

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ
И СОХРАНЕНИЯ
ФИТО- И МИКОБИОТЫ

Материалы
IV Международной научно-практической конференции,
приуроченной к 100-летию
кафедры ботаники БГУ

Республика Беларусь
Минск, 31 мая 2021 г.

МИНСК
БГУ
2021

УДК 58(06)
ББК 28.5я431
А43

Редакционная коллегия:

В. Н. Тихомиров (гл. ред.), В. Д. Поликсенова,
В. В. Карпук, Д. В. Гельтман, Горан Аначков, А. Н. Сенников

Рецензенты:

кандидат биологических наук *Б. В. Адамович*;
кандидат биологических наук *В. Н. Копиця*

А43 **Актуальные** проблемы изучения и сохранения фито- и микобиоты : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., приуроч. к 100-летию каф. ботаники БГУ, Респ. Беларусь, Минск, 31 мая 2021 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: В. Н. Тихомиров (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2021. – 248 с. ISBN 978-985-881-217-1.

Рассмотрены современное состояние и перспективы исследований по систематике, географии, экологии растений и грибов, взаимоотношениям между растениями и их паразитами, генетике, физиологии и биохимии растений.

Адресуется научным сотрудникам, преподавателям высших и средних специальных учебных заведений, аспирантам и студентам старших курсов профильных специальностей.

УДК 58(06)
ББК 28.5я431

ОГЛАВЛЕНИЕ

В. Н. Тихомиров. Становление преподавания дисциплин ботанического цикла в Белорусском государственном университете (1921–1925 гг.)	11
Д. В. Гельтман. Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук и Беларусь: люди и события	20
Т.М. Михеева. Истоки (к 100-летию кафедры ботаники)	23
Т. А. Сауткина. Воспоминания	27
П.С. Амелишко, О.А. Шевелёва, А.В. Муковозчик. Оценка антифунгальной активности изолятов некоторых ксилотрофных макромицетов	35
С. К. Бакей. О находках некоторых редких видов в пределах Новогрудской возвышенности	39
Ю. М. Бачура. Об изучении почвенных водорослей и цианобактерий Гомельского региона	43
Д.Б. Беломесяцева, Т.Г. Шабашова, М.Г. Синявская. Новый для Беларуси возбудитель шютте сосны	47
И. А. Беднарская, П. Шмарда. о разнообразии комплекса <i>Festuca valesiaca</i> agg. (<i>Poaceae</i>) в Причерноморской низменности	52
В. М. Васюков. Редкие кальцефиты флоры юга Среднего Поволжья (Россия)	57
Ю. Н. Грушевская, Г. Г. Филиппова. Влияние пептидного элиситора Pep13 на устойчивость проростков пшеницы к окислительному стрессу	61
Д. Б. Дехканов, Д. Н. Жамалова, Г. Т. Курбаниязова. Теоретические основы микроклонального размножения видов рода <i>Ungernia</i> Bunge с целью их сохранения и устойчивого использования	65
Л. М. Дмитрияк. Таксономическая структура бриофлоры НПП «Черемоський»	70
Д. Н. Жамалова, Ф. У. Мустафина. Теоретические аспекты микроклонального размножения видов рода <i>Ferula</i> L. С целью их сохранения и устойчивого использования	73
В. Н. Ильина, С. А. Рогов. К вопросу изменения структуры популяций и численности особей редких видов растений после природных пожаров	77

Н. А. Зеленкевич, О. В. Созинов, Е. В. Мойсейчик. Биотопическое разнообразие заказника «Свитязянский» и вопросы его охраны	80
С. Г. Капура, А. В. Грудько, О. А. Шевелева. Ботанический сад биологического факультета БГУ: история, коллекция лекарственных и пряно-ароматических растений	84
Е. Н. Карасева. Влияние биологически активных соединений на укоренение, рост и развитие растений <i>Dioscorea alata</i> L.	88
Е. Б. Кардаш, Г. Г. Филипцова. Влияние элиситоров различной природы на накопление фенольных соединений растениями <i>Callisia fragrans</i> L.	91
В.В. Карпук, Е.А. Андрейченко, Е.Г. Попов, В.В. Титок. Мхи рода <i>Sphagnum</i> (<i>S. angustifolium</i> , <i>S. magellanicum</i>): ВЭЖХ-анализ и фармакологическая активность их компонентов	95
О.Н. Козлова, М.В. Медвецкая, О.В. Чижик. Влияние фотопериода и предпосевной обработки на всхожесть <i>in vitro</i> <i>Physalis angulata</i>	100
Е.Я. Куликова, К.В. Добыш, Г.В. Ермоленкова. Фитоценотическая структура и качественная оценка пойменных лугов урочищ «Туровский луг» и «Погост» (р. Припять, Республика Беларусь)	104
Г.Т. Курбаниязова, Е.В. Никитина, Ф.И. Каримов. Создание живых коллекций рода <i>Gagea</i> Salisb. в Ботаническом институте	109
А. О. Куриленко, О. В. Куриленко, Е. Б. Кучменко, В. Н. Гавий. Морфометрические параметры корневой системы озимой ржи сорта Синтетик на разных этапах развития при предпосевной обработке семян метаболитически активными веществами	113
Н. А. Лемеза, И. С. Гирилович, А. С. Яцевич. Фитопатогенные микромицеты на территории города Ошмяны	117
А. О. Логвина, А. С. Шестопалова, С. Н. Филиппова. Разработка протокола получения микроклонов <i>Vaccinium macrocarpon</i>	121
К.А. Малькова, Е.Е. Гаевский. Альгофлора газонов г. Минска (на примере юго-западной части города)	125
И.А. Машкин, В.П. Шуканов, Е.В. Мельникова, Л.А. Корытько, С.Н. Полянская. Стабильность клеточных мембран семян хвойных пород при внесении защитно-стимулирующих веществ	130
Л. М. Мержвинский, Ю.И. Высоцкий, А.Б. Торбенко. Анализ распространения инвазивных борщевиков в Верхнедвинском районе Витебской области	134

А. Н. Мяслик. Современное состояние и динамика флоры Припятского Полесья как следствие антропогенной трансформации природной среды в зоне Полесской хорологической дизъюнкции	138
А. М. Мяслік. Геаграфічная структура адвентыўнай фракцыі флоры Прыпяцкага Палесся (Беларусь)	142
Е.В. Никитина, К.Ш. Тожибаев, Н.В. Савина, С.В. Кубрак, А.В. Кильчевский. Экологический мониторинг редких видов рода <i>Salvia (Lamiaceae)</i> флоры Узбекистана с использованием днк-штрихкодирования	146
В. В. Пархоменко, О. В. Василюк, А. В. Варуха. Риски строительства водного пути Е40 на территории Беларуси и Украины	151
Л.А. Плещач. Эпиксильные мохообразные дендропарка «Александрия» НАН Украины	155
Л. Я. Плотникова, В. Е. Пожерукова, В. В. Кнауб, С. В. Луняк. Перспективы использования генетического материала <i>Aegilops speltoides</i> для защиты пшеницы от бурой и стеблевой ржавчины	159
Л. Я. Плотникова, А. Т. Сагендыкова, М. В. Урман. Устойчивость к стеблевой ржавчине новых линий яровой мягкой пшеницы с генами <i>Agropyron elongatum</i> в Западной Сибири	163
Е.А. Пономарёва, Р.А. Андрейченко. Жизненное состояние деревьев после омолаживающей обрезки в зеленых насаждениях Украины	168
К.В. Приступа, Т.А. Кукулянская, С.М. Петрова, Д.А. Партач, А.А. Халицкая. Изучение ряда показателей антиоксидантной системы трансгенных растений <i>Nicotiana tabacum</i> , выращенных в условиях загрязнения почвы ионами никеля (II)	172
С. И. Пролесковская, А. И. Садковская, А. Д. Кирьянова, Р. Венандзони. Инвазивные чужеродные виды растений в антропогенно нарушенной прибрежно-водной растительности водохранилищ центральной части реки Тибр (Умбрия, Италия)	177
В. Н. Прохоров, Е. Н. Карасева, М. М. Сак, А. В. Бабков. Изучение влияния аллелопатических свойств близкородственных видов растений из рода Недотрога (<i>Impatiens</i> L.) на их инвазионный потенциал	182
Д.А. Руткевич, Т.Е. Варфоломеева, В.В. Гордейко, Е.А. Храмцова. Изучение устойчивости трансгенных растений <i>Nicotiana tabacum</i> , несущих бактериальный <i>acdS</i> -ген, к загрязнению почвы солями никеля	187

А. В. Рыжая, Е. И. Гляковская. Древесно-кустарниковые растения в урбоценозах Гродненского Понеманья (Беларусь), повреждаемые инвазивными видами членистоногих –фитофагов	192
С. Г. Сидорова, С.А. Бадытчик. Антифунгальная активность актиномицетов рода <i>Streptomyces</i> в отношении возбудителя серой гнили томата	196
М. А. Стадниченко, К. В. Вергейчик. Морфолого-культуральные особенности изолятов митоспорового гриба <i>Botrytis cinerea</i> Pers.	201
А. В. Судник, А. П. Яковлев. О последствиях применения в качестве противогололедного реагента хлорида натрия на состояние насаждений вдоль улиц и дорог в г. Минске	205
С. Н. Филиппова, А. О. Логвина. Оптимизация режимов стерилизации листовых эксплантов представителей <i>Taxus</i> spp. При введении в культуру <i>in vitro</i>	210
Д.И. Хвир. Новые данные по фауне и экологии шмелей – кукушек (<i>Hymenoptera: Apidae</i>)	215
А.К. Храмцов, В.Р. Родевич. К вопросу о мучнисторосяных и ржавчинных грибах северо-восточной части Радошковичской возвышенности	219
М.Н. Цыбуля. Роль Национального природного парка «Малое Полесье» в охране, сохранении и исследовании растительного мира	223
Н. Н. Шиян. Современное распространение <i>Aldrovanda vesiculosa</i> L. в Украине (обобщение данных в связи с подготовкой материалов к четвертому изданию «Красной книги Украины»)	227
А. Ю. Шляхтов, Л. М. Мержвинский. Использование электронной базы данных гербария ВГУ имени П.М. Машерова для анализа распространения и фитоценотической приуроченности семейств Вязовые (<i>Ulmaceae</i>), Буковые (<i>Fagaceae</i>), Берёзовые (<i>Betulaceae</i>) в Белорусском Поозерье	232
О.Г. Яковец, А.В. Прищик. Влияние хлорида натрия на ростовые характеристики проростков озимой пшеницы	236
О.Н. Ярошко, Н.А. Матвеева. Получение культуры «бородатых корней» сортов <i>Amaranthus caudatus</i> с селективными и целевым генами	241
А. П. Яцына, Я. К. Рай. Лишайники и нелихенизированные грибы в лиственных лесах Петриковского района (Беларусь)	245

TABLE OF CONTENTS

V.N. Tikhomirov. Teaching the disciplines of the botanical cycle in the Belarusian state university (1921-1925)	11
D. V. Geltman. Komarov Botanical Institute of the Russian Academy Of Sciences: persons and events	20
T.M. Mikheyeva. The beginnings (to the 100th anniversary of the Botany department)	23
T.A. Sautkina. Memories	27
P.S. Amialishka, A.A. Shevialiova, A.V. Mukavozchyk. Estimation of antifungal activity of isolates of certain xylotrophic macromycetes	35
S.K. Bakei. On the find of some rare species within the Novogrud highland	39
Y. M.Bachura. On studying soil algae and cyanobacteria in the Gomel region	43
D.B. Belomesyatseva, T.G. Shabashova, M.G. Sinyavskaya. A new species for Belarus that causes pine needles disease	47
I. Bednarska, P. Šmarda. About the diversity of the <i>Festuca valesiaca</i> agg. (Poaceae) in the Black Sea lowland	52
V. M. Vasjukov. Rare calcefites of flora of the South Middle Volga region (Russia)	57
Y. N. Grushevskaya, H. G. Filiptsova. Effect of peptide elicitor Pep13 on wheat seedlings resistance to oxidative stress	61
D. B. Dekhkonov, D. N. Zhamalova, G. T. Kurbaniazova. Theoretical foundat of micropropagation of species of the genus <i>Ungernia</i> Bunge for their conservation and sustainable use	65
L. M. Dmytroniak. Taxonomic structure of bryophytes of National park «Cheremoskyi»	70
D. N. Zhamalova, F. U. Mustafina. Theoretical aspects of microclonal reproduction of species of the genus <i>Ferula</i> L. for the purpose of their conservation and sustainable use	73
V. N. Ilyina, S. A. Rogov. On the question of changing the population structure and number of special rare plant species after natural fires	77
N.A. Zeliankevich, O.V. Sozinov, E.V. Mojsejchik. Biotopic diversity of the reserve «Svityazyansky» and issues of its protection	80

S. G. Kapura, A.V. Grudko, A.A. Shevialiova. Botanical garden Belarusian State University faculty of Biology: history, collection of medicinal and spicy-aromatic plants	84
E. N. Karaseva. Influence of biologically active compounds on rooting, growth and development of plants <i>Dioscorea alata</i> L.	88
E. B. Kardash, H. G. Filiptsova. Influence of different nature elisitors on the phenolic compounds accumulation by plants of <i>Callisia fragrans</i> L.	91
V.V. Karpuk, L.A. Andreichanka, E.H. Popoff, V.V. Titok. Mosses of genus <i>Sphagnum</i> (<i>S. angustifolium</i> , <i>S. magellanicum</i>): HPLC-analysis and pharmacological activity of their components	95
V.M. Kazlova, M.V. Medvetskaya, O.V. Chizhik. Influence of photoperiod and pre-sowing treatment on seed germination <i>in vitro</i> <i>Physalis</i> <i>angulata</i>	100
E.Y. Kulikova, K.V. Dobysh, G.V. Ermolenkova. Phytocenotic structure and qualitative assessment of floodland grasslands of the «Turovsky meadow» and «Pogost» (r. Pripyat, Republic of Belarus)	104
G.T. Kurbaniyazova, E.V. Nikitina, F.I. Karimov. Creating live collections of the genus <i>Gagea</i> Salisb. at the Botanical institute	109
A. O. Kurylenko, O. V. Kurylenko, O. B. Kuchmenko, V. M. Gaviy. Morphometric parameters of the root system of winter rye Synthetic varieties at different stages of development during pre-sowing treatment of seeds with metabolically active substances	113
N. A. Lemeza, I. S. Hirilovich, A. S. Jacevich. Phytopathogenic micromycetes of the town of Oshmyany	117
H. Lohvina, A. Shestopalova, S. Filippova. Elaboration of micropropagation protocol for <i>Vaccinium macrocarpon</i>	121
K.A. Malkova, E.E. Gaevskii. Algoflora of lawns of Minsk (on the example of the southwestern part of the city)	125
I.A. Mashkin, V.P. Shukanov, E.V. Melnikowa, L.A. Korytsko, S.N. Polyanskaya. Stability of cellular membranes of coniferous seedlings during the treatment of protective-stimulating substances	130
L.M. Merzhvinskiy, Ju. I. Visotskiy, A.B. Torbenko. The analysis of invasive <i>Heracleum</i> species within Verhnedvinsk district (Vitebsk region)	134
A. M. Mialik. The current state and dynamics of the flora of the Pripyat Polesie as a result of anthropogenic transformation of the natural environment in the Polesie horological disjunction zone	138

A. M. Mialik. Geographical structure of the adventive flora of the Pripyat Polesie (Belarus)	142
E.V. Nikitina, K.Sh. Tojibaev, N.V. Savina, S.V. Kubrak, A.V. Kilchevsky. Ecological monitoring of endangered <i>Salvia</i> species (<i>Lamiaceae</i>) in Uzbekistan using DNA-barcoding	146
V.V. Parkhomenko, O.V. Vasyliuk, A.V. Varukha. Risks of construction of the iww E40 for territory of Ukraine and Belarus	151
L.Ya. Pleskach. Epixylic bryophytes of the “Alexandria” dendrological park of the NAS of Ukraine	155
L. Ya. Plotnikova, V. E. Pozherukova, V. V. Knaub, S. V. Lunyak. Prospects for using the genetic material of <i>Aegilops speltoides</i> to protect common wheat from leaf and stem rusts	159
L. Ya. Plotnikova, A. T. Sagendykova, M. V. Urman. Stem rust resistance of new spring wheat lines with <i>Agropyron elongatum</i> genes in Western Siberia	163
E. Ponomaryova, R. Andreychenko. Vital state of trees after rejuvenation pruning in green plantation of Ukraine	168
K.V. Pristupa, T.A. Kukulianskaya, S.M. Petrova, D.K. Partach, A.A. Khalitskaya. Study of number indicators antioxidant system in transgenic <i>Nicotiana tabacum</i> plants under soil contamination with nickel (II) ions	172
S.I. Praleskouskaya, A.I. Sadkovskaya, A.D. Kiryanova, R. Venanzoni. Invasive Alien Plant Species in anthropogenically disturbed river bank vegetation of artificial lakes in the middle Tiber river (Umbria, Italy)	177
V. N. Prokhorov, E. N. Karaseva, M. M. Sak, A. V. Babkov. Study of the influence of allelopathic properties of close-related plant species from the genus <i>Impatiens</i> L. on their invasive potential	182
D.A. Rutkevich, T.E. Varfolomeeva, V.V. Gordeyko, E.A. Khramtsova. The investigation of transgenic <i>Nicotiana tabacum</i> plants, carrying bacterial acds-gene, resistance to ni-caused soil pollution	187
A. V. Rhyzhaya, E. I. Hliakouskaya. Tree and shrub plants in the Grodno Neman River Region urbocoenoses (Belarus) damaged by invasive arthropod-phytophagous species	192
S.G. Sidorova, S.A. Badytchik. Antifungal activity of the genus <i>Streptomyces</i> actinomycetes against the tomato gray rot’s causative agent	196
M. A. Stadnichenko, K.V. Vergeichik. Morphological and cultural features of mitosporic fungus isolats <i>Botrytis cinerea</i> Pers.	201

A. V. Sudnik, A. P. Yakovlev. About consequences of application as an antiglaze reagent of sodium chloride on state of plantings along streets and roads in Minsk	205
S. N. Filipava, H. O. Lohvina. Optimization of explants surface sterilization of yew species (<i>Taxus</i> spp.) For establishment of <i>in vitro</i> culture	210
D. I. Khvir. New data on the biology and ecology of cuckoo bumblebees (<i>Hymenoptera: Apidae</i>)	215
A.K. Khramtsov, V.R. Rodevich. The issue of powdery mildew and rust fungi north-eastern part of Radoshkovichi Upland	219
M. Tsybulya. Role of the National Natural Park "Male Polissya" in the protection, preservation and research of the plant world	223
N.M. Shiyan. Modern distribution of <i>Aldrovanda vesiculosa</i> L. in Ukraine (generalization of data in connection with preparation of materials for the fourth edition of the «Red Data Book of Ukraine»)	227
A. Y. Shlyakhtov, L. M. Merzhvinsky. Usage of the herbarium electronic database of the Vitebsk State University named after P.M. Masherov for the analysis of the distribution and phytocenotic occurrence of the <i>Ulmaceae</i> , <i>Fagaceae</i> and <i>Betulaceae</i> families in the Belarusian Lake district	232
O.G.Yakovets, A.V. Pryshchyk. Influence of sodium chloride on growth characteristics of winter wheat seedlings	236
O. N. Yaroshko. Obtaining a culture of «hairy roots» of <i>Amaranthus caudatus</i> varieties with selective and target genes	241
A.P. Yastyna, Ya.K. Rai. Lichens and non-lichenized fungi in deciduous forest Petrikov district (Belarus)	245

СТАНОВЛЕНИЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН БОТАНИЧЕСКОГО ЦИКЛА В БЕЛОРУССКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ (1921–1925 ГГ.)

В. Н. Тихомиров

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь, Tikhomirov_V_N@list.ru; Tikhomvn@bsu.by

В статье освещены начальные этапы формирования кафедр, обеспечивающих чтение дисциплин ботанического цикла (общая ботаника, анатомия, морфология, систематика, физиология растений) в Белорусском государственном университете, которые до этого времени не были отражены в официальной историографии университета.

Ключевые слова: Белорусский государственный университет; ботаника; В.В. Лепешкин; И.В. Попов; Н.А. Збитковский; Н.М. Гайдуков

TEACHING THE DISCIPLINES OF THE BOTANICAL CYCLE IN THE BELARUSIAN STATE UNIVERSITY (1921-1925)

V.N. Tikhomirov

Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus. E-mail: Tikhomirov_V_N@list.ru; Tikhomvn@bsu.by

The article highlights the initial stages of the formation of departments that provide reading of the disciplines of the botanical cycle (general botany, anatomy, morphology, taxonomy, plant physiology) at the Belarusian State University.

Key words: Belarusian State University; botany; V.V. Lepeshkin; I. V. Popov; N.A. Zbitkovsky; N.M. Gajdukov

«Кафедра ботаники – одна из первых кафедр открытого в 1921 г. Белорусского государственного университета. В первые же годы своего существования она претерпела ряд реорганизаций». Эту или близкую по смыслу фразу можно встретить практически во всех публикациях, посвященных истории кафедры ботаники и биологического факультета БГУ в целом [1-8]. Однако информация о том, как именно происходило формирование кафедры ботаники и начиналось биологическое образование в БГУ, крайне скудна и противоречива. Это побудило нас провести изучение архивных материалов по ранней истории Белорусского государственного университета с целью осветить данный вопрос.

18 апреля 1921 года президиум ЦИК Белорусской ССР принял постановление об открытии Белорусского государственного университета в Минске в составе пяти факультетов. Однако 1 ноября 1921 г. занятия начались лишь на трех факультетах – рабочем, медицинском и общественных наук.

На рабочем факультете Иваном Васильевичем Поповым (1859 – 1925) читаются курсы естествознания и ботаники. На медицинском факультете организуется отдельная кафедра ботаники, которая, в соответствии с учебными планами, должна была обеспечивать чтение курсов общей ботаники, анатомии, морфологии и систематики растений. Через год, в 1922 году, открывается педагогический факультет с естественнонаучным отделением, на котором открываются две кафедры ботанического профиля – кафедра морфологии и систематики растений и кафедра анатомии и физиологии растений, которые

обеспечивали чтение соответствующих курсов.

Стоит отметить, что, в соответствии с практикой европейских университетов, изначально в БГУ под кафедрой понималось штатное место для профессора, который должен был читать лекционные курсы в рамках научной отрасли, обозначенной в названии кафедры. Практические и лабораторные занятия проводились преподавателем и ассистентом. Ими же совместно с препаратором (если он есть в штате) обеспечивается материальная база для проведения занятий. Таким образом, полностью укомплектованная кафедра состояла из 3 – 5 человек. Кафедры в современном понимании этого слова, имеющие должность заведующего и большой штат сотрудников, начинают формироваться в БГУ лишь в начале 1930-х годов.

Располагался медицинский факультет по адресу ул. Широкая, 28 в одном из зданий бывшего Епархиального женского духовного училища (рис. 1). Во время Первой мировой войны в корпусах училища располагался госпиталь, а после революции эти здания были переданы БГУ (так называемый Дом № 4 БГУ). Организованный годом позже педагогический факультет располагался по адресу ул. Широкая, д. 24 в соседнем корпусе, располагавшемся перпендикулярно корпусу медицинского факультета. В настоящее время эти здания в очень сильно перестроенном виде являются частью комплекса Генштаба (корпус медицинского факультета – крыло Генштаба, параллельное нынешней улице Коммунистической, корпус педагогического факультета – крыло, параллельное реке Свислочь).



Рисунок 1 – Здание Женского духовного училища в 1914 – 1916 годах (корпус, в котором позднее располагался педагогический факультет БГУ).

Figure 1 – The building of the Women's Theological School in 1914 - 1916 (the building, which later housed the pedagogical faculty of the Belarusian State University).

Кафедру ботаники на медицинском факультете занимает приглашенный из Казани профессор Владимир Васильевич Лепешкин (1876–1956), ассистент кафедры – его жена Лепешкина Евгения Александровна. В.В. Лепешкин был одним

из 16 профессоров, начавших преподавание в БГУ в 1921 году. Это был крупный ученый мирового уровня, который стоял у истоков отечественной физико-химической биологии. Именно им было обосновано учение о коллоидно-химическом строении протоплазмы растительных клеток, которое способствовало появлению нового физико-химического направления не только в физиологии растений, но и в других биологических науках. Мы кратко приведем основные вехи жизни В.В. Лепешкина до его приезда в Минск. Более детальная биография этого ученого изложена в [9, 10].



Рисунок 2 – Владимир Васильевич Лепешкин (1876–1956)
Figure 2 – Vladimir Vasilievich Lepeshkin (1876-1956)

Родился Владимир Васильевич Лепешкин 12 (24) августа 1876 г. в г. Москве. В 1898 г. – окончил Санкт-Петербургский технологический институт, с 1899 г. работает в лаборатории В. Пфедфера в Лейпциге. В 1901 г. в Цюрихском университете получает степень доктора философии и по возвращении из-за границы занимает место приват-доцента Технологического института (под руководством В.И. Палладина). Параллельно с этим В.В. Лепешкин вел экспериментальные исследования под руководством А.С. Фаминцына в Ботанической лаборатории Академии наук. В 1904 году защитил магистерскую диссертацию в Варшавском университете. С 1 января 1906 года – приват-доцент кафедры ботаники Санкт-Петербургского университета. В 1909 году

В.В. Лепешкин защищает в Московском университете диссертацию доктора ботаники и с 1910 г. по 1921 г. занимает должность профессора кафедры ботаники Казанского университета. В 1921 году он принимает приглашение В.И. Пичеты и приезжает в Минск. Причины переезда и условия в Минске, на наш взгляд, очень хорошо освещает письмо В.В. Лепешкина президенту Русского ботанического общества И.П. Бородину.

«Шлю Вам приветствия из Минска! Кто бы мог подумать, что судьба занесет нас сюда. Но кто может предсказывать свое ближайшее будущее в наши дни. Вы, конечно, догадываетесь, что привело нас в Минск. Казань в последнее время стала слишком томительна. Научная жизнь разрушилась. Молодые ученые не о чем больше не говорили, как только о пайках, о сборах картофеля и т.п. Вместе с тем, продовольственное положение сделалось трудным. И мы решили переселиться сюда. В материальном отношении здесь и в правду оказалось значительно лучше. Что же касается научной работы, то я привез с собою все нужное. Микроскопы же здесь превосходные, с полным набором иммерсионных систем. В последнее время у меня, главным образом, микроскопическая работа; таким образом, я в научном отношении здесь чувствую себя не хуже, чем в Казани.

Минск нам очень понравился. Городок в западном стиле с массою зелени, пирамидальными тополями, каштанами, белой акацией. Нам отвели комфортабельную квартиру в бывшем епархиальном училище, где помещаются лаборатории медицинского факультета. Мы живем на горе, окруженные маленьким парком» [ПФА РАН. Ф. 125. Оп. 1. Д. 256. Л. 5, 5 об., цит. по 10]

Одновременно с должностью профессора кафедры ботаники с 1 ноября 1921 года В.В. Лепешкин утверждается в должности заведующего Ботанической лабораторией [11]. Как профессор кафедры ботаники В.В. Лепешкин в 1921-1922 учебном году читает курс лекций по общей ботанике студентам медицинского факультета, а в следующем учебном году занимает и должность профессора кафедры морфологии и систематики растений на только что открытом педагогическом факультете БГУ [12]. Вместе с ним должность ассистента этой кафедры занимает и Е.А. Лепешкина. С этой должности в сентябре 1922 года профессор В.В. Лепешкин был командирован в Германию на три месяца для окончания научных работ и приобретения оборудования для оснащения кабинета ботаники на педагогическом факультете [13]. К сожалению, денег на закупку кабинета ботаники университетом так и не было выделено, поэтому В.В. Лепешкин ходатайствует о продлении командировки. Не получив официального разрешения на продление командировки, В.В. Лепешкин принял решение о невозвращении на родину.

Отъезд и невозвращение В.В. Лепешкина отрицательно сказались не только на кафедре морфологии и систематики растений, которую он официально должен был возглавлять, но и на второй организуемой на педагогическом факультете кафедре ботанического цикла – кафедре анатомии и физиологии растений. Первоначально согласие возглавить кафедру дал ученик В.В. Лепешкина Алексей Петрович Пономарев (1886 – 1939) – крупный ученый, известный физиолог и микробиолог [14]. Однако после отъезда В.В. Лепешкина А.П. Пономарев после долгих (в течении целого года) переговоров с руководством БГУ в конечном итоге отказывается переезжать из Казани в Минск. В результате должность профессора кафедры анатомии и физиологии растений остается в БГУ вакантной до 1924 года.

Отсутствие профессиональных ботаников на педагогическом и медицинском факультетах привело к тому, что администрация была вынуждена обратиться с

просьбой о проведении занятий по ботанике к преподавателю рабфака Ивану Васильевичу Попову. Как следует из Протокола № 2 от 13 февраля 1923 г. предметной комиссии Педфака цикла химико-биологических наук, «По отзыву проф. Беркенгейма и других знающих его лиц преп. Попов является лицом вполне подготовленным как опытный преподаватель и естествоиспытатель с большой практикой, знаток систематики и морфологии растений, для замещения этой кафедры» [15].

Известно об И.В. Попове очень мало. Родился он 27.02 (12.03) 1859 г. в г. Меленка Владимирской губ. В 1882 г. он заканчивает Отделение естественных наук Физико-математического факультета Харьковского университета, где работает год после окончания учебы, а с 1883 г. работает преподавателем Белгородского педагогического института. По приезду в Минск в 1921 г. принимается на должность преподавателя естествознания на Рабфаке БГУ [16], где и работает до своей смерти в 1925 году. Точная дата смерти неизвестна, но умер он в Минске до 30.07.1925 г. (на эту дату есть прошение жены об оказании материальной помощи в связи с его смертью [17]).

В связи с отказом В.В. Лепешкина возвращаться в Минск 18.04.1923 г. И.В. Попов утвержден на должность преподавателя кафедры морфологии и систематики растений Педфака с правом чтения лекций [18]. С апреля по июнь 1923 г. он, помимо основной работы на рабочем факультете, читает лекции по анатомии растений на I-м курсе медицинского и педагогического факультетов, а также проводит практические работы по гистологии растений, то есть фактически выполняет всю работу на 4 кафедрах. К сожалению, в 1923 – 1924 учебном году он, по-видимому, в связи с нестабильностью официального положения, большой нагрузкой и проблемами со здоровьем отказывается читать лекции и проводить практические занятия на педагогическом факультете и продолжает работу только на рабочем и медицинском факультетах, где 20.01.1924 г. избирается на должность преподавателя каф. ботаники с правом чтения лекций [19]. Это приводит к тому, что на начало 1923 – 1924 учебного года педагогический факультет опять остается без ботаников.

22 сентября 1923 г. должность ассистента по кафедре морфологии и систематики растений, а с 21.11.1923 г. – должность преподавателя с правом чтения лекций занимает Н.А. Збитковский [14], который в дальнейшем сыграл важную роль не только в становлении этой кафедры, но и в развитии ботаники в Беларуси.

Николай Александрович Збитковский родился 11.04.1884 г. в г. Люцин (ныне Лудза, Латвия), белорус. В 1906 г. он оканчивает Витебскую духовную семинарию и в течении двух лет (1906 – 1908 гг.) работает учителем Новоселковской народной школы (Речицкий уезд). В 1908 г. Н.А. Збитковский поступает в Варшавский университет, который оканчивает в 1912 г. и до 1914 г. работает в нем на должности ассистента кафедры ботаники. В 1914 году Н.А. Збитковский призывается на службу в армию и служит в Вильно (современный Вильнюс, Литва) до 1918 г. В этом же году он возвращается в родной университет, который к тому времени был эвакуирован из Варшавы сначала в Москву, а затем в Ростов-на-Дону и до 1923 г. работает ассистентом кафедры ботаники Донского (бывшего Варшавского) университета [20].

Приехав в Минск в 1923 г. по приглашению профессора П.А. Мавродиади, Н.А. Збитковский принимает кафедру морфологии и систематики растений в крайне удручающем состоянии, о чем свидетельствует его отчет о работе кафедры в 1923 – 1924 учебном году [21]. В отличие от кабинета кафедры ботаники

медицинского факультета, который был создан под руководством В.В. Лепешкина, кабинеты кафедр морфологии и систематики растений и анатомии и физиологии растений не имели освещения и не были укомплектованы ничем. *«Инвентарь, который я застал, заключался в разрозненных остатках лабораторного оборудования (100 таблиц, 13 названий книг, 1 коллекция растений, небольшое количество химической посуды – воронки (4), колбы (10), склянки (30), реактивы (12). Шкапов (4), столов (5) на 7 стульев, из которых 5 с выломанными сиденьями.»* [21]. Поэтому первое полугодие Н.А. Збитковский тратит на ремонт кабинетов и закупку необходимых оборудования и материалов. Одновременно с этим он читает лекции и проводит практические занятия по курсам общей ботаники (1 курс) и морфологии и систематике растений (2 курс). Должность препаратора на кафедре морфологии и систематики растений с 6 марта 1924 г. по 1 октября 1927 г. занимает А.И. Збитковская. К сожалению, читаемые Н.А. Збитковским лекции не пользуются большой популярностью у студентов [22], чего нельзя сказать о флористических экскурсиях, которые он часто проводит со студентами, обследуя Минск и его окрестности (Болотную станцию, Хмары, Крупцы, Лошицу, Малую Степянку и др.). В дальнейшем Н.А. Збитковский читает специализирующимся по кафедре студентам курс лекций, посвященный флоре Беларуси [23].

Именно Н.А. Збитковский в 1924 г. заложил основы фондового Гербария БГУ, а в 1924 – 1925 гг. – заложил первый ботанический сад БГУ на ул. Широкой. К сожалению, информация об этом саде, который является первым ботаническим садом не только в БГУ, но и в г. Минске, в настоящее время крайне фрагментарна. В Национальном архиве Беларуси имеются прошение Н.А. Збитковского о выделении земли по адресу Широкая, 28 для организации сада, прошения о закупке инвентаря, отчет о поставленном заборе. В более поздней докладной записке профессора Н.М. Гайдукова (вероятнее всего, 1927 года) [24] говорится о получении семян для ботанического сада по различным делектусам, а также о безвозмездной помощи в его организации В.В. Адамова – основателя Большелетчанского ботанического сада, заведующего лабораторией Минской болотной опытной станции, руководителя геоботанических экспедиций Управления мелиорации Наркомзема БССР. В 1929 г. Н.А. Збитковский издает *Index Seminum* ботанического сада БГУ [25]. Помимо ботанического сада, он организует оранжерею в ботаническом кабинете БГУ, о чем свидетельствует письмо Н.А. Збитковского В.Л. Комарову с просьбой высылки черенков ряда видов суккулентов [26].

Помимо педагогической работы и работ по организации ботанического сада, Н.А. Збитковский в 1925 – 1930 гг. активно участвовал в экспедициях по изучению флоры Беларуси и составлению первой геоботанической карты БССР (Слуцкий, Осиповичский, Полоцкий, Гомельский и др. округа). Во время экспедиций и при работе со студентами Н.А. Збитковским был собран обширный гербарный материал, к сожалению, до настоящего времени почти не сохранившийся. Н.М. Гайдуков писал, что *«... в его руках имеется в настоящее время очень богатый материал по белорусской флоре. При умении и энергии он не только может составить из этого материала большой гербарий белорусской флоры, но и написать флору Белоруссии.»* [27].

На кафедре морфологии и систематики растений Н.А. Збитковский работает до 1930 г., затем переходит на новообразованный факультет народного хозяйства БГУ. Это связано с тем, что, помимо флористических исследований, Н.А. Збитковский активно работает в Научно-исследовательском институте

промышленности БССР в области шелководства. Так, в 1926 г. он организовал первый в Белорусской ССР питомник тутовых деревьев. С 1930 г. Н.А. Збитковский – старший специалист по техническим культурам и шелководству этого института, участвует в работе 2-го Всероссийского съезда по шелководству в Москве. В конце 1931 г. Н.А. Збитковский уезжает из Минска. В 1932 г. он заведует кафедрой ботаники Колхозно-хлопкового и, одновременно, Учительского институтов в г. Коканде; в 1933 – 1938 годах – кафедрами ботаники в Педагогическом и Учительском институтах г. Бухары. В 1937 г. Н.А. Збитковский участвует в ботанической экспедиции в отроги Аланского хребта. С 1938 г. и до своей смерти в 1946 г. Н.А. Збитковский – профессор, заведующий кафедрой ботаники Ашхабадского педагогического института [28].

Н.В. Збитковский не имел ученых степеней и званий (диссертация кандидата биологических наук была им защищена только в 1936 году), поэтому руководство педагогического факультета БГУ продолжает поиск претендентов на должность профессора кафедр ботанического цикла. И в 1924 году такой кандидат находится – известный ученый-альголог и физиолог растений профессор Н. М. Гайдуков.



Рисунок 3 – Николай Михайлович Гайдуков (1874 – 1928)
Figure 3 - Nikolay Mikhailovich Gaidukov (1874 - 1928)

Николай Михайлович Гайдуков родился 20 ноября (2 декабря) 1874 г. в г. Гусь-Хрустальный. В 1898 г. он окончил Московский университет, где, будучи студентом, стажировался в Лейпциге у проф. В. Пфеффера. В 1898 – 1904 гг. Н.М. Гайдуков работает в Ботаническом саду и Санкт-Петербургском университете, летом – стажировается в Берлине у проф. Энгельмана, где выполняет исследования по хроматической адаптации водорослей. Результаты этой работы послужили ему диссертацией на степень магистра ботаники, которую Н.М. Гайдуков защитил в 1904 г. в г. Киеве, где работал приват-доцентом. В 1905 – 1910 гг. в Германии на

заводе К. Цейсса в г. Иене Н.М. Гайдуков работал над применением ультрамикроскопа для исследования растительных объектов. С 1910 по 1913 гг. Н.М. Гайдуков – приват-доцент Московского университета. В 1913 г. он переехал в Петербург в Ботанический сад и работал там до 1919 г., когда возглавил кафедру ботаники в Политехникуме в Иваново-Вознесенске.

В 1922 г. Н.М. Гайдуков переезжает в Минск, где активно участвует в организации Белорусского государственного института сельского хозяйства и занимает должность профессора кафедры ботаники этого института. В сентябре 1924 г. он принимает предложение руководства БГУ и занимает должность профессора кафедры анатомии и физиологии растений. На должность ассистента кафедры анатомии и физиологии растений он приглашает Ольгу Дмитриевну Акимову, которая до этого работала ассистентом в реорганизованном в 1924 г. Витебском учительском институте. С 1925 г. Н.М. Гайдуков читает часть лекций и на кафедре морфологии и систематики растений, хотя обе кафедры сохраняют свою автономность [29].

Таким образом, изучение архивных материалов БГУ показывает, что на естественном отделении педагогического факультета БГУ в 1922 г. были одновременно созданы 2 кафедры: кафедра морфологии и систематики растений и кафедра анатомии и физиологии растений. Кафедра морфологии и систематики растений является правопреемницей созданной годом раньше кафедры ботаники медицинского факультета. Первым профессором кафедры морфологии и систематики растений был В.В. Лепешкин, но после его отъезда место профессора кафедры было длительное время вакантно. Первым профессором кафедры анатомии и физиологии растений был Н.М. Гайдуков, занявший эту должность только в 1924 г.

Библиографические ссылки

1. Шуканов А.С. Исследование флоры и растительности Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1979. № 1. С. 6–16.
2. Кахнович Л.В., Лысак В.В., Соколик А.И. Краткий очерк истории биологического факультета // Сб. Достижения современной биологии и биологическое образование: Тр. науч. конф., посвящ. 75-летию биол. фак-та Белгосуниверситета. Мн.: БГУ, 1997. С. 7–43.
3. Биологический факультет Белорусского государственного университета. Информационное издание / Составители В.В. Лысак, А.И. Соколик, В.В. Гричик. Мн.: ЦИТ БГУ, 1997. 23 с.
4. Бабинович Н. Кафедры батанікі – 75 // Беларускі універсітэт. 2000. 30 сакав. С. 7.
5. Біялагічны факультэт: гісторыя і сённяшні дзень / Аўт.-склад. У.В. Лысак, В.В. Грычык, Д.Дз. Бурко і інш. Мн.: Выд. цэнтр БДУ, 2002. 99 с.
6. Биологический факультет Белорусского государственного университета / редкол.: В.В. Лысак (отв. ред.). Мн.: БДУ, 2009. 119 с.
7. Faculty of Biology of Belarusian State University / V.V. Lysak [etal.]; ed. by V.V. Demidchik. Minsk: BSU, 2012. 64 p.
8. Поликсенова В.Д. К 90-летию кафедры ботаники // Вестн. БГУ. Сер. 2. 2014. № 2. С. 102–105.
9. Жидкова А.А. Возвращение Владимира Лепешкина // Вопросы истории естествознания и техники. 2002. № 3. С. 518–528.
10. Манойленко К. В В. В. Лепешкин: путь к эмиграции // Историко-биологические исследования. 2010. Т. 2, № 2. С. 25-42.
11. НАРБ. Ф. 205. Оп. 1. Д. 11. Л. 2.

12. НАРБ. Ф. 205. Оп. 1. Д. 55. Л. 5.
13. НАРБ. Ф. 205. Оп. 1. Д. 22. Л. 126–127.
14. НАРБ. Ф. 205. Оп. 1. Д. 42.
15. НАРБ. Ф. 205. Оп. 1. Д. 765. Л. 68.
16. НАРБ. Ф. 205. Оп. 3. Д. 6493. Л. 20.
17. НАРБ. Ф. 205. Оп. 3. Д. 6493. Л. 24.
18. НАРБ. Ф. 205. Оп. 1. Д. 760. Л. 29.
19. НАРБ. Ф. 205. Оп. 1. Д. 781. Л. 8–9.
20. НАРБ. Ф. 205. Оп. 3. Д. 3013. Л. 9.
21. НАРБ. Ф. 205. Оп. 1. Д. 796. Л. 15–16.
22. НАРБ. Ф. 205. Оп. 1. Д. 781. Л. 230.
23. Збитковский Н.А. Флора Белорусской ССР. Конспект лекций, читанных в 1927/1928 учебном г. на педагогическом факультете Белорусского гос. ун-та. Минск, 1928 [изд. на шапирографе].
24. НАРБ. Ф. 205. Оп. 3. Д. 3013. Л. 27.
25. Збитковский Н.А. Index seminum Бот. сада Белорусского гос. ун-та, предлагаемый для обмена. Минск. 1929 [на гектографе].
26. АРАН Ф 277 Оп 4 Д 627
27. НАРБ. Ф. 205. Оп. 3. Д. 3013. Л. 27.
28. Русские ботаники: (Ботаники России – СССР): биограф.-библиогр. словарь / Сост. С. Ю Липшиц. М.: Изд. Моск. о-ва испытателей природы, 1950. Т. 3. 488 с.
29. НАРБ. Ф. 205. Оп. 1. Д. 781. Л. 8–9.

БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В.Л. КОМАРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК И БЕЛАРУСЬ: ЛЮДИ И СОБЫТИЯ

Д. В. Гельтман

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН
Санкт-Петербург, Россия, geltman@binran.ru

Сообщение посвящено руководителям (директорам и заместителям директора) Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН и его предшественников, в той или иной мере связанным с Беларусью.

Ключевые слова: Ботанический институт им. В.Л. Комарова; Беларусь; история ботаники

KOMAROV BOTANICAL INSTITUTE OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES: PERSONS AND EVENTS

D. V. Geltman

Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences
St. Petersburg, Russia, geltman@binran.ru

The communication is devoted to leading manages (directors and deputy directors) of the Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences and its predecessors which were in some way connected with Belarus.

Key words: Komarov Botanical Institute; Belarus; history of botany

Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук (БИН) – старейшее научное учреждение России и непрерывной документированной историей, развивающееся на одном и том же месте с момента основания. Его история берет начало с создания в 1714 г. согласно указу Императора Петра I Аптекарского огорода в восточной части Аптекарского острова только что основанного Санкт-Петербурга. Возможно, приготовления к его созданию велись и раньше. Хотя первоначально он имел чисто утилитарные цели (выращивание лекарственных растений), практически с самого его создания в нем стали проводиться и научные исследования. В XVIII в. он также назывался Медицинским (Аптекарским) садом, а к его концу вошел в состав Медико-хирургической академии и стал ее Ботаническим садом. В 1823 г. по инициативе выдающегося государственного деятеля князя В. П. Кочубея реорганизован в Императорский ботанический сад и вскоре стал одним из крупнейших профильных учреждений Европы и мира. В 1913 г. стал именоваться Императорским Санкт-Петербургским ботаническим садом Петра Великого. После февраля 1917 г. из наименования сада исчезло слово «императорский»; с октября 1918 г. – Главный ботанический сад РСФСР, с 1925 г. – Главный ботанический сад СССР. В мае 1930 г. передан в ведение Академии наук СССР.

Другим предшественником БИНа являлся Ботанический музей Императорской Санкт-Петербургской академии наук, основанный, по-видимому, в 1824 г. на базе сохранившихся ботанических коллекций Петровской Кунсткамеры. Первоначально его штат был немногочислен (академик по ботанике и несколько

помощников), но к началу XX в. он был заметно расширен. Как Ботанический сад, так и Ботанический музей, обладали значительными гербарными коллекциями.

В апреле 1931 г. Ботанический сад и Ботанический музей были объединены в Ботанический институт, которому в 1940 г. было присвоено имя В. Л. Комарова.

БИН РАН и его предшественники всегда привлекали людей из различных частей Российской Империи/СССР, а также и из-за их пределов. Не является исключением и Беларусь. В данном сообщении будут кратко охарактеризованы факты биографии директоров и заместителей директоров БИНа и его предшественников, в той или иной мере имевших отношение к Беларуси.

Карл Антонович (Андреевич) Мейер (1795–1855) родился в Витебске в семье аптекаря. Он закончил университет в Дерпте (ныне – Тарту, Эстония) был учеником выдающегося ботаника К.Ф. Ледебура. Путешествовал с ним в Крым и по Алтаю (1826–1828), один из авторов «Flora Altaica». В 1829–1830 гг. путешествовал по Кавказу, в том числе в составе русской военной экспедиции к Эльбрусу. В 1831–1850 гг. – помощник директора Императорского ботанического сада, в 1850–1855 гг. – его директор. Параллельно заведовал Ботаническим музеем (1844–1855 гг.), академик Императорской Санкт-Петербургской академии наук. Описал впервые для науки около 50 родов и более 500 видов, в основном совместно с Ф.Б. Фишером – первым директором Императорского ботанического сада.

К Беларуси имел отношение и другой директор Императорского ботанического сада **Рудольф Эрнестович Траутфеттер** (1809–1889). Он родился в Митаве (ныне – Елгава, Латвия), закончил Дерптский университет. Основная его научная и административная карьера связана с Киевом, где он был профессором университета Святого Владимира (ныне – Киевский национальный университет им. Т.Г. Шевченко), где с 1838 г. был профессором, а в 1847–1859 гг. – ректором. Основатель Киевского университетского ботанического сада. Уже после отставки с поста ректора был в 1860 г. назначен ректором Горы-Горецкого земледельческого института (ныне – Белорусская сельскохозяйственная академия). После восстания 1863 г. это учебное заведение было закрыто, а Р.Э. Траутфеттер в 1864 г. стал заведующим, а затем и директором Императорского ботанического сада, работал в этой должности до 1875 г.

Выдающийся отечественный лихенолог **Всеволод Павлович Савич** (1885–1972) родился в Бобруйске, учился в прогимназии в Мозыре, закончил гимназию в Минске. В 1905–1912 гг. учился в Санкт-Петербургском университете. Ученик В. Л. Комарова, участвовал вместе с ним в экспедициях в Уссурийский край и на Камчатку (1908–1910 гг.). В 1914–1917 гг. – в армии. С 1920 г. – ученый секретарь Главного ботанического сада, в 1930 г. участвовал в легендарной экспедиции на ледоколе «Георгий Седов». В 1932–1937 гг. – заместитель директора Ботанического института, в 1935–1937 гг. фактическим им руководил, т.к. директор Б. А. Келлер большую часть времени проводил в Москве. В 1932–1962 гг. – заведующий отделом споровых растений БИНа.

В 1925, 1927–1928 гг. возглавлял Белорусскую экспедицию Главного ботанического сада. Ход экспедиции 1925 г. отражен в интересных заметках «По Южной Белоруссии», где имеются наблюдения не только ботанического, но краеведческого характера.

Показательна судьба **Дмитрия Максимовича Вашкевича** (1887–1938), который в 1932–1937 гг. был помощником (по нынешней терминологии – заместителем) директора БИНа по хозяйственной части. Он происходил из крестьянской семьи д. Русаковцы близ Воложина. В возрасте около 16 лет он уехал

на заработки в Санкт-Петербург, работал на различных заводах. В 1917 г. вступил в партию большевиков, участвовал в гражданской войне. В 1924 г. был направлен организатором партийной ячейки в Главный ботанический сад, потом был на других «участках работы», а в 1932 г. возвратился в Ленинград и возглавил хозяйственную службу БИНа. В октябре 1937 г. был арестован, обвинен в шпионаже и контрреволюционной деятельности и вскоре расстрелян.

Очень заметный след в связях БИНа и Беларуси оставил, конечно, **Василий Феофилович Купревич** (1897–1969). Он родился в д. Кальники (ныне Смолевичский р-н Минской обл.). Окончил сельскохозяйственную школу, в 1913–1918 гг. – на Балтийском флоте, участник революционных событий в октябре 1917 г. в Петрограде. Короткое время учился в университете Гельсинфорса (Хельсинки). В 1918–1931 гг. – школьный учитель, высшее образование получил заочно. Публиковаться начал в белорусскоязычных краеведческих изданиях. В 1931–1934 гг. – аспирант БИНа, в 1934–1938 гг. – в Институте биологии Белорусской академии наук. Есть основания считать, что находился под угрозой ареста, так как был репрессирован (и позднее расстрелян) его брат. В 1938 г. переехал в Ленинград, поступил в докторантуру, в самые страшные дни блокады (конец 1941 г.) оставался в Ленинграде. В 1949–1952 гг. – директор БИНа, а конца 1952 г. – президент Академии наук БССР. Скорее всего, на должность президента был направлен решением партийных органов, довольно долго сохранял за собой лабораторию в БИНе на общественных началах.

ИСТОКИ (К 100-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ БОТАНИКИ)

Т.М. Михеева

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь, mikheyeva@tut.by

В статье представлены воспоминания Тамары Михайловны Михеевой, доктора биологических наук, главного научного сотрудника НИЛ гидроэкологии, выпускницы кафедры ботаники биологического факультета Белорусского государственного университета.

Ключевые слова: БГУ; кафедра ботаники; альгологические исследования; воспоминания

THE BEGINNINGS (TO THE 100TH ANNIVERSARY OF THE BOTANY DEPARTMENT)

T.M. Mikheyeva

Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus, mikheyeva@tut.by

The article presents the memoirs of Tamara M. Mikheyeva, Doctor of sciences, Chief research worker of the Research Laboratory of Aquatic Ecology, graduate of the Botany Department of the Biological Faculty of the Belarusian State University.

Key words: BSU; Department of Botany; algal research; Memories

1955-й год. 10 лет после окончания войны. Закончив в 1955 г. сельскую десятилетку в д. Каменка, которая располагалась в 8 км от дома, и куда мы приходили ежедневно без опозданий к 9 час. утра, я, впервые увидев на ст. Погодино Горецкого района поезд (единственным транспортным средством в деревне была летом телега, зимой сани и запряженная в них лошадь), приехала им в Минск поступать на биофак. В Минске на каждой улице были следы бомбежек – разрушенные дороги, здания (например, Педагогический институт рядом с университетом еще долго напоминал о страшных военных событиях). Сдав единственный, как «серебряная медалистка», вступительный экзамен по физике на «отлично», я была зачислена студенткой. А конкурс на биофак и тогда был не менее пяти человек на место!

С детства я очень любила воду, проводя на ближайшей речке Городня в солнечные дни все свободное время, самостоятельно учась плавать на «плавниках», сделанных из тростника. Поступая на биофак, знала, что выберу специализацию, связанную с водой. Предпочтение при этом отдавала растительным организмам. Мой выбор пал на кафедру систематики растений (сейчас – кафедра ботаники), на которой незадолго до того работала альголог О.Д. Акимова, передавшая мне все свои определители водорослей, которыми я и все студенты пользуемся и поныне. Первые уроки в работе с планктонными водорослями мне преподала ученица О.Д. Акимовой В.К. Горовец, которая затем свела меня с Н.И. Сретенской, работавшей по водорослям в Отделе низших растений у В.Ф. Купревича – тогдашнего президента Академии наук БССР. Мы с Натальей Ивановной вместе уже на 2-м курсе «ползали» в районе Заславля по ручьям, впадающим в водохранилище Гонолес (Заславльское водохранилище), собирая материал для моей курсовой

работы. Дипломную работу под руководством Валентины Константиновны выполняла по фитопланктону и высшей водной растительности Выгоновского озера.

Возвращаясь теперь к тем уже далеким годам, понимаю, что преподавательский состав кафедры был её неоценимым достоянием. В него входили высококлассные специалисты в области систематики, морфологии и других аспектов изучения высших растений. Нельзя забыть Наталью Оттовну Цеттерман, которая всегда находилась (за неимением отдельных кабинетов) за перегородкой в той комнате, в которой проходили практические занятия по всем дисциплинам, и не могла не слышать наши ответы преподавателям по темам на этих занятиях. Более знающего специалиста по высшим растениям мне больше не встречалось. Отдаваемое мной предпочтение низшим растениям (водорослям), как мне кажется, вызывало некоторую ревность у Натальи Оттовны. Возможно, поэтому она была единственная, которая за пять лет учебы «влепила» мне тройку за какой-то мой ответ по высшим растениям. Для получения красного диплома мне можно было пересдать этот предмет, но я не стала этого делать.

Нельзя не вспомнить в такую юбилейную дату других преподавателей (в основном, это были женщины): Зинаиду Никандровну Кудряшову, Валентину Константиновну Горовец, Наталью Владимировну Кудряшову, а также участницу войны Полину Гурьевну Лозовую, обеспечивавшую учебный процесс на кафедре материалом по всем дисциплинам.

Что же касается альгологических исследований на кафедре, то к началу моей учебы с уходом на заслуженный отдых О.Д. Акимовой они, практически, перестали проводиться, и переместились в Академию Наук, благодаря плодотворным исследованиям Натальи Ивановны Сретенской, ученицы О.Д. Акимовой.

Следует отметить, что первыми внесли свой вклад в изучение видового состава альгофлоры Беларуси польские исследователи Р. Гутвинский [1] и Я. Колодийчук [2], описавшие альгофлору оз. Свитязь в бассейне р. Неман. Начиная с 1925 г. наряду с работами польских коллег [3. 4] появляются публикации и отечественных альгологов, работавших в различных научно-исследовательских учреждениях и учебных заведениях Беларуси, посвященные видовому составу альгофлоры отдельных водоемов. История альгологических исследований на территории Беларуси довольно полно описана нами в нашей монографии [5], поэтому в данной статье укажем только исследователей, связанных в той или иной степени с кафедрой ботаники, опираясь на их публикации. Это Е.М. Зубкович [6], изучивший планктон двух лежащих вблизи г. Минска прудов (Антоновского и Веселовского) и Острошицко-Городокского «озера». Собрав планктон малой сетью Апштейна (№ 17) в течение года в Антоновском пруду и в летнее время в остальных двух водоемах, он определил (при консультации В.М. Рылова и И.А. Киселева в лаборатории Петергофского естественно-научного института) 66 видов водорослей.

Большинство альгологических исследований в Беларуси носили полевой характер. По утверждению П.Ф. Соловьева [7], к 1927 г. альгологические и гидробиологические работы в Беларуси еще не успели развернуться. Зарождение в Беларуси экспериментальных лабораторных работ по альгологии, к сожалению, не получивших в дальнейшем широкого развития, связано с именем крупного альголога Н.М. Гайдукова. Вызывает интерес и работа А. Сусского (1930), выполненная в Белорусском научно-исследовательском институте сельского и

лесного хозяйства, посвященная хроматической адаптации у синезеленых водорослей (цианобактерий).

В Беларуси была опубликована сводка Н.М. Гайдукова по флоре водорослей СССР, доведенная им до 1900 г., включающая 380 видов (главным образом, Владимирской и Рязанской губерний) и большую библиографию – 452 работы. Несомненно, что альгологи кафедры ботаники были хорошо знакомы и с этими работами, и с этими видными советскими учеными.

Значительные альгологические исследования в республике выполнены О.Д. Акимовой и позднее Н.И. Сретенской. Первая работа О.Д. Акимовой [8] посвящена серобактериям окрестностей Минска, но в ней приводится и список водорослей, найденных ею в Крупецком водоеме (всего 77 видов с указанием их размеров). В последующих работах [9, 10] автор приводит подробное описание видового состава фитопланктона исследовавшихся озер (к сожалению, они были зашифрованы) и количественный учет водорослей по визуальной шкале С. Вислоуха. В работе 1940 г. [11], посвященной фитопланктону трех крупных озер Беларуси – Лукомль, Езерище и Красное Полесье, автор дает не только видовой состав фитопланктона этих озер, но и общее количество водорослей под 1 м² поверхности водоема (среднемесячное и среднегодовое), выраженное в экземплярах. Интересна работа О.Д. Акимовой (1948), посвященная флоре водорослей р. Западной Двины в связи с вопросами ее загрязнения и самоочищения.

У кафедры ботаники имелись хорошие связи с украинскими исследователями, сотрудниками Института ботаники и Института гидробиологии АН Украины, и в довоенный [12], и в послевоенный периоды [13, 14]. Благодаря исследованиям ими рек Днепр и Припять на территории республики значительно пополнился видовой состав фитопланктона и микрофитобентоса.

Незадолго до начала моей учебы на кафедре были опубликованы работы О.Д. Акимовой (1953, 1954, 1956) и О.Д. Акимовой, Сретенской (1956), в которых авторы переходят к расчетам биомассы фитопланктона в исследуемых водоемах. Работы Н.И. Сретенской в последующий период освещены в нашей монографии [5].

Из студентов, поступивших на кафедру ботаники в один год со мной, не нашлось ни одного, кто захотел бы заниматься водорослями. А у меня вертелась тщеславная мысль: «Если не я, то кто?» Эта мысль и привела меня в альгологию и связала с ней на всю жизнь.

Библиографические ссылки

1. Gutwiński R. Algae in lacu Świtezi // Nuova Notarisia. Genn. Serie. VII. 1897. С. 2–7.
2. Kołodziejczyk Y. Stosunki florystyczne jeziora Świtezi // Prace Towarzystwa Naukowego Warszawskiego. III. Wydział nauk matematycznych i przyrodniczych. Warszawa: Nakładem Towarzystwa naukowego Warszawskiego, 1916. № 13. 68 с.
3. Wisłouch S. O letniem fitoplanktonie jezior Wigierskich // Arch. Hydrobiol. i Rybactwa. 1926. № 1(1). С. 79–114.
4. Gabejszekowna I. Materiały do znajomości planktonu roślinnego Polesia. II. Zbiorniki wodne oolic Piska // Arch. Hydrobiol. i Rybactwa. 1939. № 12 (1–2). S. 97–114.
5. Михеева, Т.М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог. Минск: Издательство БГУ, 1999. 396 с.
6. Зубкович Е.М. К планктону водоемов Минской губернии // Тр. Белор. гос. ун-та. 1925. Вып. 8–10. С. 61–68.

7. Соловьев П.Ф. Гидробиология в Белоруссии // Русск. гидробиол. журнал. Саратов, 1927. Т. 6 (8–10). С. 201–202.
8. Акимова О.Д. Серабактэрыі ваколіц Менску // Матэрыялы да вывуч. флоры і фауны Беларусі. Менск, 1929. Вып. 4. С. 81–95.
9. Акімава В.Д. Да флоры озер Беларусі // Вучон. зап. хімічн. і біялаг. фак. БГУ. Минск, 1936. Вып. 28. С. 129–175.
10. Акимова О.Д., Гусева С.А. Да гісторыі доследаў азер БССР // Уч. зап. БГУ. Минск, 1936. Вып. 28. С. 127–128.
11. Акимова О.Д. К флоре озер Белоруссии. Озера Лукомль, Езерище, Красное Полесье // Тр. Витебского гос. пед. (учительского) ин-та им. С. М. Кирова. Віцебск, 1940. Вып. 2. С. 21–35.
12. Топачевский О.В. Діатомові планктона Дніпра // Ботан. журн. АН УРСР. 1941. Т. 2, №1. С. 97–129.
13. Топачевский О.В. Діатомові планктона Дніпра // Вісник Київського Ботанічного саду. 1947. Т. 18. С. 45–83.
14. Радзимовский Д.О., Поліщук В.В. Планктон річки Прип'ять. Київ: Навук. думка. 1970. 209 с.

ВОСПОМИНАНИЯ

Т. А. Сауткина

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь

В статье представлены воспоминания Тамары Александровны Сауткиной, доцента кафедры ботаники биологического факультета Белорусского государственного университета.

Ключевые слова: БГУ; кафедра ботаники; воспоминания

MEMORIES

T.A. Sautkina

Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus.

The article presents the memoirs of Tamara Aleksandrovna Sautkina, associate professor of the Department of Botany, Faculty of Biology, Belarusian State University.

Key words: BSU; Department of Botany; Memories

Говорят, что воспоминания начинают одолевать тогда, когда уходишь от привычных дел и остаешься наедине сам с собой, со своими мыслями, со своим прошлым и настоящим. А еще говорят: «Жизнь прожить, не поле перейти...» Мое «поле» оказалось очень протяженным... С сентября 1955 г. по сентябрь 2018 г. моя жизнь была связана (кроме двух лет, когда по распределению я работала в Академии Наук) с Белорусским государственным университетом, и 52 года я проработала на одной кафедре – кафедре ботаники.

Мой путь не был простым и прямым. Научная ориентация студентов в те времена начиналась с третьего курса, когда происходило распределение студентов по кафедрам. Мне еще со школы нравилось заниматься с растениями (в 9 классе я выполнила работу по изучению длины светового дня на развитие редиса), и мой выбор колебался между двумя кафедрами – систематики растений и генетики и дарвинизма. Во время моей учебы спецкурсы читались не по кафедрам, а по условным направлениям: ботаникам и зоологам. Один из ботанических спецкурсов «Цитология с основами эмбриологии растений» вела недавно появившаяся на факультете молодая преподаватель, кандидат биологических наук, выпускница Ленинградского университета Виктория Павловна Дуброва. Этот курс меня настолько увлек, что я стала студенткой кафедры генетики и дипломницей В.П. Под ее руководством я выполнила свою первую научную работу по отдаленному скрещиванию пшеницы и ржи, которая была представлена на Республиканский смотр и высоко оценена. (В 1960 г. В.П. (в замужестве Банникова) переехала в Киев, защитила докторскую диссертацию и до конца своих дней заведовала отделом экспериментальной эмбриологии в институте ботаники АН Украины. Долгие годы мы переписывались и несколько раз встречались.)

В 1960 г. я окончила биофак и по распределению была зачислена на должность старшего лаборанта в отдел экспериментальной полиплоидии Института ботаники АН Беларуси, но отработав 2 года вновь вернулась в БГУ,

поступив в аспирантуру на кафедру генетики. Здесь под руководством Августа Владимировича Константинова я выполнили и защитила кандидатскую диссертацию по цитозембриологии гороха и бобов. Таким образом, начало моей научной работы было связано с экспериментальными полевыми и лабораторными исследованиями. Я могла сутками сидеть в поле за кастрацией растений, опылением, фиксацией материала, а потом за его обработкой в лаборатории. Август Владимирович меня многому научил, в том числе и микрофотографированию. В то время эмбриологи пользовались рисовальными аппаратами, результаты же моих исследований в диссертации были подтверждены микрофотографиями, которые я делала самостоятельно. Я с гордостью говорю, что я окончила БГУ, но школа у меня ленинградская: из пяти преподавателей кафедры четверо – зав. кафедрой Н. В. Турбин, доценты А. И. Палилов, В. П. Дуброва и А. В. Константинов были ленинградцами.

После окончания аспирантуры я была зачислена на должность старшего научного сотрудника биологической станции «Красное урочище», но научная работа продолжалась на кафедре генетики. Август Владимирович смог получить на кафедру МУФ-5, и мы начали заниматься изучением разных этапов микроспорогенеза. Интересная работа была в самом начале, когда в моей судьбе произошел крутой поворот: я перешла на кафедру систематики растений.

Говорить «перешла» не совсем точно, меня уговорил перейти замечательный человек, профессор Александр Николаевич Ипатьев – родной племянник академика Н. И. Вавилова. Мы были знакомы по работе в академии, а потом оказались на кафедре генетики – я как аспирантка, а А. Н. как профессор кафедры. На кафедре у А. Н. было две аспирантки, мы все хорошо общались между собой и с профессором. Очень часто А. Н. читал нам стихи поэтов, которых мы не знали, а мы помогали ему в техническом оформлении его работ.

Александр Николаевич добился и организовал выпуск сборника «Экспериментальная ботаника». Как ответственный редактор он указал: «Цель первого выпуска данного сборника (1966 г. – Т.А.) – ознакомить общественность с результатами научных исследований ботаников Белорусского государственного университета им. В. И. Ленина». Благодаря этому сборнику многие аспиранты и молодые сотрудники биофака впервые могли опубликовать свои научные материалы. С публикациями в то время было сложно. Он по-отечески поучал нас – молодых, но уже обремененных житейскими проблемами: «Статьи надо писать по ночам!», и мы писали... Нельзя было пренебречь советами этого человека.

В 1965 г. А. Н. Ипатьев был назначен заведующим кафедрой систематики растений. Вот тогда-то он привел ко мне ассистента кафедры Александру Кузьминичну Ефремкину и сказал: «Александра Кузьминична, скажите ей, как хорошо работать ассистентом». Это сработало, и 25 января 1966 г. я была назначена ассистентом кафедры систематики.

Как меня приняли на кафедре? В общем хорошо, ведь большинство преподавателей были мне знакомы со студенчества. Кафедра была небольшая: тогда работали З. Н. Кудряшева, В. К. Горовец, Н. К. Кудряшева, А. К. Ефремкина, Н. О. Цеттерман была на пенсии, но она практически каждый день была на кафедре и работала с гербарием. С Г. И. Зубкевич мы были знакомы со студенчества, а с А. С. Шукановым в один год поступали в аспирантуру, только на разные кафедры. Таким образом, незнакомыми были Ю. А. Бибииков и З. Н. Денисов. Вопрос был только от Захара Николаевича: «Что она будет у нас делать?». На этот вопрос Александр Николаевич с присущим ему спокойствием и невозмутимостью

ответил: «Будет работать...». И я начала работать и учиться учить.

На кафедре был замечательный, дружный и доброжелательный коллектив. К любому можно было обратиться с любым вопросом. Я снова посещала лекции Зинаиды Никандровны по морфологии (тогда курс был простым «морфология в узком смысле слова»). Вскоре З.Н. доверила мне чтение лекций на заочном отделении, а после ее кончины морфология растений стала моим основным курсом. Свою первую летнюю практику со студентами я также освоила благодаря З. Н. Я с утра шла с ней, зарисовывала весь маршрут, а после обеда по этому маршруту вела свою группу. Зинаида Никандровна была не только хорошим преподавателем, она была эталоном женской красоты и обаяния. Всегда элегантная, подтянутая, она и нас побуждала подражать ей. Зинаида Никандровна была человеком организованным и целеустремленным. В бытность Советского Союза все учебники, учебные пособия, учебные программы ВУЗы получали из Москвы, поэтому мало кто писал свои учебные пособия. Зинаида Никандровна опубликовала учебное пособие по фитопатологии, а затем совместно с Г. И. Зубкевич «Курс лабораторных занятий по морфологии растений». Она сумела организовать авторский коллектив, и благодаря ее усилиям впервые в Советском Союзе в 1974 г. вышло «Пособие по биологии для поступающих в ВУЗы».

Многому я научилась у Н. К. Кудряшевой и А. К. Ефремкиной. У Натальи Константиновны я проработала раздел спецпрактикума по мохообразным, а Александра Кузьминична помогла мне освоить методику проведения летней практики по геоботанике. Но особенно у этих двух женщин я училась житейской мудрости. Это проявлялось во всем: в отношениях с родными, близкими, с сотрудниками. Разные по характеру – А. К. спокойная, рассудительная; Н. К. – мечтательная, экзальтированная, они одинаково, по-матерински, относились к студентам. Это особенно проявлялось в период экспедиционных поездок, где и ты на виду у студентов, и они на виду у тебя.

С В. К. Горовец по учебному процессу мы не сталкивались, так как она вела курс низших растений (так тогда называли альгологию и микологию), но в обиходе она была очень доброжелательным, порядочным и принципиальным человеком. Студенты относились к ней с большим уважением, но побаивались.

О Г. И. Зубкевич мне трудно говорить. Мы почти однокашники, знакомы со студенческой скамьи. Вместе «съели не один пуд соли». Над нами шутили: «Мы с Тамарой ходим парой», и это, действительно, было так: вместе на практике, вместе в экспедициях, в турпоходе по Кавказу, на соревнованиях по волейболу. Г.И. прекрасно знала флору, она была систематиком-энтузиастом, грамотным лектором, хорошим организатором. У нее было любимое хобби: со студенческих лет и до конца своей жизни она пела в университетском хоре. У Г. И., несомненно, был литературный дар. Она писала стихи, особенно ей удавались стихотворные поздравления на дни рождения сотрудников, на знаменательные даты кафедр, а «каламбуры» на студенческие мероприятия часто мы писали вместе.

Конечно, преподавательский состав – основа кафедры, но что может сделать преподаватель, даже самый квалифицированный, без лаборантов. На кафедре работали преданные своему делу лаборанты – выпускники кафедры. Более 40 лет курс низших растений курировала старший лаборант Полина (по паспорту Пелагея) Гурьевна Лозовая. Участница Великой Отечественной войны, медсестра, она в 1952 г. заочно окончила биофак и до 78 лет работала на кафедре. Выпускницей кафедры была и Л. С. Губарева, она обеспечивала все курсы, связанные с высшими растениями. Уходили ветераны, им на смену приходили новые сотрудники, что

поделаешь, это жизнь...

Каждое учреждение характеризуется не только своими кадрами, но и своими традициями. У кафедры ботаники в разные времена складывались свои традиции. Несмотря на то, что название кафедры неоднократно менялось, традиционно неизменным оставалось ее научное направление. Кафедра ботаники с самого начала сконцентрировала свое внимание на изучении флоры (в широком смысле слова). Условия для проведения флористических исследований в разное время были разными. Иногда приходилось проводить обследование каких-то регионов небольшими группами – преподаватель плюс 2-3 студента. Иногда удавалось использовать какой-то транспорт. В 1980-ые годы Ю. А. Бибилов на своей «Блондинке» (так он ласково называл свой белоснежный «Москвич») исколесил с нами весь Мядельский район. Сколько интересных видов было выявлено и собрано! Одна находка мне особенно запомнилась. В начале июня недалеко от г.п. Кривичи мы обследовали откосы ж.-д. полотна. На одном участке я обнаружила большую группу растений, листьями похожих на красоднев. Подсчитали количество, из 500 особей около четверти были с плодами, сфотографировали. Показала Юрию Александровичу, он говорит: «Культурбеженец». Так Ю. А. называл растения, вышедшие из культуры и натурализовавшиеся в естественной среде. Но вокруг кроме будки стрелочника не было никаких сооружений. Нашей работой заинтересовался стрелочник. Я показала ему нашу находку, написала свой адрес и попросила сообщить, когда растения зацветут. В Минске, покопавшись в литературе, я пришла к выводу, что это безвременник осенний. Для Беларуси он не указывался, но в 1979 г. Н.В. Козловской и др. 12 особей этого вида было обнаружено в окрестностях о.п. Веленское Пуховичского р-на. Чтобы удостовериться, что мы нашли еще одно его местообитания, мы с Натальей Константиновной отправились в Веленское, отыскиали его и убедились в правильности моего предположения. А осенью я получаю письмо: в конверте затертый рецептурный бланк, на котором корявым почерком написано: «Ваши цветы цветут». Мне это цветение увидеть не довелось, больше мы там не были. Сейчас, когда все можно найти в интернете, это может показаться смешным, а нам иногда уточнять находки приходилось вот так, и неоднократно.

1970-ые – 80-ые годы были для нас – флористов особенно плодотворными. На кафедре в то время выполнялись две научные темы по изучению флоры Налибокской пуши (рук. Ю. А. Бибилов) и хоздоговорная по изучению запасов лекарственных растений Минской области (рук. А. Т. Федорук). Самое значимое, что в эти годы мы выезжали в экспедиции. Экспедиции в моем воспоминании – это масса впечатлений: это сотни километров дорог- широких шоссе, ухоженных и неухоженных гравийных, проселочных и лесных, перемежающихся с бездорожьем, по которому тоже надо пройти. Экспедиции – это всегда испытание на приживаемость (все мы разные), на приспособляемость к, увы, нелегким бытовым условиям. Здесь каждый на виду, и, как правило, студенты в экспедициях открывались с самой лучшей стороны. Они были изобретательными: из чего только ни делали чай – из зверобоя, чабреца, душицы, мяты и даже чаги. Они не были притязательными в еде: ну подумаешь, гречка с рисом перемешались, суп два раза посолили, каша пригорела и т.д. В экспедициях менялся стиль отношений преподаватель – студент. Мы во многом становились соратниками. Экспедиции – это проверка на выносливость. Сколько раз поливал нас дождь, сколько раз садился посреди лужи наш верный «конь», и тут уж было не до чинов и рангов, все дружно впрягались и помогало бурлацкое «эй, ухнем...». Сами мокли, но гербарные рамки

со сборами и блокноты с полевыми записями берегли, как зеницу ока. Очень важно, что во время таких поездок студенты собирали материал для своих курсовых и дипломных работ.

В одну из таких поездок в Налибокскую пуцу Юрий Александрович пригласил заведующего кафедрой морфологии и систематики высших растений МГУ им. М. В. Ломоносова, профессора В. Н. Тихомирова. Так началось наше творческое сотрудничество с этим замечательным ботаником, под редакцией которого в 1981 г. вышла кафедральная монография «Флора Налибокской пуцы». Впоследствии мы много раз консультировались с Вадимом Николаевичем по разным родам высших растений, а в декабре 1989 г. я привезла ему на просмотр рукопись «Определителя высших растений Беларуси», подготовленную сотрудниками академии наук и кафедры ботаники. Он тщательно просмотрел ее, сделал ряд замечаний, которые были учтены при выпуске этой важной сводки.

Жизнь кафедры состояла не только из академических моментов.

В 1975 г. на кафедре зародилась традиция «Посвящение студентов в ботаники». Ритуал приобщения к «тайнствам» кафедры и к научной работе возник по инициативе М. Кудряшевой, Е. Блудова, М. Мотыля, В. Храпицкой, бывших тогда третьекурсниками. К этой группе активно подключился и лаборант кафедры В. В. Голубков. Первое посвящение состоялось в канун нового 1976 года. В нем все было новым и необычным, смешным и беззлобным, а самое главное – таинственным и торжественным. Галина Иосифовна сочинила и прочла напутствие:

«Посвящаемся посвящается».

Сей день торжественный запомни, ведь отныне

Ботаник ты - большой знаток латыни!

Раскрыты пред тобой врата науки,

Где места нет томящимся от скуки.

Кто любит труд и смелые дерзання

Найдет здесь счастье и свое призванье.

И нива просвещения ждет талантов

Людей ученых, а не дилетантов...

Для нас учить, воспитывать младую смену

Растить себе достойную замену

Какая благородная задача!

Пусть вам всегда сопутствует удача!

Так в добрый путь, ботаники! Творите,

Не просыпайте лекции, учите,

Новейшие науки постигайте

И систематику-старушку уважайте.

Ведь мы надеемся, что знамя сей науки

Вручаем вам в надежнейшие руки.

Третьекурсников «проэкзаменовали» в шуточной форме (например: Вопрос: «что такое муха домашняя»? Ответ: «Это бинарная номенклатура»), и авторитетная комиссия постановила: «Загербаризировать». Каждый студент получал название какого-нибудь вида растений и ему выдавался художественно оформленный диплом с таким текстом:

Настоящий диплом выдан (ф. и. о.) в том, что он (она) в..... г. принят (а) на кафедру ботаники и за великие труды и прилежание решением Государственной комиссии от (дата) ему (ей) присуждается титул ботаника в звании (например, Viola

arvensis L.).

Зав. Кафедрой
Куратор

К сожалению, мы не догадались сохранить сценарий ни первого, ни последующих посвящений, но сохранилось довольно много студенческих и преподавательских «опусов», написанных для посвящений. До 1985 г. продолжались полноценные «Посвящения» с околонульными сценариями, интересные и по-домашнему теплые. Сотрудники кафедры со студентами были одной семьей. Вот строчки песни, прозвучавшей на посвящении 1983-84 уч. года:

Где бы ни были мы - в Налибоках ли,
В Крупках или в другом вояже,
Знаем, встретит с любовью и нежностью
Кафедра на шестом этаже. (адрес старый)
Гербарная, словно родительский дом,
Где славно работаем, дружно живем... и т.д.

В настоящее время слово «БОТАНИК» почему-то стало презрительно-оскорбительным. Раньше этого не было, хотя в студенческой среде что-то подобное витало. И вот как на одном посвящении на высокомерное отношение к ботанике ответили наши студенты:

Как в ботаники студенты собрались,
Однокурсники над ними насмеялись:
Ой, куда же вы идете, ой куда вы,
Ни открытий не видать вам, а ни славы.
Изучают там старинные науки,
Умирают систематики от скуки.
Мы насмешникам ответим: «Подождите
К нам на кафедру проситесь прибежите,
В экспедицию мы едем на все лето,
А анатомы потеют над скелетом
Биохимики над крысами вздыхают,
Их соседи хлорофиллы выжимают.
Чтоб сказать, что он не только теоретик,
За дрозофилой гоняется генетик,
А «микробы» понаклеивали бирки,
Загоняют эшерихию в пробирки...
Путь в науку и извилист, ох, и долог
В глубину пруда ныряет эколог,
Птиц и зайцев позвоночники считают,
А «охранники» природу охраняют...»
Мы ж ботанике на верность присягаем
И ни почестей, ни славы не желаем,
Мир растений красотой нас привлекает,
Неизведанные тайны он скрывает.
По крупницам зерна истины добудем,
Чтобы лучше на Земле жилось всем людям!

К сожалению, к 1990-ым годам эта традиция прекратила свое существование. Наши попытки возродить ее снова, не увенчались успехом. Студенты стали менее романтичными и более прагматичными. К счастью, не все. Есть энтузиасты, а значит, и у преподавателей есть стимул «сеять разумное, доброе, вечное...».

Не на кафедре, а на факультете существует еще одна добрая традиция – «День биолога», которая, несомненно, играет определенную роль и сближает преподавателей и студентов. Это великолепный праздник. Апогей его – прессконференция, на которой студенты задают преподавателям «каверзные» вопросы, и ждут на них не менее каверзных ответов. Часто этот праздник сопровождается выставкой рисунков-шаржей, иногда очень талантливых и остроумных. Я не пропустила ни одной прессконференции, отвечала на все вопросы, а формулировать их приходилось экспромтом. Иногда получалось неплохо. До сих пор храню некоторые вопросы и ответы на них. В 1983 г. мне пришел вопрос: «Тамара Александровна, Ваши ближайшие соседи – кафедра зоологии – успешно скрещивает корову с медведем. Не намерена ли кафедра ботаники породнить европейский лопух с африканским бананом?». Ответ был таким: «Не переплунуть ни Бурко нам, ни Шклярова, банан и лопух не медведь и не корова... На агитацию не тратьте лишних слов... Их не скрестить за «будь здоров!». Ботаники черпают мудрость в народе: Не лезь на рожон! Не вреди и природе!». Самым красочным был День биолога в 1987 г. Весь холл на Курчатова 5, где тогда размещался биофак был увешан творениями (кстати, очень талантливыми) студентов. Кафедре ботанике было посвящено огромное полотно с «производственным» сюжетом. На песчаном мысе с надписью: «Сауткинская Аравия» я, сидя верхом на верблюде, тяну на веревке Ю. А. Бибикова и А. И. Стефановича (позы у этих «мучеников» соответствующие). Эту группу невольников догоняет В. В. Черник. Все лица очень точно скопированы, и только у меня лицо закрыто кисеей. На прессконференции мне задают вопрос: «Как Вы прокомментируете сюжет картины?» Пришлось разыграть роль экскурсовода в картинной галерее. Объяснение было таким:

В Аравийской пустыне
Одинокий верблюд...
Три унылых фигуры
За верблюдом бредут...
 По усталому виду
 Сразу можно понять,
 Тяжело быть плененным,
 Не легко догонять...
Но прекрасная Флора
Их пленила сердца,
Собирают растения
Всюду в поте лица...
 Исходив Белоруссию,
 Побывав там и тут
 До пустыни добрались...
 За экзотами прут!

Вот на таких, казалось бы, несерьезных мероприятиях, возникают те незримые нити симпатий, без которых часто нельзя добиться желаемого результата.

За долгие годы работы на кафедре ботаники я ни разу не пожалела, что когда-то так резко переqualificировалась. Хотя это не так. Я просто расширила круг своих интересов. Мои прежние знания и навыки мне пригодились. Я использовала их при чтении курса морфологии, программу которого в корне переработала, много лет я читала спецкурс «Эмбриология растений», вела часть спецпрактикума по

палинологии. Свои диссертационные микрофотографии по микро- и макроспрогенезу, развитию зародыша и эндосперма демонстрировала на лекциях, использовала в опубликованных учебных пособиях.

Я добросовестно работала со студентами, под моим руководством было выполнено и успешно защищено более 100 дипломных работ. Научные работы моих студентов представлялись на Республиканские смотры конкурсы и высоко оценивались.

Подводя итог, могу сказать: «Свое поле я перешла успешно». Спасибо всем, кто был рядом, помогал словом и делом, поддерживал в трудные минуты, радовался моим успехам и успехам моих студентов.

Хочется пожелать, чтобы кафедра ботаники всегда была на высоте, а ее сотрудники и студенты – трудолюбивые, целеустремленные гордо несли звание «Ботаник».

ОЦЕНКА АНТИФУНГАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ИЗОЛЯТОВ НЕКОТОРЫХ КСИЛОТРОФНЫХ МАКРОМИЦЕТОВ

П.С. Амелишко ¹, О.А. Шевелёва ², А.В. Муковозчик ³

¹ Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь AMELISHKOpolina@yandex.by

² Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь sheveleva_1@list.ru

³ Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь Anton_MAV@outlook.com

Исследования в области микологии доказывают, что изоляты ксилотрофных макромицетов обладают антимикробной активностью, но слабая изученность антифунгальных свойств делает исследования в данной области актуальными и перспективными. В условиях лаборатории экспериментальной микологии кафедры ботаники биологического факультета были выделены штаммы местных макромицетов *Daedalea quercina*, *Pycnoporus cinnabarinus*, *Pleurotus ostreatus*, *Trametes versicolor*, *Trametes hirsuta* и исследована их антифунгальная активность в отношении таких фитопатогенных микромицетов как *Alternaria brassicae*, *A. petroselini*, *A. radicina*, *A. solani*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium culmorum*, *F. oxysporum*. Были отобраны штаммы в коллекцию кафедры ботаники с высокой биологической активностью и широким спектром антагонистического действия по отношению к фитопатогенным грибам.

Ключевые слова: ксилотрофные макромицеты; культуральная жидкость; фунгостатическое действие; антифунгальная активность.

ESTIMATION OF ANTIFUNGAL ACTIVITY OF ISOLATES OF CERTAIN XYLOTROPHIC MACROMYCETES

P.S. Amialishka ¹, A.A. Shevialiova ², A.V. Mukavozchyk ³

¹Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus. E-mail: AMELISHKOpolina@yandex.by

²Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus. E-mail: sheveleva_1@list.ru

³Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus. E-mail: Anton_MAV@outlook.com

Research in the field of mycology proves that isolates of xylotrophic macromycetes have antimicrobial activity, but the little study of antifungal properties makes research in this area relevant and outlook. In the laboratory of experimental mycology, Department of Botany, Faculty of Biology, strains of local macromycetes *Daedalea quercina*, *Pycnoporus cinnabarinus*, *Pleurotus ostreatus*, *Trametes versicolor*, *Trametes hirsuta* were isolated and their antifungal activity against phytopathogenic micromycetes such as *A. Alternaria brassicae*, *A. petroselini*, *A. radicina*, *A. solani*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium culmorum*, *F. oxysporum*. Strains with with high biological activity and a wide spectrum of antagonistic activity against phytopathogenic fungi were selected for the collection of the Department of Botany.

Key words: xylotrophic macromycetes; culture fluid; fungostatic action; antifungal activity.

Материалы и методы. Для исследования были использованы местные штаммы ксилотрофных базидиальных грибов, относящиеся к группе белой гнили: И-13 – *Pycnoporus cinnabarinus* (Jacq.) P. Karst., В.Т. – *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm., Б-14 – *Trametes versicolor* (L.) Lloyd., И-12 – *Trametes hirsuta* (Wulfen) Lloyd; относящиеся к группе бурой гнили: И-7 – *Daedalea quercina* (L.) Pers., выделенные из плодовых тел макромицетов произраставших на листовных деревьях [1].

Плодовые тела базидиомицетов (И-7, И-12, И-13, Б-14) были собраны в Барановичском районе, Брестской области и в окрестностях озера Свитязь,

Гродненской области (изолят В.Т.) в 2020 году в период практики по специализации.

Для получения изолятов свежесобранные плодовые тела промывали, далее в стерильных условиях надламывали плодовое тело в области трамы и с помощью стерильного пинцета фрагменты мицелия переносили на питательную среду КГА содержащую антибиотик ампициллин. Чашки инкубировали в термостате при 25°C. При появлении мицелия на инокулюме (2-3 дня) производили пересев на питательную среду без антибиотика. Полученные изоляты использовали как посевной материал.

Глубинное культивирование макромицетов производилось в картофельно-глюкозной среде в течении 14 суток при температуре 25-28°C 160 оборотов в минуту [4].

Холодный экстракт получали из мицелия, который культивировался глубинным методом. Соотношение пеллет и воды 1:10, температура 3-6°C, настаивались в течении 48 часов [3].

Горячий экстракт также получали из мицелия, культивируемого глубинным методом. Соотношение пеллет и воды 1:10, температура 60 °C, настаивались в течении 6 часов [3].

Исследование антифунгальной активности проводилось методом встречных колоний. На КГА с одной стороны чашки Петри засеивались исследуемые штаммы макромицетов, спустя 5 суток подсеивались фитопатогены (*Alternaria brassicae*, *A. pFetroselini*, *A. radicina*, *A. solani*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium culmorum*, *F. oxysporum*). Инкубирование производилось при температуре 20-23 °C [1]. Учёт результатов производился на 10-е сутки, описывали характер взаимодействия «макромицет»+ «микромицет», производили замеры колонизации газона микромицетов.

Также использовался метод подавления роста и развития микромицетов на питательных средах. В чашку Петри добавляли 20 мл. КГА, после застывания поверх равномерно распределяли ещё по 4 мл среды, инокулированной спорами фитопатогенных микромицетов. Затем делали лунки в которые вносили по 30 мкл. культуральной жидкости, холодного и горячего экстрактов исследуемых штаммов макромицетов [5]. А также метод подавления прорастания спор микромицетов культуральной жидкостью исследуемых штаммов. Споры микромицетов помещались в каплю культуральной жидкости на предметное стекло, накрывались покровным стеклом. Предметные стёкла помещались в чашки Петри во влажную среду. В контроле находилась суспензия спор в дистиллированной воде [5].

Результаты и их обсуждение. При изучении антифунгальной активности методом встречных колоний штаммы макромицетов разделились на те, что проявляли фунгостатическую активность и те, что проявляли антифунгальную (табл. 1).

Лидером среди штаммов, проявляющих антифунгальную активность, стал штамм Б-14, он не только остановил рост колонии микромицетов, но и лизировал их на 10 сутки. Только в отношении *F. oxysporum* Б-14 проявил фунгостатическую активность. Также антифунгальную активность проявил штамм И-12 по отношению к представителям рода *Alternaria*, кроме *A. petroselini*. Штамм В.Т. проявил антифунгальную активность по отношению к *A. petroselini*, и представителям рода *Fusarium*. Остальные штаммы проявили выраженную фунгостатическую активность.

Результаты, полученные методом подавления роста и развития микромицетов на питательных средах, представлены в таблице 2.

Таблица 1. Антагонистическая активность изолятов базидиомицетов против фитопатогенных макромицетов, выявленная методом встречных колоний
Table 1. Antagonistic activity of basidiomycete isolates against phytopathogenic macromycetes, revealed by the method of counter colonies

Тест-культуры Изоляты	<i>A. brassicae</i>	<i>A. petroselinii</i>	<i>A. radicina</i>	<i>A. solani</i>	<i>Bip. sorokiniana</i>	<i>B. cinerea</i>	<i>F. culmorum</i>	<i>F. oxysporum</i>
И-7								
И-13								
В. Т.		+3					+1	+4
И-12	+1		+2	+1				
Б-14	+1	+4	+1	+4	+3	+3	+1	

Примечание: «|» – фунгостатическая активность; «+» – антифунгальная активность, цифрой обозначается балл, соответствующий процентам нарастания колонии макромицетов на колонию микромицетов от 1 до 5 баллов, от самого низкого до высокого.

Таблица 2. Антагонистическая активность культуральной жидкости, холодного и горячего экстрактов базидиомицетов против фитопатогенных микромицетов, выявленная методом подавления прорастания спор микромицетов на питательных средах
Table 2. Antagonistic activity of the culture liquid, cold and hot extracts of basidiomycetes against phytopathogenic macromycetes, revealed by the method of suppressing the germination of micromycete spores on nutrient media

Тест-культуры Изоляты		<i>A. brassicae</i>	<i>A. petroselinii</i>	<i>A. radicina</i>	<i>A. solani</i>	<i>Bip. sorokiniana</i>	<i>B. cinerea</i>	<i>F. culmorum</i>	<i>F. oxysporum</i>
И-7	К	+30	+30	-	-	+30	-	-	+20
	Х	-	-	-	-	-	-	-	-
	Г	-	-	-	-	-	-	-	-
И-13	К	+1	+5	+5	+2	+1	+30	-	+10
	Х	-	-	-	-	-	+10	-	-
	Г	-	-	-	-	-	-	-	-
В. Т.	К	+10	+5	+15	+1	+10	-	-	
	Х	+7	+1	-	-	+10	-	+10	
	Г	-	-	-	-	-	-	-	
И-12	К	+2	+5	-	+2	+1	-	-	+10
	Х	+2	+3	-	+2	+1	-	-	+3
	Г	-	-	-	-	-	-	-	-
Б-14	К	+10	+1	-	+3	+20	+5	-	+10
	Х	-	-	-	-	-	-	+1	-
	Г	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: К – культуральная жидкость; Х – холодный экстракт; Г – горячий экстракт; + – наличие антагонистической активности, - – отсутствие антагонистической активности; цифрой указывается зона подавления прорастания спор микромицетов в мм.

В результате данного исследования можно сделать вывод, что лидерами по проявлению антагонистической активности культуральной жидкостью стали И-13, Б-14, затем В.Т., И-12 и на последнем месте И-7. А вот способность к ингибированию прорастания спор микромицетов холодными экстрактами мицелия базидиомицетов дала иной результат, лидером себя проявил И-12, затем В.Т., Б-14, И-13, не активным так же оставался И-7. Способность к подавлению роста у экстрактов базидиомицетов полученных горячим методом не была обнаружена.

На основе результатов предыдущих исследований в методе подавления прорастания спор было принято решение использовать только культуральную жидкость (табл. 3).

Таблица 3. Антагонистическая активность изолятов базидиомицетов по отношению к фитопатогенным макромицетам, выявленная методом подавления прорастания спор микромицетов

Table 3. Antagonistic activity of basidiomycete isolates in relation to phytopathogenic macromycetes, revealed by the method of suppressing the germination of spores of micromycetes

Тест-культуры Изоляты	<i>A. radicina</i>	<i>F. culmorum</i>
И-7	70%	20%
И-13	10%	7%
В. Т.	35%	3%
И-12	70%	20%
Б-14	10%	4%
Контроль	70%	50%

Примечание: указывается процент проросших спор в поле зрения.

По результатам данного исследования культуральная жидкость некоторых штаммов (И-13, Б-14, В.Т.) подавила прорастание спор *A. radicina* в среднем от 35 до 50% и *F. culmorum* от 50 до 85% по сравнению с контролем.

Заключение. Несомненным лидером в исследования по антифунгальной активности проявил себя штамм Б-14, он лизировал антагонистов в методе встречных колоний и успешно подавлял прорастание спор в толще агара и культуральной жидкости. Чуть менее активным был штаммы И-13 и И-12. На основе полученных данных штаммы Б-14, И-13, И-12 были отобраны в коллекцию базидиальных макромицетов кафедры ботаники.

Библиографические ссылки

1. Поликсенова В.Д., Храмцов А.К., Пискун С.Г. Методические указания к занятиям спецпрактикума по разделу «Микология. Методы экспериментального изучения микроскопических грибов». Мн.: БГУ, 2004. 36 с.
2. Егоров Н.С Основы учения об антибиотиках. Москва: Наука, 2004. 528 с.
3. Биологические особенности лекарственных макромицетов в культуре: Сборник научных трудов в двух томах / Бисько Н.А. [и др.]. Т. 2. Киев, 2012. 459 с.
4. Лемеза Н.А., Сидорова С.Г. Иммуитет растений: практикум для студентов биологического факультета. Минск: БГУ, 2008. 96 с.

О НАХОДКАХ НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ ВИДОВ В ПРЕДЕЛАХ НОВОГРУДСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

С. К. Бакей

Центральный ботанический сад НАН Беларуси
Минск, Беларусь, gerbarolog@gmail.com

Проведённое исследование отражает новые данные о находках 61 места произрастания 18 видов растений, включённых в список профилактической охраны Красной Книги Республики Беларусь в пределах Новогрудской возвышенности.

Ключевые слова: редкие виды; профилактическая охрана; Новогрудская возвышенность.

ON THE FIND OF SOME RARE SPECIES WITHIN THE NOVOGRUD HIGHLAND

S.K. Bakei

Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus
Minsk, Belarus, gerbarolog@gmail.com

The studies carried out reflects new data on the findings of 61 habitats of 18 plant species included in the list of preventive protection of the Red Book of the Republic of Belarus within the Novogrudok Upland.

Key words: rare species; preventive protection; Novogrudok Upland.

Исследования проводились маршрутным методом в 2014-2020 гг. в пределах Новогрудской возвышенности. Всего выявлено 61 точка произрастания 18 видов растений, включённых в список профилактической охраны Красной Книги Республики Беларусь [1].

Aquilegia vulgaris L. (водосбор обыкновенный) – 3 точки. Гродненская обл., Кореличский р-н, окр. дер. Горная Рута (N 53.584858, E 26.036007), залежь с преобладанием крапивы двудомной, в количестве 5 вегетирующих особей. 18.10.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. садового товарищества Энтузиаст-1 (N 53.580062, E 25.880039), окраина грабняка снытевого, в количестве 3 цветущих особей. 17.06.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Байки (N 53.615847, E 25.749410), сосняк разнотравный, примыкающий к кладбищу, в количестве 6 цветущих и 3 вегетирующих особей. 31.05.2019.

Bistorta officinalis Delarbre (змеевик большой) – 6 точек. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Литовка (N 25.749410, E 25.810354), опушка ельника зеленчукового, в количестве 15 цветущих особей. 27.06.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Сенежицы (N 53.538220, E 25.960674), низинный злаково-разнотравный луг, в количестве свыше 100 цветущих особей. 20.06.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Пуцевичи (N 53.591217, E 25.774053), низинный злаково-разнотравный луг, в количестве свыше 100 цветущих особей. 27.05.2019. Гродненская обл., Новогрудский р-н, урочище (ур.) Попковицкий лес (N 53.556348, E 25.799555) черноольшанник в пойме лесного ручья, в количестве 15 вегетирующих особей. 10.05.2019. Гродненская обл., Новогрудский р-н, ур. Ботаровка (N 53.578771, E 25.782865), низинный таволгово-разнотравный луг, в количестве свыше 100 цветущих особей. 28.05.2018.

Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Ладеники (N 53.632911, E 25.789216), низинный таволгово-разнотравный луг, в количестве 3 цветущих и свыше 100 вегетирующих особей. 28.09.2014.

Campanula persicifolia L. (колокольчик персиколистный) – 2 точки. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Селец (N 53.593643, E 25.880671), опушка ельника черничного, в количестве 5 цветущих особей. 23.06.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, ур. Рутковский пригорок (N 53.572827, E 25.874170), опушка дубравы орешниково-разнотравной, в количестве 7 цветущих и 12 вегетирующих особей. 02.07.2014.

Dactylorhiza baltica (Klinge) Nevski (пальчатокоренник балтийский) – 9 точек. Гродненская обл., Новогрудский р-н, дер. Мотча, родник «Святой источник» (N 53.604394, E 25.907577), узкая полоса суходольного злаково-разнотравного луга между асфальтированной дорогой и молодым сосняком, в количестве 7 цветущих особей. 26.06.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Сулятичи (N 53.611489, E 25.916053), суходольный злаково-разнотравный луг, в количестве свыше 50 цветущих особей. 26.06.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, дер. Сулятичи (N 53.614180, E 53.614180), низинный злаково-разнотравный луг, в количестве 12 цветущих особей. 26.06.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, дер. Брольники, берег р. Валовка (N 53.621858, E 25.973652), опушка пойменного черноольшанника, в количестве 2 цветущих и 1 вегетирующей особи. 25.06.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, дер. Сенежицы, берег оз. Крамовка (N 53.545177, E 25.948361), прибрежные заросли *Scirpus sylvaticus* L., в количестве 8 цветущих особей. 20.06.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Сенежицы, безымянный заброшенный хутор (N 53.538017, E 25.958657), суходольный злаково-разнотравный луг, в количестве 9 цветущих особей. 20.06.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Сенежицы (N 53.537927, E 25.961418), низинный осоково-таволговый луг, в количестве 16 цветущих особей. 20.06.2020. Гродненская обл., г. Новогрудок (N 53.593604, E 25.832919), низинный злаково-разнотравный луг, в количестве свыше 50 цветущих особей. 19.06.2018. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Городечно (N 53.613757, E 25.879006), суходольный злаково-разнотравный луг, в количестве 4 цветущих особей. 19.06.2014.

Dactylorhiza incarnata (L.) Soó (пальчатокоренник мясо-красный) – 3 точки. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Селец (N 53.589769, E 25.885095), заболоченный участок на развилке асфальтированной дороги, в количестве 5 цветущих особей. 23.06.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Слободка (N 53.614565, E 25.887747), суходольный злаково-разнотравный луг, в количестве 3 цветущих особей. 23.06.2020. Гродненская обл., окр. г. Новогрудок (N 53.589466, E 25.790536), суходольный злаково-разнотравный луг, в количестве 7 цветущих особей. 27.05.2019.

Dactylorhiza maculata (L.) Soó (пальчатокоренник пятнистый) – 1 точка, Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Мотча (N 53.598449, E 25.899325), опушка ельника черничного, в количестве 4 цветущих особей. 26.06.2020.

Daphne mezereum L. (волчегодник обыкновенный) – 7 точек. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Попковичи (N 53.569684, E 25.797835), опушка ельника орешниково-кисличного, в количестве 1 цветущей особи (повторное цветение). 17.10.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, ур. Рутковский пригорок (N 53.573767, E 25.874263), дубрава орешниково-разнотравная, в количестве 12 вегетирующих особей. 22.06.2019. Гродненская обл., Новогрудский

р-н, окр. дер. Новые Лагодки (N 53.568541, E 25.878025), грабняк черничный, в количестве 5 вегетирующих особей. 22.06.2019. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Мотча (N 53.593200, E 25.917898), ельник черничный, в количестве 3 вегетирующих особей. 26.10.2019. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Селец (N 53.603754, E 25.879307), ельник зелёномошный, в количестве 4 вегетирующие особи. 26.10.2019. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Большие Карныши (N 53.659014, E 25.817549), осиник снытевый, в количестве 3 вегетирующих особей. 11.05.2019. Гродненская обл., Новогрудский р-н, ур. Попковицкий лес (N 53.556280, E 25.799440), ельник кисличный, в количестве 7 вегетирующих особей. 10.05.2019.

Digitalis grandiflora Mill. (наперстянка крупноцветковая) – 2 точек. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Селец (N 53.593376, E 25.881241), опушка ельника черничного, в количестве 18 цветущих и 5 вегетирующих особей. 23.06.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, ур. Рутковский пригорок (N 53.574117, E 25.874687), дубрава орешниково-разнотравная, в количества 14 цветущих и 16 вегетирующих особей. 24.07.2015.

Eriopactis helleborine (L.) Crantz (дремлик чемерицевидный) – 2 точки. Гродненская обл., Новогрудский р-н, ур. Ботаровка (N 53.582075, E 25.789515), ельник черничный, в количестве 3 плодоносящих особей. 25.10.2019. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. песчаного карьера «Байки» (N 53.605221, E 25.758287), сосняк черничный, 3 особи на стадии бутонизации. 18.06.2019.

Equisetum variegatum Schleich. ex Weber & D. Mohr (хвощ пёстрый) – 1 точка, Гродненская обл., Новогрудский р-н, заброшенная часть песчаного карьера «Байки» (N 53.606890, E 25.756530), зарастающее песчаное обнажение в условиях выхода грунтовых вод, в количестве свыше 100 спороносных особей. 30.04.2014.

Geranium phaeum L. (герань тёмно-бурая) – 3 точки. Гродненская обл., Новогрудский р-н, дер. Сулятичи (N 53.615305, E 25.929177), обочина грунтовой дороги, у зарослей ивы, в количестве 7 цветущих особей. 26.06.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, между дер. Байки и Ловчицы, на берегу р. Негримовка (N 53.615002, E 25.746325), опушка пойменного черноольшанника крапивного, в количестве свыше 100 цветущих особей. 31.05.2019. Гродненская обл., г. Новогрудок, Городской парк (N 53.603312, E 25.830488), берег ручья, в количестве свыше 100 цветущих особей. 11.06.2015.

Matteuccia struthiopteris (L.) Tod. (страусник обыкновенный) – 1 точка, Гродненская обл., Новогрудский р-н, ур. Рутковский пригорок (N 53.573137, E 25.875920), березняк злаково-разнотравный, в количестве 22 вегетирующих особей. 23.05.2017. При повторном посещении, 17.06.2020, количество особей увеличилось до 35.

Neottia nidus-avis (L.) Rich. (гнездовка настоящая) – 1 точка, Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Новые Лагодки (N 53.565144, E 25.873616), грабняк мёртвопокровный, в количестве 1 цветущей особи. 22.06.2019.

Orobanche elatior Sutton (заразиха высокая) – 2 точки. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Слободка (N 53.613789, E 25.886898), суходольный злаково-разнотравный луг, в количестве свыше 100 цветущих особей. 23.06.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, дер. Ловчицы (N 53.610868, E 25.746039), суходольный злаково-разнотравный луг, свыше 100 цветущих особей. 18.06.2019.

Phyteuma spicatum L. (кольник колосистый) – 7 точек. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Мотча (N 53.602357, E 25.904807), грабняк снытевый, в количестве 15 цветущих особей. 02.08.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-

н, окр. дер. Селец (N 53.605790, E 25.878071), опушка ельника кисличного, в количестве свыше 50 цветущих особей. 23.06.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Городечно (N 53.611883, E 25.879792), обочина грунтовой дороги в ельнике черничном, в количестве 28 цветущих особей. 23.06.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, ур. Рутковский пригорок (N 53.573947, E 25.874880), дубрава орешниково-разнотравная, в количестве свыше 50 цветущих особей. 17.06.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Новые Лагодки (N 53.564930, E 25.872521), грабняк мёртвопокровный, в количестве 3 вегетирующих особей. 22.06.2019. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Испось (N 53.619338, E 25.902410), молодая дубрава разнотравная, в количестве 26 вегетирующих особей. 08.05.2019. Гродненская обл., Новогрудский р-н, ур. Ботаровка (N 53.578262, E 25.788356), обочина грунтовой дороги, проходящей через ельник мёртвопокровный, свыше 100 зацветающих особей. 28.05.2018.

Platanthera bifolia (L.) Rich. (любка двулистная) – 3 точки. Гродненская обл., Новогрудский р-н, ур. Рутковский пригорок (N 53.572993, E 25.876141), дубрава орешниково-разнотравная, в количестве 7 цветущих особей. 17.06.2020. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Рутка-2 (N 53.584043, E 25.935315), опушка сосняка черничного, в количестве 3 цветущих особей. 26.06.2014. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Рутка-2 (N 53.581534, E 25.920648), берёзо-осино-злаковая роща, 4 цветущих и 3 вегетирующих особей. 26.06.2014.

Primula veris L. (первоцвет весенний) – 6 точек. Гродненская обл., Новогрудский р-н, дер. Ловчицы (N 53.610871, E 25.746273), суходольный злаково-разнотравный луг, в количестве 5 вегетирующих особей. 31.05.2019. Гродненская обл., Новогрудский р-н, дер. Байки, кладбище (N 53.615899, E 25.749900), сосняк кустарниково-разнотравный, в количестве 12 вегетирующих особей. 31.05.2019. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Испось (N 53.618314, E 25.903459), злаково-разнотравный суходольный луг с отдельными молодыми деревьями *Pinus sylvestris* L., в количества 23 цветущих особи. 08.05.2019. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Сулятичи (N 53.617319, E 25.914932), суходольный злаково-разнотравный луг, в количестве 5 цветущих особей. 08.05.2019. Гродненская обл., г. Новогрудок (N 53.590617, E 25.833626), суходольный злаковый луг, в количестве свыше 50 цветущих особей. 05.05.2018. Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Католишы (N 53.609613, E 25.754107), опушка сосняка злаково-разнотравного, в количестве свыше 100 цветущих особей. 30.04.2014.

Thalictrum aquilegifolium L. (василисник водосборолистный) – 1 точка, Гродненская обл., Новогрудский р-н, окр. дер. Городечно (N 53.612169, E 25.880836), ельник орешниково-черничный, 2 цветущих особей. 19.06.2014.

Vicia tenuifolia Roth (горошек тонколиственный) – 1 точка, Гродненская обл., Новогрудский р-н, дер. Мольничи (N 53.636101, E 26.001306), зарастающий песчаный карьер, в количестве 6 цветущих особей. 25.06.2020.

Библиографические ссылки

1. Красная Книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И.М. Качановский (предс.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.]. 4-е изд. Минск: Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі. 2015. 448 с.

ОБ ИЗУЧЕНИИ ПОЧВЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ И ЦИАНОБАКТЕРИЙ ГОМЕЛЬСКОГО РЕГИОНА

Ю. М. Бачура

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины
Гомель, Республика Беларусь, julia_bachura@mail.ru

Приведены краткие результаты многолетнего изучения почвенных водорослей и цианобактерий Гомельской области. Отмечено, что альгоцианобактериальная флора региона включает 162 вида водорослей и цианобактерий из 89 родов, 43 семейств, 22 порядков, 10 классов отделов. *Chlorophyta*, *Cyanobacteria*, *Ochrophyta*, *Bacillariophyta* и *Euglenophyta*. При изучении возможностей использования водорослей и цианобактерий в качестве стимуляторов роста высших растений наибольшие фитоэффекты зафиксированы в опытах с использованием *Eustigmatos magnus* и *Nostoc* sp.

Ключевые слова: водоросли; цианобактерии; почва

ON STUDYING SOIL ALGAE AND CYANOBACTERIA IN THE GOMEL REGION

Y. M. Bachura

Gomel State University named after Francisk Skorina
Gomel, Republic of Belarus, julia_bachura@mail.ru

Brief results of long-term study of soil algae and cyanobacteria of the Gomel region are presented. It is noted that the algocyanobacterial flora of the region includes 162 species of algae and cyanobacteria from 89 genera, 43 families, 22 orders, 10 classes of divisions. *Chlorophyta*, *Cyanobacteria*, *Ochrophyta*, *Bacillariophyta* and *Euglenophyta*. When studying the possibilities of using algae and cyanobacteria as growth stimulators of higher plants, the greatest phytoeffects were recorded in experiments with the use of *Eustigmatos magnus* and *Nostoc* sp.

Key words: algae; cyanobacteria; soil

Водоросли и цианобактерии составляют важную часть почвенной биоты, принимая активное участие во многих процессах, протекающих в почве. Представители данных групп фотосинтезирующих микроорганизмов не только участвуют в образовании органического вещества и азотфиксации, но и способствуют улучшению структуры почвы, удержанию в ней влаги, могут изменять pH почвенного раствора и повышать доступность фосфора и других элементов, выделяют в почву ряд метаболитов, оказывающих влияние на высшие растения и почвенные организмы. Водоросли и цианобактерии почв, являясь эксплорентами по жизненной стратегии, участвуют в заселении и восстановлении нарушенных почв; чутко реагируя на изменения, происходящие в почве, используются в оценке и мониторинге состояния почвенного покрова [8]. В последнее время активно изучается биотехнологический потенциал данных групп микроорганизмов, в частности получение из них биологически активных веществ, биотоплива, использование их в качестве пищевых продуктов, биоудобрения, кормовых добавок [5-7, 9]. Широкий спектр выполняемых почвенными водорослями и цианобактериями функций в наземных биогеоценозах и перспективы их применения в биотехнологии и ряде других отраслей биологии

обуславливают актуальность изучения данных групп фотосинтезирующих микроорганизмов в настоящее время.

На кафедре ботаники и физиологии растений УО «ГГУ им. Ф. Скорины» работа по изучению почвенных водорослей и цианобактерий была начата в 2003 году и продолжается по настоящее время. Основные направления исследований – состав водорослей и цианобактерий антропогенно-преобразованных почв, применение культур почвенных водорослей и цианобактерий в качестве стимуляторов роста растений.

При изучении состава почвенных водорослей и цианобактерий применяются методы почвенных и агаровых культур [4]. Всего в почвах Гомельского региона выявлено 162 вида водорослей и цианей из 89 родов, 43 семейств, 22 порядков, 11 классов, пяти отделов. Из них: *Chlorophyta* – 47,6 %, *Cyanobacteria* – 26,5 %, *Ochrophyta* – 13,0 %, *Bacillariophyta* – 12,3 % и *Euglenophyta* – 0,6 % [1, 2].

Таксономический состав почвенных водорослей и цианей исследуемых территорий и его краткий анализ представлены в таблице.

Таблица – Таксономический состав почвенных водорослей и цианобактерий Гомельского региона

Table - Taxonomic composition of soil algae and cyanobacteria of the Gomel region

Исследуемые участки		<i>Cyano-bacteria</i>		<i>Chloro-phyta</i>		<i>Bacillari-ophyta</i>		<i>Ochro-phyta</i>		<i>Eugleno-phyta</i>		Всего видов
		ВИДОВ	%	ВИДОВ	%	ВИДОВ	%	ВИДОВ	%	ВИДОВ	%	
Рекреационные территории	тропинки	18	28,6	30	47,6	10	15,9	5	7,9	-	-	63
	турстоянки	15	25,0	29	48,3	11	18,3	5	8,4	-	-	60
	кострища	18	23,7	37	48,7	8	10,5	12	15,8	1	1,3	76
Урбанизированные территории	придорожные газоны	34	29,1	52	44,4	19	16,3	12	10,2	-	-	117
	ГГПТБО	21	28,4	36	48,6	7	9,5	10	13,5	-	-	74
	ГХЗ	16	29,6	29	53,7	8	14,8	1	1,9	-	-	54
Деградированные торфяники		32	25,8	60	48,4	12	9,7	19	15,3	1	0,8	124
Радиоактивно загрязненные территории		6	9,1	46	69,7	3	4,5	11	16,7	-	-	66
Сосняки		4	9,8	28	68,3	1	2,4	8	19,5	-	-	41
Луговые экосистемы		8	17,4	20	43,5	9	19,5	8	17,4	-	-	46
Примечание: ГГПТБО – Гомельский городской полигон твердых бытовых отходов, ГХЗ – ОАО «Гомельский химический завод»												

Для всех участков отмечено доминирование водорослей отдела *Chlorophyta* (43,5-69,7) % и значительное долевое участие в составе альгоцианобактериальной флоры представителей отдела *Cyanobacteria* (9,1-29,6) %. Наибольшее видовое богатство водорослей и цианобактерий отмечено в составе сообществ деградированных торфяников (124 вида) и почв придорожных газонов улиц города Гомеля (117 видов), что обусловлено комплексным воздействием абиотических, биотических и антропогенных факторов (режимы освещенности и влагообеспеченности, оптимальные значения рН почвенного раствора, увеличение открытых пространств вследствие выпадения из растительных сообществ ряда растений и т. п.). Наименьшим количеством видов отличались сообщества водорослей и цианобактерий ненарушенных почв – сосняков мшистого и лишайникового (41 вид) и луговой экосистемы (46 видов). Это связано с наличием достаточно плотного мохового или лишайникового покрова в сосняках и травянистого покрова на лугу и, как следствие, уменьшением освещенности участков, а в сосняке мшистом также и со снижением влагообеспеченности.

При изучении возможностей использования водорослей и цианобактерий в качестве стимуляторов роста высших растений использовали культуры микроводорослей *Chlorella* sp., *Eustigmatos magnus*, *Haematococcus pluvialis* и цианобактерии *Nostoc* sp. В качестве тестовых растений применяли пшеницу, кукурузу, редис, морковь, свеклу, томаты и огурцы; эксперименты проводили в соответствии с ГОСТом [3]. Наибольшие фитоэффекты были зафиксированы в лабораторных экспериментах с применением культур микроводоросли *Eustigmatos magnus* и цианобактерии *Nostoc* sp. при выращивании огурцов (фитоэффекты по длине проростков составили 1,4–1,5, по массе проростков – 1,2–2,7) и томатов (фитоэффекты по длине проростков составили 1,1–1,9, по массе проростков – 1,1–2,5).

В рамках Научного гербария Белорусского Полесья (GSU) на кафедре ботаники и физиологии растений «ГГУ им. Ф. Скорины» создана рабочая коллекция культур водорослей, которая в настоящее время включает 61 вид водорослей и цианобактерий. Преобладают в коллекции представители отдела *Chlorophyta* (85,2 %), которые наиболее широко представлены в наземных биогеоценозах Европейской части России, Украины, Молдовы и Беларуси; водоросли отдела *Ochrophyta* составляют 11,5 %, на долю видов отдела *Cyanobacteria* приходится 3,3 %.

Изучение водорослей и цианобактерий почв Гомельского региона проводится в рамках заданий программ научных исследований, так в 2020 году выполнялись задания «Разработка радиационно-экологических и альгологических критериев оценки постпирогенной сукцессии на территориях с различной степенью радиоактивного загрязнения» (№ ГР 20181365) БРФФИ и «Использование микроводорослей и цианобактерий в качестве стимуляторов роста при выращивании некоторых овощных культур открытого грунта» (№ ГР 20191297) ГПНИ «Биотехнологии».

Библиографические ссылки

1. Бачура Ю. М. Структура альгоцианобактериальных сообществ некоторых урбанизированных территорий города Гомеля (Беларусь) // Natural Resources of Border Areas under a Changing Climate. Proceedings of 3 Int. Sc. Conf. (Chernihiv, Sept. 24-27, 2019). Chernihiv, 2019. P. 18.

2. Бачура Ю. М. Почвенные водоросли и цианобактерии антропогенно-преобразованных почв (на примере Гомельского региона). Чернигов, Десна Полиграф, 2016. 148 с.
3. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: Изд-во станд., 2001. 30 с.
4. Костіков І. Ю., Романенко П. О., Демченко Е.М., Дарієнко Т. М. Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори). Київ, Фітосоціоцентр, 2001. 300 с.
5. Лукьянов, В. А. Стифеев А. И. Прикладные аспекты применения микроводорослей в агроценозе. Курск: Изд-во Курской гос. сельскохозяйственной академии, 2014. 181 с.
6. Цоглин Л. Н., Пронина Н. А. Биотехнология микроводорослей. М., Научный Мир, 2012. 182 с.
7. Шальго Н. В. Микроводоросли и цианобактерии как биоудобрение // Наука и инновации. 2019. № 3 (193). С. 22–26.
8. Штина Э. А., Голлербах М. М. Экология почвенных водорослей. М., Наука, 1976. 143 с.
9. Sharma R., Khokhar M.K., Jat R.L., Khandelwal S.K. Role of algae and cyanobacteria insustainable agriculture system // Wudpecker J. Agric. Res. 2012. Vol.1 (9). P. 381–388.

НОВЫЙ ДЛЯ БЕЛАРУСИ ВОЗБУДИТЕЛЬ ШЮТТЕ СОСНЫ

Д.Б. Беломесяцева¹, Т.Г. Шабашова¹, М.Г. Синявская²

¹Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси,
Минск, Беларусь, tiniti@inbox.ru

²Институт генетики и цитологии НАН Беларуси,
Минск, Беларусь

Уточнена видовая принадлежность инвазивного микромицета, колонизирующего хвою сосны обыкновенной. Согласно анатомо-морфологической идентификации и данным молекулярно-генетических исследований, проведенных в Институте генетики и цитологии, шютте сосны вызвано микромицетом *Lophodermium conigenum*, нахождение которого в Беларуси ранее не было подтверждено.

Ключевые слова: *Lophodermium conigenum*; молекулярно-генетические исследования; шютте сосны

A NEW SPECIES FOR BELARUS THAT CAUSES PINE NEEDLES DISEASE

D.B. Belomesyatseva¹, T.G. Shabashova¹, M.G. Sinyavskaya²

¹Institute of Experimental Botany, NAS of Belarus, Minsk, Belarus, tiniti@inbox.ru

²Institute of Genetics and Cytology, NAS of Belarus, Minsk, Belarus

The species belonging of the invasive micromycete inhabiting Scots pine needles has been clarified. According to the anatomical and morphological identification and the data of molecular genetic studies carried out at the Institute of Genetics and Cytology, pine-leaf cast is caused by the micromycete *Lophodermium conigenum*, the presence of which has not been previously confirmed in Belarus.

Key words: *Lophodermium conigenum*; molecular genetic studies; pine-leaf cast

Грибы, относящиеся к роду *Lophodermium* Chevall., повсеместно распространены на территории Беларуси и являются возбудителями шютте. Возбудители шютте поселяются на всех хвойных породах, нередко нанося значительный ущерб лесному хозяйству, вызывая пожелтение, засыхание и преждевременное опадение хвои. [1-4], их патогенность зависит от многих факторов, но наиболее распространено поражение прошлогодней хвои, а также отмирающей и опавшей хвои взрослых деревьев, что не вредит хвойным насаждениям. Однако ряд видов, в первую очередь *Lophodermium seditiosum* и *L. conigenum* могут поражать молодые растения в возрасте до 8 лет при неблагоприятных погодных условиях. В Беларуси на хвойных породах обнаружено 8 видов грибов, относящихся к этому роду, который характеризуется наличием темноокрашенных удлиненных субэпидермальных апотециев с оболочкой кожистой консистенции и щелевидным устьищем. Сумки у лофодермиумовых обычно булавовидно-цилиндрические с нитевидными, одноклеточными, гиалиновыми спорами, почти равными по длине сумкам. Имеются парафизы, обычно с булавовидным утолщением на конце, либо спиралевидно закрученные.

Изучение литературных данных и сравнение их с белорусским материалом показало некоторые отличия, в частности размеры спор у всех образцов *Lophodermium conigenum* (Brunaud) Hilitzer, собранных на территории Беларуси

достигают верхней границы, поэтому имелось некоторое сомнение в правильности определения гриба [1, 5-7].

Совместно с лабораторией нехромосомной наследственности Института генетики и цитологии НАН Беларуси, с использованием молекулярно-генетических методов был подтвержден новый возбудитель шютте сосны - *Lophodermium conigenum* (Brunaud) Hiltzer.

Для уточнения (идентификации) видового состава патогенов проводилось молекулярно-генетическое изучение нуклеотидной последовательности отдельных локусов методом секвенирования. На основании сопоставления полученных первичных нуклеотидных последовательностей с аналогичными имеющимися в базе данных PubMed и NCBI было сделано заключение о сходстве имеющихся изолятов с эталонными.

Ниже приводится описание данного вида.

Телеостадия *Lophodermium conigenum* (Brunaud) Hiltzer, Věd. Spisy čsl. Akad. zeměd. 3: 76 (1929), синонимы *Lophodermina conigena* (Brunaud) Tehon, Illinois Biol. Monogr. (Urbana) 13(но. 4): 92 (1935), *Lophodermium pinastri* f. *conigenum* Brunaud [as '*conigena*'], Act. Soc. linn. Bordeaux 42(2): 95 (1888).

Анаморфная стадия *Leptostroma pinorum* Sacc., Michelia 2(но. 8): 632 (1882), синонимы *Leptostroma pinorum* var. *cembrae* (Bubák & Kabát) Minter, Can. J. Bot. 58(8): 912 (1980), *Leptostroma pinorum* var. *graupianum* Minter, Mycol. Pap. 147: 29 (1981), *Leptostroma pinastri* var. *cembrae* Bubák & Kabát, Annls mycol. 13(2): 111 (1915).

Таксономическое положение вида: *Rhytismataceae*, *Rhytismatales*, *Leotiomycetidae*, *Leotiomyces*, *Pezizomycotina*, *Ascomycota*, *Fungi*

Анатомо-морфологическое описание.

Анаморфа: конидиомата субэпидермальная, часто коалесцирующая, длиной 350 - 450 мкм. Конидии одноклеточные, длиной 5-7.5 мкм.



Рисунок 1 – Анатомо-морфологические особенности вида *Lophodermium conigenum*
Figure 1 - Anatomical and morphological features of the species *Lophodermium conigenum*

Телеоморфа: аскомата в виде погруженного апотеция, в высохшем состоянии черного цвета в центре (менее четверти общей поверхности аскокарпа), оставшаяся поверхность серая, окруженная черной линией, длиной 900 - 2000 мкм, покрытая эпидермисом хвои с обеих сторон, но поднимающаяся выше эпидермиса в центре; в средней точке поперечного сечения менее семи эпидермальных клеток можно видеть рассеянными по основанию аскокарпа, сопровождающимися нечастыми диффузными коричневыми линиями, проходящими по иглам; створки в основном гиалиновые или зеленые, иногда коричневато-сероватые. Нитевидные парафизы, с зацепленными кончиками, булавовидными или прямыми. Аски 160 - 215 x 11 · 5 - 14 мкм, цилиндрические, очень короткостебельные, вершина от тупой до острой, тонкостенные, неамилоидные, споры выходят через верхушечную пору, 8-споровые. Аскоспоры фасцикулетированные, длиной 90 - 130 мкм, шириной около 2 - 3 мкм, нитевидные, иногда спиралевидные на верхнем конце асуса, асептатные, обернутые широкой желатиновой оболочкой (рисунок 1).

BLAST » blastn suite » results for RID-J830H29D01R

Home Recent Results Saved Strategies Help

[← Edit Search](#) Save Search Search Summary ▾

How to read this report? BLAST Help Videos Back to Traditional Results Page

Job Title 4-2Administrator2020-07-31-03-56-44

RID J830H29D01R Search expires on 08-01 20:18 pm [Download All](#) ▾

Program BLASTN [Citation](#) ▾

Database nt [See details](#) ▾

Query ID lc|Query_57039

Description 4-2Administrator2020-07-31-03-56-44

Molecule type dna

Query Length 507

Other reports [Distance tree of results](#) [MSA viewer](#) ?

Filter Results

Organism only top 20 will appear exclude

Type common name, binomial, taxid or group name

[+ Add organism](#)

Percent Identity to **E value** to **Query Coverage** to

[Filter](#) [Reset](#)

Descriptions Graphic Summary Alignments Taxonomy

Sequences producing significant alignments Download ▾ Manage Columns ▾ Show 100 ▾ ?

select all 100 sequences selected

	Description	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Accession
<input checked="" type="checkbox"/>	Lophodermium conioenum strain GS1-3-5i small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal	856	856	99%	0.0	97.42%	KY742578.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Lophodermium conioenum strain TS1_6_4i small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal	847	847	98%	0.0	97.40%	KY742583.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Lophodermium conioenum 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene and internal	845	845	99%	0.0	98.83%	AY183384.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Uncultured fungus clone 4248_1346 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA	844	844	97%	0.0	97.36%	MT237127.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Lophodermium pinastri genomic DNA containing ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2, strain BLE31	750	750	98%	0.0	93.25%	FN888464.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Lophodermium sp. SL1 genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2, and 28S rRNA, partial and complete sequence	737	737	94%	0.0	93.98%	AB247044.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Lophodermium sp. 11G293 genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2, 28S rRNA, partial and complete sequence	733	733	93%	0.0	93.93%	LC387828.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Lophodermium conioenum strain R115 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene,	710	710	99%	0.0	91.11%	FJ881975.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Lophodermium australe strain R120 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, an	705	705	99%	0.0	91.11%	FJ881970.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Lophodermium pini-bungeoanae strain R112 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA g	704	704	99%	0.0	91.00%	FJ881989.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Fungal sp. 11G239 genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2, 28S rRNA, partial and complete sequence	703	703	93%	0.0	92.68%	LC387827.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Lophodermium conioenum strain R114 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene,	703	703	99%	0.0	91.12%	FJ881974.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Lophodermium conioenum voucher PDD-103381 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal F	702	702	99%	0.0	90.69%	KF727414.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Lophodermium australe strain R121 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, an	702	702	99%	0.0	91.11%	FJ881989.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Lophodermium australe strain R119 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, an	700	700	99%	0.0	90.93%	GU138718.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Lophodermium conioenum 11G005 genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2, 28S rRNA, partial and complete sequence	699	699	93%	0.0	92.47%	LC387818.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Lophodermium conioenum strain 12A007 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gcr	699	699	93%	0.0	92.47%	KC283113.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Lophodermium conioenum strain 12A008 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gcr	699	699	93%	0.0	92.47%	KC283112.1

Lophodermium conigenum strain GS1-3-5i small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and large subunit ribosomal RNA gene, partial sequence
 Sequence ID: [KY742578.1](#) Length: 768 Number of Matches: 1

Range 1: 1 to 502 [GenBank](#) [Graphics](#) [Next Match](#) [Previous Match](#)

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
856 bits(949)	0.0	490/503(97%)	2/503(0%)	Plus/Minus
Query 4				62
Sbjct 502				444
Query 63				122
Sbjct 443				384
Query 123				182
Sbjct 383				324
Query 183				242
Sbjct 323				264
Query 243				302
Sbjct 263				284
Query 303				362
Sbjct 203				144
Query 363				422
Sbjct 143				84
Query 423				482
Sbjct 83				24
Query 483				505
Sbjct 23				1

Рисунок 2 – результаты секвенирования гербарного образца *Lophodermium conigenum* MSK 25806 с праймером ITS4.

Figure 2 – The results of sequencing the herbarium sample *Lophodermium conigenum* MSK 25806 with primer ITS4.

Сотрудниками лаборатории нехромосомной наследственности Института генетики и цитологии НАН Беларуси были проведены молекулярно-генетические исследования образцов хвои с плодовыми телами *Lophodermium conigenum* и подтвержден диагноз, полученный методом световой микроскопии (рис. 2).

Таким образом, в комплексе лофодермиумовых грибов, возбудителей шютте хвои, добавился инвазивный вид *Lophodermium conigenum*, однако, собранные образцы представляют собой усохшую хвою и велика вероятность, что так же как *Lophodermium pinastri*, он будет развиваться преимущественно на старой хвое, не причиняя значительного ущерба.

Библиографические ссылки

1. Федоров Н.И., Беломесяцева Д.Б. Грибы рода *Lophodermium* Chevall., развивающиеся на хвойных породах в Беларуси // Ботаника (исследования). Вып. 34, Мн.: ИООО «Право и экономика», 2006. С. 281–287.
2. Васильева Л.Н., Морзова Т.И. Виды рода *Lophodermium* на *Pinus* spp. // Микология и фитопатология. 2004. № 5. С.42–47.
3. Карзенюк В.И. Патагенныя мікраміцэты сеянцаў і саджанцаў хваёвых парод у гадавальных Беларусі // Весті АН БССР. 1990. № 3. С. 10–13.
4. Корзенюк, В.И. Таксономический анализ и особенности распространения микромицетов хвойных пород в питомниках БССР // Тр. 3-ей молодеж, конф. ботаников Ленинграда (апрель 1990 г.). Л., 1990. № 4.1.С. 178-183.

5. Макромицеты, микромицеты и лишенизированные грибы Беларуси. Гербарий Института экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича (MSK-F, MSK-L) / О.С. Гапиенко и др. Мн., ИВЦ Минфина, 2006. 501 с.

6. Minter, D.W. *Lophodermium* on Pines // Kew, Commonwealth Mycological Institute, Mycological Paper 1981. 147. 54 p.

7. Phylogenetics of *Lophodermium* from pine / Ortiz-Garcia S., Gernandt D.S., Stone J.K. [et al.] // Mycologia. 2003. № 95. P. 846–859.

О РАЗНООБРАЗИИ КОМПЛЕКСА *FESTUCA VALESIIACA* AGG. (POACEAE) В ПРИЧЕРНОМОРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

И. А. Беднарская¹, П. Шмарда²

¹Институт экологии Карпат НАН Украины
Львов, Украина, ibednarska@ukr.net

²Масариков университет
Брно, Чехия, smardap@sci.muni.cz,

В ходе изучения узколистных овсяниц юга Украины было выявлено ранее неизвестное разнообразие форм в пределах сборной группы *F. valesiaca* agg. Анализ хромосомных чисел показал, что в области Причерноморской низменности встречаются диплоидные (2x) и тетраплоидные (4x) формы родства *F. callieri*, которые образуют весь спектр переходных форм к *F. valesiaca* s.str. Было установлено, что *F. callieri* в Крыму имеет два цитотипа (4x и 6x), тогда как на территории Болгарии и Румынии популяции сходные с *F. callieri* имеют пloidность 2x и 4x. Анализ анатомии и морфологии образцов со всего вышеуказанного региона позволяет предположить, что гетерогенность популяций юга Украины имеет гибридогенное происхождение и связано в своем становлении с балканскими таксонами.

Ключевые слова: *Festuca valesiaca*; *F. callieri*; хромосомные числа; гибридизация

ABOUT THE DIVERSITY OF THE *FESTUCA VALESIIACA* AGG. (POACEAE) IN THE BLACK SEA LOWLAND

I. Bednarska¹, P. Šmarda²

¹The Institute of Ecology of the Carpathians NASU,
Minsk, Belarus, petrov@gmail.com

²Masaryk University,
Brno, Czech Republic, E-mail: smardap@sci.muni.cz,

During the study of narrow-leaved fescues in the south of Ukraine, a previously unknown variety of forms within the group *F. valesiaca* agg. has been identified. The analysis of chromosome numbers showed that in the area of the Black Sea lowland there are diploid (2x) and tetraploid (4x) forms of relationship of *F. callieri*, which form the entire spectrum of transitional forms to *F. valesiaca* s.str. It was found that *F. callieri* in Crimea has two cytotypes (4x and 6x), while in Bulgaria and Romania populations of *F. callieri* have ploidy of 2x and 4x. The analysis of the anatomy and morphology of samples from the aforesaid region suggests that the heterogeneity of populations in southern Ukraine is of hybridogenous origin and associated in its formation with Balkan taxa.

Key words: *Festuca valesiaca*; *F. callieri*; chromosome numbers; hybridization

Виды сборной группы *Festuca* agg. *valesiaca*, или как их называют по старой традиции «сулькатные» виды, относятся к одной из самых сложных систематических групп среди узколистных овсяниц. Представители данного комплекса являются своего рода рекордсменами как по количеству описанных таксонов, так и по разногласиям в их трактовке и выделении критериев для их разграничения. [1-9]. Одной из причин такого положения является высокий уровень изменчивости микроскопических анатомо-морфологических признаков, которые традиционно используют в систематике рода и значительное их перекрытие.

Несмотря на наличие больших объемов литературы, где обсуждается *F. valesiaca* agg., работ, специально посвященных их изучению, очень мало.

Информация о видах во «Флорах» и «Определителях» весьма ограничена, поскольку основной целью таких изданий является ревизия сведений об имеющемся биоразнообразии в очень сжатом и формализованном виде, тогда как механизмы его возникновения не являются предметом обсуждения. Также малоинформативными являются работы «описательного» периода, который длился до 70-х годов прошлого века и базировался на очень малом в широтно-географическом аспекте материале. В результате мы имеем весьма фрагментарные исследования, проводившиеся: 1) по различным (несопоставимым) методикам, 2) с изучением только некоторых видов агрегата, 3) изучением лишь отдельных аспектов специализации видов, 4) на небольших территориях. В итоге до сих пор нет определенности относительно видового состава *F. valesiaca* agg. в разных частях Европы, распространения видов, определения факторов, влияющих на их дифференциацию, вопросов изменчивости, а также вклада в общий полиморфизм гибридизации, как, впрочем, и существование самой гибридизации.

Общепризнанно, что гибридизация в эволюционном аспекте является одним из ключевых способов становления таксонов среди злаков, в том числе и видов рода *Festuca* L. Наиболее последовательно гипотеза гибридогенного происхождения многих видов рода отстаивалась авторами российской школы и экстраполирована почти на треть таксонов типовой секции *Festuca*, которые приводились для СССР [10-13].

К общепризнанным таксонам гибридогенного происхождения флоры Восточной Европы относятся, к примеру, *F. macutrensis* Zapal., *F. arietina* Klok. [14], *F. brevipila* Tracey (syn. *F. trachyphylla* (Hack.) Krajina), *F. callieri* (Hack.) Markgr., *F. galiciensis* Bednarska [15] и многие другие. Как правило, виды *F. valesiaca* agg. имеют в листьях 3-5 основных изолированных тяж склеренхимы, тогда как главным основанием для утверждения их гибридогенного происхождения является склонность к слиянию отдельных тяжей склеренхимы до образования прерванного или сплошного кольца склеренхимы (последнее унаследовано от *F. ovina* L. s.l.). Поскольку далеко не все особи имеют такое свойство, для их выявления необходимо работать с многочисленными образцами (популяционными выборками), которые помогают объективно оценить полиморфизм вида, а также утверждать не случайность попадания такого специфического признака как слитые между собой тяжи.

Проведенные нами исследования (1995-2020 гг.) принципиально отличаются от подобных в области таксономии узколистных овсяниц тем, что нашим объектом изучения являются именно популяции, а не смесь различных по происхождению образцов в гербарных фондах. Только таким образом можно определить реальную норму реакции вида, его дискретность, различать модификационную изменчивость и экологическую или географическую дифференциацию, выяснить насколько популяции различных видов отделены друг от друга при совместном произрастании и многие другие вопросы. Вроде как абсолютной аксиомой является то, что популяция – это элементарная единица эволюции, тем не менее, известны лишь считанные работы, в которых виды *F. valesiaca* agg. изучались на уровне непосредственно популяций [5, 16-20].

По единой методике, с учетом 20 анатомо-морфологических признаков, нами было изучено около 12 видов агрегата на территории Украины, Беларуси, Литвы, Польши, Болгарии и Румынии. Всего, на сегодняшний день, в коллекции LWKS (г. Львов) хранится более 500 популяционных выборок по 15-30 образцов в каждой. Однако, имея даже столь обширный материал для сравнения, в ряде случаев мы

сталкиваемся с проблемой интерпретации /трактовки существующего в некоторых регионах разнообразия в пределах группы.

Исследования последних лет на юге Украины (Одесская, Николаевская и Херсонская области) выявили существование многочисленных форм, которые не могут быть отнесены ни к одному из известных на сегодняшний день видов агрегата. Ранее их определяли как *F. valesiaca*, однако анализ анатомии листьев показал, что в местных популяциях, наряду со срезами типичными для *F. valesiaca* (3-5 изолированных тяжей склеренхимы), регулярно также встречаются образцы со срезами весьма схожими с *F. callieri*, где центральный и боковые тяжи сливаются в полукольцо (реже в сплошное кольцо). Характерной особенностью последнего вида является также очень мощное утолщение склеренхимы против центральной жилки, тогда как краевые (угловые) тяжи остаются довольно таки тонкими. Ранее *F. callieri* была известна на территории Украины исключительно из горного Крыма. Изученные нами с полуострова популяции *F. callieri* показали, однако, что уровень изменчивости вида в Крыму на самом деле гораздо более высокий, чем ранее было описано. В частности, при неблагоприятных для вида условиях (или в затенении) до половины образцов в популяции могут иметь изолированные и далеко не столь мощно развитые, как это принято считать, тяжи склеренхимы. Последние факты склоняли к идее, что образцы с юга Украины имеют родство с крымской *F. callieri*. Однако, анализ хромосомных чисел показал, что все не так просто.

На базе лаборатории кафедры ботаники и зоологии Масарикова университета в г. Брно (Чехия), методом проточной цитометрии (Flow Cytometry (FCM) Analysis) было проанализировано несколько сотен образцов *F. agg. valesiaca* с юга Украины и Крымского полу острова, с причерноморской части Румынии и Болгарии. Также был проведен анализ параметров анатомии и морфологии у приблизительно 100 популяций из указанного региона.

Результаты показали, что в Крыму, в том числе и в *locus classicus*, *F. callieri* является тетраплоидом, очень редко – гексаплоидом. Тогда как на юге Украины популяции, где встречаются образцы похожие на *F. callieri*, были диплоидными и тетраплоидными. Особенностью причерноморских популяций является тот факт, что количество анатомических срезов с морфотипом *F. callieri* в них обычно не превышает 10-40% от общего числа, тогда как остальные срезы характерны для *F. valesiaca* s.str. С одной стороны, такие популяции «не дотягивают» до *F. callieri*, у которой 55-100% срезов в популяциях имеют диагностический для вида морфотип, к тому же среди них имеются диплоиды. С другой стороны – это уже и не *F. valesiaca*, поскольку игнорировать такое количество нехарактерных для вида срезов нельзя, как и факт наличия кроме диплоидов еще и тетраплоидов. Еще более запутанно выглядит картина, если учесть, что существуют, например, тетраплоидные популяции в которых нет ни единого образца со слитыми как у *F. callieri* тяжами склеренхимы. Возник вопрос: как тетраплоидная *F. callieri* «потеряла» в Причерноморье свои диагностические признаки с одной стороны, и как возникли диплоидные популяции хоть и с небольшой, но частью образцов с морфотипом *F. callieri*?

Ответ на данный вопрос, по нашему мнению, кроется не в крымских, а в балканских популяциях родства *F. callieri*. Так, в Болгарии и Румынии, недалеко от побережья Черного моря, были обнаружены многочисленные популяции (ранее их традиционно определяли как *F. callieri*), которые оказались то диплоидными, то тетраплоидными. Учитывая трансгрессию моря в недавнем геологическом прошлом (так называемую Теорию черноморского потопа), именно образцы

балканского происхождения, по нашему мнению, дали начало тому разнообразию форм, которое мы видим на юге Украины.

Наиболее вероятным путем формирования такого невероятного количества переходных форм между двумя видами является гибридизация, причем во всем разнообразии ее вариантов. То есть это могла быть прямая гибридизация диплоидной *F. callieri* с диплоидной *F. valesiaca*, обратная гибридизация (интрогрессия) гибридов с родительскими видами, амфиплоидия как способ становления гибридов с последующим удвоением количества хромосом, и, наконец, гибридизация аллотетраплоидов с тетраплоидной *F. callieri*. При этом все Причерноморье выглядит как огромный полигон гибридизации и становления эволюционно молодых, слабо дифференцированных видов. Пока что разделить всю существующую смесь на самостоятельные таксоны не представляется возможным, как и рассматривать их всех в качестве одного полиморфного вида.

Безусловно, данная теория требует в будущем своего подтверждения на молекулярно-генетическом уровне исследований. Однако, факт существования современных гибридов с 21 (3x) или 35 (5x) хромосомами в смешанных популяциях (2x+4x или 4x+6x) позволяет смело предполагать, что результаты гибридизации в пределах группы *F. valesiaca* agg. оказали существенное влияние на формирование современной гетерогенной смеси родства *F. callieri* на юге Украины.

Библиографические ссылки

1. Цвелев Н.Н. Род *Festuca* L. Злаки СССР. Л.: Наука, 1976. С. 382–417.
2. Тверетінова В.В. До вивчення костриць з ряду *Sulcatae* V.Krecz. et Vobr. флори України // Вісник Харків. Ун-ту. 1973. 89. № 5. С. 19–25.
3. Тверетінова В.В. Род *Festuca* L. Злаки Украины. К.: Наук. думка, 1977. С. 265–320.
4. Markgraf-Dannenberg I. *Festuca* L. // *Flora Europaea*. Cambridge, Univ. Press. 1980. 5. P. 125–153.
5. Pils G. Systematik, Kariologie und Verbreitung der *Festuca valesiaca*-Gruppe (*Poaceae*) in Österreich und Südtirol // *Phyton*. 1984. 24. № 1. P. 35–77.
6. Šmarda P. DNA ploidy levels and intraspecific DNA content variability in Romanian fescues (*Festuca*, *Poaceae*) measured in fresh and herbarium material. *Folia Geobot* 41, 417–432 (2006). <https://doi.org/10.1007/BF02806558>
7. Smarda P., Danihelka J. & Foggi B. . Taxonomic and nomenclatural notes on *Festuca pannonica*, *F. valesiaca* and *F. pseudodalmatica* (*Poaceae*). *TAXON*. 2009. 58. P. 271–276. [10.1002/tax.581026](https://doi.org/10.1002/tax.581026).
8. Arndt S. Novelties in the *Festuca valesiaca* group (*Poaceae*) from the Central Alps. *Plant Systematics and Evolution* 2008. 271. P. 129–142.
9. Беднарська І.О. Рід *Festuca* L. (*Poaceae*) у флорі західних регіонів України. Рукопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.05-ботаніка. Інститут ботаніки ім. М.Г.Холодного НАН України, Київ, 2007.
10. Алексеев Е.Б. *Festuca macutrensis* Zapal. – новый вид для Среднерусской флоры. (К вопросу о происхождении *F. macutrensis* и *F. trachyphylla* (Hack.) Krajina) // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол. 1972. 77. № 3. С. 142–147.
11. Алексеев Е.Б. О роли гибридизации в видообразовании и эволюции злаков рода *Festuca* L. Филогения высш. растений. М.: Наука, 1982. С. 6–8.
12. Цвелев Н.Н. К систематике и филогении овсяниц (*Festuca* L.) флоры СССР. 2 Эволюция подрода *Festuca* // Ботан. журн. 1972. 57. № 2. С. 161–172.

13. Цвелев Н.Н. О значении гибридных процессов в эволюции злаков (Poaceae). История флоры и растительности Евразии. Л.: Наука. 1972а. С. 5–16.
14. Bednarska I., Kostikov I., Tarieiev A., Stukonis V. Morphological, karyological and molecular characteristics of *Festuca arietina* Klok. – a neglected psammophilous species of the *Festuca valesiaca* agg. from Eastern Europe // *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*. 2017. 59(1). P. 35–53. DOI: <https://doi.org/10.1515/abcsb-2017-0004>
15. Bednarska I., Brazauskas G. *Festuca galiciensis*, a new species of the *F. valesiaca* group (Poaceae) from Ukraine // *Phytotaxa*. 2017a. 306(1). P. 21–36. DOI: <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.306.1.2>
16. Májowský J. Adnotationes ad species gen. *Festuca* florae Slovakiae additamentum // *Acta Fac. Rerum natur. Univ. Comeniana. Bot.* 1962 (1963). 7. № 7. С. 317–335.
17. Bidault M. Étude biosystematique de quelques formes critiques de *Festuca ovina* L. subsp. *sulcata* Hack. // *Bull. Soc. Bot. France*. 1967. 114. № 1–2. С. 47–58.
18. Bidault M. Essai de taxonomie expérimentale et numérique sur *Festuca ovina* L. s. l. dans le sud-est de la France // *Rev. Cytol. et Biol. Vég.* 1968. 31. P. 217–356.
19. Toman M. Populationsanalyse der Sammelart *Festuca valesiaca* agg. in Böhmen // *Feddes repert.* 1976. 87. № 7. S. 503–519.
20. Toman M. Ein weiterer Beitrag zur Kenntnis der Populationsstruktur und zur Taxonomie von *Festuca* Sect. *Festuca* in Böhmen (ČSSR) // *Feddes repert.* 1990. 101. № 1–2. S. 1–40.

РЕДКИЕ КАЛЬЦЕФИТЫ ФЛОРЫ ЮГА СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ (РОССИЯ)

В. М. Васюков

Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук,
Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук
Тольятти, Россия, vvasjukov@yandex.ru

Флора кальциевых ландшафтов юга Среднего Поволжья (Европейская Россия) характеризуется обычно высоким таксономическим богатством с участием многих редких растений и сообществ, в том числе реликтовых и эндемичных элементов. К числу редких и нуждающихся в охране, главным образом, облигатных кальцефитов в пределах Пензенской, Самарской и Ульяновской областей нами отнесено 67 видов сосудистых растений.

Ключевые слова: кальцефиты; редкие виды; Среднее Поволжье; Россия

RARE CALCEFITES OF FLORA OF THE SOUTH MIDDLE VOLGA REGION (RUSSIA)

V. M. Vasjukov

Samara Federal Research Center of Russian Academy of Sciences,
Institute of the Ecology of the Volga River Basin of Russian Academy of Sciences
Togliatti, Russia, vvasjukov@yandex.ru

The flora of the calcium landscapes of the southern Middle Volga region (European Russia) is usually characterized by a high taxonomic richness with the participation of many rare plants and communities, including relict and endemic elements. We have identified 67 species of vascular plants as rare and in need of protection, mainly obligate calcefites within the Penza, Samara and Ulyanovsk regions.

Key words: calcefites; rare species; Middle Volga region; Russia

Антропогенная трансформация растительного покрова приводит к нестабильности природных экосистем и деградации ландшафтов. В современный период важнейшей задачей является охрана генофонда флоры и рациональное природопользование с учетом экологии видов и сообществ.

На территории Среднего Поволжья (Европейская Россия) в пределах Приволжской возвышенности (Предволжье) и Высокого Заволжья довольно развит кальциевый ландшафт, обуславливающий специфичность флоры и растительности в районах выхода к поверхности карбонатных обнажений – мела, мергеля и известняка.

Изучение флоры карбонатных субстратов региона началось с середины 18 века и продолжается 250 лет несколькими поколениями ботаников: П. С. Паллас, И. П. Фальк, И. И. Лепехин, К. К. Клаус, О. О. Баум, А. Булич, Д. И. Литвинов, В. И. Талиев, С. И. Коржинский, И. И. Спрыгин, В. И. Смирнов, А. А. Уранов, Г. Э. Гроссет, А. Ф. Терехов, Л. М. Черепнин, И. С. Сидорук, Г. Н. Высоцкий, В. В. Благовещенский, В. Е. Тимофеев, А. А. Солянов, Т. И. Плаксина, А. Д. Михеев, Ю. А. Пчелкин, Н. С. Раков, С. В. Саксонов, Т. Б. Силаева, Л. А. Новикова, А. В. Масленников, В. М. Васюков, В. Н. Ильина, С. А. Сенатор и другие.

Флора кальциевых ландшафтов характеризуется обычно высоким таксономическим богатством с участием многих редких растений и сообществ, в том числе реликтовых и эндемичных элементов. К числу редких и нуждающихся в

охране, главным образом, облигатных кальцефитов юга Среднего Поволжья в пределах Пензенской, Самарской и Ульяновской областей нами отнесено 67 видов сосудистых растений [1-10]; ниже приведен их список.

В тексте приняты сокращения и обозначения: КК РФ – Красная книга Российской Федерации; ПО – Пензенская область, СО – Самарская область, УО – Ульяновская область; * – вид включен в региональную Красную книгу.

Aspleniaceae

Asplenium ruta-muraria L.: СО*

Asplenium trichomanes L.: СО*

Asteraceae

Anthemis trotzkiana Claus: КК РФ, СО*

Artemisia salsoloides Willd.: КК РФ, СО*, УО*

Aster alpinus L.: СО, УО*

Jurinea ledebourii Bunge: ПО, СО*, УО

Tanacetum sclerophyllum (Krasch.) Tzvelev: СО, УО*

Tragopogon cretaceus S. A. Nikitin: СО, УО*

Boraginaceae

Onosma volgensis Dobrocz. [*O. simplicissima* auct. non L.]: ПО*, СО, УО

Brassicaceae

Alyssum lenense Adams: СО*, УО*

Clausia aprica (Stephan) Korn.-Tr.: СО*, УО*

Crambe tataria Sebeok: СО*, УО*

Diploaxis cretacea Kotov: СО*

Matthiola fragrans Bunge: КК РФ, СО*, УО*

Schivereckia hyperborea (L.) Berkutenko: СО*, УО*

Sisymbrium pinnatisectum (Vassilcz. ex V. I. Dorof.) Saksonov et Senator: СО

Caryophyllaceae

Cerastium zhiguliense Saksonov: СО*

Dianthus acicularis Fisch. ex Ledeb.: СО*

Gypsophila juzepczukii Ikonn.: СО*

Gypsophila zheguliensis Krasnova: СО*

Cistaceae

Helianthemum canum (L.) Hornem.: УО*

Helianthemum cretaceum: Rupr.) Juz.: УО*

Helianthemum nummularium (L.) Mill.: СО*, УО*

Helianthemum zheguliense Juz. ex Tzvelev: СО*

Crassulaceae

Hylotelephium zhiguliense Tzvelev: СО*

Cupressaceae

Juniperus sabina L.: СО*, УО*

Cyperaceae

Carex pediformis C. A. Mey.: СО, УО*

Dipsacaceae

Cephalaria uralensis (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult.: СО, УО*

Scabiosa isetensis L.: ПО*, СО*, УО*

Ephedraceae

Ephedra distachya L.: ПО*, СО*, УО*

Euphorbiaceae

Euphorbia glareosa Pall. ex M.Bieb. [*E. volgensis* Krysht.]: СО, УО*

Euphorbia zhiduliensis (Prokh.) Prokh.: КК РФ, СО*
 Fabaceae
Astragalus cornutus Pall.: СО*, УО*
Astragalus helmii Fisch. ex DC.: СО*
Astragalus tenuifolius L.: СО*
Astragalus zingeri Korsh.: КК РФ, СО*, УО*
Hedysarum gmelinii Ledeb.: СО*, УО*
Hedysarum grandiflorum Pall.: КК РФ, ПО*, СО*, УО*
Hedysarum razoumovianum Fisch. et Helm: КК РФ, СО*, УО*
Oxytropis baschkiriensis Knjaz.: УО
Oxytropis floribunda (Pall.) DC.: СО*, УО*
Oxytropis hippolyti Boriss.: КК РФ, СО*, УО*
Oxytropis knjazevii Vasjukov: СО*, УО
 Globulariaceae
Globularia punctata Lapeyr.: КК РФ, СО*, УО*
 Lamiaceae
Ajuga glabra C. Presl: СО*, УО*
Scutellaria cisvolgensis Juz.: УО
Thymus bashkiriensis Klokov et Des.-Schost.: СО
Thymus dubjanskyi Klokov et Des.-Shost.: СО*, УО*
Thymus pseudopannonicus Klokov: СО
Thymus talijevii Klokov et Des.-Schost.: СО
Thymus zheguliensis Klokov et Des.-Shost.: СО*
 Linaceae
Linum uralense Juz.: СО*, УО*
 Paeoniaceae
Paeonia tenuifolia L.: КК РФ, УО*
 Pinaceae
Pinus cretacea (Kalen. ex Kom.) Kondr. [*P. sylvestris* L. var. *cretacea* Kalen. ex Kom.]: КК РФ, СО, УО*
 Poaceae
Elytrigia pruinifera Nevski: СО*
Festuca spryginii Tzvelev [*F. cretacea* T. I. Popov et Proskor. var. *popovii* Tzvelev]: ПО, СО, УО*
Festuca wolgensis P. A. Smirn.: ПО*, СО, УО*
Koeleria sclerophylla P. A. Smirn.: КК РФ, СО*, УО*
Koeleria spryginii Tzvelev: ПО, СО, УО
Poa saksonovii Tzvelev: СО*
Stipa korshinskyi Roshev.: СО*, УО*
 Polygalaceae
Polygala cretacea Kotov: ПО, СО, УО
Polygala sibirica L.: ПО*, СО*, УО*
 Rosaceae
Potentilla vulgarica Juz.: КК РФ, УО*
 Rubiaceae
Asperula exasperata V. I. Krecz. ex Klokov: СО*, УО*
Asperula petraea V. I. Krecz. ex Klokov: СО*; ошибочно указан для УО*
 Scrophulariaceae
Linaria cretacea Fisch. ex Spreng.: УО

Исследования выполнены в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации: темы Института экологии Волжского бассейна РАН – филиала Самарского федерального исследовательского центра РАН № АААА-А17-117112040039-7, № АААА-А17-117112040040-3.

Библиографические ссылки

1. Васюков В. М., Саксонов С. В. Конспект флоры Пензенской области / Флора Волжского бассейна. Т. 4. Тольятти: Издательство «Анна», 2020. 211 с.
2. Васюков В.М., Саксонов С.В., Сенатор С.А. Эндемичные растения бассейна Волги // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2015. Т. 9, № 3 С. 27–43.
3. Красная книга Пензенской области. Т. 1. Грибы, лишайники, мхи, сосудистые растения. 2 изд. Пенза: Издательство «Пензенская правда», 2013. 300 с.
4. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.
5. Красная книга Самарской области. Т. 1. Редкие виды растений и грибов / под ред. С. А. Сенатора и С. В. Саксонова. Самара: Издательство Самарской государственной областной академии (Наяновой), 2017. 384 с.
6. Красная книга Ульяновской области / под науч. ред. Е. А. Артемьевой, А. В. Масленникова. Москва: Издательство «Буки Веди», 2015. 550 с.
7. Плаксина Т. И. Конспект флоры Волго-Уральского региона. Самара: Издательство «Самарский университет», 2001. 388 с.
8. Раков Н. С., Саксонов С. В., Сенатор С. А., Васюков В. М. Сосудистые растения Ульяновской области / Флора Волжского бассейна. Т. 2. Тольятти: Издательство «Кассандра», 2014. 295 с.
9. Саксонов С. В. Самаролукский флористический феномен. Москва: Издательство «Наука», 2006. 263 с.
10. Саксонов С. В., Сенатор С. А. Путеводитель по Самарской флоре (1851–2011) / Флора Волжского бассейна. Т.1. Тольятти: Издательство «Кассандра», 2012. 512 с.

ВЛИЯНИЕ ПЕПТИДНОГО ЭЛИСИТОРА PEP13 НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ К ОКИСЛИТЕЛЬНОМУ СТРЕССУ

Ю. Н. Грушевская, Г. Г. Филиптова

Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь, filiptsova@bsu.by

Показано, что экзогенный пептид Pep13 оказывает элиситорное воздействие на проростки пшеницы сортов Любава и Рассвет. Обработка надземной части проростков пептидом Pep13 в концентрациях 10^{-7} и 10^{-8} моль/л вызывает повышение устойчивости растений к окислительному стрессу.

Ключевые слова: пептидные элиситоры; проростки пшеницы; индукция устойчивости растений.

EFFECT OF PEPTIDE ELICITOR PEP13 ON WHEAT SEEDLINGS RESISTANCE TO OXIDATIVE STRESS

Y. N. Grushevskaya, H. G. Filiptsova

Belarus State University, Minsk, Belarus, filiptsova@bsu.by

The results show that the exogenous peptide Pep13 has an elicitor effect on wheat seedlings of varieties Lyubava and Rassvet. The treatment of seedlings with Pep13 at concentrations of 10^{-7} and 10^{-8} M causes an increase in plant resistance to oxidative stress.

Keywords: peptide elicitors; wheat seedlings; induction of plant resistance.

Рост и развитие растений происходят в непрерывной связи с окружающей средой. На растение оказывают влияние не только абиотические факторы (свет, температура, влажность), но и биотические, в первую очередь, фитопатогены и насекомые-вредители. Согласно оценкам ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН) ежегодно в мире из-за болезней и вредителей теряется до 40 % урожая продовольственных культур. Массовое применение пестицидов приводит к загрязнению окружающей среды и продукции растениеводства, появлению резистентных форм вредителей, нарушению биологического равновесия в природных экосистемах и, как следствие, вспышкам болезней. В этой связи особенно актуальным представляется поиск и создание экологически безопасных препаратов на основе соединений, обладающих элиситорными свойствами, т.е. активирующих собственные защитные системы растительного организма и приводящих к индукции неспецифической устойчивости. Индукция иммунитета с помощью элиситоров представляет собой один из современных, более совершенных по сравнению с традиционными подходами методов защиты растений от болезней, вредителей и абиотических стрессов.

Особый интерес вызывают элиситоры природного происхождения, так как они действуют в низких концентрациях, не загрязняют окружающую среду, не обладают биоцидным действием. Существенная роль в многоуровневой иммунной системе растений принадлежит элиситорам пептидной природы [1, 2]. В литературе имеются данные о способности пептидных элиситоров повышать устойчивость растений к фитопатогенам [3, 4], при этом влияние этих соединений на устойчивость растительных организмов к абиотическим стрессам мало изучено.

Пептидный элиситор Pep 13 представляет собой небольшой фрагмент из 13 аминокислотных остатков (VWNQPVRGFKVYE) гликопротеина GP42 клеточной стенки *Phytophthora sojae* [5]. В работах [5, 6] показано, что Pep13 оказывает элиситорное действие на растения петрушки, томата и картофеля. Обработка растений данным пептидом в концентрации 10 нМ вызывает накопление перекиси водорода, экспрессию защитных генов, повышение уровня салициловой и жасмоновой кислот, развитие реакции гиперчувствительности и повышение устойчивости растений к инфекции *P. infestans*. Таким образом, пептид Pep13 может рассматриваться как неспецифический элиситор, индуцирующий защитные реакции у различных видов растений, как чувствительных (томаты, картофель), так и устойчивых (петрушка) к фитофторе, однако его влияние на устойчивость растений к абиотическим стрессам практически не изучено. Ранее нами было исследовано действие данного пептида на устойчивость проростков бобовых культур к окислительному стрессу [7] и показано, что обработка растений гороха и сои данным соединением вызывает увеличение активности пероксидазы и снижение скорости окислительных процессов.

Целью данной работы было исследование защитного действия пептида Pep13 на проростки пшеницы, подвергнутые окислительному стрессу.

Объектами исследования служили проростки пшеницы двух сортов Любава и Рассвет, выращенные в лабораторных условиях рулонным методом. Листья 10-дневных проростков опрыскивали водными растворами пептида Pep13 в диапазоне концентраций 10^{-9} – 10^{-6} моль/л. Через 24 ч после обработки проростки подвергали действию окислительного стресса (ОС) путем погружения корневой системы в раствор, содержащий 10^{-3} М CuCl_2 , 10^{-3} М H_2O_2 и 10^{-3} М аскорбиновой кислоты. Через сутки раствор заменяли дистиллированной водой, и проростки продолжали расти в течение 7 дней в стандартных условиях. Для выявления защитного действия пептида на проростки пшеницы в условиях окислительного стресса был проведен анализ их морфометрических характеристик – сырой и сухой массы надземной части и корней.

ОС оказывал сильное ингибирующее действие на ростовые процессы, в результате чего масса проростков пшеницы сильно снижалась по сравнению с контрольными растениями. Особенно сильно негативное действие стресса сказывалось на проростках сорта Рассвет. Согласно полученным результатам, представленным на рисунке, при действии ОС сухая масса надземной части проростков пшеницы сорта Рассвет снижалась на 45 %, а корней на 61 % по сравнению с контролем. Стресс в несколько меньшей степени повлиял на морфометрические показатели проростков пшеницы сорта Любава – сухая масса надземной части была ниже контроля на 18 %, а корней на 32 %. На основании представленных данных очевидно, что сорт Любава более устойчив к окислительному стрессу.

Предстрессовая (за 24 часа до действия стресса) обработка проростков пептидом Pep13 приводила к минимизации негативного действия ОС. На растениях обоих сортов, обработанных пептидом в концентрациях 10^{-7} и 10^{-8} моль/л, видно увеличение исследованных показателей по сравнению с необработанными растениями, подвергнутыми стрессу. У сорта Рассвет максимальное защитное действие пептида наблюдалось при обработке пептидом в концентрации 10^{-7} моль/л. В данном варианте опыта сухая масса наземной части увеличивалась на 55 % и корней на 28 % по сравнению с необработанными растениями, т.е. в наибольшей степени защитное действие пептида проявлялось на надземной части

и в меньшей степени на корнях. У сорта Любава обработка пептидом в концентрациях 10^{-7} и 10^{-8} моль/л оказывала примерно одинаковый защитный эффект. В данных вариантах опыта сухая масса наземной части была сравнима с контролем, масса корней несколько ниже, но на 20-30 % выше, чем у необработанных растений. Использование самой высокой из исследованных концентраций – 10^{-6} моль/л не оказывало защитного эффекта на проростки пшеницы обоих сортов в условиях действия ОС.

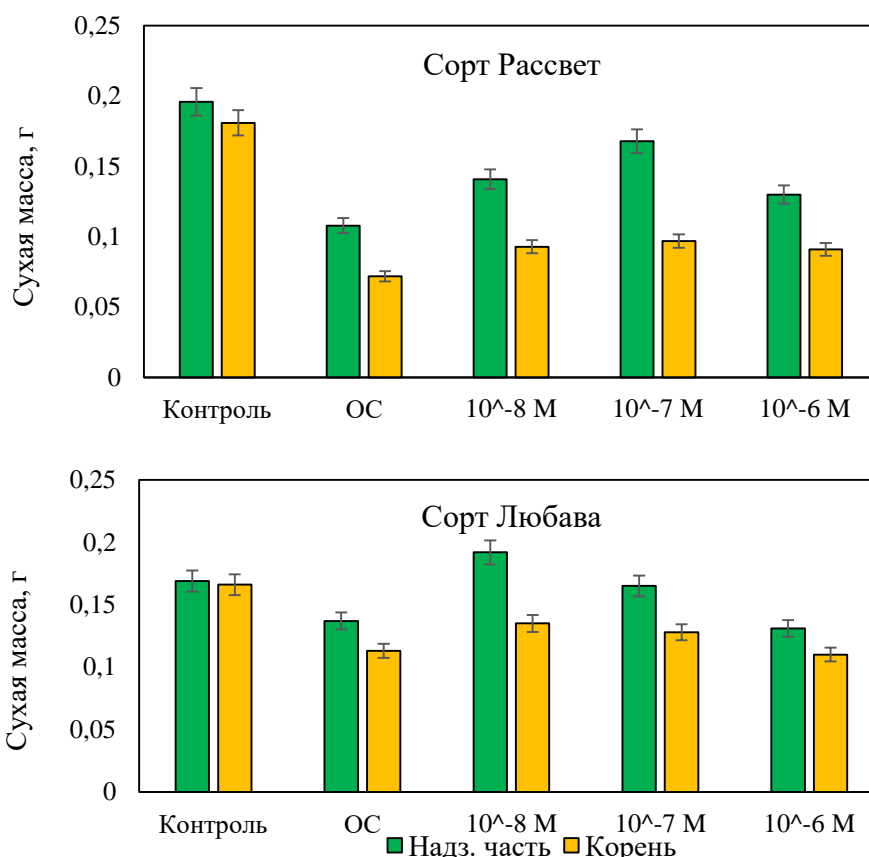


Рисунок – Влияние пептида Pep13 на сухую массу проростков пшеницы сортов Рассвет и Любава, подвергнутых окислительному стрессу
 Figure – The effect of peptide Pep13 on the dry weight of wheat seedlings of varieties Rassvet and Lyubava subjected to oxidative stress

Полученные результаты позволяют заключить, что пептид Pep13 в концентрациях 10^{-7} и 10^{-8} моль/л оказывает элиситорную активность на растения пшеницы и способствует повышению их устойчивости к окислительному стрессу.

Библиографические ссылки

1. Albert M. Peptides as trigger of plant defence // J. of Experimental Botany. 2013. Vol. 64. P. 5269–5279.
2. Boller T., Felix G. A renaissance of elicitors: perception of microbe-associated molecular patterns and danger signals by pattern-recognition receptors // Annual Review of Plant Biology. 2009. Vol. 60. P. 379–406.
3. Siddiqui I., Shaukat S. Rhizobacteria-mediated induction of systemic resistance (ISR) in tomato against *Meloidogyne javanica* // J. Phytopathol. 2002. Vol. 150. P. 469–473.

4. Mishina T.E., Zeier J. Pathogen-associated molecular pattern recognition rather than development of tissue necrosis contributes to bacterial induction of systemic acquired resistance in *Arabidopsis* // *Plant Journal*. 2007. Vol. 50. P. 500–513.
5. Pep-13, a plant defense-inducing pathogen-associated pattern from *Phytophthora* transglutaminases / Brunner F. [et al.] // *EMBO J*. 2002. Vol. 21. P. 6681–6688.
6. The oligopeptide elicitor Pep-13 induces salicylic acid-dependent and-independent defense reactions in potato / Halim V.A. [et al.] // *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 2004. Vol. 64. P. 311–318.
7. Филипцова Г.Г., Соколов Ю.А., Юрин В.М. Анализ защитного действия растительных и бактериальных пептидных элиситоров на бобовые культуры в условиях оксидативного стресса // *Материалы Международной научно-практической конференции «Биотехнологические основы получения и применения природных биологически активных веществ (Нарочанские чтения – 12)»*, Минск, 16–19 сентября 2020 г. Минск, 2020. С. 193–199.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ВИДОВ РОДА *UNGERNIA BUNGE* С ЦЕЛЬЮ ИХ СОХРАНЕНИЯ И УСТОЙЧИВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Д. Б. Дехканов, Д. Н. Жамалова, Г. Т. Курбаниязова

Институт Ботаники Академии Наук Республики Узбекистан
г. Ташкент, Узбекистан, dilafuz.jamalova.91@mail.ru

Аннотация. Использование биотехнологических подходов для ускоренного размножения является одним из эффективных способов сохранения растительных ресурсов, и такие методы разработаны на сегодняшний день для многих видов растений. В качестве альтернативного источника лекарственного сырья и метода ускоренного размножения растений широко используют культуру тканей *in vitro*. В настоящем обзоре были представлены и оценены фармакологические и фитохимические исследований видов рода *Ungernia* Bunge (Amaryllidaceae), флоры Узбекистана, имеющие статус редких, а также являющиеся эндемичными видами, из-за чего заготовки их в больших количествах ограничены или запрещены: *U. victoris* Vved. ex Artjuschenko и *U. sewerzowii* (Regel) B. Fedtsch. В настоящее время из этих вида выделен алкалоиды галантамин, ликорин, панкратин, нарведин, унгерин, унгеридин, гиппеастрин, гемантидин, тазеттин, горденин, который широко используется в медицине при лечение бронхита, язвы, полиомиелита и неврологические заболевания

Ключевые слова: *Ungernia victoris*; *Ungernia sewerzowii*; галантамин; ликорин; *in vitro*; питательные среды; микроклональное размножение

THEORETICAL FOUNDAT OF MICROPROPAGATION OF SPECIES OF THE GENUS *UNGERNIA BUNGE* FOR THEIR CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE

D. B. Dekhkonov, D. N. Zhamalova, G. T. Kurbaniazova

Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Tashkent, Uzbekistan, dilafuz.jamalova.91@mail.ru

Annotation. The use of biotechnological approaches for accelerated reproduction is one of the most effective ways to conserve plant resources, and such methods have been developed to date for many plant species. *In vitro* tissue culture is widely used as an alternative source of medicinal raw materials and a method of accelerated plant reproduction. This review presents and evaluates pharmacological and phytochemical studies of species of the genus *Ungernia* Bunge (Amaryllidaceae), flora of Uzbekistan, which have the status of rare and endemic species, which is why their harvesting in large quantities is restricted or prohibited: *U. victoris* Vved. ex Artjuschenko and *U. sewerzowii* (Regel) B. Fedtsch. Currently, the alkaloids galantamine, lycorin, pankratin, narvedin, ungerin, ungeridin, hippeastrin, hemantidine, tazettin, and gordenin have been isolated from these species, which is widely used in medicine for the treatment of bronchitis, ulcers, polio, and neurological diseases.

Key words: *Ungernia victoris*; *Ungernia sewerzowii*; galantamine; lycorin; *in vitro*; nutrient media; micropropagation

Биотехнологический подход имеет ряд преимуществ перед традиционным использованием растительного сырья, благодаря возможности получения биомассы независимо от сезона, климатических и почвенных условий, а также простоте экстракции и очистки препаратов, усилению биосинтеза нужных веществ с помощью элиситоров, автоматизации процесса и др. [14].

В настоящее время наиболее разработаны технологии получения ценных вторичных БАВ из неорганизованных каллусов или суспензионных культур. Однако, в ряде случаев, каллусы не аккумулируют интересующие метаболиты. В течение последних 30 лет были предприняты значительные усилия по налаживанию производства вторичных растительных метаболитов *in vitro*, главным образом с использованием недифференцированных каллусных или суспензионных клеточных культур, которые позволяют масштабироваться в биореакторах. Однако коммерческий успех был очень ограниченным, главным образом потому, что большинство вторичных метаболитов вырабатываются только в очень малых количествах в недифференцированных клетках: более того, производственная мощность клеточных линий часто снижается с течением времени или в процессе расширения [7]. Известно, что пути биосинтеза вторичных метаболитов требуют кооперации между клетками, тканями и органами растений на внутри- и межмолекулярном уровне, поэтому для отдельных этапов биосинтеза дифференциация клеток является критическим фактором. В подобных ситуациях необходимо использовать более дифференцированные ткани или культуры органов, а иногда и микрорастения [10].

В связи с возросшим спросом на галантамин и ограниченной доступностью растительных источников культивирование *in vitro* видов, продуцирующих галантамин, привлекло внимание исследователей в качестве альтернативного подхода к его устойчивому производству [12]. Были разработаны протоколы для размножения *in vitro* вида *Ungernia victoris*. В исследованиях Кунах и др. (2008) две питательные среды (5C1 и 5C01), для культивирования *in vitro* тканей оценены по показателям эффективности прямой регенерации и каллусообразования, а также генетической изменчивости регенерантов, органогенной и неорганической культур ткани в условиях длительного культивирования. Установлено, что среда 5C1 (2,4 дихлорфеноксиуксусная кислота – 1 мг/л, кинетин - 0,1 мг/л) пригодно в основном для получения каллуса, тогда как среда 5C01 (1 нафтилуксусная кислота – 2 мг/л, кинетин - 1 мг/л) можно эффективно использовать для получения как каллуса, так и регенерантов, и их пролонгированного культивирования. Обе среды обеспечивают сравнительно низкий уровень генетической изменчивости [1].

Имеются опубликованные данные, свидетельствующие о том, что увеличение дивергенции от исходного генотипа и гетерогенность регенерантов, полученных из каллусной культуры, по сравнению с растениями, регенерированными непосредственно из эксплантных тканей. Основной причиной повышения уровня соматоклональной изменчивости при непрямой регенерации может быть увеличение генетической гетерогенности каллусных клеток за счет накопления геномных изменений при длительном культивировании *in vitro*.

Прямая регенерация из тканей экспланта может обеспечить низкую генетическую изменчивость [8]. На сегодняшний день нет никаких сообщений о размножении *Ungernia sewerzowii in vitro* который служит основным источником для получения алкалоида ликорина.

Унгернии. Эти луковичные растения имеют своеобразный цикл развития: ранней весной появляются листья, которые летом увядают, а через 1–2 месяца после увядания листьев появляется безлистный цветоносный стебель с зонтиковидным соцветием из цветков разнообразной окраски у разных видов: кирпично-красной, розовой, желтой и желтовато-розовой.

Ungernia victoris Vved. ex Artjuschenko - эндемичное растение, семейства амариллисовых (Amaryllidaceae) с узким ареалом распространенное только на

Гиссарском хребте и его южных отрогах (Таджикистан и Узбекистан) [4,9]. Многолетнее луковичное растение высотой до 20-25 см. Цветёт в августе, плодоносит в сентябре. Встречаются на мелкоземистых склонах, реже на осыпях в среднем поясе гор на высоте 800–2700 м над уровнем моря и растет преимущественно по склонам южной экспозиции. С 1970 г культивируется в районах естественного произрастания [4], листья и луковицы используются в качестве растительного сырья для извлечения галантамина с 1960 года [7]. Сейчас этот вид является одним из немногих источников важного для медицины алкалоида галантамина, который имеет, в частности, антихолин эстеразную активность, а также некоторых других ценных изохинолиновых алкалоидов, в частности ликорина. Природные запасы унгернии ограничены, а ее интродукция, равно как и других представителей семьи амариллисовых, накапливающих галантамин, не имела успеха [3]. На сегодняшний день проблемой является не только недостаточность природной сырьевой базы унгернии Виктора для получения биологически активных веществ, но и сохранение генофонда этого исчезающего вида. Исследование алкалоидов унгернии было начато Ореховым и Норкиной, которые в 1936 г. выделили алкалоид тазеттин из луковиц *U. severtzovii*. Систематические исследования Абдусаматова и др. проводимые с 1949 г., показывают, что максимальное накопление алкалоидов, в том числе галантамина и ликорина приходится на период ранней вегетации; а в период отмирания эпигеальной части количество объединенных алкалоидов резко уменьшается [6]. В настоящее время из двух вида (*U. victoris* и *U. severtzovii*) этого рода выделен алкалоиды галантамин, ликорин, панкратин, нарведин, унгерин, унгеридин, гиппеастрин, гемантидин, тазеттин, горденин, который широко используется в медицине при лечении бронхита, язвы, полиомиелита и неврологические заболевания [7,9,11,13]. Все части *U. victoris* содержат алкалоиды: листья-0,33%-1%; луковицы 0,8%- 0,9%, корни- 2.25%, особенно галантамин 0,7%-1%, нарведин, ликорин, унгерин, унгеридин, гиппеастрин, гемантидин, тазеттин, нортазеттин, горденин [6,7,11,13]. Его накопление в зависимости от условий произрастания достигало у культурных растений до 0,52%, что давало на 20-25% больше листовой массы по сравнению с дикими популяциями. В этом виде растений было обнаружено около 10 алкалоидов. Максимальная концентрация алкалоидов наблюдается ранней весной в период развития листьев. В листьях и луковицах содержатся алкалоиды группы изохинолина, основными из которых являются галантамин, ликорин [5,14] и для получения этих алкалоидов листья *U. victoris* необходимо собирать ранней весной (март), но в это время листья только 1-5 см в длину. В промышленных целях желательно собирать сырье в апреле, когда листья имеют длину 15-25 см. В период полного увядания растения, его сморщенная надземная часть не содержит алкалоидов, так как они накапливаются в луковицах и корнях [6,7,11]. Это растение также содержит кумарин (0,09%), эфирные масла 0,12%, смолы 6%, пектин 4,9%, слизь 7%, сахара 6,1% и органические кислоты 8,91% [11].

Фармакологическая ценность вида обусловлена синтезом изохинолиновых алкалоидов, основные из которых – галантамин и ликорин. Из листьев получают препарат «Галантамина гидробромид». Назначается при остаточных явлениях полиомиелита, полиневрита, радикулита, при травматических повреждениях нервов, при атонии кишечника и мочевого пузыря. Традиционно население использует луковицы и свежие листья для лечения миастении, мышечной боли, бронхита, язвы, для дезинфекции ран, полиомиелита и неврологических

заболеваний. Алкалоиды ликорин и галантамин обладают выраженным гипотензивным действием, ликорин также обладает рвотными свойствами [9,11].

Ungernia sewerzowii (Regel) B. Fedtsch. – более широко распространенное растение; ареал занимает территорию в Южном Казахстане и в Узбекистане (Ташкентская область). Встречается рассеянно, иногда обильно. Растет на каменистых и щебнистых склонах в предгорьях и в среднем поясе гор. Отличается удлиненно-продолговатыми луковицами до 7 см в диаметре, покрытыми пленчатыми угольно-черными чешуями и кирпично-красными, более многочисленными цветками на округлом цветоносном стебле, высотой до 20–40 см.

Из эпигеальных частей выделен алкалоид гиппеастрин [6], из высушенных луковиц унгернин, тазеттин [11]. В листьях 0,7 % алкалоидов и 0,45 % (в луковицах 0,38%) ликорина от массы сухого сырья. Этот вид служит основным источником получения ликорина [2]. При изучении алкалоидов *U. severtzovii* (Rgl.) в период ранней вегетации было обнаружено, что количество панкратина (гемантидина) в листьях больше, чем тазеттина. В более поздние периоды количество панкратина уменьшалось, а тазеттина увеличивалось [6,11,13]. Используется луковицы, экстракт листьев для лечения бронхита, ран. В результате фармакологического и клинического изучения, к использованию в медицинской практике разрешен также алкалоид ликорин в виде гидрохлорида как отхаркивающее средство. Назначается при хронических и острых воспалениях легких и бронхов, которые сопровождаются усиленным образованием мокроты. Рекомендуются при остром воспалении легких, тяжелым бронхите, бронхоэктатической болезни [2].

Библиографические ссылки

1. Бублик Е. Н. и др. Питательные среды для культивирования *in vitro* тканей *Ungernia victoris* Vved. Ex Artjushenko // *Biotechnologia Acta*. – 2011. – Т. 4. – №. 6.
2. Гаммерман А. Ф. Лекарственные растения (Растения-целители): Справ. пособ., 4-е изд. – 1990. 544 с.
3. Кунах В. А. и др. Мікроклональне розмноження унгернії Віктора (*Ungernia victoris* Vved. Ex Artjushenko) // *Biotechnologia Acta*. – 2008. – Т. 1. – №. 4.
4. Мирovich В.М., Горячкина Е.Г., Бочарова Г.И., Федосеева Г. Лекарственные растения, включенные в Красную книгу: учебное пособие / ФГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава РФ, кафедр фармакогнозии и ботаники. – Иркутск: ИГМУ, 2016. – 70 с
5. Ходжиматов М. -/Дикорастущие лекарственные растения Таджикистана Гл. Науч. Ред. Тадж. сов. энциклопедии. Душанбе, Ирфон, 1989г.-368 с. – 1989.
6. Abdusamatov A., Khamidkhodzhaev S. A., Yunusov S. Y. The dynamics of the accumulation of the alkaloids of the genus *Ungernia* // *Chemistry of Natural Compounds*. – 1971. – Т. 7. – №. 1. – С. 54-57.
7. Berkov S. et al. Plant sources of galanthamine: phytochemical and biotechnological aspects // *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. – 2009. – Т. 23. – №. 2. – С. 1170-1176.
8. Bublik O. M. et al. Genetic variability in regenerated plants of *Ungernia victoris* // *Biologia plantarum*. – 2012. – Т. 56. – №. 2. – С. 395-400.
9. Egamberdieva D. et al. Phytochemical and pharmacological properties of medicinal plants from Uzbekistan: A review // *Journal of Medicinally Active Plants*. – 2017. – Т. 5. – №. 2. – С. 59-75.
10. Erst A. A. et al. Production of secondary metabolites using cell, tissue and organ cultures of *Hedysarum theinum* (Fabaceae) *in vitro* // *Turczaninowia*. – 2015. 18 (4): 26–35.

11. Kadyrov K. A., Abdusamatov A., Yunusov S. Y. Ungernia alkaloids //Chemistry of Natural Compounds. – 1980. – T. 16. – №. 6. – C. 525-540.
12. Pavlov A. et al. Galanthamine production by *Leucojum aestivum* in vitro systems //Process Biochemistry. – 2007. – T. 42. – №. 4. – C. 734-739.
13. Sadikov T., Zatorskaya I. N., Shakirov T. T. Isolation of alkaloids from *Ungernia severtzovii* by the ion-exchange method //Chemistry of Natural Compounds. – 1974. – T. 10. – №. 1. – C. 123-124.
14. Zhou L. G., Wu J. Y. Development and application of medicinal plant tissue cultures for production of drugs and herbal medicinals in China // Nat. Prod. Rep., 2006. – Vol. 23. – P. 789–810.

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА БРИОФЛОРЫ НПП «ЧЕРЕМОСЬКИЙ»

Л. М. Дмитроняк

Национальный природный парк «Черемоський»
Черновицкая обл., Украина, lesya020398@gmail.com

Впервые исследована территория НПП "Черемоський" и предоставлен сводный обзор мохообразных, насчитывающий 49 видов, относящихся к 41 роду, 27 семействам, 13 порядкам, 5 классам и 2 отделам, в том числе 7 видов печеночников (Marchantiophyta) и 42 вида мхов (Bryophyta).

Ключевые слова: мохообразные; НПП «Черемоський»; виды; таксономическая структура.

TAXONOMIC STRUCTURE OF BRYOPHYTES OF NATIONAL PARK «CHEREMOSKYI»

L. M. Dmytroniak

National park «Cheremoskyi»
Chernivtsi region, Ukraine, lesya020398@gmail.com

For the first time, the territory of the national park «Cheremoskyi» was investigated and a summary review of bryophytes was provided, numbering 49 species belonging to 41 genera, 27 families, 13 orders, 5 classes and 2 divisions, including 7 species of liverworts (Marchantiophyta) and 42 species of mosses (Bryophyta).

Key words: bryophytes; national park «Cheremoskyi»; species; taxonomic structure.

Национальный природный парк «Черемоський» существует с 2011 года. Расположен в Путьльском районе, в зоне Буковинских Карпат, занимает юго-западную часть Черновицкой области. Основной составляющей древостоя парка являются чистые еловые леса формации ели европейской (*Piceeta albae*) [1].

На территории НПП «Черемоський» мохообразные являются неотъемлемым компонентом растительного покрова. Бриофиты Украинских Карпат в течение последних 160 лет изучены достаточно основательно, но неравномерно, о чем свидетельствует значительное количество работ [2-3, 5-7]. Относительно сведений о произрастании мохообразных в Путьльском районе, в частности – на территории НПП «Черемоський», то имеются лишь фрагментарные бриофлористические данные в статье С. Г. Литвиненко [4].

О. Лобачевская [5] указывает, что первые сведения о мхах с этой территории приведены в трудах Я. Лобажевського, а также, что целенаправленное исследование мохообразных Украинских Карпат началось с 50-х годов XX века учеными Академии наук УССР – Д. Зеровым (сфагновых мхов и печеночников) и А. Лазаренко (мхов). Бриофлору Буковинских Карпат исследовала также К. Уличная [8-10]. Она приводит 78 видов мохообразных для еловых лесов Шурдинского среднегорья и 54 вида – для буковых лесов. Д. К. Зеров и Л. Я. Партыка [3] указывают на находки ими 19 видов мхов с этой же территории.

С. Г. Литвиненко [4] установила, что бриофлоры лесных сообществ Шурдинського среднегорья содержат 80 видов из 62 родов, 39 семейств, 15 порядков, 6 классов, 2 отделов надотдела Bryobionta. Анализ имеющихся

литературных источников позволяет предположить значительное многообразие бриофлоры и на необследованной части Путьльского района.

Поэтому изучение мохообразных в пределах территории парка актуальны и представляют значительный научный интерес.

Цель нашей работы – исследование таксономического состава бриофлоры лесных сообществ НПП «Черемоский».

В результате экспедиционных исследований территории НПП «Черемоский» нами собрано 154 гербарных образца бриофитов. Установлено, что бриофлора представлена 49 видами. Таксономическая структура бриофлоры НПП «Черемоский» представлена в табл.

Таблица - Таксономическая структура мохообразных НПП «Черемоский»
Taxonomic structure of bryophytes national park «Cheremoskyi»

Отделы	Классы	Порядки	Семейства	Роды	Виды	Образцы
<i>Bryophyta</i>	3	10	21	34	42	146
<i>Marchantiophyta</i>	2	3	6	7	7	8
Всего	5	13	27	41	49	154

Установлено, что доминирующими видами по количеству гербарных образцов являются: *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. (21 образец), *Pleurozium schreberi* (Willd. Ex Brid.) Mitt. (14 образцов), *Dicranum scoparium* Hedw. (13 образцов). Меньшим количеством образцов представлены следующие виды: *Polytrichum commune* Hedw. (10 образцов), *Sphagnum quinquefarium* (Braithw.) Warnst. (7 образцов), *Plagiomnium affine* (Blandow ex Funck) T. Kop. (6 образцов) и *Rhytidadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst. (6 образцов). Для остальных видов собрано 1-5 образцов.

По количеству видов преобладают такие ведущие семейства: Нурнасеае (5 видов), Polytrichасеае (5 видов), Dicranасеае (4 видов), Hylocomiасеае (4 видов), Brachythesciасеае (4 видов), Amblystegiасеае (3 видов), что составляет 51,02% от общего количества видов. Остальные семейства представлены 1-2 видами каждое.

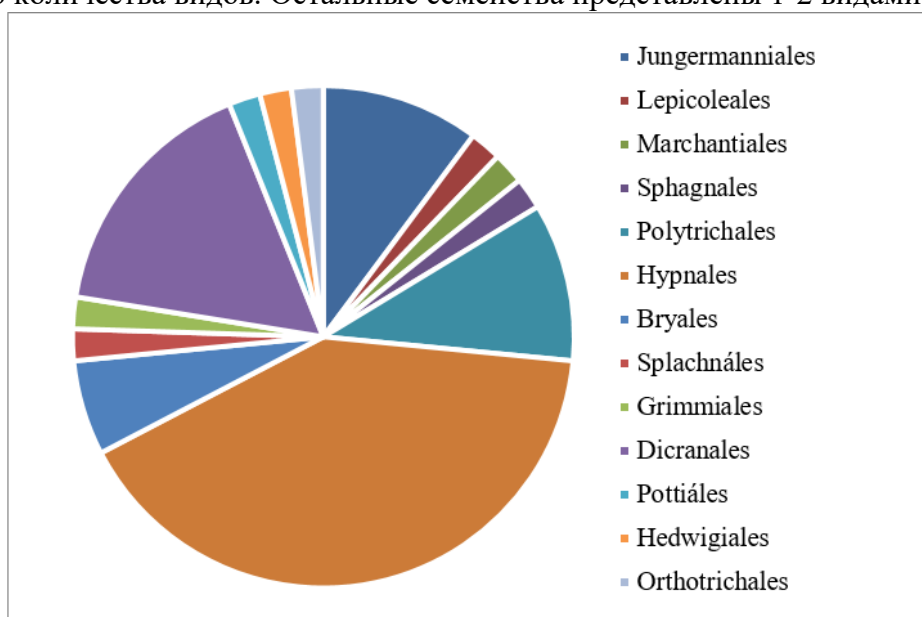


Рисунок – Спектр ведущих порядков бриофлоры НПП «Черемоский», %
Figure – The spectrum of leading orders of bryoflora national park «Cheremoskyi»

На территории НПП «Черемоський» доминируют следующие порядки (рис.): Нурнаles (20 видов), Dicranales (8 видов), Jungermanniales (5), Polytrichales (5), что составляет 77,55% от общего количества видов. Остальные порядки представлены 1-2 видами каждый.

Вывод: Впервые для территории НПП «Черемоський» составлен сводный список мохообразных, насчитывающий 49 видов из 41 рода, 27 семейств, 13 порядков, 5 классов и 2 отделов. Из них доминирующими являются семейства Нурнаseae (5 видов) и Polytrichaceae (5 видов), а среди порядков – Нурнаles (20 видов). Результаты нашего исследования показали, что бриофлора НПП «Черемоський» характеризуется значительным разнообразием и требует дальнейших исследований.

Библиографические ссылки

1. Біорізноманіття Національного природного парку «Черемоський» [монографія] / наук. ред. І. І. Чорней ; Чернівці : Друк Арт, 2015. 243 с.
2. Держипільський Л. М., Томич М. В., Юсип С. В. та ін. Національний природний парк «Гуцульщина». Рослинний світ. Київ: Фітосоціоцентр, 2011. С. 152–169.
3. Зеров Д. К., Партика Л. Я. Мохоподібні Українських Карпат. Київ: Наукова думка, 1975. 231 с.
4. Літвіненко С. Г. Мохоподібні ялинових лісів Шурдинського середньогір'я (Буковинські Карпати) / С. Г. Літвіненко // Біологічні системи, 2016. Т. 8, Вип. 2. С. 257–263.
5. Лобачевська О. Мохоподібні (Bryophyta) Українських Карпат // Праці Наукового товариства ім. Шевченка. Екологічний збірник «Екологічні проблеми Карпатського регіону». Львів: Наук. тво ім. Шевченка, 2003. Вип. 12. С. 158–170.
6. Нипорко С. О. Мохоподібні природного заповідника «Горгани»: автореф. дис. ... канд. біол. наук 03.00.05. Київ, 2006. 23 с.
7. Позинич І. С., Савицька А. Г. Особливості флори судинних і мохоподібних рослин ландшафтного заказника «Грофа» // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія, 2010. Вип. 18, № 2. С. 69–75.
8. Улична К. О. До історії поширення мохоподібних на хребті Чорногора (Українські Карпати) // Український ботанічний журнал, 1966. 23, № 4. С. 53–63.
9. Улична К. О. Зведений список листяних мохів Чернівецької області УРСР // Наукові записки Природознавчого музею Львівського філіалу АН УРСР, 1956. Т. 5. С. 126–144.
10. Улична К. О., Партика Л. Я. До бриофлори Чивчинських гір // Український ботанічний журнал, 1970. 27, № 1. С. 25–29.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ВИДОВ РОДА *FERULA* L. С ЦЕЛЬЮ ИХ СОХРАНЕНИЯ И УСТОЙЧИВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Д. Н. Жамалова, Ф. У. Мустафина

*Институт Ботаники Академии Наук Республики Узбекистан
г. Ташкент, Узбекистан, dilafruz.jamalova.91@mail.ru*

Аннотация. Одной из наиболее важных проблем является выделение физиологически активных веществ из растений, синтез новых производных и создание новых эффективных лекарственных средств для медицины. В качестве дополнительного источника сырья при получении продуктов вторичного метаболизма могут служить ткани, культивируемые *in vitro*. В настоящем обзоре были представлены и оценены фармакологические и фитохимические исследования видов рода *Ferula* L. (Apiaceae), флоры Узбекистана, имеющие статус редких, а также являющиеся эндемичными видами, из-за чего заготовки их в больших количествах ограничены или запрещены: *Ferula tadshikorum* Pimenov, *F. sumbul* (Kauffm.) Hook. f. Многочисленные соединения, такие как эфирные масла, тритерпеноиды, флавоноиды, кумарины были выделены из этого рода, и было продемонстрировано, что многочисленные представители этих компонентов применяются в качестве глистогонного, инсектицидного и противосудорожного средства, а также при некоторых нервных заболеваниях и вирусных заболеваниях половой системы.

Ключевые слова: *Ferula tadshikorum*, *Ferula sumbul*, *in vitro*, микроклональное размножения, смола, кумарин, сесквитерпены.

THEORETICAL ASPECTS OF MICROCLONAL REPRODUCTION OF SPECIES OF THE GENUS *FERULA* L. FOR THE PURPOSE OF THEIR CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE

D. N. Zhamalova, F. U. Mustafina

*Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Tashkent, Uzbekistan, dilafruz.jamalova.91@mail.ru*

Annotation. One of the most important problems is the isolation of physiologically active substances from plants, the synthesis of new derivatives and the creation of new effective medicines for medicine. As an additional source of raw materials for the production of secondary metabolic products, tissues cultured *in vitro* can serve. This review presents and evaluates pharmacological and phytochemical studies of species of the genus *Ferula* L. (Apiaceae), the flora of Uzbekistan, which have the status of rare, and are also endemic species, because of which their harvesting in large quantities is restricted or prohibited: *Ferula tadshikorum* Pimenov, *F. sumbul* (Kauffm.) Hook. f. Numerous compounds, such as essential oils, triterpenoids, flavonoids, coumarins, have been isolated from this genus, and it has been demonstrated that numerous representatives of these components are used as an anthelmintic, insecticidal and anticonvulsant, as well as in some nervous diseases and viral diseases of the reproductive system.

Key words: *Ferula tadshikorum*, *Ferula sumbul*, *in vitro*, microclonal reproduction, resin, coumarin, sesquiterpenes.

Основные направления развития биотехнологии растений охватывают широкий круг задач, в том числе – ускоренного производства высококачественного посадочного материала диких, исчезающих видов, а также получения возобновляемого растительного лекарственного сырья и биологически активных веществ (БАВ) растительного происхождения для современной медицины.

В настоящее время биотехнология применяется для решения проблем сохранения биологического разнообразия – глобальной мировой задачи. Разработка биотехнологических методов размножения растений, создание генетических банков и коллекций культур клеток играют важную роль в сохранении генофонда дикорастущих редких и исчезающих видов [3]. Были разработаны протоколы для размножения *in vitro* некоторых особо ценных лекарственных видов ферулы, например *F. assa-foetida*, *F. gummosa* и *F. ferulaeoides* [7]. На сегодняшний день нет никаких сообщений о размножении *F. tadshikorum* и *F. sumbul in vitro*.

Ferula L. – включает около 200 видов цветковых растений семейства *Ariaceae* в мире, многие из этих видов являются лекарственными, питательными, кормовыми, медовыми, эфирно-масляными и смолистыми растениями. В Средней Азии насчитывается 114 видов, а в Узбекистане – около 60, из которых 5 являются эндемиками [1, 4, 5]. Виды рода *Ferula*, в основном, горные растения, встречаются относительно высоко – на уровне от 300 до 3600 м над уровнем моря, как на мелкоземмах, пестроцветных почвах, так и на щебнистых склонах, осыпях и галечниках. Как и большинство растений семейства зонтичные, виды этого рода во всех своих частях содержат эфирные масла или смолообразные вещества, кумарины, флавоноиды, реже сапонины [4, 9]. В последние годы в нашей стране стали производить смолы из корней *Ferula foetida* (Bunge) Регель и *Ferula tadshikorum* Pimenov, которые ежегодно вывозятся из Республики в объёме свыше 400 тонн. За последние два десятилетия большинство природных популяций в Узбекистане были подвергнуты усиленной эксплуатации из-за сбора камеди (смолы) с подземных органов, в основном, со взрослых виргинильных особей. В следствие этого многие растения, не достигнув генеративной стадии развития, были истощены и утратили жизнеспособность. Из-за отсутствия семенного пополнения, естественные массивы ценного лекарственного растения *F. tadshikorum* на данный момент находятся на грани полного исчезновения [5]. Методы культивирования растительных тканей позволяют защитить биоразнообразие растений, кроме того, благодаря быстрым и надежным методам микроразмножения производство вторичных метаболитов в медицинских растениях может быть увеличено [10].

***Ferula tadshikorum* Pimenov** – многолетний монокарпический вид, большой жизненный цикл осуществляется за 23-27 (30) лет. Онтогенез неполный и включает 3 периода (латентный, прегенеративный и генеративный) и 6 возрастных состояний: семена, проростки, ювенильные, имматурные, виргинильные и генеративные особи. Длительный период прегенеративного развития и монокарпический жизненный цикл делают особи *Ferula tadshikorum* крайне уязвимыми при антропогенном влиянии на популяции данного вида [4]. Произрастает в среднем поясе гор в южных регионах Республики – в Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях [4,5]. При рациональном использовании ресурсов ферулы таджиков возможно совмещать решение ресурсоведческих (сбор камедесмолы) и природоохранных задач (сохранение и повышение устойчивости пастбищных фитоценозов в высокогорных районах) [4].

Лекарственным сырьем является как подземная (затвердевший на воздухе млечный сок корней), так и надземная части растения. Химический состав затвердевшего млечного сока корней представлен смолой (9,35-65,15%), камедью (12-48%) и эфирным маслом (5,8-20%). Из смолы выделены: феруловая кислота, асарезинотанол, асарезинол и их феруловые производные: фарнезиферол С и

умбеллиферон [4]. Согласно литературным данным, серосодержащие соединения являются основными компонентами эфирных масел многих видов ферул и наиболее распространенными серосодержащими соединениями считаются (Z)-1-пропенил сек-бутил дисульфид (37,3%), (E)-1-пропенил сек-бутил дисульфид (29,9%) и (E)-1-пропенил-1-(метилтио) пропилен дисульфид (16,8%). Всего идентифицировано 26 соединений, составляющих 94,4 % от общего состава масла [9]. Из плодов и корней выделены два терпеноидных кумарина – таджиферин, таджикорин, деацетилтаджикорин выделен из ацетонового экстракта корней [2,8].

В составе лекарственных сборов растение проявляет отхаркивающие и противосудорожные свойства при экссудативном диатезе, туберкулезе легких, отитах, лимфаденитах [6]. Авиценна рекомендовал ферул для лечения кожных заболеваний (витилиго), туберкулеза, болей в суставах, против глист, воспаления желудка и кишечника, а также как противоядие от токсичных солей и соединений. Народы Центральной Азии применяют камедесмолу в качестве глистогонного, инсектицидного и противосудорожного средства, а также при некоторых нервных заболеваниях и вирусных заболеваниях половой системы [6,9]. По результатам исследований Шаропов и др. (2019) выявлено, что эфирные масла обладают слабой антиоксидантной и антимикробной активностями, аналогичными другим серосодержащим маслам ферулы [9].

***Ferula sumbul* (Kauffm.) Hook. f.** (Син. *Ferula moschata*). Произрастает на каменистых открытых склонах в поясе кустарников Самаркандской, Кашкадарьинской и Сурхандарьинской области.

Фитохимический скрининг различных экстрактов корней показал наличие тритерпеноидов, флавоноидов, кумаринов, фенолов, алкалоидов, белков и углеводов [6]. В составе метанольного экстракта сушеных корней обнаружены два эфира фуранокумарина, фесумтуорин А, В, один бикумарин, фесумтуорин С, спиробикумарины, фесумтуорин D, E, F, G и H, а также девятнадцать известных кумаринов [1,4]. Валереновая кислота в корнях количественно оценивалось как 12,62мкг/г [5,6].

Корни традиционно используются для снятия тревоги, в качестве успокоительного средства при стрессах, неврозах, седативное средство при истерии и других нервных расстройствах, как мягкий желудочно-кишечный стимулятор [6,8], а также для лечения заболеваний почек и желудка. Корни проявляют антигенную (ВИЧ) активность и ингибируют высвобождение цитокинов [1,6,8,9].

В будущем эти важные с медицинской точки зрения виды растений, которые еще предстоит культивировать, скорее всего, окажутся на грани исчезновения в результате бессознательного сбора растений из их естественной среды обитания, их незаменимого использования при изготовлении сыра с травами, произвольного выпаса скота. Поэтому необходимо принять необходимые меры для защиты этих видов.

Библиографические ссылки

1. Минович В.М., Горячкина Е.Г., Бочарова Г.И., Федосеева Г. Лекарственные растения, включенные в Красную книгу: учебное пособие / ФГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава РФ, кафедр фармакогнозии и ботаники. Иркутск: ИГМУ, 2016. 70 с
2. Перельсон М. Е. и др. Новые Терпеноидные кумарины из *Ferula tadshikorum* // Химия природных соединений. 1976. №. 5. С. 593–599.

3. Решетников В. Н., Спиридович Е. В., Носов А. М. Биотехнология растений и перспективы ее развития // Физиология растений и генетика. 2014. Т. 46. № 1. С. 3–18.
4. Рахмонов Х.С. Биология и ресурсы *Ferula tadshikorum* М. Pimen. в Южном Таджикистане. Дисс. канд. сельскохоз. Наук. Душанбе: 2017. 179 с.
5. Хамраева Д. Т., Хожиматов О. К., Уралов А. И. Рост и развитие *Ferula tadshikorum* Pimenov в условиях интродукции // Acta Biologica Sibirica. 2019. Т. 5. №. 3. 172–177 с.
6. Batra S., Kumar A., Sharma A. Pharmacognostic and phytochemical studies on *Ferula sumbul* Hook. Roots // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2017. Vol. 6. №. 4. С. 965–968.
7. *Ferula gummosa* Boiss. Embryogenic culture and karyological changes / Bernard F. [et al.] // Pak. J. Biol. Sci. 2007. Vol. 10. №. 12. С. 1977–1983.
8. Gonzalez A. G., Barrera J. B. Chemistry and sources of mono- and bicyclic sesquiterpenes from *Ferula* species // Fortschritte der Chemie organischer Naturstoffe/Progress in the Chemistry of Organic Natural Products. Springer, Vienna, 1995. P. 1–92.
9. The chemical composition and biological activity of the essential oil from the underground parts of *Ferula tadshikorum* (Apiaceae) / Sharopov F. S. [et al.] // Records of Natural Products. 2019. Vol. 13. №. 1. P. 18–23.
10. Tuncer B. et al. Investigation of the in vitro regeneration of some medical and aromatic wild plant species // Applied Ecology and Environmental Research. 2017. Vol. 15. №. 4. P. 905–914.

К ВОПРОСУ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ И ЧИСЛЕННОСТИ ОСОБЕЙ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ПОСЛЕ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ

В. Н. Ильина¹, С. А. Рогов²

¹Самарский государственный социально-педагогический университет
Самара, Россия, siva@mail.ru

²Самарский государственный социально-педагогический университет
Самара, Россия, natalya-rgv@mail.ru

Природные пожары являются катастрофическим фактором и оказывают существенное воздействие на растительный покров территорий. В условиях бассейна Средней Волги на границе степной и лесостепной зон уязвимыми являются сосновые леса и степи, особенно петрофитные участки. Изучаются особенности динамики структуры и численности особей редких видов растений, а также биология и экология видов.

Ключевые слова: редкие виды; природные пожары; популяции; Самарская область

ON THE QUESTION OF CHANGING THE POPULATION STRUCTURE AND NUMBER OF SPECIAL RARE PLANT SPECIES AFTER NATURAL FIRES

V. N. Ilyina¹, S. A. Rogov²

¹Samara State University of Social Sciences and Education,
Samara, Russia, siva@mail.ru

²Samara State University of Social Sciences and Education,
Samara, Russia, natalya-rgv@mail.ru

Natural fires are a catastrophic factor and have a significant impact on the vegetation cover of the territories. In the conditions of the Middle Volga basin on the border of the steppe and forest-steppe zones, pine forests and steppes, especially petrophytic areas, are vulnerable. The features of the dynamics of the structure and number of individuals of rare plant species, as well as the biology and ecology of species are studied.

Key words: rare species; natural fires; populations; Samara Region

Исследования современного состояния растительного покрова степной и лесостепной зон на территории Среднего Поволжья (юго-восток европейской части России) позволили выделить природные пожары в качестве основных природных факторов, обуславливающих изменения в структуре и функциональной организации фитоценозов [1-3]. Уже неудивительной является служит катастрофическая ситуация в связи с возникновением пожаров в засушливые сезоны на большой территории не только России, но и всего мира.

По нашей оценке, наиболее критичным является вопрос сохранения степей и сосновых лесов на юго-востоке европейской части России в условиях воздействия пирогенного фактора.

Охрана растительного покрова и связанных с ними животного мира и почв на территории Среднего Поволжья, в том числе в Самарской области, обеспечивается прежде всего наличием Красных книг федерального и регионального уровней [4, 5] и организованной системой особо охраняемых природных территорий различного статуса (рис.). В последние годы пожары имеют все возрастающую частоту и интенсивность, что обуславливает необходимость соблюдения меры по профилактике и тушению пожаров.

Целью работы является оценка воздействия природных пожаров на структуру и численность популяций редких видов растений.

В ходе работ использовались популяционно-онтогенетические, флористические, геоботанические, экологические методы исследований [6-8 и др.].

Территория исследований охватывает Самарскую область, расположенную в бассейне Средней Волги в условиях лесостепи и степи. В связи с этим основными мониторинговыми группами растений послужили степные, лесостепные и лесные виды растений.



Рисунок – Последствия степного пожара на территории памятника природы регионального значения Самарской области «Сарбайская лесостепь» (фото В. Ильиной)
Figure – Consequences of the steppe fire on the territory of the natural monument of regional significance of the Samara region "Sarbaiskaya forest-steppe" (photo by V. Ilyina)

Установлено, что малая интенсивность отрастания вегетативных частей особей после пожаров характерна для *Artemisia salsoloides*, *Astragalus temirensis*, *A. zingeri*, *Atraphaxis frutescens*, *Globularia punctata*, *Goniolimon elatum*, *Ephedra distachya*, *Eremogone koriniana*, *Hedysarum razoumovianum*, *Iris pumila*, *Linum flavum*, *L. perenne*, *L. uralense*, *Medicago cancellata*, *Nepeta ucranica*, *Onosma polychroma*. Природные пожары средней интенсивности приводят к резкому снижению численности видов и значительным изменениям в онтогенетической и пространственной структуре популяций.

Средняя интенсивность отрастания вегетативных частей после пожаров характерна для *Adonanthe vernalis*, *A. volgensis*, *Ajuga glabra*, *Alyssum lenense*, *Anthemis trotzkiana*, *Astragalus cornutus*, *A. helmii*, *A. sulcatus*, *A. tenuifolius*, *A. ucrainicus*, *A. wolgensis*, *Centaurea sibirica*, *Clausia aprica*, *Crambe tatarica*, *Dianthus leptopetalus*, *Ferula tatarica*, *Hedysarum gmelinii*, *H. grandiflorum*, *Helianthemum nummularium*, *Jurinea ewersmannii*, *J. ledebourii*, *J. multiflora*, *Ornithogalum fischeranum*, *Oxytropis hippolyti*, *O. spicata*, *Pleurospermum uralense*, *Polygala sibirica*, *Scabiosa isetensis*, *Schivereckia hyperborea*, *Tulipa schrenkii*. Эти представители более устойчивы к пожарам средней интенсивности.

Высокая интенсивность отрастания после пожаров свойственна для *Aster alpinus*, *Astragalus macropus*, *Cephalaria uralensis*, *Galatella angustissima*, *Dictamnus caucasicus*, *Ferula caspica*, *Laser trilobum*, *Oxytropis floribunda*, *Syrenia cana*, *Valeriana tuberosa*. Указанные представители в составе сообществ после пожаров

средней и малой интенсивности возобновляются достаточно быстро.

Природные пожары оказывают воздействие и на другие параметры популяций – на сохранность банка семян в почве, эффективность возобновления (семенного и вегетативного), выживаемость проростков и других онтогенетических групп.

Изменения условий местообитаний после пожаров носят многоаспектный характер, при этом пожары оказывают не только отрицательное воздействие, но и в некоторых случаях положительное. Однако оценка этого воздействия должна проводиться экспертами на основе продолжительных исследований.

Библиографические ссылки

1. Ильина В.Н. Пирогенное воздействие на растительный покров // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2011. Т. 20, № 2. С. 4-30.

2. Ильина В.Н. Некоторые причины и итоги лесных пожаров на территории Европейской части Российской Федерации в 2010 году // Самарская Лука. 2012. Т. 22. № 2. С.175-183.

3. Вартамян Д.О. Воздействие пирогенного фактора на сосновые леса как негативный фактор повышения уровня углерода в атмосфере (на примере Самарской области, РФ) // Проблемы экологии и экологической безопасности. Создание новых полимерных материалов: сб. материалов VII международной заочной научно-практической конференции. Минск: УГЗ, 2020. С. 239-242.

4. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Гл. редколл.: Ю. П. Трутнев и др.; Сост. Р. В. Камелин и др. М.: Тов-во научн. изданий КМК, 2008. 855 с

5. Красная книга Самарской области. Т. I. Редкие виды растений и грибов / под ред. С.А. Сенатора, С.В. Саксонова. Изд. 2-е, перераб. и доп. Самара, 2017. 384 с.

6. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. М.: АН СССР, 1950. Вып. 6. С. 7-204.

7. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7-34.

8. Османова Г.О., Животовский Л.А. Онтогенетический спектр как индикатор состояния ценопопуляций растений // Известия РАН. Серия биологическая. 2020. № 2. С. 144–152.

БИОТОПИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЗАКАЗНИКА «СВИТЯЗЯНСКИЙ» И ВОПРОСЫ ЕГО ОХРАНЫ

Н. А. Зеленкевич^{1*}, О. В. Созинов², Е. В. Мойсейчик¹

¹*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси
Минск, Беларусь, * zeliankevich_nat@mail.ru*

²*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы
Гродно, Беларусь, o.sozinov@grsu.by*

На территории заказника «Свитязянский» представлены все основные типы растительности, но с различной долей участия: лесная (79,2% площади заказника), луговая (0,4%), болотная (0,2%), прибрежно-водная и водная (~12%). Леса заказника представлена 33 типами леса, среди которых коренные сообщества представлены 23 типами. Наиболее распространёнными являются: дубравы кисличные, ельники кисличные и сосняки орляковые. Около 90% лесов заказника относятся к сильнонарушенным и умеренно нарушенным экосистемам.

Ключевые слова: заказник; Свитязь; Свитязянский; растительность; биотопы; ландшафт; рекреация.

BIOTOPIC DIVERSITY OF THE RESERVE «SVITYAZYANSKY» AND ISSUES OF ITS PROTECTION

N.A. Zeliankevich^{1*}, O.V. Sozinov², E.V. Mojsejchik¹

¹*The State Scientific Institution «V.F. Kuprevich Institut of Experimental Botany of the National Academy of Science of Belarus»*

*Minsk, Belarus, * zeliankevich_nat@mail.ru*

²*Yanka Kupala State University of Grodno
Grodno, Belarus, o.sozinov@grsu.by*

On the territory of the reserve «Svityazyansky», all the main types of vegetation are represented, but with different proportions of participation: forest (79,2% of the reserve area), meadow (0,4%), swamp (0,2%), coastal water and water (~12%). The forests of the reserve are represented by 33 types of forests, among which the indigenous communities are represented by 23 types. The most common are: sorrel oak forests, sorrel spruce forests and bracken pine forests. About 90% of the forests of the reserve belong to highly disturbed and moderately disturbed ecosystems.

Key words: reserve; Svityaz; Svityazyansky; vegetation; biotopes; landscape; recreation.

Республиканский ландшафтный заказник «Свитязянский» находится на территории в Новогрудском и частично в Кореличском районах Гродненской области Беларуси (UTM: 35UMV₂) в целях сохранения озера Свитязь, уникальных ландшафтов в окрестностях озера, дикорастущих растений и диких животных, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, а также их мест произрастания и обитания. Общая площадь составляет 1193,79 га. Земли лесного фонда особо охраняемой природной территории (ООПТ) занимают 82,2%, водные объекты – 16%.

Своеобразие холмисто-моренно-эрозийных дренированных ландшафтов с широколиственно-еловыми лесами способствовало формированию биологического разнообразия на территории заказника. Аквальный ландшафт оз. Свитязь также является элементом разнообразия, способствующим распространению водной растительности. Во флористическом составе насчитывается 515 видов высших сосудистых растений, 76 видов мохообразных,

98 видов лишайников и 60 видов высших грибов, в том числе 22 редких и охраняемых вида. Фауна наземных позвоночных животных заказника представлена 148 видами. Из них 6 видов земноводных, 5 видов рептилий, 98 птиц и 39 видов млекопитающих. В фауне заказника выявлено 6 редких, охраняемых видов, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь [1].

Цель работы: дать оценку ландшафтного и биотопического разнообразия заказника с учётом рекреационного воздействия на его экосистемы.

Полевые исследования растительности на всей территории ООПТ проведены в 2015-2016 гг. Основными критериями выбора участков исследования являлись типы растительности (лесная, болотная, луговая, водная) и степень их участия в сложении растительного покрова заказника. Данная информация получена из лесоустроительных материалов Новогрудского лесхоза и рекогносцировочных маршрутов на местности. Геоботанические описания растительных сообществ проведены по общепринятым в фитоценологии методикам [2].

В результате анализа полученных данных, установлено, что на территории заказника представлены все основные типы растительности: лесная (79,2% площади ООПТ), луговая (0,4%) и болотная (0,2%), прибрежно-водная и водная (~12%) (таблица).

Таблица – Ландшафтное и биотопическое разнообразие заказника «Свитязянский»
Table – Landscape and biotopic diversity of the Svityazyansky reserve

Компоненты	Степень ¹ значимости	Характеристика
Ландшафты	3	Территория заказника рассматривается в качестве эталона ландшафтов подзоны бореальных ландшафтов Белорусской возвышенной провинции холмисто-моренно-эрозионных и вторично-моренных ландшафтов с широколиственно-еловыми и сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах. На его территории репрезентативно представлены как редкие и уникальные природно-территориальные комплексы, так и типичные ландшафты
Местообитания (биотопы)		
Водные	3	Ядром заказника является оз. Свитязь с объемом воды 6,1 млн. м ³ , площадью 1,76 км ² , что составляет ~15% территории заказника. В озере выявлены места произрастания редких видов растений: лобелия Дортмана – <i>Lobelia dortmanna</i> (3 местопроизрастания), прибрежница одноцветковая – <i>Littorella uniflora</i> (6 местопроизрастаний), полушник озерный – <i>Isoetes lacustris</i> (5 местопроизрастаний), формирующих ассоциации <i>Lobelietum dortmannae</i> (Oswald 1923) E. Tx. ap. Dierss. 1972 и <i>Myriophyllum-Littorelletum</i> Jeschke 1959, <i>Isoëtetum lacustris</i> Szańkowski et Kłosowski 1996, а также каулия гибкая – <i>Caulinia flexilis</i> Willd. (1 местопроизрастание)
Болотные	1	Болотные ландшафты (низинные болота) минимально представлены в заказнике – около 0,2% территории
Луговые	1	Под луговыми ландшафтами находится ~0,4%

¹ 3 балла – максимальная оценка; 1 – минимальная.

Компоненты	Степень ¹ значимости	Характеристика
		территории, они представлены в основном разнотравно-злаковыми лугами на побережье озера. Луга в основном сильно вытоптаны, часто засорены рудеральными видами
Кустарниковые	1	Кустарниковая растительность крайне локальна (<0,01%) и включена в лесную
Лесные	3	Формационно-типологическая структура лесов заказника представлена 33 типами леса, среди которых коренные сообщества представлены 23 типами. Наиболее распространёнными являются: дубравы кисличные (244,4 га), ельники кисличные (183,6 га) и сосняки орляковые (151,3 га). Кисличная и орляковая серия типов леса составляет 90,3% лесопокрытой площади

Средний возраст лесов заказника составляет 73 года, наиболее возрастными являются дубравы (98 лет), сосновые (72 года) и еловые (75 лет) насаждения. В целом, леса характеризуются как среднеполнотные (средняя полнота – 0,64) и высокопродуктивные (средний класс бонитета – 1,2), средний запас древесины на 1 га – 255 м³. Леса I–II классов возраста занимают всего 9,2% площади, на леса V и старше класса возраста приходится более половины лесопокрытой площади (53,4%). В целом уровень лесохозяйственной эксплуатации территории заказника является невысоким.

Выделено 4 категории особо ценных лесных растительных сообществ, общей площадью 367,5 га (30,8% общей площади заказника). К ним относятся: 1) редко встречающиеся растительные сообщества; 2) природные леса-эталоны, наименее изменённые хозяйственной деятельностью человека; 3) естественные и искусственно созданные леса высокой продуктивности и целевого соответствия; 4) лесные фитоценозы на болотах, вокруг озёр, у истоков рек (водоохранные).

В границах заказника естественная растительность всех типов в той или иной мере претерпела изменения под воздействием антропогенных факторов (различные стадии дигрессии [3]), в первую очередь, из-за рекреации [4]. Территория заказника, особенно прилегающая к берегу часть и литораль, подвергаются сильному рекреационному воздействию, максимально возрастающему в летнее время. Площадь заказника, где наблюдается критическое воздействие на природные ландшафты составляет около 55%. Около 40% лесов заказника находятся в критическом состоянии. На этих лесных участках наблюдается преобладание деструктивных процессов, накопление признаков неуклонного разрушения коренной растительности. В целом по экспертной оценке соотношение площадей с различной степенью дигрессии растительного покрова следующее (по состоянию на 2015 г.): V стадия рекреационной дигрессии (деградированные насаждения) – 4,0%; IV стадия (сильнонарушенное состояние) – 35,1%; III стадия (умеренно нарушенное) – 56,9%; II стадия (слабо нарушенное) – 4,0%. Средний класс нарушений (дигрессии) составляет III,4.

Формационно-типологическая структура лесов заказника представлена 33 типами леса, среди которых коренные сообщества представлены 23 типами (представлены, прежде всего антропогенно-производными ассоциациями). Лесные экосистемы дестабилизированы из-за чрезмерных антропогенных нагрузок,

вытаптывание прибрежной зона озера на довольно большой части территории достигло катастрофических пределов [3].

Таким образом, в заказнике Свитязьский выявлен высокий уровень разнообразия лесных и водных биотопов, что соответствует природоохранному статусу заказника республиканского значения. Основная угроза биоразнообразию ООПТ это то, что территория заказника входит в республиканскую рекреационную зону «Свитязь», что приводит к чрезмерной рекреационной нагрузке на экосистемы ООПТ, ведущей в дальнейшем к изменению гидрохимического состава воды, загрязнению и эвтрофикации водоёма, уничтожению лесной подстилки, подроста и подлеска, уплотнение и эрозии почвы и т.д.

Библиографические ссылки

1. Заповедные территории Беларуси / [сост. П.И. Лобанок]. Минск, 2008. 416 с.
2. Ипатов В. С., Мирин Д. М. Описание фитоценоза: Методические рекомендации. Учебно-методическое пособие. СПб, 2008. 71 с.
3. Юшкевич М. В., Толкач И. В. Рекреационное использование лесов побережья озера Свитязь // Труды БГТУ. 2014. С. 113–116.
4. Stenko, S. Calculation of the permissible recreational load on the territory of the landscape reserve of republican significance «Svityaz» // International Independent scientific journal. Earth sciences. 2019. Vol. 1, № 2. P. 7– 10.

БОТАНИЧЕСКИЙ САД БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА БГУ: ИСТОРИЯ, КОЛЛЕКЦИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ И ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ

С. Г. Капура¹, А. В. Грудько², О. А. Шевелева³.

¹Белорусский Государственный Университет, Минск, Беларусь

²Белорусский Государственный Университет, Минск, Беларусь, E-mail: grudkoangelina@mail.ru

³Белорусский Государственный Университет, Минск, Беларусь, E-mail: sheveleva_1@list.ru

На основании анализа источников литературы, в данной работе представлена история Ботанического сада Белорусского Государственного Университета; изучена коллекция лекарственных и пряно-ароматических растений, установлено, что доминирующим семейством является семейство *Lamiaceae*, включающее 19 родов и 30 видов растений, создана электронная база данных выявленных видов растений лекарственной и пряно-ароматической группы Ботанического сада БГУ.

Ключевые слова: Ботанический сад БГУ; лекарственные растения; пряно-ароматические растения; *Lamiaceae*

BOTANICAL GARDEN BELARUSIAN STATE UNIVERSITY FACULTY OF BIOLOGY: HISTORY, COLLECTION OF MEDICINAL AND SPICY-AROMATIC PLANTS

S. G. Kapura¹, A.V. Grudko², A.A. Shevialiova³

¹Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

²Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus, E-mail: grudkoangelina@mail.ru

³Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus, E-mail: sheveleva_1@list.ru

Based on the analysis of literature sources, this paper presents history of the Botanical garden of the Belarusian State University; considers the species composition of medicinal and spicy-aromatic plants, identifies that dominant family of the garden is Lamiaceae family including 19 genuses and 30 species, an electronic database of the identified plant species of the medicinal and spice-aromatic group of the Botanical garden of the BSU was created.

Keywords: the Botanical garden of the BSU; medicinal plants; spicy-aromatic plants; *Lamiaceae*

В 1930-е годы Белорусский государственный университет претерпел реорганизацию: на базе уже существующих факультетов были созданы новые институты и открыты новые кафедры. В это же время под руководством профессора С.П. Мельникова, который впоследствии являлся одним из основателей Центрального ботанического сада НАН Беларуси (1932 год), а в 1933 году – его директором, был заложен Ботанический сад БГУ при кафедре ботаники [1].

В 1933 году заведующим и научным руководителем Ботанического сада стала доцент кафедры ботаники Н. О. Цеттерман. Она руководила работой сада в течение 20 лет. В то время в коллекции произрастало 37 видов древесных и 19 видов кустарниковых растений, многие из которых были редкими видами, представляющими большой научный и практический интерес, многочисленные травянистые растения [2].

Со времени образования и до 1956 года Ботанический сад, площадью 2 га, располагался на территории Университетского городка в районе Привокзальной площади. В тяжелый послевоенный 1945 год развитием Ботанического сада

занимался Л. Н. Никонов, возглавивший кафедру систематики растений БГУ. Под его руководством сад выпустил первый делектус и начал обмен семенами с ботаническими садами всего мира. Университетский городок отстраивался, и было решено создать в его дворике ботанический сад и представить в нем растительность материка Евразия. Эту идею удалось осуществить, и в настоящее время можно видеть все ярусы евроазиатской флоры. [1].

В 1956 году Ботанический сад вынуждены были перенести на новое место – в окрестности Минска, где была построена биолого-географическая станция «Красное Урочище». Расширение города обусловило очередной перенос Ботанического сада: с 1965 года и по сей день он находится на территории учебно-опытного хозяйства университета «Щемяслица». Из всех возможных вариантов был выбран именно этот, возможно, потому, что ещё в 1928 году на базе опорного пункта ВИР «Щемяслица» по инициативе академика Н. И. Вавилова был заложен дендрарий сада [2].

В конце 1967 года Ботанический сад был выделен в качестве учебно-вспомогательного подразделения биологического факультета со штатом 7 сотрудников и продолжал находиться в подчинении кафедре ботаники. Директором ботанического сада был назначен выпускник биологического факультета И. С. Гирилович. С 1981 года директором являлась С. И. Тасминская, а с 1983 по 1996 года – И. А. Соколова [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. С 1996 года и по сей день ботаническим садом биологического факультета БГУ заведует С. Г. Капура.

С 2001 года и до настоящего времени ботаническому саду биологического факультета БГУ принадлежит участок с травянистыми растениями площадью 1 га, памятник природы республиканского значения «Дубрава у д. Щемяслица» (24 га), дендрарий (4,5 га), учебная оранжерея.

В настоящее время Ботанический сад БГУ – учебное ботаническое подразделение, располагающее научными коллекциями растений. Коллекция травянистых растений открытого грунта насчитывает около 900 видов и сортов декоративных, лекарственных, пищевых, пряно-ароматических, технических, кормовых, редких и исчезающих растений и регулярно выпускает Делектус Ботанического сада [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**, 2]. Нами была разработана современная карта-схема участка открытого грунта Ботанического сада биологического факультета (рисунок 1).

Особое значение среди растительного мира сада принадлежит коллекции лекарственных растений, которая и представляет наглядное пособие для более точной ориентации в определении видов заготавливаемых растений [3]. Ежегодно видовой состав лекарственных и пряно-ароматических растений сада пополняется. На 2020 год их количество составило 174 вида, внутривидовых таксонов (34 семейства, 109 родов). Наиболее широко представлены семейства *Asteraceae* (15 родов, 24 вида), *Lamiaceae* (19 родов, 30 видов). *Amaryllidaceae* (1 род, 21 вид), в отличие от других доминирующих семейств, представлены только одним родом *Allium*. Нами была разработана схема участка лекарственных и пряно-ароматических растений открытого грунта Ботанического сада биологического факультета БГУ, расположенных на 19 грядках.

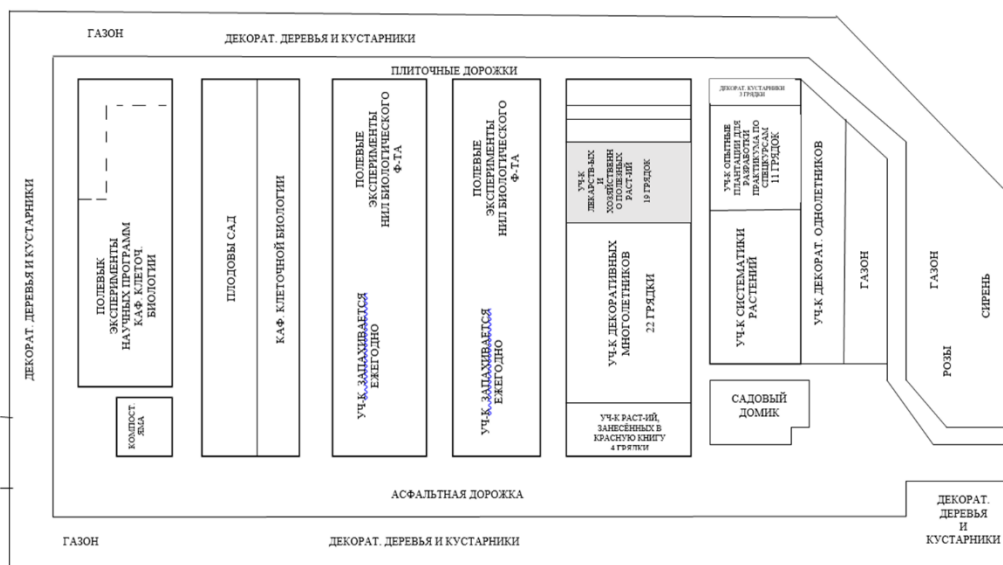


Рисунок 1 – Карта-схема участка открытого грунта Ботанического сада биологического факультета БГУ
 Figure 1 – Schematic map of the open ground area of the Botanical garden of the Faculty of Biology of BSU

1	<i>Althea, Comarilla, Fragaria, Helianthus, Hieracium, Rhus, Ribes, Stola</i>
2 (a)	<i>Althea, Inula, Sida, Siphium, Symphytum</i>
3 (a)	<i>Alchemilla, Comarilla, Fragaria, Lactuca, Mentha, Veronica</i>
4 (a)	<i>Arenaria, Myrtis, Sanguisorba, valeriana, Claeorophyllum, Сухоцвет</i>
5 (a)	<i>Liatris, Pyrethrum, Salvia, Stachys, Yacintium, Hemerocallis, Rumex</i>
6 (a)	<i>Bergenia, Echinacea, Lithospermum, Nepeta, Origani, Aegastache, Anagallis, Dipsacus, Valeriana, Сухоцвет</i>
7 (a)	<i>Eriophyllum, Scutellaria, Valeriana, Arisa, Anagallis, Lavandula, Salvia</i>
8 (a)	<i>Alchemilla, Foeniculum, Lactuca, Origani, Rodolia, Sturiga, Lavandula, Leonurus, Salvia, Сухоцвет</i>
9 (a)	<i>Anthemis, Inula, Psycodan, Salvia, Thymus, Terbenia, Chelidonium, Pyrethrum, Scutellaria, Сухоцвет</i>
10 (a)	<i>Asclepias, Cynanchum, Fragaria, Hemerocallis, Vinetosticum, Ecballium, Сухоцвет</i>
11 (a)	<i>Lophanthus, Allium</i>
12 (a)	<i>Aconitum, Allium, Leonurus, Hueschilus, Сухоцвет</i>
13 (a)	<i>Clematis, Potentilla, Echinacea, Hypericum, Mentha, Secale, Triticale, Triticum</i>
14 (a)	<i>Iris, Medicago, Menispermum, Monarda, Salvia, Adiantum, Inula, Onobrychis</i>
15 (a)	<i>Aconitum, Campanula, Helleborus, Iris, Phytolacca, Pyrethrum, Fragaria, Huscyanus, Maclea, Melissa, Humulus, Сухоцвет</i>
16 (a)	<i>Echinacea, Fragaria, Glanatum, Iris, Lard, Conium, Symphoricarpos, Lactuca, Mentha, Nepeta, Polygonum, Fenofonium, Salvia, Сухоцвет</i>
17 (a)	<i>Echinacea, Iris, Poterium, Solidago, Veronica, Dipsacus, Pedophyllum, Selidago, Сухоцвет</i>
18 (a)	<i>Cichorium, Echinacea, Medicago, Polemonium, Ruta, Scutellaria, Lophanthus, Origani, Polemonium, Сухоцвет</i>
19 (a)	<i>Calceolus, Cystis, Heschera, Ranonisa, Sedum, Erisca, Ligularia, Paeonia, Ranunculus, Scopolia, Sedum, Tridacantha, Yacintium</i>

Рисунок 2 – Схема участка лекарственных и пряно-ароматических растений открытого грунта Ботанического сада биологического факультета БГУ
 Figure 2 – Scheme of the area of medicinal and aromatic plants in open ground of the Botanical garden of the Faculty of Biology of the BSU

Семейство Lamiaceae занимает наибольший удельный вес в структуре всех лекарственных и пряно-ароматических растений сада и является наиболее разнообразным семейством. Наиболее широко представлен род *Lavandula* (5 растений, а именно *Lavandula angustifolia*, *L. angustifolia* "albu", *L. angustifolia* "Hidcote", *L. angustifolia* "Munstead", *L. vera*) и *Salvia* (3 растения, а именно *Salvia japonica*, *S. officinalis*, *S. sclarea*), не так многочисленны растения родов *Leonurus*,

Lophanthus, Mentha, Nepeta, Scutellaria. И только по одному виду растений родов *Agastache, Hyssopus, Melissa, Monarela, Onobrychis, Origanum, Paeonia, Ribes, Ruta, Satureja, Stachys, Thymus*.

Для более удобной ориентации по видовому составу лекарственных и пряно-ароматических растений участка открытого грунта Ботанического сада БГУ нами была создана электронная база данных (Access) по их количественному составу в 2020-2021 учебном году (также данные продублированы в формате Excel). База данных содержит информацию не только о видовой принадлежности растений различных семейств, классов, но и расположение видов по 19 грядкам.

Таким образом, Ботанический сад БГУ создан для сохранения видового разнообразия растений, воспроизводства их генетических ресурсов, является мощной базой для преподавания фундаментальных и специальных ботанических дисциплин. Материалы сада используются для формирования практических навыков по выращиванию и введению в культуру дикорастущих и культивируемых растений у студентов-биологов, будущих преподавателей, а виды, выращенные на участке, используются в качестве гербарного и фиксированного материала для проведения лабораторных занятий, создания коллекции плодов и семян, которые, в том числе, используются в научной работе студентами кафедры ботаники, при подготовке курсовых и дипломных работ.

Библиографические ссылки

1. Поликсенова В. Д., Капура С. Г., Сапожкова Е. А. Оранжерея ботанического сада БГУ. Минск: БГУ, 2014. 40 с.

2. Поликсенова В.Д., Капура С.Г., Соколова И.А., Черник В.В. Коллекции растений ботанического сада БГУ и их роль в фундаментальном и специальном биологическом образовании // Современные направления деятельности ботанических садов и держателей коллекций по сохранению биоразнообразия растительного мира. Материалы Межд. науч. конф., посвященной 100-летию со дня рождения академика Н.В.Смольского, Минск, 27–29 сент. 2005 г. Минск: ООО «Эдит ВВ», 2005. С. 54–58.

3. Порхунцова О.А., Ульянов А.А. Лекарственные растения Ботанического сада УО БГСХА // Ботанические сады и дендрологические парки в высших учебных заведениях: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 179-летию со дня образования ботанического сада УО БГСХА. Горки, 2017. С. 74–77.

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА УКОРЕНЕНИЕ, РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ *DIOSCOREA ALATA* L.

Е. Н. Карасева

Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси Минск, Беларусь,
ledymc_net@mail.ru

Изучено влияние биологически активных соединений на укоренение, рост и развитие черенков растений *Dioscorea alata* L. Установлено, что салициловая и янтарная кислоты показали максимальную эффективность и принципиальную возможность их применения для ускорения процессов укоренения черенков и стимуляции роста саженцев диоскореи на ионообменном субстрате Триона®.

Ключевые слова: биологически активные соединения; ионообменный субстрат; рост; *Dioscorea alata*

INFLUENCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS ON ROOTING, GROWTH AND DEVELOPMENT OF PLANTS *DIOSCOREA ALATA* L.

E. N. Karaseva

The State Scientific Institution «V.F.Kuprevich Institut of Experimental Botany of the National Academy of Science of Belarus», Minsk, Belarus, ledymc_net@mail.ru

The effect of biologically active compounds on the rooting, growth and development of cuttings of *Dioscorea alata* L. was studied. It was found that salicylic and succinic acids showed the maximum efficiency and the fundamental possibility of their use to accelerate the rooting of cuttings and stimulate the growth of *Dioscorea* seedlings on the Trion® ion-exchange substrate.

Key words: biologically active compounds; ion exchange substrate; growth; *Dioscorea alata*

Для нормального роста и развития растений необходимо оптимальное сочетание питательных элементов, теплового и светового режимов, влажности почвы и воздуха. В растениеводстве защищенного грунта существует проблема перенесения культуры *in vitro* или гидропонной культуры в корнеобитаемую среду *in vivo*. Растения при изменении среды жизнеобеспечения претерпевают сложный процесс, называемый адаптацией [1].

Адаптация растений к условиям выращивания, т.е. свойство приспособляться, представляет собой интегральный процесс, зависящий от ряда факторов. Процессы адаптации растений в процессе их вегетативного размножения широко обсуждаются в современной литературе. Первоначальный этап укоренения характеризуется скоростью заживления тканей и образования каллуса, что создает условия для формирования корней [2].

Имеются многочисленные данные о действии стимуляторов укоренения и БАВ на каллусообразование и ризогенез зеленых черенков. В различные сроки развития растений влияние фитогормонов и БАВ отличаются специфичностью и имеют видовые и сортовые особенности [3].

В этой связи цель исследований – изучение влияния биологически активных соединений на укоренение, рост и развитие черенков *Dioscorea alata* L. в условиях оптимизированного минерального питания и освещенности.

Объектами исследования служили растения диоскореи крылатой (*Dioscorea alata* L.), что было обусловлено их ценными хозяйственными, фармакологическими свойствами и декоративным экзотическим внешним видом. *Dioscorea alata* L. – многолетняя травянистая лиана имеющая крупные клубни, богатые биологически активными веществами. Диоскорея крылатая культивируется в Юго-Восточной Азии. Стебли четырехугольные, с 4 продольно крылатыми, волнистыми, зелеными или красноватыми выростами. Листья, как правило, супротивные, иногда чередуются на быстрорастущих ветвях, кожистые, широкояйцевидные. Соцветия пазушные, цветки однополые. Благодаря фиолетовой окраске листьев может быть ценным естественным источником пищевого красителя. [4].

Перед посадкой в контейнеры зеленые черенки, помещенные базальной частью в раствор стимулятора на 1/3 часть своей длины, выдерживали в течение 20 ч. Эксперименты проводили по 5 вариантам:

1) Контроль – без обработки.

Для стимулирования ризогенеза и улучшения адаптации зеленых черенков к стрессовым факторам применяли следующие соединения:

2) Индолилмасляная кислота (ИМК) – стимулятор роста из группы ауксинов [5], обработку проводили рабочим раствором с концентрацией ИМК 2×10^{-4} М в течение 20 ч.

3) Эпибрасинолид (ЭБ) – обладает защитным и стимулирующим действием. Активизируя другие фитогормоны, усиливает их физиологическое действие, и тем самым повышает стойкость культуры к всевозможным стрессам, вызываемым низкими температурами, солями, затоплением, засухой, ядохимикатами. Обработку зеленых черенков проводили путем помещения базальной части черенков в раствор с концентрацией 10^{-7} М [5].

4) Салициловая кислота (СК) – фенольное соединение со свойствами фитогормона, индуктор системной устойчивости, показавший высокую эффективность и как стимулятор корнеобразования у зеленых черенков.

5) Янтарная кислота (ЯК) – природный регулятор, обладающий свойствами физиологически активного соединения в малых концентрациях действующего вещества.

Обработку зеленых черенков СК и ЯК проводили путем помещения базальной части черенков в раствор с концентрацией 10^{-7} М [5].

После обработки стимуляторами черенки высаживали в ионообменный субстрат - Триона®. Объем субстрата в пластиковом контейнере составляет 1,6 л, высота – 5 см. Густота посадки черенков – по 5 шт. в контейнер. В качестве источника света использовали натриевые лампы ДНАТ-400, температуру поддерживали на уровне 20 ± 2 °С. Наблюдения за ростом, развитием черенков до формирования из них саженцев проводили в течение 50 суток.

Результаты проведенных исследований показали, что наиболее активный ризогенез наблюдался в варианте с СК и ЯК. В экспериментах на 8 и 9 сутки происходило образование каллуса, а первичные корешки сформировались соответственно на 10 и 13 сутки. Подобно действию СК и ЯК, но с задержкой в сроках на 5 – 6 суток, проходили процессы каллусообразования и ризогенеза в вариантах с другими стимуляторами (ИМК, ЭБ).

На 50 сутки наибольшее число укорененных черенков и сформировавшихся саженцев наблюдалось в варианте с СК и ЯК. Процент укоренения составил 80,1 % при обработке СК и 62,5 % при ЯК. Наименьшее число укорененных черенков

отмечено в варианте с ИМК – 43,2 %. Наибольшим стимулирующим действием на рост и развитие побегов (образование междоузлий, формирование листовой поверхности, высота стебля) обладали СК и ЯК.

Максимальный эффект укоренения при обработке биологически активными веществ (200% в сравнении с контролем) отмечен в варианте с СК.

Таким образом, в условиях оптимизированного минерального питания и освещенности для формирования из черенков взрослых растений *Dioscorea alata* L. наиболее эффективна их обработка растворами салициловой и янтарной кислотами концентрации 5×10^{-5} М.

Библиографические ссылки

1. Чиркова Т. В. Физиологические основы устойчивости растений. СПб. : Изд-во С.-Петербург. гос. ун-та. 2002. 244 с.

2. Янчевская Т. Г., Бобров В. А. Оптимизация содержания катионов и анионов в среде корнеобитания для максимального коэффициента размножения картофеля *in vivo* // Ботаника: исследования. 2008. Т. 35. С. 495–506.

3. Куркин В. А. Современные аспекты химической классификации биологически активных соединений лекарственных растений // Фармация. 2002. № 2. С. 8–16.

4. Сорокина А. А., Бу Вэй. Изучение состава биологически активных веществ *Dioscorea alata* L. супротивной // Состояние и перспективы оптимизации и эффективности в фармакогнозии, технологии, клинике : сб. материалов науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 30-летию каф. фармакогнозии и фармацевт. технологии Яросл. гос. мед. акад. / Яросл. гос. мед. акад. Ярославль, 2014. С. 61–63.

5. Громова Н. Ю., Косивцов Ю. Ю., Сульман Э. М. Технология синтеза и биосинтеза биологически активных веществ: Учебное пособие. Тверь: ТГТУ, 2006. 84 с.

ВЛИЯНИЕ ЭЛИСИТОРОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ НА НАКОПЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАСТЕНИЯМИ *CALLISIA FRAGRANS* L.

Е. Б. Кардаш, Г. Г. Филиптова

Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь, *filiptsova@bsu.by*

Установлено, что элиситоры AtPep, Pep13 и салициловая кислота оказывает различное воздействие на накопление фенольных соединений и антиоксидантную активность каллизии душистой. Обработка растений пептидным элиситором AtPep в концентрации 10^{-6} М приводит к увеличению синтеза фенольных соединений в листьях *Callisia fragrans* L. Экзогенный элиситор Pep13 и салициловая кислота не оказывают ярко выраженного стимулирующего воздействия на исследованные показатели.

Ключевые слова: *Callisia fragrans* L.; элиситоры; фенольные соединения; антиоксидантная активность.

INFLUENCE OF DIFFERENT NATURE ELISITORS ON THE PHENOLIC COMPOUNDS ACCUMULATION BY PLANTS OF *CALLISIA FRAGRANS* L.

E. B. Kardash, H. G. Filiptsova

Belarus State University, Minsk, Belarus, *filiptsova@bsu.by*

The elicitors AtPep, Pep13 and salicylic acid have different effects on the accumulation of phenolic compounds and the antioxidant activity of Callisia fragrans. The treatment of plants with the peptide elicitor AtPep at a concentration of 10^{-6} M leads to an increase in the synthesis of phenolic compounds in the leaves of Callisia fragrans L. The exogenous elicitor Pep13 and salicylic acid do not have a pronounced stimulating effect on the studied parameters.

Keywords: *Callisia fragrans* L.; elicitors; phenolic compounds; antioxidant activity.

Каллизия душистая (*Callisia fragrans* L.) или золотой ус является источником различных классов органических соединений, обладающих высокой биологической активностью, среди которых можно выделить фенолоксиолы, флавоноиды, кумарины и антрахиноны. Богатство биохимического состава каллизии позволяет использовать данное растение в качестве сырья для получения фармакологических препаратов. Растительное сырье из каллизии обладает рядом фармакологических свойств: противовоспалительным, антибактериальным, ранозаживляющим, иммуностимулирующим, противоопухолевым, регенерирующим, противокашлевым и др. [1]. Несмотря на то, что в официальной медицине применение каллизии не получило широкого распространения, она очень активно используется в народной медицине. Отвар золотого уса используется при инфекциях, мочекаменной болезни, желудочно-кишечных заболеваниях, а также нарушениях в работе иммунной системы. Он оказывает общеукрепляющее, иммуностимулирующее и тонизирующее действие [2].

Как известно, вторичные метаболиты являются важным звеном в формировании механизмов устойчивости растений к действию стрессовых факторов. В частности, уровень отдельных групп вторичных метаболитов существенно повышается при действии неблагоприятных факторов среды, а также атаке фитопатогенов и насекомых-вредителей, что способствует формированию фитоиммунитета. Индукция синтеза и увеличение накопления вторичных

метаболитов растениями может быть индуцировано в интактном растении или в условиях *in vitro* посредством обработки растительного материала веществами, обладающими элиситорными свойствами [3]. Например, в работе [4] показано значительное увеличение накопления олеаноловой кислоты в клеточных суспензионных культурах *Calendula officinalis* L. при обработке жасмоновой кислотой, хитозаном, дрожжевым экстрактом, пектином, гомогенатом гриба *Trichoderma viride*. Отмечается также стимулирующее действие метилжасмоната и салициловой кислоты на синтез вторичных метаболитов фенольной природы в суспензионной культуре эхинацеи пурпурной [5]. Элиситорными свойствами обладает также ряд соединений бактериальной природы. В работе [6] показано стимулирующее влияние элисаторов *Fusarium culmorum* на образование фенольных соединений в клетках суспензионной культуры *Althaea officinalis*. Очевидно, что применение элисаторов различной природы может быть использовано в биотехнологии с целью стимуляции вторичного метаболизма растений.

Целью данной работы было исследование действия трех видов элисаторов – салициловой кислоты, эндогенного пептидного элисатора AtPep и грибного пептида Pep13 на накопление вторичных метаболитов фенольной природы интактными растениями *Callisia fragrans* L. Данные элисаторы, различаются по происхождению и по механизмам сигналинга. Салициловая кислота – эндогенный элиситор, играющий решающую роль в росте и развитии растений, а также в процессах индукции системной приобретенной устойчивости [7]. AtPep – эндогенный пептидный элиситор *Arabidopsis thaliana*, проявляющий различные виды биологической активности, в том числе, влияющий на синтез вторичных метаболитов в растениях в ответ на стрессовые воздействия [8]. Pep 13 – небольшой физиологически активный пептид гликопротеина GP42 клеточной стенки *Phytophthora sojae* [9].

Обработку растений каллизии производили посредством опрыскивания надземной части водными растворами элисаторов в концентрациях: салициловая кислота – 10^{-4} М, AtPep и Pep13 – 10^{-6} М. Сбор растительного материала осуществляли через две недели после обработки. Получали спиртовые экстракты из листьев и побегов каллизии путем кипячения растительного сырья в 70 % этиловом спирте в течение 2 часов. Определяли суммарное содержание растворимых фенольных соединений, уровень флавоноидов, гидроксикоричных кислот, а также антиоксидантную активность полученных экстрактов.

На первом этапе работы было проведено исследование количественного содержания суммы растворимых фенольных соединений в различных экстрактах каллизии. Установлено, что обработка растений элисаторами по-разному влияет на уровень фенольных соединений в растениях каллизии. Наиболее существенный рост суммарного количества фенольных соединений наблюдается при обработке каллизии пептидным элиситором AtPep. Согласно полученным результатам, после обработки данным элиситором содержание фенольных соединений в листьях увеличилось на 88 % по сравнению с контролем, тогда как в побегах значительного изменения уровня фенольных соединений не происходило. Обработка растений каллизии бактериальным пептидом Pep13 также не приводила к достоверно значимому изменению исследованного параметра как в листьях, так и в побегах. Обработка каллизии салициловой кислотой не оказала стимулирующего эффекта на накопление фенольных соединений в листьях, а в побегах данный показатель снизился на 32 % по сравнению с необработанными растениями. Исходя из

представленных данных, можно сделать заключение, что суммарное содержание фенольных соединений значительно изменилось только в экстракте листьев, обработанных элиситором пептидной природы AtPep, что подтверждает литературные данные о том, что поздним ответом Pep-опосредованной сигнализации является индукция синтеза вторичных метаболитов [10]. Бактериальный пептид Pep13 и салициловая кислота не оказали достоверно значимого стимулирующего воздействия на синтез растворимых соединений фенольной природы. Более того, под действием экзогенной салициловой кислоты выявлено снижение уровня этих веществ в побегах. Так как салициловая кислота участвует в процессах индукции системной приобретенной устойчивости [7], можно предположить, что под действием салициловой кислоты происходит активация процессов лигнификации клеточных стенок, что и вызывает отмеченное нами снижение уровня растворимых фенольных соединений.

Анализ уровня флавоноидов в полученных экстрактах показал, что наибольшее количество флавоноидов содержится в побегах, при этом положительное воздействие на синтез флавоноидов не было выявлено ни в одном из вариантов обработки элиситорами. Изменения по отношению к контролю во всех вариантах были статистически незначимыми.

Изучение количественного содержания гидроксикоричных кислот в экстрактах каллизии показало, что их уровень в листьях и стеблях каллизии составляет примерно 0,1 – 0,15 мг/г сухого веса. Обработка растений всеми исследованными элиситорами не оказала существенного влияния на уровень этих соединений в побегах. При этом в листьях наблюдался стимулирующий эффект всех используемых элиситоров. Наибольшее возрастание содержания гидроксикоричных кислот (на 40 % по отношению к контрольному образцу) наблюдалось при обработке листьев пептидом AtPep. Обработка каллизии пептидом Pep13 и салициловой кислотой оказала менее значимый эффект – содержание этих соединений увеличилось на 15 % по сравнению с контролем.

Известно, что фенольные соединения, в частности, флавоноиды и гидроксикоричные кислоты обладают антиоксидантным действием, что во многом и определяет их биологическую активность, поэтому на следующем этапе нами была исследована антиоксидантная активность экстрактов каллизии душистой. Несмотря на выявленное нами ранее более низкое содержание фенольных соединений в побегах, спиртовые экстракты из побегов характеризовались более высокой антиоксидантной активностью по сравнению с листьями. Однако под действием элиситоров этот показатель в побегах существенно не изменялся по сравнению с необработанными растениями. Исключение составлял вариант с обработкой салициловой кислотой, в котором наблюдалось снижение антиоксидантной активности экстрактов из побегов на 23 % по сравнению с контролем. Полученные данные по антиоксидантной активности этих экстрактов подтверждают сделанное ранее предположение об активации под действием данного элиситора синтеза полимерных фенольных соединений, например, лигнина из более простых компонентов.

Антиоксидантная активность экстрактов, полученных из листьев каллизии, обработанных пептидами Pep13 и салициловой кислотой не претерпевала существенных изменений по сравнению с контролем. Тогда как обработка растений каллизии пептидом AtPep приводила к значительному увеличению исследуемого параметра – на 48 % по сравнению с контролем. Полученные результаты согласуются с ранее представленными данными по суммарному

количеству фенольных соединений, флавоноидов и гидроксикоричных кислот в соответствующих органах. Как и следовало ожидать по результатам предыдущих экспериментов, наибольшее значение показателя антиоксидантной активности выявлено для экстракта из листьев, полученного после обработки AtPep.

Таким образом, на основании полученных результатов можно заключить, что важными компонентом каллизии душистой являются фенольные соединения, именно они в значительной степени определяют антиоксидантную активность спиртовых экстрактов из этого растения и, вероятно, их фармакологическое действие. Проведенные нами исследования показали, что экзогенная обработка надземной части каллизии пептидным элиситором AtPep в концентрации 10^{-6} М позволяет значительно усилить синтез фенольных соединений в листьях *Callisia fragrans* L, следовательно, данный элиситор может быть использован в биотехнологической практике как индуктор синтеза биологически важных вторичных метаболитов, тогда как грибной элиситор Pep13 и салициловая кислота не оказывают ярко выраженного стимулирующего воздействия на эти показатели.

Библиографические ссылки

1. Николаев Л. Лечение Золотым усом. М.: Феникс, 2015. 128 с.
2. Лекарственные растения. Энциклопедия природы России. Справочное издание / гл. ред. Н.Г. Замятина. М.: Издательство «АБФ», 2007. 496 с.
3. Narayani M., Srivastava S. Elicitation: a stimulation of stress in in vitro plant cell/tissue cultures for enhancement of secondary metabolite production // *Phytochem Rev.* 2017. Vol. 16, № 6. P. 1227–1252.
4. Wiktorowska E., Długosz M., Janiszowska W. Significant enhancement of oleanolic acid accumulation by biotic elicitors in cell suspension cultures of *Calendula officinalis* L. // *Enzyme and Microbial Technology.* 2010. Vol. 46, № 1. P. 14–20.
5. Дитченко Т. И., Юрин В. М. Действие метилжасмоната и салициловой кислоты на синтез вторичных метаболитов фенольной природы в суспензионной культуре эхинацеи пурпурной // *Труды Белорусского государственного университета. Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем.* 2015. Т. 10, ч. 1. С. 59–61.
6. Остапчик В.С. Влияние элиситоров *Fusarium culmorum* на образование фенольных соединений в клетках суспензионной культуры *Althaea officinalis* // Тезисы докладов II Международной научно-практической конференции. Белорусский государственный университет, Институт леса НАН Беларуси (28–31 мая 2018г., г. Минск). Минск, 2018. С. 91–92.
7. Ryals J.A., Neuenschwander U.H., Willits M.G., Molina A., Steiner H.Y., Hunt M.D. Systemic Acquired Resistance // *Plant Cell.* 1996. Vol. 8, № 10. P. 1809–1819.
8. Филипцова Г.Г. Роль эндогенных пептидных элиситоров в устойчивости растений к биотическим стрессам // *Журнал БГУ. Биология.* 2019. № 2. С.3-12.
9. Halim V.A. The oligopeptide elicitor Pep-13 induces salicylic acid-dependent and-independent defense reactions in potato // *Physiological and Molecular Plant Pathology.* 2004. Vol. 64. P. 311–318.
10. Plant elicitor peptides are conserved signals regulating direct and indirect antiherbivore defense. / Huffaker A. [et al.] // *PNAS USA.* 2013. Vol. 110. P. 5707–5712.

МХИ РОДА *SPHAGNUM* (*S. ANGUSTIFOLIUM*, *S. MAGELLANICUM*): ВЭЖХ-АНАЛИЗ И ФАРМАКОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ИХ КОМПОНЕНТОВ

В. В. Карпук¹, Е. А. Андрейченко², Е. Г. Попов³, В. В. Титок⁴

¹Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь, VKarpuk@tut.by

²Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь, lizaa32@yandex.by

³Центральный ботанический сад НАН Беларуси
Минск, Беларусь, e.popoff@cbg.org.by

⁴Центральный ботанический сад НАН Беларуси
Минск, Беларусь, V.Titok@cbg.org.by

Методом ВЭЖХ проведен экспресс-анализ компонентного состава водно-этанольных экстрактов мхов рода *Sphagnum* – *S. angustifolium* (С.Е.О. Jensen ex Russow) С.Е.О. Jensen и *S. magellanicum* Brid., собранных на территории Республики Беларусь в Березинском биосферном заповеднике. В работе выявлено более пятидесяти субстанций, ~ 80 % из которых идентифицировано и оценено на предмет их биоактивности в отношении теплокровных. Сделан вывод о существенном фармакологическом потенциале сфагновых мхов и возможности использования их как продуцентов веществ (в том числе в культуре *in vitro*), востребованных в медицинской промышленности для разработки рецептур новых лекарственных препаратов.

Ключевые слова: *Sphagnum angustifolium*; *S. magellanicum*; ВЭЖХ; фармактивность

MOSSES OF GENUS *SPHAGNUM* (*S. ANGUSTIFOLIUM*, *S. MAGELLANICUM*): HPLC-ANALYSIS AND PHARMACOLOGICAL ACTIVITY OF THEIR COMPONENTS

V.V. Karpuk¹, L.A. Andreichanka², E.H. Popoff³, V.V. Titok⁴

^{1,2} Belarusian State University, Minsk, Belarus. Corresponding author: V.V. Karpuk (VKarpuk@tut.by)

^{3,4} Central Botanical Garden, Natl. Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

The HPLC component analysis of *Sphagnum* mosses – *S. angustifolium* (С.Е.О. Jensen ex Russow) of С.Е.О. Jensen and *S. magellanicum* Brid. was made. Objects were collected in the territory of Berezinsky Biosphere Reserve. As result in them more than fifty substances were revealed, identified and estimated regarding their bioactivity. The conclusion is drawn on essential pharmacological potential the mosses and a possibility of their use as producers of valuable substances (including *in vitro* culture) demanded in the industry for development of new medicines.

Key words: *Sphagnum angustifolium*; *S. magellanicum*; HPLC; pharmacoactivity

Род *Sphagnum* является своеобразным родом семейства Сфагновые (*Sphagnaceae* Dumort., 1829), в виду того, что ему "удалось освоить" все части света, однако наиболее широко он распространён в умеренной зоне Северного полушария и представлен у нас в Беларуси 34 видами. Хотя его и относят к высшим растениям, но корней у него нет. Использование сфагновых мхов в народной медицине общеизвестно и насчитывает не одно тысячелетие, однако подробное изучение компонентного биохимического состава стало возможным лишь сравнительно недавно с внедрением высокоточных методов тонкослойной, газовой и жидкостной хроматографии особенно с масс-спектроскопической регистрацией разделяемых веществ [1-3]. Многие из этих биологически активных веществ (БАВ) весьма

интересны с фармакологической и терапевтической точек зрения [4,5]. Следовательно, весьма актуально изучение местных для нашей республики видов сфагновых мхов на предмет их биохимического состава, что позволит провести оценку пригодности лекарственного растительного сырья (ЛРС) их аборигенных представителей для фармако-индустрии, чтоб в будущем избежать зависимости от импортирования производимых из *Sphagnum* препаратов. В этой связи нами была поставлена **цель исследования** – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) провести качественный анализ состава этанольно-водных экстрактов из биомассы сфагновых мхов и кратко оценить (по имеющимся в литературе данным) их фармакологические активности. В качестве **объектов исследования** выбраны мхи *Sphagnum angustifolium* (С.Е.О. Jensen ex Russow) С.Е.О. Jensen и *S. magellanicum* Brid., выросшие и собранные на территории Республики Беларусь в Березинском биосферном заповеднике.

Приготовление проб для анализа осуществляли согласно общепринятому подходу. Собрannую в 2019 г. и высушенную биомассу мха взвешивали в повторностях по 0,5 г, измельчали, перемалывали (6 мин при 25000 об/мин на лабораторной мельнице ИКА Tube Mill [ИКА Werke, ФРГ]), помещали в стеклянные пробирки со шлифом и из неё делали извлечение 30 мл экстрагента (этанол [70%], H₂O [30%]); экстракцию вели в герметичных условиях при 18°C в течение 48 ч с периодическим встряхиванием. Одноименные пробы хранили в темноте герметично при 0...4°C до ВЭЖХ-анализа.

Анализ компонентного состава экстрактов проводили методом обращённо-фазовой ВЭЖХ на хроматографе Agilent-1260 (Agilent, США). Отбор проб осуществлялся автосэмплером. Предварительно экстракты центрифугировали (20000 g, 10 мин, 4°C) и пропускали через 0,2 мкм фильтры PTFE (Agilent, ФРГ), затем вносили в вials и герметично закрывали крышками. Анализ компонентов экстрактов с использованием идентификационных калибровочных внутренних стандартов (ВС) проводили на колонке Zorbax Eclipse Plus C18 (Agilent, США) в градиентном режиме по стандартной методике обращённо-фазовой хроматографии в оптимизации, кратко: инъекционный объем проб = 10 мкл, температура колонки 25°C, скорость 0,5 мл/мин, элюенты с добавлением муравьиной кислоты (5 мл/л) – вода : ацетонитрил от 90 : 10 в начале цикла (0') → до 5 : 95 к окончанию цикла (30') [6]. Регистрация компонентов велась при λ 272 нм (против λ 560 нм), диодно-матричным детектором DAD G4212B (Agilent, США) в milli Absorbance Units [mAU]. Обработка данных проводилась по программе Agilent OpenLAB CDS ChemStation.

Методом обращённой ВЭЖХ в водно-этанольных экстрактах *S. angustifolium* и *S. magellanicum* выявлены более полусотни компонентов, из них идентифицировано 41 (рис. 1), которые относятся к следующим группам веществ:

→ органические кислоты (аминокислоты [аланин, аргинин, глутаминовая кислота, аспарагин, валин, лейцин, триптофан, фенилаланин, etc.], высшие жирные [пальмитиновая, α -линоленовая, линолевая, etc.], фенольные [сфагновая {основа сфагнола}, 4-гидроксibenзойная, дегидроабietовая, 2-гидроксibenзойная {салициловая}, 3-метокси-4-гидроксibenзойная, кумаровая, феруловая]);

→ лактоны, в том числе кумарины (γ -гидроксibутенолид, эскулетин, умбеллиферон, 7,8-дигидрокси-5-метоксикумарин-7 β -софорозид [ДМКС, рис. 1 № 12]);

→ кетоны (p-гидроксиацетофенон);

→ дитерпены (дегидроабиетовая к-та, фитол {входящий в состав хлорофилла ациклический дитерпеновый спирт, см. рис. 1 № 20});

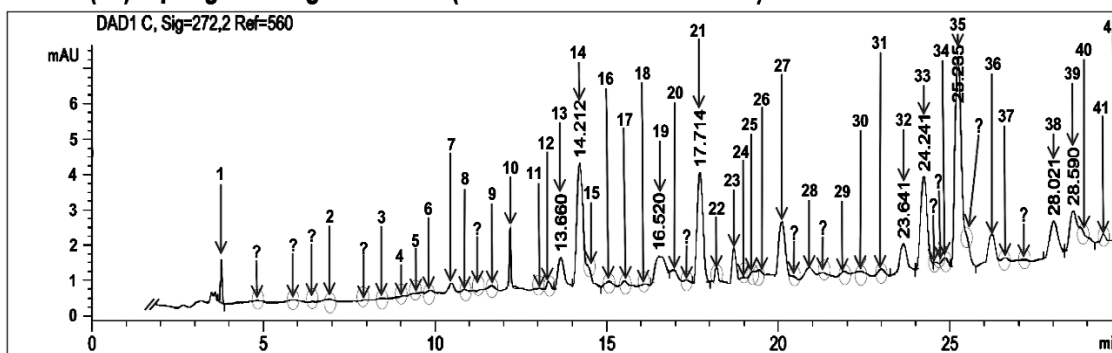
→ тритерпены, в том числе фитостероиды (α -амирин, 2 α -гидрокси-урсоловая кислота, кампестерин, β -ситостерин, сфагнорубин А, уваол, циклоартенол, эргостерин);

→ флавоноиды (кверцетин, апигенин, нарингенин [у *S. magellanicum* идентифицирован впервые], 6-метилапигенин, 6-метилальпинон).

Также детектированы неофитадиен (ациклический непредельный углеводород с одной С=С-связью, № 16) и сквален {каротиноподобный углеводород тритерпенового ряда, рис. 1 № 25}. Многие из веществ экстрагированы в следовых количествах.

Сравнительный анализ хроматограмм *S. angustifolium* (рис.1, а) и *S. magellanicum* (рис.1, б) показал их принципиальное сходство, однако концентрации некоторых компонентов существенно отличались. Например, эскулетин, γ -

(а) *Sphagnum angustifolium* (C.E.O. Jensen ex Russow) C.E.O. Jensen



(б) *Sphagnum magellanicum* Brid.

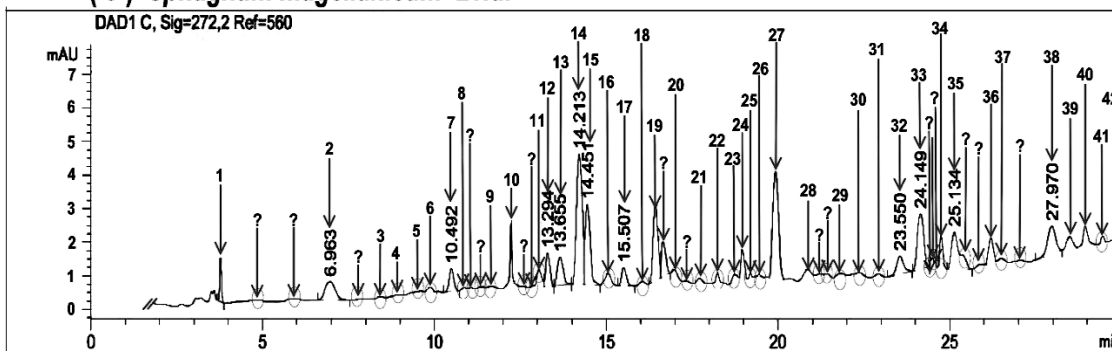


Рисунок 1 – ВЭЖХ извлечений из биомассы сфагновых мхов. Обозначения:

1: этанол; 2: эскулетин; 3: умбеллиферон; 4: *p*-гидроксибензойная к-та; 5: метил-4-гидроксибензоат; 6: 3-метокси-4-гидроксибензойная к-та; 7: *p*-гидроксиацетофенон; 8: *tr-p*-кумаровая к-та; 9: феруловая к-та; 10: ванилин (BC1); 11: γ -гидроксипутироноид; 12: 7,8-дигидрокси-5-метоксикумарин-7 β -софорозид; 13: сфагновая кислота; 14: 2 α -гидрокси-урсоловая к-та; 15: α -линоленовая; 16: неофитадиен; 17: сфагнорубин А; 18: салициловая к-та; 19: пальмитиновая к-та; 20: фитол; 21: линолевая; 22: кверцетин; 23: нарингенин; 24: дегидроабиетовая к-та; 25: сквален; 26: уваол; 27: апигенин (BC2); 28: 6-метилальпинон; 29: α -амирин; 30: циклоартенол; 31: эргостерин; 32: кампестерин; 33: аланин; 34: глутаминовая к-та; 35: валин; 36: лейцин; 37: 6-метилапигенин; 38: β -ситостерин; 39: аспарагин; 40: фенилаланин; 41: аргинин; 42: триптофан; ?: не идентифицировано.

гидроксипутироноид в заметном количестве зафиксированы только у *S. magellanicum*, то время как нарингенин в большей концентрации наличествовал

у *S. angustifolium*. Видовые различия обнаружались и по содержанию аминокислот, а также высших жирных кислот (рис. 1, а, б). В то же время общие количества компаундов в экстрактах обоих сфагнумов были примерно равны (640.88 mAU*s и 595.03 mAU*s соответственно у *S. magellanicum* и *S. angustifolium*). Доли идентифицированных компонентов в экстракте *S. angustifolium* составили ~76 %, в экстракте *S. magellanicum* ~70 %. Выявленный нами и другими авторами [1,5] химический состав сфагновых мхов сложен, и трудно назвать хоть одну субстанцию, уникально присущую (специфичную) для того или иного их вида, да ещё и такую, на которую не влияло бы воздействие условий окружающей среды. Не оправдали себя для целей хемосистематики *Sphagnum*, например, попытки использовать такие вторичные их метаболиты, как фитостерины. На современном этапе знаний стабильные биомаркеры видовой принадлежности сфагнумов ещё не определены – это дело будущих исследований, и, возможно, их отыщут среди веществ тритерпеновой группы. Из кумаринов (бензо- α -пиранов), кроме умбеллиферона и эскулетина сфагнумы продуцируют также герниарин, дикумарин, скополетин, и их производные [2]). Набор флавоноидов, синтезируемых сфагновыми мхами можно дополнить такими как альпинон-3-ацетат, хризоэриол, 6-метилтектохризин и др. Из фенольных кислот для сфагновых мхов, помимо упомянутых выше, в "гамме" характерны ванильная, изохлорогеновая, кофейная, сиреневая, пирокатехиновая, протокатеховая, р-метоксикоричная, хлорогеновая, а также такие как дегидроабиетовая, пимаровая и глюкуроновая кислота (её полимеры входят в состав оболочек клеточных стенок) и другие [6,7,8]. Ориентировочные оценки выхода экстрактивных веществ из сфагнума (% от массы абсолютно-сухого ЛРС) составляет $\sim 6,06 \pm 0,30$; при этом для флавоноидов $\sim 0,04 \pm 0,01$; для кумаринов $\sim 0,02 \pm 0,01$; для фенолкарбоновых к-т $\sim 0,16 \pm 0,01$ [5]. Следует, тем не менее указать, что выход общего количества извлекаемых из сфагнумов экстрактивных веществ зависит от времени (сезона года, когда заготавливается растительный материал) [9].

Отметим потенциальные активности БАВ, синтезируемых сфагновыми мхами, которые с нашей точки зрения имеют **практическое значение для фармацевтики** [5].

Бензойные фенольные кислоты – салициловая (2-оксибензойная) и р-гидроксibenзойная – обладают антисептическими и противовоспалительными свойствами; ванильная (4-гидрокси-3-метоксибензойная) – проявляет антибактериальную, противогрибковую, противоглистную и противовоспалительную активность, а её производное – ванилин – помимо широко известных свойств, обладает активностью, которая может быть использована в медицине для лечения псориаза [5]. Дитерпеноиды – **абиетовая** кислота и её производные (**дегидроабиетовая, пимаровая**) – обладают антимикробным действием, селективно ингибируют пролиферацию раковых клеток [5]. Сфагнол – напоминающая дёготь выделяемая из мха смесь полифенолов и их гликозидов с количественным преобладанием **сфагновой** (p -гидрокси- β -карбоксиметилкоричной) кислоты, а поскольку технологическая и фармакологическая стандартизация сфагнола отсутствует, то и сам он в официальной медицине обычно не используется [10].

Результаты исследования показывают, что мобилизация ресурса *S. angustifolium* и *S. magellanicum* как продуцентов (в том числе в культуре биореакторов *in vitro*) сырьевого материала [11], востребованного отечественной

медицинской промышленностью для производства новых импортзамещающих лекарственных препаратов очень актуальна.

Библиографические ссылки

1. Подтероб А.П., Зубец Е.В. История применения растений рода *Sphagnum* в медицине // Химико-фармацевтический журнал. 2002. Т. 36, № 4. Р. 27–29.
2. Matei A.O., Gatea F., Radu G.L. Analysis of phenolic compounds in some medicinal herbs by LC-MS // J. Chromatograph. Sci. 2015. Vol. 53, № 7. P. 1147–1154.
3. Фармакологический потенциал растения железница иссополистная (*Sideritis hyssopifolia* L.) из коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси / Попов Е.Г. [и др.] // Вестник Фонда фундаментальн. исследований. 2019. № 4. С. 76–81.
4. Карпук В.В. Фармакогнозия: Учебник: для студ. ВУЗов биологических специальностей. МО РБ. Минск: БГУ, 2011.
5. Дмитрук В.Н. Сравнительное фармакогностическое исследование растений рода *Sphagnum* и перспективы их использования: автореф. дис. ... канд. фармацевтических наук: 15.00.02 – фармацевтическая химия, фармакогнозия. Самара, 2008: Перм. гос. фармацевт. акад.]. Пермь, 2008. 21 с.
6. Rudolph H., Samland J. Occurrence and metabolism of *Sphagnum* acid in the cell walls of bryophytes // Phytochemistry. 1985. Vol. 24. N 4. P. 745-749.
7. Chemical composition analysis, antimicrobial activity and cytotoxicity screening of moss extracts (moss phytochemistry) / Klavina L. [et al.] // Molecules. 2015. Vol. 20. № 9. P. 17221–17243.
8. Biological properties of Chilean native moss *Sphagnum magellanicum* / Montenegro G. [et al.] // Biol. Res. 2009. Vol. 42. № 2. P. 233–237.
9. Seasonal changes of chemical composition in boreonemoral moss species / Klavina L. [et al.] // Environ. Exp. Biol. 2018. № 16. P. 9–19.
10. Drobnik J., Stebel A. Tangled history of the European uses of *Sphagnum* moss and sphagnol // J. Ethnopharmacol. 2017. Vol. 209. № 9. P. 41–49.
11. Clonal *in vitro* propagation of peat mosses (*Sphagnum* L.) as novel green resources for basic and applied research / Beike A.K. [et al.] // Plant Cell Tissue Organ Cult. 2015. Vol. 120. № 3. P. 1037–1349.

ВЛИЯНИЕ ФОТОПЕРИОДА И ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ НА ВСХОЖЕСТЬ *IN VITRO* *PHYSALIS ANGULATA*

О.Н. Козлова, М.В. Медвецкая, О.В. Чижик

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь, e-mail:
cbgconf@gmail.com

Изучено влияние фотопериода и предпосевной обработки на всхожесть *Physalis angulata*. Всхожесть семян наблюдали только в условиях «короткого дня». Предпосевная обработка семян раствором GA₃ не оказала значительного влияния на всхожесть. Оптимальной средой для получения сеянцев *in vitro* является среда 1/2 MS + 20 г / л сахарозы.

Ключевые слова: асептическая культура; питательные среды; физалис угловатый; *Physalis angulata*; предпосевная обработка; фотопериод

INFLUENCE OF PHOTOPERIOD AND PRE-SOWING TREATMENT ON SEED GERMINATION *IN VITRO* OF *PHYSALIS ANGULATA*

V.M. Kazlova, M.V. Medvetskaya, O.V. Chizhik

Central Botanical Garden NAS of Belarus, Minsk, Belarus, e-mail: cbgconf@gmail.com

The effect of photoperiod and pre-sowing treatment on germination ratio of *Physalis angulata* was studied. Germination of seeds was observed only under “short day” conditions. Presowing seed treatment with GA₃ solution did not have a significant effect on germination, and the highest percentage of germination was obtained using 1/2 MS + 20g / L sucrose.

Key words: plant aseptic culture; plant tissue culture media; *Physalis angulate*; pre-sowing treatment; photoperiod

Высшие растения являются источниками ценных вторичных метаболитов, обладающих широким спектром биологического действия. Запасы большинства лекарственных растений в природе ограничены, для целого ряда видов не разработаны (или невозможны) технологии размножения *in vivo* [1]. Решить проблему дефицита сырья и сохранить в природе ценные лекарственные растения помогут методы получения биологически активных веществ из культивируемых органов, тканей и клеток [1]. Методы *in vitro* широко применяются для производства лекарственных растений, особенно для быстрого размножения, сохранения и увеличения производства вторичных метаболитов [2].

Physalis (Физалис) – представитель сем. *Solanaceae* (Пасленовые). Родиной данного рода как культурных растений является преимущественно Мексика. Физалис содержит широкий ряд БАВ, в том числе алкалоиды, что обуславливает противоопухолевые свойства экстрактов растения [2]. Получение каллусных культур как продуцентов БАВ невозможно без асептической культуры побегов, таким образом, инициация асептических культур является необходимым этапом любого исследования в данной области.

В экспериментах по получению асептических культур *Ph.angulata* были использованы семена, собранные на территории Вьетнама сотрудниками Института Научных Исследований Минтрунга ВАНТ. Большинство семян в пробах, отобранных для экспериментов, были выполненными и не имели внешних повреждений. Согласно Seed Information Database (Kew, GB) семена большинства

видов рода физалис относятся к фотоиндуцибельным, т.е. лучше прорастают в условиях периодической освещенности. Так же для многих видов принципиальным является продолжительность светового периода в течение суток. Показано, что физалис относится к растениям короткого дня и его семена начинают прорастать при длительности фотопериода не более 8 часов [3]. Для ряда культур с фотоиндуцибельным прорастанием семян установлен стимулирующий эффект, оказываемый предпосевной обработкой семян гибберелловой кислотой в течение суток [4]. Таким образом, в нашем эксперименте предполагалось оценить влияние длительности фотопериода и предварительной обработки ГК₃ в концентрации 50 мг/л на всхожесть *in vitro Ph.angulata*.

В эксперименте для стимуляции прорастания проводили предварительное замачивание части семян в течение суток в растворе гибберелловой кислоты (ГК₃) в концентрации 50 мг/л. В контрольных вариантах семена замачивали в дистиллированной воде. Для стерилизации семенного материала использовали 0,1 % нитрат серебра. Время экспозиции составило 10 минут с последующей двукратной отмывкой стерильной дистиллированной водой. После стерилизации семена помещали на поверхность плотных агаризованных сред в чашки Петри. В качестве основной среды культивирования была использована среда МС [5] в различных модификациях. Для проращивания семян физалиса использовали следующие варианты питательных сред: 1) 0,7% «голодный» агар; 2) ½ МС без сахарозы; 3) ½ МС с 20г/л сахарозы. Культивирование посевов осуществляли на стеллажах с подсветкой. Основной режим культивирования был: температура 26°C ± 2°C, освещенность 3 000 лк. В эксперименте было использовано два варианта фотопериодичности «день» / «ночь»: 8ч/16ч и 16ч/8ч. В экспериментах оценивали всхожесть (в % от общего числа семян), наличие грибной и бактериальной контаминации посевов, а также некроз сеянцев на ранних этапах развития. Все эксперименты проводились в трехкратной повторности. Статистическую обработку результатов проводили с помощью программ Microsoft Excel и STATISTICA 8.0 (StatSoft).

После трех недель культивирования всходы *Ph.angulata* наблюдали на всех вариантах сред как при использовании в предпосевной обработке раствора 50 мг/л ГК₃ так и в контрольных вариантах при использовании фотопериода 8ч/16ч (таблица). В условиях «длинного дня» (фотопериод 16ч) всходов не наблюдали во всех вариантах опыта.

Статистический анализ полученных данных показал, что на всхожесть *Ph.angulata* в культуре *in vitro* достоверно влияли условия культивирования, в частности фотопериод. Только при «коротком дне» удалось получить полноценные развитые сеянцы во всех вариантах опыта. Предпосевная обработка семян раствором ГК₃ не оказывала существенного влияния на всхожесть. Достоверно на результаты всхожести влиял состав питательных сред (таблица 1). Наибольший процент всхожести был получен при использовании ½ МС + 20% сахарозы. При использовании 0,7% агара или ½ МС результаты были слишком разрозненными, о чем говорит большая погрешность. Оценка влияния состава питательных сред на всхожесть *Ph.angulata* требует дальнейшего изучения с привлечением большего количества семенного материала.

Таблица – Влияние фотопериода и предпосевной обработки на всхожесть *Ph.angulata* в асептической культуре

Table - Effect of photoperiod and pre-sowing treatment on *Ph.angulata* germination in aseptical culture

Фотопериод	Предпосевная обработка	Вариант среды	Всхожесть, %	Инфекция, %*
8ч/16ч	Контроль (H ₂ O)	0,7% агар	3,7±3,7	66,7
		½ МС	14,8±14,8	-
		½ МС + 20% сахарозы	30,6±14,6	33,3
	50 мг/л ГК ₃	0,7% агар	3,7±3,7	33,3
		½ МС	40,0±20,0	-
		½ МС + 20% сахарозы	27,8±9,6	-
16ч/8ч	Контроль (H ₂ O)	0,7% агар	-	33,3
		½ МС	-	66,7
		½ МС + 20% сахарозы	-	-
	50 мг/л ГК ₃	0,7% агар	-	-
		½ МС	-	-
		½ МС + 20% сахарозы	-	-

* - учитывалась как грибная, так и бактериальная контаминация посевов. % грибной инфекции был крайне низким (единичные образцы), в то время как основной была бактериальная контаминация.

Полученные нами данные о влиянии фотопериода на всхожесть *Ph.angulata* согласуются с результатами других авторов [2,6]. Относительно невысокий процент всхожести в нашем случае так же может объясняться качеством семян. В последующих экспериментах предполагается использовать семена репродукции ЦБС с известным сроком хранения. Максимальное количество всходов наблюдали на седьмой день культивирования. В дальнейшем увеличения всхожести во всех вариантах опыта не происходило, что так же согласуется с результатами L.M.S. Mascarenhas et al., полученными для *Ph. peruviana* [6].

После семи дней культивирования часть посевов из условий «короткого дня» переносили в условия «длинного дня», что сказалось на внешнем виде и размере сеянцев. Растения, которые развивались в условиях 16-ти часового фотопериода, были крупнее и имели большее число междоузлий. Таким образом, при получении культуры сеянцев *Ph.angulata in vitro* использование режима «короткого дня» оправдано только до момента всхожести семян. После формирования семядольных листьев дальнейшее культивирование растений лучше проводить при 16-ти часовом фотопериоде. При пересадке в банки на среду для доращивания все полученные сеянцы успешно росли и развивались. Для дальнейшего размножения в культуре *in vitro* использовали одно-двух узловые черенки подросших сеянцев. Полученные на безгормональной среде растения-регенеранты были использованы в экспериментах по каллусогенезу.

Работа выполнена при поддержке гранта БРФФИ Б19ВА-005 «Использование метода фингерпринтинга для сравнения основных компонентов материнского растения и *in vitro* культур и тканей этно-лекарственных растений (*Physalis angulata*, *Physalis minima* и *Ophiorrhiza japonica*) Вьетнама и Беларуси».

Библиографические ссылки

1. Verpoorte R., Contin A., Memelink J. Biotechnology for the production of plant secondary metabolites // *Phytochem. Rev.* 2002. Vol. 1. P. 13–25.

2. In Vitro Micropropagation of the Medicinal Plant *Physalis angulata* L. / Owk Aniel Kumar [et al.] // Not Sci Biol. 2016. Vol. 8, n.2. P. 161–163.
3. Справочник по проращиванию покоящихся семян / М. Г. Николаева [и др.]. – Ленинград: Наука, 1985. 348 с.
4. Conservation *in vitro* of threatened plants – progress in the past decade / V.A.Sarasan [et al.] // In Vitro Cellular and Developmental Biology. 2006. Vol. 42. P.206–214.
5. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture / T. Murashige [et al.] // Physiol. Plant. 1962. Vol.15. P.473–497.
6. Micropropagation of *Physalis peruviana* L. / Mascarenhas, L.M.S. [et al.] // Pesq. Agropec. Trop., Goiânia. 2019. V. 49. P.1–8.

**ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА
ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ УРОЧИЩ «ТУРОВСКИЙ ЛУГ» И «ПОГОСТ»
(Р. ПРИПЯТЬ, РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)**

Е.Я. Куликова, К.В. Добыш, Г.В. Ермоленкова

Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук
Беларуси
Минск, Беларусь, kulikova22@mail.ru

В статье рассматривается современная фитоценотическая структура и качественная оценка пойменных лугов р. Припять в урочищах «Туровский луг» и «Погост». Приводятся результаты исследований по определению условий и интенсивность выпаса крупного рогатого скота мясных пород на пойменных лугах.

Ключевые слова: пойменные луга; р. Припять; фитоценотическая структура; карта растительности; качественная оценка травостоя; емкость пастбища; устойчивое использование лугов.

**PHYTOCENOTIC STRUCTURE AND QUALITATIVE ASSESSMENT OF
FLOODLAND GRASSLANDS OF THE «TUROVSKY MEADOW» AND «POGOST»
(R. PRIPYAT, REPUBLIC OF BELARUS)**

E.Y. Kulikova, K.V. Dobysh, G.V. Ermolenkova

V.F.Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Science of Belarus,
Minsk, Belarus, kulikova22@mail.ru

The article discusses the modern phytocenotic structure and qualitative assessment of the floodplain grasslands of the river Pripyat in the tracts "Turovsky meadow" and "Pogost". The results of studies to determine the conditions and intensity of grazing of beef cattle in floodplain grasslands are presented.

Key words: floodplain grassland; r. Pripyat; phytocenotic structure; vegetation map; qualitative assessment of herbage; pasture capacity; grassland management.

Луговые фитоценозы наиболее характерны для лесной зоны, где они являются вторичными сообществами, сменяющими леса, и сохраняются при постоянном использовании их человеком. Смена традиционного уклада жизни крестьян, ранее державших крупный рогатый скот, а также значительное уменьшение интенсивности традиционного экстенсивного землепользования – отсутствие сенокосения и недостаточная пастбищная нагрузка, привела к постепенной деградации и исчезновению пойменных лугов, формированию на их месте древесно-кустарниковой растительности.

Целью исследований являлась подготовка научного обоснования мероприятий по восстановлению пойменной луговой растительности урочищ «Туровский луг» и «Погост» для заготовки грубых кормов и выпаса крупного рогатого скота (КРС) мясных пород.

Урочища «Туровский луг» и «Погост» расположены в пойме р. Припять в границах Житковичского района Гомельской области Республики Беларусь (рис.). Кроме того, урочище «Туровский луг» – территория биологического заказника местного значения, имеет международный статус Территории важной для птиц «Туровское болонье» с 1998 г. Луговые пойменные сообщества являются не только

природными кормовыми угодьями, но и создают оптимальные гнездовые условия для одной из самых многочисленных и уникальных группировок водно-болотных птиц Беларуси [1]. В этой связи восстановление и устойчивое использование пойменных урочищ «Туровский луг» и «Погост» является крайне актуальным.

Для достижения поставленной цели необходимо было создать геоботанические карты исследуемых урочищ (до и после проведения мероприятий по восстановлению лугов), дать геоботаническую характеристику и оценить современное состояние луговых фитоценозов (видовой состав, структура, продуктивность), разработать мероприятия по удалению кустарников для повышения продуктивности пастбищ и сенокосов, а также мероприятия по сенокосению и выпасу скота с учетом экологических условий основных типов пойменных лугов и интенсивности выпаса крупного рогатого скота на них.

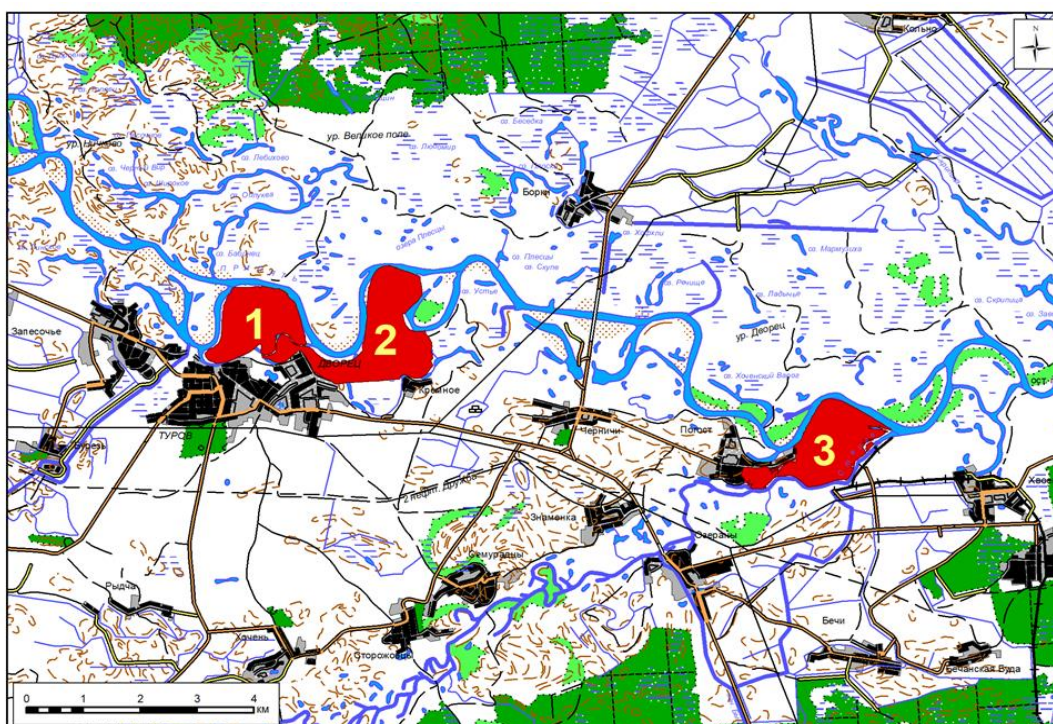


Рисунок – Исследуемые пойменные луга урочищ «Туровский луг» (участки 1, 2) и «Погост» (участок 3)

Figure – The studied floodplain grasslands of the «Turovsky meadow» (sectors 1, 2) and «Pogost» (sector 3) tracts

Полевые геоботанические исследования проводились в период 2018–2020 гг. классическими методами: маршрутно-рекогносцировочным и маршрутно-детальным с использованием GPS-приемника для привязки точек описаний и треков путевых маршрутов. На пробных площадках (площадь 1 м²) производились укосы для определения продуктивности луговых сообществ. Осуществлялся отбор образцов травостоя основных типов лугов (остепненных, настоящих, сырых и болотистых) на определение биохимического состава (сухое вещество, сырой протеин, сырая зола, сырая клетчатка, фосфор, кальций, растворимые углеводы (сахара), легкогидролизуемые углеводы (крахмал) и др.).

В результате проведенных исследований в вегетационный период 2018 года были построены карты растительности урочищ, разнообразие которой представляли 7 таксономических единиц [2]. Древесно-кустарниковая

растительность показана 5 картируемыми таксонами: ивняки различного состава с указанным интервалом диаметра стволов деревьев (для выбора оптимального способа их уничтожения: мульчером или бензопилой). Луговая растительность представлена 4 единицами, включающими сообщества лугов разных уровней поймы (высокий, средний и низкий), отличающиеся неодинаковой обеспеченностью влагой и питательными веществами.

После проведения мероприятий по расчистке лугов от древесно-кустарниковой растительности на основе авторских результатов исследований (386 геоботанических описаний) в 2020 году были созданы геоботанические карты урочищ, позволяющие оценить эффективности применяемых мер по восстановлению лугов. Современная структура растительности пойменных урочищ «Гуровский луг» и «Погост» представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Структура растительности пойменных урочищ после проведения мероприятий по восстановлению лугов
Table 1 – The structure of the vegetation of floodplain tracts before and after measures to restore grasslands

Категории легенды	Площадь участков, га		
	№1	№2	№3
ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ			
1. Ивняки <i>Salix spp.</i> (<i>Salix alba</i> , <i>S. fragilis</i> , <i>S. acutifolia</i> , <i>S. triandra</i> , <i>S. cinerea</i> , <i>S. caprea</i> и др.)	24	62	122
2. Парковые насаждения тополей <i>Populus nigra</i> , <i>P. simonii</i> и насаждения из хвойных и лиственных пород с декоративными кустарниками и плодовыми деревьями	0,3	–	–
ЛУГОВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ			
Луга высокого и средневысокого уровня поймы:			
3. Псаммофильные (<i>Corynephorus canescens</i> , <i>Sedum acre</i>) пустоши, остепненные (<i>Calamagrostis epigejos</i> , <i>Poa angustifolia</i> , <i>Agrostis vinealis</i> , <i>Carex praecox</i>) луга	25	35	26
Луга средневысокого и среднего уровня поймы:			
4. Обедненные (<i>Agrostis tenuis</i>) и настоящие (<i>Festuca pratensis</i> , <i>Elytrigia repens</i>) луга с участками сырых (<i>Poa palustris</i> , <i>Alopecurus pratensis</i>) лугов	13	6	7
5. Сырые (<i>Deschampsia cespitosa</i> , <i>Poa palustris</i> , <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Beckmannia eruciformis</i>) луга с участками болотистых (<i>Phalaroides arundinaceae</i> , <i>Carex acuta</i> , <i>Glyceria maxima</i>) и подвергающихся чрезмерному выпасу животных (<i>Agrostis stolonifera</i> , <i>Potentilla anserina</i>) лугов	46	36	3
Луга низкого уровня поймы:			
6. Болотистые (мезогигрофитные) луга (<i>Phalaroides arundinaceae</i> , <i>Carex acuta</i> , <i>Glyceria maxima</i>)	32	76	6
РУДЕРАЛЬНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ			
7. Рудеральные (<i>Xanthium albinum</i> , <i>Bidens frondosa</i>) сообщества	0,4	0,3	8,5
ПРОЧЕЕ			
8. Старицы, мочажины	3	28	12
9. Песчаные отмели	6	4	–
10. Место загона КРС	1	–	–
ИТОГО	151	247	185

Исследуемые урочища являются ценными объектами биологического разнообразия, поэтому надо соблюдать большую осторожность в проведении восстановительных мероприятий. Мероприятия по улучшению функционирования луговых пойменных экосистем, в конечном итоге, сводятся к восстановлению уровня пастбищной нагрузки и возобновлению сенокосения. Главное сохранить баланс между поголовьем КРС и экологическими условиями на восстановленной территории.

Площадь кормовых угодий для всех возрастных групп КРС (стада) зависит от числа голов в нем, суточной потребности одного животного в зеленом корме, урожайности травостоя, коэффициента поедаемости травы и продолжительности пастбищного периода. Она может быть рассчитана по емкости пастбища, определяемой количеством животных, которых можно прокормить в течение пастбищного периода на 1 га пастбища. [4]. Продолжительность пастбищного периода свободного выпаса скота в Полесье длится 6 месяцев (примерно 180 дней), в связи с гнездованием редких птиц на территории заказника «Туровский луг» выпас скота можно начинать не ранее 15 июня (примерно 146 дней) [1].

В таблице 2 приведены сведения о кормовом достоинстве (поедаемости) наиболее распространенных луговых фитоценозов исследуемых урочищ. Балл кормового достоинства фитоценоза состоит из суммы баллов кормовой ценности трав ценоза (с учетом их обилия) [3]. Результаты расчетов ёмкости пастбищ с учетом занимаемых площадей каждого типа луга на исследуемой территории представлены в таблице 3.

Таблица 2 – Кормовое достоинство луговых фитоценозов исследуемых урочищ
Table 2 – Forage dignity of grassland phytocenoses of the studied tracts

Фитоценоз	Кормовое достоинство, балл
Остепненные (ксеромезофитные) луга	47,3
Виноградниковополевицевые (<i>Agrostis vinalis</i>)	65,1
Наземнейниковые (<i>Calamagrostis epigeios</i>)	33,7
Булавоносцевые (<i>Corynephorus canescens</i>)	19,2
Делявинекелериевые (<i>Koeleria delavignei</i>)	52,3
Узколистномятликовые (<i>Poa angustifolia</i>)	66,2
Обедненные (психромезофитные) и настоящие (эумезофитные) луга	78,3
Гигантскополевицевые (<i>Agrostis gigantea</i>)	57,7
Тонкополевицевые (<i>Agrostis tenuis</i>)	69,6
Ползучепырейные (<i>Elytrigia repens</i>)	81,3
Сырые бедные (оксилomezофитные) и сырые богатые (гигромезофитные) луга	63,2
Луголисохвостовые (<i>Alopecurus pratensis</i>)	69,0
Щучковые (<i>Deshampsia cespitosa</i>)	50,5
Болотномятликовые (<i>Poa palustris</i>)	70,1
Болотистые (мезогигрофитные) луга	67,6
Остроосоковые (<i>Carex acuta</i>)	66,7
Большеманниковые (<i>Glyceria maxima</i>)	66,3
Двукисточниковые (<i>Phalaroides arundinacea</i>)	68,6

Необходимо отметить, что травостои естественных кормовых угодьев представлены не монокультурой, а растительными сообществами, которые находятся в лабильном равновесии и изменяются под влиянием внутривидовой и межвидовой конкуренции. Поэтому результирующая пластичность травостоев требует при хозяйственном использовании регулярно проводить мероприятия для сохранения, улучшения и возобновления качественных травостоев на сенокосах и пастбищах.

Таблица 3 – Емкость пастбищ в урочищах
«Туровский луг» (участки № 1, 2) и «Погост» (участок № 3)
Table 3 – The capacity of pastures in the tracts
"Turovsky lug" (sectors No. 1, 2) and "Pogost" (sector No. 3)

Тип луга	Емкость пастбища, голов (180 дней выпаса)			Емкость пастбища, голов (146 дней выпаса)		
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 1	№ 2	№ 3
Остепненные (ксеромезофитные) луга	6,8	9,5	7	8,5	11,9	8,8
Обедненные (психромезофитные) и настоящие (эумезофитные) луга	7,8	3,6	4,2	9,6	4,4	5,2
Сырые бедные (оксилomezофитные) и сырые богатые (гигромезофитные) луга	23,9	18,7	1,56	29,4	23	1,9
Болотистые (мезогигрофитные) луга	28,8	68,4	5,4	35,5	84,4	6,7
ИТОГО	67,3	100,2	18,16	83	123,7	22,6

Библиографические ссылки

1. План управления территорий важной для птиц «Туровский луг» / Н.В. Карлионова, О.В. Созинов, П.В. Пинчук, В.А.Фенчук. Мн., 2012. 38с.
2. Современное состояние растительности поймы р. Припять на участках «Туровский луг» и «Погост» (Республика Беларусь) / Е.Я. Куликова [и др.] // Пойменные и дельтовые биоценозы Голарктики: биологическое многообразие, экология и эволюция. Сб. материалов Междунар. научно-практ. конф. (г. Астрахань, 13–18 мая 2019 г.) – Астрахань: Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2019. С. 83–90.
3. Санько П.М. Естественные луга Беларуси, их характеристика и оценка. Мн.: Наука и техника, 1983. 247 с.
4. Ларин И.В. Луговое хозяйство и пастбищное хозяйство. М.-Л: Колос, 1969. 548 с.

СОЗДАНИЕ ЖИВЫХ КОЛЛЕКЦИЙ РОДА *GAGEA* SALISB. В БОТАНИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ

Г.Т. Курбаниязова, Е.В. Никитина, Ф.И. Каримов

Институт Ботаники Академии Наук Республики Узбекистан
Узбекистан, г. Ташкент, kurbaniyazova94@list.ru

Аннотация. В данной статье были использованы 342 образцов рода *Gagea* Salisb. в Ботаническом институте для создания живой коллекции. В TASH фонде представлены образцы, начиная с 2019 года по 2021 годы, а также подробные карты распространения видов, построенные в соответствии со схемой современного ботанико-географического районирования Узбекистана.

Ключевые слова: *Gagea*; распространение; ГИС; ботанико-географический районирование; коллекция; геофиты; интродукция

CREATING LIVE COLLECTIONS OF THE GENUS *GAGEA* SALISB. AT THE BOTANICAL INSTITUTE

Kurbaniyazova G.T., Nikitina E.V., Karimov F.I.

Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Uzbekistan, Tashkent, kurbaniyazova94@list.ru

Annotation. In this article, 342 samples of the genus *Gagea* Salisb. were used. at the Botanical Institute to create a living collection. The TASH fund presents samples from 2019 to 2021, as well as detailed maps of the distribution of species, built in accordance with the scheme of modern botanical and geographical area of Uzbekistan.

Keywords: *Gagea*; distribution; GIS; botanical and geographical area; collection; geophytes; introduction

Ботанические сады, как центры для сохранения биоразнообразия растений имеют главной целью своей деятельности стремление воспроизвести максимально возможное многообразие мира растений в контролируемых условиях. Ценность ботанических садов возрастает с увеличением как самих коллекций, так и численностью видов и прежде всего, за счёт растений природной флоры. У многих впервые испытываемых в культуре видов растений раскрываются их потенциальные возможности. Со временем часть из них становится перспективными для введения в культуру и обогащения сортимента возделываемых растений [5].

Именно через интродукционное изучение природных видов возможна оценка потенциала конкретной флоры для введения в культуру новых перспективных видов (хозяйственно ценных, лекарственных или декоративных).

Ex-situ это самый распространённый и эффективный метод сохранения видов растений живые коллекции в ботанических садах, различных питомниках, арборетумах, лесхозах, при университетах и научно-исследовательских институтах. Коллекции живых растений не только позволяют сохранить генетические ресурсы растений, но служат источником ценнейшего материала для современных молекулярно-таксономических, морфологических, анатомических, онтогенетических, интродукционных и других исследований.

В Ташкентском Ботаническом саду за последние несколько лет нарабатан задел для создания объемлющей коллекции луковичных геофитов путем сбора

материала из некоторых районов произрастания в Узбекистане и прилегающих стран. В настоящее время в коллекции имеется более 100 видов луковичных геофитов, относящиеся к 10 родам и 5 семействам [6].

Во время инвентаризации, имеющихся видов в ботаническом саду, разработан таксономический спектр луковичных геофитов (рис. 2).

В данное время в коллекциях имеются 24 вида (*G.afghanica*, *G.capusii*, *G.pseudoreticulata*, *G.ova*, *G.villosa*, *G.minutiflora*, *G.chomutovae*, *G.olgae*, *G.tenera*, *G.graminifolia*, *G.liotardii*, *G.ugamica*, *G.elegans*, *G.caelestis*, *G.popovii*, *G.filiformis*, *G.dschungarica*, *G.gageoides*, *G.hissarica*, *G.humicola*, *G.kamelinii*, *G.reinhardii*, *G.stipitata*, *G.taschkentica*). Эта коллекция имеет большое значения для осуществления биоэкологических исследований растений в условиях интродукции (рис.1).



Рисунок 1 – Некоторые виды рода *Gagea* Salisb., имеющиеся в коллекции института Ботаники (2019-2021 г.)



Рисунок 2 – Таксономический спектр видов рода *Gagea* Salisb. флоры Узбекистана, посеянных в институте Ботаники

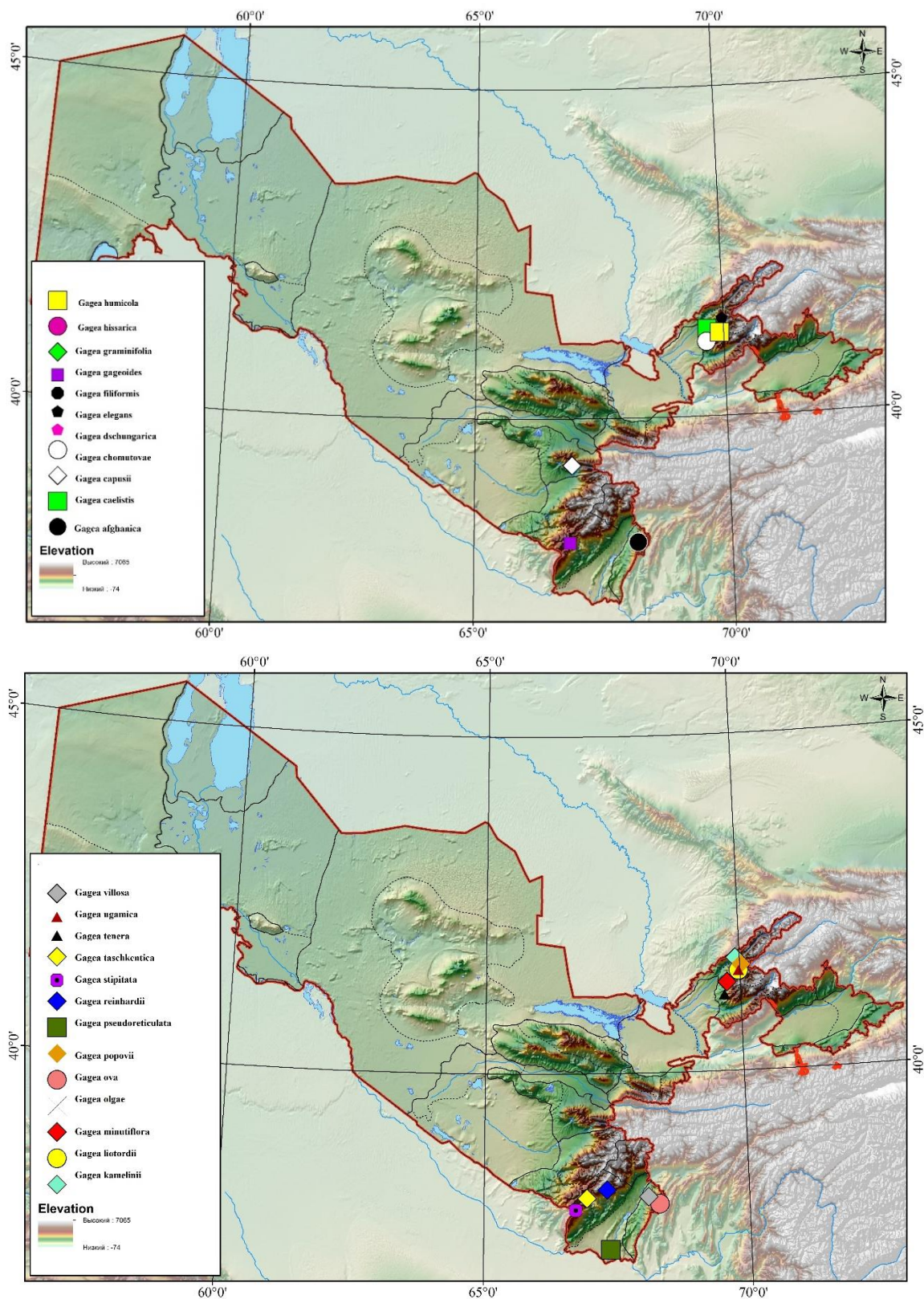


Рисунок 3 – Карта распространения по сбору живых образцов видов рода *Gagea*.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили данные полевых экспедиций, проводившиеся в 2019–2021 гг. Распределение видов в Узбекистане было обозначено ботанико-географическим анализом, на основе

разработанной схемы существующих гербарных образцов фитогеографическими регионами страны [8]. Исследования таксономической идентификации проводились в Национальном гербарии TASH. В определении таксономических единиц использованы многотомные издания «Флора Узбекистана» (1941 г) [2], «Определитель растений Средней Азии» (1971 г) [1], «Historia Gagearum» <https://www.binran.ru/resources/current/gagearum/index-rus.html> [7]. Изучение подземных органов проводилось также с помощью другой разработанной методики: «Выращивания под войлоком».

Во время осуществляемых полевых исследований, по сбору живых образцов растений, определены GPS-координаты для разработки GIS-карт по распространению геофитов на территории Республики (рис. 3.)

Создание коллекции *Gagea* будет способствовать развитию и углублению сотрудничества Института ботаники с ведущими зарубежными научными центрами и международными природоохранными организациями.

Созданная коллекция среднеазиатских видов рода *Gagea* дает возможность сохранения генофонда луковичных геофитов *ex-situ*, изучение репродуктивной стратегии, выявление микроклиматических предпочтений для наиболее успешного культивирования растений в условиях интродукции, что позволяет в любое время года изучать их в лаборатории.

Библиографические ссылки

1. Введенский А.И. Определитель растений Средней Азии: Критический конспект флоры. В 2 т. Ташкент: Фан, 1971. С.27–39.
2. Введенский А.И. Флора Узбекистана. Ташкент: Изд-во Узб. филиала Акад. наук СССР, 1941. Т. I. С. 421–426.
3. Левичев И. Г. Конспект рода *Gagea (Liliaceae)* Западного Тянь-Шаня // Ботан. журн. 1990. Т. 75. №. 2. С. 225–234.
4. Махмудов А. В., Каримов Ф. И. Создание коллекции луковичных геофитов в Ташкентском ботаническом саду им. акад. ФН Русанова института Ботаники Академии Наук Республики Узбекистан // Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. НВ Цицина РАН. 2019. №. 12. С. 48–51.
5. Ткаченко К. Г. Редкие виды и уникальные экземпляры живых растений в коллекции Альпинария Ботанического сада БИН РАН // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». 2012. №. 1. С. 24–29.
6. Тожибаев К.Ш., Каримов Ф.И., Махмудов А.В. Перспективы создания Global *Allium* garden Tashkent center в Ташкентском Ботаническом саду // Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. НВ Цицина РАН. 2020. №. 15. С. 203–207.
7. Historia Gagearum [<https://www.binran.ru/resources/current/gagearum/index-rus.html>].
8. New records to the flora of Uzbekistan (Middle Asia) / Tojibaev K. S. et al. // Acta Musei Silesiae. Scientiae Naturales. 2017. Т. 66. №. 1. P. 35–40.

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ОЗИМОЙ РЖИ СОРТА СИНТЕТИК НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ РАЗВИТИЯ ПРИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН МЕТАБОЛИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

А. О. Куриленко, О. В. Куриленко, Е. Б. Кучменко, В. Н. Гавий

Нежинский государственный университет имени Николая Гоголя
Нежин, Украина, kuchmeh@yahoo.com

Целью данного фрагмента работы является исследование влияния предпосевной обработки семян озимой ржи сорта Синтетик композициями метаболчески активных веществ на морфометрические параметры корневой системы растений на разных этапах развития. В результате проведенных исследований показано, что исследуемые композиции метаболчески активных веществ стимулировали ростовые процессы подземных органов растений. Наибольшую эффективность продемонстрировала композиция, состоящая из витамина Е, параоксибензойной кислоты, метионина и сульфата магния.

Ключевые слова: озимая рожь; предпосевная обработка семян; витамин Е; параоксибензойная кислота; метионин; сульфат магния.

MORPHOMETRIC PARAMETERS OF THE ROOT SYSTEM OF WINTER RYE SYNTHETIC VARIETIES AT DIFFERENT STAGES OF DEVELOPMENT DURING PRE-SOWING TREATMENT OF SEEDS WITH METABOLICALLY ACTIVE SUBSTANCES

A. O. Kurylenko, O. V. Kurylenko, O. B. Kuchmenko, V. M. Gaviy

Nizhyn Gogol State University,
Nizhyn, Ukraine, kuchmeh@yahoo.com

The purpose of this fragment of the work is to study the effect of pre-sowing treatment of winter rye seeds of the Sintetik variety with compositions of metabolically active substances on the morphometric parameters of the root system of plants at different stages of development. As a result of the studies, it was shown that the studied compositions of metabolically active substances stimulated the growth processes of underground plant organs. The highest efficiency was demonstrated by a composition consisting of vitamin E, paraoxybenzoic acid, methionine and magnesium sulfate.

Key words: winter rye; pre-sowing seed treatment; vitamin E; paraoxybenzoic acid; methionine; magnesium sulfate.

Озимая рожь является одной из распространенных зерновых культур в большинстве агроклиматических зон Европы. Для зоны Полесья Украины с точки зрения выращивания органической продукции озимая рожь является достаточно перспективной культурой [1]. Это связано с его биологическими особенностями, а именно достаточно высокой адаптивной способностью формировать урожаи на достаточно бедных почвах [2]. Среди озимых культур рожь озимая характеризуется высокой морозостойкостью, менее требовательна к влаге, эффективно использует осенне-зимние осадки и лучше выдерживает весенние засухи именно вследствие хорошо развитой корневой системы [3].

Важным фактором в использовании метаболчески активных веществ для растений считается то, что они модулируют процессы фотосинтеза, помогают в транспортировке питательных веществ в растении. Кроме того, при их использовании наблюдаются увеличение стойкости зерновых культур к разным неблагоприятным факторам, увеличиваются защитные свойства растительного

организма. Дополнительным фактором является позитивное влияние метаболически активных веществ на микрофлору почвы, где произрастает растение. Кроме того, не менее важен факт безопасности метаболически активных веществ для людей, животных и насекомых, почвенного покрова [4].

Целью данного фрагмента работы является исследование влияния предпосевной обработки семян озимой ржи сорта Синтетик композициями метаболически активных веществ на морфометрические параметры корневой системы растений на разных этапах развития.

Объектом исследования послужили семена озимой ржи сорта Синтетик 38 (заявитель – Носовская селекционно-исследовательская станция Черниговского Института АПВ Национальной академии аграрных наук Украины, год регистрации – 2006) и композиции метаболически активных веществ, состоящие из витамина Е (10^{-8} М), убихинона-10 (10^{-8} М), параоксибензойной кислоты (0,001%), метионина (0,001%), $MgSO_4$ (0,001%).

Полевые исследования проводили на территории учебно-исследовательской агробиостанции Нежинского государственного университета имени Николая Гоголя.

Схема исследований предполагала 4 варианта: 1. Контроль (необработанные семена). 2. Семена, обработанные композицией веществ, состоящей из витамина Е, параоксибензойной кислоты, метионина и $MgSO_4$ (композиция ЕПММg). 3. Семена, обработанные композицией веществ, состоящей из витамина Е, параоксибензойной кислоты и метионина (композиция ЕПМ). 4. Семена, обработанные композицией веществ, состоящей из витамина Е и убихинона-10 (композиция EQ). После обработки семян композициями метаболически активных веществ семена озимой ржи высевали. Почвенный покров поля – чернозем оподзоленный, малогумусный.

Таблица – Морфометрические параметры корневой системы растений озимой ржи при предпосевной обработке семян композициями метаболически активных веществ на разных этапах онтогенеза.

Table – Morphometric parameters of the root system of winter rye plants during pre-sowing treatment of seeds with compositions of metabolically active substances at different stages of ontogenesis.

Группы	фазы онтогенеза				
	кущение	выход в трубку	колошение	цветение	молочная зрелость
	Длина корней, см				
Контроль	7,39±0,37	11,49±0,78	12,97±0,79	15,23±0,68	16,67±0,81
ЕПММg	8,04±0,67	13,06±0,70	16,52±0,52	17,51±0,69	19,79±0,94
ЕПМ	7,11±0,56	12,72±0,91	15,04±1,29	16,41±0,85	20,47±0,63
EQ	7,94±0,69	11,38±0,75	15,59±1,37	17,08±0,99	19,17±0,37
	Масса корней, г				
Контроль	1,57±0,06	12,41±0,65	15,62±3,69	21,02±3,21	21,62±2,41
ЕПММg	1,61±0,06	11,84±1,10	33,10±3,91	39,62±5,22	40,63±3,05
ЕПМ	1,83±0,12	13,12±0,92	22,62±6,74	25,21±4,49	27,94±3,21
EQ	1,68±0,11	10,57±0,73	26,74±4,62	30,21±3,83	31,41±2,41
	Количество корней, шт.				
Контроль	11,72±0,99	23,94±2,07	21,81±3,74	35,55±3,67	37,21±3,11
ЕПММg	10,13±0,64	23,82±1,45	44,51±7,41	52,02±10,63	53,55±4,98
ЕПМ	13,24±1,09	29,21±1,42	31,82±8,31	38,34±6,14	39,36±3,42
EQ	11,14±1,07	25,62±1,93	36,45±4,71	45,12±3,54	48,67±3,27

Исследования проводились в таких фазах онтогенеза растений озимой ржи: кущения, выхода в трубку, колошения, цветения, молочной зрелости.

Исходя из полученных данных, корневая система позитивно реагировала на влияние исследуемых композиций метаболически активных веществ (таблица).

Так, длина корней в контрольной группе на протяжении онтогенеза возросла в 2,3 раза. При использовании композиций метаболически активных веществ длина корней растений в динамике онтогенеза возрастала в большей степени по сравнению с контрольной группой. Так, при использовании композиций ЕПММg, ЕПМ и ЕQ длина корней возрастала соответственно в 2,5, 3 и 2,4 раза в динамике развития с фазы кущения до фазы молочной зрелости. Подобная динамика наблюдалась при анализе массы и количества корней. Так, при предпосевной обработке семян озимой ржи композициями ЕПММg, ЕПМ и ЕQ масса корней возрастала соответственно в 25, 15 и 19 раз, а количество корней - в 5, 3 и 4 раза в динамике с фазы кущения до фазы молочной зрелости. При этом в контрольной группе масса корней возрастала в 14 раз, а количество корней – в 3 раза в динамике фаз онтогенеза.

Такую достаточно высокую эффективность исследуемых метаболически активных веществ можно объяснить тем, что витамин Е и убихинон-10 принимают участие в биоэнергетических процессах, а параоксибензойная кислота является природным фенольным соединением, которое берет участие во многих звеньях метаболизма растений (выполняет роль антиоксиданта и прооксиданта, способно индуцировать альтернативную оксидазу и регулировать активность комплекса антиоксидантных ферментов). Также параоксибензойная кислота выполняет в клетке функцию сигнальной молекулы при формировании защитных реакций, результатом чего является приобретение системной стойкости растений к разным факторам окружающей среды [5]. Составляющие соли магний сульфата играют важную роль в метаболических процессах клетки. Магний в качестве кофермента входит в состав ферментов, которые регулируют процесс синтеза белков. Кроме того, сера входит в состав серосодержащих аминокислот – метионина, цистина, цистеина, витаминов (тиамина, биотина), ферментов (дегидрогеназ и др.) [6].

Таким образом, исследуемые композиции метаболически активных веществ стимулировали ростовые процессы подземных органов растений. Наибольшую эффективность продемонстрировала композиция ЕПММg. Продемонстрированное увеличение длины корней и их суммарной массы может сыграть решающую роль в формировании более высокой зерновой продуктивности, особенно при неблагоприятных условиях внешней среды. Поэтому дальнейшее изучение влияния данных композиций метаболически активных веществ на зерновые культуры является перспективным.

Библиографические ссылки

1. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / за ред. Д. Мельничука, Дж. Хофман, М. Городнього. Київ: Арістей, 2004. 488 с.
2. Гнатюк Т. О. Економічна ефективність вирощування жита озимого за різних систем удобрення короткоротаційної сівозміни // Ефективна економіка. 2016. №12. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5353>
3. Кух Г. М. Влияние новых форм удобрений на урожай и качество озимой пшеницы, ржи, ярого ячменя, картофеля и их последствие в условиях Полесья и Западной Лесостепи УССР / Г. М. Кух, Г. Е. Процюк, В. П. Шевчук // Эффективность удобрений полевых культур в Лесостепи и Полесье УССР. – К. : Украинская

сельскохозяйственная академия, 1982. С. 24–27.

4. Калінін Л. Ф. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві. – Київ, 1989. 168 с.

5. Добриво «Планта-Віта» [Електронний ресурс]. Бадваси. 2012. URL: <https://badvasy.com.ua/uk/2012-11-17-16-38-29/-q-q.html>

6. Farouk S. Ascorbic acid and a tocopherol minimize salt-induced wheat leaf senescence // Journal of Stress Physiology & Biochemistry, 2011. V. 7(3). P. 58-79.

ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ОШМЯНЫ

Н. А. Лемеза, И. С. Гирилович, А. С. Яцевич

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь, lemeza_na@mail.ru

В результате проведенных исследований на территории города Ошмяны было обнаружено 82 вида фитопатогенных микромицетов, относящихся к 4 отделам – Ascomycota, Basidiomycota, Deuteromycota и Oomycota. Выявленные грибы и грибоподобные организмы паразитировали на 67 видах питающих растений, относящихся к 33 семействам. Отдел Ascomycota на территории города Ошмяны был представлен 48 видами, которые относятся к 13 родам, отдел Basidiomycota - 12 видами из 7 родов, отдел Deuteromycota - 15 видами из 3 родов, отдел Oomycota - 7 видами из 7 родов. Наиболее вредоносными микромицетами на исследуемой территории оказались грибы отделов Ascomycota и Deuteromycota. Фитопатогенные микромицеты этих отделов из родов Erysiphe, Golovinomyces, Phyllosticta и Phoma наиболее часто встречались на территории города.

Ключевые слова: микромицеты; оомицеты; аскомицеты; базидиомицеты; дейтеромицеты; мучнисторосяные грибы; ржавчинные грибы.

PHYTOPATHOGENIC MICROMYCETES OF THE TOWN OF OSHMYANY

N. A. Lemeza, I. S. Hirilovich, A. S. Jacevich

Belarusian State University
Minsk, Republic of Belarus, E-mail: lemeza_na@mail.ru

As a result of the conducted research, 82 species of phytopathogenic micromycetes belonging to 4 divisions – Ascomycota, Basidiomycota, Deuteromycota, Oomycota were found in the territory of the city of Oshmyany. The identified fungi and fungi-like organisms were parasitized on 67 species of feeding plants belonging to 33 families. The department of Ascomycota in the city of Oshmyany was represented by 48 species that belong to 13 genera, the department of Basidiomycota - 12 species that belong to 7 genera, the department of Deuteromycota - 15 species that belong to 3 genera, the department of Oomycota - 7 species that belong to 7 genera. The most harmful micromycetes in the study area were fungi of the Ascomycota and Deuteromycota divisions. Phytopathogenic micromycetes of these divisions from the genera Erysiphe, Golovinomyces, Phyllosticta, and Phoma were most commonly found in the city.

Key words: micromycetes; Oomycetes; Ascomycetes; Basidiomycetes; Deuteromycetes; powdery mildew; rust fungi.

Грибы, будучи одним из важнейших и неотъемлемых компонентов любого биогеоценоза, играют исключительно важную роль в функционировании практически всех экосистем, являясь участниками общего круговорота веществ в природе в качестве редуцентов. Однако более 10 000 видов грибов вызывают во всем мире наиболее распространенные и вредоносные болезни не только дикорастущих, но и сельскохозяйственных растений, а также используемых в озеленении городов и других населенных пунктов.

В последние годы особый интерес представляют исследования микобиоты на урбанизированных территориях, где в силу ряда причин (выбросы промышленных предприятий и автотранспорта в виде вредных газов, жидких аэрозолей, попадание в почву используемых солевых растворов, реагентов и других вредных веществ с

дорожного покрытия и т.д.) создаются благоприятные условия для развития фитопатогенных микромицетов. Постоянное воздействие на растительные организмы многочисленных неблагоприятных факторов техногенной среды отрицательно влияет на их жизнедеятельность, в результате чего резко снижается устойчивость растений, используемых в озеленении городов и населенных пунктов, к фитопатогенным грибам.

В этой связи изучение видового состава, распространения и вредоносности фитопатогенных микромицетов на урбанизированных территориях, т.е. в зоне интенсивных техногенных нагрузок, необходимо для объективной экологической оценки способности природных и культурных экосистем выдерживать постоянно усиливающиеся воздействия негативных последствий техногенеза. Такая оценка позволит разработать научно обоснованную и интегрированную систему мероприятий по ограничению распространения патогенных организмов и предупреждения их появления в новых регионах.

Подобные целенаправленные микологические исследования в различных типах городских насаждений, придорожных, рудеральных и синантропных местообитаниях на территории районного центра Ошмяны Гродненской области, где работает ряд промышленных предприятий, ранее не проводились.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследований служили дикорастущие и культурные растения, поражённые фитопатогенными микромицетами и произрастающие в различных почвенно-экологических условиях города Ошмяны и его окрестностей. Полевые исследования с целью выявления поражённых растений осуществлялись детально-маршрутным и стационарным методами в течение вегетационных периодов 2018-2020 гг. Собранный материал обрабатывался по общепринятой методике. Идентификация видового состава микромицетов проводилась по [1-6], а питающих растений – по [7]. Названия указанных ниже видов микромицетов приведены в соответствии с требованиями Международной микологической глобальной базы данных – Index fungorum [8].

Результаты и их обсуждение. В ходе проведенных исследований на территории города Ошмяны и его окрестностей было обнаружено 82 вида фитопатогенных микромицетов, относящихся к 4 отделам – *Ascomycota*, *Basidiomycota*, *Deuteromycota* и *Oomycota*. Выявленные грибы и грибоподобные организмы паразитировали на 67 видах питающих растений, относящихся к 33 семействам. Отдел *Ascomycota* на территории города Ошмяны был представлен 48 видами, которые относятся к 13 родам, отдел *Basidiomycota* - 11 видами из 6 родов, отдел *Deuteromycota* - 15 видами из 3 родов, отдел *Oomycota* - 6 видами из 6 родов. Микромицеты паразитировали преимущественно на листьях, стеблях, бутонах, цветках, и плодах травянистых растений, реже древесных и кустарниковых растений. Приводим краткий обзор полученных результатов.

Аскомицеты были представлены на территории города 48 видами из 13 родов 4 порядков (*Botryosphaerales*, *Capnodiales*, *Erysiphales*, *Taphrinales*). Преобладающее число видов (39) относятся к 8 родам семейства *Erysiphaceae* порядка *Erysiphales*. Доминирующими по видовому составу оказались роды *Erysiphe* R. Hedw. ex DC. (17), *Golovinomyces* (U. Braun) V.P. Heluta (7), *Podosphaera* Kunze (5). Остальные роды мучнисторосяных грибов представлены небольшим числом видов.

Некоторые виды эризифальных грибов встречались на территории города довольно часто и вызывали высокую степень поражения питающих растений. К

таковым патогенам следует отнести *Erysiphe alphitoides* (Griffon et Maubl.) U. Braun et S. Takam. на *Quercus robur* L., *E. aquilegiae* DC. var. *ranunculi* (Grev.) R.Y. Zheng et G.Q. Chen. на *Ranunculus repens* L., *E. berberidis* DC. на *Berberis vulgaris* L., *E. flexuosa* (Peck) U. Braun et S. Takam. на *Aesculus hippocastanum* L., *E. hyperici* (Wallr.) S. Blumer на *Hypericum maculatum* Crantz и *H. perforatum* L., *E. palczewskii* (Jacz.) U. Braun et S. Takam. на *Caragana arborescens* Lam., *E. necator* Schwein. на *Vitis vinifera* L., *E. sedi* U. Braun на *Sedum spurium* M. Bieb, *E. syringae-japonicae* (U. Braun) U. Braun et S. Takam на *Syringa vulgaris* L., *Golovinomyces artemisiae* (Grev.) V.P. Heluta на *Artemisia absinthium* L. и *A. vulgaris* L., *G. asterum* (Schwein.) U. Braun на видах рода *Aster* L., *G. depressus* (Wallr.) V.P. Heluta на видах рода *Arctium* L., *G. magnicellulatus* (U. Braun) V.P. Heluta на *Phlox paniculata* L., *Phyllactinia guttata* (Wallr.: Fr.) Lév. на *Corylus avellana* L., *Podosphaera aucupariae* Erikss. на *Sorbus aucuparia* L., *P. erigerontis-canadensis* (Lév.) U. Braun et T.Z. Liu на *Chamomilla suaveolens* (Pursh) Rydb. и *Taraxacum officinale* Wigg., *P. mors-uvae* (Schwein.) U. Braun et S. Takam на *Grossularia reclinata* (L.) Mill., *P. pannosa* (Wallr.:Fr.) de Bary на *Rosa canina* L., *Sawadaea bicornis* (Wallr.:Fr.) Homma на *Acer campestre* L. и *A. negundo* L., *S. tulasnei* (Fuckel) Homma на *Acer platanoides* L.

Мучнисторосяные грибы были обнаружены на 39 видах питающих растений из 38 родов 24 семейств. Наибольшее число поражённых видов растений отмечено в семействах *Asteraceae*, *Rosaceae* и *Fabaceae*.

Остальные порядки сумчатых грибов включали 2-4 вида.

Базидиомицеты включали 12 видов из 7 родов 1 порядка (Pucciniales). Доминирующим родом был род *Uromyces* (4 вида), которые паразитировали на 5 видах питающих растений из 4 родов 2 семейств.

Широкое распространение имели такие виды, как *Coleosporium tussilaginis* (Pers.) Lév. на *Tussilago farfara* L., *Cronartium ribicola* J.C. Fisch. на *Ribes nigrum* L., *Melampsora caprearum* (DC.) Thum. на *Salix caprea* L., *M. populnea* (Pers.) P. Karst на *Populus tremula* L., *Phragmidium potentillae* (Pers.) P. Karst. на *Potentilla argentea* L., *Pucciniastrum agrimoniae* (Schumach.) Tranzsch. на *Agrimonia eupatoria* L., *Puccinia graminis* Pers. на *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *P. menthae* Pers. на *Mentha arvensis* L., *Uromyces fallens* (Arthur) Barthol на *Trifolium hybridum* L. и *T. pratense* L., *U. rumicis* (Schmach.) G. Winter на *Rumex obtusifolius* L.

Базидиальные грибы развивались на 12 видах питающих растений, принадлежащих к 12 родам 8 семействам.

Дейтеромицеты включали 15 видов из класса *Coelomycetes* и принадлежали к 3 родам (*Phyllosticta*, *Phoma*, *Cicinobus*). К роду *Phyllosticta* принадлежало 8 видов, *Phoma* – 6 видов, *Cicinobus* – 1 вид.

Широкое распространение имели такие виды, как *Phyllosticta tiliae* Sacc. et Speg. на *Tilia cordata* Mill., *Ph. sorbi* Westend. на *Sorbus aucuparia* L., *Ph. parviammata* R. Sprague на *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Ph. prunicola* Opiz ex Sacc. на *Prunus cerasiphera* L. и *P. domestica* L., *Ph. berberidis* Rabenh. на *Berberis vulgaris* L., *Ph. pirina* Sacc. на *Pyrus communis* L., *P. parviae* Desm. на *Aesculus hippocastanum* L., *Phoma caraganae* Oudem на *Caragana arborescens* Lam., *Ph. viticola* Woron. на *Vitis vinifera* L.

Целомицеты были выявлены на 14 видах питающих растений из 14 родов 10 семейств.

Оомицеты были представлены 7 видами из 7 родов 3 семейств и паразитировали на 7 видах питающих растений из 7 родов 6 семейств.

Широкое распространение имели такие виды, как *Albugo candida* (Pers. ex J.F. Gmel.) Roussel на *Capsella bursa-pastoris* L., *Paraperonospora tanacetii* (Gäum.) Constant. на *Tanacetum vulgare* L., *Peronospora meliloti* Syd. на *Melilotus albus* Medik., *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. et M.A. Curtis) Rostovzev на *Cucumis sativus* L., *Plasmopara viticola* (Berk. et M.A. Curtis) Berl. et de Toni на *Vitis vinifera* L.

Анализ полученных данных показывает, что на территории города Ошмяны и его окрестностей преобладали мучнисторосяные и ржавчинные грибы, а другие порядки были представлены меньшим числом.

С целью улучшения состояния растений, произрастающих на территории города необходимо проведение ряда восстановительных мероприятий, которые будут направлены на создание оптимальных условий для роста и развития растений.

Библиографические ссылки

1. Азбукина З. М. Определитель ржавчинных грибов советского Дальнего Востока. – М.: Наука, 1984. 288 с.
2. Гелюта В. П. Флора грибов Украины. Мучнисторосяные грибы. - Киев: Наукова думка, 1989. 256 с.
3. Гирилович И. С. Грибоподобные организмы (порядок Peronosporales) Беларуси. – Минск: БГУ, 2014. 189 с.
4. Гирилович И. С. Мучнисторосяные грибы (порядок Erysiphales) Беларуси - Минск: БГУ, 2018. 279 с.
5. Новотельнова Н. С. Флора споровых растений СССР. Т. XI: Грибы - Л.: Наука, 1985. 364 с.
6. Ульянищев В. И. Определитель ржавчинных грибов СССР. Ч. 2. – Л.: Наука, 1978. 384 с.
7. Определитель высших растений Беларуси /под. ред. В.И. Парфенова. – Минск: Дизайн ПРО, 1999. 472 с.
8. Kirk P.M. Index of fungi //The global fungal nomenclator [Electronic resours]. The CABI, 2003-2004. Mode of access: <http://indexfungorum.org/> Date of access: 25.10.2020.

РАЗРАБОТКА ПРОТОКОЛА ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОКЛОНОВ *VACCINIUM MACROCARPON*

А. О. Логвина, А. С. Шестопалова, С. Н. Филиппова

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь, hanna.lohvina@gmail.com

В работе представлено описание начальных этапов разработки протокола получения микроклонов клюквы крупноплодной (*Vaccinium macrocarpon* L.) сорта «Ред стар». К настоящему времени проведена следующая работа: протестированы 2 режима стерилизации ягод, послужившие источником семян; проведено микрочеренкование стерильно выращенных растений и протестирована выживаемость микропобегов на «половинной» среде Мурасиге и Скуга. В соответствии с полученными результатами при использовании в ходе стерилизации 10%-го дезинфицирующего средства «Domestos» эффективность стерилизации составила 60%. Увеличение концентрации раствора «Domestos» до 25% позволило повысить эффективность стерилизации ягод до 100%. В первом случае все незатронутые инфекцией семена проросли, тогда как при применении более высокой концентрации средства «Domestos» проросло только 7% высаженных на питательную среду семян. Выживаемость микрочеренков на среде Мурасиге и Скуга с половинным содержанием компонентов составила 73 %. Для некоторых микрочеренков отмечен начальный ризонегез.

Ключевые слова: клюква; клюква крупноплодная; *Vaccinium macrocarpon*; микроклональное размножение; микрочеренкование; микрочеренки; микропобеги; среда Мурасиге и Скуга

ELABORATION OF MICROPROPAGATION PROTOCOL FOR *VACCINIUM MACROCARPON*

H. Lohvina, A. Shestopalova, S. Filippova

Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus. E-mail: hanna.lohvina@gmail.com

This paper describes the initial stages of developing a protocol for obtaining microclones of large-fruited cranberry (*Vaccinium macrocarpon* L.) cv "Red Star". At this point the following work has been carried out: two types of sterilization of berries have been tested; sterile plants have been obtained; microshoots were separated and their survival on the half-strength Murashige and Skoog medium has been tested. According to the results obtained, when using a 10% disinfectant "Domestos" the sterilization efficiency was 60%. Increasing the concentration of the "Domestos" solution to 25% allowed to increase the efficiency of sterilization of berries large-fruited cranberry to 100%. In the first case, all not-infected seeds sprouted, whereas when using a higher concentration of "Domestos", only 7% of the seeds sprouted. The survival rate of microshoots on the half-strength Murashige and Skoog medium was 73 %. For some microshoots initial rhizonegesis is noted.

Key words: cranberry; large-fruited cranberry; *Vaccinium macrocarpon*; microclonal propagation; microshoot, Murashige and Skoog medium

Микроклональное размножение растений в настоящее время является наиболее коммерчески эффективным и практически значимым биотехнологическим подходом выращивания растений. Использование данного подхода позволяет получать генетически однородный, оздоровленный посадочный материал, повысить коэффициент размножения, сократить сроки селекционного процесса, позволяет проводить размножение в любое время года с экономией площадей, необходимых для выращивания растений.

В целом с помощью данного метода можно получить более качественный растительный материал, распространить и создать новые виды растений. Сегодня огромные средства инвестируются на масштабирование биотехнологических процессов. По оценкам специалистов, инвестиции в этой области будут возрастать в среднем на 9 % в год.

Процесс микроклонального размножения включает в себя несколько этапов: выбор материнского растения; введение растений в культуру; собственно, микроклональное размножение; элонгация; укоренение; высадка растений в почву [1].

Разработка эффективных схем микроклонального размножения растений по-прежнему является актуальной задачей. Особенно важным видится создание протоколов размножения микроклонами *in vitro* для растений с ценными питательными и терапевтическими свойствами. Клюква крупноплодная (*Vaccinium macrocarpon* L.) относится к таким растениям. Клюква широко используется в медицине в лечебных и профилактических целях, а также применяется в пищевой промышленности [2], что определяет перспективность создания подхода ее микроклонального размножения, особенно в отношении популярных сортов данного растения, в частности сорта «Ред стар». Целью работы было проведение начальных этапов разработки протокола получения микроклонов клюквы крупноплодной сорта «Ред стар», включающего тестирование нескольких режимов стерилизации ягод, как источника семян, и изучение влияния среды Мурасиге и Скуга (МС) с половинным содержанием компонентов на выживаемость микрочеренков.

В работе на всех этапах экспериментов была использована основная питательная среда МС [3]. Для приготовления плотной среды применяли агар в концентрации 6 г/л. Величина рН питательных сред до стерилизации составляла 5,6–5,8. При получении асептически выращенных проростков клюквы крупноплодной сорта «Ред стар» применяли безгормональную среду МС. В ходе первого этапа изучения эффективности укоренения микрочеренков использовали среду МС с половинной концентрацией компонентов. Проращивание семян клюквы крупноплодной осуществлялось в условиях термостата при 24 °С в темноте. Выращивание стерильных нативных растений и микрочеренков клюквы крупноплодной проводили в условиях фитостата (14 ч свет/10 ч темнота) при комнатной температуре и интенсивности освещения 3000 люкс.

Для оценки эффективности подходов к стерилизации ягод рассчитывали процент неинфицированных чашек Петри с питательной средой после переноса на них семян к общему количеству засаженных семенами чашек Петри, используемых в эксперименте. В каждом эксперименте было использовано по 10 чашек Петри с питательной средой. Выживаемость микрочеренков клюквы оценивали, как процент жизнеспособных микропобегов к общему числу исходно высаженных микрочеренков.

На первом этапе работы получали асептически выращенные растения из пророщенных семян клюквы крупноплодной. Источником семян служили ягоды клюквы крупноплодной сорта «Ред стар». Было протестировано 2 режима стерилизации ягод, различающиеся концентрацией средства «Domestos».

Предварительная стерилизация включала промывание ягод в проточной воде и последующую обработку раствором KMnO_4 (розового цвета) в течение 10 мин. Далее ягоды погружали в 70 %-ый этанол, выдерживая их в растворе в течение 10 мин при постоянном помешивании емкости. В ходе собственно стерилизации

ягоды в условиях ламинар-бокса погружали в стерилизующий раствор на 15 мин. В качестве последнего было использовано 10 % дезинфицирующее средство «Domestos». Постстерилизация включала отмывание объекта от стерилизующего раствора 4 порциями стерильной дистиллированной воды, при этом вода заменялась через каждые 10-15 мин.

По окончании отмывания ягод их разрезали скальпелем и отделяли семена от мякоти. Семена переносили в чашки Петри, содержащие стерильную безгормональную питательную среду МС. При этом все семена из одной ягоды переносили на одну чашку Петри (рис.1, А). Проращивание семян осуществлялось в термостате в течение 10 сут. Эффективность описанного режима стерилизации составила 60%. Проросли все семена, незатронутые инфекцией (рис. 1, Б).

Второй протестированный режим стерилизации отличался от первоначального увеличением концентрации дезинфицирующего средства «Domestos» до 25%. Эффективность указанного режима стерилизации составила 100%. Однако при использовании данного режима стерилизации проросло всего 7 % семян. Причем, время их прорастания существенно удлинилось, составив 4 недели и более.

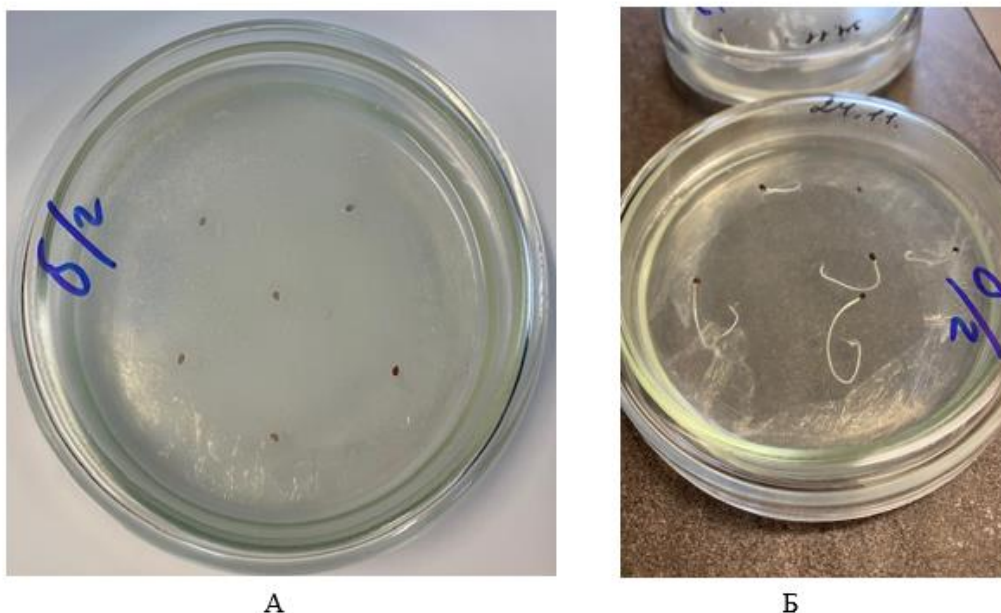


Рисунок 1 – Чашки Петри с высаженными семенами (А) и неинфицированные чашки Петри с проросшими семенами (Б) клюквы крупноплодной
Figure 1 – Petri dishes with seeds (A) and sprouted seeds (B) of large-fruited cranberry

Полученные проростки стерильно переносили в стеклянные флаконы объемом 200 мл с безгормональной средой МС и инкубировали в условиях фитостата. Таким образом, хотя первый испытанный режим стерилизации ягод не позволил добиться максимального обеззараживающего эффекта, однако семена незатронутые инфекцией хорошо проросли. При этом повышение концентрации раствора «Domestos» (второй режим стерилизации) с одной стороны позволило добиться 100% стерильности ягод, но, с другой стороны, негативно повлияло на прорастание семян, что делает использование данного режима стерилизации нецелесообразным.

По истечении 5 недель были получены асептически выращенные растения

клюквы крупноплодной (рис. 2, А). Данные растения были использованы для микрочеренкования. В условиях ламинар-бокса их разделяли на микрочеренки длиной 1,5-2 см. Каждый черенок нижним концом погружали на 0,3-0,5 см в питательную среду. Общий вид микрочеренков представлен на рис. 2, Б.

Через 4 недели оценивали выживаемость микроклонов по общему состоянию микропобегов. В результате проведенного эксперимента было показано, что выживаемость микрочеренков на «половинной» среде МС составила 73 %. Выжившие после 4-х недельного культивирования микропобеги имели зелёный цвет, неповрежденные листья и прямостоячие стебельки. Для некоторых микрочеренков отмечался начальный ризогенез.

Следующим этапом работы по созданию протокола получения микроклонов клюквы крупноплодной сорта «Ред стар» будет тестирование питательных сред, включающих фитогормоны, с целью повышения выживаемости микропобегов и стимуляции ризогенеза.

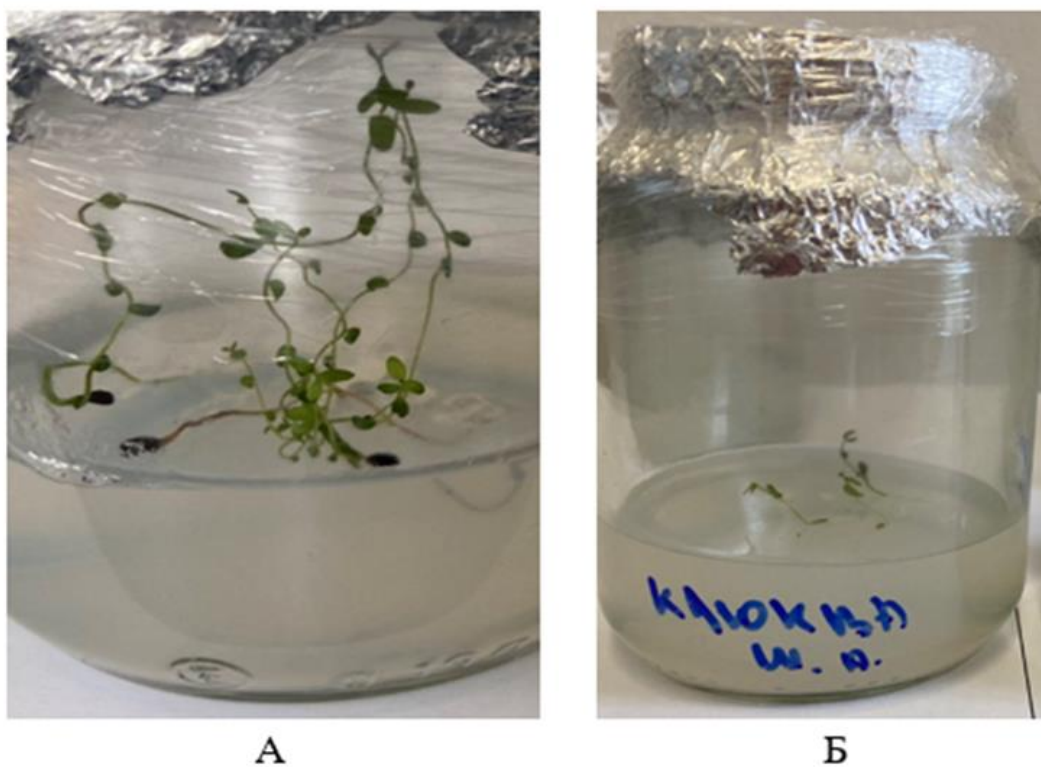


Рисунок 2 – Внешний вид асептически выращенных растений клюквы крупноплодной (А) и полученных из них микрочеренков (Б)
Figure 2 – Aseptically grown large-fruited cranberry plants (A) and separated microshoots (B)

Библиографические ссылки

1. Волова Т.Г. Биотехнология. Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 1999. 252 с.
2. Dao C. A., Patel K. D., Neto C. C. Phytochemicals from the Fruit and Foliage of Cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) - Potential Benefits for Human Health // Emerging Trends in Dietary Components for Preventing and Combating Disease. ACS Symposium Series. American Chemical Society. V. 1093. 2012. P. 79-94.
3. Murashige T. A, Skoog F. revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // Physiol. Plant. 1968. V. 15, iss. 13. P. 473–497.

АЛЬГОФЛОРА ГАЗОНОВ Г. МИНСКА (НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА)

К.А. Малькова, Е.Е. Гаевский

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь. E-mail: gaevski@rambler.ru

В результате проведенных исследований таксономического состава и количественного развития почвенных водорослей газонов г. Минска (микрорайон Малиновка) было выявлено 34 вида почвенных водорослей, принадлежащих, в основном, к четырём отделам: Cyanophyta, Chlorophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta. Наибольшее видовое разнообразие среди почвенных водорослей демонстрируют отделы Cyanophyta и Bacillariophyta. В столице республики подобных исследований ранее не проводилось, с чем и связана актуальность указанной темы.

Ключевые слова: альгофлора; почвенные водоросли; антропогенные местообитания; урбанистическая среда; видовой состав; биоиндикация; загрязнение.

ALGOFLORA OF LAWNS OF MINSK (ON THE EXAMPLE OF THE SOUTHWESTERN PART OF THE CITY)

К.А. Malkova, E.E. Gaevskii

Belarusian State University
Minsk, Republic of Belarus. E-mail: gaevski@rambler.ru

As a result of the studies of the taxonomic composition and quantitative development of soil algae in lawns in Minsk (Malinovka microdistrict), 34 species of soil algae were identified, mainly belonging to four divisions: Cyanophyta, Chlorophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta. The divisions Cyanophyta and Bacillariophyta show the greatest species diversity among soil algae. In the capital of the republic, such studies have not been conducted before, which explains the relevance of this topic.

Key words: algoflora; soil algae; anthropogenic habitats; urbanistic environment; species composition; bioindication; pollution.

Введение. Почвенная среда является конечным звеном в цикле жизнедеятельности организмов. В ней обнаруживаются как продукты метаболизма растений и животных, их останки, так и огромное количество мелких почвенных организмов: бактерий, водорослей, грибов, червей, насекомых и даже некоторых млекопитающих.

В Беларуси почвенные водоросли остаются на данный момент малоизученной группой микроорганизмов. Исследования в области почвенной альгологии в нашей республике проводились Э. Н. Ваулиной в 50–60-х гг. XX в [4]. Полученные ею данные позволили установить таксономический состав почвенных водорослей некоторых районов Витебской, Минской и Брестской областей. Аналогичные исследования повторялись в окрестностях и пригороде г. Гомеля в 2006–2008 гг. Ю. М. Бачурой [3].

Между тем, альгофлора имеет широкое распространение в биосфере и может служить хорошим биоиндикатором состояния окружающей среды. Водоросли обитают не на одних лишь сформированных почвах, но и на безжизненных субстратах. Нередко в антропогенно-нарушенных местообитаниях: местах отвала промышленных отходов, загрязнённых радиацией территориях, а также в пустынях

это единственные представители автотрофной биоты [2, 5].

Водоросли характеризуются специфической чувствительностью к различным видам антропогенного загрязнения, превышению концентраций отдельных веществ и быстрой реакцией на изменения экологической ситуации. К тому же, микроскопические водоросли быстро развиваются в лабораторных условиях на искусственных средах, т.е. удобны в работе [6].

Водоросли непосредственно влияют на физико-химические свойства почвы, создают первичную продукцию и служат пищей для гетеротрофных организмов, вступают в сложные взаимоотношения с высшими растениями [7].

Материалы и методы исследований. Почвенные пробы были взяты в середине июля 2020 г по общепринятой в почвенной альгологии методике. Их отобрали на 4 участках на юго-западе Минска с разной степенью антропогенной нагрузки:

1) Газон по ул. Курчатова, неподалёку от студенческих общежитий. Местность находится за пределами города, но, тем не менее, здесь постоянен поток людей, а по автомобильной дороге регулярно проезжает транспорт. Сам образец почвы был взят из поверхностных слоёв, обладает лёгким гранулометрическим составом (супесь связная) и содержит менее 3% влаги. Цвет почвы – светло-коричневый. Есть мелкие камушки и разрастания наземной растительности.

2) Газон около МКАД в Московском районе г. Минска. Местность расположена непосредственно у сильно загруженной автомобильной дороги. Здесь нет пешеходов, но выхлопные газы от автотранспорта оказывают своё воздействие почти круглосуточно. Почвенный профиль здесь не выражен и малоразвит, поскольку при постройке кольцевой автодороги произошло значительное антропогенное нарушение ландшафта. Влажность почв составляет лишь около 0,8%. Почва почти чёрного цвета, в ней много гравия и асфальтной крошки, пыли. На таком субстрате практически ничего не растёт.

3) Газон у биологического факультета БГУ. Местность в значительной степени отдалена как от самой столицы, так и от крупных дорог и автомагистралей. Здесь наблюдается достаточно густая растительность, рядом имеется ботанический памятник природы «Дубрава». Поток людей за зданием факультета невелик, а условия для произрастания видов флоры, в целом, благоприятные. Почва тёмно-коричневого цвета, достаточно влажная, а при высыхании – рыхлая, однородного состава (суглинок средний). Содержание влаги – чуть более 6%.

4) Газон по ул. Наполеона Орды, у жилых строений рядом с автодорогами. Несмотря на то, что местность располагается на окраине города Минска, здесь наблюдается постоянный поток людей и автотранспорта. В спальных районах, где дома были построены не так давно (2007-2010 гг.), средне- и высоковозрастной растительности очень мало. А значит, вся пыль от дорог не собирается кроной деревьев и листвой кустарников, а оседает прямо на почве. Гранулометрический состав почвы (суглинок лёгкий). Рассчитанная влажность почвы – около 6%. Почва коричневого цвета, также есть много частиц мусора антропогенного происхождения. Образец почвы весьма неоднороден.

Влажность описанных выше почвенных образцов определяли по стандартной агрохимической методике. Видовой состав водорослей в каждом из них выявляли методом почвенных культур со «стёклами обрастания».

Идентификацию водорослей осуществляли с помощью микроскопа Carl Zeiss AxioStar и определителей, таксономическое положение объектов приведено по

каталогу Т.М. Михеевой [1].

Результаты и их обсуждение. Всего было выявлено 34 вида водорослей, среди которых 11 синезелёных (цианобактерии), 11 диатомовых, 6 зелёных и 6 желтозелёных. Наибольшее видовое разнообразие среди почвенных водорослей демонстрируют отделы Cyanophyta и Bacillariophyta. Представителей отделов Chlorophyta и Xanthophyta можно встретить в образцах почвы несколько реже, и обилие их меньше. Желтозелёные водоросли особенно требовательны к условиям существования.

Таблица – Таксономическая структура почвенных водорослей газонов юго-западной части г.Минска

Table - Taxonomic structure of soil algae of the lawns in the southwestern part of Minsk

Отдел	Порядок	Семейство	Вид	Встречаемость в почв.образцах (№ участка)
Cyanophyta	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz.	№1, 2
	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbia aerugineo-coerulea</i> (Kütz.) Gom. f. <i>aerugineo-coerulea</i>	№4
			<i>Oscillatoria</i> sp.	№2, 3, 4
			<i>Phormidium autumnale</i> Kütz.	№2, 3
			<i>Phormidium dimorphum</i> Lemm	№1
	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena variabilis</i> Kütz. f. <i>variabilis</i>	№1, 3
			<i>Cylindrospermum majus</i> Kütz.	№1, 3
			<i>Nostoc muscorum</i> C.Agardh ex Bornet & Flahault	№1
			<i>Nostoc punctiforme</i> (Kütz.) Hariot f. <i>punctiforme</i>	№3, 4
		Rivulariaceae	<i>Calothrix</i> sp.	№3, 4
	Synechococcales	Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbya angustissima</i> W. & G.S.West	№1, 2
Bacillariophyta	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Hantzschia virgata</i> (Roper) Grunow	№4
			<i>Nitzschia palea</i> f. <i>dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	№4
	Naviculales	Diadesmidaceae	<i>Luticola mutica</i> Kütz.	№2

		Naviculaceae	<i>Caloneis silicula</i> Ehrenb.	№2
			<i>Navicula borealis</i> (Ehrenberg) Kützing	№3
			<i>Navicula intermedia</i> Lagerst.	№2
			<i>Navicula mutica</i> Kütz.	№4
			<i>Navicula pelliculosa</i>	№4
		Pinnulariaceae	<i>Pinnularia borealis</i> Ehr. var. <i>Borealis</i>	№2, 4
			<i>Pinnularia intermedia</i> (Lagerst) CL.	№4
Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	№2	
Chlorophyta	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Chlorella mirabilis</i>	№3
			<i>Chlorella vulgaris</i> Beijer.	№1, 4
	Chlorococcales	Chlorococcaceae	<i>Chlorococcum infusionum</i>	№1
			<i>Tetracystis aggregata</i> Broun et Bold	№1, 3, 4
	Ulothrichales	Ulothrichaceae	<i>Ulothrix variabilis</i> Kütz.	№1
Trebouxiophyceae ordo incertae sedis	Coccomyxaceae	<i>Coccomyxa</i> sp.	№3	
Xanthophyta	Mischococcales	Botrydiopsidaceae	<i>Botrydiopsis</i> sp.	№3
			<i>Botrydiopsis eriensis</i> Snow	№1, 2, 4
		Pleurochloridaceae	<i>Pleurochloris commutata</i> Pascher	№3, 4
	<u>Tribonematales</u>	<u>Tribonemataceae</u>	<i>Tribonema minus</i> (Wille) Hazen	№4
	Vaucheriales	Vaucheriaceae	<i>Vaucheria</i> sp.	№2
<i>Vaucheria pachyderma</i> J.Walz			№4	

Выводы. По итогам данного исследования можно сделать вывод, что разные группы почвенных водорослей по-разному приспосабливаются к условиям наземной среды. В почвах, где антропогенная нагрузка мала, по численности преобладают зелёные и желтозелёные водоросли, а видовое разнообразие заметно выше. В антропогенно загрязнённых почвах появляется больше синезелёных (цианобактерий) и диатомовых водорослей.

Степень увлажнения почв также в значительной степени влияет на формирование альгоценоза определённого качественного и количественного

состава. В достаточно влажных почвах чаще развиваются синезелёные (цианобактерии) и зелёные водоросли, а в сухих песчаных – диатомеи. К тому же, при повышении влажности почвы появляются благоприятные условия для формирования биологического разнообразия альгоценоза.

Благодаря возрастанию видового разнообразия и интенсивности развития почвенных водорослей в фитоценозах, деградирующих под воздействием антропогенных факторов, поддерживается стабильность автотрофной биоты и всей экосистемы в целом.

Библиографические ссылки

1. Михеева Т.М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог. БГУ. Минск, 1999. 395 с.
2. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация: учебное пособие / М.Н. Строганова [и др.]. Смоленск: Ойкумена, 2003. 268 с.
3. Бачура Ю.М. Структура сообществ почвенных водорослей и их использование для альгоиндикации почв (на примере Гомельского региона): автореферат дисс. на соискание уч. ст. канд. биол. наук / Ю.М. Бачура; Гомельский госуниверситет им. Ф. Скорины. Гомель, 2013. 25 с.
4. Ваулина Э.Н. Состав и распределение водорослей в некоторых характерных почвах БССР: автореферат дисс. на соискание учёной степени канд. биол. наук: / Э.Н. Ваулина; Ботан. ин-т им. В.Л. Комарова. Ленинград, 1956. 19 с.
5. Зенова Г.М. Штина Э.А. Почвенные водоросли: Учебное пособие. Москва: МГУ, 1990. 80с.
6. Кабиров Р.Р. Почвенные водоросли: качественный состав, количественные характеристики, использование при проведении экологического мониторинга / Р.Р. Кабиров, Е.С. Пурина, Л.М. Сафиуллина // Успехи современного естествознания. 2008. №5. С. 54–55.
7. Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 143 с.

СТАБИЛЬНОСТЬ КЛЕТОЧНЫХ МЕМБРАН СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ ПОРОД ПРИ ВНЕСЕНИИ ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

И.А. Машкин, В.П. Шуканов, Е.В. Мельникова, Л.А. Корытько, С.Н. Полянская

Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси
Минск, Беларусь, patphysio@mail.ru

В статье представлены результаты исследования влияния обработок регуляторами роста Экосил Микс и Экосил Плюс, фунгицидом Винцит Форте и микроудобрением Гисинар-М на стабильность мембран клеток сеянцев хвойных пород с закрытой корневой системой.

Ключевые слова: сеянцы с закрытой корневой системой; сосна обыкновенная; ель европейская; регуляторы роста; микроудобрения; фунгициды; перекисное окисление липидов; мембраны клеток.

STABILITY OF CELLULAR MEMBRANES OF CONIFEROUS SEEDLINGS DURING THE TREATMENT OF PROTECTIVE-STIMULATING SUBSTANCES

I.A. Mashkin, V.P. Shukanov, E.V. Melnikowa, L.A. Korytsko, S.N. Polyanskaya

The State Scientific Institution «V.F.Kuprevich Institut of Experimental Botany of the Natoinal Academy of Sciense of Belarus»,
Minsk, Republic of Belarus. E-mail: patphysio@mail.ru

An article presents the results of a study of the effect of growth regulators Ecosil Mix and Ecosil Plus, fungicide Vincit Forte and microfertilizers Gisinar-M treatments on the stability of cell membranes of coniferous seedlings with a closed root system.

Key words: seedlings with a closed root system; Scots pine; European spruce; growth regulators; microfertilizers; fungicides; lipid peroxidation; cell membranes.

Введение. В процессе онтогенеза растения в той или иной степени подвергаются воздействию негативных факторов окружающей среды, к которым также можно отнести и внесение различных препаратов, особенно в случае их неправильного дозирования [1–3]. Наличие стресса заметно, прежде всего, на физиолого-биохимическом уровне, так как в клетках растений начинается интенсивная генерация активных форм кислорода (АФК), которые могут привести к перекисному окислению липидов (ПОЛ), вследствие чего нарушается целостность клеточных мембран [4–7]. Тем не менее выращивание качественного посадочного материала требует использования защитно-стимулирующих веществ. Одними из наиболее экологически безопасных являются препараты, получаемые из древесной зелени пихты сибирской (*Abies sibirica*). Тритерпеновые кислоты в их составе должны обеспечивать не только росторегулирующую, но и некоторую фунгицидную активность, однако без целенаправленного подавления развития грибных инфекций они могут существенно снизить качество сеянцев [1–3, 8].

Материалы и методы. Объектами исследования являлись сеянцы ели европейской (*Picea abies*) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) с закрытой корневой системой, выращенные при помощи кассет Plantek 35F в лабораторных условиях. Семена и сеянцы обрабатывали препаратами Экосил Микс (5 г/л тритерпеновых кислот), Экосил Плюс (2,5 г/л тритерпеновых кислот), Винцит Форте (флутриафол 37,5 г/л + тиабендазол 25 г/л + имазалил 15 г/л) и Гисинар-М

Таблица 1 – Схема проведения опыта по обработке семян и сеянцев.
Table 1 – Scheme of the experiment on the treatment of seeds and seedlings.

№	Вариант обработки	Расход раствора	
		л/т семян	л/м ²
1	Контроль (сухие семена)	-	-
2	Инкрустация Экосил Микс 0,1 мл/л + Винцит Форте 50 мл/л	10	5
3	Инкрустация Экосил Микс 0,1 мл/л + Винцит Форте 50 мл/л + Гисинар-М 25 мл/л	10	5
4	Инкрустация Экосил Плюс 0,1 мл/л + Винцит Форте 50 мл/л	10	5
5	Инкрустация Экосил Плюс 0,1 мл/л + Винцит Форте 50 мл/л + Гисинар-М 25 мл/л	10	5
6	Инкрустация Экосил Микс 0,1 мл/л + Винцит Форте 50 мл/л + полив Экосил Микс 1 мл/м ² (2 раза)	10	5
7	Инкрустация Экосил Микс 0,1 мл/л + Винцит Форте 50 мл/л + Гисинар-М 25 мл/л + полив Экосил Микс 1 мл/м ² (2 раза)	10	5
8	Инкрустация Экосил Плюс 0,1 мл/л + Винцит Форте 50 мл/л + полив Экосил Плюс 1 мл/м ² (2 раза)	10	5
9	Инкрустация Экосил Плюс 0,1 мл/л + Винцит Форте 50 мл/л + Гисинар-М 25 мл/л + полив Экосил Плюс 1 мл/м ² (2 раза)	10	5

Таблица 2 – Влияние обработок на мембраны клеток сеянцев (90 дней).
Table 2 – Effect of treatments on seedling cell membranes (90 days).

№	Содержание ТБК-продуктов		Выход водорастворимых веществ	
	мкМ/г ($M \pm m$)	% к контролю	мг/л/г ($M \pm m$)	% к контролю
Сосна обыкновенная				
1	11,43±0,09	100	5,83 ± 0,03	100
2	10,90±0,13*	95	5,34 ± 0,05*	92
3	11,00±0,09*	96	5,51 ± 0,03*	94
4	12,56±0,06*	110	5,88 ± 0,04	101
5	10,52±0,06*	92	5,38 ± 0,02*	92
1	12,02±0,11	100	5,96 ± 0,04	100
6	9,24±0,13*	77	4,70 ± 0,05*	79
7	11,17±0,08*	93	4,87 ± 0,05*	82
8	12,31±0,08	102	5,29 ± 0,05*	89
9	12,01±0,09	100	5,58 ± 0,03*	94
Ель европейская				
1	10,07 ± 0,09	100	4,83 ± 0,05	100
2	8,99 ± 0,14*	89	4,38 ± 0,02*	91
3	8,06 ± 0,08*	80	4,13 ± 0,04*	86
4	8,97 ± 0,07*	89	4,43 ± 0,03*	92
5	7,66 ± 0,08*	76	4,04 ± 0,05*	84
1	10,81 ± 0,13	100	4,66 ± 0,07	100
6	8,07 ± 0,08*	75	3,59 ± 0,03*	77
7	12,07 ± 0,10*	112	4,51 ± 0,05	97
8	8,05 ± 0,04*	74	3,89 ± 0,03*	84
9	12,30 ± 0,11*	114	4,57 ± 0,04	98

Примечание – * Данные статистически значимы по *t*-критерию Стьюдента ($p = 0,05$).

(Cu, Zn, Mg) согласно схеме опытов (табл. 1). На 90 сутки определяли содержание продуктов ПОЛ в хвое и проницаемость мембран растительных клеток спектрофотометрическим и кондуктометрическим методом [1–3].

Результаты исследования. Произведенные обработки посевного и посадочного материала в большинстве вариантов вызвали значительные отклонения, измеренных физиолого-биохимических показателей, по отношению к контролю (табл. 2). Отмечено, что обработки вызвали статистически достоверное уменьшение и увеличение продуктов ПОЛ в тканях семян, но при этом проницаемость растительных мембран для водорастворимых веществ оказывалась значительно ниже, либо практически равнялась контрольным величинам. В целом наблюдается общая тенденция к сокращению выхода водорастворимых веществ при низком уровне продуктов ПОЛ в хвое, а повышение их концентрации не оказало существенного влияния на целостность растительных мембран. Интересно и то, что в некоторых экспериментальных вариантах не выявлено значительных колебаний содержания в хвое семян сосны и ели с закрытой корневой системой продуктов ПОЛ относительно контроля, однако водорастворимые вещества также менее интенсивно выходили из тканей растений. Это можно объяснить тем, что возможно, колебания ПОЛ не всегда свидетельствуют о непосредственном наличии или отсутствии стресса, а благодаря ростостимулирующей и фунгицидной активности препаратов подавляется развитие патогенов, которые также могут нарушить целостность растительных тканей. Несколько отличается реакция на обработку препаратами у сосны и ели, так, например, в хвое семян ели после внесения защитно-стимулирующих веществ наблюдаются большие колебания, измеренных физиолого-биохимических параметров, относительно контроля. Также для ели отмечена активизация ПОЛ при одновременном внесении микроудобрения Гисинар-М и поливе Экосилами, а у сосны аналогичное происходит уже при отдельной инкрустации семян Экосилом Плюс и Винцитом Форте.

Результаты исследования. Таким образом, произведенные предпосевные и корневые обработки посевного и посадочного материала хвойных пород растений регуляторами роста Экосил Микс и Экосил Плюс, фунгицидом Винцит Форте и микроудобрением Гисинар-М обуславливают стабилизирующий эффект на мембраны клеток семян сосны обыкновенной и ели европейской с закрытой корневой системой. По всей видимости, снижение интенсивности окислительных процессов и повышение целостности мембран клеток растений достигается благодаря ростостимулирующей, фунгицидной и, возможно, непосредственной антиоксидантной активности, испытанных защитно-стимулирующих веществ.

Библиографические ссылки

1. Физиология патогенеза и болезнестойчивости растений / А. П. Волынец [и др.]. Минск: Беларуская навука, 2016. 252 с.
2. Эндогенные фиторегуляторы роста: свойства, физиологическое действие и практическое использование / А. П. Волынец [и др.]. Минск: Беларуская навука, 2019. 233 с.
3. Машкин И. А., Корытько Л. А., Шуканов В. П. Влияние защитно-стимулирующих препаратов на болезнестойчивость и качественные характеристики семян ели (*Picea abies*) с закрытой корневой системой // Труды БГТУ. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2020. № 2. С. 109–119.
4. Спивак Е. А. Генерация активных форм кислорода, перекисное окисление липидов

и проницаемость клеточных мембран в листьях проростков ячменя (*Hordeum vulgare L.*) при засухе // Вестник БГУ. Сер. 2. 2010. № 1. С. 51–54.

5. Колупаев Ю. Е. Активные формы кислорода в растениях при действии стрессоров: образование и возможные функции // Вестник Харьковского национального аграрного университета. Сер. Биология. 2007. № 3 (12). С. 6–26.

6. Дубинина Е. Е. Продукты метаболизма кислорода в функциональной активности клеток (жизнь и смерть, созидание и разрушение). Физиологические и клинико-биохимические аспекты. Санкт-Петербург: Медицинская пресса, 2006. 400 с.

7. Lipid peroxidation: Mechanisms, inhibition, and biological effects / E. Niki [et al.] // Biochem Biophys Res Communications, 2005. V. 338 (1). P. 668–676.

8. Ралдугин В. А. Тритерпеноиды пихты и высокоэффективный регулятор роста растений на их основе // Российский химический журнал. 2004. № 3. С. 84–88.

АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНВАЗИВНЫХ БОРЩЕВИКОВ В ВЕРХНЕДВИНСКОМ РАЙОНЕ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

Л. М. Мерзвинский, Ю.И. Высоцкий, А.Б. Торбенко

Витебский государственный университет имени П.М. Машерова
Витебск, Беларусь, leonardm@tut.by

В статье приводятся сведения о распространении инвазивных борщевиков в Верхнедвинском районе Витебской области и описываются очаги инвазии. В программе OziExplorer создана картографическая база данных произрастающих борщевиков, создана ГИС в программе MapInfo, осуществлен ГИС-анализ распространения борщевиков и указывается распределение их популяций по типам земель и землепользователям. Всего зафиксированы GPS-координаты 75 мест произрастания борщевика на площади 4,46 га.

Ключевые слова: гигантские борщевики; ГИС-технологии; инвентаризация; карта распространения; колонии борщевика; очаги инвазии; центры инвазии.

THE ANALYSIS OF INVASIVE *HERACLEUM* SPECIES WITHIN VERHNEDVINSK DISTRICT (VITEBSK REGION)

L.M. Merzhvinskiy, Ju. I. Visotskiy, A.B. Torbenko

Vitebsk state university named after P.M. Masherov
Vitebsk, Belarus, leonardm@tut.by

The article contains information about distribution of of invasive *Heracleum* species within Verhnedvinsk district (Vitebsk region). The locuses of invasion are described. The database of invasive *Heracleum* species distribution was made with OziExplorer software. GIS map was made with MapInfo. GIS analysis of invasive *Heracleum* populations distribution through different area types and landowners was made. In the result 75 locations of invasive *Heracleum species* with total area of 4,46 hectares were found.

Key words: invasive *Heracleum* species; GIS-technology; inventarisation; map of distribution; *Heracleum* colonies; locus of ivasion; centres of invasion.

В Беларуси борьба с распространением борщевика Сосновского и других гигантских борщевиков ведется в соответствии с «Положение о порядке проведения мероприятий по регулированию распространения и численности видов растений, распространение и численность которых подлежат регулированию» (постановление Совета Министров Республики Беларусь № 1002 от 07 декабря 2016 г.). Изучение инвазии борщевика Сосновского и близкородственных ему видов гигантских борщевиков на территории Витебской области проведено в рамках ГПНИ на 2016-2020гг. «Природопользование и экология», п/п 2 «Биоразнообразие, биоресурсы, экология», комп/задание 2.05 «Оценка угроз и разработка системы рисков от внедрения инвазивных видов в нативные сообщества как элемент экологической безопасности Республики Беларусь». В 2019-20 гг. в ВГУ имени П.М. Машерова была выполнена НИР «Оценка угроз распространения инвазивных видов бальзамин, борщевик, золотарник на территории северных и западных районов Витебской области, молекулярно-генетическое изучение их таксономического состава». В Верхнедвинском районе осуществлено изучение инвазии борщевика 2019 году.

При разработке маршрутов полевых исследований были использованы данные о местах произрастания борщевика Верхнедвинской районной инспекции а также Витебского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды о. Изучение проводилось детально-маршрутным методом с применением GPS-навигации. GPS-данные полученные при полевых исследованиях передавались в специальные картографические программы *OziExplorer* и *MapInfo*. Дальнейшая обработка результатов полевых работ осуществлялась с использованием ГИС-технологий и ГИС-картографирования. Изучение пространственного распределения инвазии осуществлялось по аэрофотоснимкам (ортофотопланам) на Геопортале «Белгипрозем» Земельно-информационной системы Республики Беларусь (ЗИС РБ).

В ходе полевых исследований на территории Верхнедвинского района нами зафиксировано 75 мест произрастания борщевика (отдельных пятен (локалитетов) или локусов) общей площадью 4,46 га. Они образуют 31 изолированную колонию. Колонии объединяются в 6 очагов инвазии, которые сосредоточены в 2 центрах распространения инвазии, один из которых расположен в северной части района и один на юге района.

Центр инвазии «Северный» расположен в северной части Верхнедвинского района вблизи с границей с Латвией. Большинство мест произрастания расположены на юго-запад от г.п. Освея. Центр образуют 23 колонии, состоящие из 52 отдельных мест произрастания общей площадью 4,2 га. Центр состоит из 4 очагов инвазии: Гаврилины, Освея, Петровщина, Сеньково. Очаг инвазии «Освея» расположен в окрестностях г.п. Освея на юг от озера Освея. Очаг образован 7 колониями, состоящими из 15 локалитетов, общей площадью 0,42 га. Большинство популяций борщевика произрастают на закустаренных землях в придорожных полосах на землях сельхозпредприятий. На части площадей борщевик обсеменяется, на части скашивается или обработан гербицидом и находится в угнетенном состоянии. Уничтоженных мест произрастания нет. Очаг инвазии «Сеньково» расположен на запад от г.п. Освея (по а/д Н-2205) в окрестностях д. Сеньково. Очаг образован 6 колониями, состоящими из 63 локалитетов общей площадью 0,212 га. Основная часть зарослей расположена на территории нежилой д. Королево. Очаг прогрессирует, расширяет площадь, борщевик много где обсеменяется. Очаг инвазии «Петровщина» расположен на северо-западной окраине района в окрестностях д. Липовка и Мотужи. Очаг образован 8 колониями, состоящими из 34 локалитетов общей площадью 3,55 га. Это самый крупный очаг инвазии на территории района. Большинство локалитетов расположены в глубине леса на территории бывшей д. Петровщина. Очаг находится в сильно угнетенном состоянии, сокращает площадь. Большая часть зарослей уничтожена гербицидом в 2018–19 годы. Очаг инвазии «Гаврилины» расположен на севере района на территории Освейского с/с в окрестностях д. Гаврилины. Очаг образован двумя малыми колониями, каждая из которых состоит из 1 локалитета (пятна зарослей) борщевика. Очаг находится в стабильном состоянии, борщевик регулярно скашивается, угрозы распространения нет.

Центр инвазии «Южный» расположен на юго-восток от г. Верхнедвинск. Центр состоит из очага «Мартиново-Коршуны» и шести отдельных колоний. Очаг инвазии «Мартиново-Коршуны» расположен на восток от г. Верхнедвинск в окрестностях д. Мартиново и в окрестностях д. Коршуны. Очаг находится в сильно угнетенном состоянии. Основная площадь зарослей уничтожена гербицидом, сохранились небольшие группы растений. Но очаг имеет возможность восстановления за счет почвенного банка семян.

Самая большая колония борщевика площадью 0,123 га из 3 локалитетов расположена на юго-восток от г. Верхнедвинск (по а/д Р-20 до аг. Шайтерово) в окрестностях д. Михайлово, на запад от деревни, возле рыба-разводочных прудов. Большая часть зарослей обсеменяется. Происходит быстрое расселение по закустаренному полю. Именно от этой труднодоступной колонии исходит угроза распространения инвазии, так как бороться с расселением можно только вручную. По сравнению с 2011 г. отмечен многократный рост количества мест произрастания борщевика и площади инвазии на территории Верхнедвинского района (в 2011 г. 8 локальных популяций площадью 1,5 га, в 2018 г. 72 локальные популяции площадью 50,94 га). В 2018–19 годы на территории Верхнедвинского района основная часть площади зарослей борщевика дважды обрабатывалась гербицидом. Это привело к угнетению и гибели большинства популяций борщевика, что привело к резкому уменьшению площади инвазии. При инвентаризации мест произрастания нами было зафиксировано 75 локалитетов борщевика общей площадью 4,457 га.

Установлено, что в Верхнедвинском районе основная доля зарослей борщевика приходится на лесные земли – 2,27 га или 51% площадей по району. На втором месте – неиспользуемые земли – 1,36 га (30,65% площадей). На третьем месте закустаренные пахотнопригодные земли – 0,41 га (9,23%). На четвертом месте луговые земли – 0,178 га (4%). На пятом месте земли под застройкой (земли вокруг зданий) – 0,095 га (2,14%). Далее пахотные земли – 0,076 га (1,7%) и мелиоративные каналы – 0,037 га (0,83%). Самые большие площади земель, занятых борщевиком у следующих пользователей: ГЛХУ «Верхнедвинский лесхоз» – 2,2755 га (51%); КУПСХП «Освейский» – 1,551 га (34,8%); ОАО «Шайтерово» – 0,215 га (4,2%); Освейский с/с (д. Королёво) – 0,179 га (7%); г.п. Освея (земли поселений) – 0,077 га (1,73%); КУПСХП «Дриссенский» – 0,076 га (1,7%).

Мониторинг состояния мест произрастания борщевика на территории Верхнедвинского района показал, что на 20% площадей, занятых борщевиком, мероприятия по ограничению его распространения не применяются. На 10% площадей проводится скашивание и на 70% зарослей борщевика применяется химический метод борьбы. В связи с тем, что борьба с борщевиком ведётся разными способами и не везде мероприятия выполняются в полном объёме, состояние зарослей борщевика в разных колониях отличается. Результативность борьбы с инвазией оценивается соотношением пяти категорий состояния борщевика: доминирует, прогрессирует, стабилен, угнетён, сильно угнетён, уничтожен [1].

На территории Верхнедвинского района в угнетенном состоянии находится 72,96% площади зарослей борщевика, 9,3% площади – стабильны, на 17,73% площади борщевик прогрессирует (обсеменяется и увеличивает площадь). Проведенными нами исследованиями установлено, что основными местами распространения борщевика являются антропогенные ландшафты: окраины полей, нежилые деревни, хоздворы заброшенных ферм, зоны отчуждения вдоль дорог (придорожные полосы и кюветы). Уязвимыми по отношению к инвазии борщевика и естественные ландшафты: поймы ручьев, низинные луга и окраины лесных массивов. Верхнедвинский район отличается тем, что здесь основная площадь инвазии приходится на лесные земли, а в других обследованных районах основная площадь инвазии приходится на луговые земли [2–8].

В ходе полевых работ зарегистрированы GPS-координаты всех обследованных популяций борщевика, состоящих из 75 отдельных локальных мест произрастания или локуса. В результате обработки полученных данных созданы: картографическая база данных мест произрастания борщевика в программе *OziExplorer*, ГИС на платформе программы *MapInfo*, карта распространения борщевика на территории Верхнедвинского района Витебской области, картосхемы очагов инвазии по землепользователям. В борьбе с борщевиком в Витебском районе за 9 лет достигнуты большие успехи. Основная площадь инвазии уничтожена химическим методом в 2018 – 2019 гг. В Верхнедвинском районе более 70% площади зарослей борщевика находится в угнетенном состоянии. Угрозы распространения борщевика нет. Инвазия локализована и взята под контроль.

Библиографические ссылки

1. Оценка угроз распространения инвазивных видов родов бальзамин, борщевик и золотарник на территории Витебской области, молекулярно-генетическое изучение их таксономического состава / отчет о научно-исследовательской работе (промежуточный), научный руководитель Л.М. Мержвинский / ВГУ имени П.М. Машерова: Витебск 2017. С. 11–12.
2. Высоцкий Ю.И., Мержвинский Л.М., Торбенко А.Б., Новикова Ю.И., Латышев С.Э., Морозов И.М. Анализ распространения инвазивных борщевиков на территории Дубровенского района Витебской области // *Веснік Віцебскага дзяржаўнага ун-та*. 2017. № 3(96). С. 49–55.
3. Высоцкий Ю.И., Анализ распространения инвазии борщевика на территории Лиозненского района Витебской области // *Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта*. 2017. №4 (97). С. 48–53.
4. Высоцкий Ю.И. Анализ распространения инвазивных борщевиков на территории Сенненского района Витебской области // *Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўн-та*. 2018. № 1 (98). С. 48–53.
5. Высоцкий Ю.И., Мержвинский Л.М., Морозов И.М., Торбенко А.Б. Анализ распространения инвазии борщевика на территории Городокского района Витебской области // *Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта*. 2018. №4 (101). С. 66–72.
6. Высоцкий Ю.И. Анализ распространения инвазии борщевика на территории Оршанского района Витебской области // *Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта*. 2019. №2 (103). С. 26–35.
7. Высоцкий Ю.И. Изучение инвазии борщевика в Полоцком районе Витебской области // *Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта*. 2020. №2 (107). С. 25–31.
8. Высоцкий Ю.И., Мержвинский Л.М., Торбенко А.Б., морозов И.М., Кривко В.В. Инвазия борщевика в Витебском районе Витебской области // *Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта*. 2020. №3 (108). С. 69–77.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА ФЛОРЫ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ КАК СЛЕДСТВИЕ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ПОЛЕССКОЙ ХОРОЛОГИЧЕСКОЙ ДИЗЬЮНКЦИИ

А. Н. Мялик

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь, aleksandr-myalik@yandex.by

В статье проанализированы состав, структура и особенности развития флоры сосудистых растений Припятского Полесья за столетний период. Установлено, что аборигенная фракция представлена 881 видом, относится к *Cyperaceae*-типу и выделяется значительным числом видов (до 25 %), которые произрастают на границах ареалов. Адвентивный компонент насчитывает 1281 вид, из которых 641 – культивируемый интродуцент. В дикорастущих условиях отмечено 640 заносных видов, образующих вместе с аборигенами спонтанную флору, представленную 1521 видом. Современная динамика флоры свидетельствует об усиливающемся процессе исчезновения аборигенных и появлении новых адвентивных видов. Возрастающий антропогенный прессинг подтверждается ростом коэффициента синантропизации флоры (до 60 %), индекса её адвентизации (до 0,42) и коэффициента оборота видов (0,44). В совокупности эти процессы приводят к утрате флорой зональных черт бореальной области и приобретению ксеротермических свойств.

Ключевые слова: Припятское Полесье; флора; аборигенная и адвентивная фракция; структура и динамика флоры; трансформация флоры.

THE CURRENT STATE AND DYNAMICS OF THE FLORA OF THE PRIPYAT POLESIE AS A RESULT OF ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF THE NATURAL ENVIRONMENT IN THE POLESIE HOROLOGICAL DISJUNCTION ZONE

A. M. Mialik

Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus, aleksandr-myalik@yandex.by

The article analyzes the composition, structure and features of the development of the flora of vascular plants in the Pripyat Polesie over a century. It was found that the aboriginal fraction is represented by 881 species, belongs to the *Cyperaceae*-type and is distinguished by a significant number of species (up to 25%) that grow at the boundaries of the ranges. The adventitious component includes 1281 species, of which 641 are cultivated introduced species. In the wild, 640 adventive species were recorded, forming, together with the aborigines, a spontaneous flora, represented by 1521 species. The modern dynamics of the flora testifies to the increasing process of the disappearance of native species and the emergence of new adventive species. The increasing anthropogenic pressure is confirmed by the growth of the coefficient of flora synanthropization (up to 60%), the index of its adventitization (up to 0.42) and the coefficient of species turnover (0.44). Taken together, these processes lead to the loss of the zonal features of the boreal region by the flora and the acquisition of xerothermal properties.

Key words: Pripyat Polesie, flora; aboriginal and adventive fraction; structure and dynamics of flora; transformation of flora.

К настоящему времени установлено, что процессы негативного антропогенного воздействия на флору более ярко проявляются на пограничных территориях, экосистемы которых, ввиду значительного количества произрастающих на границах ареалов видов, более уязвимые [1]. Территория Припятского Полесья (отдельного физико-географического округа в центральной

части Полесской провинции) находится на границе подзон грабово-дубово-темнохвойных и широколиственно-сосновых лесов. Здесь, на пределе естественного распространения, представлено около 25 % аборигенных видов [2], ареалы которых образуют пространство полесской региональной хорологической дизъюнкции [3]. С учётом общего проблемного состояния полесского региона, вопросы, касающиеся изучения современного состава и динамики флоры данной территории, имеют высокую актуальность. Следовательно цель работы – проанализировать состав, структуру и динамику флоры сосудистых растений Припятского Полесья за столетний период, что позволит выявить масштабы антропогенной трансформации растительного мира в зоне полесской хорологической дизъюнкции.

В результате проведённых флористических исследований, изучения гербарных материалов (BRTU, GMU, LE, MSK, MSKH, MSKU, MW) и анализа опубликованных данных (работы И.К. Пачоского, В.А. Михайловской, В.И. Парфенова и других исследователей, занимавшихся флорой Полесья) установлено, что за весь период изучения флоры Припятского Полесья (с начала XIX столетия) здесь зафиксировано произрастание 2224 видов сосудистых растений. В соответствии с историей флористических исследований и особенностей хозяйственного освоения Полесья, выделены 4 периода в развитии флоры, отражающие её состояние: близкое к естественному (до начала XX века), до масштабной осушительной мелиорации (середина 1950-х гг.), в период интенсивной мелиорации (середина 1980-х гг.) и в постмелиоративный период (начало XXI столетия). Анализ видовых списков, составленных для каждого из периодов, позволяет оценить не только современный состав и структуру флоры, но и определить её динамику под влиянием как природных, так и антропогенных факторов.

Современная флора Припятского Полесья в совокупности представлена 2162 естественно произрастающими и культивируемыми видами растений. Аборигенная фракция включает 881 вид (370 родов, 117 семейств). Её таксономический состав типичен для умеренных широт Голарктики и соответствует *Cyperaceae*-типу. Соотношение биоморфологических (преобладание гемикриптофитов (62,4 %) и экологических (весомая роль гигромезофитов и семиэвтрофов, приспособленных к умеренному тепловому и континентальному режимам климата и субсветовому режиму освещения) групп растений указывают на бореально-температный характер флоры. Её ботанико-географические особенности проявляются в соотношении узкоареальных геоэлементов (восточно- и атлантикоевропейских, бореальных и меридиональных) в сравнении с флорой Беларуси и другими природными регионами Полесья. Значительное число находящихся на границах ареалов видов (около 25 %), образующих в совокупности пространство полесской региональной хорологической дизъюнкции и впервые выявленной локальной Ясельдинско-Стырской хорологической дизъюнкции, указывают на высокую уязвимость флоры в результате антропогенного воздействия [2].

В составе адвентивной фракции, представленной вместе с культивируемыми интродуцентами 1281 видом (621 род, 132 семейства), только 640 заносных растений (или 49,9 %) в настоящее время самостоятельно воспроизводят свои популяции и тем самым участвуют в формировании растительного покрова. По соотношению ведущих семейств адвентивная флора соответствует *Rosaceae*-типу, характеризуется преобладанием неофитов (67,5 %) североамериканского, азиатского, южно- и восточноевропейского происхождения, занесённых

преимущественно непреднамеренно (доля ксенофитов составляет 57,0 %). Распределение видов по группам с разной степенью натурализации (эфемерофиты – 51 вид, колонофиты – 173, эпекофиты – 316 и агриофиты – 100 видов) указывает на преобладание (65,0 %) стабильного компонента адвентивной фракции [4]. Самопроизвольно произрастающие адвентивные виды совместно с аборигенами образуют спонтанную флору, представленную 1521 видом. Особенности её таксономического состава (*Rosaceae*-тип и *Superaceae*-подтип) и биоморфологической структуры (значительная доля терофитов) являются свидетельством усиливающегося влияния южных фитохорионов.

Современные тенденции развития флоры Припятского Полесья за прошедший столетний период определяются исчезновением 29 аборигенных (как правило видов, находящихся на границах ареалов или в островных локалитетах) и появлением новых 359 адвентивных видов. Высокий уровень динамичности флоры подтверждается ростом коэффициента оборота видов спонтанной флоры за последние полвека с 0,12 до 0,44. Занос и натурализация новых адвентивных таксонов приводят также к росту индекса адвентизации (с 0,28 до 0,42) спонтанной флоры и её синантропизации. Следствием последней является увеличение числа аборигенных (апофитов) и адвентивных (антропофитов) видов, образующих синантропный компонент флоры, который представлен 911 видами, адаптированными к трансформированным местообитаниям.

Установлено, что основным трендом региональной динамики флоры являются изменения границ ареалов и исчезновение уязвимых аборигенных видов под влиянием антропогенных факторов. Обеднение генофонда аборигенной флоры на 3,3 % с учётом роста числа антропофитов приводит к изменению исторически сложившейся структуры спонтанной флоры. Данные процессы проявляются в стирании естественных региональных особенностей флоры (таксономического состава, географической и эколого-биологической структуры), а также в возрастании роли инвазионного компонента (в настоящее время к числу инвазионных относится 50 видов).

Впервые выявленный видовой состав полезных растений указывает на высокую хозяйственную ценность аборигенных и адвентивных видов, а также разнообразие и богатство культурной флоры, которая представлена 1004 видами. Хозяйственная ценность дикорастущих растений и их высокий ресурсный потенциал являются основанием рационального использования и охраны ресурсов растительного мира данной территории. Во флоре региона выявлено 168 соэкологически значимых видов сосудистых растений (88 имеют охранный статус Красной книги Республики Беларусь, 80 включены в список видов дикорастущих растений и грибов, нуждающихся в профилактической охране). Полученные данные о их современном распространении позволяют выделить наиболее значимые территории для сохранения фитобиоты (флористические комплексы Припятский, Ольманский, Споровский, Выгонощанский и др.) и являются научной основой для оптимизации природно-заповедной сети в центральной части Белорусского Полесья (предложено создание новых заказников в пределах Бронногорского и Телеханского флористических комплексов). Таким образом, современная флора Припятского Полесья имеет высокую хозяйственную ценность и обладает значительным ресурсным потенциалом, что возводит в ранг особо актуальных вопросы рационального использования её ресурсов, сохранения уязвимых видов и дальнейшего развития сети охраняемых природных территорий.

Выявленные особенности современного состава и структуры различных

компонентов флоры Припятского Полесья, а также тенденций её развития под влиянием антропогенных факторов, позволяют рассматривать флору данной территории как модельный объект, отражающий изменения природных условий в зоне полесской хорологической дизъюнкции и в полосе трансконтинентального бореального экотона.

Библиографические ссылки

1. Березуцкий М. А., Кашин А. С. Антропогенная трансформация флоры и растительности. Саратов: ИЦ «Наука», 2008. 100 с.
2. Мяслик А. Н. Эколого-географические особенности пограничных видов флоры Припятского Полесья // Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. / Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси. Минск, 2016. Вып. 45. С. 71–82.
3. Parfenov V. I. The Polesian chorological disjunction in Europe // Acta Bot. Fennica. – 1999. № 162. P. 129–132.
4. Мяслик А. Н. Особенности современного состава адвентивного компонента флоры Припятского Полесья // Изучение адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: итоги, проблемы, перспективы : материалы V Междунар. науч. конф., Ижевск, 6–8 сент. 2017 г. / Удмуртский гос. ун-т [и др.] ; под ред. О. Г. Барановой и А. Н. Пузырёва. Ижевск, 2017. С. 87–90.

ГЕАГРАФІЧНАЯ СТРУКТУРА АДВЕНТЫЎНАЙ ФРАКЦЫІ ФЛОРЫ ПРЫПЯЦКАГА ПАЛЕССЯ (БЕЛАРУСЬ)

А. М. Мялік

Цэнтральны батанічны сад НАН Беларусі, Мінск, Беларусь, aleksandr-myalik@yandex.by

У артыкуле разглядаецца геаграфічная структура заносных відаў флоры Прыпяцкага Палесся – прыроднага рэгіёна ў цэнтры Беларускага Палесся. Адзначана, што сярод 1281 адвентыўнага віда больш шматлікімі з’яўляюцца расліны, натуральны арэал якіх займае паўднёвыя і ўсходнія рэгіёны Еўропы, Міжземнамор’е, Паўночную Амерыку, а таксама Сібір, цэнтральную і ўсходнюю часткі Азіі. Віды з умераных шырот адзначаных тэрыторый з’яўляюцца больш шматлікімі ў складзе спантаннай флоры, якая налічвае 1521 від.

Ключавыя словы: заносныя віды; першасны арэал; радзіма раслін; трансфармацыя флоры.

GEOGRAPHICAL STRUCTURE OF THE ADVENTIVE FLORA OF THE PRIPYAT POLESIE (BELARUS)

A. M. Mialik

Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus, aleksandr-myalik@yandex.by

The article examines the geographical structure of the adventive flora of the Pripyat Polesie (natural region of the southern part of Belarus). It was found that among 1281 adventive species, plants from the adjacent regions of Europe, the Mediterranean, North America and Asia are more numerous. Among the 640 adventive species prone to naturalization, natives of the temperate latitudes of Eurasia and North America prevail.

Key words: alien plants; primary area of plants; homeland of plants; transformation of flora.

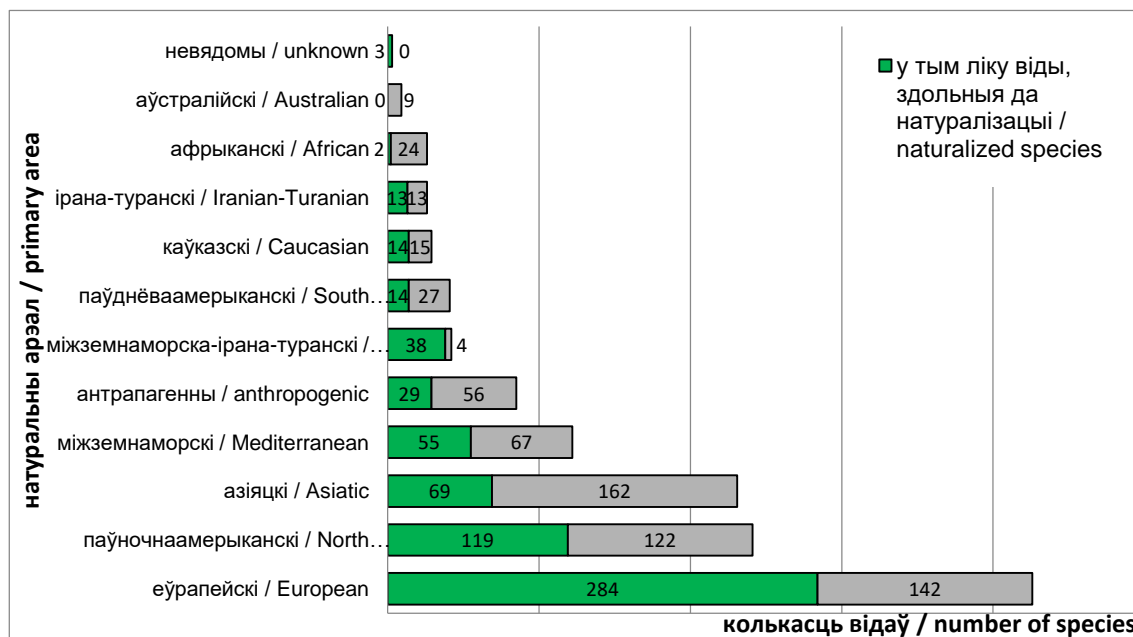
Тэрыторыя Прыпяцкага Палесся займае цэнтральную частку поўдня Беларусі і з’яўляецца асобнай фізіка-геаграфічнай акругай. Сучасная флора дадзенага рэгіёна з улікам вырошчваемых інтрадучэнтаў прадстаўлена 2162 відамі сасудзістых раслін, якія адносяцца да 842 родаў і 172 сямейств. Сярод іх 881 від з 370 родаў і 117 сямейств з’яўляецца абарыгенным. Адвентыўная фракцыя прадстаўлена 1281 відам (621 род і 132 сямейства), сярод якіх 641 таксон вядомы толькі ва ўмовах культуры. Усяго 640 заносных відаў сустракаюцца ў паўнатуральных і натуральных фітацэнозах. Такім чынам, спантанная флора Прыпяцкага Палесся прадстаўлена 1521 відам, якія адносяцца да 605 родаў і 141 сямейства [1].

З улікам таго, што 42 % відаў спантаннай флоры даследуемага рэгіёна па свайму паходжанню з’яўляюцца адвентыўнымі, іх дасканалае вывучэнне мае важнае значэнне для ацэнкі маштабаў антрапагеннай трансфармацыі флоры і сучасных трэндаў яе развіцця.

Немалаважнае значэнне пры аналізе асаблівасцяў адвентыўнага кампанента флоры належыць высвятленню паходжання гэтых відаў – усталяванню іх першаснага (наткральнага) арэала або радзімы. У цяперашні час сярод навукоўцаў не існуе адзінага падыходу да вызначэння паняцця «радзіма раслін» і адпаведна методыкі правядзення геаграфічнага аналізу адвентыўнай фракцыі флоры. Разам з тым, вызначэнне геаграфічнай структуры заносных відаў мае такое ж важнае

значэнне для вывучэння паходжання адвентыўнай фракцыі флоры як і высвятленне часу і спосабу заноса раслін, а таксама ступені іх натуралізацыі ў прыродных умовах даследуемага рэгіёна [2].

Для вызначэння геаграфічнай структуры адвентыўнай фракцыі флоры Прыпяцкага Палесся прынята пазіцыя В. В. Пратаповай, згодна якой пад радзімай адвентыўных відаў разумеецца тая частка зямной паверхні, дзе заносныя для вывучаемай флоры віды раслін растуць у натуральным стане [3]. На малюнку прадстаўлены спектр першасных арэалаў заносных відаў флоры Прыпяцкага Палесся.



Малюнак – Спектр першасных арэалаў відаў адвентыўнай фракцыі флоры Прыпяцкага Палесся

Прадстаўленыя дадзеныя паказваюць, што большасць заносных відаў (33,25 %) паходзяць з розных рэгіёнаў Еўропы. Першасны арэал многіх з іх займае паўднёвую (*Daucus carota* L., *Salvia sclarea* L. і інш.), заходнюю (*Armeria maritima* (Mill.) Willd., *Petrorhagia saxifraga* (L.) Link і інш.), або ўсходнюю (*Acer tataricum* L., *Amygdalus nana* L. і інш.) частку еўрапейскага кантынента. Усяго 284 еўрапейскіх відаў (ці 66,82 %) здолелі натуралізавацца ва ўмовах поўдня Беларусі. Некаторыя з іх з’яўляюцца абарыгеннымі для сумежных тэрыторый Украінскага Палесся (*Carlina cirsioides* Klokov), Брэсцкага Палесся (*Galanthus nivalis* L.), або заходняй часткі Перадпалесся (*Abies alba* Mill.).

Паўночная Амерыка з’яўляецца радзімай 241 адвентыўнага віда. Значная частка раслін дадзенай групы (*Rudbeckia hirta* L., *Acer saccharinum* L., *Quercus coccinea* Münchh. і інш.) паходзіць з умераных шырот гэтага кантынента, што спрыяе натуралізацыі 119 паўночнаамерыканскіх відаў ва ўмовах поўдня Беларусі.

Радзімай 231 адвентыўнай расліны з’яўляюцца розныя рэгіёны Азіі: Сібір (*Draba sibirica* (Pall) Thell., *Larix sibirica* Ledeb. і інш.), Далёкі ўсход (*Eleutherococcus senticosus* (Rupr. Ex Maxim.) Maxim., *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. і інш.), Японія і Кітай (*Abies koreana* E.H Wilson, *Astilbe simplicifolia* Makino і інш.), цэнтральная (*Salsola collina* Pall., *Tulipa turkestanica* Regel і інш.) ці паўднёва-ўсходняя частка (*Cucumis sativus* L., *Coix lacryma-jobi* L. і інш.). Усяго 69

азіяцкіх відаў (каля 30 % ад іх агульнай колькасці) натуралізаваліся ва ўмовах Прыпяцкага Палесся.

Амаль 10 % адвентыўных відаў (122 прадстаўнікі) былі занесеныя з Міжземнамор'я. Многія з іх (каля 30 %) з'яўляюцца археафітамі і прадстаўлены традыцыйнымі сельскагаспадарчымі культурамі (*Brassica oleracea* L., *Linum usitatissimum* L. і інш.), або пустазеллем (*Agrostemma githago* L., *Spergula arvensis* L. і інш.). Значная частка такіх раслін (55 відаў) паспяхова натуралізавалася ва ўмовах Беларускага Палесся. Сярод неафітаў міжземнаморскага паходжання больш шматлікімі з'яўляюцца расліны, вядомыя толькі ва ўмовах культуры: *Chionodoxa forbesii* Baker, *Reseda odorata* L. і шэраг іншых.

Паходжанне 85 відаў цесна звязана з дзейнасцю чалавека. Да іх адносяцца адвентыўныя віды гібрыднага (*Gladiolus* × *hortulanus* L.H. Bailey, *Lilium* × *hybridum* hort. і інш.) або культыгеннага паходжання. Сярод апошніх больш шматлікія прадстаўнікі сямейства *Rosaceae*, якія здаўна вырошчваюцца ў садах: *Armeniaca vulgaris* Lam., *Malus domestica* Borkh. і іншыя. Удзельная вага відаў антрапагеннага паходжання ў складзе флоры Прыпяцкага Палесся ў цяперашні час складае 6,63 % і пастаянна ўзрастае. Многія з іх (*Gaillardia* × *grandiflora* Van Houtte, × *Sorbaronia mitschurinii* (А.К.Сквортсов et Maitul.) Sennikov і інш.) схільныя да натуралізацыі ва ўмовах поўдня Беларусі і праяўляюць інвазійныя ўласцівасці.

Радзімай 42 відаў з'яўляецца Міжземнаморскі-Ірана-Туранская вобласць. Сярод іх больш шматлікія археафіты (*Anagallis arvensis* L., *Papaver rhoeas* L. і інш.), вядомыя ў Беларусі як рудэральныя расліны і пустазелле.

З Паўднёвай Амерыкі на тэрыторыю Прыпяцкага Палесся быў занесены 41 від, прадстаўлены за невялікім выключэннем (*Galinsoga parviflora* Cav., *Xanthium spinosum* L. і інш.) вырошчваемымі раслінамі (*Arachis hypogaea* L., *Phaseolus coccineus* L. і інш.). Толькі 14 паўднёваамерыканскіх відаў (*Nicandra physalodes* (L.) Gaertn., *Portulaca grandiflora* Hook. і інш.) адзначаны па-за межамі мест вырошчвання.

Каўказ з'яўляецца радзімай 29 заносных відаў (*Medicago lupulina* L., *Melilotus officinalis* (L.) Lam. і інш.), а размешчаная побач Ірана-Туранская вобласць – толькі 26 (*Anethum graveolens* L., *Lepidium ruderale* L. і інш.). Каля паловы прадстаўнікоў гэтых груп адзначаны на розных стадыях натуралізацыі.

Усяго 26 відаў маюць афрыканскае паходжанне (*Dolichos lablab* L., *Linum grandiflorum* Desf., *Lobelia erinus* L. і інш.), а з Аўстраліі і Новай Зеландыі было занесена толькі 9 раслін (*Carex flagellifera* Colenso, *Craspedia globosa* (Bauer ex Benth.) Benth., *Rhodanthe manglesii* Lindl. і інш.). Прадстаўнікі дадзеных груп за выключэннем *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai і *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf вядомыя толькі ў культуры. Радзіма 3 адвентыўных прадстаўнікоў флоры (напрыклад, *Rubus laciniatus* Willd.) дакладна не ўстаноўлена.

Такім чынам, геаграфічны аналіз адвентыўнай фракцыі флоры Прыпяцкага Палесся паказвае, што ў яе складанні найбольшае значэнне маюць віды, радзімай якіх з'яўляюцца ўмераныя шыроты Паўночнай Амерыкі, Азіі, Еўропы і Міжземнамор'я. Усё большае значэнне ў складанні адвентыўнага кампанента флоры займаюць віды антрапагеннага паходжання, што тлумачыцца інтэнсіўнай інтрадукцыяй новых дэкаратыўных раслін гібрыднага паходжання.

Библиографические ссылки

1. Мялик А. Н. Оценка современного состава флоры сосудистых растений Припятского Полесья // Научные стремления – 2019 : сб. материалов Междунар. науч.-

практ. конф. в рамках науч.-практ. инновац. форума «INMAX'19», Минск, 11–12 дек. 2019 г.: в 3 ч. / ООО «Центр молодёжных инноваций» [и др.]. Минск, 2019. Ч. 1. С. 31–32.

2. Третьяков Д. И. Адвентивная фракция флоры Беларуси и её становление // Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики : материалы IV раб. совещ. по сравн. флористике, Берез. биосфер. заповедник, 1993 г. / Рос. акад. наук [и др.] ; редкол.: Б. А. Юрцев (отв. ред.). СПб, 1998. С. 250–259.

3. Протопопова В. В. Синантропная флора Украины и пути её развития. Киев : Наук. думка, 1991. 202 с.

4. Мясник А. Н. Особенности современного состава адвентивного компонента флоры Припятского Полесья // Изучение адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: итоги, проблемы, перспективы : материалы V Междунар. науч. конф., Ижевск, 6–8 сент. 2017 г. / Удмуртский гос. ун-т [и др.] ; под ред. О. Г. Барановой и А. Н. Пузырёва. Ижевск, 2017. С. 87–90.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ РЕДКИХ ВИДОВ РОДА *SALVIA* (LAMIACEAE) ФЛОРЫ УЗБЕКИСТАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДНК-ШТРИХКОДИРОВАНИЯ

Е.В. Никитина¹, К.Ш. Тожибаев¹,
Н.В. Савина², С.В. Кубрак², А.В. Кильчевский²

¹Институт ботаники Академии наук Республики Узбекистан,
Ташкент, Узбекистан, elenanikita2013@rambler.ru

²Институт генетики и цитологии НАН Беларуси
Минск, Беларусь, n.savina@igc.by

Среди большого видового разнообразия растений флоры Узбекистана, насчитывающей более 4400 видов сосудистых растений, имеются группы редких, реликтовых видов (10–12% флоры Узбекистана), 378 таксонов считаются национальными эндемиками, изучение которых позволяет оценить процессы видообразования в данном регионе. Целью данной работы является молекулярно-генетическая инвентаризация редких видов растений флоры Узбекистана с помощью комбинации ядерного и хлоропластных ДНК-штрихкодов. Впервые было проведено генотипирование маркерных последовательностей *ITS1-ITS2*, *rbcL*, *psbA-trnH*, *matK* для редких дикорастущих растений флоры Узбекистана. Продемонстрирована возможность успешного использования ДНК-штрихкодирования для проведения экологического мониторинга.

Ключевые слова: экологический мониторинг; редкие виды флоры Узбекистана; ДНК-маркеры; *ITS1-ITS2*; *matK*; *psbA-trnH*; *rbcL*.

ECOLOGICAL MONITORING OF ENDANGERED *SALVIA* SPECIES (LAMIACEAE) IN UZBEKISTAN USING DNA-BARCODING

E.V. Nikitina¹, K.Sh. Tojibaev¹,
N.V. Savina², S.V. Kubrak², A.V. Kilchevsky²

¹Institute of Botany, Academy of Sciences of Uzbekistan,
Tashkent, Uzbekistan, elenanikita2013@rambler.ru

²Institute of Genetics and Cytology of the National Academy of Science of Belarus,
Minsk, Belarus, n.savina@igc.by

Flora of Uzbekistan is rich in plant species diversity. It accounts over 4400 species of vascular plants, and includes a rare, relict species groups (10–12% of the flora of Uzbekistan), 378 taxa are considered as a national endemics, the study of which makes possible to assess the processes of speciation in this region. The aim of this work is an inventory of rare and endangered plant species in the flora of Uzbekistan based on molecular genetic techniques, using combinations of nuclear and chloroplast DNA-barcodes. The genotyping of marker sequences *ITS1-ITS2*, *rbcL*, *psbA-trnH*, *matK* was carried out for rare wild plant species for the first time. The possibility of successful use of DNA-barcoding for ecological monitoring has been demonstrated.

Key words: ecological monitoring; rare plant species of the flora of Uzbekistan; DNA-markers; *ITS1-ITS2*; *matK*; *psbA-trnH*; *rbcL*; *trnL*.

По современным оценкам на Земле существует около 400 000 известных видов растений (Brummitt N., 2020), из них сосудистых приблизительно 308 312 видов (Christenhusz M., 2016). Более 20 000 (40%) видов находятся под угрозой исчезновения в природе: 4337 видам присвоена категория Critically Endangered (CR, находящиеся на грани исчезновения), 7925 видов – Endangered (EN,

исчезающие) и 8098 видов – Vulnerable (VU, уязвимые). К основным факторам угрозы можно отнести преобразование мест обитания, чрезмерную эксплуатацию природных ресурсов, распространение инвазивных чужеродных видов, загрязнение окружающей среды и изменение климата (IUCN, 2020). Исчезновение жизненно важных компонентов биоразнообразия является одной из самых больших угроз для человечества.

Цель нашего исследования заключается в инвентаризации ботанических ресурсов Узбекистана методом ДНК-баркодинга и создании референсной библиотеки ДНК-штрихкодов редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений. Для идентификации эндемичных и редких видов растений, произрастающих в горных и предгорных районах Узбекистана с высоким уровнем биологического разнообразия, нами были использованы три пластидных маркера (*rbcL*, *psbA-trnH*, *matK*) и один ядерный (*ITS2*). Данное исследование является началом изучения флоры Узбекистана методом ДНК-штрихкодирования, основанной на секвенировании филогенетически значимых последовательностей.

В качестве исходного материала в этом исследовании служили свежие и гербарные образцы представителей рода *Salvia* (*Lamiaceae*), включающего около 1000 видов, распространенных по всему миру (Yousefiazarkhanian, 2016). В настоящее время в республике Узбекистан отмечено 25 видов рода *Salvia*, объединенных в 4 подрода (*Salvia*, *Sclarea*, *Macrosphace* и *Perovskia*), из них 3 вида эндемичны для Узбекистана, 6 видов краснокнижные. Виды рода *Salvia*, изученные в данной работе (9 таксонов), являются представителями трех подродов: подрод *Salvia* (*S. bucharica*, *S. korolkovii*, *S. submutica*, *S. lilacinocoerulea*, *S. tianschanica*), подрод *Sclarea* (*S. ariana*, *S. spinosa*, *S. sclarea*) и подрод *Macrosphace* (*S. margaritae*) (О. А. Турдибоев, 2021).

С целью максимальной эффективности идентификации и высокой достоверности результатов, для всех видов выполнено 3-4-х локусное генотипирование. В результате исследований, для девяти представителей рода *Salvia* получено 30 консенсусных последовательностей по филогенетически значимым маркерам (ДНК-штрихкодам). Все последовательности депонированы в международную базу данных Генбанк (GenBank: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) с присвоением *ID* номеров (Таблица).

Таблица – Маркерные последовательности изученных видов *Salvia*, депонированные в GenBank

Table – Marker sequences of the studied *Salvia* species, submitted to GenBank

Номера последовательностей в NCBI (<i>ID</i>)				Распространение вида в Узбекистане, статус редкости, координаты, авторы сбора
<i>ITS</i>	<i>matK</i>	<i>rbcL</i>	<i>psbA</i>	
Шалфей туповатый / <i>Salvia submutica</i> Botsch. & Vved (2019 г.)				Памиро-Алай: горы Нуратау, Сбор-Койташ, Нуратинский хребет, 1490 м., 40°31'09''N 66° 4'08''E Статус 2. Редкий узкий реликтовый эндемик Нуратау Бешко Н.Ю.
MW588814.1 676 п.н.	MW633173.1 845 п.н.	MW633181.1 540 п.н.	MW633189.1 368 п.н.	

Номера последовательностей в NCBI (ID)				Распространение вида в Узбекистане, статус редкости, координаты, авторы сбора
<i>ITS</i>	<i>matK</i>	<i>rbcL</i>	<i>psbA</i>	
Шалфей бухарский / <i>Salvia bucharica</i> Popov (2019 г.)				Памиро-Алай: Заравшанский, Гиссарский, Кугитанг, Бабатаг хребты, 1380 м. 38°17'05''N 66°45'27''E Бешко Н.Ю.
MW588813.1 663 п.н.	MW633171.1 860 п.н.	MW633179.1 907 п.н.	MW633188.1 408 п.н.	
Шалфей Королькова / <i>Salvia korolkovii</i> Regel&Schmalh.(2019 г.)				Тянь-Шань: Каражантау, Угамский, Пскемский, Коксуйский хребты, Сбор- Чаткал, 1500 м. 41°30'33''N 69°58'54''E Статус 3. Редкий эндемик Западного Тянь-Шаня Бешко Н.Ю.
MW588812.1 762 п.н.	MW633170.1 815 п.н.	MW633178.1 536 п.н.	MW633187.1 402 п.н.	
Шалфей арийский / <i>Salvia ariana</i> Hedge (2013 г.)				Памиро-Алай: Кугитанг, Туюнтау, Актау, Дарвазский хребты. Сбор- Байсунтау, река Мачайдарья, 1230 м. 38°22'20''N 67°02'39''E Тургинов О.
MW588815.1 627 п.н.	MW633176.1 854 п.н.	MW633184.1 901 п.н.	—	
Шалфей мускатный / <i>Salvia sclarea</i> L. (2019 г.)				Памиро- Алай: Алайский, Туркестанский, Мальгузарский, Нуратау, Зарафшанский, Гиссарский, Актай, Бабатаг, Байсунтау, Кугитанг хребты. Сбор- Чаткал, Бельдерсай, 3409 м. 41°67'43''N 69°06'13''E Турдибоев О.
MW588817.1 614 п.н.	MW633172.1 817 п.н.	MW633180.1 516 п.н.	—	
Шалфей колючий/ <i>Salvia spinosa</i> L. (2013 г.)				Памиро-Алай: Нуратау, Туркестанский, Зарафшанский, Гиссарские хребты, Бадхыз, Копетдаг 40°36'87''N 65°47'95''E Тожибаев К., Бешко Н.
MW588816.1 742 п.н.	—	MW633186.1 528 п.н.	MW633190.1 376 п.н.	

Номера последовательностей в <i>NCBI (ID)</i>				Распространение вида в Узбекистане, статус редкости, координаты, авторы сбора
<i>ITS</i>	<i>matK</i>	<i>rbcL</i>	<i>psbA</i>	
Шалфей Маргариты / <i>Salvia margaritae</i> Botsch.(1979 г.)				Памиро-Алай: Самаркандские горы, отроги Гиссарского хребта, бассейн реки Кашкадарья. Сбор- село Шахимардан, 1544 м. 39°97'67''N 71°81'30''E Статус 2. Редкий узкий эндемик Алайского хребта Махмедов А.
MW588818.1 618 п.н.	MW633177.1 843 п.н.	MW633185.1 544 п.н.	MW633192.1 356 п.н.	
Шалфей лиловоголубой / <i>Salvia lilacinocoerulea</i> Nevski (2016 г.)				Памиро- Алай: юго-западные отроги Гиссарского хребта, хребты Байсунтаун, Кугитанг. 1927 м, 38°19'45''N 66°75'73''E Статус 1. Редкий эндемик Западного Памиро-Алая Шомуродов Х.Ф., Бешко Н.Ю.
–	MW633174.1 738 п.н.	MW633182.1 548 п.н.	–	
Шалфей тяньшанский / <i>Salvia tianschanica</i> Makhm.(2001 г.)				Тянь-Шань: Ташкентский Алатау, Чаткальский, Курамиский хребты. Сбор-Башкизилсай, 1355 м, 41°07'98'' N 69°87'29'' E Статус 2. Редкий эндемик Западного Тянь-Шаня Тожибоев К.
–	MW633175.1 861 п.н.	MW633183.1 857 п.н.	MW633191.1 370 п.н.	

Для всех маркеров продемонстрирована хорошая воспроизводимость результатов амплификации. Сходство с аналогичными последовательностями в базе данных *BLAST* составило не менее 98%. Маркерные последовательности для видов *S.submutica*, *S.lilacinocoerulea*, *S.tianschanica* в базу данных представлены впервые.

Таким образом, полученные в ходе работы результаты дают возможность составления национальной референсной библиотеки ДНК-штрихкодов для редких и исчезающих видов растений, произрастающих на территории Республики Узбекистан. Данная работа демонстрирует эффективность использование ДНК-штрихкодирования как инструмента экологического мониторинга и оценки видового разнообразия редких видов растений.

Работа выполнена в рамках проекта: MRB-AN-2019-30 «Генетическая инвентаризация редких и исчезающих видов растений Беларуси и Узбекистана с применением технологии ДНК-штрихкодирования».

Библиографические ссылки

1. Brummitt, N, Araújo, AC, Harris, T. Areas of plant diversity – What do we know? // Plants, People, Planet. 2020; 3: 33– 44. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10110>
2. Christenhusz M., Byng J. The number of known plants species in the world and its annual increase // Phytotaxa, 2016, V.261, №3, P.201–217.
3. IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-3. <https://www.iucnredlist.org>. <https://doi.org/10.15468/0qnb58>
4. Genetic diversity of *Salvia* species assessed by ISSR and RAPD markers / Yousefiazarkhanian M. et al. // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 2016. T. 44. №. 2. P. 431–436.
5. Турдибоев О. А. Таксономический состав рода *Salvia* L. во флоре Узбекистана // Узбекский биологический журнал. 2021, №1, С.34–38.

РИСКИ СТРОИТЕЛЬСТВА ВОДНОГО ПУТИ E40 НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ И УКРАИНЫ

В. В. Пархоменко¹, О. В. Василюк², А. В. Варуха³

¹ Ukrainian Nature Conservation Group
Киев, Украина, komahytaptahy@ukr.net

² Институт зоологии имени Шмальгаузена НАН Украины
Киев, Украина, vasyliuk@gmail.com

³ Чернобыльский радиационно-экологический биосферный заповедник,
Институт географии НАН Украины
Киев, Украина, avarukha@gmail.com

Рассмотрены риски, которые могут возникнуть в случае строительства водного пути E40 на территории Республики Беларусь и Украины. Приведены основные плановые работы и риски связанные с ними, а также их влияние на природу Полесья. Отмечено о необходимости проведения международных экологических исследований влияния строительства водного пути на природу Полесья.

Ключевые слова: внутренний водный путь E40; р. Припять; Полесье; экологические риски; охрана природы.

RISKS OF CONSTRUCTION OF THE IWW E40 FOR TERRITORY OF UKRAINE AND BELARUS

V.V .Parkhomenko¹, O.V. Vasyliuk², A.V. Varukha³

¹ Ukrainian Nature Conservation Group
Kyiv, Ukraine, komahytaptahy@ukr.net

² Schmalhausen Institute of zoology of the NAS of Ukraine
Kyiv, Ukraine, vasyliuk@gmail.com

³ Chornobyl Radiation and Ecological Biosphere Reserve
Institute of Geography of the NAS of Ukraine
Kyiv, Ukraine, avarukha@gmail.com

Risks that may arise in the event of the construction of the E40 waterway on the territory of the Republic of Belarus and Ukraine are considered. The main planning works and the risks associated with them, as well as their impact on the nature of Polesie, are given. It was noted that it is necessary to conduct international environmental studies of the impact of the construction of a waterway on the nature of Polesie.

Keywords: inland waterway E40; Pripyat River; Polesie; environmental risks; nature protection.

Внутренний водный путь E40 (далее – ВВП E40) – проектируется с целью создать судоходное сообщение между Балтийским и Чёрным морями. Проектная длина пути составляет 2352,8 км. Строительство предполагается на территории трех стран: Польши, Беларуси и Украины. Несмотря на ряд уже проведенных работ и заявления руководства Украины и Беларуси, до сих пор отсутствует подробное описание плана строительства, кроме отдельных документов на сайте консульства Республики Беларусь в Республике Чехия [1].

Но даже имеющиеся неполные документы, указывают на колоссальные изменения в долине реки Припять. В частности, на территории Беларуси предполагаются следующие изменения [1]:

1) углубление русла р. Припять до 2,5-4 метров и расширение до 50 метров;

- 2) спрямление русла р. Припять путем её канализации;
- 3) возведение 6-7 плотин на р. Припять;
- 4) обваловка берегов р. Припять;
- 5) в связи с планируемым увеличением водопотребления – забор воды из бассейна р. Западный Буг (с территории Украины);
- 6) ежегодные дноуглубительные и очистительные работы на р. Припять.

Отметим, что в имеющихся документах последствия строительства ВВП Е40 на окружающую среду фактически не рассматривается. Особенно это важно в трансграничном контексте, так как большинство гидротехнических работ будет проводиться на территории Беларуси, но последствия будут сказываться прежде всего на природных территориях Украины.

Нами проанализированы возможные риски строительства ВВП Е40 [1], главные из которых приведены ниже.

1. Риск изменения погодно-климатических условий всего Западного Полесья вследствие низкой водообеспеченности. В частности, аридизации региона, увеличение количества засух, развития процессов опустынивания, дегумификации вследствие ветровой эрозии и др. В результате изменения условий – увеличение частоты и масштабов пожаров в лесах и на торфяниках. Ныне уже прослеживается данная тенденция в Украине – в Зоне отчуждения ЧАЭС в 2020 году выгорело 67000 га (из них более 43 000 га лесов) и это был крупнейший по масштабам пожар в этом регионе [1]. Изменения, вызванные строительством ВВП Е40 только усилят и ускорят эти тенденции.

2. Увеличение эмиссии парниковых газов (двуокиси углерода, метана) в результате аридизации (пожары, уменьшения увлажнения торфяников), а также вследствие гидрохимических процессов, которые возникнут в созданных водохранилищах.

3. Риски радиационного загрязнения. Проектируемый ВВП Е40 проходит через радиационно загрязненные в результате аварии на ЧАЭС территории и создаст значительные риски перераспределения накопленных в почве и донных отложениях радионуклидов, в частности их высвобождения в толщу воды и последующую миграцию в водохранилища Днепровского каскада. Учитывая важность этих водохранилищ для водоснабжения населения Украины, этот риск вызывает наибольшее беспокойство.

Кроме того, как было указано выше, в результате аридизации, увеличится риск пожаров, а при горении растительного материала высвободятся зафиксированные в трофических цепях радионуклиды, произойдет их миграция и перераспределение в окружающей среде. В частности, в результате пожаров в зоне отчуждения в Украине в апреле 2020 высвобожденные радиоактивные элементы (преимущественно ^{137}Cs) были перенесены на расстояние более 2000 км [1].

4. Для строительства и обслуживания водного пути Е40 необходимо строительство вспомогательной инфраструктуры (автодороги, причалы и т.д.), что приведет к увеличению коллективной дозы облучения в дополнение к облучению на работах основного цикла строительства и эксплуатации ВВП Е40 [1]. Это противоречит одному из основных принципов радиационной безопасности – оправданности.

5. Риски, вызванные активизацией судоходства. Внутреннее судоходство, в связи с чрезмерной нагрузкой на экосистемы, считается одной из главных причин нарушений нормального функционирования рек и прибрежных зон. Физическое

воздействие судоходства и ежегодные инженерные работы по обеспечению судоходных глубин приумножат негативные последствия со временем [4]. Отметим и риск загрязнения нефтепродуктами, которые представляют значительную опасность из-за сложности их локализации. Также будет происходить инвазия видов-интродуцентов (как животных, так и растений) с Понто-Каспийского региона в Балтийский и наоборот, что станет причиной исчезновения многих видов аборигенной фауны и флоры и приведет к деградации наиболее уязвимых экосистем [2].

6. Риски потери природных экосистем (в т.ч. охраняемых территорий) в результате строительства ВВП Е40 в Украине и Беларуси. В Западном Полесье находится значительное количество природоохранных территорий национального (национальные природные парки, природные заповедники, заказники) и международного значения (Изумрудная сеть в Беларуси и Украине, ведущие орнитологические территории и Рамсарские угодья). Причем, общая площадь участков сети «NATURA 2000» и Изумрудной сети, которые подвергнутся воздействию, составляет примерно 25 400 км², а это чуть больше, чем площадь государства Македония.

7. Риски для диких видов флоры и фауны. Долина р. Припяти и ее притоки, включает значительные площади природных водно-болотных территорий, которые являются важными для сохранения многих видов растительного и животного мира. Среди таких видов, есть крайне редкие, например вертлявая камышевка (*Acrocephalus paludicola*), 70% мировой популяции которой гнездится именно в долине Припяти. Кроме того, эти территории являются местом важных миграционных скоплений перелетных околоводных и водоплавающих птиц [1]. Наибольшему риску подвергнутся бентосные организмы, поскольку в 96% на любое антропогенное влияние фиксируется негативная реакция донных речных экосистем [3].

Закключение. Приведенный перечень рисков поверхностно указывает на последствия строительства ВВП Е40, но даже приведенный обзор ставит ряд вопросов о целесообразности строительства этого водного пути. В частности, указанные риски прямо противоречат национальным целям как Украины, так и Беларуси в сфере охраны окружающей среды, а также Целям Устойчивого Развития ООН, согласно которым страны должны инвестировать в благосостояние граждан, в соответствии с принципами устойчивого развития, учитывающих экологические пределы роста. Насчет благосостояния населения, отметим что обострится риск прогрессирования недостатка водных ресурсов, а Украина ныне является наименее обеспеченной водными ресурсами среди стран Европы [1].

Кроме того, согласно Конвенции ООН по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер, определена необходимость проведения прозрачной трансграничной оценки таких проектов.

Существование этих рисков и правовых требований указывают на необходимость инициирования фундаментальных многопрофильных (радиологических, биологических, зоологических, гидрологических, экономических и др.) научных исследований влияния строительства водного пути Е40 на окружающую среду и благосостояние населения Украины и Беларуси, осуществление мониторинга состояния окружающей среды бассейна р. Припять, отражение потенциальных рисков строительства водного пути Е40.

Без этого мероприятия по реализации проекта не только выходят за рамки правового поля, но и могут привести к необратимым изменениям окружающей

среды, ухудшение качества условий жизни населения, угрозы национальной безопасности Украины и Беларуси.

Библиографические ссылки

1. Василюк О. В., Пархоменко В. В., Варуха А. В. Будівництво внутрішнього водного шляху Е40 на території Республіки Білорусь: екологічні ризики для України. Київ, 2021. 56 с.
2. Trends of aquatic alien species invasions in Ukraine / Alexandrov B. [et al.] // Aquatic Invasions, 2007. Vol. 2, № 3. P. 215–242.
3. Bączuk A., Wagner M., Okruszko T., Grygoruk M. Influence of technical maintenance measures on ecological status of agricultural lowland rivers – systematic review and implications for river management // Science of the Total Environment, 2018. Vol. 627. P. 189–199.
4. Watson C. C., D. S. Biedenbarn, S. H. Scott. Channel Rehabilitation: Processes, Design, and Implementation. Vicksburg, 1999. 313 p.

ЭПИКСИЛЬНЫЕ МОХООБРАЗНЫЕ ДЕНДРОПАРКА «АЛЕКСАНДРИЯ» НАН УКРАИНЫ

Л.А. Плескач

Дендропарк «Александрия» НАН Украины
Белая Церковь, Украина, l.pleskach@ukr.net

Результаты исследований показали, что бриофлора мертвой древесины исторической части дендропарка «Александрия» в настоящее время представлена факультативными эпиксилами и включает 28 видов из 21 рода, 17 семейств, 7 порядков, 3 классов и 2 отделов. Ее ведущими семействами являются *Anomodontaceae*, *Bryaceae*, *Orthotrichaceae* и *Hypnaceae*, а ведущими родами - *Anomodon*, *Bryum* и *Orthotrichum*.

Ключевые слова: мохообразные; эпиксильная бриофлора; дендропарк «Александрия»

EPIXYLIC BRYOPHYTES OF THE "ALEXANDRIA" DENDROLOGICAL PARK OF THE NAS OF UKRAINE

L.Ya. Pleskach

The "Alexandria" State Dendrological Park, National Academy of Sciences of Ukraine,
Bila Tserkva, Ukraine, E-mail: l.pleskach@ukr.net

The research results showed that the flora of dead wood of the historical part of the «Alexandria» Dendrological Park is represented by facultative epixylic bryophytes and includes 28 species from 21 genera, 17 families, 7 orders, 3 classes and 2 divisions. The leading families are *Anomodontaceae*, *Bryaceae*, *Orthotrichaceae*, *Hypnaceae* and the leading genera are *Anomodon*, *Bryum* and *Orthotrichum*.

Key words: bryophytes; epixylic bryoflora; the "Alexandria" Dendrological Park

Несмотря на то, что бриологические исследования в Украине проводятся давно, изучение видового разнообразия мохообразных в дендропарке «Александрия», одного из крупнейших дендропарков Украины (площадью более 400 га) и объекта природно-заповедного фонда, началось только в конце прошлого столетия. В связи с недостаточной изученностью бриофлоры дендропарка, а также тем, что его ландшафты подвергаются существенной антропогенной нагрузке, нами проведены современные исследования мохообразных этой территории. В данной публикации мы приводим результаты исследования флоры эпиксильных мхов.

Как известно, эпиксильные мхи - это группа, субстратом для поселения которой служит мертвая древесина. Она является важным элементом лесных экосистем, выполняющим разнообразные экологические функции. Последние два десятилетия было проведено значительное число исследований функциональной роли древесных остатков в бореальных лесных экосистемах, преимущественно в Европе, США и Канаде. Европейские лесные экосистемы в подавляющем большинстве случаев подверглись глубочайшему антропогенному преобразованию, одной из черт которого было полное изъятие валежа. Это, в свою очередь, определило сферу интересов европейских исследований относительно крупных древесных остатков – большинство работ на эту тему представляют собой сравнение биоты мертвой древесины в эксплуатируемых лесах и на заповедных

территориях. Большинство исследователей сходятся в том, что валеж является очагом биоразнообразия в бореальных лесах.

На протяжении 2017 – 2019 годов нами проводились исследования видового состава эпиксильных мохообразных исторической части дендропарка (рисунок). Объектом исследований были эпиксильные мохообразные, которые произрастали на мертвой древесине (пнях, поваленных деревьях). Названия таксонов приводятся за [1, 2]. Краткий таксономический анализ проведен за [3].

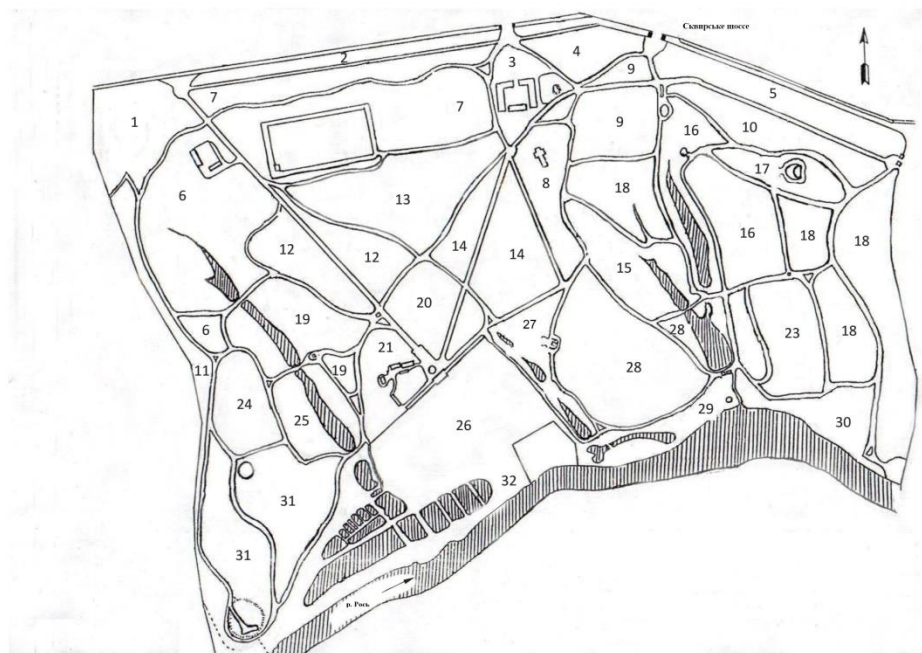


Рисунок – Схема территории исторической части дендрологического парка «Александрия» (локалитеты 1 – 32)

Figure – Scheme of the territory of the historical part of the “Alexandria” Dendrological Park (localities 1 – 32)

Результаты проведенных исследований показали, что эпиксильная бриофлора исторической части дендропарка «Александрия» в настоящее время насчитывает 28 видов. Она представлена 21 родом, 17 семействами, 7 порядками, 3 классами и 2 отделами (табл.).

Преобладают представители класса *Bryopsida* отдела *Bryophyta*, их насчитывается 26 видов, что составляет 93 % всей эпиксильной бриофлоры. Отдел *Marchantiophyta* представлен 2 видами (7%). Ведущими семействами являются *Anomodontaceae*, *Bryaceae*, *Orthotrichaceae* и *Hypnaceae* (все по 3 вида). Остальные 13 семейств представлены 1 – 2 видами. Ведущими родами были *Anomodon*, *Bryum* и *Orthotrichum* (все по 3 вида).

За результатами анализа частоты встречаемости (ЧВ) видов в сообществах можно выделить три группы мохообразных. К первой принадлежат виды, у которых частота встречаемости выше 20 %, ко второй – от 10,1 % до 20 %, к третьей – ниже 10 %. Первая группа представлена тремя видами: *Hypnum cupressiforme* (ЧВ 61,8 %), *Ceratodon purpureus* (35,3 %), *Plagiomnium cuspidatum* (23,5 %). Ко второй группе принадлежат *Brachythecium salebrosum* (11,7 %), *Dicranella heteromalla* (11,8 %), *Dicranum montanum* (11,8 %). Остальные 22 вида (78,6 %) имели частоту

Таблица – Таксономический состав эпиксилных мохообразных исторической части дендропарка «Александрия»

Table – Taxonomic composition of epixylic bryophytes in the historical part of the “Alexandria” Dendrological Park

Семейство	Род	Вид
Отдел Marchantiophyta		
Класс Jungermanniopsida		
Порядок Porellales		
<i>Porellaceae</i>	<i>Porella</i>	<i>P. platyphylla</i> (L.) Preff.
<i>Radulaceae</i>	<i>Radula</i>	<i>R. complanata</i> (L.) Dumort.
Отдел Bryophyta		
Класс Polytrichopsida		
Порядок Polytrichales		
<i>Polytrichaceae</i>	<i>Atrichum</i>	<i>A. undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.
Класс Bryopsida		
Порядок Dicranales		
<i>Dicranaceae</i>	<i>Dicranum</i> <i>Dicranella</i>	<i>D. montanum</i> Hedw. <i>D. heteromalla</i> (Hedw.) Schimp.
<i>Ditrichaceae</i>	<i>Ceratodon</i>	<i>C. purpureus</i> (Hedw.) Brid.
Порядок Pottiales		
<i>Pottiaceae</i>	<i>Syntrichia</i>	<i>S. ruralis</i> (Hedw.) F. Weber et D.Mohr
Порядок Bryales		
<i>Bryaceae</i>	<i>Bryum</i>	<i>B. argenteum</i> Hedw. <i>B. caespiticium</i> Hedw. <i>B. moravicum</i> Podp.
<i>Mielichhoferiaceae</i>	<i>Pohlia</i>	<i>P. nutans</i> (Hedw.) Lindb.
<i>Mniaceae</i>	<i>Plagiomnium</i>	<i>P. cuspidatum</i> (Hedw.) T.J.Kop.
Порядок Orthotrichales		
<i>Orthotrichaceae</i>	<i>Orthotrichum</i>	<i>O. patens</i> Bruch ex Brid. <i>O. pumilum</i> Sw. ex anon. <i>O. speciosum</i> Nees
Порядок Hypnales		
<i>Amblystegiaceae</i>	<i>Amblystegium</i>	<i>A. serpens</i> (Hedw.) Schimp.
<i>Leskeaceae</i>	<i>Leskea</i>	<i>L. polycarpa</i> Hedw.
	<i>Pseudoleskeella</i>	<i>P. nervosa</i> (Bryd.) Nyholm
<i>Brachytheciaceae</i>	<i>Brachytheciastrum</i>	<i>B. velutinum</i> (Hedw.) Ignatov et Huttunen
	<i>Brachythecium</i>	<i>B. salebrosum</i> (Hoffm. ex F.Weber et D.Mohr) Schimp.
<i>Hypnaceae</i>	<i>Callicladium</i>	<i>C. haldanianum</i> (Grev.) H.A.Crum
	<i>Hypnum</i>	<i>H. cupressiforme</i> Hedw. <i>H. pallescens</i> (Hedw.) P. Beauv.
<i>Pylaisiadelphaceae</i>	<i>Platygyrium</i>	<i>P. repens</i> (Brid.) Schimp.
<i>Leucodontaceae</i>	<i>Leucodon</i>	<i>L. sciuroides</i> (Hedw.) Schwagr.
<i>Anomodontaceae</i>	<i>Anomodon</i>	<i>A. attenuatus</i> (Hedw.) Huebener <i>A. longifolius</i> (Schleich. ex Brid.) Hartm. <i>A. viticulosus</i> (Hedw.) Hook et Taylor

встречаемости ниже 10 %. Значительное участие видов с низкой ЧВ указывает на низкую степень специфичности их эпиксильной бриофлоры. Исследования показали, что эпиксильная бриофлора исторической части дендропарка «Александрия» представлена факультативными эпиксилами.

Следует отметить, что на территории исторической части дендропарка, наибольшее количество эпиксильных мохообразных было обнаружено на пнях старо возрастных дубов в локалитетах 7, 12, 13, 14, 15, 19 и 25.

Таким образом наши исследования показали, что бриофлора мертвой древесины исторической части дендропарка «Александрия» представлена факультативными эпиксилами. В настоящее время она насчитывает 28 видов из 21 рода, 17 семейств, 7 порядков, 3 классов и 2 отделов. Преобладают представители класса *Bryopsida* отдела *Bryophyta*.

Библиографические ссылки

1. Бойко М.Ф. Другий чекліст мохоподібних України //Черноморськ. бот. ж. 2014. Т. 10, №4. С. 427 – 487.
2. Бойко М.Ф. Чекліст мохоподібних України. Херсон: Айлант, 2008. 232 с.
3. Бойко М.Ф. Чекліст мохоподібних України (таксономічний огляд, надвидові таксони) // Черномор. ботан. журн. 2008. Т. 4, № 2. С. 151–160.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА *AEGILOPS SPELTOIDES* ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПШЕНИЦЫ ОТ БУРОЙ И СТЕБЛЕВОЙ РЖАВЧИНЫ

Л. Я. Плотникова, В. Е. Пожерукова, В. В. Кнауб, С. В. Лунык

Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина
Омск, Россия, vv.knaub06.06.01@omgau.org

В последние годы усиливается поражение мягкой пшеницы ржавчинными болезнями. Для определения перспектив использования в селекции генетического материала вида *Aegilops speltoides* Tausch было оценено развитие бурой и стеблевой ржавчины на наборе образцов пшеницы с известными и не идентифицированными генами *Lr* и *Sr*. Оценки, проведенные на юге Западной Сибири в 2019-2020 гг., показали, что к двум болезням были устойчивы линии с известными генами TcLr28, ANK-39 (A, D, E, *LrSp*), сорт Pavon (*Lr47*), а также линии серии Од (Од 35-1, Од 35-89, Од 210-90) с не идентифицированными генами. Данные образцы представляют интерес для групповой защиты пшеницы от ржавчинных болезней.

Ключевые слова: *Triticum aestivum*; *Aegilops speltoides*; интрогрессивные линии; бурая ржавчина; стеблевая ржавчина; устойчивость.

PROSPECTS FOR USING THE GENETIC MATERIAL OF *AEGILOPS SPELTOIDES* TO PROTECT COMMON WHEAT FROM LEAF AND STEM RUSTS

L. Ya. Plotnikova, V. E. Pozherukova, V. V. Knaub, S. V. Lunyak

Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin
Omsk, Russia, vv.knaub06.06.01@omgau.org

In recent years, the defeat of common wheat by rust diseases has increased. To determine the prospects for using the genetic material of the species *Aegilops speltoides* Tausch in breeding, the development of leaf and stem rust was evaluated on a set of wheat samples with known and unidentified *Lr* and *Sr* genes. Estimations performed in the south of Western Siberia in 2019-2020 showed that resistance to two diseases was shown by lines with known genes TcLr28, ANK-39 (A, D, E, *LrSp*), cv. Pavon (*Lr47*), as well as lines of the Od series (Od 35-1, Od 35-89, Od 210-90) with unidentified genes. These samples are of interest for the group defense of wheat from rust diseases.

Key words: *Triticum aestivum*; *Aegilops speltoides*; introgressive lines; brown rust; stem rust; resistance.

Мягкая пшеница *Triticum aestivum* L. относится к наиболее распространенным зерновым культурам мира. Пшеницу способны поражать три вида ржавчины: бурая, стеблевая и желтая, вызываемые патогенными грибами *Puccinia triticina* Erikss. (Ptr), *P. graminis* Pers. f. sp. *tritici* Erikss. et Henn. (Pgt) и *P. striiformis* f. sp. *tritici* West. В последние десятилетия в мире резко усилилась вредоносность стеблевой ржавчины. Поражение посевов культуры в мире долгое время (с 1960-х гг.) блокировалась или значительно ограничивалась за счет широкого распространения сортов с высоко эффективным геном устойчивости *Sr31* от ржи посевной *Secale cereale*. Однако этот ген потерял свою эффективность после появления в Уганде в 1998 г. расы Ug99, а также широкого распространения её биотипов в Африке, Европе и Америке [1]. За последние 20 лет стеблевая ржавчина вновь стала серьезной угрозой для производства пшеницы в мире. В России стеблевая ржавчина на посевах пшеницы до 2007 г. встречалась редко, но с

2014 г. наблюдается ежегодно. В 2015 г. отмечена эпифитотия этого заболевания в Северном Казахстане и Западной Сибири [2, 3]. Развитие болезни приводит к существенному снижению урожайности и качества зерна пшеницы [4].

Общепризнанным способом защиты растений является широкое использование устойчивых сортов. Для перспективной защиты культур необходима информация об источниках и генах устойчивости к болезням. Как правило, для защиты пшеницы используют гены резистентности родственных видов злаков. В последние годы большое внимание уделяют включению в сорта генов рода *Aegilops* [5]. Вид *Aegilops speltoides* Tausch ($2n = 2x = 14$, геном SS) считается перспективным источником генов устойчивости к заболеваниям пшеницы [6]. Благодаря тому, что *Ae. speltoides* послужил донором генома *B* в ходе эволюции мягкой пшеницы, возможен относительно быстрый перенос его генов в виде транслокаций. Известно, что некоторые чужеродные транслокации могут нести набор генов резистентности к разным болезням. В частности, транслокации с генами устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине *Lr19/Sr25*, *Lr24/Sr24* были переданы от *Agropyron elongatum* (Genetic Database <http://www.shigen.nig.ac.jp>). В связи с этим представляет интерес изучение резистентности видам ржавчины интрогрессивных линий пшеницы с материалом *Ae. speltoides*, ранее проявивших устойчивость к бурой ржавчине.

Целью работы было изучение устойчивости к стеблевой и бурой ржавчине набора интрогрессивных линий яровой мягкой пшеницы с генами *Ae. speltoides* в Западной Сибири.

Материалом для исследований послужили 15 линий и сортов с известными и не идентифицированными генами устойчивости, перенесенными из *Ae. speltoides*. Идентифицированные гены *Lr28*, *Lr35/sr39* введены в изогенные линии сорта Thatcher (*TcLr*), *Lr47* присутствует в сорте Ravon. Линии Од были созданы во Всероссийском институте растениеводства (ВИР, г. Санкт-Петербург) [7]. Линии АНК-39А-Е были получены в Институте цитологии и генетики СО РАН (ИЦиГ, г. Новосибирск), а линии Л-500 и Л-501 - в Московском НИИСХ (Немчиновка, Московская обл.) [8]. В качестве стандарта и индикатора восприимчивости был использован сорт яровой мягкой пшеницы Памяти Азиева.

Исследования проводили в полевых условиях на юге Западной Сибири (г. Омск) на интенсивном инфекционном фоне проявления болезней в 2019-2020 гг. Развитие ржавчины

оценивали на взрослых растениях в стадии молочной восковой спелости. Определяли тип реакции (в баллах) по шкалам Майнса-Джексона и Стэкмана-Левина для бурой и стеблевой ржавчины соответственно: 0 – иммунитет, отсутствие спороношения; 1-2 – устойчивость с проявлением реакции сверхчувствительности; 3-4 – восприимчивость. Степень поражения оценивали по шкале Петерсона (в %).

Результаты исследований показали, что в 2019-2020 гг. бурая ржавчина на посевах пшеницы развивалась в значительной, а стеблевая – в сильной степени (поражение индикатора восприимчивости 60-70 % и 70-100 % соответственно) (таблица).

На интенсивном фоне развития болезней было показано, что линия *TcLr28* проявила иммунитет или высокую устойчивость к бурой и стеблевой ржавчине. Ген *Lr47* в сорте Ravon обеспечил высокую устойчивость к бурой ржавчине в 2019 г. и иммунитет в 2020 г, а к стеблевой ржавчине сорт был высоко устойчив (поражение не выше 10 %). Возрастной ген *Lr35* сцеплен с рецессивным *sr39*. В

2019 г. линия TcLr35/sr39 была поражена бурой ржавчиной в средней, а в 2020 г. – в слабой степени, но проявила иммунитет к стеблевой ржавчине.

Среди линий серии Од иммунитет или высокую устойчивость к бурой ржавчине (поражение не выше 10 %) проявили линии Од 35-1, Од 35-89, Од 210-90. К стеблевой ржавчине в 2019 г. линии Од 35-1, Од 35-89, показали устойчивую реакцию (балл 1), а Од 210-90 – слабое поражение (10 %), но в 2020 г. эти линии проявили иммунитет. Линия Од 278-89 в 2019 г. была поражена двумя болезнями, а в 2020 г. проявила устойчивость.

Линии АНК-39 были созданы на основе линий серии Од с помощью беккроссов, поэтому гены устойчивости в них были разделены. Среди набора АНК линии АНК-39А, -39D и -39Е сохраняли высокую устойчивость к двум болезням. В них ранее была определена транслокация с геном устойчивости к бурой ржавчине *LrSp* и гаметоцидным геном *Gc*. Линии Л-500 и Л-501 были устойчивы к бурой ржавчине в 2017 г. [6], но в 2019 г. их устойчивость к двум болезням была преодолена.

Таблица – Развитие ржавчинных болезней на интрогрессивных линиях яровой мягкой пшеницы с генами *Ae. speltoides* в Западной Сибири в 2019-2020 гг.

Table - Development of rust diseases on introgressive lines of spring common wheat with *Ae. speltoides* genes in Western Siberia in 2019-2020

Образцы, гены	Реакция, балл/ степень поражения, %			
	бурая ржавчина		стеблевая ржавчина	
	2019	2020	2019	2020
Памяти Азиева (стандарт)	3/60	4/70	4/100	4/70
TcLr28	0/0	3/5	0/0	0/0
TcLr35/sr39	3/40	4/5	3/40	4/5
Pavon Lr47	3/10	0	4/10	4/1
Од 35-1	0	3/1	1/20	0
Од 35-89	0	0	1/20	0
Од 278-89	3/60	1-2/20	3/70	0
Од 150/90	3/60	4/70	4/100	4/70
Од 210-90	0	0	3/10	0
АНК-39А (<i>LrSp</i>)	3/10	4/1	3/10	0
АНК-39В	3/80	4/60	3/90	4/60
АНК-39С	3/100	4/70	3/100	4/70
АНК-39D (<i>LrSp</i>)	3/10	3/5	1/20	4/10
АНК-39Е (<i>LrSp</i>)	2/10	3/5	1/10	4/5
Л-500	3/60	4.70	3/60	4/70
Л-501	3/60	4/50	4/80	4/50

Следует отметить, что среди изученных генов только *LrSp* был введен в сорта пшеницы Челябинской селекции, а другие гены в региональных сортах отсутствуют [6]. В связи с этим можно сделать вывод о том, что в азиатских популяциях *P. triticina* и *P. graminis* f. sp. *tritici* идут интенсивные микроэволюционные процессы. При этом, независимо от наличия в регионе резистентных сортов, в популяциях накапливаются гены вирулентности к генам устойчивости *Ae. speltoides*. Изменения в популяциях патогенов необходимо учитывать при определении стратегии генетической защиты сортов в Западной Сибири и Северном Казахстане.

Таким образом, проведенные исследования показали, что среди изученных образцов с генами *Ae. speltoides* восемь проявили устойчивость к бурой и стеблевой ржавчине. Устойчивость может быть связана с передачей комплексных транслокаций в них или набора генов устойчивости. Для защиты сортов от ржавчинных болезней перспективно использование в селекции линий TcLr28, Од 35-1, Од 35-89, Од 210-90, АНК-39А, D, E (LrSp), а также сорта Ravon (Lr47).

Библиографические ссылки

1. Evaluation of resistance to wheat stem rust and identification of resistance genes in wheat lines from Heilongjiang province / Lin Q. [et al.]. // Peer Journal. 2021. DOI 10.7717/peerj.10580.
2. Плотникова Л. Я., Сагендыкова А. Т., Кузьмина С. П. Оценка устойчивости к бурой ржавчине и экологической пластичности интрогрессивных линий мягкой пшеницы с генами *Agropyron elongatum* // Аграрная Россия. 2016. № 9. С. 5–13.
3. Устойчивость сортов мягкой яровой пшеницы к листостебельным патогенам в Западной Сибири / Россеева Л.П. [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (175). С. 5–11.
4. Плотникова Л. Я., Кузьмина С. П., Фризен Ю. В. Биохимические показатели качества зерна перспективных линий мягкой пшеницы с генами *Agropyron elongatum*, устойчивых к стеблевой ржавчине // Успехи современного естествознания. 2019. № 12. С. 20–26.
5. Мартынов С. П., Добротворская Т. В., Митрофанова О. П. Генеалогический анализ распространения генетического материала эгилопсов (*Aegilops* L.) в сортах мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // Генетика. 2015. № 51(9). С. 1000–1008. DOI 10.7868/S0016675815090076.
6. Тенденция преодоления генов устойчивости к бурой ржавчине, интрогрессированных от *Aegilops speltoides* Tausch в мягкую пшеницу в Западной Сибири / Плотникова Л. Я. [и др.] // Вавиловский журнал селекции и генетики. 2018. Т. Л. Я.. 22. № 5. С. 550–567.
7. Интрогрессивные линии мягкой пшеницы с устойчивостью к бурой ржавчине, переданной от *Aegilops speltoides*. Исходный материал и проблемы селекции пшеницы и тритикале / Одинцова И. Г. [и др.] // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1991. № 142. С. 106–110.
8. Линии мягкой пшеницы с генетическим материалом *Aegilops speltoides* Tausch / Лапочкина И. Ф. [и др.] // Генетика. 1996. № 32(12). С. 1651–1656.

УСТОЙЧИВОСТЬ К СТЕБЛЕВОЙ РЖАВЧИНЕ НОВЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ С ГЕНАМИ *AGROPYRON ELONGATUM* В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Л. Я. Плотникова, А. Т. Сагендыкова, М. В. Урман

Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина
Омск, Россия, aaidosova@mail.ru

В последнее десятилетие в России усилилась вредоносность стеблевой ржавчины пшеницы. Для защиты пшеницы от болезни необходимо расширение спектра генов устойчивости в сортах. В Омском ГАУ (г. Омск, Россия) созданы интрогрессивные линии яровой мягкой пшеницы с генетическим материалом пырея удлиненного *Agropyron elongatum* Host. (Beuv.). Целью работы был отбор перспективных линий, сочетающих устойчивость к агрессивной азиатской популяции возбудителя стеблевой ржавчины, с высокой продуктивностью. В полевых условиях на интенсивном фоне развития болезни выделен набор устойчивых урожайных линий пшеницы. Данные линии представляют собой ценный материал для селекции и могут послужить донорами устойчивости к стеблевой ржавчине.

Ключевые слова: *Triticum aestivum*; *Agropyron elongatum*; интрогрессивные линии; стеблевая ржавчина; устойчивость.

STEM RUST RESISTANCE OF NEW SPRING WHEAT LINES WITH *AGROPYRON ELONGATUM* GENES IN WESTERN SIBERIA

L. Ya. Plotnikova, A. T. Sagendykova, M. V. Urman

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin
Omsk, Russia, aaidosova@mail.ru

In the last decade, the harmfulness of wheat stem rust has increased in Russia. To protect wheat from disease, it is necessary to enrich the set of resistance genes in the cultivars. Introgressive lines of spring common wheat with the genetic material of the Wheatgrass *Agropyron elongatum* Host. (Beuv.) were created in the Omsk State Agrarian University (Omsk, Russia). The aim of the research was to select promising lines that combine resistance to the aggressive Asian population of the stem rust pathogen with high productivity. In the field on the intense infection background, a set of resistant lines with high productivity was determined. These lines are a valuable material for breeding and can serve as donors of resistance to stem rust.

Key words: *Triticum aestivum*; *Agropyron elongatum*; introgressive lines; stem rust; resistance.

В последние десятилетия в разных регионах мира усилилась вредоносность стеблевой ржавчины пшеницы. Это связано с эволюционными процессами в популяциях возбудителя болезни – патогенного гриба *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Erikss. et Henn. (Pgt). Первоначально изменения Pgt были отмечены в Уганде в 1998 г. при появлении вирулентной расы, получившей название Ug99 (ТТКСК), которая преодолела ранее высокоэффективный в мире ген устойчивости *Sr31*. Раса Ug99 продолжает эволюционировать, а ее биотипы с разным набором генов вирулентности распространились от Уганды до Северной Европы [1]. В последнее десятилетие также отмечено повышение ущерба от стеблевой ржавчины в регионах России. В период массовых вспышек болезни потери урожая достигают 50-70 %, при этом резко снижается качество зерна [2, 3]. В связи с этим необходимо

проводить мониторинг проявления болезни на посевах пшеницы в разных регионах, а также вести селекцию с учетом изменений в популяциях патогена.

На юге Западной Сибири и в Северном Казахстане располагаются массовые посевы пшеницы, составляющие «пшеничный пояс». На культурных и диких злаках, произрастающих в Западной Сибири и Северном Казахстане, существует обособленная азиатская популяция Pgt, в которой происходят интенсивные микроэволюционные процессы. Расы патогена в Западной Сибири отличаются большим числом генов вирулентности [4]. При этом ген *Sr31* в регионах России оставался эффективным [3]. В Западной Сибири до 2014 г. стеблевая ржавчина проявлялась редко и не наносила значимого ущерба посевам пшеницы [5]. Однако в 2015 г. была зарегистрирована вспышка болезни, приведшая к серьезным потерям урожая во всем «пшеничном поясе», позже ржавчина поражала посевы ежегодно. В связи с изменением фитосанитарного состояния агроценозов необходим постоянный мониторинг расового состава популяции и оценка эффективности известных и перспективных генов устойчивости пшеницы к болезни.

Актуальным способом защиты пшеницы является введение генов устойчивости к болезням от диких сородичей. Дикий вид *Agropyron elongatum* (Host) Beauv. ($2n=10x=70$) имеет многолетний образ жизни и обладает высокой резистентностью к абиотическим и биотическим факторам. Гибридизация между пшеницей и пыреем затруднена в силу филогенетической отдаленности видов, поэтому по доступности для селекции род *Аггоругон* отнесен к третичному генофонду. Впервые работы по созданию межродовых пшенично-пырейных гибридов (ППГ), играющих роль «генетических мостиков» для передачи генов рода *Аггоругон* пшенице, были осуществлены академиком Н. В. Цициным. В настоящее время в Главном Ботаническом саду РАН (ГБС, г. Москва) поддерживается коллекция октоплоидных ППГ с хромосомами видов рода *Аггоругон* [6].

В связи с методическими трудностями передачи генетического материала *Ag. elongatum* за многие десятилетия в геном пшеницы были включены всего шесть идентифицированных генов устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине. Причем часть из них присутствуют в комплексных транслокациях (*Lr19/Sr25* и *Lr24/Sr24*), а другие – в виде единичных генов (*Lr29* и *Sr43*) (Genetic Database <http://www.shigen.nig.ac.jp>). Большинство сортов США (более 85 %) защищены транслокацией с генами *Lr24/Sr24*, а российские сорта в основном защищены транслокацией *Lr19/Sr25* (более 30 % сортов) [7]. Фрагмент с генами *Lr24/Sr24* и ген *Lr29* выявлены в единичных российских сортах [8].

В Омском аграрном университете имени П.А. Столыпина (г. Омск, Россия) в 1990-х гг. была начата работа по созданию ППГ на основе *Ag. elongatum*. В настоящее время продолжается работа по улучшению их свойств [5, 9]. По данным предварительного анализа линий с помощью молекулярных маркеров, проведенному Е.И. Гультовой (не опубликовано), в устойчивых к болезням линиях отсутствуют известные гены *Lr19*, *Lr24* и *Lr29*.

Целью работы был мониторинг устойчивости к стеблевой ржавчине перспективных интрогрессивных линий яровой мягкой пшеницы с генами *Ag. elongatum* в Западной Сибири на естественном фоне стеблевой ржавчины.

Объектами исследований служили образцы пырея удлиненного *Ag. elongatum* и 72 интрогрессивные линии яровой мягкой пшеницы с его генами. Стандартами служили восприимчивые сорта яровой мягкой пшеницы Памяти Азиева (среднеранний), Дуэт (среднепоздний) и Серебристая (среднепоздний). Исследования проводили в полевых условиях на естественном фоне болезни в

лесостепной зоне юга Западной Сибири (г. Омск) в 2019-2020 гг. Развитие стеблевой ржавчины оценивали по степени поражения (в %). Тип реакции определяли по шкале, принятой в Международном селекционном центре СИММУТ: R – без симптомов, иммунитет; MR – мелкие некрозы без пустул, устойчивость; MS – мелкие пустулы занимают до 50% площади листьев, средняя восприимчивость; S – крупные пустулы занимают более 50% площади листьев, высокая восприимчивость) [10].

В изученный период на юге Западной Сибири стеблевая ржавчина развивалась ежегодно, с конца июля до созревания пшеницы. В 2019 г. отмечено интенсивное поражение сортов-стандартов (до 70-100 %), в 2020 г. интенсивность поражения была ниже (40-70 %) (таблица).

В условиях интенсивного инфекционного фона все образцы *Ag. elongatum* проявили иммунитет (R). Оценка набора интрогрессивных линий показала, что в 2019 г. устойчивых было 7 %, средневосприимчивых – 29 % (рисунок). В 2020 г. возросла доля иммунных и устойчивых линий (4 и 21 % соответственно), что может быть связано с меньшей интенсивностью развития болезни. Однако оценки, проведенные в 2014 и 2016 гг. показывали более 64 % иммунных и устойчивых линий [2, 5]. Очевидно, потеря устойчивости линий связана с активным микроэволюционным процессом в азиатской популяции Pgt.

Среди линий выделилась линия № 87/2017, проявившая иммунитет (R) в 2019 и 2020 гг. Линия № 322/2017 отличалась слабым поражением стеблевой ржавчиной (5MS-5S). Линия № 2/2015 проявила высокую устойчивость в 2019-2020 гг. (10MR-MS). Остальные линии показали среднюю устойчивость к стеблевой ржавчине (таблица).

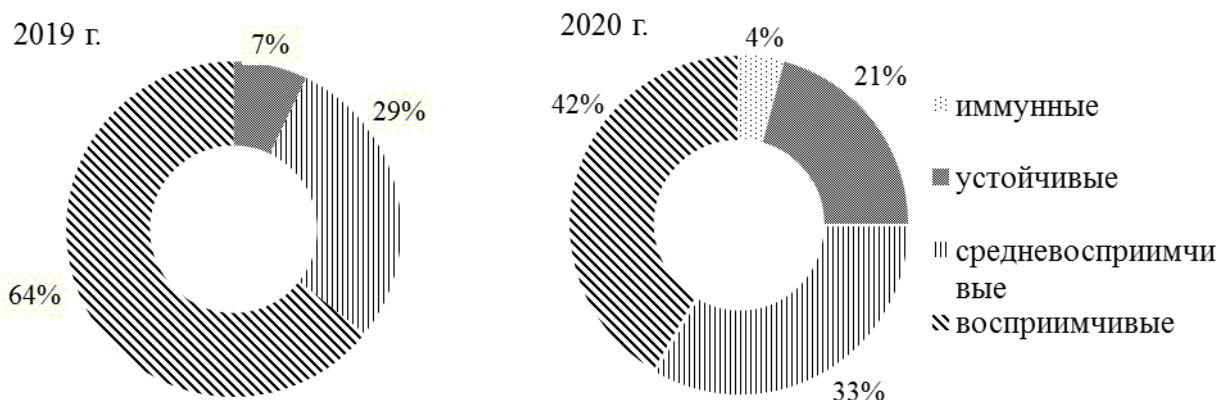


Рисунок – Распределение интрогрессивных линий мягкой пшеницы по устойчивости к стеблевой ржавчине в 2019-2020 гг.

Figure – Distribution of introgressive lines of common wheat by resistance to stem rust in 2019 - 2020

Таблица – Продуктивность и оценка развития стеблевой ржавчины на сортах яровой мягкой пшеницы и лучших интрогрессивных линиях с генами *Ag. elongatum* в Западной Сибири

Table – Productivity and estimation of stem rust development on spring common wheat cultivars and the best introgressive lines with the genes of *Ag. elongatum* in Western Siberia

Сорт, линия	Продуктивность, г/ растение			Поражение стеблевой ржавчиной, тип /%	
	г.	2020 г.	среднее	2019 г.	2020 г.
	0,21	0,28	0,25	R	R
Памяти Азиева - стандарт				S	S
Дуэт - стандарт				MS	S
Серебристая - стандарт				MS	S
				S	S
				MR	MS
				MS	S
				MS	S
				S	S
				S	S
				MS	S
				S	S
				R	R
НСР ₀₅	0,15	0,22	-		

Наиболее высокую продуктивность из сортов-стандартов показал сорт Дуэт – 2,12 г/растение (в среднем за два года), а самую низкую - среднеранний сорт Памяти Азиева (1,75 г/растение). Среди линий наиболее высокую продуктивность по сравнению со стандартами и другими интрогрессивными линиями показала иммунная линия № 87/2017 (в среднем 2,65 г/растение). Линия № 322/2017 со слабым поражением стеблевой ржавчины имела продуктивность практически на уровне стандарта Дуэт и выше, чем у сортов Памяти Азиева и Серебристая. Остальные линии, проявившие умеренную устойчивость к стеблевой ржавчине, сформировали продуктивность на уровне или выше стандартов.

Таким образом, в Западной Сибири изучена устойчивость к стеблевой ржавчине интрогрессивных линий яровой мягкой пшеницы с генами *Ag. elongatum*. В период наблюдений отмечено усиление поражения сортов местной селекции и части изученных линий стеблевой ржавчиной. Выделена одна иммунная, две высоко устойчивые и шесть линий со средней устойчивостью к агрессивной азиатской популяции возбудителя стеблевой ржавчины. Лучшие линии №№ 87/2017, 322/2017, 2/2015 сочетали устойчивость к стеблевой ржавчине с высокой продуктивностью. Данные линии представляют собой ценный материал для селекции и могут послужить хорошими донорами устойчивости к стеблевой ржавчине.

Библиографические ссылки

1. Evaluation of wheat (*Triticum aestivum*) germplasm and varieties against stem rust (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. Tritici) pathotype Ug99 and its variants / Singh M., Sharma A. K., Saharan M. S. [et al.] // Indian Phytopathology. 2015. V.68. №2. P. 134–138.
2. Плотникова Л. Я., Кузьмина С. П., Фризен Ю. В. Биохимические показатели качества зерна перспективных линий мягкой пшеницы с генами *Agropyron elongatum*, устойчивых к стеблевой ржавчине // Успехи современного естествознания. 2019. №12. С. 20–26.

3. Кельбин В. Н., Сколотнева Е. С., Салина Е. А. Возможности и перспективы формирования генетической защиты мягкой пшеницы от стеблевой ржавчины в Западной Сибири // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020. Т.24. №8. С. 821–828.
4. Устойчивость перспективных образцов яровой твердой пшеницы к листостебельным болезням / Рсалиев А. С. [и др.] // Вестник защиты растений. 2020. Т.103. №2. С. 105–112.
5. Интрогрессивные линии мягкой пшеницы с генами пырея удлиненного *Agropyron elongatum*, устойчивые к листовым болезням на юге Западной Сибири / Плотникова Л. Я. [и др.] // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2014. Т.4. № 16. С. 3–7.
6. Наследие академика Н.В. Цицина – современное состояние и перспективы использования коллекции промежуточных пшенично-пырейных гибридов / Упелниек В. П. [и др.] // Вавиловский журнал селекции и генетики. 2012. Т.16. №3. С. 667–674.
7. Мартынов С. П., Добротворская Т. В., Крупнов В. А. Генеалогический анализ использования двух видов пырея (*Agropyron*) в селекции мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) на устойчивость к болезням // Генетика. 2016. Т.52. №2. С. 179–188.
8. Гультяева Е. И. Генетическая структура популяций *Puccinia triticina* в России и ее изменчивость под влиянием растения-хозяина // Дисс. ... д.б.н. СПб, 2018. 312 с.
9. Плотникова Л. Я., Сагендыкова А. Т., Кузьмина С. П. Оценка устойчивости к бурой ржавчине и экологической пластичности интрогрессивных линий мягкой пшеницы с генами *Agropyron elongatum* // Аграрная Россия. 2016. №9. С. 5–13.
10. Койшыбаев М., Шаманин В. П. Скрининг пшеницы на устойчивость к основным болезням: Методические указания. Анкара, 2014. 59 с.

ЖИЗНЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕРЕВЬЕВ ПОСЛЕ ОМОЛАЖИВАЮЩЕЙ ОБРЕЗКИ В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ УКРАИНЫ

Е.А. Пономарёва, Р.А. Андрейченко

Днепровский государственный аграрно-экономический университет, Днепр, Украина,
ponomareva13021978@gmail.com

Анализ исследований о реакции разных древесных видов на омолаживающую обрезку в городских насаждениях Украины показал, что хуже всех переносят обрезку клен остролистный, липа мелколистная и робиния лжеакация. Лучше на радикальное омоложение реагируют разные виды тополей, липа крупнолистная, вяз приземистый. Часто после обрезки наблюдается поражение фитопатогенами, что приводит к отмиранию некоторых экземпляров.

Ключевые слова: омолаживающая обрезка; топpling; жизненное состояние

VITAL STATE OF TREES AFTER REJUVENATION PRUNING IN GREEN PLANTATION OF UKRAINE

E. Ponomaryova, R. Andreychenko

Dnipro' State Agrarian and Economics University, Dnipro, Ukraine
ponomareva13021978@gmail.com

Analysis of studies on the reaction of different tree species to rejuvenating pruning in urban plantings of Ukraine showed that *Acer platanoides*, *Tilia cordata* and tolerate pruning worst of all. Different species of poplars, *Tilia platyphyllos*, *Ulmus pumila* react better to radical rejuvenation. Often, after pruning, damage by phytopathogens is observed, which leads to the death of some specimens.

Key words: rejuvenation pruning; topping; vital state

Радикальная обрезка деревьев, независимо от вида, возраста и условий произрастания, стала массовым явлением в городах Украины. К сожалению, часто не учитывается, что многие представители древесных растений после 50-ти лет плохо переносят обрезку. К тому же старение деревьев в городах происходит гораздо быстрее, чем в природных фитоценозах.

Реакция растений на этот агротехнический прием привлекла внимание ученых ещё в 2000-ых. В.П. Бессонова в 2008 году изучала с коллегами влияние глубокой омолаживающей обрезки, а именно топplingа, на фитосанитарное состояние таких распространенных видов в озеленении городов Украины как липы крупнолистная (*Tilia platyphyllos*) и мелколистная (*T. cordata*) и клен остролистный (*Acer platanoides*). Для изучения выбрали довольно молодые растения в возрасте 25-ти лет, но условия их произрастания были не очень благоприятными – исследования велись в степной части Украины (г. Днепр) в приагостральных городских насаждениях. В результате сравнения степени повреждения этих трех видов выяснилось, что сильнее всего поразились растения клена остролистного: доля больных растений среди подвергшихся обрезке составила 5,69 %, а среди неомоложенных экземпляров – 0,80 %. Липы оказались более стойкими к последствиям обрезки – среди омоложенных особей повреждения обнаружили у 2,40 и 3,37 % (для лип крупнолистной и мелколистной соответственно). Среди патогенных организмов преобладали стереум волосистый (*Stereum hirsutum*), трутовик кленовый (*Oxyporus populinus*), цитоспороз (*Cytospora chrysosperma*) и тиростромоз (*Thyrostroma compactum*). Отмечалось также существенное

повреждение листьев бурой и черной пятнистостью, особенно в первый год после обрезки [1].

В 2015 году аналогичные исследования с деревьями рода *Tilia* L. провели Н.А. Алексейченко и С.И. Матковская на территории г. Житомир, который граничит с Гомельской областью и имеет более благоприятные почвенно-климатические условия для роста древесных растений по сравнению со степной зоной. Интересно, что реакция лип была такой же, как и в выше упомянутых исследованиях – обрезанные деревья имели худшее жизненное состояние и повреждались трутовиками настоящим и чешуйчатым. При этом среди представителей липы мелколистной было больше ослабленных растений, чем у липы крупнолистной [2].

В 2011 году нами была проведена сравнительная характеристика жизненного состояния четырех видов лип в зависимости от времени, которое прошло после обрезки. Обычно оценивают состояние деревьев в тот же год или в ближайшие 2–3. Мы же сравнили жизненное состояние экземпляров, которые обрезали 4 и 10 лет назад (возраст и условия произрастания были одинаковыми). Оказалось, что за 10 лет представители рода *Tilia* почти полностью восстанавливают размер кроны после топсинга. Сравнительный анализ показал, что в наилучшем состоянии пребывают растения, обрезанные недавно, а в наихудшем – обрезанные десять лет назад (их состояние в целом хуже, чем у контрольных деревьев, не подвергшихся обрезке). Т.е. омолаживающая обрезка имеет положительный эффект в первые годы, а потом жизненное состояние растений резко ухудшается. Наилучший, но кратковременный эффект от омоложения наблюдался у липы европейской [3].

В 2019 г. мы использовали возможность сравнить реакцию на омоложение сразу 5-ти видов древесных, которые составляли основу придорожного сквера, расположенного вдоль автомагистрали с интенсивным автомобильным движением (г. Днепр). Обрезку городской зеленострой провел в конце февраля, а состояние растений мы определяли в августе по визуальным признакам (рис. 1).



Рисунок 1 – Общий вид сквера в первые дни после обрезки (г. Днепр)
Figure 1 – General view of the square in the first days after pruning (Dnipro)

Оказалось, что соотношение здоровых, ослабленных и отмирающих растений между обрезанными и необрезанными экземплярами было почти одинаковым, но наблюдалась видоспецифическая реакция на топтинг. Омоложение негативно повлияло на жизненное состояние робинии лжеакации и клена ложноплатанового, положительно – на вяз приземистый и тополь Болле. У гледичии трехколючковой среди обрезанных особей выявили как сухостойные деревья, так и совершенно здоровые экземпляры (у контрольных деревьев этих категорий не было – только ослабленные) [4].

Подсчет проснувшихся спящих почек на омоложенных экземплярах показал, что больше всего их наблюдалось на стволах клена ложноплатанового – около 10 шт. на погонный метр. У остальных видов этот показатель был намного меньше: у гледичии трехколючковой – 4–5 штук, у вяза приземистого и тополя Болле – в среднем по 3, а у робинии лжеакации – 1–2 почки на погонный метр ствола (рис. 2). Надо отметить, что распределение спящих почек по стволу было неравномерным у всех видов и очень отличалось даже среди разных экземпляров.



А

Б

В

Рисунок 2 – Пробуждение спящих почек у вяза приземистого (А), клена ложноплатанового (Б) и робинии лжеакации (В)

Figure 2 – Awakening of dormant buds in a *Ulmus pumila* (А), *Acer pseudoplatanus* (Б) and a *Robinia pseudoacacia* (В)

Влияние обрезки на количество проснувшихся спящих почек определял О.С. Горбенко [5] в насаждениях Львова. Он установил, что больше всего таких почек обнаружено у липы сердцелистной и тополя черного (5–11 на одну скелетную ветвь), немного меньше у каштана конского обыкновенного (4–7) и менее всего способны к регенерации ясень зеленый, клен остролистный и клен ложноплатановый (2–7 почек). Тогда же было установлено, что повторная (через 3–6 лет) омолаживающая обрезка вызывает массовое заражение грибковыми заболеваниями, особенно экземпляров тополя. Большая раневая поверхность, отсутствие обработки срезов приводит через несколько лет к ухудшению жизненного состояния и отмиранию некоторых экземпляров. В то же время С.И. Матковская с коллегами, анализируя состояние тополей в первые годы после омоложения, не видит разницы между опытными и контрольными растениями [6].

Таким образом, можно отметить, что на территории Украины массово применяется топшинг, независимо от породы и возраста деревьев. Отмечается в целом улучшение жизненного состояния деревьев в первое время после обрезки. Но через несколько лет появляется определенный процент растений, поврежденных фитопатогенами, попавших на необработанную раневую поверхность.

Независимо от климатических условий наблюдается похожая видоспецифическая реакция на омолаживающую обрезку. Лучше всего реагируют на обрезку тополя, вяз приземистый, липа крупнолистная. Хуже переживают этот агротехнический прием клены, робиния лжеакация и липа мелколистная. Заметим, что радикальная обрезка, после которой остается только ствол дерева, часто ведет к медленному и болезненному восстановлению кроны. Даже в случае высокой регенерирующей способности эффект от обрезки кратковременный и через несколько лет наблюдается ухудшение жизненного состояния деревьев.

Библиографические ссылки

1. Бессонова В.П., Глубока В.Н. Вплив омолоджуючої обрізки на ураженість хворобами деревних рослин в умовах дії автомобільних викидів // Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя: ЗНУ. Вип. 13, № 2. 2008. С. 105–112.
2. Олексійченко Н.О., Матковська С. І. Екологічна роль омолоджувального обрізування дерев роду *Tilia L.* у вуличних насадженнях Житомира // Науковий вісник НЛТУ України. 2015. Вип. 25.9. С. 14–18.
3. Пономарьова О. А. Вплив обрізки на життєвий стан дерев роду *Tilia L.* // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. 2011. Вип. 164. Ч. 3. С. 314–321.
4. Пономарьова О. А., Мильнікова О.О., Прокопенко Н.А. Аналіз життєвості вуличних насаджень після омолоджувальної обрізки (на прикладі м. Дніпро) // Наукові доповіді НУБіП України. 2020. № 5(87). Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2020_5_17
5. Горбенко О. С. Формування вуличних дерев обрізуванням та його ефективність // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. 2006. Вип. 16.4. С.187–191.
6. Матковська С. І., Світельський М. М., Іщук О. В., Пінкіна, Т. В., Федючка М. І. Екологічна роль глибокої омолоджувальної обрізки представників роду *Populus* в зелених насадженнях міста Житомир // Науковий вісник НЛТУ України. 2018. Т. 28, № 8. С. 83–86.

ИЗУЧЕНИЕ РЯДА ПОКАЗАТЕЛЕЙ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ *NICOTIANA TABACUM*, ВЫРАЩЕННЫХ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ИОНАМИ НИКЕЛЯ (II)

К.В. Приступа, Т.А. Кукулянская, С.М. Петрова, Д.А. Партач, А.А. Халицкая

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь, *kristina.pristupa@mail.ru*

Аннотация. Проведен сравнительный анализ ряда биохимических показателей нетрансгенных и трансгенных растений *Nicotiana tabacum*, выращенных в почве, в которую были внесены ионы никеля (II) в концентрации 20 мкг/кг почвы. Трансгенные растения несли в своем геноме бактериальный *acdS* ген, кодирующий фермент 1-аминоциклопропан-1-карбоксилатдеаминазу (АЦК-деаминазу). Обработка почвы повышенными концентрациями ионов никеля способствовала индукции экспрессии гена *acdS* и увеличению активности АЦК-деаминазы в трансгенных растениях. Также показано, что при выращивании растений в условиях абиотического стресса увеличивалось содержание низкомолекулярных и активность высокомолекулярных антиоксидантов в растениях.

Ключевые слова: АЦК-деаминаза; антиоксидантная система; «стрессовый» этилен; ген *acdS*; *Pseudomonas putida* B-37.

STUDY OF NUMBER INDICATORS ANTIOXIDANT SYSTEM IN TRANSGENIC *NICOTIANA TABACUM* PLANTS UNDER SOIL CONTAMINATION WITH NICKEL (II) IONS

K.V. Pristupa, T.A. Kukulianskaya, S.M. Petrova, D.K. Partach, A.A. Khalitskaya

Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus. E-mail: *kristina.pristupa@mail.ru*

We conducted a comparative analysis of biochemical parameters of nontransgenic and transgenic *Nicotiana tabacum*, plants cultivated in heavy metal polluted soils. Transgenic plants had in their genome a bacterial *acdS* gene encoding the 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase (ACC-deaminase) enzyme. The introduction of elevated concentrations of nickel ions into the soil promotes induction of the *acdS* gene expression and an increase in ACC deaminase activity in transgenic plants. It was shown that the content of low-molecular antioxidants and the activity of high-molecular antioxidants in plants increased under abiotic stress.

Key words: antioxidant system; low molecular weight antioxidants; *acdS* gene; *Nicotiana tabacum*.

В настоящее время одной из задач, стоящих перед учеными, является получение растений, которые характеризуются повышенной устойчивостью к воздействию абиотических факторов окружающей среды. При таких условиях в клетках растений содержание активных форм кислорода (АФК) быстро увеличивается и, как следствие, активируются свободно радикальные окислительные процессы. В ответ на усиление генерации АФК, как правило, наблюдается активация антиоксидантной защиты в растениях [1].

Развитие абиотического стресса сопровождается образованием избыточного количества этилена в растениях. Накопление данного фитогормона приводит к изменению их параметров роста и развития. Одним из способов снижения этилена является создание трансгенных растений, которые несут в своем геноме бактериальный *acdS*-ген, который кодирует 1-аминоциклопропан-1-

карбоксилатдезаминазу (АЦК-дезаминазу). Данный фермент катализирует разрушение предшественника этилена [2].

Целью исследования являлось изучение влияния ионов никеля (II) в почве на активность ряда ферментативных антиоксидантов и содержание неферментативных антиоксидантов в нетрансгенных и трансгенных растениях *Nicotiana tabacum*, несущих *acdS*-ген бактерий *Pseudomonas putida* В-37.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования выступали нетрансгенные и трансгенные растения *Nicotiana tabacum*, которые несли в своем геноме ген *acdS* бактерий *Pseudomonas putida* В-37. Растения были выращены в нормальных условиях (контрольная серия) и при обработке почвы ионами никеля в концентрации 20 мкг/кг почвы (опытная серия). Каждая серия включила себя по 10 нетрансгенных растений, а также 10 трансгенных растений.

Растительный материал (0,5 г) гомогенизировали в 0,1 М калий-фосфатном буфере (рН = 7,8), объем довели до 10 мл. Полученные гомогенаты подвергали ультразвуковому воздействию (частота 11 кГц, время экспозиции 3×15 с), центрифугировали 15 мин при 10 000 об/мин. Определение содержания белка, ферментативных и неферментативных компонентов антиоксидантной защиты, интенсивность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в экстрактах проводили согласно методическому пособию по спецпрактикуму [3]. Статистическая обработка результатов осуществлялась с помощью программы STATISTICA 6.0.

Результаты и их обсуждение. Развитие стресса у растений сопровождается активацией свободно радикальных окислительных процессов в клетке. На первом этапе нашей работы была определена активность АЦК-дезаминазы, которая при обработке почвы ионами никеля (II) в трансгенных растениях повышалась в 9 раз. Такое изменение активности фермента, наиболее вероятно, свидетельствует об индукции экспрессии *acdS*-гена, под влиянием абиотических факторов окружающей среды.

На следующем этапе нашей работы была определена активность супероксиддисмутазы (СОД) и содержание ТБК-активных продуктов, что представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Активность СОД и содержание ТБК-активных продуктов в нетрансгенных и трансгенных растениях

Table 1 – SOD activity and the content of TBA-active products in non-transgenic and transgenic plants

Серия	Нетрансгенные растения		Трансгенные растения	
	Активность СОД, у.е./мг белка	Содержание ТБК-активных продуктов, нмоль/мг белка	Активность СОД, у.е./мг белка	Содержание ТБК-активных продуктов, нмоль/мг белка
Контрольная серия	0,26 ± 0,012	0,14 ± 0,007	0,27 ± 0,012	0,16 ± 0,005
Опытная серия	0,93 ± 0,041*	0,59 ± 0,008*	0,47 ± 0,022*	0,26 ± 0,008*

Прим.: СОД – супероксиддисмутаза; * – различия между контрольными и опытными сериями достоверны при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Согласно данным таблицы 1, нетрансгенные растения *Nicotiana tabacum* отличаются более высокой активностью СОД и содержанием ТБК-активных продуктов по сравнению с трансгенными при обработке почвы ионами никеля (II). Показано, что при выращивании растений в условиях абиотического стресса в

нетрансгенных растениях активность СОД увеличилась в 3,6 раз, в трансгенных – в 1,7 раз соответственно по сравнению с контрольной серией, интенсивность ПОЛ в нетрансгенных растениях выросло в 4,2 раз, в трансгенных – в 1,6 раз соответственно по сравнению с контрольной серией.

Помимо этого в ходе работы была определена активность каталазы и пероксидазы в водных экстрактах *Nicotiana tabacum* всех серий (таблица 2).

Как видно из представленных данных, воздействие на растения абиотического стресса повышало активность каталазы в 2,7 раз для нетрансгенных растений и в 1,5 раза для трансгенных растений соответственно по сравнению с контрольной серией. Активность пероксидазы в условиях загрязнения почвы никелем (II) увеличилась в 3 раза для нетрансгенных растений и в 1,6 раз для трансгенных растений соответственно по сравнению с контрольной серией.

Таблица 2 – Активность каталазы и пероксидазы в нетрансгенных и трансгенных растениях

Table 2 – Activity of catalase and peroxidase in non-transgenic and transgenic plants

Серия	Нетрансгенные растения		Трансгенные растения	
	Активность каталазы, Е/мин×мг белка	Активность пероксидазы, мкмоль/(мин×мг белка)	Активность каталазы, Е/мин×мг белка	Активность пероксидазы, мкмоль/(мин×мг белка)
Контрольная серия	8,73 ± 0,29	2,32 ± 0,06	10,63 ± 0,40	2,44 ± 0,06
Опытная серия	23,65 ± 0,35*	6,95 ± 0,07*	16,16 ± 0,28*	3,85 ± 0,07*

Прим.: * – различия между контрольными и опытными сериями достоверны при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Полученные нами данные об активности каталазы, СОД и пероксидазы в растениях *Nicotiana tabacum* могут свидетельствовать об активации ферментов антиоксидантной защиты при внесении в почву ионов никеля (II). Это может быть связано с усилением процессов свободного окисления, сопровождающихся образованием АФК. Однако, в трансгенных растениях активность ферментов при загрязнении почвы увеличивается в меньшей степени, чем в нетрансгенных формах. Это может быть обусловлено тем, что в трансгенных растениях снижается образование АФК, в частности пероксида водорода, который является субстратом, как для каталазы, так и для пероксидазы. Поэтому трансгенные растения имеют более низкую активность данных ферментов по сравнению с нетрансгенными при обработке почвы ионами никеля (II).

Также нами было определено содержание аскорбиновой кислоты (АК) и глутатиона во всех сериях растений, что представлено в таблице 3.

Согласно данным таблицы 3, нетрансгенные растения *Nicotiana tabacum* отличаются более низким содержанием аскорбиновой кислоты и глутатиона по сравнению с трансгенными при обработке почвы ионами никеля (II). Показано, что при выращивании растений в условиях абиотического стресса в нетрансгенных растениях содержание глутатиона увеличилось в 1,4 раз, в трансгенных – в 1,6 раз соответственно по сравнению с контрольной серией, содержание АК в нетрансгенных растениях выросло в 1,6 раз, в трансгенных – в 1,9 раз соответственно по сравнению с контрольной серией.

Таблица 3 – Содержание АК и глутатиона в нетрансгенных и трансгенных растениях
Table 3 – The content of AA and glutathione in non-transgenic and transgenic plants

Серия	Нетрансгенные растения		Трансгенные растения	
	Содержание АК, мг/г растительного материала	Содержание глутатиона, ммоль/г растительного материала	Содержание АК, мг/г растительного материала	Содержание глутатиона, ммоль/г растительного материала
Контрольная серия	0,73 ± 0,015	3,46 ± 0,15	0,78 ± 0,015	3,39 ± 0,15
Опытная серия	1,18 ± 0,023*	4,96 ± 0,21*	1,47 ± 0,028*	5,37 ± 0,25*

Прим.: АК – аскорбиновая кислота; * – различия между контрольными и опытными сериями достоверны при уровне значимости $p \leq 0,05$.

На заключительном этапе работы нами было изучено влияние абиотического стресса на общее содержание фенольных соединений (ФС) и флавоноидов во всех сериях растений (таблица 4).

Как видно из представленных данных, воздействие на растения абиотического стресса повышало содержание фенольных соединений, в том числе и флавоноидов. Так, например, при обработке почвы ионами никеля (II) содержание ФС выросло в 1,5 раза для нетрансгенных растений и в 2 раза для трансгенных растений соответственно по сравнению с контрольной серией. Содержание флавоноидов в условиях загрязнения почвы никелем (II) увеличилось в 1,9 раз для нетрансгенных растений и в 2,4 раз для трансгенных растений соответственно по сравнению с контрольной серией.

Таблица 4 – Содержание ФС и флавоноидов в нетрансгенных и трансгенных растениях

Table 4 – The content of PC and flavonoids in non-transgenic and transgenic plants

Серия	Нетрансгенные растения		Трансгенные растения	
	Содержание ФС, мкг танина/г растительного материала	Содержание флавоноидов, мкг рутина/г растительного материала	Содержание ФС, мкг танина/г растительного материала	Содержание флавоноидов, мкг рутина/г растительного материала
Контрольная серия	59 ± 0,3	34 ± 1,6	69 ± 0,3	40 ± 1,8
Опытная серия	87 ± 0,5*	65 ± 2,8*	140 ± 0,7*	97 ± 3,7*

Прим.: ФС – фенольные соединения; * – различия между контрольными и опытными сериями достоверны при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Полученные нами результаты показывают, что содержание низкомолекулярных антиоксидантов (ФС, АК, флавоноидов и глутатиона) выше в трансгенных растениях *Nicotiana tabacum*, чем в нетрансгенных образцах в условиях абиотического стресса. Возможно, это связано с тем, что в условиях абиотического стресса в трансгенных растениях образующийся 1-аминоциклопропан-1-карбоксилат (АЦК) подвергается не только ферментативному разрушению АЦК-деаминазой. АЦК также может превращаться в ряд конденсированных соединений (например, жасмонил-АЦК), которые содержат в своем составе ароматические кольца, необходимые для синтеза вторичных метаболитов в растениях, в том числе фенольных соединений и флавоноидов.

Заключение. В данной работе сравнивались некоторые биохимические показатели нетрансгенных и трансгенных растений *Nicotiana tabacum* в условиях

абиотического стресса. Полученные результаты свидетельствуют об индукции экспрессии гена *acdS* в трансгенных растениях при загрязнении почвы ионами никеля (II). Вероятно, трансгенные формы растений отличаются более низкой интенсивностью процессов свободного окисления, в них в меньшем количестве образуются АФК и другие свободнорадикальные структуры, по сравнению с нетрансгенными. Следовательно, в трансгенных растениях в меньшей степени происходит активация ферментативных компонентов антиоксидантной защиты. Возможно, это связано с тем, что в трансгенных растениях повышается содержание низкомолекулярных антиоксидантов, которые уменьшают количество свободнорадикальных структур.

Библиографические ссылки

1. Mates J.M. Effects of antioxidant enzymes in the molecular control of reactive oxygen species toxicology // Toxicology, 2000. V.153. P. 83-104.
2. Gontia-Mishra I. Recent developments in use of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase for conferring tolerance to biotic and abiotic stress // Biotechnology Letters, 2014. V.36. P. 889–898.
3. Семак И.В. Методическое пособие по спец. практикуму для студентов биологического факультета. Минск: БГУ, 2012. 123 с.

ИНВАЗИВНЫЕ ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ В АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННОЙ ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОДОХРАНИЛИЩ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ РЕКИ ТИБР (УМБРИЯ, ИТАЛИЯ)

С. И. Пролесковская¹, А. И. Садковская², А. Д. Кирьянова³, Р. Венандзони¹

¹Университет Перуджи, факультет химии, биологии и биотехнологии, Перуджа, Италия,
pro.sofia.dms@gmail.com, roberto.venanzoni@unipg.it

²Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь,
annet.sadkovskaya@mail.ru

³Белорусский государственный университет, факультет журналистики, Минск, Беларусь,
mailto:ogoto1408@gmail.com

Прибрежно-водная среда относится к числу тех сред, которые по естественным и антропогенным причинам более нестабильны и со временем видоизменяются. В этих условиях чужеродные инвазивные виды растений (IAPS), занесённые человеком (случайно или сознательно), находят оптимальные условия для быстрого развития и распространения, оказывая значительное влияние на местную флору и растительность. Нами проведена первичная оценка инвазивных чужеродных видов растений в прибрежно-водных биотопах двух водохранилищ центральной части реки Тибр. В данной публикации рассмотрены литературные материалы и данные 2018 и 2020 года, собранные нами в полевых условиях. Из всех исследованных видов растений прибрежно-водных фитоценозов 19% оказались инвазивными чужеродными, из которых с наибольшим обилием оказались *Xanthium orientale* subsp. *italicum* (Moretti) Greuter (26%), *Paspalum distichum* L. (25%) и *Amorpha fruticosa* L. (18%). Наибольшее воздействие инвазивные виды оказывают на следующие порядки растительности: *Bidentetalia tripartitae*, *Nanocyperetalia flavescens*, *Chenopodietalia muralis* и *Salicetalia purpureae*. Возможные антропогенные факторы, которые способствуют инвазии IAPS – это общая эвтрофикация водоёмов (сельское хозяйство, сточные воды) и эвтрофикация побережья (из-за чрезмерного выпаса скота), а также особенности регуляции водного режима на водохранилищах и нерациональные методы кошения прибрежно-водных фитоценозов.

Ключевые слова: инвазивные чужеродные растения; динамика растительности; антропоизация; инвазии растений; водохранилища; прибрежная растительность

INVASIVE ALIEN PLANT SPECIES IN ANTHROPOGENICALLY DISTURBED RIVER BANK VEGETATION OF ARTIFICIAL LAKES IN THE MIDDLE TIBER RIVER (UMBRIA, ITALY)

S.I. Praleskouskaya¹, A.I. Sadkovskaya², A.D. Kiryanova³, R. Venanzoni¹

¹University of Perugia, Department of Chemistry, Biology and Biotechnology, Perugia, Italy,
pro.sofia.dms@gmail.com, roberto.venanzoni@unipg.it

²Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus, annet.sadkovskaya@mail.ru

³Belarusian State University, Faculty of Journalism, Minsk, Belarus, mailto:ogoto1408@gmail.com

Riparian environments are among those that for natural and anthropic reasons are more unstable and modified over time. Under such conditions, Invasive Alien Plant Species (IAPS) introduced by humans (accidentally or deliberately) find optimal conditions for rapid development and distribution, having a significant impact on the local flora and vegetation. We carried out a primary assessment of IAPS in river bank biotopes of two artificial lakes in the middle Tiber River. In this publication, literature data and data we collected in the field between 2018 and 2020 are analyzed. Of all the observed plant species in the river bank phytocenoses, 19% were invasive alien species, of which with the greatest average cover were: *Xanthium orientale* subsp. *italicum* (Moretti) Greuter (26%), *Paspalum distichum* L. (25%) and *Amorpha fruticosa* L. (18%). Invasive alien plant species had the greatest impact on the following vegetation orders: *Bidentetalia tripartitae*, *Nanocyperetalia flavescens*, *Chenopodietalia muralis*, and *Salicetalia purpureae*. Possible anthropogenic factors that contribute to the invasion of IAPS, were attributed to the general

eutrophication of water bodies (agriculture, wastewater) and river bank eutrophication (due to overgrazing), but also to the peculiarities of the water regime regulation in artificial lakes and to the lack of suitable methods of mowing the river bank phytocenoses.

Key words: invasive alien plants; vegetation dynamics; anthropization; plant invasions; artificial lakes; river bank vegetation

Введение. В последние десятилетия распространение чужеродных видов (IAPS) стало таким же тревожным явлением, как и потеря биоразнообразия [1]. Это явление прямо или косвенно вызвано исключительно антропогенным воздействием, которое значительно влияет на изменение окружающей среды и способствует распространению видов за счет устранения географических барьеров [2]. Инвазивные виды наносят значительный ущерб естественному биологическому разнообразию (например, занимая экологические ниши, конкурируя за ресурсы с местными видами), а также деятельности человека, требуя использования важных экономических ресурсов для смягчения последствий. Водные экосистемы и связанные с ними фитоценозы, преимущественно динамичные и сильно подверженные антропогенным модификациям, считаются чрезвычайно уязвимыми для биологических инвазий [3].

Реки представляют собой экологические (и генетические) коридоры для распространения видов. По этой причине инвазивные растения проникают туда с большей скоростью, чем в другие экосистемы [4]. Эвтрофикация вод и берегов также способствует инвазии чужеродных видов (которые часто являются рудералами) по различным причинам: удобрение полей и выбросы в воду, выпас скота. Разлив рек — естественный сезонный процесс — делает прибрежную растительность очень динамичной по видовому разнообразию. Регулирование водных потоков ведет к дисбалансу водного режима реки и высыханию берегов на более или менее длительный период времени. Таким образом, данные обстоятельства можно рассматривать как дополнительный антропогенный фактор, влияющий на естественный процесс сукцессионного развития растительности берегов [5]. Чужеродные инвазивные растения часто являются пионерами, поэтому они более пригодны для колонизации речных берегов, чем другие виды [6, 7].

Цель данной работы — обновить список инвазивных чужеродных растений, присутствующих в прибрежных средах рек и озер Умбрии, и дать количественную и качественную оценки явления вторжения чужеродных видов в натуральную растительность берегов.

Область исследования. Объект исследования — среднее течение реки Тибр в регионе Умбрия (Италия), где расположены два больших искусственных озера (озеро Корбара и озеро Альвиано). Конструкция плотин привела к сильному изменению естественного водного режима реки Тибр и создала большие участки неравномерно затопленных берегов. Оба озера (водохранилища) включены в особо охраняемые природные территории (*Special Area of Conservation*) в соответствии с Директивой Европейского Союза в рамках сети *Natura 2000*.

Озеро Корбара (42°43'12" с.ш., 12°15'00" в.д.) — водохранилище с наибольшими колебаниями уровня воды. Глубина озера (следовательно, степень затопления берегов) очень изменчива. Выше по течению русло, в поперечном сечении, имеет ровную поверхность и небольшой уклон, поэтому при понижении уровня воды видна широкая пойма. Возле плотины глубина озера увеличивается, и берега становятся круче.

Возникновение озера Альвиано (42°35'48.2" с.ш., 12°15'09.7" в.д.), вследствие

постройки плотины, привело к образованию обширных заболоченных земель. По сравнению с озером Корбара, озеро Альвиано имеет другой, более устойчивый, водный режим и меньшую степень колебания уровня воды; пойма заболочена.

Материалы и методы. В 2018 и 2020 годах нами сделано 116 описаний прибрежно-водных биотопов с использованием метода Брауна-Бланке [8]. Для номенклатуры таксонов использовалась «Флора Италии» [9] и был изучен список чужеродных инвазивных видов влажных биотопов на территории Умбрии [3] и во всей Италии [10]. Синтаксономическая номенклатура соответствует «*Prodromo della vegetazione italiana*» (www.prodromo-vegetazione-italia.org). В полевых условиях обилие видов оценивали по шкале Брауна-Бланке с последующим переводом в проценты (г в 0,1%; + (< 1%) в 0,5 %; 1 (1–5%) в 3 %; 2 (5–25%) в 15%; 3 (25–50%) в 37,5%; 4 (50–75%) в 62,5% и 5 (75–100%) в 87,5) [8]. Среднее арифметическое проективных покрытий видов растений выражается как сумма частных проективных покрытий в процентах, делённая на количество профилей. Спектр жизненных форм таксонов, формирующих растительность, был оценён по системе Раункиера [11]. Гербарные образцы хранятся в Гербарии университета Перуджи (PERU).

Результаты. На основе собранных данных нами установлено, что из 133 выявленных видов 25 (19%) считаются инвазивными чужеродными для Италии. Что касается Умбрии, по сравнению с литературными данными [3] обнаружено 11 новых чужеродных видов в прибрежно-водных биотопах, которые играют решающую роль в изменениях биоразнообразия водоемов: *Amaranthus tuberculatus* (Moq.) J.D. Sauer; *Cyperus glomeratus* L.; *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.; *Eclipta prostrata* (L.) L.; *Eragrostis mexicana* subsp. *virescens* (J. Presl) S.D. Koch et Sánchez Vega; *Gleditsia triacanthos* L.; *Panicum capillare* L.; *Panicum dichotomiflorum* Michx.; *Portulaca oleracea* L.; *Setaria italica* subsp. *viridis* (L.) Thell.; *Symphyotrichum squamatum* (Spreng.) G.L. Nesom.

Спектр жизненных форм флористического состава прибрежных фитоценозов: гемикриптофиты 33 %; терофиты 26 %; фанерофиты 16 %; геофиты 15 %; хамефиты 4 %; гидрофиты 4 %; гелофиты 2 %.

Наибольшее воздействие инвазивные виды оказали на следующие порядки: ***Nanocyperetalia flavescens*** видами как *Xanthium orientale* subsp. *italicum* (Moretti) Greuter, *Lindernia dubia* (L.) Pennell, *Eragrostis mexicana* subsp. *virescens* (J. Presl) S.D. Koch et Sánchez Vega, *Cyperus esculentus* L. и *C. Glomeratus* L.; ***Bidentetalia tripartita*** и ***Chenopodietalia muralis*** видами как *X. orientale* subsp. *italicum* (Moretti) Greuter и *Paspalum distichum* L. и ***Salicetalia purpureae*** видам *Amorpha fruticosa* L.

Исходя из средних арифметических проективных покрытий по результатам проведенных исследований, наиболее многочисленными инвазивными видами являются: *Xanthium orientale* subsp. *italicum* (Moretti) Greuter (26%), *Paspalum distichum* L. (25%), *Amorpha fruticosa* L. (18%), *Symphyotrichum squamatum* (Spreng.) G.L. Nesom (7%), *Symphyotrichum lanceolatum* (Willd.) G.L. Nesom (7%). В то время как среднее арифметическое проективных покрытий местных видов достигает максимум 6% с *Cyperus fuscus* L. и 5% с *Sporobolus schoenoides* (L.) P.M. Peterson.

Обсуждение. Проведение флористических исследований прибрежных биотопов водоёмов на реке Тибр позволило точнее определить наличие инвазивных чужеродных видов растений и их влияние на влажные местообитания, а также описать варианты флористических ситуаций в зависимости от типа побережья.

В озере Корбара, относительно озера Альвиано, более высокий размах

колебаний уровня воды. Наиболее близкие к воде биотопы заселяются такими инвазивными видами, как: *Eragrostis mexicana* subsp. *virescens* (J. Presl) S.D. Koch et Sánchez Vega, *Cyperus esculentus* L., *C. glomeratus* L., *Paspalum distichum* L. и *Xanthium orientale* subsp. *italicum* (Moretti) Greuter. Когда понижается уровень воды озера и обнажается илистое дно, свободные от воды территории заселяются *P. distichum* L. и *X. orientale* subsp. *italicum* (Moretti) Greuter (высота этих растений больше, чем у этих же видов, растущих на самом берегу). На участках поймы, которые затапливаются реже, видовой состав фитоценозов характеризуется такими многолетними чужеродными видами, как *Symphyotrichum squamatum* (Spreng.) G.L. Nesom и *Symphyotrichum lanceolatum* (Willd.) G.L. Nesom, а также единичным распространением ценопопуляций *P. distichum* L. и *X. orientale* subsp. *italicum* (Moretti) Greuter. На берегу водохранилища стабильно растёт *Amorpha fruticosa* L. — вид, который выдерживает длительные половодья и паводки и быстро развивается в короткие сроки во время оптимального по водному режиму периода [12]. Отмечено, что *A. fruticosa* L. часто формирует популяции с высокой плотностью побегов. В таких местообитаниях, совместно с *A. fruticosa* L., произрастают, как правило, такие чужеродные виды, как *Acer negundo* L. и *Gleditsia triacanthos* L. В этих условиях маловероятно, что сукцессии приведут к формированию естественных растительных сообществ с *Salix* spp. или/и *Populus* spp.

На озере Альвиано с более стабильным водным режимом благодаря наличию ООПТ Всемирного фонда дикой природы (WWF), все равно формируются благоприятные условия для проникновения и доминирования видов как *Xanthium orientale* subsp. *italicum* (Moretti) Greuter и *A. fruticosa* L. из-за пологих заболоченных берегов. Наличие естественных пастбищ в пойме для лошадей и крупного рогатого скота, не ограничивает распространение *A. fruticosa* L. и способствует эвтрофикации берегов. Конкуренетоспособными в данной ситуации, возможно, являются виды рода *Salix* spp или/и *Alnus* spp и это может противодействовать распространению *A. fruticosa* L., который способен менять вектор сукцессии. У луговых и болотных видов мало шансов на выживание в условиях массовой инвазии агрессивных чужеродных растений (IAPS).

Таким образом, в прибрежно-водных биотопах озер Корбара и Альвиано (река Тибр, Италия) выявлено 25 инвазивных видов растений. Наиболее агрессивные инвазивные виды: *Xanthium orientale* subsp. *italicum* (Moretti) Greuter, *Paspalum distichum* L., *Amorpha fruticosa* L., *Symphyotrichum squamatum* (Spreng.) G.L. Nesom и *Symphyotrichum lanceolatum* (Willd.) G.L. Nesom, которые несут угрозу естественному биоразнообразию прибрежных биотопов. Необходимы долгосрочные исследования и постоянный мониторинг инвазивных видов растений на постоянных пробных площадях, чтобы прогнозировать развитие растительности [13], особенно в пределах водно-болотных особо охраняемых природных территорий. Зная возможные сценарии инвазии чужеродных видов растений и их поведение в натуральных биотопах, возможно проводить эффективные мероприятия по предупреждению их проникновения и сохранению аутентичности водно-болотных угодий Италии.

Выражаем благодарность за помощь в обработке материала д.б.н. Созинову О. В..

Библиографические ссылки

1. Four priority areas to advance invasion science in the face of rapid environmental change

/ Ricciardi A. [et al.] // Environmental Reviews. 2021. №29. P. 1–23.

2. Сарнацкий, В.В. Понятие «инвазионный вид» и современные аспекты интродукции, расселения и миграции растений в условиях Беларуси // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. 2018. Т. 63, № 2. С. 171-175.

3. Gigante, D. Piante aliene invasive negli ambienti acquatici umbri. Caratterizzazione e diffusione delle specie aliene acquatiche e di ambienti umidi in Umbria. Arpa Umbria. 2019. P. 91-109.

4. Urban riparian systems function as corridors for both native and invasive plant species. / Aronson, M. [et al.] // Biological Invasions. 2017. № 19, P. 3645–3657.

5. C. Stella, J., Bendi, J. Multiple Stressors in Riparian Ecosystems // Status, Impacts and Prospects for the Future. Chapter 5. 2019. P. 81-110.

6. Twenty years of change in riverside vegetation: what role have invasive alien plants played? / Pattison Z. [et al.] // Applied Vegetation Science. 2017. № 20. P. 422-434.

7. Инвазивные виды растений белорусско-литовского пограничья / З. Гуджинская. О.В. Созинов, З. Гульбинас и др. – Гродно: ООО «ЮрСаПринт», 2020. – 80 с.

8. Braun-Blanquet, J. Fitosociologia. Bases para el estudio de las cominidades vegetales. H. Blume, Madrid, 1979. P. 820.

9. Pignatti, S. 'Flora d'Italia'. Milano: Edagricole-New Business Media. 2nd ed. 2017-2019. Vol. 1-2-3-4.

10. An updated checklist of the vascular flora alien to Italy / Galasso G. [et al.] // Plant Biosystems – An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology. 2018. V. 152. P. 556-592.

11. Raunkiaer, C. C. The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography. Oxford: Oxford University Press. 1934. P. 632.

12. Takagi, K., & Hioki, Y. Autecology, distributional expansion and negative effects of *Amorpha fruticosa* L. on a river ecosystem: a case study in the Sendaigawa River, Tottori Prefecture // Landscape and ecological engineering, 2013. 9(1). P. 175-188.

13. Anton, A. 'How many alien species will there be in 2050?' // Global Change Biology. 2020. №27. P. 970–982.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЛИЗКОРОДСТВЕННЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ИЗ РОДА НЕДОТРОГА (*IMPATIENS* L.) НА ИХ ИНВАЗИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

В. Н. Прохоров, Е. Н. Карасева, М. М. Сак, А. В. Бабков

Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси Минск,
Беларусь, prohoroff1960@mail.ru

Изучено влияние экстрактов, полученных из надземной биомассы трех видов растений из рода Недотрога – инвазивных мелкоцветковой и железконосной, а также аборигенной для Беларуси недотроги обыкновенной на рост и развитие тест-культуры. Показано, что наибольшей аллелопатической активностью обладает недотрога мелкоцветковая, что оказывает существенное влияние на проявление у нее высокого инвазионного потенциала. Высокий инвазионный потенциал недотроги железконосной вероятно больше обусловлен другими конкурентными преимуществами данного вида.

Ключевые слова: Инвазивные виды; аллелопатический потенциал; недотрога мелкоцветковая; недотрога обыкновенная; недотрога железконосная.

STUDY OF THE INFLUENCE OF ALLOLOPATHIC PROPERTIES OF CLOSE-RELATED PLANT SPECIES FROM THE GENUS *IMPATIENS* L. ON THEIR INVASIVE POTENTIAL

V. N. Prokhorov, E. N. Karaseva, M. M. Sak, A. V. Babkov

The State Scientific Institution «V.F.Kuprevich Institut of Experimental Botany of the National Academy of Science of Belarus», Minsk, Belarus, prohoroff1960@mail.ru

The influence of extracts obtained from the aboveground biomass of three plant species from the genus *Impatiens* - invasive *Impatiens parviflora* and *Impatiens glandulifera*, as well as indigenous for Belarus, *Impatiens*, on the growth and development of the test culture, has been studied. It is shown that the touch-me-not *Impatiens parviflora* has the greatest allelopathic activity, which has a significant effect on the manifestation of its high invasive potential. The high invasive potential of *Impatiens glandulifera* is probably more due to other competitive advantages of this species.

Key words: Invasive species; allelopathic potential; *Impatiens glandulifera* Royle; *Impatiens parviflora* DC; аборигенный; потенциально агрессивный *Impatiens noli-tangere* L.

В последние годы на территории республики Беларусь на фоне глобального изменения климата отмечается существенное увеличение численности популяций ряда инвазивных видов, в том числе недотроги мелкоцветковой и недотроги железконосной. Эти виды заселяют нарушенные местообитания, активно внедряются в естественные лесные, прибрежные, луговые фитоценозы, часто образуя значительные по площади одновидовые сообщества, что негативно сказывается на природном биоразнообразии. В связи с этим, очень важно понять, какие биотические и абиотические факторы оказывают решающее влияние на увеличение их инвазионной активности. В этом плане большой интерес представляет изучение аллелопатического потенциала инвазивных видов, чтобы понять за счет каких преимуществ они занимают свободные экологические ниши и вытесняют аборигенные виды из растительных сообществ [1-2]. Во многих случаях аллелопатия является ключевым механизмом проявления инвазивности у растений [3]. Отмечается, что аллелопатия выполняет регуляторную функцию

онтогенетического развития и фитоценотического взаимодействия [4], а выделяемые в процессе роста и развития растений вторичные метаболиты могут служить основой для разработки экологически безопасных биопрепаратов нового поколения [5]. В зависимости от видового и сортового состава компонентов, а также от их концентрации биологически активные вещества могут являться как стимуляторами, так и ингибиторами прорастания семян [6]. В ряде исследований показана возможность применения аллелопатических веществ растений в качестве биопестицидов [7-8].

В этой связи цель исследований - изучение влияния аллелопатических свойств трех близкородственных однолетних видов растений из рода (*Impatiens* L.) с близкими особенностями роста и схожими средами обитания, но различающимися по статусу инвазивности (*Impatiens glandulifera* Royle – высокоинвазивный вид, менее инвазивный *Impatiens parviflora* DC, аборигенный, потенциально агрессивный *Impatiens noli-tangere* L.) на уровень их инвазивности.

Недотрога мелкоцветковая - один из самых распространенных инвазивных видов Центральной Европы. Родина растения – Средняя Азия, где она типична для широколиственных лесов и произрастает по берегам рек и ручьев, в ущельях, по каменистым склонам гор, во влажных тенистых местах [9]. Начиная с 1830 годов вид отмечен в Европе, где был впервые зарегистрирован в ботаническом саду г. Женевы (Швейцария) в 1831 году. Зарегистрирован в 35 странах Европы, однако наибольшее распространение получил в основном в последние десятилетия. В настоящее время почти повсеместно наблюдается интенсивное внедрение недотроги мелкоцветковой в лесные экосистемы Центральной и Восточной Европы, где она образует значительные по площади одновидовые сообщества, местами с проективным покрытием до 100% [10-11]. Активно заселяет нарушенные местообитания, внедряется в естественные лесные, прибрежные и луговые фитоценозы, что негативно сказывается на природном биоразнообразии. Происходит вытеснение не только однолетних, но даже многолетних аборигенных видов растений. Выступая доминантом травянистого покрова лесных сообществ, недотрога мелкоцветковая вытесняет не только аборигенные растения, например, недотрогу обыкновенную, особенно в засушливых условиях [12], но препятствует и естественному возобновлению древесных пород [13]. Снижение обилия аборигенного вида недотроги обыкновенной может быть связано с высокой аллелопатической активностью недотроги мелкоцветковой, ее более широкой фитоценотической и экологической амплитудой, большой семенной продуктивностью, устойчивостью к вредоносным организмам, а также прямыми конкурентными отношениями между этими видами.

Недотрога железконосная - злостный инвазивный вид, родина которого восточная Индия, западные Гималаи. Впервые в Европу растение попало в 1839 году, но массовая экспансия началась только с 1960 годов. Вид заселяет нарушенные местообитания, образует одновидовые сообщества, активно внедряется в естественные лесные, прибрежные, луговые, болотные фитоценозы. Наиболее часто встречается в населенных пунктах, на приусадебных участках и вблизи них, а также по берегам водоемов, в сырых и заболоченных лесах, на свалках бытового мусора и других рудеральных местообитаниях. При этом наблюдается вытеснение не только однолетних, но и многих многолетних аборигенных видов. Это приводит к сокращению местообитаний природных видов растений, нарушению или разрушению естественных сообществ. Препятствует возобновлению лесов в сырых ползатененных местообитаниях. Наносит

значительный экономический вред. В Великобритании для искоренения этого вида потребуется от 174 до 350 миллионов евро [14]. E. Weber с сотр. и показали, что мероприятия по уничтожению 95% популяций этого вида в Швейцарии потребуют от 1,2 до 6,7 млн евро только в одном кантоне Цюрих [15]. Многие вторичные ареалы распространения *Impatiens glandulifera* являются результатом их интродукции в качестве декоративных и медоносных растений.

Конкурирует с аборигенными видами растений и вытесняет их, как и в случае недотрогой мелкоцветковой, снижает разнообразие местных растений и отрицательно влияет на среду обитания диких животных. Высокая репродуктивная способность и устойчивость к неблагоприятным факторам среды, быстрый рост и раннее прорастание семян, а также склонность к образованию плотных популяций обуславливают высокую конкурентоспособность этого вида. P. E. Hulme и E. T. Bremner [16] отмечают, что внедрение недотроги крупноцветковой снижает растительное биоразнообразие более чем на 25%.

Недотрога обыкновенная – неморально-бореальный евразиатский, аборигенный для Беларуси вид. Произрастает в приречных ивняках, около стариц, ключей, ручьев, в зарослях лабазника, крупнотравных ольшанниках, сырых травяных ельниках и смешанных лесах. Наиболее теневыносливый вид в роде, который произрастает на влажных не пересыхающих почвах. Относят к облигатным нитрофилам, и растет на почвах с довольно высоким содержанием минерального азота. Предпочитает почвы с нейтральной реакцией, но может расти на кислых и щелочных. Фактор, лимитирующий ее распространение – высокая влажность воздуха. Потеря воды на солнце при пересчете на сырой вес составляет 4,73 г/г в сутки, что в два раза выше, чем у недотроги мелкоцветковой [17].

В ходе исследований отбор растительных проб популяций недотроги мелкоцветковой, недотроги железконосной и недотроги обыкновенной и образцов почв, проводили в Дзержинском, Минском, Смолевичском районах Минской области, а также в г. Минске. Аллелопатическую активность определяли путем изучения влияния водных экстрактов различных концентраций (10%, 1%, 0,1%, 0,01%, 0,001%), полученных из сухой надземной биомассы трех видов недотроги на прорастание и рост проростков тест-культуры - редиса посевного сорта Французский завтрак и ряда видов и сортов культурных растений (яровой ячмень (сорта Бацька и Радзимич), озимая пшеница (сорта Ода и Августина). С этой целью в каждую чашку Петри добавляли по 2 мл экстракта различной концентрации, а в контрольные чашки 2 мл дистиллированной воды. В каждую чашку Петри помещали по 20 семян различных культур.

Результаты проведенных исследований показали, что самая высокая изученная в лабораторных опытах концентрация экстрактов (10%), полученных из надземной биомассы различных видов недотроги оказывает сильное ингибирующее действие на рост и развитие проростков тест-культур. Максимальное ингибирующее влияние на линейные размеры как корней, так и побегов оказывает 10%-й экстракт из надземной биомассы недотроги мелкоцветковой (длина корней и побегов редиса посевного по сравнению с контролем составила соответственно только 8,5% и 21,6%). Наименее выражено было влияние экстракта из растений недотроги крупноцветковой (соответственно 26% и 44,3%). Аборигенный для Беларуси вид - недотрога обыкновенная занимала промежуточное положение по этому показателю, соответственно 12,7% и 33,5%. Высокие 10% концентрации экстрактов всех видов недотрог ингибировали рост корней редиса посевного значительно сильнее, чем побегов.

Анализ влияния почвенных вытяжек, полученных из корнеобитаемых сред различных видов из рода Недотрога на длину корней и побегов тест-культур показал, что из изученных видов только недотрога мелкоцветковая по данному показателю оказывает существенное ингибирующее влияние на рост проростков редиса посевного. Экссудаты, выделяемые растениями недотроги обыкновенной и недотроги крупноцветковой, не оказывают существенного влияния на рост проростков тест-культуры. Это указывает на прямое аллелопатическое влияние недотроги мелкоцветковой в отличие от недотроги обыкновенной и недотроги крупноцветковой.

Высокая концентрация (10%) экстрактов из всех трех видов недотрог оказывает менее выраженное ингибирующее влияние проростки обоих сортов ярового ячменя по сравнению с широко применяемой в исследованиях аллелопатических эффектов тест-культурой – редисом посевным. Оно составило для недотроги мелкоцветковой для сортов ярового ячменя Бацька и Радзимич (по длине корней) соответственно 50,6% и 51,5% по сравнению с контролем, недотроги обыкновенной 53,5% и 46,6% и недотроги крупноцветковой 59,0% и 57,6% соответственно. По длине побегов эти показатели соответственно составили: 65,2% и 61,1%; 55,6% и 55,8%; 75,4% и 91,1%. Применение в качестве объектов двух сортов озимой пшеницы Ода и Августина подтвердили закономерности, полученные на сортах ярового ячменя.

Анализ влияния почвенных вытяжек, полученных из корнеобитаемых сред различных видов из рода Недотрога на длину корней и побегов редиса посевного показал, что из изученных видов только недотрога мелкоцветковая по данному показателю оказывает существенное ингибирующее влияние на рост проростков тест-культуры.

Таким образом наибольшей аллелопатической активностью из изученных видов недотрог характеризуется недотрога мелкоцветковая. Высокий инвазионный потенциал недотроги железконосной вероятно связан с другими биологическими свойствами этого вида.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант Б20-016).

Библиографические ссылки

1. Прохоров В. Н. Аллелопатический потенциал адвентивных видов с высокой инвазионной активностью во флоре Беларуси // Вестні Акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. 2018. Т.63, № 2. С.163–171.
2. Прохоров В. Н. Изучение аллелопатической активности инвазионных видов в связи с ограничением их распространения и возможностью использования в хозяйственно-полезных целях // Ботаника (исследования). 2018. Вып.47. С.196–209.
3. Kim Y. O., Lee E. J. Comparison of phenolic compounds and the effects of invasive and native species in East Asia: support for the novel weapons hypothesis // // Ecol. Res. 2011. Vol. 26. P. 87–94.
4. Ламан Н. А., Прохоров В. Н. Способы ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков: современное состояние проблемы // Ботаника: (исследования). 2011. Вып. 40. С. 469–489.
5. Прохоров В. Н. Аллелопатическая активность мелколепестника канадского (*Coniza canadensis* (L.) Crong.) – адвентивного вида с высокой инвазионной активностью в Беларуси // Вестник фонда фундаментальных исследований, 2020. № 4. С.61–68.

6. Чернобрювченко С. И. Биологическая роль растительных выделений и межвидовое взаимоотношение в смешанных посевах. Москва: Совет. наука, 1956. 194 с.
7. Mishyna M., Prohorov V., Laman N., Fujii Y. The problem of invasive *Heracleum* species in Belarus // Weed science society of Japan: materials of the scientific and practical conference (Japan, April 13–14). Kyoto, 2013. P. 102.
8. Лебедев В. М., Лебедев Е. В. Вопросы аллелопатии в лесных фитоценозах – состояние и перспективы // Агрехимия, 2015. № 4. С.85–91.
9. Победимова Е. Г. Семейство *Balsaminaceae* S.F. Gray // Флора СССР. 1949, Т. 14. М.-Л. С.624–634.
10. Наумовец Н.И., Джус М.А. Особенности распространения недотроги мелкоцветковой (*Impatiens parviflora* DC.) в Беларуси // Материалы II-й международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов». Минск, 22–26 октября 2012 г. С.479–482.
11. Дубовик Д. В., Лебедеко В. Н., Парфенов В. И., Савчук С. С., Скуратович А. Н. Растения – агрессоры. Инвазионные виды на территории Беларуси. Минск. 2017. 192 с.
12. Čuda J, Skálová H, Janovský Z, Pyšek P. Competition among native and invasive *Impatiens* species: the roles of environmental factors, population density and life stage. // AoB Plants. 2015 Apr 1;7:plv033. doi: 10.1093/aobpla/plv033.
13. Schmitz G. Alien plant-herbivore systems and their importance for predatory and parasitic arthropods: the example of *Impatiens parviflora* D.C. (*Balsaminaceae*) and *Impatiens asiaticum* Nevsky (Horn.: *Aphididae*) // Plant Invasions: Ecological Mechanisms and Human Responses, 1998. P.335–345.
14. Information on measures and related costs in relation to species included on the Union list Date of completion: 31/10/2017 // TSSR-2016-003Impatiensglandulifera.pdf
15. Weber E., Köhler B., Gelpke G., Perrenoud A., Gigon A. Schlüssel zur Einteilung von Neophyten in der Schweiz in die Schwarze Liste oder die Watch-Liste // Bot. Helv. 2005. Vol, 115. P.169–194.
16. Hulme P. E., Bremner E. T. Assessing the impact of *Impatiens glandulifera* on riparian habitats: partitioning diversity components following species removal // J. Appl. Ecol. 2006. № 43. P.43–50.
17. Марков М.В., Уланова Н.Г., Чубатова Н.В. Род Недотрога // Биологическая флора Московской области. Москва, 1997. Вып.13. С.128–168.

ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ NICOTIANA TABACUM, НЕСУЩИХ БАКТЕРИАЛЬНЫЙ ACDS-ГЕН, К ЗАГРЯЗНЕНИЮ ПОЧВЫ СОЛЯМИ НИКЕЛЯ

Д.А. Руткевич, Т.Е. Варфоломеева, В.В. Гордейко, Е.А. Храмова

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь khramtsova@bsu.by

Отобранные на селективной среде трансгенные растения высаживались в грунт и подвергались абиотическому стрессу, вызванному загрязнением почвы солями никеля (7,26 мг соли $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ на 50 г почвы). Проведение реакции ОТ-ПЦР и РВ-ПЦР подтвердило транскрипционную активность бактериального *acdS*-гена в клетках трансгенных растений на уровне с референсным геном *Ef-1a*. Определение удельной активности АЦК-деаминазы, продукта экспрессии *acdS*-гена, подтвердило формирование активного фермента в тканях трансгенных растений табака. Было доказано положительное влияние *acdS*-гена бактерий *Pseudomonas putida* В-37 на трансгенные растения *N.tabacum* в условиях абиотического стресса.

Ключевые слова: АЦК-деаминаза; *Nicotiana tabacum*; *acdS*-ген; *Pseudomonas putida*; абиотический стресс

THE INVESTIGATION OF TRANSGENIC NICOTIANA TABACUM PLANTS, CARRING BACTERIAL ACDS-GENE, RESISTANCE TO NI-CAUSED SOIL POLLUTION

D.A. Rutkevich, T.E. Varfolomeeva, V.V. Gordeyko, E.A. Khramtsova

Belarusian State University
Minsk, Belarus, khramtsova@bsu.by

Transgenic plants selected on a selective medium were planted in the soil and subjected to abiotic stress caused by soil contamination with heavy metal salts (7,26 mg $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ on 50 g of the soil). RT-PCR and PB-PCR reactions were conducted and confirmed the transcriptional activity of the bacterial *acdS*-gene in transgenic plant cells at a level with the reference gene *Ef-1a*. Determination of activity of ACC-deaminase, the product of expression of the *acdS*-gene, confirmed the formation of the active enzyme in the leaf tissues of transgenic tobacco plants. The beneficial effect of the *acdS*-gene of the bacteria *Pseudomonas putida* В-37 on transgenic *N.tabacum* plants under abiotic stress has been proven.

Keywords: ACC-deaminase; *Nicotiana tabacum*; ACDS-gene; *Pseudomonas putida*, abiotic stress.

Растения в течение своей жизни подвергаются различного рода биотическим и абиотическим стрессам (механические повреждения, засуха, засоленность почв и их затопление, загрязнение среды тяжелыми металлами и повреждения растений различного рода патогенами). При этом в растениях начинает активнее синтезироваться этилен, что приводит, в конечном итоге, к ускоренному старению и гибели. Этилен, осуществляет гормональную регуляцию процессов роста и развития растений, а также его старения, созревания плодов и цветов, опадения листьев. Содержание этилена регулируется многими факторами, в том числе содержанием CO_2 в среде, где растет растение, степенью освещенности, а также некоторыми другими гормонами. В норме этилен в растениях содержится в очень маленьких дозах ($<0,05$ мкг/л), уровень его повышается (~ 100 мкг/л) при созревании плодов и цветов, а так же при выращивании растений в условиях стресса. [1-3]

Тяжелые металлы являются одним из сильнейших абиотических стрессовых факторов, которые приводят к угнетению фотосинтеза роста и развития растений, а также их продуктивности. [4]. Кроме их собственной токсичности тяжелые металлы обладают кумулятивными свойствами, что впоследствии еще больше усугубляет их воздействие на живые системы. [4].

Среди тяжелых металлов в последние годы все большее внимание уделяется никелю, уровень загрязнения которым постоянно возрастает [5]. По токсичности для растений никель превосходит кадмий, ртуть и другие тяжелые металлы. Загрязнение никелем обусловлено его широким применением в промышленности при производстве нержавеющей стали, аккумуляторных батарей, электроники и др.

Развитие абиотического стресса сопровождается образованием избыточного количества этилена в растениях («стрессовый этилен»), что приводит к быстрому старению растений, пожелтению листьев и опадению плодов [2]. Снижение количества синтезируемого растением избыточного этилена могут осуществлять ризосферные бактерии, продуцирующие 1-аминоциклопропан-1-карбоксилатдеаминазу (АЦК-деаминазу). Данный фермент катализирует деаминирование непосредственного предшественника этилена 1-аминоциклопропан-1-карбоксилата до аммиака и α -кетобутирата, которые не оказывают на растения негативного влияния. [6].

Создание трансгенных растений, экспрессирующих бактериальный ген АЦК-деаминазы, является перспективным подходом к решению задачи по снижению уровня «стрессового» этилена, что, в свою очередь, должно приводить к повышению урожайности рекомбинантных посевных культур.

Таким образом, целью данной работы являлось изучение устойчивости трансгенных растений *Nicotiana tabacum* несущих *asdS*-ген бактерий *Pseudomonas putida* В-37 к загрязнению почвы солями никеля.

Объекты исследования. В качестве основных объектов исследований использовались трансгенные растения *N.tabacum* двух линий (10.38 и 4.12), полученных ранее. [7]

Культивирование растений N.tabacum. Проростки табака переносили на среду для корнеобразования и выращивали при 16-часовом световом дне при температуре $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Сформированные растения высаживали в грунт.

Создание условий абиотического стресса. Растения разбивались на выборки. Обработка почвы солью никеля производилась однократно в концентрации 20 мг/кг. Для постановки эксперимента в каждую выборку брали 8 растений, имеющие одинаковые ростовые характеристики.

*Аmplификацию гена *acdS** производили с использованием следующих праймеров:

Forward: (Fatg) 5'-tccggatccatgaacctgaatcggtttraacggtatc-3'

Reverse: (Rtga) 5'-tccggatcctcagccgttgcgaaacargaag-3'

Параметры циклов амплификаций: 5 мин при 94°C – 1 цикл; 94°C , 30 с; 54°C , 30 с; 72°C , 1 мин 30 с – 35 циклов; 72°C , 30 с – 1 цикл.

Выделение растительной РНК

Растительный материал растирали тонким металлическим шпателем. Добавляли 500 мкл буфера для экстракции, центрифугировали 10 мин при 12000 об/мин. Отбирали водную фазу, добавляли к ней равный объем 4 молярного LiCl. Центрифугировали 30 мин при 10000 об/мин, к осадку добавляли 250 мкл H_2O , 25 мкл 3 М AcNa, pH 5,2 и 550 мкл 96 % этанола. Пробы центрифугировали 30 мин при 12000 об/мин. Осадок промывали 1 мл 70 % этанола. Образцы

центрифугировали 5 мин при 10000 об/мин. Удаляли супернатант, подсушивали осадок и растворяли его в 40 мкл H₂O.

Синтез кДНК

В стерильный эппендорф на льду добавляли в следующем порядке реактивы: мРНК – 0,1-5 нг, праймеры – 0,5 мкг, деионизированную воду – до 12,5 мкл. Затем добавляли 4 мкл 5X буфера для реакции, ингибитор РНКазы – 0,5 мкл, смесь нуклеотидов – 2 мкл, обратную транскриптазу – 1 мкл. Инкубировали 10 мин при 25 °С, 60 мин при 42 °С. Ингибировали реакцию нагреванием до 70 °С в течение 10 мин.

Для синтеза кДНК использовали обратную транскриптазу RevertAid™ Premium Reverse Transcriptase, произведенную фирмой “Fermentas”.

Количественная ПЦР в режиме реального времени (ПЦР-РВ)

Смесь реагентов для проведения одной реакции в объеме 25 мкл составляли следующим образом: 2×ПЦР-буфер Maxima SYBR Green qPCR Master Mix (“ThermoScientific”, США) – 12,5 мкл, праймер F – 0,5 мкл, праймер R – 0,6 мкл, образец кДНК (20 нг/мкл) – 2 мкл. Конечный объем доводили водой до 25 мкл. Программа амплификации была следующей: 50 °С – 2 мин – 1 цикл; 95 °С – 10 мин – 1 цикл; 95 °С – 15 с; 55 °С – 30 с; 60 °С – 60 с - 40 циклов

Использованные праймеры:

RT-ATG-For1 - 5' – ATGAACCTGAATCGTTTTGAACGTTATC-3'

RT-ATG-Rev1 - 5' – CACTGTTGCAGTCTTCACGTTTG-3'

Определение содержания белка в растительных гомогенатах проводили биуретовым методом[13].

Активность АЦК-деаминазы оценивали по количеству α-кетобутирата, образующегося за 1 мин на 1 мг белка в растительном гомогенате при деаминаровании 1-аминоциклопропан-1-карбоксилата. Количество α-кетобутирата определяли спектрофотометрически при 540 нм.

Концентрацию белка определяли по стандартному методу, [8]

Результаты и обсуждение. Первый этап работы был направлен на подбор минимальной концентрации соли NiCl₂, которая оказывает негативное влияние на рост и развитие растений *N.tabacum*. Проростки трансгенных растений табака выращивали в стаканчиках, почва в которых была загрязнена солью никеля в различных концентрациях (3×10⁻³ М, 3×10⁻⁴ М, 1×10⁻⁴ М, 3×10⁻⁵ М, 1×10⁻⁵ М). Было установлено, что минимальная концентрация соли NiCl₂ при которой росли растения *N.tabacum* составила 1×10⁻⁴ М. Эта концентрация соли никеля в грунте была использована в дальнейших экспериментах по изучению устойчивости трансгенных растений *N.tabacum*, несущих бактериальный *acdS*-ген, к загрязнению почвы солями никеля.

Растения *N.tabacum* двух линий выращивали на селективной среде MS. После завершения формирования корневой системы растения высаживали в грунт для укоренения и постановки эксперимента. Укоренившиеся растения разбивались на несколько выборок: опытная выборка - трансгенные растения *N.tabacum* линии 10.38 и 4.12, выращенные в условиях загрязнения почвы солями никеля; контроль №1 - трансгенные растения *N.tabacum* линии 10.38 и 4.12, выращенные в условиях отсутствия загрязнения почвы солями никеля, контроль №2 - нетрансгенные растения *N.tabacum*, выращиваемые в условиях загрязнения почвы солями никеля и контроль №3 - нетрансгенные растения *N.tabacum*, выращиваемые в условиях отсутствия загрязнения почвы солями никеля.

Для доказательства наличия экспрессии бактериального *acdS*-гена в геноме трансгенных растений табака линий 10.38 и 4.12 из их листьев была выделена тотальная РНК, которая была использована для синтеза кДНК. Полученная кДНК двух трансгенных линий табака, выращенных в условиях абиотического стресса, была использована для постановки РВ-ПЦР. В качестве отрицательно контроля использовались пробы, не содержащие ревертазы. В качестве референсного гена использовался ген домашнего хозяйства *Ef-1a*. Полученные продукты РВ-ПЦР соответствовали ожидаемому размеру для *acdS*-гена, что свидетельствует об эффективной экспрессии *acdS*-гена в трансгенных линиях *N.tabacum*.

Для доказательства образования функционально-активного белкового продукта данного гена необходимо измерение активности фермента АЦК-деаминазы, кодируемой *acdS*-геном. Активность фермента была измерена как в опытных растениях трансгенного табака, выращенных в условиях абиотического стресса и условиях отсутствия стресса, так и в нетрансгенном табаке, выращенном в аналогичных условиях. Результаты представлены в таблице.

Таблица – Активность фермента АЦК-деаминазы в тканях листьев трансгенного табака и нетрансгенного табака

Серия	Активность АЦК-деаминаз в нетрансгенных растениях, нмоль/(мг белка×мин)	Активность АЦК-деаминаз в трансгенных растениях, нмоль/(мг белка×мин)	
		линия 4-12	линия 10-38
Без обработки почвы тяжелыми металлами и хлоридом натрия	0,017±0,006*	0,067 ± 0,002	0,072 ± 0,003
обработка Ni ²⁺ в концентрации 5хПДК	0,020±0,005*	0,65 ± 0,029	0,67 ± 0,030*

Данные достоверны при уровне значимости $p < 0,05$

Полученные данные свидетельствуют о возрастании активности АЦК-деаминазы в 9-10 раз в условиях абиотического стресса, вызванного загрязнением почвы солью никеля.

У растений всех выборок, выращенных в условиях загрязнения почвы солями никеля и при его отсутствии, провели измерение ростовых параметров растений: биомасса, длина корня и стебля. Эксперимент проходил в течении двух месяцев.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что все ростовые показатели у растений, выросших на среде, загрязненной никелем ниже таковых у растений, выросших при отсутствии стресса. Однако, ростовые характеристики у трансгенных растений, выросших в условиях повышенной концентрации никеля, превышают таковые у нетрансгенных растений. Показано, что длина корня, стебля и общая биомасса у них превышает таковые у нетрансгенных растений в 1,2, 1,19 и 1,34 раза, соответственно.

Таким образом можно заключить, что наличие в геноме бактериального *acdS*-гена действительно повышает устойчивость трансгенных линиях *N.tabacum* к абиотическому стрессу, вызванному загрязнением почвы тяжелыми металлами.

Библиографические ссылки

1. Полевой В. В. Физиология растений. М.: Высшая школа, 1989. 464с.
2. Yang Sh., Hoffman N.E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants // Annual Reviews Inc., 1984. 155. 180p.
3. Glick B.R. Modulation of plant ethylene levels by the bacterial enzyme ACC deaminase // FEMS Microbiology Letters. 2005. Vol. 251 P. 1–7.
4. Титов А.Ф., Таланова В.В., Казнина Н.М., Лайдинен Г.Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам [отв. ред. Н.Н. Немова]; Институт биологии КарНЦ РАН. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 172 с.
5. Состояние природной среды Беларуси: бюл. 2013 г. / Под. ред. В.Ф. Логинова. Минск, 2014. 364 с.
6. Promotion of plant growth by ACC deaminase-producing soil bacteria / B.R. Glick [et al.] // Eur J Plant Pathol. 2007. Vol. 119. 329–339.
7. Анализ экспрессии *acdS*-гена бактерий *Pseudomonas putida*B-37 в трансгенных растениях *Nicotiana tabacum*. / Мельникова А. [и др.] // Журнал Белорусского государственного университета. Биология. 2019. № 1. С. 45–53
8. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // Analytical Biochemistry. 1976. Vol. 72. P. 248–254.

ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫЕ РАСТЕНИЯ В УРБОЦЕНОЗАХ ГРОДНЕНСКОГО ПОНЕМАНЯ (БЕЛАРУСЬ), ПОВРЕЖДАЕМЫЕ ИНВАЗИВНЫМИ ВИДАМИ ЧЛЕНИСТОНОГИХ –ФИТОФАГОВ

А. В. Рыжая, Е. И. Гляковская

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь,
rhyzhaya@mail.ru, ekaterina.g91@mail.ru*

В урбоценозах Гродненского Понеманья обследовали 33 вида древесно-кустарниковых растений. Наибольшему количеству фитофагов обеспечивают кормовую базу растения родов *Robinia* L., 1753 и *Acer* L., 1753, по 6 и 5 видов, соответственно. В урбоценозах Гродненского Понеманья комплексы инвазивных фитофагов сформировались на интродуцированных растениях семейств Fabaceae, Juglandaceae и Rosaceae.

Ключевые слова: инвазивные виды; урбоценозы; членистоногие фитофаги; древесно-кустарниковые растения

TREE AND SHRUB PLANTS IN THE GRODNO NEMAN RIVER REGION URBOCOENOSES (BELARUS) DAMAGED BY INVASIVE ARTHROPOD-PHYTOPHAGOUS SPECIES

A. V. Rhyzhaya, E. I. Hliakouskaya

*Yanka Kupala Grodno State University, Grodno, Belarus
rhyzhaya@mail.ru, ekaterina.g91@mail.ru*

In Grodno Neman River Region urbocoenoses 33 woody and shrub plants species were examined. Plants of the *Robinia* L., 1753 and *Acer* L., 1753, genera each of 6 and 5 species, respectively, provide the largest number of phytophages. In Grodno Neman River Region urbancoenoses complexes of invasive phytophages on introduced plants of the Fabaceae, Juglandaceae, and Rosaceae families formed.

Key words: invasive species; urbancoenoses; phytophagous arthropods; woody-shrub plants

Создание городских парков и озеленение городских улиц и дворовых территорий является обязательным условием повышения комфортности городской среды для человека. Помимо декоративно-эстетической ценности, древесно-кустарниковые растения являются важнейшим биологическим фактором устойчивости зеленых насаждений [1], для повышения которой большое значение имеет проведение фитосанитарного мониторинга с целью выявления вредителей и болезней древесно-кустарниковых растений, произрастающих на территории городов.

Произрастание древесно-кустарниковых растений часто сопровождается появлением вредной энтомофауны, различных вирусных и грибковых заболеваний. Особенно опасно появление и внедрение чужеродных видов фитофагов, которые при отсутствии природных врагов, способны массово размножаться, значительно снижая декоративность кормовых растений. Для многих видов фитофагов наличие трофических связей с кормовыми растениями помогает определить их статус в рецетной фауне того или иного региона. Для популяций фитофагов-инвайдеров отсутствие в аборигенной флоре растений-хозяев однозначно определяет невозможность их существования в данных условиях [2].

В основу работы положены материалы проводившихся с мая по октябрь 2016–2020 гг. энтомо-фитопатологических обследований городских зеленых

насаждений Гродненского Понеманья – на территории г. Гродно, г. Скиделя, г. Мосты, г. Лиды и г.п. Порозово. Во всех исследованных городах заложили пробные площадки в декоративных зеленых насаждениях общего пользования. Сбор материала осуществляли в ходе визуального осмотра древесно-кустарниковых растений. Фрагменты растений с фитофагами и повреждениями коллектировали для последующего анализа в лабораторных условиях. Гербаризацию осуществляли по соответствующим методикам [3]. Анализ степени вредоносности осуществляли согласно специальной 4-балльной шкале С. В. Горленко [4]. Таксономический статус фитофагов и древесно-кустарниковых растений уточняли по Global Biodiversity Information Facility– <https://www.gbif.org/ru/species/> и Плантариум: открытый онлайн атлас-определитель растений и лишайников России и сопредельных стран – <https://www.plantarium.ru/>. Материал хранится на кафедре зоологии и физиологии человека и животных, в лаборатории зоологии беспозвоночных.

По результатам проведенных исследований отмечено обитание 42 инвазивных видов членистоногих фитофагов на 33 таксонах древесных и кустарниковых растений, относящихся к 24 родам, 17 семействам и 16 порядкам (табл.).

Таблица – Таксономический состав кормовых растений инвазивных членистоногих-фитофагов урбоценозов Гродненского Понеманья
Table – Taxonomic composition of invasive phytophagous arthropods food plants of urbocoenoses of Grodno Neman River Region

Порядок	Семейство	Вид
Buxales	Buxaceae	<i>Buxus sempervirens</i> L.
Cupressales	Cupressaceae	<i>Thuja occidentalis</i> L.
Dipsacales	Caprifoliaceae	<i>Lonicera tatarica</i> L.
Elaeagnales	Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.
		<i>Hippophaë rhamnoides</i> L.
Fabales	Fabaceae	<i>Caragana arborescens</i> Lam.
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.
Fagales	Fagaceae	<i>Quercus rubra</i> L.
Juglandales	Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> L.
Malvales	Tiliaceae	<i>Tilia cordata</i> Mill.
		<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.
		<i>Tilia europaea</i> L.
Oleales	Oleaceae	<i>Ligustrum vulgare</i> L.
		<i>Syringa vulgaris</i> L.
Pinales	Pinaceae	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.
		<i>Larix sibirica</i> Ledeb.
Rosales	Rosaceae	<i>Prunus avium</i> (L.) L. (syn. <i>Cerasus avium</i> (L.) Moench)
		<i>Prunus cerasus</i> L. (syn. <i>Cerasus x vulgaris</i> Mill.)
		<i>Prunus divaricata</i> Ledeb.
		<i>Spiraea alba</i> Du Roi
		<i>Spiraea salicifolia</i> L.
		<i>Vitis vinefera</i> L.

Наибольшему количеству видов фитофагов обеспечивают кормовую базу растения родов *Robinia* L., 1753 и *Acer* L., 1753, по 6 и 5 видов, соответственно (рис.).

Если все виды робиний являются интродуцентами, то в аборигенной флоре Беларуси присутствует клен остролистный (*Acer platanoides* L.), который повреждается инвазивным пилильщиком *Hinatara recta*. Остальные 4 вида фитофагов связаны с интродуцированным в Беларусь кленом-явором (*Acer pseudoplatanus* L.). На клене ясенелистном (*Acer negundo* L.) членистоногие фитофаги не обнаружены. На грецком орехе (*Juglans regia* L) обнаружено 4 инвазивных вида. Наибольшее число (8 видов) инвайдеров трофически связаны с растениями семейства Fabaceae Lindl.

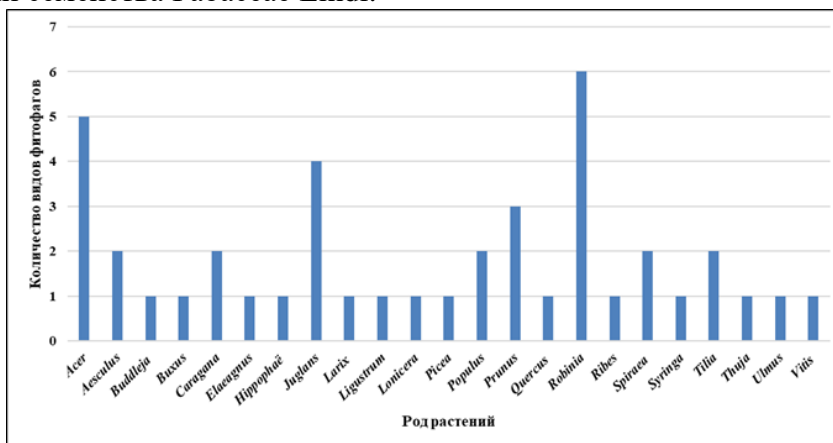


Рисунок – Количество инвазивных видов фитофагов, трофически связанных с древесными растениями в городских зеленых насаждениях Гродненского Полесья
Figure – The number of invasive phytophagous species trophically related to woody plants in urban green of Grodno Neman River Region

Часть видов сформировали комплексы на растениях определенных семейств. При более подробном изучении инвайдеров, оказалось, что в урбоценозах Гродненского Полесья комплекс инвазивных видов членистоногих-фитофагов сформировался на интродуцированных растениях семейств Fabaceae, Juglandaceae и Rosaceae. В составе комплекса фитофагов-инвайдеров на растениях семейства Fabaceae выявлены 4 вида настоящих тлей, 2 вида молей-пестрянок, 1 вид галлиц и 1 вид пилильщика; в составе комплекса фитофагов-инвайдеров на растениях семейства Rosaceae – 5 видов настоящих тлей и 1 вид цикад семейства Membracidae. Комплекс фитофагов-инвайдеров на растениях семейства Juglandaceae формируют два вида тлей и два вида клещей семейства Eriophyidae.

Большинство инвазивных видов фитофагов происходят из регионов Северной Америки (11 видов), а также Южной, Западной и зарубежной Центральной Европы (10 видов), и Центральной Азии (9 видов). Для криптогенных видов фитофагов (*Aphis gossypii*, *A. spiraeicola*, *Dendrothrips ornatus*, *Hinatara recta*) в настоящее время невозможно высказать обоснованные предложения об их происхождении.

Инвазивные виды насекомых и клещей в результате своего обитания и питания на кормовых растениях инициируют у них биохимические, физиологические и анатомические изменения, многие из которых необратимы [5]. По данным проведенных исследований из 42 зарегистрированных инвазивных видов в урбоценозах Гродненского Полесья обнаружено 9 (*A. craccivora*, *C. ohridella*, *Ch. viridana*, *D. ornatus*, *M. cerasi*, *P. spyrothecae*, *Ph. issikii*, *Ph. robiniella*, *V. quadripedes*), обладающих крайне высоким уровнем вредоносности. Их жизнедеятельность приводит к значительному снижению декоративных свойств кормовых растений. Помимо крайне высокого уровня вредоносности 4 вида (*A. craccivora*, *C. ohridella*, *Ph. robiniella* и *V. quadripedes*) характеризуются еще и

высокой встречаемостью. Повреждения каштановой минирующей молью, липовой молью-пестрянкой и робиниевой нижнесторонней молью-пестрянкой в виде мин различной конфигурации регистрируются до ноября (до тех пор, пока не опадут листья). Хотя колонии люцерной тли (*A. craccivora*) можно обнаружить в июне – июле, этот вид за короткий промежуток успевает значительно снизить декоративность робиний.

По результатам исследований оказалось, что в качестве вредителей декоративных лиственных древесных пород в условиях городских зеленых насаждений выступают 34 инвазивных видов членистоногих-фитофагов, в числе которых 19 видов тлей (*Aphidoidea*), 7 видов акриформных клещей (*Eriophyoidea*), 4 вида минирующих молей (*Gracillarioidea*), 2 вида пилильщиков (*Tenthredinoidea*), 1 вид галлиц (*Sciaroidea*) и 1 вид бахромчатокрылых насекомых, или трипсов (*Triptidoidea*), с различным характером наносимых повреждений. В качестве вредителей декоративных кустарниковых растений в условиях городских зеленых насаждений Гродненского Понеманья выступают 5 инвазивных видов сосущих насекомых-фитофагов, в числе которых 3 вида тлей (*Aphidoidea*), 1 вид цикадовых (*Cicadelloidea*) и 1 вид псиллид, или листоблошек (*Psylloidea*).

Большинство хвойных растений, которые используются в озеленении, были в разные годы интродуцированы на территорию Беларуси [97]. В условиях Гродненского Понеманья хвойные породы достаточно широко представлены в городских зеленых насаждениях (туи, можжевельники, пихты, лиственницы). Исходя из полученных данных, в качестве вредителей хвойных пород древесных растений в условиях городских зеленых насаждений Гродненского Понеманья выступают 3 инвазивных вида сосущих насекомых-фитофагов, в числе которых 2 вида хермесов (*Aphidoidea*) и 1 вид кокцид (*Coccoidea*).

Работа выполнялась в рамках государственной программы научных исследований (ГПНИ) «Природопользование и экология» на 2016 – 2020 гг., подпрограммы «Биоразнообразие, биоресурсы, экология» 2.05 «Изменения сообществ фоновых видов фитофагов – вредителей древесно-кустарниковых растений урбоценозов Гродненского Понеманья в результате инвазивных процессов».

Библиографические ссылки

1. Антипов В. Г. Декоративная дендрология: учебник для студентов специальности «Садово-парковое строительство». Минск: БГТУ, 2004. 470 с.
2. Гляковская Е. И. Комплекс инвазивных фитофагов древесных растений декоративных зеленых насаждений Гродненского Понеманья (таксономический состав, экологическая и хорологическая структура, количественная оценка вредоносности): автореф. дис ... канд. биол. наук: 03.02.05; Белорусский государственный университет. Минск, 2019. 24 с.
3. Гербарное дело: справочное руководство / под ред. Д. В. Гельтмана. Кью: Королевский ботанический сад, 1995. 356 с.
4. Горленко С. В., Панько Н. А. Вредители и болезни интродуцированных растений. – Минск: Наука и техника, 1967. 136 с.
5. Петров Д. Л., Буга С. В. Тераформирующие членистоногие – вредители интродуцированных древесных растений насаждений Центрального ботанического сада НАН Беларуси // Современные направления деятельности ботанических садов и держателей ботанических коллекций по сохранению биоразнообразия растительного мира. Минск: Эдит, 2005. С. 280–282.

АНТИФУНГАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ АКТИНОМИЦЕТОВ РОДА *STREPTOMYCES* В ОТНОШЕНИИ ВОЗБУДИТЕЛЯ СЕРОЙ ГНИЛИ ТОМАТА

С. Г. Сидорова, С.А. Бадытчик

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь, Sidorova@bsu.by

Проведен скрининг штаммов актиномицета рода *Streptomyces* на предмет их антиботритиозной активности. Протестированные штаммы дифференцированы на: подавляющие (17с и 84) – показатель ингибирования составляет более 60 % и замедляющие (45 и 35) – показатель ингибирования равен порядка 20 %, развитие возбудителя серой гнили томата.

Ключевые слова: ботритиоз; томат; актиномицеты; взаимоотношения.

ANTIFUNGAL ACTIVITY OF THE GENUS *STREPTOMYCES* ACTINOMYCETES AGAINST THE TOMATO GRAY ROT'S CAUSATIVE AGENT

S.G. Sidorova, S.A. Badytchik

Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus. E-mail: Sidorova@bsu.by

Strains of actinomycetes of the genus *Streptomyces* were screened for their anti-botrytiosis activity. The tested strains are differentiated into: suppressing (17c and 84) - the inhibition index is more than 60 % and slowing (45 and 35) – the inhibition index is about 20% of the development of the pathogen of gray rot of tomato.

Key words: gray rot; tomato; ray fungum; relations.

В решении проблемы круглогодичного обеспечения населения Республики Беларусь свежими овощами первостепенное значение отводится таким культурам, как томат и огурец. Это, с одной стороны обуславливается технической возможностью производства названных культур, с другой – их питательной ценностью и возможностью использования в свежем, соленом и консервированном виде. Однако успешному возделыванию томата препятствует подверженность его целому ряду болезней, в том числе и грибной этиологии.

По данным В. Д. Поликсеновой [1] за 35 лет наблюдений, на томатах было отмечено 22 вида грибов в качестве возбудителей инфекционного процесса; из них в защищенном грунте зарегистрировано 19, в открытом – 11 видов.

Биологический метод защиты растений от болезней выступает в качестве альтернативы химическому, поскольку позволяет значительно снизить давление пестицидной нагрузки, уменьшить содержание в сельскохозяйственной продукции вредных элементов и тем самым экологизировать современное производство растениеводческой продукции. Суть его заключается в использовании потенциальных агентов среди различных групп микроорганизмов, обитающих в почве (грибов, бактерий, цианобактерий, актиномицетов) с целью защиты от фитопатогенных грибов. В этой связи поиск таких организмов, а также совершенствование знаний их биологии позволяет расширить границы применения биологического метода [2].

Возможность применения мицелиальных прокариот в качестве организмов-антагонистов фитопатогенных микромицетов обуславливается, с одной стороны, их способностью синтезировать антибиотики (в первую очередь, аминогликозиды, макролиды, новые антибиотики макваримициды) [3], а так же другие биологически активные вещества [4]. С другой стороны, актиномицеты являются продуцентами хитиназ [5] и глюканаз [6], что дает возможность рассматривать этих агентов в качестве естественной защиты растения от фитопатогенных грибов.

Представленные в ряде работ [7-17] сведения указывают на возможность использования актиномицетов в качестве основы для препаратов комплексного действия, которые проявляют антагонизм к фитопатогенным грибам и бактериям. Избирательность действия и безопасность таких биопестицидов для здоровья животных и человека являются положительным критерием возможности их безвредного практического применения. В этой связи целью настоящей работы явилось выявление антагонистов фитопатогенного микромицета *Botrytis cinerea* Pers. среди почвенных актиномицетов рода *Streptomyces*.

Экспериментальные исследования выполнены на кафедре ботаники биологического факультета Белорусского государственного университета. Объектом исследования служили: возбудитель серой гнили томата микромицет *Botrytis cinerea* Pers., который был выделен нами из пораженных плодов томата по методике, изложенной в руководстве [18] и штаммы (17с; 35, 45, 84) актиномицета р. *Streptomyces*, полученные из коллекции чистых культур микроорганизмов кафедры микробиологии биологического факультета Белорусского государственного университета.

Изучение влияния актиномицетов на рост и спорообразование микромицета *B. cinerea* проводили в условиях чистой культуры по методике, приведенной в руководстве [18]. Постановку опыта осуществляли в четырехкратной повторности. Табличные данные представлены в виде среднее \pm ошибка среднего. Статистическая обработка проведена с использованием программы *Statistica* 6.0.

Анализ экспериментальных данных позволил выявить неоднозначную реакцию исследуемого патогена в отношении штаммов актиномицета р. *Streptomyces*. Результаты, представленные в таблице 1, показали, что для *B. cinerea* наибольшее подавление его ростовой активности на 4-е сутки было обнаружено в вариантах совместного культивирования со штаммами 17с и 84. Для остальных изучаемых штаммов достаточно сильного антифунгального воздействия в отношении возбудителя серой гнили отмечено не было (табл. 1).

Таблица 1 – Развитие фитопатогенного микромицета *B. cinerea* в присутствии штаммов актиномицета рода *Streptomyces*
Table 1 – Development of phytopathogenic micromycete *B. cinerea* in the presence of actinomycete strains of the genus *Streptomyces*

Вариант опыта	Показатель ингибирования, %	
	Время расчета, сут	
	4	8
Контроль (<i>B. cinerea</i>)	0	0
<i>B. cinerea</i> + штамм 17с	43,9	65,7
<i>B. cinerea</i> + штамм 84	50,6	66,8
<i>B. cinerea</i> + штамм 45	23,2	21,5
<i>B. cinerea</i> + штамм 35	24,8	22,4

С увеличением длительности культивирования (с 4-х до 8-ми суток) наблюдалось дальнейшее усиление ингибирующего воздействия штаммов 17с и 84. Это проявилось в росте значения показателя ингибирования до 67 %. Для остальных изучаемых штаммов почвенного актиномицета р. *Streptomyces* сохранилась аналогичная, с предыдущим периодом наблюдения тенденция. Это проявилось в незначительном (до 22 %) уменьшении численного выражения показателя ингибирования ростовой активности возбудителя ботритиоза в вариантах совместного культивирования со штаммами 35 и 45 (см. табл. 1).

Анализ данных, отражающих репродуктивную активность микромицета *B. cinerea* при совместном культивировании его со штаммами актиномицета р. *Streptomyces* показал снижение интенсивности спорообразования от центра колонии к ее краю практически во всех опытных вариантах. Так, при совместном культивировании возбудителя серой гнили томата и штаммов 17с и 84 наблюдалось уменьшение количества спор на единице спороносящей поверхности по сравнению с контролем в 2 и 6 раз соответственно. Эта разница была статистически достоверна ($P \leq 0.05$). Вместе с тем, в ходе проведенного тестирования было обнаружено стимулирование (на 79 %) процесса спорообразования в случае применения штамма 35 (табл. 2). Вероятно, это может быть обусловлено тем, что актиномицеты способны синтезировать вещества различной химической природы, в том числе витамины и иные биологически активные вещества, которые способствуют активизации ростовых процессов и репродуктивной активности [4]. В варианте культивирования гриба *B. cinerea* и штамма 45 этот показатель находился на уровне контроля.

Таблица 2 – Репродуктивная активность фитопатогенного микромицета *B. cinerea* в присутствии штаммов актиномицета рода *Streptomyces*
Table 2-Reproductive activity of phytopathogenic micromycete *B. cinerea* in the presence of actinomycete strains of the genus *Streptomyces*

Вариант опыта	Интенсивность спороношения, $\times 10^6$ шт/см ²	
	Место измерения интенсивности спорообразования	
	Центр колонии	Край колонии
Контроль (<i>B. cinerea</i>)	11,4 \pm 0,12	4,8 \pm 0,08
17с <i>B. cinerea</i> + штамм	5,8 \pm 0,14*	2,7 \pm 0,03*
84 <i>B. cinerea</i> + штамм	1,9 \pm 0,19*	–
45 <i>B. cinerea</i> + штамм	11,8 \pm 0,39	5,2 \pm 0,13
35 <i>B. cinerea</i> + штамм	20,5 \pm 0,63*	13,9 \pm 0,52*

Примечание* – достоверно ($P \leq 0.05$) по сравнению с контролем для одноимённого места измерения (центр или край колонии); знак «–» означает отсутствие спороношения.

Результаты, отражающие интенсивность спорообразования микромицета *B. cinerea* у края колонии, показывают аналогичную тенденцию воздействия тестируемых штаммов почвенного актиномицета р. *Streptomyces* на этот процесс. Отмечено статистически достоверное ($P \leq 0.05$) снижение (в 1,8 раза) учитываемого показателя при совместном культивировании со штаммом 17с, полное отсутствие спор в варианте культивирования со штаммом 84, почти 3-х кратное стимулирование – под воздействием актиномицета 35 и находящееся на уровне контрольного измерения – в присутствии актиномицета 45 (см. табл. 2).

Наблюдение за характером роста возбудителя серой гнили томата в присутствии тестируемых штаммов актиномицета р. *Streptomyces* позволило выявить либо полное подавление роста микромицета, либо замедление его ростовой активности. Так, в вариантах совместного выращивания со штаммами, которые вызывают практически полное подавление роста возбудителя ботритиоза, гриб в месте посева формирует пушистый воздушный мицелий серо-белой окраски, который по мере приближения к кольцу актиномицета становился паутинистым и практически полностью прекращал свой рост.

В случае совместного культивирования со штаммами актиномицета, которые замедляют рост *B. cinerea* (показатель ингибирования составляет порядка 20 %) наблюдается чередование воздушного (в месте посева гриба и за кольцом актиномицета) и субстратного (под и вблизи кольца актиномицета) мицелия.

Следовательно, конкуренция за питательные вещества в присутствии антагониста может приводить к снижению плотности грибного мицелия. Аналогичные выводы содержатся в работе О. К. Струнниковой и соавт. [19], которые изучали развитие грибного мицелия *Fusarium culmorum* в присутствии микробов-антагонистов, в частности *Pseudomonas fluorescens*. В исследованиях, проведенных Л. И. Домрачевой с соавт. [9], и посвященных изучению взаимоотношений фитопатогенных грибов р. *Fusarium* (*F. oxysporum*, *F. culmorum*, *F. nivale*) с актиномицетами и цианобактериями, отмечена аналогичная закономерность. Данные, полученные С. Г. Сидоровой [11-13] при анализе возможности применения штаммов актиномицета р. *Streptomyces* в качестве антагонистов изолятов возбудителя фузариозного увядания томата микромицета *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen и других видов фузариума (*F. culmorum* и *F. sulphureum*), подтверждают выявленную закономерность.

Таким образом, скрининг тестируемых штаммов почвенного актиномицета р. *Streptomyces* на предмет их антиботритиозной активности позволил дифференцировать штаммы на: подавляющие и замедляющие развитие возбудителя серой гнили томата. Установлено, что штаммы 17с и 84 оказали наибольшее (более 60 %) ингибирующее воздействие на фитопатогенный микромицет *B. cinerea*. Это открывает возможность применения их в качестве антагонистов для микромицета *B. cinerea*.

Библиографические ссылки

1. Поликсенова В.Д. Микозы томата: возбудители заболеваний, устойчивость растений. Минск: БГУ, 2008. 159 с.
2. Коновалов Ю.Б. Селекция растений на устойчивость к болезням и вредителям. М: Высшая школа, 1999. С. 11–13.
3. Tarkka M., Hampp R. Secondary Metabolites of Soil Streptomycetes in Biotic Interaction // Secondary Metabolites in Soil Ecology / Ed. P. Karlovsky. Soil biology 14. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2008. P. 107–126.
4. Зенова, Г.М. Почвенные актиномицеты. М.: МГУ, 1992. 81 с.
5. Hoster F., Schmitz J., Daniel R. Enrichment of chitinolytic microorganisms: isolation and characterization of a chitinase exhibiting antifungal activity against phytopathogenic fungi from a novel *Streptomyces* strain // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2005. V. 66. P. 434–442.
6. Chater K.F., Biro S., Lee K.J., Painer T., Schrepf H. The complex extracellular biology of streptomycetes // FEMS Microbiol. rev. 2010. V. 34. P. 171–198.

7. Способность задерживать рост фитопатогенных грибов у стрептомицетов почв Молдовы / Бурцева С.А. [и др.] // Современная микология в России. Ред.: Ю.Т. Дьяков, Ю.В. Сергеев. М.: Нац. акад. микол. 2017. Т. 7. С. 20–22.
8. Виноградова, К.А. Анализ межпопуляционных взаимодействий почвенных грибов и актиномицетов // Микология и фитопатология. 2005. Т. 39, вып. 3. С. 28–40.
9. Домрачева Л.И., Широких И.Г., Фокина А.И. Анализ межпопуляционных взаимодействий почвенных грибов и актиномицетов // Микология и фитопатология. 2009. Т.43, вып. 2. С. 157–165.
10. Раткевич Е.Б., Сидорова С.Г. Антифунгальная активность грибов рода *Trichoderma* Pers.: Фг. и актиномицетов в отношении возбудителя фузариоза томата // Тезисы докладов II Международной научно-практической конференции «Клеточная биология и биотехнология растений». (Минск, 28-31 мая, 2018 г.). – Мн.: Издательский центр БГУ, 2018. С 173–174.
11. Сидорова С.Г. Антифунгальная активность актиномицетов в отношении возбудителя фузариоза томата // Журнал Белорусского государственного университета. Биология, 2019, №3. С. 21–32.
12. Сидорова С.Г. Фитопатогенные грибы рода *Fusarium* Link.: взаимоотношения с актиномицетами рода *Streptomyces* // Биотехнология микроорганизмов. Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой проф. Ю.К. Фомичёву (1929-2015). (Минск, 27-29 ноября 2019 г.). – Мн.: Экоперспектива, 2019. С. 198–201.
13. Сидорова С.Г. Антифунгальная активность почвенных актиномицетов в отношении микромицетов рода *Fusarium* Link // Овощеводство (сборник научных трудов), 2019. Т. 27. С. 144–152.
14. Широких И.Г. Антифунгальный потенциал актиномицетов в ризосфере ячменя на дерново-подзолистых почвах // Почвоведение. 2003. №4. С. 458–464.
15. Широких И.Г., Мерзаева О.А. Комплекс актиномицетов в ризосфере озимой ржи на дерново-подзолистой почве // Микробиология. 2005. Т. 74. №2. С. 458–464.
16. Широких И.Г., Мерзаева О.А. Биологическая активность *Streptomyces hygroscopicus* против фитопатогенного гриба *Fusarium avenaceum* в ризосфере // Микология и фитопатология. 2008. Т. 42, вып.6. С. 586–591.
17. Влияние штамма *Streptomyces hygroscopicus* А-4 на комплекс микромицетов – патогенов яровой мягкой пшеницы / Широких И.Г. [и др.] // Микология и фитопатология. 2013. Т 47, вып. 6. С. 410–416.
18. Поликсенова В.Д. Методические указания к занятиям спецпрактикума по разделу «Микология. Методы экспериментального изучения микроскопических грибов» / Сост. В.Д. Поликсенова, А.К. Храпцов, С.Г. Пискун. Мн.: БГУ, 2004. 36с.
19. Струнникова О.К., Шахнозаров В.Ю., Вишневская Н.А. Развитие и взаимоотношение фитопатогенного гриба *Fusarium culmorum* и антагонистической бактерии *Pseudomonas fluorescens* в почве, ризосфере и на корнях ячменя // Фитосанитарное оздоровление экосистем: Матер. II Всерос. съезда по защите растений (Санкт-Петербург, 10 декабря 2005). Спб., 2005. Т. 2. С.193–194.

МОРФОЛОГО-КУЛЬТУРАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗОЛЯТОВ МИТОСПОРОВОГО ГРИБА *BOTRYTIS CINEREA* PERS.

М. А. Стадниченко, К. В. Вергейчик

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь, stadnichenko@bsu.by

Изучались культурально-морфологические особенности изолятов возбудителя серой гнили *B. cinerea*. Неоднородность популяции фитопатогена по характеру роста и интенсивности спороношения, а также по способности формировать склероции, позволила определить изоляты гриба в культуральные группы: склероциальные, мицелиальные, спорулирующие.

Ключевые слова: фитопатоген; ботритиоз; серая гниль; изолят; культурально-морфологические признаки; скорость роста; спорообразовательная активность; морфотипы

MORPHOLOGICAL AND CULTURAL FEATURES OF MITOSPORIC FUNGUS ISOLATS *BOTRYTIS CINEREA* PERS.

M. A. Stadnichenko, K.V. Vergeichik

Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus. E-mail: stadnichenko@bsu.by

The cultural and morphological features of isolates of the pathogen of gray mold *B. cinerea* were studied. The heterogeneity of the phytopathogen population in terms of the nature of growth and the intensity of sporulation, as well as the ability to form sclerotia, made it possible to determine the isolates of the fungus into cultural groups: sclerocial, mycelial, sporulating.

Key words: phytopathogen; botrytiosis; gray mold; isolat; morphological and cultural features; growth rate; spore-forming activity; morphotype.

Botrytis cinerea Pers. является возбудителем серой гнили (ботритиоза) дикорастущих и культурных растений. Болезнь распространена повсеместно и наносит большой вред сельскому хозяйству. Степень распространения и паразитическая активность возбудителя серой гнили варьирует по годам. При создании благоприятных условий споры патогена достаточно быстро прорастают, что приводит к поражению значительного количества растений. Гриб способен поражать около 200 видов растений из различных семейств, чаще всего это представители семейств Asteraceae, Solanaceae, Fabaceae [1], особенно часто встречается на отдельных видах (морковь, капуста, томат, горох и др). По способу питания ботритис относится к полифагам, по отношению к растению-хозяину – эндофитный паразит, мицелий гриба распространяется внутри тканей растений и питается содержимым клеток всей поверхностью [2]. Изучение биологии и экологии гриба является важной частью для того, чтобы предотвратить массовое заражение растений. На начальных стадиях лечение от болезни может быть успешным, но нужно учитывать специфику патогена для дальнейшего снижения распространения возбудителя.

Нами были изучены культурально-морфологические особенности 9 изолятов *B. cinerea*, выделенные из листьев петрушки кудрявой *Petroselinum crispum* (Mill) A. W. Hill (сем. Umbelliferae), соцветий герани зональной *Pelargonium zonale* L.

Таблица – Морфо-культуральная характеристика изолятов *B.cinerea* на картофельно-сахарозном агаре (Morpho-cultural characteristics of *B. cinerea* isolates on potato-sucrose agar)

Изолят	Происхождение изолята (питающее растение)	Характер мицелия	Окраска субстрата	Скорость роста, мм/час	Наличие склероциев	Морфотип, культуральная группа
Вс1	<i>Petroselinum crispum</i>	Пленчатый, воздушный мицелий развит слабо	Пепельно-серая	0,69±0,04	+	склероциальный
Вс2	<i>Rubus idaeus</i>	Пленчатый, воздушный мицелий развит слабо	Беловато-серая	0,38±0,01	+	склероциальный
Вс3	<i>Geranium sylvaticum</i>	Пушистый, обильно развит воздушный мицелий	Темно-серая	0,69±0,03	—	спорулирующий
Вс4	<i>Vitis vinifera</i>	Пленчатый, воздушный мицелий развит слабо	Беловато-серая	0,26±0,02	+	склероциальный
Вс5	<i>Daucus sativus</i>	Пленчатый, умеренно развит воздушный мицелий	Зеленовато-серая	0,53±0,05	++	склероциальный
Вс6	<i>Brassica oleracea</i>	Пушистый, обильно развит воздушный мицелий	Пепельно-серая	0,47±0,03	+	спорулирующий
Вс7	<i>Solanum lycopersicum</i>	Пушистый, обильно развит воздушный мицелий	Пепельно-серая	0,69±0,07	+	спорулирующий
Вс8	<i>Solanum melongena</i>	Пушистый, обильно развит воздушный мицелий	Темно-серая	0,83±0,05	+/-	спорулирующий
Вс9	<i>Capsicum annuum</i>	Войлочный, обильно развит воздушный мицелий	Серовато-коричневая	0,50±0,01	+/-	мицелиальный

+/- — малочисленно; ++ — обильно

(Geraniaceae), плодов (ягод) винограда культурного *Vitis vinifera* L. (Vitaceae), ягод малины обыкновенной *Rubus idaeus* L. (Rosaceae), корнеплода моркови посевной *Daucus sativus* (Hoffm) Roehl (Umbelliferae), листьев капусты белокачанной *Brassica oleracea* L. (Brassicaceae), плодов томата съедобного *Lycopersicon esculentum* L., плодов перца овощного *Capsicum annuum* Group, плодоножки баклажана *Solanum melongena* L. (Solanaceae). Выделение изолятов в чистую культуру проводили по общепринятым в микологии методикам. Гриб легко выделяется в чистую культуру, не требователен к составу питательной среды и обладает высокой скоростью роста на различных агаризованных средах. На поверхности питательной среды мицелий распространяется равномерно во все стороны, образуя колонии правильного круга. В рамках изучения культуральных особенностей изолятов серой гнили были рассмотрены динамика радиального роста колоний и спорообразовательная активность на картофельно-сахарозной среде.

Мы наблюдали значительную вариабельность морфолого-культуральных признаков возбудителя ботритиоза (табл.), что свидетельствует о полиморфизме популяции по культуральным признакам. Все изоляты гриба *B. cinerea* начинают расти одновременно, наиболее активный рост наблюдается на 2-4 сутки, на 5-6 сутки происходит снижение интенсивности роста. Скорость роста исследованных изолятов колебалась от 0,26 («виноградный» изолят) до 0,83 мм/ч («баклажанный» изолят). К медленно растущим колониям также отнесли «малиновый» изолят (0,38 мм/час). К быстрорастущим следует отнести изоляты серой гнили, выделенные из баклажана, петрушки, пеларгонии, томата, где скорость роста составила 0,69 – 0,83 мм/час. Остальные изоляты охарактеризованы как колонии со средним значением скорости роста, где прирост мицелия составил 0,47 – 0,53 мм/час.

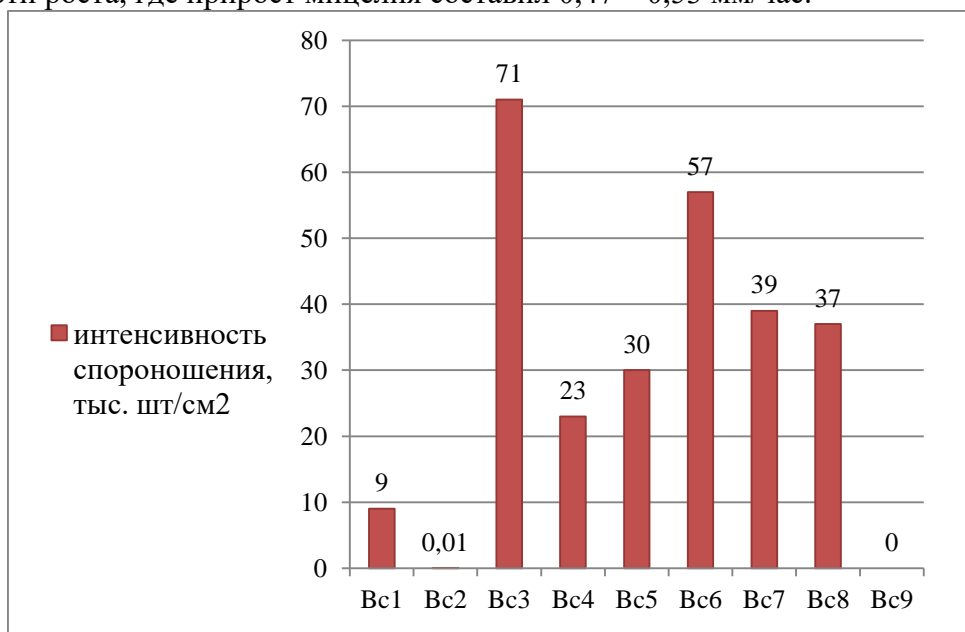


Рисунок – Интенсивность спороношения изолятов *B. cinerea* (Sporulation intensity of *B. cinerea* isolates)

Изучение формирования спороношения показало, что этот признак также варьировал в популяции гриба *B. cinerea* (рис.). На 14 сутки спороношение отсутствовало у «перечного» изолята. У остальных изолятов спорообразующая

активность колебалась от $0,01 \times 10^4$ до 71×10^4 спор/см². По интенсивности спорообразования выделены также три группы изолятов гриба *B. cinerea*: с высокой интенсивностью споруляции (интенсивность спороношения 57×10^4 – 71×10^4 спор/см²), с низкой интенсивностью ($0,01 \times 10^4$ – $9,0 \times 10^4$ спор/см²) и изоляты с промежуточными значениями интенсивности спороношения (23×10^4 – 39×10^4 спор/см²).

Таким образом, результаты исследований показали, что популяция гриба *B. cinerea* неоднородна по культуральным признакам: скорости роста и интенсивности спороношения. Учитывая способность изолятов формировать склероции или обильное спороношение, позволяет определить изоляты в разные культуральные группы (морфотипы) [3] – мицелиальные (Вс9), спорулирующие (Вс3, Вс6, Вс7, Вс8), склероциальные (Вс1, Вс2, Вс4, Вс5).

Следует отметить, что скорость радиального роста не коррелировала с морфологическими особенностями колоний гриба, так как различалась в пределах культуральных групп. Мицелиальный изолят Вс9 (из плода перца) характеризовался сильно развитым, пышным воздушным мицелием с отсутствующим спороношением и со средним значением скорости роста. Склероциальные изоляты характеризовались наличием многочисленных склероций и почти полным отсутствием воздушного мицелия, в отдельных местах отмечены конидиеносцы с конидиями. Скорость роста склероциальных изолятов составила 0,26 – 0,63 мм/час, которые были в группе как медленнорастущих изолятов, так и со средним показателем скорости роста. Низкая спороносящая активность отмечена у изолятов Вс1 и Вс2, остальные изоляты из этой группы характеризовались средним показателем интенсивности спороношения. Спорулирующие изоляты характеризовались пушистым быстрорастущим или со средним показателем скорости роста мицелием. Показатель спорообразования был соответственно выше в спорулирующей группе изолятов, но также варьировал в пределах морфотипа (37×10^4 – 71×10^4 спор/см²). Способность быстро размножаться или быстро колонизировать субстрат изолятами *B. cinerea* следует учитывать при разработке путей снижения вредоносности патогена.

Библиографические ссылки

1. Лихачев А. Н. Грибы рода *Botrytis* Micheli (Fungi, Deuteromycota). Биология, экология, микроэволюция. Автореф. дис. докт. биол. наук. М., 2000. 38 с.
2. Botrytis: Biology, Pathology and Control. Edited by Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzunski, N. Delen // Springer. The Netherlands, 2007. 403 p.
3. Khrantsov A. K., Shukanov A. S., Polyksenova V. D. Morphotypes of *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. in the conditions of Belarus // Plant Protect. Sci. 2002, Vol. 38 (Special Issue 2). P. 391–394.

О ПОСЛЕДСТВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНОГО РЕАГЕНТА ХЛОРИДА НАТРИЯ НА СОСТОЯНИЕ НАСАЖДЕНИЙ ВДОЛЬ УЛИЦ И ДОРОГ В Г.МИНСКЕ

А. В. Судник¹, А. П. Яковлев²

¹Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси

Минск, Беларусь. E-mail: asudnik@tut.by

²Центральный ботанический сад НАН Беларуси

Минск, Беларусь. E-mail: a.yakovlev@cbg.org.by

Результаты проведенных исследований указывают, что основная причина ухудшения состояния насаждений вдоль улиц и дорог в г.Минске обусловлена техногенным загрязнением используемыми в зимний период компонентами противогололедных реагентов на основе хлорида натрия в сочетании с комплексом других негативных факторов. Описаны последствия воздействия загрязнения придорожных территорий ионами натрия и хлора на экологическое состояние почвы и растений в городских условиях.

Ключевые слова: Минск; улицы и дороги; придорожная территория; противогололедные реагенты (ПГР); хлорид натрия (NaCl); загрязнение; состояние.

ABOUT CONSEQUENCES OF APPLICATION AS AN ANTIGLAZE REAGENT OF SODIUM CHLORIDE ON STATE OF PLANTINGS ALONG STREETS AND ROADS IN MINSK

A. V. Sudnik, A. P. Yakovlev

¹V.F.Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Science of Belarus,

Minsk, Belarus. E-mail: asudnik@tut.by

²Central Botanical Garden,

Minsk, Republic of Belarus. E-mail: a.yakovlev@cbg.org.by

The study results indicate that the main reason for deterioration of state of roadside plantings along streets and roads in Minsk is due to technogenic pollution by used in winter period components of antiglaze reagents containing sodium chloride as well as a combination of other negative factors. The consequences of pollution on roadside territories by sodium and chlorine ions on the ecological state of soil and plants in urban conditions were described.

Key words: road; roadside territory; antiglaze reagents (AGR); sodium chloride (NaCl); pollution; state

В Республике Беларусь в качестве противогололедного реагента (далее – ПГР) используется соль техническая галит, на 96-98% состоящая из хлорида натрия (NaCl), в чистом виде или в смеси с песком (преимущественно в соотношении 1:1). В результате снегоуборочных работ, с дорожными стоками и при воздушно-капельном переносе солей происходит их поступление в окружающую среду. В результате проведенных в Институте экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича Национальной академии наук Беларуси исследований установлена достоверная значимая корреляционная зависимость состояния древостоев, произрастающих на опушках вдоль автомобильных дорог, от расхода соли в зимний период. Коэффициент корреляции составляет -0,52-0,60 [1]. Чем больше вносится соли в качестве ПГР, тем хуже состояние.

Использование хлорида натрия в качестве ПГР, в особенности с

превышением предельных норм и в сочетании с другими негативными факторами, как связанными, так и не связанными с эксплуатацией дорог, неизбежно ведет к ослаблению и деградации придорожных экосистем [2]. Солевые компоненты ПГР (ионы натрия и хлора) в больших концентрациях токсичны для всех компонентов биогеоценозов [3]. Внедрение их в биоцикл придорожных насаждений происходит при попадании в виде аэрозолей при движении транспорта и непосредственно при уборке снега. Весной часть солей, аккумулированных в снеге, удаляется с талым стоком; оставшаяся часть идет на засоление почв. В теплый период года, по мере промывания атмосферными осадками, уровень засоления снижается, достигая минимума к началу осени.

Загрязнение растительности вблизи дорог происходит преимущественно аэральным путем [4]. Растительный покров, в первую очередь поверхность листьев и хвои, является начальным акцептором аэрального потока элементов. Воздушные потоки при обтекании растений и их органов разделяются, а содержащиеся в них твердые частицы, в силу инерции продолжая прямолинейное движение, ударяются о поверхность растений. Происходит импакция (влипание) частиц в растение. В результате импакции происходит очистка воздуха от аэрозольной нагрузки. Таким образом, хвоя и листья служат фильтром аэрозольных частиц. На поверхность деревьев соль попадает в результате разбрызгивания автомобилями талых вод и мокрого снега, насыщенных растворами и кристаллами солей. Турбулентные потоки воздуха, создаваемые движущимся транспортом, способствуют распространению водно-солевых аэрозолей вверх, и их оседанию на хвое и побегах деревьев. Большая часть их смывается и попадает в почву, вызывая засоление [5].

Хлориды в больших концентрациях токсичны для большинства видов растений. Осевшая на хвое и побегах соль вызывает их обезвоживание, а при проникновении в ткани – повреждение. Мелкодисперсные солевые частицы из противогололедных реагентов, оседая на хвое и побегах хвойных растений при прямом воздействии солнечных лучей вызывают солевой ожог. Под воздействием осевших солевых частиц происходит изменение анатомической, морфологической структуры, уменьшение количества хлорофилла, изменение физиолого-биохимических показателей, признаками которых являются некроз хвои и листьев, отставание в росте и развитии, преждевременное опадение хвои/листвы. Отличительной особенностью отрицательного воздействия ПГР на состояние лиственных деревьев и кустарников, произрастающих вдоль автодорог, состоит в повреждении вегетативных почек, а не листьев. Это приводит к образованию «розеточности» вегетативных побегов [3,5]. Воздействие хлоридов проявляется в биохимических нарушениях процессов ассимиляции и метаболизма в клетках растений, отмирании ткани и блокировке проводящих путей, что ведет к ослаблению и гибели всего растения.

Применение хлорида натрия в качестве ПГР ведет к загрязнению почв, влияющим на свойства эдафотопы путем изменения кислотных и ионообменных свойств органогенных горизонтов почв, изменения характера естественных миграционных потоков элементов в системе «почва-растение», что снижает возможность усвоения влаги растениями. Следствием применения хлорида натрия в качестве ПГР является снижение кислотности и повышение щелочности почвенной среды (за счет накопления ионов Na), увеличение содержания хлоридов до токсичных для растений концентраций, емкости катионного обмена, осмотического давления почвенного раствора. Действие засоления на

растительные организмы связано с двумя причинами: ухудшением водного баланса и токсическим влиянием высоких концентраций солей.

Отрицательное действие солей на растения имеет комплексный характер и включает, по меньшей мере, две составляющие: осмотическую и токсическую. Осмотическое действие проявляется в пониженном поглощении воды и неблагоприятном изменении водно-солевого обмена в клетках и тканях. Засоление приводит к созданию в почве низкого (резко отрицательного) водного потенциала, поэтому поступление воды в растение сильно затруднено. С другой стороны, дефицит воды в тканях, являющийся результатом осмотического действия солей, может усугубляться их токсичностью, когда ионы в избытке накапливаются в цитоплазме клеток. Визуальное проявление токсичности можно наблюдать по образованиям на хвое и стеблях некрозов. Как правило, такой эффект хорошо выражен при внезапном увеличении концентрации солей в почве. Повышения концентрации солей в почвенном растворе ведет к изменению осмотического давления и затрудняет поступление в растения воды и питательных веществ даже при наличии доступной влаги [6]. В целом, при высоком содержании солей в почве происходит подщелачивание среды, в результате чего изменяется система питания растения, поступление питательных веществ в корни растений становится затруднительным (так как вещества становятся менее подвижными, а при увеличении уровня минерализации почвенного раствора уменьшается осмотическое давление). Кроме того, высокое содержание натрия вызывает структурные проблемы в почве. По мере увеличения содержания натрия в почве увеличивается риск диспергирования почвенных агрегатов, что препятствует движению воды и дренированию во всех видах почв, кроме самых песчаных. Таким образом, чрезмерное использование соляной смеси для борьбы с наледями негативно сказывается на состоянии зеленых насаждений в период вегетации.

Изменение концентрации в почве отдельных ионов способствует их поступлению по стволам и накоплению в листьях. Под влиянием натриевых солей происходят нарушения ультраструктуры клеток, в частности изменения в структуре хлоропластов. Вредное влияние высокой концентрации солей связано с повреждением мембранных структур, вследствие чего возрастает ее проницаемость, теряется способность к избирательному накоплению веществ. В этом случае соли поступают в клетки пассивно вместе с транспирационным током воды. Надо также учесть, что большая концентрация натрия препятствует накоплению других катионов, в том числе и таких необходимых для жизни растения, как калий и кальций. Другой стороной вредного воздействия солей является нарушение процессов обмена. Работами Б.П. Строганова [7] показано, что под влиянием солей в растениях нарушается азотный обмен, накапливается аммиак и другие ядовитые продукты.

Повышенные концентрации хлора являются токсичными для растений. «Порог токсичности», то есть предельное содержание хлора в почве составляет 100 мг/кг почвы, выше его начинается угнетение роста и развития растений [8]. Отрицательное воздействие проявляется в замедлении роста побегов, преждевременном опадении листьев и хвои, усыхании и гибели деревьев и кустарников, изменении видового состава фитоценоза. Увеличение содержания хлора в подстилке и почве оказывает отрицательное действие на активность почвенной микрофлоры и вызывает ее частичную гибель, с чем связано уменьшение ферментативной активности подстилки и почвы.

При посадке древесно-кустарниковых пород вдоль дорог следует отдавать

предпочтение тем породам, которые соответствуют условиям климата и почвенной среды конкретного местоположения и устойчивы к техногенным выбросам и засолению почв. По результатам ранее проведенных исследований и мониторинговым наблюдениям наиболее поврежденными среди оцениваемых пород оказались ольха черная, липа и береза; менее других повреждены вяз, дуб, клен. Низкое жизненное состояние ольхи черной объясняется ее приуроченностью к пониженным участкам, где дорога проходит, как правило, в насыпи, а также накоплением рассолов, стекающих в понижения. Липа и береза обладают низкой устойчивостью к воздействию компонентов противогололедных реагентов, по-видимому, из-за малой толщины коры 1–2 летних побегов и чешуек на почках, не способных противодействовать проникновению хлоридов. Более других пород оказываются поврежденными деревья ели, мелкие деревья и подрост сосны, многие хвойные растения, не сбрасывающие на зиму хвою (вплоть до полной гибели) [2,5].

В Институте экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси разработана шкала солеустойчивости растений, т.е. способность растений переносить аэральное загрязнение солевыми растворами [5]; в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси разработана шкала солевыносливости растений, т.е. способность растений переносить загрязнение почвы легкорастворимыми солями [9].

Таким образом, все эти факторы, особенно в комплексе негативно сказываются на состоянии растений вдоль улиц и дорог в городских условиях, что приводит к ряду негативных последствий. Состояние насаждений вдоль улиц и дорог убеждает в необходимости принятия мер по поддержанию их устойчивости и функциональной эффективности. Разработанные рекомендации и комплекс мероприятий предназначены для проектировщиков, специалистов дорожной отрасли и зеленого строительства и могут быть учтены при корректировке действующих нормативных дорожно-методических документов по озеленению и благоустройству территорий вдоль улиц и дорог [10-12]. Общие принципы реализации предложенных рекомендаций можно свести к следующему:

- Одним из рациональных путей решения проблемы засоления прилегающих к автодорогам зеленых насаждений является подбор ассортимента представителей дикорастущих и культивируемых видов деревьев и кустарников флоры Беларуси, используемых при озеленении дорог и населенных пунктов, способных выдерживать усиливающуюся негативную антропогенную нагрузку, в том числе соляное загрязнение.

- Применение исключительно весенней посадки деревьев и кустарников, по возможности с закрытой корневой системой. При подготовке посадочного места его дно следует разрыхлить на глубину 10–15 см, а затем уложить слой крупнозернистого песка или щебня толщиной 15–25 см для обеспечения дренажа почвогрунта, прерывания капиллярного подъема минерализованных растворов к корням растений и поверхности почвы, изоляции корней от контакта с неблагоприятными грунтами и водами;

- Для повышения устойчивости растений к накоплению солей в почве проводится гипсование почв или замена почвогрунта. Гипсование почв позволяет удалить из почвы избыток обменного натрия, отрицательно влияющего в первую очередь на физические свойства почвы. В результате гипсования натрий, растворенный в почве, замещается кальцием. В итоге улучшаются физические, физико-химические и биологические свойства почвы, что благоприятно сказывается на ее плодородии.

- Обязательным условием является соблюдение требований к размещению высаживаемых растений (расстояние до проезжей части, размер лунок и пр.)
- Обязательна система уходов за уже посаженными растениями, включая обильный обмыв кроны сразу после схода снега для ускорения промывания корнеобитаемого слоя почвы и самих деревьев от солей, полив, подкормку, гипсование почв, санитарную обрезку, профилактику заболеваний и пр. Рекомендуется защищать стволы и кроны в зимнее время от попадания солей.
- Проведение исследовательских работ для решения проблемы усыхания насаждений, особенно на наиболее экологически напряженных участках

Библиографические ссылки

1. Судник А. В., Рыбинский А. Г. Критерии и шкала потенциального воздействия строительства и содержания автомобильных дорог на придорожные насаждения // Автомобильные дороги и мосты. 2020. №1 (25). С. 6–15.
2. Судник А. В., Новицкий Р. В. Воздействие автомобильных дорог на природно-растительные комплексы и животный мир Беларуси: состояние, реальные и потенциальные угрозы, мониторинг // Материалы научно-технической конференции, посвященной 50-летию РУП «БелдорНИИ». Минск, 25-26 окт. 2012. С. 223–228.
3. Яковлев А. П., Судник А. В. Влияние солевых реагентов на экологическое состояние почвы и растений в городской среде // Состояние и перспективы развития зеленого строительства в Республике Беларусь: тез. Респ. науч.-практ. семинара (г. Минск, 26–27 апреля 2018 г.) / НАН Беларуси; ЦБС НАН Беларуси: редкол.: В. В. Титок [и др.]. Мн. : Медисонт, 2018. С. 212–215.
4. Лазерный атомно-эмиссионный анализ аэрального загрязнения зеленых насаждений противогололедными реагентами / М.В. Бельков [и др.] // Прикладная спектроскопия. 2010. Т.77, № 2 С. 292–298.
5. Судник А. В., Вознячук И.П. Последствия воздействия загрязнения придорожных территорий компонентами солевых реагентов на экологическое состояние почвы и растений в лесных биогеоценозах // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. Т. 24. № 6. С. 83–95.
6. Физиология растений: Учебник для студ. вузов / Н.Д. Алехина, Ю.В. Балнокин, В.Ф. Гавриленко и др.; под ред. И. П. Ермакова. М., 2005. 640 с.
7. Строгонов Б.П. Физиологические основы солеустойчивости растений (при разнокачественном засолении почв). М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1962. 366 с.
8. Аккумуляция ионов хлора почвами и ассимиляционными органами деревьев в городских насаждениях Минска / Е.А. Сидорович [и др.] // Проблемы озеленения городов: альманах. Вып. 10. М., 2004. С.203–207
9. Устойчивость древесно-кустарниковых растений к негативному влиянию противогололедных материалов / А.П. Яковлев [и др.] // Антропогенная трансформация ландшафтов: мат-лы IV Республиканской научно-методической конференции. Минск, 29–30 сентября 2008 г. Мн.: Изд-во БГПУ, 2008. С. 98–102.
10. Создание антропогенно устойчивых насаждений вдоль улиц и дорог в населенных пунктах. Методические рекомендации / А. П. Яковлев [и др.]; Центральный ботанический сад НАН Беларуси; Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича. Мн.: БГАТУ, 2013. 40 с.
11. Судник А. В. Разработка комплекса мер по минимизации воздействия строительства и содержания автодорог на растительность придорожных территорий // Сборник научных трудов «Природные ресурсы и окружающая среда». Мн, 2016. С. 113–117.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ ЛИСТОВЫХ ЭКСПЛАНТОВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ *TAXUS SPP.* ПРИ ВВЕДЕНИИ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO*

С. Н. Филиппова, А. О. Логвина

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь, svetlan_rom@mail.ru

Исследованы различные режимы стерилизации эксплантов листового происхождения растений *Taxus baccata Semperaurea* L., *Taxus cuspidata* Sieb. et Zucc. и *Taxus Wallichiana* Zucc. с целью дальнейшего получения калусных культур. Выявлено, что среди протестированных режимов стерилизации, максимальная эффективность (до 93 %) наблюдалась при этапной процедуре асептики в этаноле (70 %, 5 мин), дезинфицирующем средстве «Domestos» (10 %, 5 мин) и сочетанном воздействии бензилпенициллина (1 %) и флуконазола (0,2 %) в течении суток.

Ключевые слова: биотехнология; культура *in vitro*; стерилизация эксплантов; бактериальная инфекция; микотическая инфекция; *Taxus spp.*

OPTIMIZATION OF EXPLANTS SURFACE STERILIZATION OF YEW SPECIES (*TAXUS SPP.*) FOR ESTABLISHMENT OF *IN VITRO* CULTURE

S. N. Filipava, H. O. Lohvina

Belarusian State University
Minsk, Republic of Belarus, E-mail: svetlan_rom@mail.ru

Different sterilization regimes for leaf explants from *Taxus baccata Semperaurea* L., *Taxus cuspidata* Sieb. et Zucc. and *Taxus Wallichiana* Zucc. were investigated with the aim of establishment of callus culture. It was revealed that among the tested sterilization regimes, the maximum efficiency (up to 93%) was observed with a staged asepsis procedure in ethanol (70%, 5 min), a Domestos disinfectant (10%, 5 min) and the combined effect of benzylpenicillin (1%) and fluconazole (0.2%) during the day.

Key words: biotechnology; *in vitro* culture; sterilization of explants; bacterial infection; mycotic infection; *Taxus spp.*

Известно, что в настоящее время возможности получения некоторых высоко ценных лекарственных субстанций в достаточном количестве зачастую ограничены. Это связано с низким их содержанием в тканях интактных растений и сокращением ресурсов ценных дикорастущих видов растений. К таким биологическим объектам относятся растения рода *Taxus spp.* Так, для удовлетворения потребностей фармацевтических производств при получении из тиса целевой лекарственной субстанции требуется значительный объем исходного сырья. Как отмечается некоторыми авторами [1], для получения одного килограмма таксола необходимо около 10000 кг коры от более чем 3000 деревьев тиса, а одному пациенту на курс химиотерапии требуется примерно 2,5–3 г паклитаксела [2], т.е. необходимо уничтожить около восьми 60-летних деревьев тиса. При этом нужно отметить, что Беларусь не обладает достаточными запасами растительного сырья для производства противоопухолевых лекарств. В частности, тис в естественных условиях произрастания в Беларуси не распространен.

Использование биотехнологических подходов позволяет перевести на кардинально новый уровень получение продукции растительного происхождения. Культуры клеток и тканей растений широко используются в качестве источников

получения лекарственных субстанций. Однако при введении в каллусную культуру клеток растительных объектов остро стоит проблема стерильности и заражения эксплантов бактериальной и микотической инфекцией.

Исследования клеточных культур *in vitro* различных видов растений рода *Taxus* spp., проводимые в разных лабораториях мира, показали, что этот объект является одним из наиболее сложных для введения в культуру. Во-первых, это связано с тем, что в нативных растениях зачастую содержится высокое количество внутренней инфекции. Поэтому экспланты таких биологических объектов тяжело поддаются поверхностной стерилизации. Во-вторых, в растения тиса накапливается значительное количество фенольных соединений и при посадке эксплантов данных растений на агаризованную питательную среду наблюдается их сверх экскреция. В результате, клетки иницирующей каллусной ткани тиса, в большинстве случаев, темнеют и гибнут от токсичного воздействия экскретируемых самим же эксплантом фенольных соединений и от инфекции. Таким образом, исследования, направленные на изучение эффективных методов борьбы с инфицированием эксплантов тиса и получение жизнеспособных эксплантов при введении в культуру *in vitro* являются крайне актуальными.

С целью получения стерильных эксплантов растений *Taxus baccata Semperurea* L., *Taxus cuspidata* Sieb. et Zucc. и *Taxus Wallichiana* Zucc. исследовали влияние различных типов стерилизующих агентов на эффективность обеззараживания листьев вышеуказанных растений. Использовалась этапная стерилизация исходного растительного материала. Так, применяли спиртовой раствор, хлорсодержащие препараты, антибиотики и антимикотики.

Для получения стерильных эксплантов использовали листья (хвою) интактных растений. Растительный материал был любезно предоставлен академиком В.Н. Решетниковым (Центральный ботанический сад НАН Беларуси).

На первом этапе осуществляли подбор наиболее эффективного (с точки зрения качественной стерилизации и отсутствия некротизирующего влияния на экспланты) времени воздействия спиртового раствора и хлорсодержащего препарата. Для оптимизации условий стерилизации листьев использовали несколько режимов.

Вначале листья промывали с мыльным раствором в водопроводной воде в течение 5 мин. Все дальнейшие манипуляции осуществлялись в асептических условиях в ламинар-боксе. Затем листья стерилизовали в 70 % этаноле. Время инкубации варьировали от 3 до 10 мин. Далее листья переносили в 10 % раствор «Domestos» – дезинфицирующее средство, содержащее активный хлор (гипохлорит натрия) и инкубировали в течение 3-10 мин. На заключительном этапе листья четырежды промывали автоклавированной дистиллированной водой. На стерильных листьях делали небольшие надрезы (около 2-3 мм) с помощью ножниц для увеличения раневой поверхности. Экспланты переносили на агаризованную питательную среду МС не содержащую фитогормоны.

Эффективность различных режимов стерилизации эксплантов разных видов растений *Taxus* spp. при использовании спиртового раствора и хлорсодержащего препарата представлена в таблице 1.

В эксперименте определяли три показателя: количество асептических живых, некротических и инфицированных эксплантов. При этом наблюдались только некротические экспланты, только инфицированные и некротические и инфицированные одновременно.

В результате проведенных экспериментов было установлено, что среди исследуемых эксплантов наиболее эффективной стерилизации поддавались листья растений *Taxus cuspidata*. Количество асептических живых эксплантов в данном случае варьировало от 44 ± 4 до 65 ± 4 %.

Среди изучаемых режимов стерилизации листьев растений различных видов *Taxus* spp. наиболее оптимальным являлся режим № 4, где время последовательной инкубации эксплантов в 70 % этаноле и 10 % растворе «Domestos» составляло по 5 мин. При этом, максимальное количество асептических живых эксплантов было выявлено для листьев *Taxus cuspidate* (65 ± 4 %). А для эксплантов растений *Taxus Wallichiana* и *Taxus baccata Semperaurea* максимальное количество неинфицированных жизнеспособных эксплантов при указанном способе стерилизации составляло 56 ± 5 % и 50 ± 3 %, соответственно. Также нужно отметить, что, как видно из таблицы 1, повышение времени инкубации листьев в растворах этанола и «Domestos» до 10 мин приводило к существенному увеличению количества некротических эксплантов и уменьшению количества живых эксплантов всех исследуемых видов растений рода *Taxus* spp.

Таблица 1 – Эффективность различных режимов стерилизации листьев растений *Taxus* spp. при использовании спиртового раствора и хлорсодержащего препарата
Table 1 - The effectiveness of various modes of sterilization of leaves of plants *Taxus* spp. when using an alcohol solution and a chlorine-containing preparation

№ режима	Условия стерилизации		Количество эксплантов, %								
	Стерилизующий агент	Время воздействия, мин	асептических живых			некротических			инфицированных		
			<i>T. baccata Semperaurea</i>	<i>T. cuspidata</i>	<i>T. Wallichiana</i>	<i>T. baccata Semperaurea</i>	<i>T. cuspidata</i>	<i>T. Wallichiana</i>	<i>T. baccata Semperaurea</i>	<i>T. cuspidata</i>	<i>T. Wallichiana</i>
1	этанол	3	33 ± 4	44 ± 4	39 ± 3	7 ± 2	5 ± 1	5 ± 1	64 ± 5	52 ± 3	58 ± 4
	«Domestos»	3	4	4	3						
2	этанол	3	35 ± 2	50 ± 3	38 ± 4	15 ± 1	8 ± 2	12 ± 2	61 ± 4	48 ± 6	53 ± 3
	«Domestos»	5	2	3	4	1					
3	этанол	5	39 ± 4	47 ± 3	44 ± 2	12 ± 1	6 ± 2	11 ± 1	55 ± 5	40 ± 6	52 ± 5
	«Domestos»	3	4	3	2	1					
4	этанол	5	50 ± 3	65 ± 4	56 ± 5	19 ± 2	23 ± 4	26 ± 3	43 ± 5	32 ± 4	41 ± 5
	«Domestos»	5	3	4	5	2					
5	этанол	10	46 ± 4	57 ± 3	51 ± 3	40 ± 5	41 ± 6	46 ± 5	27 ± 3	23 ± 4	30 ± 4
	«Domestos»	10	4	3	3	5					

На втором этапе исследований проводили анализ влияния антибактериального и антимикотического препаратов на эффективность стерилизации листьев растений *Taxus baccata Semperaurea*, *Taxus Wallichiana* и *Taxus cuspidate*. В качестве антибактериального препарата использовали бензилпенициллин (бензилпенициллина натриевая соль) в концентрациях от 0,01 до 1 %. Данное вещество является антибиотиком группы биосинтетических

пенициллинов и оказывает бактерицидное действие за счет ингибирования синтеза клеточной стенки микроорганизмов [3]. Он активен в отношении различных штаммов грамположительных и грамотрицательных бактерий.

Также нами были проведены исследования по выявлению действия препарата антимикотической группы – флуконазола в концентрации 0,2 % индивидуально и совместно с вышеуказанным антибиотиком (в концентрации 1 %) на эффективность стерилизации листовых и стеблевых эксплантов растений рода *Taxus spp.* Флуконазол представляет собой противогрибковый препарат класса триазолов и является мощным и селективным ингибитором грибковых ферментов, необходимых для синтеза эргостерола [3]. Ингибирование синтеза эргостерола ведет к нарушению проницаемости клеточной стенки грибов. Флуконазол проявляет широкий спектр активности в отношении различных групп грибов, в том числе демонстрирует активность против – плесневых.

Эффективность различных режимов стерилизации эксплантов разных видов растений *Taxus spp.* при использовании антибактериальных и антимикотических средств представлена в таблице 2. Эксперимент проводили следующим образом. После осуществления первого этапа стерилизации, экспланты переносили в растворы антибактериальных и/или антимикотических препаратов, закрывали стаканы стерильной фольгой и оставляли инкубироваться на качалке роторного типа в течение суток. Потом экспланты промывали дважды дистиллированной стерильной водой и переносили на агаризованную среду без фитогормонов в чашки Петри. Как видно из таблицы 2, инкубация листьев в 0,01 % растворе антибиотика, преимущественно, не приводила к существенной разнице по сравнению с инкубацией в воде в течении суток. Увеличение концентрации раствора антибиотика до 1 % значительно повышало эффективность процедуры стерилизации. Так, например, при инкубации эксплантов в 1 % растворе бензилпенициллина, количество асептических живых эксплантов составляло $77 \pm 4 \%$ – $89 \pm 5 \%$, что является достаточно высоким показателем по сравнению с инкубацией листьев в воде.

Инкубация эксплантов тиса в 0,2 % растворе флуконазола повышала эффективность стерилизации только в случае листьев *T. baccata Semperaurea*. Количество асептических эксплантов составляла в данном случае $69 \pm 4 \%$, а при инкубации в воде – $55 \pm 4 \%$.

Максимальная эффективность стерилизации листовых эксплантов была установлена при сочетанном воздействии бензилпенициллина в концентрации 1% и флуконазола в концентрации 0,2 %, что видно из таблицы 2. Количество асептических живых эксплантов при этом варьировало в диапазоне от $86 \pm 5 \%$ у *T. baccata Semperaurea* до $93 \pm 5 \%$ у *Taxus cuspidate*. Стерильные листовые экспланты растений *Taxus baccata Semperaurea*, *Taxus cuspidata* и *Taxus Wallichiana* далее культивировались в условиях термостата при 25 °С в темноте на агаризованной питательной среде.

Таким образом, были разработаны режимы стерилизации эксплантов листового происхождения с целью дальнейшего получения каллусных культур. Было показано, что среди протестированных режимов стерилизации эксплантов трех видов *Taxus spp.*, максимальная эффективность наблюдалась при этапной процедуре асептики в этаноле (70 %, 5 мин), дезинфицирующем средстве «Domestos» (10 %, 5 мин) и сочетанном воздействии бензилпенициллина (1 %) и флуконазола (0,2 %) в течении суток. При этом количество асептических живых

эксплантов составляло для *T. baccata Semperaurea* – 86 ± 5 %, *T. cuspidata* – 92 ± 4 % и *T. Wallichiana* – 93 ± 5 %.

Таблица 2 – Эффективность различных режимов стерилизации листьев растений *Taxus* spp. при использовании антибактериальных и антимикотических средств
Table 2 - The effectiveness of various modes of sterilization of leaves of plants *Taxus* spp. when using antibacterial and antimycotic agents

№ режима	Стерилизующий агент	Количество эксплантов, %								
		асептических живых			некротических			инфицированных		
		<i>T. baccata Semperaurea</i>	<i>T. cuspidata</i>	<i>T. Wallichiana</i>	<i>T. baccata Semperaurea</i>	<i>T. cuspidata</i>	<i>T. Wallichiana</i>	<i>T. baccata Semperaurea</i>	<i>T. cuspidata</i>	<i>T. Wallichiana</i>
1	Вода	55 ± 4	68 ± 5	69 ± 4	7 ± 1	5 ± 1	22 ± 3	40 ± 4	29 ± 4	30 ± 3
2	Антибиотик, 0,01 %	58 ± 3	62 ± 3	64 ± 4	15 ± 3	14 ± 2	4 ± 1	36 ± 4	34 ± 3	33 ± 4
3	Антибиотик, 0,1 %	67 ± 3	69 ± 4	76 ± 5	14 ± 2	0	13 ± 3	31 ± 5	26 ± 2	21 ± 3
4	Антибиотик, 1 %	77 ± 4	86 ± 5	89 ± 5	5 ± 1	0	6 ± 1	20 ± 3	14 ± 2	10 ± 3
5	Антимикотик, 0,2 %	69 ± 4	75 ± 5	64 ± 4	21 ± 3	18 ± 4	12 ± 2	34 ± 3	23 ± 4	32 ± 2
6	Антибиотик, 1 % + Антимикотик, 0,2 %	86 ± 5	92 ± 4	93 ± 5	5 ± 2	0	0	13 ± 2	8 ± 1	7 ± 1

Библиографические ссылки

1. Рост и биосинтетические характеристики суспензионной культуры *taxus baccata* при выращивании в колбах и биореакторе / Л. В. Орлова [и др.] // Вестник ПГТУ. 2014. № 3 (23). С. 86–96.
2. Malik, S., Rosa M., Cusido B. Production of the anticancer drug taxol in *Taxus baccata* suspension cultures // Process Biochemistry. 2011. Vol. 46. P. 23–34.
3. Справочник Видаль. Лекарственные препараты в России : Справочник / Научно-этический комитет ; редкол.: Ю.Ф. Исаков [и др.]. М.: АстраФармСервис, 2001. 1536 с.

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ФАУНЕ И ЭКОЛОГИИ ШМЕЛЕЙ – КУКУШЕК (HYMENOPTERA: APIDAE)

Д.И. Хвир

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь, daryalauryenia@gmail.com

Аннотация – В результате исследования на основании сборов 2016-2020 гг. нами на территории Минской области было зарегистрировано 7 видов шмелей-кукушек. Проведенный анализ изменений состава и структуры фауны подрода *Psithyrus* Минской области продемонстрировал значительное обеднение данных представителей насекомых на исследуемой территории. На территории Беларуси доминантными были выделены следующие шмели-кукушки – *P. bohemicus*, *P. campestris*, *P. barbutellus*. Остальные виды встречались значительно реже или в единичных экземплярах.

Ключевые слова: *Psithyrus*; фауна Беларуси; Минская область

NEW DATA ON THE BIOLOGY AND ECOLOGY OF CUCKOO BUMBLEBEES (HYMENOPTERA: APIDAE)

D. I. Khvir

Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus. E-mail: daryalauryenia@gmail.com

As a result of the study on the basis of 2016-2020 we recorded 7 types of cuckoo bumblebees in the Minsk region. The analysis of changes in the composition and structure of the fauna of *Psithyrus* of the Minsk region showed a significant depletion of these insect. In Belarus, the following cuckoo bumblebees were identified as dominant - *P. bohemicus*, *P. campestris*, *P. barbutellus*. The remaining species were much less common or in single specimens.

Key words: *Psithyrus*; fauna of Belarus; Minsk region

Важная роль, которую играют шмели в сельскохозяйственных биоценозах, привлекает внимание многих исследователей. С практической точки зрения наибольшее значение приобретает изучение шмелей как опылителей ряда растений хозяйственной значимости. Между тем, численность шмелей в природе в настоящее время является недостаточной даже для опыления посевов сельскохозяйственных культур, не говоря уже о том, что шмели являются прекрасными опылителями множества других культурных растений [1]. В природе же происходит как раз обратный процесс, численность шмелей, без того низкая, продолжает катастрофически уменьшаться. Наблюдения, проведенные в Эстонии, показали, что из числа опылителей, посещающих посевы цветущего красного клевера, шмели составили 6,8% от общего числа опылителей [2]. Снижение численности видового разнообразия шмелей наблюдается и в других странах. Так, на Британских островах, за последние 10 лет отмечено сильное обеднение фауны шмелей как по количеству видов, так и по общей их численности [3].

Главная и основная причина этого явления – антропогенное воздействие [1]. В первую очередь сказывается чрезмерное и не всегда оправданное использование ядохимикатов. Неблагоприятно, влияет на шмелей весеннее выжигание трав, выпас скота в местах скопления шмелиных поселений, раннее или до полного цветения

скашивание дикорастущих медоносов, подрывающее основную кормовую базу шмелиных семей. На сокращение численности шмелей влияют и такие факторы как вырубка лесов, повсеместные распашки лесных полян, опушек и других мест преимущественного поселения большинства видов рода *Bombus*.

Фауна подрода *Psithyrus* Lep. в Беларуси изучена еще менее полно. Здесь следует упомянуть работу Арнольди 1902 года, в которой указывается 4 вида шмелей-кукушек для бывшей Могилевской губернии, а также статью Н.В. Добротворского [4], где приведено 5 видов для Минской области. За последующие более чем 50 лет фауна шмелей-кукушек в условиях Беларуси практически не изучалась (табл.1).

С 2016 по 2020 года нами изучалась фауна шмелей-кукушек в различных районах Минской области. С целью выяснения биотопической приуроченности отдельных видов нами были обследованы самые разнообразные биотопы: посеvy культурного красного клевера, луговое разнотравье, опушки, поляны, просеки, травостой различных типов леса [5].

Основным из применяемых нами методов для выяснения видового разнообразия, экологии и биотопической приуроченности шмелей и шмелей-кукушек был индивидуальный сбор насекомых при помощи марлевого сачка и морилки. При этом, как правило, учитывались растения на которых был произведен отлов, регистрировалась дата отлова, отмечались характер, биотопические и погодные условия.

Сам Добротворский [4] приводит пять видов шмелей-кукушек для Минской области.

1. *Psithyrus rupestris* Fabr.
2. *Psithyrus sylvestris* Lep.
3. *Psithyrus barbutellus* Kirby
4. *Psithyrus bohemicus* Seide
5. *Psithyrus campestris* Panz.

Таблица 1– Общее число видов шмелей-кукушек известных для Беларуси по литературным данным.

Table 1 – The total number of types of cuckoo bumblebees known for Belarus according to literary data.

Наименование вида	По областям		
	Минская	Могилевская	Брестская
1. <i>Psithyrus bohemicus</i> Seide	Д	А	П
2. <i>Psithyrus vestalis</i> Pour.	-	-	П
3. <i>Psithyrus rupestris</i> Fabr.	Д	-	-
4. <i>Psithyrus campestris</i> Panz.	Д	А	-
5. <i>Psithyrus barbutellus</i> Kirby	-	А	-
6. <i>Psithyrus quadricolor</i> Lep.	-	А	-
7. <i>Psithyrus vestalis</i> Pour.	Д	-	-
Всего видов	5	4	2

Сравнительный анализ фауны шмелей-кукушек и ее данные динамики за

последние сто лет показал, что фауна шмелей-кукушек не претерпела, в отличие от фауны шмелей, каких-либо значительных изменений. Исключение составил лишь *P. rupestris*, численность которого резко уменьшилась (табл. 2).

Большая стабильность шмелей-кукушек может быть обусловлена их паразитическим образом жизни, наличием у большинства из обнаруженных видов не одного, а нескольких видов гнездовых хозяев и, как следствие этого, значительное смягчение отрицательного воздействия антропогенных факторов на их фауну [3]. Лишь численность *P. rupestris*, паразитирующего только в гнездах *B. lapidarius*, существенно уменьшилась в связи с уменьшением общего числа количества вида-хозяина. Аналогичных данных в литературе не найдено.

Таблица 2 - Сравнительные данные по составу и числу шмелей-кукушек в Минской области за последние сто лет

Table 2 - Comparative data on the composition and number of cuckoo bumblebees in the Minsk region for the last hundred years

Вид	По Добротворскому		Наши данные 2015-2019гг	
	Экземпляров	%	Экземпляров	%
1. <i>P. bohemicus</i> Seide	35	11,3	27	21,3
2. <i>P. vestalis</i> Pour.	-	-	4	3,1
3. <i>P. rupestris</i> Fabr.	158	51,1	22	17,3
4. <i>P. campestris</i> Panz.	62	20,1	53	41,2
5. <i>P. barbutellus</i> Kirby	53	17,2	14	11,3
6. <i>P. quadricolor</i> Lep.	-	-	1	0,3
7. <i>P. sylvestris</i> Lep.	1	0,3	6	3,9
8. <i>P. norvegicus</i> Spa.	-	-	-	-
Всего	309	100	127	100

Удельный вес шмелей-кукушек в сборах в зависимости от сезона резко изменялся. Отсутствие их в ранневесенний период объясняется более поздним по сравнению со шмелями выходом перезимовавших самок из мест зимовок, что связано, в свою очередь, с паразитизмом данной группы в гнездах шмелей. Значительное увеличение относительной численности шмелей-кукушек в сборах в мае-июне около 25% от общей численности шмелей и шмелей-кукушек можно объяснить более высокой летной активностью их самок в этот период в связи с поиском гнезд шмелей, подходящих для паразитирования.

Минимальные сборы шмелей-кукушек приходятся на июль, что связано, на наш взгляд, с отсутствием у них рабочих форм, а также со скрытым образом жизни самок в этот период в гнездах шмелей.

Максимум численности подрода *Psithyrus* приходится на сентябрь. Следует отметить, что в этот период фауна данных насекомых была представлена в основном самцами. Отсутствие шмелей-кукушек в сборах в конце сентября – начале сентября объясняется отсутствием у них рабочих форм и более быстрым отмиранием самцов шмелей-кукушек по сравнению с таковым у шмелей.

Таким образом, проведенный анализ по изменению состава и структуры фауны шмелей-кукушек Минской области показал значительное обеднение

представителей подрода *Psithyrus* на исследуемой территории. Вместе с тем, изучение этой группы пчелиных, которая интересна сама по себе и еще далеко не полностью исследована, важна и с практической точки зрения. Именно шмели-кукушки прямо и непосредственно влияют на численность шмелей и ее колебания по годам.

Библиографические ссылки

1. Попов, В.В. Пчелиные, их связь с цветковой растительностью и вопрос об опылении люцерны / В.В. Попов // Энтومол. обозр. 1956. - Т. 35, № 3. -С. 582-598.
2. Banaszak, J. Megachilid Bees of Europe / J. Banaszak, L. Romasenko. – Bydgoszcz: Univ. Press, 2001 – 239 p.
3. Панфилов, Д.В. Общий обзор населения пчелиных Евразии / Д.В. Панфилов // Сборник трудов Зоологического музея МГУ. 1968. -Т. XI.-С. 18-35.
4. Дабратворскі, М. У. Чмялі – зязюлі (Hymenoptera, Psithyridae) / М. У. Дабратворскі. Менск.; Наш край, — 1928. – № 4. – 21–23 с.
5. Определитель насекомых европейской части СССР: в 5 т. / подред. Г.С. Медведева. – Л.: Наука, 1964–1986. – Т. 3: Перепончатокрылые / М.Н. Никольская [и др.]. – Л.: Наука, 1978. – Ч. 1. – 584 с.

К ВОПРОСУ О МУЧНИСТОРОСЯНЫХ И РЖАВЧИНЫХ ГРИБАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РАДОШКОВИЧСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

А.К. Храмцов, В.Р. Родевич

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь, alexkhrantsov@mail.ru

Приводятся сведения о 86 видах и внутривидовых таксонах мучнисторосяных и ржавчинных грибов, собранных в 2009-2021 гг. в северо-восточной части Радосшковичской возвышенности и хранящихся в гербарии Белорусского государственного университета (MSKU).

Ключевые слова: микобиота, мучнисторосяные и ржавчинные грибы, растения, Радосшковичская возвышенность, Беларусь

TO THE ISSUE OF POWDERY MILDEW AND RUST FUNGI NORTH-EASTERN PART OF RADOSHKOVICHI UPLAND

A.K. Khrantsov, V.R. Rodevich

Belarusian State University
Minsk, Belarus, alexkhrantsov@mail.ru

The article provides information regarding 86 species and intraspecific taxa of powdery mildew and rust fungi north-eastern part of Radoshkovichi Upland. The herbarium samples that serve as the grounds for this article were collected in 2009-2021 yy and are retained in Belarusian State University Herbarium (MSKU).

Key words: mycobiota, powdery mildew and rust fungi, plants, Radoshkovichi Upland, Belarus

Мучнисторосяные и ржавчинные грибы относятся к одним из наиболее вредоносных и широко распространенных патогенов растений как в Беларуси, так и во всем мире. Поэтому исследование их таксономического состава и трофической приуроченности на конкретных территориях всегда оправдано.

Исследование разнообразия мучнисторосяных и ржавчинных грибов на Радосшковичской возвышенности целенаправленно не проводилось. В литературе имеются сведения о вышеуказанных микромицетах, собранных на территории административных районов данного региона. Так, для Молодечненского района Минской области с учетом повсеместно распространенных в нашей республике в Гербарии НАН Беларуси отмечаются 2 вида мучнисторосяных и 11 видов ржавчинных грибов: *Erysiphe pisi* DC. на *Pisum* spp., *Medicago* spp.; *E. trifolii* Grev. на *Trifolium* spp., *Melilotus* spp., *Lupinus* spp.; *Uromyces ervi* (Wallr.) Westend. на *Vicia* spp.; *U. euphorbiae-corniculatae* Jordi на *Euphorbia* spp., *Lotus corniculatus*; *U. fallens* (Arthur) Barthol. на *Trifolium* spp.; *U. minor* J. Schrot. на *Trifolium montanum*; *U. onobrychidis* (Desm.) Lev. на *Euphorbia* spp., *Onobrychis arenaria*; *U. phaseoli* G. Winter на *Phaseolus* spp.; *U. pisi* (DC.) G.H. Oth на *Euphorbia cyparissiae*, *Lathyrus* spp., *Pisum sativum*; *U. renovatus* P. Syd. & Syd. на *Lupinus* spp.; *U. striatus* J. Schrot. на *Euphorbia* spp., *Medicago* spp., *Trifolium* spp.; *U. trifolii-repentis* (Castagne) Liro на *Trifolium* spp.; *U. viciae-fabae* (Pers.) J. Schrot. на *Faba vulgaris*, *Vicia* spp., *Lathyrus* spp. [1]. В монографии, посвященной мучнисторосяным грибам Беларуси, из вышеуказанного района приводится 7 видов микромицетов из порядка Erysiphales:

Phyllactinia fraxini (DC.) Fuss на *Fraxinus excelsior* L.; *Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V. P. Heluta на *Tragopogon pratensis* L.; *G. montagnei* U. Braun на *Cirsium rivulare* (Jacq.) All.; *Erysiphe aquilegiae* DC. var. *ranunculi* (Grev.) R. Y. Zheng et G. Q. Chen на *Ranunculus flammula* L.; *E. berberidis* DC. на *Mahonia aquifolium* Nutt.; *E. syringae* Schwein. на *Syringa vulgaris* L.; *E. necator* Schwein. var. *necator* на *Vitis vinifera* L. [2].

В данной публикации представлен перечень мучнисторосяных и ржавчинных грибов, идентифицированных в результате обработки материала, собранного в 2009-2021 гг. (коллектор Храмцов А.К.) и хранящегося в гербарии Белорусского государственного университета (MSKU). Сбор микромицетов проводился в гп. Радошковичи и на сопредельных территориях (Минская обл., Молодечненский р-н), расположенных в северо-восточной части Радошковичской возвышенности в пределах геоботанической подзоны дубово-темнохвойных лесов Ошмянско-Минского геоботанического округа Минско-Борисовского геоботанического района Беларуси. Идентификация растений и фитопатогенных микромицетов проведена с использованием соответствующих определителей и монографий [2-7].

Ниже приводятся 86 видов и внутривидовых таксонов опасных облигатных паразитов (52 – мучнисторосяных и 34 – ржавчинных грибов), которые выявлены на дикорастущих и культурных растениях в результате проведенных исследований.

Ascomycota, Erysiphomycetes, Erysiphales: *Erysiphe convolvuli* DC. var. *convolvuli* на *Convolvulus arvensis* L.; *E. cruciferarum* Opiz ex L. Junell на *Sisymbrium officinale* (L.) Scop.; *E. hyperici* (Wallr.) S. Blumer на *Hypericum perforatum* L.; *E. knautiae* Duby на *Knautia arvensis* (L.) Coult.; *E. alphitoides* (Griffon et Maubl.) U. Braun et S. Takam. var. *alphitoides* на *Quercus robur* L.; *E. pisi* DC. var. *pisi* на *Vicia sepium* L.; *E. heraclei* DC. на *Heracleum sibiricum* L., *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Aegopodium padagraria* L., *Pimpinella saxifraga* L., *Pastinaca sylvestris* Mill., *Angelica sylvestris* L.; *E. trifoliorum* (Wallr.) U. Braun на *Trifolium hybridum* L., *T. arvense* L., *Lotus corniculatus* L., *Melilotus albus* Medik.; *E. ulmariae* Desm. на *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.; *E. aquilegiae* DC. var. *aquilegiae* на *Aquilegia vulgaris* L.; *E. aquilegiae* DC. var. *ranunculi* (Grev.) R.Y. Zheng et G.Q. Chen на *Ranunculus repens* L., *R. acris* L.; *E. howeana* U. Braun на *Oenothera biennis* L.; *E. euonymi* DC. на *Euonymus europaea* L.; *E. divaricata* (Wallr.) U. Braun et S. Takam. на *Frangula alnus* Mill.; *E. astragali* DC. на *Astragalus glycyphyllos* L.; *E. intermedia* (U. Braun) U. Braun на *Lupinus polyphyllus* Lindl.; *E. palczewskii* (Jacz.) U. Braun et S. Takam. на *Caragana arborescens* Lam.; *E. ornata* var. *europaea* (U. Braun) U. Braun et S. Takam. на *Betula pubescens* Ehrh.; *E. vanbruntiana* (Gerard) U. Braun et S. Takam. var. *sambuciracemosae* (U. Braun) U. Braun et S. Takam. на *Sambucus racemosa* L.; *E. adunca* (Wallr.) Fr. var. *adunca* на *Salix cinerea* L., *S. purpurea* L., *S. myrsinifolia* Salisb., *S. caprea* L.; *E. lonicerae* DC. var. *lonicerae* на *Lonicera tatarica* L.; *Golovinomyces sonchicola* U. Braun et R.T.A. Cook на *Sonchus arvensis* L., *S. asper* (L.) Hill; *G. montagnei* U. Braun на *Carduus crispus* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Centaurea jacea* L.; *G. cynoglossi* (Wallr.) V.P. Heluta на *Myosotis arvensis* (L.) Hill, *Symphytum asperum* Lepech.; *G. asterum* var. *solidaginis* U. Braun на *Solidago virgaurea* L.; *G. asterum* (Schwein.) U. Braun var. *asterum* на *Aster* sp.; *G. cichoracearum* (DC.) V.P. Heluta на *Pilosella officinarum* F. Schultz et Sch. Bip., *Lapsana communis* L.; *G. biocellatus* (Ehrenb.) V.P. Heluta на *Lycopus europaeus* L.; *G. verbasci* (Jacz.) V.P. Heluta на *Verbascum nigrum* L.; *G. depressus* (Wallr.) V.P. Heluta на *Arctium tomentosum* Mill.; *G. ambrosiae* (Schwein.) U. Braun et R.T.A. Cook на *Rudbeckia hirta* L., *Helianthus tuberosus* L.; *G. sordidus* (L. Junell) V.P. Heluta на *Plantago major* L.;

G. macrocarpus (Speer) U. Braun на *Tanacetum vulgare* L.; *G. orontii* (Castagne) V.P. Heluta на *Viola arvensis* Murr.; *Leveillula helichrysi* V.P. Heluta et Simonyan на *Helichrysum arenarium* (L.) Moench; *Neoërysiphe galeopsidis* (DC.) U. Braun на *Galeopsis bifida* Boenn., *Galeobdolon luteum* Huds., *Lamium maculatum* (L.) L., *L. album* L.; *Phyllactinia betulae* (DC.) Fuss на *Betula pendula* Roth; *Podosphaera polemonii* (L. Junell) U. Braun et S. Takam. на *Polemonium caeruleum* L.; *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun et Shishkoff на *Bidens connata* Muhl. ex Willd., *Calendula officinalis* L.; *P. balsaminae* (Wallr.) U. Braun et S. Takam. на *Impatiens noli-tangere* L.; *P. aucupariae* Erikss. на *Sorbus aucuparia* L.; *P. amelanchieris* Maurizio на *Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch; *P. pannosa* (Wallr.: Fr.) de Bary на *Rosa* sp.; *P. fuliginea* (Schltdl.: Fr.) U. Braun et S. Takam. на *Veronica chamaedrys* L.; *P. aphanis* (Wallr.) U. Braun et S. Takam. var. *aphanis* на *Rubus caesius* L.; *P. macularis* (Wallr.: Fr.) U. Braun et S. Takam. на *Humulus lupulus* L.; *P. filipendulae* (Z.Y. Zhao) T.Z. Liu et U. Braun на *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *F. denudata* (J. et C. Presl) Fritsch; *P. erigerontis-canadensis* (Lév.) U. Braun et T.Z. Liu на *Taraxacum officinale* Wigg. s. l., *Coryza canadensis* (L.) Cronq.; *P. mors-uvae* (Schwein.) U. Braun et S. Takam. на *Ribes rubrum* L.; *P. tridactyla* (Wallr.) de Bary на *Padus avium* Mill.; *Sawadaea bicornis* (Wallr.: Fr.) Homma на *Acer negundo* L.; *S. tulasnei* (Fuckel) Homma на *Acer platanoides* L.

Basidiomycota, Urediniomycetes, Uredinales: *Puccinia adoxae* R. Hedw. на *Adoxa moschatellina* L.; *P. arenariae* (Schumach.) J. Schröt. на *Melandrium album* (Mill.) Garcke, *Moehringia trinervia* (L.) Clairv.; *P. obscura* J. Schröt. на *Luzula pilosa* (L.) Willd.; *P. suaveolens* (Pers.) Rostr. на *Cirsium arvense* (L.) Scop.; *P. phragmitis* (Schumach.) Tul. на *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Rumex hydrolapathum* Huds.; *Puccinia polygoni-amphibii* Pers. на *Fallopia convolvulus* (L.) A.Love, *Persicaria amphibia* (L.) S.F. Gray; *Puccinia coronata* Corda на *Bromopsis inermis* (Jeys.) Holub, *Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Setaria viridis* (L.) Beauv., *Rhamnus cathartica* L., *Frangula alnus* Mill.; *Puccinia punctata* Link на *Galium septentrionale* Roem. et Schult.; *P. vagans* (DC.) Arth. на *Epilobium rubescens* Rydb., *P. hordei* G.H. Otth на *Holcus mollis* L.; *P. menthae* Pers. на *Mentha arvensis* L.; *P. poarum* Nielsen на *Tussilago farfara* L.; *P. bromina* Erikss. на *Symphytum officinale* L.; *P. hieracii* (Röhl.) H. Mart. на *Taraxacum officinale* Wigg. s. l., *Certaurea jacea* L.; *P. urticae-caricis* Kleb. на *Urtica dioica* L.; *P. chrysanthemi* Roze на *Artemisia absinthium* L.; *P. malvacearum* Bertero ex Mont. на *Alcea rosea* L.; *P. circaeae* Pers. на *Circaea alpina* L.; *P. asarina* Kunze на *Asarum europaeum* L.; *P. acetosae* (Schumach.) Körn. на *Rumex acetosa* L.; *P. angelicae* (Schumach.) Fuckel на *Angelica sylvestris* L.; *P. chrysosplenii* Grev. на *Chrysosplenium alternifolium* L.; *Uromyces viciae-fabae* (Pers.) J. Schröt. на *Vicia sepium* L., *V. cracca* L.; *U. geranii* (DC.) G.H. Otth et Wartm. на *Geranium palustre* L.; *Melampsorium hiratsukanum* S. Ito ex Hirats. f. на *Alnus incana* (L.) Moench; *M. betulinum* (Pers.) Kleb. на *Betula pendula* Roth; *Gymnosporangium cornutum* Arthur ex F. Kern. на *Sorbus aucuparia* L.; *Chrysomyxa ledi* (Alb. & Schwein.) de Bary на *Ledum palustre* L.; *Coleosporium tussilaginis* (Pers.) Lév. на *Campanula rapunculoides* L.; *Phragmidium potentillae* (Pers.) P. Karst. на *Potentilla argentea* L.; *Ph. mucronatum* (Pers.) Schltdl. на *Rosa* sp.; *Melampsora epitea* Thüm. на *Euonymus europaea* L.; *M. caprearum* Thüm. на *Salix caprea* L.; *M. magnusiana* G.H. Wagner на *Chelidonium majus* L.

Среди отмеченных фитопатогенных микромицетов 11 видов отнесены к чужеродным для микобиоты Беларуси: *Erysiphe convolvuli* var. *convolvuli*, *E. howeana*, *E. palczewskii*, *E. vanbruntiana* var. *sambuci-racemosae*, *Golovinomyces*

ambrosiae, *G. asterum* var. *asterum*, *G. orontii*, *Podosphaera amelantheris*, *P. mors-uvae*, *Puccinia suaveolens*, *P. malvacearum*.

Полученные нами данные следует учесть при инвентаризации микобиоты Беларуси, ведении многолетнего мониторинга разнообразия фитопатогенной микобиоты в пределах Радошковичской возвышенности, разработке мероприятий по защите культурных растений от микозов, подборе перечня растений для озеленения населенных пунктов, прогнозировании расширения у патогенов круга питающих растений и распространения указанных грибов на другие территории со сходными условиями.

Выявленный видовой состав мучнисторосяных и ржавчинных грибов на данной территории не является исчерпывающим и может быть пополнен при дальнейших исследованиях.

Авторы выражают благодарность зав. кафедрой ботаники БГУ доценту В.Н. Тихомирову за помощь при определении растений, на которых развивались выявленные патогены.

Библиографические ссылки

1. Макромицеты, микромицеты и лишенизированные грибы Беларуси. Гербарий Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича (MSK-F, MSK-L) / О.С. Гапиенко [и др.]; науч. редакторы акад. В.И. Парфенов, канд. биол. наук. О.С. Гапиенко. Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2006. 501 с.

2. Гирилович И.С. Мучнисторосяные грибы (порядок Erysiphales) Беларуси. Минск: БГУ, 2018. 279 с.

3. Азбукина З.М. Порядок Ржавчинные. 1. Семейства Пукциниастровые, Кронарциевые, Мелампсоровые, Факопсоровые, Чакониевые, Микронегериевые. (Определитель грибов России). Владивосток: Дальнаука, 2015. 281 с.

4. Купревич В.Ф., Ульянищев В.И. Определитель ржавчинных грибов СССР. Часть I. Сем. Melampsoraceae и некот. роды сем. Pucciniaceae. Минск: Наука и техника, 1975. 336 с.

5. Определитель высших растений Беларуси / Сауткина Т.А. [и др.]; под ред. В.И. Парфенова. Минск: Дизайн ПРО, 1999. 472 с.

6. Ульянищев В.И. Определитель ржавчинных грибов СССР. Ч. 2. Л.: Наука, 1978. 384 с.

7. Цвелев Н.Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). Санкт-Петербург: Издательство СПХВА, 2000. 781 с.

РОЛЬ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «МАЛОЕ ПОЛЕСЬЕ» В ОХРАНЕ, СОХРАНЕНИИ И ИСЛЕДОВАНИИ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

М.Н. Цыбуля

*Национальный природный парк «Малое Полесье»
Изяслав, Хмельницкая обл., Украина, marinka-bg111@i.ua*

Аннотация. В статье приведены основные задачи и направления Национального природного парка «Малое Полесье», результаты проведенных исследований флоры, растительности на территории Национального природного парка «Малое Полесье» за период его деятельности (2015–2020 годы). Исследуемая флора составляет 801 вид высших сосудистых растений, относящихся к 389 родам, 109 семействам и 5 отделам. На территории Парка найдено: 34 вида растений из Красной книги Украины (для 26 видов растений подтверждены места их произрастания); 23 вида из Европейского красного списка; Красный список Хмельницкой области включает 90 видов растений. Здесь распространена лесная, луговая, болотная, водная растительность и найдены редкие растительные группировки.

Ключевые слова: флора; растительность; раритетные виды растений; лес; природоохранное учреждение.

ROLE OF THE NATIONAL NATURAL PARK "MALE POLISSYA" IN THE PROTECTION, PRESERVATION AND RESEARCH OF THE PLANT WORLD

M. Tsybulya

*National Natural Park «Male Polissya»
Izyaslav, Khmelnytsky region, Ukraine, marinka-bg111@i.ua*

The State presents the main tasks and directions of the National Natural Park «Male Polissya», the results of studies of flora and vegetation on the territory of the National Natural Park «Male Polissya», for the period of its activity (2015–2020). The studied flora is 801 species of higher vascular plants belonging to 389 genera, 109 families and 5 divisions. On the territory of the Park were found: 34 species of plants from the Red Book of Ukraine (for 26 species of plants, the places of their growth were confirmed); 23 species from the European Red List; The red list of the Khmelnytsky region includes 90 species of plants. Forest, meadow, marsh, and aquatic vegetation is widespread here, and rare plant groups have been found.

Key words: flora; vegetation; rare plant species; forest; nature conservation institution.

В соответствии с Законом Украины «О природно-заповедном фонде Украины» (1992), национальные природные парки являются природоохранными, рекреационными, культурно-образовательными, научно-исследовательскими учреждениями общегосударственного значения, которые создаются с целью сохранения, воспроизводства и эффективного использования природных комплексов и объектов, имеющих особую природоохранную, оздоровительную, историко-культурную, научную, образовательную и эстетическую ценность.

Национальный природный парк «Малое Полесье» создан в соответствии с Указом Президента Украины от 2 августа 2013 года. Парк расположен на территории Шепетовского (ранее Изяславского и Славутского) районов Хмельницкой области (Украина) на общей площади 8762,7 га [1].

На сегодняшний день в штате Национального парка «Малое Полесье» работает 13 сотрудников, на которых возложены основные задачи: обеспечение охраны его территории со всеми природными объектами; сохранение генофонда

редких, занесенных в Красную книгу Украины и типичных видов растений и животных; проведение научно-исследовательских работ по изучению природных комплексов и их изменения в условиях рекреационного использования, разработка научных рекомендаций по вопросам охраны окружающей природной среды и рационального использования природных ресурсов; изучение изменений экосистем под действием природных и антропогенных факторов; проведение экологической образовательно-воспитательной работы; создание условий для организованного туризма и других видов рекреационной деятельности в природных условиях с соблюдением режима охраны заповедных комплексов и объектов.

История исследования флоры Национального природного парка «Малое Полесье» неразрывно связана с исследованиями флоры и растительности Украинского Полесья в целом. Ботаническое изучение этого региона началось, примерно, 250 лет назад. Исследования территории национального природного парка «Малое Полесье» и прилегающих территорий осуществляли: В.Г. Бессер, А.Л. Андржиевский, П.С. Рогович, И.Ф. Шмальгаузен, И. Пачоский, А.И. Барбарич и другие. Современный этап представлен в научных трудах Е.М. Брадис, Т.Л. Андриенко, И. Прядко, Ю.Р. Шеляг-Сосонко, Б.В. Заверухы, С.Ю. Поповича, Я.П. Дидуха, В.И. Мельника, Р.И. Бурды, В. Собка, С.Л. Мосякина, П.М. Устыменка, Д.В. Дубыны, И.М. Грыгоры, Б.Е. Якубенка, А.М. Чурилова, Л.Г. Любинской, Л.С. Югличек, М.И. Козака, М.Н. Цыбули, сотрудников национального парка и других [2].

До сих пор малополесская часть Хмельницкой области остается недостаточно исследованной, в частности ее флора и растительность, поэтому территория Национального природного парка «Малое Полесье» с естественной растительностью требует ботанических и геоботанических исследований.

После создания администрации Национального парка началось формирование научного отдела, сотрудниками которого совместно с учеными высших учебных заведений Украины, начиная с 2015 года, осуществляется инвентаризация всех видов флоры, растительных сообществ территории Парка. При исследованиях особое внимание обращается на выявление видов растений, растительных сообществ, биотопов, требующих особой охраны и занесены в охранные списки разных уровней: международного, государственного, регионального.

Флора Национального природного парка «Малое Полесье» достаточно богатая и разнообразная. Она рассматривается как конкретная флора и насчитывает 801 вид высших сосудистых растений, относящихся к 389 родам, 109 семействам и 5 отделам *Lycopodiophyta*, *Equisetophyta*, *Polypodiophyta*, *Pinophyta* и *Magnoliophyta*. На территории Национального парка представлено более трети (38,42%) от флоры Волынского Полесья. На основе анализа данных о количестве видов в семействах и основных систематических показателях флоры Парка, установлено, что здесь абсолютно преобладают покрытосеменные растения, составляя 96% от всех видов (769 видов растений) [3].

На территории Национального природного парка «Малое Полесье» за период 2015 - 2020 годов найдено: 34 вида растений из Красной книги Украины (для 26 видов растений подтверждены места их произрастания); 23 вида из Европейского красного списка; Красный список Хмельницкой области включает 90 видов растений, список CITES включает 44 вида растений, которые находятся под угрозой исчезновения, торговля которыми оказывает или может оказать на их

существование негативное влияние; из списка редких макрофитов Украины найдено 17 видов растений.

Территория национального природного парка «Малое Полесье» характеризуется незначительной распаханностью, большой лесистостью (около 85 % территории) и хорошо сохранившимися разнообразными природными комплексами. В лесном фонде преобладают естественные леса и культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Сосновые леса являются наиболее распространенными, их разнообразен ценогический состав обусловлен геоморфологическими и эдафическими особенностями. Наибольшие площади занимают сосновые леса зеленомоховые и чорнично-зеленомоховые. Они размещаются на ровных участках или невысоких возвышенностях с слабоподзолистыми песчаными почвами. Ель обыкновенная (*Picea abies* (L.) Karst) в природных древостоях встречается фрагментарно [4].

Дубово-сосновые и дубово-грабовые леса значительных площадей на территории Национального парка «Малое Полесье» не занимают. Данные леса особенно богаты на раритетную компонентную – *Platanthera bifolia* (L.) Rich., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Allium ursinum* L. и другие.

Луговая растительность преимущественно сосредоточена в пойме р. Горынь. Преобладают болотистые и торфянистые луга, типичные по ценогическому и флористическому составу. Имеющиеся фрагменты остепенённых лугов на наиболее высоких элементах поймы р. Горыни. Луга также богаты на редкие виды растений, а именно: *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó, *D. maculata* (L.) Soó, *D. majalis* (Rchb.) P.F.Hunt & Summerh., *Phiteuma orbiculare* L., *Cypripedium calceolus* L. и другие.

На территории национального природного парка «Малое Полесье» присутствуют все типы болот восточной части Малого Полесья, хотя значительных площадей они не занимают. Своеобразное звено в составе болотной растительности составляют сфагновые – мезотрофные и олиготрофные болота, которые образовались путем зарастания озер и в Парке находятся на разных стадиях развития. Здесь есть болота, которые только начали вступать в мезотрофную стадию и достигшие в своем развитии олиготрофной стадии. Эвтрофные болота связаны, в основном, с поймой р. Горынь, мезотрофные и олиготрофные болота – с зарастающими озерами, где образуются плавы. Это редкие для Малого Полесья и Украины в целом образования, которые сохраняют разнообразное и специфическое, ценогическое и флористическое, многообразие. Редкие виды растений болот: *Carex bohémika* Schreb., *C. davalina* Smith., *Juncus bulbosus* L., *Scheuchzeria palustris* L. и другие [3, 5].

Водная и прибрежно-водная растительность Парка характерна для р. Горыни и озер. Озер на Малом Полесье мало, здесь они имеют естественное послеледниковое (озеро Святое) и искусственное (Голубы озера) происхождения. Редкими видами озер есть: *Utricularia minor* L., *U. intermedia* Hayne, *Sparganium minimum* Wallr.

В составе растительного покрова территории Национального парка «Малое Полесье» найдены растительные группировки, занесенные в «Зелёную книгу Украины» (2009): *Nymphaeeta candidae*, *Nuphareta luteae*, *Sparganieta minimi*, *Sagittarieta sagittifoliae*, *Cariceta davalliana* [3, 6].

В общем растительный мир Национального природного парка «Малое Полесье» своеобразный, богатый и разнообразный, содержит большое число

раритетных видов, поэтому данная территория требует сохранения, исследования и охраны.

Библиографические ссылки

1. О создании национального природного парка «Малое Полесье» от 2 августа 2013 № 420-2013 / База данных «Законодательство Украины». URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/420/2013>.

2. Флористическое и ценотическое разнообразие в восстановлении, охране и сохранении растительного мира: монография / под ред. С.М. Николаенко. Киев: Издательство Лира-К, 2018. 476 с.

3. Цыбуля М. Н. Экологическая и ценотических структура флоры национального природного парка «Малое Полесье» // Экологические науки: научно-практический журнал. 2021. №7. С. 101–104.

4. Национальный природный парк «Малое Полесье»: научные очерки к созданию. / Андриенко Т.Л. [и др.]. Каменец-Подольский: ЧП Мошинский, 2011. 92 с.

5. Природа уникального края Малого Полесья / под ред. Т.Л. Андриенко. Каменец-Подольский: Издательство ЧП Мошинский, 2010. 245 с.

6. Югличек Л.С. Очерки растительности восточной части Малого Полесья. Научные записки ТДПУ им. В. Гнатюка. Серия: Биология. 2002. № 2 (17). С. 30–36.

**СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ *ALDROVANDA VESICULOSA* L. В
УКРАИНЕ (ОБОБЩЕНИЕ ДАННЫХ В СВЯЗИ С ПОДГОТОВКОЙ
МАТЕРИАЛОВ К ЧЕТВЕРТОМУ ИЗДАНИЮ «КРАСНОЙ КНИГИ УКРАИНЫ»)**

Н. Н. Шиян

Институт ботаники им. Н. Г. Холодного НАН Украины
Киев, Украина, herbarium_kw@ukr.net

Представлены результаты обобщения информации об истории изучения и распространения *Aldrovanda vesiculosa* L. (Droseraceae) в Украине в связи с подготовкой четвертого издания «Красной книги Украины». На основе литературных, гербарных и полевых данных составлена карта современного распространения вида в пределах страны, сделаны выводы о причинах увеличения количества локалитетов *A. vesiculosa* в пределах Украины.

Ключевые слова: *Aldrovanda vesiculosa*; распространение; флора; Украина

**MODERN DISTRIBUTION OF *ALDROVANDA VESICULOSA* L. IN UKRAINE
(GENERALIZATION OF DATA IN CONNECTION WITH PREPARATION OF
MATERIALS FOR THE FOURTH EDITION OF THE «RED DATA BOOK OF
UKRAINE»)**

N.M. Shiyan

M. G. Kholodny Institute of Botany of the National Academy of Science of Ukraine,
Kyiv, Ukraine, herbarium_kw@ukr.net

The results of generalization of information on the history of the study and distribution of *Aldrovanda vesiculosa* L. (Droseraceae) in Ukraine in connection with the preparation of the fourth edition of the «Red Data Book of Ukraine» are presented. On the ground of literary, herbarium and field data, a map of the modern distribution of the species within the country was compiled, and conclusions about the reasons for the increase in the number of *A. vesiculosa* localities within Ukraine were drawn.

Key words: word; *Aldrovanda vesiculosa*; distribution; flora; Ukraine

Прошло более десяти лет с момента выхода последнего (третьего) издания «Красной книги Украины» [11], которая собрала актуальные на тот момент данные о распространении и состоянии охраны редких и исчезающих видов растительного мира страны. В начале 2021 г. был подписан новый государственный указ, об утверждении актуального перечня видов растений и грибов, внесенных в четвертую редакцию «Красной книги Украины», среди которых в категории редких включена и *Aldrovanda vesiculosa* L. (Droseraceae). В связи с этим нами подготовлено критическое обобщение данных об истории изучения и современном распространении вида в пределах Украины.

Занимая большой ареал, *A. vesiculosa* спорадически встречается в его пределах. Так она присутствует во флоре Европы, встречаясь от прибрежных районов запада и юга Франции, через северную и центральную Италию, Австрию, Германию, Лихтенштейн, Чехию, Словакию, Хорватию, Грецию, Сербию, Черногорию, Северную Македонию, Венгрию, Болгарию, Польшу, Литву, Беларусь, Украину, Румынию, Турцию достигая Кавказа, российского Поволжья,

окрестностей г. Липецка и г. Санкт-Петербурга. В Азии *A. vesiculosa* известна из Казахстана, Узбекистана, Бангладеш, Индии, маньчжурских водоемов Китая, из Северной и Южной Кореи, Японии, указывается для р. Уссури и р. Амур на Дальнем Востоке. В Азии распространение вида достигло Восточного Тимора, а оттуда до прибрежных районов запада, севера и востока Австралии. В Африке локалитеты вида отмечены в Ботсване, Бурунди, Камеруне, Чаде, Ганне, Малави, М

о На протяжении истории изучения флоры Украины *A. vesiculosa* периодически указывалась для лесной, лесостепной и степной зон, где она и по сей день встречается в бассейнах рек Припяти, Днестра, Южного Буга, устьев Днестра и Дуная [4, 6, 10, 13]. Как свидетельствуют гербарные и литературные источники *A. vesiculosa* известна с территории Украины со середины XIX в. Первые находки вида были сделаны из окрестностей г. Киева, а также примыкающих районов Киевской, Житомирской, Черниговской и Полтавской областей [9, 12]. В дальнейшем вид фиксировался значительно чаще в верхней и средней части бассейна Днестра, был отмечен для Полесья, верховьев р. Южного Буга и лесостепного Левобережья [4]. Целенаправленное изучение северных районов Украины в 1960-1970 гг., привело к обнаружению вида во многих местах на Правобережном Полесье, особенно в пределах Волынской и Ровенской областей. Так, например, для Шацкого водного комплекса *A. vesiculosa* впервые указана из оз. Песочное, а в дальнейшем для мелководья оз. Люцимер (LW116023), для озер Свитязь, Пулеменецкое, Островянское, Луки, Перемут, Крымное, Круглое, Черное Малое, Соминец, для междуозерных каналов и других водоемов этой части Волыни [1, 4, 7, 8, 13].

Развитие природоохранных территорий в 1990 – 2000-х гг. на украинском Полесье сыграло положительную роль в сохранении и обнаружении новых местообитаний *A. vesiculosa* (Рис. 1). Так изучение флоры созданного в 2007 г. Национального природного парка «Припять-Стоход» показало, что вид здесь встречается часто и временами образует заметные популяции в заводях, старицах и озерах бассейна рек Припять и Стоход. В 2010 г. И. Дудкой и Н. Придюком одной из стариц р. Стоход среди *Stratiotes aloides* L. (KW000140649). В 2000-х годах на Западном Полесье значительные популяции *A. vesiculosa* обнаружены в окрестностях с. Зарика Камень-Каширского р-на, на мезотрофном болоте близ с. Любешовская Воля того же района Волынской области, а также в озерах Белое, Скорынь, Рогозное [1, 8, 13]. В пределах Черемского природного заповедника популяция *A. vesiculosa* найдена в северной части Черемского болота (KW000057853) и отмечена одиночными экземплярами в других прилегающих водоемах. Помимо этого, в пределах Волыни вид отмечен единичными экземплярами для озер Турское, Охотын, Чаховское, Мошнэ, по р. Тур в пределах Ковельского района [1, 4, 7, 8, 13]. На Ровенщине в 2008 г. *A. vesiculosa* найдена на мелководье оз. Омын, где вид образовывал сообщество среди зарослей *Phragmites* Бачуриной с 1957 г. с болота, примыкающего к оз. Корма (KW000050247, недавними сборами из трех локалитетов в пределах Чернобыльского заказника [5,

з
а
н
и
и

, На Левобережье Украины *A. vesiculosa* встречается редко. Большая часть местонахождений вида здесь приходится на юг Черниговского Полесья, в то время

Т

о

г

о

,

У

как в Лесостепной и Степной части *A. vesiculosa* отмечена единичными находками, значительно удаленными друг от друга территориально [4, 5, 10, 11]. Для ряда известных по литературе местонахождений вида в этой части страны, необходимо повторное подтверждение его наличия.

На юге Украины *A. vesiculosa* была найдена в разное время в устьях рек Днепра, Днестра и Дуная. Одной из первых его находок в Запорожской области стал сбор Ф. Гриня 1931 г. с болота на о. Хортица (KW000050232). В пределах Херсонской области, где вид был известен по сборам Й. Пачоского с начала XX века из окрестностей г. Алешки, *A. vesiculosa* удалось найти повторно только в 1970-х годах. Сначала вид был обнаружен здесь Д. Дубиной в водоеме близ с. Крынка, а позже Т. Андриенко в оз. Рогозы в пределах Алешковских песков (KW000050239, KW000050243) [3, 4, 11]. На сегодня самым южным местонахождением вида в пределах Украины является популяция болота Кардашовское, расположенного около с. Коханы Херсонской области [3]. Кроме того, на юге страны все чаще фиксируются находки вида в устьях Дуная и Днепра.



Рисунок – Распространение *Aldrovanda vesiculosa* L. в Украине на 2021 г.
Figure – Distribution *Aldrovanda vesiculosa* L. in Ukraine on 2021.

В Украине *A. vesiculosa* предпочитает мезо- и эвтрофные водоемы, где растет на небольших глубинах, с хорошо прогреваемым илисто-торфяным дном. У верховья р. Припять вид иногда образует монодоминантные ассоциации занимают отдельные участки на мелководьях озер или рек [1, 2, 6]. Иногда вместе с *A. vesiculosa* субдоминантами выступают *Stratiotes aloides* L., *Hottonia palustris* L., ассоциации и фрагменты ассоциаций *Aldrovandetum ceratophyllosum (submersi)*, Лесостепи Украины вид сам выступает в качестве субдоминанта, входя в состав ассоциаций *Utricularietum (minoris) aldrovandosum (versiculosae)* (заплава р. Стоход,

Н
а
ц
и
о
н
а
л
ь
н

достаточно часто отмечен одиночными экземплярами в ряде ассоциаций прибрежно-водной растительности, например, *Phragmites australis*, *Typha sp.*, *Carex* являются редкими, то в Украине они подлежат учету и охране на государственном уровне с внесением в «Зеленую книгу Украины» [6].

В Украине *A. vesiculosa* охраняется с 1996 г. и внесена в «Красную книгу Украины». Значительная часть локалитетов вида и биотопов в которых он произрастает на теперь находятся в пределах заповедных территорий страны, таких как Дунайский биосферный заповедник (Одесская область), Шацкий национальной природный парк (Волинская область), Ичнянский национальный природный парк (Черниговская область), Черемский природный заповедник (Волинская область), заказники общегосударственного значения «Любче» (Волинская область), «Червонобережье», «Малоперещепинский» (Полтавская область), др. В качестве рекомендаций к охране *A. vesiculosa* указывается поддержание гидрорежима, запрет на эвтрификацию водоемов, запрет лова рыбы с использованием рыболовных сетей, др. [9].

Таким образом, история изучения *A. vesiculosa* в пределах Украины показывает, что исследуемый вид имеет достаточно динамичный ареал. Несмотря на то, что сейчас в Украине вид полностью исчез в целом ряде до того известных местонахождений (так, например, из известных до 2000-х годов 33 полесских локалитетов подверженными на сегодня являются 25), в последние десятилетия *A.* страны. Это характерно не только для Полесья, которое является центром распространения вида как в Украине, так и в Европе, но и для устьев Днепра и Дуная. По нашему мнению, это связано с несколькими факторами. В первую очередь в этом отношении важную роль сыграло образование целой сети заповедных территорий, флора которых исследовалась более детально. Это позволило обнаружить вид вблизи известных местонахождений. В тоже время, в последние годы летний период года характеризовался повышенными температурными показателями, что, вероятно, дало возможность тронуться в рост дремлющим турионам вида, а также тем из них, которые были занесены птицами во время ежегодных миграций. Поэтому, на сегодня *A. vesiculosa* в пределах Украины спорадически встречается по всей территории страны, но основная часть локалитетов вида сконцентрирована на Западном Полесье и в устьях Днепра и Дуная (рисунок). Как вид с динамичным ареалом *A. vesiculosa* нуждается в охране и постоянном мониторинге.

Библиографические ссылки

1. Андрієнко Т.Л. Фіторізноманіття Українського Полісся та його охорона. - Київ: Фітосоціоцентр, 2006. 316 с.
2. Бачурина Г.Ф., Бродіс Є.М. Нові місцезнаходження альдрованди на Україні // Укр. ботан. журн. 1958. 15, № 4. С. 97–98.
3. Бойко М.Ф., Мойсієнко І.І. Знахідка *Aldrovanda vesiculosa* L. (Droseraceae) на Кардашинському болоті в Херсонській області // Укр. ботан. журн., 2001. Т. 58, № 6. С. 706–709.
4. Бордзіловський Є.І. Родина LIX. Росичкові – Droseraceae DC. // Флора УРСР. Т. 5. К.: Вид-во АН УРСР, 1953. С. 436–437.
5. Горбик В.П., Котов В.М. Еколого-ценотические особенности произрастания альдрованды пузырчатой в Киевском водохранилище // В кн.: Гидробиологические

- исследования пресных вод. Сбор. науч. тр. К.: Наукова думка, 1985. С. 76–78.
- Зелена книга України / під заг. ред. Я. Дідуха. К.: Альтерпрес, 2009. 448 с.
7. Мельник С.Д. Ще одна знахідка альдрованди на Україні // Укр. ботан. журн., 1972. Т. 29, № 3. С. 381–383.
- Онищенко В.А., Андрієнко Т.Л., Прядко О.І. Рослинність Білозерської ділянки Рівненського природного заповідника // *Biological systems*, 2016. Т. 8, вип. 1. С. 98–107.
9. Рогович П.С. Обзорение сосудистых и полусосудистых растений, входящих в состав флоры губерний Киевской, Черниговской и Полтавской // Труды Комисии для описания губерний Киевского учебного округа. Ботаника. Т. 3. Киев, 1855. 147 с.
10. Тарасов В.В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Д.: Ліра, 2012. 296 с.
- Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха. – К.: Глобалколсалтинг, 2009.
- Шмальгаузен І.Ф. Флора Юго-Западной России. Киев, 1886. 782 с.
13. Шиян Н.М., Андрієнко Т.Л. *Aldrovanda vesiculosa* L. (Droseraceae) у басейні р. Прип'яті // Укр. ботан. журн., 2011. Т. 68, № 4. С. 517–525.
- 4
- Cross, A. & Adamec, L. *Aldrovanda vesiculosa*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2020: e.T162346A83998419. 2020. – onward. Available at: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-1.RLTS.T162346A83998419.en>.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ГЕРБАРИЯ ВГУ ИМЕНИ П.М. МАШЕРОВА ДЛЯ АНАЛИЗА РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОЙ ПРИУРОЧЕННОСТИ СЕМЕЙСТВ ВЯЗОВЫЕ (ULMACEAE), БУКОВЫЕ (FAGACEAE), БЕРЁЗОВЫЕ (BETULACEAE) В БЕЛОРУССКОМ ПООЗЕРЬЕ

А. Ю. Шляхтов, Л. М. Мерзвинский

Витебский государственный университет имени П.М. Машерова
Витебск, Беларусь, shlyakhtov2000@mail.ru

Установлена фитоценотическая приуроченность и проанализировано распространение по административным районам Витебской области растений семейств Вязовые (Ulmaceae), Буковые (Fagaceae) и Берёзовые (Betulaceae), произрастающих на территории Белорусского Поозерья, по гербарным экземплярам ВГУ имени П.М. Машерова.

Ключевые слова: электронная база данных; Microsoft Office Access; гербарий ВГУ имени П.М. Машерова; Белорусское Поозерье

USAGE OF THE HERBARIUM ELECTRONIC DATABASE OF THE VITEBSK STATE UNIVERSITY NAMED AFTER P.M. MASHEROV FOR THE ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION AND PHYTOCENOTIC OCCURRENCE OF THE ULMACEAE, FAGACEAE AND BETULACEAE FAMILIES IN THE BELARUSIAN LAKE DISTRICT

A. Y. Shlyakhtov, L. M. Merzhvinsky

Vitebsk State University named after P.M. Masherov
Vitebsk, Republic of Belarus. E-mail: shlyakhtov2000@mail.ru

The phytocenotic confinement of Ulmaceae, Fagaceae and Betulaceae species in Belarusian Lake district was established and their distribution in the districts of the Vitebsk region was analyzed based on herbarium specimens of the VSU named after P.M. Masherov.

Keywords: electronic database; Microsoft Office Access; herbarium of VSU named after P. M. Masherov; Belarusian Lake district

В настоящее время благодаря информатизации флористических исследований создаются электронные базы данных, что позволяет быстро обмениваться информацией о видовом разнообразии региональных флор между различными научными учреждениями. Электронная база данных существенно облегчает работу ботаников в получении данных о местах произрастания, встречаемости, фитоценотической приуроченности, численности видов растений и т.д.

При изучении флоры Беларуси и Белорусского Поозерья в частности, специалисты работают не только в полевых условиях, но с гербарными фондами, в которых хранятся коллекции растений, собранные на соответствующих территориях, однако это может занять большое количество времени, поэтому для решения данной проблемы и разрабатываются электронные базы данных [1].

ВГУ имени П.М. Машерова является не исключением в разработке единой системы хранения информации о многообразии растительного мира Республики Беларусь. Благодаря усилиям преподавателей и студентов факультета химико-

биологических и географических наук создается электронная база данных в программе Microsoft Office Access, в которой будут храниться все сведения о гербарных образцах, собранных за последние 50 лет.

Работа по созданию электронной базы данных гербария ВГУ начата в 2010 году. Студентами совместно с руководителем Мержвинским Л.М. были обработаны такие ботанические отделы, как Папоротниковидные (*Polypodiophyta*), Плауновидные (*Lycopodiophyta*) и Хвощевидные (*Equisetophyta*) – Тажун Д.И. [2], а также семейства Розовые (*Rosaceae* Juss.) – Лигецкая И.В. [3,4], Капустные (*Brassicaceae* Burnett) и Лютиковые (*Ranunculaceae* Juss.) – Чернышева (Лобовкина) Н.М. [5,6]. Поэтому продолжение работы по созданию электронной базой данных является актуальной.

Точный анализ сборов высших растений в гербарном фонде ВГУ имени П.М. Машерова даёт возможность проанализировать территориальное распространение, динамику сборов и численности, фитоценотические и эколого-биологические особенности растений Белорусского Поозерья.

Полностью доработанная электронная база данных в программе Microsoft Office Access сможет использоваться в учебном процессе университета при изучении курсов «Анатомия и морфология растений», «Систематика высших растений», «Геоботаника», «Спецпрактикум по ботанике», «Флора и растительность Беларуси», «Биологические основы сельского хозяйства», «Декоративное садоводство и цветоводство», «География растений», «Экология растений», «Лекарственные растения» и др., а также при выполнении курсовых и дипломных работ, магистерских и кандидатских диссертаций студентами, магистрантами и аспирантами факультета химико-биологических и географических наук.

Помимо учебной значимости, электронная база данных будет использоваться учёными-ботаниками при подготовке материала для ряда научных статей журналов и тезисов конференций, а также учитываться при издании многотомной Флоры Беларуси и Красной книги Республики Беларусь.

Гербарный фонд ВГУ имени П.М. Машерова ежегодно пополняется новыми образцами, поэтому очень важно вносить информацию с гербарных этикеток новых экземпляров растений в электронную базу данных.

Цель работы – проанализировать распространение по территории Белорусского Поозерья и фитоценотическую приуроченность представителей трёх семейств – Вязовые (*Ulmaceae* Mirb.), Буковые (*Fagaceae* Dumort.) и Берёзовые (*Betulaceae* S.F. Gray) по сведениям электронной базы данных гербария, создаваемой нами.

Объектом исследования являлись гербарные образцы семейств Вязовые, Буковые и Берёзовые фондового гербария ВГУ имени П.М. Машерова. Все данные с гербарных этикеток образцов представленных семейств были занесены в электронную базу данных Microsoft Office Access для дальнейшей работы с ними в удобном формате.

По результатам инвентаризации коллекционного фонда в гербарии ВГУ хранятся следующие видовые образцы по данным семействам:

1. *Ulmus laevis* Pall., *Ulmus scabra* Mill. – семейство *Ulmaceae* Mirb.;
2. *Quercus robur* L. – семейство *Fagaceae* Dumort.;
3. *Betula humilis* Schrank, *Betula nana* L., *Betula pendula* Roth, *Betula pubescens* Ehrh.; *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Alnus incana* (L.) Moench; *Corylus avellana* L. – семейство *Betulaceae* S.F. Gray. [6].

Электронная база данных позволила осуществить автоматизированный поиск по следующим параметрам: «Условия произрастания», «Район» и «Место сбора». Проанализировав эти данные, была установлена фитоценотическая приуроченность и распространение изучаемых видов растений по административным районам Витебской области (территория Белорусского Поозерья).

Ulmus laevis Pall. и *Ulmus scabra* Mill. встречаются преимущественно в широколиственных и елово-широколиственных сырых лесах, часто по долинам рек и ручьёв (собраны в Витебском, Шарковщинском и Шумилинском районах).

Quercus robur L. входит в качестве сопутствующей породы почти во все типы леса по всей территории области, иногда образует чистые насаждения (собраны в Городокском, Сенненском и Шумилинском районах).

Betula humilis Schrank – произрастает преимущественно на болотах (переходных и низинных, по окраинам верховых болот), часто по сплавинным берегам озёр; занесён в Красную книгу Республики Беларусь (III категория охраны) [7], (собраны в Сенненском, Ушачском и Шумилинском районах)

Betula pubescens Ehrh. является основной лесообразующей породой на низинных и переходных болотах (собраны в Витебском, Сенненском и Шумилинском районах).

Betula nana L. – вид занесён в Красную книгу Республики Беларусь (II категория охраны) [7], произрастает на верховых, очень редко на переходных болотах, по берегам озёр среди этих болот (собраны в Витебском, Городокском, Докшицком, Миорском и Шарковщинском районах).

Betula pendula Roth образует вторичные бородавчатоберёзовые леса или составляет примесь в хвойных и лиственных лесах. Распространена по всей территории Белорусского Поозерья (собраны в Витебском, Городокском и Шумилинском районах).

Alnus incana (L.) Moench образует вторичные сероольховые леса на вырубках и брошенных сельскохозяйственных угодьях (собраны в Витебском и Шумилинском районах).

Alnus glutinosa (L.) Gaertn. встречается на переувлажненных почвах по берегам водоёмов, образует коренные чёрноольховые леса различного типа. Встречается во влажных хвойно-широколиственных лесах (собраны в Сенненском районе).

Corylus avellana L. встречается в составе подлеска в сосняках, ельниках и широколиственных лесах; образует заросли по холмам и речным долинам (собраны в Витебском, Глубокском и Шумилинском районах).

Проведенное исследование показало, что более детальному изучению семейства Вязовые (*Ulmaceae* Mirb.), Буковые (*Fagaceae* Dumort.) и Берёзовые (*Betulaceae* S.F. Gray) подверглись в следующих районах Витебской области: Витебский, Городокский, Докшицкий, Миорский, Сенненский, Ушачский, Шарковщинский и Шумилинский районы (полностью отсутствуют гербарные сборы из Дубровенского, Оршанского, Поставского, Толочинского и Чашникского районов). По этим данным можно сделать вывод, что из 21 района области, гербарные сборы осуществлялись только в 8 районах, а в остальных необходимо провести полевые сборы. В результате будет пополнен гербарный фонд и электронная база данных, что в дальнейшем позволит более полно судить о многообразии флоры Белорусского Поозерья.

Библиографические ссылки

1. Shlyakhtov A. The electronic database of the families Aristolochiaceae, Nymphaeaceae, Ceratophyllaceae of the Belarusian lake district presented in the herbarium of VSU named after P.M. Masherov / The Youth of the 21st Century: Education, Science, Innovations : Proceedings of VII International Conference for Students, Postgraduates and Young Scientists, Vitebsk, December 11, 2020 / Vitebsk State University; Editorial Board: E. Ya. Arshansky (Editor in Chief) [and others]. –Vitebsk: Vitebsk State University named after P.M. Masherov, 2020. P. 33–35.
2. Тажун Д.И. Высшие споровые сосудистые растения в гербарии кафедры ботаники ВГУ имени П.М. Машерова / Экологическая культура и охрана окружающей среды: II Дорофеевские чтения: материалы междунар. науч.-практ. конференции, Витебск, 29–30 ноября 2016 г. / Вит. гос. ун-т; редкол.: И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2016. С. 129–130
3. Лигецкая И.В. Таксономическая структура и географический анализ семейства Розоцветные (*Rosaceae*) в Белорусском Поозерье // Образование XXI века: материалы XI (56) Региональной научно-практической конференции студентов и магистрантов, Витебск, 24 – 25 марта 2011 г. / Вит. гос. ун-т; редкол.: А.П. Солодков (гл. ред.) [и др.]. Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2011. 486 с. С. 79–80.
4. Мержвинский Л.М., Чернышева Н.М. Семейство Капустные (*Brassicaceae*) в Белорусском Поозерье / Наука – образованию, производству, экономике: материалы XXI (68) Регион. науч.-практ. конференции преподавателей, науч. сотрудников и аспирантов, Витебск, 11-12 февраля 2016 г.: в 2 т. / Вит. гос. ун-т; редкол.: И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2016. Т.1. С. 72–73
5. Мержвинский Л.М., Лобовкина Н.М. Семейство Лютиковые (*Ranunculaceae*) в гербарных сборах кафедры ботаники ВГУ имени П.М. Машерова / Наука – образованию, производству, экономике: материалы XXIII (70) Регион. науч.-практ. конференции преподавателей, науч. сотрудников и аспирантов, Витебск, 15 февраля 2018 г.: в 2 т. / Вит. гос. ун-т; редкол.: И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2018. Т.1. С. 84–85
6. Определитель высших растений Беларуси. / Под ред. В. И. Парфенова. Мн.: Дизайн ПРО, 1999. 472 с.
7. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редколл: И. М. Качановский (предс.), М. Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.] 4-е изд. Минск.: Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. 448 с.

ВЛИЯНИЕ ХЛОРИДА НАТРИЯ НА РОСТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОРОСТКОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

О.Г. Яковец, А.В. Прищук

Белорусский государственный университет Минск, Беларусь, yakovets@inbox.ru

Исследовано влияние хлорида натрия разной концентрации (1, 5, 50, 150, 200, 300 мМ) на морфометрические характеристики проростков озимой пшеницы сорта Элегия. Выявлено, что NaCl в концентрациях 50 – 300 мМ вызывает достоверное уменьшение размеров как корневой системы, так и побегов проростков озимой пшеницы по сравнению с контролем. С увеличением концентрации NaCl эффект усиливается. В начальный период воздействия (1-3 сут) засоления (200 мМ NaCl) на проростки более чувствительной к действию стрессора оказывается корневая система. При увеличении экспозиции до 10 суток стресс-фактор оказывает влияние и на развитие побегов.

Ключевые слова: озимая пшеница; засоление; морфометрические показатели

INFLUENCE OF SODIUM CHLORIDE ON GROWTH CHARACTERISTICS OF WINTER WHEAT SEEDLINGS

O.G.Yakovets, A.V. Pryshchyk

Belarusian State University Minsk, Belarus, yakovets@inbox.ru

The effect of sodium chloride of different concentrations (1, 5, 50, 150, 200, 300 mM) on the morphometric characteristics of winter wheat seedlings of the Elegia variety was studied. It was revealed that NaCl at concentrations of 50 - 300 mM causes a significant decrease in the size of both the root system and the shoots of winter wheat seedlings as compared to the control. The effect is enhanced with increasing NaCl concentration. In the initial period of exposure (1-3 days) to salinity (200 mM NaCl) on seedlings, the root system is more sensitive to the action of the stressor. With an increase in exposure to 10 days, the stress factor also affects the development of shoots.

Key words: winter wheat; salinity; morphometric parameters

Одной из наиболее актуальных проблем в современном растениеводстве является проблема солеустойчивости растений. Большинство сельскохозяйственных растений чувствительны к засолению, что вызывает существенные потери урожая вследствие действия этого факторов. Губительное воздействие засоления на растения обусловлено снижением водного потенциала почвенного раствора, что затрудняет доступность воды для растений, повышенной аккумуляцией ионов (например, Na^+) в цитоплазме и их токсическим действием на клеточный метаболизм, а также изменением структуры почвы, что приводит к снижению ее водопроницаемости и аэрируемости. Изменения физиолого-биохимического состояния растительного организма приводят к морфологическим изменениям, например, недостаточно развивается корневая система и надземная часть проростков.

Эксперименты проводили на 10-дневных проростках озимой пшеницы сорта Элегия, которые выращивались рулонным методом [1] (рис.1). Семена пшеницы предварительно, в течение 20-30 мин, обрабатывали слабо розовым раствором KMnO_4 , затем промывали дистиллированной водой, и замачивали в течение 24 ч в дистиллированной воде в термостате при температуре 24-26°C. Наклюнувшиеся

семена в количестве 30 штук высаживали в рулоны. Проростки выращивали при температуре $20\pm 2^\circ\text{C}$ при естественном освещении в течение 10 суток. Проводили 2 серии экспериментов. В первой серии рулоны сразу помещали в стеклянные сосуды, содержащие растворы следующего состава: $0,1\text{мМ CaSO}_4$ (контроль); $0,1\text{мМ CaSO}_4$, 1мМ NaCl (1); $0,1\text{мМ CaSO}_4$, 5мМ NaCl (2); $0,1\text{мМ CaSO}_4$, 50мМ NaCl (3); $0,1\text{мМ CaSO}_4$, 150мМ NaCl (4); $0,1\text{мМ CaSO}_4$, 200мМ NaCl (5); $0,1\text{мМ CaSO}_4$, 300мМ NaCl (6). Во второй серии рулоны сначала помещали в стеклянные сосуды с контрольным раствором. За 1, 2, 3 суток до эксперимента часть проростков из контрольного раствора помещали в раствор 5. На 10 сутки после посадки измеряли с помощью линейки длину корней и побегов (надземной части). Внешний вид 10-дневных проростков, выращенных в растворах разной концентрации хлорида натрия, представлен на рис. 1.

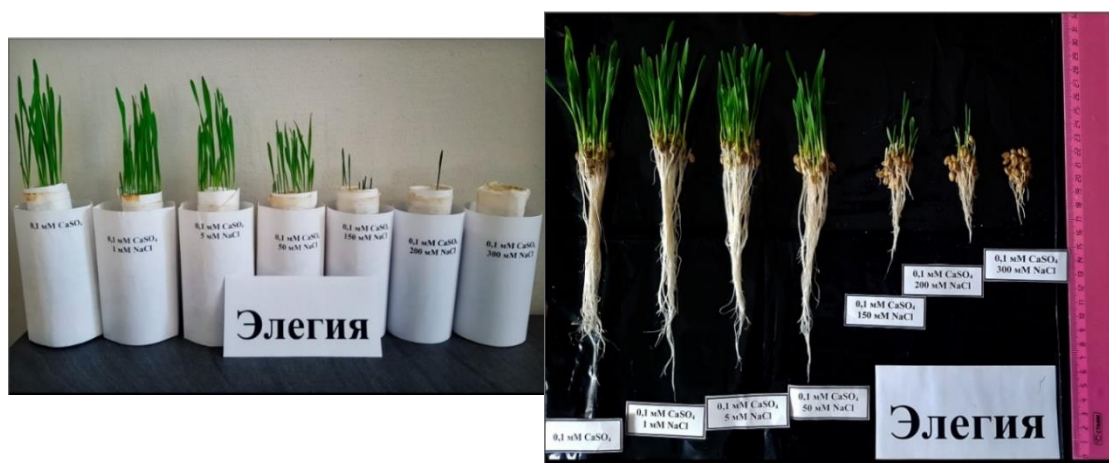


Рисунок 1 – Рулонный метод выращивания 10-дневных проростков озимой пшеницы сорта Элегия в растворах с разной концентрацией хлорида натрия и их внешний вид

При исследовании зависимости морфометрических характеристик проростков пшеницы от концентрации NaCl в среде выращивания получены следующие результаты.

При действии хлорида натрия в концентрации 1 и 5 мМ у 10-дневных проростков не было выявлено достоверных отличий *длины корней* по сравнению с контролем (рис. 2а).

Увеличение концентрации соли до 50 мМ вызывало достоверное уменьшение длины корней в 1,4 раза по сравнению с контролем. Присутствие в среде выращивания NaCl в концентрации 150 мМ приводило к увеличению выявленного эффекта: наблюдалось достоверное уменьшение длины корней в 5,4 раза. При дальнейшем увеличении содержания соли в среде выращивания еще больше ингибировалось развитие корневой системы. Так, дальнейший рост концентрации хлорида натрия до 200 мМ приводил к достоверному уменьшению исследуемой характеристики в 8,4 раза. В присутствии 300 мМ NaCl наблюдался максимальный эффект воздействия на корневую систему: длина корней достоверно уменьшалась в 12,4 раза по сравнению с контролем.

При действии хлорида натрия в концентрации 1 и 5 мМ у 10-дневных проростков не было выявлено достоверных отличий *длины надземной части* по сравнению с контролем (рисунок 2б). Увеличение концентрации соли до 50 мМ вызывало достоверное уменьшение длины в 1,5 раза по сравнению с контролем. Присутствие в среде выращивания NaCl в концентрации 150 мМ приводило также

к достоверному уменьшению длины надземной части в 5,0 раз. Дальнейший рост концентрации хлорида натрия до 200 мМ приводил к достоверному уменьшению исследуемой характеристики в 11,4 раза. В присутствии 300 мМ NaCl наблюдался максимальный эффект воздействия на надземную часть проростков: длина достоверно уменьшалась в 55,8 раза по сравнению с контролем.

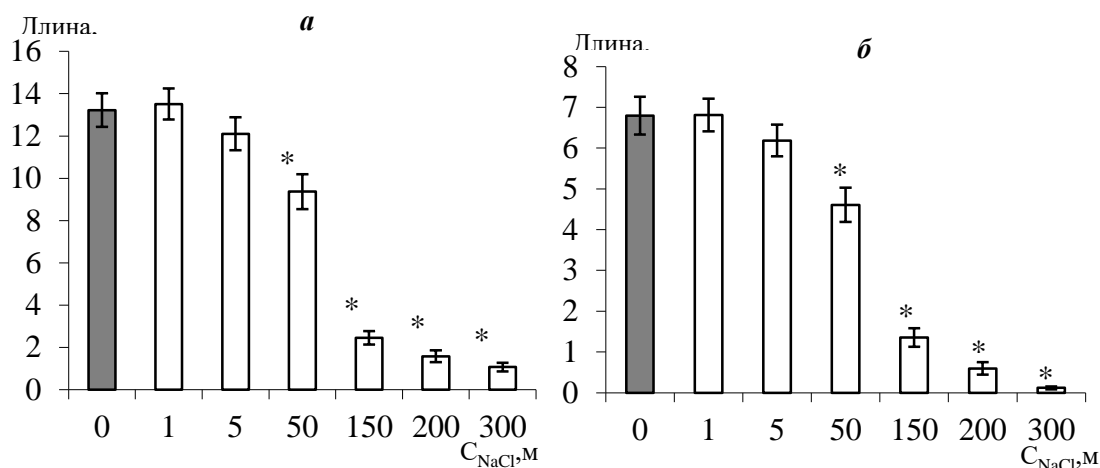


Рисунок 2 – Зависимость длины корней (а) и надземной части (б) 10-дневных проростков озимой пшеницы сорта Элегия от концентрации хлорида натрия в среде выращивания.

* – различия статистически достоверны по сравнению с контролем при $P \leq 0,05$

Таким образом, можно заключить, что начиная с концентрации 50 мМ, хлорид натрия вызывает достоверное уменьшение размеров, как корневой системы, так и надземной части проростков озимой пшеницы сорта Элегия по сравнению с контролем. При этом с увеличением концентрации NaCl до 300 мМ наблюдаемый эффект усиливается и в большей степени угнеталось развитие надземной части проростков.

Также были проведены эксперименты по влиянию 200 мМ хлорида натрия на развитие проростков озимой пшеницы в зависимости от времени действия соли. Внешний вид проростков и результаты экспериментов представлены на рис. 3 и 4.

Как видно из рис. 4а, с увеличением времени действия 200 мМ хлорида натрия от 1 до 10 суток увеличивается степень воздействия соли на длину корней. При этом, в первые трое суток, различия между средними и контролем достоверны, а между вариантами – достоверных различий не выявлено. На 10-е же сутки воздействия 200 мМ NaCl наблюдаются достоверные уменьшения длины корней по сравнению с контролем и по сравнению со средними значениями, полученными после 1, 2, 3-сут экспозиции в растворе соли. На основании данных, представленных на рис. 4б, можно говорить о достоверных изменениях размеров надземной части проростков по сравнению с контролем только после 2- и 10-сут воздействия хлорида натрия. При этом в первые трое суток, как и в случае влияния на корневую систему, достоверных различий между вариантами не выявлено. На 10-е же сутки воздействия 200 мМ NaCl, как и в случае влияния на корневую систему, наблюдаются достоверные уменьшения длины побегов по сравнению с контролем и по сравнению со средними значениями, полученными после 1, 2, 3-сут экспозиции в растворе соли.



Рисунок 3 – Внешний вид 10-дневных проростков озимой пшеницы сорта Элегия, выращенных в 200 мМ раствора хлорида при разной экспозиции

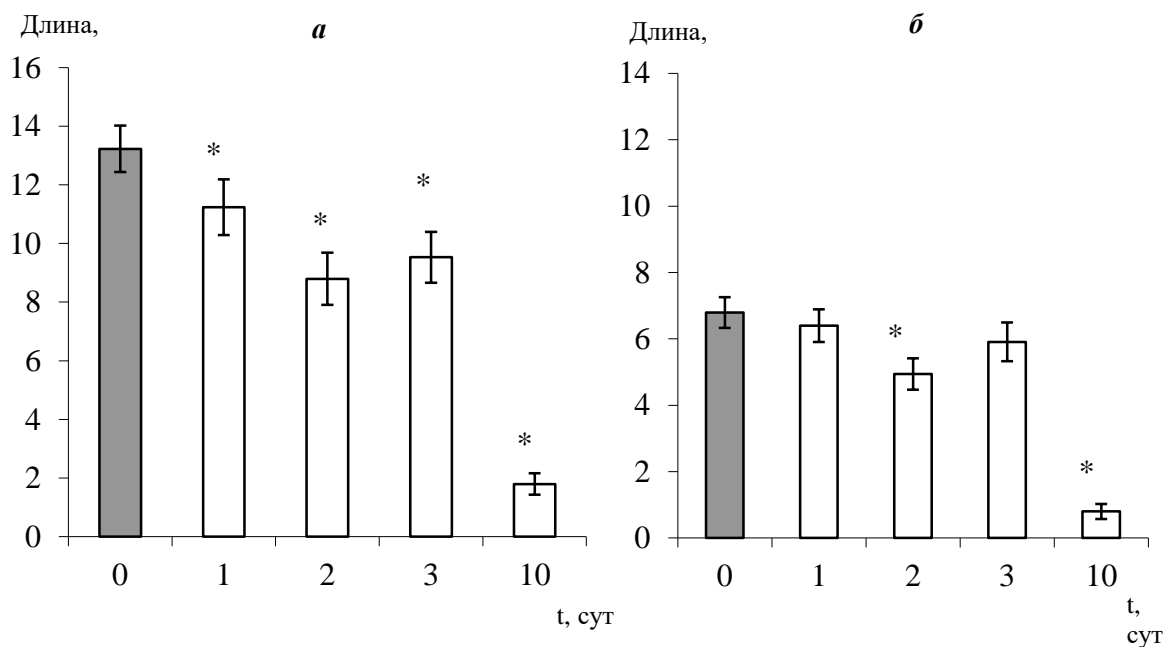


Рисунок 4 – Зависимость длины корней (а) и надземной части (б) проростков озимой пшеницы сорта Элегия от времени воздействия 200 мМ хлорида натрия. * – различия статистически достоверны по сравнению с контролем при $P \leq 0,05$

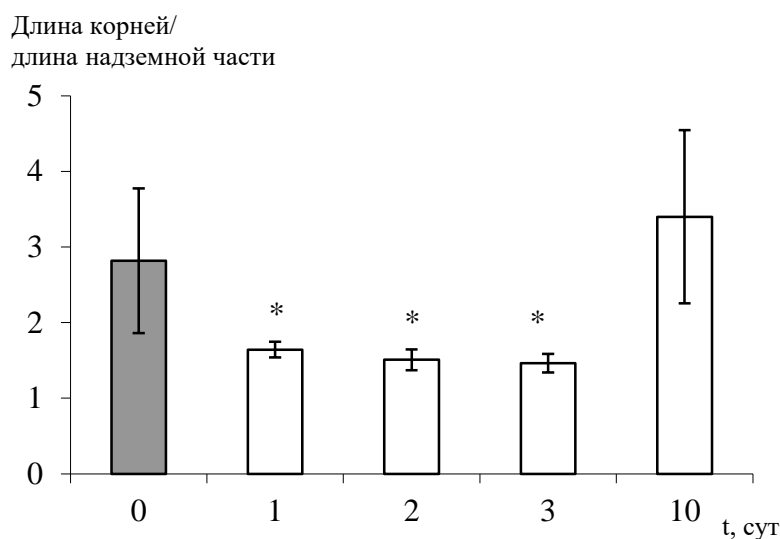


Рисунок 5 – Зависимость соотношения длины корней и длины надземной части у 10-дневных проростков озимой пшеницы сорта Элегия от времени воздействия 200 мМ хлорида натрия.

* – различия статистически достоверны по сравнению с контролем при $P \leq 0,05$

Анализируя влияние экспозиции в 200 мМ растворе хлорида натрия на развитие корневой системы и надземной части проростков, можно заключить, что в начальный период воздействия засоления на проростки озимой пшеницы, более чувствительной к действию стрессора оказывается корневая система, а при увеличении экспозиции до 10 суток стресс-фактор оказывает влияние и на корневую систему, и на надземную часть.

Для того, чтобы оценить этот эффект, были проведены расчеты соотношений длины корней и размеров надземной части проростков (рис. 5).

Анализ данных показал, что в начальные моменты своего действия хлорид натрия не оказывает достоверного влияния на отношение длины корней к длине надземной части (сравниваются варианты между собой), хотя по сравнению с контролем наблюдается достоверное уменьшение данного параметра. К 10 суткам же отчетливо видно, что в значительной мере подвергается воздействию надземная часть проростков: она в 3,4 раза менее развита, чем корневая система. При этом достоверных различий по сравнению с контролем не выявлено (в контроле надземная часть проростков в 2,8 раза менее развита, чем корневая система). Но, если в начальный период онтогенеза проростков отставание развития надземной части от развития корневой системы в нормальных условиях – это естественный процесс, то при действии засоления – ответная реакция на стресс.

Библиографические ссылки

1. Зайцев В. А., Корсакова О. М., Жукова И. В. Эффективность проращивания семян в рулонах // Селекция и семеноводство. 1983. №11. С. 39–40.

ПОЛУЧЕНИЕ КУЛЬТУРЫ «БОРОДАТЫХ КОРНЕЙ» СОРТОВ *AMARANTHUS CAUDATUS* С СЕЛЕКТИВНЫМИ И ЦЕЛЕВЫМ ГЕНАМИ

О.Н. Ярошко, Н.А. Матвеева

Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАН Украины
Киев, Украина, 90tigeryaroshko90@gmail.com

Целью экспериментов было изучение возможности генетической трансформации представителей рода *Amaranthus* а также получение линий «бородатых корней» амарантов с селективными генами: геном фосфинотрицин-N-ацетилтрансферазы (*bar*), геном неомисинфосфоттрансферазы II (*nptII*) и целевым геном человеческого лейкоцитарного интерферона (*ifn-a2b*). В качестве растительных объектов использовали сорта *Amaranthus caudatus* и гибриды *A. caudatus* x *A. paniculatus* отечественной селекции. Были использованы методы: культивирование тканей растений *in vitro*, *Agrobacterium*-опосредованной трансформации, молекулярно-генетические методы. При использовании междоузлий, были получены линии «бородатых корней» *Amaranthus caudatus* сортов Гелиос и Кармин с генами *bar*, *nptII* и *ifn-a2b*. Результаты позволяют сделать вывод о возможности использования *A. rhizogenes* для генетической трансформации амаранта. Линии «бородатых корней» с геном *ifn-a2b* могут быть использованы как продуценты биоактивных соединений.

Ключевые слова: *Amaranthus*; трансформация; *Agrobacterium*; *bar*; *nptII*; *ifn-a2b* ген

OBTAINING A CULTURE OF «HAIRY ROOTS» OF *AMARANTHUS CAUDATUS* VARIETIES WITH SELECTIVE AND TARGET GENES

O. N. Yaroshko

Institute of cell biology and genetic engineering NAS of Ukraine,
Kyiv, Ukraine

The purpose of the experiments was to prove the possibility of genetic transformation of representatives of the genus *Amaranthus* and also to obtain lines of «hairy roots» of amaranths with selective genes: the phosphinothricin-N-acetyltransferase gene (*bar*), the neomycin phosphotransferase II (*nptII*) gene and the target gene of human leukocyte interferon (*ifn-a2b*). Varieties *Amaranthus caudatus* and hybrids *A. caudatus* x *A. paniculatus* of local selection were used as plant objects. The following methods were used: cultivation of plant tissues *in vitro*, *Agrobacterium*-mediated transformation method, molecular-genetic methods. The lines of «hairy roots» *Amaranthus caudatus* cultivars Helios and Karmin with genes *bar*, *nptII* and *ifn-a2b* were obtained from internodes. *A. rhizogenes* can be used for the genetic transformation of amaranth. Lines of "hairy roots" with the *ifn-a2b* gene can be used as producers of bioactive compounds.

Key words: *Amaranthus*; transformation; *Agrobacterium*; *bar*; *nptII*; *ifn-a2b* gene

В последние несколько десятилетий, создание трансгенных растений или их отдельных органов является перспективным направлением. Одними из перспективных кандидатов для трансформации выступают представители рода Амарант, растительное сырье которого используют в различных отраслях промышленности

В качестве объектов для генетической трансформации использовали сорта амаранта *A. caudatus* L.: сорта Гелиос, Кармин, Кремовый ранний и гибридов: *A. caudatus* x *A. paniculatus* L. – сорт Стерх, *A. caudatus* x Стерх – сорт Жайвир Для генетической трансформации использовали штаммы *Agrobacterium rhizogenes* с генетическими векторами pICH5290, pCB131, pCB124. Трансформацию проводили

путем кокультивирования эксплантов с перечисленными выше бактериями. Трансформацию амаранта осуществляли согласно методу Jofre-Garfias [1] с определенными модификациями.

Экспланты (полученные из эпикотелей, листовых пластинок, междоузлий стеблей сортов амаранта) кокультивировали с агробактериальной суспензией в течение 90 мин, после чего переносили на твердую среду Мурасиге и Скуга (МС₃₀) [2] без антибиотиков. Кокультивирование на этой среде продолжалось 1 день, а потом экспланты переносили на среду МС₃₀ с добавлением 500 мг/л цефотаксима. Каждые 2 недели экспланты переносили на среду МС₃₀ снижая содержание цефотаксима с каждым пассажем (400 мг/л, 300 мг/л, 200 мг/л). При последнем пассаже использовали среду МС₃₀ без добавления цефотаксима.

«Бородатые корни» формировались на стеблевых эксплантах примерно через месяц после заражения. Через неделю после появления корней их отделяли от эксплантов и переносили на безгормональную среду МС₃₀ без добавления антибиотика. Через 3 недели от массы корней, которая выросла, отделяли кончики отдельных корней размером ~ 1 см и наблюдали еще 3 недели за ростом «бородатых корней». Субкультивирование проводили каждые 2 недели. Чашки Петри с культурой «бородатых корней» выдерживали при 22 - 25 °С, освещении 3000 - 4500 лк и 14-часовом световом фотопериоде.

После трансформации с использованием *A. rhizogenes* A4 с векторами pICH5290, pCB131, pCB124 были получены 7 линии корней *A. caudatus*, сорт Кармин и Гелиос, которые морфологически были похожи на «бородатые корни». Они имели белый цвет, были густо покрыты «волосками», характеризовались значительным ветвлением, большинство «корней» имело выраженный негативный геотропизм, хотя некоторые росли на поверхности среды, почти не вращая в нее.

Следующим этапом эксперимента было проведение молекулярно-генетического анализа полученных «корней». Для этого растительную ДНК выделяли СТАБ методом [3], потом проводили полимеразную цепную реакцию с использованием праймеров, специфичным к искомым генам, проводили электрофорез в агарозном геле и документировали полученные результаты.

Пять линий корней, которые были получены после кокультивирования с *A. rhizogenes* A4 (pICH5290 и pCB131) были проверены на наличие перенесенного *bar* гена. При анализе 2-х образцов «бородатых корней» амаранта (рис. 1), было выявлено наличие фрагмента ДНК размером 405 пар оснований.

Линии корней, полученные после трансформации *A. rhizogenes* с генетическим вектором pCB124, проверяли на присутствие *nptII* гена. Результат ПЦР анализа на присутствие *nptII* гена оказались положительными для 2-х линий (рис. 2), также анализ на присутствие *infa2b* гена подтвердил присутствие этого гена в 2-х линиях (рис. 3).

Таким образом, с помощью молекулярно-генетических методов, была доказана возможность стабильной трансформации сортов амаранта Кармин и Гелиос с помощью *A. rhizogenes* и получены линии «бородатых корней» амаранта с селективными (*bar*, *nptII*) и целевым (*infa-α2b*) генами.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о возможности использования *A. rhizogenes* для генетической трансформации амаранта. Полученные линии «бородатых корней» с геном *infa-α2b* в дальнейшем могут быть использованы как продуценты биологических соединений растительного происхождения.

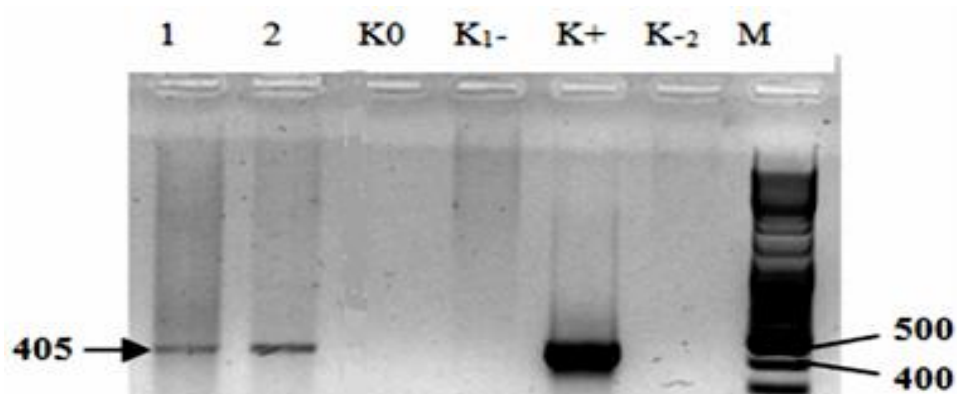


Рисунок 1 – Электрофореграмма продуктов амплификации ДНК «бородатых корней» амаранта с праймерами, специфичными к *bar* гену. Размер ожидаемого ампликона 405 пар оснований.

1 - Гелиос (pICH5290), 2 - Гелиос (pCB131), K0 – контроль, без внесения ДНК; K₁- - ДНК нетрансформированного *A. caudatus*, сорт Гелиос; K⁺ - положительный контроль (ДНК трансформированного *N. tabacum*), K₂- - ДНК растений нетрансформированного *A. caudatus*, Кармин; M - маркер молекулярной массы Fisher Thermo Scientific GeneRuler™ DNA Ladder Mix.

Figure 1 – Electrophoregram of amaranth «hairy roots» DNA amplification products with primers specific to the *bar* gene. The expected amplicon size is 405 base pairs.

1 - Helios (pICH5290), 2 - Helios (pCB131), K0 - control, without the adding of DNA; K₁- - DNA of untransformed *A. caudatus*, cv. Helios; K⁺ - positive control (DNA of transformed *N. tabacum*) K₂- - DNA of plants of untransformed *A. caudatus*, cv. Karmin; M – molecular weight marker Fisher Thermo Scientific GeneRuler™ DNA Ladder Mix.

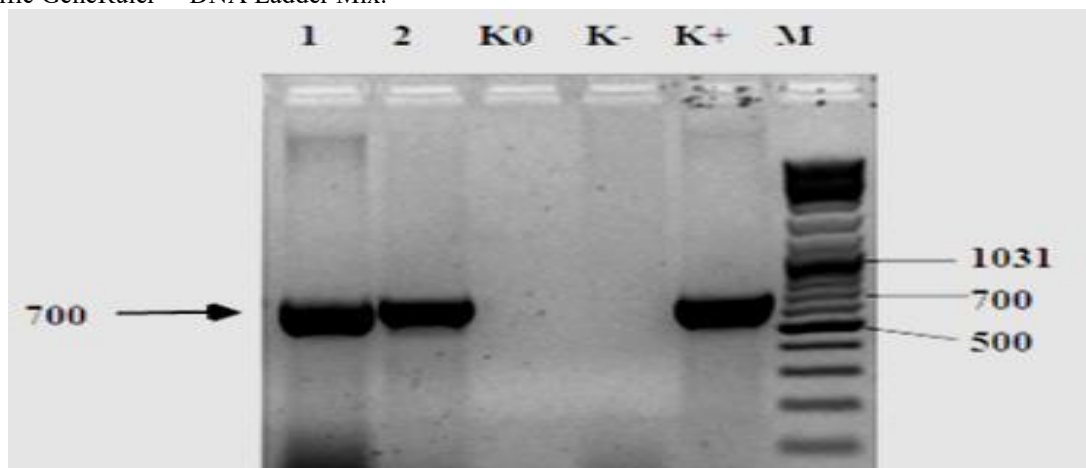


Рисунок 2 – Электрофореграмма продуктов амплификации ДНК «бородатых корней» амаранта с праймерами, специфичными к *nptII* гену. Размер ожидаемого ампликона 700 пар оснований.

1, 2 - линии корней сорта Гелиос, (pCB124); K0 – контроль, без внесения ДНК, K⁻ - ДНК нетрансформированного *A. caudatus*, Гелиос; K⁺ - положительный контроль (ДНК трансгенного *N. tabacum*), M - маркер молекулярной массы Fisher Thermo Scientific GeneRuler™ DNA Ladder Mix.

Figure 2 – Electrophoregram of amaranth «hairy roots» DNA amplification products with primers specific to the *nptII* gene. The expected amplicon size is 700 base pairs.

1, 2 - lines of roots of the cv. Helios (pCB124); K0 - control, no DNA addition, K⁻ - DNA of untransformed *A. caudatus*, cv. Helios; K⁺ - positive control (DNA of transgenic *N. tabacum*), M - molecular weight marker Fisher Thermo Scientific GeneRuler™ DNA Ladder Mix.

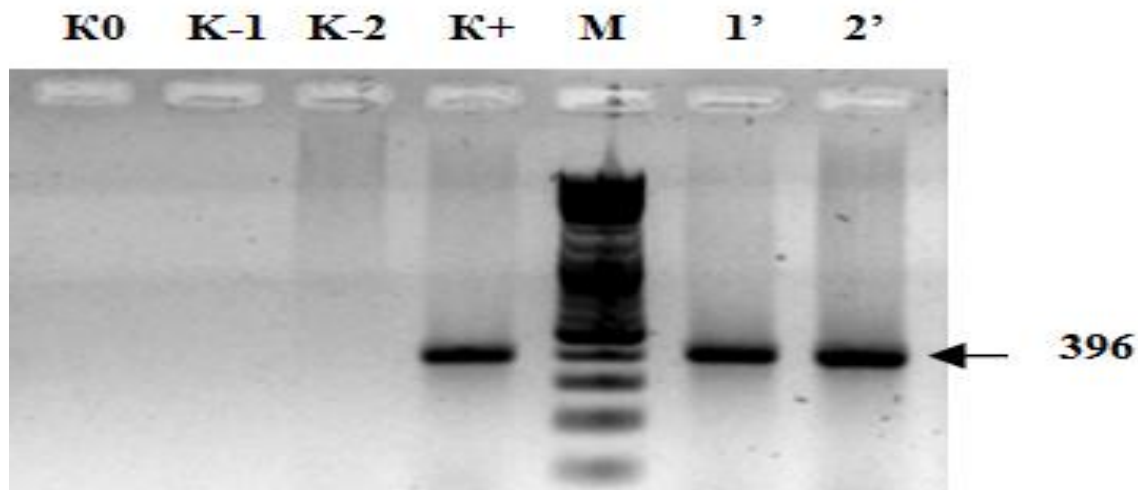


Рисунок 3 – Электрофореграмма продуктов амплификации ДНК трансгенных корней амаранта с праймерами, специфичными к гену *ifn-α2b*. Размер ожидаемого ампликона 396 пар основ.

K0 – контроль, без внесения ДНК, K-1 – ДНК нетрансформированного *A. caudatus*, сорт Гелиос; K-2 – ДНК нетрансформированного *A. caudatus*, сорт Кармин; K+ - положительный контроль (ДНК трансформированного *N. tabacum*), M - маркер молекулярной массы Fisher Thermo Scientific GeneRuler™ DNA Ladder Mix; образцы 1', 2'- Гелиос (pCB124).

Figure 3 – Electrophoregram of DNA amplification products of transgenic amaranth roots with primers specific to the *ifn-α2b* gene. The expected amplicon size is 396 base pairs.

K0 - control, no DNA addition, K-1 – DNA of untransformed *A. caudatus*, cv. Helios; K-2 – DNA of untransformed *A. caudatus*, cv. Karmin; K + - positive control (DNA of transformed *N. tabacum*), M - molecular weight marker Fisher Thermo Scientific GeneRuler™ DNA Ladder Mix; samples 1', 2'- Helios (pCB124).

Данная работа была выполнена в рамках проекта Государственного фонда исследований Украины, государственный регистрационный номер 2020.01 / 0301.

Библиографические ссылки

1. *Agrobacterium*-mediated transformation of *Amaranthus hypochondriacus*: light- and tissue-specific expression of a pea chlorophyll A/B-binding protein promoter / Jofre-Garfias A.E., et al. // Plant Cell Reports, 1997. V.16(12). P. 847–852. doi:10.1007/s002990050332.
2. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue culture // Physiologia Plantarum, 1962. Vol. 15. № 3. P. 473–497. doi:10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.
3. Stewart, C.N.Jr., Via, L.E. A rapid CTAB DNA isolation technique useful for RAPD fingerprinting and other PCR applications. // Biotechniques. 1993. Vol. 14. №. P. 248–250.

ЛИШАЙНИКИ И НЕЛИХЕНИЗИРОВАННЫЕ ГРИБЫ В ЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ ПЕТРИКОВСКОГО РАЙОНА (БЕЛАРУСЬ)

А. П. Яцына^{1,2}, Я. К. Рай²

¹Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси
Минск, Беларусь, lihenologs84@mail.ru

²Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь, yanrai18@gmail.com

В результате инвентаризации лишенобиоты лиственных лесов Петриковского района обнаружено 74 вида, среди них 71 вид лишайников и 3 вида нелихенизированных сапротрофных грибов: *Chaenothecopsis pusilla*, *Microcalicium disseminatum* и *Stenocybe pullatula*. К индикаторным видам старовозрастных лесов относятся 25 видов, 10 видов являются новыми для Гомельской области. *Chaenotheca chlorella*, *Parmotrema stuppeum* и *Punctelia subrudecta* впервые приводятся для Петриковского района и включены в Красную книгу Беларуси.

Ключевые слова: лишайники; лиственные леса; индикаторные виды; новые находки; охраняемые виды.

LICHENS AND NON-LICHENIZED FUNGI IN DECIDUOUS FOREST PETRIKOV DISTRICT (BELARUS)

A.P. Yastyina^{1,2}, Ya.K. Rai²

¹The State Scientific Institution «V.F.Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Science of Belarus»,

Minsk, Belarus, E-mail: lihenologs84@mail.ru

²Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus. E-mail: yanrai18@gmail.com

As a result of the inventory of lichenbiota of deciduous forests of Petrikov district, 74 species were found, including 71 species of lichens and 3 species of non-lichenized saprobic fungi: *Chaenothecopsis pusilla*, *Microcalicium disseminatum* and *Stenocybe pullatula*. The indicator species of old-growth forests include 25 species, 10 species are new for the Gomel region. *Chaenotheca chlorella*, *Parmotrema stuppeum* and *Punctelia subrudecta* are listed for the first time for the Petrikov district and are included in the Red Book of Belarus.

Key words: lichens; deciduous forests; indicator species; new finds; protected species.

Изучение биологического разнообразия лишайников и близкородственных (лихенофильных и нелихенизированных грибов) Петриковского района проводилось только на территории Национального парка «Припятский» [1]. В. В. Голубковым обследованы лесные биотопы в окрестностях деревень Судибор и Снядин (Петриковский р-н.). В монографии, посвященной лишенобиоте НП «Припятский», приводится около 15 видов лишайников из Петриковского р-на. Обследованный В. В. Голубковым район расположен южнее водораздела реки Припять [1]. Таким образом, проводимые исследования по инвентаризации видового разнообразия лишенобиоты в Петриковском районе актуальны и заслуживают особого внимания.

Полевые исследования проводились нами с 3 по 6 мая 2021 г. на территории Кошевичского и Лучицкого лесничеств Петриковского л-хоза, обследованная территория располагается на стыке Петриковского и Октябрьского р-на

Гомельской области, в водоразделе р. Птичь. На территории Кошевичского л-ва расположены четыре памятника природы местного значения «Дубрава», суммарная площадь 4-х ППМЗ составляет около 121 га. Дубравы представлены кисличными и орляковыми типами, возраст дубрав по таксационным описаниям около 110 лет. В древостое, кроме дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), обильно встречается граб обыкновенный (*Carpinus betulus* L.), немногочисленные деревья граба достигают возраста 100 лет, реже представлены клен остролистный (*Acer platanoides* L.), вяз шершавый (*Ulmus glabra* Huds.) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). На всех территориях ППМЗ проводились выборочные рубки, в напочвенном покрове дубрав представлены пни 10–15-летней давности. Крупный валеж в дубравах представлен в небольшом количестве, в напочвенном покрове доминируют эфемероиды. Особый интерес представляют собой пойменные дубравы между деревнями Лучицы и Деменка. Кроме дуба черешчатого в составе древостоя дубрав встречаются старые деревья ольхи черной (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) и ивы ломкой (*Salix fragilis* L.), возраст отдельных экземпляров около 90–100 лет. В пойменных дубравах много валежа.

Кроме лишенобиоты пойменных и плакорных дубрав обследовано парковое насаждение в северной части д. Лучицы. Площадь территории усадебного парка составляет около 5 га, парк заложен на обрывистом берегу р. Птичь в конце XIX-го века. По таксационным описаниям лесное насаждение относят к кленовнику снытевому, возрастом 120 лет. На территории парка сохранились отдельные деревья (дуб, вяз, клен) возрастом 150–170 лет. В древостое представлены преимущественно аборигенные породы деревьев, из интродуцентов хочется отметить 18 старых деревьев тополя белого (*Populus alba* L.).

Таким образом, обследованные в лишенологическом плане лиственные леса условно можно разделить на 3 локалитета: 1 – плакорные дубравы (к ним относятся 4 ППМЗ), 2 – пойменные дубравы (пойма р. Птичь между деревнями Лучицы и Деменка) и 3 – усадебный парк (д. Лучицы).

Лишайники собирались по общепринятым методикам. Всего собрано более 150 образцов. Камеральная обработка собранного полевого материала проведена в лаборатории микологии ИЭБ НАН Б с использованием световой микроскопии: бинокля Olympus SZ 6 и микроскопа Olympus BX 51. Образцы внесены в гербарную базу данных и хранятся в лишенологическом гербарии лаборатории микологии (MSK-L). Исследования состава лишайниковых веществ родов *Cetrelia* W. L. Culb. et C. F. Culb., *Cladonia* P. Browne, *Lepraria* Ach., *Lecanora* Ach. и *Parmotrema* A. Massal. проведены методом тонкослойной хроматографии в системе растворителей С [2]. Индикаторные виды лишайников и лишенизированных сапротрофных грибов старовозрастных лесов республики обозначены в тексте (!). Ниже приводится аннотированный список, после каждого вида приводится номер локалитета и субстрат, на котором был найден вид.

Acrocordia gemmata (Ach.) A. Massal. – 3; на коре *P. alba*, *Alyxoria varia* (Pers.) Ertz & Tehler – 1; на коре *C. betulus*, 3; на коре *A. platanoides*, *Amandinea punctata* (Hoffm.) Coppins & Scheid. – 2; на коре *Q. robur*, 3; на коре *P. alba*, *Anaptychia ciliaris* (L.) Körb. ex A. Massal. – 3; на коре *P. alba*, *Arthonia arthonioides* (Ach.) A.L. Sm. – 1; на коре *Q. robur*, *A. byssacea* (Weigel) Almq. – 1, 2, 3; на коре *A. platanoides*, *A. radiata* (Pers.) Ach. – 1; на коре *C. betulus*, *A. spadicea* Leight. – 1, 2; на коре *Q. robur*, *A. vinosa* Leight. – 2; на коре *Q. robur*, *Arthothelium ruanum* (A. Massal.) Körb. – 1; на коре *C. betulus*, *Bacidia delicata* (Larbal. ex Leight.) Coppins – 1; на коре *Q. robur*, *B. rubella* (Hoffm.) A. Massal. – 3; на коре *A. platanoides*, *Bacidina egenula* (Nyl.)

Vězda – 1; на коре *Q. robur*, *C. betulus*, !*Biatora globulosa* (Flörke) Fr. – 2; на коре *A. platanoides*, *Buellia griseovirens* (Turner & Borrer ex Sm) Alnb. – 1; на коре *C. betulus*, !*Calicium salicinum* Pers. – 2; на коре *Q. robur*, !*Caloplaca virescens* (Sm.) Coppins – 3; на коре *A. platanoides*, *Candelariella xanthostigma* (Pers. ex Ach.) Lettau – 3; на коре *A. platanoides*, !*Cetrelia monachorum* (Zahlbr.) W.L. Culb. & C.F. Culb. – 1; на коре *Q. robur*, !*Chaenotheca brachypoda* (Ach.) Tibell – 3; на коре *P. alba*, !*C. chlorella* (Ach.) Müll. Arg. – 1; на коре *Q. robur*, *C. chrysocephala* (Ach.) Th. Fr. – 1; на коре *Q. robur*, *C. ferruginea* (Turner) Mig. – 1; на коре *P. sylvestris*, !*C. phaeocephala* (Turner) Th. Fr. – 1, 2; на коре *Q. robur*, 3; на коре *P. alba*, !*C. stemonea* (Ach.) Müll. Arg. – 1; на коре *Q. robur*, *C. trichialis* (Ach.) Th. Fr. – 1; на коре *Q. robur*, +*Chaenothecopsis pusilla* (Ach.) A.F.W. Schmidt – 1; на коре *Q. robur*, !*Chrysothrix candelaris* (L.) J.R. Laundon – 1; на коре *Q. robur*, *Cladonia cenotea* (Ach.) Schaer. – 2; на сухом валеже (древесина) *Q. robur*, *C. chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng. – 3; на коре *A. platanoides*, *C. macilenta* Hoffm. – 2; на сухом валеже (древесина) *Q. robur*, *Coenogonium pineti* (Ach.) Lucking & Lumbsch – 2; на коре *Q. robur*, 3; на коре *P. alba*, *Evernia prunastri* (L.) Ach. – 3; на коре *A. platanoides*, !*Fellhanera gyrophorica* Sérus., Coppins, Diederich & Scheid. – 1; на коре *Q. robur*, *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale – 1, 2, 3; на коре *Q. robur*, *Graphis scripta* (L.) Ach. – 1; на коре *C. betulus*, *Lecanora allophana* (Ach.) Nyl. – 2; на коре *Populus tremula* L., *L. carpinea* (L.) Vain. – 2; на коре *A. glutinosa*, 3; на коре *A. platanoides*, *L. expallens* Ach. – 3; на коре *A. platanoides*, !*L. glabrata* (Ach.) Malme – 1; на коре *C. betulus*, *L. thysanophora* R.C. Harris – 1; на коре *C. betulus*, *Lepra albescens* (Huds.) Hafellner – 3; на коре *A. platanoides*, *L. amara* (Ach.) Hafellner – 1; на коре *Q. robur*, *Lepraria finkii* (B. de Lesd.) R. C. Harris – 1, 2, 3; на коре *Q. robur*, *L. incana* (L.) Ach. – 1; на коре *Q. robur*, 3; на коре *P. alba*, *Melanelixia glabratula* (Lamy) Sandler & Arup – 3; на коре *A. platanoides*, *M. subargentifera* (Nyl.) O. Blanco, et al. – 3; на коре *A. platanoides*, *Melanohalea exasperatula* (Nyl.) O. Blanco, et al. – 3; на коре *Pyrus communis* L., +*Microcalicium disseminatum* (Ach.) Vain. – 2, на коре *Q. robur*, *Parmelia sulcata* Taylor – 1; на коре *Q. robur*, 3; на коре *A. platanoides*, *Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale – 1; на коре *Q. robur*, 3; на коре *A. platanoides*, *Parmotrema stuppeum* (Taylor) Hale – 2; на коре *Q. robur*, *Peltigera praetextata* (Flörke ex. Sommerf.) Zopf – 1; на коре *Q. robur*, !*Pertusaria leioplaca* (Ach.) DC. – 1; на коре *C. betulus*, *Phlyctis argena* (Ach.) Flot. – 1; на коре *Q. robur*, *Physcia adscendens* H. Olivier – 3; на коре *P. communis*, *Physconia distorta* (Wirth.) J.R. Laundon – 3; на коре *Salix fragilis*, *P. enteroxantha* (Nyl.) Poelt – 3; на коре *Salix fragilis*, *Pleurosticta acetabulum* (Neck.) Elix & Lumbsch – 3; на коре *P. alba*, *Polycauliona candelaria* (L.) Frödén, Arup & Søchting – 2; на коре *Q. robur*, 3; на коре *Ulmus glabra*, !*Pseudoschismatomma rufescens* (Pers.) Ertz & Tehler – 3; на коре *A. platanoides*, !*Punctelia subrudecta* (Nyl.) Krog – 3; на коре *Q. robur*, !*Pyrenula nitida* (Wiegel) Ach. – 1; на коре *C. betulus*, !*P. nitidella* (Flörke ex Schaer.) Müll. Arg. – 1; на коре *C. betulus*, *Ramalina farinacea* (L.) Ach. – 3; на коре *A. platanoides*, *R. fraxinea* (L.) Ach. – 3; на коре *P. tremula*, *R. pollinaria* (Westr.) Ach. – 2; на коре *Q. robur*, 3; на коре *P. alba*, !*Reichlingia leopoldii* Diederich & Scheid. – 2, 3; на коре *Q. robur*, !*Sclerophora pallida* (Pers.) Y. J. Yao & Spooner – 3; на коре *A. platanoides*, +*Stenocybe pullatula* (Ach.) Stein – 2; на ветках *A. glutinosa*, *Thelocarpon* sp. – 1; на почве, *Trapeliopsis flexuosa* (Fr.) Coppins & P. James – 2; на сухих ветках, древесина *Q. robur*, *Usnea hirta* (L.) Weber ex F. H. Wigg. – 1; на коре *Q. robur*, *Vezdaea aestivalis* (Ohlert) Tsch.-Woess & Poelt – 1; на мхах, основание ствола *Q. robur*.

В обследованных лесных биотопах найдено 74 вида, из них 71 вид лишайников и 3 вида нелихенизированных сапротрофных грибов: *Chaenothecopsis pusilla*, *Microcalicium disseminatum* и *Stenocybe pullatula*. Наибольшее количество видов отмечено в усадебном парке – 36, в плакорных дубравах – 35, а в пойменных дубравах – 21 вид. Среди 74 видов лишайников и нелихенизированных грибов 25 видов (36,5% общего числа) оказались индикаторными видами старовозрастных лесов республики. Подавляющее большинство видов встречаются на коре деревьев, т.е. представлены эпифитными лишайниками, на долю которых приходится 70 видов (94,6% общего числа).

Впервые для территории Петриковского района отмечено 3 охраняемых вида лишайников: *Chaenotheca chlorella*, *Parmotrema stuppeum* и *Punctelia subrudecta* [3]. Такие виды, как *Parmelina tiliacea* и *Pleurosticta acetabulum*, включены в список профилактической охраны ККРБ [3]. Впервые для территории Гомельской области приводятся 10 видов лишайников и нелихенизированных грибов: *Arthonia arthonioides*, *A. vinosa*, *Bacidia delicata*, *Bacidina egenula*, *Caloplaca virescens*, *Fellhanera gyrophorica*, *Microcalicium disseminatum*, *Reichlingia leopoldii*, *Stenocybe pullatula* и *Veizdaea aestivalis* [4].

Таким образом, наличие индикаторных и охраняемых видов лишайников в лиственных лесах Петриковского района свидетельствует о непрерывности и сохранности лесных экосистем. Выявленные местонахождения охраняемых видов можно использовать для организации биомониторинга состояния популяций лишайников. Наличие индикаторных и охраняемых видов в лесных экосистемах позволяет использовать лишайники для выделения ключевых биотопов и, таким образом, ограничить вырубку и сохранить биологически ценные лесные комплексы в Петриковском районе.

Библиографические ссылки

1. Голубков В. В. Лихенобиота Национального парка «Припятский» – Минск: Белорусский Дом печати, 2011. 192 с.
2. Orange A., James P. W., White F. J. Microchemical methods for the identification of lichens. London, 2001. 101 p.
3. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. Минск, 2015. 448 с.
4. Tsurukau A. A provisional checklist of the lichens of Belarus // *Opuscula Philolichenum*, 2018. V.17. P. 374-479.

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ
И СОХРАНЕНИЯ
ФИТО- И МИКОБИОТЫ**

**Материалы
IV Международной научно-практической конференции,
приуроченной к 100-летию
кафедры ботаники БГУ**

**Республика Беларусь
Минск, 31 мая 2021 г.**

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *В. Н. Тихомиров*

Подписано в печать 07.07.2021. Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Печать цифровая. Усл. печ. л. 29,29. Уч.-изд. л. 23,57.

Тираж экз. Заказ

Белорусский государственный университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/270 от 03.04.2014.
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.

Отпечатано с оригинал-макета заказчика