	V ²
	<i>Eriophorum vaginatum</i>	2	1	.	.	1	2	.	+	1	1	.	IV ¹
	<i>Carex limosa</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I ⁺
	<i>Scheuchzeria palustris</i>	1	.	1	1	1	1	1	.	.	1	.	IV ¹
	<i>Drosera rotundifolia</i>	+	+	+	+	1	1	+	.	+	1	+	V ¹
	<i>D. anglica</i>	1	+	.	+	1	.	+	+	+	+	+	V ⁺
	<i>D. obovata</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I ⁺
M(s)	<i>Sphagnum cuspidatum</i>	+	2	1	1	2	1	2	1	1	2	.	V ²
	<i>Sph. rubellum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I ⁺
	<i>Sph. majus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I ⁺
	<i>Sph. balticum</i>	.	1	+	.	.	+	.	1	.	.	.	II ¹
M(h)	<i>Hepaticae</i> (coll.)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	V ⁵

В заключение остановимся на характеристике комплексной растительности, которая на территории исследуемого верхового болота хорошо развита и занимает значительные площади (761,9 га – 42,2%).

Грядово-мочажинный комплекс. На болотном массиве извилистые полосы ГМК идут от вершины к окраинам, чередуясь с такими же извилистыми полосами сосново-пушицево-кустарничково-сфагновых фитоценозов (см. рис. 4). Общей закономерностью является постепенное увеличение размеров мочажин от верхней части склонов к нижней.

ГМК дифференцируется на 2 крупных, очень неравноценных по своему значению типа: 1) со SPHAGNETA FUSCI на грядах; 2) с SPHAGNETA ANGUSTIFOLI+MAGELLANICI на грядах (см. рис. 2–4).

Грядово-мочажинный комплекс с ассоциациями SPHAGNETA FUSCI на грядах представлен 4 хорошо различающимися между собой вариантами.

В а р и а н т 1 располагается в верхней части, непосредственно примыкая к топографически обусловленным вершинам (№ 13а, здесь и далее см. рис. 4). Мочажины слабо развиты, 1–3 м ширины, в длину чаще всего несколько метров. Они вкраплены в сосново-сфагновый фон гряд и заняты асс. *Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum cuspidatum*, окаймленной асс. *Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum balticum* (иногда последняя ассоциация занимает всю мочажину). В небольших понижениях, зачатки будущих мочажин – асс. *Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum balticum*+*Sphagnum angustifolium*. Шейхцериевые ассоциации совсем отсутствуют или встречаются очень редко и на небольшой площади. Межмочажинные пространства заняты асс. *Pinus sylvestris*–*Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*, асс. *Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*+*Sph. rubellum*.

В а р и а н т 2 распространен в средней части склонов (№ 13). На грядах преобладает ассоциация *Pinus sylvestris*–*Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*, кроме нее, но гораздо реже асс. *Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*+*Sph. rubellum*. Кроме сосны *f. litwinowii*, в небольшом количестве встречается *f. willkommii* высотой 1–1,5 м. Ширина гряд 1,5–4 м (в среднем 2–2,5 м). Размеры мочажин довольно изменчивы; ширина их иногда достигает 6–9 м. В них преобладают ассоциации *Scheuchzeria palustris*–*Sphagnum cuspidatum*, *Carex limosa*–*Sphagnum cuspidatum*, нередко встречается асс. *Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum cuspidatum*.

Второй тип ГМК описан нами в нижних частях северо-восточного и западного склонов верхового болота. На грядах преобладают пушицево-кустарничковые ассоциации SPHAGNETA

ANGUSTIFOLI+MAGELLANICI иногда с разреженным пологом сосны; в мочажинах – очеретниковые, шейхцериевые и топяноосоковые ассоциации SPHAGNETA CUSPIDATI coll.

М о ч а ж и н н о - о з е р к о в о - г р я д о в ы й комплекс размещен на склонах верхового болота Юховичский Мох и в контактной зоне между основными вершинами выпуклостей (№ 14). Древесный ярус для растительности гряд не характерен, но низкорослая *Pinus sylvestris f. litwinowii* ($h_{cp}=1,8-2$ м) и *f. willkommii* ($h_{cp}=0,7$ м) постоянно встречается в составе ее ценозов. Основной фон образуют сообщества асс. *Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*+*Sph. rubellum* (рис. 27).

Мочажины, размером до 10–15 м, имеют различный растительный покров, в проксимальной и дистальной частях мочажин заняты ассоциацией *Scheuchzeria palustris*–*Sphagnum cuspidatum* (см. рис. 27), в центральной части, где имеются остатки гряд, поверхность мелкобугорчатая обильно растет мелкий очеретник, наиболее обводненные мочажины заняты ассоциацией *Carex limosa*–*Sphagnum majus*. Нередко в описаниях отмечаются полидоминантные сфагновые мочажины с господством всех трех видов влаголюбивых трав; есть также мочажины из *Sphagnum cuspidatum* (или *Sph. majus*), почти совершенно лишены растительности. Озерки либо вовсе лишены высшей растительности, либо для них характерны ценозы водных растений, в подавляющем большинстве не свойственных флоре олиготрофных болот, и, по-видимому, занесенных туда птицами.

К о ч к о в а т о - м о ч а ж и н н ы й комплекс встречается узкими полосками в нижней части склонов верхового болота Юховичский Мох (№ 15). Для этого комплекса характерно: 1) отсутствие выраженной направленности как в грядово-мочажинном комплексе, где гряды и мочажины расположены строго перпендикулярно уклону поверхности; 2) практически полное отсутствие сосны (большей частью единично – изредка); 3) приблизительно равные площади кочек и мочажин. Кочки овально-удлиненной формы, местами напоминающие гряды; на них преобладают сообщества асс. *Chamaedaphne calyculata*–*Sphagnum angustifolium*+*Sphagnum magellanicum*. В мочажинах основной фон образуют ассоциации (или их варианты): *Rhynchospora alba*–*Sphagnum cuspidatum*, *Scheuchzeria palustris*–*Sphagnum cuspidatum*, а в наиболее обводненных участках встречается *Carex limosa*–*Sphagnum cuspidatum*.

К о ч к о в а т о - к о в р о в ы й комплекс (№ 16) описан на верховом болоте, размещается в подножии склонов. Микрорельеф четко диффе-

ренцирован на кочки, занимающие 20–40% общей площади и понижения. Превышение гряд над коврами составляет 30–40 см. На кочках доминирует ассоциация *Chamaedaphne calyculata*–*Sphagnum angustifolium*+*Sphagnum magellanicum*. Межкочья занимают пушицево-подбелово-сфагновые ковры, иногда встречаются мочажины овальной формы, занятые ассоциациями *Rhynchospora alba*–*Sphagnum cuspidatum*, *Rhynchospora alba*–*Sphagnum balticum*, а в наиболее обводненных участках *Scheuchzeria palustris*–*Sphagnum cuspidatum*.

Регрессивный комплекс встречается небольшим фрагментом на очень пологом участке западного склона. Микрорельеф в рег-

рессивном комплексе грядовый: ориентированность гряд перпендикулярно склону довольно четко прослеживается во многих местах. Гряды заняты асс. *Calluna vulgaris*–*Sphagnum fuscum*+*Sph. rubellum* (образующая пятна 2–4 м²). На грядах встречается редкая сосна формы *willkommii*, в небольшом количестве f. *litwinowii*; однако ее присутствие не нарушает общего впечатления безлесия (см. рис. 12и).

Мочажины в регрессивном комплексе разделены на три группы: 1) сфагновые мочажины; 2) юнгерманиевые, или черные, мочажины; 3) денудированные пятна торфа. Наибольшую площадь занимают юнгерманиевые, или черные, мочажины (асс. *Rhynchospora alba*–*Hepaticae*).



Рис. 27. Грядово-мочажинный комплекс на склонах верхового болота Юховичский Мох

Fig. 27. Slopes' ridge-hollow complex of the raised bog Yukhovichsky Mokh

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе многолетних комплексных исследований детально изучена растительность верхового болота Юховичский Мох (Россонский район Витебской области). Анализ экологических профилей и геоботанической карты показал, что для вершин болота характерны кустарничково-сфагновые и сосново-кустарничково-

сфагновые сообщества SPHAGNETA FUSCI; мелко-мочажинные сосново-пушицево-сфагновые комплексы с *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*, f. *willkommii* в подвершинной части, грядово-мочажинные комплексы на пологих участках склонов, грядово-озерковые комплексы на склоне либо на вершине, сосново-кустарничково-сфагновые со-

общества (облесенное кольцо) на крутых участках склонов и лагг.

На исследуемом болоте грядово-мочажинные и грядово-мочажинно-озерковые комплексы занимают 42,2% территории, сосново-кустарничково-сфагновые – 39,6%, открытые и слабооблесенные болота и редколесья – 8,7%.

На грядах ГМК наиболее распространенными являются ассоциации *асс. Calluna vulgaris–Sphagnum fuscum+Sph. rubellum*, иногда с разреженным пологом *Pinus sylvestris f. litwinowii, f. willkommii*. Довольно часто встречаются сообщества, в которых одновременно доминируют *Calluna vulgaris* и *Chamaedaphne calyculata*. К низким участкам гряд и их краям приурочены *асс. Andromeda polifolia–Sphagnum rubellum*. В нижних частях склонов встречаются ГМК, где на грядах доминирует *асс. Chamaedaphne calyculata–Sphagnum magellanicum+Sph. angustifolium*.

Растительность мочажин более разнообразна: в верхней части склонов, преимущественно в небольших мочажинах, наиболее распространенными являются сообщества с доминированием *Eriophorum vaginatum, Sphagnum balticum u Sph. cuspidatum*; в средней части склонов – с *Scheuchzeria palustris, Rhynchospora alba, Sphagnum cuspidatum* (редко *Sph. majus*), в средней и нижних частях склонов – сфагновые мочажины с *Rhynchospora alba* и полидоминтные сфагновые мочажины с господством всех трех видов влаголюбивых

трав. В мочажинах с деградированным сфагновым покровом развиты сообщества с *Rhynchospora alba*, в них обильны печеночники. Общим правилом является постепенное увеличение размеров мочажин от верхней части склона к нижней.

В нижней части склонов располагаются сосново-пушицево-сфагновые фитоценозы, которые сменяются мезотрофными сфагновыми, эвтрофными травяными и лесными сообществами. Для лагга типичны сообщества с доминированием *Sphagnum fallax, Sph. obtusum*, обильны *Cotmarum palustre, Equisetum fluviatile, Menyanthes trifoliata, Iris pseudacorus, Carex rostrata, C. lasiocarpa, Betula pubescens, Alnus glutinosa, Salix spp.*

В целом растительность исследуемого болотного массива отнесена нами к 5 типам растительности, 18 формациям, включающим 22 растительных ассоциаций. В результате анализа обширного фактического материала показано, что ведущими экологическими факторами, определяющим флористическую неоднородность растительного покрова и дифференциацию синтаксонов растительности, являются особенности водно-минерального питания местообитаний болот. Составлены диагнозы основных ассоциаций растительности болота Юховичский мох по следующей схеме: название, диагностические признаки, экология и распространение, видовой состав, морфология, динамика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова, В. Д. К истории понятия ассоциации в геоботанике / В. Д. Александрова // Методы выделения растительных ассоциаций. – Л.: Наука, 1971. – С. 5–13.
2. Булохов, А. Д. Экологическая оценка среды методами фитоиндикации / А. Д. Булохов. – Брянск: Изд-во БГПУ, 1996. – 104 с.
3. Василевич, В. И. Статистические методы в геоботанике / В. И. Василевич. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1969. – 232 с.
4. Волкова, Е. М. Методы изучения болотных экосистем: учеб. пособие по организации и проведению исследования / Е. М. Волкова. – Тула, 2009. – 94 с.
5. Зайцев, Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. – М.: Наука, 1984. – 424 с.
6. Кузнецов, О. Л. Основные методы классификации растительности болот / О. Л. Кузнецов // Актуальные проблемы геоботаники. III Всероссийская школа-конференция. Лекции. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. – С. 241–269.
7. Нешатаев, Ю. Н. Методика обработки геоботанических описаний в учебной практике кафедры геоботаники Ленинградского университета / Ю. Н. Нешатаев // Методы выделения растительных ассоциаций. – Л.: Наука, 1971. – С. 23–37.
8. Ниценко, А. А. Краткий курс болотоведения / А. А. Ниценко. – М.: Высшая школа, 1967. – 148 с.
9. Ниценко, А. А. О приемах выделения растительных ассоциаций / А. А. Ниценко // Методы выделения растительных ассоциаций. – Л.: Наука, 1971. – С. 80–104.
10. Полевое исследование и картографирование почв БССР: (Методические указания) / Западное региональное отделение ВАСХНИЛ, Белорусский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Республиканский проектный институт по землеустройству «Белгипрозем»; под ред. Н. И. Смеян [и др.] – Минск: Ураджай, 1990. – 222 с.
11. Программа и методика биогеоценологических исследований / АН СССР, Науч. совет по проблемам биогеоценологии и охраны природы. – М.: Наука, 1974. – 403 с.

12. Справочник работника лесного хозяйства / под ред. И. Д. Юркевича, В. П. Романовского, Д. С. Голода. – Минск: Наука и техника, 1986. – 624 с.
13. Справочник таксатора / под ред. В. С. Мирошникова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: Ураджай, 1980. – 360 с.
14. Федорук, А. Т. Ботаническая география: полевая практика: учеб. пособие / А. Т. Федорук. – Минск: Изд-во БГУ, 1976. – 224 с.
15. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures / M. Chytrý, L. Tichý, J. Holt, Z. Botta-Dukát // Journal of Vegetation Science. – 2002. – № 13. – S. 79–90.
16. Chytrý, M. Diagnostic, constant and dominant species of vegetation classes and alliances of the Czech Republic: a statistical revision / M. Chytrý, L. Tichý. – Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis. – 2003. – Biologia, 108. – 231 s.
17. Chytrý, M. Vegetation of the Czech Republic: diversity, ecology, history and dynamics / M. Chytrý. – Preslia. – 2012. – № 84. – S. 427–504.
18. Succow, M. Landschaftsökologische Moorkunde / M. Succow, H. Joosten. – E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 2001. – 622 p.
19. Флора и растительность верховых болот Беларуси / Н. А. Зеленкевич, Д. Г. Груммо, О. В. Созинов, О. В. Галанина; под ред. А. В. Пугачевского. – Минск: СтроймедиаПроект, 2016. – 243 с.
20. Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С. К. Черепанов. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 990 с.
21. Check-list of mosses of East Europe and North Asia / M. S. Ignatov, O. M. Afonina, E. A. Ignatova [et al.] // Arctoa. – 2006. – Vol. 15. – P. 1–131.
22. *Sphagnum divinum* (sp. nov.) and *S. medium* Limpr. and their relationship to *S. magellanicum* Brid. / K. Hassel, M. O. Kyrkjæide, N. Yousefi [et al.] // Journal of Bryology. – 2018. – Vol. 40. – Is. 3. – P. 197–222. <http://doi.org/10.1080/03736687.2018.1474424>.
23. Груммо, Д. Г. Методические подходы к созданию крупномасштабной карты растительности с использованием данных дистанционного зондирования и современных информационных технологий / Д. Г. Груммо // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси [и др.]. – Минск, 2014. – Вып. 43. – С. 48–74.
24. 21JUCE program for management, analysis and classification of ecological data / L. Tichý, J. Holt // Prirodovedecká fakulta, Masarykova Univerzita. – Brno, 2006. – URL: www.sci.muni.cz/botany/juce/JUCEman_all.pdf (date of access: 20.03.2023).
25. Sørensen, T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content / T. Sørensen // Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biol. krifter. – 1948. – Bd V, № 4. – P. 1–34.
26. Czekanowski, J. Zur differential Diagnose der Neandertalgruppe / J. Czekanowski // Korrespbl. Dtsch. Ges. Anthropol. – 1909. – Bd 40. – S. 44–47.
27. Флора и растительность ландшафтного заказника «Ельня» / Д. Г. Груммо, О. В. Созинов, Н. А. Зеленкевич, [и др.]; под ред. Н. Н. Бамбалова. – Минск: Минсктипроект, 2010. – 198 с.
28. Боч, М. С. Флора и растительность болот Северо-Запада России и принципы их охраны / М. С. Боч, В. А. Смагин. – СПб: Гидрометеиздат, 1993. – 225 с.
29. Богдановская-Гиенэф, И. Д. Растительный покров верховых болот Русской Прибалтики / И. Д. Богдановская-Гиенэф // Труды Петергофского естеств.-науч. ин-та. – Л.: Главнаука, 1928. – № 5. – С. 265–377.
30. Цинзерлинг, Ю. Д. Растительность болот / Ю. Д. Цинзерлинг // Растительность СССР. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. – С. 335–428.
31. Brundza, K. Kamanos: Hidrografija, stratigrafija ir augalija / K. Brundza. – Kaunas, 1937. – 268 s.
32. Табака, Л. В. Материалы к исследованию растительного покрова олиготрофных болот Приморской низменности Латвийской ССР / Л. В. Табака // Растительность Латвийской ССР. – 1955. – Т. 1, тр. 3. – С. 233–258.
33. Юрковская, Т. К. Региональная дифференциация растительного покрова верховых болот России / Т. К. Юрковская // Динамика болотных экосистем северной Евразии в голоцене. Материалы симпозиума. – Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2000. – С. 35–37.
34. Кузнецов, О. Л. Классификация болотных сообществ из *Sphagnum fuscum*, *Sph. magellanicum* и *Sph. angustifolium* в Карелии / О. Л. Кузнецов // Вопросы классификации болотной растительности. – СПб.: Наука, 1993. – С. 54–67.
35. Кузнецов, О. Л. Тополого-экологическая классификация растительности болот Карелии (омбротрофные и олиготрофные сообщества) / О. Л. Кузнецов // Биоразнообразие, динамика и ресурсы болотных экосистем восточной Фенноскандии. / Тр. Кар.НЦ РАН. – Петрозаводск, 2005. – Вып. 8. – С. 15–46.
36. Кузнецов, О. Л. Топо-экологическая классификация растительности болот Карелии / Динамика болотных экосистем северной Евразии в голоцене. Материалы симпозиума / О. Л. Кузнецов. – Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2000. – С. 28–34.
37. Напреенко, М. Г. Флора и растительность верховых болот Калининградской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05 / М. Г. Напреенко. – Калининград, 2002. – 37 с.
38. Боч, М. С. Экосистемы болот СССР / М. С. Боч, В. В. Мазинг. – Л.: Наука, 1979. – 187 с.
39. Боч, М. С. XI всесоюзное совещание по болотоведению «Проблемы классификации болотной растительности»; (Ленинград, 20–22 IV 1988) / М. С. Боч // Бот. журн. – 1989. – Т. 74, № 12. – С. 1540–1543.

40. Боч, М. С. О классификации болотной растительности (на примере сфагновых топей Северо-Запада РСФСР) / М. С. Боч // Бот. журн. – 1986. – Т. 71, № 9. – С. 1182–1192.
41. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1962. – 490 с.
42. Ellenberg, H. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen: In ökologischer, dynamischer und historischer / H. Ellenberg. – UTB GmbH, 1996 – 1095 s.
43. Ellenberg, H. Zeigerwerte der Gefäßspflanzen Mitteleuropas. / H. Ellenberg. – Göttingen: Goltze, 1992. – 282 s.
44. Лопатин, В. Д. Экологические ряды растительности болот / В. Д. Лопатин // Структура растительности и ресурсы болот Карелии. – Петрозаводск, 1983. – С. 5–38.
45. Hueck, K. Vegetationsstudien auf brandenburgischen Hochmooren / K. Hueck // Beiträge zur Naturdenkmalpflege. – 1925. – № Bd. 10, H. 5. – S. 309–408.
46. Хейкурайнен, Л. Болота / Л. Хейкурайнен. – М.: Лесн. пром-сть, 1983. – 41 с.
47. Федорчук, В. Н. Лесные экосистемы северо-западных районов России. Типология, динамика, хозяйственные особенности / В. Н. Федорчук, В. Ю. Нешатаев, М. Л. Кузнецова. – СПб, 2005. – 382 с.
48. Смагин, В.А. Сообщества с участием *Sphagnum rubellum* Wils, на болотах юго-восточной части Балтийского региона / В.А. Смагин, М.Г. Напреенко // Растительность России. – 2003. – № 5. – С. 50–61.
49. Gams, H. Geschichte, Aufbau und Pflanzendecke des Zehlaubbruches / H. Gams, S. Ruoff // Schriften der Phys.-okon. Gesellschaft zu Königsberg. – 1929. – № B. 66 (H. I). – 193 s.
50. Matuszkiewicz, W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski / W. Matuszkiewicz. – Warszawa. Państwowe Wydawnictwa Naukowe, 2005. – 537 s.
51. Богдановская-Гиенэф, И. Д. Закономерности формирования сфагновых болот верхового типа на примере Полистово-Ловатского массива / И. Б. Богдановская-Гиенэф. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1969. – 186 с.

Поступила в редакцию 22.05.2025

Принята к публикации 10.06.2025

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Груммо Дмитрий Геннадьевич – кандидат биологических наук, доцент, директор Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Зеленкевич Наталья Алексеевна – кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории геоботаники и картографии растительности Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Созинов Олег Викторович – доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой системной биологии Учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»

Галанина Ольга Владимировна – кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории общей геоботаники Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Ботанический институт имени В. Л. Комарова Российской Академии Наук»; доцент кафедры биогеографии и охраны природы Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Институт Наук о Земле

Жилинский Дмитрий Юрьевич – научный сотрудник лаборатории геоботаники и картографии растительности Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Характеристика растительности болота Юховичский мох (Россонский район, Витебская область, Беларусь) Д. Г. Груммо, Н. А. Зеленкевич, О. В. Созинов [и др.] // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Минск, 2025. – Вып. 55. – С. 77–116.

УДК 58.006, 58.009, 502.75, 581.5

С. А. КОМАР¹, М. В. ЕРМОХИН², Д. В. ДУБОВИК¹, А. М. СКУРАТОВИЧ¹,
С. С. САЎЧУК¹, Ул. М. ЛЯБЕДЗЬКА¹, В. В. ЛУКИН¹, Т. Л. БАРСУКОВА¹,
Я. К. ІГНАЦЬЕЎ¹, А. П. ДАЙЛІДЗЁНАК³

ФЛАРЫСТЫЧНЫ СКЛАД І СТАН НАСАДЖЭННЯЎ ГЛЫБОЦКАГА ДЭНДРАЛАГІЧНАГА САДУ

¹Інстытут эксперыментальнай батанікі імя В. Ф. Купрэвіча Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі,
Мінск, Беларусь, e-mail: soffja.komar@gmail.com

²Батанічнае таварыства, Мінск, Беларусь

³Глыбоцкі доследны лясгас, Глыбокае, Беларусь

Анотацыя. Падчас даследаванняў насаджэнняў помніка прыроды рэспубліканскага значэння «Глыбоцкі дэндралагічны сад», які займае плошчу 8,2 га, выяўлены 372 віды дрэў, кустоў і ліян, якія адносяцца да 93 родаў з 38 сямействаў. Найбольш шырока прадстаўлена сямейства *Rosaceae* Juss. – 99 відаў з 21 роду. Усяго ўлічана 2844 асобных экзэмпляраў або груп раслін. Вызначаны ўзрост дрэў *Quercus robur* L., якія раслі на месцы дэндрасаду да яго закладкі, а таксама ўдакладнены перыяды пасадкі іншых дрэў і кустоў. Праведзена ацэнка жыццёвага і аварыйнага станаў дрэвава-кустовай расліннасці. Стан большасці раслін здавальняючы, нягледзячы на высокі ўзрост асобных дрэў і кустоў. Вынікі інвентарызацыі абагульнены ў электроннай базе звестак, дзе змяшчаецца інфармацыя пра відавы склад, катэгорыі стану аб'ектаў расліннага свету, а таксама некаторыя марфалагічныя характарыстыкі дрэвавых раслін дэндрасаду. Па выніках працы падрыхтаваны рэкамендацыі па доглядзе за раслінамі і развіцці дэндралагічнага саду.

Ключавыя словы: інвентарызацыя, дрэвава-кустовая расліннасць, відавая разнастайнасць, жыццёвы стан, катэгорыя аварыйнасці.

С. А. КОМАР¹, М. В. ЕРМОХИН², Д. В. ДУБОВИК¹, А. Н. СКУРАТОВИЧ¹,
С. С. САВЧУК¹, В. Н. ЛЕБЕДЬКО¹, В. В. ЛУКИН¹, Т. Л. БАРСУКОВА¹,
Я. К. ИГНАТЬЕВ¹, Е. П. ДАЙЛИДЕНОК³

ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СОСТОЯНИЕ НАСАЖДЕНИЙ ГЛУБОКСКОГО ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОГО САДА

¹Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси,
Минск, Беларусь, e-mail: soffja.komar@gmail.com

²Ботаническое общество, Минск, Беларусь

³Глубокский опытный лесхоз, Глубокое, Беларусь

Аннотацыя. В ходе исследований насаждений памятника природы республиканского значения «Глубокский дендрологический сад», площадь которого составляет 8,2 га, выявлено 372 вида деревьев, кустарников и лиан, относящихся к 93 родам из 38 семейств. Наиболее широко представлено семейство *Rosaceae* Juss. – 99 видов из 21 рода. Всего зарегистрировано 2844 отдельных экземпляров или групп растений. Определен возраст деревьев *Quercus robur* L., произраставших на месте дендрария до его основания, а также уточнены периоды посадки других деревьев и кустарников. Проведена оценка жизненного и аварийного состояния древесно-кустарниковой растительности. Состояние большинства насаждений удовлетворительное, несмотря на большой возраст некоторых деревьев и кустарников. Результаты инвентаризации обобщены в электронной базе данных, которая содержит сведения о видовом составе, категориях состояния объектов флоры, а также некоторые морфологические характеристики древесных растений дендрария. По результатам работы подготовлены рекомендации по уходу за растениями и развитию дендрологического сада.

Ключевые слова: инвентаризация, древесно-кустарниковая растительность, видовое разнообразие, жизненное состояние, категория аварийности.

S. A. KOMAR¹, M. V. YERMOKHIN², D. V. DUBOVIK¹, A. N. SKURATOVICH¹,
S. S. SAVCHUK¹, V. N. LEBEDKO¹, V. V. LUKIN¹, T. L. BARSUKOVA¹,
YA. K. IGNATIEV¹, A. P. DAYLIDENOK³

FLORISTIC COMPOSITION AND STATE OF THE HLYBOKAE ARBARETUM PLANTATIONS

¹V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus, e-mail: soffja.komar@gmail.com

²*Botanical Society, Minsk, Belarus*³*Glubokoye Experimental Forestry Farm, Glubokoye, Belarus*

Abstract. During the research of the plantings of the natural monument of republican significance “Hlybokae arboretum”, the area of which is 8,2 hectares, 372 species of trees, shrubs and vines belonging to 93 genera from 38 families were identified. The most widely represented family is *Rosaceae* Juss. – 99 species from 21 genera. The total of 2844 individual specimens or groups of plants were registered. The age of *Quercus robur* L. trees growing on the site of the arboretum before its foundation was determined, and the planting periods of other trees and shrubs were clarified. An assessment of the vital and emergency state of tree and shrub vegetation was carried out. The condition of most plantings is satisfactory, despite the great age of some trees and shrubs. The results of the inventory are summarized in an electronic database, which contains information on the species composition, categories of the state of flora objects, as well as some morphological characteristics of the woody plants of the arboretum. Based on the results of the work, recommendations were prepared for plant care and development of the arboretum.

Keywords: inventory, tree and shrub vegetation, species diversity, vital condition, emergency category.

УВОДЗІНЫ

Ідэя стварэння дэндралагічнага саду ўзнікла ў спецыялістаў Глыбоцкага лясгасу, у прыватнасці інжынера лясных культур В. А. Ламакі, у канцы 1950-х г. Першы праект дэндрасаду складзены ў 1960 г. аддзелам дрэвавых раслін Інстытута біялогіі АН БССР, які ўключаў цяперашнія чатыры секцыі (I–IV) плошчай 2,2 га з пасадкай 158 відаў дрэў і кустоў. Да восені 1962 г. падрыхтаваны другі, ўдакладнены праект, дзе разнастайнасць дрэвавых раслін павялічана да 221 віду. У сувязі з пашырэннем тэрыторыі дэндрасаду ў 1964–1965 гг. ўзнікла неабходнасць распрацоўкі новага праекту, у якім прадугледжаны абноўленая планіроўка тэрыторыі, разбіўка асноўных алей і ўнутраных сцежак, стварэнне вадаёмаў, намечана асноўнае размяшчэнне раслінных сямействаў па секцыях. Згодна са спісам намячалася высадзіць на тэрыторыі дэндрасаду 450 відаў, разнавіднасцяў і формаў дрэвавых раслін [1–4].

Дэндралагічны сад закладзены ў спалучэнні рэгулярнага і пейзажнага стыляў. Яго тэрыторыю ў 8,2 гектараў падзяляюць на 12 секцый шматлікія алей. Найбольшая колькасць раслін дэндрасаду паходзіць з Далёкага Усходу, Кітая, Японіі, Паўночнай Амерыкі, больш за 20% на-

саджэнняў складаюць інтрадуцыраваныя расліны з поўдня еўрапейскай часткі Расіі і Заходняй Еўропы. На працягу існавання дэндрасаду пасадчны матэрыял атрымлівалі з мясцовых гадавальнікаў, розных лясгасаў Беларусі, Цэнтральнага батанічнага саду, краін Балтыі, Украіны і ЗША [2–4].

У цяперашні час склад дэндралагічнай калекцыі не з’яўляецца пастаянным. Частка цеплалюбных відаў раслін гіне па прычыне пашкоджання маразамі, замаразкамі ці хваробамі. Замест загінутых раслін высаджваюцца новыя экзэмпляры таго ж віду. Па меры абнаўлення і дапаўнення калекцыі ў раслінны асартымент уносяцца карэкціроўкі, але сам дэндраплан застаецца без значных зменаў. Такім чынам, галоўнай мэтай нашага даследавання з’яўлялася інвентарызацыя ўсіх існуючых дрэвава-кустовых насаджэнняў на тэрыторыі Глыбоцкага дэндралагічнага саду на сучасны момант. Асноўныя задачы – вызначэнне відавой разнастайнасці дрэвава-кустовай расліннасці кожнай секцыі дэндрасаду, ацэнка жыццёвага і аварыйнага станаў дрэў і кустоў, распрацоўка новага дэндраплана і базы звестак для больш зручнага кіравання дэндрасадом [5–7].

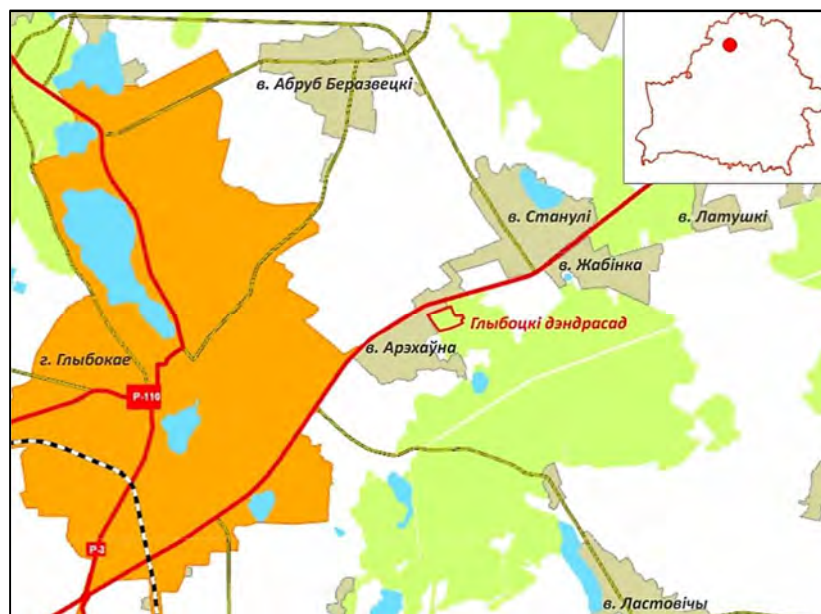
АБ’ЕКТЫ (МАТЭРЫЯЛЫ) І МЕТАДЫ ДАСЛЕДАВАННЯЎ

Батанічны помнік прыроды рэспубліканскага значэння «Глыбоцкі дэндралагічны сад» размешчаны ў в. Арэхаўна (мал. 1) за 1 км на ўсход ад мяжы г. Глыбокае (N55°08’51”, E27°44’15”) і адносіцца да зямель ляснога фонду Глыбоцкага даследнага лясгасу.

За аснову для правядзення інвентарызацыі ўзяты матэрыялы 1988 г. Нумарацыя дрэў і кустоў з гэтага часу не мянялася. Варта адзначыць, што першапачаткова адным нумарам маглі адзначацца як дрэва (куст), так і іх групы. У цэлым, такія падыходы правільны, ён палягчае задачу інвентарызацыі, але робіць складаным індывіду-

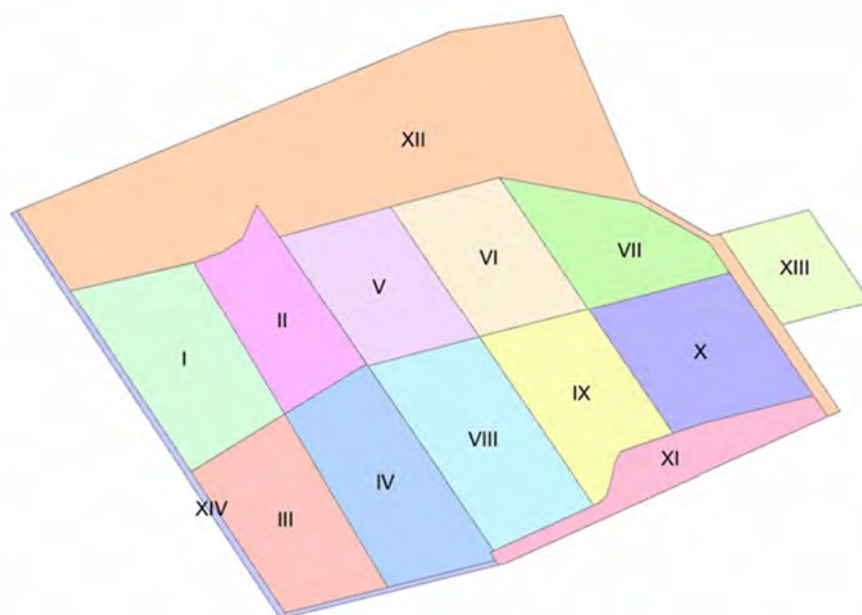
альны падыход па доглядзе за кожнай дрэвавай раслінай. Таму вырашана адзначаць кожнае дрэва асобна, а кусты і ліяны – групамі, алеямі або індывідуальна ў залежнасці ад іх жыццёвай формы і становішча ў пасадцы. Такі падыход дазваляе дадаваць у базу звестак усю неабходную інфармацыю пра канкрэтны экзэмпляр і, пры неабходнасці, адсочваць змены ў яго стане.

Увесь дэндрасад падзелены на секцыі, аднак аказалася не зусім яснай мяжа секцыі XII, а таксама прыналежнасць алей, якія размешчаны па перыферыі дэндрасаду. На мал. 2 паказаны ўдакладненыя межы секцый. Усяго іх стала 14: з I па



Мал. 1. Схема размяшчэння Глыбоцкага дэндралагічнага саду

Fig.1. Location of the Hlybokae arboretum



Мал. 2. Дзяленне дэндрасаду на секцыі

Fig. 2. Dividing the arboretum into sections

XII секцыі засталіся без зменаў, нумар XIII атрымаў былы калекцыйны гадавальнік, нумарам XIV пазначана алея з *Tilia cordata* Mill. і *Caragana arborescens* Lam. уздоўж заходняй і паўднёвай межаў дэндрасаду.

Інвентарызацыю выконвалі ў некалькі этапаў: карціраванне, папярэдняе вызначэнне таксанамічнай прыналежнасці, вызначэнне марфаметрычных паказчыкаў і ацэнка стану, канчатковае вызначэнне таксанамічнай прыналежнасці (для поз-

наквітнеючых відаў). Пасля гэтага этапу распрацаваны рэкамендацыі па доглядзе за дрэвамі і кустамі, а таксама па ўдакладненні дарожна-сцэжкавай сеткі і развіцці інфраструктуры дэндрасаду.

Пры вызначэнні марфаметрычных паказчыкаў вымяралі: акружнасць ствала дрэва на вышыні 1,3 м, агульную вышыню і вышыню пачатку кроны, радыус кроны ў чатырох напрамках, які дазваляе вызначыць плошчу кроны і яе прасторавае становішча.

Для ацэнкі жыццёвага стану дрэў выкарыстоўвалі шкалы катэгорый стану з праваў [8]. Для ацэнкі аварыйнага стану выкарыстоўвалася шкала ступені пашкоджання з інструкцыі [9]. Да аварыйных адносілі дрэвавыя віды з дэфектамі каранёў, ствала або галін, якія маглі прывесці да падзення ўсяго дрэва або асобных яго частак. Усе ацэненыя дэфекты падзелены на некалькі катэгорый: пашкоджанні каранёвай сістэмы, гнілі, расколіны, няўстойлівыя галіны і ствалы, парушэнні архітэктонікі і стан кроны, у т.л. наяўнасць сухіх ствалоў і галін. У залежнасці ад наяўнасці і ступені тых ці іншых пашкоджанняў дрэвавыя віды адносілі да адной з чатырох катэгорый аварыйнасці [9]. Стан кустоў і ліян ацэньвалі па трох катэгорыях [8].

Відавая прыналежнасць дрэў і кустоў вызначалі ў палявых умовах у розныя сезоны году (вясна, лета і восень). Рэдкія і складаныя для вызна-

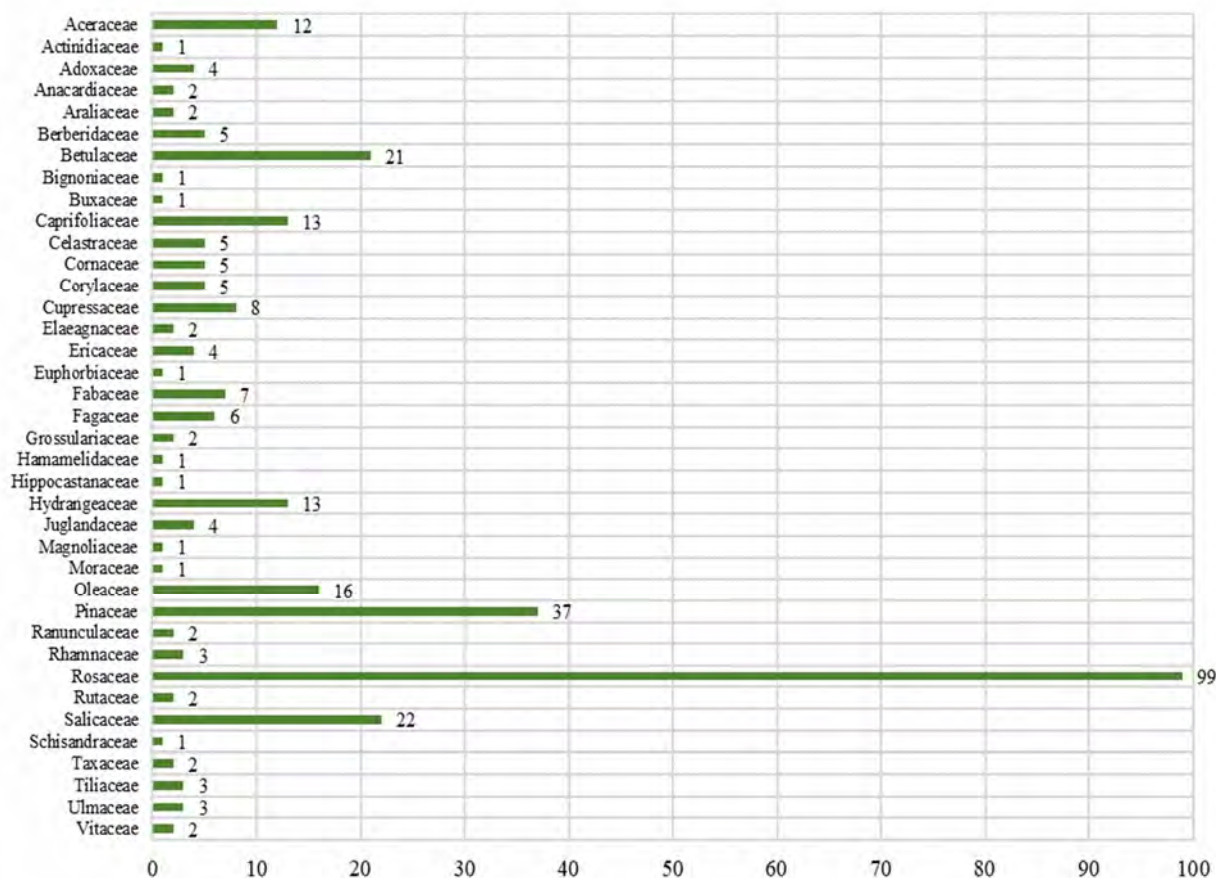
чэння віды раслін збіралі ў гербарый і вызначалі ў камеральных умовах. Усяго падчас інвентарызацыі ў 2021 г. сабрана каля 800 гербарных узораў, якія захоўваюцца ў Гербары Інстытута эксперыментальнай батанікі НАН Беларусі (MSK). Лацінскія назвы раслін прыведзены ў адпаведнасці з базамі [10–13], а таксама з улікам сучасных сістэматычных публікацый.

Атрыманыя матэрыялы пра насаджэнні Глыбоцкага дэндрасаду заносілі ў базу звестак, якая ўяўляе сабой табліцу Excel. Яна складена з 24 слупкоў, дзе знаходзіцца інфармацыя пра пасекцыйнае размяшчэнне дрэвавых відаў, новыя і старыя парадкавыя нумары, год пасадкі, узрост, паходжанне, таксанамічную прыналежнасць, таксацыйныя характарыстыкі, жыццёвы стан і аварыйнасць, а таксама рэкамендацыі па доглядзе за дрэвава-кустовымі раслінамі.

ВЫНІКІ ДАСЛЕДАВАННЯ І ІХ АБМЕРКАВАННЕ

Пры правядзенні суцэльнага пасекцыйнага пераліку аб'ектаў расліннага свету дэндрасаду ўстаноўлены актуальны відавы склад, праведзена ацэнка стану дрэвава-кустовай расліннасці. Характарыстыка відавой разнастайнасці дэндра-

лагічнага саду прадстаўлена на мал. 3 і ў табл. Пералік відаў дрэвава-кустовых раслін, якія сустракаюцца ў Глыбоцкім дэндрасадзе, прыведзены далей. Усяго ўлічана 2844 асобных экзэмпляраў або груп раслін.



Мал. 3. Размеркаванне відаў па сямействах

Fig. 3. Distribution of species by families

Таблиця. Кароткая характарыстыка відавой разнастайнасці насаджэнняў дэндрасаду, станы дрэў і кустоў

Table. Brief description of the arboretum's species diversity, the condition of trees and shrubs

Секцыя	Колькасць, экз. / відаў і форм, шт.			Катэгорыя стану дрэў, шт.					Катэгорыя аварыйнасці дрэў, шт.				Стан кустоў і ліян, шт.		
	дрэвы	кусты	ліяны	1	2	3	4	5	1	2	3	4	добр.	здавал.	нездав.
I	100/22	45/22	2 /2	22	45	28	4	1	44	35	8	2	25	21	1
II	102/19	76/28	3 /3	59	34	9	—	—	80	21	—	—	63	13	—
III	123/24	51/22	—	73	35	12	4	—	91	25	3	—	14	37	—
IV	148/22	92/23	3	80	45	20	3	—	104	41	1	2	28	64	—
V	118/17	89/28	—	43	42	25	7	1	60	43	10	2	65	24	—
VI	150/27	80/19	—	45	74	29	2	—	81	48	7	3	46	31	3
VII	158/20	30/13	—	91	43	13	2	9	134	15	0	9	24	4	2
VIII	172/26	103/26	5 /3	104	41	24	3	—	142	27	2	1	72	26	5
IX	92/19	96/26	—	32	41	18	1	—	37	40	15	—	78	17	1
X	119/19	47/29	—	78	33	5	1	2	65	40	3	—	35	9	3
XI	46/11	23 /3	—	12	20	14	—	—	11	34	1	—	22	—	—
XIIa	69/9	73/10	—	22	32	15	1	—	13	30	17	3	34	39	—
XIIb	275/28	193/24	—	146	87	31	9	2	166	77	27	—	34	157	2
XIII	58/10	54/10	—	22	31	4	1	—	31	4	2	—	38	9	7
XIV	63/1	3 /1	—	54	9	—	—	—	49	14	—	—	—	3	—

Пералік відаў дрэвава-кустовых раслін Глыбоцкага дэндрасаду

(у дужках прыведзена колькасць экзэмпляраў для дрэў і колькасць груп для кустоў)

List of tree and shrub species of the Hlybokae arboretum

(the number of specimens for trees and the number of groups for shrubs are given in parentheses)

Дрэвы

Abies alba Mill. (5)
Abies concolor (Gordon) Lindl. ex Hildebr. (15)
Abies grandis (Douglas ex D.Don) Lindl. (3)
Abies holophylla Maxim. (6)
Abies nordmanniana (Steven) Spach (7)
Abies sibirica Ledeb. (10)
Abies veitchii Lindl. (8)
Acer campestre L. (13)
Acer ginnala Maxim. (37)
Acer mandshuricum Maxim. (4)
Acer mono Maxim. (5)
Acer negundo L. (1)
Acer platanoides L. (71)
Acer platanoides 'Palmatifida' (1)
Acer pseudoplatanus L. (7)
Acer pseudoplatanus 'Atropurpureum' (6)
Acer pseudoplatanus 'Leopoldii' (1)
Acer pseudosieboldianum (Pax) Kom. (1)
Acer rubrum L. (2)
Acer saccharinum L. (11)
Acer tataricum L. (9)
Acer tegmentosum Maxim. (2)
Aesculus hippocastanum L. (90)
Aesculus hippocastanum 'Baumani' (3)
Alnus glutinosa (L.) Gaertn. (2)
Alnus glutinosa 'Rubrinervis' (1)
Alnus incana (L.) Moench (6)
Aralia mandschurica Rupr. et Maxim. (2)
Betula albosinensis Burkill (7)
Betula alleghaniensis Britton (2)
Betula × *aurata* Borkh. (7)

Betula davurica Pall. (6)
Betula ermanii Cham. (4)
Betula fontinalis Sarg. (8)
Betula grossa Siebold & Zucc. (5)
Betula lenta L. (1)
Betula neoalaskana Sarg. (8)
Betula oycoviensis Besser (5)
Betula papyrifera Marshall (13)
Betula papyrifera f. *cordifolia* (Regel) C.K.Schneid (4)
Betula pendula Roth (30)
Betula platyphylla Sukaczew (19)
Betula populifolia Marshall (3)
Betula pubescens Ehrh. (7)
Betula pubescens 'Aurea' (1)
Carpinus betulus L. (7)
Catalpa bignonioides Walter (5)
Cerasus avium Mill. (1)
Cerasus mahaleb Mill. (4)
Cerasus pensylvanica Loisel. (16)
Cerasus vulgaris Mill. (3)
Chamaecyparis pisifera (Siebold & Zucc.) Endl. (15)
Chamaecyparis pisifera 'Filifera' (6)
Chamaecyparis pisifera 'Squarrosa' (3)
Cladrastis kentukea (Dum.Cours.) Rudd (3)
Cornus mas L. (3)
Corylus colurna L. (1)
Corylus × *colurnoides* Schneid. (4)
Crataegus chlorocarpa Lenne & K.Koch (2)
Crataegus × *ellwangeriana* Sarg. (2)
Crataegus × *kyrtostyla* Fingerh. (9)
Crataegus macracantha Lodd. ex Loudon (1)

- Crataegus* × *media* 'Plena' (5)
Crataegus monogyna Jacg. (5)
Crataegus napaea Sarg. (1)
Crataegus pinnatifida Bunge (1)
Crataegus pringlei Sarg. (12)
Crataegus rusanovii f. *rubella* Cinovskis Cin. (1)
Crataegus submollis Sarg. (7)
Fagus sylvatica L. (3)
Fraxinus excelsior L. (12)
Fraxinus mandschurica Rupr. (5)
Fraxinus pennsylvanica Marshall (12)
Juglans ailantifolia var. *cordiformis* (Makino) Rehder (6)
Juglans cinerea L. (4)
Juglans mandshurica Maxim. (151)
Juglans mandshurica Maxim. × *J. cinerea* L. (1)
Juglans mandshurica Maxim. × *J. regia* L. (1)
Juglans regia L. (4)
Juniperus communis 'Suecica' (3)
Larix decidua Mill. (11)
Larix kaempferi (Lamb.) Carr. (4)
Larix laricina (Du Roi) K. Koch (3)
Larix polonica Racib. ex Woycicki (3)
Larix sibirica Ledeb. (10)
Magnolia kobus DC. (2)
Malus × *adstrigens* Zabel (4)
Malus × *gloriosa* Lemoine (11)
Malus × *floribunda* Siebold ex Van Houtte (3)
Malus mandschurica (Maxim.) Kom. ex Juz. (7)
Malus × *prunifolia* (Willd.) Borkh. (4)
Malus pumilla Mill. (2)
Malus × *purpurea* (A.Barbier) Rehder (2)
Malus spectabilis (Ait.) Borkh. (3)
Malus sylvestris Mill. (4)
Malus toringo Siebold (11)
Malus × *zumi* (Matsum.) Rehd. (4)
Micromeles alnifolia (Siebold & Zucc.) Koehne (4)
Morus alba L. (6)
Padus avium Mill. (6)
Padus maackii (Rupr.) Kom. & Aliss. (51)
Padus serotina (Ehrh.) Borkh. (11)
Padus virginiana (L.) Mill. (13)
Phellodendron amurense Rupr. (4)
Phellodendron amurense var. *sachalinense* F.Schmidt (3)
Picea abies (L.) H.Karst. (17)
Picea abies 'Argentea Picta' (1)
Picea abies 'Nidiformis' (3)
Picea abies 'Virgata' (12)
Picea asperata Mast. (6)
Picea glauca (Moench) Voss (9)
Picea mariana (Mill.) Brit. Sterns et Pogg. (6)
Picea omorica (Pancic) Purk. (7)
Picea pungens Engelm. (101)
Picea pungens 'Glaucula' (12)
Pinus banksiana Lamb. (6)
Pinus cembra L. (3)
Pinus contorta Douglas ex Loudon (8)
Pinus koraiensis Siebold. et Zucc. (13)
Pinus mugo Turra. (3)
Pinus murrayana Balf. (14)
Pinus nigra J.F.Arnold (7)
Pinus pallasiana D.Don. (1)
Pinus peuce Griseb. (9)
Pinus ponderosa Douglas ex C.Lawson (6)
Pinus rigida Mill (5).
Pinus sibirica Du Tour (14)
Pinus strobus L. (1)
Pinus sylvestris L. (23)
Populus × *canadensis* 'Mairlandica' (4)
Populus × *canadensis* 'Robusta' (5)
Populus maximowiczii A. Henry (6)
Populus × *moscowiensis* Schröd. (7)
Populus nigra var. *italica* (Moench) Koehne (1)
Populus × *petrovskoe* R.I.Schröd. (5)
Populus simonii Carr. (1)
Populus tremula L. (3)
Prunus ceracifera Ehrh. (11)
Prunus cerasifera f. *atropurpurea* Diffel (3)
Prunus domestica L. (4)
Prunus insiticia L. (9)
Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco (4)
Pseudotsuga menziesii var. *glauca* (Beissn.) Franco (14)
Ptelea trifoliata L. (5)
Pyrus communis L. (1)
Pyrus ussuriensis Maxim. (1)
Quercus macranthera Fisch. & C.A.Mey. (2)
Quercus petraea (Matt.) Liebl. (8)
Quercus robur L. (26)
Quercus robur 'Heterophylla' (3)
Quercus robur 'Pyramidalis' (4)
Quercus rubra L. (8)
Rhus typhina L. (6)
Robinia pseudoacacia L. (15)
Salix acutifolia L. (5)
Salix alba L. (10)
Salix alba f. *sericea* Gaudin (6)
Salix caprea L. (5)
Salix fragilis 'Sphaerica' (12)
Salix hippophaefolia Thuill. (1)
Salix × *rubens* Schrank (3)
Salix × *rubens* 'Lou-Shou' (4)
Salix × *sepulcralis* Simonk. (8)
Sorbus aria L. (7)
Sorbus aria 'Laciniata' (2)
Sorbus aucuparia L. (52)
Sorbus intermedia (Ehrh.) Pers. (12)
Sorbus meinichii (Lindeb.) Hedl. (3)
Sorbus × *thuringiaca* (Ilse) Fritsch (6)
Thuja occidentalis L. (109)
Thuja occidentalis 'Aureospicata' (13)
Thuja occidentalis 'Columnaris' (5)
Thuja occidentalis 'Globosa' (17)
Thuja occidentalis 'Ericoides' (3)
Thuja occidentalis 'Filiformis' (3)
Thuja occidentalis 'Spiralis' (4)
Thuja plicata Donn ex D.Don (4)
Thujopsis dolabrata (Thunb. ex L.f.) Siebold & Zucc. (1)
Tilia cordata Mill. (81)
Tilia platyphyllos Scop. (17)
Tilia platyphyllos 'Laciniata' (3)
Tilia tomentosa Moench (1)
Tsuga canadensis (L.) Carr. (1)
Ulmus glabra Huds. (9)
Ulmus laevis Pall. (8)
Ulmus pumila L. (2)

Кусты

- Acer ginnala* 'Purpurea' (1)
Acer subintegrum Pojark. (7)
Amelanchier spicata (Lam.) K.Koch (90)
Amorpha fruticosa L. (4)
Berberis koreana Palib. (1)
Berberis oblonga (Regel) C.K.Schneid. (1)
Berberis thunbergii DC. (1)
Berberis thunbergii 'Atropurpurea' (1)
Berberis vulgaris L. (7)
Berberis vulgaris 'Atropurpurea' (12)
Betula humilis L. (2)
Buxus sempervirens L. (7)
Caragana arborescens Lam. (14)
Caragana arborescens 'Walker' (1)
Caragana frutex (L.) K.Koch (1)
Chaenomeles japonica (Thunb.) Lindl. ex Spach (6)
Corylus americana Walter (2)
Corylus avellana L. (22)
Corylus mandshurica Maxim. (1)
Corylus maxima Mill. (7)
Corylus pontica K.Koch (1)
Cotinus coggygria Scop. (1)
Cotoneaster bullatus Boiss. (1)
Cotoneaster divaricatus Rehder & E.H.Wilson (2)
Cotoneaster horizontalis Decaisne (2)
Cotoneaster integerrimus Medik. (1)
Cotoneaster lucidus Schlecht. (118)
Cotoneaster obscurus Rehder & E.H.Wilson (1)
Cotoneaster polyanthemus E.Wolf (1)
Cotoneaster tomentosus (Aiton) Lindl. (1)
Crataegus crus-galli L. (1)
Crataegus flabellata (Bosc ex Spach) K.Koch (3)
Crataegus germanica (L.) Kuntze (1)
Crataegus maximowiczii C.K.Schneid. (1)
Cytisus ruthenicus Fisch. ex Wol. (1)
Deutzia crenata Siebold & Zucc. (1)
Deutzia crenata 'Plena' (1)
Diervilla sessilifolia Buckley (1)
Elaeagnus commutata Bernh. ex Rydb. (1)
Eleutherococcus sessiliflorus (Rupr. & Maxim.) S.Y.Hu (9)
Euonymus europaea L. (5)
Euonymus hamiltonianus Wall. (1)
Euonymus verrucosa Scop. (8)
Exochorda tianschanica Gontsch. (1)
Flueggea suffruticosa (Pall.) Baill. (4)
Forsythia europaea Degen & Bald. (1)
Forsythia × *intermedia* Zabel (7)
Forsythia ovata Nakai (1)
Fraxinus excelsior f. *monophylla-pendula* Lingelsh. (1)
Hamamelis virginiana L. (1)
Hippophae rhamnoides L. (1)
Hydrangea arborescens L. (5)
Juniperus communis L. (8)
Juniperus communis 'Hibernica' (3)
Juniperus sabina L. (11)
Juniperus sabina 'Aureovariegata' (1)
Juniperus sabina var. *cupressifolia* Aiton (2)
Juniperus squamata 'Meyerii' (2)
Juniperus virginiana L. (1)
Kolkwitzia amabilis Graebn. (2)
Laburnum anagyroides Medik. (1)
Ligustrina amurensis (Rupr.) Rupr. (1)
Ligustrum tschonoskii Decne. (1)
Ligustrum vulgare L. (12)
Lonicera × *bella* Zabel (2)
Lonicera caerulea L. (2)
Lonicera canadensis Bartram ex Marshall (5)
Lonicera morrowii A.Gray. (5)
Lonicera tatarica L. (4)
Lonicera xylosteum L. (3)
Mahonia aquifolium (Pursh) Nutt. (4)
Malus domestica (Suckow) Borkh. (2)
Padus asiatica Kom. (1)
Philadelphus coronarius L. (9)
Philadelphus coronarius 'Aureus' (1)
Philadelphus coronarius 'Nana' (1)
Philadelphus coronarius L. × *Ph. microphyllus* A.Gray × *Ph. tomentosus* Wall. (3)
Philadelphus floribundus Schrad. (2)
Philadelphus incanus Koehne (5)
Philadelphus inodorus L. (2)
Philadelphus × *lemoinei* Lemoine (1)
Philadelphus magdalenae Koehne (1)
Philadelphus microphyllus A.Gray × *Ph. tomentosus* Wall. (2)
Philadelphus pubescens Loisel. (2)
Philadelphus schrenkii Rupr. (1)
Philadelphus × *virginialis* Rehder (5)
Philadelphus × *zeyheri* Schrad. ex DC. (1)
Physocarpus opulifolius (L.) Maxim. (14)
Physocarpus opulifolius var. *intermedius* (Rydb.) B.L.Rob. (1)
Pinus pumila (Pall.) Regel (3)
Potentilla fruticosa L. (1)
Potentilla fruticosa var. *dahurica* (Nestl.) Ser. (4)
Rhamnus cathartica L. (1)
Rhamnus davurica Pall. (1)
Rhamnus ussuriensis J.J.Vassil. (1)
Rhododendron canadense (L.) Torr. (1)
Rhododendron catawbiense Michx. (2)
Rhododendron ledebourii Pojark. (1)
Rhododendron luteum Sweet (9)
Rhodotypos scandens (Thunb.) Makino (1)
Ribes alpinum L. (5)
Ribes nigrum L. (1)
Rosa acicularis Lindl. (4)
Rosa blanda Aiton (2)
Rosa canina L. (1)
Rosa corymbifera Borkh. (1)
Rosa glauca Pourr. (5)
Rosa × *majorugosa* Palmen & Hämet-Ahti (3)
Rosa marginata Wallr. (4)
Rosa maximowicziana Regel (3)
Rosa multiflora Thunb. (1)
Rosa regeliana Linden & Andre (1)
Rosa rubiginosa L. (1)
Rosa rugosa Thunb. (1)
Rosa subcanina (Christ) Dalla Torre & Sarnth. (1)
Rosa woodsii Lindl. (3)
Salix acutifolia Willd. × *S. daphnoides* Vill. (1)
Salix caspica Pall. (2)
Salix hippophaefolia Thuill. (1)

Salix myrsinifolia Salisb. (2)
Salix purpurea L. (32)
Salix vinogradovii A.K.Skvortsov (1)
Sibiraea laevigata (L.) Maxim. (1)
Sorbaria sorbifolia (L.) A.Braun (1)
Sorbaronia mitschurinii (A.K.Skvortsov & Maitul.) Sennikov (9)
Sorbus amurensis Koehne (4)
Sorbus mougeotii Soy.-Will. & Godr. (8)
Sorbus sibirica Hedl. (2)
Spiraea alba Du Roi (1)
Spiraea betulifolia Pall. (17)
Spiraea × *billardii* Herincq (2)
Spiraea cana Waldst. & Kit. (1)
Spiraea chamaedrifolia L. (100)
Spiraea crenata L. (1)
Spiraea grefsheimii Tzvelev (4)
Spiraea japonica L.fil. (38)
Spiraea media Schmidt (48)
Spiraea menziesii Hook. (2)
Spiraea × *micropetala* Zabel (1)
Spiraea nipponica Maxim. (1)
Spiraea tomentosa L. (1)
Spiraea trichocarpa Nakai (19)
Spiraea × *vanhouttei* (Briot) Zabel (1)

Stephanandra tanakae Franch. & Sav. (1)
Swida alba (L.) Opiz (13)
Swida alba 'Argenteomarginata' (1)
Swida alba 'Spaethii' (2)
Swida amomum (Mill.) Small (1)
Swida sanguinea 'Viridissima' (1)
Swida stolonifera 'Baileyi' (2)
Symphoricarpos rivularis Suksd. (10)
Syringa josikaea J.Jacq. ex Rchb. (2)
Syringa sweginzowii Koehne & Lingelsh. (1)
Syringa villosa Vahl (5)
Syringa vulgaris L. (6)
Syringa × *henryi* C.K.Schneid. (8)
Syringa × *prestoniae* McKelvey (5)
Taxus baccata L. (2)
Taxus baccata 'Repandens' (1)
Viburnum lantana L. (74)
Viburnum lentago L. (1)
Viburnum opulus L. (3)
Viburnum opulus 'Boule de Neige' (2)
Viburnum sargentii Koehne (1)
Weigela florida (Bunge) A.DC. (1)
Weigela × *hybrida* Carrie're (3)
Weigella praecox (Lemoine) L.H.Bailey (1)

Ліяны

Actinidia kolomikta (Maxim. & Rupr.) Maxim. (1)
Celastrus orbiculata Thunb. (1)
Celastrus scandens L. (1)
Clematis terniflora DC. (3)
Clematis viticella L. (1)

Lonicera caprifolium L. (3)
Parthenocissus inserta (A.Kern.) Fritsch (1)
Schisandra chinensis (Turcz.) Baill. (1)
Vitis riparia Michx. (1)

На момант абследавання ў 2021 г. ў дэндралагічным садзе расло 363 віды, формы і гібрыды дрэў, кустоў і ліян, якія адносяцца да 93 родаў з 38 сямействаў. Асобныя віды дрэвавых раслін прадстаўлены вялікай разнастайнасцю формаў, гібрыдаў і гатункаў, таму агульная колькасць відаў складае каля 320.

Найбольш шырока ў дэндрасадзе прадстаўлены сямействы *Rosaceae* Juss. – 99 відаў з 21 роду, *Pinaceae* Lindl. – 37 відаў з 6 родаў, *Salicaceae* Mirb. – 22 віды з 2 родаў, *Betulaceae* Gray. – 21 від з 4 родаў. З іншага боку, многія сямействы прадстаўлены адным родам і нават адным відам, такія як *Actinidiaceae* Gilg & Werderm., *Hamamelidaceae* R.Br., *Magnoliaceae* Juss., *Moraceae* Gauch., *Schisandraceae* Blume і інш.

Да гэтага часу ў дэндрасадзе расце па 16 відаў з родаў *Betula* L. і *Pinus* L., 15 відаў з родаў *Crataegus* L. і *Spiraea* L., 13 відаў з роду *Salix* L., 12 відаў з роду *Acer* L., 12 відаў / гатункаў з роду *Malus* Mill., 9 відаў з роду *Populus* L., 4 віды з роду *Rhododendron* L., што робіць гэтае месца ўнікальным батанічным аб'ектам.

Секцыя I. Падчас інвентарызацыі ў секцыі выяўлена 100 дрэў, якія адносяцца да 20 відаў. Асноўны фон сярод насаджэнняў ствараюць віды з родаў *Cerasus* Mill., *Crataegus* L., *Padus*

Mill., *Prunus* L., *Salix* L. Кусты прадстаўлены 45 асобінамі / групамі, якія адносяцца да 21 віду. На мяжы з секцыяй II захавалася дрэва *Quercus robur* L. узростам 170 гадоў. Адзначаны два віды ліян: *Parthenocissus inserta* (A.Kern.) Fritsch і *Vitis riparia* Michx. Большая частка дрэў секцыі адносіцца да 1 і 2 катэгорый стану і аварыйнасці. Стан кустоў і ліян добры ці здавальняючы.

Секцыя II. Усяго ў секцыі выяўлена 102 дрэвы, якія адносяцца да 18 відаў. Фон дрэвавай расліннасці ствараюць разнастайныя віды з родаў *Betula* L. і *Picea* A.Dietr. Толькі ў гэтай секцыі адзначаны *Morus alba* L., *Corylus colurna* L. і *Populus nigra* L. Кусты прадстаўлены 76 асобінамі / групамі асобін, якія адносяцца да 28 відаў, формаў і гібрыдаў. Тут расце найстарэйшы ў дэндрасадзе *Rhododendron catawbiense* Michx. Ліяны прадстаўлены відамі *Actinidia kolomikta* (Maxim. & Rupr.) Maxim., *Celastrus orbiculata* Thunb. і *C. scandens* L. На мяжы з секцыяй I захавалася дрэва *Quercus robur* L. узростам 170 гадоў. Значная частка дрэў секцыі адносіцца да 1 і 2 катэгорый стану, дрэвы 3 катэгорыі нешматлікія. Усе дрэвавыя віды не ўяўляюць аварыйнай небяспекі. Стан кустоў і ліян пераважна добры ці здавальняючы.

Секцыя III. Падчас інвентарызацыі ў секцыі выяўлена 123 дрэвы, якія адносяцца да 22 відаў.

Двума формами прадстаўлены *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (шыязя і зялёная) і *Tilia platyphyllos* Scop. (звычайная і рассечаналістая). Кусты прадстаўлены 51 асобінай / групай асобін, якія адносяцца да 22 відаў, формаў і гібрыдаў, сярод якіх варта адзначыць віды з родаў *Berberis* L., *Juniperus* L., а таксама від *Cotinus coggygria* Scop. У паўночнай частцы секцыі сканцэнтраваны групавыя пасадкі відаў з родаў *Larix* Mill. і *Pinus* L., сярод якіх варта адзначыць *Pinus cembra* L., *P. nigra* J.F. Arnold, *P. peuce* Griseb. У паўднёвай частцы секцыі добра захаваліся пасадкі дрэў *Catalpa bignonioides* Walter, *Rhus typhina* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Tilia platyphyllos* Scop. У паўднёва-заходняй частцы секцыі захавалася адно дрэва *Quercus robur* L. узростам 170 гадоў. Большая частка дрэў секцыі адносяцца да 1 і 2 катэгорый стану і аварыйнасці, дрэвы 3 катэгорыі нешматлікія. Стан кустоў добры ці здавальняючы.

Секцыя IV. Усяго ў секцыі адзначана 148 дрэў, якія адносяцца да 19 відаў, сярод якіх пераважаюць віды з родаў *Abies* Mill. (*Abies alba* Mill., *A. grandis* (Douglas ex D. Don) Lindl., *A. nordmanniana* (Steven) Spach, *A. sibirica* Ledeb., *A. veitchii* Lindl.) і *Quercus* L. (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Q. robur* L., *Q. rubra* L.). Кусты прадстаўлены 92 асобінамі / групамі асобін, якія адносяцца да 20 відаў, формаў і гібрыдаў. Сярод іх варта вылучыць віды з роду *Lonicera* L. (*Lonicera* × *bella* Zabel, *L. morrowii* A. Gray., *L. tatarica* L.), *Buxus sempervirens* L., *Eleutherococcus sessiliflorus* (Rupr. & Maxim.) S.Y. Hu, *Flueggea suffruticosa* (Pall.) Baill. У адным экзэмпляры прадстаўлена ўнікальная адналісцікавая форма *Fraxinus excelsior* f. *monophylla-pendula* Lingelsh. Ліяны ў секцыі прадстаўлены відамі *Clematis terniflora* DC, *Lonicera caprifolium* L., *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. Таксама ў секцыі захавалася некалькі дрэў *Quercus robur* L. узростам 120–170 гадоў. Большая частка дрэў секцыі адносяцца да 1 і 2 катэгорый стану і аварыйнасці. Стан кустоў добры ці здавальняючы.

Секцыя V. Падчас інвентарызацыі ў секцыі выяўлена 118 дрэў, якія адносяцца да 13 відаў. Сярод дрэў пераважаюць віды з роду *Juglans* L. (*Juglans ailantifolia* Carriere, *J. cinerea* L., *J. mandshurica* Maxim., *J. regia* L.), *Phellodendron amurense* Rupr. і яго падвід *Phellodendron amurense* var. *sachalinense* F. Schmidt. Кусты прадстаўлены 89 асобінамі / групамі асобін, якія адносяцца да 28 відаў, формаў і гібрыдаў. Сярод кустоў у секцыі шырока распаўсюджаны віды з родаў *Philadelphus* L. і *Swida* Opiz. У добрым стане знаходзіцца *Corylus americana* Walter, высаджаная яшчэ ў 1969 г. Большая частка дрэвавых відаў секцыі адносяцца да 1 і 2 катэгорый стану і ава-

рыйнасці. Да 3 катэгорыі стану адносяцца 25 дрэў, сярод якіх пераважаюць *Padus maackii* (Rupr.) Kom. & Aliss. і *Picea pungens* Engelm., якія растуць у алейных пасадках. Стан кустоў добры ці здавальняючы.

Секцыя VI. У секцыі выяўлена 150 дрэў, якія адносяцца да 26 відаў. Асноўны фон ствараюць віды з родаў *Prunus* L. і *Malus* Mill., сярод якіх варта адзначыць *Malus* × *gloriosa* Lemoine, *M. × floribunda* Siebold ex Van Houtte, *M. pumilla* Mill., *M. × purpurea* (A. Barbier) Rehder, *M. toringo* Siebold, *Malus* × *zumi* (Matsum.) Rehder. Толькі ў гэтай секцыі сустракаюцца віды *Crataegus chlorocarpa* Lenne & K. Koch, *Cr. × ellwangeriana* Sarg. і *Cr. macracantha* Lodd. ex Loudon. Кусты прадстаўлены 80 асобінамі / групамі асобін, якія адносяцца да 19 відаў, формаў і гібрыдаў. У цэлым стан дрэў у секцыі здавальняючы, аднак высокі ўзрост асобных відаў дрэў з родаў *Malus* Mill., *Picea* A. Dietr. і *Prunus* L. абумоўлівае вялікую колькасць аслабленых экзэмпляраў. Большая частка дрэвавых відаў адносяцца да 1 і 2 катэгорый аварыйнасці, аднак прысутнічаюць дрэвы 3 і 4 катэгорый. Стан кустоў добры ці здавальняючы.

Секцыя VII. У секцыі выяўлена 158 дрэў, якія адносяцца да 19 відаў. Тут растуць 6 відаў з роду *Pinus* L. (*Pinus banksiana* Lamb., *P. contorta* Douglas ex Loudon, *P. murrayana* Balf., *P. pallasiana* D. Don., *P. ponderosa* Douglas ex C. Lawson, *P. sylvestris* L.), 2 віды з роду *Abies* Mill. (*Abies concolor* (Gordon) Lindl. ex Hildebr. і *A. holophylla* Maxim.) і 6 відаў з роду *Betula* L. (*Betula albosinensis* Burkill, *B. fontinalis* Sarg., *B. lenta* L., *B. neoalaskana* Sarg., *B. populifolia* Marshall, *B. pubescens* Ehrh.). Кусты прадстаўлены 30 асобінамі / групамі асобін, якія адносяцца да 13 відаў, формаў і гібрыдаў, сярод якіх варта адзначыць *Sibiraea laevigata* (L.) Maxim., 4 віды з роду *Rosa* L. (*Rosa glauca* Pourr., *R. marginata* Wallr., *R. rugosa* Thunb., *R. subsanina* (Christ) Dalla Torre & Sarnth.). Большая частка дрэў секцыі адносяцца да 1 і 2 катэгорый стану, да 3 катэгорыі адносяцца ўсяго 13 дрэў. Стан кустоў пераважна добры ці здавальняючы.

Секцыя VIII. У секцыі выяўлена 172 дрэвы, якія адносяцца да 21 віду, 11 з якіх – гэта віды з роду *Acer* L. Сярод іншых відаў варта адзначыць *Betula ermanii* Cham. і *Picea omorica* (Pancic) Purk. Кусты прадстаўлены 103 асобінамі / групамі асобін, якія адносяцца да 26 відаў, формаў і гібрыдаў. З іх варта вылучыць тры віды з родаў *Lonicera* L. (*Lonicera caerulea* L., *L. canadensis* Bartram ex Marshall, *L. tatarica* L.) і *Spiraea* L. (*Spiraea chamaedrifolia* L., *Sp. japonica* L. fil., *Sp. media* Schmidt), шэсць відаў і гатункаў з роду *Philadelphus* L., а таксама *Weigela florida* (Bun-

ge) A.DC. Ліяны прадстаўлены відамі *Clematis terniflora* DC., *Cl. viticella* L. і *Lonicera caprifolium* L. Большая частка дрэў секцыі адносіцца да 1 і 2 катэгорый стану і аварыйнасці. Стан кустоў і ліян у большасці выпадкаў добры ці здавальняючы.

Секцыя IX. Усяго тут выяўлена 93 дрэвы, якія адносяцца да 18 відаў, сярод якіх шырока прадстаўлены віды з родаў *Salix* L. (*Salix acutifolia* L., *S. fragilis* L., *S. × rubens* Schrank, *S. × rubens* 'Loushou', *S. × sepulcralis* Simonk.) і *Sorbus* L. (*Sorbus aria* L., *S. aucuparia* L., *S. intermedia* (Ehrh.) Pers., *S. meinichii* (Lindeb.) Hedl., *S. × thuringiaca* (Ilse) Fritsch). Кусты прадстаўлены 96 асобінамі / групамі асобін, якія адносяцца да 26 відаў, формаў і гібрыдаў, сярод якіх варта вылучыць віды з родаў *Salix* L. (*Salix caspica* Pall., *S. hippophaefolia* Thuill., *S. myrsinifolia* Salisb., *S. purpurea* L., *S. vinogradovii* A.K.Skvortsov), *Rosa* L. (*Rosa blanda* Aiton, *R. corymbifera* Borkh., *R. regeliana* Linden & Andre., *R. woodsii* Lindl.) і адзіны у дэндрасадзе асобнік *Crataegus crus-galli* L. Большая частка дрэвавых відаў секцыі адносіцца да 1 і 2 катэгорый стану і аварыйнасці, аднак прысутнічаюць дрэвы і 3 катэгорыі. Стан кустоў добры ці здавальняючы.

Секцыя X. У секцыі выяўлена 119 дрэў, якія адносяцца да 19 відаў, сярод якіх варта адзначыць віды з родаў *Betula* L. (*Betula alleghaniensis* Britton і *B. grossa* Siebold & Zucc.), *Fraxinus* Tourn. ex L. (*Fraxinus excelsior* L. і *F. pennsylvanica* Marshall), *Quercus* L. (*Quercus macranthera* Fisch. & C.A.Mey і *Q. robur* 'Pyramidalis'), *Ulmus* L. (*Ulmus glabra* Huds., *U. laevis* Pall., *U. pumila* L.). Кусты прадстаўлены 47 асобінамі / групамі асобін, якія адносяцца да 30 відаў, формаў і гібрыдаў. З іх можна вылучыць віды з родаў *Forsythia* Vahl (*Forsythia europaea* Degen & Bald., *F. × intermedia* Zabel, *F. ovata* Nakai.), *Sorbus* L. (*Sorbus amurensis* Koehne, *S. mougeotii* Soy.-Will. & Godr., *S. sibirica* Hedl.) і *Syringa* L. (*Syringa × henryi* C.K.Schneid., *S. Josikaea* J.Jacq. ex Rchb., *S. villosa* Vahl, *S. vulgaris* L.), а таксама *Crataegus germanica* (L.) Kuntze. Большая частка дрэў секцыі адносіцца да 1 і 2 катэгорый стану і аварыйнасці. У цэлым стан кустоў добры ці здавальняючы.

Секцыя XI. Усяго ў секцыі выяўлена 46 дрэў, якія адносяцца да 10 відаў. Аблічча тэрыторыі фарміруюць віды з родаў *Populus* L. (*Populus taximowiczii* A.Henry, *P. × moscoviensis* Schröd., *P. × petrovskoe* R.I.Schröd.) і *Salix* L. (*Salix alba* L., *S. fragilis* 'Sphaerica', *S. × sepulcralis* Simonk.). Тут жа расце дрэва *Alnus glutinosa* 'Rubrinervis' унікальнай чырвонажылкавай формы. Кусты прадстаўлены 22 асобінамі / групамі асобін, якія адносяцца да 3 відаў, сярод якіх дамінуе *Viburnum*

lantana L. Большая частка дрэвавых відаў секцыі адносіцца да 1 і 2 катэгорый стану, аднак высокі ўзрост відаў з роду *Populus* L. абумоўлівае вялікую колькасць дрэў 3 катэгорыі. Большая частка дрэў адносіцца да 2 катэгорыі аварыйнасці. Стан кустоў добры ці здавальняючы.

Секцыя XII. Для зручнасці працы секцыя разбіта на дзве часткі: *XIIa* (на захад ад цэнтральнай алеі) і *XIIb* (на ўсход ад цэнтральнай алеі, якая ўключае ўсю алею з *Acer platanoides* L. Асновай двух секцый з'яўляюцца лясныя культуры *Juglans mandshurica* Maxim., створаныя ў 1954 г.

У секцыі *XIIa* выяўлена 69 дрэў, якія адносяцца да 7 відаў. Тут растуць абарыгенныя віды *Alnus incana* (L.) Moench, *Fraxinus excelsior* L., *Padus avium* Mill., *Picea abies* (L.) H.Karst., *Quercus robur* L., *Salix caprea* L. Сярод дрэў *Juglans mandshurica* Maxim. адзначаны два гібрыды: *Juglans mandshurica* Maxim. × *J. cinerea* L. і *Juglans mandshurica* Maxim. × *J. regia* L. Кусты прадстаўлены 73 асобінамі / групамі асобін, якія адносяцца да 10 відаў, сярод якіх варта адзначыць *Amelanchier spicata* (Lam.) K.Koch і *Corylus maxima* Mill. Большая частка дрэў секцыі адносіцца да 1 і 2 катэгорый стану і аварыйнасці. Стан кустоў пераважна добры ці здавальняючы.

У секцыі *XIIb* выяўлена 275 дрэў, якія адносяцца да 27 відаў. У секцыі шырока прадстаўлены віды з роду *Betula* L. (*Betula davurica* Pall., *B. ermanii* Cham., *B. papyrifera* Marshall, *B. pendula* Roth, *B. platyphylla* Sukaczew), таксама сустракаюцца *Acer mandshuricum* Maxim., *Cladrastis kentukea* (Dum.Cours.) Rudd., *Magnolia kobus* DC., *Picea abies* 'Virgata', *Thujaopsis dolabrata* (Thunb. ex L.f.) Siebold & Zucc. Кусты прадстаўлены 193 асобінамі / групамі асобін, якія адносяцца да 24 відаў, формаў і гібрыдаў. Сярод кустоў варта вылучыць віды з роду *Rhododendron* L. (*Rhododendron canadense* (L.) Torr., *R. catawbiense* Michx., *R. ledebourii* Pojark.), *Pinus pumila* (Pall.) Regel, *Taxus baccata* L. Большая частка дрэў секцыі адносіцца да 1 і 2 катэгорый стану і аварыйнасці. Стан кустоў пераважна добры ці здавальняючы.

Секцыя XIII. У секцыі расце 58 дрэў, якія адносяцца да 10 відаў, сярод якіх варта вылучыць прыгожаквітнеючую *Malus × gloriosa* Lemoine. Кусты прадстаўлены 54 асобінамі / групамі асобін, якія адносяцца да 10 відаў, формаў і гібрыдаў. Толькі тут сустракаецца абарыгенны і ахоўны для Беларусі від *Rhododendron luteum* Sweet. Большасць дрэў секцыі адрозніваюцца добрым станам і не ўяўляюць аварыйнай небяспекі. Стан кустоў добры ці здавальняючы.

Секцыя XIV. У секцыі выяўлена 63 дрэвы *Tilia cordata* Mill. Кусты прадстаўлены бардзюрамі з *Caragana arborescens* Lam. Дрэвы секцыі адно-

сяцца да 1 і 2 катэгорый стану і аварыйнасці, стан кустоў – пераважна здавальняючы.

Пры аналізе дзённікаў і запісаў В. А. Ламакі і іх параўнання з вынікамі інвентарызацыі ўстаноўлена, што па розных прычынах з калекцыі дэндрасаду знікла каля 70 відаў, падвідаў, формаў і гібрыдаў дрэў і кустоў. Большасць страчаных відаў з’яўляліся цеплалюбівымі і неадаптаванымі да мясцовых прыродных умоў, сярод якіх варта адзначыць дрэвы *Acer monspessulanum* L., *Maackia amurensis* Rupr., *Picea engelmannii* Parry ex Engelm., *P. schrenkiana* Fisch. & C.A.Mey., *Pinus flexilis* E.James, *Robinia luxurians* (Dieck)

Rydb., кусты *Berberis amurensis* Rupr., *B. cretica* L., *B. poiretii* C.K.Schneid., *Crataegus dahurica* (Dieck) Koehne, *Cr. nigra* Waldst. & Kit., *Lonicera involucrata* (Richards.) Banks ex Spreng., *Rhododendron dauricum* L., *Rh. molle* subsp. *japonicum* (A.Gray) Kron, *Rh. schlippenbachii* Maxim., *Rh. smirnowii* Trautv., *Rosa laxa* Retz. і *R. nutkana* C.Presl, ліяны *Clematis fusca* Turcz., *Lonicera periclymenum* L. У некаторых выпадках знікненне дрэвавых раслін звязана са зменай іх відавых назваў ці памылкамі ў вызначэнні. Для прыкладу, *Betula davurica* Pall. раней пазначалася як *Betula pendula* var. *carelica* (Merckl.) Hämet-Ahti.

ЗАКЛЮЧЭННЕ

Падчас інвентарызацыі ў 2021 г. на тэрыторыі батанічнага помніка прыроды «Глыбоцкі дэндралагічны сад» выяўлена 363 віды, формы і гібрыды дрэў, кустоў і ліян, якія адносяцца да 93 родаў з 38 сямействаў. Адзін і той жа від у дэндрасадзе можа расці як дрэва і як куст, асобныя віды прадстаўлены вялікай разнастайнасцю формаў, гібрыдаў і гатункаў, таму агульная колькасць відаў складае каля 320. Усяго ўлічана 2844 асобных экзэмпляраў або груп раслін. Таксама на тэрыторыі дэндрасаду выяўлены віды раслін і жывёл, занесеныя ў Чырвоную кнігу Рэспублікі Беларусь, такія як *Lathyrus laevigatus* (Waldst. & Kit.) Gren. і *Carabus coriaceus* L.

У цэлым жыццёвы і аварыйны стан большасці дрэў і кустоў у дэндрасадзе добры ці здавальняючы, нягледзячы на высокі ўзрост асобных парод.

Падчас інвентарызацыі вызначаны ўзрост дрэў *Quercus robur* L., якія з’явіліся на гэтым месцы да закладкі дэндралагічнага саду. Яны прадстаўлены двума пакаленнямі, узрост якіх складае каля 120 і 170 гадоў. Таксама, па меры магчымасці, ўстаноўлены гады пасадкі дрэў і кустоў на працягу ўсяго перыяду існавання дэндрасаду. Усе звесткі пра відавы склад, катэгорыі стану аб’ектаў расліннага свету, а таксама некаторыя марфалагічныя характарыстыкі абагульнены ў электроннай базе звестак. На падставе вынікаў інвентарызацыі распрацаваны рэкамендацыі па далейшым удасканаленні фларыстычных і рэкрэацыйных магчымасцяў помніка прыроды «Глыбоцкі дэндралагічны сад», якія дапамогуць у поўнай меры раскрыць яго навуковы, культурны і турыстычны патэнцыялы.

ЛІТАРАТУРА

1. Пояснительная записка к проекту дендропарка Глубокского лесхоза / Отдел древесных растений Института биологии АН БССР – Минск, 1960 г. – 18 с.
2. Ломако, В. А. Дендрологический сад Глубокского лесхоза / В. А. Ломако. – Минск : Ураджай, 1990. – 111 с.
3. Ломако, В. А. Дендрологический сад Глубокского лесхоза 1963–1988 гг. / В. А. Ломако. – Министерство лесного хозяйства БССР, Глубокский лесхоз: 1988. – 91 с.
4. Ломако, В. А. Опыт создания дендропарка / В. А. Ломако. – БелНИИТИ, серия «Лесное хозяйство и охрана природы», №5, 1970 – 17 с.
5. Паспорт №178 памятника природы республиканского значения «Глубокский дендрологический сад» / Государственный комитет Совета Министров БССР по охране природы, 1991 г.
6. Государственное опытное лесохозяйственное учреждение «Глубокский опытный лесхоз» [сайт]. – URL: <https://glubforest.by> (дата звароту: 01.04.2025).
7. Инвентаризация объектов растительного мира ботанического памятника природы республиканского значения «Глубокский дендрологический сад» и разработка рекомендаций по его использованию : отчет о НИР (заключ.) / Инст. экспер. бот. НАН Беларуси ; рук. М. В. Ермохин ; исполн.: М. В. Ермохин, В. В. Лукин, Т. Л. Барсукова [и др.]. – Минск, 2021. – 95 с. – Инв. № 89.
8. Санитарные правила в лесах Республики Беларусь. – Минск : РУП Белгослес, 2016. – 21 с.
9. Инструкция по определению аварийности и жизненного состояния деревьев в составе зеленых насаждений на землях населенных пунктов / А. В. Судник, М. В. Ермохин, А. П. Яковлев [и др.]. – Минск, 2015. – 40 с.
10. The World Flora Online (WFO) Plant List [электронная база звестак]. – URL: <https://wfoflantlist.org> (дата звароту: 01.04.2025).
11. The Tropicos database [электронная база звестак]. – URL: <https://www.tropicos.org> (дата звароту: 01.04.2025).
12. International Plant Names Index (IPNI) [электронная база звестак]. – URL: <https://www.ipni.org> (дата звароту: 01.04.2025).

13. Global Biodiversity Information Facility (GBIF) [электронная база звестак]. – URL: <https://www.gbif.org> (дата звароту: 01.04.2025).

*Паступіла ў рэдакцыю 14.04.2025
Прынята да публікацыі 10.06.2025*

ЗВЕСТКІ ПРА АЎТАРАЎ

Комар Софія Аляксандраўна – малодшы навуковы супрацоўнік лабараторыі праблем экалогіі лесу і дэндрахраналогіі Дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут эксперыментальнай батанікі імя У. Ф. Купрэвіча Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»

Ермохін Максім Валер’евіч – кандыдат біялагічных навук, член Грамадскага аб’яднання «Батанічнае таварыства»

Дубовік Дзмітрый Васільевіч – кандыдат біялагічных навук, вядучы навуковы супрацоўнік лабараторыі флоры і сістэматыкі раслін Дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут эксперыментальнай батанікі імя У. Ф. Купрэвіча Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»

Скуратовіч Аркадзь Мікалаевіч – старэйшы навуковы супрацоўнік лабараторыі флоры і сістэматыкі раслін Дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут эксперыментальнай батанікі імя У. Ф. Купрэвіча Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»

Саўчук Сяргей Сяргеевіч – кандыдат біялагічных навук, загадчык лабараторыі флоры і сістэматыкі раслін Дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут эксперыментальнай батанікі імя У. Ф. Купрэвіча Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»

Лябедзька Уладзімір Мікалаевіч – навуковы супрацоўнік лабараторыі флоры і сістэматыкі раслін Дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут эксперыментальнай батанікі імя У. Ф. Купрэвіча Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»

Лукін Віталь Васільевіч – кандыдат біялагічных навук, вядучы навуковы супрацоўнік лабараторыі праблем экалогіі лесу і дэндрахраналогіі Дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут эксперыментальнай батанікі імя У. Ф. Купрэвіча Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»

Барсукова Таццяна Леанідаўна – кандыдат сельска-гаспадарчых навук, вядучы навуковы супрацоўнік лабараторыі праблем экалогіі лесу і дэндрахраналогіі Дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут эксперыментальнай батанікі імя У. Ф. Купрэвіча Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»

Ігнацьеў Яраслаў Канстанцінавіч – навуковы супрацоўнік лабараторыі праблем экалогіі лесу і дэндрахраналогіі Дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут эксперыментальнай батанікі імя У. Ф. Купрэвіча Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»

Дайлідзёнак Алёна Пятроўна – майстар дэндрарыя Дзяржаўнай доследнай лесагаспадарчай ўстановы «Глыбоцкі доследны лясгас»

Фларыстычны склад і стан насаджэнняў Глыбоцкага дэндралагічнага саду / С. А. Комар, М. В. Ермохін, Д. В. Дубовік [и др.] // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Минск, 2025. – Вып. 55. – С. 117–128.

УДК 574.5;581.55

Е. В. МОЙСЕЙЧИК

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ СОЮЗА *PHRAGMITION AUSTRALIS* МАЛЫХ ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ВОДОТОКОВ БАССЕЙНА РЕКИ ПРИПЯТЬ

Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси,
Минск, Беларусь, e-mail: mojsejchik.ekaterina@yandex.ru

Аннотация. Проанализированы данные о разнообразии, ценотических особенностях, экологии и распространении растительности союза *Phragmition australis* трансформированных малых водотоков бассейна реки Припять в пределах Республики Беларусь. В работе использовано 337 полных геоботанических описаний, выполненных в 2007–2024 гг. в период максимального развития прибрежно-водной растительности (июль–август). Ценозы ассоциаций союза *Phragmition australis* сформированы высокорослыми прикрепленными ко дну и возвышающимися над поверхностью воды макрофитами, которые занимают берега водотоков, мелководья, слабо- и умереннопроточные участки русел рек, на которых отмечаются колебания уровня воды в течении вегетационного сезона.

Ключевые слова: малые водотоки, бассейн Припяти, классификация Браун-Бланке, синтаксономия, *Phragmition australis*, *Typhetum angustifoliae*, *Typhetum latifoliae*, *Phragmitetum australis*, *Glycerietum maximae*, *Glycerio–Sparganietum neglecti*, *Acoretum calami*, *Equisetetum fluviatilis*.

E. V. MOJSEJCHIK

PHRAGMITION AUSTRALIS ALLIANCE VEGETATION OF THE TRANSFORMED SMALL STREAM COURSES OF THE PRIPYAT RIVER BASIN

V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus, e-mail: mojsejchik.ekaterina@yandex.ru

Annotation. Information on the diversity, coenotic features, ecology and distribution of aquatic vegetation of the *Phragmition australis* alliance of small transformed streams of the Pripyat river basin within the Republic of Belarus given in the article. The work used 337 geobotanical descriptions made during the period from July to August in 2007–2024. Cenoses of associations of the *Phragmition australis* alliance are formed by tall macrophytes attached to the bottom and rising above the surface of the water, which occupy the banks of watercourses, shallow waters, slow-flowing and moderately sections of river beds, where fluctuations in water levels are observed during the growing season.

Keywords: small rivers, Pripyat river basin, Braun-Blanquet approach, syntaxonomy, *Phragmition australis*, *Typhetum angustifoliae*, *Typhetum latifoliae*, *Phragmitetum australis*, *Glycerietum maximae*, *Glycerio–Sparganietum neglecti*, *Acoretum calami*, *Equisetetum fluviatilis*.

ВВЕДЕНИЕ

Значительная часть гидрографической сети страны в целом, и бассейна реки Припяти в частности приходится на малые водотоки. В связи с зарегулированностью стока и спрямлением русел произошло упрощение речной сети [1, 2]. В этом аспекте важно изучение гидро- и гидрофильного компонента растительности водных экосистем страны. Прибрежно-водные сообщества редко становятся объектами изучения синтаксонимического разнообразия, т.к. значитель-

ное внимание уделено проведению мониторинговых исследований, в основном, на особо охраняемых природных территориях [3], изучению продуктивности высшей водной растительности озёр [4, 5 и др.] и её динамики.

Цель исследования – установить фитоценотическое разнообразие союза *Phragmition australis* малых трансформированных водотоков бассейна реки Припять в пределах Республики Беларусь.

ОБЪЕКТЫ (МАТЕРИАЛЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа базируется на материалах полевых исследований (июль-август 2007–2024 гг.) прибрежно-водной растительности малых водотоков, протяжённость которых не превышает 100 км, бассейна реки Припять [6, 7]. Автором выполнено 337 полных геоботанических описаний, из них 59 описаний представлено в сводных таблицах. Некоторые описания-аналоги широко распространенных синтаксонов с исследованных водотоков не представлены.

Природные условия региона исследований и расположение изученных объектов охарактеризованы в нашей работе [8], посвященной синтаксономическому разнообразию малых водотоков бассейна реки Припять.

Сбор геоботанического материала и его обработку проводили с применением подходов эколого-флористической классификации Браун-Бланке [9]. При описании ценозов количество и размер пробных площадей зависели от площади растительного сообщества: если размер сообщества составлял менее 100 м², то его описание выполняли в естественных пределах (по контуру, но не менее

5 м²), если более – на площади 100 м² [10–13]. Месторасположение пробных площадей закреплено на местности при помощи системы спутниковой навигации (GPS). Для оценки обилия видов использовали следующую шкалу (Westoff, Maarel, 1978, цит. по: [14]): r – вид чрезвычайно редок; + – вид встречается редко, степень покрытия мала; 1 – число особей велико, степень покрытия мала или особи разрежены, но проективное покрытие большое; 2 – проективное покрытие 5–25%, 3 – 25–50%; 4 – 50–75%; 5 – более 75%.

Для работы с геоботаническими описаниями и при табличной обработке описаний использовали программу Juice 7.1.107 [15, 16]. Номенклатура крупных единиц (классов, порядков, союзов) сверена с данными [17], номенклатура ассоциаций также приведена с использованием современной синтаксономической литературы [18–20]. В работе мы придерживаемся узкого понимания ассоциации (т.е. без выделения субассоциаций) и практикуем выделение ассоциаций на основе доминирования одного или содоминирования двух видов растений.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В изученных трансформированных малых водотоках Припятского Полесья для союза *Phragmition australis* описаны 7 ассоциаций. Диагностическими видами союза являются крупные

гигрофиты (манник большой (*Glyceria maxima*), ежеголовник прямой (*Sparganium erectum*) и гелофиты (рогоз широколистный (*Typha latifolia*)). Продромус представлен далее:

CL. PHRAGMITO-MAGNO-CARICETEA Klika in Klika et Novák 1941

ORD. PHRAGMITETALIA AUSTRALIS Koch 1926

ALL. PHRAGMITION AUSTRALIS Koch 1926

Ass. *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953

Ass. *Typhetum latifoliae* Nowiński 1930

Ass. *Phragmitetum australis* Savič 1926

Ass. *Glycerietum maximae* Nowiński 1930 corr. Šumberová et al. in Chytrý 2011

Ass. *Glycerio-Sparganietum neglecti* Koch 1926

Ass. *Acoretum calami* Dagys 1932

Ass. *Equisetetum fluviatilis* Nowiński 1930

Ценофлора изученных сообществ союза *Phragmition australis* состоит из 158 видов сосудистых растений, 1 вида нитчатых водорослей и 1 вида мохообразных (табл. 1). Среди отмеченных ассоциаций наибольшее число описаний приходится на сообщества ассоциации *Glycerietum maximae* (51% от всего пула описанных фитоценозов), как и самый богатый видовой состав. Высокой встречаемостью характеризуются сообщества *Phragmitetum australis*, *Glycerio-Sparganietum neglecti* и *Typhetum latifoliae*: на них суммарно приходится 44% от всех описанных ценозов.

Порядок *Phragmitetalia* Koch 1926

Является одним из центральных синтаксонов класса и не имеет собственных диагностических и константных видов [17, 18].

Объединяет моно- и олигодоминантные сообщества травянистых многолетников. За счет густой корневой системы и корневищ, они способны занимать пространства на илистых и песчано-илистых, часто затопливаемых участках русел, для которых характерны условия с постоянным колебанием уровня воды.

Таблица 1. Синоптическая таблица часто встречаемых ассоциаций растительности союза *Phragmition australis* малых водотоков бассейна реки Припять

Table 1. Synoptic table of widespread associations of vegetation of the *Phragmition australis* alliance of small rivers in the Pripyat River basin

Номер ассоциации	1	2	3	4	5	6	7
Количество описаний	3	29	77	173	43	5	7
Видовое богатство ассоциации	6	46	87	138	52	26	25
Среднее количество видов в описании	5	4	4	6	5	7	6
Среднее проективное покрытие, %	85	88	92	93	90	82	56
<i>Typhetum angustifoliae</i>							
<i>Typha angustifolia</i>	100 ⁴⁻⁵	.	.	.	.	.	.
<i>Typhetum latifoliae</i>							
<i>Typha latifolia</i>	.	100 ⁴⁻⁵	.	.	.	20 ⁺	.
<i>Phragmitetum australis</i>							
<i>Phragmites australis</i>	.	.	92 ⁴⁻⁵	.	8 ^r	.	25 ^r
<i>Glycerietum maximae</i>							
<i>Glyceria maxima</i>	.	12 ²	8 ^r	92 ⁴⁻⁵	17 ¹⁻²	.	.
<i>Glycerio-Sparganietum neglecti</i>							
<i>Sparganium erectum</i>	.	.	.	8 ⁺	100 ³⁻⁵	.	.
<i>Acoretum calami</i>							
<i>Acorus calamus</i>	.	25 ^{r-2}	.	.	.	100 ³⁻⁵	.
<i>Equisetetum fluviatilis</i>							
<i>Equisetum fluviatile</i>	.	.	8 ^r	.	8 ^r	.	100 ³⁻⁴
Прочие виды							
<i>Agrostis gigantea</i>	.	.	.	2 ^{r-2}	.	.	.
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	2 ^{r-2}	.	.	.	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	33 ²	12 ^r	.	25 ^r	8 ⁺	20 ^r	29 ^{r-2}
<i>Alnus glutinosa</i>	.	.	8 ^r	.	.	.	.
<i>Berula erecta</i>	.	.	.	.	8 ²	.	.
<i>Bidens cernua</i>	.	.	8 ⁺	25 ^{r-+}	.	.	14 ^r
<i>Bidens connata</i>	.	.	.	.	.	20 ⁺	.
<i>Bidens frondosa</i>	.	.	.	.	8 ²	.	.
<i>Bidens tripartita</i>	.	.	.	.	.	20 ^r	.
<i>Calla palustris</i>	.	12 ²	.	.	.	.	.
<i>Callitriche cophocarpa</i>	.	.	.	.	.	.	14 ²
<i>Carduus crispus</i>	.	.	.	8 ^r	.	.	.
<i>Carex acuta</i>	33 ²	12 ⁺	17 ¹⁻²	8 ²	.	20 ^r	.
<i>Carex acutiformis</i>	.	.	.	.	.	.	14 ⁺
<i>Carex rostrata</i>	.	12 ²	.	.	8 ²	.	.
<i>Ceratophyllum demersum</i>	.	.	.	8 ⁺	.	.	.
<i>Cirsium oleraceum</i>	.	.	.	8 ¹	.	.	.
<i>Comarum palustre</i>	.	.	.	8 ⁺	.	.	.
<i>Echinocystis lobata</i>	.	.	8 ⁺	.	.	.	.
<i>Elodea canadensis</i>	.	.	.	.	17 ²	.	29 ²
<i>Epilobium hirsutum</i>	.	.	.	8 ^r	.	.	.
<i>Filipendula denudata</i>	.	.	8 ^r	.	.	.	.
<i>Galium aparine</i>	.	.	.	8 ²	.	.	.
<i>Galium palustre</i>	.	.	.	17 ^r	8 ^r	.	.
<i>Galium rivale</i>	.	12 ⁺	8 ^r	.	.	.	.
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	8 ¹	.	.	.	14 ²
<i>Iris pseudacorus</i>	.	.	.	.	8 ⁵	.	.
<i>Juncus conglomeratus</i>	.	.	.	8 ^r	.	.	.
<i>Lemna gibba</i>	.	.	.	.	8 ²	.	.
<i>Lemna minor</i>	33 ^r	12 ³	.	17 ²	58 ^{r-2}	.	43 ²
<i>Lysimachia nummularia</i>	.	.	17 ⁺¹	8 ¹	.	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	8 ^r	.	.	.	.
<i>Lythrum salicaria</i>	.	12 ⁺	.	.	.	.	14 ^r
<i>Mentha aquatica</i>	.	.	8 ²	.	8 ²	20 ^r	.

Номер ассоциации	1	2	3	4	5	6	7
<i>Mentha arvensis</i>	.	.	.	.	.	20 ^r	.
<i>Myosotis palustris</i>	.	.	.	8 ²	.	.	.
<i>Myosoton aquaticum</i>	.	.	8 ^r	.	.	.	.
<i>Nuphar lutea</i>	.	12 ²	.	.	8 ²	.	29 ^{r-2}
<i>Oenanthe aquatica</i>	.	.	.	8 ^r	.	.	.
<i>Persicaria hydropiper</i>	.	.	8 ⁺	.	.	.	14 ^r
<i>Persicaria lapathifolium</i>	.	.	.	8 ¹	.	.	.
<i>Persicaria minor</i>	.	.	8 ^r	.	.	.	.
<i>Phalaroides arundinacea</i>	.	.	8 ⁺	.	.	20 ²	.
<i>Phleum pratense</i>	.	.	.	8 ⁺	.	.	.
<i>Poa palustris</i>	.	.	8 ²	.	.	20 ²	.
<i>Poa trivialis</i>	.	.	8 ¹	.	.	.	.
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	.	.	.	.	.	.	14 ²
<i>Potamogeton crispus</i>	.	.	.	8 ^r	.	.	.
<i>Potamogeton natans</i>	.	.	.	8 ⁴	.	.	.
<i>Potentilla anserina</i>	.	.	.	.	.	20 ²	.
<i>Ranunculus lingua</i>	.	.	.	.	.	.	14 ^r
<i>Rorippa amphibia</i>	.	.	.	.	8 ¹	20 ⁺	.
<i>Rumex hydrolapathum</i>	.	12 ^r	8 ^r	.	.	.	14 ^r
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	.	.	.	8 ²	.	.	.
<i>Salix cinerea</i>	.	12 ²	.	.	.	.	.
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	.	.	.	.	8 ^r	.	.
<i>Scirpus sylvaticus</i>	.	.	8 ²	8 ²	8 ⁺	.	.
<i>Sium latifolium</i>	.	.	.	.	.	.	14 ^r
<i>Solanum dulcamara</i>	.	.	.	8 ^r	.	.	.
<i>Sparganium emersum</i>	.	.	.	8 ¹	.	.	.
<i>Spirodella polyrhiza</i>	.	.	.	.	8 ^r	20 ²	.
<i>Spirogyra</i> spp.	.	.	.	.	8 ²	.	.
<i>Symphytum officinale</i>	.	.	8 ¹	8 ⁺	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	8 ⁺	.	.	.
<i>Veronica anagalis-aquatica</i>	.	.	.	8 ⁺	8 ^r	.	.
<i>Veronica beccabunga</i>	.	12 ²	.	.	8 ²	.	.
<i>Veronica scutellata</i>	.	.	.	.	8 ^r	.	.

Примечание. Цифры в таблице отражают частоту встречаемости видов (%), числа в надстрочных знаках отражают обилие видов по Браун-Бланке (r – вид чрезвычайно редок; + – вид встречается редко, степень покрытия мала; 1 – число особей велико, степень покрытия мала или особи разрежены, но проективное покрытие большое; 2 – проективное покрытие 5–25%, 3 – 25–50%; 4 – 50–75%; 5 – более 75%).

Ассоциации: 1 – *Typhetum angustifoliae*, 2 – *Typhetum latifoliae*, 3 – *Phragmitetum australis*, 4 – *Glycerietum maximae*, 5 – *Glycerio-Sparganietum neglecti*, 6 – *Acoretum calami*, 7 – *Equisetetum fluviatilis*.

Союз *Phragmition austrais* Koch 1926 nom. mut. prop.

Син.: *Puccinellio-Phragmition* Gogoleva et al. 1987.

Включает монодоминантные сообщества с преобладанием крупных высокорослых растений, которые вегетативно (корневищами) и семенами способны осваивать новые территории.

Ассоциация (асс.) *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953.

Син.: *Scirpo lacustris-Glycerietum aquaticae* Allorge 1921, *Typha angustifolia* Allorge 1921 (§ 3c), *Scirpo-Phragmitetum* Koch 1926 p. p. (§ 2b, nomen ambiguum), *Typhetum angustifoliae-latifoliae* Schmale 1939 p. p. (§ 36, nomen ambiguum).

Диагностические виды (д. в.): *Typha angustifolia* (см. табл. 1, синтаксон 1). Сообщества рогоза узколистного (*Typha angustifolia*).

Состав. По материалам 3 описаний ценофлора ассоциации представлена 6 видами сосудистых растений. В описаниях от 2 до 4 видов (в среднем – 3). Часто встречается многокоренник обыкновенный (*Spirodella polyrhiza*), который является диагностическим видом класса *Lemnetea* (табл. 2).

Структура. Площадь описания от 25 до 50 м². Суммарное проективное покрытие сильно колеблется в диапазоне 70–100% и приходится на *Typha angustifolia*, который выступает ценозообразователем сообщества. Спектр сопутствующих видов невелик. Внедрение видов в состав

фитоценозов ограничено как плотностью зарослей *Typha angustifolia*, так и наличием его прошлогодней поросли (см. табл. 2, описания 1–3).

Экология. Местообитания ценозов данной ассоциации – участки с песчано-илистыми грунтами и разнообразной скоростью течения, занимающие на канализованных участках русел рек мелководные участки (до 40 см).

Распространение. Встречается редко на малых водотоках бассейна реки Припяти. *Typha angustifolia* является голарктическим температурно-меридиональным видом и формируемая им ассоциация распространена в Восточной [19] и Западной [10, 21] Сибири, Южном Урале [22, 23], Поволжье [24], в Восточной [18, 25–28], Западной [29, 30], Северной [31–33] и Южной [34] Европе.

Таблица 2. Ассоциация *Typhetum angustifoliae* (описания 1–3) и ассоциация *Typhetum latifoliae* (описания 4–12)

Table 2. Association *Typhetum angustifoliae* (descriptions 1–3) and *Typhetum latifoliae* (4–12)

Площадь описания, м ²	50	25	30	10	50	25	50	20	30	25	25
Глубина, см	38	30	40	38	20	>100	28	18	20	21	20
Скорость течения	5	2	2	3	2	2	4	3	2	1	1
Механический состав грунта	и-п	п-и	п-и	п-и	и-п	п-и	п-и-к	п-и-к	п-к	п-и	и-п
Участок реки	к	к	к	к	к	к	к	к	к	м	м
Число видов	4	2	3	10	7	2	4	1	1	5	4
Суммарное проективное покрытие, %	100	70	90	120	68	90	109	100	95	78	80
Табличный номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Номер описания в базе данных	548	1007	1008	139	319	757	606	631	623	784	799
Д. в. ассоциации <i>Typhetum angustifoliae</i>											
<i>Typha angustifolia</i>	4	4	4	.	г	.	.	.	.	.	.
Д. в. ассоциации <i>Typhetum latifoliae</i>											
<i>Typha latifolia</i>	.	.	.	5	4	5	5	5	5	4	5
Д. в. союза <i>Phragmition australis</i>											
<i>Glyceria maxima</i>	.	.	.	.	г	.	2	.	.	.	.
Д. в. союза <i>Eleocharito palustris–Sagittarion sagittifoliae</i>											
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Д. в. союза <i>Magno-Caricion gracilis</i>											
<i>Carex acuta</i>	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Д. в. союза <i>Carici–Rumicion hydrolapathi</i>											
<i>Cicuta virosa</i>	.	.	.	г	.	.	.	.	.	г	.
Д. в. класса <i>Lemnetea</i>											
<i>Lemna minor</i>	.	.	1	3	.	.	.	.	.	.	.
<i>Spirodella polyrrhiza</i>	.	г	г	.	.	.	.	.	.	.	.
Д. в. класса <i>Alnetea glutinosae</i>											
<i>Lysimachia vulgaris</i>	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г
Прочие виды											
<i>Acorus calamus</i>	.	.	.	.	2	.	.	.	.	+	.
<i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	г	.	.	.	.	.	+	г
Примечание. Скорость течения: 1 – нет видимого течения, 2 – слегка выражено, 3 – слабое, 4 – умеренное, 5 – сильное. Участок реки: к – канализованный, м – меандрированный. Механический состав грунта: и – илистый, к – камни (мелкие), п – песчаный. Д. в. – диагностический вид. Обилие видов по Браун-Бланке: г – вид чрезвычайно редок; + – вид встречается редко, степень покрытия мала; 1 – число особей велико, степень покрытия мала или особи разрежены, но проективное покрытие большое; 2 – проективное покрытие 5–25%, 3 – 25–50%; 4 – 50–75%; 5 – более 75%.											
Отмечены в одном описании: <i>Calla palustris</i> 11 (2), <i>Carex rostrata</i> 4 (2), <i>Equisetum palustre</i> 4 (г), <i>Galium rivale</i> 4 (г), <i>Myosotis palustris</i> 5 (г), <i>Nuphar lutea</i> 6 (2), <i>Persicaria hydropiper</i> 10 (г), <i>Ranunculus lingua</i> 4 (г), <i>Rumex hydrolapathum</i> 5 (1), <i>Salix cinerea</i> 7 (2), <i>Stachys palustris</i> 11 (г), <i>Veronica beccabunga</i> 4 (2), <i>Veronica scutellata</i> 4 (г).											
Местонахождение пробных площадей: 1 – р. Мытва, 51°42.887' с.ш., 29°32.899' в.д.; 2 – р. Девица, 52°56.513' с.ш., 24°29.483' в.д.; 3 – р. Сивельга, 52°58.159' с.ш., 27°28.953' в.д.; 4 – р. Неславка, 52°34.424' с.ш., 29°01.965' в.д.; 5 – р. Весейка, 53°03.155' с.ш., 27°39.185' в.д.; 6 – р. Тученка, 52°57.568' с.ш., 26°32.427' в.д.; 7 – р. Нача, 52°58.633' с.ш., 26°28.150' в.д.; 8 – р. Цекра, 53°04.804' с.ш., 26°44.932' в.д.; 9 – р. Коник, 53°02.858' с.ш., 26°44.741' в.д.; 10 – р. Литопша, 51°42.278' с.ш., 28°03.245' в.д.; 11 – р. Мутвица, 51°46.577' с.ш., 27°47.013' в.д.											

А с с . *Typhetum latifoliae* Nowiński 1930.

С и н . : *Scirpo-Phragmitetum* Koch 1926 p. p. (§ 36, nomen ambiguum), *Typhetum latifoliae* von Soó 1927 (§ 2b, nomen nudum), *Typhetum angustifolio-latifoliae* Schmale 1939 p. p., *Typhetum latifoliae* Lang 1973.

Д . в . : *Typha latifolia* (см. табл. 1, синтаксон 2). Сообщества рогоза широколистного (*Typha latifolia*).

С о с т а в . Ценофлора ассоциации по материалам 29 описаний представлена 46 видами сосудистых растений. В описаниях от 1 до 10 видов (в среднем – 4) (см. табл. 2, описания 4–11). Единично в границах ассоциации отмечено произрастание сальвинии плавающей (*Salvinia natans*) – вида, включенного в Красную книгу Республики Беларусь [35] и имеющего категорию охраны – IV (NT).

С т р у к т у р а . Площадь сообществ варьирует в широком диапазоне: от 10 до 50 м². Основу ценозов ассоциации составляют плотные заросли *Typha latifolia* с покрытием 60–100%, единично описаны фитоценозы с проективным покрытием доминирующего вида 40%. Сообщества имеют простую структуру: основной ярус складывается *Typha latifolia*, ценотическая значимость других отмеченных видов, произрастающих, как правило, по периферии сообщества, незначительна.

Э к о л о г и я . Основные местообитания – у береговой линии на глубинах от 10 см и ближе к центру русла (глубина свыше 100 см), на которых скорость течения изменяется от невыраженной для умеренной. Грунты илистые и песчаные, изредка с наличием мелких камней.

Р а с п р о с т р а н е н и е . Ассоциация достаточно часто встречается на исследованной территории, занимает открытые и защищенные от ветра участки малых водотоков.

Ареал *Typha latifolia* – голарктический бореально-температный, поэтому ассоциация широко распространена на территории Западной [10, 21] и Восточной [19] Сибири, Южном Урале [22], Поволжье [36, 37], Нечерномоземье России [38], в Восточной [18, 25–28], Северной [30–33], Западной [29, 30] и Южной [34] Европе.

А с с . *Phragmitetum australis* Savič 1926.

С и н . : *Scirpo-Phragmitetum* Koch 1926 p. p. (§ 2b, nomen ambiguum), *Phragmitetum lacustre* Gams 1927, *Phragmitetum vulgaris* von Soó 1927, *Phragmitetum communis* (Gams 1927) Schmale 1939, *Ricciatum fluitantis* Slavnić 1956, *Calystegio-Phragmitetum* Golub et Mirkin 1986.

Д . в . : *Phragmites australis* (см. табл. 1, синтаксон 3). Сообщества тростника обыкновенного (*Phragmites australis*).

С о с т а в . Число видов ассоциации составляет 87 (86 сосудистых и 1 вид мохообразных) по материалам 77 описаний, в ценозах отмечено от 1 до 14 видов (в среднем – 4) (табл. 3). Единоразы в границах ассоциации отмечена *Salvinia natans*, имеющая природоохранный статус [35].

С т р у к т у р а . Площадь описаний варьирует от 10 до 50 м². Формируются монодоминантные сообщества. Общее проективное покрытие изменяется от 65 до 100%. На долю доминирующего вида *Phragmites australis* приходится 60–95%. Участие других выявленных видов незначительно.

Э к о л о г и я . Приурочены сообщества к участкам русел с различной глубиной (от 9 до 70 см) с илисто-песчаными и песчаными грунтами (изредка присутствуют мелкие камни) на участках с течением от невыраженного до умеренного.

Р а с п р о с т р а н е н и е . Сообщества ассоциаций спорадически встречаются на исследованной территории. Ареал *Phragmites australis* – голарктический плюризональный. Ассоциация распространена в Северо-Восточной России [39], Западной [10, 21, 40] и Восточной [19] Сибири, Южном Урале [22, 23], Поволжье [24, 36, 37], Приволжье [41, 42], Нечерномоземье России [38], в Восточной [18, 25–28, 43, 44], Северной [31–33], Западной [29, 30] и Южной [34] Европе.

А с с . *Glycerietum maximae* Nowiński 1930 corr. Šumberová et al. in Chytrý 2011.

С и н . : *Scirpo lacustris-Glycerietum aquaticae* Allorge 1921 (potenciální správné jméno), *Scirpo-Phragmitetum* Koch 1926 p. p. (§ 36, nomen ambiguum), *Glycerietum aquaticae* von Soó 1927 (§ 2b, nomen nudum), *Glycerietum aquaticae-fluitantis* Nowiński 1927 p. p. (§ 36, nomen ambiguum), *Glycerietum aquaticae* Hueck 1931.

Д . в . : *Glycerietum maximae* (см. табл. 1, синтаксон 4). Сообщества манника большого (*Glyceria maxima*).

С о с т а в . По материалам 173 описаний сообщества ассоциации насчитывают от 1 до 22 видов на пробной площади (в среднем – 6). Видовой состав описан 138 видами сосудистых растений (табл. 4).

С т р у к т у р а . Площадь сообществ 10–50 м². Общее проективное покрытие сообществ колеблется в диапазоне 53–110%. Проективное покрытие *Glyceria maxima* 50–100%. Он образует в основном одноярусные сообщества. При переходе ценозов в воду формируются сообщества с подводным ярусом из элодеи канадской (*Elodea canadensis*) или с ярусом плавающих на поверхности плейстофитов (ряска малая (*Lemna minor*) и многокоренник обыкновенный (*Spirodella polyrhiza*)). Ценотическая значимость других отме-

Таблица 3. Ассоциация *Phragmitetum australis*Table 3. Association *Phragmitetum australis*

Площадь описания, м ²	10	10	10	50	50	40	35	20	35	50	25	15
Глубина, см	9	27	26	25	22	63	35	15	70	35	35	50
Скорость течения	3	3	2	4	3	2	1	3	1	1	2	2
Механический состав грунта	п-к	п-и	и-п	п	п-и	и-п	и-п	п-и-к	и-п	и-п	п-и	п-и
Участок реки	к	к	к	м	к	к	к	к	м	м	к	к
Число видов	12	11	14	2	8	5	8	8	6	1	2	1
Суммарное проективное покрытие, %	65	100	98	90	100	92	102	97	96	95	95	80
Табличный номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Номер описания в базе данных	62	146	190	472	357	429	497	632	770	782	844	981
Д. в. ассоциации <i>Phragmitetum australis</i>												
<i>Phragmites australis</i>	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
Д. в. союза <i>Phragmition australis</i>												
<i>Glyceria maxima</i>	.	.	.	.	.	.	+	r	.	.	.	.
<i>Typha latifolia</i>	.	r	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
Д. в. союза <i>Glycerio-Sparganion</i>												
<i>Glyceria fluitans</i>	.	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
Д. в. союза <i>Phalaridion arundinaceae</i>												
<i>Myosoton aquaticum</i>	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	r	.	.	.
Д. в. союза <i>Magno-Caricion gracilis</i>												
<i>Carex acuta</i>	.	.	.	.	.	.	+	2	.	.	.	.
Д. в. класса <i>Bidentetea tripartitae</i>												
<i>Bidens cernua</i>	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Д. в. класса <i>Isoëto-Nano-Juncetea</i>												
<i>Persicaria hydropiper</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	r	.
Д. в. класса <i>Alnetea glutinosae</i>												
<i>Lysimachia vulgaris</i>	r	.	+	.	.	.	r	r	r	.	.	.
<i>Galium palustre</i>	.	r	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
Д. в. класса <i>Stellarietea mediae</i>												
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	r	.	.	r	.	.	.	.
Прочие виды												
<i>Echinocystis lobata</i>	.	.	.	.	.	+	.	r	.	.	.	.
<i>Juncus effusus</i>	.	r	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia nummularia</i>	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Poa palustris</i>	.	r	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex hydrolapathum</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.	.	.

Примечание. Скорость течения: 1 – нет видимого течения, 2 – слегка выражено, 3 – слабое, 4 – умеренное. Участок реки: к – канализированный, м – меандрированный. Механический состав грунта: и – илистый, к – камни (мелкие), п – песчаный. Д. в. – диагностический вид. Обилие видов по Браун-Бланке: r – вид чрезвычайно редок; + – вид встречается редко, степень покрытия мала; 1 – число особей велико, степень покрытия мала или особи разрежены, но проективное покрытие большое; 2 – проективное покрытие 5–25%, 3 – 25–50%; 4 – 50–75%; 5 – более 75%.

Отмечены в одном описании: *Agrostis stolonifera* 2 (1), *Alnus glutinosa* 8 (+), *Bidens connata* 1 (r), *Calystegia sepium* 6 (r), *Cardamine amara* 1 (r), *Cirsium vulgare* 6 (r), *Epilobium palustre* 1 (r), *Equisetum fluviatile* 3 (+), *Equisetum palustre* 2 (r), *Filipendula denudata* 3 (+), *Galeopsis tetrahit* 3 (+), *Galium rivale* 8 (+), *Juncus articulatus* 1 (1), *Iris pseudacorus* 9 (r), *Lycopus europaeus* 3 (r), *Mentha aquatica* 11 (2), *Musci* 1 (1), *Persicaria hydropiper* 3 (1), *Persicaria lapathifolium* 1 (r), *Persicaria minor* 5 (1), *Phalaroides arundinacea* 2 (1), *Poa trivialis* 3 (1), *Ranunculus repens* 1 (r), *Salix cinerea* 3 (r), *Scirpus sylvaticus* 3 (2), *Sparganium erectum* 3 (r), *Symphytum officinale* 5 (1), *Trifolium pratense* 1 (1), *Trifolium repens* 1 (+), *Veronica anagalis-aquatica* 3 (r), *Veronica beccabunga* 2 (r), *Vicia cracca* 5 (r).

Местонахождение пробных площадей: 1 – р. Нача, 53°01.449' с.ш., 26°26.143' в.д.; 2 – р. Неславка, 52°34.278' с.ш., 29°01.193' в.д.; 3 – р. Комаринка, 52°59.104' с.ш., 28°40.597' в.д.; 4 – р. Тур, 52°02.718' с.ш., 29°06.872' в.д.; 5 – р. Сливка, 53°04.465' с.ш., 27°48.043' в.д.; 6 – р. Сивельга, 52°54.239' с.ш., 27°31.921' в.д.; 7 – р. Сколодина, 52°03.776' с.ш., 28°36.816' в.д.; 8 – р. Цекра, 53°04.804' с.ш., 26°44.932' в.д.; 9 – р. Мытва, 51°42.777' с.ш., 28°17.405' в.д.; 10 – р. Выгоща, 51°42.924' с.ш., 28°04.712' в.д.; 11 – р. Обедовка, 52°14.696' с.ш., 29°18.547' в.д.; 12 – р. Свиновод, 51°52.71' с.ш., 29°04.982' в.д.

Таблица 4. Ассоциация *Glycerietum maximae*Table 4. Association *Glycerietum maximae*

Площадь описания, м²	10	15	20	50	30	50	50	25	40	25	30	20
Глубина, см	3	41	54	70	49	55	22	39	15	25	25	40
Скорость течения	4	2	2	3	1	5	2	1	1	1	2	1
Механический состав грунта	п	п-п	п-п	п-п	и-п	и-п	п-п	и-п	п-п	и-п	и-п	п-п
Участок реки	к	к	к	к	м	м	м	к	м	к	к	к
Число видов	13	15	8	2	6	2	9	7	1	1	3	1
Суммарное проективное покрытие, %	96	102	100	98	97	65	98	93	90	90	96	85
Табличный номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Номер описания в базе данных	68	87	197	294	489	525	552	707	1009	838	900	995
Д. в. ассоциации <i>Glycerietum maximae</i>												
<i>Glyceria maxima</i>	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
Д. в. союза <i>Eleocharito palustris–Sagittarion sagittifoliae</i>												
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+	+	г	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Oenanthe aquatica</i>	.	г	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Д. в. класса <i>Bidentetea tripartitae</i>												
<i>Bidens cernua</i>	1	+	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.
Д. в. класса <i>Isoëto–Nano–Juncetea</i>												
<i>Persicaria hydropiper</i>	г	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Д. в. класса <i>Alnetea glutinosae</i>												
<i>Galium palustre</i>	.	.	+	.	г	.	+	.	.	.	.	.
Д. в. класса <i>Lemnetea</i>												
<i>Lemna minor</i>	.	.	2	.	.	.	.	г	.	.	.	.
<i>Spirodella polyrhiza</i>	.	.	г	.	.	.	.	г	.	.	.	.
Прочие виды												
<i>Myosotis palustris</i>	.	1	.	.	.	.	г	.	.	.	.	.
<i>Rumex hydrolapathum</i>	.	.	.	г	г	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica anagalis-aquatica</i>	.	.	1	.	.	.	.	г	.	.	.	.
Примечание. Скорость течения: 1 – нет видимого течения, 2 – слегка выражено, 3 – слабое, 4 – умеренное, 5 – сильное. Участок реки: к – канализированный, м – меандрированный. Механический состав грунта: и – илистый, н – наилок (небольшой) вдоль берега, п – песчаный. Д. в. – диагностический вид. Обилие видов по Браун-Бланке: г – вид чрезвычайно редок; + – вид встречается редко, степень покрытия мала; 1 – число особей велико, степень покрытия мала или особи разрежены, но проективное покрытие большое; 2 – проективное покрытие 5–25%, 3 – 25–50%; 4 – 50–75%; 5 – более 75%. Отмечены в одном описании: <i>Acorus calamus</i> 5 (г), <i>Agrostis gigantea</i> 2 (2), <i>Bidens tripartita</i> 2 (г), <i>Cardamine amara</i> 7 (г), <i>Carduus crispus</i> 1 (г), <i>Carex acuta</i> 5 (1), <i>Cicuta virosa</i> 2 (г), <i>Cirsium oleraceum</i> 1 (1), <i>Comarum palustre</i> 5 (1), <i>Cyperus fuscum</i> 2 (г), <i>Epilobium hirsutum</i> 3 (г), <i>Galeopsis tetrahit</i> 1 (г), <i>Galium aparine</i> 1 (1), <i>Galium rivale</i> 8 (г), <i>Juncus conglomeratus</i> 2 (+), <i>Lysimachia nummularia</i> 7 (1), <i>Persicaria lapathifolium</i> 1 (1), <i>Phleum pratense</i> 1 (1), <i>Potentilla anserina</i> 7 (г), <i>Ranunculus sceleratus</i> 2 (г), <i>Rorippa amphibia</i> 2 (г), <i>Rumex aquaticus</i> 2 (г), <i>Sagittaria sagittifolia</i> 6 (2), <i>Salix triandra</i> 2 (2), <i>Scirpus sylvaticus</i> 1 (+), <i>Solanum dulcamara</i> 1 (+), <i>Sparganium emersum</i> 7 (2), <i>Sparganium erectum</i> 8 (1), <i>Symphytum officinale</i> 1 (1), <i>Urtica dioica</i> 1 (1). Местонахождение пробных площадей: 1 – р. Нача, 53°00.465' с.ш., 26°27.570' в.д.; 2 – р. Нератовка, 58°38.111' с.ш., 28°52.042' в.д.; 3 – р. Зарудечка, 52°55.736' с.ш., 28°37.221' в.д.; 4 – р. Мажа, 52°59.237' с.ш., 26°59.720' в.д.; 5 – р. Сколодина, 52°01.683' с.ш., 28°35.015' в.д.; 6 – р. Мытва, 51°42.906' с.ш., 29°31.387' в.д.; 7 – р. Крапивная, 52°02.757' с.ш., 28°41.867' в.д.; 8 – р. Нератовка, 52°44.695' с.ш., 29°05.959' в.д.; 9 – р. Брусса, 53°05.193' с.ш., 26°29.914' в.д.; 10 – р. Неначь, 52°11.526' с.ш., 29°19.456' в.д.; 11 – р. Ипа, 52°32.178' с.ш., 29°29.473' в.д.; 12 – р. Дымарка, 52°03.429' с.ш., 29°31.550' в.д.												

ченных видов незначительна (не превышает 5%); чаще встречаются в описаниях частуха подорожниковая (*Alisma plantago-aquatica*), череда поникшая (*Bidens cernua*), подмаренник болотный (*Galium palustre*), дербенник иволистный (*Lythrum salicaria*), незабудка болотная (*Myosotis palustris*), горец перечный (*Persicaria hydropiper*), двукисточник тростниковидный (*Phalaroides arundinacea*), крапива двудомная (*Urtica dioica*), *Lemna minor* и *Spirodella polyrhiza*.

Экология. Сообщества ассоциации *Glycerietum maximae* отмечены на глубинах 3–70 см с илистыми и песчаными грунтами на участках с разной скоростью течения (от невыраженного до быстрого) как на канализированном, так и меандрированном участках водотоков.

Распространение. Ареал *Glyceria maxima* – евро-западно-азиатский температурно-субмеридиональный. Ассоциация распространена в Западной [40] Сибири, Южном Урале [23], Приволжье [42], Нечерноземье России [38], в

Восточной [18, 25–28, 43–45], Северной [31–33], Западной [29] и Южной [34] Европе.

А с с. *Glycerio–Sparganietum neglecti* Koch 1926.

С и н.: *Sparganietum ramosi* Roll 1938, *Sparganietum erecti* Zutshi 1975.

Д. в.: *Sparganium erectum* (см. табл. 1, син-таксон 5). Ценозы ежеголовника прямого (*Sparganium erectum*).

С о с т а в. По материалам 43 описаний число видов в фитоценозах ассоциации составляет 45,

из которых 44 – сосудистых растений и 1 вид зеленых нитчатых водорослей. Видовое богатство сообществ – 1–16 видов (в среднем – 5) (табл. 5). Единично в ценозах отмечено произрастание берулы прямой (*Berula erecta*) – вида, включенного в Красную книгу Республики Беларусь [35] под III (VU) категорией охраны.

Ст р у к т у р а. Сообщества ассоциации формируют различные по площади ценозы: от 10 до 50 м². Общее проективное покрытие – 54–110% (обилие *Sparganium erectum* колеблется от 50 до 100%). Большое количество видов, отмеченных в

Таблица 5. Ассоциация *Glycerio–Sparganietum neglecti*

Table 5. Association *Glycerio–Sparganietum neglecti*

Площадь описания, м ²	25	50	10	15	10	50	50	50	10	30	25	25
Глубина, см	28	63	20	55	36	32	40	22	90	15	25	65
Скорость течения	3	4	2	3	4	3	3	3	4	2	2	5
Механический состав грунта	п-н-к	и-п	п-н	п-и	п-н	и-п	и-п	и-п	и-п	и-п-к	п-и	п
Участок реки	к	к	к	к	к	к	м	к	к	к	к	м
Число видов	4	3	13	8	7	7	6	5	3	1	1	3
Суммарное проективное покрытие, %	93	66	110	114	85	57	109	73	75	70	90	95
Табличный номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Номер описания в базе данных	810	386	143	259	196	437	543	359	52	328	741	465
Д. в. ассоциации <i>Glycerio–Sparganietum neglecti</i>												
<i>Sparganium erectum</i>	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4
Д. в. союза <i>Phragmition australis</i>												
<i>Glyceria maxima</i>	.	.	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.
Д. в. союза <i>Magno-Caricion gracilis</i>												
<i>Phragmites australis</i>	г	.	.	.	.	.	г	.	.	.	.	.
Д. в. союза <i>Eleocharito palustris–Sagittarion sagittifoliae</i>												
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	г	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Д. в. класса <i>Lemnetea</i>												
<i>Lemna minor</i>	1	.	2	3	2	+	.	1	.2	.	.	.
<i>Spirodella polyrhiza</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	г	.	.	.
Д. в. класса <i>Potametea</i>												
<i>Elodea canadensis</i>	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	2
Прочие виды												
<i>Equisetum palustre</i>	г	.	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myosotis palustris</i>	.	г	.	.	.	г	.	.	.	.	.	.
<i>Rorippa amphibia</i>	.	.	.	.	.	г	1	.	.	.	.	.
<i>Sium latifolium</i>	.	.	.	.	.	г	.	г	.	.	.	.
<i>Veronica anagalis-aquatica</i>	.	г	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica beccabunga</i>	.	.	2	.	.	.	.	+	.	.	.	.

Примечание. Скорость течения: 2 – слегка выражено, 3 – слабое, 4 – умеренное, 5 – быстрое. Участок реки: к – канализированный, м – меандрированный. Механический состав грунта: и – илистый, к – камни (мелкие), н – наилок (небольшой) вдоль берега, п – песчаный. Д. в. – диагностический вид. Обилие видов по Браун-Бланке: г – вид чрезвычайно редок; + – вид встречается редко, степень покрытия мала; 1 – число особей велико, степень покрытия мала или особи разрежены, но проективное покрытие большое; 2 – проективное покрытие 5–25%, 3 – 25–50%; 4 – 50–75%; 5 – более 75%.

Отмечены в одном описании: *Berula erecta* 5 (2), *Bidens cernua* 3 (г), *Carex frondosa* 7 (2), *Cicuta virosa* 5 (+), *Equisetum fluviatile* 3 (+), *Galium palustre* 3 (+), *Iris pseudacorus* 5 (2), *Lemna gibba* 4 (2), *Lysimachia vulgaris* 3 (+), *Mentha aquatica* 3 (+), *Nuphar lutea* 4 (2), *Oenanthe aquatica* 4 (г), *Phalaroides arundinacea* 4 (г), *Rumex aquaticus* 5 (г), *Schoenoplectus lacustris* 6 (г), *Scirpus sylvaticus* 3 (1), *Solanum dulcamara* 4 (г), *Spirogyra* spp. 12 (2), *Veronica scutellata* 3 (+).

Местонахождение пробных площадей: 1 – р. Песчанка, 52°00.519' с.ш., 29°31.459' в.д.; 2 – р. Талица, 52°59.709' с.ш., 27°57.025' в.д.; 3 – р. Неславка, 52°34.342' с.ш., 29°01.670' в.д.; 4 – р. Локня, 53°09.230' с.ш., 27°23.693' в.д.; 5 – р. Комаринка, 52°58.892' с.ш., 28°40.404' в.д.; 6 – р. Девица, 52°56.504' с.ш., 27°29.507' в.д.; 7 – р. Мытва, 51°45.944' с.ш., 29°34.444' в.д.; 8 – р. Сливка, 53°04.465' с.ш., 27°48.043' в.д.; 9 – р. Нача, 52°56.273' с.ш., 26°28.061' в.д.; 10 – р. Большая Сливка, 53°01.371' с.ш., 27°42.227' в.д.; 11 – р. Цапра, 53°00.451' с.ш., 26°41.288' в.д.; 12 – р. Туп, 52°02.134' с.ш., 29°06.619' в.д.

ходе работ, не имеет ценотического значения и характеризуется низкой встречаемостью, т.к. *Sparganium erectum* является выраженным доминантом сообществ. *Elodea canadensis* образует изреженный подводный ярус с фитоценозах, которые тяготеют к центру русла реки. Регулярно в сообществах ассоциации регистрируется *Lemna minor* с невысоким, как правило, облием. Цено-тическая роль других видов, отмеченных в фито-ценозах незначительна.

Экология. Местообитания сообществ ассоциации – как центральные части русел, так и береговые линии (меандрированных и канализированных русел) с различной степенью выраженности скорости течения. Глубины изменяются от 15 до 90 см, грунты песчаные и/или илистые, иногда с мелкими камнями.

Распространение. Ценозы с преобладанием *Sparganium erectum* часто встречаются в малых водотоках бассейна реки Припять. *Sparganium erectum* – евро-западно-азиатский бореально-субмеридиональным. Ассоциация распространена в Западной Сибири [10, 21], Южном Урале [23, 47], Поволжье [24, 37], Приволжье [41, 42], Нечерноземье России [46], в Восточной [18, 25–28, 43, 48], Северной [31, 33] и Западной [29, 30] Европе.

А с с . *Acoretum calami* Dagys 1932.

С и н . : *Acoretum calami* Eggler 1933.

Д . в . : *Acorus calamus* (см. табл. 1, синтаксон 6). Сообщества аира обыкновенного (*Acorus calamus*).

С о с т а в . По материалам 5 описаний ценофлора ассоциации представлена 26 видами сосудистых растений, в составе сообществ – от 1 до 15 видов (в среднем – 7).

С т р у к т у р а . Площадь описаний – 10–50 м² (табл. 6). Общее проективное покрытие сообществ ассоциации *Acoretum calami* составляет 43–116%, из них 40–95% доля участия ценозообразователя – *Acorus calamus* (см. табл. 6), который формирует монодоминантные плотные заросли. Внедрение сопутствующих видов отмечено по периферии фитоценозов.

Экология. Сообщества ассоциации *Acoretum calami* встречаются, как правило, на песчаных грунтах со значительным наилом на мелко-водьях (глубины 18–27 см) на канализированных участках водотоков с еле выраженной скоростью течения или полным его отсутствием.

Распространение. Ценозы аира обыкновенного редко встречаются в районе исследований. Ареал *Acorus calamus* – гомарктический арктическо-субмеридиональный. Ассоциация

Таблица 6. Ассоциация *Acoretum calami*

Table 6. Association *Acoretum calami*

Площадь описания, м ²	10	50	30	50	10
Глубина, см	21	20	20	27	18
Скорость течения	2	1	2	1	1
Механический состав грунта	п	п-н	п-н	и-п	и-п
Участок реки	к	к	к	к	к
Число видов	15	7	5	5	1
Суммарное проективное покрытие, %	116	78	43	96	75
Табличный номер описания	1	2	3	4	5
Номер описания в базе данных	233	317	320	394	975
Д.в. ассоциации <i>Acoretum calami</i>					
<i>Acorus calamus</i>	5	4	3	5	4
Прочие виды					
<i>Bidens tripartita</i>	г	.	.	1	.
<i>Lythrum salicaria</i>	г	.	.	г	.
<i>Phalaroides arundinacea</i>	2	.	г	.	.
Примечание. Скорость течения: 1 – нет выраженного течения, 2 – слегка выражено. Участок реки: к – канализированный. Механический состав грунта: и – илистый, н – наилок (небольшой) вдоль берега, п – песчаный. Д. в. – диагностический вид. Обилие видов по Браун-Бланке: г – вид чрезвычайно редок; + – вид встречается редко, степень покрытия мала; 1 – число особей велико, степень покрытия мала или особи разрежены, но проективное покрытие большое; 2 – проективное покрытие 5–25%, 3 – 26–50%; 4 – 51–75%; 5 – более 75%.					
Отмечены в одном описании: <i>Alisma plantago-aquatica</i> 1 (+), <i>Bidens cernua</i> 1 (г), <i>Bidens connata</i> 1 (1), <i>Calystegia sepium</i> 1 (г), <i>Carex acuta</i> 2 (1), <i>Carex pseudocyperus</i> 1 (г), <i>Cirsium arvense</i> 3 (г), <i>Cyperus fuscus</i> 1 (г), <i>Equisetum fluviatile</i> 3 (г), <i>Gnaphalium uliginosum</i> 1 (г), <i>Mentha aquatica</i> 3 (1), <i>Mentha arvensis</i> 1 (1), <i>Persicaria hydropiper</i> 2 (г), <i>Poa palustris</i> 1 (2), <i>Potentilla anserina</i> 1 (2), <i>Rorippa amphibia</i> 3 (1), <i>Rumex hydrolapathum</i> 2 (г), <i>Sium latifolium</i> 2 (г), <i>Spirodella polyrhiza</i> 2 (2), <i>Stachys palustris</i> 4 (г), <i>Typha latifolia</i> 2 (1), <i>Veronica scutellata</i> 1 (г).					
Местонахождение пробных площадей: 1 – р. без названия, 52°53.761' с.ш., 28°41.557' в.д.; 2 – р. Весейка, 53°03.111' с.ш., 27°39.151' в.д.; 3 – р. Весейка, 53°03.155' с.ш., 27°39.185' в.д.; 4 – р. Нижняя Весейка, 53°05.952' с.ш., 27°48.207' в.д.; 5 – р. Сивельга, 52°54.280' с.ш., 27°31.844' в.д.					

распространена в Восточной Сибири [19, 49], Поволжье [24], в Восточной [18, 26–28], Северной [31–33] и Западной [29, 30] Европе.

Является инвазионным видом, популяции которого распространены по всему Северному полушарию, где занимают мелководные участки озер, прудов, рек и мелиоративных каналов, а также их берега. Специальные меры борьбы с ним в республике не целесообразно проводить вследствие высокой степени натурализации вида и его интеграции в пресечно-водные сообщества [50].

А с с. *Equisetum fluviatilis* Nowiński 1930.

С и н.: *Equisetum limosae* Steffen 1931.

Д. в.: *Equisetum fluviatile* (см. табл. 1, син-таксон 7). Сообщества хвоща приречного (*Equisetum fluviatile*).

С о с т а в. По материалам 7 описаний ценофлора ассоциации представлена 25 видами сосудистых растений, в составе сообществ – от 3 до 9 видов (в среднем – 6). Из всех выявленных видов 64% отмечены лишь единожды.

С т р у к т у р а. Площадь описаний небольшая (10–25 м²) (табл. 7). Общее проективное покрытие сообществ ассоциации *Equisetum fluviatilis* составляет 40–85% и его значительная часть (от 30 до 65%) приходится на обилие ценнообразующего вида – *Equisetum fluviatile*. В сообществах, приуроченных к урезу воды, формируется погруженный ярус из *Elodea canadensis* (описания 1–2, см. табл. 7).

Э к о л о г и я. Сообщества *Equisetum fluviatilis* встречаются, как правило, на илисто-песчаных грунтах на глубинах от 21 до 50 см на канализированных участках водотоков с различной скоростью течения.

Таблица 7. Ассоциация *Equisetum fluviatilis*

Table 7. Association *Equisetum fluviatilis*

Площадь описания, м ²	10	10	25	25	25	15	20
Глубина, см	21	40	44	38	38	50	40
Скорость течения	5	5	1	1	1	2	3
Механический состав грунта	и-п	и-п	и-п	и-п	и-п	п-н	и-п
Участок реки	к	к	к	к	к	к	к
Число видов	8	6	7	6	9	3	5
Суммарное проективное покрытие, %	75	85	46	31	40	66	45
Табличный номер описания	1	2	3	4	5	6	7
Номер описания в базе данных	175	177	403	407	408	978	986
Д.в. ассоциации <i>Equisetum fluviatilis</i>							
<i>Equisetum fluviatile</i>	3	3	3	3	3	4	3
Д.в. союза <i>Eleocharito palustris</i> – <i>Sagittarion sagittifoliae</i>							
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+	2	.	г	.	.	.
Д.в. союза <i>Glycerio-Sparganion</i>							
<i>Glyceria fluitans</i>	г	.	2	.	.	.	.
Д.в. класса <i>Lemnetea</i>							
<i>Lemna minor</i>	2	2	2	.	.	.	г
Д.в. класса <i>Potametea</i>							
<i>Elodea canadensis</i>	2	2	.	г	.	.	.
Прочие виды							
<i>Myosotis palustris</i>	.	.	г	.	г	.	г
<i>Nuphar lutea</i>	.	.	.	.	.	+	2
<i>Ranunculus lingua</i>	.	.	г	+	.	.	.
<i>Sium latifolium</i>	.	.	+	г	.	.	.

Примечание. Скорость течения: 1 – нет выраженного течения, 2 – слегка выражено, 3 – слабое, 5 – быстрое. Участок реки: к – канализированный. Механический состав грунта: и – илистый, н – наилок (небольшой) вдоль берега, п – песчаный. Д. в. – диагностический вид. Обилие видов по Браун-Бланке: г – вид чрезвычайно редок; + – вид встречается редко, степень покрытия мала; 1 – число особей велико, степень покрытия мала или особи разрежены, но проективное покрытие большое; 2 – проективное покрытие 5–25%, 3 – 25–50%; 4 – 50–75%; 5 – более 75%.

Отмечены в одном описании: *Bidens cernua* 1 (г), *Callitriche cophocarpa* 1 (1), *Carex acuta* 2 (г), *Carex acutiformis* 5 (1), *Cicuta virosa* 7 (г), *Cirsium arvense* 5 (г), *Galium palustre* 5 (г), *Lysimachia vulgaris* 5 (+), *Lythrum salicaria* 5 (+), *Mentha arvensis* 5 (г), *Naumburgia thyrsoiflora* 4 (г), *Persicaria hydropiper* 1 (+), *Potamogeton berchtoldii* 2 (2), *Potamogeton natans* 6 (г), *Rumex hydrolapathum* 5 (+), *Veronica beccabunga* 3 (г).

Местонахождение пробных площадей: 1 – р. Комаринка, 53°00.473' с.ш., 28°39.908' в.д.; 2 – р. Комаринка, 53°00.416' с.ш., 28°39.843' в.д.; 3 – р. Средняя Весейка, 53°08.599' с.ш., 27°50.410' в.д.; 4 – р. Средняя Весейка, 53°08.579' с.ш., 27°50.331' в.д.; 5 – р. Средняя Весейка, 53°08.579' с.ш., 27°50.331' в.д.; 6 – р. Свиновод, 51°52.710' с.ш., 28°04.982' в.д.; 7 – р. Свиновод, 51°52.802' с.ш., 28°05.047' в.д.

Распространение. Ценозы хвоща приречного умеренно встречаются в районе исследований. Ареал *Equisetum fluviatile* – голарктический бореально-субмеридиональный. Ассоциация распространена в Восточной [19] и Западной [21, 40] Сибири, Южном Урале [22, 23], Поволжье [36, 51], Приволжье [41, 42], Нечерноземье России [38, 46], Северо-Восточной России [39], в Восточной [18, 26–28], Северной [31–33] и Западной [29] Европе.

В ходе проведенных исследований установлено, что состав союза *Phragmition australis* малых трансформированных водотоков бассейна реки Припять описан 7 ассоциациями.

Ценофлора класса насчитывает суммарно 160 видов, из которых два вида (*Berula erecta* и *Salvinia natans*) относятся к охраняемым на территории Беларуси [35]. Кроме того, в составе ценофлоры отмечено по одному виду зеленых водорослей (*Spirogyra* sp.) и зеленых мхов. Наибольшее видовое богатство характерно для сообществ ассоциаций *Glycerietum maximae* (суммарно 138 видов). Вероятно это связано с тем,

что сообщества *Glycerietum maximae*, образуют рыхлые травостои, как и *Equisetum fluviatile*, что способствуют внедрению значительного количества видов в фитоценозы. Для остальных сообществ союза характерны высокие заросли, в которых другие виды растений не выдерживают конкуренцию за ресурсы, поэтому могут произрастать лишь по периферии ценозов.

Вместе с тем, сообщества союза формируются на берегу и мелководьях, по урезу воды, постепенно переходя в водную среду и создавая таким образом возможности произрастания, как сухопутных, так и водных видов растений в своих границах. Например, на участках не глубоководных и/или со слабым течением в сообществах ассоциаций регистрируются болотник болотный (*Callitriche palustris*), турча болотная (*Hottonia palustris*), различные виды ряски (*Lemna* spp.), *Spirodella polyrrhiza* и т.п. На участках с сильной антропогенной нагрузкой встречаются мелколепестничек канадский (*Conyza canadensis*), ежовник обыкновенный (*Echinochloa crus-galli*), колючеплодник лопастный (*Echinocystis lobata*) и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных геоботанических исследований прибрежно-водных фитоценозов малых трансформированных водотоков бассейна реки Припять описано 7 ассоциаций союза *Phragmition australis*. Самое широкое распространение из всех выявленных сообществ имеют ассоциации *Glycerietum maximae*, *Phragmitetum australis* и *Glycerio-Sparganietum neglecti*: на их долю приходится 51, 23 и 13% соответственно от

всех выполненных описаний. Превалирующее большинство сообществ ассоциаций союза *Phragmition australis* тяготеет к канализированным участкам русел с разнообразными типами грунта и глубинами, за исключением 5% которые описаны на меандрированных частях. Однако сообщества ассоциации *Glycerietum maximae* приурочены к трансформированным и естественным участкам речных русел.

БЛАГОДАРНОСТИ

Выражаем искреннюю признательность доктору биологических наук, доценту, заведующему кафедрой системной биологии Гродненского государственного университета имени Янки Купалы О. В. Созинову, кандидату биологических наук, заместителю директора по научной работе Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси Р. В. Цвирко, научному сотруднику лаборатории геоботаники и картографии растительности Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси Д. Ю. Жилинскому за содействие в проведении полевых исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мониторинг, использование и управление водными ресурсами бассейна р. Припять / под общ. ред. М. Ю. Калинина, А. Г. Ободовского. – Мн. : Белсэкс, 2003. – 269 с.
2. Гигевич, Г. С. Высшие водные растения Беларуси: Эколого-биологическая характеристика, использование и охрана / Г. С. Гигевич, Б. П. Власов, Г. В. Вынаев ; под общ. ред. Г. С. Гигевич. – Минск : БГУ, 2001. – 231 с.
3. Сцепановіч, Я. М. Фітаразнастайнасць расліннасці Беларусі / Я. М. Сцепановіч // Ботаника (исследования) / Нац. акад. наук Беларусі [и др.]. – Минск, 2006. – Вып. 34. – С. 264–281.
4. Водная растительность озера Черствятское / Б. П. Власов, С. Э. Латышев, Л. М. Мерзвинский, Ю. И. Высоцкий // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2020. – № 4. – С. 39–45.
5. Латышев, С. Э. Высшая водная растительность озера Нещедро / С. Э. Латышев, Л. М. Мерзвинский, Ю. И. Высоцкий // Геоботанические исследования естественных экосистем : проблемы и пути их решения ; международная науч.-практическая конф. (2015 ; Гомель). Международная научно-практическая конференция «Геоботанические исследования естественных экосистем : проблемы и пути их решения», 26–27 ноября 2015 г.

[посвящ. 80-летию со дня рождения известного белорусского геоботаника Сапегина Леонида Михайловича : материалы] / редкол. : Н. М. Дайнеко (гл. ред.) [и др.]. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2015. – С. 81–84.

6. Полевая геоботаника : в 5 т. / под общ. редакцией Е. В. Лавренко, А. А. Корчагин. – Издательство академии наук СССР Москва–Ленинград, 1959. – Т. I. – 444 с.

7. Ипатов, В. С. Методы описания фитоценоза / В. С. Ипатов. – Санкт-Петербург : СПбГУ, 2000. – 89 с.

8. Мойсейчик, Е. В. Растительность класса *Lemnetea* трансформированных малых водотоков бассейна р. Припять / Е. В. Мойсейчик // Ботаника (исследования) / Национальная академия наук Беларуси, Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, Ботаническое общество. – Минск, 2024. – Выпуск 53. – С. 139–151.

9. Braun-Blanquet, J. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. / J. Braun-Blanquet. – Wien; New York, 1964. – 865 s.

10. Киприянова, Л. М. Современное состояние водной и прибрежно-водной растительности Чановской системы озёр / Л. М. Киприянова // Сибирский экологический журнал. – 2005. – № 2. – С. 201–213.

11. Бобров, А. А. Растительный покров малой южнотаёжной реки и его изменение при зарегулировании стока (на примере реки Куекша, Костромская область) / А. А. Бобров, Е. В. Чемерис // Труды Карельского научного центра РАН. – 2012. – № 1. – С. 33–47.

12. Вейсберг, Е. И. Структура и динамика сообществ макрофитов озёр Ильменского заповедника / Е. И. Вейсберг. – Миасс : ИГЗ УрО РАН, 1999. – 122 с.

13. Папченков, В. Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Положья : Монография / В. Г. Папченков. – Ярославль : ЦМП МУБиНТ, 2001. – 200 с.

14. Миркин, Б. М. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии / Б. М. Миркин, Г. С. Розенберг, Л. Г. Наумова. – М., 1989. – 223 с.

15. JUICE version 7.1. – 2024. – URL: <https://www.sci.muni.cz/botany/juice/> (date of access: 15.05.2025).

16. Мойсейчик, Е. В. Флористическая классификация растительности: методические приемы обработки в программе JUICE / Е. В. Мойсейчик // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси [и др.]. – 2013. – Вып. 42. – С. 232–242.

17. Vegetation of Europe: Hierarchical floristic classification of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities / L. Mucina [et al.] // Applied Vegetation Science. – 2016. – V. 19 (Suppl. 1). – P. 3–264. DOI: 10.1111/avsc.12257.

18. Vegetace České republiky. 3. Vodní a mokřadní vegetace / N. Chytrý (ed.). – Praha, 2011. – 828 s.

19. Чепинога, В. В. Флора и растительность водоёмов Байкальской Сибири / В. В. Чепинога ; отв. ред. О. А. Аненхонов. – Иркутск : Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2015. – 468 с.

20. Passarge, H. Pflanzengesellschaften Nordostdeutschlands. 1. Hydro und Therophytosa / H. Passarge. – Berlin; Stuttgart, 1996. – 298 s.

21. Киприянова, Л. М. Растительность реки Берди и ее притоков (Новосибирская область, Западная Сибирь) / Л. М. Киприянова // Растительность России. – 2008. – № 12. – С. 21–38.

22. Водная и прибрежно-водная растительность реки Таналык (Зауралье Республики Башкортостан) / З. Б. Бактыбаева, У. Б. Юнусбаев, С. М. Ямалов, А. А. Бобров // Вестник ОГУ. – 2009. – № 6. – С. 60–63.

23. Klotz, S. Vergleichende geobotanische Untersuchungen in der Baschkirischen ASSR. 3. Teil: Wasserpflanzen, Flussufer und Halophytenvegetation / S. Klotz, U. Köck // Feddes Repert. Bd. 95. – 1984. – № 5–6. – S. 381–408.

24. Голуб, В. Б. Водная и водно-болотная растительность Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги в системе классификации Браун-Бланке / В. Б. Голуб, Г. А. Лосев // Ботанический журнал. – 1991. – Т. 76, № 5. – С. 719–727.

25. Tzonev, R. T. Syntaxa according to the Braun-Blanquet approach in Bulgaria / R. T. Tzonev, M. A. Dimitrov, V. H. Roussakova // Phytologia Balcanica. – 2009. – Vol. 15. – N 2. – P. 209–233.

26. Matuszkiewicz, W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Ed. 3 / W. Matuszkiewicz. – Warszawa, 2007. – 537 s.

27. Продромус рослинності України / Д. В. Дубина, Т. П. Дзюба, С. М. Ємельянова [та ін.]. – Київ, Наукова думка, 2019. – 784 с.

28. Borhidi, A. An annotated checklist of the Hungarian plant communities I. The non-forest vegetation / A. Borhidi // Acta. Bot. Hung. – 1996. – Vol. 39. – N 3–4. – P. 43–94.

29. Prodromus der Pflanzengesellschaften Sachsen-Anhalts / R. Schubert, H. Herdam, H. Weinitschke, J. Frank // Mitteilung zur floristischen Kartierung Sachsen-Anhalt 2. – Halle, 2001. – 689 s.

30. Prodrome des végétations de France 2 – Tome 1 2009–2024 // UniVegE et Société Française de Phytosociologie. – BIOM. – N.S., 5(1) – P. 1–324. DOI: <https://doi.org/10.52497/biom.v5i1.347>.

31. Rodwell, J. S. British plant communities. 4. Aquatic communities, swamps and tall-herb fens / J. S. Rodwell. – Cambridge, 1995. – 296 p.

32. Jermacāne, S. Latvijā aprakstīto augu sabiedrību sintaksonu saraksts / S. Jermacāne, M. 17. Vegetation of Europe: Hierarchical floristic classification of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities / L. Mucina [et al.] // Applied Vegetation Science. – 2016. – V. 19 (Suppl. 1). – P. 3–264. DOI: 10.1111/avsc.12257.

33. Balevičienė, J. Qualitative and quantitative parameters of phytocenoses in Lithuanian lakes of different trophic state / J. Balevičienė, A. Balevičius // Ekologija. – 2006. – P. 34–43.

34. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level / S. Rivas-Martínez, F. Fernández-González, J. Loidi [et al.] // Itinera Geobot. – 2001. – Vol. 14. – P. 5–341.

35. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / редкол. : И. М. Качановский (пред.) [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларуская энцыклапедыя імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.
36. Чемерис, Е. В. Растительный покров истоковых ветландов Верхнего Поволжья / Е. В. Чемерис. – Рыбинск, 2004. – 187 с.
37. Лосев, Г. А. Дополнения к синтаксономии макрофитных сообществ дельты р. Волги / Г. А. Лосев, В. Б. Голуб. – М, 1988. – 23 с. – Деп. в ВИНТИ 10.11.88. № 7947–В 88.
38. Семенищенков, Ю. А. Фитоценотическое разнообразие Судость-Деснянского междуречья / Ю. А. Семенищенков. – Брянск, 2009. – 400 с.
39. Тетерюк, Б. Ю. Водная и прибрежно-водная растительность озера Донты (Республика Коми) / Б. Ю. Тетерюк // Растительность России. – 2008. – № 12. – С. 76–96.
40. Флора и растительность Елизаровского государственного заповедника: (Нижняя Обь) / Г. С. Таран, Н. В. Седельникова, О. Ю. Писаренко, В. В. Голомазин. – Новосибирск, 2004. – 212 с.
41. Седова, О. В. Характеристика и синтаксономический состав растительности мелководий Волгоградского водохранилища в пределах Саратовской области / О. В. Седова, В. А. Болдырев // Изв. Самарского науч. центра РАН. – 2007. – Т. 9, № 1. – С. 207–221.
42. Лихачева, Т. В. Эколого-фитоценотические закономерности распределения растительного покрова водохранилищ Удмуртской Республики / Т. В. Лихачева. – Ижевск, 2007. – 344 с.
43. Rostlinna společenstva Ceske republiky a jejíhochozorem. 2 vyd. / J. Moravec, E. Balátová-Tuláčková, D. Blažková [et al.]. – Priloha, 1995. – S. 92–103.
44. Чинкіна, Т. Синтаксономічна схема заплавної рослинності гирлової ділянки Дніпра / Т. Чинкіна // Вісник Львів. ун-ту. Серія біологічна. – 2006. – Вип. 42. – С. 32–37.
45. Tuba, Z. Overview of the flora and vegetation of the Hungarian Bobrogköz / Z. Tuba // Tiscia. – 1955. – Vol. 29. – S. 11–17.
46. Булохов, А. Д. Растительный покров города Брянска и его пригородной зоны / А. Д. Булохов, А. В. Харин. – Брянск, 2008. – 310 с.
47. Григорьев, И. Н. Синтаксономия водной растительности Башкирии. II. Класс Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novak 1941 / И. Н. Григорьев, А. И. Соломенц. – М, 1987. – 60 с. – Деп. в ВИНТИ. 19.11.87. № 8138–В87.
48. Hrivnák, R. The Plant communities of Phragmitetalia in the catchment area of the Ipel' river (Slovakia and Hungary) 1. Reed wetlands (Phragmites communis) / R. Hrivnák // Biologia. – 2004. – Vol. 59, N 1. – P. 75–99.
49. Гранина, Г. Т. Высшая водная растительность озера Иркана / Г. Т. Гранина // Озера Прибайкальского участка зоны БАМ. – Новосибирск, 1981. – С. 168–174.
50. Черная книга Беларуси : чужеродные вредоносные растения / Д. В. Дубовик, С. А. Дмитриева, Н. А. Ламан [и др.] ; под общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси. – Минск : Беларуская навука, 2020. – 407 с.
51. Бобров, А. А. Очерк растительного покрова малых рек Колокша и Вожа (Ярославская область) / А. А. Бобров, Е. В. Чемерис // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 2005. – Т. 110. – Вып. 5. – С. 52–64.

Поступила в редакцию 18.05.2025

Принята к публикации 10.06.2025

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Мойсейчик Екатерина Владимировна – научный сотрудник лаборатории геоботаники и картографии растительности Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Мойсейчик, Е. В. Растительность союза *Phragmites australis* малых трансформированных водотоков бассейна реки Припять / Е. В. Мойсейчик // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Минск, 2025. – Вып. 55. – С. 129–142.

ЭКОЛОГИЯ ПРИРОДНО-РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ECOLOGY OF NATURAL PLANT COMPLEXES

УДК 630*116;630*237;630*26;630*385;528.8(15):001.891

А. В. СУДНИК¹, А. Ю. КОМАР¹, А. А. ПУШКИН², А. М. НЕСТЮК¹,
Р. М. ГОЛУШКО¹, В. В. КОЦАН², Е. С. ШАВАЛДА¹, Т. С. ПОЛЯЧОК¹

ОЦЕНКА ЗАЩИТНОГО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ: ИСТОРИЯ, ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОГНОЗ

¹Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси,
Минск, Беларусь, e-mail: asudnik@tut.by

²Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь, e-mail: aa_pushkin@mail.ru

Аннотация. В статье приведен анализ практики защитного лесоразведения, оценка текущего состояния, степень деградации и прогноз функционирования защитных насаждений на территории Минской области. За период 1958–1995 гг. в Минской области созданы защитные насаждения протяженностью 629,3 км на площади 813,9 га, сохранность которых составила 61,5%. В 2023–2024 гг. обследованы искусственно созданные поле- и садозащитные насаждения, а также насаждения вдоль автомобильных дорог, выполняющие полезащитные функции на территории 22 районов Минской области (770 лесополос протяженностью 969,2 км и площадью 1639,6 га). Среди обследованных насаждений преобладают «здоровые» – 42,1% и «здоровые с признаками ослабления» – 29,1%; к «ослабленным» отнесено 19,0%; к «поврежденным» – 9,1%; «разрушенным» – 0,7%. В среднем индекс жизненного состояния древостоев – 85,0%, дефолиация – 13,9%, сохранность – 77,3%. Анализ динамики состояния защитных насаждений свидетельствует об ухудшении их состояния с увеличением возраста и снижением защитных свойств при отсутствии ухода. Учитывая породный состав защитных насаждений Минской области, их возраст и особенности конструкции, можно прогнозировать увеличение естественного отпада и их деградацию. Вследствие усиления почвенной, ветровой и водной эрозии, изменения климата, деградация защитных насаждений приведет к снижению продуктивности сельскохозяйственных земель и уменьшению урожайности. С целью усиления защитных функций обследованных насаждений рекомендуется регулярно проводить рубки ухода, реконструкцию и лесовосстановительные мероприятия.

Ключевые слова: защитные насаждения, история создания, инвентаризация, оценка состояния, мониторинг, прогноз, хозяйственные мероприятия.

A. V. SUDNIK¹, A. Yu. KOMAR¹, A. A. PUSHKIN², A. M. NESTYUK¹,
R. M. GOLUSHKO¹, V. V. KOTSAN², E. S. SHAVALDA¹, T. S. POLYACHOK¹

ASSESSMENT OF PROTECTIVE AFFORESTATION ON TERRITORY OF MINSK REGION: HISTORY, CURRENT STATE, FORECAST

¹V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus, e-mail: asudnik@tut.by

²Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus, e-mail: aa_pushkin@mail.ru

Annotation. The article provides an analysis of protective afforestation practice, assessment of current state, degree of degradation and forecast of functioning of protective plantings on the territory of the Minsk region. For period 1958–1995, in the Minsk region were created protective plantings with a length of 629.3 km on an area of 813.9 hectares, the preservation of which was 61.5%. In 2023–2024 artificially created field- and garden-protective plantations were examined, as well as plantings along roads that perform field-protection functions in 22 districts of Minsk region (770

forest strips with a length of 969.2 km and an area of 1639.6 hectares). Among observed plantations prevailed «healthy» – 42.1% and «healthy with signs of weakening» – 29.1%; 19.0% were appreciated as «weakened»; 9.1% – as «damaged»; 0.7% – as «destroyed». On average, index of life state of stands – 85.0%, defoliation – 13.9%, safety – 77.3%. Analysis of the dynamics of the state of protective stands indicates a deterioration in their state with an increase with age and a decrease in protective properties at the absence of care. Given the species composition of the protective stands of Minsk region, their age and peculiarities of construction, it is possible to predict an increase in the natural mortality of trees and their degradation. Due to the strengthening of soil, wind and water erosion, climate change, degradation of protective plantations will lead to a decline in the productivity of agricultural lands and a decrease of harvest of crops. In order to enhance the protective functions of the observed plantations, it is recommended to regularly carry out care, reconstruction and reforestation measures.

Key words: Minsk region, protective plantations, history of creation, inventory, assessment of state, monitoring, forecast, business activities.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема эффективного функционирования и защиты агроландшафтов в Беларуси возникла после начала работ по массовому осушению болот, в результате чего ветровой эрозии подверглись не только осушенные торфяники, но и прилегающие к ним минеральные почвы [1]. В Беларуси площадь мелиорированных земель на 01.01.2024 составила 3273,7 тыс. га (15,7% территории страны), в их составе преобладают осушенные земли – 3247,9 тыс. га (15,6%); орошаемые распространены значительно меньше – 25,8 тыс. га (0,1%) [2]. По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, общая площадь земель, подверженных эрозии, составляет 556,5 тыс. га. Доля водной эрозии на этих землях составляет 85%, а ветровой – 15% [3]. В Минской области на долю эродированных земель приходится 130,6 тыс. га (7,1% от всех сельхозземель области).

Каждый год под действием дефляции с одного гектара таких угодий уносится от 1 до 3 т плодородной почвы, а при пыльных бурях до 25 т/га, вследствие чего площади пахотных земель, утративших свои ценные свойства, неуклонно растут [4, 5]. Так в 2000 г. свои генетические признаки утратили 7,6% осушенных земель. К настоящему времени доля таких участков по предварительным подсчетам увеличилась еще на 12%, а к 2050 г. планируется увеличение доли таких участков до 25% и более. В районах Белорусского Полесья отмечаются участвовавшие случаи пыльных бурь (более 350 случаев за последние 40 лет), количество которых при отсутствии полезащитных насаждений продолжит расти. Одним из показателей эколого-экономического ущерба, наносимого эрозийными процессами, является снижение урожайности [6]. Средние недоборы урожая зерновых культур из-за ухудшения свойств почв, подверженных эрозии, составляют в зависимости от степени их эродированности в среднем 12–40%, пропашных – 20–60%, многолетних трав – 5–30% [7, 8].

Наиболее надежным и долговечным средством по защите почвы от ветровой и водной эрозии и улучшению микроклимата является создание системы защитных насаждений в виде совокупности взаимосвязанных своим влиянием на прилегающее пространство лесных полос, целесообразно размещенных по территории землепользования с учетом рельефа местности и состояния почвенного покрова. Защитные насаждения (при оптимальном породном составе, конструкции и состоянии) являются важнейшим и постоянно действующим фактором в борьбе с засухой, водной и ветровой эрозией почвы, в увеличении урожайности сельскохозяйственных культур. Правильно созданная система защитных лесных насаждений во взрослом состоянии представляет собой своеобразное устройство, которое при постоянно меняющихся погодных условиях автоматически регулирует их, улучшая микроклимат и сохраняя почву от ветровой и водной эрозии. Это свойство неосцимемо для всей страны [9].

Создание защитных насаждений начато в 1960-е гг. Всего в стране была создана сеть таких насаждений различной конструкции на площади 7523 га, хотя основная часть (53,5%) полезащитных насаждений создана в 1970–1980-е гг. Существовала хорошо организованная система проектирования (в организациях системы «Белгипрозема»), создания полезащитных полос (силами лесхозов на договорной основе). По ряду причин (созданные полосы оказались бесхозными не только в плане их принадлежности, но и ответственности за состоянием) значительная часть посадок к настоящему времени утрачена, снизила свою эффективность, насаждения не инвентаризировали более 30 лет [10, 11]. По данным земельного кадастра площадь полезащитных насаждений в Республике Беларусь составляет 1718,5 га. После 30–40 лет эксплуатации многие сохранившиеся полезащитные лесные полосы нуждаются в уходе или реконструкции. Выборочные исследования полезащитных насажде-

ний, проведенные Институтом леса НАН Беларуси в Гомельской области, показали, что среди них есть погибшие или уничтоженные (27,5%), требующие ремонта и реконструкции (30,0%), нуждающиеся в проведении ухода (27,0%) и выполняющие защитные функции удовлетворительно (15,5%) [10].

Таким образом, актуальность проблемы определяется тем, что: а) на осушенных или подверженных эрозии землях при правильной организации (оптимальный породный состав, правильная конструкция, позволяющая выполнять защитные функции и хорошее состояние) противоэрозионных насаждений возможно повышение урожайности до 30%, снижение степени водной и ветровой эрозии на 10–90% (в зависимости от рельефа и состава почв); б) в последние годы значительная часть противоэрозионных насаждений утрачена, снизила свою эффективность, насаждения не инвентаризировали более 30 лет; в) оценка текущего состояния, эффективности функционирования позволит оперативно назначать мероприятия по восстановлению их защитных функций.

Аргументы сторонников удаления защитных

полос о том, что урожайность растениеводства при их отсутствии не изменилась или даже возросла, несостоятельны, поскольку рост урожая обусловлен интенсификацией производства и инновациями в агрокомплексах. На фоне нормального защитного лесоразведения прирост урожая мог бы стать еще выше, а затраты на его получение – ниже.

В современных условиях цифровые материалы аэрокосмической съемки и ГИС-технологии их обработки являются наиболее оптимальным инструментом по сохранению, планированию рационального использования и повышению эффективности функционирования защитных древесных насаждений и агроландшафтов в целом [12]. Технологии математико-картографического моделирования позволяют систематизировать всю информацию о местности и принять правильные управленческие решения по сохранению, восстановлению и повышению экологических функций защитных насаждений с использованием материалов аэрокосмической съемки, результатов их инвентаризации, оценки текущего состояния, устойчивости и эффективности функционирования.

История защитного лесоразведения на территории Минской области

В Республике Беларусь полосы защитных древесных насаждений создавали в период с 1960-х гг. до 2005 г. Создание полезащитных лесных полос по договорам с колхозами и совхозами на территории всей страны осуществляло, что официально задокументировано, Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. В большинстве создавали полосы защитных древесных насаждений ажурно-продуваемой конструкции из 3–5 рядов древесно-кустарниковых растений шириной 10–15 м. Ширина элементарного защищаемого участка поля принимали равной 20–25 высотам деревьев верхнего яруса, а параметры ограждаемой полевой клетки определяли равными 1000–2000 х 400–600 м.

Количество созданных силами лесхозов защитных насаждений на территории Минской области почти за 20-летний период (с 1974 по 1992 гг.) составило 875,5 га (рис. 1). Приведенные на рис. 1 данные о защитных насаждениях Минской области разделены на весенний и осенний сезоны создания. Наибольший пик производства отмечен для 1974 и 1989 гг. и составил 83,0 и 80,5 га, соответственно. При этом доля весенней посадки варьировала от 12,5% (в 1988 г.) до 88,0% (в 1975 г.). Период с 1974 г. по 1982 г. характеризуется спадом производства новых лесополос. Производство в 1982 г. показало себя одним из самых низких по Минской области – 24,0 га. Следующий период 1983–1989 гг. связан с постепенным увеличением производства новых защитных

насаждений (от 26,0 га к 80,5 га). Второй пик производства отмечается в 1989 г. (80,5 га), после которого происходит снижение количества новых посадок до 1992 г. (13,0 га). Начиная с 1993 г. защитные насаждения на территории Минской области силами лесхозов не создавали. Если сравнивать их сезонное создание, то в весенний период (436,2 га) создано на 3,1 га меньше насаждений, чем в осенний (439,3 га). Всего за 20-летний период (с 1974 г. по 1995 гг.) списано и погибло 50,2 га или 5,73%.

В среднем приживаемость создаваемых на территории Минской области защитных насаждений за 20-летний период (1974–1992 гг.) составляет 81,8%, в том числе по сезонам: весной – 82,6%, осенью – 81,1%. На рис. 2 показана средняя приживаемость для каждой породы в Минской области за весь период наблюдений. Отмечено, что липа европейская (91,6%), сосна обыкновенная (90,5%) и вяз шершавый (89,5%) обладают большей приживаемостью в сравнении с другими видами. Наименьшая приживаемость характерна для ели европейской и березы повислой (80,9–81,7%).

Согласно данным Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь только на дефляционно-опасных и эродированных землях Минской области созданы защитные насаждения общей протяженностью 629,3 км на площади 813,9 га (93,0% всех насаждений). Наибольшее количество защитных древесных насаждений создано в

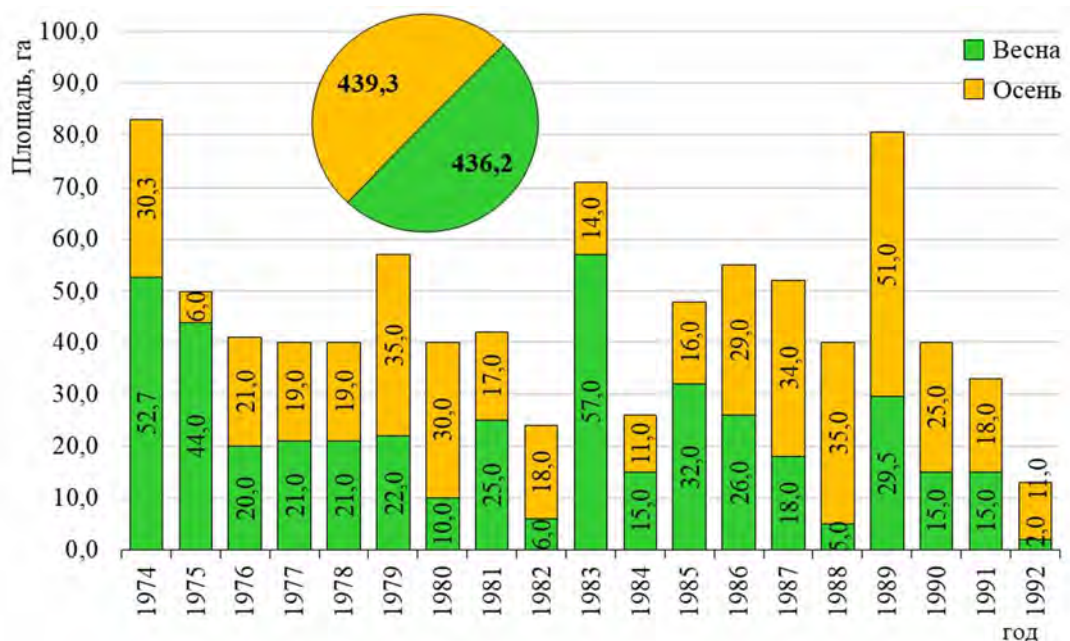


Рис. 1. Количество созданных на территории Минской области защитных древесных насаждений в различных вегетационный период

Fig. 1. The quantity of protective wood plantings created in Minsk region in various vegetation period

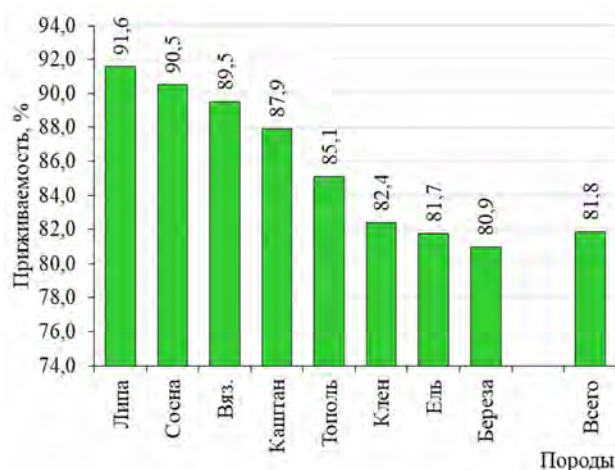


Рис. 2. Средняя приживаемость различных пород в защитных насаждениях на территории Минской области за 1974–1995 гг.

Fig. 2. The average survival rate of various species in protective plantings on territory of the Minsk region for period 1974–1995

Червенском (331,7 га или 40,75%), Солигорском (145,0 га или 17,82%) и Любанском (123,0 га или 15,1%) районах (рис. 3). В 2023–2024 гг. обследовано 387,5 км или 656,4 га собственно полевых защитных полос (см. далее). Следовательно, сохранность их составляет на момент проведения исследований всего 61,5%.

Таким образом, начало создания защитных насаждений положено в 1960-е гг. В ряде районов прошло уже 65–70 лет со времени создания первых защитных полос (в основном из тополя), и они достигли предельного возраста, посадки приходят в негодность. Учитывая бесхозность некоторых насаждений, отсутствие ухода, несанкционированную вырубку, увеличение частоты экстремальных погодных явлений (в частности, ураганные ветра), в настоящее время значительная часть защитных посадок утрачена и снизила свою эффективность.

После 30–40 лет эксплуатации многие сохранившиеся полевые защитные лесные полосы нуждаются в уходе или реконструкции. Сравнивая площади сохранившихся к настоящему времени полевых защитных древесных насаждений с ранее созданными, следует отметить, что ни в районах, ни в области точные данные о сохранившихся на настоящее время насаждениях отсутствуют (по экспертной оценке – 61,5%). Большая часть защитных насаждений на территории Минской области вырублена под предлогом наведения порядка на земле в период с 2011 по 2015 гг. С использованием имеющихся топокарт, космоснимков выбраны полигоны с защитными древесными насаждениями на территории всех 22 административных районов Минской области. На основе проведенных изысканий выполнены полевые исследования в 2023 и 2024 гг.

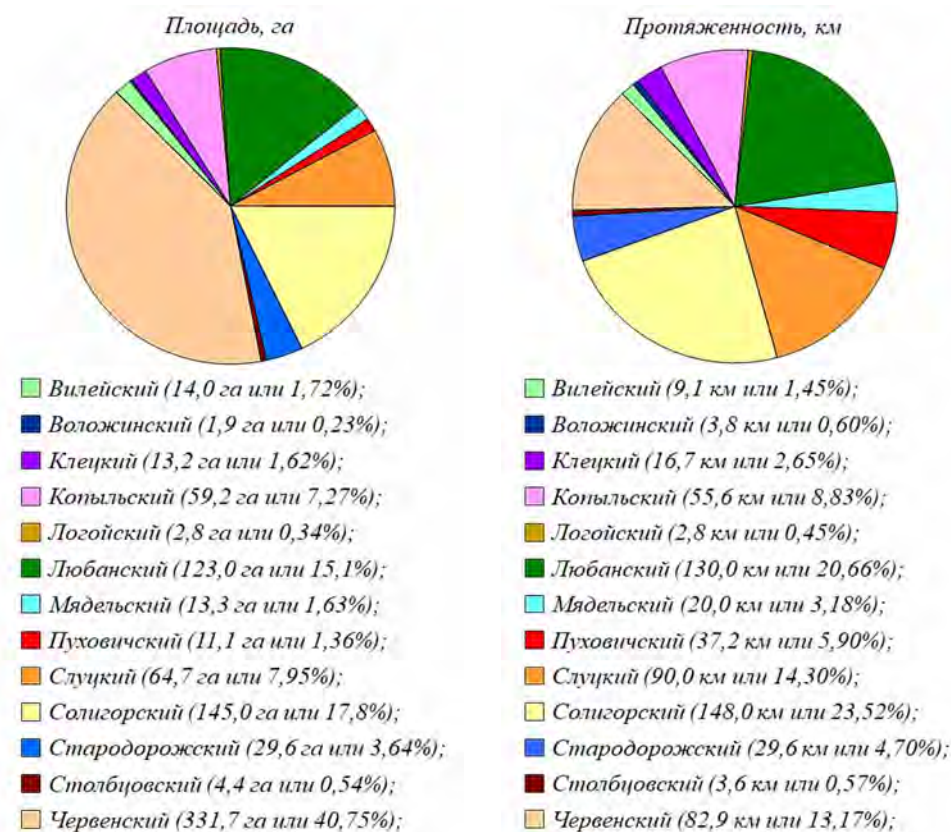


Рис. 3. Количество (площадь и протяженность) созданных на территории Минской области за период 1960–1995 гг. защитных лесных насаждений на дефляционно-опасных и эродированных землях (по данным Минлесхоза)

Fig. 3. The quantity (area and length) of protective wood plantings created in Minsk region on deflation-hazardous and eroded lands for period 1960–1995 (according to Ministry of Forestry)

ОБЪЕКТЫ (МАТЕРИАЛЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На территории Минской области в 2023–2024 гг. обследованы искусственно созданные поле- и сажозащитные насаждения, а также насаждения вдоль автомобильных дорог, выполняющие, кроме всего прочего, полезащитные функции (рис. 4). Естественные насаждения и насаждения, выполняющие снегозадерживающие функции не учитывали. Всего обследовано 770 насаждений общей протяженностью 969,2 км и площадью 1639,6 га, в том числе по административным районам: Березинский (13 шт., 12,1 км, 15,0 га); Борисовский (15 шт., 18,8 км, 32,5 га); Вилейский (30 шт., 26,9 км, 45,4 га); Воложинский (16 шт., 11,1 км, 22,2 га); Дзержинский (31 шт., 50,1 км, 87,7 га); Клецкий (37 шт., 58,5 км, 93,6 га); Копыльский (55 шт., 69,9 км, 95,0 га); Крупский (9 шт., 14,8 км, 21,7 га); Логойский (21 шт., 16,7 км, 30,4 га); Любанский (108 шт., 165,6 км, 301,4 га); Минский (111 шт., 97,9 км, 191,4 га); Молодеченский (23 шт., 25,5 км, 38,8 га); Мядельский (19 шт., 24,3 км, 39,1 га); Несвижский (28 шт., 35,1 км, 69,8 га); Пуховичский (37 шт., 37,4 км, 55,2

га); Слуцкий (42 шт., 57,8 км, 82,6 га); Смолевичский (17 шт., 35,6 км, 83,4 га); Солигорский (42 шт., 62,7 км, 76,1 га); Стародорожский (42 шт., 50,7 км, 98,7 га); Столбцовский (23 шт., 21,4 км, 41,1 га); Узденский (26 шт., 32,6 км, 50,1 га); Червенский (25 шт., 43,8 км, 68,2 га). Все обследованные участки характеризовались различным возрастом, происхождением, породным составом, состоянием, сохранностью и другими лесоводственно-экологическими критериями.

Среди обследованных защитных насаждений Минской области абсолютное большинство отнесены к категории полезащитных – 97,1%, из которых собственно полезащитных – 40,0% (387,5 км, 656,4 га), посаженных вдоль дорог, но выполняющие полезащитные функции – 57,1% (553,0 км, 943,9 га); остальные 2,9% (28,6 км, 39,3 га) приходятся на сажозащитные насаждения (см. рис. 4). По аэродинамическим свойствам наиболее часто встречаются плотные защитные лесные полосы – 36,2%. На долю полос с ажурной конструкцией приходится 34,0%. Не-

значительно меньшую площадь занимают полосы с продуваемой конструкцией – 29,8% (см. рис. 4). По возрасту преобладают 40-летние насаждения (46,9%); значительная доля 30-летних насаждений (39,3%). Также в посадках обследованы насаждения 10, 20, 50, 60 лет, а также одно сосновое насаждение в Любанском районе возрастом 135 лет, на долю которых в совокупности приходится 13,8% (см. рис. 4).

Полезащитные насаждения в Минской области характеризуются высокой сохранностью (в среднем – 78,7%). Насаждения с сохранностью более 80% занимают 69,4%; с сохранностью 60–70% – 21,7% насаждений. Сохранность 50% и ниже характерна для 8,8% (рис. 5).

Структура лесополос на территории Минской области классическая: главные (основные) породы, составляющие костяк насаждения и выполняющие или способные в дальнейшем выполнить основные защитные функции, и сопутствующие – способствующие улучшению роста и биологической устойчивости главных пород. Породный состав древесных растений в защит-

ных полосах достаточно разнообразен и включает 17 видов. Главные породы в составе защитных насаждений в зависимости от их происхождения приведены на рис. 6 и 7. Как видно, береза повислая получила широкое распространение как главная порода в защитных лесополосах (48,5%). Береза повислая – это древесная порода, которая отличается быстротой роста, долговечностью произрастания и относительно высокой устойчивостью к антропогенным нагрузкам, что обуславливает ее выбор, как основной породы при создании защитных насаждений.

Также значительную долю занимают насаждения тополя (24,1%). Насаждения липы мелколистной занимают 7,4%, ясеня обыкновенного – 5,2%, клена остролистного – 4,8%, дуба черешчатого – 2,8%, сосны обыкновенной – 2,1%, ели европейской – 1,1%. На остальные породы (вяз, ольха черная, осина, лиственница, груша, ива древовидная, рябина) приходится меньше 1% на каждую породу. Следует отметить, что на участках в составе древостоя и подроста встречаются инвазии дуба красного и клена ясенелистного.



Рис. 4. Распределение обследованных защитных насаждений на территории Минской области по категориям защитности (А), конструкции (Б) и возрасту (В)

Fig. 4. Distribution of observed protective plantings on the territory of the Minsk region by categories of protection (A), construction (B) and age (B)

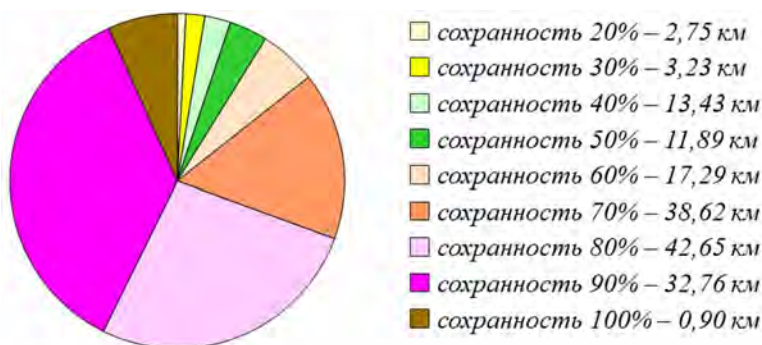


Рис. 5. Распределение обследованных защитных насаждений на территории Минской области по сохранности

Fig. 5. Distribution of examined protective stands in the Minsk region by safety

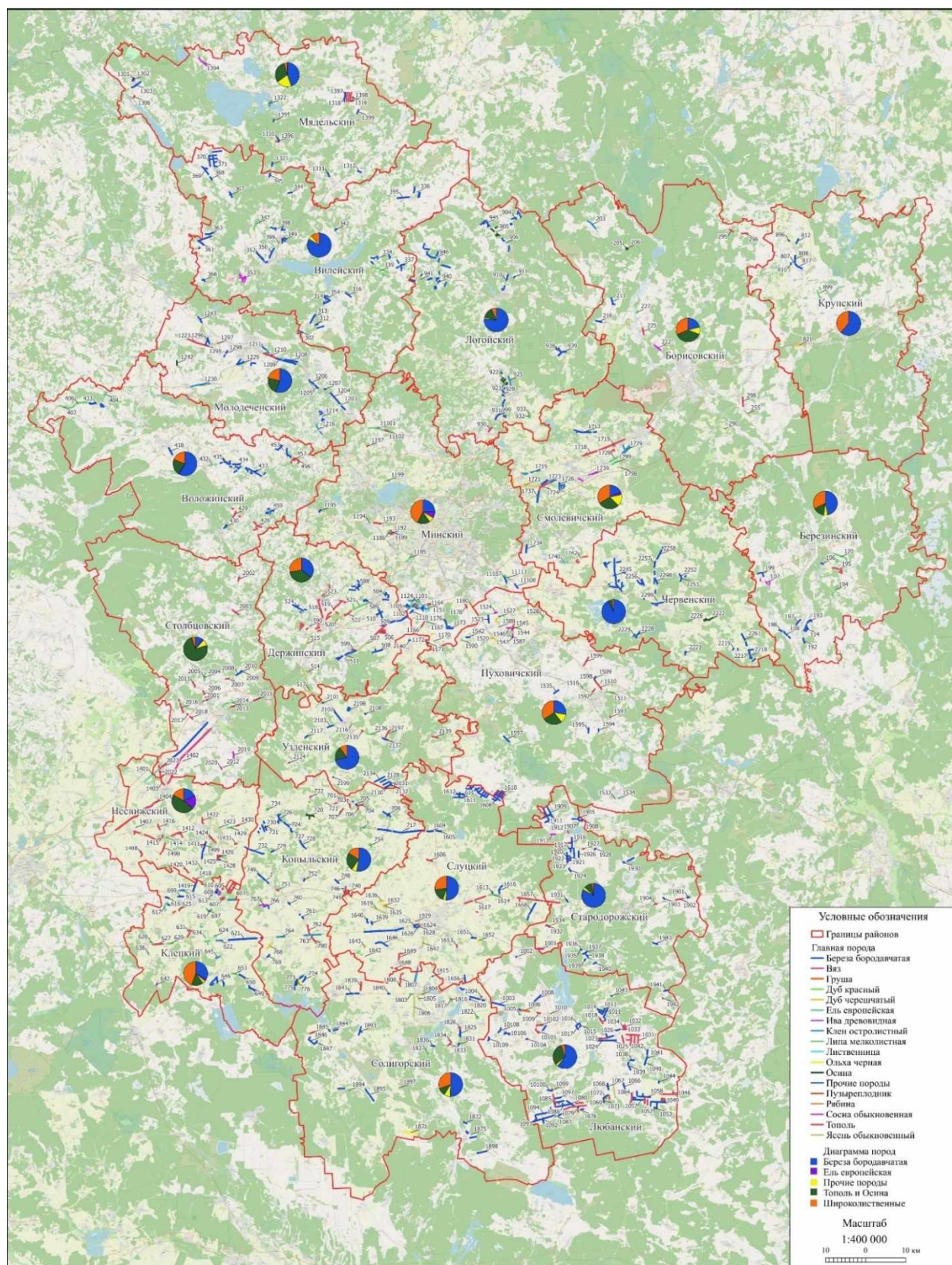


Рис. 6. Тематическая карта распределения защитных древесных насаждений на территории Минской области по главной породе

Fig. 6. The thematic map of distribution of protective wood plantings on the territory of the Minsk region by main species

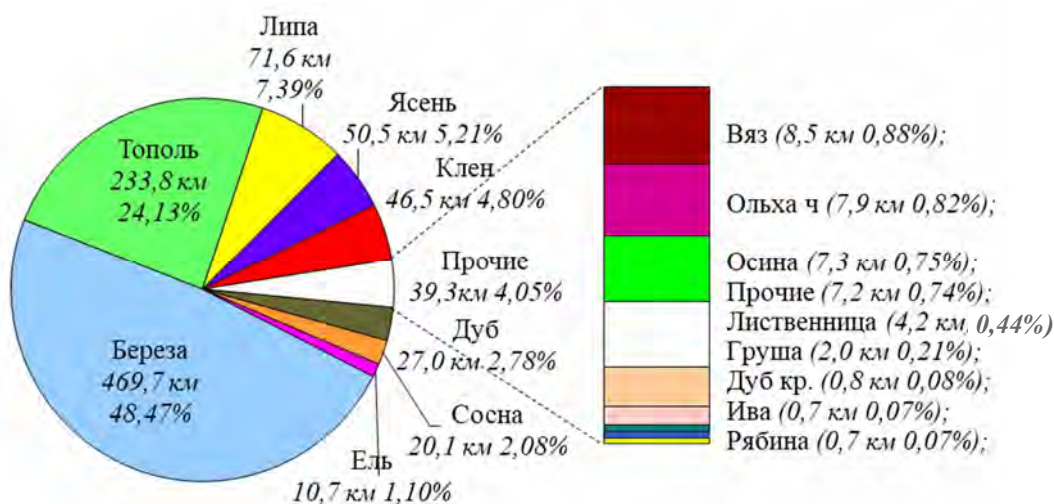


Рис. 7. Распределение обследованных защитных древесных насаждений на территории Минской области по главной породе

Fig. 7. The distribution of observed protective wood plantings on the territory of the Minsk region by main species

В основу положены адаптированные для целей исследований методики мониторинга защитных древесных насаждений [13]. Оценку состояния деревьев и древостоев проводили на основе общеевропейской методики экологического лесного мониторинга, изложенной в Руководство по методам ICP Forests [14]. Оценку жизненного состояния деревьев проводили на основе «Санитарных правил в лесах Республики Беларусь» [15]. Шкала категорий состояния деревьев: 1 – без признаков ослабления; 2 – ослабленные; 3 – сильно ослабленные; 4 – усыхающие; 5 – свежий сухостой; 6 – старый сухостой. Отнесение насаждений к категориям жизненного состояния осуществляли на основе модифицированной шкалы

В. А. Алексеева [16], в соответствии с которой древостой с индексом состояния 90–100% относится к категории «здоровых», 80–89% – «здоровых с признаками ослабления», 70–79% – «ослабленных», 50–69% – «поврежденных», 20–49% – «сильно поврежденных», менее 20% – «разрушенных» (рис. 8, 9).

По значению средневзвешенной категории состояния (СКС) выделяют пять степеней деградации древостоев: 1-я – отсутствие деградации (здоровый древостой – 1,0–1,5 балла), 2-я – слабая деградация (1,6–2,5 балла), 3-я – средняя деградация (2,6–3,5 балла), 4-я – сильная деградация (3,6–4,5 балла), 5-я – полная деградация (4,6 и более баллов) [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Состояние

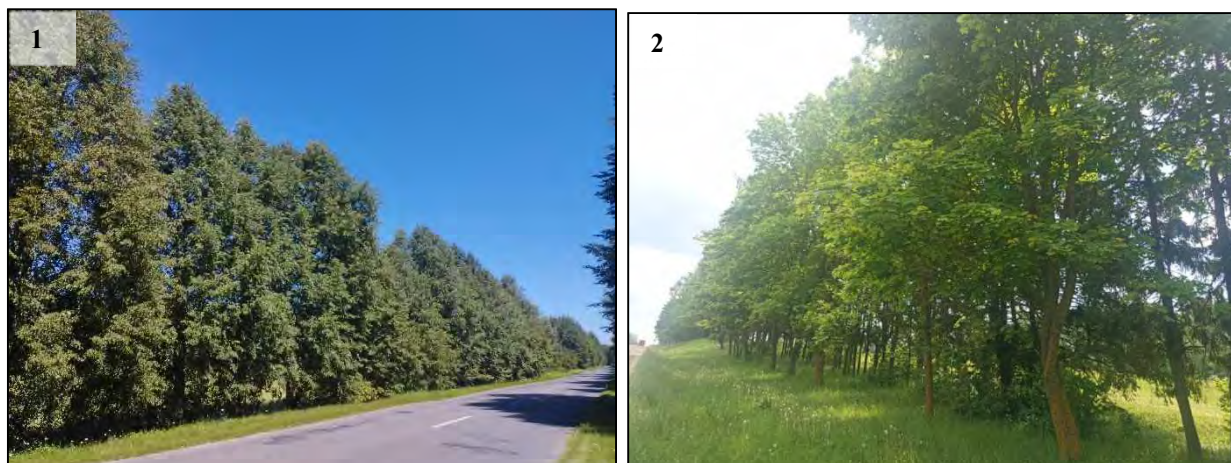
На категориях состояния древостоев в дальнейшем базируется диагностика текущего жизненного состояния конкретного защитного древесного насаждения по комплексу рассчитанных интегральных показателей (индексов), применяемых при мониторинге защитных древесных насаждений [13]: относительное жизненное состояние (далее – ИС, %), степень дефолиации (далее – Дф, %). Тематическая карта распределения защитных древесных насаждений Минской области по состоянию приведена на рис. 10. Распределение обследованных насаждений по категориям жизненного состояния в разрезе административных районов приведено в табл.

В Минской области среди обследованных защитных насаждений преобладают «здоровые» –

42,1%; значительную часть занимают «здоровые с признаками ослабления» насаждения – 29,1%. К «ослабленным» насаждениям отнесено 19,0%; к «поврежденным» – 7,8%; «сильно поврежденным» – 1,3%; «разрушенным» – 0,7% (см. табл.).

В Минской области среди обследованных защитных насаждений преобладают «здоровые» – 42,1%; значительную часть занимают «здоровые с признаками ослабления» насаждения – 29,1%. К «ослабленным» насаждениям отнесено 19,0%; к «поврежденным» – 7,8%; «сильно поврежденным» – 1,3%; «разрушенным» – 0,7% (см. табл.).

Анализ состояния живых деревьев в обследованных насаждениях по степени дефолиации показал, что 43,1% всех оцененных деревьев не имеют признаков повреждения (дефолиация 0–10%). Остальные 56,9% охарактеризованы как



«Здоровые» насаждения в Березинском (1) и Молодечненском (2) районах



«Здоровые с признаками ослабления» насаждения в Борисовском (3) и Вилейском (4) районах



«Ослабленные» насаждения в Крупском (5) и Смолевичском (6) районах

Рис. 8. Фотографии 1–6 категорий жизненного состояния обследованных в 2023–2024 гг. защитных насаждений Минской области

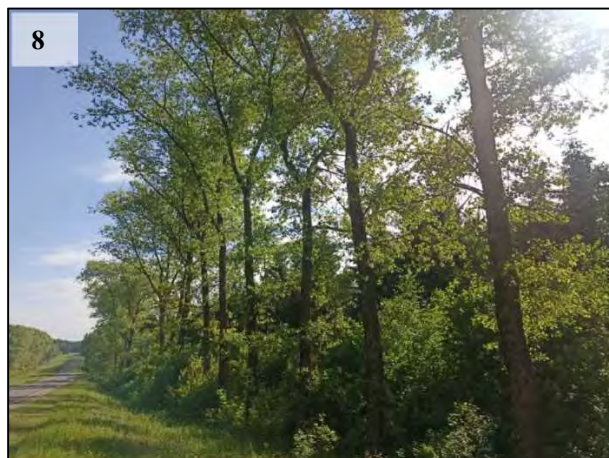
Fig. 8. Photos 1–6 of the categories of the life state of observed protective wood plantings on the territory of the Minsk region in 2023–2024

поврежденные. При этом на «слабоповрежденные» деревья (дефолиация 15–25%) приходится 52,6%; «среднеповрежденные» (30–60%) – 3,5%; «сильноповрежденные» (60–99%) – 0,7%; «усыхающие» на момент проведения исследований деревья отсутствовали.

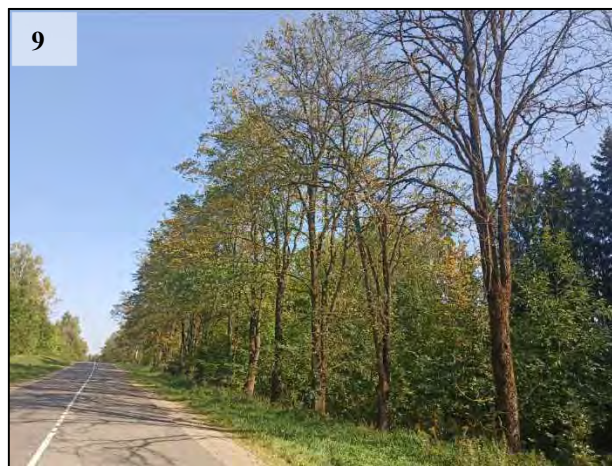
Наибольшая дефолиация отмечена у деревьев рябины – средневзвешенный показатель равен 26,7% (рис. 11). Наименьшая характерна деревьям ивы древовидной – 0,8%. В целом по степени улучшения дефолиации древесные породы расположены в следующем порядке (начиная с

самого высокого): рябина (средняя дефолиация 26,7%) > тополь (22,7%) > лещина (21,9%) > ель (20,7%) > дуб красный (18,9%) > дуб черешчатый (14,3%) > ясень обыкновенный (11,9%) > липовенница европейская (11,8%) > береза повислая

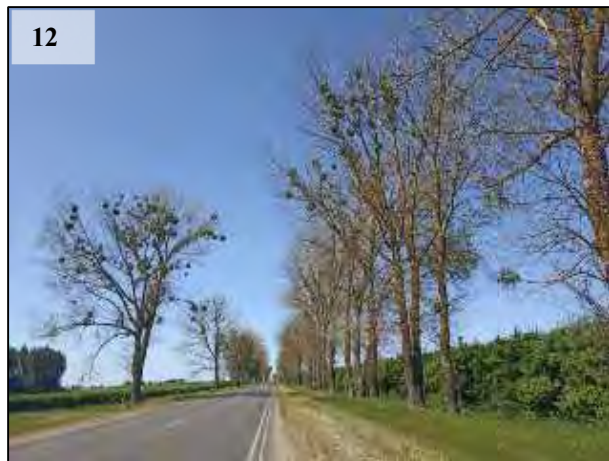
(11,4%) > сосна обыкновенная (11,3%) > груша домашняя (11,0%) > вяз шершавый (10,3%) > клен остролистный (9,9%) > ольха черная (9,4%) > липа мелколистная (5,7%) > осина (4,5%) > ива древовидная (0,8%).



«Поврежденные» насаждения в Воложинском (7) и Логойском (8) районах



«Сильно поврежденные» насаждения в Смолевичском (9) и Дзержинском (10) районах



«Разрушенные» насаждения в Мядельском (11) и Столбцовском (12) районах

Рис. 9. Фотографии 7–12 категорий жизненного состояния обследованных в 2023–2024 гг. защитных насаждений Минской области

Fig. 9. Photos 7–12 of the categories of the life state of observed protective wood plantings on the territory of the Minsk region in 2023–2024

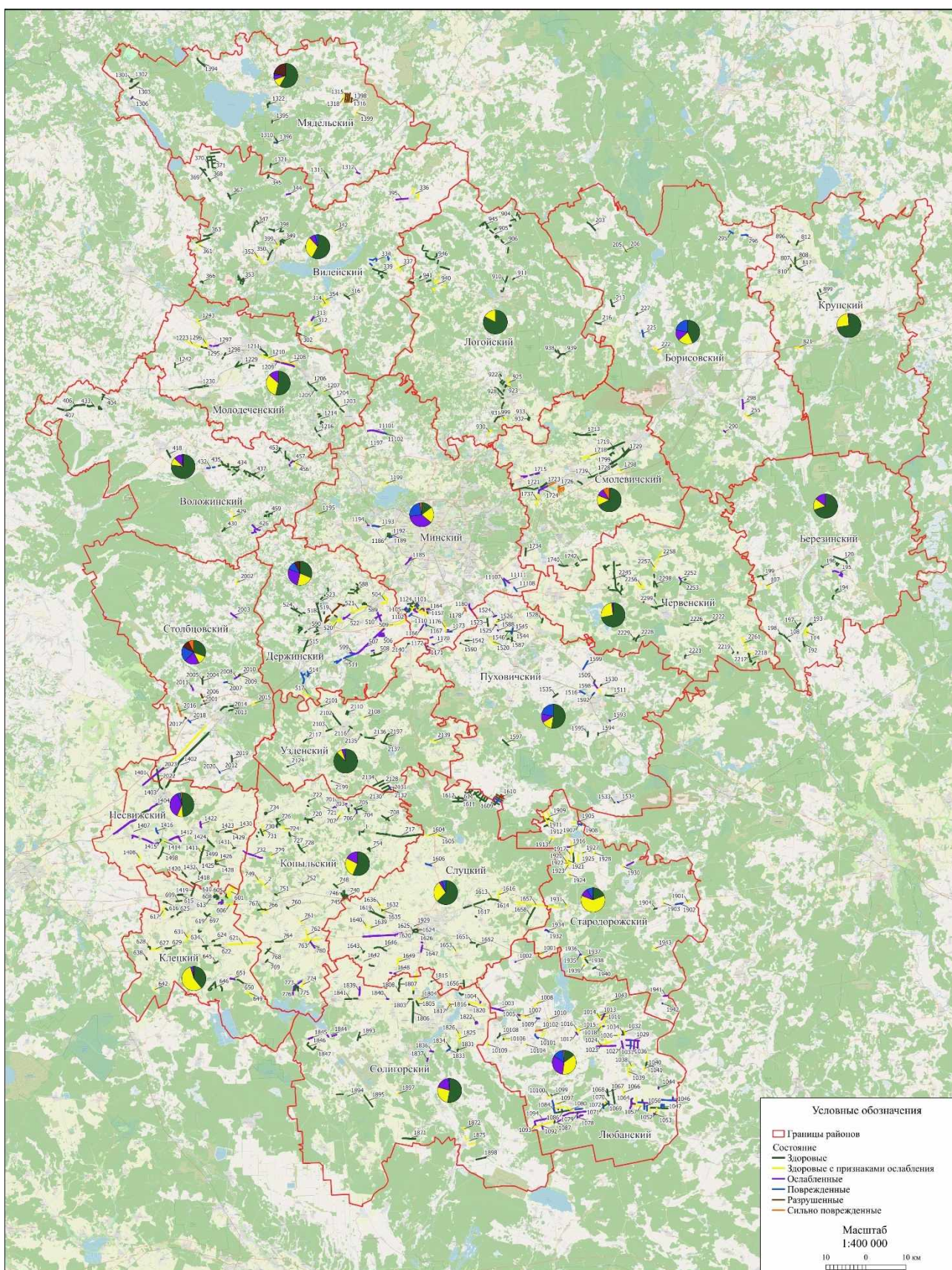


Рис. 10. Тематическая карта распределения защитных древесных насаждений на территории Минской области по их состоянию

Fig. 10. The thematic map of distribution of protective wood plantings on the territory of the Minsk region by state

Таблица. Распределение обследованных насаждений на территории Минской области по индексам жизненного состояния и степени дефолиации в разрезе административных районов (для живой части древостоев)

Table. Distribution of observed protective wood plantings on the territory of the Minsk region by indices of the life state and degree of defoliation in the context of administrative districts (for living part of stands)

Административный р-н	Кол-во, шт	Категория состояния, м/%							Средние			Средняя категория состояния
		здоровые	здоровые с признаками ослабления	ослабленные	поврежденные	сильно поврежденные	разрушенные	ВСЕ-ГО	сохранность	ИС, %	Дф, %	
Березинский	13	<u>9770</u> 80,48	<u>1730</u> 14,25	<u>640</u> 5,27	–	–	–	<u>12140</u> 100,00	90,6	94,2	7,0	Здоровые
Борисовский	15	<u>9100</u> 48,51	<u>4300</u> 22,92	<u>1350</u> 7,20	<u>4010</u> 21,38	–	–	<u>18760</u> 100,00	87,8	83,0	14,7	Здоровые с признаками ослабления
Вилейский	30	<u>17567</u> 65,36	<u>6790</u> 25,26	<u>1940</u> 7,22	<u>580</u> 2,16	–	–	<u>26877</u> 100,00	80,6	91,4	8,6	Здоровые
Воложинский	16	<u>9450</u> 85,40	<u>495</u> 4,47	<u>710</u> 6,42	<u>410</u> 3,71	–	–	<u>11065</u> 100,00	74,1	94,4	5,9	Здоровые
Дзержинский	31	<u>12687</u> 25,35	<u>11880</u> 23,74	<u>20235</u> 40,43	<u>4400</u> 8,79	<u>200</u> 0,40	<u>650</u> 1,30	<u>50052</u> 100,00	65,1	79,6	16,3	Ослабленные
Клецкий	37	<u>19575</u> 33,45	<u>34000</u> 58,09	<u>4300</u> 7,35	<u>650</u> 1,11	–	–	<u>58525</u> 100,00	86,5	87,6	12,6	Здоровые с признаками ослабления
Копыльский	55	<u>35012</u> 50,12	<u>18150</u> 25,98	<u>16050</u> 22,97	–	<u>650</u> 0,93	–	<u>69862</u> 100,00	80,8	88,5	11,3	Здоровые с признаками ослабления
Крупский	9	<u>12450</u> 84,24	<u>2130</u> 14,41	<u>200</u> 1,35	–	–	–	<u>14780</u> 100,00	84,6	94,5	4,7	Здоровые
Логойский	21	<u>12720</u> 76,08	<u>4000</u> 23,92	–	–	–	–	<u>16720</u> 100,00	81,4	93,0	6,4	Здоровые
Любанский	108	<u>22360</u> 13,51	<u>65450</u> 39,53	<u>51635</u> 31,19	<u>24120</u> 14,57	<u>2000</u> 1,21	–	<u>165565</u> 100,00	68,8	79,1	18,3	Ослабленные
Минский	111	<u>15230</u> 15,56	<u>28270</u> 28,87	<u>34835</u> 35,58	<u>14520</u> 14,83	<u>5050</u> 5,16	–	<u>97905</u> 100,00	76,5	78,2	18,7	Ослабленные
Молодеченский	23	<u>14210</u> 55,73	<u>6390</u> 25,06	<u>1900</u> 7,45	<u>3000</u> 11,76	–	–	<u>25500</u> 100,00	81,7	88,3	9,9	Здоровые с признаками ослабления
Мядельский	19	<u>9135</u> 37,54	<u>9200</u> 37,81	<u>1200</u> 4,93	<u>400</u> 1,64	–	<u>4400</u> 18,08	<u>24335</u> 100,00	71,3	75,3	20,6	Ослабленные
Несвижский	28	<u>17430</u> 49,63	<u>4640</u> 13,21	<u>10100</u> 28,76	<u>2000</u> 5,69	<u>950</u> 2,71	–	<u>35120</u> 100,00	70,8	84,3	13,7	Здоровые с признаками ослабления
Пуховичский	37	<u>21900</u> 58,51	<u>4550</u> 12,16	<u>3750</u> 10,02	<u>7230</u> 19,32	–	–	<u>37430</u> 100,00	79,6	87,4	11,2	Здоровые с признаками ослабления
Слуцкий	42	<u>38540</u> 66,72	<u>12700</u> 21,99	<u>4126</u> 7,14	<u>2400</u> 4,15	–	–	<u>57766</u> 100,00	82,0	91,5	8,4	Здоровые
Смолевичский	17	<u>26400</u> 74,16	<u>4400</u> 12,36	<u>3100</u> 8,71	–	<u>1700</u> 4,78	–	<u>35600</u> 100,00	83,2	89,7	10,2	Здоровые с признаками ослабления
Солигорский	42	<u>32260</u> 51,48	<u>16400</u> 26,17	<u>12250</u> 19,55	<u>1750</u> 2,79	–	–	<u>62660</u> 100,00	78,8	87,6	11,7	Здоровые с признаками ослабления
Стародорожский	42	<u>6810</u> 13,44	<u>32350</u> 63,84	<u>5980</u> 11,80	<u>5530</u> 10,91	–	–	<u>50670</u> 100,00	74,6	82,5	15,7	Здоровые с признаками ослабления
Столбцовский	23	<u>6555</u> 30,67	<u>3000</u> 14,04	<u>4450</u> 20,82	<u>3120</u> 14,60	<u>2200</u> 10,29	<u>2050</u> 9,59	<u>21375</u> 100,00	71,1	70,8	24,5	Ослабленные
Узденский	26	<u>25910</u> 79,41	<u>4470</u> 13,70	<u>450</u> 1,38	<u>1800</u> 5,52	–	–	<u>32630</u> 100,00	83,1	93,1	9,2	Здоровые
Червенский	25	<u>33015</u> 75,35	<u>6380</u> 14,56	<u>4420</u> 10,09	–	–	–	<u>43815</u> 100,00	87,4	94,4	6,8	Здоровые
ИТОГО	770	<u>408086</u> 42,11	<u>281675</u> 29,06	<u>183621</u> 18,95	<u>75920</u> 7,83	<u>12750</u> 1,32	<u>7100</u> 0,73	<u>969152</u> 100,00	77,3	85,0	13,6	Здоровые с признаками ослабления

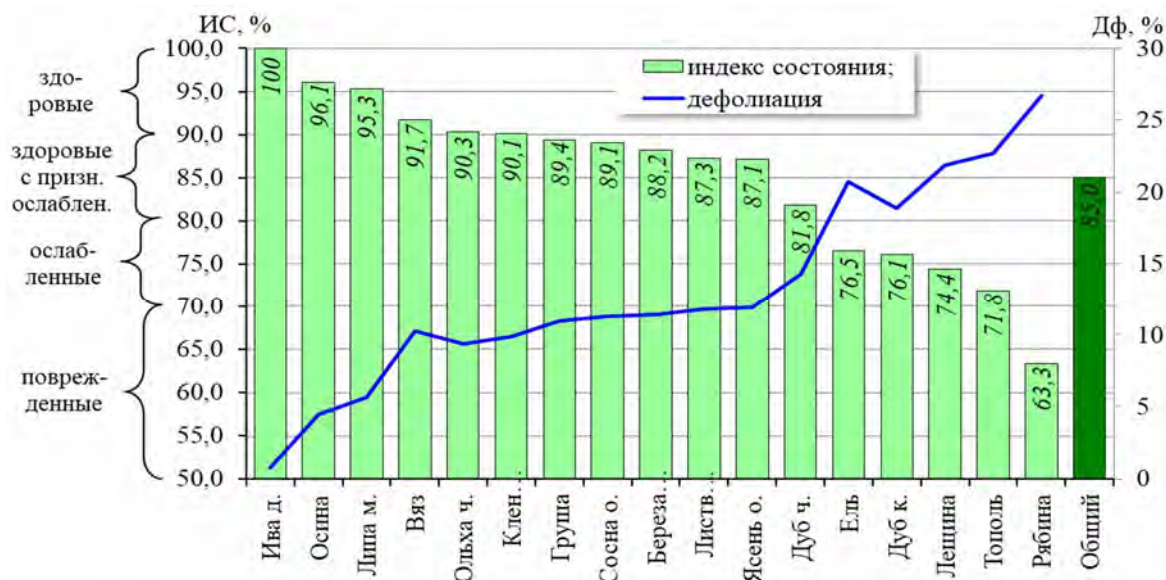


Рис. 11. Распределение обследованных защитных древесных насаждений на территории Минской области по индексам жизненного состояния и степени дефолиации по породам (для живой части древостоев)

Fig. 11. Distribution of observed protective wood plantings on the territory of the Minsk region by indices of the life state and degree of defoliation by species (for living part of stands)

Похожая ситуация и по индексам жизненного состояния деревьев (см. рис. 11) – наибольший у ивы древовидной, наименьший у деревьев рябины. В целом по индексу жизненного состояния насаждения древесных пород расположены в следующем порядке:

- «поврежденные»: рябина (63,3%);
- «ослабленные»: тополь (71,8%) < лещина обыкновенная (74,4%) < дуб красный (76,1%) < ель европейская (76,5%);
- «здоровые с признаками ослабления»: дуб черешчатый (81,8%) < ясень обыкновенный (87,1%) < лиственница (87,3%) < береза повислая (88,2%) < сосна обыкновенная (89,1%) < груша домашняя (89,4%);
- «здоровые»: клен остролистный (90,1%) < ольха черная (90,3%) < вяз шершавый (91,7%) < липа мелколистная (95,3%) < осина (96,1%) < ива древовидная (100,0%).

В разрезе административных районов (см. табл.) улучшение состояния насаждений следующее:

- «ослабленные»: Столбцовский (ИС=70,8%; Дф=24,5%; сохранность = 71,1%) < Мядельский (ИС=75,3%; Дф=20,6%; сохранность = 71,3%) < Минский (ИС=78,2%; Дф=18,7%; сохранность = 76,5%) < Любанский (ИС=79,1%; Дф=18,3%; сохранность = 68,8%) < Дзержинский (ИС=79,6%; Дф=16,3%; сохранность = 65,1%);
- «здоровые с признаками ослабления»: Стародорожский (ИС=82,5%; Дф=15,7%; сохранность = 74,6%) < Борисовский (ИС=83,0%; Дф=14,7%; сохранность = 87,8%) < Несвижский (ИС=84,3%;

Дф=13,7%; сохранность = 70,8%) < Пуховичский (ИС=87,4%; Дф=11,2%; сохранность = 79,6%) < Солигорский (ИС=87,6%; Дф=11,7%; сохранность = 78,8%) < Клецкий (ИС=87,6%; Дф=12,6%; сохранность = 86,5%) < Молодеченский (ИС=88,3%; Дф=9,9%; сохранность = 81,7%) < Копыльский (ИС=88,5%; Дф=11,3%; сохранность = 80,8%) < Смолевичский (ИС=89,7%; Дф=10,2%; сохранность = 83,2%);

- «здоровые»: Вилейский (ИС=91,4%; Дф=8,6%; сохранность = 80,6%) < Слуцкий (ИС=91,5%; Дф=8,4%; сохранность = 82,0%) < Логойский (ИС=93,0%; Дф=6,4%; сохранность = 81,4%) < Узденский (ИС=93,1%; Дф=9,2%; сохранность = 83,1%) < Березинский (ИС=94,2%; Дф=7,0%; сохранность = 90,6%) < Воложинский (ИС=94,4%; Дф=5,9%; сохранность = 74,1%) < Червенский (ИС=94,4%; Дф=6,8%; сохранность = 87,4%) < Крупский (ИС=94,5%; Дф=4,7%; сохранность = 84,6%).

В среднем на территории Минской области обследованные защитные насаждения характеризуются как «здоровые с признаками ослабления» (средний индекс жизненного состояния 85,0%, средняя дефолиация – 13,9%, средняя сохранность – 77,3%).

По величине средневзвешенной категории состояния (СКС) древостоев, составляющей 2,3 балла, насаждения классифицируются как относящиеся ко второй категории состояния, что соответствует стадии слабой деградации в пределах диапазона 1,6–2,5 балла.

Видовой состав подроста в насаждениях весьма разнообразен. Преимущественно во всех фитоценозах в подросте доминирует ель; в сухих и свежих сосняках – сосна; в полидоминантных древостоях в подросте и втором ярусе широко представлены широколиственные породы. В составе подроста встречаются инвазивные виды, такие как робиния ложноакациевая (акация белая), дуб красный и клен ясенелистный. Подрост преимущественно относится к неблагонадежному. Отсутствует подрост на 42,1% обследованных лесополосах.

Подлесок в обследованных насаждениях отсутствует на 40,0% лесополосах. Проективное покрытие подлеска в обследованных насаждениях варьирует от почти полного отсутствия до 85%. Видовой состав представлен как правило кустарниковыми ивами, реже рябиной обыкновенной, крушиной ломкой, лещиной обыкновенной, бересклетами европейским и бородавчатым, свидиной, яблонями домашней и ягодной, грушей домашней, шиповником, смородиной черной, калиной и прочими. В составе подроста встречаются инвазивные виды, в том числе виды, проявляющие склонность к инвазиям, использование которых ограничено: карагана древовидная (акация желтая), пузыреплодник калинолистный, ирга круглолистная и другие.

Живой напочвенный покров развит сравнительно хорошо и представлен в зависимости от условий произрастания преимущественно злаками или нитрофильными видами. Низкое проективное покрытие под отдельными лесополосами связано с формационной и типологической структурой насаждений.

Динамика состояния полезащитных насаждений Минской области по данным мониторинговых наблюдений

Мониторинг защитных древесных насаждений на землях сельскохозяйственного назначения – система регулярных наблюдений за состоянием защитных древесных насаждений (вне лесного фонда) для оценки их соответствия целевому назначению, прогноза возможных изменений их биологических и функциональных характеристик под воздействием природных и антропогенных факторов и разработки рекомендаций по их эксплуатации [13]. Локальные сети мониторинга защитных древесных насаждений созданы в Беларуси в 14 административных районах и включает 157 пунктов наблюдения. На территории Минской области мониторинг защитных древесных насаждений проводится в 4 административных районах: Смолевичском (8 пунктов наблюдения), Узденском (5), Минском (16) и Любанском (14). В совокупности на территории

каждого района оценивали состояние около 1,5–2,5 тысяч деревьев.

Локальные сети мониторинга защитных древесных насаждений на территории *Узденского и Минского районов Минской области* созданы в 2015 г. По результатам оценки состояния на момент закладки пунктов наблюдения в Узденском районе наивысший индекс жизненного состояния 93,6%, соответствующий категории «здоровое», получило 15-летнее березовое насаждение, на остальных пунктах наблюдения по индексу жизненного состояния (84,3–87,6%) защитные древесные насаждения отнесены к категории «здоровые с признаками ослабления». Доля деревьев категории «без признаков ослабления» составляло 66,2–83,6%, «ослабленных» – 11,5–27,0%, «сильно ослабленных» – 4,9–12,0%, «усыхающих» и «сухих» – 0,7–4,0%. За прошедшие 5 лет состояние обследованных насаждений ухудшилось: индекс состояния с 87,8% в 2015 г. снизился до 79,6% в 2020 г.; на 12,5% уменьшилось количество деревьев «без признаков ослабления», при этом увеличилось количество «ослабленных» (на 3,0%), «сильно ослабленных» (на 5,2%), «усыхающих» (на 2,9%) и «сухостойных» (на 1,4%) (рис. 12).

Наблюдения за состоянием защитных древесных насаждений в Минском районе показали, что на момент закладки локальной сети пунктов наблюдения обследованные насаждения в среднем оценивали как «здоровые с признаками ослабления» (индекс состояния – 86,4%). Наиболее высоким индексом жизненного состояния из древесных пород в составе защитных древесных насаждений в Минском районе отличались лиственница и береза (индекс состояния – 90,0–94,6%, что соответствует категории «здоровые»); к «здоровым с признаками ослабления» относились тополь, дуб и липа (81,4–86,5%), к «поврежденным» и «сильно поврежденным» – каштан и ель (62,2 и 40,9%). Особняком в районе обследования находились защитные полосы из лещины – по жизненному состоянию (92,8–96,2%) они отнесены к категории «здоровые», преобладали особи «без признаков ослабления» (84,0–89,1%). Основным недостатком их является непродуваемая конструкция.

В совокупности по всем заложенным в Минском районе пунктам наблюдения доля деревьев «без признаков ослабления» составляла 71,9%, «ослабленных» – 15,1%, «сильно ослабленных» – 9,9%, усыхающих и сухих – 0,9 и 2,2%, соответственно. При повторном наблюдении в 2020 г. состояние обследованных насаждений несколько ухудшилось: индекс состояния снизился до 80,3%; на 12,4% уменьшилось количество де-

ревьев «без признаков ослабления», при этом увеличилась доля «ослабленных» (на 7,0%), «сильно ослабленных» (на 3,4%), «усыхающих» (на 0,6%) и «сухостойных» (на 1,4%) (см. рис. 12). Для сохранения защитных свойств древостоя необходима уборка сильно ослабленных, усыхающих и сухих деревьев, в липовых посадках – увеличение продуваемости конструкции и обрезка нижних ветвей.

В среднем по всем заложенным в 2016 г. пунктам наблюдений в защитных древесных насаждениях на территории *Любанского района Минской области* доля деревьев «без признаков ослабления» составила 59,7%, количество «ослабленных» – 27,6%, «сильно ослабленных» – 6,9%, «усыхающих» – 0,3%, «сухостойных» – 5,6% (см. рис. 12). В среднем индекс жизненного состояния обследованных насаждений составлял 81,7% (насаждения «здоровые с признаками ослабления»). Большинство защитных насаждений в Любанском районе соответствовало своему назначению: их защитные свойства на 10 пунктах наблюдения (71,4%) оценены баллом 5а. Также отвечали функциональному назначению насаждения на двух пунктах наблюдения (14,3%), оцененные баллом 4а. Остальные (14,3%) характеризовались недостаточно выраженными защитными свойствами, и на этих участках назрела необходимость проведения санитарных рубок и лесовосстановительных работ.

При повторном наблюдении через 7 лет состояние ухудшилось. В среднем индекс жизненного состояния обследованных насаждений составлял 74,4% (насаждения «ослабленные»). Наблюдалась тенденция, аналогичная прочим районам – уменьшение количества деревьев «без признаков ослабления» (на 11,0%), увеличение «ослабленных» (на 3,5%), «сильно ослабленных» (на 2,9%), «усыхающих» (на 0,6%) и «сухостойных» (на 3,9%) (см. рис. 12). Для сохранения защитных свойств древостоя необходимо проведение ухода, путем уборки захламленности, усыхающих и сухих деревьев.

В 2007 г. в *Смолевичском районе Минской области* на территории трех хозяйств (ЧУП «Озерицкий», СПК «Шипяны», РУП «Жодино») заложена локальная сеть пунктов мониторинга защитных древесных насаждений. Обследованные на момент закладки пунктов наблюдения насаждений оценивали в среднем как «здоровые с признаками ослабления» (индекс состояния – 85,9%). Через 7 лет состояние насаждений резко ухудшилось: количество «сухостойных» и «усыхающих» деревьев достигло 13,2% (на 9,8% больше чем в 2007 г.); индекс состояния снизился до 76,2%, а насаждения в совокупности оценили как «ослаб-

ленные». Индекс жизненного состояния на одном из обследованных насаждений упал до 63,3%, хотя в 2007 г. составлял 83,7%, а насаждение перешло в категорию «поврежденное».

В 2015–2016 гг. удален усыхающий древостой на одном из пунктов наблюдения, а своевременно проведенные уходы на пунктах наблюдения в ЧУП «Озерицкий» позволили сохранить защитные свойства насаждений и улучшить их конструкцию. Это привело к оздоровлению древостоев: к 2019 г. индекс состояния увеличился до 84,5%, а распределение обследованных деревьев по категориям жизненного состояния вернулось на уровень 2007 г. (см. рис. 12). За период 2019–2024 г. при отсутствии уходов наблюдалась тенденция ухудшения состояния: индекс состояния снизился до 72,6%; на 23,0% уменьшилось количество деревьев «без признаков ослабления», при этом увеличилась количество «ослабленных» (на 10,1%), «сильно ослабленных» (на 9,8%), «усыхающих» (на 0,7%) и «сухостойных» (на 2,3%) (см. рис. 12). Для сохранения и улучшения защитных свойств древостоев необходима система рубок ухода, включающая удаление усыхающих и сухих деревьев, и их восстановление.

В целом по результатам мониторинговых исследований динамики состояния полезащитных древесных насаждений на землях сельскохозяйственного назначения установлено:

- Повторные обследования свидетельствуют о наличии общей тенденции на ухудшение состояния полезащитных полос с увеличением возраста, ведущего к снижению их защитных свойств.

- Значительная часть защитных насаждений требует проведения мероприятий по их реконструкции, замене и уходу с целью повышения выполняемых ими защитных функций.

- При проведении уходов – состояние улучшалось (пример, уходы проводили на территории Смолевичского района в 2015–2016 гг.).

- Выявлены угрозы функционированию защитных насаждений и разработаны предложения по улучшению их функциональной эффективности.

Хозяйственные мероприятия

Материалы инвентаризации и результаты мониторинговых наблюдений позволяют судить об эффективности системы защитных древесных насаждений, характере и объемах мероприятий по ее повышению (дополнения, уходы за почвой, рубки ухода, реконструкция, ремонт насаждений) и созданию новых насаждений. Для этих целей проведена апробация методов дистанционного зондирования Земли, дающих полное представление о структуре агроландшафтов и защищенности угодий, взаимосвязях элементов ландшафта и разных видов защитных насаждений

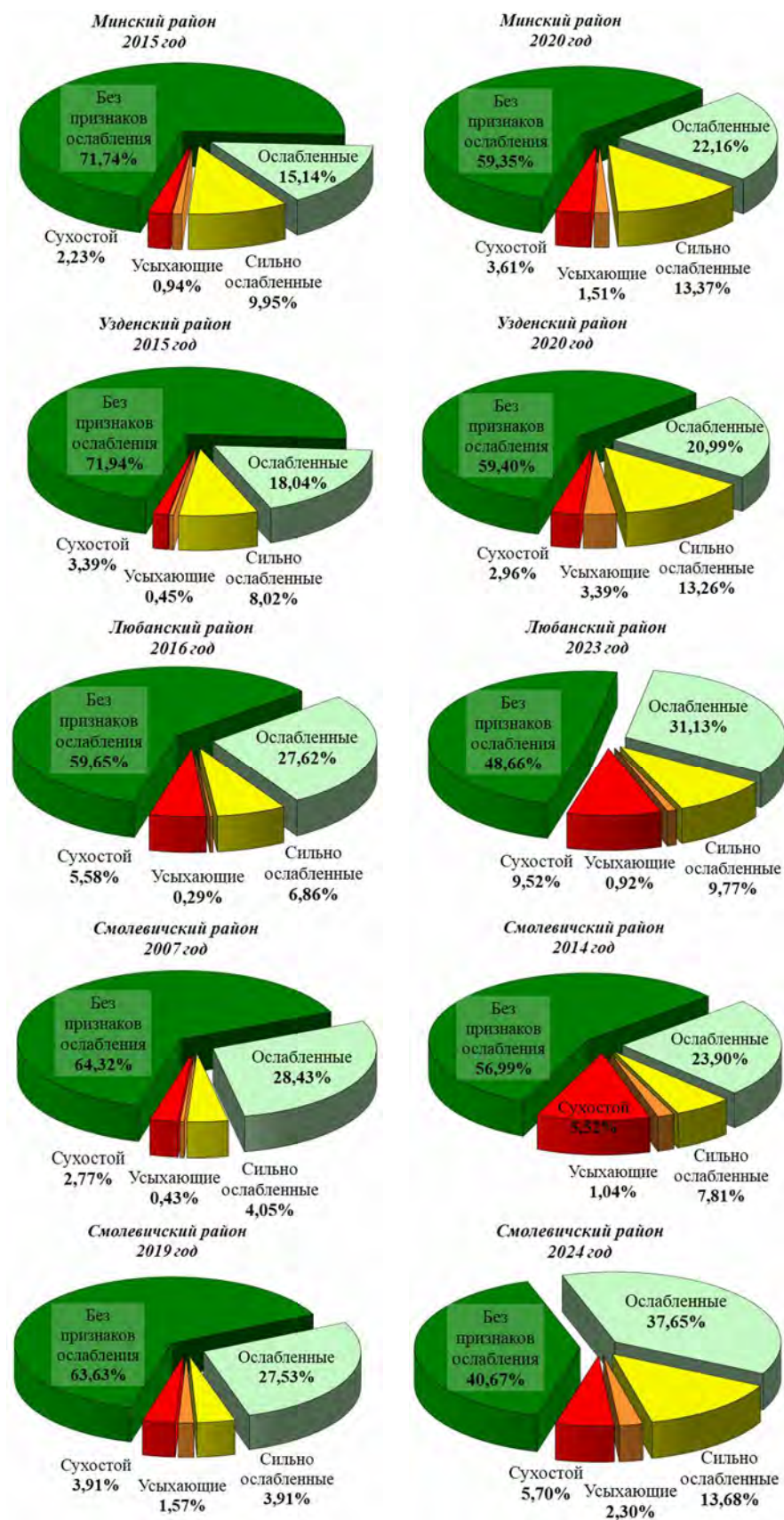


Рис. 12. Распределение деревьев в защитных насаждениях на территории Минского (2015, 2020 гг.), Узденского (2015, 2020 гг.), Любанского (2016, 2023 гг.), Смолевичского (2007, 2014, 2019, 2024 гг.) районов по категориям жизненного состояния

Fig. 12. Distribution of trees in the protective plantings on the territory of Minsk (2015, 2020), Uzdensky (2015, 2020), Lyubansky (2016, 2023), Smolevichi (2007, 2014, 2019 and 2024) districts by categories of life

между собой и другими составляющими ландшафта, что позволяет обоснованно решать вопросы совершенствования систем защитного лесоразведения на больших площадях.

Основным фактором деградации защитных древесных лесополос являются естественные процессы старения, ураганы и буреломы, антропогенный пресс, который приходится на придорожные лесные полосы, низовые пожары различной степени интенсивности, а также различные энтомо-вредители и фитопатогены. В целом, требуется проведение мероприятий по их восстановлению (обновлению) и поддержанию их состояния. Для обеспечения защитных функций рекомендуется регулярно проводить рубки ухода и санитарные рубки для формирования ажурной, продуваемой конструкции и улучшения санитарного состояния; ремонт древостоев с посадкой деревьев в местах выпадения старых, больных и сухих особей и лесовосстановительные мероприятия.

По результатам инвентаризации рекомендовано 12 хозяйственных мероприятий (рис. 13, 14). Почти для третьей части обследованных насаждений рекомендовано оставить без изменений (30,8%). У них хорошее санитарное состояние, полностью выполняют защитные функции. На участках, где отмечены инвазии, рекомендована борьба с ними (8,1%). Для части насаждений с целью их замены и восстановления назначены мероприятия по реконструкции (4,8%).

Для большей части древостоев назначены мероприятия по усилению их защитных функций в виде рубок ухода, ремонта древостоев с посадкой деревьев в местах выпадения старых, больных и сухих особей (49,8%) и лесовосстановительные мероприятия (13,0%). Основная цель ухода – создать наилучшие условия для роста главной породы, обеспечить долговечность защитных свойств, сформировать насаждения нужной конструкции и состава, которые бы наиболее эффективно выполняли защитные функции. Это достигается:

- удалением сухих, усыхающих, поврежденных и сильно угнетенных деревьев, поддержанием их равномерного размещения в посадках;
- формированием густоты, состава и конструкции насаждений в период роста деревьев путем удаления отставших в росте деревьев и уборки захламленности;
- сохранением сформированных конструкций и поддержанием жизнеспособности и долговечности насаждений в возрасте 40 лет и старше путем своевременного удаления суховершинных деревьев, посадки молодых особей.

Полагаем, что лесохозяйственные учреждения могут качественно выполнить на договорной основе необходимые работы как по созданию защитных древесных насаждений, так и по проведению лесохозяйственных мероприятий (лесоводственные уходы, ремонт, рубки реконструкции и т.п.) с целью формирования защитных насаждений высокой функциональной значимости.



Рис. 13. Распределение обследованных защитных насаждений на территории Минской области по назначенным хозяйственным мероприятиям

Fig. 13. Distribution of observed protective wood plantings on the territory of the Minsk region by assigned business events

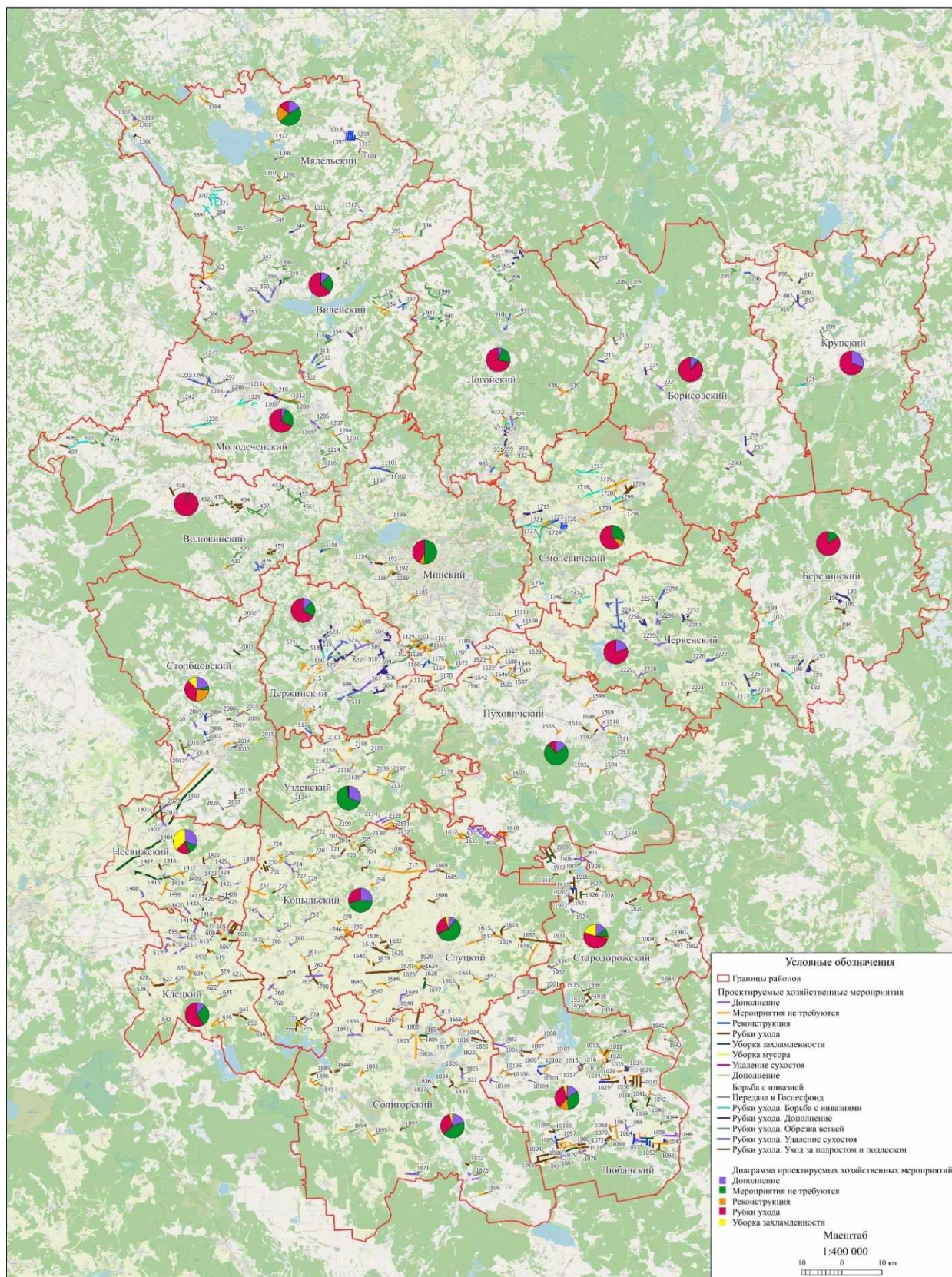


Рис. 14. Тематическая карта распределения защитных древесных насаждений на территории Минской области по проектируемым хозяйственным мероприятиям

Fig. 14. The thematic map of distribution of protective wood plantings on the territory of the Minsk region by assigned business events

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 2023–2024 гг. на территории 22 районов Минской области обследованы искусственно созданные поле- и сажозащитные насаждения, а также насаждения вдоль автомобильных дорог, выполняющие, кроме всего прочего, полезащитные функции (770 лесополос протяженностью 969,2 км и площадью 1639,6 га). Материалы инвентаризации, результаты оценки текущего состояния и мониторинговых наблюдений позволяют сделать вывод об относительно низкой эффективности системы защитных древесных насаждений Минской области и предложить комплекс практических рекомендаций по улучшению их состояния, повышению устойчивости и эффективности функционирования.

Прогноз

В ряде районов прошло уже более 50 лет со времени создания первых лесных полос (в основном из тополя), они достигли предельного возраста и в значительной степени утратили свое функциональное значение: наблюдаются отклонения в строении побегов, их кустистость и образование пучков побегов в кронах, появление «водяных» побегов из спящих почек на ветвях и стволах, порослевых побегов у шейки корня деревьев, замедляется рост побегов, снижается устойчивость деревьев к неблагоприятным факторам среды, имеет место их усыхание. Такие защитные насаждения соответствуют категории «сильно поврежденные» или «разрушенные». В более молодых посадках 30–40 лет наблюдается зарастание посадок подлеском, разрастание нижней части крон, что приводит к ухудшению конструкции защитных полос до плотной (непродуваемой).

В настоящее время в полезащитных насаждениях не ведутся работы по уходу и поддержанию их нормальной жизнеспособности. В организациях Минсельхозпрода такие мероприятия не проводятся (кроме ухода за мелиоративными каналами), ответственность за их состояние сельскохозяйственные учреждения и предприятия не несут, т. е. фактически созданные полезащитные насаждения остались без хозяина. На отдельных участках имеет место несанкционированная вырубка полезащитных насаждений.

Учитывая породный состав защитных древесных насаждений в Минской области, их возраст и особенности конструкции, можно прогнозировать увеличение естественного отпада деревьев в

полезащитных полосах и их деградацию. В результате, вследствие усиления почвенной, ветровой и водной эрозии, изменения климата в направлении потепления, деградация защитных насаждений приведет к снижению продуктивности сельскохозяйственных земель и уменьшению урожайности сельскохозяйственных культур. В качестве рекомендаций: с целью усиления защитных функций полезащитных насаждений требуется регулярно проводить рубки ухода, ремонт древостоев с посадкой деревьев в местах выпадения старых, больных и сухих особей и лесовосстановительные мероприятия.

Предложения по адаптации защитных насаждений к современным реалиям:

На наш взгляд, нужна государственная программа защитного лесоразведения. В развитии полезащитных лесных насаждениях выделяются следующие направления:

- основной задачей полезащитного лесного разведения в Беларуси на данном этапе может быть проведение полной инвентаризации всех сохранившихся защитных насаждений на территории республики;
- оценка состояния защитных насаждений, выполнения ими защитных функций и соответствия целевому назначению обеспечит их сохранность, формирование необходимой конструкции и долговечность существующих древостоев;
- установление собственников защитных насаждений и взятие их на баланс;
- проведение реконструкции и рубок ухода обеспечит сохранность и повысит эффективность имеющихся защитных насаждений и особенно находящихся в стадии разрушения;
- увеличение уровня защитной лесистости, как существенного фактора предотвращения деградации земель. Необходимое количество таких насаждений определяется отношением площади защитных лесополос к площади соответствующих угодий и составляет в целом по республике менее 0,5%. В мировой практике этот показатель в различных лесорастительных зонах и странах в среднем составляет 1,5–2,0% (до 2,5–3,2%). Учитывая мировой опыт в рациональном природопользовании, потребуется создание дополнительного количества защитных насаждений, с учетом особенностей почв, рельефа и природных условий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мешик, О. П. Ветровая эрозия на мелиорированных почвах: факторы и причины / О. П. Мешик, М. В. Бо-рушко, А. С. Протасевич // Актуальные научно-технические и экологические проблемы мелиорации земель : мате-риалы IV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти Б. И. Яковлева, Горки, 21–22 марта 2022 г. / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь [и др.] ; редкол. : В. И. Желязко (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2022. – С. 173–177.
2. Данные Национального статистического комитета Республики Беларусь по состоянию за 2024 год // Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – URL: <https://www.belstat.gov.by> (дата обращения: 20.03.2025).
3. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Республики Беларусь за 2019–2022 годы : Нац. доклад / М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь [и др.]. – Минск : Минприроды Респ. Бела-русь, 2023. – 172 с.
4. Поджаров, В. К. Полезащитное лесоразведение на мелиорированных сельскохозяйственных землях / В. К. Поджаров. – Минск : Ураджай, 1981. – 96 с.
5. Поджаров, В. К. Полезащитные лесные полосы на торфяно-болотных почвах / В. К. Поджаров. – Минск : Ураджай, 1983. – 104 с.
6. Система нормативных показателей для прогноза и оценки эколого-экономических потерь в результате эрози-онных процессов / А. М. Устинова, В. Б. Цырибко, И. А. Логачев [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2023. – № 1. – С. 7–15.
7. Оценка и прогноз эколого-экономического ущерба в результате эрозии почв (на примере Мстиславского рай-она) / А. М. Устинова, В. Б. Цырибко, И. А. Логачев [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2023 – № 2. – С. 24–33.
8. Якимов, Н. И. Лесные культуры и защитное лесоразведения : учеб. пособие / Н. И. Якимов, В. К. Гвоздев, А. Н. Проходский. – Минск : БГТУ, 2007. – 312 с.
9. Современное состояние полезащитных насаждений в агроландшафтах Беларуси / Н. Н. Цыбулько, П. И. Во-лович, А. М. Устинова [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – № 2 (63). – С. 24–37.
10. Волович, П. И. Полезащитные насаждения в рациональном природопользовании осушенных земель / П. И. Волович // Вед. Навуковая інфармацыйна-аналітычная газета Беларусі. – 2012. – № 3 (2367). – С. 4.
11. Носников, В. В. Влияние состава и конструкции полосных лесных насаждений на их рост и продуктивность: ав-тореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.01 / Носников Вадим Валерьевич ; Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск, 2004. – 22 с.
12. Юферев, В. Г. Оценка деградации полезащитных лесных насаждений по материалам космической съемки / В. Г. Юферев // Научно-агрономический журнал. – 2018. – № 1 (102). – С. 23–25.
13. Методика проведения мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь / Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси ; под ред. А. В. Пугачевского. – Минск : Право и экономика, 2011. – 165 с.
14. ICP Forests Manual // ICP Forests. – URL: <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual> (дата обращения : 13.04.2020).
15. Об утверждении Санитарных правил в лесах Республики Беларусь: постановление М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь от 19 дек. 2016 г. № 79 // ЭТАЛОН : информ.-поисковая система (дата обращения 20.03.2025).
16. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / В. А. Алексеев, О. Г. Чертов, С. А. Сергейчик [и др.] ; под ред. В. А. Алексеева. – Ленинград : Наука (Ленингр. отд.), 1990. – 197 с.
17. Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах: постановление Правительства РФ от 9 дек. 2020 г. № 2047 // ГАРАНТ.РУ : информ.-правовой портал (дата обращения : 20.03.2025).

Поступила в редакцию 20.03.2025

Принята к публикации 10.06.2025

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Судник Александр Владимирович – кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией оптимизации и мониторинга экосистем Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Комар Артур Юрьевич – научный сотрудник лаборатории оптимизации и мониторинга экосистем Госу-дарственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Нацио-нальной академии наук Беларуси»

Пушкин Андрей Александрович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесостроительства Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Нестюк Антонина Михайловна – научный сотрудник лаборатории оптимизации и мониторинга экосистем Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Голушко Роман Михайлович – научный сотрудник лаборатории оптимизации и мониторинга экосистем Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Коцан Владимир Васильевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник кафедры лесоустройства Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Шавалда Евгений Сергеевич – научный сотрудник лаборатории оптимизации и мониторинга экосистем Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Полячок Татьяна Сергеевна – младший научный сотрудник лаборатории оптимизации и мониторинга экосистем Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Оценка защитного лесоразведения на территории Минской области: история, текущее состояние, прогноз / А. В. Судник, А. Ю. Комар, А. А. Пушкин [и др.] // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Минск, 2025. – Вып. 55. – С. 143–163.

УДК 595.762.12(476.5)

Г. Г. СУШКО, А. А. ЛАКОТКО, Т. Н. СУШКО

ВЛИЯНИЕ НАРУШЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПРОТИВОПОЖАРНЫХ РАЗРЫВОВ В СОСНЯКАХ МШИСТЫХ И ЧЕРНИЧНЫХ В БЕЛОРУССКОМ ПООЗЕРЬЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ РАЗНООБРАЗИЯ ЖУЖЕЛИЦ (*COLEOPTERA*, *CARABIDAE*)

Витебский государственный университет имени П. М. Машерова, Витебск, Беларусь,
e-mail: gennadis@rambler.ru

Аннотация. Противопожарные просеки с минерализованной полосой в лесах имеют значительную протяженность и отличаются специфическими экологическими условиями по сравнению с лесом. Удаление деревьев и регулярное вспахивание способствует изменению уровня освещенности и микроклиматических условий на поверхности почвы, в том числе из-за отсутствия кустарничкового яруса, широко представленного в Белорусском Поозерье видами *Vaccinium myrtillus* L. и *V. vitis-idaea* L. В составе растительного покрова возрастает участие *Rubus nessensis* Hall и всходов *Betula pendula* Roth, а также ряда рудеральных растений.

Рассмотрены широко распространенные в Белорусском Поозерье сосняки мшистые (*Pinetum pleurozium*) и черничные (*Pinetum myrtillosum*). Выявлены основные направления изменений α - и β -разнообразия жуужелиц. В частности, на просеках отмечено возрастание их обилия с одной стороны и снижение разнообразия – с другой, по сравнению с сосняками мшистыми и черничными. Различался и видовой состав на просеках и в лесах. Основные различия вносят несколько видов с высоким обилием, обитатели преимущественно открытых биотопов, среди которых высоко представительство ксерофилов. Тогда как в контрольных сосняках мшистых и черничных преобладали лесные мезофильные виды.

Ключевые слова: сосновые леса, просеки, противопожарный разрыв, растительный покров, биоразнообразие, жуужелицы.

G. G. SUSHKO, A. A. LAKOTKO, T. N. SUSHKO

DISTURBANCE VEGETATION COVER INFLUENCE OF FIRE-BREAKS IN MOSSY AND BLUEBERRY PINE FORESTS IN THE BELARUSIAN LAKE REGION ON THE DIVERSITY INDICATORS OF GROUND BEETLES (*COLEOPTERA*, *CARABIDAE*)

Vitebsk State University named after P.M. Masherov, Vitebsk, Belarus, e-mail: gennadis@rambler.ru

Annotation. Fire-protection breaks with a mineralized strip of open ground in forests are of considerable length and have specific ecological conditions. Removal of the tree stand and regular plowing contribute to changes in the level of illumination and microclimatic conditions, including due to the absence of the dwarf shrub layer widely represented in the Belarusian Lakeland by *Vaccinium myrtillus* L. and *V. vitis-idaea* L. The proportion of *Rubus nessensis* Hall and seedlings of *Betula pendula* Roth, as well as a number of ruderal plants, increases in the vegetation cover.

Pine forests, such as *Pinetum pleurozium* and *Pinetum myrtillosum*, widespread in the Belarusian Lakeland, are considered. The main directions of changes in the α - and β -diversity of ground beetles are revealed. In particular, in the clearings an increase in their abundance on the one hand and a decrease in diversity on the other hand were noted, compared to the pine forests. The species composition also differed in the clearings and in the forests. The main differences are introduced by several species with high abundance, inhabitants of mainly open biotopes, among which xerophiles are highly represented. Whereas in the control pine forests (*Pinetum pleurozium* and *Pinetum myrtillosum*), forest mesophilic species prevailed.

Key words: pine forests, clearings, fire-protection breaks, plant cover, biodiversity, ground beetles.

ВВЕДЕНИЕ

Борьба с лесными пожарами является важной составляющей лесохозяйственной деятельности, так как в результате пожаров сокращаются площади лесов и уничтожаются ценные биологические ресурсы. Кроме того, пожары негативно влияют на биологическое разнообразие, приводя

к фрагментации или полному уничтожению местообитаний. Согласно правилам пожарной безопасности, в лесах создают противопожарные разрывы, представляющие собой барьеры для возможного пожара в виде просек с минерализованной полосой. Для обнажения минерального

грунта проводят регулярное удаление горючих материалов, растений и вспахивание таких просек. Ширина просеки может составлять до 20 м, а очищенная минерализованная полоса в пределах просеки должна быть шириной не менее 2,5 м [1, 2]. Противопожарные разрывы присутствуют во всех лесных массивах и имеют значительную протяженность.

Удаление живого напочвенного покрова производят на регулярной основе. В результате на просеках формируются экологические условия, отличающиеся от таковых в лесах: изменяется температурный режим, освещенность, влажность. Уничтожение растений, подстилки и гумусового слоя, а также последующая вариабельность видового состава растений в ходе вторичной сукцессии может привести к перестройкам трофических сетей исходной экосистемы. Нарушение растительного покрова способствует и изменению микроклиматических условий на поверхности почвы, в том числе из-за отсутствия на просеках кустарничкового яруса, широко представленного в Белорусском Поозерье видами *Vaccinium myrtillus* и *V. vitis-idaea*. Таким образом, противопожарные разрывы можно рассматривать как постоянные, поддерживаемые человеком местообитания, по крайней мере, для организмов с невысокой мобильностью.

ОБЪЕКТЫ (МАТЕРИАЛЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводили в Белорусском Поозерье в сосновых лесах, расположенных в Витебской области (Миорский район, окр. д. Волковщина; координаты N 55°56'65.17", E 27°43'60.53"). В качестве стационаров выбраны сосняки мшистые (*Pinetum pleurozium*) и сосняки черничные (*Pinetum myrtillosum*), которые характеризуются различиями в условиях обитания вследствие различного фитоценотического состава и микроклиматических показателей, формируемых кустарничковым ярусом. Использование данных фитоценозов в качестве контроля позволит более детально охарактеризовать изменчивость экологических условий при сравнении с просеками. Просеки, шириной около 20 метров, отличались от исходных типов леса мозаичной структурой с наличием участков открытого грунта, участков, покрытых кустарниками, кустарничками и травами, а также молодой древесной порослью (рис. 1).

Сборы жужелиц проводили с конца апреля до конца октября в 2021 г., с интервалом 10–14 дней, с использованием метода почвенных ловушек на 15 выбранных в случайном порядке участках (по пять в каждом биотопе). Ловушки устанавливали на линейных трансектах: на про-

Мы предполагаем, что создание противопожарных разрывов с минеральными полосами может оказать влияние на состав и структуру комплексов эпигейных беспозвоночных, обладающих невысокой мобильностью и тесно связанных с микроклиматическими условиями, которые формируют лесная подстилка, моховый, травяной и кустарничковый ярусы. Одной из наиболее обширных групп беспозвоночных животных, обитающих на поверхности почвы, являются жесткокрылые насекомые семейства жужелицы. Вследствие изученности их биологии, высокого видового богатства и численности, жужелицы часто используют для биоиндикации и экологического мониторинга [3].

Влияние лесных дорог на пространственное распространение жужелиц и изменение разнообразия ассамблей жужелиц в лесах на просеках уже обсуждено в ряде публикаций [4–7]. Однако, оценку влияния ежегодно обновляемых противопожарных разрывов на биоразнообразие почвенных беспозвоночных, включая жужелиц, до настоящего времени в Беларуси не выполняли.

В связи с этим цель данной работы – дать сравнительную характеристику α - и β -разнообразия жужелиц просек с противопожарным разрывом и исходных биотопов на примере сосновых лесов.

секах – по центру, на контрольных лесных участках – в 50 метрах от просеки (для избегания влияния экотонного эффекта). Расстояние между ловушками составляло 5 м. На каждом участке устанавливали по 3 ловушки, представляющих собой пластиковые стаканчики объемом 250 мл, на треть заполненных 9% раствором уксусной кислоты. Таким образом, в трех типах биотопов эксперимент выполнен в пятикратной повторности.

В каждом типе биотопа для характеристики условий обитания жужелиц на пяти учетных площадках рядом с установленными ловушками, размером 1×1 м, выполнена оценка видового состава, числа видов, проективного покрытия и высоты живого напочвенного покрова в период максимального развития травостоя по общепринятой методике [8].

Различия между показателями α -разнообразия, такими как видовое богатство, обилие (число особей в выборках), индексы Шеннона и Пиелу, проверены с использованием теста Краскела-Уоллиса с апостериорным тестом Данна. Перед анализом данные проверены с использованием теста Шапиро-Уилка, нормальное распределение не обнаружено [9].



Рис. 1. Противопожарный разрыв в сосновом лесу

Fig. 1. Fire protection break in pine forest

Для оценки истинного видового богатства и разнообразия жужелиц построены кривые разрежения и экстраполяции на основе чисел Хилла с

использованием пакета iNEXT.4steps [10]. Первое число Хилла ($q=0$) описывает видовое богатство. Другие числа Хилла характеризуют разнообразие и представлены модифицированными индексами: $q=1$ – экспоненциальный индекс Шеннона, $q=2$ – инверсный индекс Симпсона ($1-D$). Кривые разрежения и экстраполяции, а также охвата выборки на основе матрицы данных обилия построены с 95% доверительными интервалами, которые получены методом бутстрепа на основе 100 репликаций [11]. Модели распределения обилия (кривые ранг-обилие) построены с использованием PAST 4.16с [12].

Для оценки β -разнообразия применен тест ANOSIM на основе меры различия Брея-Кертиса с 999 перестановками. Визуализация различий в видовом составе жужелиц трех исследованных биотопов выполнена с помощью неметрического многомерного шкалирования (NMDS) на основе расстояния Брея-Кертиса. Обилие видов (число особей в выборках) преобразовано $\log(x+1)$ перед NMDS. Наиболее характерные виды для изученных типов местообитаний выявлены с помощью SIMPER теста [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изменение в составе живого напочвенного покрова

Экологические условия просек отличаются от контрольных лесных местообитаний, которые в свою очередь также имеют различия, прежде всего из-за изменения фитоценологических показателей. Просеки характеризовались увеличением видового богатства высших сосудистых растений в живом напочвенном покрове. Здесь выявлено 23 вида, тогда как в контрольных сосняках черничных и мшистых видовое богатство вдвое ниже (по 11 видов в каждом) (табл. 1). Следует подчеркнуть и качественные изменения видового состава растений за счет появления на просеках видов открытых биотопов, рудеральных видов и уменьшения представительства лесных видов. В отличие от контрольных сосняков, в напочвенном покрове здесь чаще встречаются *Calamagrostis epigejos*, *Festuca ovina*, *Solidago virgaurea*, *Erigeron canadensis*. В составе растительного покрова возрастает участие всходов *Betula pendula* и *Rubus nessensis*, а также ряда рудеральных растений, включая *Rumex acetosella* и *Urtica dioica*. Кустарнички *Vaccinium myrtillus* и *V. vitis-idaea* отмечены фрагментарно. Моховый ярус практически отсутствует. Значительные изменения на просеках претерпела и высота напочвенного покрова, которая составила $68,15 \pm 2,08$ см. Тогда как в контрольных сосняках этот показатель ниже – $39,0 \pm 2,90$ см в сосняке черничном и $44,93 \pm 0,87$ см в сосняке мшистом.

В напочвенном покрове контрольных сосняков мшистых преобладают зеленые мхи *Pleurozium schreberi* и *Dicranum sp.* (проективное покрытие мохового яруса $97,0 \pm 0,36\%$). Травяно-кустарничковый ярус выражен слабо (проективное покрытие $6,45 \pm 0,43\%$). Наиболее характерны здесь *Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *Calluna vulgaris*, *Melampyrum sylvaticum* и *Convallaria majalis*. Древостой монодоминантный с преобладанием *Pinus sylvestris* (более 90%) и небольшой примесью *Betula pendula*. Высота древостоя составила $23,30 \pm 1,65$ м.

Контрольные сосняки черничные также, как и мшистые, в отличие от просек, имели выраженный моховый ярус, проективное покрытие которого составило $89,20 \pm 2,0\%$, представленный преимущественно *Pleurozium schreberi* и *Dicranum sp.* Травяно-кустарничковый ярус хорошо выражен (проективное покрытие $53,60 \pm 9,09\%$). Среди высших сосудистых растений, кроме доминирующего вида *Vaccinium myrtillus*, здесь отмечены *V. vitis-idaea*, *Calamagrostis epigeios*, *Melampyrum sylvaticum* и др. Древостой монодоминантный с преобладанием *Pinus sylvestris* (около 90%) и небольшой примесью *Betula pendula*. Высота древостоя составила $20,57 \pm 1,13$ м.

Следовательно, не сложно предположить, что, изменение фитоценологических условий на просеках, может оказывать воздействие на комплексы

эпигейных беспозвоночных за счет изменения микроклиматических условий, которые обусловлены отсутствием древостоя и нарушением живого напочвенного покрова. С другой стороны,

изменчивость видового состава растений может привести и к преобразованию трофических сетей, так как меняется соотношения фитофагов, особенно монофагов и олигофагов и зоофагов.

Таблица 1. Видовой состав высших сосудистых растений живого напочвенного покрова противопожарных разрывов и контрольных сосновых лесов

Table 1. Species composition of higher vascular plants of the living ground cover of fire protection breaks and control pine forests

Наименование вида	Просека	Сосняк мшистый	Сосняк черничный
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	+	+	+
<i>Rubus idaeus</i> L.	+	.	.
<i>Rubus nessensis</i> Hall	+	.	.
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	+	+	+
<i>V. vitis-idaea</i> L.	+	+	+
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth	.	.	+
<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth	+	+	+
<i>Dactylis glomerata</i> L.	.	+	.
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.	.	.	+
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	+	.	.
<i>Festuca ovina</i> L.	+	.	.
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	.	+	.
<i>Festuca rubra</i> L.	+	+	+
<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench	.	.	+
<i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertn.	.	+	.
<i>Artemisia campestris</i> L.	+	.	.
<i>Convallaria majalis</i> L.	.	.	+
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	+	.	.
<i>Erigeron canadensis</i> L.	+	.	.
<i>Galium verum</i> L.	+	.	.
<i>Jasione montana</i> L.	+	.	.
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	+	.	.
<i>Leontodon hispidus</i> L.	+	.	.
<i>Lysimachia europaea</i> (L.) U. Manns & Anderb.	.	.	+
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	+	.	+
<i>Oenothera biennis</i> L.	+	.	.
<i>Pilosella officinarum</i> F.W. Schultz & Sch. Bip.	.	+	.
<i>Pyrola minor</i> L.	.	+	.
<i>Rumex acetosella</i> L.	+	.	.
<i>Sedum acre</i> L.	+	.	.
<i>Scorzonera humilis</i> L.	.	+	.
<i>Solidago virgaurea</i> L.	+	.	.
<i>Thymus serpyllum</i> L.	+	.	.
<i>Urtica dioica</i> L.	+	.	.

Изменения в биоразнообразии эпигейных жужелиц

Выявлено 2647 особей жесткокрылых семейства жужелиц, принадлежащих к 14 родам и 43 видам (табл. 2). Общее число видов, выявленных на просеках, составило 28. Столько же видов обнаружено в сосняках черничных, несколько меньше – в сосняках мшистых. Среднее число видов в выборках не различалось значимо ($\chi^2 = 5,58$, $p = 0,057$), однако апостериорные сравнения продемонстрировали значимо ($p < 0,05$) более высокое видовое богатство жужелиц на просе-

ках, по сравнению с сосняками мшистыми (рис. 2). Асимптотическая оценка видового богатства жужелиц просеки с использованием числа Хилла $q = 0$ показала достаточно высокую полноту выборочных усилий, так как кривая на основе разрежения и экстраполяции близка к асимптоте (рис. 3). С другой стороны, неасимптотический анализ, демонстрирующий охват выборки ($S_{max} = 0,95$), указывает на то, что доля невыявленных видов составляет не более 5% (рис. 4).

Таблица 2. Параметры α -разнообразия ассамблей жуужелиц противопожарных разрывов и контрольных сосновых лесов

Table 2. The α -diversity metrics of ground beetle assemblages of fire protection breaks and control pine forests

Параметры разнообразия	Просека	Сосняк мшистый	Сосняк черничный
Общее число выявленных видов	28	23	28
Среднее число видов в выборках	19±0,37	15±1,93	18±0,89
Среднее число особей в выборках	259±34,48	105±10,59	164±8,28
Среднее значение индекса разнообразия Шеннона (H')	1,96±0,13	2,32±0,03	2,11±0,05
Среднее значение индекса выравненности Пielу (J')	0,39±0,06	0,67±0,02	0,46±0,03

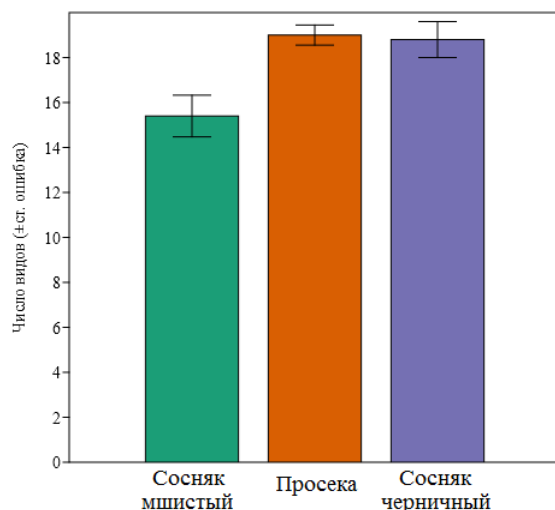


Рис. 2. Средние значения ($\pm$ ст. ошибка) видового богатства ассамблей жуужелиц противопожарных разрывов и контрольных сосновых лесов

Fig. 2. Mean values ($\pm$ SE) of species richness of ground beetle assemblages of fire protection breaks and control pine forests

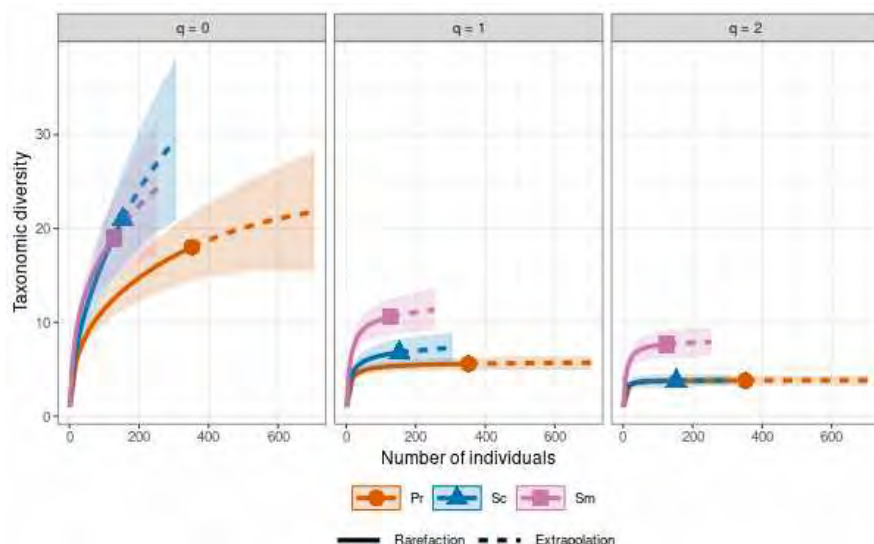


Рис. 3. Асимптотическая оценка разнообразия ассамблей жуужелиц, основанная на числах Хилла, противопожарных разрывов и контрольных сосновых лесов:

Pr – просека, Sc – сосняк черничный, Sm – сосняк мшистый; $q = 0$ – видовое богатство, $q = 1$ – экспоненциальный индекс Шеннона, $q = 2$ – инверсный индекс Симпсона

Fig. 3. Asymptotic assessment of the diversity of ground beetle assemblages based on Hill numbers, fire protection breaks and control pine forests: Pr – fire break, Sc – *Pinetum myrtillosum*, Sm – *Pinetum pleurozium*; $q = 0$ – species richness, $q = 1$ – Shannon exponential index, $q = 2$ – inverse Simpson index

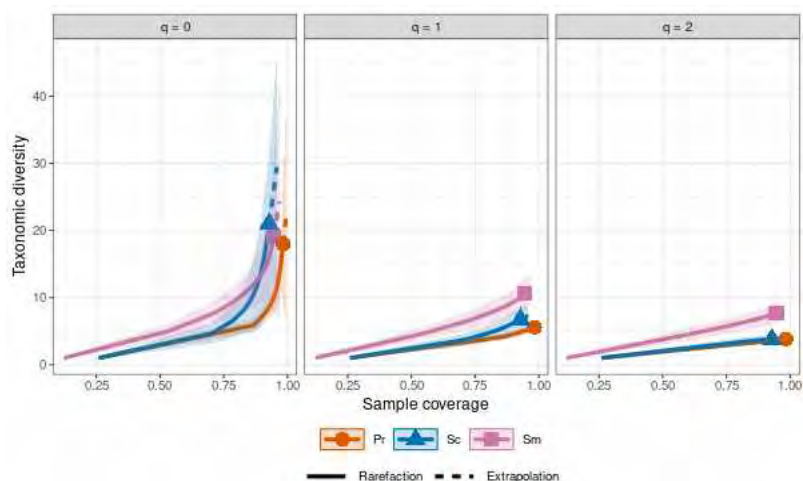


Рис. 4. Неасимптотическая оценка (охват выборки) разнообразия ассамблей жужелиц, основанная на числах Хилла, противопожарных разрывов и контрольных сосновых лесов: Pr – просека, Sc – сосняк черничный, Sm – сосняк мшистый; q = 0 – видовое богатство, q = 1 – экспоненциальный индекс Шеннона, q = 2 – инверсный индекс Симпсона

Fig. 4. Non-asymptotic (sample coverage) assessment of the diversity of ground beetle assemblages based on Hill numbers, fire protection breaks and control pine forests: Pr – fire break, Sc – *Pinetum myrtillosum*, Sm – *Pinetum pleurozium*; q = 0 – species richness, q = 1 – Shannon exponential index, q = 2 – inverse Simpson index

Среднее число особей в выборках различалось значимо ($\chi^2 = 11,87$, $p = 0,002$) среди исследованных местообитаний (см. табл. 2). При этом на просеках, по результатам апостериорных сравнений, оно выше ($p < 0,05$) тогда как различий между показателями численности жужелиц исходных сосняков не обнаружено ($p > 0,05$) (рис. 5).

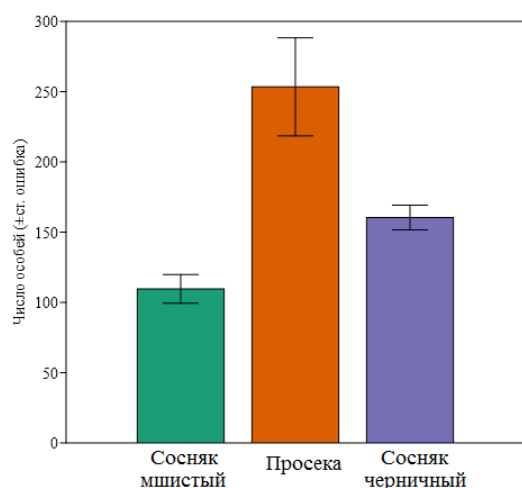


Рис. 5. Средние значения ($\pm$ ст. ошибка) обилия ассамблей жужелиц противопожарных разрывов и контрольных сосновых лесов

Fig. 5. Mean values ($\pm$ SE) of abundance of ground beetle assemblages of fire protection breaks and control pine forests

Модель распределения видов по обилию на просеках демонстрирует более быстрое снижение в обилии видов по рангам, по сравнению с лесами (рис. 6). Кривая ранг-обилие, соответствующая просекам, имеет крутой наклон, что соответствует сообществам с невысоким разнообразием и преобладанием нескольких видов, в наибольшей степени адаптированных к определенным экологическим условиям [8].

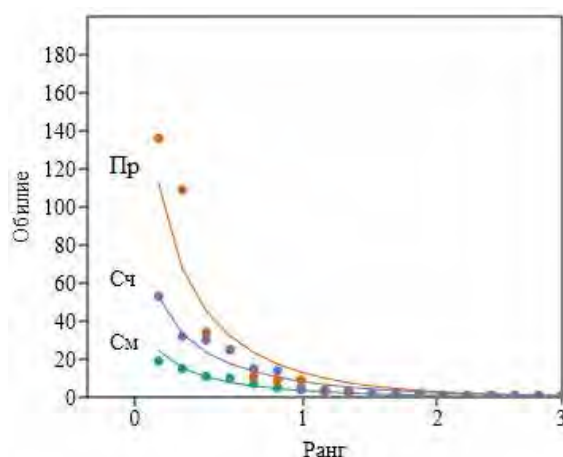


Рис. 6. Модели распределения обилия ассамблей жужелиц противопожарных разрывов и контрольных сосновых лесов: Пр – просека, Сч – сосняк черничный, См – сосняк мшистый

Fig. 6. Abundance distribution models in ground beetle assemblages of fire protection breaks and control pine forests: Пр – fire break, Сч – *Pinetum myrtillosum*, См – *Pinetum pleurozium*

Значение индекса разнообразия Шеннона в исследованных ассамблеях жужелиц значимо ($\chi^2 = 7,28$, $p = 0,02$) различается и, по результатам апостериорных сравнений, на просеках ниже ($p > 0,05$) (рис. 7, см. табл. 2). Это в первую очередь обусловлено снижением выравненности видов по обилию, о чем свидетельствует среднее значение индекса Пielу ($0,39 \pm 0,06$). В лесах данный показатель значимо выше ($\chi^2 = 9,78$, $p = 0,007$) (рис. 8, см. табл. 2). Снижение выравненности обусловлено преобладанием нескольких видов, которые характеризуются наиболее высоким относительным обилием. Это *Calathus erratus* (39,82%), *Amara fulva* (22,31%). В составе группы доминантов также *Pterostichus niger* (8,24%), *Broscus cephalotes* (8,47%), *Poecilus versicolor* (6,61%). В отличие от просек, в прилегающих лесах относительное обилие видов распределено более равномерно. В частности, в сосняках мшистых доминировали *Pterostichus oblongopunctatus* (23,70%), *Carabus arvensis* (15,90%), *Carabus violaceus* (14,74%), *Calathus micropterus* (11,27%), *Carabus hortensis* (7,23%), *Calathus erratus* (5,78%), в сосняках черничных – *Calathus micropterus* (24,30%), *Pterostichus oblongopunctatus* (21,49%), *Carabus arvensis* (13,45%), *Carabus hortensis* (7,43%), *Carabus violaceus* (6,83%), *Pterostichus niger* (13,65%) (табл. 3).

Оценка показателей разнообразия выполнена с применением чисел Хилла q_1 и q_2 , которые соответствуют экспоненциальному индексу Шеннона и инверсному индексу Симпсона. Построенные кривые разрежения и экстраполяции, на основе значений данных индексов, в трех рассматриваемых биотопах достигли асимптоты (рис. 3, 4). Следовательно, полученные результаты вполне соответствуют истинному разнообразию жужелиц. Это подтверждают и результаты оценки с помощью методики расчета охвата выборки. Таким образом, все наиболее характерные и доминирующие виды, демонстрирующие разнообразие выявлены в ходе исследований.

Как показал тест ANOSIM, примененный для оценки β -разнообразия, видовой состав жужелиц в трех биотопах различался значимо ($R = 0,84$, $p = 0,0001$). Ординация (NMDS) показала отчетливые различия видового состава жужелиц просек в отличие от лесов с одной стороны, и некоторое сходство в лесах – с другой (рис. 9).

Шесть видов *Calathus erratus*, *Amara fulva*, *Broscus cephalotes*, *Poecilus versicolor*, *Poecilus lepidus* и *Harpalus rufipes*, ассоциированных с просеками, вносят основной вклад в дифференциацию видового состава в трех сравниваемых биотопах. Тогда как в прилегающих лесных био-

топах такими видами были *Pterostichus oblongopunctatus*, *Calathus micropterus*, *Pterostichus niger*, *Carabus violaceus*, *Carabus hortensis*, *Amara brunnea* (табл. 4). Среди последней группы видов, за исключением вида *Pterostichus niger*, который характеризуется достаточно широкой экологической пластичностью, большинство составляли лесные мезофилы [13, 14].

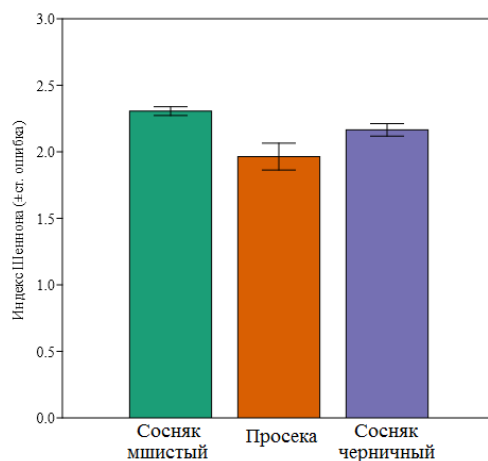


Рис. 7. Средние значения ($\pm$ ст. ошибка) индекса разнообразия Шеннона ассамблей жужелиц противопожарных разрывов и контрольных сосновых лесов

Fig. 7. Mean values ($\pm$ SE) of Shannon diversity index of ground beetle assemblages of fire protection breaks and control pine forests

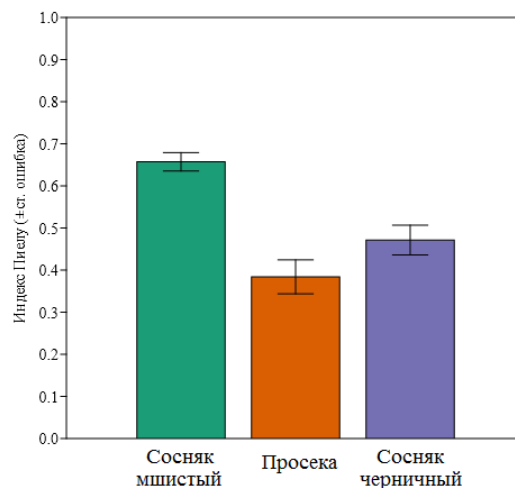


Рис. 8. Средние значения ($\pm$ ст. ошибка) индекса выравненности Пielу ассамблей жужелиц противопожарных разрывов и контрольных сосновых лесов

Fig. 8. Mean values ($\pm$ SE) of Pielou evenness index of ground beetle assemblages of fire protection breaks and control pine forests

Таблица 3. Видовой состав и относительное обилие (%) жуужелиц
противопожарных разрывов и контрольных сосновых лесов

Table 3. Species composition and relative abundance (%) of ground beetles
in the fire protection breaks and control pine forests

Вид	Сосняк зелено-мошный	Просека	Сосняк чернич-ный
<i>Cicindela hybrida</i> Linnaeus, 1758	0	0,11	0
<i>Carabus violaceus</i> Linnaeus, 1758	14,74	0,11	6,83
<i>Carabus glabratus</i> Paykull, 1790	0,29	0,23	0,20
<i>Carabus convexus</i> Fabricius, 1779	0	0,80	0
<i>Carabus hortensis</i> Linnaeus, 1758	7,23	2,06	7,43
<i>Carabus granulatus</i> Linnaeus, 1758	0	0	0,40
<i>Carabus arvensis</i> Herbst, 1784	15,90	0	13,45
<i>Cychris caraboides</i> Linnaeus, 1758	0,58	0	1,00
<i>Leistus ferrugineus</i> Linnaeus, 1758	0	0,23	0,40
<i>Notiophilus aquaticus</i> Linnaeus, 1758	0,29	0	0
<i>Broscus cephalotes</i> Linnaeus, 1758	0,29	8,47	0
<i>Poecilus cupreus</i> Linnaeus, 1758	2,60	0,34	0,20
<i>Poecilus lepidus</i> Leske, 1785	0,87	3,43	0,40
<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824)	1,45	5,61	1,00
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	23,70	1,03	21,49
<i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783)	4,05	8,24	13,65
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	0,29	0	0,60
<i>Pterostichus aethiops</i> (Panzer, 1797)	2,89	0,11	0,80
<i>Pterostichus nigrita</i> (Paykull, 1790)	0	0	0,20
<i>Pterostichus quadriveolatus</i> Letzner, 1852	0,58	0	0,60
<i>Pterostichus minor</i> (Gyllenhal, 1827)	0	0	0,20
<i>Pterostichus vernalis</i> (Panzer, 1796)	0	0	0,20
<i>Pterostichus strenuus</i> (Panzer, 1797)	0	0	0,20
<i>Calathus micropterus</i> (Duftschmid, 1812)	11,27	0,69	24,30
<i>Calathus melanocephalus</i> Linnaeus, 1758	0,58	0	0
<i>Calathus erratus</i> (Sahlberg, 1827)	5,78	39,82	2,01
<i>Amara communis</i> (Panzer, 1797)	0,29	0	0
<i>Amara convexior</i> Stephens, 1828	0	0	0,40
<i>Amara aenea</i> (Degeer, 1774)	0	0,11	0
<i>Amara fulva</i> (Degeer, 1774)	0	22,31	0
<i>Amara similata</i> (Gyllenhal, 1810)	0	0,23	0,40
<i>Amara littorea</i> Thomson, 1857	0	0,11	0
<i>Amara brunnea</i> (Gyllenhal, 1810)	4,91	0	2,21
<i>Amara eurynota</i> (Panzer, 1797)	0,29	0,34	0,20
<i>Harpalus rufipes</i> (Degeer, 1774)	0,58	2,63	0,20
<i>Harpalus laevipes</i> Zetterstedt, 1828	0	0,57	0,80
<i>Harpalus affinis</i> Schrank, 1781	0	0,46	0
<i>Harpalus tardus</i> (Panzer, 1797)	0	0,69	0
<i>Harpalus smaragdinus</i> (Duftschmid, 1812)	0	0,34	0
<i>Harpalus progrediens</i> Schauberger, 1922	0	0,11	0
<i>Cymindis vaporariorum</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0,20
<i>Synuchus vivalis</i> (Illiger, 1798)	0,58	0,34	0
<i>Nebria brevicollis</i> (Fabricius, 1792)	0	0,46	0

В числе видов, формирующих, вследствие вы-сокого обилия, фаунистический облик просек были обитатели преимущественно открытых биотопов, среди которых следует выделить ксе-рофилов *Calathus erratus*, *Broscus cephalotes* и *Poecilus lepidus* [14]. Также следует упомянуть псаммофильный вид *Cicindela hybrida*, отмечен-ный только на просеках. Как видно, на просеках значительные изменения претерпевает не только

видовой состав, но и меняется соотношение ви-дов по экологическим предпочтениям. Такая ва-риабельность, по всей видимости, обусловлена значительным изменением на просеках экологи-ческих условий. В частности, просеки, вслед-ствие отсутствия древостоя, лучше прогреваются и освещаются. С другой стороны, они неравно-мерно зарастают после регулярного вспахива-ния, и характеризуются наличием целого ряда

микростообитаний, таких как, участки открытого грунта, участки, покрытые кустарниками, травами и молодой древесной порослью. Как следствие, увеличение числа видов растений, особенно представителей семейства злаковые, может объяснить увеличение представительства

миксофитофагов (зоофитофагов) рода *Amara* и *Harpalus* [13, 14]. С другой стороны, на просеках снижается относительное обилие крупных зоофагов, широко распространенных в исследуемых лесах, особенно в сосняках мшистых, принадлежащих к роду *Carabus*.

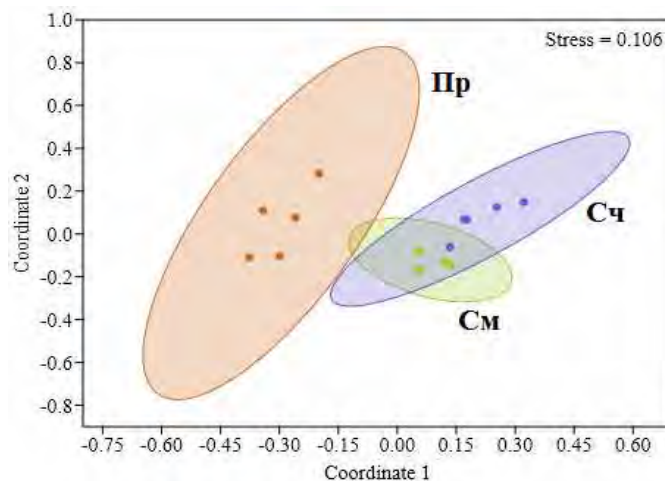


Рис. 9. Неметрическое многомерное шкалирование (NMDS) ассамблей жуужелиц противопожарных разрывов и контрольных сосновых лесов: Пр – просека, Сч – сосняк черничный, См – сосняк мшистый

Fig. 9. Non-metric multidimensional scaling (NMDS) of ground beetle assemblages in the fire protection breaks and control pine forests: Пр – fire break, Сч – *Pinetum myrtillosum*, См – *Pinetum pleurozium*

Таблица 4. Результаты SIMPER теста для оценки вклада видов жуужелиц в различия видового состава ассамблей противопожарных разрывов и контрольных сосновых лесов

Table 4. Results of the SIMPER test to assess the contribution of ground beetle species to differences in species composition between of fire protection breaks and control pine forests assemblages

Вид	Коэффициент различия	Вклад в различие, %	Среднее значение обилия для сосняка мшистого	Среднее значение обилия для просеки	Среднее значение обилия для сосняка черничного
<i>Calathus erratus</i>	15,89	23,49	6,20	98,20	3,00
<i>Amara fulva</i>	9,27	13,70	0,00	55,60	0,00
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	6,83	10,10	26,80	2,40	36,60
<i>Calathus micropterus</i>	6,31	9,33	13,20	2,40	33,80
<i>Pterostichus niger</i>	5,15	7,61	4,60	22,20	25,40
<i>Carabus arvensis</i>	4,16	6,15	16,60	0,00	20,00
<i>Broscus cephalotes</i>	4,02	5,94	0,40	23,40	0,00
<i>Carabus violaceus</i>	2,98	4,40	15,80	0,40	10,60
<i>Poecilus versicolor</i>	2,04	3,02	1,80	10,40	1,80
<i>Carabus hortensis</i>	1,75	2,58	8,40	5,80	13,40
<i>Poecilus lepidus</i>	1,59	2,36	0,60	9,20	0,40
<i>Harpalus rufipes</i>	1,32	1,96	0,60	7,60	0,20
<i>Amara brunnea</i>	1,06	1,57	4,80	0,00	3,40

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Искусственные противопожарные просеки с минерализованной полосой открытого грунта в лесах можно охарактеризовать как местообитания антропогенного происхождения, постоянно поддерживаемые на определенном уровне трансформации. Их экологические условия способ-

ствуют формированию специфических ассамблей жуужелиц, отличающихся по показателям разнообразия. Представленные исследования, выполненные в наиболее распространенных в Белорусском Поозерье экосистемах сосновых лесов, позволили выявить основные направления

изменений α - и β -разнообразия жужелиц. В частности, отмечено возрастание обилия с одной стороны и снижение разнообразия – с другой, по сравнению с контрольными биотопами в лесах. Ассамблеи характеризовались относительно невысоким разнообразием ($H' = 1,96 \pm 0,13$) и выравниваемостью по обилию ($J' = 0,39 \pm 0,06$). Видовой состав жужелиц просек и исходных лесов различался значительно по результатам теста ANOSIM ($R = 0,84$, $p = 0,0001$). Ординация

(NMDS) показала отчетливые различия видового состава жужелиц просек в отличие от лесов. Основной вклад в дифференциацию ассамблей вносят несколько видов с высоким обилием, обитателей преимущественно открытых биотопов, среди которых высоко представительство ксерофильных видов *Calathus erratus*, *Broscus cephalotes* и *Poecilus lepidus*. Тогда как в контрольных биотопах основу ассамблей жужелиц составляли лесные мезофильные виды.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при поддержке государственной программы научных исследований (ГПНИ) на 2021–2025 годы «Природные ресурсы и окружающая среда», подпрограмма 10.2 (№ ГР 20210710 от 14.04.2021).

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила пожарной безопасности в лесах Республики Беларусь Постановление Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 19.12.2016 № 70. – 19 с.
2. Усеня, В. В. Совершенствование противопожарного устройства лесов Беларуси / В. В. Усеня, Е. Н. Каткова // Лесное и охотничье хозяйство. – 2009. – № 3. – С. 24–27.
3. Koivula, M. J. Useful model organisms, indicators, or both? Ground beetles (*Coleoptera*, *Carabidae*) reflecting environmental conditions / M. J. Koivula // ZooKeys. – 2011. – Vol. 100. – P. 287–317.
4. Koivula, M. Gap Felling as a Forest Harvesting Method in Boreal Forests: Responses of Carabid Beetles (*Coleoptera*, *Carabidae*) / M. Koivula, J. Niemelä // Ecography. – 2003. – Vol. 26, № 2. – P. 179–187.
5. Koivula, M. Boreal carabid-beetle (*Coleoptera*, *Carabidae*) assemblages along the clear-cut originated succession gradient / M. Koivula, J. Kukkonen, J. Niemelä // Biodiversity and Conservation. – 2002. – Vol. 11, № 7. – P. 1269–1288.
6. Lindholm, M. Are power-line corridors an alternative habitat for carabid beetle (*Coleoptera*: *Carabidae*) and wolf spider (*Araneae*: *Lycosidae*) heathland specialists? / M. Lindholm, B. Gunnarsson, T. Appelqvist // Journal of Insect Conservation. – 2019. – Vol. 23, № 3. – P. 525–534.
7. Лакотко, А. А. Вырубки линий электропередач в сосновых лесах Белорусского Поозерья – как места обитания жужелиц (*Coleoptera*, *Carabidae*) / А. А. Лакотко, Г. Г. Сушко // Журн. Белорус. гос. ун-та. Экология. – 2021. – № 1. – С. 15–28.
8. Воронов, А. Г. Геоботаника : учеб. пособ. для ун-тов и пед. ин-тов / А. Г. Воронов. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Высшая школа, 1973. – 384 с.
9. McCune, B. Analysis of ecological communities / B. McCune, J. B. Grace / MJM Software. – Gleneden Beach, Oregon. – 304 p
10. Chao, A. iNEXT.4steps software. Anne Chao's Web site. Available from http://www.chao.shinyapps.io/iNEXT_4steps
11. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies / A. Chao, N. J. Gotelli, T. C. Hsieh [et al.] // Ecological Monographs 84: 45–67. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: A frame-work for sampling and estimation in species diversity studies. – 2014. – Vol. 84, № 1. – P. 45–67.
12. Hammer, Ø. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis / Ø. Hammer, D. A. T. Harper, P. D. Ryan // Palaeontologia Electronica. – 2001. – Vol. 4, № 1. 1–9.
13. Александрович, О. Р. Жужелицы (*Coleoptera*, *Carabidae*) запада лесной зоны Русской равнины: фауна, зоогеография, экология, фауногенез / О. Р. Александрович. – Saarbrücken : Lambert Acad. Publ., 2014. – 456 с.
14. Солодовников, И. А. Жужелицы (*Coleoptera*, *Carabidae*) Белорусского Поозерья: с каталогом видов жужелиц Беларуси и сопредельных государств : моногр. / И. А. Солодовников ; М-во образования Респ. Беларусь, Витеб. гос. ун-т, Каф. зоологии. – Витебск : ВГУ, 2008. – 325 с.

Поступила в редакцию 25.02.2025

Принята к публикации 10.06.2025

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сушко Геннадий Геннадьевич – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и географии Учреждения образования «Витебский государственный университет имени П. М. Машерова»

Лакотко Анатолий Аркадьевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и географии Учреждения образования «Витебский государственный университет имени П. М. Машерова»

Сушко Татьяна Николаевна – магистрант кафедры экологии и географии Учреждения образования «Витебский государственный университет имени П. М. Машерова»

Сушко, Г. Г. Влияние нарушенности растительного покрова противопожарных разрывов в сосняках мшистых и черничных в Белорусском Поозерье на показатели разнообразия жужелиц (*Coleoptera*, *Carabidae*) / Г. Г. Сушко, А. А. Лакотко, Т. Н. Сушко // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Минск, 2025. – Вып. 55. – С. 164–173.

МИКОЛОГИЯ И ФИТОПАТОЛОГИЯ MYCOLOGY AND PHYTOPATHOLOGY

УДК 582.28

С. А. АЛЕЙНИКОВ, Т. Г. ШАБАШОВА, С. И. КОРИНЯК

ГРИБЫ-ДЕСТРУКТОРЫ В НЕЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ (БЕЛАРУСЬ)

Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Курпевича Национальной академии наук Беларуси,
Минск, Беларусь, e-mail: salelnikoff@yandex.by, tiniti@inbox.ru

Аннотация. В статье представлены результаты изучения грибов-деструкторов в неэксплуатируемых, нежилых помещениях. Обследованы 3 здания разных лет постройки, в которых определено 36 видов микроскопических грибов, вызывающих повреждения строительных и отделочных материалов. Наиболее часто встречались грибы родов *Penicillium* (46%), *Aspergillus* (39%), *Acremonium* (25%), *Alternaria* (17%) и *Cladosporium* (8%). Анализ структуры грибов-деструкторов показал, что по видовому разнообразию и степени доминирования в помещениях преобладают грибы дейтеромицеты (*Deuteromycota*), или несовершенные грибы (*Fungi imperfecti*, анаморфная стадия сумчатых грибов) – родов *Penicillium* и *Aspergillus*, причем по количеству видов превалирует род *Aspergillus* (9 видов), остальные рода представлены 1–3 видами. Грибы отдела *Ascomycota* в телеоморфной стадии представлены родами *Chaetomium* и *Saccharomyces*.

Ключевые слова: биодеструкторы, микромицеты, таксономический состав, рода, строительные материалы.

S. A. ALEINIKAU, T. G. SHABASHOVA, S. I. KORINYAK

FUNGUS-DESTRUCTORS IN NON-EXPLOITED INDUSTRIAL BUILDINGS (BELARUS)

V. F. Kurpevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus, e-mail: salelnikoff@yandex.by, tiniti@inbox.ru

Annotation. The article presents the results of studying biodegradable fungi in unused, non-residential premises. Three buildings of different years of construction were examined, in which 36 types of microscopic fungi were identified that cause damage to building and finishing materials. The most common fungi were genera *Penicillium* (46%), *Aspergillus* (39%), *Acremonium* (25%), *Alternaria* (17%) и *Cladosporium* (8%). The analysis of the structure of biodegradable fungi has shown that fungi predominate in terms of species diversity and degree of dominance in the premises *Deuteromycota* or *Fungi imperfecti*, genera *Penicillium* and *Aspergillus*. The genus *Aspergillus* prevails in terms of the number of species (9 species).

Keywords: biodestructor, micromycetes, fungi, taxonomy, genera, building materials.

ВВЕДЕНИЕ

Исследования, проводимые в нашей стране и за рубежом, показывают, что почти все материалы природного и искусственного происхождения, подвержены биологическому повреждению. Под биологическим повреждением понимают разрушение или изменение структурных и функциональных характеристик материалов и объектов в результате воздействия живых организмов и их метаболитов. Биоповреждения могут прояв-

ляться в виде коробления, отслоения, высолов, разрушения защитных слоев конструкций и материалов из которых они изготовлены. Основные биодеструкторы строительных материалов – бактерии, грибы, лишайники, микроскопические водоросли и другие микроорганизмы, из которых наиболее агрессивными являются микроскопические грибы (микромицеты) [1]. Микромицеты обладают широкими адаптивными возможнос-

тиями, позволяющими им приспосабливаться к самым разным условиям существования не только в природе, но и на искусственных субстратах, т.е. колонизировать и повреждать строительные и отделочные материалы жилища человека, технические постройки, а также различные изделия. Строительные материалы, обладая многими ценными свойствами, вместе с тем имеют и существенные недостатки. Будучи сложными композиционными соединениями, они способны подвергаться биологическому разрушению, прежде всего, микроорганизмами и плесневыми грибами. В качестве источника питания они могут использовать вещества, входящие в состав искусственных материалов, а также органику, присутствующую в пылевых осадках [2].

В процессе своей жизнедеятельности микроорганизмы-биодеструкторы продуцируют ферменты, кетоны, спирты и такие агрессивные метаболиты, как кислоты – органические (щавелевая, гликолевая, янтарная, уксусная и др.) и неорганические (азотная, серная, и др.), а также аммиак, сероводород, метан, углекислый газ. Продукты их жизнедеятельности могут играть роль катализаторов, разрушающих материал химических процессов, ускоряя химические реакции в

несколько раз. Под воздействием метаболитов биодеструкторов разрушаются бетон, природный камень, отделочные материалы. Многие виды микроорганизмов способны сорбировать влагу из воздуха, выделять воду в качестве метаболита, что ведет к избыточному увлажнению строительного материала, растворению загрязнителей, и развитию других микроорганизмов [3, 4].

Известно, что очаги биоповреждений строительных и отделочных материалов образуются при долговременной эксплуатации зданий и сооружений из-за проникновения влаги внутрь помещений, вследствие протечек кровли, нарастания культурного слоя на выступающих частях зданий, вокруг фундаментов и стен, нарушения гидроизоляции, некачественных водостоков, плохо функционирующей системы вентиляции, отопления и дренажных систем [1–3]. Поэтому при реконструкции зданий для подбора наиболее эффективных биоцидных средств обработки, необходима микологическая диагностика объекта, поскольку микроскопические грибы, благодаря наличию широкого спектра ферментов, способны развиваться на искусственных материалах, и в значительной степени ухудшать их эксплуатационные характеристики [4].

ОБЪЕКТЫ (МАТЕРИАЛЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования являются грибы-деструкторы разных систематических групп, обитающих в неэксплуатируемых производственных помещениях.

Отбор проб проводили в 2019–2024 гг. с пораженных поверхностей неэксплуатируемых зданий разных годов постройки: I-е – г. Брест, бывшее производственное здание (3-х этажное, 1970-е гг. постройки), II-е – г. Минск, долгострой стадия консервации (многоэтажное с подземным гаражом, 2015–2018 гг.), III-е – г. Минск, здание на стадии реконструкции (3-х этажное с подвальным помещением, 1930-е гг.) (адреса зданий не приведены по этическим соображениям) [5, 6].

При микологическом обследовании проводили визуальное обследование помещений, выявляли и оценивали очаги биоповреждения с фотофиксацией поврежденных участков, а также мест отбора образцов. Для отбора материала использовали модифицированную и адаптированную нами методику отбора проб с твердых поверхностей [7]. Образцы взяты с пораженных поверхностей в виде соскобов побелки, фрагментов обоев, краски со стен, перекрытий, потолков, полов в помещениях и коридорах, фойе и цокольных этажах; каждый образец помещали в целлофановый пакет или чашку Петри, подписывая маркером пробы с указанием даты, адреса, места.

В I-м здании отобраны образцы из коридоров и кабинетов 2-х этажей, из производственного цеха и коридора на 1 этаже.

Во II-м здании отобраны образцы из коридоров и помещений трех верхних этажей, которые имели видимые следы повреждений биодеструкторами, лестничные пролеты и подземный гараж и технические помещения.

В III-м здании проведен отбор образцов с перекрытий и стен, потолков, полов в помещениях и коридорах с 1 по 3 этаж, включая подвал и фойе; для изучения возможности проникновения грибов внутрь стен, сделаны отверстия глубиной 30–80 мм и взяты образцы цементной крошки.

Выделение грибов из проб на агаризованную питательную среду проводили в соответствии с общепринятыми стандартными методами [8]. Для качественной оценки зараженности использовали метод прямого высева образцов на поверхность питательной среды. [8]. При посеве образцов, для более полного выявления видового состава грибов, использовали полноценную среду, без лимитирующих факторов – картофельно-глюкозный агар, сусло-агар или Мальц-агар. Чашки Петри с посевами инкубировали в термостате с постоянной температурой $24 \pm 1^\circ\text{C}$. Визуальный анализ и подсчет колоний проводили на пятые сутки или в зависимости от скорости роста

гриба в течение 2–3-х недель. Для документирования проводимых работ и фиксирования особенностей анатомо-морфологических структур мицелия проводили макросъемку колоний грибов в чашках Петри.

Частоту встречаемости идентифицированных видов грибов (В) определяли по формуле:

$$B = M \times 100\% / n,$$

где М – число проб, в которых обнаружен данный вид гриба, n – общее количество проб [9].

В среднем взято по 100 проб.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На момент отбора образцов здания несколько лет не эксплуатировали, в течение этого времени они находились в состоянии повышенной влажности вследствие разных причин – протечки крыш, системы водоснабжения и отопления, отсутствия работающей вентиляции и отопления, перепады температур и относительная высокая влажность, что вызвало образование конденсата на поверхностях и также способствовало дополнительному увлажнению строительных конструкций и отделочных материалов. Длительное воздействие влаги как внутри помещений, так и на все здание в целом, создает благоприятные условия для развития микроскопических грибов.

Визуально отмечено, что на несущих конструкциях стен и потолков имеются разрушения штукатурки, засоление и расслоение кирпичной кладки (рис. 1–3). Площадь поражения биодеструкторами сложно оценить из-за неравномерности их роста – в некоторых помещениях это локальные пятна, не превышающие 1–5% от всей площади, в других отмечен 100% рост на всех поверхностях помещения (см. рис. 3).

Определение таксономического состава собранных образцов грибов осуществляли с помощью стереомикроскопа Olympus SZ6 и светового микроскопа Olympus BX51. Препараты мицелия и генеративных элементов грибов готовили с использованием 5% раствора КОН, препараты микроскопических грибов подкрашивали водным раствором эозинового красного. Идентификация собранного материала (образцов) проведена с использованием ряда работ [9–12]. Наименования таксонов представлены в соответствии с электронной базой данных микологической номенклатуры Index Fungorum.

В I-ом здании основные очаги биоповреждений локализованы на потолках, несущих балках, стенах (см. рис. 1). В высевах по отдельным помещениям выявлены следующие виды грибов:

Кабинеты (потолки и стены) – *Acremonium butyri* (J.F.H. Beyma) W. Gams; *Acremonium strictum* Gams; *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.; *Aspergillus candidus* Link; *Aspergillus flavus* Link; *Chaetomium globosum*; *Cladosporium oxysporum* Berk. & M.A. Curtis; *Aspergillus versicolor* (Vuill.) Tirab.; *Aspergillus ustus* (Bain.) Thom & Church; *Penicillium chrysogenum* Thom; *Penicillium expansum* Link; *Saccharomyces cerevisiae* Meyen ex Hansen; *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viégas.



Рис. 1. Фрагменты помещений с признаками поражения грибами-деструкторами (I здание)

Fig. 1. Fragments of rooms with signs of damage fungi-destructors (I building)



Рис. 2. Фрагменты помещений с признаками поражения биодеструкторами (II здание)

Fig. 2. Fragments of rooms with signs of damage biodestructors (II building)

Коридоры 2 и 3 этажей (балки и потолки) – *Acremonium butyri* (J.F.H. Beyma) W. Gams; *Acremonium strictum* Gams; *Saccharomyces* sp.

Коридор, цеха (потолок и стена) – *Acremonium butyri* (J.F.H. Beyma) W. Gams; *Acremonium strictum* Gams; *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.; *Aureobasidium pullulans* (de Bary) G. Arnaud; *Chaetomium globosum* Kunze; *Paecilomyces variotii* Bainier; *Penicillium chrysogenum* (Thom); *Penicillium expansum* Link; *Cladosporium oxysporum* Berk. & M.A. Curtis; *Trichoderma hamatum* (Bonord.) Bain; *Trichoderma viride* Pers.; *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viégas.

Во II-ом здании основные очаги повреждений биодеструкторами отмечены на трех верхних этажах, лестничных проемах, коридорах из-за прорыва там системы отопления, а также на нижних технических этажах из-за протечек гидроизоляции (см. рис. 2).

Коридоры, комнаты, технические помещения – *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.; *Alternaria chartarum* Preuss.; *Aspergillus fumigatus* Fresen.; *Aspergillus versicolor* (Vuill.) Tirab.; *Aspergillus ustus* (Bainier) Thom & Church.; *Chaetomium globosum* Kunze; *Cladosporium sphaerospermum* Pen; *Cladosporium variabile* (Cooke) G.A. de Vries; *Cy-*

lindrocarpon destructans (Zinssm.) Scholten; *Fusarium heterosporum* Nees & T. Nees; *Penicillium expansum* Link.; *Penicillium variable* Wehmer; *Phoma pinodella* (L.K. Jones) Morgan-Jones & K.B. Burch; *Phialophora alba* J.F.H. Beyma; *Rhizopus arrhizus* A. Fisch.; *Stachybotrys atrus* Corda *Verticillium lateritium* Ber.

Стены подземного гаража – *Acremonium charticola* (Lindau) W. Gams; *Acremonium butyri* (J.F.H. Beyma) W. Gams; *Aspergillus fumigatus* Fresen.; *Aspergillus spiculosus* Blaser; *Chaetomium globosum* Kunze; *Cladosporium sphaerospermum* Pen; *Cylindrocarpon destructans* (Zinssm.) Scholten; *Fusarium heterosporum* Nees & T. Nees; *Penicillium variable* Wehmer; *Phoma pinodella* (L.K. Jones) Morgan-Jones & K.B. Burch; *Phialophora alba* J.F.H. Beyma; *Rhizopus arrhizus* A. Fisch.;

Verticillium lateritium Ber; *Ulocladium chartarum* (Preuss) E.G. Simmons.

В III-м здании коридоры, кабинеты 1–3 этаж, подсобные помещения, лестничные пролеты, подвал, фойе – *Acremonium charticola* (Lindau) W. Gams; *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl; *Alternaria atrum* Preuss.; *Aspergillus carbonarius* (Bainier) Thom; *Aspergillus fumigatus* Fresen.; *Aspergillus niger* Tiegh.; *Aspergillus parasiticus* Speare.; *Aspergillus ustus* (Bainier) Thom & Church.; *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link.; *Chaetomium tenuissimum* Sergeeva; *Fusarium heterosporum* Nees & T. Nees.; *Penicillium expansum* Link.; *Penicillium variable* Wehmer.; *Phialophora alba* J.F.H. Beyma; *Saccharomyces* sp.; *Trichoderma viride* Pers.; *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold; *Verticillium lateritium* Berk.



Рис. 3. Фрагменты помещений с признаками поражения биодеструкторами (III здание)

Fig. 3. Fragments of rooms with signs of damage biodestructors (III building)

Помимо плесневых грибов в фойе III-го здания на стенах отмечен рост водорослей, на наружной облицовке здания – лишайников рода *Xanthoria*, т.к. в начале 2000-х гг. здание ремонтировали, деревянные части перекрытий и балок заменили на бетонные, поэтому дереворазрушающие базидиальные грибы, являющиеся основными биодеструкторами старых построек, в данном здании отсутствовали.

При обследовании 3 нежилых объектов (мест поражения биодеструкторами строительных материалов), выделено и определено 36 видов микромицетов (табл.), среди которых наиболее часто

встречаются грибы родов *Penicillium* (46%), *Aspergillus* (39%), *Acremonium* (25%), *Alternaria* (17%) и *Cladosporium* (8%) (рис. 4).

Анализ структуры грибов-деструкторов показывает, что по видовому разнообразию и степени доминирования в помещениях преобладают грибы дейтеромицеты (*Deuteromycota*), или несовершенные грибы (*Fungi imperfecti*, анаморфная стадия сумчатых грибов) – родов *Penicillium* и *Aspergillus*, причем по количеству видов превалирует род *Aspergillus* (9 видов), остальные рода представлены 1–3 видами.

Грибы отдела *Ascomycota* в телеоморфной стадии представлены родами *Chaetomium* и *Saccharomyces*. Грибы рода *Chaetomium* в основном представители мезофильной группы организмов. Выделенные виды – *Chaetomium globosum* и *Chaetomium tenuissimum* сапрофитные грибы, обитают на растительных остатках, в почве, активно утилизируют целлюлозу. Выявленные виды грибов-деструкторов являются эвритопными, с широкой амплитудой выживаемости как на естественных, так и на искусственных субстратах.

Таблица. Видовой состав биодеструкторов нежилых помещений

Table. Species composition of biodestructor in non-residential buildings

Вид	Встречаемость вида (%) в зданиях		
	I	II	III
1 <i>Acremonium charticola</i>	-	15,3	11,8
2 <i>Acremonium butyri</i>	25,6	7,1	-
3 <i>Acremonium strictum</i>	15,0	-	-
4 <i>Alternaria alternata</i>	9,8	5,3	9,2
5 <i>Alternaria chartarum</i>	-	11,2	16,5
6 <i>Aspergillus candidus</i>	18,6	-	-
7 <i>Aspergillus carbonarius</i>	-	-	5,4
8 <i>Aspergillus flavus</i>	10,2	-	-
9 <i>Aspergillus fumigatus</i>	-	16,4	11,6
10 <i>Aspergillus niger</i>	-	-	9,8
11 <i>Aspergillus parasiticus</i>	-	-	6,1
12 <i>Aspergillus sulphureus</i>	-	4,5	5,1
13 <i>Aspergillus versicolor</i>	8,7	-	4,9
14 <i>Aspergillus ustus</i>	-	12,4	4,8
15 <i>Aureobasidium pullulans</i>	3,6	-	-
16 <i>Chaetomium globosum</i>	3,4	6,1	-
17 <i>Chaetomium tenuissimum</i>	-	-	2,6
18 <i>Cladosporium herbarum</i>	3,1	-	9,1
19 <i>Cladosporium oxysporum</i>	1,8	-	-
20 <i>Cladosporium sphaerospermum</i>	-	10,5	-
21 <i>Cylindrocarpon destructans</i>	-	1,2	-
22 <i>Fusarium heterosporum</i>	-	1,3	1,6
23 <i>Rhizopus stolonifer</i>	-	1,6	2,4
24 <i>Paecilomyces variotii</i>	2,1	-	1,1
25 <i>Penicillium chrysogenum</i>	11,6	21,1	-
26 <i>Penicillium expansum</i>	24,5	-	31,3
27 <i>Penicillium variabile</i>	-	19,2	19,8
28 <i>Phialophora alba</i>	-	4,3	6,7
29 <i>Phoma pinodella</i>	-	0,9	-
30 <i>Saccharomyces sp.</i>	3,7	-	2,4
31 <i>Stachybotrys atrus</i>	-	3,6	-
32 <i>Trichoderma hamatum</i>	9,1	-	-
33 <i>Trichoderma viride</i>	8,2	-	6,8
34 <i>Verticillium albo-atrum</i>	-	-	4,3
35 <i>Verticillium lateritium</i>	-	3,1	3,5
36 <i>Verticillium lecanii</i>	4,3	-	-

Развитие биодеструкторов может происходить как на поверхности, так и в глубине стен, т.к. большая часть пор бетона капиллярная, влага может проникать в толщу конструкции стен, создавая благоприятные условия для прорастания, роста и сохранения спор грибов. Строительные материалы, обладая многими ценными свойствами, вместе с тем имеют и существенные недостатки, будучи сложными композиционными соединениями, они способны подвергаться биологическому разрушению под воздействием органических кислот, выделяемых в процессе жизнедеятельности микромицетами, а также их последующее механическое воздействие, приводящее к увеличению пористости материала и потере его прочности (см. рис. 2).

Из кирпичной кладки и цемента стен взяты образцы – глубина отбора проб от 30 до 80 мм в III-м здании. Выявлены споры 10 видов грибов, которые сохраняют свою жизнеспособность и при благоприятных условиях могут прорасти – *Aspergillus sulphureus* – 30 мм, *Aspergillus fumigatus* – 30 и 70 мм, *Aspergillus parasiticus* – 70 мм, *Aspergillus ustus* – 80 мм, *Chaetomium tenuissimum* – 30 и 80 мм, *Cladosporium herbarum* – 70 мм, *Penicillium expansum* – 70 мм, *Penicillium variabile* – 70 мм, *Phialophora alba* – 70 мм, *Verticillium albo-atrum* – 30 и 50 мм.

Кроме диагностики биодеструкторов, при ремонтных работах проводится обработка поверхностей внутри помещений биоцидными препаратами. В III-м здании начат ремонт, штукатурка, гипсокартон, пораженные грибами удалены, стены и потолки очищены до бетона и все поверхности обработаны 2-хкратно фунгицидным средством Byotol. Для исследования эффективности проведенной обработки взяты пробы в виде соскобов с обработанных биоцидом поверхностей. Проведенный анализ показал наличие остаточной грибной флоры на строительных конструкциях здания после проведенной обработки – выявлено 9 видов грибов: *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus fumigatus*, *Chaetomium tenuissimum*, *Penicillium expansum*, *Penicillium variabile*, *Phialophora alba*, *Trichoderma viride*, *Verticillium albo-atrum*, *Ulocladium atrum*.

Удаление плесневого налета с пораженных поверхностей стен и потолков, последующая их просушка и обработка фунгицидными препаратами не привели к полному уничтожению грибов-деструкторов, и даже после обработки биоцидным средством сохраняются остаточные количества спор грибов рода *Penicillium* и *Aspergillus*. Поэтому рекомендуется для предотвращения возможного рецидива роста грибов-

деструкторов, помимо дополнительной обработки поверхностей биоцидом, вводить пластификаторы в используемые штукатурные и отде-

лочные смеси для улучшения их гидрофобных свойств, чтобы исключить сохранение спор грибов в микротрещинах.

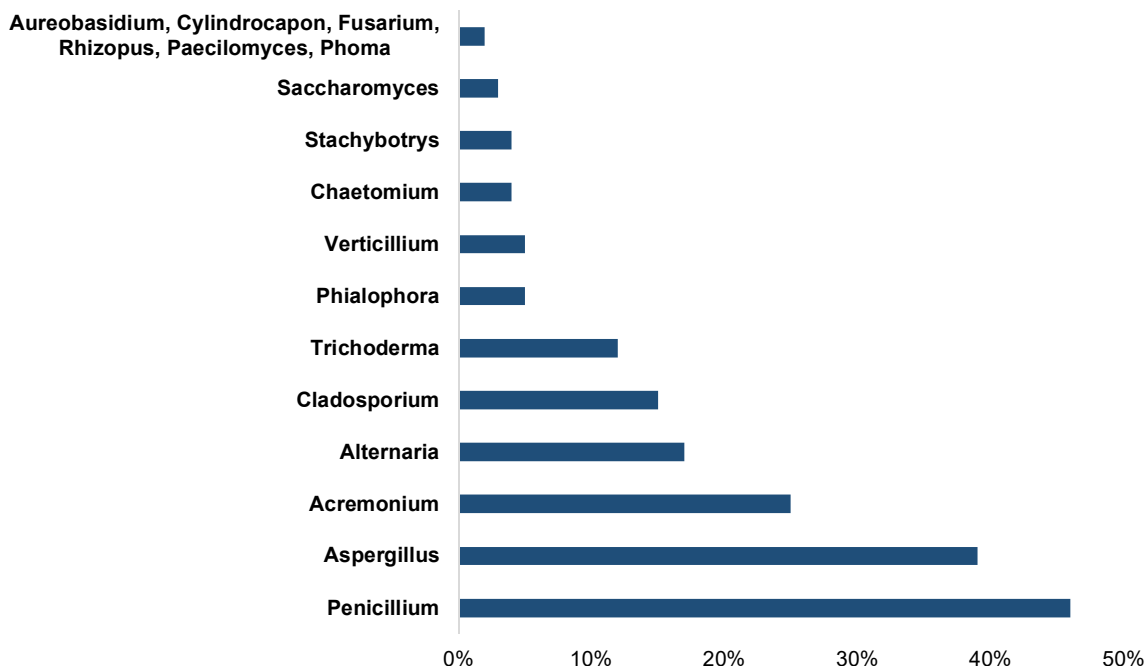


Рис. 4. Встречаемость основных родов грибов-деструкторов в нежилых помещениях

Fig. 4. The occurrence of the main genera of biodestructor fungi in non-residential buildings

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При проведении микологических обследований неэксплуатируемых производственных зданий отмечено, что сами строения и помещения внутри испытывали постоянные температурные колебания, в них сохранялась высокая влажность, внутри накопилось большое количество пыли, отходов производства, что способствовало активному развитию микроскопических грибов-деструкторов родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Acremonium*, *Alternaria*, *Cladosporium* и *Trichoderma*. Рост микромицетов на поверхностях строительных материалов снижает их механические и эксплуатационные характеристики, ухудшает их внешний вид, приводит к разрушению штукатурного слоя, образованию пигментных пятен, засолению и расслоению кирпичной кладки.

Как показали наши исследования, удаление плесневого налета с пораженных поверхностей стен и потолков, последующая их просушка и обработка биоцидными препаратами не приводят к полному уничтожению грибов-деструкторов, на стенах даже после обработки сохраняются оста-

точные количества спор грибов рода *Penicillium* и *Aspergillus*. Возможно, наличие данных биодеструкторов даже после обработки связано с тем, что они обнаружены в пробах, взятых на глубине от 30 до 80 мм, поэтому, вероятно, их споры сохранились в трещинах кирпичной кладки. Высокая гигроскопичность бетона внутри помещений и проникновение микроскопических грибов в его толщу на глубину до 80 мм, вызывает разрушение металлической арматуры, способствует возникновению пустот и накоплению влаги, что также способствует росту грибов.

При проведении ремонтных работ необходима реализация комплексного подхода, включающего в себя микологический мониторинг помещения, строительную экспертизу, чтобы выявить причины избыточного увлажнения помещений, и последующую биоцидную обработку. При использовании такого подхода будет создана возможность своевременно принять адекватные меры и предотвратить негативные последствия развития биодеструкторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биокоррозия строительных материалов (состояние и пути решения) / Б. Н. Огарков, А. В. Петров, Г. Р. Огаркова, [и др.] // Биоповреждения и биокоррозия в строительстве. – Саранск, 2006. – С. 24–28.
2. Старцев, С. А. Проблемы обследования строительных конструкций, имеющих признаки биоповреждения / С. А. Старцев // Инженерностроительный журнал. – 2010. – № 7(17). – С. 41–46.
3. Study on moisture condensation on the interior surface of buildings in high humidity climate / S. You, W. Li, T. Ye, [et al.] // Building and Environment. – 2017. – Vol. 125, p.39–48.
4. Mycological studies as a tool to improve the control of building materials biodeterioration / E. Gámez, N. Bellotti, C. Deya, M. Cabello // Journal of Building Engineering. – 2020. – Vol. 32. – p. 101738. DOI: 10.1016/j.jobbe.2020.101738
5. Shabashova, T. Micromycetes in living premises in Minsk city / T. Shabashova, D. Belomesyatseva, S. Aleinikav // Book of Abstracts: XIX Congress of European Mycologists, Perugia, September 4th–8th. – University of Perugia, 2023. – P. 108.
6. Изучение микобиоты реконструируемого здания / С. А. Алейников, Т. Г. Шабашова, С. И. Кориняк, Д. Б. Беломесяцева // Материалы международного микологического форума «Современная микология в России» 22–23 мая 2024 г., г. Москва. – Москва, 2024. – Т.10. – Национальная академия микологии, 2024. – с. 129–131.
7. Шабашова, Т. Г. Особенности метода отбора образцов при микологической экспертизе помещений / Т. Г. Шабашова, Д. Б. Беломесяцева, С. И. Кориняк // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси [и др.]. – Минск, 2016. – Вып. 45. – С. 202–208.
8. Билай, В. И. Методы экспериментальной микологии / В. И. Билай. – Киев: Наукова думка, 1982. – 233 с.
9. Борисова, В. Н. Гифомицеты листовного опада / В. Н. Борисова // Микробиоты почв. – Киев: Наукова думка, 1984. – С. 155–180.
10. Dennis, R. W. G. British Ascomycetes / R. W. G. Dennis. Vaduz: Cramer, 1978. – 114 с.
11. Ellis, M. B. Dematiaceous Hyphomycetes / M. B. Ellis. – Kew: CAB., 1971. – 608 p.
12. Мельник, В. А. Определитель грибов России. Класс Hyphomycetes. Вып. 1. Сем. Dematiaceae / В. А. Мельник. – СПб.: Наука, 2000 – 267 с.

Поступила в редакцию 11.04.2025

Принята к публикации 10.06.2025

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алейников Сергей Андреевич – аспирант, младший научный сотрудник лаборатории микологии Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Шабашова Татьяна Гарьевна – кандидат биологических наук, заведующая лабораторией микологии Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Кориняк Сергей Иванович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории микологии Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Алейников, С. А. Грибы-деструкторы в неэксплуатируемых производственных зданиях (Беларусь) / С. А. Алейников, Т. Г. Шабашова, С. И. Кориняк // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Минск, 2025. – Вып. 55. – С. 174–181.

УДК 632.4:633.88

С. И. КОРИНЯК, В. Н. ЛЕБЕДЬКО

ПАТОГЕННАЯ МИКОБИОТА НА ИНВАЗИОННЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ИНВАЗИОННЫХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЯХ Г. ГОМЕЛЯ И ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ (БЕЛАРУСЬ)

Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: SS70@mail.ru, vladmir.flora@yandex.by

Аннотация. Статья содержит данные о ботанико-микологических исследованиях, проведенных в вегетационный период 2023 г. на территории парков г. Гомеля и охраняемых природных территориях Гомельской области. В парках и лесных фитоценозах собраны образцы пораженных инвазионных¹ и потенциально инвазионных растений и проведена идентификация на них патогенных грибов. В результате на 13 видах чужеродных растений из 8 семейств идентифицировано 23 вида фитопатогенных грибов: 1 ржавчинный гриб, 4 вида мучнисторосяных, 18 видов анаморфных микромицетов. Идентифицированные микромицеты являются возбудителями пятнистостей листьев, мучнисторосяных налетов и могут представлять опасность для растений аборигенной флоры.

Ключевые слова: инвазионные растения, потенциально инвазионные растения, фитопатогенные грибы, анаморфные грибы.

S. I. KORINIAK, V. N. LEBEDKO

PATHOGEN MIKOBOTA OF INVASION AND POTENTIAL INVASION VASCULAR PLANTS OF GOMEL SITY AND GOMEL REGION (BELARUS)

V. F. Kurpevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus, e-mail: SS70@mail.ru, vladmir.flora@yandex.by

Annotation. The article tells about mycology research having been done at the vegetation periods of time 2023 at the territory of parks of Gomel sity and protekted territory of Gomel region. The collection of samples of damaged invasion and potential invasion plants at parks and in forests phytocenosis ware collected. 13 species of invasion and potential invasion plants from 8 families were collected and observed. On those plants 1 shecies of rust fungi, 4 species of powdery coating fungi and 18 species anamorphic fungi were identified. In result 33 species of pathogen fungi. Microscopic fungi identified on invasion and potential invasion plants are agents of leafs spots and represent danger for investigated plants.

Key words: invasion plants, potential invasion plants, pathogen fungi, anamorphic fungi.

ВВЕДЕНИЕ

Нередко при озеленении улиц, скверов и парков, а также на приусадебных участках помимо традиционных культур аборигенной флоры садоводы-любители высаживают растения, привезенные из различных регионов мира.

Растения, интродуцированные из других стран и возделываемые как декоративные и лекарственные, способны «мигрировать» в природные сообщества, при этом вытесняя виды аборигенной флоры и становясь инвазионными или потенциально-инвазионными. Вместе с ними в

окружающую среду «уходят» и фитопатогенные микромицеты, которые поселяясь на растениях аборигенной флоры, вызывают поражения вегетативных и генеративных органов.

В настоящее время в Беларуси инвазионными считаются 53 вида (5 таксонов гибридогенных) чужеродных растений, преимущественно североамериканского происхождения. В тоже время, к потенциально инвазионным относится более 270 видов и гибридов. Большой процент инвазионных видов растений отмечен в южных и юго-вос-

¹ Авторы придерживаются термина «инвазионный», что обсуждено на конференции «Изучение чужеродной флоры России и стран ближнего зарубежья: итоги, проблемы, перспективы» (март, 2024 г.) и в статье д.б.н. Д. В. Гельмана (Гельман, Д. В. О понятии «инвазионный вид» в применении к сосудистым растениям / Д. В. Гельман // Бот. журн. – 2006. – Т. 91, № 8. – С. 1222–1232).

точных частях Беларуси [10], где и расположен регион исследования (Гомельская область).

Одной из проблем сохранения биологического разнообразия местной флоры является угроза неконтролируемого распространения чужеродных и вредоносных организмов. Инвазионные виды фитопатогенных грибов – это виды, которые проникли на территорию Республики Беларусь при интродукции чужеродных растений и, как следствие, заноса патогенов с зараженным посадочным материалом [10]. Сама же грибная инвазия имеет некоторые особенности в связи с видовой принадлежностью гриба-паразита по от-

ношению к растению-хозяину: биология культивируемого растения, его скорость роста, размножение, степень поражения, а также факторы окружающей среды (абиотический, биотический и антропогенный) [7]. Поэтому, в настоящее время, одной из задач микологии и фитопатологии является изучение таксономического состава фитопатогенных грибов на инвазионных и потенциально-инвазионных растениях, разработка мероприятий по ограничению миграции культивируемых растений за пределы их возделываемых территорий и, соответственно, паразитирующих на них чужеродных фитопатогенов.

ОБЪЕКТЫ (МАТЕРИАЛЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В вегетационный период 2023 г. в парковых насаждениях г. Гомеля и охраняемых природных территориях Гомельской области проведен сбор гербарного материала:

– г. Гомель (парк Румянцевых и Паскевичей, парк Пионерский),

биологический заказник «Мнемозина» (Кориневское лесничество, кв. 31; Церюховское лесничество, экологическая тропа; Кориневское лесничество, кв. 131),

Национальный парк «Припятский» (Найдянское лесничество, кв. 70; Переровское лесничество, кв. 49; Озеранское лесничество, кв. 256).

Ботанические исследования проводили маршрутно-поисковым методом. Визуальное обследование сопровождали сбором гербарного материала с видимыми признаками поражения.

Собранные образцы пораженных растений проходили камеральную обработку в лаборато-

рии микологии Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси. При изучении видового состава микромицетов в лабораторных условиях, обработке и документировании (гербаризации) образцов, использованы общепринятые методы В. И. Билай [1]. Виды грибов приведены в соответствии с международной микологической базой данных *Index fungorum* [12]. Для определения и уточнения видовых названий растений использованы Определитель сосудистых растений [9], Черная Книга флоры Беларуси [10], а также электронная база данных *Tropicos* [13].

Образцы пораженных растений хранятся в гербарной коллекции MSK-F лаборатории микологии Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси (номера по базе: 22278, 22279, 22386, 22387, 24772, 24773, 24774, 24775, 24776, 24778, 24779, 24780, 24787, 24788, 24789, 24790, 24794, 24795, 24800, 24801, 24802, 24846, 24847, 24855, 24856, 24857, 26294, 26295, 26296).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенной работы на исследуемой территории собрано 13 видов чужеродных растений из 8 семейств. Приведены их естественные ареалы обитания, встречаемость на территории Беларуси, степень влияния на состав и структуру природных сообществ. Также представлен

перечень видов грибов, колонизирующих исследуемый субстрат (растение-хозяин), и местонахождение идентифицированных видов фитопатогенных грибов. Представленный материал изложен в алфавитном порядке латинских названий исследуемых растений.

Инвазионные виды растений

***Amelanchier* × *spicata* (Lam.) K. Koch. (*Rosa-ceae*). Ирга колосистая.** Занимает восточную часть Канады и США от острова Ньюфаундленд до штата Алабама, на запад до Миссури и Миннесоты, на юг до Южной Каролины. Встречается по всей территории Республики Беларусь, но преимущественно в широкой полосе: оз. Нарочь – Минск – Гомель. На юго-западе Беларуси, как и в Белорусском Поозерье, ирга отмечается значительно реже. В районах ранней интродукции (1940–1960 гг.) формирует устойчивый подлесок

в лесах, на опушках, прогалинах. Семена ирги разносятся преимущественно птицами. Ирга довольно широко выращивается садоводами-любителями и пчеловодами, что служит дополнительным фактором к ее распространению [10].

На листьях *Amelanchier* × *spicata* обнаружено 2 вида микромицетов.

Анаморфные микромицеты: *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., Beih. bot. Zbl., Abt. 2 29: 434 (1912). *Pleosporaceae*. Микромицет обитает на различных растительных субстратах, в почве.

Обычный сапротроф, в ряде случаев возбудитель пятнистостей листьев сосудистых растений – альтернариозов. Космополит [3, 6, 11]. Заказник «Мнемозина», Кориневское л-во, кв. 31. Суборь разнотравная.

Phyllosticta innumirabilis Peck, Bull. Torrey bot. Club 36 (6): 336 (1909). Syn.: *Discogloeum innumirabile* (Peck) Syd., in Sydow & Petrak, Annls mycol. 22 (3/6): 407 (1924) *Phyllostictaceae*. Возбудитель пятнистостей листьев сосудистых растений – филлостиктозов. Паразит [3]. Заказник «Мнемозина», Кориневское л-во, кв. 31. Суборь разнотравная.

***Bidens frondosa* L. (Asteraceae). Череда олиственная.** Естественный ареал – Северная Америка (Канада, США). Как сорное растение широко натурализовалось во многих регионах Евразии, северной Африке (Марокко), на северо-востоке Южной Америки (Гвиана) и в Новой Зеландии. Для территории Беларуси вид впервые упоминается в 1955 г. Однако, активное его распространение началось в 1970–1980-е гг. В настоящее время встречается по всей территории страны, неравномерно. Чаще всего, и массово отмечается в южной части в долинах крупных рек, в центральной – изредка, в северной – редко. Наиболее широко этот вид распространен в Гомельской области. Размножается исключительно семенами. Наибольшую угрозу инвазия череды представляет для прибрежно-водных, луговых и лесных растительных сообществ в поймах рек [10].

На листьях *Bidens frondosa* обнаружено 4 вида микромицетов.

Мучнисторосяный микромицет: *Podosphaera fusca* (Fr.) U. Braun & Shishkoff, in Braun & Takamatsu, Schlechtendalia 4: 29 (2000). *Erysiphaceae*. Вызывает мучнистый налет на различных органах растения-хозяина. Паразитирует преимущественно на листьях [4]. Национальный парк «Припятский». Найдянское л-во, окр. д. Пасека, кв. 70.

Анаморфные микромицеты: *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries, Contrib. Knowledge of the Genus *Cladosporium* Link ex Fries: 57 (1952). *Cladosporiaceae*. Встречается на растениях при вторичных инфекциях и на других субстратах. Сапротроф, в ряде случаев возбудитель пятнистостей листьев сосудистых растений – кладоспориозов. Космополит [3, 6, 11]. Национальный парк «Припятский», Найдянское л-во, окр. д. Пасека, кв. 70. Переровское л-во, окр. д. Хлупинская Буда, кв. 49.

Ramularia concomitans Ellis & Holw., in Ellis & Everhart, J. Mycol. 4 (1): 2 (1888). *Mycosphaerellaceae*. Возбудитель пятнистостей листьев сосудистых растений – рамуляриозов. Паразит [2]. Найдянское л-во, окр. д. Пасека, кв. 70.

Triposporium elegans Corda, Icon. fung. (Prague) 1: 16 (1837). *Helotiales*. Встречается на мертвой древесине, стеблях и листьях сосудистых растений. Факультативный паразит [11]. Национальный парк «Припятский», Переровское л-во, окр. д. Хлупинская Буда, кв. 49.

***Impatiens parviflora* DC. (Balsaminaceae). Недотрога мелкоцветковая.** Естественный ареал – Средняя Азия. В Беларусь попал в результате непреднамеренного заноса и впервые зарегистрирован в 1950-х гг. Встречается по всей территории страны, чаще в ее северо-западной и центральной части. Отмечен в лесах, парках, скверах, по берегам водоемов и водотоков, обочинам дорог, рудеральным местообитаниям вблизи населенных пунктов, свалкам бытового мусора. Размножение семенное. Обладая широкой экологической амплитудой, этот вид активно заселяет как нарушенные местообитания, так и естественные фитоценозы, часто формируя значительные по площади одновидовые сообщества.

На листьях *Impatiens parviflora* обнаружено 3 вида микромицетов (рис.).

Ржавчинный микромицет: *Puccinia komarovii* Tranzschel ex P. Syd. & Syd. [as 'komarovi'], Monogr. Uredin. (Lipsiae) 1 (3): 451 (1903) [1904]. *Pucciniaceae* [5]. Возбудитель ржавчины листьев и стеблей видов рода *Impatiens*, I–II–III. Паразит на высших растениях [5]. Заказник «Мнемозина». Кориневское л-во. Кв. 131. Суборь разнотравная.

Анаморфные микромицеты: *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., Beih. bot. Zbl., Abt. 2 29: 434 (1912). *Pleosporaceae* [3, 6, 11]. Заказник «Мнемозина». Кориневское л-во. Кв. 131. Суборь разнотравная.

Ramularia ludwegiana Syd., Annls mycol. 30 (3/4): 399 (1932) [2]. Возбудитель пятнистостей листьев сосудистых растений – рамуляриозов. Паразит. Заказник «Мнемозина». Кориневское л-во. Кв. 131. Суборь разнотравная.

***Lupinus polyphyllus* Lindl. (Fabaceae). Люпин многолистный.** Естественного произрастает в Канаде (Британская Колумбия) и США (Аляска, север Калифорнии, запад Оригона, Вашингтон). В страны Европы ввезен как декоративная культура. На территории Беларуси с середины XX в. использовался в качестве фитомелиоранта и сидерата, что в дальнейшем способствовало его широкому распространению. В настоящее время в стране встречается очень часто по всей ее территории как в культуре, так и в составе природных растительных сообществ в виде хорошо натурализовавшихся популяций. Распространяется в основном семенами. Произрастает на бедных песчаных почвах по обочинам дорог, полей, ж.-д. насыпей и откосов, по карьерам, канавам,

залежам, опушкам, рудеральным местам. Благодаря своей большой фитомассе приводит к трансформации растительных сообществ, вытесняя многие аборигенные виды.

На листьях *Lupinus polyphyllus* обнаружено 5 видов микромицетов.

Мучнисторосяный микромицет: *Erysiphe intermedia* (U. Braun) U. Braun, in Braun, Kruse, Wolcan & Murase, *Mycotaxon* 112: 175 (2010). *Erysiphaceae*. Вызывает мучнистый налет на различных органах растения-хозяина. Преимущественно на листьях. Паразитирует на представителях рода *Fabaceae* [4]. Церюховское л-во, экологическая тропка.

Анаморфные микромицеты: *Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire, *Trans. Br. mycol. Soc.* 18 (2): 157 (1933). *Pleosporaceae*. Микромицет обитает на различных растительных субстратах, в почве. Обычный сапротроф, в ряде случаев возбудитель пятнистостей листьев сосудистых растений – альтернариозов. Космополит [3, 6, 11]. Церюховское л-во, экологическая тропка.

Ascochyta lupinicola Petr., *Annls mycol.* 19 (5–6): 281 (1921). *Didymellaceae*. Возбудитель пятнистостей листьев сосудистых растений – аскохитозов. Паразитирует на представителях рода *Fabaceae* [3]. Церюховское л-во, экологическая тропка.

Cladosporium herbarum (Pers.) Link, *Mag. Gesell. naturf. Freunde, Berlin* 8: 37 (1816) [1815]. *Cladosporiaceae*. Микромицет обитает на различных растительных и других субстратах, в почве. Обычный сапротроф, в ряде случаев возбудитель пятнистостей листьев сосудистых растений – кладоспориозов. Космополит [3, 6, 11]. Церюховское л-во, экологическая тропка.

Alternaria botrytis (Preuss) Woudenb. & Crous, *Stud. Mycol.* 75(1): 206 (2013). *Syn.: Ulocladium botrytis* Preuss, *Linnaea* 24: 111 (1851). *Pleosporaceae*. Микромицет обитает на различных растительных и других субстратах, в почве. Сапротроф, в ряде случаев возбудитель пятнистостей листьев сосудистых растений – макроспориозов. Космополит [11]. Церюховское л-во, экологическая тропка.

***Oenothera biennis* L. (*Onagraceae*). Ослиник двулетний.** Согласно литературным данным его родиной является Северная Америка, Восточная Азия, Европа. Ослиник натурализовался во многих странах Евразии, включая Беларусь. В Европу завезен из Северной Америки в 1614 г. в качестве декоративного растения, затем широко распространился как сорное. На территории Беларуси впервые отмечен с 1780 г. Распространен по всей территории страны очень часто, особенно в западных и южных регионах.

Встречается на песчаных почвах по опушкам, вырубкам, полянам, пустошам, пойменным песчаным гривам, залежам, карьерам, строительным площадкам, пустырям, окраинам дорог, полей, железнодорожным насыпям, берегам водоемов и водотоков, в населенных пунктах. Распространяется семенами. Практически не переходит из рудеральных местообитаний на поля и, как правило, растет в условиях, где может составить конкуренцию лишь псаммофитам [10].

На листьях *Oenothera biennis* обнаружено 3 вида микромицетов.

Анаморфные микромицеты: *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries, *Contrib. Knowledge of the Genus Cladosporium Link ex Fries*: 57 (1952). *Cladosporiaceae* [3, 6, 11]. Национальный парк «Припятский». Озеранское л-во, окр. д. Озераны, кв. 256. Симоничское л-во, окр. д. Симоничская Рудня, кв. 571.

Septoria oenotherae Westend., *Bull. Acad. R. Sci. Belg., Cl. Sci., sér. 2* 2 (7): 575 (1857) *Mycosphaerellaceae*. Возбудитель пятнистостей листьев сосудистых растений – септориозов. Паразит [3, 8]. Национальный парк «Припятский», Озеранское л-во, окр. д. Озераны, кв. 256. Симоничское л-во, окр. д. Симоничская Рудня, кв. 571.

Stemphylium botryosum Wallr., *Fl. crypt. Germ. (Norimbergae)* 2: 300 (1833). *Pleosporaceae*. Микромицет обитает на различных растительных и других субстратах, в почве как сапротроф. В ряде случаев вызывает гниение плодов цитрусовых культур, поражение и выпадение семян, а также возбудитель пятнистостей листьев взрослых растений – макроспориозов [3, 6]. Национальный парк «Припятский», Озеранское л-во, окр. д. Озераны, кв. 256.

***Sambucus nigra* L. (*Viburnaceae*). Бузина черная.** Естественным ареалом этого вида является Атлантическая, Южная, Центральная и Восточная Европа, Кавказ и Западная Азия. Натурализовался в различных регионах Евразии, Северной Африки, Северной Америки и Австралии. Вероятно, с XVII в. интродуцирован на территории Беларуси в качестве лекарственного и декоративного растения. К концу XVII в. становится довольно обычным в культуре видом. В настоящее время изредка встречается по всей территории Беларуси, но чаще в западной и юго-западной части страны. Встречается вблизи усадебных парков, входит в состав подлеска производных лесных формаций и нарушенных насаждений, на вырубках, просеках, опушках, по берегам водоемов, в посадках и рудеральных местообитаниях в населенных пунктах, на свалках, пустырях, вдоль дорог. Часто дичает вблизи мест культивирования. В местах массового произрас-

тания может приводить к снижению численности, угнетению или исчезновению популяций аборигенных видов.

На листьях *Sambucus nigra* обнаружено 4 вида микромицетов.

Анаморфные микромицеты: *Fusarium sambucinum* Fuckel, Jb. nassau. Ver. Naturk. 23–24: 167 (1870) [1869–70]. *Nectriaceae*. Микромицет обитает на древесине, ветвях, стволах, стеблях, листьях деревьев и кустарников, корнях, клубнях, в почве, семенах, различных культурных и сорных растений. Отмечен как сапротроф или слабый паразит. Космополит [6]. Гомель, парк Румянцевых и Паскевичей.

Phyllosticta sambucicola (Kalchbr.) Sacc., Syll. fung. (Abellini) 3: 19 (1884). Syn.: *Depazea sambucicola* Kalchbr., Hedwigia 3: 73 (1864). *Phyllostictaceae*. Возбудитель пятнистостей листьев сосудистых растений – филлоситктозов. Паразит [3]. Гомель, парк Румянцевых и Паскевичей.

Stemphylium botryosum Wallr., Fl. crypt. Germ. (Norimbergae) 2: 300 (1833). *Pleosporaceae* [3, 6]. Гомель, парк Румянцевых и Паскевичей.

Tripodsporium elegans Corda, Icon. fung. (Prague) 1: 16 (1837). *Helotiales* [11]. Гомель, парк Румянцевых и Паскевичей.

***Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun. (Rosaceae).** **Рябинник рябинолистный.** Вид имеет самый значительный среди других видов этого рода природный ареал, расположенный от Западной Сибири до Дальнего Востока и Китая и от северного побережья Сибири до Кореи, северного Китая и до южных островов Японии. Часто дичает и натурализуется. На территории Беларуси, вероятно, встречался с конца XIX в. преимущественно в приусадебных парках и дендрариях при лесниче-

ствах. Отмечается довольно часто по всей территории страны. Образует заросли, порой значительные по площади и плотности, на месте старых усадебных парков, усадеб, лесничеств, на свалках, пустырях, вблизи дачных участков, на опушках, в лесах лесопарковых и курортных зон. Активно внедряющийся в естественные и нарушенные сообщества агрессивный интродуцент, быстро образующий монодоминантные заросли [10].

На листьях *Sorbaria sorbifolia* обнаружено 4 вида микромицетов.

Alternaria alternata (Fr.) Keissl., Beih. bot. Zbl., Abt. 2 29: 434 (1912). *Pleosporaceae* [3, 6, 11]. Церюховское л-во, экологическая тропа. Сосняк чернично-бруснично-мшистый; Кориневское л-во, кв. 66, ольс мертвопокровный.

Cladosporium herbarum (Pers.) Link, Mag. Gesell. naturf. Freunde, Berlin 8: 37 (1816) [1815]. *Cladosporiaceae* [3, 6, 11]. Церюховское л-во, экологическая тропа. Сосняк чернично-бруснично-мшистый; Кориневское л-во, кв. 66, ольс мертвопокровный.

Rhabdospora inaequalis (Sacc. & Roum.) Sacc., Syll. fung. (Abellini) 3: 580 (1884). Syn.: *Septoria inaequalis* Sacc. & Roum., Reliq. Libert, Ser. 4: no. 156 (1884). *Mycosphaerellaceae*. Возбудитель пятнистостей листьев сосудистых растений – септориозов. Паразит [3, 8]. Церюховское л-во, экологическая тропа. Сосняк чернично-бруснично-мшистый; Кориневское л-во, кв. 66, ольс мертвопокровный.

Stemphylium botryosum Wallr., Fl. crypt. Germ. (Norimbergae) 2: 300 (1833). *Pleosporaceae* [3, 6]. Церюховское л-во, экологическая тропа. Сосняк чернично-бруснично-мшистый; Кориневское л-во, кв. 66, ольс мертвопокровный.

Потенциально-инвазионные виды растений

***Berberis vulgaris* L. (Berberidaceae).** **Барбарис обыкновенный.** Естественный ареал – Южная и Западная Европа, Кавказ, Западная Сибирь. Культивируется как декоративное растение на приусадебных и дачных участках, в парках, в уличных насаждениях, хорошо дичает и встречается натурализовавшимся у лесных дорог, просек, на опушках, полянах, в сухих сосновых и смешанных лесах, по склонам котловин озер, облесенным коренным берегам рек, оврагам. Встречается по всей территории страны, довольно часто (чаще в западных районах). Слабоагрессивный вид [10].

На листьях *Berberis vulgaris* обнаружено 2 вида микромицетов (см. рис.).

Мучнисторосяный микромицет: *Erysiphe berberidis* DC., in Lamarck & de Candolle, Fl. franç., Edn 3 (Paris) 2: 275 (1805). *Erysiphaceae*. Вызывает мучнистый налет на различных органах растения-хозяина: на ветвях, на черешках листьев,

на листьях, на плодах. Паразитирует на представителях рода *Berberis* [4]. Гомель, парк Румянцевых и Паскевичей.

Анаморфные микромицеты: *Alternaria alternata* ((Fr.) Keissl., Beih. bot. Zbl., Abt. 2 29: 434 (1912). *Pleosporaceae* [3, 6, 11], Гомель, парк Румянцевых и Паскевичей.

Stemphylium botryosum Wallr., Fl. crypt. Germ. (Norimbergae) 2: 300 (1833). *Pleosporaceae* [6, 11]. Гомель, парк Румянцевых и Паскевичей.

***Prunus avium* (L.) L. (Rosaceae).** **Вишня птичья.** Естественный ареал – Кавказ, Крым, Иран, юг Европы. Некоторые клоны этого вида проявляют слабую агрессивность, проникая в естественные фитоценозы [10].

На листьях *Prunus avium* обнаружено 3 вида микромицетов.

Анаморфные микромицеты: *Alternaria cerasi* Potebnia, Annls mycol. 5 (1): 22 (1907). *Pleosporaceae*

raceae [3, 6, 11], Возбудитель пятнистостей листьев сосудистых растений – альтернариозов. Паразитирует на видах родов *Prunus*, *Cerasus*. Заказник «Мнемозина». Кориневское л-во. Кв. 131. Суборь разнотравная.

Ovularia cerasi McAlpine, Fungus Diseases of stone-fruit trees in Australia: 91 (1902). *Mycosphaerellaceae*, Возбудитель пятнистостей листьев сосудистых растений – овуляриозов. Паразитирует на листьях и фруктах представителей родов *Prunus*, *Cerasus* [2]. Заказник «Мнемозина». Кориневское л-во. Кв. 131. Суборь разнотравная.

Phyllosticta cerasicola Speg., Anal. Soc. cient. argent. 10 (4): 152 (1880). Syn.: *Asteromella cerasicola* (Speg.) H. Ruppr., Sydowia 13 (1–6): 12 (1959). *Dothideomycetes*. Возбудитель пятнистостей листьев сосудистых растений – филлостиктозов. Паразитирует на представителях рода *Prunus*, *Cerasus* [3]. Заказник «Мнемозина». Кориневское л-во. Кв. 131. Суборь разнотравная.

***Chelidonium majus* L. (Papaveraceae). Чистотел большой.** Естественный ареал – Азия. Произрастает по рудеральным местообитаниям, в лесах, на опушках, в придорожных зарослях кустарников, садах, парках, на пустырях. Встречается по всей территории страны, часто. Довольно агрессивный вид, внедряющийся в антропогенно нарушенные фитоценозы [10].

На листьях *Chelidonium majus* обнаружено 2 вида микромицетов

Анаморфные микромицеты: *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link, Mag. Gesell. naturf. Freunde, Berlin 8: 37 (1816) [1815]. *Cladosporiaceae* [3, 6, 11]. Заказник «Мнемозина». Кориневское л-во. Кв. 131. Суборь разнотравная.

Stemphylium botryosum Wallr., Fl. crypt. Germ. (Norimbergae) 2: 300 (1833). *Pleosporaceae* [3, 6]. Заказник «Мнемозина». Кориневское л-во. Кв. 131. Суборь разнотравная.

***Cotoneaster acutifolius* Turcz. (Rosaceae). Кизильник остролистный, или блестящий.** Естественный ареал – Восточная Сибирь. Культивируется по всей стране, часто. Иногда дичает в местах культивации. Слабоагрессивный вид [10].

На листьях *Cotoneaster acutifolius* обнаружено 3 вида микромицетов (см. рис.).

Анаморфные микромицеты: *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link, Mag. Gesell. naturf. Freunde, Berlin 8: 37 (1816) [1815]. *Cladosporiaceae* [3, 6, 11]. Гомель, парк Румянцевых и Паскевичей.

Phyllosticta cotoneastri Allesch., Hedwigia 36 (Beibl.): (158) (1897). *Phyllostictaceae*. Возбудитель пятнистостей листьев сосудистых растений – филлостиктозов. Паразитирует на представителях рода *Cotoneaster* [3]. Гомель, парк Румянцевых и Паскевичей.

Stemphylium botryosum Wallr., Fl. crypt. Germ. (Norimbergae) 2: 300 (1833). *Pleosporaceae* [3, 6]. Гомель, парк Румянцевых и Паскевичей.

***Crataegus submollis* Sarg. (Rosaceae). Боярышник мягковатый.** Естественный ареал – Северная Америка. Иногда дичает в местах культивации. Слабоагрессивный вид [10].

На листьях *Crataegus submollis* обнаружено 3 вида микромицетов (см. рис.).

Анаморфные микромицеты: *Alternaria tenuissima* Kunze) Wiltshire, Trans. Br. mycol. Soc. 18 (2): 157 (1933). *Pleosporaceae* [3, 6, 11]. Гомель, парк Пионерский.

Cladosporium herbarum (Pers.) Link, Mag. Gesell. naturf. Freunde, Berlin 8: 37 (1816) [1815]. *Cladosporiaceae* [3, 6, 11]. Гомель, парк Пионерский.

Phyllosticta monogyna Allesch., Rabenh. Krypt.-Fl., Edn 2 (Leipzig) 1 (6): 35 (1898). Syn.: *Phyllosticta crataegi* Speg., Michelia 1 (no. 5): 483 (1879). *Phoma crataegicola* Berl. & Bres., Annuario Soc. Alpinisti Trident. 14: 61 (1889). *Phyllostictaceae*. Возбудитель пятнистостей листьев сосудистых растений – филлостиктозов. Паразитирует на представителях рода *Crataegus*. [3]. Гомель, парк Пионерский.

***Polygonum neglectum* Besser (Polygonaceae). Спорыш незамеченный.** Гибридогенный таксон. В посевах различных культур, на открытых местах у дорог, в населенных пунктах. Встречается по всей территории Беларуси, довольно часто. Слабоагрессивный подвид [10].

На листьях *Polygonum neglectum* обнаружено 2 вида микромицетов.

Мучнисторосяный микромицет: *Erysiphe polygoni* DC., in Lamarck & de Candolle, Fl. franç., Edn 3 (Paris) 2: 273 (1805). *Erysiphaceae* [4]. Вызывает мучнистый налет на различных органах растения-хозяина. Преимущественно на листьях сосудистых растений. Паразитирует на представителях рода *Polygonum* [4]. Гомель, парк Пионерский.

Анаморфный микромицет: *Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire, Trans. Br. mycol. Soc. 18 (2): 157 (1933). *Pleosporaceae* [3, 6, 11]. Гомель, парк Пионерский.

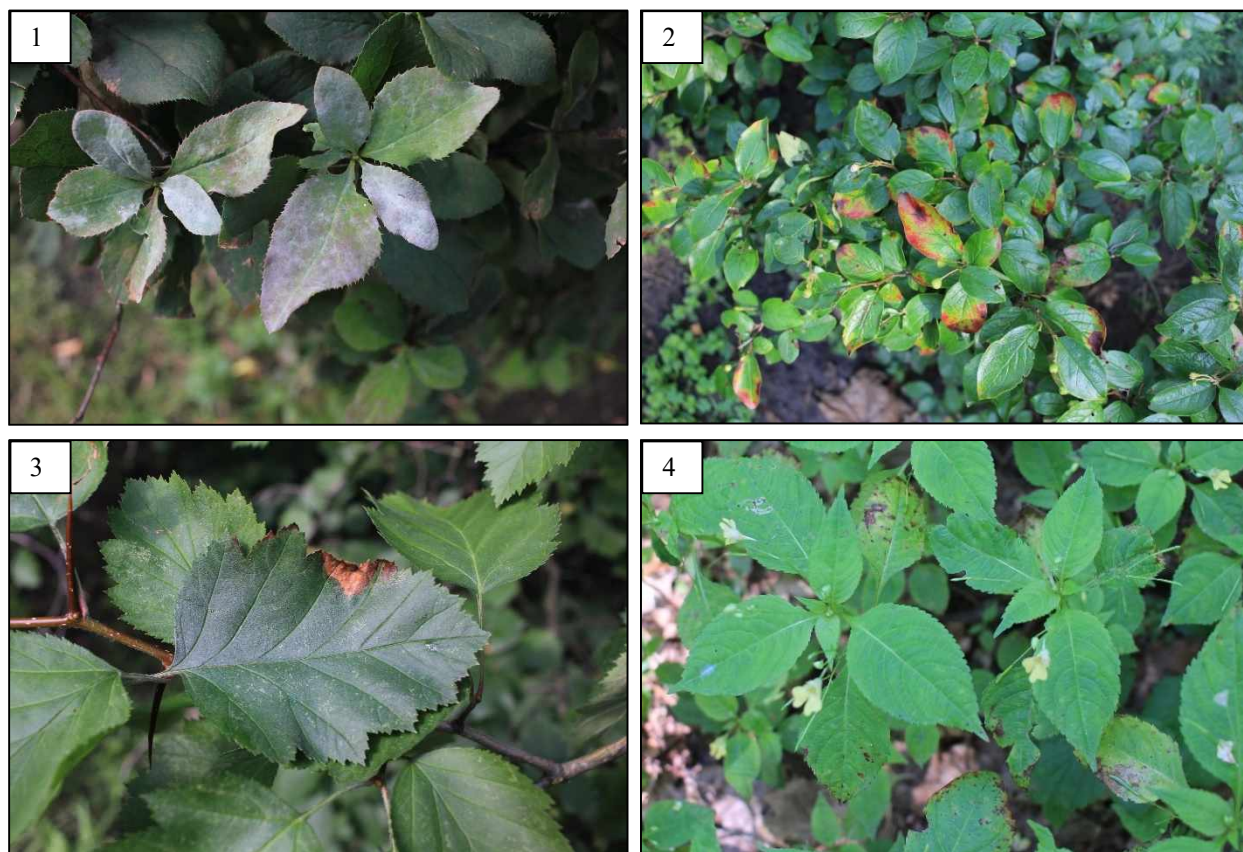


Рис. Растения с признаками поражения фитопатогенными грибами

1 – *Berberis vulgaris* L., 2 – *Cotoneaster lucidus* Sendl L.,
3 – *Crataegus submollis* L., 4 – *Impatiens parviflora* DC.

Fig. Plants with of damage symptoms of pathogen fungi

1 – *Berberis vulgaris* L., 2 – *Cotoneaster lucidus* Sendl L.,
3 – *Crataegus submollis* L., 4 – *Impatiens parviflora* DC.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных ботанико-микологических исследований в вегетационный период 2023 г. установлено, что на 13 видах инвазионных и потенциально инвазионных видов растений из 8 семейств идентифицировано 23 вида фитопатогенных грибов: 1 ржавчинный гриб, 4 вида мучнисторосяных, 18 видов анаморфных микромицетов.

Для некоторых видов интродуцированных растений в Республике Беларусь отмечены случаи их «миграции» в лесные, луговые фитоценозы и их дичание, и как следствие – инвазия во флору Беларуси не только чужеродных растений, но и паразитирующих на них видоспецифичных грибов: *Alternaria cerasi*, *Ascochyta lupinicola*, *Erysiphe berberidis*, *Er. polygonii*, *Ovularia cerasi*, *Phyllosticta cerasicola*, *Ph. cotoneastri*, *Ph. innumirabilis*, *Ph. monogyna*, *Puccinia komarovii*, *Ramularia concomitans*, *R. ludwegiana*, *Rhabdospora inaequalis*, *Septoria oenotherae*.

Среди инвазионных и потенциально инвазионных видов растений наибольшая представи-

тельность североамериканских видов, что в первую очередь, связано с относительным сходством по климатическим показателям (умеренных широт) с Республикой Беларусь и высокой адаптационной способностью к новым условиям произрастания.

В связи с этим чрезвычайную актуальность приобретает вопрос о разработке системы защитных мероприятий от фитопатогенных грибов, а также меры по предотвращению миграции возделываемых растений в окружающую среду, а вместе с ними и инвазию чужеродных видов микромицетов, ранее не зарегистрированных на территории Республики Беларусь.

На основании выявленной видовой приуроченности микромицетов к определенным видам инвазионных и потенциально инвазионных видов растений мы предлагаем ряд мер, позволяющие снизить поражаемость растений аборигенной флоры патогенными грибами:

– Проведение мониторинга фитопатогенной ситуации (определение видового состава фито-

патогенных микромицетов, определение распространенности и развития заболеваний).

– Уменьшение антропогенной нагрузки, особенно на охраняемых территориях.

– Проведение профилактических мер борьбы с фитопатогенными грибами, в частности, борьба с инвазионными и потенциально инвазионными видами растений (выкашивание и обработка гербицидами популяций вышеперечисленных в

тексте видов растений с последующим сбором и уничтожением растительных остатков).

По нашему мнению, перечисленные мероприятия позволили бы минимизировать инвазию патогенных грибов, паразитирующих на данных видах растений и предотвратить миграцию фитопатогенов на аборигенные виды растений, свести к минимуму пораженность аборигенных растений и улучшить их фитосанитарное состояние.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено в рамках задания ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда», подпрограмма «Биоразнообразие, биоресурсы, экология», задание 10.2.02 «Проблемы биологических инвазий и паразитарных угроз в природных и антропогенно-трансформированных экосистемах» НИИР 7 «Чужеродный компонент в составе микобиоты сосудистых растений в условиях подзоны широколиственно-сосновых лесов Беларуси».

ЛИТЕРАТУРА

1. Билай, В. И. Методы экспериментальной микологии / В. И. Билай. – Киев : Наукова думка, 1982. – 552 с.
2. Василевский, Н. И. Паразитные несовершенные грибы. Определитель : в 2 т. / Н. И. Василевский, Б. П. Караулин. – 1-е изд. – М.Л.: Академия наук СССР, 1937. – Т. 1 : Гифомицеты. – 518 с.
3. Визначник грибів України. Несовершені гриби / С. Ф. Морочковский, Т. Г. Радзиевский, М. Я. Зерова [и др.]. – 1-е изд. – Київ : Наукова думка, 1971. – Т. 3. – 696 с.
4. Гелюта, В. П. Флора грибов Украины. Мучнисторосяные грибы / В. П. Гелюта. – Киев : Наукова думка, 1989. – 256 с.
5. Минкявичус, А. Й. Определитель ржавчинных грибов Литовской ССР / А. Й. Минкявичус. – Вильнюс : Мокслас, 1984. – 273 с.
6. Пидопличко, Н. М. Грибы – паразиты культурных растений. Определитель : в 3 т / Н. М. Пидопличко. – 1 изд. – Киев : Наукова думка, 1977. – Т. 2 : Грибы несовершенные. – 299 с.
7. Поликсенова, В. Д., Чужеродные фитопатогенные микромицеты Беларуси / В. Д., Поликсенова, А. К. Храмов // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2, Химия, биология, география. – 2015. – № 3. – С. 43–48.
8. Тетеревникова-Бабаян, Д. Н. Грибы рода Септория в СССР / Д. Н. Тетеревникова-Бабаян. – 1-е изд. – Ереван : АН Арм ССР, 1987. – 479 с.
9. Цвелев, Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-западной России. / Н. Н. Цвелев. – Санкт-Петербург : СПХФА, 2000. – 782 с.
10. Черная Книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д. В. Дубовик, С. А. Дмитриева, Н. А. Ламан [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2020. – 407 с.
11. Ellis, M. B. Dematiaceous hyphomycetes. / M. B. Ellis. – Surrey : Kew, – 1971. – 1-t ed. – 608 p.
12. Kirk, P. M. Index of fungi / P. M. Kirk // The global fungal nomenclator. – The CABI, 2003–2004. – URL: <http://indexfungorum.org/> (date of access: 18.02.2025).
13. Shaw Bouleward / Bouleward Shaw // Saint Louis Missouri. Missouri botanical garden. – URL: <http://www.tropicos.org/> (date of access: 07.02.2025).

Поступила в редакцию 12.04.2025

Принята к публикации 10.06.2025

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Кориняк Сергей Иванович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории микологии Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Лебедько Владимир Николаевич – научный сотрудник лаборатории флоры и систематики растений Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Кориняк, С. И. Патогенная микобиота на инвазионных и потенциально инвазионных сосудистых растениях г. Гомеля и Гомельской области (Беларусь) / С. И. Кориняк, В. Н. Лебедько // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Минск, 2025. – Вып. 55. – С. 182–189.

УДК 582.288.22

И. А. ФЕДЮШКО

ФИТОПАТОГЕННЫЕ ПИКНИДИАЛЬНЫЕ СЕПТОРИОПОДОБНЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ БЕЛАРУСИ: ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ, СУБСТРАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И СТАТУС В МИКОБИОТЕ

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь, e-mail: fiadziushka.ilya@gmail.com

Аннотация. В работе представлены результаты изучения видового разнообразия группы фитопатогенных пикнидиальных септориоподобных микромицетов, выявленных на территории Беларуси за весь период изучения микоразнообразия. Показано, что группа грибов представлена 264 видами, поражающими растения из 196 родов и 59 семейств флоры Беларуси. Самый крупный род *Septoria*. Впервые выявлено для территории Беларуси 80 новых видов из этой группы.

В работе показано распределение видов по разным группам питающих растений: аборигенных, в т.ч. охраняемых и чужеродных. Представлен список видов, чужеродных для микобиоты Беларуси.

Ключевые слова: грибы, пикнидиальные септориоподобные микромицеты, микобиота, чужеродные виды.

I. A. FIADZIUSHKA

STUDY STATE OF PHYTOPATHOGENIC PYCNIDIAL SEPTORIA-LIKE MICROMYCETES IN BELARUS: TAXONOMIC DIVERSITY, SUBSTRATE COMPLEXES AND STATUS IN THE MYCOBIOTA

Belarusian State University, Minsk, Belarus, e-mail: fiadziushka.ilya@gmail.com

Annotation. The paper presents the results of monitoring the species diversity of the group of phytopathogenic pycnidial Septoria-like micromycetes identified in Belarus over the entire period of mycodiversity study. It is shown that the group of fungi is represented by 264 species affecting 196 genera and 59 families of the flora of Belarus. *Septoria* is the largest genus taking into account the modern taxonomy of a number of species. 80 new species from this group have been recorded for the territory of Belarus, for the first time.

The work shows the distribution of species across different groups of host plants: aboriginal, red-listed and alien. A list of species alien to the mycobiota of Belarus is provided.

Key words: fungi, pycnidial Septoria-like micromycetes, mycobiota, Belarus, alien species.

ВВЕДЕНИЕ

Фитопатогенные пикнидиальные септориоподобные микромицеты (ФПСМ) – это группа грибов, которые морфологически схожи между собой в анаморфе с микромицетами рода *Septoria* s.l. [1]. Видовое разнообразие группы в Беларуси изучено недостаточно, тем не менее, они представляют значительный интерес, т.к. являются фитопатогенами разных групп растений. Кроме того, некоторые виды являются чужеродными для микобиоты.

Как и множество микроскопических грибов, ФПСМ представляют собой труднодиагностируемую в полевых условиях группу, что значительно замедляет накопление фактического материала. Причина этого заключается в ряде ключевых факторов: плейоморфность группы, крайне мелкие размеры конидиогенных структур и их

морфологическая схожесть с другими пикнидиальными целомицетами (аскохитоидные, фомоидные грибы и др.) и рядом телеоморфных сферических грибов, характер поражения (пятнистости, увядания) органов растений-хозяев. Кроме того, часть собранного материала может быть либо недостаточно зрелой для диагностики, т.к. конидии еще не сформировались, либо пикнидомы на момент сбора оказываются перезревшими и не содержат конидий.

Данные обстоятельства затрудняют быстрый скрининг материала на наличие ФПСМ, особенно в полевых условиях. В доказательство ранее перечисленному можно привести следующие сведения (рис. 1), полученные нами на основе анализа источников литературы, освещающих историю изучения ФПСМ в Беларуси [2].

Как видно из рис. 1, накопление данных о видовом разнообразии группы происходило постепенно. Резкое увеличение числа впервые зарегистрированных видов ФПСМ на территории Беларуси наблюдается после публикации в 1938 г. монографии-определителя фитопатогенных грибов на злаках БССР [3].

Целенаправленное изучение группы начато в 2022 г. Анализ многочисленных источников литературы, посвященных разнообразию и мониторингу микобиоты Беларуси побудил нас составить список отмеченных видов фитопатогенных и сапротрофных пикнидиальных септориоподобных микромицетов [2]. За два полевых сезона впервые зарегистрировано 35 видов фитопатогенов [4, 5]. В настоящей работе рассмотрены исключительно фитопатогенные представители

этой обширной группы микроскопических грибов, т.к. они представляют наибольший интерес для многих отраслей экономики. К примеру, множество видов ФПСМ, массово поражают культивируемые в стране растения (*Zymoseptoria tritici* – *Triticum aestivum*, *Septoria petroselini* – *Petroselinum crispum* и др.). Кроме того, некоторые виды стали использовать как продуценты биологически активных веществ (*Septoria cirsii*) для контроля сорных растений в агрофитоценозах [2].

Цель статьи – дополнить имеющуюся информацию и обобщить сведения о разнообразии, распространении и субстратной приуроченности ФПСМ в Беларуси.

Объектами исследования являются виды ФПСМ, которые зарегистрированы на территории страны на протяжении всего периода мониторинга микоразнообразия.

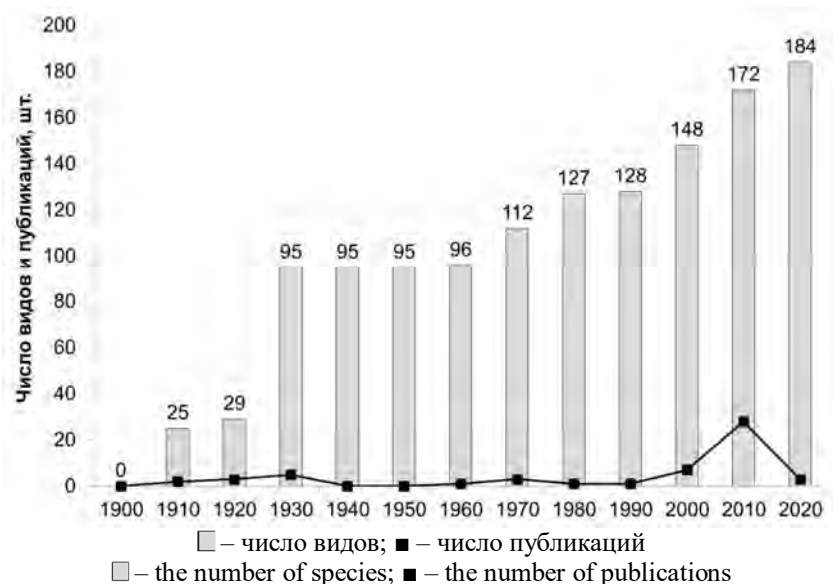


Рис. 1. Динамика накопления данных о числе видов фитопатогенных пикнидиальных септориоподобных микромицетов Беларуси, упомянутых в публикациях за весь период изучения группы

Fig. 1. Dynamics of data accumulation about the number of species of phytopathogenic pycnidial *Septoria*-like micromycetes of Belarus mentioned in publications for the entire period of the group study

ОБЪЕКТЫ (МАТЕРИАЛЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве источников использованы опубликованные сведения по микоразнообразию Беларуси: материалы Гербария Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси (MSK-F) и иных источников литературы [2, 6–8]. Данные, полученные автором, из Гербария БГУ: коллекция грибов и грибоподобных организмов (MSKU-F) – проанализировано свыше 17000 единиц хранения, использовано для работы 583, а также гер-

барий сосудистых растений флоры Беларуси (MSKU-V) – более 50000 единиц хранения, использовано 255.

Материал из Гербария БГУ собран множеством коллекторов, являющихся ведущими флористами и микологами Беларуси (А. Аранович, Л. Балковец, Ю. А. Бибилов, И. С. Гирилович, Г. И. Зубкевич, Н. К. Козловская, Н. К. Кудряшева, А. Н. Мялик, В. Д. Поликсенова, Т. А. Сауткина, В. Н. Ти-

хомиров, А. К. Храмцов, Н. О. Цеттерман, В. В. Черник), а также студентами кафедры ботаники БГУ, в период с 1929 по 2024 гг.

Помимо ранее упомянутого, автором собрана коллекция (более 2785 единиц хранения, использовано 141), инсерированная в фонды коллекции Гербария БГУ (MSKU).

Изученный материал, включая собственные сборы и опубликованные данные, распределен по 7 округам и 3 геоботаническим подзонам, всех 6 административных областей Республики Беларусь (рис. 2).

В работе применены общепринятые методы сбора гербарного материала [9]. Идентификация грибов и их растений-хозяев выполняли методами световой микроскопии с использованием бинокулярных микроскопов Stemi-2000 (Carl Zeiss, Германия), «Микромед-2» (модель 2-20 inf.) (компания «Микромед», Россия), а также соответствующих определителей и монографий [3, 10–14]. Для усиления визуализации прозрачных объектов при микроскопии применяли 1% водный раствор метиленового синего [15].



Условные обозначения:

----- – границы округов; ———— – границы подзон; ———— – границы административных районов и областей;
 ■ – районы, в которых собран фактический материал; □ – районы, из которых нет фактического материала, но упоминается в публикациях; □ – районы, в которых на данный момент нет информации о распространении

Геоботаническое районирование: I – подзона дубово-темнохвойных лесов: I.1 – Западно-Двинский округ, I.2 – Ошмянско-Минский округ, I.3 – Оршанско-Могилевский округ; II – подзона грабово-дубово-темнохвойных лесов: II.1 – Неманско-Предполесский округ, II.2 – Березинско-Предполесский округ; III – подзона широколиственно-сосновых лесов: III.1 – Бугско-Полесский округ, III.2 – Полесско-Приднепровский округ

Legend:

----- – boundaries of districts; ———— – boundaries of subzones; ———— – boundaries of administrative districts and regions;
 ■ – districts in which factual material has been collected; □ – districts from which there is no factual material, but is mentioned in publications; □ – areas where there is currently no information on distribution.

Geobotanical zoning: I – subzone of oak-dark coniferous forests: I.1 – West Dvina District, I.2 – Oshmyany-Minsk District, I.3 – Orsha-Mogilev District; II – subzone of hornbeam-oak-dark coniferous forests: II.1 – Nemansko-Predpolessky District, II.2 – Berezinsko-Predpolessky District; III – subzone of broad-leaved pine forests: III.1 – Bugsko-Polessky district, III.2 – Polessko-Dniepervsky district

Рис. 2. Точки сбора фактического материала (ориг.)

Fig. 2. Points of collection of factual material (orig.)

Валидность и синонимика латинских названий таксонов микромицетов и растений, а также их систематическое положение приведены в соответствии с международными глобальными базами данных Plants of the World Online [16] (для растений), MycoBank [17] и IndexFungorum [18] (для микромицетов). Названия микромицетов, для которых известны телеоморфные стадии развития в настоящей статье приводятся в соответствии с правилом МКБН (2018 г.) [19]: «один гриб – одно название»: основное название по телеоморфе, в круглых скобках название вида по септориоподобной анаморфе.

Флористический анализ проводили в соответствии с рекомендациями Д. В. Леонтьева [20]. При анализе α -разнообразия материалов коллекций и данных литературы использовали следующие коэффициенты и индексы: для оценки видового богатства рассчитывали индекс Менхиника (D_{Mn}); полноту исследования разнообразия определяли через коэффициент Тюринга (C); видовой спектр частоты встречаемости определяли по шкале С. Л. Стефенсона (Стивенсона) – частота встречаемости: R – редко ($<0,5\%$), O – изредка ($0,5–1,5\%$), C – обычно ($1,5–3,0\%$), A – обильно,

массово ($>3,0\%$); степень доминирования анализировали через индекс Бергера-Паркера (D_{Bp}); для оценки выравнинности видового спектра использовали индекс Пилоу (E_H), который выражается через критерий обобщенного разнообразия (индекс Шеннона (H)). Анализ β -разнообразия оценивали по коэффициенту Чекановского-Сьерсенса (C_{sc}) [20].

Для скрининга на чужеродность использовали лишь те виды грибов, которые подтверждены гербарными сборами и отмечены на чужеродных (в некоторых случаях и на аборигенных) для флоры Беларуси видах растений. Для оценки использовали показатели: чужеродность субстрата, распространенность вида микромицета в Беларуси и степень поражения субстрата по 5-балльной шкале [21–24].

Для построения графиков и ряда вычислений использовали возможности языка программирования R (графики box-plot, UpSet) [25, 26], статистического пакета PAST (расчет коэффициентов при анализе α - и β -разнообразия) [27] и программы Microsoft Excel. Для визуализации районов, охваченных во время исследования, использовали возможности онлайн-сервиса Figma [28].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В статье представлены результаты, полученные при целенаправленном изучении видового разнообразия пикнидиальных септориоподобных микромицетов. В результате обработки данных литературы, а также обширного гербарного материала собрана информация о 264 видах ФПСМ и их субстратной приуроченности, выявленных на территории Беларуси.

Для оценки видового разнообразия микромицетов данной группы проведен **анализ α -разнообразия**. Рассчитанный индекс D_{Mn} , который составил 7,1, говорит о том, что изученный материал представлен достаточно высоким видовым богатством. Теоретическое число видов ФПСМ, которое можно обнаружить на территории Беларуси (при расчете коэффициента Тюринга, учитывая наличие 85 видов синглетонов) составляет 388. Наше исследование выявило лишь 68,0% от теоретически возможного видового разнообразия.

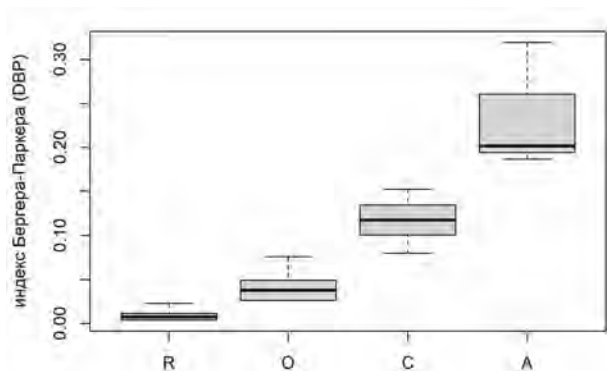
Используя шкалу С. Л. Стефенсона, проанализировали данные видового спектра по обилию, разделив все виды микромицетов на 4 группы: редкие – 212 видов, изредка встречаются – 38, обычные – 11, обильно (массово) встречаются – 3.

Установлено, что виды-доминанты, (*Septoria chelidonii* – $D_{Bp} = 0,18$, *Mycosphaerella aegopodii* (*Septoria aegopodii*) – $D_{Bp} = 0,32$ и *M. pyri* (*S. pyricola*) – $D_{Bp} = 0,20$) имеют относительно низкие значения индекса D_{Bp} , что свидетельст-

вует о невысоком их доминировании в биоте. Это явление может быть связано с тем, что данные виды подавляются более широко распространенными микромицетами, которые конкурируют с ними за питательный субстрат. В целом результаты статистической обработки по каждой из групп показывают достаточно низкие значения индекса D_{Bp} для всех четырех категорий видов (рис. 3), что говорит о благоприятных условиях для развития видов ФПСМ (видов-аутсайдеров и видов-доминантов).

Виды-доминанты, хотя и имеют массовое развитие во многих биоценозах (по данным наблюдений), но лишь строго на своих растениях-хозяевах. Однако они явно угнетают родственные виды микромицетов, с которыми имеют общий питательный субстрат. Так, *Mycosphaerella aegopodii* (*Septoria aegopodii*) подавляет распространение *S. aegopodina* ($D_{Bp} = 0,008$) на *Aegopodium podagraria*, а *M. pyri* (*S. pyricola*) – *S. pyrina* ($D_{Bp} = 0,004$) на растениях рода *Pyrus*.

В свою очередь E_H -индекс, показывающий уровень сложности видового разнообразия, составил 0,753, что говорит о практически выравненной картине разнообразия, т.е. большая часть видов микромицетов в коллекции представлена примерно одинаковым количеством образцов. В целом основное влияние на данный индекс оказывают множество редко встречающихся видов.



Категории обилия:

R – редко ($<0,5\%$), *O* – изредка ($0,5-1,5\%$),
C – обычно ($1,5-3,0\%$), *A* – обильно, массово ($>3,0\%$)

Abundance categories:

R – rare ($<0,5\%$), *O* – occasionally ($0,5-1,5\%$),
C – usually ($1,5-3,0\%$), *A* – abundantly, massively ($>3,0\%$)

Рис. 3. Значение индекса Бергера-Паркера (D_{BP}) по категориям обилия

Fig. 3. Berger-Parker index (D_{BP}) value by abundance categorie

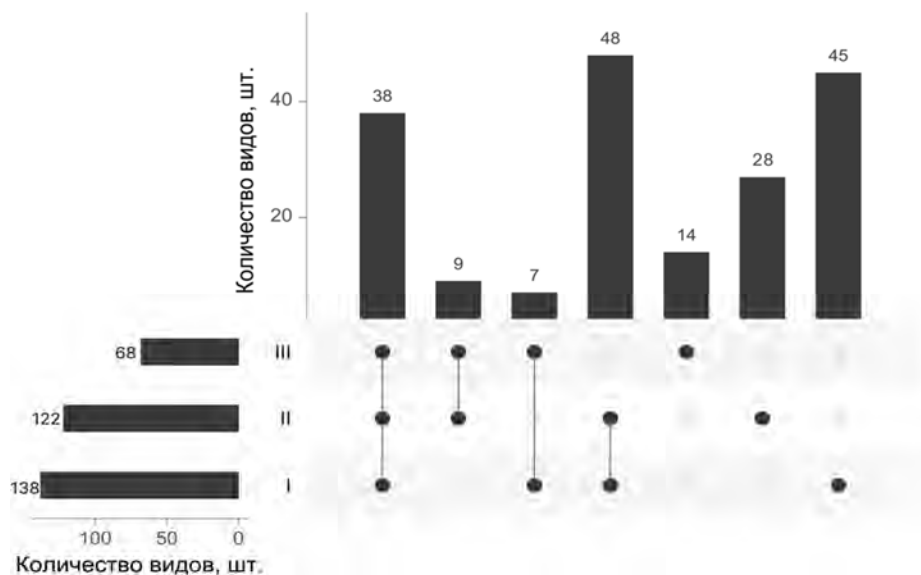
Исходя из вышеизложенного видно, что показатели α -разнообразия группы ФПСМ свидетельствуют о достаточно высокой представленности видового разнообразия для территории Беларуси на данном этапе исследования. При этом для видов, которые поражают одинаковые субстраты явно заметен эффект вытеснения из биоты род-

ственных микромицетов. Поскольку на данный момент выявлено почти 70% от теоретически возможного видового разнообразия, при дальнейшем мониторинге следует ожидать регистрации новых видов на территории Беларуси.

Анализ β -разнообразия. Для проведения анализа β -разнообразия рассчитаны коэффициенты C_{sc} , которые показывают отношение числа видов, обнаруженных в обеих биотах одновременно, к среднему числу видов в этих биотах. В качестве меры сравнения использовано геоботаническое районирование Беларуси, характеризующееся различным типом природных условий.

При сравнении группы ФПСМ в границах геоботанических подзон оказалось, что видовое разнообразие в подзоне дубово-темнохвойных лесов наиболее схоже с таковым в подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов ($C_{sc} = 0,65$), и очень сильно разнится с показателями подзоны широколиственно-сосновых лесов (C_{sc} (I и III) = 0,37, C_{sc} (II и III) = 0,38). Очевидно, данное явление связано с типом сформировавшейся растительности данных территорий и адаптацией к ней паразитарного компонента консорциев, которое происходило после Сожского оледенения.

Как видно из рис. 4, больше всего видов обнаружено в подзонах дубово-темнохвойных лесов и грабово-дубово-темнохвойных лесов. Проанализировав данные по частоте совпадений видов в подзонах, мы выяснили, что 87 видов ФПСМ



I – подзона дубово-темнохвойных лесов; *II* – подзона грабово-дубово-темнохвойных лесов;
III – подзона широколиственно-сосновых лесов

I – subzone of oak-dark coniferous forests; *II* – subzone of hornbeam-oak-dark coniferous forests;
III – subzone of broad-leaved pine forests

Рис. 4. UpSet график распределения фитопатогенных пикнидиальных септориоподобных микромицетов по геоботаническим подзонам Республики Беларусь

Fig. 4. UpSet graph of phytopathogenic pycnidial *Septoria*-like micromycetes distribution by geobotanical subzones of the Republic of Belarus

имеют ограниченное распространение по территории Беларуси. В коллекции они представлены небольшим количеством сборов и (или) не так часто процитированы в литературе.

В подзоне дубово-темнохвойных лесов – 45 видов: *Septoria aegopodina*, *S. astericola*, *S. brunellae*, *S. callistephi*, *S. chaerophylli-aromatici*, *S. chrysanthemi*, *S. corcontica*, *S. corni-maridis*, *S. dearnessii*, *S. epilobii*, *S. expansa*, *S. gladioli*, *S. helianthi*, *S. lachastreana*, *S. levistici*, *S. lycopi*, *S. magnolia*, *S. majalis*, *S. martianoffiana*, *S. oreoselini*, *S. phlyctaeniformis*, *S. pisi*, *S. secalis*, *S. syringae*, *S. trifolii-scabri*, *S. weissii*, *Gemmamyces piceae* (*Megaloseptoria mirabilis*), *Leptosphaeria sorbi* (*S. sorbi*), *Mycosphaerella brunneola* (*S. brunneola*), *Sphaerulina aceris* (*S. pseudoplatani*), *Sph. azaleae*, *Sph. berberidis* (*S. berberidis*). Виды-синглетоны: *Septoria alliariae*, *S. caricis*, *S. elaeospora*, *S. exotica*, *S. ficariaecola*, *S. galiorum*, *S. gypsophilae*, *S. henningsiana*, *S. leontodontis*, *S. scrophulariae*, *S. stachydicola*, *S. viciicola*, *S. violae-palustris*.

В подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов – 28 видов. К таковым относятся *Pseudoseptoria donacis*, *Septoria agrimoniae-eupatoriae*, *S. betae*, *S. malvicola*, *S. onobrychidis*, *S. paeoniae*, *S. penzigii*, *S. quercina*, *S. rumicis*, *S. saponariae*, *S. sibirica*, *S. valerianae*, *S. xylostei*, *Mycosphaerella linicola* (*S. linicola*), *Parastagonospora nodorum* (*S. nodorum*), *Sphaerulina socia* (*S. socia*), *Zymoseptoria tritici* (*S. tritici*). Виды-синглетоны: *Septoria acetosae*, *S. diedickei*, *S. eupatorii*, *S. geranii*, *S. gaurina*, *S. leucanthemi*, *S. melandri-albi*, *S. posoniensis*, *S. ptarmicae*, *S. sleumeri*, *Phaeoseptoria caricicola* (*S. caricicola*).

Для подзоны широколиственно-сосновых лесов отмечено 14 видов: *Septoria cercosporoides*, *S. crepidis*, *S. jaapii*, *S. oenanthes*. Виды-синглетоны: *Septoria alsines*, *S. cytisi*, *S. delphinii*, *S. dulcamarae*, *S. odontitis*, *S. parnassiae*, *S. pimpinellae*, *S. salvia*, *S. sinarum*, *S. xanthii*.

В отношении видов, которые в настоящее время характерны только для определенных подзон, стоит ожидать более широкого распространения их в Беларуси. Предположение основано на том, что эти виды грибов зарегистрированы на территориях сопредельных с Беларусью стран. Кроме того, имеет немаловажное значение высокая частота встречаемости в республике субстрата для их развития.

Наиболее распространенными по всей территории страны являются 45 видов ФПСМ. Во всех геоботанических зонах обнаружено 38 видов: *Septoria astragali*, *S. bromi*, *S. callae*, *S. cannabis*, *S. chelidonii*, *S. cirsii-heterophylli*, *S. convolvuli*, *S. cucurbitacearum*, *S. erigerontis*, *S. galeopsidis*,

S. gypsophilae, *S. heterochroa*, *S. jasionis*, *S. kaznowskii*, *S. lupini*, *S. lycopersici*, *S. lysimachiae*, *S. macropoda*, *S. matricariae*, *S. oenotherae*, *S. organicola*, *S. petroselini*, *S. plantaginis-majoris*, *S. polygonicola*, *S. polygonorum*, *S. scabiosicola*, *S. scleranthi*, *S. scutellariae*, *S. sedi*, *S. seminalis*, *S. sisymbrii*, *S. stachydis*, *S. tabacina*, *Mycosphaerella aegopodii* (*S. aegopodii*), *M. pyri* (*S. pyricola*), *M. ribis* (*S. ribis*), *Sphaerulina frondicola* (*S. populi*), *S. westendorpii* (*S. rubi* s.str.).

В подзонах дубово-темнохвойных и широколиственно-сосновых лесов, за исключением подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов выявлено всего 7 видов: *Septoria alpicola*, *S. ascochytoidea*, *S. didymospora*, *S. longispora*, *S. tanacetii*, *Leptosphaeria phlogis* (*S. phlogis*), *Sphaerulina cornicola* (*S. cornicola*). Вероятнее всего, при дальнейшем мониторинге разнообразия ФПСМ, эти виды грибов будут обнаружены и в подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов, т.к. они поражают широко распространенные по территории Беларуси виды растений.

Общими для подзон дубово-темнохвойных и грабово-дубово-темнохвойных лесов отмечается 48 видов микромицетов: *Septoria achilleicola*, *S. anthyllidis*, *S. arabidis*, *S. aromatica*, *S. artemisiae*, *S. betulina*, *S. bidentis*, *S. brissaceana*, *S. calystegiae*, *S. cari*, *S. cerastii*, *S. cirsii*, *S. cyani*, *S. cymbalarina*, *S. erysimi*, *S. endiviae*, *S. ficariae*, *S. graminum*, *S. humuli*, *S. lamiicola*, *S. magnusiana*, *S. menthae*, *S. orchidacearum*, *S. pastinacae*, *S. polemonii*, *S. polygalicola*, *S. polygonina*, *S. punctoidea*, *S. ranunculacearum*, *S. trientalis*, *S. urticae*, *S. veronicae*, *S. virgaureae*, а также видов *Caryophylloseptoria lychnidis* (*Septoria lychnidis*), *C. silenes* (*S. silenes*), *Leptosphaeria pratensis* (*S. compta*, *S. medicaginis*), *Longiseptatispora meliloti* (*S. meliloti*), *Mycosphaerella fragariae* (*S. fragariae*), *M. isariphora* (*S. stellariae*), *M. maculiformis* var. *hippocastani* (*S. hippocastani*), *M. salicicola* (*S. salicicola*), *Phyllachora heraclei* (*S. heraclei*), *Sphaerella ariadna* subsp. *tomentillae* (*S. tomentillae*), *Sphaeria hepaticicola* (*S. hepaticicola*, *S. hepaticae*), *Sphaerulina gei* (*S. gei*), *Sph. hyperici* (*S. hyperici*), *Sph. rehmanniana* (*S. rosae*), *Sph. tirolensis*.

В подзонах грабово-дубово-темнохвойных и широколиственно-сосновых лесов выявлено всего 9 видов, которые являются общими для обеих подзон: *Septoria ampelina*, *S. parasitica*, *S. anemones*, *S. commutata*, *S. conicola*, *S. crassisporea*, *S. glycines*, *S. maianthemii*, *S. viscaria*.

Проведя анализ рассчитанных коэффициентов (C_{sc}) видно, что наиболее схожими по видовому разнообразию в подзонах дубово-темнохвойных и грабово-дубово-темнохвойных лесов

являются Ошмянско-Минский и Неманско-Предполесский ($C_{sc} = 0,57$), а также Ошмянско-Минский и Березинско-Предполесский ($C_{sc} = 0,53$) округа. Кроме того, подзона дубово-темнохвойных лесов имеет сходство видового разнообразия с подзоной широколиственно-сосновых лесов – Ошмянско-Минский и Бугско-Полесский округа ($C_{sc} = 0,41$).

На наш взгляд, высокое сходство между описанными ранее округами связано с тем, что эти территории расположены близко относительно друг друга и имеют общие границы. Кроме того, они являются наиболее хорошо изученными в нашем исследовании, тем самым вносят основной вклад в подобие микобиот разных геоботанических подзон.

Если рассматривать подобие микобиот внутри подзон, то большая однородность, на наш взгляд, характерна для подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов, где коэффициенты подобия биоты для округов оказались равны ($C_{sc} = 0,48$) и имеют достаточно высокие значения по сравнению с иными округами в остальных подзонах.

Таксономическая структура. Как видно из табл. основная доля разнообразия таксонов приходится на класс Dothideomycetes – 262 вид (99,2%), т.к. данный класс включает самый крупный род *Septoria* (255 вида – 85,2%). Всего два вида (*Phyllachora heraclei* (*S. heraclei*)) и *Sphaeria hepaticicola* (*Septoria hepaticae*, *S. hepaticicola*) относятся к классу Sordariomycetes (0,8%). В целом таксономическая структура ФПСМ представлена 15 родами, 7 семействами и 5 порядками.

Таблица. Таксономическая структура фитопатогенных пикнидиальных септориоподобных микромицетов в Беларуси

Table. Taxonomic structure of phytopathogenic pycnidial *Septoria*-like micromycetes in Belarus

Таксон / Taxon	Количество видов / Number of species	Доля, % / Share, %
Класс Dothideomycetes	262 (80)*	99,2
Порядок Mycosphaerellales / Capnodiales	252 (79)*	95,4
Семейство Mycosphaerellaceae	252 (79)*	95,4
Род <i>Caryophylloseptoria</i>	2 (1)*	0,8
Род <i>Mycosphaerella</i>	10 (1)*	3,8
Род <i>Nothoseptoria</i>	1	0,4
Род <i>Septoria</i>	225 (76)*	85,2
Род <i>Sphaerella</i>	1	0,4
Род <i>Sphaerulina</i>	11 (1)*	4,2
Род <i>Zymoseptoria</i>	2	0,8
Порядок Pleosporales	8	3,0
Семейство Leptosphaeriaceae	4	1,5
Род <i>Leptosphaeria</i>	3	1,1
Род <i>Longiseptatispora</i>	1	0,4
Семейство Melanommataceae	1	0,4
Род <i>Gemmamyces</i>	1	0,4
Семейство Phaeosphaeriaceae	3 (1)*	1,1
Род <i>Parastagonospora</i>	2	0,8
Род <i>Phaeoseptoria</i>	1 (1)*	0,4
Порядок Dothideales	2	0,8
Семейство Saccotheciaceae	2	0,8
Род <i>Pseudoseptoria</i>	2	0,8
Класс Sordariomycetes	1	0,4
Порядок Phyllachorales	1	0,4
Семейство Phyllachoraceae	1	0,4
Род <i>Phyllachora</i>	1	0,4
Порядок Xylariales	1	0,4
Семейство Xylariaceae	1	0,4
Род <i>Sphaeria</i>	1	0,4
Всего	264 (80)*	100,0

Примечание: (N)* – в скобках, отмеченных звёздочкой, указано число видов, впервые отмеченных для микобиоты Беларуси / Note: (N)* – in brackets marked with an asterisk, the number of species first noted by us for the mycobiota of Belarus is indicated

В ходе анализа впервые для микобиоты Беларуси автором приведено суммарно 80 видов ФПСМ, большинство которых являются септориоподобными анаморфами сумчатых микромицетов из рода *Septoria* – 76 видов: *S. acetosae*, *S. achilleicola*, *S. aegopodina*, *S. alliariae*, *S. alpicola*, *S. alsines*, *S. arabisidis*, *S. aromatica*, *S. astericola*, *S. betulina*, *S. calystegiae*, *S. cari*, *S. caricis*, *S. cerastii*, *S. chaerophylli-aromatici*, *S. cirsii-heterophylli*, *S. commutata*, *S. coniicola*, *S. corcontica*, *S. crassisporea*, *S. crepidis*, *S. cyani*, *S. cymbalarina*, *S. cytisi*, *S. delphinii*, *S. didymospora*, *S. diedickei*, *S. dulcamarae*, *S. endiviae*, *S. epilobii*, *S. erysimi*, *S. eupatorii*, *S. exotica*, *S. ficariicola*, *S. galiorum*, *S. geranii*, *S. gypsophilae*, *S. gypsophilarum*, *S. gaurina*, *S. henningsiana*, *S. heterochroa*, *S. jasionis*, *S. kaznowskii*, *S. leontodontis*, *S. leucanthemi*, *S. magnusiana*, *S. matricariae*, *S. melandryi-albi*, *S. odontitis*, *S. oenanthes*, *S. orchidacearum*, *S. parasitica*, *S. parnassiae*, *S. pimpinellae*, *S. plantaginis-majoris*, *S. polemonii*, *S. polygalicola*, *S. posonien-sis*, *S. ptarmicae*, *S. punctoidea*, *S. rhinanthi*, *S. salviae*, *S. scleranthi*, *S. scrophulariae*, *S. scutellariae*, *S. seminalis*, *S. sinarum*, *S. sisymbrii*, *S. sleumeri*, *S. stachydicola*, *S. tabacina*, *S. veronicae*, *S. viciicola*, *S. viscaria*, *S. violae-palustris*, *S. xanthii*.

Остальные виды, по одному представителю, относятся к 4 родам телеоморфных сумчатых микромицетов, обнаруженных в анаморфе: *Caryophylloseptoria silenae* (*S. silenae*), *Mycosphaerella isariphora* (*S. stellariae*), *Phaeoseptoria caricicola* (*S. caricicola*), *Sphaerulina tirolensis* (*S. rubi* s.l.).

В результате общее число видов ФПСМ, известных для территории Беларуси увеличилось на 30%. Таким образом, можно считать, что приведенное исследование является вторым количественным всплеском в истории изучения видового разнообразия ФПСМ республики.

Субстратные комплексы. По данным нашего исследования, на территории Беларуси виды ФПСМ обнаружены лишь на семенных растениях. Микромицеты, поражающие споровые растения (мохообразные, папоротникообразные в широком смысле), а также суперпаразиты ржавчинных грибов нами пока не выявлены. Среди семенных растений 263 вида грибов консортивно связаны с цветковыми растениями (99,6%) и лишь 1 вид (*Gemmatyces piceae* (*Megaloseptoria mirabilis*)) поражает голосеменные.

На территории Беларуси ФПСМ зарегистрированы на семенных растениях, относящихся к 28 порядкам (27 цветковых и 1 голосеменных) из 59 семейств флоры (рис. 5): 5 семейств в порядке Lamiales; по 4 семейства в порядках Malpighiales, Saxifragales, Asparagales и Rosales; по 3 – Ericales, Malvales, Ranunculales, Caryophyllales, Poales; по

2 – Cornales, Fagales, Solanales, Fabales, Asterales и по 1 семейству в порядках Alismatales, Apiales, Austrobaileyales, Celastrales, Cucurbitales, Gentianales, Liliales, Pinales, Vitales, Geraniales, Sapindales, Brassicales, Dipsacales.

Анализ таксонов родового ранга показал, что 196 родов растений (195 цветковых и 1 голосеменных) поражаются различными видами ФПСМ (см. рис. 5): 37 родов в порядке Poales, 23 – Asterales, 17 – Lamiales, 15 – Rosales, по 14 – Caryophyllales, Fabales и Apiales, 7 – Ranunculales, по 6 – Asparagales и Malvales, по 5 – Malpighiales, Saxifragales, Ericales, Dipsacales, 4 – Brassicales, 3 – Solanales, по 2 – Cornales, Fagales, Geraniales, Sapindales и по 1 в порядках Alismatales, Austrobaileyales, Celastrales, Cucurbitales, Gentianales, Liliales, Pinales, Vitales.

На растениях ведущих семейств флоры Беларуси зарегистрировано 190 видов (72,0%) ФПСМ: семейство Poaceae – 60 видов ФПСМ, Asteraceae – 25, Lamiaceae – 11, Caryophyllaceae – 25, Rosaceae – 15, Apiaceae – 17, Fabaceae – 16, Ranunculaceae – 9, по 4 вида на Brassicaceae и Cyperaceae, 3 вида – Plantaginaceae и 1 вид – Orchidaceae. Оставшаяся часть видов отмечена на растениях минорных семейств флоры – 74 вида (28,0%).

Из представленной таксономической структуры питающих растений (см. рис. 5) видно, что большее видовое разнообразие микромицетов наблюдается на растениях, доминирующих по числу видов во флоре Беларуси. Подобное явление для группы отмечено и на мировом уровне, что связано с широким разнообразием субстратов, коэволюцией и специализацией фитопатогенных микромицетов и их растений-хозяев.

Автохтонные виды растений, которые формируют базис растительного разнообразия Беларуси, характеризуются рядом экологических особенностей. Они образуют устойчивые фитоценозы, которые формируются под действием совокупности факторов среды. Соответственно в таких растительных сообществах можно обнаружить специфическое разнообразие грибов, животных и других организмов.

На изученных растениях-хозяевах зарегистрировано 172 вида микромицетов, поражающих аборигенные виды растений 45 семейств флоры Беларуси (примерно 70% видов, представленных в исследовании).

Как видно из рис. 6, больше всего видов микромицетов отмечено на растениях экотонных сообществ, разнообразие видов которых самое высокое, из-за более пластичных условий среды обитания (отсутствие физических барьеров, оптимальные значения абиотических факторов среды).

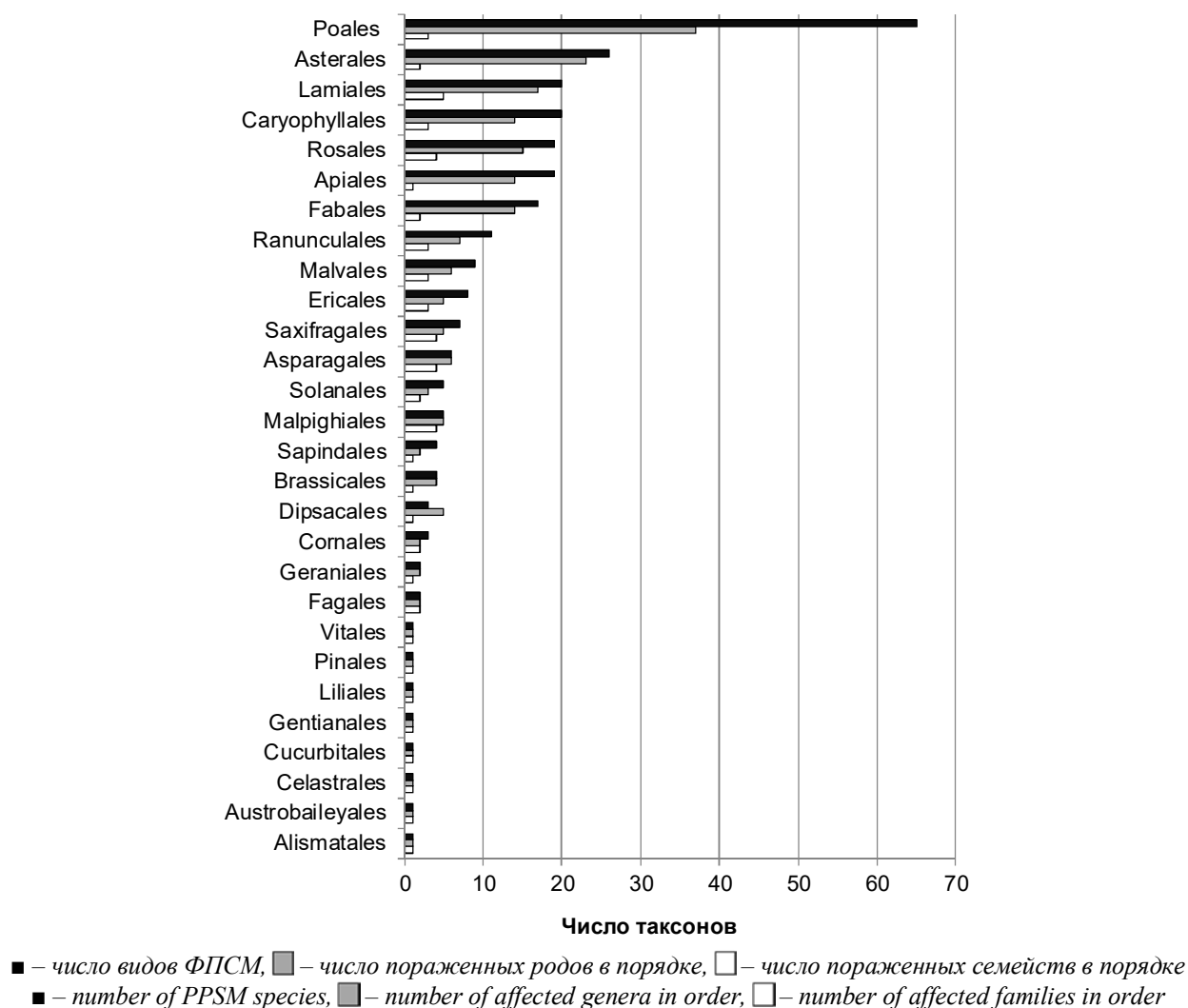


Рис. 5. Сравнительная характеристика распределения таксонов питающих растений-хозяев, пораженных фитопатогенными пикнидиальными септориоподобными микромицетами

Fig. 5. Comparative characteristics of feeding host plants taxa distribution affected by phytopathogenic pycnidial *Septoria*-like micromycetes

Часть исследуемых растений аборигенной фракции флоры представлена 7 охраняемыми видами [29]. Проанализировав наш список растений-субстратов, мы выяснили, что часть охраняемых видов поражено рядом строго приуроченных видов грибов.

Среди растений I категории охраны поражаются *Scabiosa columbaria* (Caprifoliaceae) (фитопатоген *Septoria scabiosicola*, также приурочен к растениям рр. *Succisa* и *Knautia*) и *Hordelymus europaeus* (Poaceae) (*S. elymi-europaei*).

На растениях II категории охраны отмечен микромицет *Septoria trifolii-scabri*, поражающий *Trifolium rubens* (Fabaceae) (микромицет поражает и другие виды р. *Trifolium*), а на растениях III категории выявлены грибы *S. phlyctaeniformis* на

Laserpitium latifolium (Apiaceae) и *S. delphinii* на *Delphinium elatum* (Ranunculaceae).

На растениях IV категории отмечены *Septoria gladioli* на *Gladiolus imbricatus* (Iridaceae), а также *S. salviae* на *Salvia pratensis* (Lamiaceae) (микромицет поражает и другие виды р. *Salvia*).

Из-за спорадической встречаемости субстрата на территории Беларуси и широкой трофической базы фитопатогенов в пределах рода и (или) семейства растений-хозяев микромицеты *Septoria scabiosicola*, *Septoria trifolii-scabri* на охраняемых видах растений являются, скорее всего, случайными и редкими находками. Следовательно, занесение этих видов микромицетов в категорию охраняемых не представляется обязательным.

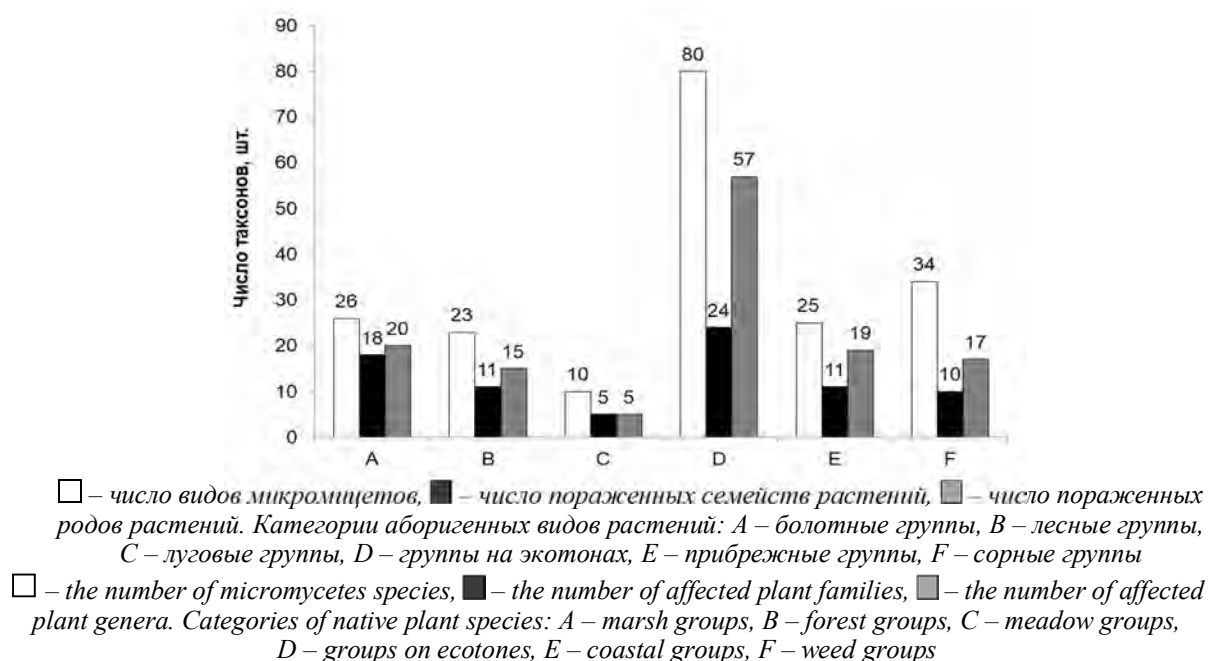


Рис. 6. Сравнительная характеристика распределения таксонов аборигенных питающих растений-хозяев флоры Беларуси в природных биотопах, пораженных фитопатогенными пикнидиальными септориоподобными микромицетами

Fig. 6. Comparative characteristics of native feeding plants-hosts taxa distribution of the Belarusian flora in natural biotopes affected by phytopathogenic pycnidial Septoria-like micromycetes

Виды *Septoria delphinii* (коллектор А. Аранович 03 VIII 1929, MSKU-F 17891 ex MSKU-V 7041), *S. gladioli* (коллектор (?) VI 1949, MSKU-F 17903 ex MSKU-V 4185), *S. elymi-europaei* [3], *S. phlyctaeniformis* (на культивируемом растении) [6], можно определить, на данный момент, как потенциально нуждающиеся в охране из-за неширокого круга питающих растений. При нахождении этих видов микромицетов на близкородственных культивируемых субстратах можно будет более точно определить их дальнейший статус в микобиоте. В целом вопрос об охране фитопатогенных видов микромицетов, которые консортивно связаны с охраняемыми видами растений, является дискуссионным.

Кроме охраняемых видов растений, ФПСМ обнаружены на растениях из списка профилактической охраны Красной книги Республики Беларусь: *Septoria penzigii* на *Aquilegia vulgaris* (Ranunculaceae), *S. orchidacearum* на *Dactylorhiza maculata* (Orchidaceae), анаморфа вида *Sphaeria hepaticicola* (*S. hepaticicola*, *S. hepaticae*) на *Hepatica nobilis* (Ranunculaceae), *S. polemonii* на *Polemonium coeruleum* (Polemoniaceae), *S. polygalicola* на *Polygala amarella* (Polygalaceae), а также *S. stachydis* на *Stachys recta* (Lamiaceae).

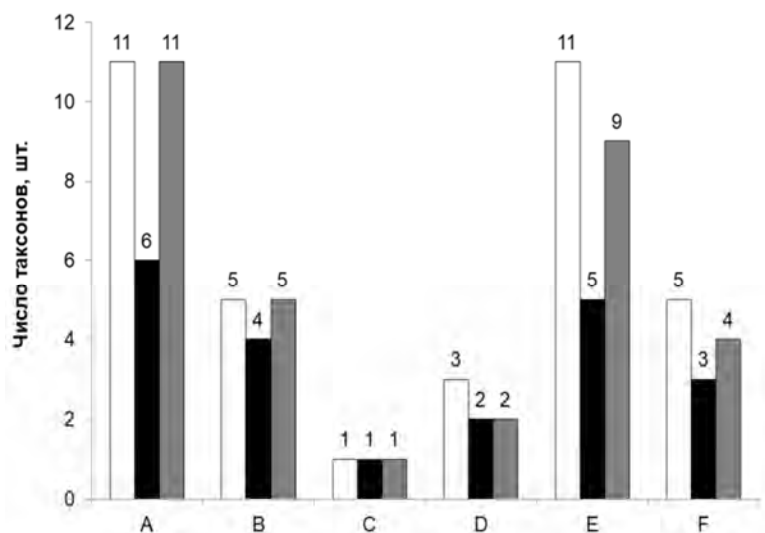
Поскольку для видов *Septoria orchidacearum*, *S. penzigii*, *S. polygalicola*, *S. stachydis* характерна широкая трофическая база, (они могут поражать как культивируемые, так и другие дикорастущие

виды растений в пределах рода), то их целесообразно выделять в группу потенциально нуждающихся в охране. Виды *Sphaeria hepaticicola* и *Septoria polemonii* требуют дальнейшего мониторинга для определения их статуса, т.к. их хозяева имеют промежуточное положение среди охраняемых растений на территории Беларуси и встречаются чаще, чем виды из основного списка охраны.

Помимо автохтонных видов флоры 30% видов питающих растений являются представителями адвентивной фракции флоры Беларуси, появившиеся в связи с расширением географии грузоперевозок, а также климатическими изменениями в регионе [30]. Проанализировав их таксономический состав, оказалась, что 113 видов ФПСМ (часть из них поражает одновременно растения из разных категорий) паразитируют на адвентивных видах растений из 35 семейств.

Как видно из рис. 7, больше всего видов микромицетов отмечено на растениях из категорий инвазивных (массово распространяются и приносят ущерб окружающим фитоценозам), а также заносных растений (появляются спорадически, пытаясь преодолеть биотический барьер) [22].

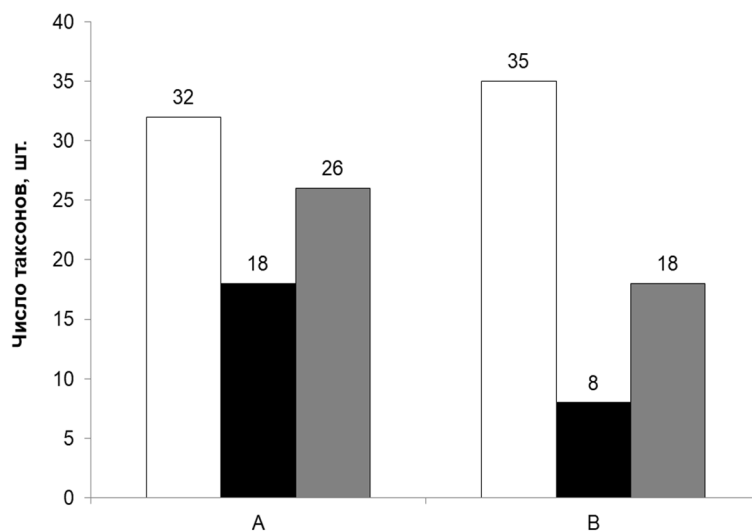
Несмотря на то, что на чужеродных видах растений, больше всего видов ФПСМ, нами регистрируется такое же количество видов патогенов на адвентивных растениях, которые еще не оказывают сильного влияния на структуру фитоценозов, но при этом они являются культивируемыми (рис. 8).



- – число видов микромикетов, ■ – число пораженных семейств растений, ▒ – число пораженных родов растений. Категории адвентивных видов растений: A – инвазивные, B – потенциально инвазивные, C – опасно инвазивные, D – особо опасные, E – заносные; F – стабильно натурализовавшиеся
- – number of species of micromycetes, ■ – number of affected plant families, ▒ – number of affected plant genera. Categories of adventitious plant species: A – invasive, B – potentially invasive, C – dangerously invasive, D – especially dangerous, E – introductory; F – stably naturalized.

Рис. 7. Сравнительная характеристика распределения таксонов адвентивных питающих растений-хозяев флоры Беларуси, пораженных фитопатогенными пикнидиальными септориоподобными микромикетами

Fig. 7. Comparative characteristics of adventitious feeding plants-hosts taxa distribution of the Belarusian flora in natural biotopes affected by phytopathogenic pycnidial Septoria-like micromycetes



- – число видов микромикетов, ■ – число пораженных семейств растений, ▒ – число пораженных родов растений. Категории адвентивных видов растений: A – декоративные-культивируемые, B – культивируемые (пищевые, технические)
- – number of species of micromycetes, ■ – number of affected plant families, ▒ – number of affected plant genera. Categories of adventitious plant species: A – decorated-cultivated, B – cultivated (food, technical)

Рис. 8. Сравнительная характеристика распределения таксонов адвентивных культивируемых питающих растений-хозяев флоры Беларуси, пораженных фитопатогенными пикнидиальными септориоподобными микромикетами

Fig. 8. Comparative characteristics of adventitious cultivated feeding plants-hosts taxa distribution of the Belarusian flora affected by phytopathogenic pycnidial Septoria-like micromycetes

Среди проанализированных адвентивных растений часть видов уже проникли в естественные фитоценозы и проходят стадию натурализации в природных сообществах (10 родов из 9 семейств, которые поражены 17 видами микромицетов).

Рассмотрев таксономическое распределение растений-хозяев, поражаемых видами ФПСМ, мы выяснили, что 21 вид грибов являются полифагами, поражающими как аборигенные, так и адвентивные виды растений строго в пределах одного семейства. К таковым относятся: на растениях семейств Asteraceae – *S. matricariae*, Caryophyllaceae – *S. scleranthi*, Fabaceae – *Longiseptatispora meliloti*, *S. astragali*, Grassulariaceae – *Mycosphaerella ribis* (*S. ribis*), Lamiaceae – *S. lamiicola*, *S. scutellariae*, Plantaginaceae – *S. plantaginis-majoris*, Poaceae – *Septoria affinis*, *S. agropyri-elongati*, *S. briosiana*, *S. bromi*, *S. elymi*, *S. falcispora*, *S. graminum*, *S. phyllachoroides*, *S. triticea*, *Parastagonospora nodorum* (*S. nodorum*), *Zymoseptoria tritici* (*S. tritici*), Rosaceae – *Sphaerulina gei* (*S. gei*), Salicaceae – *Sphaerulina frondicola* (*S. populi*).

Стоит отметить, что среди аборигенных видов растений микромицеты чаще отмечаются на травянистых растениях открытых или полузатененных фитоценозов. По нашему мнению, эта жизненная стратегия обусловлена характером распространения конидиальной стадии спороношения видов ФПСМ, что повышает вероятность распространения грибов по территории среди густо заселенных природных фитоценозов. Однако среди адвентивных растений отмечено больше видов ФПСМ, поражающих деревянистые растения, которые введены в культуры и имеют высокую частоту встречаемости в искусственных биогеоценозах.

Как показывает анализ, большая часть видов ФПСМ приурочены к растениям одного рода строго в пределах семейства. Крайне редко склонность к полифагии можно наблюдать среди видов, поражающих двудольные растения, но чаще среди однодольных – злаков. Полифаги, использующие в качестве субстратов растения из разных семейств, а также суперпаразиты ржавчинных грибов, отмеченные в литературе, пока что не обнаружены на территории Беларуси.

Исходя из результатов анализа, мы можем предположить, что виды микромицетов, зарегистрированные на чужеродных растениях, появились на территории республики непосредственно вместе с их растениями-хозяевами, поскольку последние являются для них основным субстратом. Но т. к. некоторые виды могут отмечаться также на автохтонных видах растений, это затрудняет определение статуса видов грибов в микобиоте.

Анализ литературы, посвященной мониторингу чужеродных видов грибов и грибоподобных организмов на территории Беларуси, показал, что 21 вид ФПСМ имеют статус чужеродных: *Septoria albopunctata* [21, 30], *S. ampelina* [21, 30–32], *S. callistephi* [21, 30], *S. chelidonii* [21, 30], *S. convolvuli* [30, 33], *S. cucurbitacearum* [30, 32], *S. erigerontis* [21, 30, 34], *S. longispora* [30, 33], *S. lycopersici* [21, 32, 34], *S. oenotherae* [30, 33], *S. petroselini* [30, 32], *S. robiniae* [30, 33], *S. tanacetii* [21], *S. helianthi* [30, 31], *S. hydrangeae* [21, 30, 31], *S. lupini* [21, 34], *S. maydis* [30], *Nothoseptoria caraganae* (*S. caraganae*) [30, 33], *Parastagonospora nodorum* (*Septoria nodorum*) [21, 30], *Zymoseptoria tritici* (*S. tritici*) [21, 30], *Gemmamyces piceae* (*Megaloseptoria piceae*) [35]. Однако не совсем понятна причина включения в список *Septoria albopunctata* и *S. tanacetii*, отмечавшиеся на аборигенных видах растений pp. *Vaccinium* и *Tanacetum*.

Исходя из анализа субстратов и опираясь на списки инвазивных видов растений Черной книги флоры Беларуси [22], а также Государственного кадастра растительного мира РБ [23], определен ряд видов микромицетов, для которых необходимо провести более тщательный анализ на чужеродность.

На первом этапе отбирали лишь те виды, которые строго приурочены к адвентивным растениям флоры Беларуси. К таковым отнесено 17 видов ФПСМ на растениях 10 семейств: Amaranthaceae (*Septoria betae* на *Beta vulgaris*); Apiaceae (*S. cari* на *Carum carvi*; *S. coniicola* на *Conium maculatum*; *S. levistici* на *Levisticum officinalis*); Asteraceae (*S. astericola* на *Symphotrichum novi-belgii*; *S. endiviae* на *Cichorium intybus*, *S. sleumeri* на *Lactuca serriola*; *S. xanthii* на *Xanthium strumarium*); Brassicaceae (*S. alliariae* на *Alliaria petiolata*); Oleaceae (*S. syringae* на *Syringa vulgaris*); Onagraceae (*S. gaurina* на *Oenothera biennis*); Polemoniaceae (*Leptosphaeria phlogis* (*S. phlogis*) на *Phlox* sp, *Phlox paniculata*); Rosaceae (*Mycosphaerella pyri* (*S. pyricola*) на *Pyrus communis* и *S. magnusiana* на *Spiraea* sp.); Sapindaceae (*Mycosphaerella maculiformis* var. *hippocastani* (*S. hippocastani*) на *Aesculus hippocastanum*); Malvaceae (*S. parasitica* на *Malva excisa*; *Septoria heterochroa* на *Malva pusilla* и *M. neglecta*).

На втором этапе определяли виды микромицетов, которые уже отмечались на аборигенных и адвентивных видах растений флоры Беларуси. При этом учитывали ряд показателей: преобладающую частоту встречаемости на чужеродных видах растений, а также значительную степень поражения по 5 балльной шкале (4–5 баллов).

В результате такого рода анализа к группе чужеродных отнесено 14 видов грибов, паразитирующих на растениях из 8 семейств: Salicaceae (*Sphaerulina frondicola* (*Septoria populi*) на *Populus×berolinensis*, *P.×rasumowskiana*, *P. balsamifera*, *P. canescens*, *P. petrowskiana*, *P. suaveolens*); Asteraceae (*S. chrysanthemi*, *S. leucanthemi*, *S. cercosporoides* и *Sphaerulina socia* (*S. socia*) на *Leucanthemum maximum*, *L. sp.* и *Chrysanthemum sp.*; *S. cyani* на *Centaurea cyanus*, *C. diffusa* и *C. pseudomaculosa*; *S. matricariae* на *Matricaria discoidea*); Brassicaceae (*S. sisymbrii* на *Sisymbrium loeselii*), Grossulariaceae (*Mycosphaerella ribis* (*S. ribis*) на *Ribes uva-crispa*), Convolvulaceae (*S. calystegiae* на *Convolvulus arvensis*), Crassulaceae (*S. sedi* на *Hylotelephium spectabile*, *H.×mottramianum*), Sapindaceae (*S. seminalis* на *Acer negundo*); Fabaceae (*S. kaznowskii* на *Lupinus polyphyllus*).

Вид *Septoria erysimi*, который отмечается на аборигенном виде *Erysimum virgatum* (syn. *E. durum*, *E. strictum*), мы относим также к чужеродным, поскольку весьма вероятно, что микромицет попал на территорию Беларуси совместно с заносными широко распространенными видами *E. canescens*, *E. repandum*, *E. chieranthoides*, *E. marschallianum* [13, 22].

Те виды грибов, для которых мы не имеем достаточного количества данных о частоте их встречаемости на чужеродных и аборигенных видах растений, отнесены к группе потенциально чужеродных: *Septoria crepidis* на *Crepis rheoedifolia* (Asteraceae) и *S. geranii* на *Pelargonium zonale* (Geraniaceae) и *S. plantaginis-majoris* на *Plantago indica* и *P. urvillei* (Plantaginaceae); *S. menthae* на *Mentha arvensis* (Lamiaceae). Для уточнения статуса четырех вышеперечисленных микромицетов необходимы дальнейшие исследования.

Два вида микромицетов: *Sphaerulina gei* (*S. gei*) на *Geum macrophyllum* (Rosaceae), а также *S. lamiicola* на *Lamium album* (Lamiaceae) мы относим к аборигенному компоненту микобиоты, т.к. они чаще поражают аборигенные виды растений, чем адвентивные.

Суммируя виды грибов, которые отобраны после первого и второго этапов анализа на адвентивный компонент, к списку чужеродных для микобиоты Беларуси нами добавлен еще 31 вид. В итоге среди группы ФПСМ 52 вида являются чужеродными для микобиоты Беларуси. Для 4 видов еще недостаточно данных, поэтому они отнесены в категорию потенциально инвазивных видов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты систематизируют и расширяют представления о разнообразии фитопатогенных пикнидиальных септориоподобных микромицетов на территории Беларуси, а также проявляют ряд направлений для последующего исследования: дальнейшее изучение видового разнообразия, накопление данных для уточнения степени встречаемости видов, мониторинг чуже-

родных видов (определение степени влияния на естественные фито- и микоценозы).

Собранные данные послужат основой для создания специализированного пособия по определению фитопатогенных пикнидиальных септориоподобных микромицетов, а также могут быть использованы для решения вопросов, касающихся их систематики, номенклатуры и филогении.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках ГПНИ 10 «Природные ресурсы и окружающая среда», подпрограммы 10.2 «Биоразнообразие, биоресурсы, экология», задания 10.2.02 «Проблемы биологических инвазий и паразитарных угроз в природных и антропогенно-трансформированных экосистемах», НИР «Инвазивные фитопатогенные грибы, грибоподобные организмы и беспозвоночные животные на культивируемых и близкородственных дикорастущих растениях: статус в сообществах, распространение, диагностика» (№ ГР 20211704). Автор выражает признательность научному руководителю кандидату сельскохозяйственных наук В. Д. Поликсеновой, доцентам кафедры ботаники биологического факультета БГУ кандидату биологических наук А. К. Храмцову, за ценные замечания, рекомендации во время подготовки статьи и предоставленный гербарный материал; кандидатам биологических наук Г. А. Сауткиной, М. А. Джусу и В. Н. Тихомирову за ценные консультации при определении растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. A new approach to species delimitation in *Septoria* / G. J. M. Verkley, W. Quaedvlieg, H.-D. Shin & P. W. Crous // Studies in Mycology. – 2013. – Vol. 75, – P. 213–305. <https://doi.org/10.3114/sim0018>.
2. Федюшко, И. А. Состояние изученности пикнидиальных септориоподобных микромицетов в Беларуси / И. А. Федюшко, В. Д. Поликсенова // Ботаника (исследования): сборник научных трудов / Национальная академия наук Беларуси, Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, Ботаническое общество. – Минск, 2024. – Вып. 54. – С. 280–291.

3. Определитель паразитарных грибов по питающим растениям флоры БССР. Паразиты злаков / В. Н. Бондарцева-Монтеверде, Н. Василевский, Б. Каракулин [и др.]. – Минск: Академия наук БССР, 1938. – 296 с.
4. Федюшко, И. А. Новые для Беларуси виды пикнидиальных септориоподобных микромицетов / И. А. Федюшко // Экспериментальная биология и биотехнологии. – 2024. – Вып. 2. – С. 72–87.
5. Федюшко, И. А. Пикнидиальные септориоподобные микромицеты Беларуси. Первое дополнение к списку видов / И. А. Федюшко // Экспериментальная биология и биотехнологии. – 2025. – Вып. 1. – С. 47–69.
6. Макромицеты, микромицеты и лишенизированные грибы Беларуси. Гербарий Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича (MSK-F, MSK-L) / О. С. Гапиенко, Д. Б. Беломесяцева, Н. Н. Кобзарь [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2006. – 501 с.
7. Горленко, С. В. О микофлоре ботанического сада АН БССР / С. В. Горленко // Ботаника. Исследования. – Минск, 1966. – Вып. VIII. – С. 85–92.
8. Фитосанитарное состояние растений рода *Rhododendron* L. коллекционного фонда Центрального ботанического сада НАН Беларуси / Л. А. Головченко, И. К. Володько, Н. Г. Дишук [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер.: Біял. навук. – 2022. – Т. 67, № 1. – С. 43–53. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2022-67-1-43-53>
9. Скворцов, А. К. Гербарий. Пособие по методике и технике / А. К. Скворцов. – М.: Наука, 1977. – 199 с.
10. Тетереvникова-Бабаян, Д. Н. Грибы рода *Septoria* в СССР / Д. Н. Тетереvникова-Бабаян. – Ереван: АН АрмССР, 1987. – 479 с.
11. Флора споровых растений Казахстана. Несовершенные грибы – Fungi Несовершенные (Deuteromycetes). 3. Sphaeropsidales, В. 5. / З. М. Бызова, М. П. Васягина, Н. Г. Деева [и др.]. – Алматы: АН Казахской ССР, «Наука», Казахская ССР, 1970. – 557 с.
12. Визначник грибів України. Т. 3. Незавершені гриби / С. Ф. Морочковский, Г. Г. Радзиевский, М. Я. Зерова [и др.]. – Київ: Наукова думка, 1971. – 693 с.
13. Определитель высших растений Беларуси / Т. А. Сауткина, Д. И. Третьяков, Г. И. Зубкевич [и др.]. – Мн.: Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
14. Цвелев, Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области) / Н. Н. Цвелев. – СПб.: СПХФА, 2000. – 781 с.
15. Методы экспериментальной микологии. Справочник / И. А. Дудка, С. П. Вассер, И.А. Элланская [и др.]. – Киев: Наукова думка, 1982 – с. 551.
16. Plants of the World Online / Royal Botanic Gardens, Kew. – URL: <https://powo.science.kew.org> (date of access: 15.02.2025).
17. MycoBank database: fungal databases, nomenclature and species banks. – URL: <https://www.mycobank.org> (date of access: 15.02.2025).
18. Index Fungorum. – URL: <https://www.indexfungorum.org/names/names.asp> (date of access: 15.02.2025).
19. International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants. – URL: <https://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php> (date of access: 15.02.2025).
20. Леонтьев, Д. В. Флористический анализ в микологии: учебник для студентов высших учебных заведений. / Д. В. Леонтьев. – Харьков, 2008. – 110 с.
21. Поликсенова, В. Д. Чужеродные фитопатогенные микромицеты Беларуси / В. Д. Поликсенова, А. К. Храмов // Вестник БГУ. – 2015. – Вып. 3, № 2. – С. 43–48.
22. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д. В. Дубовик, С. С. Савчук, А. Н. Скуратович [и др.]; под общей ред. В.И. Парфенова, А. В. Пугачевского; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперимент. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск: Бел. наука, 2020. – 407 с.
23. Масловский, О. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. Основы кадастра. Первичное обследование 2002–2017 гг. / О. Масловский, А. Левкович, Л. Чумаков ; науч. ред. А.В. Пугачевский. – Минск: Беларуская навука, 2019 – 599 с.
24. Фитопатогенные микромицеты. Краткое руководство по сбору и идентификации: пособие / сост. А.К. Храмов. – Минск: БГУ, 2020 – 255 с.
25. UpSet: Visualization of Intersecting Sets / A. Lex, N. Gehlenborg, H. Strobel [et al.] // IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. – 2014. – Vol. 20, № 12. – P. 1983–1992. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2014.2346248>
26. Кабаков, И. Р. R в действии / И. Р. Кабаков ; пер. с англ. А. Н. Кисилева. 3-е изд. – М.: ДМК Пресс, 2023. – 768 с.
27. Past 5 – the Past of the Future / Natural History Museum. University of Oslo. – URL: <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/> (date of access: 15.02.2025).
28. Figma: The Collaborative Interface Design Tool. – URL: <https://www.figma.com/> (date of access: 15.02.2025).
29. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И. М. Качановский [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.
30. Чужеродные фитопатогенные микромицеты на урбанизированных территориях Беларуси / А. К. Храмов, В. Д. Поликсенова, Н. А. Лемеза [и др.] // Охрана окружающей среды – основа безопасности страны: сб. статей по мат. Меж-нар. науч. экол. конф.; отв. за вып. А. Г. Кошаев. – Краснодар: КубГАУ, 2022. – С. 596–599.
31. Чужеродные для Беларуси микромицеты – паразиты растений, используемых в зеленом строительстве / В. Д. Поликсенова, А. К. Храмов, Н. А. Лемеза [и др.] // Состояние и перспективы развития зеленого строительства в

Республике Беларусь: тезисы Респ. науч.-пр. сем. (г. Минск, 26–27 апр. 2018 г.) / НАН Беларуси; ЦБС НАН Беларуси; редкол.: В.В. Титок [и др.]. – Минск: Медисонт, 2018. – С. 149–152.

32. Чужеродные для условий Беларуси фитопатогенные микромицеты на некоторых хозяйственно полезных растениях / А. К. Храмцов, В. Д. Поликсенова, И. А. Федюшко [и др.] // Ботаника (исследования): сб. науч. тр./ редкол.: Н. А. Ламан [и др.]. – Минск, 2023. – Вып. 52. – С. 203–194.

33. Дополнение к перечню чужеродных фитопатогенных микромицетов Беларуси / А. К. Храмцов, В. Д. Поликсенова, Н. А. Лемеза [и др.] // Проблемы оценки, мониторинга и сохранения биоразнообразия: сб. материалов IV Респ. науч.-практ. экол. конф., Брест, 25 нояб. 2021 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина; редкол.: Н. М. Матусевич, Н. В. Шкуратова, М. В. Левковская. – Брест: БрГУ, 2021. – С. 77–80.

34. Поликсенова, В. Д. К вопросу о чужеродных видах фитопатогенных микромицетов в Беларуси / В. Д. Поликсенова, А. К. Храмцов // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: Материалы II Межд.-нар. науч.-пр. конф. – Минск, 2012. – С. 488–491.

35. *Gemmatyces piceae* (Borthw.) Casagr. – инвазивный возбудитель инфекционного почернения почек и побегов видов Ели / Д. Б. Беломесяцева, Е. О. Короленя, Т. Г. Шабашова и [и др.] // Ботаника (исследования): сборник научных трудов / Национальная академия наук Беларуси, Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, Ботаническое общество. – Минск, 2024. – Вып. 53. – С. 208–213.

Поступила в редакцию 28.03.2025

Принята к публикации 10.06.2025

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Федюшко Илья Александрович – аспирант¹ кафедры ботаники биологического факультета Учреждения образования «Белорусский государственный университет»

Федюшко, И. А. Фитопатогенные пикнидиальные септориоподобные микромицеты Беларуси: таксономическое разнообразие, субстратные комплексы и статус в микобиоте / И. А. Федюшко // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Минск, 2025. – Вып. 55. – С. 190–204.

¹ Научный руководитель В. Д. Поликсенова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ботаники биологического факультета Учреждения образования «Белорусский государственный университет».

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ PLANTS PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY

УДК 58.04

Н. А. ЛАМАН, П. А. НЕБЫШИНЕЦ, Т. В. САМОВИЧ, К. Р. КЕМ

УКСУСНАЯ КИСЛОТА КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ РЕГУЛЯТОР УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К АБИОТИЧЕСКИМ СТРЕССАМ

*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси,
Минск, Беларусь, nikolai.laman@gmail.com*

Аннотация. В статье проанализированы выполненные в последнее десятилетие исследования по использованию уксусной кислоты как эффективного и экологически безопасного природного метаболита для повышения устойчивости растений к абиотическим стрессам – засухе, засолению, токсичным ионам и тяжелым металлам. Обоснована гипотеза, что на данном этапе наиболее простым и экономически целесообразным способом применения уксусной кислоты в сельскохозяйственном производстве является предпосевная обработка семян с включением ее в инкрустирующие составы. В этом случае уксусная кислота выполняет роль эпигенетического праймера (затравки), обеспечивая статус готовности всего генома растения до начала действия стрессовых факторов.

Ключевые слова: засуха, ацетат, регуляция, адаптация.

N. A. LAMAN, P. A. NEBYSHINETS, T. V. SAMOVICH, K. R. KEM

ACETIC ACID AS AN EFFECTIVE REGULATOR OF PLANT RESISTANCE TO ABIOTIC STRESS

*V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus, e-mail: nikolai.laman@gmail.com*

Abstract. The article analyzes studies conducted in the last decade on the use of acetic acid as an effective and environmentally friendly natural metabolite to increase plant resistance to abiotic stresses – drought, salinity, toxic ions and heavy metals. It substantiates the hypothesis that at this stage the simplest and most economically feasible way to use acetic acid in agricultural production is pre-sowing seed treatment with its inclusion in encrusting compositions. In this case, acetic acid acts as an epigenetic primer, ensuring the readiness status of the entire plant genome before the onset of stress factors.

Key words: drought, acetate, regulation, adaptation.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно докладу ООН о развитии водных ресурсов, за прошедшие 50 лет общее потребление воды в мире увеличилось в 3 раза, а потребность сельского хозяйства в воде, на долю которого приходится более двух третей мирового водопотребления, резко возросла за последние несколько десятилетий. Нехватка воды стимулирует исследования в области фундаментальной науки о засухоустойчивости растений и примене-

ние полученных знаний для создания водосберегающих и засухоустойчивых сортов и культур.

В этой связи на протяжении более чем двух десятилетий проведены обширные исследования, включая изучение морфофизиологических признаков, структурной, физиологической, биохимической и молекулярной организации водобмена у растений, чтобы раскрыть механизмы их реакций на засуху.

В последние годы получены важные результаты по исследованию сигнальных сетей, участвующих в реакции растений на водный стресс, однако, основные сложные механизмы, которые отличают устойчивость от восприимчивости в пределах одного вида, оставались в значительной степени неясными. Актуальной задачей является интеграция современной физиологии и биохимии растений, генетики, геномики, молекулярной биологии и протеомики для выяснения механизмов реакции растений на засуху. Подчеркивается, что объединение молекулярных подходов,

морфофизиологического анализа и традиционных стратегий селекции существенно ускорит прогресс в создании засухоустойчивых генотипов различных видов растений для сельскохозяйственного производства [1].

С накоплением новых знаний постепенно раскрываются тайны молекулярных механизмов засухоустойчивости растений. Становится все более понятным, что ответ растений на засуху (как и на другие абиотические стрессы) – это сложный процесс, в котором участвует множество генов и сигнальных сетей.

АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Анализ последних публикаций, особенно японских исследователей, показывает, что уксусная кислота (ацетат) играет важную роль в обеспечении устойчивости растений к стрессу, обусловленному дефицитом воды. Основным выводом из сложных экспериментов японских исследователей состоит в том, что ацетат, являющийся простым биохимическим соединением, играет важную роль в качестве исходного фактора, который дирижирует (оркестрирует, мобилизует) способность растений к выживанию, связывая фундаментальный метаболизм растительной клетки, эпигенетическую регуляцию (сайленсинг, т.е. включение/выключение экспрессии соответствующих генов) и гормональную сигнализацию.

Статья японских исследователей под названием «Новая ацетат-опосредованная стратегия выживания растений в условиях засухи» опубликована в 2017 г. [2]. У нее 30 авторов из 18 научных лабораторий и центров Японии, включая такие, как лаборатории метаболической инженерии, растительных геномных сетей, интегративной геномики, специалистов из центра системной и синтетической биологии и другие. Эта научная коллаборация исследователей разных специальностей сумела не только выполнить сложные эксперименты, но и сделать глубокий анализ функциональной регуляции такого сложного явления как стрессоустойчивость растений.

В одной из последних публикаций [3], под названием «Простая и универсальная функция уксусной кислоты для преодоления засухи у растений», авторы приводят обобщенную модель реакции растений на засуху, которая включает раннюю и позднюю фазы ответа и роль в этом механизме уксусной кислоты (рис. 1).

Прежде чем перейти к обсуждению предложенной авторами схемы, целесообразно кратко рассмотреть, где и как образуется уксусная кислота в растительных клетках и какую функцию она выполняет в свете современных представлений.

Гликолиз является тем процессом, посредством которого живые организмы получают из глюкозы и других субстратов (жирные кислоты, аминокислоты) химическую энергию в анаэробных условиях. Эти процессы осуществляются в цитоплазме клетки, где гексозы расщепляются и частично окисляются с образованием пировиноградной кислоты. Процесс гликолиза состоит из двух стадий.

На первой стадии нейтральная молекула глюкозы активируется до фруктозо-1,6-дифосфата с использованием 2-х молекул АТФ. Затем молекула фруктозо-1,6-дифосфата расщепляется на две триозы – глицеральдегид-3-фосфат и диоксиацетонфосфат. В последующие реакции может включаться только глицеральдегидфосфат, поэтому диоксиацетонфосфат превращается в глицеральдегид-3-фосфат. В результате на первой стадии из молекулы глюкозы образуется 2 молекулы глицеральдегид-3-фосфата.

На второй стадии гликолиза в ходе окислительно-восстановительных реакций молекула глицеральдегид-3-фосфата превращается в пировиноградную кислоту (пируват) с образованием при этом двух молекул АТФ. Поскольку из одной молекулы глюкозы образуется две молекулы пировиноградной кислоты и 4 молекулы АТФ, суммарный энергетический выход гликолиза составляет 2 молекулы АТФ, с учетом использования 2-х молекул АТФ ранее для фосфорилирования глюкозы.

В клетках животных и человека при гипоксии, когда аэробное дальнейшее окисление пирувата невозможно, он превращается под действием лактатдегидрогеназы в молочную кислоту. Накопление молочной кислоты в мышцах ограничивает длительность периода напряженной активности у животных и человека. Это явление составляет, к примеру, предмет исследований специалистов по спортивной медицине.

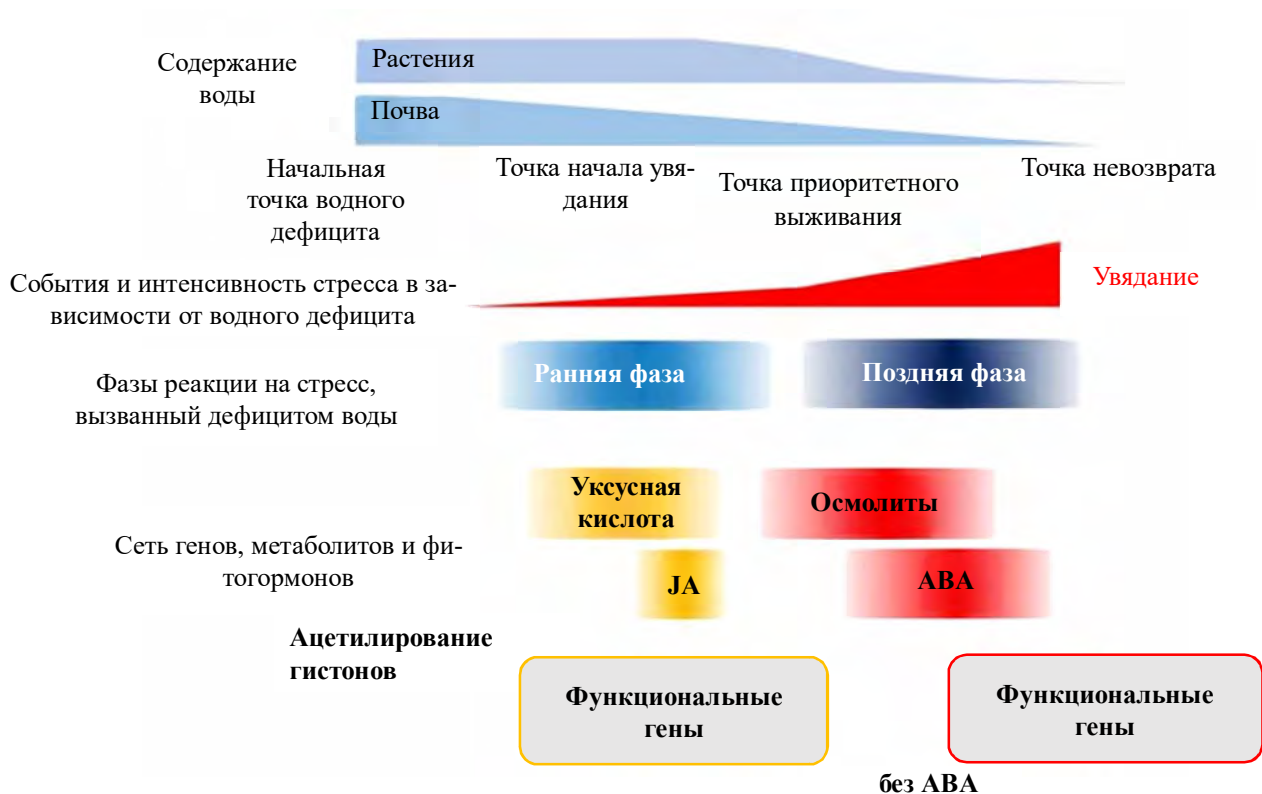


Рис. 1. Схематическое изображение ответа на водный дефицит у арабидопсиса [3]

Fig. 1. Schematic representation of the water deficit response in Arabidopsis [3]

Окислительное декарбоксилирование пирувата (рис. 2), т.е. отщепление одной молекулы углекислого газа от молекулы пировиноградной кислоты и присоединение к декарбоксилированному пирувату (т.е. уже ацетату) кофермента А (КоА) является промежуточным этапом между гликолизом и циклом трикарбоновых кислот (ЦТК, цикл Кребса). Образующийся ацетил-КоА вовлекается далее в цикл Кребса.

Декарбоксилирование пирувата осуществляет сложный пируватдегидрогеназный комплекс, включающий 3 фермента и 2 вспомогательных белка. Для его функционирования необходимы 5 кофакторов – КоА, НАД⁺, тиаминпирофосфат, ФАД и липоевая кислота. Пируватдегидрогеназная система ингибируется АТФ, которая служит негативным модулятором. Когда содержание АТФ в клетке начинает превышать определённый уровень, пируватдегидрогеназная система, поставляющая топливо для ЦТК, выключается.

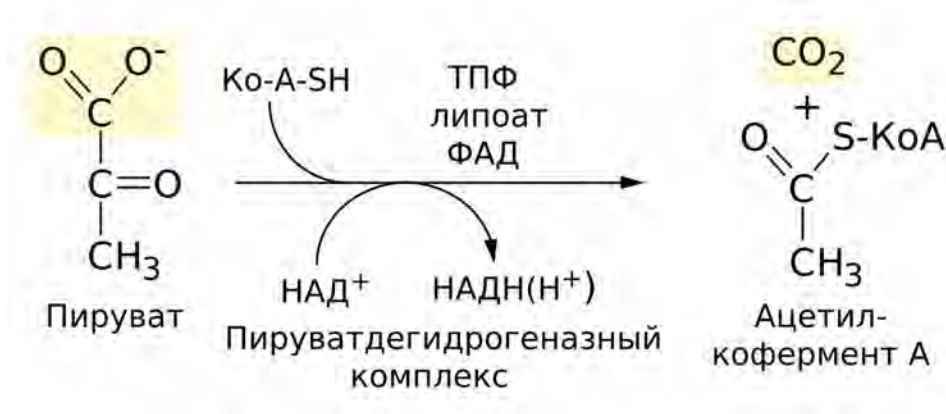
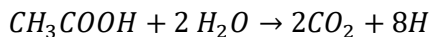


Рис. 2. Окислительное декарбоксилирование пирувата

Fig. 2. Oxidative decarboxylation of pyruvate

Цикл ди- и трикарбоновых кислот. В цикле Кребса ацетильные группы, поступающие в форме ацетил-КоА, окисляются с высвобождением CO_2 и атомов водорода.

Суммарная реакция цикла описана уравнением:



Главная функция цикла – дегидрирование уксусной кислоты, которое в конечном итоге приводит к образованию 2-х молекул CO_2 и 4-х пар атомов водорода. Из приведенного уравнения видно, что в ЦТК не вовлекаются ни молекулярный кислород, ни неорганический фосфат, ни АТФ.

Образовавшиеся 4 пары атомов водорода идут на восстановление 4-х молекул НАД до $\text{НАД} \cdot \text{H}_2$, который затем включается в дыхательную цепь, при этом высвобождающаяся энергия запасается в форме АТФ. При окислении одной молекулы $\text{НАД} \cdot \text{H}_2$ образуются 3 молекулы АТФ. При каждом обороте ЦТК одна молекула уксусной кислоты (два атома углерода) вступает во взаимодействие с 4-х углеродным акцептором щавелево-уксусной кислотой.

К настоящему времени известно, что цикл Кребса практически универсален. Это главный, если не единственный путь окисления уксусной кислоты во всех тканях высших животных, у большинства аэробных микроорганизмов и во многих растительных тканях, а уксусная кислота (ацетат) является главным энергетическим топливом, сжигаемым в ЦТК. Митохондрии содержат полный набор ферментов, необходимых не только для всех реакций ЦТК, но и для переноса электронов к кислороду.

В тех случаях, когда ацетат служит не только источником энергии, но и промежуточных продуктов, необходимых для синтеза различных углеродных скелетов, цикл трикарбоновых кислот у некоторых микроорганизмов, а также в определенных тканях и семенах высших растений заменяется глиоксилатным циклом. Топливом для этого цикла также служит ацетат.

Каким же образом, накапливающийся под влиянием абиотического стресса ацетат действует на включение сигнального пути жасмоновой кислоты для обеспечения засухоустойчивости растений?

Известно, что 90–95% клеточной ДНК размещено на нуклеосомах. Нуклеосомный уровень компактизации ДНК обеспечивает плотность ее упаковки в 6–7 раз, а также регуляторную роль, поскольку белки-ферменты, отвечающие за транскрипцию, связываются только с участками хроматина, свободными от нуклеосом.

Гистоновые белки сильно обогащены лизинном и аргинином, аминокислотами с выраженными основными свойствами. Плотная упаковка ДНК достигается за счет того, что отрицательные заряды ее фосфатных групп нейтрализуются положительными зарядами аминокислотных остатков. Чтобы обеспечить беспрепятственное протекание процессов репликации, трансляции и репарации ДНК, структура хроматина должна постоянно изменяться, открывая для считывания одни участки ДНК и закрывая другие.

Оказалось, что гистоновая деацетилаза 6 (HDA6) у арабидопсиса обладает функцией сайленсинга генов, т.е. активность транскрипции ДНК определяется уровнем ацетилирования гистонов. Ацетилирование лизиновых хвостов гистонов снимает положительный заряд аминокислот. В результате закрытая до этого ДНК становится доступной для ферментов, осуществляющих транскрипцию (рис. 3).

Предложенная авторами схема показывает, что в условиях стресса засухи в растениях запускается динамическое преобразование метаболического потока из гликолиза на синтез ацетата для стимуляции сигнального пути синтеза де novo жасмоната (JA). У арабидопсиса включение/выключение всей этой сети напрямую зависит от HDA6.

Генетический скрининг ответа на засуху в опытах цитируемых авторов выявил, что мутанты HDA6 у арабидопсиса обладали сильной засухоустойчивостью, при этом без замедления роста в условиях оптимального водообеспечения. Анализ также показал, что у растений дикого типа при засухе повышается экспрессия генов биосинтеза ацетата, однако у мутанта HDA6 экспрессия усиливается существенно. Очень важен тот факт, что экзогенная уксусная кислота, как оказалось, влияет на включение сигнального пути JA для обеспечения засухоустойчивости растений.

Путь биосинтеза ацетата, как показано выше (см. рис. 3) опосредован активностью пируватдегидрогеназной системы. При этом у арабидопсиса пируватдекарбоксилаза 1 (PDC1) является ключевым регулятором, инициирующим первый шаг по перенаправлению метаболического потока в гликолизе от пирувата к ацетальдегиду. Следующий важный фермент в этой цепи – альдегиддегидрогеназа ALDH2 (у арабидопсиса ALDH2B7), которая детоксицирует ацетальдегид до ацетата, содержание которого повышается.

Снижение активности гликолиза и активация синтеза ацетата в условиях засухи указывает на то, что гены PDC1 и ALDH2B7 у арабидопсиса изменяют функциональную активность. В опытах цитируемых авторов мутанты *pdc1* и *aldh2b7*

проявили сильную чувствительность к засухе. Напротив, растения с двойной сверхэкспрессией PDC1 и ALDH2B7 демонстрировали повышенную засухоустойчивость. Анализ микрочипов показал, что в условиях наступления засухи индуцируется 357 генов, причем именно у растений, обработанных уксусной кислотой.

На основе анализа многочисленных экспериментов авторы делают вывод, что уксусная кислота выполняет две функции: 1) как стимулятор синтеза жасмонатов, 2) как эпигенетический фактор прайминга для активации генов. Высказывается предположение, что применение уксусной кислоты может создать и «статус готовности к работе» для активации генов в масштабе всего генома до появления стресса и легко затем усиливает транскрипцию целевых генов.

Немаловажным является и то, что филогенетический анализ показал факт широкого сохранения фермента ALDH2 от грибов до позвоночных. В отличие от альдегиддегидрогеназы, PDC1 сохранилась только у мхов, грибов и растений (см. рис. 3b).

Обобщенная схема процесса ответа на водный дефицит у арабидопсиса (см. рис. 1) включает две стадии. На ранней стадии ответа (условия умеренного стресса засухи), когда начинается истощение запасов воды в почве, но в тканях растений еще достаточный уровень оводненности, HDA6 функционирует как молекула-переключатель экспрессии генов, кодирующих ферменты биосинтеза уксусной кислоты. Биосинтез уксусной кислоты из пирувата стимулируется, динамически преобразуя путь гликолиз → ЦТК в путь гликолиз → уксусная кислота (см. рис. 3).

Накапливающийся ацетат стимулирует синтез JA, а JA отвечают за генную сеть. В то же время уксусная кислота встраивается в хроматин через ацетилирование гистонов для эпигенетической активации функциональных генов.

Поздняя фаза означает значительное снижение содержания воды в тканях растения. АВА-зависимые и АВА-независимые сети регуляции генов, накопление осмолитов, предотвращают дальнейшую потерю воды за счет закрытия устьиц.

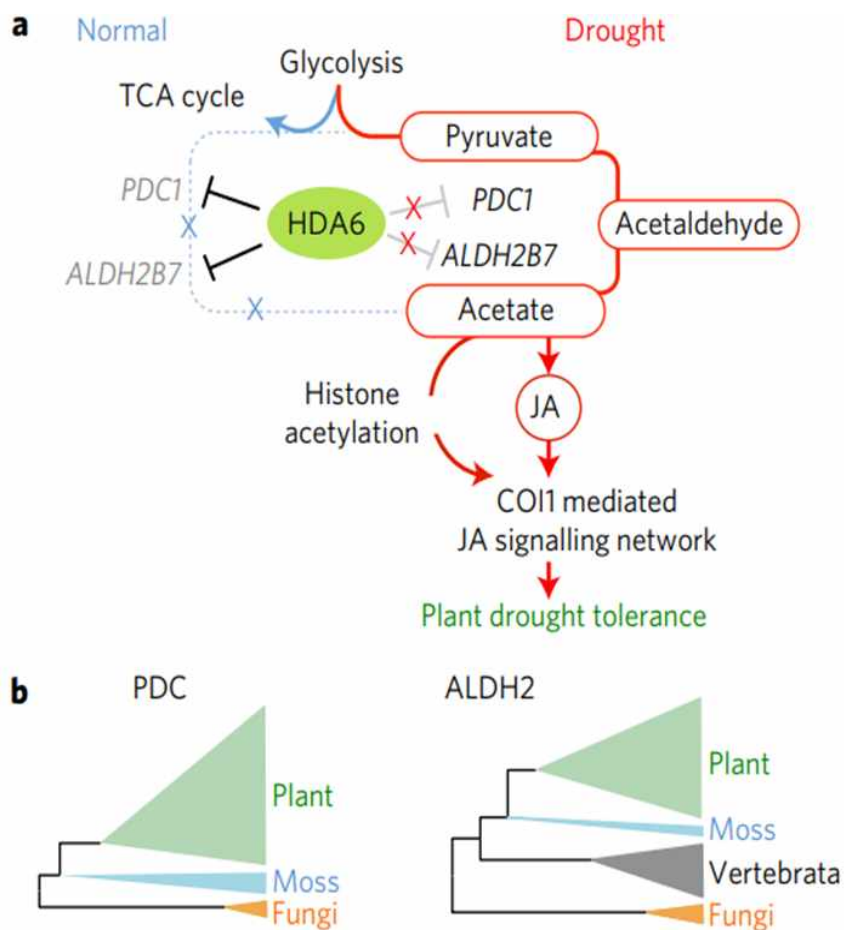


Рис. 3. Предполагаемый механизм устойчивости к засухе, вызванной уксусной кислотой (а), и его эволюционное сохранение (б) [2]

Fig. 3. Putative mechanism of acetic acid-induced drought tolerance (a) and its evolutionary conservation (b) [2]

Изменение содержания уксусной кислоты в растениях путем опрыскивания листьев или внесения в почву приводит к повышению их устойчивости к различным абиотическим стрессам. Об этом свидетельствуют накопленные к настоящему времени многочисленные экспериментальные данные [1–7]. В последнем обзоре по действию уксусной кислоты как регулятора устойчивости растений к абиотическим стрессам Рахманом и соавторами [4] проанализированы накопленные экспериментальные данные и представлены в виде обширной таблицы, а также обобщенной схемы предполагаемых механизмов, через которые осуществляется адаптация растений к различным формам абиотических стрессов (рис. 4).

Как следует из приведенной схемы, синтез уксусной кислоты у арабидопсиса запускается через повышенную экспрессию генов, кодирующих PDC1 и ALDH2B7 в растениях дикого типа (см. рис. 4-I). В условиях оптимального водообеспечения HDA6 подавляет экспрессию генов ферментов PDC1 и ALDH2B7, ограничивая ацетилирование гистонов в транскрибируемых областях гена. Напротив, в условиях засухи происходит всплеск ацетилирования гистонов и повышение активности PDC1 и ALDH2B7. Это приводит к накоплению ацетата, что затем стимулирует сигнальный путь жасмонатов, повышая способность растения противостоять засухе.

Экзогенная добавка уксусной кислоты может стимулировать уровни различных фитогормонов – гиббереллинов, индолилуксусной кислоты, жасмоновой и абсцизовой кислоты. Жасмоновая и абсцизовая кислоты осуществляют синергетическое действие в процессах закрывания устьиц, снижая потерю воды тканями растений.

Регуляторное действие уксусной кислоты может осуществляться также через укрепление стабильности и целостности мембран, повышая накопление фосфотидилхолина, фосфатидилэтаноламина и других липидов, а также через детоксикацию активных форм кислорода, накопление осмопротекторов, таких как растворимые сахара, свободные аминокислоты и пролин (см. рис. 4-V).

Повышенное накопление уксусной кислоты может ограничить поглощение тяжелых металлов и токсичных ионов Na^+ . Немаловажное значение имеет и тот факт, что накопление уксусной кислоты в корнях приведет к доступности азота для растений, что обусловлено обилием развития в тех условиях таких микроорганизмов как *Azotobacter* и *Pseudomonas*.

Известно, что высокие концентрации уксусной кислоты токсичны для растений. В большинстве исследований по устойчивости растений к абиотическим стрессам уксусная кислота приме-

нялась в очень низких концентрациях – от 0,05 % (10 мМ) до 0,58% (100 мМ). В исследованиях, цитируемых выше авторов, оптимальная концентрация составляла 20 мМ.

Помимо того, что уксусная кислота помогает повысить устойчивость растений к неблагоприятным условиям, она также рассматривается как перспективная альтернатива глифосату для борьбы с сорняками, особенно при концентрациях от 10 до 20% [8–10]. Более того, более высокие концентрации уксусной кислоты существенно повышают эффективность уничтожения сорняков, что подтверждается данными [11].

Важно отметить также, что уксусная кислота при концентрации 8% или менее входит в исключения из регистрации как пестицид Агентством по охране окружающей среды (EPA) США в соответствии с Федеральным законом об инсектицидах, фунгицидах и родентицидах (FIFRA) 25(b), поскольку считается инертным ингредиентом минимального риска. Это говорит о том, что концентрации, используемые в научных исследованиях для уменьшения воздействия абиотических стрессов на растения, представляют собой более безопасный вариант для почвы, водных растений и животных, чем агрессивные химические средства. Тем не менее, необходимы дополнительные исследования для определения оптимальных дозировок, сроков внесения, долгосрочного влияния на здоровье почвы и реакции различных культур на применение уксусной кислоты.

В выполненных к настоящему времени исследованиях уксусная кислота применялась двумя способами – нанесением на листья вегетирующих растений и внесением в почву.

Несмотря на то, что экзогенное применение уксусной кислоты существенно повышало засухоустойчивость растений в многочисленных экспериментах, способы применения, дозы и концентрации уксусной кислоты, фазы развития растений, на которых обработка наиболее эффективна для повышения стрессоустойчивости, требуют широкой экспериментальной проверки. Нами, с учетом анализа имеющихся в литературе данных и накопленного в лаборатории опыта, обосновывается гипотеза, что на данном этапе наиболее эффективно применение уксусной кислоты в процессе предпосевной инкрустации семян [12–14]. При этом пленкообразующий состав целесообразно готовить на основе поливинилацетата, растворенного в органическом растворителе. Поливинилацетат в форме коллоида (лака) формирует очень прочную пленку, обладающую высокой адгезией и площадью растекания по поверхности семени. Поливинилацетат обладает низкой водопоглощающей способностью (всего 2%), но не пре-

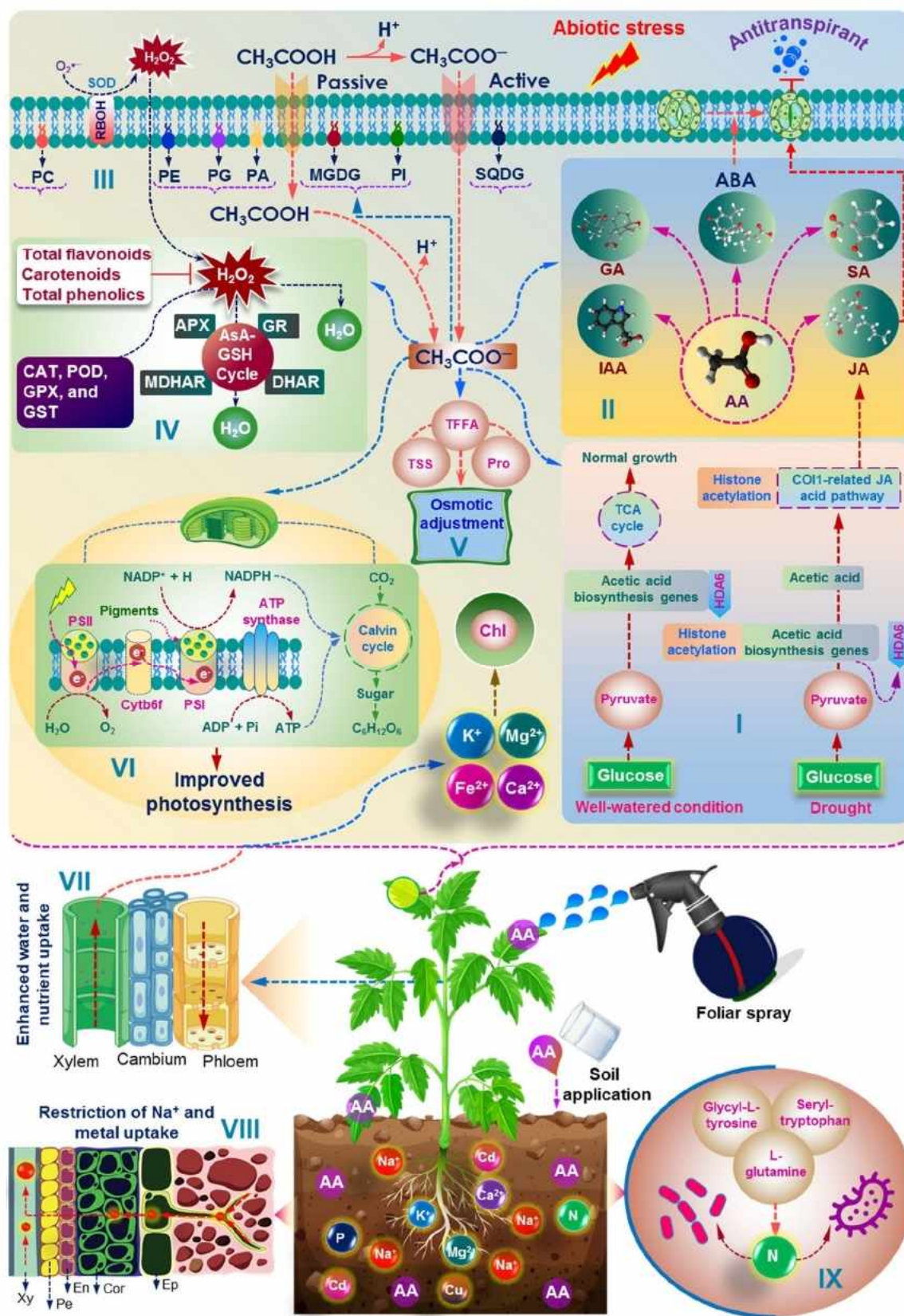


Рис. 4. Предполагаемая роль уксусной кислоты в смягчении абиотических стрессов у растений, примененной путем опрыскивания растений или внесения в почву [4]
(I–IX – защитные механизмы, индуцируемые уксусной кислотой)

Fig. 4. The proposed role of acetic acid in alleviating abiotic stress in plants, applied as a plant spray or soil application [4]
(I–IX – protective mechanisms by acetic acid induced)

пятствует поглощению воды семенем при набухании и прорастании. В пленкообразующий состав добавляется уксусная кислота в концентрации до 10% по объему, а также другие компоненты, например, макро- и микроэлементы, пестициды для защиты формирующихся проростков от патогенов и вредителей, регуляторы роста. Поскольку пленкообразующий состав на основе органического растворителя не повышает влажности обрабатываемых семян, он может применяться в больших, чем 10 л/т семян объемах, как это принято по отношению к водным растворам пленкообразователей [15], а также многократно путем насаива-

ния на семена пленок с конкретными компонентами из набора, который включается в инкрустационный комплекс. Полученные в лаборатории экспериментальные данные на семенах ряда культур демонстрируют высокую эффективность и перспективность такого подхода. Уксусная кислота, включенная в пленкообразующий состав, выполняет роль эпигенетического праймера (затравки), обеспечивая статус готовности всего генома растения до начала действия стрессовых факторов. Более подробно полученные результаты будут освещены в публикации в очередном выпуске сборника «Ботаника (исследования)».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уксусная кислота широко используется как универсальное вещество: в качестве бытового уксуса, лекарственного средства, мощного гербицида для борьбы с сорняками. Множество исследований также указывают на то, что применение уксусной кислоты играет роль в смягчении неблагоприятных воздействий абиотических стрессов на растения. Действуя как ключевая сигнальная молекула, уксусная кислота глубоко влияет на различные физиологические процессы при абиотических стрессах, способствуя повышению скорости фотосинтеза, поддержанию баланса питательных веществ, укреплению антиоксидантных защитных систем против окислительного стресса, регулированию уровня фитогормонов и накоплению защитных метаболитов для обеспечения осмопротекторного действия. Она также

противодействует распаду мембран и поддерживает уровни липидов для обеспечения стабильности и проницаемости растительных мембран. Кроме того, было отмечено, что применение уксусной кислоты значительно увеличивает численность почвенных микроорганизмов, в частности *Azotobacter* и *Pseudomonas*. Хотя положительные эффекты уксусной кислоты очевидны, все еще недостаточно исследований по подтверждению ее эффективности в смягчении абиотических стрессов на сельскохозяйственных культурах в реальных полевых условиях. Исследовательские усилия также должны быть сосредоточены на оптимизации методов применения и определении соответствующих доз и концентраций уксусной кислоты для широкомасштабного использования в сельском хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fang, Y. General mechanisms of drought response and their application in drought resistance improvement in plants / Y. Fang, L. Xiong // *Cell Mol Life Sci.* – 2014. – Vol. 72. – P. 673–689.
2. Acetate-mediated novel survival strategy against drought in plants / J. M. Kim, T. K. To, A. Matsui [et al.] // *Nature Plants.* – 2017. – Vol. 3, Issue 7. – P. 1–7.
3. Kudo, T. Simple and universal function of acetic acid to overcome the drought crisis / T. Kudo, T. K. To, J. M. Kim // *Stress Biology.* – 2023. – Vol. 3, Issue 15. – P. 1–6.
4. Acetic acid: a cheap but chief metabolic regulator for abiotic stress tolerance in plants / Md. M. Rahman, S. S. Keya, A. Sahu [et al.] // *Stress Biology.* – 2024. – Vol. 4. – AN:34.
5. The modulation of acetic acid pathway genes in *Arabidopsis* improves survival under drought stress / S. Rasheed, Kh. Bashir, J.-M. Kim [et al.] // *Scientific Reports.* – 2018. – Vol. 8. – AN:7831.
6. A Nuclear Pyruvate Dehydrogenase Complex Is Important for the Generation of Acetyl-CoA and Histone Acetylation Gopinath / G. Sutendra, A. Kinnaird, P. Dromparis [et al.] // *Cell.* – 2014. – Vol. 158. – P. 84–97.
7. Kim, J. M. An Epigenetic Integrator: New Insights into Genome Regulation, Environmental Stress Responses and Developmental Controls by histone deacetylase 6 / J. M. Kim, T. K. To, M. Seki // *Plant and Cell Physiology.* – 2012. Vol. 53, Issue 5. – P. 794–800. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcs004>.
8. Garcia, F. Agricultural Vinegar as a growth control agent for both Glyphosate susceptible (GS) *Amaranthus palmeri* and Glyphosate resistant (GR) *Amaranthus palmeri* // F. Garcia, Y. Youngblood // *Pursue.* – 2017. – Vol. 1. – P. 40–50.
9. Effect of acetic acid as pre-emergence herbicide on maize germination / H. Pujiswanto, P. Yudono, E. Sulistyarningsih, B. H. Sunarminto // *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan.* – 2013. – Vol. 15 (1). – P. 61–67.
10. Domenghini, J. Comparison of acetic acid to glyphosate for weed suppression in the garden / J. Domenghini, // *HortTechnology.* – 2020. – Vol. 30. – P. 82–87. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04453-19>.
11. Orloff, N. Does Vinegar Kill Weeds?. – URL: <https://www.montana.edu/extension/invasiveplants/extension/monthly-weed-posts/2021-june-does-vinegar-kill-weeds.html> (date of access: 09.06.2025).

12. Ламан, Н. А. Уксусная кислота как эффективный модулятор стрессоустойчивости растений: фундаментальные и прикладные аспекты / Н. А. Ламан // Материалы X Международной научной конференции «Регуляция роста, развития и продуктивности растений», г. Минск, 23–25 октября 2024 г. – Минск, 2024. – С. 8–9.

13. Влияние протравителя Тирам в пленкообразующих составах на прорастание семян и развитие проростков / П. А. Небышинец, Н. А. Ламан, Т. В. Самович, К. Р. Кем // Материалы X Международной научной конференции «Регуляция роста, развития и продуктивности растений», г. Минск, 23–25 октября 2024 г. – Минск, 2024. – С. 85.

14. Влияние макро- и микроэлементов, включенных в пленкообразующие составы для инкрустации семян на рост проростков ячменя Т. В. Самович, П. А. Небышинец, К. Р. Кем, Н. А. Ламан // Материалы X Международной научной конференции «Регуляция роста, развития и продуктивности растений», г. Минск, 23–25 октября 2024 г. – Минск, 2024. – С. 106.

15. Бухаров, А. Ф. Прайминг – инновационное развитие методологии подготовки семян к посеву (обзор) / А. Ф. Бухаров, А. В. Янченко, А. Ю. Федосов // Овощи России. – 2023. – №5. – С. 28–36.

Поступила в редакцию 27.05.2025

Принята к публикации 10.06.2025

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ламан Николай Афанасьевич – академик НАН Беларуси, доктор биологических наук профессор, заведующий лабораторией роста и развития растений Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Небышинец Полина Алексеевна – младший научный сотрудник лаборатории роста и развития растений Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Самович Татьяна Викторовна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории роста и развития растений Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Кем Карина Робертовна – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории роста и развития растений Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Уксусная кислота как эффективный регулятор устойчивости растений к абиотическим стрессам / Н. А. Ламан, П. А. Небышинец, Т. В. Самович, К. Р. Кем // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Минск, 2025. – Вып. 55. – С. 205–213.

УДК 581.19; 581.14

Н. А. ЕЛОВСКАЯ¹, Ж. Н. КАЛАЦКАЯ¹, К. С. ГИЛЕВСКАЯ², В. В. НИКОЛАЙЧУК²

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИММУНОМОДУЛЯТОР РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И КОФЕЙНОЙ КИСЛОТЫ

¹Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси,
Минск, Беларусь, e-mail: yaloukaya92@mail.ru

²Институт химии новых материалов Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь

Аннотация. Проведено сравнительное исследование влияния конъюгата хитозан-кофейная кислота (Хит-КК), отдельно хитозана, кофейной кислоты (КК) и их механической смеси (Хит+КК) на развитие растений картофеля в культуре *in vitro*. Выявлено, что Хит-КК эффективнее отдельных компонентов и их смеси стимулирует ростовые процессы микроклональных растений, увеличивает содержание фотосинтетических пигментов и хлорофилльный фотосинтетический потенциал. В условиях продолжительного осмотического стресса Хит-КК оказывает иммуномодулирующее действие, стабилизируя клеточные мембраны корневой системы, снижая стресс-зависимое накопление пероксида водорода и активацию пероксидазы, вызывает накопление пролина, что способствует поддержанию активного роста и протекания фотосинтетических процессов у микроклональных растений картофеля.

Ключевые слова: *Solanum tuberosum* L., хитозан, кофейная кислота, конъюгат хитозан-кофейная кислота, морфометрические параметры, фотосинтетические пигменты, осмотический стресс, *in vitro*

N. A. YALOUSKAYA¹, J. N. KALATSKAJA¹, K. S. HILEUSKAYA², V. V. NIKALAICHUK²

A PROMISING PLANT IMMUNOMODULATOR BASED ON CHITOSAN AND CAFFEIC ACID

¹V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany, National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus, e-mail: yaloukaya92@mail.ru

²Institute of Chemistry of New Materials, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

Abstract. A comparative study of the effect of chitosan-caffeic acid conjugate (Chit-CA), chitosan, caffeic acid (CA) and their mechanical mixture (Chit + CA) on the development of potato plants in *in vitro* culture was carried out. It was found that Chit-CA stimulates the growth processes of microclonal plants, increases the content of photosynthetic pigments and the chlorophyll photosynthetic potential more effectively than individual components and their mixture. Furthermore, under prolonged osmotic stress, Chit-CA was found to act as an immunomodulator, with the ability to stabilize cell membranes of the root system, reduce stress-related hydrogen peroxide accumulation and peroxidase activation, and cause proline accumulation. This, in turn, contributes to the maintenance of active growth and photosynthetic processes in microclonal potato plants.

Keywords: *Solanum tuberosum* L., chitosan, caffeic acid, chitosan-caffeic acid conjugate, morphometric parameters, photosynthetic pigments, osmotic stress, *in vitro*

ВВЕДЕНИЕ

В условиях растущего спроса на органическое земледелие разработка регуляторов роста растений на основе соединений природного происхождения является одним из перспективных направлений современных исследований. Такие соединения не накапливаются в окружающей среде и могут выполнять широкий спектр действия: от увеличения скорости прорастания семян и стимуляции ростовых процессов до повышения устойчивости сельскохозяйственных культур.

В качестве действующих веществ при создании регуляторов роста используют растительные фитогормоны, экстракты водорослей, продукты перера-

ботки панцирей ракообразных (например, хитин и хитозан), отдельные компоненты почвы (например, гуминовые и фульвовые кислоты) и др.

Исследования биологической активности хитозана начались в конце XX в., что определило его широкое использование в сельском хозяйстве. Несмотря на то, что хитозан, благодаря низкой токсичности [1; 2], биосовместимости [3], антимикробным свойствам [4; 5] и физиологической активности [6], представляет собой перспективный биополимер для создания регуляторов роста растений, но как отдельное вещество менее эффективен, чем в сочетании с другими

соединениями [7]. Ограничения использования хитозана могут быть связаны с его физико-химическими свойствами: низкой растворимостью в воде, невысокой стабильностью в почве и недостаточной адгезионной активностью. К тому же биологическая активность хитозана во многом зависит от его молекулярной массы, степени полимеризации и деацетилирования, а также от условий окружающей среды при использовании (типа и pH почвы, влажности, температуры) [8; 9], что усложняет подбор эффективной дозировки и делает производство и применение хитозана экономически нецелесообразным. Вместе с тем наличие в биополимерной цепи функциональных групп позволяет синтезировать его разнообразные производные – гидрохлориды и лактаты хитозана, карбоксиметилхитозан, гидроксипропилхитозан, хитозан-олигосахариды, хитозан-полимерные комплексы и наночастицы на основе хитозана и металлов/неметаллов. Компания Agrilaete (Италия) и ChiPro GmbH (Германия) выпустили препараты для защиты и стимуляции роста растений на основе гидрохлорида хитозана – Chitosano и ChiProPlant. Препарат Экогель (ООО «Биохимические технологии», РФ) на основе лактата хитозана, обогащенного ионами серебра, активно используют в качестве регулятора роста растений и стимулятора корнеобразования.

Активно ведется синтез соединений на основе хитозана и фенольных соединений [10], позволяющий не только усилить свойства хитозана и повысить биодоступность фенолов для растений, но и получить соединения с высокой антиоксидантной, ростостимулирующей и иммуномодулирующей активностью, что делает такие комплексы особенно полезными для защиты растений и увеличения их продуктивности. В работе [11] показано, что конъюгаты хитозан-кофейная кислота и хитозан-феруловая кислота обладают более высокой антиоксидантной активностью по сравнению с немодифицированным хитозаном. Производные хитозана с оксикоричными кислотами способствовали накоплению антиоксидантных ферментов в клетках растений и проявляли антимикробную активность [12; 13]. Обработка семян огурца [14], ячменя [15], редиса [16] и пшеницы [17] соединениями на основе хитозана

и оксикоричных кислот способствовала увеличению всхожести, активации ростовых процессов и стабилизации про-/антиоксидантного статуса проростков.

В качестве модельной системы, позволяющей быстро оценить влияние соединений на рост и развитие растительного организма, можно рассматривать культуру *in vitro*. Данная технология дает возможность в короткие сроки получить большое количество генетически идентичных оздоровленных растений и в строго контролируемых условиях исследовать на них различные виды воздействия.

Ранее нами показано, что конъюгаты на основе хитозана и оксикоричных кислот могут оказывать стимулирующее воздействие на рост и развитие микроклональных растений картофеля в культуре *in vitro* и способствовать повышению их устойчивости в условиях осмотического стресса, вызванного полиэтиленгликолем [18; 19].

Применение хитозана в системе микроклонального размножения картофеля способствует улучшению качества регенерантов [20], стимулирует их рост и развитие [21] и ускоряет процесс акклиматизации *in vitro* растений к условиям закрытого грунта. Применение оксикоричных кислот в системе клонального микроразмножения различных сортов картофеля оказывает выраженное стимулирующее действие на морфогенетические процессы. Введение этих биологически активных соединений в состав питательных сред приводит к достоверному увеличению линейных размеров растений и интенсификации формирования метамерных структур [22; 23]. Кофейная кислота в качестве добавки питательного субстрата активирует ростовые процессы микрорастений картофеля, увеличивает площадь фотосинтетически активной листовой поверхности и достоверно повышает коэффициент размножения *in vitro* растений [24; 25].

Цель данного исследования заключается в сравнении влияния конъюгата хитозана с кофейной кислотой, а также хитозана и кофейной кислоты, используемых отдельно, и их механической смеси, на развитие растений картофеля в культуре *in vitro* и на формирование устойчивости микроклональных растений к осмотическому стрессу.

МАТЕРИАЛЫ (ОБЪЕКТЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта исследования использованы растения картофеля *Solanum tuberosum* L. сорта Бриз (Научно-практический центр Национальной академии наук по картофелеводству и плодоовощеводству, аг. Самохваловичи, Минский район, Беларусь).

Оздоровленные материнские растения картофеля микроклонально размножали на питательные среды Мурасиге-Скуга (агар – 14 г/л, сахароза – 30 г/л), содержащие хитозан (Хит), кофейную кислоту (КК), их механическую смесь (Хит+КК) и конъюгат (Хит-КК). В качестве кон-

троля использовали стандартную МС-среду без добавления исследуемых соединений. Концентрации хитозана и КК соответствовали их концентрации в составе конъюгата и составили 24,1 и 1,17 мкг/мл соответственно. Конъюгат Хит-КК вносили в МС-среду в концентрации 0,025 мг/мл. Микрорастения выращивали в течение 4 недель при температуре 23–25°C в условиях искусственного освещения интенсивностью 3 тыс. люкс и фотопериоде 16/8 (день/ночь), после чего проводили исследование морфофизиологических показателей. Часть контрольных растений использовали в дальнейшем эксперименте: промывали корневую систему и проводили замену стандартной МС-среды на модифицированные конъюгатом Хит-КК в концентрации 0,025 мг/мл, полиэтиленгликолем (ПЭГ) с молекулярной массой (ММ) ~ 6000 в концентрации 5% и сочетанием Хит-КК / ПЭГ. Микроклональные растения выращивали в течение 2 недель, после чего оценивали отдельные физиолого-биохимические показатели.

Конъюгат хитозана с кофейной кислотой получали карбодиимидным методом, описанным в работе [14]. Для синтеза конъюгата использовали хитозан с ММ ~ 30 кДа, степенью деацетилирования 98,3% и степенью полимеризации ~ 186 (“Glenthams Life Sciences”, Великобритания), КК (ММ = 180,16 г/моль, “Sigma-Aldrich”, США) и 1-этил-3-(3-диметиламинопропил) карбодиимид гидрохлорид (EDC, “Sigma-Aldrich”). Степень пришивки кофейной кислоты к хитозану составила $5,0 \pm 0,6\%$ или $53,8 \pm 7,2$ мкг/мг хитозана.

Фотосинтетические (ФС) пигменты экстрагировали 100%-ым ацетоном и рассчитывали их содержание согласно [26]. Хлорофилльный фотосинтетический потенциал (ХФСП) рассчитывали на основании [27]. Содержание пероксида водо-

рода в стеблях и пролина в стеблях и корнях определяли по реакции с ксиленовым оранжевым [28] и нингидрином при нагревании [29], соответственно. Общее содержание фенольных соединений в стеблях определяли по методу Фолина-Чокальтеу в модификации Синглтона и Росси [30].

Интенсивность процесса перекисного окисления липидов (ПОЛ) оценивали по накоплению продуктов тиобарбитуровой кислоты (ТБК) [31]. Общую активность растворимой пероксидазы (ПО, КФ 1.1.1.7) определяли по Бояркину [32, с. 41–43]. Содержание белка в экстракте определяли по Брэдфорду. Общую антиоксидантную (АО) активность растительных экстрактов оценивали согласно [33]. Определение выхода электролитов из корней и расчет индекса мембранной стабильности проводили согласно [34].

Длину корней и стеблей измеряли с помощью линейки, массу – на аналитических весах.

Статическая обработка полученных данных выполнена в программе Statistics 22. Для проверки количественных данных на нормальность распределения использовали критерий Колмогорова-Смирнова. Оценку различий между группами выполняли при помощи однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с учетом критерия Брауна-Форсайта с последующим сравнением частных средних по Дункану. Результаты представлены в виде $M \pm Sd$ (M – среднее арифметическое значение, Sd – стандартное отклонение) в таблицах и $M \pm Se$ (M – среднее арифметическое значение, Se – стандартная ошибка) на диаграммах трех биологических повторностей. Статистически значимыми принимали различия при $p < 0,05$. Буквы латинского алфавита (a, b, c, d) демонстрируют наличие достоверных различий между вариантами.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Развитие корневой системы у растений, выращенных в условиях *in vitro*, является одним из ключевых факторов, определяющих их дальнейшую адаптацию при посадке в грунт. Хорошо развитая корневая система обеспечивает высокий процент прижившихся растений за счет эффективного поглощения воды и необходимых минеральных веществ, а также за счет синтеза гормонов роста. Добавленные в МС-среду хитозан, КК и их смесь (Хит+КК) не оказали влияния на длину и число корней микроклональных растений по сравнению с контролем, тогда как конъюгат Хит-КК повысил оба показателя на 20,0 и 17,5% соответственно (табл. 1). При этом хитозан снижал биомассу корней, а конъюгат Хит-КК, наоборот, стимулировал накопление сырой и сухой био-

массы – на 44,0 и 43,5% соответственно по сравнению с контрольными растениями (см. табл. 1).

Хорошее развитие надземной части пробирочных растений не только позволяет оптимизировать дальнейший процесс микроклонального размножения за счет образования большего числа метамеров при одновременном удлинении стебля, но и обеспечивает успешность адаптации таких растений при посадке в грунт. Конъюгат Хит-КК и отдельно хитозан стимулировали рост стебля микроклонов: выявлено увеличение всех исследуемых параметров по сравнению с контрольной группой (см. табл. 1). При этом КК и смесь Хит+КК не оказали влияния на длину стебля и число междоузлий, но несколько снизили накопление биомассы: сырая масса стебля

снизилась на 15,8 и 9,4%, а сухая – на 16,9% (для КК) по отношению к контролю (см. табл. 1).

Хитозан оказывает неоднозначный эффект на морфометрические параметры различных культур. Например, в работах [35–38] хитозан способствовал активизации ростовых процессов, увеличив отдельные параметры (длину стебля, количество листьев и корней, содержание сухого вещества) как при обработке растений, так и при использовании в качестве активной добавки питательной среды. Активный рост растений в присутствии хитозана, вероятно, обусловлен усиленным поглощением азота и питательных веществ, а также более эффективным использованием воды [39]. Авторы предполагают, что хитозан может оказывать на клетки растений сходное с цитокининами действие [40]. При этом результаты исследований [40; 41] свидетельствуют о том, что хитозан может снижать скорость прорастания семян и замедлять ризогенез. Ait Barka et al. [42] определили, что концентрация хито-

геля более 2% негативно влияет на рост растений винограда в культуре *in vitro*.

Многочисленные исследования демонстрируют положительный эффект использования кофейной кислоты [43; 44]. Кофейная кислота может стимулировать рост растений через повышение экспрессии генов, связанных с процессами деления и удлинения клеток [45]. Однако оказываемый ею эффект зависит от выбранной концентрации. Так, в работе [46] показано, что при концентрации 1 мМ кофейная кислота ингибирует рост *Lantana indica*, тогда как при снижении концентрации до 0,1 мМ негативное воздействие прекращается. При низких концентрациях (20–30 ppm) кофейная кислота значительно улучшала рост, урожайность и физиологические процессы у конских бобов и чечевицы [47; 48]. Ингибирование роста растений при использовании высоких концентраций кофейной кислоты, вероятно, связано с усилением процесса лигнификации клеточных стенок [49].

Таблица 1. Влияние Хит-КК и его отдельных компонентов на морфометрические параметры растений картофеля в культуре *in vitro*

Table 1. The effect of Chit-CA and its individual components on morphometric parameters of potato plants in *in vitro* culture

Показатель	Контроль	Хитозан	КК	Хит + КК	Хит-КК
Длина корней, см	2,5 ± 0,02 ^a	2,7 ± 0,06 ^a	2,5 ± 0,28 ^a	2,7 ± 0,04 ^a	3,0 ± 0,17 ^b
Число корней, шт.	10,3 ± 0,26 ^a	10,0 ± 0,99 ^a	10,4 ± 0,25 ^a	10,0 ± 1,08 ^a	12,1 ± 0,19 ^b
Сырая масса корней, мг	87,2 ± 0,84 ^{ab}	71,6 ± 0,75^c	89,3 ± 3,87 ^b	77,5 ± 10,41 ^{ac}	125,6 ± 5,05 ^d
Сухая масса корней, мг	6,2 ± 0,06 ^a	5,1 ± 0,05^b	6,1 ± 0,27 ^a	6,1 ± 0,82 ^a	8,9 ± 0,36 ^c
Содержание сухого вещества, %	7,1 ± 0,89 ^a	7,2 ± 0,44 ^a	6,9 ± 1,20 ^a	7,8 ± 0,24 ^a	7,1 ± 0,19 ^a
Длина стебля, см	5,9 ± 0,06 ^a	6,7 ± 0,12 ^b	5,7 ± 0,55 ^a	6,1 ± 0,60 ^{ab}	7,5 ± 0,07 ^c
Число междоузлий, шт.	8,5 ± 0,26 ^a	8,9 ± 0,29 ^b	8,3 ± 0,13 ^a	8,5 ± 0,19 ^{ab}	9,6 ± 0,13 ^c
Сырая масса стебля, мг	122,6 ± 0,66 ^a	132,0 ± 0,86 ^b	103,2 ± 8,90^c	111,1 ± 5,92^c	139,3 ± 0,89 ^b
Сухая масса стебля, мг	12,4 ± 0,07 ^{ab}	12,8 ± 0,88 ^b	10,3 ± 0,88^c	11,7 ± 0,62 ^a	14,4 ± 0,09 ^d
Содержание сухого вещества, %	10,1 ± 0,84 ^a	9,7 ± 0,51 ^a	9,9 ± 0,63 ^a	10,5 ± 0,31 ^a	10,3 ± 0,31 ^a

Примечание: Разные буквы латинского алфавита (a, b, c, d) свидетельствуют о наличии достоверной разницы между вариантами согласно тесту Дункана (p < 0,05) / Note: Different letters of the Latin alphabet (a, b, c, d) indicate a significant difference between the variants according to Duncan's test (p < 0,05)

Фотосинтетические пигменты могут служить одним из индикаторов здоровья микрораскловных растений. Высокое содержание пигментов (особенно хлорофиллов а и b) увеличивает эффективность процесса фотосинтеза, способствуя активному росту, накоплению биомассы, и помогает растениям быстрее адаптироваться к условиям *ex vitro*. Анализ содержания пигментов показал, что добавление в питательную среду конъюгата Хит-КК повышает содержание Хл а (в 2,0 раза), Хл b (в 1,6 раза) и каротиноидов (в 1,7 раза) по сравнению с контролем. Хитозан оказал влияние только на содержание Хл а (увеличение 1,6 раза), тогда как ни КК, ни смесь Хит+КК не изменяли исследуемый показатель (табл. 2).

Хлорофилльный фотосинтетический потенциал как комплексный показатель, показывающий суммарное количество хлорофилла на единицу массы растения, не только характеризует эффективность использования световой энергии при синтезе органических веществ, что напрямую связано с ростом растений и продуктивностью, но и служит показателем их состояния. ХФСП повышался в 1,7 раза при выращивании растений картофеля на МС-среде с добавлением хитозана и наиболее значительно (в 2,4 раза) – при использовании Хит-КК (см. табл. 2). При этом КК и ее смесь с хитозаном (Хит+КК) не влияли на данный показатель (см. табл. 2).

Таблица 2. Влияние Хит-КК и его отдельных компонентов на содержание фотосинтетических пигментов (мг/г сухой массы) в стеблях растений картофеля в культуре *in vitro***Table 2.** The effect of Chit-CA and its individual components on the photosynthetic pigment content (mg/g of dry weight) in the stems of potato plants in *in vitro* culture

Показатель	Вариант				
	Контроль	Хитозан	КК	Хит + КК	Хит-КК
Хл а	5,93 ± 0,21 ^a	9,54 ± 0,19 ^b	6,96 ± 1,52 ^a	6,09 ± 2,14 ^a	11,65 ± 1,33 ^b
Хл b	3,01 ± 0,18 ^a	3,37 ± 0,26 ^a	3,01 ± 0,60 ^a	2,56 ± 0,63 ^a	4,73 ± 0,45 ^b
Каротиноиды	1,56 ± 0,11 ^a	1,60 ± 0,05 ^a	1,87 ± 0,34 ^a	1,80 ± 0,46 ^a	2,68 ± 0,19 ^b
Хл а + Хл b	8,94 ± 0,26 ^a	12,90 ± 0,08 ^b	9,98 ± 2,12 ^{ab}	8,65 ± 2,76 ^a	16,38 ± 1,76 ^c
Хл а / Хл b	2,00 ± 0,13 ^a	2,93 ± 0,33 ^c	2,30 ± 0,04 ^{ab}	2,37 ± 0,34 ^{ab}	2,46 ± 0,08 ^b
Σ Хл / каротиноиды	7,80 ± 0,47 ^a	8,29 ± 0,29 ^a	5,25 ± 0,14 ^b	4,78 ± 0,37 ^b	6,06 ± 0,25 ^c
ХФСР	0,41 ± 0,2 ^a	0,69 ± 0,01 ^b	0,49 ± 0,12 ^a	0,34 ± 0,11 ^a	0,99 ± 0,11 ^c

Примечание: Разные буквы латинского алфавита (a, b, c, d) свидетельствуют о наличии достоверной разницы между вариантами согласно тесту Дункана ($p < 0,05$) / Note: Different letters of the Latin alphabet (a, b, c, d) indicate a significant difference between the variants according to Duncan's test ($p < 0,05$)

В работах [50–53] использование хитозана стимулировало накопление пигментов, хлорофилловый индекс и увеличивало активность фотосинтетических процессов, как и кофейная кислота отдельно в концентрации 20 ppm [54] и 20 мкМ в сочетании с CuSO_4 [44]. В то же время добавление кофейной кислоты в питательную среду в концентрации 0,1 и 0,25 мМ способствовало снижению флуоресценции хлорофилла [55].

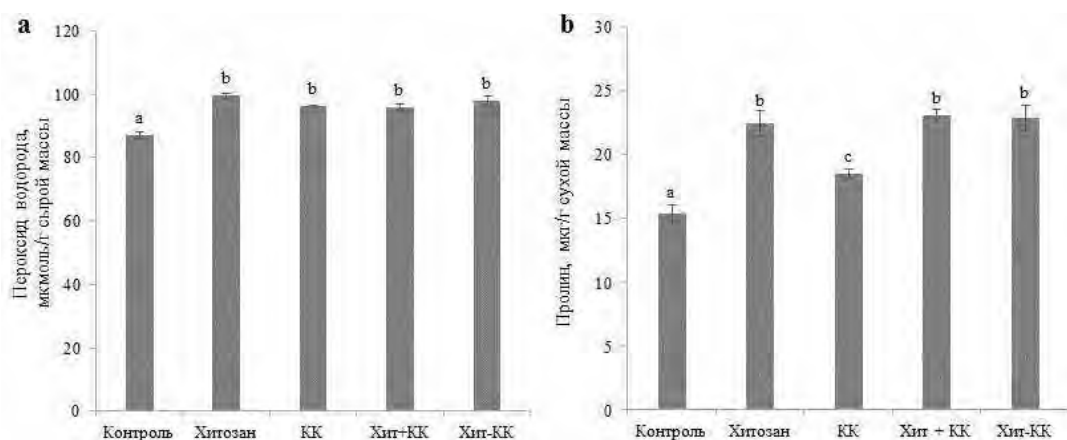
Таким образом, активация роста микроклонов и увеличение содержания фотосинтетических пигментов под действием конъюгата Хит-КК, по-видимому, связаны с синергетическим действием хитозана и кофейной кислоты в составе конъюгата.

Исследование уровня активных форм кислорода (АФК) необходимо при оценке состояния растительного организма. Повышение содержания пероксида водорода может служить не только показателем стрессового воздействия, но косвенно свидетельствовать об активизации сигнальных путей и изменении работы антиокси-

дантной системы. В нашем исследовании содержание пероксида водорода возрастало во всех вариантах по сравнению с контролем (в среднем на 12,1%), при этом отсутствовали достоверные различия между опытными вариантами (рис. 1а).

Выступая в роли биотического элиситора, хитозан индуцирует определенные изменения метаболизма растительной клетки и может стимулировать накопление АФК, тем самым активируя работу ферментативных антиоксидантов [51; 56; 57].

КК, являясь антиоксидантом, может проявлять и прооксидантные свойства благодаря своей способности хелатировать металлы, такие как медь, где одним из продуктов последовательных реакций окисления является перекись водорода (H_2O_2) [58]. Учитывая, что питательная среда Мурасиге-Скуга содержит медь сернокислую и кофейную кислоту или конъюгат с кофейной кислотой, их взаимодействие, вероятно, могло послужить причиной активации образования перекиси водорода в тканях микроклональных растений.

**Рис. 1.** Влияние Хит-КК и его отдельных компонентов на содержание пероксида водорода (а) и пролина (b) в стеблях растений картофеля в культуре *in vitro***Fig. 1.** The effect of Chit-CA and its individual components on hydrogen peroxide (a) and proline (b) content in potato plant stems in *in vitro* culture

Повышение содержания пролина может использоваться как биохимический маркер стресса. При этом пролин может участвовать в адаптации растений к меняющимся условиям через стабилизацию клеточных мембран и белков, усиление питания и активизацию защитных механизмов. Все исследуемые соединения, добавленные в состав питательной среды для выращивания микроклональных растений, повышали содержание пролина в стеблях. Минимальный уровень увеличения пролина по сравнению с контролем зафиксирован при действии КК (рис. 1b).

Таким образом, конъюгат хитозан-кофейная кислота, добавленный в питательную среду в концентрации 0,025 мг/мл, активизирует ростовые процессы микроклонов, увеличивает содержание фотосинтетических пигментов и хлорофилльный фотосинтетический потенциал, превосходя по эффективности воздействия КК и хитозана, используемые отдельно, и их механическую смесь в аналогичных концентрациях. При этом применение исследуемых соединений вызывает накопление пероксида водорода и пролина в тканях микроклонов, что, вероятно, связано с элиситорной активностью хитозана и проявлением прооксидантных свойств кофейной кислоты, зависящих от ее концентрации. По-ви-

димому, в конъюгированной форме при ковалентной связи кофейной кислоты и хитозана, происходят определенные конформационные изменения в структуре двух соединений, что усиливает их биологическую активность за счет синергетического эффекта.

Клетки корней обеспечивают растение водой и необходимыми минеральными веществами и являются наиболее чувствительными к изменяющимся *in vitro* условиям. При продолжительном действии осмотического стресса нарушается водный баланс клеток корней, что приводит к нарушению их мембранной стабильности и критически сказывается на клеточном гомеостазе, транспорте веществ, передаче сигналов и выживаемости растений.

В оптимальных условиях выращивания добавленный в МС-среду конъюгат Хит-КК замедлил выход электролитов из корней на 6,4%, повысил стабильность мембран и содержание пролина на 24,6 и 36,5% по сравнению с контрольными растениями (рис. 2 а, b, c). В условиях осмотического стресса конъюгат Хит-КК также способствовал стабилизации клеточных мембран и снижению выхода электролитов по сравнению со стрессовым контролем, увеличивая в 1,4 раза содержание пролина по сравнению с ПЭГ (см. рис. 2 а, b и c).

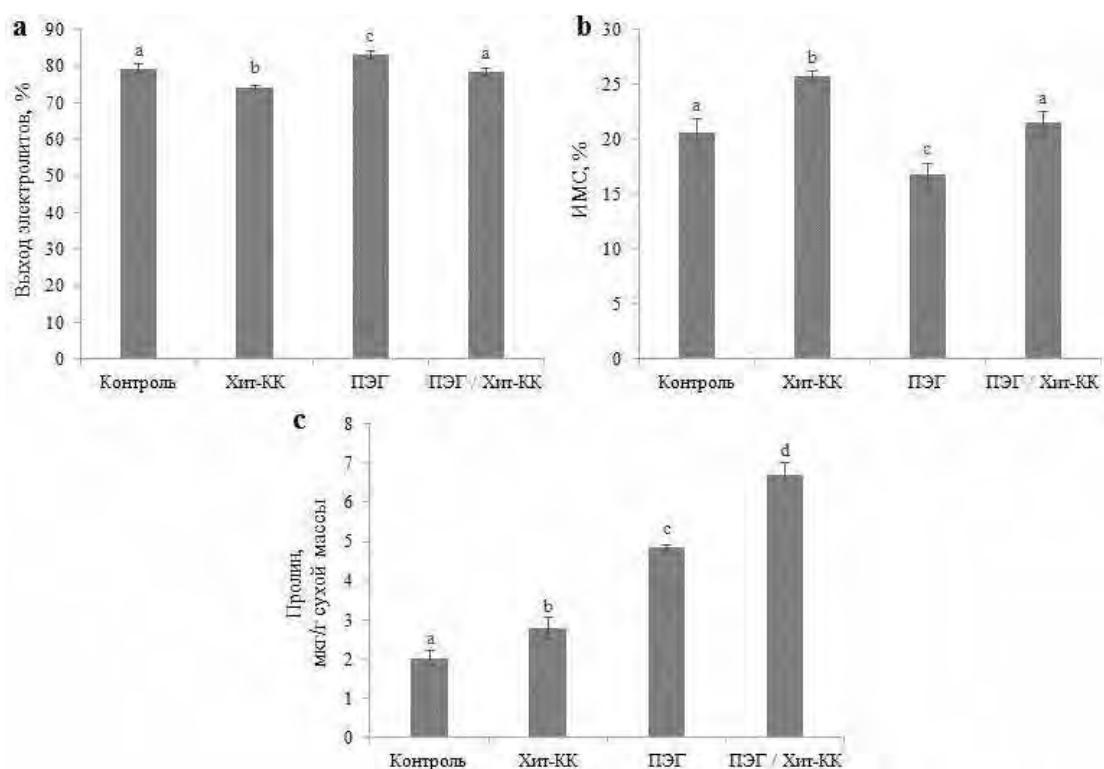


Рис. 2. Влияние Хит-КК на выход электролитов из корней (а), индекс мембранной стабильности (ИМС) (b) и содержание пролина (c) в корнях растений картофеля в культуре *in vitro* в нормальных условиях и на фоне осмотического стресса

Fig. 2. The effect of Chit-CA on electrolyte efflux from roots (a), membrane stability index (MSI) (b) and proline content (c) in roots of potato plants in *in vitro* culture under normal and osmotic stress conditions

В эксперименте содержание пероксида водорода увеличилось при использовании Хит-КК на 27,0%, а активность пероксидазы в стеблях микроклональных растений возрастала по сравнению с контролем в 3,1 раза (рис. 3 а и с). Известно, что субстратом пероксидаз наряду с перекисью водорода, являются фенольные и азотсодержащие соединения. Присутствие конъюгата Хит-КК в питательной среде и увеличение содержания пероксида водорода могло активировать пероксидазу.

Осмотический стресс приводит к генерации большого количества АФК, оказывающих влияние на течение метаболических процессов клетки.

В условиях стресса содержание пероксида водорода в стеблях микроклонов картофеля значительно возрастало (на 138,0%) по сравнению с контрольными растениями, при этом при использовании Хит-КК уровень пероксида водорода на 21,9% ниже (см. рис. 3а).

При нарушении про-/антиоксидантного баланса АФК могут вызывать деструкцию клеточных мембран через усиление процессов перекисного окисления липидов. Хит-КК не оказал влияния

на образование продуктов ПОЛ в оптимальных и стрессовых условиях (рис. 3b).

Усиление активности антиоксидантных ферментов при осмотическом стрессе направлено на предотвращение накопления АФК и ограничения их повреждающего действия на клеточные структуры. Значительное повышение активности пероксидазы выявлено в условиях осмотического стресса – в 5,9 раза (см. рис. 3с). При совместном использовании ПЭГ и Хит-КК активность фермента снижалась до оптимального контроля (см. рис. 3с).

В оптимальных условиях и стрессовых условиях Хит-КК не оказал влияния на накопление фенольных соединений. Общая антиоксидантная активность не изменялась в присутствии Хит-КК (рис. 4 а и b). Но в условиях стресса – вызвало снижение общей антиоксидантной активности (см. рис. 4b).

Таким образом, Хит-КК, добавленный в питательную среду, вероятно, проявляет слабые про-оксидантные свойства, вызывая увеличение содержания пролина, пероксида водорода и индуцируя активность пероксидазы.

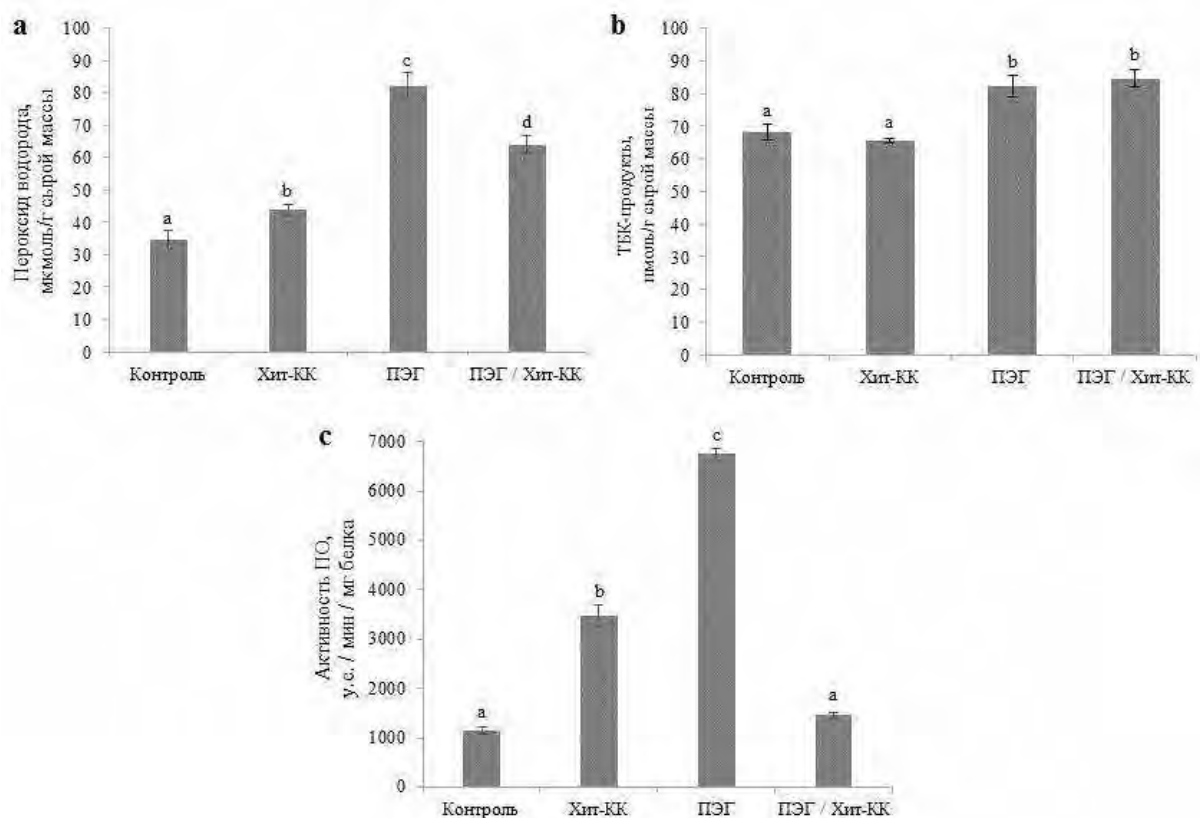


Рис. 3. Влияние Хит-КК на содержание пероксида водорода (а), продуктов ПОЛ (b) и активность ПО (с) в стеблях растений картофеля в культуре *in vitro* в нормальных условиях и на фоне осмотического стресса

Fig. 3. The effect of Chit-CA on the hydrogen peroxide content (a), lipid peroxidation products (b) and POD activity (c) in the stems of potato plants in *in vitro* culture under normal and osmotic stress conditions

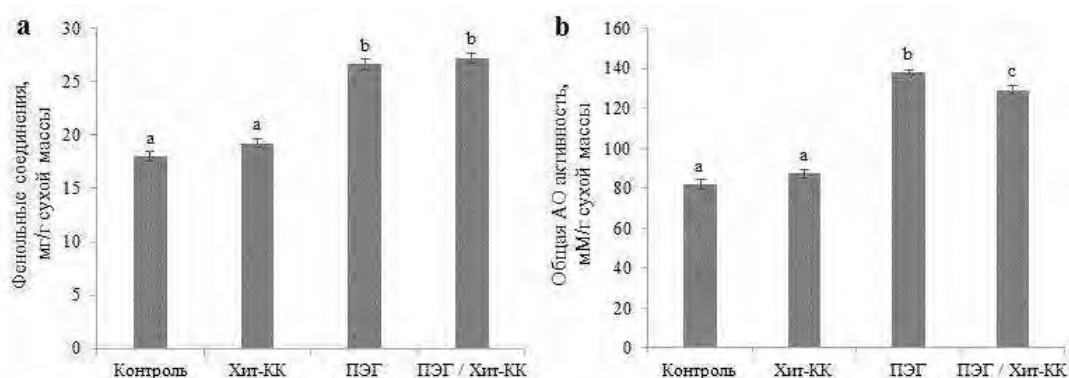


Рис. 4. Влияние Хит-КК на содержание фенольных соединений (а) и общую антиоксидантную активность (б) в стеблях растений картофеля в культуре *in vitro* в нормальных условиях и на фоне осмотического стресса

Fig. 4. The effect of Chit-CA on the phenolic compound content (a) and total antioxidant activity (b) in the stems of potato plants in *in vitro* culture under normal and osmotic stress conditions

При нарушении окислительно-восстановительного гомеостаза и образовании большого количества АФК при продолжительном осмотическом стрессе конъюгат Хит-КК выступал как антиоксидант, способствуя значительному накоплению пролина в клетках корней, уменьшению выхода электролитов из поврежденных стрессом тканей и стабилизации плазматических мембран клеток, тем самым снижая негативное влияние водного дефицита. Защитное действие Хит-КК при осмотическом стрессе, вероятно, привело к снижению образования и содержания пероксида водорода в стеблях микроклонов, как следствие общая антиоксидантная активность была снижена, а активность пероксидазы определялась на уровне оптимального контроля.

В оптимальных условиях добавленный в МС-среду конъюгат Хит-КК не оказал влияния на содержание Хл а и Хл b в стеблях микроклональных растений, но снизил уровень каротиноидов в 1,4 раза по сравнению с контрольными растениями (табл. 3). В условиях осмотического стресса, вызванного действием ПЭГ, содержание всех исследуемых пигментов значительно снизилось по

сравнению с оптимальными условиями (в среднем в 2,0 раза), при этом дополнительное внесение в МС-среду конъюгата способствовало снижению негативного воздействия осмотика на фотосинтетический аппарат микроклонов и поддержанию содержания пигментов на уровне оптимального контроля (см. табл. 3).

Помимо содержания фотосинтетических пигментов важным индикатором физиологического состояния растений является отношение суммы хлорофиллов (а и b) к каротиноидам, отражающим баланс между светопоглощающими/фотосинтетическими и защитными пигментами. Снижение соотношения $\sum \text{Хл} / \text{каротиноиды}$ может сигнализировать об индукции процессов фотоокисления. В растениях картофеля, культивированных на питательной среде с добавлением конъюгата Хит-КК в оптимальных условиях и при продолжительном стрессе, выявлено увеличение доли хлорофиллов, что может указывать на активное протекание фотосинтетического процесса и снижение уровня окислительного стресса (см. табл. 3).

Таблица 3. Влияние Хит-КК на содержание фотосинтетических пигментов в стеблях растений картофеля в культуре *in vitro* в нормальных условиях и на фоне осмотического стресса

Table 3. The effect of Chit-CA on the photosynthetic pigment content in the stems of potato plants in *in vitro* culture under normal and osmotic stress conditions

Показатель	Вариант			
	Контроль	Хит-КК	ПЭГ	Хит-КК / ПЭГ
Хл а + Хл b	11,17±0,10 ^a	11,32±0,91 ^a	5,51±0,30^b	11,13±1,03 ^a
Хл а / Хл b	2,04±0,20 ^a	2,23±0,21 ^a	2,11±0,48^b	2,12±0,11 ^a
$\sum \text{Хл} / \text{каротиноиды}$	3,76±0,20 ^a	5,52±0,43^b	4,06±0,17^{ac}	4,68±0,54^c
ХФСР	0,14±0,013 ^a	0,18±0,015 ^{ac}	0,07±0,004^b	0,19±0,037^c

Примечание: Разные буквы латинского алфавита (a, b, c, d) свидетельствуют о наличии достоверной разницы между вариантами согласно тесту Дункана ($p < 0,05$) / Note: Different letters of the Latin alphabet (a, b, c, d) indicate a significant difference between the variants according to Duncan's test ($p < 0,05$)

Хлорофилльный фотосинтетический потенциал не изменялся при использовании Хит-КК в оптимальных условиях (см. табл. 3). В условиях стресса отмечено снижение в 2,0 раза по сравнению с оптимальными условиями, при этом Хит-КК увеличивал исследуемый показатель как по сравнению со стрессовым контролем (в 2,7 раза), так и по сравнению с оптимальным контролем (в 1,4 раза) (см. табл. 3).

Похожие результаты получены в работе [59], где показано, что сиреневая, ванилиновая, кофейная и феруловая кислоты в концентрации 1 мкМ в составе питательной среды Мурасиге-Скуга стимулируют накопление пластидных пигментов в листьях винограда *in vitro*, что важно для растений, растущих в условиях затенения и искусственного освещения.

Полученные результаты демонстрирует, что в условиях продолжительного стресса конъюгированная форма кофейной кислоты и хитозана выполняет защитную функцию, способствуя поддержанию уровня фотосинтетических пигментов, особенно каротиноидов, связанных с синтезом АБК и модулирующих физические свойства мембран, расширяя диапазон фазового перехода из состояния геля в жидкокристаллическую фазу [60].

Конъюгат Хит-КК оказывает значительное влияние на физиолого-биохимические параметры микроклональных растений картофеля как в отсутствие стрессовых условий, так и при осмотическом стрессе, вызванном действием полиэтиленгликоля (ПЭГ).

Присутствие конъюгата Хит-КК в питательной среде способствовало повышению содержания пролина в тканях корневой системы на 36,5% и сохранению целостности клеточных плазматических мембран. В стеблях действие Хит-КК привело к увеличению содержания пероксида водорода и активации пероксидазы на фоне отсутствия изменений в содержании фенольных соединений и общей антиоксидантной активности в тканях микроклонов, что может свидетель-

ствовать о слабых прооксидантных свойствах конъюгата.

В условиях осмотического стресса Хит-КК проявил себя как эффективный иммуномодулятор, значительно повышая содержание пролина (в 1,4 раза по сравнению с ПЭГ), что способствовало стабилизации клеточных мембран и снижению выхода электролитов из корней. Ранее проведенные эксперименты продемонстрировали [19], что увеличение пролина в стеблях микроклональных растений, ассоциированное с Хит-КК, может быть напрямую связано со снижением негативного воздействия АБК на клеточные мембраны и играть ключевую роль в поддержании ростовой активности. При этом уровень пероксида водорода (H_2O_2) в стеблях растений, выращенных на питательной среде с добавлением Хит-КК, был ниже на 21,9%, чем у растений, выращенных на среде с ПЭГ, что, вероятно, указывает на ослабление негативного действия стресса под влиянием конъюгата.

Влияние Хит-КК на фотосинтетический аппарат также было значительным. Поддержание содержания хлорофиллов (Хл а и Хл b) и каротиноидов на уровне оптимального контроля указывает на способность конъюгата Хит-КК снижать негативное воздействие осмотического стресса. А значительное увеличение – в 2,7 раза по сравнению со стрессовым контролем и в 1,4 раза по сравнению с оптимальным контролем – хлорофилльного фотосинтетического потенциала (ХФСП) в условиях стресса при использовании Хит-КК, подчеркивает его роль в поддержании фотосинтетической активности и ростовых процессов [19]. Таким образом, Хит-КК проявляет выраженные защитные свойства при развитии микроклонов картофеля в условиях осмотического стресса. Он способствует стабилизации клеточных мембран, снижению стресс-зависимой генерации пероксида водорода и активации пероксидазы, накоплению пролина и поддержанию фотосинтетической активности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование свидетельствует о том, что Хит-КК, добавленный в питательную среду в концентрации 0,025 мг/мл при микроклональном размножении, активизирует ростовые процессы микроклонов картофеля, увеличивает содержание фотосинтетических пигментов и хлорофилльный фотосинтетический потенциал, превосходя по эффективности кофейную кислоту и хитозан, используемые отдельно, так и их механическую смесь. Накопление пероксида водорода и пролина в тканях *in vitro* растений, ве-

роятно, связано с элиситорной активностью хитозана и прооксидантными свойствами кофейной кислоты. При этом ковалентная сшивка хитозана с кофейной кислотой способствует усилению их биологической активности за счет определенных конформационных перестроек.

В условиях продолжительного осмотического стресса Хит-КК проявляет защитные свойства, стабилизируя клеточные мембраны корневой системы и уменьшая выход электролитов. Конъюгат Хит-КК участвует в ингибировании стресс-зави-

симого накопления пероксида водорода и активации пероксидазы и вызывает накопление пролина, обладающего осмопротекторными свойствами, что способствует поддержанию активного роста и протекания фотосинтетических процессов у микроклональных растений картофеля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Improvisation of salinity stress response in mung bean through solid matrix priming with normal and nanosized chitosan / S. K. Sen, D. Chouhan, D. Das [et al.] // International Journal of Biological Macromolecules. – 2020. – Vol. 145. P. 108–123. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2019.12.170.
2. EPA Adds Chitosan to the List of Active Ingredients Eligible for Minimum Risk Pesticide Exemption, 8 Nov. 2022 / United States Environmental Protection Agency. – URL: <https://www.epa.gov/pesticides/epa-adds-chitosan-list-active-ingredients-eligible-minimum-risk-pesticide-exemption> (date of access: 27.03.2025).
3. Chitosan-induced biotic stress tolerance and crosstalk with phytohormones, antioxidants, and other signalling molecules / M. Mukarram, J. Ali, H. Dadkhah-Aghdash [et al.] // Frontiers in Plant Science. – 2023. – Vol. 14. – P. 1217822. doi: 10.3389/fpls.2023.1217822.
4. Mechanism of plant growth promotion and disease suppression by chitosan biopolymer / M. Chakraborty, M. Hasanuzzaman, M. Rahman [et al.] // Agriculture. – 2020. – Vol. 10. – P. 624. doi: 10.3390/agriculture10120624.
5. Chitosan and its oligosaccharides, a promising option for sustainable crop production – A review / K. B. M. Ahmed, M. M. A. Khan, H. Siddiqui, A. Jahan // Carbohydrate Polymers. – 2020. – Vol. 227. – P. 115331. doi: 10.1016/j.carbpol.2019.115331.
6. Larez-Velasquez, C. Chitoooligosaccharides: A mini-review on sources, production, and agricultural applications / C. Larez-Velasquez, F. Lopez // Advances in Modern Agriculture. – 2024. – Vol. 5, Iss. 3. – P. 2730. doi: 10.54517/ama.v5i3.2730.
7. Щербань, А. Б. Хитозан и его производные как перспективные средства защиты растений / А. Б. Щербань // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2023. – Т. 27, №8. – С. 1010–1021. doi: 10.18699/VJGB-23-116.
8. Kou, S. G. Chitosan: A review of molecular structure, bioactivities and interactions with the human body and microorganisms / S. G. Kou, L. Peters, M. Mucalo // Carbohydrate Polymers. – 2022. – Vol. 282. – P. 119132. doi: 10.1016/j.carbpol.2022.119132.
9. Antimicrobial and antioxidant properties of chitosan and its derivatives and their applications: A review / M. E. Abd El-Hack, M. T. El-Saadony, M. E. Shafi [et al.] // International Journal of Biological Macromolecules. – 2020. – Vol. 164. – P. 2726–2744. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.08.153.
10. Ilyasoglu, H. Water soluble chitosan-caffeic acid conjugates as a dual functional polymeric surfactant / H. Ilyasoglu, Zh. Guo // Food Bioscience. – 2019. – Vol. 29. – P. 118–125. doi: 10.1016/j.fbio.2019.04.007.
11. Free radical mediated grafting of chitosan with caffeic and ferulic acids: Structures and antioxidant activity / J. Liu, X.-Y. Wen, J.-F. Lu [et al.] // International Journal of Biological Macromolecules. – 2014. – Vol. 65. – P. 97–106. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2014.01.021.
12. Synthesis, characterization, and the antioxidant activity of phenolic acid chitoooligosaccharide derivatives / Y. Sun, J. Xia, J. Cui [et al.] // Marine Drugs. – 2022. – Vol. 20. – P. 489. doi: 10.3390/md20080489.
13. Chitosan-hydroxycinnamic acid conjugates: optimization of the synthesis and investigation of the structure activity relationship / V. Nagy, P. Sahariah, M. A. Hjalmsdottir [et al.] // Carbohydrate Polymers. – 2022. – Vol. 277. – P. 118896. doi: 10.1016/j.carbpol.2021.118896.
14. Параметры роста и антиоксидантная активность в проростках огурца при применении конъюгатов хитозана с оксикоричными кислотами в условиях солевого стресса / Е. Л. Недведь, Ж. Н. Калацкая, И. А. Овчинников [и др.] // Журнал прикладная биохимия и микробиология. – 2022. – Т. 58, № 1. – С. 74–82. Doi: 10.31857/S0555109922010068.
15. Влияние конъюгатов хитозана с оксикоричными кислотами и их наночастиц на рост проростков ячменя и содержание в них пролина при солевом стрессе / К. М. Герасимович, Е. И. Рыбинская, И. А. Овчинников [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 2022. – Т. 67, №3. – С. 263–273. doi: 10.29235/1029-8940-2022-67-3-263-273.
16. Конъюгаты хитозана с оксикоричными кислотами: получение, физико-химические характеристики и оценка их влияния на продуктивность и качество редиса / А. Е. Гилевская, В. В. Николайчук, А. Н. Красковский [и др.] // Журнал прикладная биохимия и микробиология. – 2022. – Т. 58, №2. – С. 195–205. doi: 10.31857/S0555109922020064.
17. Synthesis and properties of hydrogel particles based on chitosan-ferulic acid conjugates / A. Kraskouski, V. Nikalaichuk, V. Kulikouskaya [et al.] // Soft Materials. – 2021. – Vol. 19, №4. – P. 495–502. doi: 10.1080/1539445X.2021.1877726.
18. Стимулирующее действие оксикоричных кислот и их конъюгатов с хитозаном на рост и биохимические показатели микроклонов картофеля *in vitro* / Н. А. Еловская, Ж. Н. Калацкая, Н. А. Ламан [и др.] // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2022. – Т. 66, №6. – С. 605–613. doi: 10.29235/1561-8323-2022-66-6-605-613.
19. Caffeic acid in various formulations as a growth and resistance regulator of potato microclones in *in vitro* culture / N. A. Yalouskaya, J. N. Kalatskaja, N. A. Laman [et al.] // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2023. – Vol. 59, № 5. – P. 686–693. doi: 10.1134/S0003683823050046.
20. Chitosan as a growth stimulator in orchid tissue culture / K. L. Nge, N. Nwe, S. Chandkrachang [et al.] // Plant Science. – 2006. – Vol. 170. – P. 1185–1190. doi: 10.1016/j.plantsci.2006.02.006.

21. Asghari-Zakaria, R. Effect of *in vitro* chitosan application on growth and minituber yield of *Solanum tuberosum* L. // R. Asghari-Zakaria, B. Maleki-Zanjani, E. Sedghi // Plant Soil Environment. – 2009. – Vol. 55, Iss. 6. – P. 252–256. doi: 10.17221/1018-PSE.
22. Ходаева, В. П. Размножение сортов картофеля в культуре *in vitro* на различных питательных средах / В. П. Ходаева, В. И. Куликова // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 10. – С. 66–68.
23. Киргизова, И. В. Математическое моделирование динамик ростовых процессов картофеля *in vitro* при использовании различных вариантов питательных сред на основе динамических моделей обработки рядов / И. В. Киргизова, А. М. Гаджимурадова, Н. Б. Калиев // Омский научный вестник. – 2017. – Т. 5, №155. – С. 168–174.
24. Машенко, М. Н. Эффективность применения ростостимулирующих и антистрессовых свойств регуляторов роста на отдельных этапах оздоровления картофеля *in vitro* / М. Н. Машенко, Л. Г. Браткова // Сельскохозяйственный журнал. – 2013. – №6. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-primeneniya-rostostimuliruyuschih-i-antistressovyh-svoystv-regulyatorov-rosta-na-otdelnyh-etapah-ozdorovleniya> (дата обращения: 26.03.2025).
25. Булдаков, С. А. Микроразмножение картофеля на Сахалине / С. А. Булдаков, О. В. Щегорец // Картофель и овощи. – 2014. – №2. – С. 25–27.
26. Lichtenthaler, H. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents / H. Lichtenthaler, A. Wellburn // Biochemical Society Transactions. – 1983. – Vol. 11. – P. 591–592.
27. Андрианова, Ю. Е. Хлорофилл и продуктивность растений / Ю. Е. Андрианова, И. А. Тарчевский. – М., 2000. – 135 с.
28. Extracellular H₂O₂ induced by Oligagalacturonides is not involved in the inhibition of the auxin-regulated rolB gene expression in tobacco leaf explants / D. Bellincampi, N. Dipierro, G. Salvi [et al.] // Plant Physiology. – 2000. – Vol. 122. – P. 1379–1385. doi: 0.1104/pp.122.4.1379.
29. Модифицированная методика определения пролина в растительных объектах / Г. Н. Шихалеева, А. К. Будняк, И. И. Шихалеев, О. Л. Иващенко // Вестник Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина. Сер. Биология. – 2014. – Т. 21, №1112. – С. 168–172.
30. Singleton, V. L. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent / V. L. Singleton, R. Orthofer, R. M. Lamuela-Raventos // Methods in Enzymology. – 1999. – V. 299. – P. 152–178. doi: 10.1016/S0076-6879(99)99017-1.
31. Copper-induced damage to the permeability barrier in roots of *Silene cucubalus* / C. H. R. De Vos, H. Schat, R. Vooijs, W. H. O. Ernst // Journal of Plant Physiology. – 1989. – Vol. 135. – №2. – P. 164–169. doi: 10.1016/s0176-1617(89)80171-3.
32. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош [и др.] ; под ред. А. И. Ермакова. Л.: Агропромиздат. – 1987. – 429 с.
33. Jayaprakasha, G. K. Antioxidant activities of curcumin, demethoxycurcumin and bisdemethoxycurcumin / G. K. Jayaprakasha, L. J. M. Rao, K. K. Sakarian // Food Chemistry. – 2006. – Vol. 98. – P. 720–724. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.06.037.
34. Sairam, R. K. Oxidative stress and antioxidants in wheat genotypes: possible mechanism of water stress tolerance / R. K. Sairam, D. C. Saxena // Journal of Agronomy and Crop Science. – 2000. – Vol. 184. – P. 55–61. doi: 10.1046/j.1439-037x.2000.00358.x.
35. Intensification in biological properties of chitosan after γ -irradiation / A. B. Muley, M. R. Ladole, P. Suprasanna, S. G. Dalvi // I International Journal of Biological Macromolecules. – 2019. – Vol. 131. – P. 435–444. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2019.03.072.
36. Al-Ghandi, A. A. Marjoram physiological and molecular performance under water stress and chitosan treatment / A. A. Al-Ghandi // Acta Physiologiae Plantarum. – 2019. – Vol. 41, №44. doi: 10.1007/s11738-019-2830-0.
37. Acemi, A. Chitosan versus plant growth regulators: a comparative analysis of their effects on *in vitro* development of *Serapias vomeracea* (Burm.f.) Briq. / A. Acemi // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. – 2020. – Vol. 141. – P. 327–338. doi: 10.1007/s11240-020-01789-3.
38. Krupa-Malkiewicz, M. Application of chitosan *in vitro* to minimize the adverse effects of salinity in *Petunia* $\times$ *atkinsiana* D. don / M. Krupa-Malkiewicz, N. Fornal // Journal of Ecological Engineering. – 2018. – Vol. 19, Iss. 1. – P. 143–149. doi: 0.12911/22998993/79410.
39. Sustainable agriculture systems in vegetable production using chitin and chitosan as plant biostimulants / M. H. Shahrajabian, C. Chaski, N. Polyzos [et al.] // Biomolecules. – 2021. – Vol. 11, Iss. 6. – P. 819. doi: 10.3390/biom11060819.
40. Comparative analysis of the effects of chitosan and common plant growth regulators on *in vitro* propagation of *Ipomoea purpurea* (L.) Roth from nodal explants / A. Acemi, B. Bayrak, M. Cakır [et al.] // In Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant. – 2018. – Vol. 54, Iss. 1. – P. 537–544. doi: 10.1007/s11627-018-9915-043.
41. Gün Polat, E. The effects of chitosan and its acetylation degree on *in vitro* seed germination and organ development in *Ageratum houstonianum* Mill. / E. Gün Polat, A. Acemi, F. Özen // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. – 2022. – Vol. 149. – P. 809–821. doi: 10.1007/s11240-022-02305-5.
42. Chitosan improves development, and protects *Vitis vinifera* L. against *Botrytis cinerea* / E. Ait Barka, P. Eullaffroy, C. Clement, G. Vernet // Plant Cell Reports. – 2004. – Vol. 22. – P. 608–614. doi: 10.1007/s00299-003-0733-3.
43. Potential of kaempferol and caffeic acid to mitigate salinity stress and improving potato growth / M. Ramzan, S. T. A. Haider, M. B. Hussain [et al.] // Scientific Reports. – 2024. – Vol. 14, Iss. 1. – P. 21657. doi: 10.1038/s41598-024-72420-0.
44. Effect of caffeic acid and cobalt sulfate on potato (*Solanum tuberosum* L.) plants in the presence and absence of nanoparticles-coated urea / S. Danish, M. Hareem, M. Imran [et al.] // Scientific Reports. – 2024. – Vol. 14, Iss. 1. – P. 20663. doi: 10.1038/s41598-024-70998-z.

45. Caffeic acid enhances storage ability of apple fruit by regulating fatty acid metabolism / R. Huang, C. Li, M. Guo [et al.] // *Postharvest Biology and Technology*. – 2022. – Vol. 192. – P. 112012. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2022.112012.
46. Allelopathic effects of caffeic acid and its derivatives on seed germination and growth competitiveness of native plants (*Lantana indica*) and invasive plants (*Solidago canadensis*) / L. Pan, F. He, Q. Liang [et al.] // *Agriculture*. – 2023. – Vol. 13. – P. 1719. doi: 10.3390/agriculture13091719.
47. Rhizobacteria inoculation and caffeic acid alleviated drought stress in lentil plants / M. Zafar-ul-Hye, M. N. Akbar, Y. Iftikhar [et al.] // *Sustainability*. – 2021. – Vol. 13, Iss. 17. – P. 9603. doi: 10.3390/su13179603.
48. Investigations of growth promoting activity of some phenolic acids / M. E. El-Awadi, M. G. Dawood, Y. R. Abdel-Baky, K. G. El-Rokiek // *Agricultural Engineering International: CIGR Journal, Special issue*. – 2017. – Vol. 19. – P. 53–60.
49. Exogenous caffeic acid inhibits the growth and enhances the lignification of the roots of soybean (*Glycine max*) / G. A. Bubna, R. B. Lima, D. Y. L. Zanardo [et al.] // *Journal of Plant Physiology*. – 2011. – Vol. 168, Iss. 14. – P. 1627–1633. doi: 10.1016/j.jplph.2011.03.005.
50. Chitosan as an antimicrobial, anti-insect, and growth-promoting agent for potato (*Solanum tuberosum* L.) plants / A. Steglinska, A. Nowak, R. Janas [et al.] // *Molecules*. – 2024. – Vol. 29, Iss. 14. – P. 3313. doi: 10.3390/molecules29143313.
51. Chitoooligosaccharide plays essential roles in regulating proline metabolism and cold stress tolerance in rice seedlings / Y. Zhang, L. Fan, M. Zhao [et al.] // *Acta Physiologiae Plantarum*. – 2019. – Vol. 41, Iss. 06. – P. 77. doi: 10.1007/s11738-019-2864-3.
52. Khan, W. M. Effect of foliar application of chitin and chitosan oligosaccharides on photosynthesis of maize and soybean / W. M. Khan, B. Prithiviraj, D. L. Smith // *Photosynthetica*. – 2002. – Vol. 40. – P. 621–624. doi: 10.1023/A:1024320606812.
53. Rusadi, I. S. Chitosan extracted from cricket (*Gryllus bimaculatus*) induced bioactive compound and pigment content in *Centella asiatica* / I. S. Rusadi, W. Phonpoem, Hamim // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* – 2023. – Vol. 1271. – P. 012069. doi: 10.1088/1755-1315/1271/1/012069.
54. El-Awadi, M. Investigations of growth promoting activity of some phenolic acids / M. El-Awadi // *Agricultural Engineering International: The CIGR Journal*. – 2018. Vol. 19. – P. 53–60.
55. Barkosky, R. R. Caffeic acid-induced changes in plant-water relationships and photosynthesis in leafy spurge *Euphorbia esula* / R. R. Barkosky, R.R., F. A. Einhellig, J. L. Butler // *Journal of Chemical Ecology*. – 2000. – Vol. 26. – P. 2095–2109. doi: 10.1023/A:1005564315131.
56. Effects of different oligochitosans on isoflavone metabolites, antioxidant activity, and isoflavone biosynthetic genes in soybean (*Glycine max*) seeds during germination / Y. Jia, Y. Ma, P. Zou [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2019. – Vol. 67, Iss. 16. – P. 4652–4661. doi: 10.1021/acs.jafc.8b07300.
57. Kahromi, S. Chitosan stimulates secondary metabolite production and nutrient uptake in medicinal plant *Dracocephalum kotschy* / S. Kahromi, J. Khara // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2020. – Vol. 101, Iss. 9. – P. 3898–3907. doi: 10.1002/jsfa.11030.
58. Prooxidant activity of hydroxycinnamic acids on DNA damage in the presence of Cu(II) ions: mechanism and structure-activity relationship / L. F. Zheng, F. Dai, B. Zhou [et al.] // *Food and Chemical Toxicology*. – 2008. – Vol. 46, Iss. 1. – P. 149–156. doi: 10.1016/j.fct.2007.07.010.
59. Влияние оксикоричных и оксibenзойных кислот на синтез пластидных пигментов и фенольных соединений в листьях винограда (*Vitis vinifera*) *in vitro* / А. Ф. Лиханов, А. В. Середа, О. Л. Кляченко, М. Д. Мельничук // *Физиология растений и генетика*. – 2018. – Т. 50, № 4. – С. 331–343. doi: 10.15407/fg2018.04.331.
60. Смоликова, Г. Н. Каротиноиды семян: синтез, разнообразие и функции / Г. Н. Смоликова, С. С. Медведев // *Физиология растений*. – 2015. – Т. 62, №1. – С. 3–16. doi: 10.7868/S0015330315010133.

Поступила в редакцию 03.04.2025
Принята к публикации 10.06.2025

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Еловская Нинель Анатольевна – научный сотрудник лаборатории роста и развития растений Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Калацкая Жанна Николаевна – кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора по научной и инновационной работе Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Гилевская Ксения Сергеевна – кандидат химических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории микро- и наноструктурированных систем Государственного научного учреждения «Институт химии новых материалов Национальной академии наук Беларуси»

Николайчук Виктория Викторовна – аспирант, младший научный сотрудник лаборатории микро- и наноструктурированных систем Государственного научного учреждения «Институт химии новых материалов Национальной академии наук Беларуси»

Перспективный иммуномодулятор растений на основе хитозана и кофейной кислоты / Н. А. Еловская, Ж. Н. Калацкая, К. С. Гилевская, В. В. Николайчук // *Ботаника (исследования)* / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Минск, 2025. – Вып. 55. – С. 214–225.

УДК 58.04

П. А. НЕБЫШИНЕЦ, Т. В. САМОВИЧ, К. Р. КЕМ, Н. А. ЛАМАН

ВЛИЯНИЕ ПОКРЫТИЯ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИМИ ПОЛИМЕРНЫМИ СОСТАВАМИ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛАЦЕТАТА И УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЛИСТЬЕВ *ZEА MAYS* L. ПРИ ВОДНОМ ДЕФИЦИТЕ

Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: polinanebyshinets@gmail.com

Аннотация. Многочисленные исследования показывают, что обработка уксусной кислотой может способствовать стимуляции и поддержанию роста растений в стрессовых условиях, таких как засуха. В рамках данного исследования изучено влияние предпосевной обработки семян кукурузы (*Zea mays* L.) пленкообразующими составами на основе поливинилацетата (ПВА) и уксусной кислоты (УК), а также полива растений перед засухой 30 мМ водным раствором УК, на содержание H_2O и физиологические параметры растений в условиях водного дефицита. Результаты показали, что молодые растения кукурузы в контрольной и опытной группах не имели визуальных различий. Однако при обработке семян УК-содержащим составом и поливе раствором УК наблюдалось статистически достоверное повышение уровня гидратации листовых тканей (на 22–33% относительно контроля). Это свидетельствует о способности уксусной кислоты улучшать водный статус растений. Анализ флуоресценции хлорофилла на 16 сутки выявил положительную динамику ключевых параметров фотосинтетической активности. В опытных группах зафиксировано увеличение: NPQ (нефотохимическое тушение) на 22–33%, qN (константа нефотохимического тушения) на 5–10%, qP (константа фотохимического тушения фотосистемы II) на 12–75% и ETR I (скорость транспорта электронов) на 12–41%, что указывает на протекторную роль УК в снижении негативного влияния водного стресса на фотосинтетический аппарат. Обработка семян кукурузы пленкообразующим составом с УК в условиях засухи также статистически значимо снижала уровень пролина в опытной группе по сравнению с необработанным контролем. Это указывает на то, что УК уменьшает степень водного стресса, тем самым снижая потребность в синтезе пролина как осмопротектора.

Ключевые слова: Уксусная кислота, экологичность, метаболическая регуляция, адаптация к стрессу, засухоустойчивость растений, кукуруза.

P. A. NEBYSHINETS, T. V. SAMOVICH, K. R. KEM, N. A. LAMAN

EFFECT OF COATING WITH FILM-FORMING POLYMER COMPOSITIONS BASED ON POLYVINYL ACETATE AND ACETIC ACID ON PHOTOSYNTHETIC PARAMETERS OF *ZEА MAYS* L. LEAVES IN CASE OF WATER DEFICIT

V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus, e-mail: polinanebyshinets@gmail.com

Annotation. Numerous studies show that acetic acid (AA) treatment can help stimulate and maintain plant growth under stressful conditions such as drought. Within the framework of this study, the effect of pre-sowing treatment of corn seeds (*Zea mays* L.) with film-forming compounds based on polyvinyl acetate (PVA) and acetic acid, as well as watering plants before a drought with a 30 mM aqueous solution of AA, on the H_2O content and physiological parameters of plants in conditions of water scarcity was studied. The results showed that young corn plants in the control and experimental groups had no visual differences. However, when treating seeds with a AA-containing composition and watering with a AA solution, a statistically significant increase in the level of hydration of leaf tissues was observed (by 22–33% relative to the control). This indicates the ability of acetic acid to improve the aquatic status of plants. Analysis of chlorophyll fluorescence on day 16 revealed a positive trend in key parameters of photosynthetic activity. In the experimental groups, an increase was recorded: NPQ (non-photochemical quenching) by 22–33%, qN (non-photochemical quenching constant) by 5–10%, qP (photochemical quenching constant of photosystem II) by 12–75% and ETR I (electron transport rate) by 12–41%, which indicates the protective role of AA in reducing the negative effects of water stress on the photosynthetic apparatus. Treatment of corn seeds with a film-forming compound with AA in drought conditions also significantly reduced the level of proline in the experimental group compared with the untreated control. This indicates that AA reduces the degree of water stress, thereby reducing the need for proline synthesis as an osmoprotector.

Keywords: Acetic acid, environmental friendliness, metabolic regulation, adaptation to stress, drought resistance of plants, *Zea mays* L.

ВВЕДЕНИЕ

Уксусная кислота (УК) представляет собой простое и универсальное соединение, встречающееся в различных организмах. Недавно обнаружено, что УК участвует в обеспечении устойчивости растений к стрессу, связанному с дефицитом воды [1]. Изучение механизма устойчивости к засухе, опосредованного уксусной кислотой через пути, включающие фитогормоны, генетическую экспрессию и хроматиновую регуляцию, имеет потенциал для решения глобального продовольственного кризиса и предотвращения опустынивания, вызванного глобальным потеплением.

Уксусная кислота (анионная форма: ацетат CH_3COO^-) – это органическая кислота и важный метаболит клетки. Это соединение производится и используется в кулинарных и других целях (уксус). Примечательно, что уксусная кислоты также применяется в сельском хозяйстве, например, в качестве гербицида, благодаря своей умеренной кислотности [2–7]. Неоднократно отмечалось, что УК оказывает положительные эффекты на рост и устойчивость растений к стрессу, улучшая поглощение воды и питательных веществ, а также устойчивость фотосинтетических процессов [1, 8]. В ряде исследований обнаружено, что УК способна повышать устойчивость растений к абиотическим стрессорам, включая наиболее важные из них, такие как засоление почв и водный дефицит. Экзогенная обработка УК растений риса (*Oryza sativa*), кукурузы (*Zea mays*) и пшеницы (*Triticum aestivum*) обладала выраженным стресс-протекторным эффектом при засухе путем активации комплекса физиологических и молекулярных механизмов [1, 9]. Уровни УК менее 50 мМ признаны эффективными для смягчения последствий засухи у растений маниоки (*Manihot esculenta*) [10] и маша (*Vigna radiata*) [8]. Несмотря на то, что положительное воздействие УК на устойчивость к осмотическому стрессу продемонстрировано многократно, механизм данного эффекта до конца непонятен. Интересно, УК индуцирует изменения в концентрации важнейшего стресс-маркера – пролина у многих видов растений при стрессе. Так, при обработке УК уровень пролина повышался у растений маша при солевом стрессе [8], и снижался у растений сои (*Glycine max*) при водном дефиците [11].

Как правило, высокие концентрации экзогенной УК очень токсичны для растений, однако, показано, что такая обработка может поддерживать выживаемость растений в условиях отсутствия полива у маниоки, кукурузы, риса, рапса и пшеницы [7, 9, 10].

В большинстве экспериментов по изучению устойчивости растений к абиотическим стрессам исследователи используют очень низкие концентрации УК, в диапазоне от 0,058% (10 мМ) до 0,58% (100 мМ). Помимо роли в повышении устойчивости растений к абиотическим стрессам, УК определена как перспективная альтернатива глифосату для борьбы с сорняками при концентрации в диапазоне 10–20% [12–14].

Важно подчеркнуть, что, согласно имеющимся в литературе данным, оптимальная концентрация УК, обеспечивающая максимальную защиту растений от засухи и засоления, составляет около 20 мМ. Таким образом, можно с уверенностью утверждать, что УК в ее оптимальной концентрации 20 мМ представляет собой экономичный выбор: ее стоимость составляет всего 0,4 доллара за килолитр, как сообщает ICIS Chemical News в 2020 г., и оценивается в 330 долларов за тонну [15, 16]. Известно, что в съедобных растениях УК используется в качестве консерванта для защиты антиоксидантных свойств [17]. Например, обнаружено, что применение УК значительно снижает окисление аскорбиновой кислоты в петрушке (*Petroselinum crispum*), шпинате (*Spinacia oleracea*), цветной капусте (*Brassica oleracea*) и томатах (*Solanum lycopersicum*) на 80–50%, а в апельсине (*Citrus sinensis*) и луке (*Allium cepa*) – на 90–100% [17].

Засухоустойчивые биостимуляторы на основе УК можно использовать не только в традиционном сельском хозяйстве, но и для других целей, таких как озеленение пустынь, производство космической пищи и «умное» сельское хозяйство. Например, в «умном» сельском хозяйстве биостимуляторы могут стать решением в сочетании с другими технологиями, такими как прогнозирование погоды и мониторинг влажности почвы и уровня стресса растений. Для того чтобы найти подходящее решение в данной конкретной ситуации, необходимо глубже понять механизмы, лежащие в основе индукции засухоустойчивости УК. Также ожидается разработка новых методов регуляции через модификации гистонов, гистоновые мутанты и метилирование ДНК с использованием эпигенетических подходов. Сочетание новых материалов и решений, основанных на генетических подходах, приведет к появлению технологий, которые помогут преодолеть последствия, вызванные изменением климата [18].

Цель исследования – выявление особенностей воздействия обработки семян кукурузы пленкообразующими составами на основе поливи-

нилацетата и уксусной кислоты, а также водным раствором УК (30 мМ), на ростовые и фото-

синтетические параметры растений кукурузы (*Zea mays* L.) при водном дефиците.

МАТЕРИАЛЫ (ОБЪЕКТЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В Институте экспериментальной ботаники НАН Беларуси нами разработан пленкообразующий состав, содержащий поливинилацетат (ПВА) в органическом растворителе [19, 20]. Этот метод основан на использовании органических растворителей для введения веществ в семена, а ПВА, обладая хорошими адгезионными свойствами, обеспечивает надежное и тонкое покрытие. Достоинство данного метода состоит в том, что органический растворитель является безводным и позволяет вводить в семена нерастворимые в воде соединения (протравители, регуляторы роста и т.д.), а также обрабатывать семена большим количеством препарата, т.к. при обработке растворенное вещество входит также и под семенную оболочку, а органический растворитель испаряется, не нарушая уровня влагосодержания семян.

Объектами исследования являлись семена и проростки кукурузы (*Zea mays* L.), сорта Полесский 121СВ. В качестве экспериментальной схемы использована полная рандомизированная схема с тремя повторностями. Двадцать четыре горшка, каждый объемом 1 литр, заполняли почвой (торфогрунт «Двина»). Семена кукурузы обрабатывали, высевали по 5 шт. в каждый горшок и выращивали при освещенности 20–26 клк (световой период :14 ч свет / 10 ч темнота), температуре 23 ± 1 °С и влажности почвы 70% до 10-дневного возраста. Контролем служили необработанные семена кукурузы.

Через 10 дней после посева, группа из 15 растений каждого варианта подвергнута стрессу путем прекращения их полива до тех пор, пока не появятся первые признаки увядания. Растения находились в таких условиях 6 дней, в то время как контрольная группа из 15 растений тех же вариантов оставалась в тех же условиях, с нормальным поливом. Варианты обработок:

- 1 – контроль (без обработки),
- 2 – семена, обработанные базовым пленкообразующим составом,

3 – семена, обработанные комплексным пленкообразующим составом,

4 – необработанные семена кукурузы, проростки перед засухой политы уксусной кислотой (30 мМ) в количестве 30 мл на горшок. Доза УК для полива (30 мМ) выбрана на основе результатов исследования Kim et al. [7].

Пленкообразующие составы содержат:

- базовый – 40 г/л ПВА (ДФ51/15В), 100 мл/л ледяной УК, изопропанол, pH 5,5–6,5;
- комплексный – 40 г/л ПВА (ДФ51/15В), 100 мл/л ледяной УК, 40 г/л ТМТД, 0,36 г/л K_2HPO_4 , 0,1 мл/л раствора микроэлементов (м/э) по Хатнеру (мг/л: В – 2, Fe – 1, Cu – 0,4, Zn – 5, Mn – 1,4, Co – 0,4, Mo – 0,6), изопропанол, pH 5,5–6,5.

Расчет необходимого количества фосфата и м/э осуществляли исходя из требований сельскохозяйственных культур в питательных элементах при посеве.

На 14 и 16 сутки собирались листья для оценки различных морфологических, физиологических и биохимических параметров. Измеряли свежий и сухой вес листа, длину побега и его массу, водный статус листьев оценивали по относительному содержанию воды согласно Ghoulam et al. [21], а также содержание пролина, фотосинтетических пигментов согласно [22] и параметры флуоресценции хлорофилла с помощью измерительного комплекса DUAL-PAM 100 (Hinz Walz, Германия). Все измерения флуоресценции хлорофилла (Хл) проводили на адаксиальной стороне полностью распустившегося 3 листа в средней трети листа на расстоянии ~ 4–5 см от верхушки.

Параметры флуоресценции хлорофилла и редокс-состояния Р700 получены на основании регистрации медленной кинетики индукции флуоресценции хлорофилла и кинетики изменения сигнала Р700 листьев растений кукурузы, выращенных в почве в условиях нормального полива в течение 14 и 16 дней и при прекращении полива на 10 сутки после посева, через 4 и 6 дней.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Достоверных различий по массе и высоте растений кукурузы между вариантами не выявлено. Исходя из гистограммы (рис. 1) видно, что при обработке семян пленкообразующим составом с УК показатели массы и высоты 14 и 16-дневных растений кукурузы схожи с учетом статистической погрешности, как при нормальном поливе, так и в условиях засухи. Внешний вид растений

и морфофизиологические показатели на 16 сутки при нормальном поливе и в условиях стресса представлены на рис. 1 и 2.

Полив растений раствором УК перед засухой не дал никакого эффекта, показатели высоты и массы равны контролю или даже немного ниже. На 14 сутки наибольшая средняя масса растения при нормальном поливе и условиях дефицита

влаги была в варианте №3 – пленка комплексная (108% и 103% к контролю). Наибольшая средняя высота растения при нормальном поливе также отмечена в варианте №3 (108% к контролю), а при засухе в контрольном варианте.

Наибольшая средняя масса растения на 16 сутки при нормальном поливе достигнута в варианте №3 (119% к контролю), а в условиях засухи в варианте №2 – пленка базовая (106% к контролю), в то время как наибольшая средняя высота растения при нормальном поливе – №2 (108% к контролю), а при засухе наибольшая средняя высота была в контрольном варианте.

Таким образом, эффект влияния обработки семян пленкообразующими составами с УК на высоту и массу надземной части кукурузы не был значительным. Поэтому далее исследованы более глубокие механизмы действия УК на растения.

Обработка семян кукурузы пленкообразующими составами незначительно влияла на сухую массу побегов. На 14 сутки выращивания (4 суток стресса) растения контрольных и опытных вариантов практически не отличались по содержанию сухого вещества. Только к 16 суткам (6 суток стресса) в опытных вариантах регистрировали увеличение сухого вещества на 22% по отношению к контролю (табл. 1).

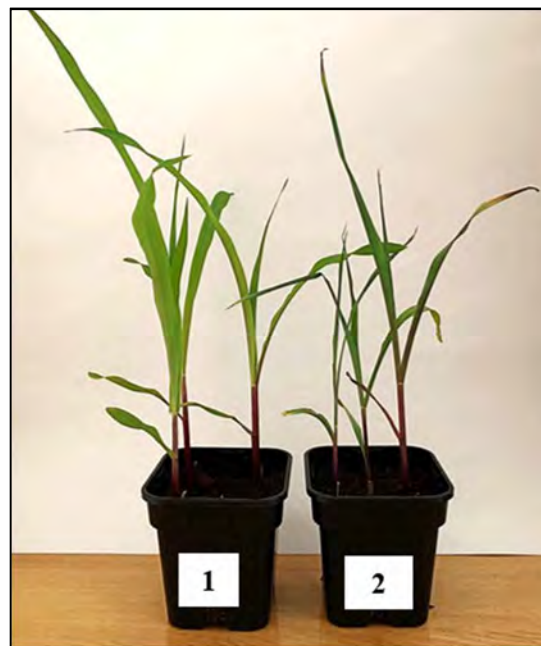


Рис. 1. Внешний вид 16-дневных растений кукурузы: 1 – контроль (нормальная обеспеченность H_2O), 2 – засуха

Fig. 1. Appearance of 16-day-old corn plants: 1 – control (normal watering), 2 – drought conditions

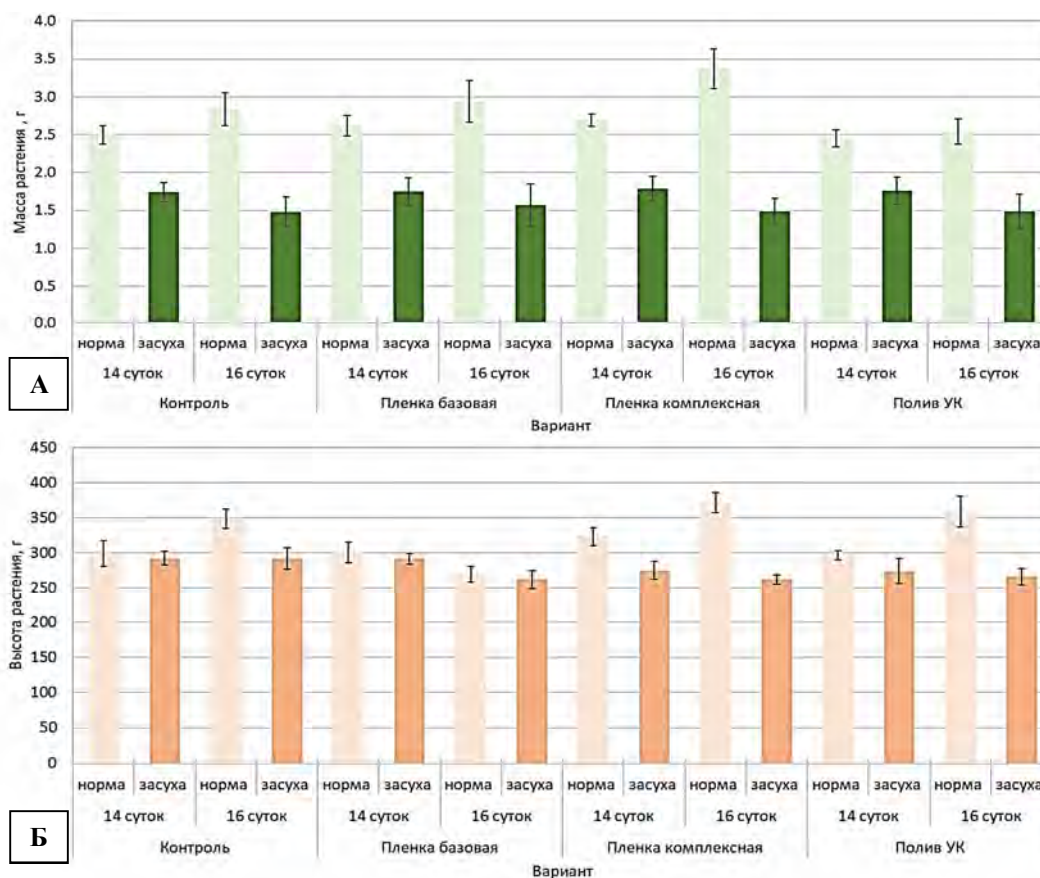


Рис. 2. Масса и длина растений *Zea mays* L.: А – масса растения, Б – высота растения

Fig. 2. Mass and length of *Zea mays* L. plants: А – plant mass, Б – plant height

Таблица 1. Содержание сухого вещества и относительное содержание воды в листьях растения**Table 1.** Dry matter content and relative water content of plant leaves

Вариант		Сухой вес, %		Относительное содержание воды, %	
		14 суток	16 суток	14 суток	16 суток
Норма	Контроль	11,69 ± 1,26	11,28±0,32	94,50 ± 0,41	89,09±1,31
	Пленка базовая	10,85 ± 0,99**	13,73±4,21	94,18 ± 1,00	89,37±0,82
	Пленка комплексная	11,64 ± 0,79	10,74±0,62	90,72 ± 2,68	87,99±0,50
	Полив УК	11,43 ± 0,60	11,27±0,27	92,33 ± 6,42	86,23±3,63
Засуха	Контроль	10,42 ± 0,50	15,16±1,39	85,75 ± 1,80	54,12±1,98
	Пленка базовая	12,71 ± 0,61	14,50±1,00	78,44 ± 5,58	66,92±0,67*
	Пленка комплексная	11,53 ± 0,17	13,73±0,39	78,80 ± 1,30	65,20±6,61
	Полив УК	11,97 ± 0,58	13,58±0,02	78,91 ± 1,90	71,86±6,39**
* Статистически значимое отличие от контроля при $p=0,05-0,01$.					
**Статистически значимое отличие от контроля при $p<0,01$.					

Показатель относительного содержания воды в листьях кукурузы в опытных вариантах при нормальном поливе на 14 сутки сравним с контрольным. Такая же тенденция прослеживается и на 16 сутки.

В условиях засухи между вариантами наблюдали значительную разницу на 14 и 16 сутки выращивания. На 14 сутки относительное содержание воды больше в контроле, что указывает на отсутствие влияния обработок семян перед посевом на накопление влаги при стрессе. На 16 сутки содержание воды в листьях всех вариантов опыта превышало контроль, особенно, где растения политы УК непосредственно перед засухой (№4, 133% к контролю, $p\leq 0,01$), что указывает на то, что обработанные уксусной кислотой проростки способны удерживать влагу в условиях засухи.

Параметры флуоресценции хлорофилла и редокс-состояния P700 листьев на основании регистрации медленной кинетики индукции флуоресценции хлорофилла и кинетики изменения сигнала P700 листьев растений кукурузы позволили оценить состояние и функциональную активность фотосинтетического аппарата (ФСА).

Установлено, что выращивание растений кукурузы без полива в течение 4 и 6 суток не приводило к достоверному снижению уровня фоновой флуоресценции Хл (F_0) и максимального уровня флуоресценции F_m адаптированных к темноте листьев растений по сравнению с контролем (табл. 2, 3). Это же касается и уровня сигнала P700 (параметр P_m).

Анализ параметров, характеризующих фотохимическую активность фотосистем (ФС) – потенциального квантового выхода фотохимии ФС II F_v/F_m , эффективного квантового выхода фотохимии II $Y(II)$ и ФС I $Y(I)$, $Y(ND)$, $Y(NA)$, константы фотохимического тушения флуоресценции Хл qP (константа фотохимического тушения фотосистемы II), а также скорости транспорта электронов ($ETR\ I / II$), выявил достоверное влия-

ние на них засухи во всех вариантах, что указывает на нарушение работы пигментбелковых светособирающих комплексов и электрон-транспортной цепи хлоропластов в условиях действия стресса (см. табл. 2, 3), на подавление фотохимической активности ФС II и ФС I.

Метод индукции флуоресценции Хл позволяет также кроме фотохимической активности ФС оценить вклад в тушение флуоресценции нефотохимических процессов. Показатели qN (константа нефотохимического тушения) и NPQ (нефотохимическое тушение) являются мерой нефотохимического тушения флуоресценции Хл, отражая его общую и регулируемые составляющие соответственно. Параметр NPQ является мерой нефотохимического тушения флуоресценции, отражающей подавление ФС II как защитного механизма от избыточной интенсивности света $NPQ=(F_m-F'_m)/F'_m$. Значение NPQ достаточно велико во всех вариантах опыта, как в вариантах с нормальным поливом, так и подвергнутых засухе (см. табл. 2 и 3). Тем не менее, в контрольном варианте опыта, где семена перед посевом инкрустированы комплексным пленкообразующим составом это значение меньше единицы, что говорит о адаптации таких растений к заданным прибором измерительным параметрам, которые подобраны без учета особенностей культуры и интенсивности освещения при выращивании.

Кривые, демонстрирующие изменения эффективности работы электронтранспортной цепи ФС II и ФС I, зарегистрированные при интенсивностях актиничного света 13, 22, 35, 85, 156, 210, 364, 576, 901, 1393 мкмоль·квант / ($m^2\cdot c$) представлены на рис. 3 и 4. При установке настроек измерительного комплекса DUAL-PAM 100, принятых для злаковых культур, вариант опыта, в котором семена обработаны комплексным пленкообразующим составом показал высокие результаты выдержки растением большой интенсивности света (см. рис. 4).

Таблица 2. Параметры индукции флуоресценции Хл и Р700 листьев 14-дневных растений кукурузы в нормальных условиях (полив) и при засухе

Table 2. Parameters of fluorescence induction of Chl and P700 leaves of 14-day-old corn plants under normal conditions (watering) and during drought

Параметр	Вариант							
	Контроль		Пленка базовая		Пленка комплексная		Полив УК	
	норма	засуха	норма	засуха	норма	засуха	норма	засуха
Fo	0,54±0,11a	0,64±0,10a	0,62±0,13a	0,57±0,09a	0,67±0,00a	0,69±0,07a	0,70±0,01a	0,52±0,08a
Fm	2,47±0,45a	2,95±0,64a	2,82±0,38a	2,21±0,45a	3,29±0,36a	3,31±0,31a	3,17±0,20a	2,21±0,62a
Fv/Fm	0,78±0,03a	0,78±0,01a	0,78±0,02a	0,74±0,01a	0,79±0,02a	0,79±0,00a	0,78±0,01a	0,76±0,03a
Y(II)	0,33±0,20a	0,16±0,01bc	0,17±0,05bc	0,17±0,02bc	0,29±0,12ac	0,15±0,01bc	0,25±0,02ac	0,14±0,01bc
ETR(II)	33,22±19,90a	15,87±1,25bc	17,20±5,16bc	16,68±1,67bc	29,00±11,90ac	15,32±0,76bc	24,70±1,87ac	14,18±0,91bc
Y(NO)	0,31±0,08a	0,24±0,02bc	0,24±0,01bd	0,28±0,02acd	0,20±0,01b	0,30±0,04ac	0,20±0,01b	0,24±0,02 bd
Y(NPQ)	0,36±0,12a	0,60±0,03b	0,59±0,04b	0,56±0,03b	0,51±0,13b	0,54±0,03b	0,55±0,02b	0,62±0,01b
NPQ	0,94±0,18a	1,95±0,25bc	1,92±0,11bc	1,52±0,11b	1,80±0,44bc	1,54±0,23bc	1,92±0,10bc	1,97±0,23c
qN	0,61±0,06a	0,84±0,03bc	0,84±0,03bc	0,82±0,04bc	0,80±0,09bc	0,76±0,05b	0,84±0,01bc	0,87±0,01c
qP	0,56±0,31a	0,44±0,03ade	0,48±0,08ade	0,50±0,04adc	0,68±0,06ce	0,33±0,05bd	0,70±0,03c	0,49±0,02acd
qL	0,41±0,29abc	0,34±0,03a	0,37±0,06ab	0,40±0,06abc	0,55±0,02bc	0,21±0,05a	0,60±0,03c	0,41±0,02abc
Pm	0,62±0,05a	0,67±0,07a	0,59±0,00a	0,94±0,31a	0,74±0,26a	0,72±0,03a	0,77±0,07a	0,63±0,14a
Y(I)	0,50±0,19a	0,37±0,02ab	0,34±0,05b	0,35±0,04ab	0,44±0,12ab	0,33±0,02b	0,44±0,03ab	0,32±0,04b
Y(ND)	0,40±0,17ab	0,47±0,04ab	0,52±0,02a	0,41±0,03ab	0,47±0,13ab	0,34±0,02b	0,49±0,03ab	0,45±0,05ab
Y(NA)	0,10±0,02ac	0,16±0,03ab	0,14±0,05ac	0,24±0,01d	0,09±0,01bc	0,33±0,03f	0,07±0,01bc	0,22±0,08de
ETR(I)	49,98±18,85a	36,56±1,61ab	34,27±5,29b	35,26±3,57ab	44,10±12,18ab	32,76±1,71b	43,49±2,67ab	32,11±3,91b

Условные обозначения: Fo – минимальный уровень флуоресценции, Fm – максимальный уровень флуоресценции, Fv/Fm – коэффициент квантовой эффективности фотосистемы II, Y(II) – эффективного квантового выхода фотохимии II, ETR(I/II) – скорости транспорта электронов, Y(NO) – выход неоптимальной световой энергии, Y(NPQ) – выход нефотохимического тушения, NPQ – нефотохимическое тушение, qN – константа нефотохимического тушения, qP – константа фотохимического тушения фотосистемы II, qL – константа тушения, Pm – максимальная квантовая эффективность фотосистемы, Y(I) – выход поглощенной световой энергии, Y(ND) – выход нерассеивающей энергии, Y(NA) – выход непоглощенной световой энергии.

Примечание. Разные строчные буквы указывают на значительные различия между обработками при $p < 0,05$.

Таблица 3. Параметры индукции флуоресценции Хл и Р700 листьев 16-дневных растений кукурузы в нормальных условиях (полив) и при засухе

Table 3. Parameters of fluorescence induction of Chl and P700 leaves of 16-day-old corn plants under normal conditions (watering) and during drought

Параметр	Вариант							
	Контроль		Пленка базовая		Пленка комплексная		Полив УК	
	норма	засуха	норма	засуха	норма	засуха	норма	засуха
Fo	0,77±0,00a	0,55±0,02a	0,77±0,02a	0,54±0,11a	0,68±0,12a	0,72±0,01a	0,53±0,27a	0,46±0,11a
Fm	3,54±0,17a	2,19±0,62a	3,60±0,06a	2,40±0,30a	3,06±0,48a	3,33±0,14a	2,36±1,34a	2,10±0,39a
Fv/Fm	0,78±0,01a	0,74±0,06a	0,79±0,01a	0,78±0,02a	0,78±0,01a	0,78±0,01a	0,77±0,02a	0,78±0,01a
Y(II)	0,16±0,08ab	0,09±0,03a	0,31±0,13c	0,15±0,04a	0,46±0,03d	0,10±0,00a	0,27±0,05bc	0,11±0,02a
ETR(II)	14,37±7,09ac	8,17±2,49a	27,35±11,43b	13,05±3,27a	40,20±2,97d	8,61±0,28a	23,44±4,40cb	9,74±1,38a
Y(NO)	0,23±0,01a	0,36±0,10b	0,26±0,00a	0,25±0,02a	0,27±0,01ac	0,34±0,03bc	0,27±0,01a	0,30±0,04ab
Y(NPQ)	0,60±0,07a	0,55±0,07ac	0,43±0,13b	0,60±0,02a	0,27±0,03d	0,56±0,04ac	0,47±0,04bc	0,59±0,02a
NPQ	2,00±0,32a	1,43±0,50bce	1,29±0,39bde	1,91±0,05ae	0,77±0,09d	1,51±0,21ab	1,35±0,15b	1,74±0,22ac
qN	0,85±0,04a	0,77±0,07acb	0,70±0,11b	0,85±0,01a	0,56±0,04d	0,77±0,05ac	0,74±0,02ce	0,81±0,03ae
qP	0,45±0,17ac	0,24±0,08b	0,58±0,14cd	0,42±0,06ace	0,75±0,02d	0,22±0,02b	0,58±0,10cd	0,27±0,05be
qL	0,36±0,14a	0,17±0,06b	0,41±0,09ac	0,32±0,04ad	0,54±0,02c	0,13±0,02b	0,43±0,10ac	0,18±0,04bd
Pm	0,66±0,05a	0,67±0,12a	0,71±0,08a	0,69±0,02a	0,79±0,15a	0,67±0,01a	0,45±0,26a	0,47±0,15a
Y(I)	0,32±0,07a	0,28±0,03a	0,44±0,19a	0,40±0,13ac	0,60±0,04b	0,25±0,01c	0,39±0,04ac	0,32±0,03ac
Y(ND)	0,55±0,04a	0,44±0,02acb	0,47±0,18ab	0,43±0,12acb	0,31±0,05c	0,41±0,04ac	0,45±0,08ac	0,38±0,01bc
Y(NA)	0,13±0,03ad	0,28±0,04b	0,09±0,01a	0,18±0,03d	0,09±0,01a	0,34±0,05c	0,16±0,05d	0,30±0,03bc
ETR(I)	28,15±6,21a	24,81±2,43a	38,37±16,79a	34,98±11,73ac	53,05±3,53b	22,24±0,62c	34,69±3,23ac	27,91±3,00ac

Условные обозначения см. в табл. 2.

Примечание. Разные строчные буквы указывают на значительные различия между обработками при $p < 0,05$.

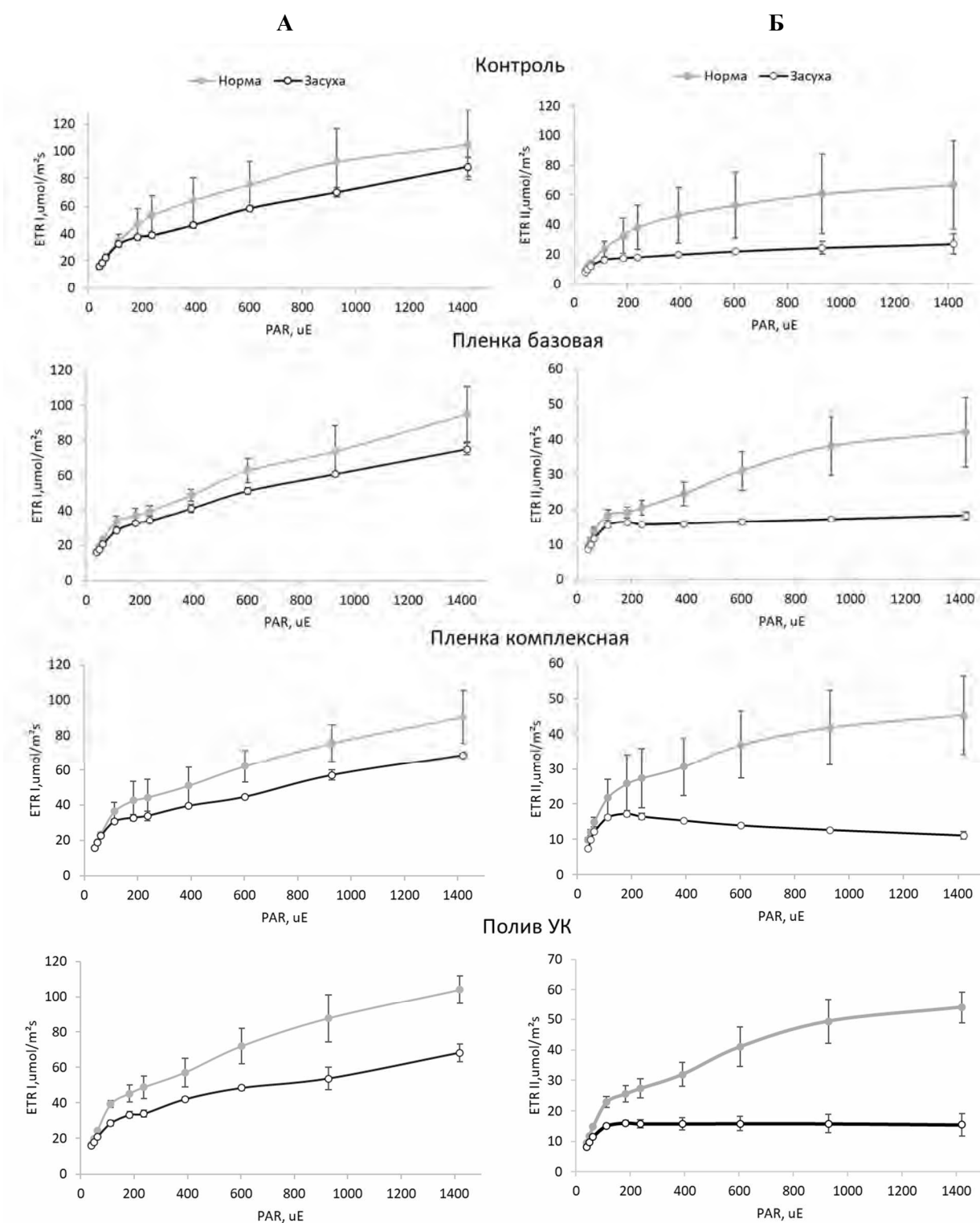


Рис. 3. Зависимости эффективности работы электронтранспортной цепи фотохимической активности фотосистем I (А) и II (Б) листьев 14-дневных растений кукурузы, выращенных в нормальных условиях (полив) и при засухе, от интенсивности актиничного света; приведены средние значения $\pm$ ошибка среднего ($x \pm s$)

Fig. 3. Dependences of the efficiency of the electron transport chain of the photochemical activity of photosystems I (A) and II (B) of leaves of 14-day-old corn plants grown under normal conditions (watering) and during drought on the intensity of actinic light; average values $\pm$ error of the average ($x \pm s$) are given

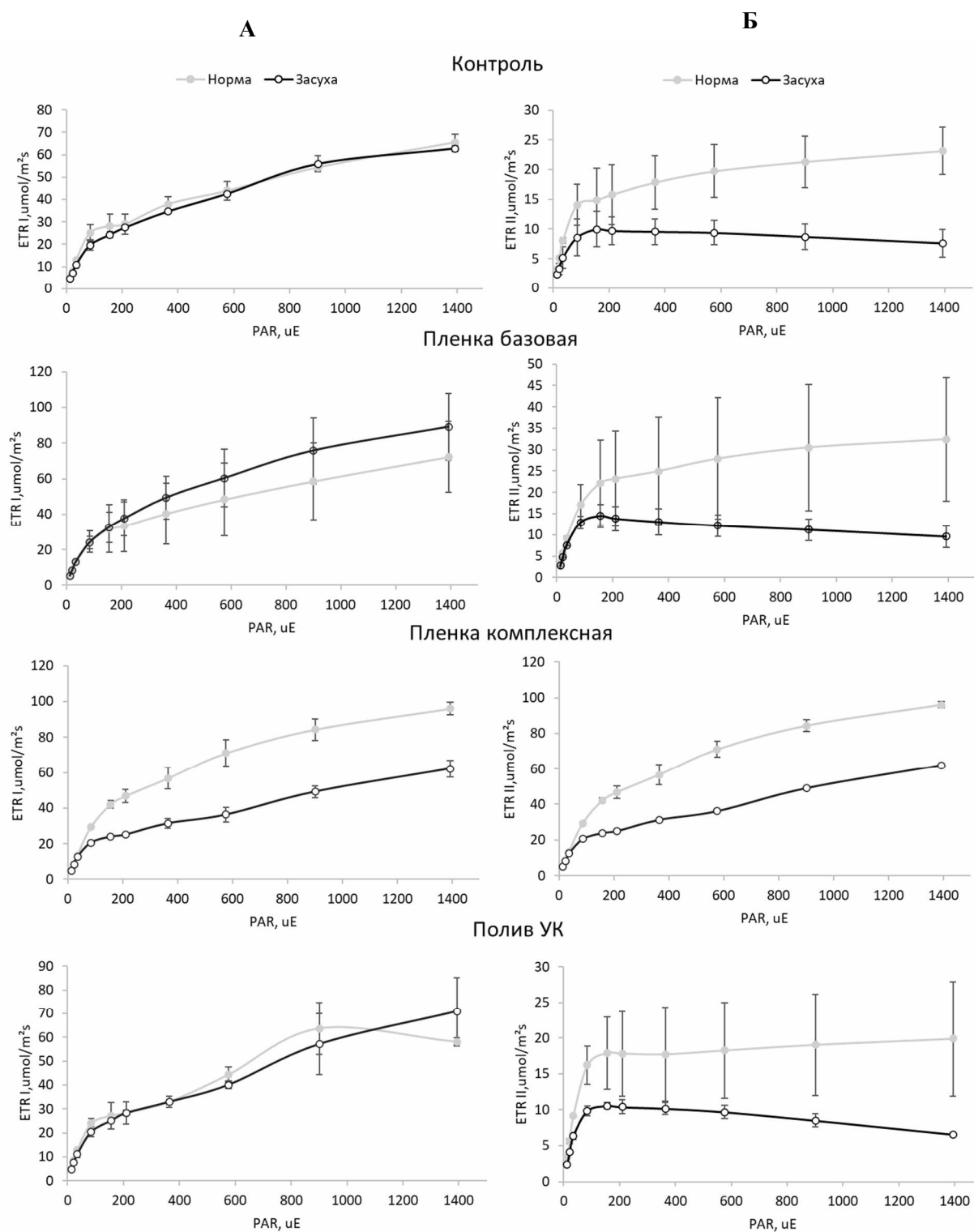


Рис. 4. Зависимости эффективности работы электронтранспортной цепи фотохимической активности фотосистем I (А) и II (Б) листьев 16-дневных растений кукурузы, выращенных в нормальных условиях (полив) и при засухе, от интенсивности актиничного света; приведены средние значения $\pm$ ошибка среднего ($x \pm s$)

Fig. 4. Dependences of the efficiency of the electron transport chain of the photochemical activity of photosystems I (A) and II (B) of leaves of 16-day-old corn plants grown under normal conditions (watering) and during drought on the intensity of actinic light; average values $\pm$ error of the average ($x \pm s$) are given

Методом ВЭЖХ проанализирован качественный и количественный состав фотосинтетических пигментов листьев растений кукурузы в условиях почвенной засухи. Анализ пигментных экстрактов позволил выявить во всех исследуемых вариантах наличие каротиноидов неоксантина, виолаксантина, лютеина и β -каротина, а также хлорофилла *a* и *b*, феофитина.

В листьях растений кукурузы, подвергнутых засухе в течение 6 суток не зарегистрировано значительных изменений в содержании основных фотосинтетических пигментов, содержание Хл *a*

даже незначительно увеличилось во всех вариантах опыта, подвергнутых стрессу (табл. 4).

В контрольных вариантах, инкрустированных комплексным пленкообразующим составом перед посевом на 16 суток выращивания обнаружили некоторое увеличение содержания неоксантина, виолаксантина и лютеина, а при засухе в этом же варианте их снижение, что согласуется с данными анализа фотосинтетической активности ФС и свидетельствует об участии этих каротиноидов в диссипации избыточной энергии в фотосинтетической мембране.

Таблица 4. Изменение содержания пигментов в 16-дневных листьях растений кукурузы, выращенных при нормальном поливе и в условиях засухи, мг/г сухой массы

Table 4. Changes in pigment content in 16-day-old leaves of corn plants grown under normal irrigation and in conditions of drought, mg/g dry weight

Вариант	Неоксантин	Виолаксантин	Лютеин	Хл <i>a</i>	Хл <i>b</i>	β -каротин	Феофитин
Норма	Контроль	0,13 $\pm$ 0,03a	0,19 $\pm$ 0,02a	0,63 $\pm$ 0,03a	6,45 $\pm$ 0,53a	1,94 $\pm$ 0,13a	0,87 $\pm$ 0,06a
	Пленка базовая	0,12 $\pm$ 0,04a	0,17 $\pm$ 0,06a	0,70 $\pm$ 0,23a	6,54 $\pm$ 2,26a	2,00 $\pm$ 0,70a	0,88 $\pm$ 0,31a
	Пленка комплекс.	0,18 $\pm$ 0,01a	0,25 $\pm$ 0,02a	0,97 $\pm$ 0,11a	9,06 $\pm$ 0,66a	2,87 $\pm$ 0,28a	1,27 $\pm$ 0,13a
	Полив УК	0,15 $\pm$ 0,02a	0,22 $\pm$ 0,03a	0,84 $\pm$ 0,09a	7,96 $\pm$ 0,61a	2,50 $\pm$ 0,22a	1,09 $\pm$ 0,12a
Засуха	Контроль	0,16 $\pm$ 0,03a	0,21 $\pm$ 0,03a	0,82 $\pm$ 0,08a	7,38 $\pm$ 0,66a	2,54 $\pm$ 0,32a	1,04 $\pm$ 0,10a
	Пленка базовая	0,18 $\pm$ 0,04a	0,25 $\pm$ 0,04a	0,93 $\pm$ 0,10a	8,61 $\pm$ 1,40a	2,79 $\pm$ 0,39a	1,19 $\pm$ 0,15a
	Пленка комплекс.	0,12 $\pm$ 0,04a	0,20 $\pm$ 0,05a	0,69 $\pm$ 0,23a	6,59 $\pm$ 1,80a	2,11 $\pm$ 0,62a	0,87 $\pm$ 0,27a
	Полив УК	0,14 $\pm$ 0,05a	0,22 $\pm$ 0,05a	0,89 $\pm$ 0,23a	7,60 $\pm$ 1,47a	2,48 $\pm$ 0,57a	1,05 $\pm$ 0,26a

Примечание. Жирным текстом выделено статистически значимое отличие от контроля.

Содержание феофитина в листьях растений кукурузы в контрольных вариантах не отличалось, а при засухе в варианте, обработанном комплексным пленкообразующим составом, ниже (см. табл. 4), что свидетельствует об отсутствии фотодеструктивных процессов в листьях при стрессе в этом варианте.

Одной из важнейших реакций высших растений на недостаток влаги является накопление пролина. Повышение его содержания при воздействии засухи является защитным механизмом для поддержания осмотического давления в клетке.

Проведенные исследования показывают, что при отсутствии полива в листьях растений кукурузы происходит увеличение содержания пролина (рис. 5). На 16 суток содержание пролина в листьях растений кукурузы контрольных вариантов опыта достоверно не отличалось, тогда как в опытных вариантах, подвергнутых засухе, содержание пролина возросло по отношению к контролю. Выявлено, что несмотря на высокое содержание пролина в листьях кукурузы всех вариантов опыта, относительное значение этого показателя отличалось. Так, содержание пролина при обработке семян базовым пленкообразующим составом (2) уменьшилось на 10%, при обработке семян комплексным составом (3) на 57%

и при поливе растений 30 мМ раствором УК (4) на 67% по отношению к контрольной засухе (1). Таким образом, при обработке семян комплексным пленкообразующим составом и при поливе растений 30 мМ раствором УК в условиях водного дефицита, содержание пролина было практически таким, как в растениях, выращенных при нормальном поливе, что свидетельствует об отсутствии необходимости в пролине как осмопротекторе в этих вариантах.



Рис. 5. Содержание пролина в листьях 16-дневных растений кукурузы, выросших при нормальном поливе (норма) и в условиях засухи

Fig. 5. The proline content in the leaves of 16-day-old corn plants grown under normal watering (norm) and in conditions of drought

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование демонстрирует значительный потенциал уксусной кислоты в повышении устойчивости кукурузы к засухе за счет комбинированного воздействия на физиологические и биохимические процессы. Предпосевная обработка семян пленкообразующими составами с УК и полив растений 30 мМ водным раствором УК перед засухой позволила существенно улучшить адаптацию растений к дефициту влаги. Несмотря на отсутствие визуальных различий между опытными и контрольными группами на 14–16-е сутки, ключевые физиологические параметры подтвердили эффективность применения УК. Во-первых, обработка УК обеспечила стабильный водный статус растений: гидратация листовых тканей увеличилась на 22–33% по сравнению с контролем. Это свидетельствует о способности УК оптимизировать водный обмен, вероятно, за счет усиления поглощения и удержания влаги на клеточном уровне. Во-вторых, анализ флуоресценции хлорофилла выявил повышение фотосинтетической активности в опытных группах. Рост NPQ (нефотохимическое тушение) на 22–33% и qN (константа нефотохимического тушения) на 5–10% указывает на активацию механизмов защиты фотосистем от переизбытка световой энергии, что критически важно для предотвращения фотоокислительного стресса. Одновременное увеличение qP (константа

фотохимического тушения фотосистемы II) на 12–75% и ETR I (скорость транспорта электронов) на 12–41% подтверждает сохранение функциональности фотосинтетического аппарата даже в условиях дефицита влаги. Особый интерес представляет снижение уровня пролина в растениях, обработанных УК, что контрастирует с типичной реакцией на засуху, когда накопление этого осмопротектора коррелирует с продолжительностью и силой стресса. Данный феномен указывает на то, что УК не просто смягчает последствия засухи, но и запускает альтернативные адаптационные механизмы, снижая зависимость растений от синтеза пролина. Это может быть связано с улучшением водного баланса, стабилизацией мембранных структур или активацией антиоксидантных систем, что требует дальнейшего изучения.

Полученные результаты имеют важное практическое значение. Использование УК в качестве экологически безопасного стимулятора устойчивости к засухе открывает перспективы для повышения продуктивности кукурузы в засушливых регионах. Однако, для полного понимания механизмов действия УК необходимы дополнительные исследования, включая анализ долгосрочных эффектов, изучение влияния на урожайность, а также тестирование методик на других сельскохозяйственных культурах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Acetate-mediated novel survival strategy against drought in plants / J. M. Kim, T. K. To, A. Matsui [et al.] // *Nature Plants*. – 2017. – Vol. 3. – Issue 7. – P. 1–7.
2. Radhakrishnan, J. Agricultural applications of vinegar / J. Radhakrishnan, J. R Teasdale, C. B. Cofman // *Proc Northeast Weed Sci. Soc.* – 2003. – Vol. 57. – P. – 63–64.
3. Johnson, E. N. Vinegar for pre-seed and postemergence control for broadleaf weeds in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) / E. N Johnson, T. M Wolf, B. C Caldwell // *Proc. 57th Canadian Weed Science Society Annual Meeting*. – 2003. – P. 87.
4. Curran, W. S. Vinegar and clove oil for nonselective control of annual weeds / W. S. Curran, D. D. Lingenfelter, C. B. Muse // *Proc Northeast Weed Sci. Soc.* – 2004. – Vol. 58. – P. 21.
5. Chandran, R. S. Evaluation of vinegar and corn gluten for weed control in field-grown sweet pepper // *R. S. Chandran / Proc Northeast Weed Sci. Soc.* – 2003. – Vol. 57. – P. 65.
6. Chandran, R. S. Effect of vinegar on potato weed control / R. S. Chandran, M. Stenger, M. Mandalk // *Proc Northeast Weed Sci. Soc.* – 2004. – Vol. 58. – P. 82.
7. Ivany, J. A. Acetic acid for weed control in potato (*Solanum tuberosum* L.) / J. A. Ivany // *Can. J. Plant Sci.* – 2010. – Vol. 90. – Issue 4. – P. 537–542.
8. Acetic acid: a cost – effective agent for mitigation of seawater induced salt toxicity in mung bean / M. M. Rahman, M. G. Mostofa, M. A. Rahman [et al.] // *Sci Rep.* – 2019. – Vol. 9. – Issue 15186. – P. 1–15.
9. AA-acid-induced jasmonate signaling in root enhances drought avoidance in rice / D. Ogawa, Y. Suzuki, T. Yokoo [et. al.] // *Sci. Rep.* – 2021. – Vol. 11. – Issue 6280. – P. 1–13.
10. Acetic acid treatment enhances drought avoidance in cassava (*Manihot esculenta*) / Y. Utsumi, C. Utsumi, M. Tanaka [et al.] // *Front. Plant Sci.* – 2019. – Vol. 10. – Issue 521. – P. 1–12.
11. Acetic acid improves drought acclimation in soybean: an integrative response of photosynthesis, osmoregulation, mineral uptake and antioxidant defense / M. Rahman, M. G. Mostofa, S. S. Keya [et al.] // *Physiol. Plant.* – 2020. – Vol. 172. – P. 334–350.

12. Garcia, F. Agricultural Vinegar as a growth control agent for both Glyphosate susceptible (GS) *Amaranthus palmeri* and Glyphosate resistant (GR) *Amaranthus palmeri* / F. Garcia, Y. Youngblood // *Pursue*. – 2017. – Vol. 1, №1. – P. 40–50.
13. Effect of acetic acid as preplant herbicide on maize germination / H. Pujiswanto, P. Yudono, E. Sulistyarningsih [et al.] // *J. Agric. Biol. Sci.* – 2013. – Vol. 15, №1. – P. 61–67.
14. Domenghini, J. C. Comparison of acetic acid to glyphosate for weed suppression in the garden / J. C. Domenghini // *HortTechnology*. – 2020. – Vol. 30, №1. – P. 1–6.
15. Asia's acetic acid market sees firmer downstream demand. ICIS Chemical News. – London, 2020. – URL: <https://www.icis.com/explore/resources/news/2020/01/06/10457052/outlook-20-asia-s-acetic-acid-market-sees-firmer-downstream-demand/#full-story> (date of access: 10.04.2025).
16. Allen, M. M. Biostimulant potential of acetic acid under drought stress is confounded by pH-dependent root growth inhibition / M. M. Allen, D. J. Allen // *Front. Plant Sci.* – 2020. – Vol. 11, № 647. – P. 1–10.
17. Alm, F. Effect of acetic acid on the oxidation of ascorbic acid in fruits and vegetables / F. Alm // *Nature*. – 1952. – Vol. 169. – P. 934–934.
18. Kudo, T. Simple and universal function of acetic acid to overcome the drought crisis / T. Kudo, T. K. To, J. M. Kim // *Stress Biology*. – 2023. – Vol. 3, – Issue 15. – P. 1–6.
19. Влияние протравителя тиам в пленкообразующих составах на прорастание семян и развитие проростков / П. А. Небышинец, Н.А. Ламан, Т.В. Самович, К.Р. Кем // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: Материалы X Международной научной конференции (г. Минск, 23–25 октября 2024 года) / Ин-т экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси; редкол.: А. Ф. Судник [и др.]. – Минск, 2024. – С. 85.
20. Влияние макро- и микроэлементов, включенных в пленкообразующие составы для инкрустации семян на рост проростков ячменя / Т.В. Самович, П. А. Небышинец, К.Р. Кем, Н.А. Ламан // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: Материалы X Международной научной конференции (г. Минск, 23–25 октября 2024 года) / Ин-т экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси; редкол.: А. Ф. Судник [и др.]. – Минск, 2024. – С. 106.
21. Ghoulam, C. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars / C. Ghoulam, A. Foursy, K. Fares // *Environ. Exp. Bot.* – 2002. – Vol.47. – P. 39–50.
22. Влияние 5-аминолевулиновой кислоты на продуктивность и пигментный состав водоросли *Haematococcus pluvialis* / Н. Г. Аверина, Р. А. Щербakov, Н. В. Козел [и др.]. // *Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. биол. наук*. – 2017. – № 4. – С. 21–32.

Поступила в редакцию 17.04.2025
Принята к публикации 10.06.2025

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Небышинец Полина Алексеевна – младший научный сотрудник лаборатории роста и развития растений Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Самович Татьяна Викторовна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории роста и развития растений Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Кем Карина Робертовна – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории роста и развития растений Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Ламан Николай Афанасьевич – академик НАН Беларуси, доктор биологических наук профессор, заведующий лабораторией роста и развития растений Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Влияние покрытия пленкообразующими полимерными составами на основе поливинилацетата и уксусной кислоты на фотосинтетические параметры листьев *Zea mays* L. при водном дефиците / П. А. Небышинец, Т. В. Самович, К. Р. Кем, Н. А. Ламан // *Ботаника (исследования)* / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Минск, 2025. – Вып. 55. – С. 226–236.

УДК 634.739.3:736(476)

Ж. А. РУПАСОВА¹, П. А. ПАШКЕВИЧ¹, С. Н. АВРАМЕНКО¹, А. С. САЯН¹,
А. В. УШАКОВА¹, Я. Л. СТРАХ¹, А. М. АМЕЛИШКО¹, А. А. КОТ¹,
П. Н. БЕЛЫЙ¹, Т. В. ШПИТАЛЬНАЯ¹, Т. М. КАРБАНОВИЧ²

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА АПТЕЧНЫХ ФИТОСБОРОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ПО БИОХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ И УРОВНЮ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ

¹Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси,
Минск, Беларусь, e-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

²Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Минск, Беларусь

Аннотация. Приведены результаты сравнительного исследования биохимического состава реализуемых через аптечную сеть республики фитосборов оздоравливающего действия белорусского и российского производства, с целью выявления лучших образцов для использования в качестве эталонных объектов при составлении собственных оригинальных композиций на основе сырья пряноароматических и лекарственных растений из коллекционного фонда Центрального ботанического сада НАН Беларуси. Установлены существенные различия между ними по содержанию ряда органических кислот, углеводов, фенольных соединений и уровню антиоксидантной активности, обусловленные индивидуальными особенностями химической природы составляющих их компонентов. Показано, что в ряду отечественных композиций разных производителей, представленных фитосборами *Калинковские чаи 1*, *Калинковские чаи 2*, *Фитолекарь (Выздоровливай)* и *Сорбавит*, лидирующее положение по интегральному уровню питательной и витаминной ценности по совокупности 13 биохимических характеристик и уровню антиоксидантной активности принадлежало фитосбору *Сорбавит*, характеризовавшемуся не только наиболее сладким вкусом, благодаря присутствию в его составе корня солодки, но и наибольшим содержанием антоциановых пигментов и катехинов, являющихся общепризнанными антиоксидантами, что обусловило целесообразность его использования в качестве эталона сравнения среди аптечных фитосборов белорусского производства. В ряду аптечных фитосборов российских производителей, представленных композициями *Витаминный травяной сбор*, *Букет Алтая*, *Целебная поляна* и *Фиточай №39*, наиболее выраженными преимуществами по богатству биохимического состава и антиоксидантной активности обладала *Целебная поляна*, отмеченная самым сладким вкусом, благодаря присутствию в ее составе плодов боярышника и шиповника, а также наибольшим содержанием урсоловой кислоты, пектиновых веществ, антоциановых пигментов и катехинов, в связи с чем данная композиция будет принята в качестве эталона сравнения среди аптечных фитосборов российского производства.

Ключевые слова: аптечные фитосборы оздоравливающего действия, биохимический состав, органические кислоты, углеводы, фенольные соединения, антиоксидантная активность.

J. A. RUPASOVA¹, P. A. PASHKEVICH¹, S. N. AVRAMENKO¹, A. S. SAYAN¹,
A. V. USHAKOVA¹, Ya. L. STRAH¹, A. M. AMELISHKO¹, A. A. KOT¹,
P. N. BELYJ¹, T. V. SHPITAL'NAYA¹, T. M. KARBANOVICH²

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF PHARMACEUTICAL HERBAL PREPARATIONS OF BELARUSIAN AND RUSSIAN PRODUCTION IN TERMS OF BIOCHEMICAL COMPOSITION AND LEVEL OF ANTIOXIDANT ACTIVITY

¹Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus, e-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

²Agriculture and Food Ministry of the Republic of Belarus, Minsk, Belarus

Annotation. The results of a comparative study of the biochemical composition of Belarusian and Russian-made herbal remedies sold through the pharmacy network of the republic are presented in order to identify the best samples for use as reference objects in the preparation of their own original compositions based on raw materials of aromatic and medicinal plants from the collection fund of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus. Significant differences have been established between them in the content of a number of organic acids, carbohydrates, phenolic compounds and the level of antioxidant activity due to the individual characteristics of the chemical nature of their constituent components. It is shown that among the domestic compositions from different

manufacturers represented by the herbal preparations Kalinkov teas 1, Kalinkov teas 2, Phytolercary (Get well) and Sorbavit, the leading position in terms of the integral level of nutritional and vitamin value in terms of a set of 13 biochemical characteristics and the level of antioxidant activity belonged to the Sorbavit herbal preparation, characterized not only by the sweetest taste, due to the presence in its the composition of licorice root, but also the highest content of anthocyanin pigments and catechins, which are generally recognized antioxidants, which made it advisable to use it as a reference among pharmaceutical herbal preparations of Belarusian production. Among the pharmaceutical herbal preparations from Russian manufacturers, represented by the compositions Vitamin Herbal collection; Altai Bouquet, Medicinal Glade and Herbal Tea No. 39, Medicinal Glade had the most pronounced advantages in terms of rich biochemical composition and antioxidant activity, marked by the sweetest taste due to the presence of hawthorn and rosehip fruits in its composition, as well as the highest content of ursolic acid, pectin substances, anthocyanin pigments and catechins, and therefore this composition will be accepted as a reference standard among Russian-made pharmaceutical herbal preparations.

Key words: pharmaceutical herbal preparations of healing effect, biochemical composition, organic acids, carbohydrates, phenolic compounds, antioxidant activity.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время, в связи с ростом в стране количества заболеваний разной этиологии, вызванным последствиями пандемии, а также инфекционными и сезонными респираторными болезнями, возникла необходимость в повышении иммунитета у населения на основе использования природных источников биологически активных соединений, накапливающихся в значительных количествах в сырьевых частях ряда интродуцированных лекарственных растений, способных в составе фитосборов обеспечивать иммуномодулирующий, антиоксидантный, общеукрепляющий и успокоительный эффекты. Приоритетное значение при этом должно принадлежать видам с повышенным содержанием биофлавоноидов и органических кислот, обладающих широким спектром физиологического действия, в том числе Р-витаминным и антиоксидантным, к которым следует отнести растения душицы обыкновенной, мяты лекарственной, многоколосника морщинистого, шалфея лекарственного и зверобоя продырявленного, представленные в коллекционном фонде лаборатории биоразнообразия растительных ресурсов Центрального ботанического сада НАН Беларуси и являющиеся природными источниками широкого спектра биологически активных соединений разной химической природы.

Учитывая индивидуальные особенности биохимического состава данных интродуцентов, варьируя соотношением растительных компонен-

тов в составе фитосборов, можно добиться максимального фармакологического эффекта за счет синергического характера взаимодействия присутствующих в них биологически активных соединений. В этой связи в рамках выполнения задания Государственной программы «Научно-инновационная деятельность Национальной академии наук Беларуси», в 2025 г. авторским коллективом предусмотрено создание на их основе 7 экспериментальных композиций чайных фитосборов комплексного оздоравливающего действия. Вместе с тем для выявления среди них наиболее перспективных по витаминной ценности и антиоксидантной активности, представлялось целесообразным использовать в качестве эталонов сравнения лучшие варианты уже известных, наиболее востребованных у населения страны и реализуемых через аптечную сеть чайных композиций оздоравливающего и иммуномодулирующего действия из сырья других видов лекарственных растений. С этой целью в 2024 г. проведены биохимические исследования образцов 8 видов фитосборов отечественного и российского производства по широкому спектру показателей, в том числе, по содержанию Р-витаминов и уровню антиоксидантной активности, позволившие отобрать среди них 2 лучших образца для использования в качестве эталонных объектов. Результаты этих исследований приведены в настоящей работе.

МАТЕРИАЛЫ (ОБЪЕКТЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ряду отечественных фитосборов объектами биохимических исследований явились следующие 4 композиции: *Калинковские чаи 1* (производитель ООО «Калина»), в состав которого входят трава душицы обыкновенной, трава зверобоя продырявленного, трава мяты лекарственной, плоды шиповника; *Калинковские чаи 2* (производитель ООО «Калина»), в состав которого входят плоды черной смородины, трава мяты лекар-

ственной, лист кипрея узколистного (иван-чай), цветки ромашки аптечной; *Фитолекарь (Выздоровливай)* (производитель ООО «Аптекарский сад»), в состав которого входят лист кипрея узколистного, трава мяты лекарственной, лист шалфея лекарственного, трава котовника кошачьего, кукурузные столбики с рыльцами, лист мяты перечной, цветки календулы лекарственной; *Сорбавит* (производитель ООО «Лечприрода-21»), в со-

став которого входят плоды шиповника (34%), плоды рябины (20%), плоды аронии черноплодной (10%), плоды боярышника (5%), лист малины (10%), лист земляники (3%), лист крапивы (5%), лист смородины (3%), побеги черники (5%), корень солодки (2%), корневище лапчатки (калган) (3%).

Среди аптечных фитосборов российских производителей исследованы также 4 вида композиций: **Витаминный травяной сбор** (производитель ООО «Фарм-продукт»), в состав которого входят с содержанием по 11% трава чабреца, трава иван-чая, трава душицы обыкновенной, лист ежевики, лист смородины, плоды шиповника, плоды рябины красной, чай черный; **Букет Алтая** (производитель ИП Шорохов Д. В.), в состав которого входят лист кипрея узколистного, лист мяты перечной, трава Melissa лекарственной, трава лаванды, трава зверобоя продырявленного, трава чабреца, трава дербенника иволистного, трава первоцвета лекарственного, трава лабазника, цветки ромашки аптечной, цветки боярышника, семена подсолнечника, плоды смородины лесной, плоды шиповника, плоды земляники, плоды малины; **Целебная поляна** (производитель ПКФ ООО «ФИТОФАРМ»), в состав которого входят трава эхинацеи пурпурной (15%), корневища и корни девясила высокого (15%), плоды боярышника (15%), плоды шиповника (15%), цветки календулы (10%), трава зверобоя продырявленного (10%), плоды рябины (10%), корни одуванчика (10%); **Фиточай №39** (производитель ООО «ЛекФарма «Адонис»), в состав которого входят листья мяты перечной, листья шалфея лекарственного, трава душицы обыкновенной, цветки липы сердцелистной, цветки бузины черной, плоды можжевельника обыкновенного, плоды шиповника коричневого, корни девясила высокого, корни и корневища солодки голой.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении биохимического скрининга порошкообразных субстанций фитосборов **белорусского производства** в качестве условного эталонного объекта принят образец **Калинковские чаи 1**. По нашим данным, приведенным в табл. 1–3, в исследуемых образцах содержание органических кислот, в том числе титруемых, урсоловой и гидроксикоричных, варьировалось в диапазонах 2,20–2,54% 1,82–3,04% и 3001,5–7095,6 мг/100 г соответственно, а общее количество растворимых сахаров – в интервале 22,3–46,7% при изменении показателя сахарокислотного индекса от 9,3 до 19,4, а также содержания пектиновых и дубильных веществ (танинов) от 1,42 до 8,90% и 8,10–9,35%. Общее количество биофлавоноидов в них варьировалось в довольно

При исследовании биохимического состава образцов перечисленных фитосборов определяли содержание органических соединений, относящихся к разным классам действующих веществ, в том числе свободных органических кислот (общей кислотности) – объемным методом [1]; гидроксикоричных кислот (в пересчете на хлорогеновую) – спектрофотометрическим методом [2]; урсоловой кислоты – спектрофотометрическим методом [3]; растворимых сахаров – ускоренным полумикрометодом [4]; пектиновых веществ – спектрофотометрическим методом с использованием карбазола [5]; суммы антоциановых пигментов – по методу T. Swain, W. E. Hillis [6], с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю. Г. Скориковой и Э. А. Шафтан [7]; собственно антоцианов и суммы катехинов (с использованием ванилинового реактива) – спектрометрическим методом [8, 1]; суммы флавонолов (в пересчете на рутин) – спектрофотометрическим методом [1]; дубильных веществ (танинов) – титрометрическим методом Левенталю [9]. Антиоксидантную активность этанольных экстрактов из образцов фитосборов определяли с использованием 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (ДФПГ) [10, 11]. Все аналитические определения выполнены в 2-кратной биологической и 3-кратной аналитической повторностях. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Сравнение образцов фитосборов по интегральному уровню нутриентной ценности и антиоксидантной активности осуществляли на основе авторского способа ранжирования объектов по совокупности анализируемых признаков, защищенного патентом [12].

широком диапазоне весьма высоких значений – от 3142 до 9367 мг/100 г. При этом диапазон изменения суммарного количества антоциановых пигментов охватывал область 767–1105 мг/100 г при изменении содержания собственно антоцианов в пределах от 40 до 270 мг/100 г, а лейкоантоцианов – от 549 до 1065 мг/100 г. Подобные интервалы варьирования содержания катехинов и флавонолов соответствовали еще более широкому областям значений – 416–3380 мг/100 г и 1907–7629 мг/100 г, что свидетельствовало о существенных различиях исследуемых композиций по уровню Р-витаминной активности.

Вместе с тем у отечественных фитосборов заметные различия выявлены и в соотношении основных групп биофлавоноидов, обусловленном

особенностями биохимического состава слагающих их растительных компонентов и определяющими специфику физиологического действия исследуемых композиций на организм человека. Как следует из табл. 4, заметным сходством в этом плане отличались *Фитолекарь* и обе композиции *Калинковских чаев*, особенно первая, в которых доминирующее положение в Р-витаминном комплексе принадлежало флавонолам, тогда как для *Сорбавита*, отмеченного минимальным суммарным количеством биофлавоноидов, главенствующее положение в нем занимали катехины. Заметим, что большинство отечественных фитосборов характеризовалось срав-

нительно невысоким содержанием антоциановых пигментов, в основном представленных лейкоформами, и лишь для фитосбора *Калинковские чаи 2* их долевое участие в составе Р-витаминного комплекса достигало 26%, что вдвое превышало таковое катехинов. Показанное выше значительное содержание в исследуемых образцах биологически активных соединений разной химической природы обусловило весьма высокий уровень их антиоксидантной активности, изменявшийся в пределах от 47,2 мкмоль экв тролкса /г у композиции *Калинковские чаи 2* до 208,6 мкмоль экв тролкса /г у композиции *Фитолекарь* (табл. 5).

Таблица 1. Содержание органических кислот в образцах аптечных фитосборов отечественного и российского производства

Table 1. The content of organic acids in samples of pharmaceutical herbal preparations of domestic and Russian production

Фитосбор	Свободные органические кислоты, %		Гидроксикоричные кислоты, мг/100 г		Урсоловая кислота, %	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>
Белорусские фитосборы						
<i>Калинковск. чай 1-эт.</i>	2,54±0,01	-	4405,7±14,2	-	2,50±0,06	-
<i>Фитолекарь</i>	2,20±0,04	-7,7*	7095,6±10,4	152,5*	1,82±0,06	-8,0*
<i>Калинковск. чай 2</i>	2,41±0,02	-6,3*	5991,3±10,4	89,9*	3,04±0,11	4,2*
<i>Сорбавит</i>	2,41±0,01	-9,2*	3001,5±10,4	-79,6*	2,62±0,05	2,8*
Российские фитосборы						
<i>Вит. трав. сбор-эт.</i>	1,70±0,10	-	5431,2±13,7	-	1,71±0,06	-
<i>Букет Алтая</i>	1,33±0,01	-3,8*	4946,0±18,1	-21,4*	1,62±0,01	-2,9*
<i>Целебная поляна</i>	1,27±0,01	-4,4*	3348,6±18,1	-91,9*	2,60±0,05	11,4*
<i>Фиточай №39</i>	1,19±0,02	-5,2*	5032,8±17,2	-18,1*	1,71±0,08	0
Здесь и в табл. 2, 3, 5 * Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с условным эталонным объектом при p<0,05						

Таблица 2. Содержание растворимых сахаров и пектиновых веществ в образцах аптечных фитосборов отечественного и российского производства

Table 2. The content of soluble sugars and pectin substances in samples of pharmaceutical herbal preparations of domestic and Russian production

Фитосбор	Растворимые сахара, %		Сахарокислотный индекс		Пектиновые вещества, %	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>
Белорусские фитосборы						
<i>Калинковск. чай 1-эт.</i>	39,7±0,7	-	15,6±0,2	-	8,90±0,01	-
<i>Фитолекарь</i>	23,3±0,7	-17,3*	10,6±0,3	-12,3*	7,85±0,04	-23,7*
<i>Калинковск. чай 2</i>	22,3±0,7	-18,4*	9,3±0,3	-18,9*	1,42±0,04	-175,7*
<i>Сорбавит</i>	46,7±0,3	9,4*	19,4±0,1	16,8*	1,45±0,05	-154,9*
Российские фитосборы						
<i>Вит. трав. сбор-эт.</i>	33,3±0,7	-	19,7±0,8	-	2,37±0,08	-
<i>Букет Алтая</i>	38,3±0,3	6,7*	28,8±0,5	9,8*	2,09±0,05	-3,0*
<i>Целебная поляна</i>	50,7±0,3	23,3*	40,0±0,6	20,9*	2,91±0,05	5,6*
<i>Фиточай №39</i>	56,0±0,6	25,7*	47,2±1,2	19,4*	4,19±0,03	20,7*

Таблица 3. Содержание фенольных соединений в образцах аптечных фитосборов отечественного и российского производства

Table 3. The content of phenolic compounds in samples of pharmaceutical herbal preparations of domestic and Russian production

Фитосбор	Биофлавоноиды, мг/100 г							
	собственно антоцианы		лейкоантоцианы		сумма антоциановых пигментов		катехины	
	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t
Белорусские фитосборы								
Калинковск. чай 1-эт.	80,0±10,0	-	687,0±25,7	-	767,0±17,4	-	1092,0±45,0	-
Фитолекарь	40,0±10,0	-2,8*	1065,0±108,2	3,3*	1105,0±108,2	3,1*	442,0±158,2	-4,0*
Калинковск. чай 2	270,0±52,0	3,6*	549,0±54,5	-3,3*	819,0±19,6	2,8*	416,0±52,0	-9,8*
Сорбавит	140,0±10,0	4,2*	783,0±21,4	2,9*	923,0±22,1	5,6*	3380,0±26,0	44,0*
Фитосбор	Биофлавоноиды, мг/100 г						Дубильные вещества, %	
	флавонолы		сумма		флавонолы / катехины			
	$\bar{X} \pm st$	t_{Cr}	$\bar{X} \pm st$	t_{Cr}	$\bar{X} \pm st$	t_{Cr}	$\bar{X} \pm st$	t_{Cr}
Калинковск. чай 1-эт.	7508,2±80,0	-	9367,2±23,2	-	6,9±0,4	-	8,10±0,02	-
Фитолекарь	7629,4±61,4	1,2	9176,4±28,7	-2,6	17,3±0,9	11,2*	8,58±0,01	18,6*
Калинковск. чай 2	1907,4±74,2	-51,3*	3142,4±76,8	-77,6*	4,7±0,5	-3,5*	9,35±0,02	38,3*
Сорбавит	2707,8±78,1	-43,0*	7010,8±74,8	-30,1*	0,8±0	-17,2*	9,29±0,01	43,5*
Фитосбор	Биофлавоноиды, мг/100 г							
	собственно антоцианы		лейкоантоцианы		сумма антоциановых пигментов		катехины	
	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t
Российские фитосборы								
Вит. трав. сбор-эт.	330,0±1,2	-	723,0±15,6	-	1053,0±15,6	-	702,0±28,0	-
Букет Алтая	270,0±17,3	-3,5*	224,0±15,8	-6,3*	494,0±58,2	-7,5*	624,0±3,5	-2,8*
Целебная поляна	610,0±26,5	10,6*	651,0±25,7	-2,8*	1261,0±54,4	3,7*	858,0±32,3	3,6*
Фиточай №39	270,0±17,3	-3,5*	81,0±10,2	-18,2*	351,0±27,5	-15,1*	936,0±67,3	3,2*
Фитосбор	Биофлавоноиды, мг/100 г						Дубильные вещества, %	
	флавонолы		сумма		флавонолы / катехины			
	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t
Вит. трав. сбор-эт.	4478,9±17,0	-	6233,9±32,2	-	6,4±0,2	-	7,52±0,01	-
Букет Алтая	5330,4±74,2	11,2*	6448,4±33,8	2,9*	8,5±0,1	8,3*	9,35±0,02	79,2*
Целебная поляна	4121,3±74,3	-4,7*	6240,3±70,4	0,1	4,8±0,2	-4,7*	1,79±0,02	-248,1*
Фиточай №39	1430,5±78,0	-38,2*	2717,5±174,2	-19,8*	1,5±0,1	-18,9*	1,46±0,03	-232,9*

Таблица 4. Долевое участие основных групп биофлавоноидов в составе Р-витаминного комплекса аптечных фитосборов отечественного и российского производства, %

Table 4. The participation of the main groups of bioflavonoids in the composition of the Р-vitamin complex of pharmaceutical herbal preparations of domestic and Russian production, %

Вариант опыта	Собственно антоцианы	Лейкоантоцианы	Сумма антоциановых пигментов	Катехины	Флавонолы
Белорусские фитосборы					
<i>Калинковские чай 1-эт</i>	1	7	8	12	80
<i>Фитолекарь</i>	1	11	12	5	83
<i>Калинковские чай 2</i>	9	17	26	13	61
<i>Сорбавит</i>	2	11	13	48	39
Российские фитосборы					
<i>Вит. трав. сбор-эт.</i>	5	12	17	11	72
<i>Букет Алтая</i>	4	4	8	10	82
<i>Целебная поляна</i>	9	11	20	14	66
<i>Фиточай №39</i>	10	3	13	34	53

Таблица 5. Уровни антиоксидантной активности аптечных фитосборов отечественного и российского производства, мкмоль экв тролокса /г.**Table 5.** Levels of antioxidant activity of pharmaceutical herbal preparations of domestic and Russian production, mmol of eq trolox /g

Фитосбор	АОА (ДФПГ)	
	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>
Белорусские фитосборы		
<i>Калинковск.чай 1-эт.</i>	56,7±1,6	-
<i>Фитолекарь</i>	208,6±4,2	33,7*
<i>Калинковск.чай 2</i>	47,2±1,5	-4,3*
<i>Сорбавит</i>	106,3±1,5	22,6*
Российские фитосборы		
<i>Вит.трав.сбор-эт.</i>	68,9±1,5	-
<i>Букет Алтая</i>	152,8±4,7	16,9*
<i>Целебная поляна</i>	66,0±1,2	-2,8*
<i>Фиточай №39</i>	162,1±4,3	20,7*

Столь значительная ширина приведенного диапазона варьирования данного признака, как, впрочем, и биохимических характеристик фитосборов, косвенно указывала на наличие существенных различий между ними в проявлении оздоравливающего и иммуномодулирующего действия на организм человека. На основании результатов биохимического скрининга исследуемых композиций отечественного производства определены образцы с максимальными и соответственно минимальными значениями анализируемых показателей (табл.6). Нетрудно убедиться, что лидирующее положение по количеству первых принадлежало композиции **Фито-**

лекарь, характеризовавшейся наиболее значительным в линейке белорусских фитосборов содержанием гидрохлоридных кислот, лейкоантоцианов, флавонолов при наибольшем общем количестве биофлавоноидов, обеспечившем самый высокий уровень антиоксидантной активности. При этом, несмотря на минимальное содержание в данном образце титруемых и урсоловой кислот, а также собственно антоцианов с их высокой антиоксидантной активностью, его можно рассматривать как весьма перспективный объект по потенциальному оздоравливающему и иммуномодулирующему действию на организм человека.

Таблица 6. Образцы аптечных фитосборов отечественного и российского производства с наибольшими (**max**) и наименьшими (**min**) значениями биохимических характеристик**Table 6.** Samples of pharmaceutical herbal preparations of domestic and Russian production with the highest (**max**) and lowest (**min**) values of biochemical characteristics

Показатель	Белорусские фитосборы				Российские фитосборы			
	<i>Калинк. чай 1-эт.</i>	<i>Фито-лекарь</i>	<i>Калинк. чай 2</i>	<i>Сорбавит</i>	<i>Вит.трав. сбор-эт.</i>	<i>Букет Алтая</i>	<i>Целебная поляна</i>	<i>Фиточай №39</i>
Свободные органич. к-ты	max	<i>min</i>	.	.	max	.	.	<i>min</i>
Урсоловая кислота	.	<i>min</i>	max	.	.	<i>min</i>	max	.
Гидрохлоридные кислоты	.	max	.	<i>min</i>	max	.	<i>min</i>	.
Растворимые сахара	.	.	<i>min</i>	max	<i>min</i>	.	.	max
Сахарокислотный индекс	.	.	<i>min</i>	max	<i>min</i>	.	.	max
Пектиновые вещества	max	.	<i>min</i>	<i>min</i>	.	<i>min</i>	.	max
Собственно антоцианы	.	<i>min</i>	max	.	.	<i>min</i>	max	<i>min</i>
Лейкоантоцианы	.	max	<i>min</i>	.	max	.	.	<i>min</i>
Сумма антоц. пигментов	<i>min</i>	max	.	.	.	.	max	<i>min</i>
Катехины	.	.	<i>min</i>	max	.	<i>min</i>	.	max
Флавонолы	max	max	<i>min</i>	.	.	max	.	<i>min</i>
Сумма биофлавоноидов	max	max	<i>min</i>	.	.	max	.	<i>min</i>
Дубильные вещества	<i>min</i>	.	max	max	.	max	.	<i>min</i>
АОА	.	max	<i>min</i>	.	.	.	<i>min</i>	max

Столь же высоким, как у данного фитосбора, содержанием Р-витаминов, в том числе флавонолов, при максимальном количестве свободных органических кислот и пектиновых веществ характеризовалась также композиция *Калинковские чаи 1*, в отличие от которой, для фитосбора *Калинковские чаи 2* показано, напротив, наибольшее количество минимальных значений большинства биохимических характеристик, в том числе уровня антиоксидантной активности, при максимальном содержании лишь урсоловой кислоты, собственно антоцианов и дубильных веществ. Что касается фитосбора *Сорбавит*, то у него выявлено наиболее высокое содержание катехинов, танинов и растворимых сахаров при наибольшем показателе сахарокислотного индекса и минимальном количестве гидроксикоричных кислот и пектиновых веществ (см. табл. 6).

С целью выявления в ряду композиций белорусского производства варианта с наиболее богатым биохимическим составом, проведено их ранжирование в порядке снижения интегрального уровня нутриентной ценности и антиоксидантной активности на основе показателей, приведенных в табл. 7. В соответствии с используемым для этого методическим приемом [12], для каждой чайной композиции осуществлено суммирование относительных размеров положительных и отрицательных различий с условным эталонным объектом (*Калинковские чаи 1*) по 13

исследуемым характеристикам биохимического состава и уровню антиоксидантной активности. По величине амплитуды выявленных различий можно судить о степени расхождений каждого тестируемого образца фитосбора с условным эталонным объектом по совокупности анализируемых признаков, тогда как на основании кратного размера соотношения суммарных величин позитивных и негативных сдвигов в его биохимическом составе можно оценить степень различий с ним по интегральному уровню витаминной ценности в ту или иную сторону, приняв за 1 данный показатель у эталонного объекта.

Как следует из табл. 8, в линейке фитосборов белорусского производства амплитуда выявленных различий с последним по совокупности биохимических характеристик и уровню антиоксидантной активности варьировалась в весьма широком диапазоне – 669,3–730,5%, свидетельствовавшим о значительных расхождениях из-за разного компонентного состава сравниваемых композиций. При этом у фитосборов *Фитолекарь* и *Сорбавит* общий уровень нутриентной и антиоксидантной активности, характеризующий их целебные свойства, оказался выше, чем у эталонного объекта, в 1,9–2,2 раза, тогда как у фитосбора *Калинковские чаи 2*, напротив, ниже, поскольку совокупность величин отрицательных сдвигов в спектре анализируемых признаков превышала таковую положительных в 1,3 раза.

Таблица 7. Относительные различия образцов аптечных фитосборов отечественного и российского производства с условными эталонными объектами *Калинковские чаи 1* и *Витаминный травяной сбор* по характеристикам биохимического состава и уровню антиоксидантной активности, %

Table 7. Relative differences between samples of pharmaceutical herbal preparations of domestic and Russian production with reference objects *Kalinka teas 1* and *Vitamin herbal collection* in terms of biochemical composition and level of antioxidant activity, %

Показатели	Белорусские фитосборы			Российские фитосборы		
	Фитолекарь	Калиновск. чаи-2	Сорбавит	Букет Алтая	Целебная поляна	Фиточай №39
Своб. органич. кислоты	-13,4	-5,1	-5,1	-21,8	-25,3	-30,0
Гидроксикор. кислоты	+61,1	+36,0	-31,9	-8,9	-38,3	-7,3
Урсоловая кислота	-27,2	+21,6	+4,8	-5,3	+52,0	-
Растворимые сахара	-41,3	-43,8	+17,6	+15,0	+52,3	+68,2
Сахарокислотн. индекс	-32,1	-40,4	+24,4	+46,2	+103,0	+139,6
Пектиновые вещества	-11,8	-84,0	-83,7	-11,8	+22,8	+76,8
Собственно антоц.	-50,0	+237,5	+75,0	-18,2	+84,8	-18,2
Лейкоантоцианы	+55,0	-20,1	+14,0	-69,0	-10,0	-88,8
Сумма антоц. пигм.	+44,1	+6,8	+20,3	-53,1	+19,8	-66,7
Катехины	-59,5	-61,9	+209,5	-11,1	+22,2	+33,3
Флавонолы	-	-74,6	-63,9	+19,0	-8,0	-68,1
Сумма биофлавоноидов	-	-66,5	-25,2	+3,4	-	-56,4
Дубильные вещества	+5,9	+15,4	+14,7	+24,3	-76,2	-80,6
АОА	+267,9	-16,8	+87,5	+121,8	-4,2	+135,3

Примечание: Прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента различий с условным эталонным объектом при $p < 0,05$

Таблица 8. Относительные размеры, амплитуды и соотношения разноориентированных различий образцов аптечных фитосборов отечественного и российского производства с условными эталонными объектами *Калинковские чаи 1* и *Витаминный травяной сбор* по характеристикам биохимического состава и уровню антиоксидантной активности

Table 8. The relative sizes, amplitudes and ratios of variously oriented differences between samples of pharmaceutical herbal preparations of domestic and Russian production with reference objects *Kalinkov teas 1* and *Vitamin herbal collection* according to the characteristics of the biochemical composition and the level of antioxidant activity

Название фитосбора	Относительные размеры сдвигов, %			
	положит.	отрицат.	амплитуда	положит. / отрицат.
Белорусские фитосборы				
<i>Фитолекарь</i>	434,0	235,3	669,3	1,85
<i>Калиновские чаи-2</i>	317,3	413,2	730,5	0,77
<i>Сорбавит</i>	467,8	209,8	677,6	2,23
Российские фитосборы				
<i>Букет Алтай</i>	229,7	199,2	428,9	1,15
<i>Целебная поляна</i>	356,9	162,0	518,9	2,20
<i>Фиточай №39</i>	453,2	416,1	869,3	1,09

Это указывало на соответствующее отставание данного фитосбора от эталонного образца по антиоксидантному действию, а также интегральному уровню витаминной ценности по совокупности 13 биохимических характеристик. Вместе с тем из двух композиций, превосходивших в этом плане эталонный фитосбор *Калинковские чаи 1*, лидирующее положение принадлежало *Сорбавиту*, характеризовавшемуся, как следует из табл. 7, не только более сладким вкусом, благодаря присутствию в его составе корня солодки, но и более высоким содержанием антоциановых пигментов и катехинов, являющихся общепризнанными антиоксидантами, что в значительной степени обусловило у него в 2,2 раза более высокий, чем у эталонного объекта, общий оздоравливающий эффект (см. табл. 8). В связи с этим при составлении собственных оригинальных композиций из лекарственного сырья интродуцированных лекарственных и пряноароматических растений на базе коллекционного фонда Центрального ботанического сада НАН Беларуси, для выявления лучших среди них, в качестве эталонного объекта в ряду аптечных фитосборов белорусского производства будет использоваться композиция *Сорбавит*.

При проведении аналогичных исследований с фитосборами **российских производителей** в качестве условного эталонного объекта принят образец *Витаминный травяной сбор*. По нашим данным, приведенным в табл. 1–3, в образцах данных композиций содержание органических кислот, в том числе титруемых, урсоловой и гидроксикоричных, варьировалось в диапазонах 1,19–1,70% 1,62–2,60% и 3348,6–5431,2 мг/100 г соответственно, а общее количество раствори-

мых сахаров – в интервале 33,3–56,0% при изменении показателя сахарокислотного индекса от 19,7 до 47,2, а также содержания пектиновых и дубильных веществ (танинов) в пределах 2,09–4,19% и 1,46–9,35%. Заметим, что российские композиции в целом несколько уступали белорусским по содержанию органических кислот и танинов, но превосходили их по уровню сахаристости. При этом общее количество биофлавоноидов в исследуемых образцах варьировалось в весьма широком диапазоне менее высоких, чем у белорусских аналогов, значений – от 2718 до 6448 мг/100 г, а диапазон изменения суммарного количества антоциановых пигментов охватывал область значений 351–1261 мг/100 г при более высоком, чем в отечественных фитосборах, содержании собственно антоцианов – от 270 до 610 мг/100 г и меньшем количестве лейкоантоцианов – от 81 до 723 мг/100 г. Подобные интервалы варьирования содержания катехинов и флавонолов в образцах российских композиций соответствовали также областям более низких значений – 624–936 мг/100 г и 1431–5330 мг/100 г соответственно, на фоне существенных различий в уровне Р-витаминной активности, подтверждаемой значительной шириной представленных диапазонов.

Вместе с тем в российских композициях, как и в белорусских, также выявлены заметные различия в соотношении основных групп биофлавоноидов, обусловленные особенностями биохимического состава слагающих их растительных компонентов. Несмотря на то, что доминирующее положение в Р-витаминном комплексе всех российских фитосборов принадлежало флавонолам, их доленое участие в нем варьировалось в

весьма широком интервале – от 53% у фитосбора *Фиточай №39* до 82% у композиции *Букет Алтая* (см. табл. 4). Заметим, что в первом случае выявлена, напротив, наибольшая относительная доля катехинов (34%) при ее минимальном значении у условного эталонного образца *Витаминный травяной сбор*. При этом долевое участие антоциановых пигментов в биофлавоноидном комплексе российских композиций сопоставимо с таковым белорусских и варьировалось от 8 до 20% при сходстве относительных долей собственно антоцианов и лейкоантоцианов в композициях *Букет Алтая* и *Целебная поляна* и доминировании первых в составе *Фиточай №39*, а вторых – в составе *Витаминного травяного сбора*.

Как следует из табл. 5, исследуемые фитосборы российских производителей характеризовались в основном сопоставимым с установленным у белорусских аналогов уровнем антиоксидантной активности, варьировавшимся от 66–69 мкмоль экв тролокса /г у композиций *Целебная поляна* и *Витаминный травяной сбор* до 153–162 мкмоль экв тролокса /г у композиций *Букет Алтая* и *Фиточай №39*.

На основании результатов биохимического скрининга российских фитосборов определены образцы с максимальными и соответственно минимальными значениями анализируемых признаков (см. табл.6). Как видим, наибольшим количеством и тех, и других отмечен *Фиточай №39*, характеризовавшийся наибольшей сахаристостью, а также наиболее значительным содержанием пектиновых веществ и катехинов, являющихся мощными антиоксидантами, что, несмотря на минимальное количество антоциановых пигментов, флавонолов и танинов, обусловило у него максимальный уровень антиоксидантной активности. Это дает основание рассматривать данный фитосбор как весьма перспективный объект по потенциальному оздоравливающему и иммуномодулирующему действию на организм человека. Противоположная картина полярных значений исследуемых характеристик показана для фитосбора *Букет Алтая*, в котором на фоне минимального содержания пектинов, собственно антоцианов и катехинов обнаружено максимальное количество танинов, флавонолов и Р-витаминов в целом.

С целью выявления в ряду фитосборов российского производства самого перспективного объекта, обладающего наиболее богатым биохимическим составом, проведено их ранжирование с использованием представленного выше методического приема [12] в порядке снижения интегрального уровня нутриентной ценности по совокупности приведенных в табл. 7 биохимических характеристик. При этом для каждой тестируемой композиции осуществлено суммирование относительных размеров положительных и отрицательных различий с условным эталонным объектом (*Витаминный травяной сбор*) по 13 показателям биохимического состава и уровню антиоксидантной активности.

Как следует из табл.8, в ряду исследуемых фитосборов амплитуда выявленных различий по совокупности исследуемых признаков варьировалась в более широком, чем у белорусских аналогов, диапазоне – 428,9–869,3% при наибольшей ее величине у *Фиточай №39*. При этом у всех тестируемых объектов общий уровень нутриентной ценности и антиоксидантной активности, характеризующий их целебные свойства, оказался выше, чем у условного эталонного объекта, в 1,1–2,2 раза, что подтверждалось соответствующей величиной соотношения совокупностей положительных и отрицательных различий с ним по анализируемым признакам. Заметим, что для фитосборов *Букет Алтая* и *Фиточай №39* показано близкое установленному у *Витаминного травяного сбора* значение данного показателя, тогда как наибольшим размером данного превышения характеризовалась композиция *Целебная поляна*, отмеченная, как следует из табл.7, не только самым сладким вкусом, благодаря присутствию в ее составе плодов боярышника и шиповника, но и более высоким содержанием урсоловой кислоты, пектиновых веществ, а также антоциановых пигментов и катехинов, являющихся общепризнанными антиоксидантами. В связи с этим при составлении собственных оригинальных композиций из лекарственного сырья интродуцированных лекарственных и пряноароматических растений на базе коллекционного фонда Центрального ботанического сада НАН Беларуси, для выявления лучших среди них, в качестве эталонного объекта в ряду аптечных фитосборов российского производства будет использоваться *Целебная поляна*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате сравнительного исследования биохимического состава реализуемых через аптечную сеть республики фитосборов оздоравливающего действия белорусского и российского производства, с целью выявления лучших образ-

цов для использования в качестве эталонных объектов при составлении собственных оригинальных композиций на основе сырья пряноароматических и лекарственных растений из коллекционного фонда Центрального ботаничес-

кого сада НАН Беларуси, установлены существенные различия между ними по содержанию ряда органических кислот, углеводов, фенольных соединений и уровню антиоксидантной активности, обусловленные индивидуальными особенностями химической природы слагающих их компонентов. Показано, что в ряду отечественных композиций разных производителей, представленных фитосборами *Калинковские чаи 1*, *Калинковские чаи 2*, *Фитолекарь (Выздоровлявай)* и *Сорбавит*, лидирующее положение по интегральному уровню питательной и нутриентной ценности по совокупности 13 биохимических характеристик и уровню антиоксидантной активности принадлежало фитосбору *Сорбавит*, характеризовавшемуся не только наиболее сладким вкусом, благодаря присутствию в его составе корня солодки, но и наибольшим содержанием антоциановых пиг-

ментов и катехинов, являющихся общепризнанными антиоксидантами, что обусловило целесообразность его использования среди аптечных фитосборов белорусского производства в качестве эталона сравнения. В ряду аптечных фитосборов российских производителей, представленных композициями *Витаминный травяной сбор*, *Букет Алтая*, *Целебная поляна* и *Фиточай №39*, наиболее выраженными преимуществами по богатству биохимического состава и антиоксидантной активности обладала чайная композиция *Целебная поляна*, отмеченная самым сладким вкусом, благодаря присутствию в ее составе плодов боярышника и шиповника, а также наибольшим содержанием урсоловой кислоты, пектиновых веществ, антоциановых пигментов и катехинов, в связи с чем она будет принята в качестве эталона сравнения среди аптечных фитосборов российского производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А. И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Ленинград, 1987. – 430 с.
2. Марсов, Н. Г. Фитохимическое изучение и биологическая активность брусники, клюквы и черники / Н. Г. Марсов. – Дисс. ... канд. фармацевтических наук : 15.00.02 / Марсов Николай Григорьевич ; Пермская государственная фармацевтическая академия – Пермь, 2006. – 227 л.
3. Спектрофотометрический метод количественного определения урсоловой кислоты / И. А. Муравьев, В. В. Шатило, В. Ф. Семенченко // Химия природных соединений. 1972. N 6, С. 738–740.
4. Большой практикум «Биохимия» Лабораторные работы: учеб. пособие. / сост. М. Г. Кусакина, В. И. Суворов, Л. А. Чудинова; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2012. 148 с.
5. Продукция соковая. Определение пектина фотометрическим методом: ГОСТ 32223 — 2013. – Введ. 28.08.2013. – М. : Изд-во стандартов, 2014. – 16 с.
6. Swain, T. The phenolic constituents of *Prunus Domestica*. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents / T. Swain, W. Hillis // J.Sci. Food Agric. – 1959. – Vol. 10, № 1. – P. 63–68.
7. Скорикова, Ю. Г. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах / Ю. Г. Скорикова, Э. А. Шафтан // Тр. 3 Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. – Свердловск, 1968. С. 451–461.
8. Методика определения антоцианов в плодах аронии черноплодной. / В. Ю. Андреева, А. С. Ангаскиева, Н. В. Исайкина // Вестник фармации. – Томск, 2013. – № 3. – С. 19–21.
9. Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье. Общие методы анализа // Государственная фармакопея СССР. Медицина, 1987. – С. 286–287.
10. Антиоксидантная активность белков отдельных видов дикорастущих растений Беларуси и Монголии / В. И. Домаш, О. А. Иванов, Т. П. Шарпио [и др.] // Ботаника (исследования). / НАН, отделение НПЦ, Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси. – Минск, 2017. Вып. 46. – С. 190–200.
11. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and the ethanol extract of *Cleistanthus (Roxb.) Merr and Perry buds* / Nguyen T. D., Jung M. K. // Food and chemical toxicology. – 2008. – Vol. 46, № 12. – P. 3632–3639.
12. Способ ранжирования таксонов растения / Ж. А. Рупасова, В. Н. Решетников, А. П. Яковлев / Мн.: Патент на изобретение №17648 от 08.07.2013.

Поступила в редакцию 10.02.2025

Принята к публикации 10.06.2025

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Рупасова Жанна Александровна – член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории экологической физиологии и химии растений Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»

Авраменко Станислав Николаевич – магистрант, младший научный сотрудник лаборатории экологической физиологии и химии растений Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»

Пашкевич Павел Андреевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий лабораторией биоразнообразия растительных ресурсов Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»

Ушакова Анна Владимировна – младший научный сотрудник лаборатории экологической физиологии и химии растений Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»

Саян Анастасия Сергеевна – младший научный сотрудник лаборатории экологической физиологии и химии растений Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»

Страх Яна Леонидовна – научный сотрудник лаборатории биоразнообразия растительных ресурсов Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»

Аmeliшко Алексей Михайлович – младший научный сотрудник лаборатории биоразнообразия растительных ресурсов Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»

Кот Александр Александрович – научный сотрудник лаборатории биоразнообразия растительных ресурсов Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»

Белый Павел Николаевич – кандидат биологических наук, доцент, ученый секретарь Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»

Шпитальная Тамара Васильевна – кандидат биологических наук, доцент, заведующая лабораторией интродукции древесных растений Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»

Карбанович Татьяна Михайловна – кандидат биологических наук, заместитель начальника Главного управления растениеводства Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь

Комплексная оценка аптечных фитосборов отечественного и российского производства по биохимическому составу и уровню антиоксидантной активности / Ж. А. Рупасова, П. А. Пашкевич, С. Н. Авраменко [и др.] // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Минск, 2025. – Вып. 55. – С. 237–247.

БОТАНИЧЕСКИЕ НАХОДКИ BOTANICAL DISCOVERIES

УДК 582.282.112(476)

А. К. ХРАМЦОВ

***ERYSIPHE PLATANI* (HOWE) U. BRAUN & S. TAKAM. – НОВЫЙ ЧУЖЕРОДНЫЙ МУЧНИСТОРОСЯНЫЙ ГРИБ В МИКОБИОТЕ БЕЛАРУСИ**

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь, e-mail: alexkhramtsov@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена идентификации и характеристике мучнисторосяного гриба *Erysiphe platani* (Howe) U. Braun & S. Takam., впервые обнаруженного в Беларуси на растениях р. *Platanus* L. В ходе проведенных полевых и лабораторных исследований установлено, что в обследованных местах культивирования платанов гриб *E. platani* развивался только в анаморфе. Впервые на материале из Беларуси изучены и приведены в статье морфометрические характеристики бесполой стадии развития возбудителя мучнистой росы платана. Впервые установлена принадлежность *E. platani* к фитопатогенным микромицетам, чужеродным для условий Беларуси. Определены встречаемость патогена-инвайдера и интенсивность поражения им листьев растений р. *Platanus*; обсуждаются возможные пути проникновения гриба *E. platani* на территорию нашей страны и его статус в фитоценозах.

Ключевые слова: мучнистая роса, *Platanus*, чужеродный фитопатогенный микромицет, растения-хозяева, анаморфа, микобиота.

А. К. KHRAMTSOV

***ERYSIPHE PLATANI* (HOWE) U. BRAUN & S. TAKAM. – A NEW ALIEN POWDERY MILDEW FUNGUS IN THE MYCOBIOTA OF BELARUS**

Belarusian State University, Minsk, Belarus, e-mail: alexkhramtsov@mail.ru

Annotation. The work is devoted to identify and characterize the powdery mildew fungus *Erysiphe platani* (Howe) U. Braun & S. Takam., firstly discovered in Belarus on the plants of the genus *Platanus* L. During the field and laboratory studies, it was established that in the surveyed places where plane trees were cultivated, the fungus *E. platani* developed only in anamorph. For the first time, using material from Belarus, the morphometric characteristics of the asexual stages of development of the causative agent of sycamore powdery mildew were studied and presented in the article. For the first time, it has been established that *E. platani* belongs to phytopathogenic micromycetes which are alien to the conditions of Belarus. The occurrence of the pathogen-invader and the intensity of its damage to the *Platanus* plants leaves were determined; in addition possible ways of penetration of the fungus *E. platani* into the territory of our country and its status in phytocenoses are discussed.

Key words: powdery mildew, *Platanus*, alien phytopathogenic micromycetes, host plants, anamorph, mycobiota.

ВВЕДЕНИЕ

Род *Platanus* L. (Platanaceae) включает виды светолюбивых листопадных деревьев, которые являются декоративно ценными орнаментальными растениями благодаря густой кроне, красивой своеобразной светло-пятнистой окраске стебля и оригинальным шаровидным соплодиям. Платаны быстро растут, легко размножаются че-

ренками, отводками, пневой порослью, отчего во многих странах мира (США, Великобритания, страны Средиземноморья, Средней Азии, Закавказья и др.) они широко культивируются [1, 2].

На территории Беларуси платаны как теплолюбивые и в большинстве недостаточно зимостойкие растения, часто страдающие от весенних

и осенних заморозков, всегда были уникальными интродуцентами, которые редко культивировались по югу страны [2]. Так, А. Т. Федорук приводит единственное для территории нашей страны известное дерево платана кленолистного, которое выращивали в конце XIX – начале XX вв. в парке бывшего имения Дорошевичи (д. Славинск, Петриковский р-н, Гомельская обл.) [3]. Несмотря на то, что платан кленолистный (платан лондонский, или испанский) способен переносить даже суровые зимы Северной Европы, до настоящего времени платаны в Беларуси являются экзотическими растениями и редко культивируются (например, в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси (г. Минск), парках г. Бреста, г. Гродно) [4]. Вместе с тем, вышеуказанные деревья (особенно *Platanus × hispanica* Mill. ex Münchh., который переносит уплотнение почвы) характеризуются высокой устойчивостью к атмосферным загрязнениям и поэтому в озеленении урбанизированных территорий способны выступать хорошей альтернативой традиционным растениям: каштану конскому, липам, кленам, тополям [2]. Это может стать актуальным и для Беларуси, если учесть изменения климатических условий на ее территории, что выразилось в смещении

агроклиматических областей в направлении с юга на север и появлении на юге нашей страны Новой агроклиматической области [5].

До недавнего времени к достоинствам платанов относили их устойчивость против многих вредителей и болезней, однако последние десятилетия показывают, что платаны в местах их интродукции становятся субстратом для развития узкоспециализированных патогенов-микромикетов и беспозвоночных фитофагов [1]. Так, в нынешнем тысячелетии уже не один вегетационный период в странах Европы продолжается эпифитотийное развитие мучнистой росы платанов, вызванной инвазивным для данных территорий североамериканским микромикетом *Erysiphe platani* (Howe) U. Braun & S. Takam. (рис. 1) [6–11].

В сентябре 2024 г. в г. Бресте, в Парке культуры и отдыха (Парк имени 1 мая), впервые в Беларуси, нами отмечено развитие мучнистой росы на единственном экземпляре *Platanus × hispanica*, что побудило нас провести данные исследования.

Цель настоящей работы: идентифицировать возбудителя мучнистой росы растений р. *Platanus* и изучить особенности его строения, развития, трофической приуроченности в условиях Беларуси.



Рис. 1. Мучнистая роса на *Platanus* spp. в г. Будва (Черногория) (сентябрь, 2024 г.; фото автора)

Fig. 1. Powdery mildew on *Platanus* spp. in Budva (Montenegro) (September, 2024; photo by author)

ОБЪЕКТЫ (МАТЕРИАЛЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования явился фитопатогенный микромицет *Erysiphe platani* (Howe) U. Braun & S. Takam. Сбор материала осуществлялся с использованием маршрутного метода микологических и фитопатологических исследований [12]. Встречаемость гриба оценена по шкале Гааса [13]. Степень поражения растений патогеном определена по 5-балльной шкале [14]. Изучено 2 образца вышеуказанного гриба, собранных на территории Беларуси (рис. 2).

Идентификация гриба *E. platani*, определение его морфометрических показателей проведены на кафедре ботаники БГУ методами световой микроскопии с использованием бинокулярных микроскопов Zeiss Axiostar, Альтами Microscope LED Light, а также соответствующих определителей, монографий, баз данных и статей [15–23]. При идентификации патогена с белорусских образцов приняты во внимание и учтены признаки поражения растений р. *Platanus* и структуры гриба *E. platani* с 3 образцов, собранных на территории Украины (анаморфа) и Черногории (анаморфа и телеоморфа), хранящихся в микологической коллекции Гербария Белорусского государственного университета (MSKU-F). Объем выборки конидий гриба *E. platani* составлял 50 штук. Для размеров изученных структур гриба указаны минимальное и максимальное значения признака. Окраска

структур гриба *E. platani* уточнена по шкале цветов А. С. Бондарцева, приведенной в [24].

Латинские названия и систематическое положение гриба даны в соответствии с Международными глобальными базами данных Index Fungorum и MycoBank, а растений – Plants of the World Online (Royal Botanic Garden KEW) [25–27].

Изученные образцы *Erysiphe platani* (Howe) U. Braun & S. Takam.:

На *Platanus×hispanica* Mill. ex Münchh. (syn. *Platanus×acerifolia* (Aiton) Willd.):

– MSKU-F 17795. Беларусь, Брестская обл., г. Брест, Брестское КУП «Парк культуры и отдыха» (Парк имени 1 мая), в обсадке аттракционов, 26.09.2024. Храмцов А. К.

На *Platanus* spp.:

– MSKU-F 17796. Беларусь, Гродненская обл., г. Гродно, Коложский парк, 13.10.2024. Федюшко И. А., Храмцов А. К.

– MSKU-F 17939. Украина, г. Керчь, набережная Керченского пролива, в обсадке, 23.08.2013. Храмцов А. К.

– MSKU-F 17941. Черногория, г. Будва, набережная Адриатического моря, в обсадке, 15.09.2024. Храмцов А. К.

– MSKU-F 17940. Черногория, г. Бечичи, набережная Адриатического моря, в обсадке, 17.09.2024. Храмцов А. К.

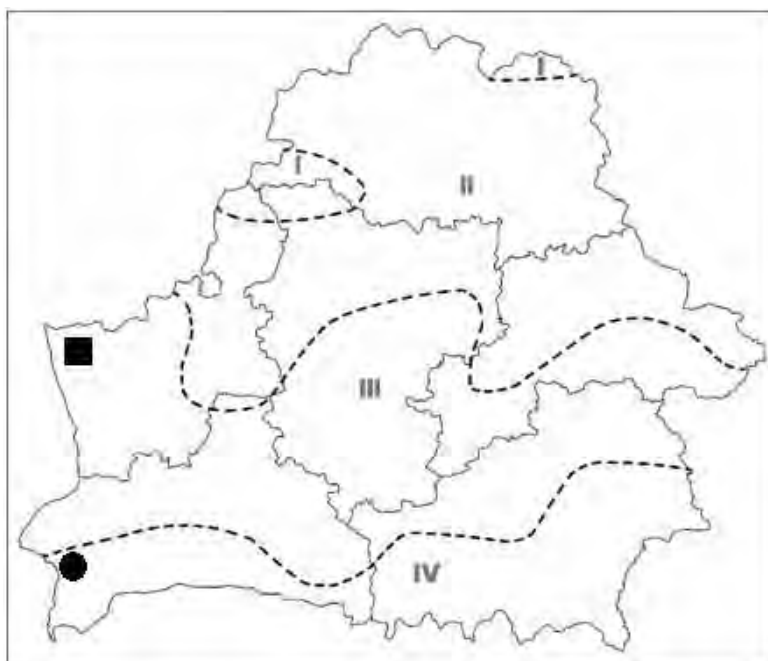


Рис. 2. Местонахождения гриба *Erysiphe platani* в Беларуси:

● – на *Platanus×hispanica* (г. Брест), ■ – на *Platanus* sp. (г. Гродно), ----- – границы агроклиматических областей (I – Северная, II – Центральная, III – Южная, IV – Новая), ——— – границы административных областей

Fig. 2. Locations of the fungus *Erysiphe platani* in Belarus:

● – on the *Platanus×hispanica* (Brest city), ■ – on the *Platanus* sp. (Grodno city), ----- – boundaries of agroclimatic regions (I – Northern, II – Central, III – Eastern, IV – New), ——— – boundaries of administrative regions

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований на собранных в Беларуси образцах растений р. *Platanus* идентифицирован гриб *Erysiphe platani* (Howe) U. Braun & S. Takam. (Erysiphaceae, Helotiales, Leotiomycetidae, Leotiomycetes, Pezizomycotina, Ascomycota, Dikarya, Fungi), который ранее не указывался в составе микобиоты нашей страны [16, 28].

Анализ литературы показал, что гриб *E. platani* является облигатным паразитом, вызывающим мучнистую росу растений р. *Platanus* [7, 16, 25, 26, 29]. В литературе есть указания, что развитие данного патогена возможно также на *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle (Simaroubaceae) (Швейцария) и *Punica granatum* L. (Lythraceae) (Венгрия) [19, 30].

Вышеуказанный микромицет впервые описан Е. С. Howe и приведен в 1874 г. как *Microsphaera platani* Howe на материале (листья *Platanus* sp.) из Нью-Йорка (США) [17]. Из литературы известно, что данный патоген в начале 1960-х гг. проник из Северной Америки в Европу и широко распространился на территории многих ее стран [6–11, 16, 19, 20, 30, 31]. Его инвазия произошла также в Южную Америку, Азию, Африку, Австралию и Океанию [7, 8, 16, 31]. Из числа стран, сопредельных с Республикой Беларусь, возбудитель мучнистой росы платанов отмечен в Польше, России и Украине [6–9, 31].

В результате исследований гриб *E. platani* обнаружен на листьях взрослых деревьев платана и собран только в анаморфе как в г. Бресте (Новая агроклиматическая область), так и в г. Гродно (Южная агроклиматическая область). Встречаемость гриба *E. platani* в обоих локалитетах оценена как «только в одном месте», а интенсивность поражения им органов растений достигала 1 балла (поражение охватывало до 10% площади листа) (рис. 3).

Далее приводим морфологическую характеристику гриба *E. platani*, составленную по результатам изучения его образцов с территории Беларуси.

***Erysiphe platani* (Howe) U. Braun & S. Takam., Schlechtendalia 4: 12 (2000).**

Bas. *Microsphaera platani* Howe, in Bessey, Bull. Torrey Bot. Club 5: 4 (1874).

Syn.: *Microsphaera penicillata* f. *platani* Jacz., Карм. опред. гриб., вып. 2. Мучн.-росян. грибы (Ленинград): 359 (1927).

Мицелий белый, быстро исчезающий паутинистый или сохраняющийся плотный, на обеих сторонах листовых пластинок растения-хозяина (чаще на верхней), в виде пятен, часто сливающихся (см. рис. 3А–3В). Пятна мицелия в подав-

ляющем большинстве изначально приурочены к жилкам листовых пластинок. Пораженные листья деформированные, с разрывами в местах поражения и некрозами по краю разрывов. Гифальные аппрессории лопастные, одиночные или в супротивных парах, 2,5×3,75 мкм (рис. 4А).

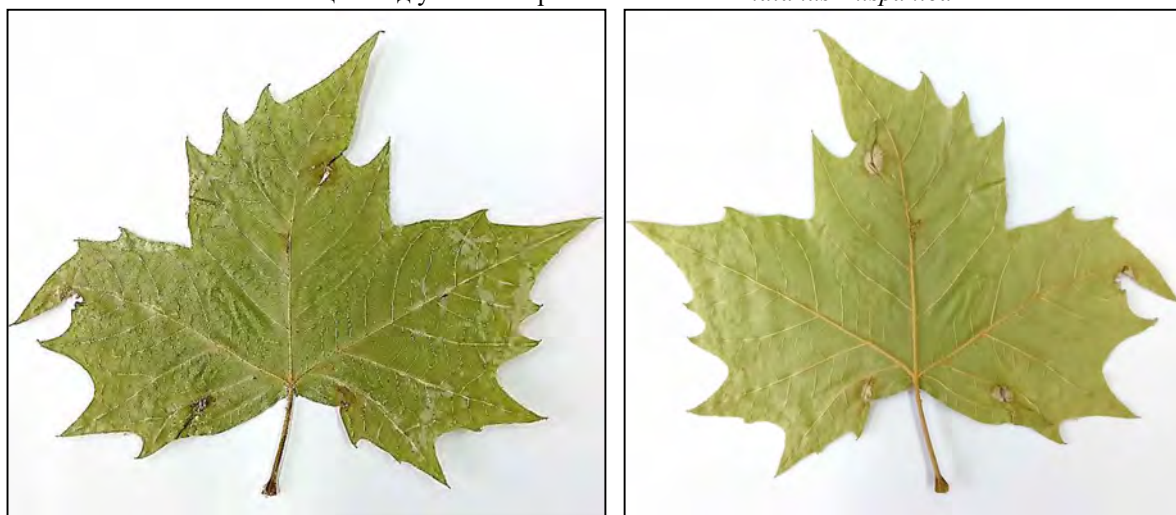
Анаморфа типа *Pseudoidium*. Спороношение в массе дымчатое, желтовато-серое (см. рис. 3В). Конидиеносцы прямые, у основания слегка извилистые, многоклеточные, неветвящиеся, 150,0–200,0(–280,0)×6,25–10,0 мкм (рис. 4В). На верхушке конидиеносца имеются 1–3 короткие клетки (25,0×10,0 мкм) или 1 более длинная клетка (30,0×8,75 мкм) и 1–2 более короткие (20,0×6,25 мкм). Конидии одиночные, полиморфные: чаще эллипсоидальные, реже удлинённо-эллипсоидальные, цилиндрические, продолговатые, с шероховатой или сетчатой поверхностью, 26,3–38,8×12,5–23,8 мкм (отношение длины к ширине 1,8) (рис. 4Б–4Г).

Учитывая высокую степень изученности разнообразия мучнисторосяных грибов в Беларуси, что отражено в специализированной монографии [28], есть все основания считать вышеуказанный патоген чужеродным для нашей страны, недавно проникшим на ее территорию, возможно, с воздушными массами и транспортными потоками, а также с беспозвоночными как переносчиками propagул гриба, включая узкоспециализированных вредителей платана [28]. О недавней инвазии патогена на территорию Беларуси указывают такие факты, как нахождение его на взрослых деревьях платана, давно культивируемых в обследованных парках г. Гродно и г. Бреста, что исключает его давний завоз с посадочным материалом. Слабое поражение листьев платанов грибом *Erysiphe platani* при сборе материала в конце вегетационного периода (сентябрь–октябрь) указывает на небольшой резерват его инфекции в выявленных локалитетах, а также может говорить о низкой адаптации патогена к условиям новых для него местообитаний. Гриб *E. platani* в качестве чужеродного приводится нами для Беларуси впервые [32].

Анализируя статус гриба *Erysiphe platani* в фитоценозах, нами принято во внимание следующее: отсутствие данных о патогене на территории Беларуси при проведении в стране специализированного многолетнего изучения разнообразия и распространения мучнисторосяных грибов, низкая частота встречаемости гриба в выявленных местообитаниях, прохождение им цикла развития только в анаморфе, а также слабая интенсивность поражения хозяев, указывающая на депрессию болезни. Учитывая все вышесказанное



А – общий вид участка пораженного листа *Platanus* × *hispanica*



Б – мучнистая роса на листе *Platanus* sp. (слева – вид сверху, справа – вид снизу)



В – мицелий и спороношение паразита на листе *Platanus* sp. (слева – вид сверху, справа – вид снизу)

Рис. 3. Гриб *Erysiphe platani* на *Platanus* spp.

Fig. 3. Fungus *Erysiphe platani* on the *Platanus* spp.



Рис. 4. Гифа с аппрессориями и структуры анаморфы гриба *Erysiphe platani*:

А – аппрессорий на гифе (указано стрелкой) (длина штриха: 5 мкм), Б, Г – конидии,
В – конидиеносцы с конидиями (длина штрихов: 30 мкм)

Fig. 4. Hypha with appressoria and structures of the anamorph of the fungus *Erysiphe platani*:

А – appressorium on the hyphae (indicated by an arrow) (the bar length: 5 µm), Б, Г – conidia,
В – conidiophores with conidia (the bar's length: 30 µm)

и используя схему Д. Ричардсона с соавторами (2000 г.), которая описывает процесс инвазии в целом и может быть применена ко всем группам живых организмов, можно охарактеризовать гриб *E. platani* как чужеродный вид, который преодолел географический барьер и находится на территории Беларуси на стадии освоения

абиотических и биотических особенностей новых биотопов [33].

Вопрос о признании гриба *Erysiphe platani* натурализовавшимся и инвазивным для Беларуси следует считать открытым до проведения дальнейших целенаправленных мониторинговых исследований в местах культивирования платана в нашей стране.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что мучнисторосяный гриб *Erysiphe platani* является новым для микобиоты Беларуси и трофически связан с растениями р. *Platanus*. Статус патогена определен как чужеродный, проникший на территорию нашей страны вслед за своими хозяевами-интродуцентами. Поскольку паразит отмечен в выявленных местообитаниях в момент сбора материала только в анаморфе, вопрос о его телеоморфе, прохождении полного цикла разви-

тия, возникновении у него способности к регулярному размножению (натурализация) на территории Беларуси остается открытым и требует дальнейшего изучения.

Приведенная информация о грибе *Erysiphe platani* дополняет данные о морфометрических характеристиках его анаморфы, круге хозяев, распространении и может быть учтена при инвентаризации микобиоты Беларуси, а также контроле опасного паразита растений р. *Platanus*, культивируемых в Беларуси.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках ГПНИ 10 «Природные ресурсы и окружающая среда», подпрограммы 10.2 «Биоразнообразие, биоресурсы, экология», задания 10.2.02 «Проблемы биологических инвазий и паразитарных угроз в природных и антропогенно-трансформированных экосистемах», НИР «Инвазивные фитопатогенные грибы, грибоподобные организмы и беспозвоночные животные на культивируемых и близкородственных дикорастущих растениях: статус в сообществах, распространение, диагностика» (№ ГР 20211704).

Автор выражает благодарность зав. сектором сохранения и восстановления растительных ресурсов лаборатории биоразнообразия растительных ресурсов Центрального ботанического сада НАН Беларуси А. Н. Мяслику, аспиранту кафедры ботаники Белорусского государственного университета И. А. Федюшко, заведующему кафедрой генетики Белорусского государственного университета А. В. Лагодичу за помощь в обнаружении мест произрастания растений р. *Platanus* в Беларуси, а также аспиранту кафедры ботаники Белорусского государственного университета И. А. Федюшко за техническую помощь при подготовке макета карты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жизнь растений: в 6 т. / АН СССР; ред. кол.: Ал. А. Федоров (гл. ред.) [и др.]. – М.: Просвещение, 1974–1982. – Т. 5. Ч. 1: Цветковые растения / А. Л. Тахтаджян, В. И. Грубов, И. В. Грушвицкий [и др.]; ред. А. Л. Тахтаджян. – 1980. – 430 с.
2. Антипов, В. Г. Декоративная дендрология / В. Г. Антипов. – Минск: Дизайн ПРО, 2000. – 280 с.
3. Федорук, А. Т. Садово-парковое искусство в Белоруссии / А. Т. Федорук. – Минск: Ураджай, 1989. – 247 с.
4. Новиков А. Л. Определитель деревьев и кустарников в безлистном состоянии / А. Л. Новиков. – 2-е изд. – Минск: Высшая школа, 1965. – 408 с.
5. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата: в рамках разработки национальной стратегии адаптации сельского хозяйства к изменению климата в Республике Беларусь / В. Мельник, В. Яцухно, Н. Денисов [и др.]. – Минск-Женева, 2017. – 84 с.
6. Adamska, I. Epidemic of *Erysiphe platani* in urban areas on the example of the Szczecin (NW Poland) / I. Adamska // Ecological Questions. – 2019. – Vol. 30, № 4. – P. 71–81.
7. Global distribution of *Erysiphe platani*: new records, teleomorph formation and re-examination of herbarium collections / K. Pastřáková, M. Pastřák, K. Adamčíková [et al.] // Cryptogamie, Mycologie. – 2014. – Vol. 35, № 2. – P. 163–176.
8. Heluta, V. P. Distribution of *Erysiphe platani* (Erysiphales) in Ukraine / V. P. Heluta, V. G. Korytnianska, I. Akata // Acta Mycologica. – 2013. – Vol. 48, № 1. – P. 105–112.
9. New data on the expansion of *Erysiphe platani* (Howe) U. Braun & S. Takam. (Erysiphales, Ascomycota) in Ukraine / M. Kliuchevych, S. Stoliar, P. Chumak [et al.] // Ukrainian Journal of Ecology. – 2021. – Vol. 11, № 5. – P. 9–14.
10. Powdery mildews on trees and shrubs in botanical gardens, parks and urban green areas in the Czech Republic / B. Mieslerová, M. Sedlářová, M. Michutová [et al.] // Forests. – 2020. – Vol. 11, № 9. – P. 967.
11. Scholler, M. *Erysiphe platani*: monitoring of an epidemic spread in Germany and molecular characterization based on rDNA sequence data / M. Scholler, V. Hemm, M. Lutz // Andrias. – 2012. – Vol. 19. – P. 263–272.
12. Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики: материалы II рабочего совещания по сравнительной флористике, Неринга, 20–24 сентября 1983 г. / Акад. наук СССР, Науч. совет по пробл. «Биол. основы рацион. использ., преобразования и охраны раст. мира», Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова; отв. ред. Б. А. Юрцев. – Л.: Наука, 1987. – 296 с.
13. Великанов, Л. Л. Полевая практика по экологии грибов и лишайников / Л. Л. Великанов, И. И. Сидорова, Г. Д. Успенская. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. – 112 с.
14. Определитель болезней сельскохозяйственных культур / М. К. Хохряков, В. И. Потлайчук, А. Я. Семенов, М. А. Элбакян. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1984. – 304 с.

15. Методы экспериментальной микологии. Справочник / И. А. Дудка, С. П. Вассер, И. А. Элланская [и др.]; отв. ред. В. И. Билай. – Киев: Наук. думка, 1982. – 552 с.
16. Braun, U. Taxonomic manual of the Erysiphales (powdery mildews) / U. Braun, R. T. A. Cook // CBS Biodiversity Series No. 11. – Utrecht, The Netherlands: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2012. – 707 p.
17. New Fungi // Bulletin of the Torrey Botanical Club. – 1874. – Vol. 5, № 1. – P. 4.
18. Ячевский, А. А. Карманный определитель грибов. Мучнисто-росяные грибы / А. А. Ячевский. – Л.: Главн. Ботан. сад, 1927. – 626 с.
19. Ellis, W. N. Plant Parasites of Europe: leafminers, galls and fungi / W. N. Ellis. – [Amsterdam], 2001–2025. – URL: <http://bladmineerders.nl> – (date of access: 15.12.2024).
20. First report of powdery mildew of *Platanus×acerifolia* and *P. occidentalis* caused by *Erysiphe platani* in Greece / E. K. Ligoxigakis, E. A. Markakis, I. A. Papaioannou, M. A. Typas // Plant Disease. – 2015. – Vol. 99, № 2. – P. 286.
21. First report of powdery mildew caused by *Erysiphe platani* on *Platanus acerifolia* in Rio Grande do Sul, Brazil / T. S. de Oliveira, L. J. Dallagnol, J. V. de Araujo Filho [et al.] // Plant Disease. – 2015. – Vol. 99, № 1. – P. 157.
22. Ortiqov, I. Z. First report of powdery mildew on *Platanus orientalis* caused by *Erysiphe platani* in Uzbekistan / I. Z. Ortiqov, I. M. Mustafayev, J. P. Sherkulova // Novosti sistematiki nizshikh rastenii. – 2023. – Vol. 57, № 2. – P. 27–33.
23. Zhu, X. Q. First report of powdery mildew of *Platanus×acerifolia* Caused by *Erysiphe platani* in China / X. Q. Zhu, D. L. Pei // Plant Disease. – 2017. – Vol. 101, № 7. – P. 1327.
24. Бондарцев, А. С. Трутовые грибы Европейской части СССР и Кавказа / А. С. Бондарцев. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1953. – 1107 с.
25. Index Fungorum: [database]. – URL: <http://indexfungorum.org> – (date of access: 12.12.2024).
26. MycoBank: [database]. – URL: <https://mycobank.org> – (date of access: 22.12.2024).
27. Plants of the World Online (Roayl Botanic Garden, Kew): [database]. – URL: <http://powo.science.kew.org> – (date of access: 21.12.2024).
28. Гирилович, И. С. Мучнисторосяные грибы (порядок Erysiphales) Беларуси / И. С. Гирилович. – Минск: БГУ, 2018. – 279 с.
29. Braun, U. Phylogeny of *Erysiphe*, *Microsphaera*, *Uncinula* (Erysipheae) and *Cystotheca*, *Podosphaera*, *Sphaerotheca* (Cystothecaceae) inferred from rDNA ITS sequences – some taxonomic consequences / U. Braun, S. Takamatsu // Schlechtendalia. – 2000. – Vol. 4, № 12. – P. 1–33.
30. Nemes, K. *Punica granatum* (pomegranate) as new host of *Erysiphe platani* and *Podosphaera xanthii* / K. Nemes, K. Salánki, A. Pintye // Phytopathologia Mediterranea. – 2019. – Vol. 58, № 3. – P. 707–711.
31. Global Biodiversity Information Facility: [database]. – URL: <https://gbif.org/ru/species/2578515> – (date of access: 20.12.2024).
32. Поликсенова, В. Д. Чужеродные фитопатогенные микромицеты Беларуси / В. Д. Поликсенова, А. К. Храмов // Вестн. Белорус. гос. ун-та. Сер. 2. Хим., биол., геогр. – 2015. – № 3. – С. 43–48.
33. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах / А. Ф. Алимов, Н. Г. Богуцкая, М. И. Орлова [и др.]. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 436 с.

Поступила в редакцию 08.01.2025

Принята к публикации 10.06.2025

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Храмов Александр Константинович – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники биологического факультета Учреждения образования «Белорусский государственный университет»

Храмов, А. К. *Erysiphe platani* (Howe) U. Braun & S. Takam. – новый чужеродный мучнисторосяный гриб в микобиоте Беларуси / А. К. Храмов // Ботаника (исследования) / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси, Ботан. о-во. – Минск, 2025. – Вып. 55. – С. 248–255.

БОТАНИЧЕСКИЕ КОЛЛЕКЦИИ BOTANICAL COLLECTIONS

УДК 582.29

А. П. ЯЦЫНА¹, Д. ЦЗЯНЬЦИ²

РЕВИЗИЯ ЛИШАЙНИКОВ *BRYORIA IMPLEXA* (HOFFM.) BRODO & D. HAWKSW И *BRYORIA VRANGIANA* (GYELN.) BRODO & D. HAWKSW. В ЛИХЕНОЛОГИЧЕСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ (MSK-L)

¹Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси,
Минск, Беларусь, e-mail: lihenologs84@mail.ru

²Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь, e-mail: 532566264@qq.com

Аннотация. Проведена ревизия гербарных образцов рода *Bryoria* Brodo, D. Hawksw. в коллекции лишайников (MSK-L). Установлено, что 25 гербарных образцов принадлежат к виду *Bryoria implexa*, а 21 гербарный образец относится к виду *Bryoria vrangiana* (хемотип I). В результате проведения тонкослойной хроматографии в гербарных образцах лишайников рода *Bryoria* установлено 7 вторичных метаболитов. Приведена встречаемость, фитоценотическая и субстратная приуроченность видов лишайников *Bryoria implexa* и *Bryoria vrangiana* в республике (хемотип I).

Ключевые слова: биоразнообразие, распространение, экология, вторичные метаболиты, *Bryoria*, MSK-L.

А. Р. YATSYNA¹, D. JIANQI²

REVISION OF THE LICHENS *BRYORIA IMPLEXA* (HOFFM.) BRODO & D. HAWKSW AND *BRYORIA VRANGIANA* (GYELN.) BRODO & D. HAWKSW. IN THE LICHENS COLLECTION (MSK-L)

¹V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus, e-mail: lihenologs84@mail.ru

²Belarusian State University, Minsk, Belarus, e-mail: 532566264@qq.com

Abstract. A revision of herbarium specimens of the genus *Bryoria* Brodo, D. Hawksw. in the lichen collection (MSK-L) was conducted. It was established that 25 herbarium specimens belong to the species *Bryoria implexa*, and 21 herbarium specimens belong to the species *Bryoria vrangiana* (chemotype I). As a result of thin-layer chromatography in herbarium specimens of lichens of the genus *Bryoria*, 7 secondary metabolites were found. The occurrence, phytocenotic and substrate dependence of lichen species *Bryoria implexa* and *Bryoria vrangiana* in the republic (chemotype I) are presented.

Keywords: biodiversity, distribution, ecology, secondary metabolites, *Bryoria*, MSK-L.

ВВЕДЕНИЕ

В монографии «Флора Беларуси. Лишайники» [1] в главе 7 приведен 3-й чеклист лишайников и близкородственных грибов Беларуси, в котором род *Bryoria* Brodo, D. Hawksw. содержит следующие виды: *B. bicolor* (Ehrh.) Brodo & D. Hawksw., *B. capillaris* (Ach.) Brodo & D. Hawksw., *B. furcellata* (Fr.) Brodo & D. Hawksw., *B.*

fuscescens (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw., *B. implexa* (Hoffm.) Brodo & D. Hawksw., *B. nadvornikiana* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw., *B. osteola* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw. и *B. simplicior* (Vain.) Brodo & D. Hawksw.; перечисленные виды приведены по литературным данным на основании лишь морфологических признаков [1].

Современные молекулярные и биохимические исследования привели к значительным изменениям в понимании границ внутри отдельных видов рода *Bryoria* [2]. В связи с ранее изложенным ак-

туальной задачей является ревизия гербарных образцов видов рода *Bryoria* в коллекции лишайников (MSK-L) с применением метода тонкослойной хроматографии.

ОБЪЕКТЫ (МАТЕРИАЛЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта исследования использованы гербарные образцы лишайников рода *Bryoria* в коллекции лишайников (MSK-L) лаборатории микологии Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси. Всего в коллекции MSK-L хранится 245 гербарных образцов из рода *Bryoria*. Камеральная обработка гербарного материала проведена с использованием световой микроскопии: бинокля Olympus SZ 6. Состав вторичных метаболитов всех образцов определяли методом тонкослойной хроматографии в системе растворителей «С» в соотношении: 170 мл толуола и 30 мл уксусной кислоты [3]. В ходе исследования использовали фрагмент таллома лишайника 0,5x1 см, который помещали в центрифужных пробирках типа эппендорф. Экстракцию вторичных метаболитов лишайника рода *Bryoria* проводили ацетоном объемом 2–3

мм, далее помещали в каждый эппендорф стеклянный микрокапилляр и экстрагировали в течение 25–30 мин. После этого экстракт ацетона с вторичными метаболитами наносили на пластины для тонкослойной хроматографии с нормально фазным силикагелем и ультрафиолетовым индикатором Alugram Sil G/UV254 (Германия). Элюирование пластины до оптимальной длины продвижения фронта растворителя и вторичных метаболитов рода *Bryoria* осуществляли в течение 30 мин., в растворе уксусной кислоты и толуола. Визуализацию разделяемых веществ смеси проводили под ультрафиолетовым излучением с длиной волны 254 и 366 нм, а затем наносили кисточкой на пластину 10% раствор серной кислоты (H_2SO_4) с последующим нагреванием в сушильном шкафу до температуры 120°C в течение 5–7 мин.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведения тонкослойной хроматографии в талломах исследованных образцов лишайников установлены следующие лишайниковые кислоты: атранорин, псоромовая, алекториаловая, барбатоловая, норстиктовая, гирофоровая и фумарпротоцеттаровая (рис. 1, 2).

Ревизия гербарного материала коллекции лишайников MSK-L показала, что 25 гербарных образцов принадлежат к виду *Bryoria implexa* – см. образец 15 на рис. 1 и рис. 2, а 21 гербарный образец относится к виду *Bryoria vrangiana* (хемотип I) – см. образцы 1, 2, 4, 9, 18 на рис. 1 и рис. 2.



Рис. 1. Вторичные метаболиты лишайников рода *Bryoria* в ультрафиолете (длина волны 254 нм) до обработки H_2SO_4

Fig. 1. Secondary metabolites of lichens of the genus *Bryoria* under ultraviolet light (wavelength 254 nm) before treatment with H_2SO_4

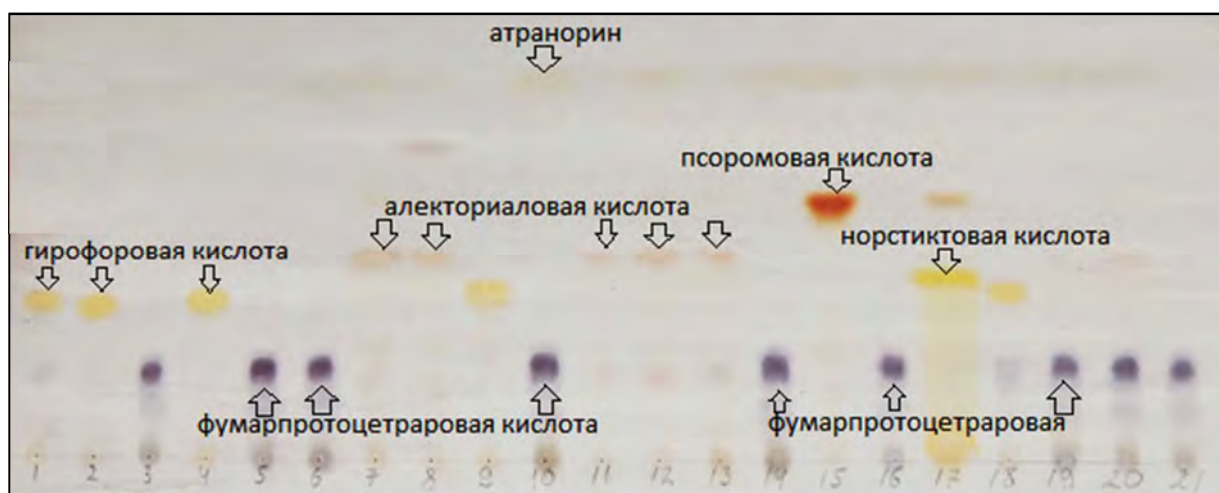


Рис. 2. Вторичные метаболиты лишайников рода *Bryoria* после обработки H_2SO_4 и нагревании пластинки при $120^\circ C$ в видимом свете

Fig. 2. Secondary metabolites of lichens of the genus *Bryoria* after treatment with H_2SO_4 and heating of the plate at $120^\circ C$ in visible light

Лишайник *Bryoria implexa* на территории страны встречается во всех 6 административных областях, в 18 административных районах на следующих особо охраняемых природных территориях: национальные парки «Беловежская пуща» (БП), «Браславский озёра» (БО), «Нарочанский»; «Березинский биосферный заповедник» (ББЗ) и памятник природы местного значения (ППМЗ) «Пойменная дубрава» (Бобруйский район Могилевской области).

Изученные образцы:

Брестская область, Каменецкий р-н, НП «БП», Пашукоское л-во, кв. 890. 28.07.1983. Coll. Голубков В.В. 01.03.2022. Det. Яцына А.П. Дубрава кисличная. На коре *Quercus robur* L. (MSK-L 28161), (там же), окр. д. Каменюки, Королево-Мостовское л-во, кв. 804. 12.07.1983. Coll. Голубков В.В. 01.03.2022. Det. Яцына А.П. Д. кисличная. На коре *Betula pendula* Roth. (MSK-L 28162), (там же), Королево-Мостовское л-во, кв. 745. 17.06.1984. Coll. Голубков В.В. 01.03.2022. Det. Яцына А.П. Д. кисличная. На коре *Picea abies* (L.) Karst. (MSK-L 28164), *Пружанский р-н*, НП «БП», Хвойническое л-во, окр. д. Хвойники. 13.04.1957. Coll. Горбач Н.В. 07.08.2023. Det. Яцына А.П. Ельник черничный. На ветках, кора *P. abies* (L.) Karst. (MSK-L 11070), (там же), окр. хут. Переров, Никорское л-во, кв. 589. 13.06.1983. Coll. Голубков В.В. 01.03.2022. Det. Яцына А.П. Д. кисличная. На коре *Carpinus betulus* L. (MSK-L 28157), *Столинский р-н*, в 4-х км южнее д. Рубель. 13.06.1954. Coll. Горбач Н.В. 07.08.2023. Det. Яцына А.П. (MSK-L 11036);

Витебская область, Браславский р-н, НП «БО», Браславский л-хоз, Друйское л-во, кв. 133. 05.08.2010. 28.08.2023. Coll./Det. Яцына А.П. Сосняк мшистый. На ветках, кора *P. abies* (L.) Karst. (MSK-L 4597), *Верхнедвинский р-н*, окр. д. Прошки (3 км к ЮВ) 16.06.1986. Coll. Голубков В.В. 01.03.2022. Det. Яцына А.П. У дороги. На коре *Pinus sylvestris* L. (MSK-L 28165), *Глубокский р-н*, Глубокское л-во, кв. 89. 10.07.1958. Coll. Гор-

бач Н.В. 07.08.2023. Det. Яцына А.П. На коре *P. sylvestris* L. (MSK-L 11063), *Городокский р-н*, окр. оз. Пренц. 17.08.2007. 28.08.2023. Coll./Det. Яцына А.П. С. мшистый. На коре *P. sylvestris* L. (MSK-L 178), окр. оз. Пренц, на берегу озера. 17.08.2007. Coll. Яцына А.П. 28.08.2023. Det. Яцына А.П. Е. черничный. На ветках, кора *P. abies* (L.) Karst. (MSK-L 25), *Лепельский р-н*, «ББЗ», окр. д. Крайцы, урочище Нешково. 07.06.1961. Coll. Горбач Н.В. 07.08.2023. Det. Яцына А.П. На коре *P. sylvestris* L. (MSK-L 11042), (там же), ур. Залазы. 07.06.1964. Coll. Горбач Н.В. 07.08.2023. Det. Голубков В.В. На коре *P. sylvestris* L. (MSK-L 11044), *Россонский р-н*, 14.10.1984. Coll. Голубков В.В. 01.03.2022. Det. Яцына А.П. С. чернично-мшистый. На коре *P. sylvestris* L. (MSK-L 28146), *Шумилинский р-н*, между озерами Рассолай и Глубокое. 20.07.1985. Coll. Голубков В.В. 03.03.2022. Det. Яцына А.П. Обочина дороги. На коре *B. pendula* Roth. (MSK-L 28149); **Гомельская область, Мозырский р-н**, 26.08.1976. Coll. Голубков В.В. 01.03.2022. Det. Яцына А.П. Березняк разнотравный. На коре *B. pendula* Roth. (MSK-L 28160), *Хойникский р-н*, Хойникский л-хоз, Ленинское л-во. 29.05.1969. Coll. Горбач Н.В. 07.08.2023. Det. Яцына А.П. Дубрава. На коре *Q. robur* L. (MSK-L 11038);

Гродненская область, Гродненский р-н, окр. оз. Белое. 07.06.1964. Coll. Горбач Н.В. 12.07.2002. Det. Голубков В. В. На коре *P. sylvestris* L. (MSK-L 11035), *Свислочский р-н*, НП «БП», окр. д. Рудня (1 км к ЮВ). 29.09.1984. Coll. Голубков В.В. 03.03.2022. Det. Яцына А.П. У дороги. На коре *B. pendula* Roth. (MSK-L 28150);

Минская область, Логойский р-н, окр. г.п. Плещеницы. Правая сторона шоссе на г. Витебск. 22.07.1975. Coll. Голубков В.В. 03.03.2022. Det. Яцына А.П. С. мшистый. На коре *P. sylvestris* L. (MSK-L 28151), *Мядельский р-н*, НП «Нарочанский», окр. д. Ольшево. 04.05.1976. Coll. Голубков В.В. 03.03.2022. Det. Яцына А.П. В парке. На коре *Acer platanoides* L. (MSK-L 28153), (там же), Константиновское л-во., кв. 50. 05.08.1976. Coll. Голубков В.В. 03.03.2022. Det. Яцына А.П. С. черничный. На

коре *P. abies* (L.) Karst. (MSK-L 28154), (там же), окр. д. Степенево, берег озера Нарочь. 12.07.1978. Coll. Голубков В.В. 01.03.2022. Det. Яцына А.П. С. мшистый. На коре *P. sylvestris* L. (MSK-L 28159);

Могилевская область, Бобруйский р-н, окр. д. Доманово. ППМЗ «Пойменная дубрава», Бобруйский л-хоз, Домановское л-во, кв. 112, выд. 3. 53°0'57,0"N, 29°16'36,2"E. 23.05.2024. Coll./Det. Яцына А.П. Д. злаково-пойменная. На коре *Q. robur* L. (MSK-L 27447), *Осиповичский р-н*, окр. д. Жорновка. 12.07.1924. 12.07.1924. Coll. Савич В.П. Det. Савич В.П. На ветках, кора *P. abies* (L.) Karst. (MSK-L 11040).

Химический состав: таллом содержит псоромовую кислоту и атранорин (образец 15 на рис. 1 и рис.2), соралии – фумарпротоцетраровую кислоту.

Экология таксона: лишайник *B. implexa* на территории Беларуси характеризуется широкой фитоценотической и субстратной приуроченностью. Вид произрастает преимущественно в хвойных (ельники и сосняки), реже – в лиственных лесах (дубравы и березняки). Вид отмечен на сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris*) – 9 образцов, на коре ели европейской (*Picea abies*) – 6, на коре березе повислой (*Betula pendula*) – 4, на коре дубе черешчатом (*Quercus robur*) – 3, на коре граба обыкновенного (*Carpinus betulus*) и клена платановидного (*Acer platanoides*) по 1 образцу соответственно. Наличие псоромовой кислоты в талломе вида является единственным и четким критерием, разделяющий вид *B. implexa* от других видов рода *Bryoria*.

Лишайник *Bryoria vrangiana* (хемотип I) на территории страны встречается в 5 административных областях, пока не найден лишь в Гродненской области, отмечен в 14 административных районах и на следующих ООПТ: национальные парки «Браславские озёра» (БО), «Нарочанский», «Припятский»; «Березинский биосферный заповедник» (ББЗ) и заказник «Красный Бор» (КБ).

Изученные образцы:

Брестская область, Барановичский р-н, окр. д. Колбовичи (5 км к В). 06.04.1991. Coll. Голубков В.В. 01.03.2022. Det. Яцына А.П. С. вересковый. На коре *B. pendula* Roth. (MSK-L 28170), *Лунинецкий район* окр. д. Дятловичи. 25.08.1999. Coll. Кацуба Н.В. 03.03.2022. Det. Яцына А.П. На заборе, древесина. (MSK-L 28167);

Витебская область, Браславский р-н, НП «БО», Браславский л-хоз, Друйское л-во, кв. 114. 29.04.2010. 28.08.2023. Coll./Det. Яцына А.П. Е. приручейно-травяной. На ветвях, кора *P. abies* (L.) Karst. (MSK-L 4437), Браславский л-хоз, Друйское л-во, кв. 117. выд. 3, оз. Медведно. 06.08.2010. 28.08.2023. Coll./Det. Яцына А.П. С. мшистый. На коре *B. pendula* Roth. (MSK-L 4556), *Верхнедвинский р-н*, окр. д. Прошки (3 км к ЮВ). 18.07.1979. Coll. Голубков В.В. 01.03.2022. Det. Яцына А.П. С. черничный. На коре *B. pendula* Roth. (MSK-L 28169), *Витебский р-н*, Витебский л-хоз, Летчанско л-

во, окр. оз. Черное. 29.07.2009. 28.08.2023. Coll./Det. Яцына А.П. С. мшистый. На коре *P. sylvestris* L. (MSK-L 3878), *Городокский р-н*, окр. оз. Пренц. 17.08.2007. Coll. Яцына А.П. 28.08.2023. Det. Яцына А.П. Е. чернично-мшистый. На ветвях, кора *P. abies* (L.) Karst. (MSK-L 216), *Лепельский р-н*, «ББЗ», окр. д. Крайцы (1,5 км на ССЗ), Крайцевское л-во, кв. 436/448. 54°40'47,1"N, 28°16'51,6"E. Coll. Яцына А.П. 26.09.2012. Det. Яцына А.П. 28.08.2023. Е. мшистый. На ветках, кора *P. abies* (L.) Karst. (MSK-L 10660), (там же), Домжерицкий с/с, Домжерицкое л-во, кв. 354А. 16.11.2010. Coll. Яцына А.П. 28.08.2023. Det. Яцына А.П. С. мшистый. На коре *Betula pendula* Roth. (MSK-L 5014), (там же) ур. Нешково. 12.10.1962. Coll. Горбач Н.В. 07.08.2023. Det. Яцына А.П. На коре *B. pendula* Roth. (MSK-L 11068), *Россонский р-н*, заказник «КБ», Лиснянское л-во, кв. 94, выд. 38, 55°57'59,3"N, 28°31'14,8"E. 19.08.2015. Coll. Яцына А.П. 28.08.2023. Det. Яцына А.П. С. мшистый. На ветках, кора *P. abies* (L.) Karst. (MSK-L 15061); **Гомельская область, Лельчицкий р-н**, НП «Припятский», окр. д. Симоничский Млынок. 13.08.1982. Coll. Голубков В.В. 01.03.2022. Det. Яцына А.П. Открытое место. На коре *B. pendula* Roth. (MSK-L 28171), *Хойникский р-н*, Ленинское л-во. 29.05.1969. Coll. Горбач Н.В. 07.08.2023. Det. Яцына А.П. Дубрава. На коре *Q. robur* L. (MSK-L 11069);

Минская область, Вилейский р-н, окр. д. Вязань. 03.08.1955. Coll. Горбач Н.В. 07.08.2023. Det. Яцына А.П. На стволе, кора *B. pendula* Roth. (MSK-L 11064), *Дзержинский р-н*, Негорельский л-хоз, 17.06.1951. Coll. Горбач Н.В. 07.08.2023. Det. Яцына А.П. Е. кисличный. На ветках, кора *P. abies* (L.) Karst. (MSK-L 11057), *Докшицкий р-н*, в 0,5 км от г. Бегомля по направлению к г. Борисову. 22.06.1956. Coll. Горбач Н.В. 07.08.2023. Det. Яцына А.П. На коре *B. pendula* Roth. (MSK-L 11048), *Мядельский р-н*, НП «Нарочанский», окр. д. Степенево. 18.07.1979. Coll. Голубков В.В. 01.03.2022. Det. Яцына А.П. С. мшистый. На коре *P. sylvestris* L. (MSK-L 28168), (там же), окр. д. Константиново, Константиновское л-во, кв. 151, выд. 8. 54°56'11,3"N 26°31'54,5"E. 02.10.2024. Coll./Det. Яцына А.П. С. орляковый. На ветках, кора *P. abies* (L.) Karst. (MSK-L 27987);

Могилевская область, Осиповичский р-н, Цельское л-во, кв. 23. 31.05.1968. Coll. Горбач Н.В. 07.08.2023. Det. Яцына А.П. На коре *B. pendula* Roth. (MSK-L 11059), *Осиповичский л-хоз*, Брицаловичское л-во, окр. жд. ст. Брицаловичи. 30.04.2009. Coll. Яцына А.П. 28.08.2023. Det. Яцына А.П. С. мшистый. На коре *B. pendula* Roth. (MSK-L 2455), окр. д. Цель. 08.04.2009. Coll. Яцына А.П. 28.08.2023. Det. Яцына А.П. С. мшистый. На коре *B. pendula* Roth. (MSK-L 3796).

Химический состав: таллом содержит гироровую кислоту и атранорин, 2, 4, 9, 18 образцы (рис 1 и рис. 2), соралии – фумарпротоцетраровую кислоту.

Экология таксона: лишайник *Bryoria vrangiana* (хемотип I) на территории страны произрастает, в основном, в хвойных лесах (ельники и сосняки) и лишь в одном локалитете вид отмечен дубраве. В качестве субстрата таксон предпочитает кору лиственных деревьев: на коре березы

бородавчатой (*Betula pendula*) лишайник отмечен в 11 образцах, на коре дуба черешчатого (*Quercus robur*) – 1 образец. На хвойных деревьях вид отмечен на коре ели европейской (*Picea abies*) – 6, на коре сосны обыкновенной (*Pinus*

sylvestris) – 2, на древесине – 1 образец. Наличие гидрофоровой кислоты в талломе вида является единственным и четким критерием, разделяющий хемотип I вида *Bryoria vrangiana* от схожих видов рода *Bryoria*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате ревизии методом тонкослойной хроматографии из 245 гербарных образцов лишайников рода *Bryoria* выявлено 25 образцов (10,2% общего числа образцов в коллекции лишайников рода *Bryoria*) лишайника *Bryoria implexa* и 21 образец (8,6%) лишайника *Bryoria vran-*

giana (хемотип I). Полученные в ходе инвентаризации данные уточняют экологию и распространение двух видов как на территории Беларуси, так и в пределах Европы. Гербарные образцы будут использованы в подготовке очередного тома «Флора Беларуси. Лишайники».

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при поддержке республиканского бюджета: «Деятельность по обеспечению сохранности и функционирования гербария, который составляет национальное достояние».

ЛИТЕРАТУРА

1. Флора Беларуси. Лишайники. Т. 1. / А. П. Яцына, В. В. Голубков, Д. Е. Гимельбрант [и др.] ; под общ. ред. В. И. Парфенова. – Минск: Беларуская навука, 2019. – 341 с.
2. Флора лишайников России: Семейство *Parmeliaceae* / М. П. Андреев, Т. Ахти, Л. В. Гагарина [и др.]. – М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2022. – 187 с.
3. Orange, A. Microchemical methods for the identification of lichens / A. Orange, P. W. James, F. J. White. – London : British Lichen Society. 2010. – 102 p.

Поступила в редакцию 26.03.2025

Принята к публикации 10.06.2025

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Яцына Александр Петрович – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории микологии Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»

Дин Цзяньци (Ding Jianqi) – аспирант биологического факультета Учреждения образования «Белорусский государственный университет»

ЮБИЛЯРЫ JUBILEE

ДМИТРИЙ ГЕННАДЬЕВИЧ ГРУММО (к 50-летию)

Дмитрий Геннадьевич Груммо – геоботаник, болотовед, эколог, известный специалист в области классификации и картографирования растительности и биотопов, кандидат биологических наук, доцент, с 2022 г. директор Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси.

Дмитрий Геннадьевич Груммо родился 30 мая 1975 г., в г. Могилеве в семье служащих. С детства отличался самостоятельностью и целеустремленностью. Так, решив, что он нуждается в качественном обучении, подал документы в только открывшийся тогда Могилевский государственный областной лицей № 1, самостоятельно подготовился и успешно сдал экзамены. Прекрасный преподавательский состав, неповторимая атмосфера обучения первого выпуска лицея на долгие годы вперед заложили в характер учеников креативность, трудолюбие и преданность своему делу. По окончании лицея в 1992 г. Д. Г. Груммо обучался на биологическом факультете Могилевского государственного университета имени А. А. Кулешова.

Трудовую деятельность начал в 1997 г. в должности научного сотрудника отдела природы Могилевского областного краеведческого музея имени Е. Р. Романова.

Тяга к научным исследованиям природной среды всегда была неотъемлемой чертой Дмитрия Геннадьевича, которая и привела его в аспирантуру Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси. Д. Г. Груммо был удивительно мотивированным аспирантом, на основании изученных публикаций сам выбрал научного руководителя – д.б.н. Дмитрия Степановича Голода, научную эрудицию, широкий кругозор и работоспособность которого всегда высоко ценил, и тему диссертации – в этот период его волновали экологические проблемы зеленой зоны г. Могилева. Этому исследованию он посвятил несколько лет обучения в аспирантуре (1998–2001 гг.) и работу в лаборатории геоботаники Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси в должности младшего научного сотрудника.



В 2006 г. Дмитрий Геннадьевич защитил кандидатскую диссертацию «Особенности формирования лесной растительности в условиях техногенного загрязнения (на примере Могилевского промрайона)» по специальностям «ботаника» и «экология (биологические науки)», после чего продолжил работу в лаборатории геоботаники в должности научного сотрудника (2006–2008 гг.).

Академик Николай Афанасьевич Ламан, будучи в это время директором Института, заметил аналитические и организационные способности, работоспособность, трудолюбие и талант Дмитрия Геннадьевича, рекомендовал его на руководящую работу сначала в должности заместителя директора по инновационной работе и маркетингу Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси (2008–2010 гг.), заместителя директора по научной и инновационной работе (2010–2019 гг.), заместителя директора по научной работе (2019–2022 г.).

С 2022 г. и по настоящее время Д. Г. Груммо возглавляет государственное научное учрежде-

ние «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси».

Дмитрий Геннадьевич Груммо – сложившийся и известный ученый в области геоботаники, экологии растительных сообществ, фитоценологии, экологического и геоботанического картографирования, охраны природы. Им внесен существенный вклад в изучение современного растительного покрова Беларуси, разработаны научные основы и методология мониторинга биоразнообразия растительного покрова с использованием дистанционного зондирования Земли и ГИС-технологий.

Д. Г. Груммо выступал в качестве руководителя около 30 международных проектов, являлся исполнителем более 100 проектов научно-исследовательских программ и зарубежных грантов по вопросам создания международных особо охраняемых природных территорий (ООПТ), развития экологического туризма, трансграничного сотрудничества в области охраны природы. Итоги проводимых исследований нашли отражение в широком ряде аналитических записок, научных и технико-экономических обоснованиях преобразования и объявления ООПТ. Результаты его трудов использованы при подготовке нормативно-правовых актов, реализации ряда крупных научно-исследовательских проектов и программ, связанных с освоением природно-ресурсного потенциала Беларуси, в развитии национального природно-заповедного фонда, создании отечественного сегмента дистанционного мониторинга окружающей среды.

Дмитрий Геннадьевич ведет преподавательскую деятельность в Белорусском государственном университете на географическом факультете. Под его руководством подготовлен ряд дипломных и магистерских работ, ведется подготовка аспирантов.

Он автор более 150 научных работ, в том числе 10 монографий, более 50 статей в рецензируемых журналах, из них ряд в зарубежных. Активно выступает в СМИ с лекциями, презентациями, пропагандируя научные знания в области охраны природы, познания растительности, охотно делится накопленным опытом со слушателями.

В должности директора Института Д. Г. Груммо проявил себя авторитетным, инициативным и компетентным руководителем, умелым организатором.

Награжден Почетными грамотами НАН Беларуси, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, благодарностями Председателя Президиума НАН Беларуси, нагрудными знаками «У гонар 90-годдзя Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі», «За заслугі ў пераадоленні наступстваў катастрофы на Чарнобыльскай АЭС», «За заслугі перад Нацыянальнай акадэміяй навук Беларусі».

В начале 2025 г. Дмитрий Геннадьевич защитил докторскую диссертацию на тему «Научные основы и методология оценки структурно-функциональной организации растительного покрова Беларуси с использованием дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий», получившую широкий отклик и положительную оценку ведущих ученых Беларуси и России.

Дмитрий Геннадьевич имеет широкие связи с научной общественностью стран ближнего и дальнего зарубежья, активный участник и организатор ряда научных мероприятий в Беларуси, России, Литве, Латвии, Словении, Германии.

Сердечно поздравляем Дмитрия Геннадьевича с юбилеем! Желаем здоровых, долгих и счастливых лет жизни! Пусть его всегда сопровождают счастье, удача, благополучие и душевное спокойствие!

Н. А. Зеленкевич, Н. А. Ламан, Р. В. Цвирко

ЖАННА НИКОЛАЕВНА КАЛАЦКАЯ (к 50-летию)



Жанна Николаевна Калацкая – кандидат биологических наук, доцент, высококвалифицированный специалист, ведущий ученый в области физиологии и биохимии растений; с 2019 г. – заместитель директора по научной и инновационной работе Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси.

Родилась Жанна Николаевна 24 мая 1975 г. в д. Танежицы Слуцкого района Минской области в семье служащих. В 1992 г. с золотой медалью окончила Танежицкую среднюю школу. Еще будучи школьницей, твердо решила связать свою жизнь с биологией, что побудило ее поступить на факультет естествознания Государственного педагогического университета имени М. Танка, который окончила в 1997 г. по специальности биология и химия. Заметив желание увлеченной и талантливой студентки стать учёным, руководство факультета рекомендовало Жанну Николаевну в аспирантуру Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси, где она обучалась с 1997 по 2000 гг.

Трудовую деятельность начала в должности младшего научного сотрудника (2000–2007 гг.) в лаборатории роста и развития растений, где под руководством академика Н. А. Ламана исследовала особенности процессов, определяющих физиологическое качество семян сельскохозяйственных растений и стрессоустойчивость формирующихся из них проростков.

В 2007г. успешно защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук по теме «Физиологическое обоснова-

ние способов обработки семян биологически активными соединениями с использованием органических растворителей».

В 2007–2009 гг. работала научным, затем старшим (2009–2012 гг.) и ведущим (2012–2019 гг.) научным сотрудником лаборатории роста и развития растений Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси. С 2019 г. по настоящее время – заместитель директора по научной и инновационной работе.

В научной деятельности Ж. Н. Калацкая специализируется по проблемам физиолого-биохимических основ качества семян сельскохозяйственных культур, разработке моделей оптимального использования существующих и научного обоснования новых многокомпонентных экобезопасных препаратов для регуляции продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных культур, закономерностям эффективного функционирования интродуцированных в ризосферу микроорганизмов и особенностям растительно-микробных взаимоотношений. Жанна Николаевна участвует, в т.ч. в качестве руководителя и ответственного исполнителя в комплексных НИР и НИО(К)ТР.

В 2013–2016 гг. обучалась в докторантуре по специальности «физиология и биохимия растений» Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси. В настоящее время завершает работу над докторской диссертацией на тему «Физиолого-биохимические основы реализации адаптивного потенциала растений при их выращивании в биологически активных малообъемных органоминеральных корнеобитаемых средах» (научный консультант – Н. А. Ламан).

Является разработчиком технологии производства регулятора роста растений «МАКРОФИТУМ, ВС», технологии получения удобрений и гранулированных бактеризованных добавок, курирует производство и освоение данной продукции.

Жанна Николаевна активный участник общественной жизни, в 2006–2010 гг. на конкурсной основе избрана председателем профсоюзного комитета Института, с 2011 г. является членом Ученого совета Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси, членом оргкомитета и ответственным секретарем Международных научных конференций «Регуляция роста, развития и продуктивности растений», которые регулярно проводит Институт.

Ж. Н. Калацкая координирует в Институте организацию научно-технической и производственной деятельности, выполнение прикладных исследований и разработок, их освоение в производстве, предоставление научно-технических услуг, развитие научно-производственной сферы.

Жанна Николаевна активно участвует в подготовке кадров. Она руководитель многочисленных курсовых и дипломных работ студентов ВУЗов, учебных и преддипломных практик, магистерских работ. Под ее руководством успешно проходят обучение 3 аспиранта Института.

Ж. Н. Калацкая автор более 200 научных работ, 10 патентов на изобретения, активный участник ряда отечественных и международных научных конференций, симпозиумов, имеет тесные научные связи с учеными России, Литвы, Грузии, Узбекистана, Казахстана. Постоянный участник Международных и республиканских

выставок, рекламирует научную продукцию Института, пропагандирует научные знания в средствах массовой информации.

Награждена благодарностями и почетными грамотами Института, Президиума республиканского комитета белорусского профсоюза работников НАН, Республиканского комитета профсоюзов Беларуси, Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, Президиума НАН Беларуси.

Ж. Н. Калацкая – яркая и харизматичная личность, наделенная искренним дружелюбием и оптимизмом, пользуется неизменным авторитетом в коллективе Института, особенно у молодых сотрудников как прирожденный лидер.

Сердечно поздравляем Жанну Николаевну с юбилеем, желаем крепкого здоровья, неиссякаемого оптимизма, благополучия и новых творческих успехов!

Н. А. Ламан, Д. Г. Груммо, Н. А. Зеленкевич

ГАЛИНА ВАСИЛЬЕВНА ЕРМОЛЕНКОВА (к 60-летию)

Галина Васильевна Ермоленкова – незаменимый научный сотрудник лаборатории геоботаники и картографии растительности Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси.

Родилась 6 февраля 1965 г. в г. Кобрине Брестской области, в семье служащих. В 1982 г. окончила Сенницкую среднюю школу и поступила в Брестский государственный педагогический университет имени А. С. Пушкина (БрГПИ) на факультет естествознания, который закончила в 1987 г., получив специальность «учитель биологии и химии». Будучи студенткой, участвовала во Всесоюзной олимпиаде по биологии и заняла первое место в личном зачете. По окончании института зачислена на кафедру ботаники БрГПИ в должности лаборанта, при этом вела практические занятия по дисциплине «Микробиология».

С 1989 по 1993 гг. обучалась в аспирантуре Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича АН БССР (сейчас – НАН Беларуси). За время учебы в аспирантуре Галина Васильевна стала специалистом в области флоры и систематики растений, имея художественные способности подготовила для второго издания Красной книги Беларуси (1993 г.) рисунки более 20 видов охраняемых растений.

Свою трудовую деятельность начала в лаборатории геоботаники Института экспериментальной ботаники в должности младшего научного сотрудника. С 2010 г. переведена на должность научного сотрудника. За годы работы Галина Васильевна стала высококвалифицированным специалистом в области флористики и геоботаники. Активно участвовала в выполнении ряда заданий государственных программ, государственных программ научных исследований, бюджетных и хозяйственных договоров и международных проектов. В первые годы работы она занималась лесными экосистемами, в дальнейшем предметом ее научных интересов стали травяные сообщества. Галиной Васильевной проведены исследования ряда объектов растительного мира, составлены аннотированные списки растений, выявлены места произрастания охраняемых видов, подготовлены паспорта растений, занесенных в Красную книгу Беларуси, обследован ряд газонов и других озелененных территорий г. Минска и даны экспертные оценки по их состоянию. В настоящее время сферу ее научных интересов составляют вопросы по видовому со-



ставу, структуре, рациональному использованию и охране луговых сообществ Белорусского Полесья. Г. В. Ермоленкова соавтор около 100 научных работ, в том числе 3-х монографий, Национального атласа Беларуси (2002 г.).

Галина Васильевна активно участвует в обучении нового поколения молодых ученых и школьников: является наставником-куратором полевой практики лесной школы «Сильван», член жюри секции «Биология» городского конкурса исследовательских работ в рамках городских конференций учащихся, а также секции «Экология растений и биоиндикация» Республиканского конкурса исследовательских работ.

Она регулярно участвует в освещении научной и инновационной деятельности Института в средствах массовой информации, выступает в ТВ-программах «Телебарометр», «Доброй раніцы, Беларусь» и других программах Белорусского телевидения.

Галина Васильевна воспитала двух сыновей, обладает прекрасными душевными качествами, она добрый и удивительно отзывчивый человек. Коллектив лаборатории геоботаники и картографии растительности выражает Галине Васильевне глубокую благодарность за многолетнюю плодотворную работу и сердечно поздравляет с юбилеем! Желаем ей крепкого здоровья, благополучия и новых творческих успехов!

Е. Я. Куликова, М. Л. Романова, А. В. Пучило, Н. А. Зеленкевич

ВАЛЕРИЙ НИКОЛАЕВИЧ ПРОХОРОВ

(к 65-летию)

Исполнилось 65 лет член-корреспонденту НАН Беларуси, профессору, доктору биологических наук, главному научному сотруднику сектора экологической физиологии фитоинвазий Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси Валерию Николаевичу Прохорову.

В. Н. Прохоров родился 13 апреля 1960 г. в г. Павлодаре Казахской ССР. В 1975 г. семья переехала на родину матери в д. Будоболь Шумилинского района Витебской области.

После окончания в 1977 г. Обольской средней школы Валерий Николаевич поступил на агрономический факультет Белорусской государственной сельскохозяйственной академии (БГСХА), которую с отличием закончил в 1982 г. Будучи студентом, награжден почетным дипломом студенческого научного общества БГСХА за активное участие в проведении научных исследований. В 1981 г. становится победителем олимпиады «Студент и научно-технический прогресс» по специальности «Агрономия» среди студентов ВУЗов СССР сельскохозяйственного профиля. В 1982 г. по распределению В. Н. Прохоров приходит на работу в Институт экспериментальной ботаники АН БССР (сейчас – НАН Беларуси), где и трудится по настоящее время. С первых дней работы в Институте значительная часть исследований В. Н. Прохорова посвящена изучению физиолого-экологических особенностей формирования и прогнозирования продуктивности и устойчивости агрофитоценозов зерновых культур. Результаты, выполненных под руководством д.б.н. Н. А. Ламана, исследований обобщены в кандидатской диссертации «Физиологическое обоснование критериев оценки агроценозов хлебных злаков в связи с формированием их хозяйственной продуктивности», которая успешно защищена в 1992 г. после окончания заочной аспирантуры. В 2006 г. по окончании докторантуры В. Н. Прохоров успешно защитил докторскую диссертацию на тему «Физиолого-экологические закономерности продукционных процессов в смешанных агрофитоценозах» по специальностям «физиология и биохимия растений» и «экология». В 2011 г. Валерию Николаевичу присвоено ученое звание доцента, а в 2023 г. – профессора.

За вклад в развитие физиологической науки В. Н. Прохоров в 2021 г. избран член-корреспондентом Национальной академии наук Беларуси.

В. Н. Прохоров – известный ученый в области экологической физиологии растений. Им установлены критерии прогнозирования потенциальной



продуктивности агрофитоценозов зерновых культур, физиолого-экологические закономерности продукционных процессов в смешанных агрофитоценозах и разработаны модели конкурентных отношений растений, что внесло существенный вклад в развитие общей теории продукционного процесса. Крупным научным достижением В. Н. Прохорова является новая теоретическая база для управления биологической продуктивностью и качеством продукции в смешанных агрофитоценозах, различающихся по видовому составу и пространственной структуре.

Начиная с 1982 г., более 20 лет В. Н. Прохоров принимал активное участие в широкомасштабном внедрении новой посевной машины, создании «Клуба 100 центнеров» и проведении на его основе учебы специалистов, поставивших целью получение высоких и рекордных урожаев зерновых культур, подготовке ряда методических пособий и рекомендаций по освоению интенсивных технологий («Биологические основы интенсивных технологий возделывания зерновых культур» (1991 г.) и др.). Участвовал в изучении, создании коллекции, разработке рекомендаций и внедрении в производство многолетней высокобелковой культуры – галеги восточной.

В настоящее время В. Н. Прохоров активно занимается изучением биолого-экологических особенностей адвентивных видов с высокой инвазивной активностью (борщевик Сосновского, золотарник канадский, эхиноцистис лопастной и др.), разработкой экологически безопасных способов ограничения их распространения и искоренения, поиском путей использования инвазивных видов в хозяйственно-полезных целях. По результатам исследований им разработаны научные основы применения регуляторов роста для ограничения распространения борщевика Сосновского и контролирования банка жизнеспособных семян этого растения в плодородном слое почвы, используемой для закладки и ремонта газонов, которые изложены в брошюре, буклетах и 14 патентах на изобретения, а также в «Методике определения засоренности почвы жизнеспособными семенами борщевика» и экспресс-методе определения жизнеспособности семян. Им, совместно с другими авторами, подготовлены рекомендации по применению на городских газонах препаратов, ингибирующих рост и развитие одуванчика лекарственного, которые широко внедряются в г. Минске.

В. Н. Прохоров ведет большую научно-организационную, научно-педагогическую и просветительскую работу, имеет высокий международный научный авторитет, широкие связи с ведущими зарубежными научными центрами, такими как Tokyo University of Agriculture and Technology (Япония), университет г. Вагенинген (Нидерланды), Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур, Всероссийский НИИ зернобобовых и крупяных культур, Сибирский государственный университет (Россия) и различными природоохранными организациями в области экологии растений.

Валерий Николаевич является автором более 250 научных работ, в том числе монографии, учебного пособия, 4 книг, 95 научных статей, 14 патентов на изобретения, 13 внедрений в учебную и производственную практику, 3-х энциклопедических изданий. В. Н. Прохоров автор 73 энциклопедических статей и более 20 книг по биологии, возделыванию и использованию в хозяйственно-

полезных целях различных видов культурных и дикорастущих растений. Валерию Николаевичу присущи любознательность, любовь к природе, увлеченность проблемой фитодизайна и ландшафтной архитектуры, что позволило ему стать известным специалистом также и в этой области. Наряду с успешной научной деятельностью он подготовил и опубликовал в соавторстве ряд ценных научно-популярных изданий, среди которых «Энциклопедия лекарственных растений», «Фитокосметика», «Фитокулинария», цикл брошюр серии «Сад и огород» и др., а также десятки статей для центральных научно-популярных журналов по ландшафтному дизайну и декоративному садоводству. В. Н. Прохоров имеет 6 свидетельств селекционера.

Он подготовил 2-х кандидатов наук и 3-х магистров. С 2007 по 2015 гг. по совместительству работал в должности профессора кафедры плодово-овощеводства УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». В. Н. Прохоров является председателем ГЭК №4 МГЭИ имени А. Д. Сахарова БГУ, членом ГЭК биологического факультета БГУ, Совета Д 01.38.01 по защите докторских диссертаций, Ученого совета Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси.

Награжден Почетными грамотами Института, Национальной академии наук Беларуси, Благодарностью Председателя Президиума НАН Беларуси, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований. В 2009 г. удостоен персональной надбавки Президента Республики Беларусь за выдающийся вклад в социально-экономическое развитие Республики Беларусь.

Валерий Николаевич отличается высокой ответственностью, доброжелательностью, принципиальностью в общении с коллегами и молодыми сотрудниками, пользуется заслуженным авторитетом в коллективе.

Сотрудники Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси желают юбиляру крепкого здоровья, творческого вдохновения и новых успехов на благо развития биологической науки.

*Е. Н. Карасёва, А. В. Бабков, М. М. Сак, А. Н. Гриц, Т. В. Фролова,
сотрудники сектора экологической физиологии фитоинвазий*

ЭММА ПЕТРОВНА ЯРОШЕВИЧ (к 90-летию)



В 2025 г. 90 лет исполнилось Эмме Петровне Ярошевич – белорусскому геоботанику, фенологу, кандидату биологических наук.

Э. П. Ярошевич родилась в г. Гомеле 24 января 1935 г. в семье служащих. В период Великой Отечественной войны находилась в детском доме г. Хвалынска Саратовской области. Отец ее погиб на фронте. В 1953 г. окончила среднюю школу № 21 г. Минска. В этом же году поступила на биолого-почвенный факультет Белорусского государственного университета имени В. И. Ленина. Успешно окончив БГУ в 1958 г., получила диплом биолога-ботаника и начала свой трудовой путь в должности старшего агронома Государственной инспекции по карантину сельскохозяйственных растений Министерства сельского хозяйства БССР.

С 1961 по 1964 гг. Эмма Петровна командирована в Монгольскую Народную Республику, где в составе советской экспедиции исполняла обязанности старшего геоботаника. Вернувшись из экспедиции Эмма Петровна поступила на работу в отдел геоботаники Института экспериментальной ботаники и микробиологии Академии наук БССР (ныне Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси) младшим научным сотрудником.

Учебу в аспирантуре Института по специальности «геоботаника» завершила в 1971 г. успешной защитой кандидатской диссертации на тему:

«Живой напочвенный покров сосновых лесов и его значение в аккумуляции зольных элементов и азота в Белоруссии».

Участвовала в выполнении государственно важной научно-исследовательской темы «Составление карты растительности Белорусской ССР», по завершению которой Эмма Петровна вошла в число соавторов, которым присуждена Государственная премия БССР в области науки и техники за выполненный цикл исследований.

По материалам многолетних исследований Э. П. Ярошевич в 1974 г. в соавторстве с академиком И. Д. Юркевичем издана обобщенная монография «Биологическая продуктивность типов и ассоциаций сосновых лесов (по исследованиям в БССР)», а также опубликована крупная научная работа «Современное состояние, типологическая структура и размещение лесов по бассейнам основных рек Полесья».

В сфере научных интересов Эммы Петровны значительное место занимали фенологические наблюдения за ритмом развития растений. В соавторстве с И. Д. Юркевичем и Д. С. Голодом издано унифицированное методическое пособие «Фенологические исследования древесных и травянистых растений», которое нашло широкое применение в практике лесного хозяйства. Ею разработаны рекомендации по оптимизации и планированию сроков заготовки плодов и семян широколиственных и мелколиственных древесных пород, которые применяются и теперь в лесном хозяйстве страны.

В 1986–1987 гг. Эмма Петровна принимала активное участие в радиоэкологических исследованиях природно-растительных комплексов Беларуси, подвергшихся загрязнению радиоактивными выбросами в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Э. П. Ярошевич за период научной деятельности опубликовано более 80 научных работ, в том числе 4 монографии (в соавторстве), являющихся важным вкладом в развитие исследований в области лесоведения и геоботаники.

Женское обаяние, доброжелательность, отзывчивость, присущие Эмме Петровне Ярошевич, снискали любовь и уважение сотрудников не только лаборатории геоботаники, но и всего коллектива Института.

Желаем юбиляру крепкого здоровья, бодрости, долголетия и благополучия!

Редакция сборника «Ботаника (исследования)»

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ MEMORABLE DATES

ВЛАДИМИР ВЛАДИМИРОВИЧ АДАМОВ (1875–1939)

к 150-летию со дня рождения



Владимир Владимирович Адамов (31.05.1875–16.09.1939) – один из основателей белорусской ботанической науки, внесший весомый вклад в ее формирование.

Родился В. В. Адамов 31 мая (12 июня) 1875 г. в г. Санкт-Петербурге в семье директора департамента Министерства юстиции, тайного советника, гофмейстера, землевладельца В. С. Адамова. В 1899 г. Владимир Владимирович окончил естественное отделение физико-математического факультета Императорского Санкт-Петербургского университета. Во время учебы проявил себя как интересующийся систематикой растений ботаник и флорист. Около 10 лет от Ботанического кабинета (кафедра ботаники) Университета, проводил исследования, организовывал ботанические сады в Курской, Тульской и Тверской губерниях. Изучал флору Средней Азии, обрабатывал гербарные коллекции. Его гербарий хранится в Санкт-Петербурге (SPBU), Минске (MSK). Первую научную работу опубликовал в 1900 г.

По окончании университета В. В. Адамов переехал в семейное владение в д. Большие Лётцы (Витебский район, Витебской области), где семье принадлежало около 1200 десятин земли, имелся двухэтажный дом.

Здесь он (с 1900 г.) создал опытно-акклиматизационный питомник, который впоследствии стал называться ботаническим садом (с 1912 г.). В устройстве ботанического сада ему помогали известные в то время ученые – Я. К. Кессельринг, К. Н. Вагнер, Х. Гоби, Р. Ф. Ниман, В. Вильморен, А. Д. Воейков и др. Растения и семена присылали из ботанических садов Санкт-Петербурга, Женевы, Варшавы, Парижа, Вильно, Кенигсберга. Сад был известен широко за пределами нашей страны и считался одним из крупнейших на территории Беларуси в тот период – в 1910 г. здесь произрастало 344 древесных, 664 травянистых и полукустарниковых видов растений, имелась оранжерея с 300 видами экзотических растений, коллекция семян (более 1000 видов). В имении был и ботанический музей, гербарий. В. В. Адамов активно заинтересо-

вался и собирал коллекции растений альбиносов, пестролистных, плакучих и иных форм древесных растений, различные хозяйственно-ценные растения, выпускал каталоги сада. Позднее, в конце 1924 г. в саду насчитывалось уже около 400 видов древесных растений, имелась коллекция многолетних травянистых растений (более 2000 видов).

В. В. Адамов участвовал в оформлении образцовых имений и усадеб того времени (Юрьevo и Белый Колодезь), пополнении «Гербария русской флоры» под руководством профессора В. А. Кузнецова. В 1907 г. по инициативе В. В. Адамова в Больших Лётцах создан Летчанский земледельческий кружок с целью распространения земледельческого просвещения среди местного населения.

В 1910 г. В. В. Адамов продолжил образование в Кенигсбергском университете, затем в Париже (до 1913 г.). По возвращении на родину читал лекции и вел занятия на высших сельскохозяйственных курсах в г. Санкт-Петербурге, в т.ч. и по использованию лекарственных растений во время I мировой войны, курсы читал и слушателям в Больших Лётцах. Участвовал В. В. Адамов в фронтовых действиях как делопроизводитель и член исполкома «Особого отдела».

В предреволюционные годы (около 1916 г.) В. В. Адамов почти постоянно жил в Больших Лётцах, помогал крестьянам, обучал детей грамоте, однако после революции лишился имущества, одно время бедствовал, ему стало трудно поддерживать в надлежащем состоянии ботанический сад. В 1918 г. он обратился с предложением вернуть свое имущество Витебскому союзу увечных воинов и организовать трудовую земледельческую колонию. Ботанический сад и имение с 1918 г. перешли в ведение Агрономического подотдела губернского земельного отдела, сам В. В. Адамов назначен заведующим садом с несколькими помощниками в его штате. Тогда же по его инициативе образована заповедная зона площадью до 18 десятин земли.

В. В. Адамов несмотря на все перипетии этого времени преданно служил ботанической науке, искренне и с энтузиазмом работал в г. Витебске над созданием ботанических коллекций и их надлежащем содержании, где в это время был довольно большой гербарий, собранный в Витебской губернии, который требовал обработки и сохранности.

В. В. Адамов, как увлеченный коллекционер растений, собирал виды с полезными свойствами и пытался внедрить их в культуру для нужд населения, отбирал ценные формы растений, агитировал население в «пользу ботаники», прилагал усилия по сохранению живых коллекций и гербария в г. Витебске. В 1920 г. обращался к В. Л. Комарову с просьбой предоставить черенки растений для ботанических, учебно-показательных школьных садов.

Часть растений сада в Больших Лётцах (около 200 видов) в 1919 г. перевезена в Витебск для организации ботанического сада на месте владений Х. С. Гуревич. Позднее, ботанический сад и парк в Больших Лётцах в 1923 г. переданы Витебскому сельхозтехникуму. В это время В. В. Адамов занимался преподавательской деятельностью в г. Витебске, во время службы в губземотделе организовал экспедицию по изучению лугов вдоль малых рек Витебщины.

С 1923 г. при Институте белорусской культуры (создан в 1922 г.) организована кафедра ботаники при секции природоведения Отдела природы и хозяйства (пред. – А. А. Смолич). Первым заведующим кафедрой ботаники стал В. В. Адамов. Одним из структурных подразделений Отдела был и Велико-Летчанский ботанический сад. Эти подразделения просуществовали до 1928 г., когда Инбелкульт преобразовали в Академию наук БССР. Таким образом, В. В. Адамов фактически стоял у истоков создания белорусского гербария и изучения флоры Беларуси.

С 1923–1924 гг. В. В. Адамов переехал в г. Минск, где проживал на ул. Коммунистической вместе с сестрой. Вплоть до 1935 г. руководил ботанико-лизиметрическим отделением Минской болотной опытной станции при Всесоюзном научно-исследовательском болотном институте, образованном в 1925 г. на базе ликвидированного Белорусского Института сельского и лесного хозяйства, совмещая при этом ряд других должностей. Он заведует секцией натурализации Белорусского отделения Всесоюзного института прикладной ботаники (открыт в 1925 г. в д. Лошица под Минском), преподает в Горках после объединения Института сельского и лесного хозяйства с Горецким сельскохозяйственным институтом в Белорусскую государственную академию сельского хозяйства. В конце 1920-х гг. руководил геоботаническими экспедициями Управления мелиорации Наркомзема Белоруссии, совершая поездки по югу страны.

Это наиболее продуктивный период в жизни В. В. Адамова, в это время он публикует работы, посвященные усадьбам и паркам Витебщины, сорным травам, растительным ассоциациям Комаров-

ского болота, обзору растительности Белорусского Полесья и бассейна реки Припять.

В 1930 г. он один из активных организаторов ботанических экспозиций Всебелорусской сельскохозяйственной выставки, что, по всей вероятности, послужило причиной его дальнейшего творческого кризиса, поскольку очень многие деятели, работавшие над подготовкой к выставке, арестованы по сфабрикованным делам.

В 1934 г. В. В. Адамов отдыхал в Крыму, после чего предпринял усилия, чтобы устроиться работать в Никитском ботаническом саду, куда был принят в должности дендролога благодаря рекомендациям видных ученых того времени (Н. И. Вавилова, Б. А. Федченко, А. Т. Кирсанова). Являлся редактором изданий сада, руководителем работ интродукции, по реферированию и переводам иностранной литературы и корреспонденции. В библиотеке сада работала и его жена, А. М. Адамова. Желание В. В. Адамова переехать в Крым, возможно, являлось одним из шагов ухода преследований, однако он уже к этому времени был и тяжело болен. С января 1938 г. по состоянию здоровья он переведен на должность консультанта-референта и затем, с конца марта 1938 г., уволен по сокращению штатов, как и его жена.

Последний год жизни В. В. Адамов являлся инвалидом 2-й группы, проживал в нужде в д. Никита, его здоровье было слабым, о чем свидетельствуют письма к В. Л. Комарову в 1938 г. Умер В. В. Адамов 16 сентября 1939 г. в г. Севастополе, в Первой советской больнице, похоронен на городском кладбище в Феодосии. Библиотека ученого передана в дар библиотеке Никитского ботанического сада.

В. В. Адамов является автором более 35 научных работ. Множество его работ остались неопубликованными.

В усадьбе ученого в 1946 г. открылся Велико-летчанский детский дом для детей-сирот Великой Отечественной войны. Детский дом здесь просуществовал до наших дней, располагаясь в других корпусах. С годами усадьба пришла в упадок, а память об ученом сохранялась лишь благодаря усилиям краеведов и активистов. В последние годы сотрудниками и воспитанниками детского дома велось восстановление исторической памяти этого уникального места – на усадебном доме ученого установлена мемориальная доска, выполнена уборка и расчистка территории. Создан инвест-проект по организации культурно-ремесленного центра, разработаны туристические маршруты по бывшему парку. Проводился «Адамаўскі фэст», работал просветительский центр «ZYOLKA» (зёлка).

Д. В. Дубовик, Н. А. Зеленкевич

АЛЕКСАНДР СТЕПАНОВИЧ ВЕЧЕР
(1905–1985)
к 120-летию со дня рождения



Академик Александр Степанович Вечер (25.03.1905–04.05.1985) – представитель замечательной плеяды белорусских учёных, творческий путь которых связан со становлением и развитием важнейших направлений науки в Беларуси. Александр Степанович – один из организаторов исследований по биологической химии растений и технической фитобиохимии, инициатор развития нового научного направления в республике – молекулярной биологии растений.

А. С. Вечер родился 25 марта 1905 г. в д. Мащицы Слуцкого района Минской области. В 1916 г. поступил в первый класс Слуцкой мужской гимназии. В 1920 г. в связи со смертью старшего брата от туберкулеза, а также преобразованием Слуцкой единой трудовой школы в русскую частную гимназию (во время польской оккупации) вынужден оставить учёбу из-за отсутствия средств. Жил и работал в семье матери, не теряя надежду восстановить учебу. Подготовившись самостоятельно, в 1923 г. сдал экстерном экзамены и поступил в Слуцкий сельскохозяйственный техникум (сейчас – Слуцкий государственный сельскохозяйственный профессио-

нальный лицей). Со второго курса техникума решением Слуцкого райкома «Ленинского Коммунистического Союза Молодежи Белоруссии» (ЛКСМБ) направлен на работу заведующим сельской библиотекой в д. Паськовы Горки Стародорожского района Минской области БССР. Там же был избран и работал секретарем сельской ячейки ЛКСМБ.

В 1925 г. А. С. Вечер стал студентом агрономического факультета Белорусской государственной академии сельского хозяйства имени Октябрьской революции (ныне – Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия), г. Горки. С этого момента Александр Степанович посвящает себя научным исследованиям в области биохимии растений, работая с 1927 г. на кафедре физиологии растений под руководством профессора Т. Н. Годнева. Проявил себя перспективным ученым и талантливым литератором.

По окончании академии направлен на работу (1929–1930 гг.) в Центральную химическую лабораторию научно-исследовательского институ-

та сельского и лесного хозяйства в Минске (сейчас – Институт леса НАН Беларуси).

Преподавал (1930–1932 гг.) в Городокском техникуме механизации сельского хозяйства (сейчас – Городокский государственный аграрно-технический колледж) и работал в Комитете народного хозяйства при Госплане БССР.

В 1932 г. впервые выезжает из Белоруссии и зачисляется специалистом-агрохимиком Сочинской зональной опытной станции, где изучал вопросы удобрения citrusовых насаждений и химический состав южных плодов. После перенесенной тяжелой болезни возвращается из г. Сочи в г. Минск.

1935 г. оказался чрезвычайно плодотворным в научном пути молодого ученого – издано 2 монографии и крупные научные труды. В этом же году по результатам исследований (без защиты диссертации) Александру Степановичу присуждена ученая степень кандидата химических наук по специальности «биохимия растений».

В 1937 г. под угрозой новой волны репрессий А. С. Вечер надолго покинул Белоруссию и воспользовался вакансией в Кубанском сельскохозяйственном институте (ныне – Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина), где избран заведующим кафедрой хранения и переработки плодоовощной продукции. В 1939 г. он на должности доцента кафедры технологии виноделия после реорганизации института в Краснодарский институт виноделия и виноградарства, а позднее в Институт пищевой промышленности. Значительный вклад внесен им в промышленное производство каротина и препаратов с поливитаминной активностью, которыми А. С. Вечер занимался постоянно. Новизну исследования подтверждает полученное авторское свидетельство на изобретение «Способ получения концентратов каротина из моркови» в 1940 г. и последующие работы.

В период Великой Отечественной войны в связи с угрозой оккупации Александр Степанович сумел вывести студентов в места расположения Советской Армии и сам вступил в ее ряды. Однако, уже находясь в маршевой роте, он освобождается от дальнейшей службы в армии как кандидат наук, и, в соответствии с указом правительства, эвакуируется с институтом и семьей в г. Самарканд.

После освобождения Краснодара и возвращения института из эвакуации Александр Степанович в должности главного инженера руководил работами по восстановлению Краснодарского витаминного комбината, не прекращая научно-исследовательской работы в институте виноделия и виноградарства по биохимии яблок, вино-

стабилизирующим материалам (бентонитам) и способам их использования.

В 1946 г. он поступил в докторантуру (руководитель – академик Н. М. Сисакян) при Институте биохимии имени А. Н. Баха АН СССР. Уже в 1947 г. появились его две основополагающие статьи – «Растительные пластиды как коллоидные витаминные системы» и «Пластиды моркови». По словам академика НАН Беларуси В. Н. Решетникова, первого ученика Александра Степановича в Беларуси: «В краснодарский период начались пионерные исследования пластид и зародилось новое научное направление, развитое в период докторантуры – биохимия изолированных пластид растений». В 1949 г. А. С. Вечер прикомандирован в докторантуру АН СССР сроком на год и в 1950 г. защищает докторскую диссертацию на тему «Химическая природа пластид и методы их исследования».

С 1951 по 1959 гг. А. С. Вечер продолжал работать в г. Краснодаре в должности заведующего кафедрой физической и коллоидной химии Института пищевой промышленности. В этот период А. С. Вечер и его научный коллектив занимаются разработкой технологии применения бентонитов, влиянием аскорбиновой кислоты на процессы шампанизации виноматериалов резервуарным методом, выделением и определением биохимических свойств пластид.

В 1959 г. А. С. Вечер на основе конкурса избирается на должность заведующего лабораторией биохимии растений Института биологии АН БССР (впоследствии – Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси), организованного в соответствии с новыми тенденциями развития советской биологической науки в 1958 г. (первым заведующим был А. В. Мироненко). В этом же году Александр Степанович избран членом-корреспондентом АН БССР. Вскоре опубликован его фундаментальный труд «Пластиды растений, их свойства, состав и строение» (1961 г.). В этот период началось изучение нуклеиновых кислот растений, появились пионерные публикации о наличии ДНК в пластидах.

По инициативе Александра Степановича активно развиваются работы в области технической биохимии, направленные на получение кормовых белков картофеля и витаминов из других источников пищевого сырья. Совместно с научным коллективом своего однокурсника по сельскохозяйственной академии академика П. И. Альсмика из Белорусского научно-исследовательского института плодоовощеводства и картофеля, исследования в области физиологии и биохимии привели к безотходной переработке картофеля, приоритетным технологиям производства картофельной муки,

концентрированного сока и т.д. Результаты этого направления исследований опубликованы в совместной с М. Н. Гончариком монографии «Физиология и биохимия картофеля» (1973 г.), переизданной на польском и белорусском языках. Эти и другие фундаментальные труды по физиологии и биохимии картофеля подвели итог многолетних и важных для аграрного сектора БССР разработок белорусских ученых.

Учебу в академии, аспирантуре, а затем и научную работу А. С. Вечер совмещал с активной литературной деятельностью. Еще в 1926–1927 гг. в журнале «Аршанскі маладняк» появились первые поэтические произведения молодого поэта: стихи «Дзве думкі» (под псевдонимом «Алесь Раніца»), «Нашы акорды», «Якубу Коласу» и др.

А. С. Вечер был одним из руководителей Оршанского филиала литературного объединения «Маладняк». В 1928–1930 гг. возглавлял Минский филиал ассоциации пролетарских писателей (БелАПП), редактировал журнал «Шляхі калектывізацыі». Подборки его стихов публиковались в журналах «Маладняк», «Полымя», газетах «Літаратура і мастацтва», «Звязда» и др.

Еще с 1930 г. кроме научной работы в НИИ пищевой промышленности БССР Александр Степанович вел активную преподавательскую работу: читал курс химии по товароведению плодов и овощей в институте народного хозяйства и по технологии и производству слабоалкогольных напитков и вин в политехническом институте. В 1963–1971 гг. А. С. Вечер преподавал в Белорусском государственном университете в должности профессора кафедры физиологии растений у Т. Н. Годнева, и, как итог, издал две монографии по основам физической биохимии растений. В 1966 г. за достижения в области биохимии растений он избран действительным членом (академиком) АН БССР.

В 1970 г. академическая лаборатория, которой руководил Александр Степанович, преобразована в лабораторию биохимии и молекулярной

биологии Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича АН БССР.

За время своей деятельности академик А. С. Вечер подготовил 3 докторов и 37 кандидатов наук, опубликовал более 400 научных работ, приоритетность которых защищена 21 патентом.

Александр Степанович скоропостижно скончался 4 мая 1985 г. вскоре после своего 80-летия. В 2017 г. имя академика А. С. Вечера включено в список выдающихся белорусских учёных, прославивших Беларусь.

Деятельность А. С. Вечера, выдающегося отечественного ученого в области биохимии и биотехнологии растений, находит свое продолжение в научных коллективах учреждений Отделения биологических наук НАН Беларуси и ВУЗов нашей страны. В фундаментальном аспекте развиваются исследования клеточных органелл растений и клеточных культур и их использование в биотехнологии, получении биологически активных препаратов и способов переработки растительного сырья и других направлений, инициированных академиком А. С. Вечером.

Александр Степанович стоял у истоков создания в структуре АН БССР специализированного биохимического учреждения – Отдела регуляции обмена веществ, всячески поддерживал его становление и превращение в Институт биохимии АН БССР под руководством академика Ю. М. Островского. Этому в немалой степени способствовало формирование и руководство академиком А. С. Вечером Белорусского биохимического общества, которое он осуществлял в период с 1959 по 1985 гг.

Весь жизненный путь, творческая научная и литературная деятельность Александра Степановича Вечера является и будет являться примером и образцом беззаветного служения народу и белорусской науке. Идеи академика Александра Степановича Вечера воплощены в жизнь его учениками: с 1985 г. научная школа биохимии и биотехнологии растений продолжила свое развитие под руководством академика В.Н. Решетникова.

*Е. В. Спиридович, А. А. Вечер,
А. Г. Мойсёенок, В. Н. Решетников*

АЛЕКСАНДР ПОТАПОВИЧ ВОЛЫНЕЦ (1935–2020)

к 90-летию со дня рождения

Александр Потапович Волюнец (02.02.1935–30.10.2020) родился 2 февраля 1935 г. в д. Беркозы Пинского района Брестской области в семье путевого обходчика. Его детские и юношеские годы прошли в период суровых испытаний для страны в условиях немецкой оккупации и тяжелого послевоенного времени. Окончил семилетку в д. Понятичи, затем среднюю школу в д. Молотковичи Пинского района Брестской области.

В 1955 г. поступил на химико-биологический факультет Брестского педагогического института, который с отличием окончил в 1960 г. За время учебы в институте дважды принимал участие в освоении целины в Казахстане за что награжден медалью «За освоение целинных и залежных земель».

После института работал учителем химии и биологии в средней школе д. Житомя (Гродненский район, Гродненская область).

С 1961 г. обучался в аспирантуре при Институте биологии АН БССР (ныне – Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси). В 1964 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Анатомо-морфологическая характеристика устойчивости сортов льна-долгунца к натриевым солям 2,4-Д и 2М-4Х», выполненную под руководством профессора С. М. Маштакова.

В 1974 г. Александр Потапович успешно защитил докторскую диссертацию «Эндогенные регуляторы роста и избирательность действия гербицидов» на Спецсовете в Вильнюсском государственном университете. В настоящее время широко известны разработанные им комплексные методы анализа фенольных соединений и фитогормонов в растительном материале, способы регуляции роста, устойчивости, продуктивности, защиты растений от болезней.

А. П. Волюнец – основатель и лидер известной далеко за пределами страны белорусской школы исследователей эндогенных регуляторов роста растений, становлению и развитию которой отдал многие годы активной и плодотворной жизни.

За 60 лет творческой работы Александр Потапович прошел путь от аспиранта до главного научного сотрудника. Он руководил исследова-



тельской группой «Люцерна», долгое время (1982–2006 гг.) работал заведующим лабораторией физиологии большого растения.

Им подготовлено 9 кандидатов биологических наук, опубликовано более 370 научных работ, в том числе 11 монографий, 3 брошюры, он автор 10 патентов и ряда рекомендаций по повышению продуктивности и качества урожая, защиты растений от болезней и сорняков. В 1997 г. А. П. Волюнцу присвоено ученое звание профессора по специальности «Биология».

За большой вклад в развитие биологической науки, педагогическую и общественную работу А. П. Волюнец награжден Почетной грамотой Верховного Совета БССР, Почетными грамотами Высшей аттестационной комиссии и Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, юбилейной медалью «80 лет НАН Беларуси», удостоен Премии президентов НАН Украины, АН Беларуси и АН Молдовы (1996 г.) и Премии НАН Беларуси (2007 г.).

Ушел из жизни в результате тяжелой болезни 30 октября 2020 г. Имя Александра Потаповича Волюнца навсегда останется в истории биологической науки, в памяти его учеников и коллег, работавших вместе с ним.

Редакция сборника «Ботаника (исследования)»

МАРГАРИТА ПЕТРОВНА ЖИГАР
(1940–2020)
к 85-летию со дня рождения



Маргарита Петровна Жигар (10.02.1940–27.05.2020) – педагог и ученый, кандидат биологических наук, профессор, сотрудник кафедры ботаники и экологии Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина.

Родилась Маргарита Петровна в д. Ясашная Ташла Тереньгульского района Ульяновской области. Ее детство и юность пришлось на тяжелые военные и послевоенные годы. Отец был полковником Советской армии, и в 1945 г. семья переехала в г. Брест по месту службы отца, где Маргарита Петровна пошла в школу. В 1957 г., окончив с золотой медалью среднюю школу № 1 г. Бреста, она поступила на естественно-географический факультет Брестского государственного педагогического института (сейчас – Брестский государственный университет (БрГУ)) имени А. С. Пушкина. Маргарита Петровна выбрала педагогическую профессию по примеру своих родителей, ведь оба, отец и мать, в довоенный период работали учителями. По окончании института в 1962 г. получила диплом с отличием и квалификацию «Преподаватель географии, биологии, химии».

Молодой педагог начала свою трудовую деятельность в 1962 г. в качестве руководителя кружка цветоводов Брестской областной станции юннатов. С сентября 1963 г. Маргарита Пет-

ровна перешла на работу в Брестский государственный педагогический институт. Сначала работала ассистентом, затем старшим преподавателем (с 1969 г.), доцентом (с 1975 г.) кафедры ботаники. С 1978 по 1989 г. занимала должность проректора по научной работе. В 1995 г. М. П. Жигар присвоено звание профессора по специальности «Биология». С 2001 по 2004 г. Маргарита Петровна возглавляла кафедру ботаники и экологии, с 2004 г. по май 2020 г. работала в должности профессора данной кафедры.

Маргарита Петровна всегда имела активную жизненную позицию. Работала куратором, председателем культмассовой комиссии биолого-химического факультета, секретарем комсомольской организации сотрудников института. Являлась депутатом Брестского Ленинского районного Совета народных депутатов, председателем комиссии по народному образованию и культуре, членом Белорусского республиканского комитета профсоюза работников просвещения, высшей школы и научных учреждений, председателем педагогического общества Брестского пединститута, председателем местного комитета института, заместителем декана биолого-химического факультета, ученым секретарем ученого Совета. Она входила в состав редакционных коллегий журнала «Веснік Брэсцкага ўніверсітэта» и сборника научных трудов «Вучоныя запіскі Брэсцкага ўніверсітэта».

Маргарита Петровна с увлеченностью занималась научной работой. В 1972 г. закончила обучение в аспирантуре Ботанического института имени В.Л. Комарова под руководством доктора биологических наук, профессора Е. А. Мирославова. В 1974 г. защитила кандидатскую диссертацию на тему «Строение наружной стенки эпидермиса злаков в связи с их проницаемостью». Участвовала в фундаментальных и прикладных исследованиях в области анатомии растений. Маргарита Петровна охотно делилась с коллегами и студентами своим научным багажом, подготовила одного кандидата педагогических наук.

М. П. Жигар опубликовала более 300 научных работ. Она автор и соавтор таких изданий, как учебно-методическое пособие «Русско-белорусский словарь по анатомии и морфологии растений», «Анатомія і марфалогія раслін» (1995 г.), монография «Анатомия коры деревьев и кустар-

ников», «Русско-белорусский ботанический словарь», «Атлас по анатомии растений», «Атлас анатомического строения коры деревьев и кустарников», «Анатомия растений», «Растительные ткани» (2001 г.), «Растения района полевой практики» (2007 г.), УМК «Морфология растений» (2009–2011 гг.), «Краткий определитель высших растений» (2013 г.), «Экологическая анатомия растений» (2015), «Краткий определитель высших растений» (2020 г.).

Кроме научных увлечений в жизни Маргариты Петровны была музыка и спорт. Много лет она пела в составе Народного академического хора «Гаудеамус» Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина, который со своими выступлениями побывал в Испании, Италии и др. В 1984 г. стала чемпионкой среди жителей г. Бреста по большому теннису. Реализовалась Маргарита Петровна и в семье, она была любящей женой, заботливой матерью и бабушкой.

Многолетняя научная, научно-организационная и общественная работа Маргариты Петровны неоднократно отмечена наградами, среди кото-

рых Почетные грамоты Министерства просвещения БССР, Министерства просвещения СССР, ЦК профсоюзов работников просвещения высшей школы и научных учреждений работников народного образования БССР, Национального собрания Республики Беларусь, знак «Выдатнік адукацыі Рэспублікі Беларусь», Почетный знак «За вклад в развитие БрГУ имени А. С. Пушкина», медаль «Ветеран труда».

Глубокая преданность ботанической науке и любовь к ней гармонично сочетались с личным обаянием, открытостью, доброжелательностью и уважительным отношением к людям. Маргарита Петровна всегда отличалась большим трудолюбием, трудоспособностью, дисциплинированностью, требовательностью к себе и студентам.

До последних дней Маргарита Петровна была предана университету, продолжала педагогическую и научную деятельность. Из жизни Маргарита Петровна Жигар ушла в год своего 80-летия после тяжелой болезни. В памяти коллег и учеников Маргарита Петровна остается как самый талантливый и разносторонний человек, которого посчастливилось встретить в жизни.

В. И. Бойко, Н. В. Шкуратова, Н. М. Матусевич

АРКАДИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ ПЛАКС (1945–2024)

к 80-летию со дня рождения



Аркадий Васильевич Плакс (22.02.1945–20.04.2024) – кандидат биологических наук, специалист в области биомембранологии, ионного транспорта, физиологии растительной клетки.

Родился он 22 февраля 1945 г. в г. Минске, обучался в средней школе № 13. По окончании школы работал автоматчиком на Минском механическом заводе имени С. И. Вавилова (сейчас – Белорусское оптико-механическое объединение – холдинг «БелОМО»), прессовщиком на заводе радиодеталей (затем завод «Калибр»), а с 1967 г. техником-наладчиком в Институте тепло- и массообмена (ИТМО) АН БССР (сейчас – Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси). Одновременно с трудовой деятельностью с 1963 г. обучался на вечернем отделении физического факультета Белорусского государственного университета.

С 1964 по 1967 гг. проходил действительную военную службу в Советской армии, уволившись в запас в чине лейтенанта.

С 1973 г. по окончании физфака БГУ с присвоением квалификации «физик», обучался в очной аспирантуре ИТМО АН БССР.

В 1976 г. распределен на работу в Институт экспериментальной ботаники АН БССР (сейчас – НАН Беларуси), в лабораторию фотосинтеза на должность младшего научного сотрудника. В 1979 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию по специальности «биофизика» на тему «Электродиффузионные свойства тонопласта клеток *Nitella*». Аркадий Васильевич фили-

гранно овладел микрохирургической техникой и впервые в практике исследования механизма регуляции ионных потоков через мембраны растительных клеток разработал способ непрерывной прижизненной перфузии клеток харовых водорослей, что позволило получать совершенно новые сведения об электродиффузионных свойствах тонопласта.

А. В. Плакс активно участвовал и в общественной жизни института, являлся паргруппоргом лаборатории, заместителем старшего агитатора, членом группы народного контроля, добровольной народной дружины.

В 1986 г. переведен на должность научного сотрудника в лабораторию регуляции транспорта и обмена веществ. С 1996 г. работал в лаборатории водного режима фитоценозов в должности старшего, а с 2004 г. – ведущего научного сотрудника. Аркадий Васильевич рекомендовал себя как трудолюбивый, грамотный специалист, обладающий высоким экспериментальным мастерством и необходимыми теоретическими знаниями. Он постоянно разрабатывал и осваивал новые подходы, позволявшие проводить исследования на современном методическом уровне. В область его научных интересов входили исследования транспортных систем тонопласта и плазмалеммы, мембранной системы внутриклеточной регуляции функциональной активности аквапоринов. Им разработан ряд принципиально новых методов изучения цитоплазматических мембран, в том числе методов оценки функциональной активности аквапоринов в условиях *in vivo*. А. В. Плакс выступал с докладами на научных симпозиумах, конференциях в т.ч. в России, Литве, Грузии, Узбекистане. Является автором и соавтором более 50 научных работ, 4 авторских свидетельств на изобретения.

С 2000 г. планировал работу над докторской диссертацией на тему «Роль мембранных структур в системе регуляции водного транспорта в растениях», которую не удалось завершить.

Ушел из жизни 20 апреля 2024 г. Ученый, изобретатель, знаток тайной жизни растительных структур, человек тонкой душевной организации и необыкновенной скромности, мастер с золотыми руками и золотым сердцем, Аркадий Васильевич навсегда останется в истории биологической науки и в светлой памяти его коллег и друзей.

Редакция сборника «Ботаника (исследования)»

ХРОНИКА CHRONICLE

О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЩЕСТВЕННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «БЕЛОРУССКОЕ БОТАНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО» в 2024 г.

На 01.01.2025 г. в общественном объединении «Ботаническое общество» состоит 140 членов. В отчетном году состоялось внеочередное заседание Съезда и 1 собрание Совета ОО «Ботаническое общество».

В январе 2024 г. состоялся внеочередной Съезд ОО «Белорусское ботаническое общество», на котором приняты новое название общественного объединения и новая редакция Устава в связи с внесением изменений в Закон Республики Беларусь от 04.10.1994 г. № 3254-XII «Об общественных объединениях». В работе Съезда приняли участие 95 членов общественного объединения, из которых 39 – очно, 56 – в формате видеоконференции Zoom.

На заседании Совета ОО «Ботаническое общество», которое состоялось в декабре 2024 г. рассмотрен отчет о деятельности объединения в 2024 г. и план работы на 2025 г., вручены нагрудные знаки.

Издания под эмблемой ОО «Ботаническое общество»

В 2024 г. изданы 53-й (опубликованы 23 статьи 31 члена общества) и 54-й (опубликованы 18 статей 29 членов общества) выпуски сборника научных трудов «Ботаника: исследования». Члены ОО «Ботаническое общество» также входят в состав редакционной коллегии сборника.

Организация и участие в конференциях, семинарах, школах

Члены ОО «Ботаническое общество» участвовали в организации:

- мероприятий, посвященных празднованию Дня белорусской науки, (23–28.01.2024);
- семинара с участием сотрудников Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси и ГПУ «Березинский биосферный заповедник», посвященного Всемирному дню водно-болотных угодий (02.02.2024);
- научно-практического семинара «Стратегия ограничения распространения и искоренения опасных инвазивных видов растений», организованного с целью обсуждения вопросов повышения эффективности проводимых в стране мероприятий по борьбе с наиболее опасными инвазивными видами растений (02.04.2024);



– мероприятий в рамках «Неделя родной природы», приуроченной к празднованию Международного дня биологического разнообразия (20–24.05.2024);

– рабочих встреч по вопросам научного сотрудничества с Российской Федерацией (18.04.2024, 15–16.08.2024, 25.10.2024).

На биолого-физиологических семинарах Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси членами ОО «Ботаническое общество» сделано 10 докладов:

- доклад к.б.н., доцента Е. Я. Куликовой «Опыт восстановления пойменной луговой растительности р. Припять (на примере урочищ «Туровский луг» и «Погост»)» (31.01.2024);
- доклад к.г.н., доцента Н. Д. Грищенко «Мониторинг высшей водной растительности в Беларуси: основные результаты и перспективы развития» (28.02.2024);
- доклад д.б.н. О. М. Масловского «Экспансия инвазивных видов в Беларуси: итоги изучения, проблемы, перспективы» (27.03.2024);
- доклад к.б.н. Т. А. Скуратович «Обоснование научных принципов системы комплексной оценки и отбора засухоустойчивых генотипов *Beta vulgaris* L. в условиях изменяющегося климата» (03.04.2024);
- доклад к.б.н. А. Р. Понтуса «Опыт и перспективы применения данных ДЗЗ в решении проблем цифровизации сельского хозяйства и точного земледелия» (08.05.2024);

– доклад к.б.н. В. Б. Звягинцева «Компьютерное моделирование неоареалов и динамики развития биологических инвазий» (16.10.2024);

– доклад к.б.н. Т. Г. Шабашовой «Институт микробиологии Академии наук Китая: Ключевая лаборатория микологии» (12.11.2024);

– доклад к.б.н., доцента Д. Г. Груммо «Научные основы и методология пространственного изучения растительного покрова с использованием дистанционного зондирования и ГИС-технологий» (12.11.2024);

– доклад А. Ю. Комара «Вынікі стажыроўкі ў лабараторыі комплексных даследаванняў дынамікі лясоў Еўразіі (СФУ, г. Краснаярск)» (20.11.2024);

– доклад к.б.н. К. Л. Савицкой «Особенности систематической и экологической структуры водной флоры водохранилищ» (04.12.2024).

В рамках открытого научно-популярного лектория «#на_скрыжаванні (навук, людзей і вуліц)» сделано 10 докладов:

– лекция д.б.н. О. М. Масловского «Методы определения урожайности и запасов дикорастущих хозяйственно полезных растений» (10.12.2024);

– лекция к.б.н., доцента А. В. Судника «Лес и климат. Как изменения климата влияют на леса и адаптацию лесного хозяйства к этим изменениям?» (11.02.2024, 13.11.2024, 14.11.2024);

– лекция к.б.н., доцента Д. Г. Груммо «Леса Беларуси» (25.03.2024);

– лекция к.б.н. Р. В. Цвирко «Лесная типология: основные понятия, истоки, развитие, направления, применение, белорусская лесотипологическая школа» (10.04.2024);

– лекция к.б.н. В. В. Лукина «Белорусы в Антарктиде: по следам полярной экспедиции» (10.04.2024);

– лекции В. Н. Лебедько «Самые ядовитые растения на территории Беларуси» (16.01.2024, 04.06.2024); «Флора Беларуси. Хозяйственно полезные и ядовитые растения» (08.02.2024, 18.04.2024); «Охраняемые растения в народной медицине Беларуси» (29.02.2024, 10.04.2024);

– лекция А. Н. Скуратовича «Охраняемые растения флоры Беларуси» (17.10.2024).

Членами ОО «Ботаническое общество» на базе Центральной научной библиотеке имени Якуба Коласа НАН Беларуси проведены:

– презентация монографии «Флора Беларуси. Сосудистые растения. Т. 4: Magnoliopsida» (23.01.2024);

– презентация Списка видов дикорастущих растений, планируемых для включения в 5-ое издание Красной книги Республики Беларусь (22.05.2024).

Социальные мероприятия

Члены ОО «Ботаническое общество» в 2024 г. принимали участие в следующих мероприятиях:

1) площадка открытых коммуникаций «Неделя родной природы», приуроченной к Международному дню биоразнообразия (20–24.05.2024);

2) посадка леса на территории Молодечненского лесхоза в рамках республиканской добровольной акции «Аднавім лясы разам» (04.04.2024, приняли участие 15 членов) и республиканской добровольной акции «Дай лесу новае жыццё!» (26.10.2024, приняли участие 6 членов);

3) областной этап Республиканского юниорского лесного конкурса «Квітней, мой лес!» (20.04.2024–20.05.2024)

4) ежегодная акция «Чистый берег» в Вилейском районе Минской области (17.05.2024);

5) спартакиады среди работников Национальной академии наук Беларуси.

Проведено не менее 25 экскурсий по постоянно действующей выставке «Экспозиция Гербария» (круглогодично) и не менее 15 экскурсий в музей Института леса (знакомство с развитием научного лесного дела в Беларуси).

Популяризация, работа с общественностью

Проведена модернизация и наполнение информацией интернет-сайта (интернет-странички) общественного объединения: <https://botany.by/about-institute/struktura/obshhestvennye/bel-botanicheskoe-obshhestvo>; регулярно вносились изменения и дополнения в интерактивный веб-сайт «Живые памятники природы» (<http://livenumuments.by>).

Члены ОО «Ботаническое общество» приняли участие в организации лекций и экскурсий в рамках проекта «Поход в народ: экологический и культурный туризм» (организатор – Турклуб «Активный»).

К.б.н. Т. Г. Шабашова и н.с. В. Н. Лебедько организовали и провели ряд экскурсий для членов ботанического кружка «Поиск».

К.б.н., доцент Д. Г. Груммо курирует работу кружка «Terra Cognita» на кафедре физической географии мира и образовательных технологий факультета географии и геоинформатики БГУ.

В рамках договора о сотрудничестве с УО «Минский государственный дворец детей и молодежи» продолжена работа 3-х учебно-исследовательских кружков: «Биоразнообразие растительного мира: систематика растений»; «Физиология растений»; «Урбоэкология: город и мы».

Членами ОО «Ботаническое общество» подготовлено 12 рецензий на научные программы по различным дисциплинам.

С целью пропаганды научных достижений членами ОО «Ботаническое общество» даны:

- 6 интервью по радио (канал «Культура», Первый национальный канал Белорусского радио; «Радио-Минск», «Радио Минская Волна»);
- 24 интервью на телевидении (телеканалы «СТВ», «Беларусь 1», «Беларусь 2», «Беларусь 3», «Беларусь 4. Брест», «Беларусь 4. Гродно», «БУГ-ТВ», «МИР-24», «НТВ-Беларусь», «ОНТ», «Политика. Минская Правда», «ЯСНАе TV»;
- 85 интервью / публикаций для республиканских печатных и электронных СМИ;
- приняли участие в 7 пресс-конференциях.

К.б.н., доцент А. В. Судник по обращению Группы управления проектом «Климатическое образование в целях продвижения ЦУР и продвижения климатической повестки», финансируемого Правительством Российской Федерации и реализуемого Программой развития ООН в Беларуси, дал интервью для создания видеоролика «Климатическая шкатулка. Республика Беларусь» для учреждений образования.

Конкурсы

Разработаны положения и проведены 3 конкурса, посвященные растению 2024 г. с целью привлечения внимания молодежи к дикорастущим первоцветам Беларуси, стимулирования деятельности педагогических коллективов по развитию творческих способностей и повышения качества экологических знаний учащихся:

– Конкурс детского рисунка «Сон-трава. Фантазия и реальность». Прислано 677 рисунков от 654 участников из 104 различных учреждений образования г. Минска (56,0%), Брестской (2,4%), Гродненской (24,0%), Гомельской (3,5%), Минской (13,6%) и Могилевской (0,5%) областей.

– Конкурс на лучшую выставку рисунков в школах «Сон-трава и другие первоцветы». Приняли участие 25 организаций.

– Конкурс видеоклипов/видеороликов «Первоцветы». Представлено 17 видеороликов от разных организаций.

11 июня 2024 г. в Институте экспериментальной ботаники НАН Беларуси состоялось торжественное заседание, посвященное награждению победителей конкурсов, в котором приняло уча-

стие более 100 человек. 43 победителя в различных номинациях награждены дипломами, книгами, конфетами и другими подарками.

Разработаны макеты и изданы календарь 2025 г. «По страницам Красной книги» и календарь 2025 г. с работами участников конкурса детского рисунка «Первоцветы. Фантазия и реальность».

Общественное объединение «Ботаническое общество» в октябре 2024 г. провело конкурс «Растіна 2025 года». Национальная кампания «Растение года» проводится ежегодно с целью привлечения внимания людей к дикорастущим растениям Беларуси, их проблемам и необходимости сохранения. По итогам конкурса в 2025 г. растением года стал василёк синий (*Centaurea cyanus* L.), который большинством голосов победил ближайших конкурентов – чабрец обыкновенный и вереск обыкновенный.

Организационная работа

В соответствии с Законом Республики Беларусь от 4 октября 1994 г. № 3254-ХІІ «Об общественных объединениях» (изм. и доп. Законом Республики Беларусь от 14 февраля 2023 г. № 251-З «Об изменении законов по вопросам деятельности политических партий и других общественных объединений») внесены изменения в название общественного объединения и в уставные документы. Подготовлен комплект документов и прошел регистрацию в Главном управлении юстиции Мингорисполкома новый Устав ОО «Ботаническое общество» (решение ГУ юстиции Мингорисполкома от 07.03.2024 г. №23).

Проведена соответствующая работа по легализации символики и нагрудного знака ОО «Ботаническое общество». Разработаны положения об эмблеме и нагрудном знаке, которые направлены в Геральдический совет при Президенте Республики Беларусь для проведения обязательной геральдической экспертизы. Протоколом заседания Геральдического совета при Президенте Республики Беларусь от 30.08.2024 г. №6 (145) эмблема и нагрудный знак одобрены и внесены в Государственный геральдический регистр Республики Беларусь.

Информация о деятельности ОО «Ботаническое общество» в 2024 г. и планах на 2025 г. направлена в соответствующие сроки в Главное управление юстиции Мингорисполкома.

Заместитель председателя, к.б.н., доцент А.В. Судник,
ученый секретарь, к.б.н. Р.В. Цвирко,
референт-казначей, к.б.н. С.Ю. Шустова

ОТКРЫТИЕ МУЗЕЯ ИСТОРИИ ИНСТИТУТА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОТАНИКИ НАН БЕЛАРУСИ

25 марта 2025 г. состоялось торжественное открытие Музея истории Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси.

Открытие музея началось с торжественного перерезания ленты директором института, к.б.н., доцентом Д. Г. Груммо, заведующим лабораторией роста и развития растений, академиком, д.б.н., профессором Н. А. Ламаном и заведующим лабораторией проблем экологии леса и дендрохронологии, к.б.н. А. В. Пугачевским, которые долгое время возглавляли институт.

Далее заведующая отделом научной и инновационной работы Е. М. Бабич провела для первых посетителей экскурсию, после чего заместитель директора по научной работе, к.б.н. Р. В. Цвирко выступил с докладом-презентацией об истории и достижениях Института.

В фондах музея хранится более 200 уникальных исторических документов и экспонатов, рассказывающих о захватывающей истории института и ботанической науки в Беларуси от истоков до наших дней.

Кабинет, в котором размещена экспозиция, оснащен интерактивной доской для отображения текстовой, фото- и видеoinформации, также в нем создана библиотека с собранием литературы по ботанике, экологии, микологии, физиологии и биохимии растений и смежным дисциплинам.



ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОТАНИКИ НАН БЕЛАРУСИ ЗАНЕСЕН НА ДОСКУ ПОЧЕТА НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси признан победителем и занесен на Доску почета Национальной академии наук Беларуси за достижение в 2024 г. наиболее высоких показате-

лей в научной, научно-технической и инновационной, производственной, социальной деятельности (постановление Бюро Президиума Национальной академии наук Беларуси от 11.04.2025 № 166).



ДОРОГИЕ КОЛЛЕГИ!

Постановлением Бюро Президиума Национальной академии наук Беларуси от 11.04.2025 № 166 Институт занесен на Доску почета Национальной академии наук Беларуси за достижение в 2024 году наиболее высоких показателей в научной, научно-технической и инновационной, производственной, социальной деятельности.

Эффективная работа Института была бы невозможна без слаженной работы всего коллектива. Вклад каждого был важен в достижении высоких показателей социально-экономического и научно-инновационного развития нашего учреждения.

Благодарю Вас за результативные научные исследования, образцовую организацию работы, преданность делу Института и ботанической науки.

Уверен, что высокий научный потенциал нашего коллектива, его сплоченность и профессионализм, позволят нам не останавливаться на достигнутом. Впереди у нас новые планы, проекты, диссертации и монографии.

Служим Национальной академии наук!

С уважением, директор института, Д.Г.Груммо.



**УЧАСТИЕ В РАБОТЕ
ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ-ЭКСКУРСИИ
«ФЛОРА И СИСТЕМАТИКА СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ»,
ПОСВЯЩЕННОЙ 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
НИКОЛАЯ НИКОЛАЕВИЧА ЦВЕЛЁВА (1925–2015)
(20–24 мая 2025 г., Санкт-Петербург – геостанция «Железо»)**



Заведующий лабораторией флоры и систематики растений Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси, кандидат биологических наук, доцент С. С. Савчук, и ведущий научный сотрудник того же структурного подразделения кандидат биологических наук Д. В. Дубовик приняли участие в работе Всероссийской конференции-экскурсии «Флора и систематика сосудистых растений», посвященной 100-летию со дня рождения Николая Николаевича Цвелёва (1925–2015). Всего в конференции приняли участие около 100 учёных-исследователей, представляющих научные учреждения более чем в 20 регионах России и Беларуси.

Открытие конференции состоялось 20 мая в Ботаническом институте имени В. Л. Комарова Российской академии наук (БИН РАН), г. Санкт-Петербург. С приветственным словом выступил директор БИНа, доктор биологических наук Дмитрий Виктор Гельтман, после чего им был сделан доклад на тему «Наш великий современник» – о жизни и научной деятельности члена-корреспондента РАН, доктора биологических наук Н. Н. Цвелёва. Затем состоялась сессия «Систематика и география семейства злаков» на которой заслушаны доклады известных российских учёных в области систематики, флористики, генетики растений. В докладах освещены результаты современных исследований по систематике, молекулярной биологии, данных секвенирования злаков. По окончании данного мероприятия прошла постерная сессия.

Во второй день конференции, 21 мая состоялся отъезд участников конференции на геостанцию «Железо» (Лужский район Ленинградской области).

По дороге на геостанцию участники ознакомились с особо охраняемой природной территорией (ООПТ) «Истоки реки Оредеж в урочище Донцо» – одну из важнейших ООПТ Ленинградской области как по пространственному расположению, так по богатству экотопов и биологическому разнообразию. Во время экскурсии учёные осмотрели ключи (родники), рукотворное озеро (Кюрлевский карьер), естественное (не нарушенное добычей полезных ископаемых) болото со *Swertia perennis*, карбонатные холмы, покрытые луговой растительностью, леса на известняках, альварный луг (луг с можжевельниками прибалтийского типа), старый усадебный парк с развалинами церкви и хозяйственных построек в бывшей усадьбе д. Пятая Гора, «чудо-полян» с наиболее обширными в области популяциями *Primula elatior* а *Colchicum autumnale* (имеющими здесь, по-видимому, чужеродное происхождение) и большой спектр самых различных охраняемых растений.

На геостанции состоялись пешие экскурсии по окрестностям (пойма р. Луги, сосновый бор и др.), в ходе которых проведен мастер-класс по определению и сбору растений рода *Taraxacum* в полевых условиях, а также по сушке гербария. Затем на базе геостанции прошло продолжение постерной сессии.



22 мая проведена автобусная экскурсия на Молосовские озёра. Данные озера представляют собой цепочку из двух-трех озёр, находящихся в доледниковой долине пра-Луги и вытянутых в широтном на правлении параллельно современной долине р. Оредеж. Участники конференции посетили открытые осоково-сфагновые болота сплавинного типа в районе стыка озёр. Здесь произрастает множество редких растений минератрофных болот, например, крупнейшие популяции *Dactylorhiza traunsteineri*, *Liparis loeselii*, *Epipactis palustris*, *Malaxis monophyllos*, *Hammarbya paludosa* и др. Во второй половине дня 22 мая заслушаны научные доклады, касающиеся систематики и таксономии различных групп растительного мира. Среди прочих представлен и доклад С. С. Савчука и Д. В. Дубовика на тему «О некоторых редких видах рода *Tragopogon* (*Asteraceae*) во флоре Беларуси».

23 мая проведена автобусная экскурсия на оз. Омчино и в «Лужские боры». Оз. Омчино представляет собой единый водоем вместе со Штолевским озером, образовавшийся при подъеме воды после зарегулирования плотиной стока р. Обла, протекающей через них. Участники конференции увидели такие редкие растения как *Cladium mariscus*, *Liparis loeselii*, *Dactylorhiza traunsteineri* и др. Сосновые боры в окрестностях г. Луга развиты, в основном, на холмистом камовом рельефе. Спецификой флоры этих боров является обилие южноборовых видов, часть которых находятся здесь недалеко от северных границ своих ареалов: *Astragalus arenarius*, *Dianthus arenarius*, *Onobrychis arenaria*, *Sempervivum globiflorum*, *Silene tatarica*, два вида прострелов *Pulsatilla patens* и *P. pratensis*, *Gypsophila fastigiata* и многие другие виды. После экскурсии заслушаны научные доклады по чужеродным видам флоры отдельных регионов России, а также о различных методах флористического анализа.

24 мая, по отъезду из геостанции «Железо», состоялась автобусная экскурсия в окр. д. Пожарище. Особенность данной местности – моренные холмы, содержащие в своем составе до 50% известняковой щебенки. В ходе экскурсии участники конференции ознакомились с местами произрастания таких редких видов, как *Crepis praemorsa*, *Epipactis atrorubens*, *Gentiana cruciata*, *Neotinea ustulata*, *Orchis militaris*, *Rhamnus cathartica*, *Centaureum erythraea* и др. Здесь же посетили и верховое болото. Его периферическая часть представляет собой малонарушенный лес на торфе с преобладанием на разных участках черной ольхи либо ели. Из редких в регионе растений здесь присутствуют *Carex riparia*, *Moneses uniflora*, *Ligularia sibirica*, *Hammarbya paludosa*, *Pedicularis sceptrum-carolinum*, *Liparis loeselii*, *Primula farinosa* и другие виды. В 300 м к юго-востоку от данной деревни учёные посетили торфоразработку бывшего Тесово-Нетьельского торфопредприятия, одного из крупнейших в области. Здесь осмотрели молодой березняк с монодоминантным покровом из *Carex capillaris*. На своеобразных торфяных отвалах канав с белыми валунами известняка из подстилающего минерального горизонта произрастали *Epipactis atrorubens* и *Cypripedium calceolus*.



Во второй половине дня участники конференции совершили ботанико-краеведческую экскурсию по Ижорской возвышенности. Первая остановка произошла в окрестностях пос. Пудость, самом известном и наиболее популярном месте по проведению ботанических экскурсий. Данная территория расположена у края Ижорской возвышенности Ленинградской области с высотами до 175 м н.у.м., сложенной плотными известняками ордовикского возраста. В настоящее время тут имеется ряд карьеров, оставшихся от разработки месторождений туфов. Здесь обильны *Primula farinosa*, *Carex hostiana*, *C. buxbaumii*, *Sesleria caerulea*, *Pinguicula vulgaris*, *Cypripedium*

calceolus, *Orchis militaris*, *Gymnadenia densiflora*, *Tephroseris integrifolia*, *Lonicera caerulea*, реже можно найти *Juncus balticus*, *Ophrys insectifera*, *Epipactis atrorubens*, *Potentilla crantzii*. Имеются сохранившиеся участки ценных биотопов занимающих долину р. Ижора, представляющую собой выработанный гажевый карьер, частично затопливаемый паводковыми водами, с минерально-трофными болотами. Виды более сухих местообитаний произрастают преимущественно в другом, сухом карьере на западной границе поселка, где много *Cypripedium calceolus* и *Tephroseris integrifolia*, сохраняются *Ophrys insectifera* и *Epipactis atrorubens*. По окончании экскурсии состоялось возвращение в г. Санкт-Петербург.

Таким образом, на конференции учёные ознакомились с новыми научными данными, участвовали в дискуссии по докладам, посвященным систематике и географии как семейства злаковые, так и других групп сосудистых растений, флористическим исследованиям, а также ознакомились с уникальными природными территориями Ленинградской области. По результатам конференции «Флора и систематика сосудистых растений», посвященной 100-летию со дня рождения Николая Николаевича Цвелёва (1925–2015)» опубликованы аннотации докладов. Также участники конференции имеют возможность опубликовать материалы докладов в журнале БИН РАН «Новости систематики».

С. С. Савчук, Д. В. Дубовик



Всероссийская конференция-экскурсия
ФЛОРА И СИСТЕМАТИКА СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ
 к 100-летию со дня рождения Н.Н. Цвелёва
 Санкт-Петербург, 20-24 мая 2025 г.

ИТОГИ КОНКУРСОВ ОО «БОТАНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО», ПОСВЯЩЕННЫХ РАСТЕНИЮ 2025 ГОДА – ВАСИЛЬКУ СИНЕМУ (*CENTAUREA CYANUS* L.)

Общественным объединением «Ботаническое общество» совместно с государственным научным учреждением «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси» с целью привлечения внимания молодежи к дикорастущим растениям Беларуси, их проблемам и необходимости сохранения мест их произрастания; развития творческих способностей учащихся и повышения качества экологических знаний в первом полугодии 2025 г. проведено 3 детских конкурса:

- конкурс детского рисунка «Василек синий – символ Беларуси»;
- конкурс фотографий «Василек синий. Луговые и полевые цветы»;
- конкурс видеоклипов/видеороликов «Василек синий. Луговые и полевые».

В 2024 г. общественное объединение «Ботаническое общество» провело очередную Национальную кампанию «Растение года». В результате голосования растением 2025 г. выбран Василек синий (бел. – васілёк сіні, валошка, сіноўнік, хабэрка) *Centaurea cyanus* L.

Василек синий – однолетнее травянистое растение, нежный, но стойкий цветок, символ белорусской земли, ее красоты и скромного очарования. Именно его изображение украшает логотип Беларуси, представляя нашу страну как привлекательное место для туризма.

На конкурсы прислано 3075 рисунков, 1022 фотографии, 59 видеороликов более чем из 300 различных учреждений образования. Хочется обратить внимание, что тема для рисования, фотографирования и фотосъемки не из легких, и радует то, что многие подходили нетривиально к выполнению конкурсного задания. Раскрытие темы в рисунках, фотографиях и видеоклипах связано не только с природой, но и с бытом, со знаниями, которые получают ребята – от естественных цветов в природе до атрибутики, в том числе государственной. Раскрытие темы конкурса «Василек синий – символ Беларуси» ребята видят по-разному: у кого-то Родина начина-

ется с цветка, у кого-то с поля, а у кого-то с истории с тканым «рушником». Но главное, будит творческое начало, раскрывается умение передать свои чувства посредством рисунка или фотографии, а также воспитывается чувство ответственности за окружающий нас мир, ведь рисунки, фотографии и видеоролики очень сильно отражают то важное, что у ребят в душе. Не все станут художниками и фотографами, не все будут рисовать в дальнейшем, но потребность изобразить красиво, аккуратно, обдумывая, может стать хорошей привычкой.

В целом, замечательно, что столько детей приняли участие в конкурсе. Выбирать было очень сложно, поскольку каждый рисунок – это не просто мысли, старания ребят, – это кусочек их настроения, и как показывает цветовая гамма рисунков – в большинстве случаев очень хорошее. Особо хочется отметить оригинальность отдельных названий рисунков и аннотаций к ним – молодцы! В связи с этим приятно было наслаждаться творчеством подрастающего поколения, восхищаться в определенных моментах... И поэтому были трудности с выбором победителей (ведь всего предстояло выбрать 12 номинантов – по 4 в каждой возрастной категории).

37 победителей в различных номинациях были награждены дипломами, книгами (научно-популярные издания «Яркие представители дикой природы Беларуси», «200 цветковых растений Беларуси» и другие), конфетами и подарками (пазлы touchwood «Василек»).

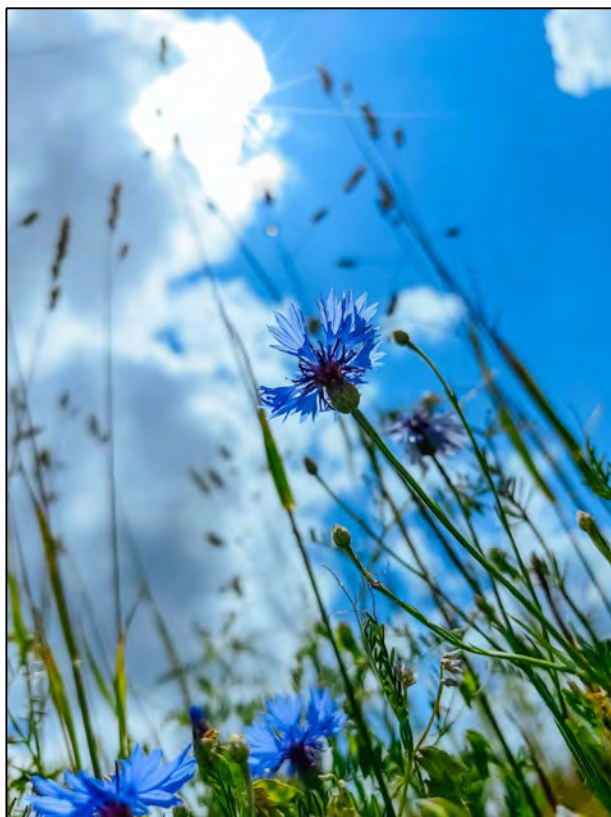
После мероприятия для победителей конкурсов была организована экскурсия в Центральный ботанический сад НАН Беларуси, а также экскурсия по Институту экспериментальной ботаники НАН Беларуси, в ходе которой участники ознакомились с Гербарием института – Национальным достоянием Республики Беларусь, музеем Института, отдельными лабораториями и проводимыми исследованиями.

Организаторы, участники конкурсов и их кураторы получили яркие эмоции, хорошее настроение и заряд вдохновения на новые достижения.

А. В. Судник, Т. С. Маркевич



Победитель конкурса детского рисунка «Василек синий – символ Беларуси» – Бердовская Анастасия, 14 лет



Победитель конкурса фотографий «Василек синий. Луговые и полевые цветы» Малец Александр, 13 лет

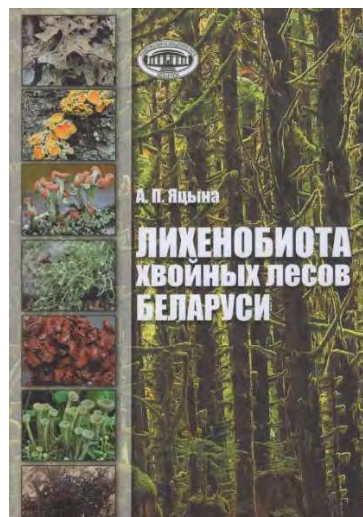
АННОТАЦИИ НОВЫХ КНИГ NEW BOOKS DESCRIPTIONS

ЛИХЕНОБИОТА ХВОЙНЫХ ЛЕСОВ БЕЛАРУСИ

Лихенобиота хвойных лесов Беларуси / А. П. Яцына ; под ред. А. В. Пугачевского ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск : Беларуская навука, 2024. – 463 с. – ISBN 978-985-08-3218-4.

В монографии приводится видовой состав лишайников и близкородственных грибов для хвойных лесов Беларуси. Установлены таксономический и сравнительно-флористический состав лихенобиоты. Выявлены эколого-географические особенности лихенобиоты основных типов леса сосновой и еловой формаций. Указываются индикаторные виды для старовозрастных хвойных лесов страны. В очередное издание Красной книги Беларуси предложено 11 видов лишайников.

Адресуется лихенологам, микологам, ботаникам, экологам, а также преподавателям и студентам вузов.

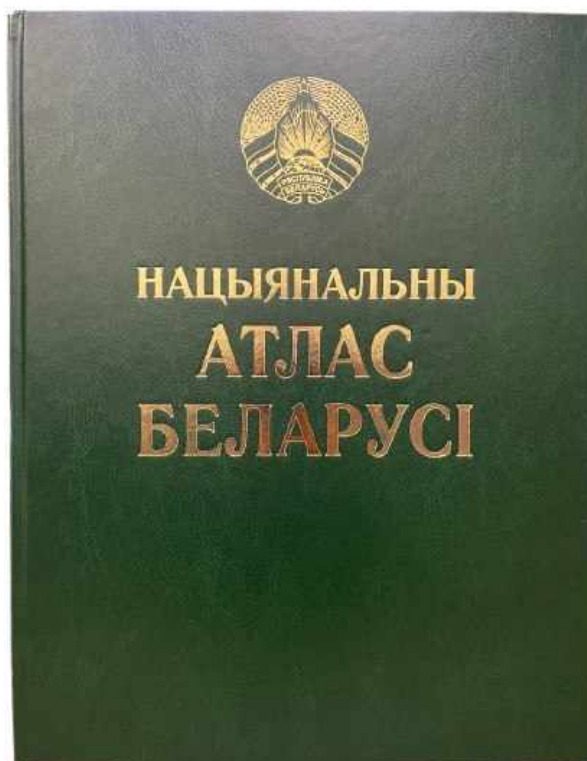


НАЦЫЯНАЛЬНЫ АТЛАС БЕЛАРУСІ

Нацыянальны атлас Беларусі. – Мінск: Белкартаграфія, 2024. – 348 с. - ISBN 9789855088524: 909.47.

Национальный атлас Беларуси – это фундаментальное картографическое произведение, в котором наше государство представлено во всех аспектах и сферах его существования и развития. Включает 20 разделов, посвященных природным условиям и ресурсам, социально-экономическому развитию, истории Беларуси, содержит 348 страницы и 704 карты и схемы.

Сотрудники Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси являются авторами раздела «Расліннасць» (Д. Г. Груммо, А. В. Пугачевский, Р. В. Цвирко, К. В. Добыш, Д. В. Дубовик, Д. Ю. Жилинский, Н. А. Зеленкевич, Я. К. Игнатьев, Е. Я. Куликова, В. Н. Лебедько, О. М. Масловский, А. В. Пучило, Н. М. Роговский, С. Г. Русецкий, С. С. Савчук, А. Н. Скуратович, Я. Ю. Слесаренок, И. П. Сысой, Я. А. Христюк-Макарова, Л. С. Чумаков, Т. Г. Шабашова, М. М. Евсеева, А. П. Яцына, А. В. Тимашкова) и раздела «Экалагічны стан навакольнага асяроддзя» (И. П. Вознячук, Н. Д. Грищенко, О. М. Масловский, В. И. Парфенов, А. В. Судник, И. М. Степанович).



ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ REQUIREMENTS FOR AUTHORS

1. Представляемые работы должны содержать новые, ранее не публиковавшиеся данные, не иметь научно некорректного заимствования (использования результатов иных лиц, без ссылок на автора и источник). Редакция оставляет за собой право проверки материалов на антиплагиат.

2. Основным условием публикации статей является их соответствие профилю издания, новизна и информативность содержания. Статьи принимаются редакцией и издаются на **русском, белорусском и английском языках**. Объем научной статьи должен составлять **не менее 14 тыс. печатных знаков** и не должен превышать ~40 тыс. печатных знаков, или 7 тыс. слов, иной объем необходимо согласовать с редакцией. Объем статей о персоналиях должен составлять не более 6–7 тыс. печатных знаков или 1 тыс. слов.

3. Все материалы представляют в электронном и в распечатанном виде с подписями всех авторов (или одного из авторов с пометкой «согласовано со всеми соавторами») на последнем листе. На отдельных листах к материалам прилагаются:

- 3.1. Сведения на русском языке с фамилиями, именами, отчествами авторов, указанием их должности, ученой степени и звания, полным названием учреждения, электронным адресом и номером телефона одного из авторов для сообщений.
- 3.2. Акт экспертизы о возможности опубликования статьи в открытой печати.
- 3.3. Сопроводительное письмо руководства или выписка из протокола заседания ученого совета (отдела, кафедры и т.п.) учреждения, в котором выполнена работа, либо завизированная научным руководителем (руководителем структурного подразделения) первая страница статьи. Подпись должна иметь расшифровку и заверена печатью учреждения.
- 3.4. Акт передачи типа/изотипа таксона либо дублета в фонд Гербария Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси – для статей о новых таксонах и новых флористических находках на территории Беларуси (для оценки рецензентом).

4. В электронном варианте работа предоставляется в редакцию в формате *.docx, *.doc, *.rtf. Название файла – фамилии первых (1–3) авторов на языке публикации. Формат страницы – **A4**, книжная ориентация, все поля – **2,2 см**. Шрифт текста – **Times New Roman**, межстрочный интервал – **1,0**, кегль шрифта **12**, абзацный отступ – **0,5 см**, выравнивание – по ширине, автоматические переносы слов – отключены. Для заглавной части (авторы, название статьи и учреждения) – без отступа, выравнивание по центру.

5. Структурные элементы статьи располагают в следующей последовательности:

- 5.1. Индекс по Универсальной десятичной классификации (**УДК**).
- 5.2. Инициалы и фамилии авторов.
- 5.3. Название статьи. В названии статьи, как и во всем тексте, типовые названия растений дублируют на латыни.
- 5.4. Полное наименование учреждений, город, страна, адрес электронной почты (одного из авторов). Если статья предоставлена несколькими учреждениями, то после ФИО каждого автора ставится верхний цифровой индекс (¹, ², ³), он же ставится перед названием учреждения.
- 5.5. Аннотация (кратко и информативно излагает цели, методы и результаты работы (100–200 слов) с ключевыми словами (не дублируют название, а отражают содержание текста в терминах объектов, научной отрасли и методов исследования – 5–8 слов или словосочетаний).
- 5.6. Далее в русскоязычных статьях на *английском языке* полностью приводят все данные, предоставляющие основному тексту статьи (пп. 5.1.–5.5.: авторы, название статьи, учреждения и аннотация); в англоязычных статьях вышеуказанные данные приводят на *русском языке*, в белорусскоязычных статьях – на *русском и английском языке*.
- 5.7. Основной текст статьи должен содержать рубрики: «Введение», «Объекты (материалы) и методы исследования», «Результаты исследования и их обсуждение», «Заключение».

Рисунки и таблицы вставляют в основной текст, общее их количество, как правило, не должно превышать 8–10. Названия таблиц и рисунков дают на *русском* (либо *белорусском*) и *английском языках*. Ссылки в тексте – рис. и табл., при повторной ссылке – см. рис., см. табл. Переход таблиц на следующую страницу через функцию «повторить строки заголовков».

Латинское название родов и видов растений печатают *курсивом*, при первом упоминании приводят ссылку на автора прямым шрифтом (напр., *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench). При использовании русских названий растений обязательно приводится и латинское название.

Названия синтаксонов пишут *полужирным курсивом* и при первом упоминании должны сопровождаться фамилией валидно опубликовавшего автора и годом публикации (обычным шрифтом). Названия синтаксонов, состоящие двух таксонов, при наличии видовых эпитетов пишут через среднее тире (–) (*Helictotricho desertorum–Stipetalia*, *Trifolio–Festucetum rubrae*, *Vaccinio uliginosi–Pinetum sylvestris*), при их отсутствии – через дефис (*Vaccinio–Piceetea*).

5.8. Под заголовком «Благодарности», «Падзяка» или «Acknowledgements» сообщают информацию о финансовой поддержке проектов грантами, а также о консультативной или методической помощи в проведении исследований.

5.9. Литература (цитируемые источники) – как правило, от 10 до 50 ссылок, приводят общим списком **в порядке упоминания**, в тексте представлены порядковым номером в квадратных скобках (напр., [1], [2, 3]). Список оформляют в соответствии с требованиями *Высшей аттестационной комиссии* Республики Беларусь. Ссылки на неопубликованные работы (отчеты и т.п.) **не допускаются**. Ссылки на собственные работы – не более 20% от общего количества.

6. Прочие технические требования:

6.1. Не изменять стандартных положений колонтитулов.

6.2. Для формул использовать формульный редактор Word.

6.3. Вставку специальных символов выполнять через меню «Вставка / Символ».

6.4. Верхний и нижний индексы (C^4 , C_2) выполнять через меню «Шрифт / Верхний индекс», «Шрифт / Нижний индекс».

6.5. Для символов химических элементов (Na, Fe, Cl и др.) использовать прямой шрифт.

6.6. Между цифрами всегда ставят среднее тире (–) без пробелов (напр., 28,3–34,6, 8–10).

6.7. Графический материал вставляют в текст **без сжатия рисунков**. Редакция вправе затребовать графический материал в виде отдельных файлов.

7. Поступившие в редакцию рукописи регистрируют, рассматривают на соответствие профилю издания, соблюдение правил оформления, оценивают на новизну представленных данных и научное заимствование. Все представляемые материалы проходят рецензирование, затем обсуждаются редакционной коллегией. По рекомендации рецензента рукописи возвращаются авторам на доработку. Правки авторы вносят в текст статьи самостоятельно. В случае несогласия с позицией рецензента авторы должны аргументировать свою позицию в тексте статьи. Переработанные статьи передают редколлегии для принятия решения о публикации их в очередном выпуске сборника. Редколлегия оставляет за собой право сокращать и редактировать статьи (включая оптимизацию названия статьи). Сверстанный макет статьи (гранки) направляют авторам для корректуры, обязанность автора внимательно и в сжатые сроки вычитать статью, это последняя возможность внести изменения.

8. Плата с авторов статей за публикацию рукописей не взимается. Авторы должны активно сотрудничать с редакцией: быстро отвечать на все запросы, вносить рекомендованные исправления.

9. **Электронный вариант статьи** предоставляют в редакцию **только** по электронной почте: **botanika.issledovaniy@gmail.com**. Название файла должно состоять из фамилий первых (1–3) авторов на языке публикации.

Отправляя статью в адрес редакции вы, тем самым, подтверждаете свое согласие и согласие всех соавторов на публикацию отредактированного варианта статьи в Сборнике научных трудов «Ботаника (исследования)» в бумажном и электронном виде, а также распространение ее в сети интернет, размещение в наукометрической базе данных РИНЦ и иных базах.

10. Материалы в распечатанном виде с подписями и всеми сопроводительными документами следует направлять по адресу: Республика Беларусь, 220072, г. Минск, ул. Академическая, 27; Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, редакция сборника научных трудов «Ботаника (исследования)», каб. 301, Зеленкевич Наталья Алексеевна. Тел. для справок: +375 17 378 25 14.

Научное издание

**БОТАНИКА
(ИССЛЕДОВАНИЯ)**
сборник научных трудов

Выпуск 55

Ответственный за выпуск: *Н. А. Зеленкевич*
Фото обложки: *С. С. Савчук, В. Н. Лебедько*

Подписано в печать 08.07.2025.
Формат 60х84¹/₈. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Усл.печ.л. 32,71. Уч.-изд.л. 33,95.
Тираж 100 экз. Заказ № 475.

Выпущено по заказу
Государственного научного учреждения
«Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси»

Издатель и полиграфическое исполнение:
Республиканское унитарное предприятие
«Информационно-вычислительный центр
Министерства финансов Республики Беларусь»
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 2/41 от 29.01.2014
220004, г. Минск, ул. Кальварийская, 17