

ISSN 2221-9927

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ

НАУК БЕЛАРУСИ ПО БИОРЕСУРСАМ»

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

«ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОТАНИКИ

ИМЕНИ В. Ф. КУПРЕВИЧА НАН БЕЛАРУСИ»

ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

«БЕЛОРУССКОЕ БОТАНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО»

БЕЛОРУССКОЕ ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ФИЗИОЛОГОВ РАСТЕНИЙ

БОТАНИКА

(ИССЛЕДОВАНИЯ)

Выпуск 48

Минск
«Колорград»
2019

Ботаника (исследования) : Сборник научных трудов. Выпуск 48 / Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси. – Минск, 2019. – 392 с.
ISSN 2221-9927.

В сборнике представлены оригинальные научные статьи белорусских ученых из ведущих научно-исследовательских учреждений Национальной академии наук и вузов Беларуси, содержащие результаты экспериментальных исследований, теоретических и практических разработок в широком спектре направлений ботанической науки, физиологии и экологии растений.

Публикуемые в сборнике научные статьи рецензируются ведущими специалистами в области ботаники, экологии, физиологии и биохимии растений.

Редакционная коллегия:

акад. НАН Беларуси, проф. Н. А. Ламан
акад. НАН Беларуси, проф. В. И. Парфенов
д. б. н., проф. Н. Г. Аверина
к. б. н. Д. Г. Груммо
д. б. н., проф. В. В. Карпук
к. б. н. Н. А. Копылова
д. б. н. В. Н. Прохоров
к. б. н. А. В. Пугачевский
д. б. н. Г. Ф. Рыковский
д. б. н. В. В. Сарнацкий

Научные редакторы:

акад. НАН Беларуси, проф. Н. А. Ламан
акад. НАН Беларуси, проф. В. И. Парфенов

Ответственный секретарь

к. б. н. Т. А. Будкевич

ISSN 2221-9927

© ГНУ «Институт экспериментальной ботаники
им. В. Ф. Купревича», 2019
© Оформление. ООО «Колорград», 2019

220072, г. Минск, ул. Академическая, 27,
Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси.
Факс +375 (17) 284-18-53, e-mail: nan-botany@yandex.by

Флора и систематика

УДК 582.32(476.2)

**Г. Ф. РЫКОВСКИЙ¹, М. С. МАЛЬКО², А. А. САКОВИЧ³
ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА БРИОФЛОРЫ
БЕЛОРУССКО-УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ**

¹*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
НАН Беларуси, г. Минск*

²*Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам, г. Минск*

³*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, г. Гродно*

Введение. Состав и структура бриофлоры Полесья определяются его эдафо-орографическими особенностями, положением региона на юге области смешанных лесов европейской части Голарктики и на рубеже центрально- и восточноевропейского флористических районов, плейстоценовой и голоценовой историей этой территории. Изучение растительного покрова любого природного региона наиболее целесообразно и значимо при трактовке его как целостного территориального образования с присущими ему закономерностями структурной дифференциации и развития во времени. Однако относительно рассматриваемого региона изучение, в частности его бриофлоры обособляется государственными границами на Белорусское, Украинское и Брянское Полесья. Здесь нами проводится сравнительно-таксономический анализ бриокомплексов Белорусского и Украинского Полесья в связи с их протяженным пространственным соприкосновением, а также тем, что почти все виды бриофитов Брянского Полесья известны на территории Белорусско-Украинского Полесья. По исторически сформировавшимся экологическим условиям Белорусское и Украинское Полесья довольно значительно различаются, объединяясь вместе с тем определенной общей интегральной характеристикой. Белорусское Полесье в плейстоцене было полностью перекрыто в основном песчаными отложениями Днепровского оледенения (в такой связи каменистый материал здесь практически отсутствует на дневной поверхности), тогда как на значительной территории Украинского Полесья на дневную поверхность выходит древний кристаллический щит, сложенный силикатными (преимущественно граниты) породами.

Материалы и методы исследований. Для установления таксономического состава бриофлоры (Bryobionta) исследуемого региона нами проведен анализ обширного спектра соответствующих научных публикаций, начиная с 90-ых годов 19 столетия (прежде всего, базовые сводки [1-9, 12], отчетного и гербарного материала ИЭБ НАН Беларуси, Ботанического института НАН России, Института ботаники НАН Украины и других учреждений, а также собственные бриологические сборы. Определение мохообразных проводилось по стандартным методикам с использованием сводки «Флора Беларуси» по мохообразным [10], а также монографической работы М.С. Игнатова, Е.А. Игнатовой [7]. Классификация таксо-

нов и цитирование видовых названий приводятся согласно современной таксономии мхов [13], печеночников и антоцеротовых [8] с некоторой корректировкой [11, 14].

Результаты и обсуждение. В составе бриофлоры региона к настоящему времени отмечено 464 вида из трех отделов. Отдел антоцеротовых (Anthocerotophyta) представлен 2 видами из 2 родов, 2 семейств, 2 порядков 1 класса, отдел печеночников (Marchantiophyta) – 105 видами из 47 родов, 32 семейств, 10 порядков и 2 классов, отдел мхов (Bryophyta) – 357 видами из 134 родов, 48 семейств, 14 порядков, 2 классов. У печеночников по числу видов выделяются семейства Scapaniaceae – 17, Ricciaceae – 14, Cephaloziaceae – 7, Lophocoleaceae – 6, Aneuraceae, Calypogeiaceae, Cephaloziellaceae, Gymnomitriaceae, Jungermanniaceae по 5 видов, у мхов – Pottiaceae и Sphagnaceae – по 34, Bryaceae – 33, Brachytheciaceae – 25, Amblystegiaceae – 24, Dicranaceae – 17, Orthotrichaceae по Grimmiaceae – по 15, Polytrichaceae и Mniaceae – по 13, Melichhoferiaceae – 11, Fissidentaceae – 10 (табл. 1).

Таблица 1. Таксономическая структура бриофлоры
Белорусского и Украинского Полесья

Семейство	Род	Вид	БП	УП
Отдел Anthocerotophyta Класс Anthocerotopsida Порядок Anthocerotales				
Anthocerotaceae	Anthoceros	Anthoceros agrestis Paton	+	+
Порядок Notothylatales				
Notothylataceae	Phaeoceros	Phaeoceros laevis (L.) Prosk	+	+
Отдел Marchantiophyta Класс Marchantiopsida Порядок Blasiales				
Blasiaceae	Blasia	Blasia pusilla L.	+	+
Порядок Lunulariales				
Lunulariaceae	Lunularia	Lunularia cruciata (Linnaeus) Dumortier ex Lindberg*	-	+
Порядок Marchantiales				
Aytoniaceae	Mannia	Mannia fragrans (Balb.) Frye et L. Clark*	-	+
		Reboulia hemisphaerica (L.) Raddi*	-	+
Marchantiaceae	Preissia	Preissia quadrata (Scop.) Nees*	+	+
	Marchantia	Marchantia polymorpha L.	+	+
Conocephalaceae	Conocephalum	Conocephalum conicum (L.) Dumort.	+	+

Продолжение табл. 1

Семейство	Род	Вид	БП	УП
		Conocephalum salebrosum Szweyk., Buczk. et Odrzyk.*	-	+
Ricciaceae	Riccia	Riccia beyrichiana Hampe exLehm*	+	-
		Riccia bifurca Hoffm.*	-	+
		Riccia canaliculata Hoffm.*	+	+
		Riccia cavernosa Hoffm.	+	+
		Riccia ciliata Hoffm.*	-	+
		Riccia ciliifera Link ex Lindenb.*	-	+
		Riccia fluitans L.	+	+
		Riccia frostii Austin*	-	+
		Riccia glauca L.	+	+
		Riccia huebeneriana Lindenb.	+	+
		Riccia rhenana Lorb. ex Müll.Frib.*	-	+
		Riccia sorocarpa Bisch.	+	+
		Riccia trichocarpa M. Howe*	-	+
	Ricciocarpos	Ricciocarpos natans (L.) Corda	+	+
Класс Jungermanniopsida Порядок Pelliales				
Pelliaceae	Pellia	Pellia endiviifolia (Dicks.) Dumort.	+	+
		Pellia epiphylla (L.) Corda	+	+
		Pellia neesiana (Gottsche) Limpr.	+	-
Порядок Fossombroniales				
Fossombroniaceae	Fossombronia	Fossombronia foveolata Lindb.	+	+
		Fossombronia pusilla (L.) Nees*	-	+
		Fossombronia wondraczekii (Corda) Lindb.	+	+
Порядок Pallaviciniales				
Moerckiaceae	Moerckia	Moerckia flotoviana (Nees) Schiffn*	+	-
Pallaviciniaceae	Pallavicinia	Pallavicinia lyellii (Hook)Carruth*	-	+
Порядок Metzgeriales				
Metzgeriaceae	Metzgeria	Metzgeria furcata (L.) Dumort.	+	+
Aneuraceae	Aneura	Aneura pinguis (L.) Dumort.	+	+

Продолжение табл. 1

Семейство	Род	Вид	БП	УП
	Riccardia	Riccardia incurvata Lindb.	+	+
		Riccardia latifrons (Lindb.) Lindb.	+	+
		Riccardia multifida (L.) Gray*	+	+
		Riccardia palmata (Hedw.) Carruth.	+	+
Porellaceae	Porella	Porella platyphylla (L.) Pfeiff.	+	+
Radulaceae	Radula	Radula complanata (L.) Dumort.	+	+
		Radula lindbergiana Gottsche ex C. Hartm.*	+	+
Frullaniaceae	Frullania	Frullania dilatata (L.) Dumort.	+	+
		Frullania fragilifolia Raddi*	-	+
		Frullania tamarisci (L.) Dumort.*	+	+
Lejeuneaceae	Lejeunea	Lejeunea cavifolia (Ehrh.) Lindb.	+	+
Ptilidiaceae	Ptilidium	Ptilidium ciliare (L.) Hampe	+	+
		Ptilidium pulcherrimum (Weber) Vain.	+	+
Порядок Jungermaniales				
Pseudolepicoleaceae	Blepharostoma	Blepharostoma trichophyllum (L.) Dumort.	+	+
Trichocoleaceae	Trichocolea	Trichocolea tomentella (Ehrh.) Dumort.*	+	+
Lepidoziaceae	Bazzania	Bazzania trilobata (L.) Gray	+	-
	Kurzia	Kurzia pauciflora (Dicks.) Grolle*	+	+
	Lepidozia	Lepidozia reptans (L.) Dumort.	+	+
Lophocoleaceae	Chiloscyphus	Chiloscyphus latifolius (Nees) J.J. Engel et R.M. Schust.	+	+
		Chiloscyphus fragilis (Roth) Schiffner*	-	+
		Chiloscyphus minor (Nees) J.J. Engel et R.M. Schust.	+	+
		Chiloscyphus pallescens (Ehrh. Ex Hoffm.) Dumort.	+	+
		Chiloscyphus polyanthos (L.) Corda	+	+
		Chiloscyphus profundus (Nees) J.J. Engel et R.M. Schust.	+	+
Plagiochilaceae	Plagiochila	Plagiochila asplenioides (L. emend. Taylor) Dumort.	+	+
		Plagiochila porelloides (Torr. Ex Nees) Lindenb.	+	+

Семейство	Род	Вид	БП	УП
Jamesoniellaceae	Jamesoniella	Jamesoniella autumnalis (DC.) Steph.	+	+
Cephaloziaceae	Cephalozia	Cephalozia bicuspidata (L.) Dumort.	+	+
		Cephalozia catenulata (Huebener) Lindb.	+	+
		Cephalozia connivens (Dicks.) Lindb.	+	+
		Cephalozia lunulifolia (Dumort.) Dumort.	+	+
		Cephalozia pleniceps (Austin) Lindb.	+	+
Cephaloziaceae	Cladopodiella	Cladopodiella fluitans (Nees) H. Buch	+	+
	Nowellia	Nowellia curvifolia (Dicks.) Mitt.	+	+
	Odontoschisma	Odontoschisma denudatum (Mart.) Dumort.	+	+
Cephaloziellaceae	Cephaloziella	Cephaloziella divaricata (Sm.) Schiffn.	+	+
		Cephaloziella elachista (J.B. Jack ex Gottsche et Rabenh.) Schiffn.*	+	-
		Cephaloziella hampeana (Nees) Schiffn.	+	+
		Cephaloziella rubella (Nees) Warnst.	+	+
		Cephaloziella spinigera (Lindb.) Warnst.*	-	+
Scapaniaceae	Barbilophozia	Barbilophozia barbata (Schmidel ex Schreb.) Loeske*	-	+
		Barbilophozia lycopodioides (Wallr.) Loeske*	+	-
	Crossocalyx	Crossocalyx hellerianus (Nees ex Lindenb.) Meyl.*	-	+
	Geocalyx	Isopaches bicrenatus (Schmidel ex Hoffm.) H. Buch	+	+
	Lophozia	Lophozia excisa (Dicks.) Dumort.	+	+
		Lophozia longidens (Lindb.) Macoun*	-	+
		Lophozia longiflora (Nees) Schiffn.	+	+
		Lophozia ventricosa (Dicks.) Dumort.	+	+
		Orthocaulis attenuatus (Mart.) A. Evans*	+	-
	Scapania	Scapania curta (Mart.) Dumort.*	-	+
		Scapania irrigua (Nees) Nees	+	+
		Scapania nemorea (L.) Grolle	+	+

Продолжение табл. 1

Семейство	Род	Вид	БП	УП
		Scapania paludicola Loeske et Muell. Frib.*	-	+
		Scapania undulata (L.) Dumort.*	-	+
	Schistochilopsis	Schistochilopsis incisa (Schrad.) Konstant.	+	+
	Tritomaria	Tritomaria exsectiformis (Breidl.) Loeske*	+	+
		Tritomaria quinqueidentata (Huds.) H. Buch*	+	-
Myliaceae	Mylia	Mylia anomala (Hook.) Gray	+	+
Calypogeiaceae	Calypogeia	Calypogeia azurea Stotler et Crotz	+	+
		Calypogeia fissa (L.) Raddi*	-	+
		Calypogeia integristipula Steph.	+	-
		Calypogeia muelleriana (Schiffn.) Muell. Frib.	+	+
		Calypogeia neesiana (C. Massal. et Carestia) Muell. Frib.	+	+
Jungermanniaceae	Leiocolea	Leiocolea collaris (Nees) Schljakov	+	+
		Leiocolea badensis (Gottsche) Joerg*	-	+
		Leiocolea heterocolpos (Thed. ex Hartm.) M. Howe*	-	+
	Lioclaena	Lioclaena lanceolata Nees	+	+
Geocalycaceae	Geocalyx	Geocalyx graveolens (Schrad.) Nees	+	+
Gymnomitriaceae	Nardia	Nardia geoscyphus (De Not.) Lindb.*	+	+
	Solenostoma	Solenostoma caespitium (Lindenb.) Steph.*	-	+
		Solenostoma gracillimum (Sm.) R.M. Schust.	+	-
		Solenostoma sphaerocarpum (Hook.) Steph.*	+	-
		Solenostoma hyalinum (Luell) Mitt*	-	+
Отдел Bryophyta Класс Sphagnopsida Порядок Sphaginales				
Sphagnaceae	Sphagnum	Sphagnum angustifolium (C.E.O. Jensen ex Russow) C.E.O. Jensen	+	+

Продолжение табл. 1

Семейство	Род	Вид	БП	УП
		<i>Sphagnum auriculatum</i> Schimp.*	+	+
		<i>Sphagnum balticum</i> (Russow) C.E.G. Jensen	+	-
		<i>Sphagnum capillifolium</i> (Ehrh.) Hedw.	+	+
		<i>Sphagnum centrale</i> C.E.G. Jensen	+	+
		<i>Sphagnum compactum</i> Lam. & DC.	+	+
		<i>Sphagnum contortum</i> Schultz	+	+
		<i>Sphagnum cuspidatum</i> Ehrh. ex Hoffm.	+	+
		<i>Sphagnum fallax</i> (H.Klinggr.) H. Klinggr.	+	+
		<i>Sphagnum fimbriatum</i> Wilson	+	+
		<i>Sphagnum flexuosum</i> Dozy & Molk.	+	+
		<i>Sphagnum fuscum</i> (Schimp.) H. Klinggr.	+	+
		<i>Sphagnum girgensohnii</i> Russow	+	+
		<i>Sphagnum imbricatum</i> Hornsch. ex Russow*	+	-
		<i>Sphagnum inundatum</i> Russow*	+	+
		<i>Sphagnum jensenii</i> H. Lindb.*	+	-
		<i>Sphagnum magellanicum</i> Brid.	+	+
		<i>Sphagnum majus</i> (Russow) C.E.O. Jensen	+	+
		<i>Sphagnum molle</i> Sull.*	+	+
		<i>Sphagnum obtusum</i> Warnst.	+	+
		<i>Sphagnum palustre</i> L.	+	+
		<i>Sphagnum papillosum</i> Lindb.	+	+
		<i>Sphagnum platyphyllum</i> (Lindb. ex Braithw.) Warnst.	+	+
		<i>Sphagnum quinquefarium</i> (Lindb. ex Braithw.) Warnst.*	-	+
		<i>Sphagnum riparium</i> Angstr.	+	+
		<i>Sphagnum rubellum</i> Wilson	+	+
		<i>Sphagnum russowii</i> Warnst.	+	+
		<i>Sphagnum squarrosum</i> Crome	+	+

Продолжение табл. 1

Семейство	Род	Вид	БП	УП
		<i>Sphagnum subnitens</i> Russow & Warnst.*	-	+
		<i>Sphagnum tenellum</i> (Brid.) Pers. ex Brid.*	+	+
		<i>Sphagnum teres</i> (Schimp.) Angstr.	+	+
		<i>Sphagnum warnstorffii</i> Russow	+	+
		<i>Sphagnum wulfianum</i> Girg.*	+	+
Класс Bryopsida				
Порядок Polytrichales				
Polytrichaceae	Atrichum	<i>Atrichum angustatum</i> (Brid.) Bruch et al.*	+	-
		<i>Atrichum flavisetum</i> Mitt.*	+	+
		<i>Atrichum tenellum</i> (Roehl.) Bruch et al.	+	+
		<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.	+	+
	Pogonatum	<i>Pogonatum aloides</i> (Hedw.) P.Beauv.*	+	+
		<i>Pogonatum nanum</i> (Hedw.) P.Beauv.*	+	+
		<i>Pogonatum urnigerum</i> (Hedw.) P.Beauv.	+	+
	Polytrichastrum	<i>Polytrichastrum formosum</i> (Hedw.) G.L.Sm.	+	+
		<i>Polytrichastrum longisetum</i> (Sw. ex Brid.) G.L.Sm.	+	+
	Polytrichum	<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	+	+
		<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	+	+
		<i>Polytrichum piliferum</i> Hedw.	+	+
		<i>Polytrichum strictum</i> Brid.	+	+
Порядок Tetraphidales				
Tetraphidaceae	Tetraphis	<i>Tetraphis pellucida</i> Hedw.	+	+
Порядок Buxbaumiales				
Buxbaumiaceae	Buxbaumia	<i>Buxbaumia aphylla</i> Hedw.	+	+
Порядок Diphysciales				
Diphysciaceae	Diphyscium	<i>Diphyscium foliosum</i> (Hedw.) D.Mohr*	-	+
Порядок Timmiales				
Timmiaceae	Timmia	<i>Timmia megapolitana</i> Hedw.*	-	+

Продолжение табл. 1

Семейство	Род	Вид	БП	УП
Порядок Funariales				
Funariaceae	Entosthodon	Entosthodon fascicularis (Hedw.) Muell. Hal.*	-	+
		Entosthodon muhlenbergii (Turner) Fife*	-	+
	Funaria	Funaria hygrometrica Hedw.	+	+
	Physcomitrella	Physcomitrella patens (Hedw.) Bruch et al.*	+	+
	Physcomitrium	Physcomitrium arenicola Laz.*	-	+
		Physcomitrium eurystomum Sendtn.	+	+
		Physcomitrium pyriforme (Hedw.) Hampe	+	+
		Physcomitrium sphaericum (C.F.Ludw. ex Schkuhr) Brid.*	+	+
Порядок Encalyptales				
Encalyptaceae	Encalypta	Encalypta ciliata Hedw.	-	+
		Encalypta streptocarpa Hedw.*	+	-
		Encalypta vulgaris Hedw.	+	+
Порядок Grimmiales				
Grimmiaceae	Bucklandiella	Bucklandiella heterosticha (Hedw.) Bednarek-Ochyra & Ochyra*	+	+
	Codriophorus	Codriophorus acicularis (Hedw.) P.Beauv.*	-	+
	Grimmia	Grimmia anodon Bruch et al.*	-	+
		Grimmia laevigata (Brid.) Brid.	-	+
		Grimmia muehlenbeckii Schimp.	-	+
		Grimmia ovalis (Hedw.) Lindb.	-	+
		Grimmia pulvinata (Hedw.) Sm.	+	+
		Grimmia trichophylla Grev.	-	+
	Niphotrichum	Niphotrichum canescens (Hedw.) Bednarek-Ochyra & Ochyra	+	+
	Schistidium	Schistidium agassizii Sull. & Lesq.*	-	+
		Schistidium apocarpum (Hedw.) Bruch et al.	+	+
		Schistidium confertum (Funck) Bruch et al.*	-	+
		Schistidium crassipilum H.H.Blom	+	-

Продолжение табл. 1

Семейство	Род	Вид	БП	УП
		<i>Schistidium rivulare</i> (Brid.) Podp.	-	+
		<i>Schistidium strictum</i> (Turner) Loeske ex Mårtensson	-	+
Seligeriaceae	Seligeria	<i>Seligeria calcarea</i> (Hedw.) Bruch et al.	-	+
Порядок Dicranales				
Leucobryaceae	Dicranodontium	<i>Dicranodontium denudatum</i> (Brid.) E. Britton*	+	+
	Leucobryum	<i>Leucobryum glaucum</i> (Hedw.) Angstr.	+	+
Bruchiaceae	Trematodon	<i>Trematodon ambiguus</i> (Hedw.) Hornsch.*	+	+
Dicranaceae	Dicranella	<i>Dicranella cerviculata</i> (Hedw.) Schimp.	+	+
		<i>Dicranella crispa</i> (Hedw.) Schimp.	+	+
		<i>Dicranella heteromalla</i> (Hedw.) Schimp.	+	+
		<i>Dicranella rufescens</i> (Dicks.) Schimp.*	-	+
		<i>Dicranella schreberiana</i> (Hedw.) Hilf. ex H.A. Crum & L.E. Anderson	+	+
		<i>Dicranella varia</i> (Hedw.) Schimp.	+	+
	Dicranum	<i>Dicranum bonjeanii</i> De Not.	+	+
		<i>Dicranum flagellare</i> Hedw.	+	+
		<i>Dicranum fuscescens</i> Turner*	+	+
		<i>Dicranum montanum</i> Hedw.	+	+
		<i>Dicranum polysetum</i> Sw.	+	+
		<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	+	+
		<i>Dicranum spurium</i> Hedw.	+	+
		<i>Dicranum tauricum</i> Sapjegin	+	+
		<i>Dicranum undulatum</i> Schrad. ex Brid.*	+	-
		<i>Dicranum viride</i> (Sull. & Lesq.) Lindb.	+	+
	Paraleucobryum	<i>Paraleucobryum longifolium</i> (Hedw.) Loeske	+	+
Rhabdoweisiaceae	Cynodontium	<i>Cynodontium polycarpon</i> (Hedw.) Schimp.*	-	+
		<i>Cynodontium strumiferum</i> (Hedw.) Lindb.*	-	+

Продолжение табл. 1

Семейство	Род	Вид	БП	УП
	Dichodontium	Dichodontium pellucidum (Hedw.) Schimp.*	+	+
	Dicranoweisia	Dicranoweisia cirrata (Hedw.) Lindb.*	+	-
	Hymenoloma	Hymenoloma crispulum (Hedw.) Ochyra*	-	+
	Rhabdoweisia	Rhabdoweisia fugax (Hedw.) Bruch et al. *	-	+
Ditrichaceae	Ceratodon	Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid.	+	+
	Distichium	Distichium capillaceum (Hedw.) Bruch & Schimp.*	-	+
	Ditrichum	Ditrichum cylindricum (Hedw.) Grout*	+	+
		Ditrichum pusillum (Hedw.) Hampe*	-	+
	Pleuridium	Pleuridium acuminatum Lindb.	+	+
		Pleuridium subulatum (Hedw.) Rabenh.	-	+
	Pseudephemerum	Pseudephemerum nitidum (Hedw.) Loeske*	+	-
Pottiaceae	Acaulon	Acaulon muticum (Hedw.) Muell. Hal.*	-	+
		Acaulon triquetrum (Spruce) Muell. Hal.*	-	+
	Aloina	Aloina brevirostris (Hook. & Grev.) Kindb.*	-	+
		Aloina rigida (Hedw.) Limpr.*	-	+
	Barbula	Barbula convoluta Hedw.	+	+
		Barbula unguiculata Hedw.	+	+
	Bryoerythrophyllum	Bryoerythrophyllum recurvirostrum (Hedw.) P.C. Chen	+	+
	Cinclidotus	Cinclidotus fontinaloides (Hedw.) P.Beauv.*	-	+
	Didymodon	Didymodon acutus (Brid.) K. Saito	+	+
		Didymodon fallax (Hedw.) R.H. Zander	+	+
		Didymodon ferrugineus (Schimp. ex Besch.) M.O.Hill*	-	+
		Didymodon rigidulus Hedw.*	+	+
		Didymodon vinealis (Brid.) R.H. Zander	+	+
	Microbryum	Microbryum davallianum (Sm.) R.H.Zander*	+	+

Продолжение табл. 1

Семейство	Род	Вид	БП	УП
	Oxystegus	Oxystegus tenuirostris (Hook. & Taylor) A.J.E.Sm.*	+	-
	Pterygoneurum	Pterygoneurum ovatum (Hedw.) Dixon*	+	+
		Pterygoneurum subsessile (Brid.) Jur.*	-	+
	Syntrichia	Syntrichia ruralis (Hedw.) F.Weber & D.Mohr	+	+
		Syntrichia latifolia (Bruch ex Hartm.) Huebener*	-	+
		Syntrichia montana Nees*	-	+
		Syntrichia papillosa (Wilson) Jur.*	-	+
		Syntrichia virescens (De Not.) Ochyra	+	+
	Tortella	Tortella tortuosa (Hedw.) Limpr.*	+	+
	Tortula	Tortula acaulon (With.) R.H. Zander*	-	+
		Tortula lanceola R.H. Zander*	+	+
		Tortula modica R.H. Zander*	+	+
		Tortula muralis Hedw.	+	+
		Tortula protobryoides R.H. Zander	+	+
		Tortula subulata Hedw.*	-	+
		Tortula truncata (Hedw.) Mitt.	+	+
	Weissia	Weissia brachycarpa (Nees & Hornsch.) Jur.*	+	+
		Weissia condensa (Voit) Lindb.*	-	+
		Weissia controversa Hedw.*	+	+
		Weissia longifolia Mitt.*	-	+
Ephemeraceae	Ephemerum	Ephemerum serratum (Hedw.) Hampe*	+	+
Fissidentaceae	Fissidens	Fissidens adianthoides Hedw.	+	+
		Fissidens arnoldii R. Ruthe*	-	+
		Fissidens bryoides Hedw.	+	+
		Fissidens crassipes Wilson ex Bruch & Schimp.*	-	+
		Fissidens exilis Hedw.*	-	+
		Fissidens marginatus Schimp. ex Müll. Hal.*	+	+

Семейство	Род	Вид	БП	УП
		<i>Fissidens osmundoides</i> Hedw.	+	+
		<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw.	+	+
		<i>Fissidens viridulus</i> (Sw.) Wahlenb*	-	+
		<i>Fissidens fontanum</i> (Bach.Pyl.)Steud.*	-	+
Schistostegaceae	Schistostega	<i>Schistostega pennata</i> (Hedw.) F. Weber & D. Mohr*	-	+
Порядок Splachnales				
Meesiaceae	Leptobryum	<i>Leptobryum pyriforme</i> (Hedw.) Wilson	-	+
	Meesia	<i>Meesia longiseta</i> Hedw.*	+	+
		<i>Meesia triquetra</i> (Jolycl.) Angstr.*	+	+
	Paludella	<i>Paludella squarrosa</i> (Hedw.) Brid.*	+	+
Splachnaceae	Splachnum	<i>Splachnum ampullaceum</i> Hedw.*	+	+
Порядок Orthotrichales				
Orthotrichaceae	Orthotrichum	<i>Orthotrichum affine</i> Brid.	+	+
		<i>Orthotrichum anomalum</i> Hedw.	+	+
		<i>Orthotrichum cupulatum</i> Brid.	+	+
		<i>Orthotrichum diaphanum</i> Brid.	+	+
		<i>Orthotrichum gymnostomum</i> Bruch ex Brid.	+	+
		<i>Orthotrichum lyellii</i> Hook. & Taylor*	-	+
		<i>Orthotrichum obtusifolium</i> Brid.	+	+
		<i>Orthotrichum pallens</i> Bruch ex Brid.	+	+
		<i>Orthotrichum patens</i> Bruch ex Brid.	+	+
		<i>Orthotrichum pumilum</i> Sw.	+	+
		<i>Orthotrichum speciosum</i> Nees	+	+
		<i>Orthotrichum striatum</i> Hedw.	+	+
		<i>Orthotrichum tenellum</i> Bruch. Ex Brid.*	-	+
	Ulota	<i>Ulota coarctata</i> (P. Beauv.) Hammar*	+	+
		<i>Ulota crispa</i> (Hedw.) Brid.	+	+
Порядок Hedwigiales				
Hedwigiaceae	Hedwigia	<i>Hedwigia ciliata</i> (Hedw.) P. Beauv.	+	+

Продолжение табл. 1

Семейство	Род	Вид	БП	УП
Порядок Bryales				
Bryaceae	Bryum	Bryum algovicum Sendtn. ex Muell. Hal.	+	-
		Bryum alpinum Huds. ex With.*	+	-
		Bryum amblyodon Muell. Hal.	+	+
		Bryum argenteum Hedw.	+	+
		Bryum badium (Bruch ex Brid.) Schimp.*	-	+
		Bryum bimum (Schreb.) Turner	+	+
		Bryum caespiticium Hedw.	+	+
		Bryum capillare Hedw.	+	+
		Bryum creberrimum Taylor	+	+
		Bryum cyclophyllum (Schwaegr) Bruch et al.*	+	-
		Bryum dichotomum Hedw.	+	-
		Bryum elegans Nees	+	+
		Bryum intermedium (Brid.) Blandow	+	+
		Bryum klinggraeffii Schimp.	+	+
		Bryum knowltonii Barnes*	+	-
		Bryum kunzei Hornsch.	+	-
		Bryum moravicum Podp.	+	+
		Bryum neodamense Itzigs.*	+	-
		Bryum pallens Sw. ex anon.	+	+
		Bryum pallescens Schleich. ex Schwaegr.	+	+
		Bryum pseudotriquetrum (Hedw.) P. Gaertn., B. Mey. & Scherb.	+	+
		Bryum rubens Mitt.	-	+
		Bryum ruderae Crundw. & Nyholm*	-	+
		Bryum schleicheri DC.*	+	-
		Bryum subapiculatum Hampe*	-	+
		Bryum tenuisetum Limpr.*	-	+
		Bryum turbinatum (Hedw.) Turner	+	-

Продолжение табл. 1

Семейство	Род	Вид	БП	УП
		<i>Bryum uliginosum</i> (Brid.) Bruch et al.*	+	+
		<i>Bryum violaceum</i> Crundw. & Nyholm*	-	+
		<i>Bryum warneum</i> (Roehl.) Brid.*	+	-
		<i>Bryum weigeli</i> Spreng.	+	+
	<i>Rhodobryum</i>	<i>Rhodobryum roseum</i> (Hedw.) Limpr.	+	+
<i>Mielichhoferiaceae</i>	<i>Pohlia</i>	<i>Pohlia andalusica</i> (Höhn.) Broth.*	-	+
		<i>Pohlia annotina</i> (Hedw.) Lindb.	+	+
		<i>Pohlia atropurpurea</i> (Wahlenb.) H.Lindb.*	+	-
		<i>Pohlia bulbifera</i> (Warnst.) Warnst.	+	+
		<i>Pohlia camptotrachela</i> (Renauld & Cardot) Broth.*	-	+
		<i>Pohlia cruda</i> (Hedw.) Lindb.	+	+
		<i>Pohlia elongata</i> Hedw.*	-	+
		<i>Pohlia melanodon</i> (Brid.) A.J.Shaw	+	+
		<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb.	+	+
		<i>Pohlia prolifera</i> (Kindb.) Lindb. Ex Broth.	+	+
		<i>Pohlia wahlenbergii</i> (F.Weber & D.Mohr) A.L.Andrews*	+	+
<i>Mniaceae</i>	<i>Mnium</i>	<i>Mnium hornum</i> Hedw.*	+	+
		<i>Mnium lycopodioides</i> Schwaegr.*	-	+
		<i>Mnium marginatum</i> (Dicks.) P.Beauv.*	+	+
		<i>Mnium stellare</i> Hedw.	+	+
	<i>Plagiomnium</i>	<i>Plagiomnium affine</i> (Blandow ex Funck) T.J. Kop.	+	+
		<i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.	+	+
		<i>Plagiomnium elatum</i> (Bruch et al.) T.J. Kop.	+	+
		<i>Plagiomnium ellipticum</i> (Brid.) T.J. Kop.	+	+
		<i>Plagiomnium medium</i> (Bruch et al.) T.J. Kop.	+	+
		<i>Plagiomnium rostratum</i> (Schrad.) T.J. Kop.	+	+

Продолжение табл. 1

Семейство	Род	Вид	БП	УП
		<i>Plagiomnium undulatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.	+	+
	<i>Pseudobryum</i>	<i>Pseudobryum cinclidioides</i> (Huebener) T.J.Kop.*	+	+
	<i>Rhizomnium</i>	<i>Rhizomnium punctatum</i> (Hedw.) T.J.Kop.	+	+
Bartramiaceae	<i>Bartramia</i>	<i>Bartramia ithyphylla</i> Brid.*	-	+
		<i>Bartramia pomiformis</i> Hedw.*	-	+
	<i>Philonotis</i>	<i>Philonotis caespitosa</i> Jur.	-	+
		<i>Philonotis fontana</i> (Hedw.) Brid.	+	+
		<i>Philonotis marchica</i> (Hedw.) Brid.	+	+
	<i>Plagiopus</i>	<i>Plagiopus oederianus</i> (Sw.) H.A.Crum & L.E.Anderson*	-	+
Aulacomniaceae	<i>Aulacomnium</i>	<i>Aulacomnium androgynum</i> (Hedw.) Schwaegr.	+	+
		<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwaegr.	+	+
Fontinalaceae	<i>Dichelyma</i>	<i>Dichelyma capillaceum</i> (Dicks.) Myrin*	-	+
	<i>Fontinalis</i>	<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	+	+
		<i>Fontinalis hypnoides</i> Hartm.	+	+
Plagiotheciaceae	<i>Herzogiella</i>	<i>Herzogiella seligeri</i> (Brid.) Z. Iwats.	+	+
	<i>Plagiothecium</i>	<i>Plagiothecium cavifolium</i> (Brid.) Z.Iwats.	+	+
		<i>Plagiothecium denticulatum</i> (Hedw.) Bruch et al.	+	+
		<i>Plagiothecium laetum</i> Bruch et al.	+	+
		<i>Plagiothecium latebricola</i> Bruch et al.	+	+
		<i>Plagiothecium nemorale</i> (Mitt.) A.Jaeger	+	+
Pterigynandraceae	<i>Pterigynandrum</i>	<i>Pterigynandrum filiforme</i> Hedw.*	+	+
Leucodontaceae	<i>Leucodon</i>	<i>Leucodon sciurioides</i> (Hedw.) Schwaegr.	+	+
Hypnaceae	<i>Hypnum</i>	<i>Hypnum andoi</i> A.J.E.Sm.*	-	+
		<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	+	+
		<i>Hypnum imponens</i> Hedw.*	-	+
		<i>Hypnum jutlandicum</i> Holmen & E.Warncke*	-	+

Продолжение табл. 1

Семейство	Род	Вид	БП	УП
	Taxiphyllum	Taxiphyllum wissgrillii (Garov.) Wijk & Margad.*	-	+
Pylaisiadelphaceae	Platygyrium	Platygyrium repens (Brid.) Bruch et al.	+	+
Anomodontaceae	Anomodon	Anomodon attenuatus (Hedw.) Huebener	+	+
		Anomodon longifolius (Brid.) Hartm.	+	+
		Anomodon viticulosus (Hedw.) Hook. & Taylor	+	+
Neckeraceae	Homalia	Homalia trichomanoides (Hedw.) Bruch et al.	+	+
		Homalia webbiana (Mont.) Schimp.*	-	+
	Neckera	Neckera bessi (Lobarz.) Jur.*	-	+
		Neckera complanata (Hedw.) Huebener	+	+
		Neckera pennata Hedw.	+	+
	Thamnobryum	Thamnobryum alopecurum (Hedw.) Gang.*	-	+
Climaciaceae	Climacium	Climacium dendroides (Hedw.) F. Weber & D. Mohr	+	+
Antitrichiaceae	Antitrichia	Antitrichia curtipendula (Hedw.) Brid.*	-	+
Hylocomiaceae	Ctenidium	Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt.*	+	-
	Hylocomium	Hylocomium splendens (Hedw.) Bruch et al.*	+	+
	Pleurozium	Pleurozium schreberi (Brid.) Mitt.	+	+
	Rhytidiadelphus	Rhytidiadelphus squarrosus (Hedw.) Warnst.	+	+
		Rhytidiadelphus triquetrus (Hedw.) Warnst.	+	+
Lembophyllaceae	Isothecium	Isothecium alopecuroides (Lam. ex Dubois) Isov.	+	+
		Isothecium myosuroides Brid.*	-	+
Brachytheciaceae	Brachythecias-trum	Brachytheciastrum velutinum (Hedw.) Ignalov & Huttunen	+	+
	Brachythecium	Brachythecium albicans (Hedw.) Bruch et al.	+	+
		Brachythecium campestre (Muell. Hal.) Bruch et al.	+	+
		Brachythecium glareosum (Bruch ex Spruce) Bruch et al.	+	+

Продолжение табл. 1

Семейство	Род	Вид	БП	УП
		Brachythecium mildeanum (Schimp.) Schimp.	+	+
		Brachythecium rivulare Bruch et al.	+	+
		Brachythecium rutabulum (Hedw.) Bruch et al.	+	+
		Brachythecium salebrosum (F. Weber & D. Mohr) Bruch et al.	+	+
	Cirriphyllum	Cirriphyllum crassinervium (Taylor) Loeske & M.Fleisch.*	-	+
		Cirriphyllum piliferum (Hedw.) Grout	+	+
	Eurhynchiastrum	Eurhynchiastrum pulchellum (Hedw.) Ignatov & Huttunen	+	+
	Eurhynchium	Eurhynchium angustirete (Broth.) T.J. Kop.	+	+
		Eurhynchium striatum (Hedw.) Schimp.	+	+
	Homalothecium	Homalothecium lutescens (Hedw.) H.Rob.	+	+
		Homalothecium sericeum (Hedw.) Bruch et al.	+	+
	Kindbergia	Kindbergia praelonga (Hedw.) Ochyra	+	+
	Oxyrrhynchium	Oxyrrhynchium hians (Hedw.) Loeske	+	+
		Oxyrrhynchium speciosum (Brid.) Warnst.*	+	+
	Pseudoscleropodium	Pseudoscleropodium purum (Hedw.) M.Fleisch. ex Broth.	+	+
	Rhynchostegium	Rhynchostegium murale (Hedw.) Bruch et al.*	-	+
		Rhynchostegium riparioides (Hedw.) Cardol*	-	+
	Sciuro-hypnum	Sciuro-hypnum oedipodium (Mitt.) Ignatov & Huttunen	+	+
		Sciuro-hypnum plumosum (Hedw.) Ignatov & Huttunen*	+	+
		Sciuro-hypnum populeum (Hedw.) Ignatov & Huttunen	+	+
		Sciuro-hypnum reflexum (Starke) Ignatov & Huttunen	+	+
		Sciuro-hypnum starkei (Brid.) Ignatov & Huttunen	+	+

Продолжение табл. 1

Семейство	Род	Вид	БП	УП
Calliergonaceae	Calliergon	Calliergon giganteum (Schimp.) Kindb.	+	+
		Calliergon cordifolium (Hedw.) Kindb.	+	+
	Straminergon	Straminergon stramineum (Dicks. Ex Brid.) Hedenaes	+	+
	Warnstorfia	Warnstorfia exannulata (Bruch et al.) Loeske	+	+
		Warnstorfia fluitans (Hedw.) Loeske	+	+
		Warnstorfia pseudostraminea (Müll.Hal.) Tuom. & T.J.Kop.*	-	+
Scorpidiaceae	Hamatocaulis	Hamatocaulis vernicosus (Mitt.) Hedenaes	+	+
	Sanionia	Sanionia uncinata (Hedw.) Loeske	+	+
	Scorpidium	Scorpidium cossonii (Schimp.) Hedenaes	+	+
		Scorpidium revolvens (Sw. ex anon.) Rubers*	+	+
		Scorpidium scorpioides (Hedw.) Limpr.*	-	+
Pylaisiaceae	Breidleria	Breidleria pratensis (W.D.J. Koch ex Spruce) Loeske*	+	+
	Callicladium	Callicladium haldanianum (Grev.) H.A. Crum	+	+
	Calliergonella	Calliergonella cuspidata (Hedw.) Loeske	+	+
		Calliergonella lindbergii (Mitt.) Hedenas	+	+
	Homomallium	Homomallium incurvatum (Schrader ex Brid.) Loeske	+	+
	Ptilium	Ptilium crista-castrensis (Hedw.) De Not.	+	+
	Pylaisia	Pylaisia polyantha (Hedw.) Bruch et al.	+	+
	Stereodon	Stereodon fertilis (Sendtn.) Lindb.	+	+
		Stereodon pallescens (Hedw.) Mitt.	+	+
Pseudoleskeaceae	Pseudoleskeella	Pseudoleskeella nervosa (Brid.) Nyholm	+	+
Leskeaceae	Leskea	Leskea polycarpa Hedw.	+	+
Thuidiaceae	Abietinella	Abietinella abietina (Hedw.) M. Fleisch.	+	+
	Haplocladium	Haplocladium microphyllum (Hedw.) Broth.*	+	-

Продолжение табл. 1

Семейство	Род	Вид	БП	УП
	Helodium	Helodium blandowii (F. Weber & D. Mohr) Warnst.*	+	+
	Pelekium	Pelekium minutulum (Hedw.) Touw*	+	+
	Thuidium	Thuidium assimile (Mitt.) A. Jaeger	+	+
		Thuidium delicatulum (Hedw.) Bruch et al.	+	+
		Thuidium recognitum (Hedw.) Lindb.	+	+
		Thuidium tamariscinum (Hedw.) Bruch et al.	+	+
Amblystegiaceae	Amblystegium	Amblystegium juratzkanum Schimp.	+	+
		Amblystegium radicale (P. Beauv.) Bruch et al.*	-	+
		Amblystegium serpens (Hedw.) Bruch et al.	+	+
	Campyliadelphus	Campyliadelphus chrysophyllus (Brid.) R.S. Chopra	+	+
		Campyliadelphus elodes (Lindb.) Kanda*	+	+
	Campylidium	Campylidium sommerfeltii (Myrin) Ochyra	+	+
		Campylidium calcareum (Crundw. & Nyholm) Ochyra*	-	+
	Campylium	Campylium protensum (Brid.) Kindb.	+	+
		Campylium stellatum (Hedw.) C.E.O. Jensen	+	+
	Cratoneuron	Cratoneuron filicinum (Hedw.) Spruce	+	+
	Drepanocladus	Drepanocladus aduncus (Hedw.) Warnst.	+	+
		Drepanocladus polygamus (Bruch et al.) Hedenaes	+	+
		Drepanocladus sendtneri (Schimp. ex H. Muell.) Warnst.	+	+
	Hygroamblystegium	Hygroamblystegium fluviatile (Hedw.) Loeske*	-	+
		Hygroamblystegium humile (P.Beauv.) Vanderp., Goffinet & Hedenaes*	+	+
		Hygroamblystegium tenax (Hedw.) Jenn.*	-	+

Семейство	Род	Вид	БП	УП
		<i>Hygroamblystegium varium</i> (Hedw.) Moenk.	+	+
	<i>Hygrohypnum</i>	<i>Hygrohypnum luridum</i> (Hedw.) Jenn.*	-	+
	<i>Leptodictyum</i>	<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst.	+	+
	<i>Palustriella</i>	<i>Palustriella commutata</i> (Hedw.) Ochyra*	-	+
	<i>Pseudocalliergon</i>	<i>Pseudocalliergon lycopodioides</i> (Brid.) Hedenaes*	+	+
		<i>Pseudocalliergon trifarium</i> (F. Weber & D. Mohr) Loeske*	+	+
	<i>Serpoleskea</i>	<i>Serpoleskea confervoides</i> (Brid.) Loeske*	+	-
		<i>Serpoleskea subtilis</i> (Hedw.) Loeske	+	+
	<i>Tomentypnum</i>	<i>Tomentypnum nitens</i> (Hedw.) Loeske	+	+

Примечание. * – редкий вид.

В пределах региона сравнительный таксономический анализ бриофитов проведен нами относительно Белорусского и Украинского Полесья. В результате выделены как интегральные (общие), так и дифференциальные (известные только в Белорусском или Украинском Полесье) виды бриофитов. Общими являются 318 видов (68,8%), из них антоцеротовых – 2 вида из 2-х семейств, печеночников – 68 видов из 30 семейств и мхов – 255 из 46 семейств. Среди печеночников по числу видов здесь выделяются семейства *Scapaniaceae* и *Cephaloziaceae* – по 8, *Ricciaceae* – 7, *Aneuraceae* и *Lophocoleaceae* – по 5, *Cephaloziellaceae* – 4, *Calypogeiaceae* – 3, а из мхов – *Sphagnaceae* – 29, *Brachytheciaceae* – 22, *Pottiaceae* – 20, *Amblystegiaceae* – 18, *Dicranaceae* и *Bryaceae* – по 15, *Orthotrichaceae* – 14, *Polytrichaceae* и *Mniaceae* – по 12, *Pylaisiaceae* – 9, *Thuidiaceae* – 8.

При сопоставлении с преобладающими по числу видов семействами в составе бриофлоры региона в целом в порядке расположения семейств печеночников по интегрирующим видам не наблюдается значительного различия, тогда как среди мхов на первое место выходит *Sphagnaceae*, с четвертого места на второе переходит *Brachytheciaceae*, *Pottiaceae* отступает с первого на третье место, *Bryaceae* с третьего места на пятое, *Dicranaceae* с шестого места на пятое, *Amblystegiaceae* переходит с пятого места на четвертое. Следовательно, семейства *Brachytheciaceae*, *Sphagnaceae*, *Amblystegiaceae*, *Dicranaceae* улучшают свои позиции, *Orthotrichaceae*, *Polytrichaceae*, *Mniaceae* сохраняют свои прежние места, позиции семейств *Pottiaceae*, *Bryaceae* ухудшаются, тогда как семейства *Grimmiaceae*, *Melichhoferiaceae*, *Fissidentaceae* выпадают из числа преобладающих и замещаются семействами *Pylaisiaceae* и *Thuidiaceae*. В общем среди общих видов бриофитов относительно всей Белорусско-Укра-

инской полесской бриофлоры усилены позиции ценофилов и ослаблены позиции ценофобов. Это может быть вызвано антропопрессингом.

К дифференциальным для Белорусского и Украинского Полесья относятся 145 видов (31,2%) из которых 36 – печеночники и 109 – мхи. Только в Белорусском Полесье встречаются 10 видов печеночников и 22 вида мхов, тогда как лишь в Украинском Полесье – 26 видов печеночников и 87 видов мхов. Ограничены Белорусским Полесьем из печеночников такие редкие виды как *Riccia beyrichiana*, *Moerckia flotoviana*, *Orthocaulis attenuata*, *Barbilophozia lycopodioides*, *Tritomaria quinquedentata*, а также *Pellia neesiana*, *Solenostoma gracillima*, *S. sphaerocarpa*, *Bazzania trilobata*, *Cephaloziella elachista*, относящиеся к 7 семействам. Видовой состав дифференциальных печеночников Украинского Полесья богаче. Здесь представлено 26 их видов из 12 семейств. По числу видов выделяются семейства Scapaniaceae – 8, Ricciaceae – 6, Aytoniaceae и Gymnomitriaceae – по 2, а в остальных – по 1 виду. Фактически все или почти все эти виды – редкие. При этом 10 видов относится к классу Marchantiopsida, связанному в своем происхождении с условиями средиземноморского (в сущности субаридного) климата, что согласуется с соседством Украинского Полесья с лесостепью. В составе данного класса такие очень редкие виды, как *Lunularia cruciata*, *Mannia fragrans*, *Reboulia hemisphaerica*, *Conocephalum salebrosum*, а также 6 видов рода *Riccia*, более аридного генезиса, чем остальные виды этого рода в составе бриофлоры Полесья. Из класса Jungermannioptida представлено 16 видов, относящихся к родам *Leiocolea*, *Scapania*, *Solenostoma* (по 2 вида), а также одновидовым здесь родам – *Pallavicinia*, *Fossombronina*, *Barbilophozia*, *Lophozia*, *Calypogeia*, *Frullania* и др. Что касается дифференциальных мхов, то только в Белорусском Полесье известно 22 их вида из 12 семейств. По числу видов здесь выделяются только семейства Bryaceae (9) и Sphagnaceae (3), а в остальных – по 1 виду. К особо редким видам относятся *Dicranoweisia cirrata*, *Encalypta streptocarpa*, *Bryum cyclophyllum*, *B. knowltonii*, *B. neodamense*, *B. schleicherii*, *B. warneum*, *Ctenidium molluscum*, *Schistidium crassipilum*. По данным А.А. Сакович впервые для Полесья приводится *Encalypta streptocarpa*, а для Белорусского Полесья – *Bryum uliginosum*, *B. klinggraeffii*, *B. kunzei*, *Orthotrichum cupulatum*, *Pelekiu minutulum*, *Schistidium crassipilum*, *Tortella tortuosa* (на бетонных укреплениях прошлого века). Из сфагновых мхов не достигают Украинского Полесья 3 вида – *Sphagnum balticum*, *Sph. jensenii*, *Sph. imbricatum*. В Украинском Полесье известно 87 видов дифференциальных мхов из 46 семейств. Здесь по видовой представленности выделяются семейства Pottiaceae (13), Grimmiaceae (10), Bryaceae (8), Amblystegiaceae (6), Fissidentaceae (5), Funariaceae, Brachytheciaceae, Hypnaceae, Rhabdoweisiaceae (по 4), Bartramiaceae, Melichhoferiaceae, Neckeraceae (по 3). В составе бриофлоры Полесья среди дифференциальных видов несколько преобладают ценофобы (семейства Pottiaceae, Grimmiaceae, Bryaceae, Funariaceae, Melichhoferiaceae, Bartramiaceae, Encalyptaceae, Seligeriaceae) над ценофилами (Amblystegiaceae, Brachytheciaceae, Hypnaceae, Rhabdoweisiaceae,

Neckeraceae). Последние незначительно представлены также в семействах Dicranaceae, Mniaceae, Calliergonaceae, Scorpidiaceae и др. (виды умеренных широт). Из сфагновых мхов к дифференциальным в Украинском Полесье относятся только 2 вида – *Sphagnum quinquefarium* и *Sph. subnitens*, хотя эти виды известны из северной половины Беларуси и в такой связи не исключено их нахождение и в Белорусском Полесье. Бриопетрофилы сосредоточены в Украинском Полесье, поскольку на его территории выходит на дневную поверхность древний кристаллический щит, сложенный силикатными горными породами. Это почти исключительно кислый субстрат, на котором встречается значительное число видов мохообразных, относящихся к кальцефобам и видам широкой экологии по отношению к реакции субстрата. Однако в Полесье имеются и старые фортификации из бетона и другие сооружения, обогащенные карбонатами, где произрастают, в частности бриофиты-кальцефилы, приуроченные к карбонатным скально-каменистым горным породам.

Заключение. Хотя Полесье находится в зоне европейских широколиственных лесов, но его растительный покров сформировался после плейстоцена в голоцене в условиях песчаных и заболоченных почв. В такой связи здесь преобладают светлохвойные (сосновые) леса и низинные болота, но подвергшиеся широкомасштабной осушительной мелиорации в 70-ые – 80-ые годы минувшего столетия. Природные условия в голоцене предопределили таксономический состав бриофлоры региона. В результате здесь сочетаются представители различных голоценовых бриофлор как компоненты бриокомплексов широколиственных и светлохвойных лесов равнинной лесной области Восточной Европы, темнохвойных (еловых) «островов», субаридной (средиземноморской) и аридной бриофлоры юго-восточной и малой Азии, орогенных образований умеренной полосы Европы и аридной Евразии. Происходящее потепление может способствовать проникновению бриофитов на территорию Полесья с запада, юго-запада и юго-востока, а также к выпадению гляциальных (повышенно требовательных к влажности) видов и в частности, мохообразных горной экологии с учетом того, что $\frac{3}{4}$ видов – общие у бриофлоры Белорусско-Украинского Полесья с бриофлорой Восточных Карпат.

Литература

1. Бойко М.Ф. Черноморск. бот. ж., 2011. Т.7. № 2: 00-00.
2. Бойко М.Ф. // Чекліст мохоподібних України. Херсон, 2008. 232 с.
3. Вірченко В.М. // Знання України, 2006. 32 с.
4. Вірченко В.М. Мохоподібні природно-заповідних територій Українського Полісся. Київ, 2014. 224 с.
5. Вірченко В.М. Фіторіноманія Українського Полісся та його охорона / Під заг. ред. Т.Л. Андрієнко. Київ, 2006. 316 с.
6. Зеров Д.К. Флора печіночників і сфагнових мохів України. К, 1964. 356 с.
7. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Том 1-2. М.: КМК, 2003-2004. С. 1-608, 609-944. (Arctoa том 11, приложение 1-2).

8. Потемкин А.Д., Софронова Е.В. Печеночники и антоцеротовые России. Т.1. СПб.–Якутск: Бостон-спектр, 2009. 368 с.
9. Рыковский Г.Ф. // Бриология: традиции и современность: сборник статей по материалам международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения З.Н. Смирновой и К.И. Ладыженской. СПб: Изд-во ЗАО «АТТАШЕ», 2010. С. 120-123.
10. Рыковский Г.Ф., Масловский О.М. Флора Беларуси. Мохообразные. В 2 т. Т. 1-2. Минск, 2004 (437 с.), 2009 (213с.).
11. Рыковский Г.Ф. Происхождение и эволюция мохообразных. Минск, 2011. 433 с.
12. Рыковский Г.Ф. [и др.] Мохообразные Национального парка «Припятский» (эволюционный аспект, таксономия, экология, география, жизненные стратегии). Минск, 2010. 160 с.
13. Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A. // Arctoa. 2006. T.15. P.1-130.
14. Stebel A., Ochrya R., Voncina G. Mosses of the pieniny range (Polish Western Carpatians). Poland, 2010. 214 p.

**Г.Ф. РЫКОВСКИЙ, М.С. МАЛЬКО, А.А. САКОВИЧ
ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА БРИОФЛОРЫ
БЕЛОРУССКО-УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ**

Резюме

В статье представлена таксономическая структура бриофлоры Белорусско-Украинского Полесья. Здесь выделено 464 вида мохообразных (отдел Briobionta), из которых 2 – антоцеротовые (отдел Anthocerotophyta), 105 – печеночники (отдел Marchantiophyta) и 357 – мхи (отдел Bryophyta), в том числе 178 редких видов.

**G.F. RYKOVSKY, M.S. MALKO, A.A. SAKOVICH
TAXONOMIC STRUCTURE OF THE BRIOFLORA OF THE BELARUSIAN-
UKRAINIAN POLESIE**

Summary

The taxonomic structure of the bryoflora of the Belarusian-Ukrainian Polesye is presented in the article. There are 464 species of bryophytes (Bryobionta), 2 anthocerotots (Anthocerotophyta), 59 of which are liverworts (Marchantiophyta) and 189 mosses (Bryophyta), including 178 rare species.

Поступила в редакцию 29.11.2019 г.

Л.В. ЗАВЬЯЛОВА
**МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
ВИДОВ ИНВАЗИВНЫХ АДВЕНТИВНЫХ РАСТЕНИЙ**

Институт ботаники имени Н. Г. Холодного НАН Украины, г. Киев, Украина

Введение. Биологические инвазии являются причиной глобальных изменений, бросающих вызов сохранению биоразнообразия и природных ресурсов. Инвазивные адвентивные виды признаны одним из основных прямых факторов, приводящих к потере биологического разнообразия, изменению структуры и функционирования экосистем и прочим необратимым последствиям [1]. Как признание этого – возрастание количества исследований, направленных на выявление и понимание инвазионных процессов, а также смягчение последствий внедрения, одним из результатов также стало осознание факта, что сложность последствий инвазий значительно превышает их прежнее восприятие [2].

Проведенный обзор основных направлений исследований адвентивных растений, в том числе инвазивных [3, 4], показал не только современный срез достижений в их изучении, но и возрастающее понимание этой проблематики. Одними из самых актуальных вопросов по-прежнему остаются определение инвазионности видов для отдельных биотопов, флор либо территорий, а также механизмы и оценка влияния на другие виды живых организмов, биотопы, экосистемы и пр. Активно проводятся исследования, касающиеся обновлений инвентаризационных и черных списков, а также поиск путей быстрого выявления и раннего реагирования на угрозу фитоинвазий, поскольку, как известно, группа инвазивных организмов достаточно динамична [5]. Накопленный опыт используется не только для поиска общих закономерностей инвазионного процесса, но и для более практических целей, таких как моделирование, прогнозирование распространения, мониторинг, методы контроля, борьбы и др. Весьма актуально создание простых в использовании методик по оценке рисков инвазий, стратегий их раннего выявления и предупреждения.

Одним из основных направлений и одновременно этапов исследования продолжает оставаться инвентаризация неаборигенного флоразнообразия на региональном и локальном уровнях. Важность инвентаризации отмечена и в обновленном и принятом Стратегическом плане для биоразнообразия (Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020) [6]. Актуальность периодической ревизии флористических списков вызвана фрагментарностью изучения растительного покрова некоторых территорий, постоянным возрастанием числа адвентивных растений, значительной лабильностью самих чужеродных видов, изменением их инвазионного статуса. Инвентаризация рассматривается, прежде всего, как процесс постоянного обновления списков адвентивных фракций флор объектов или территорий с целью мониторинга инвазионного статуса неаборигенных видов.

За инвентаризацией следует выявление причин активного распространения чужеродных видов, определение их инвазионного статуса, прогнозирование, оценка рисков [6], в конечном итоге – контроль и управление фитоинвазиями и другими выявленными неаборигенными растениями как часть управления исследуемым объектом (в данном случае менеджмент может касаться как особо охраняемых территорий, так и любых других). Подобная работа, в которой результаты научных исследований положены не только в основу менеджмента охраняемых объектов, но и в экологическую политику в целом, проводится странами-членами Европейского Союза и отдельными странами Организации экономического сотрудничества и развития (OECD) (Австралия, Канада, Новая Зеландия и США) в рамках специальных программ [6].

В Украине ведутся многочисленные исследования инвазивных видов, вместе с тем проблемы их контроля и менеджмента на природных территориях, включая особо охраняемые, остаются. Среди причин этого, в частности, отсутствие общепринятых, согласованных подходов к изучению фитоинвазий, законодательной и нормативно-правовой базы, материально-технических и кадровых ресурсов и т.д. и как следствие – специальных программ по изучению, управлению, контролю неаборигенных организмов. Прежде всего непонимание проблемы инвазий неаборигенных организмов присутствует на государственном (управленческом) уровне, и, как следствие – законодательная неопределенность ответственности, что ранее неоднократно отмечалось [7–11]. Существует и другая точка зрения, согласно которой не наличие, а успешность существующих программ борьбы с неаборигенными организмами пребывает в прямо пропорциональной зависимости от социально-экономического развития страны, то есть: чем более развитой является страна, тем эффективнее реализуются такие программы [12]. Вместе с тем, и среди экономически развитых стран, где представлены все приоритетные направления изучения инвазий (или их значительно больше), определены факторы угрозы инвазионным процессам, до сих пор не существует консолидации по многим вопросам [6]. Это, в свою очередь, вызывает ряд проблем, ведь последствия воздействия неаборигенных организмов на биоту не имеют границ [12], а их устранение или предотвращение требует консолидации не только отдельных национальных, но и международных усилий.

Методологическая база изучения инвазий в целом разработана и апробирована для всех этапов исследований от определения понятий [13–19 и др.], инвентаризации [6], составления списков и выявления трансформеров [4 и др.] до выявления влияния и прогнозирования рисков потерь аборигенной биоты [6, 20, 21], моделирования распространения [22], создания баз данных (DAISIE; EPPO; NOBANIS т. д.) и разработки мероприятий по контролю и предупреждению инвазий с привлечением их в общий менеджмент заповедных объектов [23 и др.]. Адаптация и внедрение наработанного мирового опыта по изучению фитоинвазий — шаг к их предупреждению в Украине. При этом, достижение наилучшего результата возможно при системной реализации таких

задач и практическом воплощении через разработку и апробацию конкретных методов.

Основной целью данного исследования является создание интегрированной поэтапной методики комплексного изучения видов адвентивных растений, прежде всего инвазивных и / или имеющих высокий инвазионный потенциал. Обобщение имеющегося опыта необходимо для постепенной оптимизации, унификации, адаптации существующих подходов в изучении неаборигенных организмов преимущественно в полевых условиях. Включение описанных методов в Программу Летописи природы для заповедников и национальных парков при ее обновлении будет способствовать планомерной организации исследований инвазивных растений на локальном и региональном уровнях с последующим их кратко- и долгосрочным мониторингом, результаты которых должны стать научной основой менеджмента особо охраняемых объектов.

Результаты и их обсуждение. Как обобщение предыдущего опыта различных исследовательских направлений, в Украине разработана методика исследования адаптивной стратегии чужеродных видов растений в урбанизированной среде [10]. Эта методика направлена на комплексные и системные исследования, основывается на изучении популяций, репродуктивной способности чужеродных видов растений и статистической обработке эмпирических данных. Авторы работы предлагают использовать ее также работникам заповедников и национальных парков при ведении летописей природы. Внедрение ее может стать частью длительного мониторинга окружающей среды, способствовать объяснению процессов внедрения чужеродных растений на видовом уровне [3]. Для перехода к другим уровням, а также последующим этапам изучения (или к решению других задач, таких как прогнозирование, оценка рисков, предупреждение, управление и т.п.) необходимо учитывать историю проникновения и распространения во вторичном ареале, историю трансформации окружающей среды, изменения в растительных сообществах и экосистемах территории исследования [16, 24]. В частности, существует определенная зависимость количества чужеродных видов от социальной истории самого объекта – например, от способов землепользования в прошлом, что ранее описано на примере заповедных объектов [24]. Согласно нашим исследованиям, направленность процессов синантропизации и адвентизации флоры объектов природно-заповедного фонда (ПЗФ) Украины прямо или косвенно зависит от ряда факторов. К ним относится длительность существования объекта, фрагментации территории, численность населения в регионе расположения и наличие густонаселенных урбанизированных территорий, уровень антропогенной нагрузки (на смежных с объектом территориях – включительно). Учитывая это, целесообразно также определять как общую (для всей территории объекта), так и локальную (для отдельных лесных, луговых, болотных и др. массивов, долин, урочищ и т.п.) степень антропогенной преобразованности ландшафтов, диагностическим показателем которой является состояние доминирующего растительного (преимущественно

лесного) покрова по общепринятым методикам [25–27]. Определенную корреляцию между этой степенью (антропогенной преобразованности ландшафтов), а также представленностью и влиянием инвазивных растений можно наблюдать на примере национального природного парка (НПП) «Черемошский». Так, общая степень антропогенной преобразованности коренного горнолесного ландшафта парка составляет 29,5%, что квалифицируется как слабо преобразованные ландшафты [27]. На территории этого объекта представлены только четыре вида инвазивных растений: *Galinsoga parviflora* Cav., *G. quadriradiata* Ruiz & Pav., *Juncus tenuis* Willd. и *Sisyrinchium septentrionale* Bicknell, что, по последним данным, не оказывает значительного воздействия на фито-разнообразие парка, за исключением последнего вида, влияние которого можно оценить как низкое (прежде всего, из-за роста количества локалитетов и численности растений в них, что происходит с недавних пор) [27].

Исследование инвазивных видов растений во флорах рассмотрим поэтапно, с краткими описаниями отдельных методов, применение которых поможет сформировать целостное представление о влиянии фитоинвазий на природное биоразнообразие территории, определить его механизмы и возможные последствия. Изучение инвазивных растений прежде всего зависит от конкретных задач, согласно которым подбираются объекты и определяется программа его проведения. К примеру, такими задачами могут быть выявление видового состава (или отдельных таксономических, биоморфологических, экологических и других групп), их представленность на территории, приуроченность к определенным типам биотопов, участие и роль в определенных флорокомплексах и растительных сообществах, оценка их влияния на фито- или биоразнообразие в целом. В решении этих и других задач по изучению видов адвентивных растений от инвентаризации к оценке их влияния на биоразнообразие необходимо предварительно ознакомиться с литературными источниками [4, 5, 28–42].

В начале исследования необходимо определить цель, задачи, объект и предмет исследования. Далее провести предварительный анализ исходных данных по объекту и предмету исследования согласно существующим флористическим сводкам, картографическим материалам, литературным и гербарным данным. При необходимости следует составить предварительный список чужеродных видов растений, для чего используются как многотомные флористические, геоботанические, биогеографические сводки, так и опубликованные региональные обработки. Предварительный список для заповедных объектов можно составить на основе летописей природы, в рамках ведения которых, как правило, осуществляются ботанические (включительно с флористическими) исследования, по результатам которых ежегодно критически пересматривается видовое разнообразие. Из списка следует выбрать те виды, которые являются или могут быть потенциально инвазивными. Для определения состава этой группы необходимо изучить либо уточнить наличие (представленность)

чужеродных видов (из созданного предварительного списка) в общегосударственных и региональных (района, области и т.д., включительно со смежными территориями) перечнях инвазивных растений, карантинных списках и т.д. Для всех чужеродных видов важно собрать сведения об их первичных находках на территории исследования, возможных путях и способах заноса, а также их биоморфологических, эколого-ценотических и других особенностях. Важным также является привлечение картосхем и материалов землеустройства, служебных материалов объекта или территории, в которых приведены сведения о ландшафтной структуре, распределении площадей лесных, степных, болотных, луговых угодий, типах растительности, планах мероприятий, проведенных в разные периоды функционирования (лесовосстановительные, санитарные рубки, мелиоративные, восстановление почвенного покрова и т.д.); землепользователей и прочее. Такие сведения в дальнейшем помогут эффективно спланировать последующие этапы, в частности определить перечень потенциальных местообитаний или приоритетных участков исследований именно для изучаемых инвазивных видов. На данном этапе для облегчения последующей камеральной обработки важно также создать базу данных на основе удобных для использования программных продуктов (например, такой как созданная нами в форме электронных таблиц пакета MS Excel). Если целью и задачами изучения предусмотрено определение влияния инвазивных или других чужеродных видов на растительные сообщества и биотопы, предполагающее сбор фитоценотических данных, то необходимы также специальные программы для их сохранения, отбора, импорта, такие как стандартный пакет TURBOVEG (для Microsoft® Windows®), более детально особенности работы с ним и возможности описаны в литературе [43].

Продолжительность, последовательность полевых исследований, достоверность полученных результатов и величина погрешности в определении инвазионного статуса зависят от субъективных и объективных факторов. Перед планированием экспедиционных выездов нужно достаточно детально ознакомиться с биоморфологическими особенностями исследуемых растений (в вегетативной и генеративной фазе), продолжительностью жизненного цикла (особенностями цветения и плодоношения). Это возможно и важно сделать как по литературным [24, 28–37], так и по гербарным данным. Также стоит учитывать погодные условия, под влиянием которых может изменяться продолжительность или период вегетации, цветения, плодоношения и т.п., что в общем влияет на результаты полевого сезона, поэтому знакомство с имеющимися фенологическими наблюдениями также необходимо. Возможна также специальная организация таких наблюдений, что послужит не только эффективности запланированных исследований, но и даст возможность получить оригинальные результаты по фенологии чужеродных видов в условиях климатических изменений. Завершается этап планированием полевых исследований, определением объема, продолжительности и последовательности работ.

Следующим этапом предполагается выявление инвазивных видов растений как из предварительного списка, так и новых; установление их локалитетов, представленности на территории и выполнения запланированного по ним объема исследований. В начале этапа возможно корректирование объема работ в соответствии с имеющимися ресурсами исследователей и общей ситуации (например, локалитетов одних видов было обнаружено меньше, но численность растений в них больше; локалитетов других видов – значительно больше с незначительной численностью растений в них). Если задачей исследования является оценка влияния инвазивных видов (или конкретного вида) растений, то в течении полевого сезона прежде всего важно установить наибольшие по численности локалитеты, эколого-ценотическую роль в различных типах биотопов, способы размножения и распространения диаспор, пути проникновения, возможность повторных заносов. В случае, если видов окажется больше, чем возможно исследовать за один полевой сезон, может быть использован выборочный подход. При выборе приоритетными следует считать чужеродные виды, которые:

- 1) требуют введения мер контроля из-за стремительного распространения;

- 2) обладают установленным ранее негативным влиянием на биоразнообразие объекта или региона и требуют дополнительных исследований в связи с возможным негативным экологическим и/или экономическим воздействием;

- 3) являются инвазивными в регионе или природной зоне, подтверждение их инвазионного статуса будет способствовать разработке эффективных мер управления;

- 4) недавно обнаружены, являются инвазивными на смежных территориях или в регионе;

- 5) относятся к эргазиофитам, используются в озеленении, лесовосстановлении и других видах антропогенной деятельности; имеют возможности для миграции, связанные с практическим использованием; выявляют тенденцию к спонтанному распространению;

- 6) уже подвержены мониторингу или есть необходимость его ведения в регионе;

- 7) опасны для здоровья человека.

Особую значимость при использовании выборочного подхода имеет также наличие в районе исследований инвазиабельных биотопов значительной площади и с подходящими условиями для фитоинвазий.

Значимость исследований полевого этапа, как и дальнейшая обработка и интерпретация их результатов, возрастет, если во время экспедиций с помощью современных навигационных приборов фиксировать координаты локалитетов, пробных площадей и т.д., что в дальнейшем может иметь как теоретическое, так и практическое значение. Геолокационная фиксация фитоинвазий является основой долговременного мониторинга, может быть использована для построения картосхем распространения и т.д., а также дает еще и достаточно точно подтвержденные

фактические данные при введении мер контроля, менеджмента территории и т.п.

Изучение инвазивных растений также возможно на существующих стационарных профилях или постоянных пробных площадях, ранее рекомендованных Программой Летописи природы [44], или на вновь созданных специально для мониторинговых исследований, проведения либо испытания мероприятий по ограничению распространения. Применение стационарных профилей или пробных площадей несколько упростит использование Протокола оценки видов инвазивных растений (описан ниже), который можно адаптировать под определенные профили или площади, что значительно упростит его использование и позволит сэкономить время на обработке данных. При наличии соответствующих ресурсов для проведения исследований и имеющейся предварительной инвентаризации биоразнообразия объекта, прежде всего фитобиоты, для выявления и мониторинга неаборигенных растений важно проведение обследования существующих профилей и пробных площадей. Однако, достоверность данных, занесенных в протокол, потребует и закладки специальных пробных площадей именно для адвентивных, в частности инвазивных, растений при их обнаружении.

Также необходимо применение определенных специализированных методик для:

а) расчета численности растений, проективного покрытия, активности и т.д. на определенной площади (например, такую методику и детальное описание ее применения предлагают M. Dumitrașcu et al. [42]);

б) учета фитомассы, наземного и подземного загрязнения местообитания или биотопа диаспорами (корневищами, семенами и т.д.), остатками органики;

в) картирования локалитетов опасных видов.

Методы, которые целесообразно использовать в каждом конкретном случае при изучении адвентивных растений, определяются прежде всего задачами исследования, для заповедных объектов – с учетом мероприятий по управлению функциональными зонами. Кратко остановимся на некоторых из них, другие более подробно будут описаны в следующих публикациях.

Метод визуального учета использовался ранее при изучении сорных растений [31], заключается в сравнительной оценке общего количества всех адвентивных или только инвазивных растений и природных видов в растительном сообществе, или части земельного участка с чужеродными видами относительно общей площади определенного местообитания. Рассчитан на применение для травянистых растений: одно-, малолетников и травянистых многолетников. При этом степень поражения инвазивными видами считается низкой, если растения единичны и занимают при этом не более 5% площади; средней – если общая численность их в травостое или площадь занятого участка составляют 5% – 20%; высокой – если площадь занятого участка составляет 20% – 50% или их численность в составе травостоя соответствует 20%

- 50%; очень высокой – если инвазивные растения преобладают по численности над природными, образуют одновидовые, преимущественно плотные, колонии, а площадь, занимаемая ими, составляет более 50% учетной по участку. С помощью этого метода можно довольно быстро установить видовой состав и процентное участие инвазивных растений по их численности или занимаемой площади для большого учетного участка территории, что является одним из его существенных преимуществ. Метод похож на определение проективного покрытия при проведении фитоценологических исследований. Недостатком его является отсутствие точных данных о численности растений тех или иных видов. Тем не менее, он вполне пригоден для использования в качестве экспресс-метода при наличии ограниченных ресурсов исследований, обследования значительных площадей за короткий период времени, а также не предусматривает вмешательства в функционирование биотопа или экосистемы.

Более точные данные о численности инвазивных растений отдельных видов можно получить используя количественно-весовой метод учета, также ранее использованный при изучении сорных растений [31]. Вполне пригоден для применения на существующих на территории постоянных или временных пробных площадях. Ниже представлены адаптированные образцы паспорта / бланка описаний такой площади и стационарного профиля, при использовании которых возможно приобщить данные об исследовании инвазивных растений, если они будут обнаружены при обследовании.

Паспорт стационарного профиля (образец)

Порядковый номер и название профиля.

1. Общие сведения (назначение профиля, краткое описание объектов наблюдений, видов проведенных исследований, дата закладки).

1.А Описание постоянных мониторинговых участков на профиле (количество, назначение).

1.В Общая протяженность профиля.

1.С Методика наблюдений (расчеты численности, плотности особей, возрастных состояний и т.п., определение морфометрических параметров растений; фенологические наблюдения; сезонный сбор фитосоциологических данных и т.п.).

2. Природные условия.

2.А Общая характеристика ландшафта.

2.В Рельеф и формы микрорельефа.

3. Антропогенное воздействие на территорию (краткая история и современное состояние).

4. Специальные сведения.

4.А Периодичность наблюдений на участках профиля, даты проведения наблюдений.

4.В Результаты специальных учетов на участках и отрезках профиля.

Образец паспорта на постоянную пробную площадь (участок, плот)

1. Общие сведения.
 - 1.А Предназначение (краткое описание цели закладывания)
 - 1.В Объект / -ы наблюдений (краткое описание).
 - 1.С Дата закладывания.
 - 1.Д Размеры плота, расположение на территории, длина, ширина, площадь.
2. Физико-географическая характеристика.
 - 2.А Положение в рельефе.
 - 2.В Общая характеристика почвы, подстилки и почвообразующих пород.
3. Факторы негативного влияния на биотоп (в прошлом, на сегодня).
 - 3.А Антропогенные.
 - 3.В Пирогенные.
 - 3.С Другие.
4. Характеристика растительного сообщества (описание по флористической классификации, биологические характеристики растений (фенофаза, численность, жизненность и др.).
5. Источники информации к п. 1–4.
6. Перечень выполненных научно-исследовательских работ (посезонно, если предусмотрены постоянные исследования).
7. Исполнители, даты выполнения.

Паспорт на постоянные профили и пробные участки адаптируется в соответствии с назначением одного или нескольких объектов наблюдения (п. 1.А), конкретных задач исследования. В частности, назначением может быть определение влияния адвентивных растений одного вида с высокой или потенциальной инвазионной способностью (или нескольких сразу) на определенный тип местообитаний, биотопов. В таком случае следует включить дополнительные пункты в Паспорт пробной площади (или как подпункты п. 3), которыми могут стать механизмы воздействия инвазивных видов, предложенные Т.М. Blackburn et al. [21], такие как конкуренция, паразитизм, гибридизация, биозагрязнение, токсичность, аллелопатическое воздействие, пожароопасность из-за накопления сухой фитомассы или самовозгорания, взаимодействие с другими чужеродными видами и т.д., а также последствия воздействия (экологические и / или экономические), рассматривая их в зависимости от потребности конкретных исследований на видовом, популяционном, биотопическом или экосистемном уровнях. Также возможно использование упрощенных вариантов паспортов, если часть информации повторяется. В этом случае целесообразно разработать специальный шаблон, в котором нужно предусмотреть поля для заполнения в условиях экспедиционного исследования, сохраняя при этом необходимые повторяющиеся данные в постоянной части таблицы или бланка. Использование стационарных профилей предназначено для длительного мониторинга, тогда как пробных участков – подходит как для длительных наблюдений и сбора данных, так и для одноразовых в течении одного или нескольких сезонов.

Количественно-весовой метод учета заключается в установлении локализаций инвазивных растений на определенной территории объекта и закладывании в таких местах пробных площадей. Форма этих площадей значения не имеет, размеры зависят от степени поражения, при низкой – 1 м², средней – 0,4 м², высокой – 0,25 м². Размеры пробных площадей зависят и от конкретных задач. В случае если пробные площади закладываются для исследования одного вида растений, то следует учитывать также их морфологические особенности, в частности размеры и жизненную форму. Так, для однолетников высотой до 0,5 м достаточно пробной площади размером 0,25 м². Для растений одно-, малолетников и травянистых многолетников высотой более 1 м, целесообразно закладывать пробные площади не менее 1 м². Количество таких пробных участков зависит от общей степени поражения территории и должно обеспечивать статистическую достоверность результатов, а также возможность их экстраполяции на площадь массива или всей территории. На каждом пробном участке определяют численность, а при необходимости, видовой состав адвентивных растений, собирают их и взвешивают (все вместе, или, если имеется несколько видов, то и каждого отдельно). Растения, собранные на таких площадях, после взвешивания высушивают и вновь взвешивают, что впоследствии можно использовать для определения энергетических потерь экосистемы в результате фитоинвазий. Преимущества метода заключаются в высокой точности учета численности растений, а недостатки – в значительных затратах времени, трудоемкости, вмешательстве в функционирование отдельных биотопов и экосистем.

Важным элементом исследований адвентивных, в частности инвазивных видов, является также *учет загрязнения почвы диаспорами растений* – семенами и органами вегетативного размножения. Наиболее важным он является для однолетников, поскольку формирование банка семян – основа их инвазивной способности. Степень загрязнения почвы обычно бывает очень высокой, а запасы семян растений тех или иных адвентивных видов исчисляются десятками и сотнями тысяч. Загрязнение определяют взятием проб грунта на определенных участках и глубине с последующим выделением из них семян. Из отобранных проб семена можно отделить с помощью отмывания или выделения в тяжелых веществах [31], а также механическим способом (при необходимости следует подсушить пробы при комнатной температуре, просеять, разделив при этом мелко и грубодисперсные частички, отобрать семена). Загрязнение почвы органами вегетативного размножения растений определяют методом пробных площадей, которые располагают с учетом характера локализации. При равномерном расположении (соответствует диффузному или сплошному характеру распространения) закладывают 10 площадей в разных местах (размером 0,25, 0,5, и 1,0 м²), или в зависимости от локализации – в центре и по периферии куртины исследуемых растений, а затем обкапывают выделенные участки канавками. Их глубина зависит от глубины укоренения и расположения надземных органов растения. Учет, как правило, проводят послойно, снимая почву и выделяя из нее орга-

ны вегетативного размножения, определяя при этом вес сырой и сухой массы корней, корневищ или луковиц, длину в метрах и количество почек, количество луковиц. Метод является трудоемким, но его применение позволит определить эффективные меры контроля за распространением растений как в пределах отдельной территории, массива, так и объекта в целом. Эффективность и сложность применения метода коррелируют со степенью поражения территории фитоинвазиями. Для предотвращения распространения отдельных инвазивных видов на другие территории или в другие типы биотопов учет загрязнения целесообразно использовать несмотря на сложность даже при массовом поражении.

Исследование семенной продуктивности также является одним из важных показателей изучения чужеродных растений, ведь ее значение существенно влияет на самоподдержание популяций, численность, динамику распространения и инвазионную способность вида. Семенная продуктивность – это общее количество семян, произведенных растением на единицу площади и средняя численность семян на особь или генеративный побег. Определение семенной продуктивности также требует учетных площадей, избираемых в зависимости от морфологических особенностей растений вида и характера его распространения. Размер учетных участков может варьировать в зависимости от вида (для обильно цветущих растений он маленький – до 2 м², а для деревьев зависит от размера кроны) и задач исследования, однако должен включать не менее 100 генеративных побегов. Более подробно изучение семенной продуктивности и ее видоспецифичность описаны в литературе [10, 31, 32, 35].

Одним из системных, обобщающих методов изучения видов инвазивных растений на территории объектов ПЗФ является их оценка с использованием специального протокола, уже апробированного в Украине [22, 45, 46]. *Протокол оценки видов инвазионных растений* (An Invasive Species Assessment Protocol [23] разработан и внедрен Nature Serve, в сотрудничестве с Nature Conservancy и U.S. National Park Service в США. Протокол создан для оценки, категоризации инвазивных растений в соответствии с их влиянием на природные виды, естественное биоразнообразие на больших географических территориях (штат, провинция, страна, природная зона). Благодаря использованию протокола возможно включение в научную документацию особо охраняемых объектов и территорий объективных фактических данных о состоянии чужеродных видов, их инвазионной способности, влиянии на биоту и окружающую среду. Применение Протокола для оценки инвазивных растений (внутривидовых таксонов) возможно как на видовом уровне, так и на ценотическом или экосистемном на территории исследования и связано с определением соответствующей категории инвазионного статуса (Invasive Species Impact Rank (I-Rank):

- высокий;
- средний;
- низкий;
- не выражен.

Инвазионность вида определяется двухуровневой оценкой негативного воздействия на природное биоразнообразие объекта или региона. Шаблон Протокола в виде таблицы состоит из 20 вопросов и четырех возможных вариантов ответа ((A, B, C, D, + U – Неизвестный). Вопросы сгруппированы в четыре блока: экологическое воздействие (5 вопросов, ценность которых составляет 50% при расчете общего статуса), современное распространение и численность (4 вопроса – 25%), тенденции распространения и динамика численности (7 вопросов – 15%), сложность сдерживания (4 вопроса – 10%). По ответам на вопросы рассчитываются отдельные субстатусы оцениваемых видов по каждому из четырех блоков. Инвазионный статус (I-Rank) является обобщением отдельных субстатусов. Подробно порядок их расчета приведен в первоисточнике [23]. Формой Протокола наряду с документированием избранных ответов также предусмотрены текстовые комментарии, цитирование информационных ресурсов, краткие резюме по обобщению инвазионного статуса (I-Rank). Такая форма оценки воздействия инвазивных растений на аборигенное биоразнообразие предназначена для широкого использования и может применяться для оценки влияния во вторичном ареале тех видов, которые являются природными на сопредельных с исследуемой территорией (виды с смешанным статусом). В Украине, из-за разнообразия природных условий и географического положения в пределах нескольких зон, такие виды растений также имеются, как отдельная группа они не выделены и не рассматривались при структурном анализе флоры и др., как правило их относят к аборигенной или адвентивной фракциям.

Таблица. Образец шаблона *Протокола* определения инвазионного статуса (I-Rank) [23]

Группы и вопросы в группах	
I. Экологическое влияние	
1. Влияние на экосистемные процессы и параметры системы в целом	33
2. Влияние на структуру ценозов	18
3. Влияние на состав ценозов	18
4. Влияние на природные виды растений и животных	9
5. Ценность природных сообществ и аборигенных видов, находящихся под угрозой из-за инвазии оцениваемого вида	24
II. Современное распространение и численность	
1. Современный размер (площадь) ареала в регионе	15
2. Часть современного ареала, на которой вид негативно влияет на биоразнообразие	15
3. Доля биогеографических единиц региона, охваченных инвазией	3
4. Разнообразие подверженных инвазии биотопов и экосистем в регионе	3
III. Тенденции распространения и динамика численности	
1. Современная тенденция общего ареала в пределах региона	18
2. Потенциальный ареал в данное время	3
3. Потенциал распространения на дальние расстояния в пределах региона	9
4. Локальный размер экспансии или изменение численности	18
5. Способность к распространению на особо охраняемые территории и в местообитания других природных видов	6
6. Похожие пораженные инвазиями местообитания/биотопы, известные на других территориях	9
7. Характер возобновления	9

IV. Сложность сдерживания	
1. Общая сложность сдерживания/контроля	18
2. Минимальное время, необходимое для контроля (уменьшение численности до допустимой и поддержка на таком же уровне с минимумом усилий)	15
3. Влияние мер контроля на аборигенные виды (будет ли побочный эффект для аборигенных видов)	15
4. Доступность охваченных инвазией территорий	3

Недостатком использования Протокола в Украине является значительная субъективность при определении субстатуса в последнем блоке (IV. Сложность сдерживания), ведь мероприятия по контролю или уменьшению численности в нашей стране в большинстве случаев не проводятся, либо имеют бессистемный характер. Применение данного метода оценки влияния инвазивных растений на биоразнообразие нуждается в адаптации в соответствии с условиями Украины с целью повышения объективности определения инвазионного статуса исследуемых видов, или же для конкретного объекта, что позволит минимизировать указанные недостатки, получив при этом достоверные данные. Использованию Протокола должны предшествовать исследования инвазивных видов, в том числе и с помощью описанных нами методов, результаты изучения упростят определение субстатусов, а сами субстатусы получат фактическое подтверждение и большую точность. Протокол, по сути, как и полученные в результате его внедрения инвазионные статусы (I-Rank), являются обобщением предыдущих исследований чужеродных видов.

В Европе также существуют подобные Протоколу обобщающие способы определения инвазионного статуса и рисков, связанных с реализацией чужеродными растениями инвазионного потенциала, как, например, Руководство по анализу фитосанитарного риска (Guidelines on Pest Risk Analysis: EPPO Prioritization Process for Invasive Alien Plants) [47].

По завершении полевого сезона начинается камеральная обработка данных: обобщение полученных результатов, соответствующие расчеты и ведение базы данных. В процессе обработки экспедиционных материалов обобщают данные по отдельным массивам, площадям, профилям и формируют общую оценку воздействия чужеродных и инвазивных видов в целом и каждого из выявленных отдельно. При наличии достаточного объема данных из всех массивов исследуемой территории возможна их экстраполяция / обобщения относительно современного состояния и влияния фитоинвазий на природное биоразнообразие в пределах объекта или региона расположения. Максимальный срок использования результатов не определен, а постоянный мониторинг обеспечит качественную оценку влияния адвентивных видов в течение длительного времени, позволит выбрать эффективные превентивные меры и средства контроля, осуществить прогнозирование, провести реконструкцию, установить динамику распространения и др.

Заключение. Все рассматриваемые методы перспективны для внедрения, целесообразность которого определяется задачами конкретного исследования. Эффективность использования большинства из них зави-

сит от последовательности выполнения, тщательности подготовки, имеющих ресурсов исследователей и объектов. С учетом особенностей возможно полное или частичное использование рассмотренных методов для оценки чужеродных, аборигенных и видов со смешанным статусом. Привлечение и внедрение большинства описанных методов будет способствовать систематизации данных кратковременного и длительного мониторинга фитозагрязнения; созданию и документальному подтверждению списков особо опасных инвазивных видов; прогнозированию распространения или «поражения» других биотопов; определению механизмов влияния и его последствий на разных уровнях; разработке действенных мер контроля фитозагрязнения в соответствии со спецификой объекта; росту эффективности управления объектом в целом и сохранению природного фиторазнообразия; облегчению обработки, объединения и обобщения сведений о фитоинвазиях с последующей их интеграцией в базы данных на разных уровнях от локального до национального.

Литература

1. McNeely J.A., Mooney H.A., Neville L.E., Schei P. and Waage J.K. (eds.). *A Global Strategy on Invasive Alien Species*. IUCN Gland, Switzerland, and Cambridge, 2001. 50 p.
2. Simberloff D., Martin J.-L., Genovesi P., Maris V., Wadle D. A., Aronson J., Courchamp F., Galil B., Garcia-Berthou E., Pascal M., Pyšek P., Sousa R., Tabacchi E., Vilà M. // *Trends In Ecology & Evolution*. 2013. 28. P. 58–66.
3. Зав'ялова Л.В. Про сучасні підходи до вивчення фітоінвазій на території об'єктів ПЗФ України / Зб. матеріалів конф.: Динаміка біологічного та ландшафтного різноманіття заповідних територій. Кам'янець-Подільський, 2016. С. 46–49.
4. Shevera M.V., Protopopova V.V., Burda R.I., Zavialova L.V., Kucher O.O., Kornienko O.M. // *Acta Horti Botanici Bucurestiensis*. 2018. 45. P. 5–32.
5. Зав'ялова Л.В. Види інвазійних рослин, небезпечні для природного фиторізноманіття об'єктів природно-заповідного фонду України // *Наук. вісн. Чернів. ун-ту. Біологія (Біол. системи)*. 2017, Т. 9, № 1. С. 88–107.
6. A comparative assessment of existing policies on invasive species in the EU member states and in selected OECD countries. Final report by the European Commission (DG ENV) Unit B.2. Biodiversity. 2011. 258. Accessed on 11.10.2017: http://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/docs/BIO_IAS_Policies_2011.pdf
7. Протопопова В.В., Мосякін С.Л., Шевера М.В. Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю: сучасний стан, завдання на майбутнє. Київ, 2002. 32 с.
8. Протопопова В.В., Шевера М.В., Мосякін С.Л. Вплив неаборигенних видів рослин на біоту України / Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіття / Дудкін О.В. (відп. ред.). Київ. 2003, С. 129–155, 358, 364–374.
9. Protopopova V.V., Shevera M.V., Mosyakin S.L. // *Euphytica*. 2006, 148. P. 17–33.
10. Бурда Р.І., Ігнатюк О.А. Методика дослідження адаптивної стратегії чужорідних видів рослин в урбанізованому середовищі. Київ, 2011. Р. 112 с.
11. Бурда Р.І., Пашкевич Н.А., Бойко Г.В., Фіцайло Т.В. Чужорідні види охоронних флор Лісостепу України. Київ, 2015. 116 с.
12. Nuñez M. A., Pauchard A.. // *Biological Ivasions*. 2010. №12. P. 707–714. DOI 10.1007/s10530-009-9517-1

13. Pyšek P., Prach K., Rejmánek M., Wade M. (eds.). *Plant Invasions. General Aspects and Special Problems*. Amsterdam, 1995. 257 p.
14. Richardson D. M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M. G., Panetta F. D., West C. J. // *Diversity and Distribution* 2000, 6. P. 93–107.
15. Richardson D. M., Pyšek P. // *New Phytologist*. 2012, 196. P. 383–396.
16. Lockwood J. L., Hoopes M. F., Marchetti M. P. *Invasion Ecology*. Oxford, 2007. P. 312.
17. Vilà M., Basnou C., Pyšek P., Josefsson M., Genovesi P., Gollasch S., Nentwig W., Olenin S., Roques A., Roy D., Hulme Ph. et al. // *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2009, 8 (3). P. 135–144. doi: 10.1890/080083
18. McGeoch M. A., Butchart S. H. M., Spear D., et al. *Diversity and Distribution*. 2010, 16. P. 95–108.
19. Foxcroft L. C., Pyšek P., Richardson D. M., Genovesi P. *Plant Invasions in Protected Areas – Patterns, Problems and Challenges*. Dordrecht, 2013. 656 p. doi: 10.1007/978-94-007-7750-7
20. Andreu J., Vilà M. Risk analysis of potential invasive plants in Spain // *Journal for Nature Conservation*. 2009. P. 1–11. doi:10.1016/j.jnc.2009.02.002
21. Blackburn T. M., Essl F., Evans T., Hulme P. E., Jeschke J. M., Kühn I., Kumschick S., Marková Z., Mrugała A., Nentwig W., Pergl J., Pyšek P., Rabitsch W., Ricciardi A., Richardson D. M., Sendek A., Vilà M., Wilson J. R. U., Winter M., Genovesi P., Bacher S. // *PLOS Biology*. 2014, 12 e1001850. P. 1–11. doi: 10.1371/journal.pbio.1001850
22. Вихор Б.І. Екологічна оцінка впливу інвазійних видів рослин на фіторізноманіття Закарпаття, автореф. дис. / Державний природознавчий музей НАН України. Київ, 2015. 20 с.
23. Morse L. E., Randall J. M., Benton N., Hiebert R., Lu S. *An Invasive Species Assessment Protocol: Evaluating Non-Native Plants for Their Impact on Biodiversity*. Version 1. Arlington, 2004. 40 p.
24. Панченко С.М. // *Укр. ботан. журн.* 2005. Т. 62, № 4. С. 558–564.
25. Шищенко П.Г. *Прикладная физическая география*. Киев, 1988. 190 с.
26. Коржик В.П. Антропогенные изменения ландшафтов Северной Буковины и актуальные задачи природопользования. Научн. докл. к защите... канд. геогр. наук. Киев, 1992. 24 с.
27. Біорізноманіття Національного природного парку «Черемоський» / Чорней І.І. (Наук. ред.). Чернівці, 2015. 248 с.
28. Raunkiaer C. *The Life Form of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford, 1934. 632 p.
29. Васильченко И.Т. *Определитель всходов сорных растений*. Ленинград, 1965. 430 с.
30. Kornás J. // *Materiały Zakładu Fitosocjologii Stosowanej* U.W. 1968, 25. P. 33–41.
31. Бур'яни України / Вісюліна О.Д., Котов М.І., Доброчаєва Д.М., Кузнецова Г.О. (ред.). Київ, 1970. 508 с.
32. Вайнагий И.В. // *Бот. журн.* 1974. Т. 59, № 6. С. 826–831.
33. Леурда И.Г., Бельских Л.В. *Определение качества семян*. Москва, 1974. 100 с.

34. Майсурян Н.А., Атабекова А.И. Определитель семян и плодов сорных растений. 1978. Москва, 288 с.
35. Левина Р.Е. Репродуктивная биология семенных растений. Москва, 1981. 96 с.
36. Злобин Ю.А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста. Сумы, 2009. 263 с.
37. Гордієнко М.І., Гордієнко Н.М. Лісівничі властивості деревних рослин. Київ, 2005. 816 с.
38. Дидух Я.П. // Бот. журн. 1982, Т. 71, № 7. С. 925–935.
39. Rejmanek M., Richardson D. M. // Diversity and Distribution. 2013, 19. P. 1093–1094.
40. Голівець М.О. // Укр. ботан. журн. 2014, Т. 71, № 2. С. 161–172.
41. Дидух Я.П. // Наук. зап. НАУКМА: Біологія та екологія. 2014, Т. 158. С. 54–61.
42. Dumitrașcu M., Grigorescu I., Kuscicsa G., Doroftei M., Năstase M., Dragotă C. Romanian Journal of Geography. 2014, 58 (2). P. 145–160.
43. Основи роботи в середовищі програм TURBOVEG та JUICE / Укл.: Куземко А.А., Буджак В.В., Чорней І.І., Токарюк А.І. 2015. Чернівці. 64 с.
44. Андрієнко Т.Л., Попович С.Ю., Парчук Г.В. та ін. Програма Літопису природи для заповідників та національних природних парків. Київ, 2002. 103 с.
45. Dvirna T.S. // Biodiversity Research and Conservation. 2015, 40. P. 37–47. <https://doi.org/10.1515/biorc-2015-0033>
46. Kucher O.O. // Biodiversity Research and Conservation. 2015, 40. P. 49–58. <https://doi.org/10.1515/biorc-2015-0034>
47. EPPO. European and Mediterranean Plant Protection Organization. Accessed on 18.10.2017. www.eppo.int

Л.В. ЗАВЬЯЛОВА МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИДОВ ИНВАЗИВНЫХ АДВЕНТИВНЫХ РАСТЕНИЙ

Резюме

Оценка инвазивных адвентивных видов в растительном покрове Украины становится новым направлением исследований, т.к. инвазии превратились в биологическую угрозу природному биоразнообразию: изменяют состав, нарушают структуру и функционирование экосистем, негативно влияют на качество экосистемных услуг. Растущий потенциал экспансии, связанный с изменением условий окружающей среды, требует адаптированных методов, учитывающих современное распространение, тенденции, численность и динамику чужеродных видов, а также потенциальное воздействие и последствия для биотопов. Методы изучения инвазионных видов рассматриваются последовательно, начиная с подготовки, собственно полевых исследований и завершаются камеральной обработкой данных. Целесообразность их подбора определяется в каждом конкретном случае задачами исследования. Описанные в данной работе методы ориентированы как на комплексные, так и на узкоспециализированные исследования, направленные на инвентаризацию, мониторинг, оценку влияния на биоразнообразие преимущественно заповедных объектов, предусматри-

вают традиционное изучение флористических, морфологических, экологических особенностей чужеродных растений. Приводятся краткое содержание методов, схемы паспортов пробных участков, комментарии; отмечены отдельные недостатки применения. Методы применимы для изучения чужеродных, аборигенных и видов со смешанным статусом. Внедрение их будет способствовать систематизации данных мониторинга фитоинвазий, документированию находок особо опасных адвентивных видов, прогнозированию распространения или внедрения в другие типы биотопов, определению механизмов влияния и его последствий на разных уровнях (от локального до национального).

L.V. ZAVIALOVA
**METHODICAL ASPECTS OF INVASIVE ALIEN PLANT SPECIES
INVESTIGATION**

Summary

The assessment of alien and invasive alien species (IAS) in the plant cover of Ukraine becomes a new trend of research, especially while invasions have turned into biological hazards for natural biodiversity, thus threatening for its structure and ecosystems functioning. Taking into consideration the increasing spreading potential of IAS as well as the connection with their triggering environmental driving forces, even more current methods arose, mainly focusing on: current distribution and its trends, abundance and its dynamics, potential impact on the environment and on the some types of biotopes. In this study propose a review of the methods of field investigation of alien species for inventory, monitoring etc., to the assessment of impact of them. The choice of methods is determined in each case by the purpose, objectives of the study. Some methods focused on both complex research and specialized. All of them have been analyzed and short adapted scheme or template for plots were proposed. Some remarks about imperfections of its applying for each of them are discussed. Few methods have been used for continuous monitoring of the invasions of alien plants. All of them can be used for the study of alien, native and species with mixed status. The effectiveness of most of them depends on the sequence of execution, the preparation, available resources of the researchers. Introduction of them will help to summarizing of the data, documentation a new finds, prediction of the spread of dangerous IAS and can be developed of the effective control measures and management, integration of results to the databases of different levels.

Поступила в редакцию 06.12.2019 г..

В.Н. ЛЕБЕДЬКО
**РОД *THALICTRUM* L. (RANUNCULACEAE ADANS.)
В СОСТАВЕ ФЛОРЫ БЕЛАРУСИ**

*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
НАН Беларуси, г. Минск*

Введение. В связи с современной углубленной систематической обработкой представителей семейства *Ranunculaceae* Adans. (лютиковые), возникло немало вопросов, связанных со спорной ранговой принадлежностью отдельных таксонов, относимых, в первую очередь, к так называемым критическим родам. Одним из таких родов является *Thalictrum* L. (василисник), в настоящее время насчитывающий около 150 видов, распространенных преимущественно во внетропических областях обоих полушарий, а также, незначительно, в тропиках Африки и Южной Америки [1].

Первые обработки этого рода для Флоры СССР [2] принадлежат С.А. Невскому, который использует из всех систем, предложенных для видов рода *Thalictrum*, самую старую, данную Декондолем в 1818 г. (Syst. I, p. 168 – 172). Значительно позже, Л.И. Крупкина [1] при обработке данного рода для Восточной Европы, принимает новое деление с выделением 3 секций: *Thalictrum*, *Erythrandrum* и *Tripterium*, в составе которых – 8 видов и 8 подвидов.

Во флористических работах для территории Беларуси в разное время отмечалось примерно одинаковое количество видов. Так, И.К. Пачоский [3] указывает 5 видов этого рода для Белорусского Полесья и уже тогда отмечает полиморфизм таких таксонов как *T. minus* и *T. simplex*. В дальнейшем В.П. Малеев [4] и В.А. Михайловская [5] также приводят по 5 видов, а в определителе высших растений Беларуси [6] для территории республики, в отличие от предыдущих работ, приводится уже 6 видов, среди которых такой таксон как *T. flexuosum* рассматривается в качестве самостоятельного вида.

Материалы (объекты) и методы исследования. В данной работе использованы материалы коллекционных фондов Гербария Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича (MSK), а также фонды гербариев Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (LE), Санкт-Петербургского университета (LECB), Московского государственного университета (MW), Института ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины (KW), Вильнюсского государственного университета (WI), Института ботаники им. В. Шафера ПАН (KRAM), Белорусского государственного университета (MSKU), Гродненского государственного университета им. Я. Купалы (GRSU), Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины (GMU), Витебского государственного университета им. П.М. Машерова (VTU), Брестского государственного университета им. А.С. Пушкина (BRTU), Могилевского государственного университета им. А.А. Кулешова (MGU), Государственного национального

парка «Беловежская пуца» (KMR), Национального парка «Припятский» (TWR), Березинского биосферного заповедника (DMR), Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (BCZR).

В общей сложности было проанализировано около 1800 гербарных образцов рода *Thalictrum* L.

В предлагаемом конспекте приводится номенклатура таксонов, морфологические особенности отдельных видов, подвидов и разновидностей, а также рода в целом, характеризуются местопроизрастания, общее географическое распространение, приводятся числа хромосом. Отдельно, в примечании, указываются виды, культивируемые на территории республики. Для всех видов и подвидов рода *Thalictrum*, встречающихся на территории Беларуси, составлены картосхемы распространения. Названия видов и подвидов приводятся на латинском, русском и белорусском языках.

Цитирование литературы в конспекте дается по принятому в систематике стандарту, а отдельный список литературы в конце работы приводится только для рубрик «введение», «материалы и методы исследования». Определение представителей данного рода проведено с использованием определителей и флористических сводок [1, 4–6]. Числа хромосом представлены по литературным источникам [1, 7, 8].

Принятые в работе сокращения и условные обозначения: аг. – агрогородок, б. м. – более или менее, выс. – высота, высотой, г. – город, г. п. – городской поселок, д. – деревня, диам. – диаметр, дл. – длина, длиной, др. – другие, ж.-д. ст. – железнодорожная станция, им. – имение, имени, кв. – квартал, к. п. – курортный поселок, л-во – лесничество, обл. – область, оз. – озеро, окр. – окрестность, окрестности, о. п. – остановочный пункт, п. – поселок, р. – река, р-н – район, ст. – станция, ур. – урочище, х. – хутор, шир. – ширина, шириной.

Результаты и их обсуждение.

На основе критической обработки гербарного материала, а также визуальной оценки состояния природных популяций, уточнен таксономический состав рода *Thalictrum* L. для флоры Беларуси. Установлено, что представители данного рода относятся к 2 секциям: *Thalictrum* и *Tripterium* DC.

Краткая морфологическая характеристика рода *Thalictrum* L.

Цветки чаще обоеполые, актиноморфные, 3–9 мм в диам., собранные в б. м. многоцветковые простые (реже слабо ветвистые) кисти, метелки или щитковидные соцветия, очень редко одиночные. Околоцветник простой, чашечковидный, состоящий из 4(5–6) рано опадающих, разнообразно окрашенных листочков, без нектарной ямки. Тычинки многочисленные, часто с окрашенными и утолщенными нитями, повислые или прямостоячие, обычно превышающими по длине листочки околоцветника. Пыльники с придатком или без него. Гинецей апокарпный состоящий из 1–20 одногнездных плодолистиков с одним семязачатком и почти сидячим рыльцем.

Завязь верхняя. Плоды состоят из односемянных ребристых или крылатых плодиков (орешков), почти не раскрывающиеся, сидячие или на ножках. Многолетние, корневищные, б. м. опушенные простыми или железистыми волосками травянистые растения, с очередными, дважды-трижды тройчато-сложными или дважды-четырежды перистыми листьями на б. м. длинных черешках, с прилистниками или без них.

Ниже приведен аннотированный список таксонов рода *Thalictrum*, составленный на основании изучения гербарного материала, а также литературных источников.

Род *Thalictrum* L. – Василисник – Пылюшник

1753, Sp. Pl. : 545; id. 1754, Gen. Pl., ed. 5 : 242

Лектотип: *T. foetidum* L.

Секция 1. *Thalictrum*. – *Thalictrum* L. sect. *Thalictrum* : DC. 1817, Reg. Veg. Syst. Nat. 1 : 172, p. p.

Тычиночные нити в верхней части тонкие, не расширенные. Плодики (орешки) яйцевидные или продолговато-яйцевидные, ребристые, с почти прямым носиком, сидячие, реже на ножках менее 1 мм дл.

Тип: лектотип рода.

1. *T. minus* L. 1753, Sp. Pl. : 546; Пачоский, 1897, Фл. Полесья : 2; Невский, 1937, Фл. СССР, 7 : 524; Tutin, 1964, Fl. Europ. 1 : 241; Михайловская, 1967, Опред. раст. Белоруссии : 104; Николаева, 1971, Фл. Беловеж. Пуши : 80; Сауткина, 1980, Фл. Налибок. Пуши : 77; Парфенов, 1983, Фл. Бел. Полесья : 246; Tutin a. Akeroyd, 1993, Fl. Europ., ed. 2, 1 : 291; Швец, 1999, Опред. высш. раст. Беларуси : 59; Цвелев, 2000, Опред. сосуд. раст. Сев.-Зап. Рос. : 304. – **В. малый.** – **П. малы.**

Тип: Европа («in Europae pratis»).

a. Subsp. *minus* : Tutin, 1964, Fl. Europ. 1 : 241, p. p.; Лаасимер и др. 1993, Фл. Балт. респ. 1 : 290, p. p.; Tutin a. Akeroyd, 1993, Fl. Europ., ed. 2, 1 : 291, p. p.; Крупкина, 2001, Фл. Вост. Евр., 10 : 189. – Корневище ползучее, с сероватыми или коричневатыми придаточными корнями. Стебель 40–120(150) см выс., обычно прямой, голый, равномерно облиственный, в нижней части цилиндрический, выше – бороздчатый. Листья черешковые (лишь верхние сидячие), 3–4-перистораздельные, б. м. отклоненные от стебля и по направлению к соцветию постепенно уменьшаются; листочки обычно 0,5–2 см дл. и 0,5–2 см шир., с закругленным или несколько сердцевидным, реже широко-клиновидным основанием, от тонких до почти кожистых с б. м. выступающими на нижней стороне жилками, преимущественно трехлопастные. Цветки многочисленные, на цветоножках до 1 см дл., поникающие, в крупной, 10–40 см дл., широкопирамидальной, редкой, сильно ветвистой и раскидистой метелке, облиственной почти до верхушки. Листочки околоцветника зеленовато-бурые, до 4 мм дл. и 2 мм шир., яйцевидные. Тычинок 10–15; нити их 7–8 мм дл., желтоватые, повислые. Плодоножки 0,5–2(2,5) см дл., обычно одиночные, реже по 2–5; плоды состоят из 3–7 растопыренных орешков 3,5–5,5 мм дл. и 1,5–2 мм шир., продолговато-ребристые, с прямым носиком. Цветет в июне – июле. – $2n = 42$, 84.

В светлых разреженных лесах, на лесных опушках и полянах, по склонам коренных берегов рек, пойменным и суходольным лугам.

Распространение в Беларуси. Преимущественно в западных и юго-восточных районах республики (Гродненская и Гомельская обл.); редко. В Минской области естественно произрастает преимущественно в долине р. Исlochь, в Могилевской – в долине р. Брожка (окр. д. Продвино). В Витебской области встречается как заносное, культивируемое и одичавшее (рис. 1).

Брестская обл. *Березовский р-н:* окр. д. Шлях-Пуца (MSKU); *Брестский р-н:* окр. г. Брест (MSK), окр. д. Скоки (MSK); *Каменецкий р-н:* окр. д. Подбельские Огородники (MSK), окр. д. Столповиски (WI), окр. д. Тростеница (MSK); *Пинский р-н:* окр. д. Выжловичи (MSK); *Столинский р-н:* окр. д. Маньковичи (MSK).

Витебская обл. *Витебский р-н:* г. Витебск (MSK); *Глубокский р-н:* окр. ж.-д. ст. Боровое (VTU), окр. д. Германовщина (MSK), окр. д. Ивесь (MSK); *Докишский р-н:* окр. д. Нестеровщина (MSK).

Гомельская обл. *Ветковский р-н:* окр. д. Новоселки (MSK); *Житковичский р-н:* г. Туров (LE, KW); *Калинковичский р-н:* окр. д. Рудня Горбовичская (MSK), д. Юровичи (MSK, MSKU, KW); *Мозырский р-н:* г. Мозырь (MSK, LE), окр. д. Акулинка (MSK), окр. д. Бобренята (MSK); *Наровлянский р-н:* окр. д. Гута (MSK); *Светлогорский р-н:* г. Светлогорск (MSK).

Гродненская обл. *Гродненский р-н:* г. Гродно (MSK, GRSU, MW, KW), окр. п. Береговой (MSK), д. Гожа (MSK), окр. д. Погораны (MSK), окр. д. Польница (MSK), окр. д. Поречье (MSK), окр. д. Привалки (MSK, MSKU), окр. д. Славичи (MSK), окр. д. Соничи (MSK), окр. д. Шабаны (MSK); *Мостовский р-н:* окр. д. Шестицы (MSK); *Островецкий р-н:* окр. д. Михалишки (MSK), д. Ольховка (MW); *Слонимский р-н:* окр. г. Слоним (WI), окр. д. Плавские (MSK), окр. д. Поречье (MSK); *Сморгонский р-н:* окр. д. Хотилевичи (MSK); *Уденский р-н:* окр. д. Валерьяны (MSK); *Щучинский р-н:* окр. г. п. Острина (MSK).

Минская обл. *Воложинский р-н:* окр. д. Белокорец (MSKU), окр. п. Первомайский (MSK, MSKU), окр. п. Раков (MSK), окр. д. Яцково (MSK); *Дзержинский р-н:* окр. д. Антосино (MSKU); *Логойский р-н:* окр. д. Октябрь (MSKU); *Мядельский р-н:* окр. д. Триданы (MSK); *Смолевичский р-н:* окр. ж.-д. ст. Жодино (MSK); *Уденский р-н:* окр. д. Валерьяны (MSK).

Могилевская обл. *Бобруйский р-н:* окр. д. Продвино (MSK), *Могилевский р-н:* окр. г. Могилев (KRAM).

Общее распространение. Кавказ, Западная и Восточная Сибирь, Дальний Восток, Средняя Азия; Скандинавия (юг), Средняя, Атлантическая и Восточная Европа, Средиземноморье, Джунгаро-Кашгарский район (Джунгария).

Хозяйственное значение. Лекарственное, пищевое, кормовое, декоративное.

Примечание 1. На территории Беларуси, в Брестской, Гомельской, Гродненской и Минской областях, отмечена разновидность *T. minus* с крупной раскиди-

стой, широкопирамидальной метелкой и клиновидно-яйцевидными или клиновидно-продолговатыми, обычно с тремя острыми лопастями, а также сизоватыми снизу листочками верхних и средних стеблевых листьев – var. *ledebourianum* (С. А. Mey. ex Rupr.) N. Busch (1903, Fl. Cauc. Crit. 3, 3 : 193):

Брестская обл. Брестский р-н: окр. д. Томашевка (MSK).

Гомельская обл. Мозырский р-н: окр. г. Мозырь (LE).

Гродненская обл. Гродненский р-н: окр. п. Береговой (MSK); Мостовский р-н: окр. д. Лунно (MSK); Островецкий р-н: окр. д. Михалишки (MSK).

Минская обл. Воложинский р-н: окр. п. Первомайский (ур. Ольховка) (MSK); Дзержинский р-н: окр. д. Скородное (MSK).

Примечание 2. В Гродненском районе была обнаружена теневая субтильная форма или разновидность *T. minus*. Основными морфологическими признаками являются: листья 2–3-перисто-раздельные, не кожистые; конечные доли 1–2,5 см дл. и 0,5–2,0 см шир., при основании слабо сердцевидные, широко-клиновидные или округлые, широко трехлопастные. Соцветие – редкоцветковая продолговатая или узкояйцевидная, облиственная почти до верхушки метелка; цветки на длинных (до 2 см дл.) цветоножках, преимущественно по одному в пазухах листьев.

Примечание 3. В качестве декоративного растения редко культивируется *T. delavayi* Franch. – В. Делавея (П. Дэлавея). Более широко стал культивироваться на территории Беларуси где-то с 2009 г. Известен в гг. Брест, Гомель, Гродно, Минск и Могилев, а так же в Смолевичском р-не, п. Сокол (MSK).

Гибриды:

1. *T. × medium* Jacq. (*T. minus* subsp. *minus* × *T. flavum*). Встречается очень редко.

Брестская обл. Беловежская пуца (без более конкретной привязки (ГМУ)).

Минская обл. Воложинский р-н: окр. п. Первомайский (MSKU).

2. *T. minus* subsp. *minus* × *T. minus* subsp. *flexuosum*. Встречается редко.

Гомельская обл. Калинковичский р-н: д. Юровичи (MSK); Мозырский р-н: г. Мозырь.

Гродненская обл. Гродненский р-н: окр. г. Гродно (MSK).

Минская обл. Воложинский р-н: окр. п. Первомайский (MSKU).

3. *T. minus* subsp. *minus* × *T. minus* subsp. *macrophyllum*. Встречается очень редко.

Минская обл. Узденский р-н: окр. д. Валерьяны (MSK).

b. Subsp. *flexuosum* (Bernh. ex Reichend.) Krupkina, comb. nov.; Крупкина, 2001, Фл. Вост. Евр., 10 : 190. – *T. flexuosum* Bernh. ex Reichend. 1832, Fl. Germ. Excurs. 3 : 728; Морозюк, 1987, Опред. высш. раст. Укр. : 53; Швец, 1999, Опред. высш. раст. Беларуси : 59. – *T. minus* L. subsp. *majus* auct. non Crantz : Tutin, 1964, Fl. Europ. 1 : 242, p. p. – *T. minus* L. subsp. *minus* : Tutin a. Akeroyd, 1993, Fl. Europ., ed. 2, 1 : 291, p. p.; Лаасимер и др. 1993, Фл. Балт. респ. 1 : 290, p. p. – **В. извилистый. – П. звiлісты.**

Стебель 25–120 см выс., прямой или изогнутый, голый, равномерно облиственный, в нижней части цилиндрический, выше – бороздчатый.

Листья черешковые (лишь верхние сидячие), 3–4-перистораздельные, приподнятые, б. м. прижатые к стеблю и по направлению к соцветию быстро уменьшаются; листочки 0,5–2 см дл. и 0,5–1,5(2) см шир., с клиновидным или закругленно-клиновидным, реже закругленным основанием и тремя остро-треугольными лопастями, б. м. кожистые с сильно выступающими на нижней стороне жилками. Метелка 10–45 см дл., многоцветковая, пирамидальная и почти безлистная, с очень мелкими прицветниками и прицветничками. Листочки околоцветника зеленовато-красноватые, яйцевидные, до 4 мм дл. и 2 мм шир. Тычинок 10–15; нити их 7–8 мм дл., повислые. Плодоножки 0,2–1,5 см дл., одиночные; плоды состоят из 3–7 б. м. сближенных орешков 2,5–5 мм дл. и 1,3–2 мм шир., с прямым носиком. Цветет в июне – июле. – $2n = 42$.

Лектотип: Германия («Auf Wiesen am Elbufer». Reichenbach, Fl. Germ. exicc. N 690).

По остепненным склонам холмов и оврагов, преимущественно суходольным лугам, реже на лесных опушках. Предпочитает известковые почвы.

Распространение в Беларуси. В южной, западной и центральной частях республики; очень редко (рис. 2).

Гомельская обл. Калинковичский р-н: д. Юровичи (MSK, MSKU); Мозырский р-н: г. Мозырь (MSK).

Гродненская обл. Гродненский р-н: окр. г. Гродно (MSK); Мостовский р-н: окр. д. Лунно (MSK).

Минская обл. Воложинский р-н: окр. п. Первомайский (MSKU), дорога Першай-Иванец, левый берег р. Исlochь (MSK, LE), окр. д. Яцково (MSKU).

Общее распространение. Кавказ (Предкавказье), Западная Сибирь (юг), Средняя Азия (Казахстан); Средняя и Восточная Европа, Средиземноморье (север), Монголия.

Примечание. По нашим наблюдениям в одной и той же природной популяции встречаются растения с признаками как *T. minus* subsp. *flexuosum*, так и типового подвида *T. minus*. Из-за незначительного различия морфологических признаков, часто перекрывающихся, возникают трудности в идентификации некоторых особей. Поэтому, на основании вышесказанного, данный таксон, вероятно, можно было бы рассматривать и в ранге разновидности *T. minus*.

с. Subsp. *macrophyllum* (V. Boczantzeva) Krupkina, comb. nov.; Крупкина, 2001, Фл. Вост. Евр., 10 : 191. – **В. крупнолистный. – П. буйналысты.**

Стебель 60–150 см выс., равномерно облиственный, в основании почти цилиндрический, выше – бороздчатый, со значительно отклоненными и кверху постепенно уменьшающимися листьями; листочки 2–4(5) см дл. и 1,5–3,5(4) см шир., широкояйцевидные или широко-обратнояйцевидные, с закругленным, сердцевидным или широко-клиновидным основанием, относительно тонкие, снизу с ясной сетью невыступающих жилок. Метелка (10)20–50 см дл., относительно немногочетковая, сильно облиственная, широкопирамидальная (часто ее ветви отходят почти от середины стебля), с довольно крупными прицветниками и прицветничками;

плодоножки 2–4(5) см дл., по 2–7, редко одиночные; плоды из 5–9(15) растрепанных орешков 3,5–5,5 мм дл. и 1,5–1,8 мм шир. Цветет в июне – июле. – $2n = (42) 70, 84$.

Тип: Архангельская обл. («Архангельская область, Лешуконский район, в 1,5 км выше села Лешуконского по левому берегу р. Вашки»).

В хвойных и смешанных лесах, на вырубках, полянах и опушках, среди кустарников.

Распространение в Беларуси. В юго-западной и центральной частях республики (Каменецкий р-н Брестской и Узденский р-н Минской обл.); очень редко (рис. 3).

Брестская обл. Каменецкий р-н: окр. д. Каменюки (MSK), окр. д. Ляцкие (MSK).

Минская обл. Узденский р-н: окр. д. Валерьяны (MSK).

Общее распространение. Кавказ, Западная и Восточная Сибирь, Арктика, Средняя Азия (сев.-вост.); Восточная Европа, Скандинавия (Финляндия).

2. *T. simplex* L. 1767, Mant. Pl. 1 : 78; Пачоский, 1897, Фл. Полесья : 3; Шипч. 1930, Фл. юго-вост. Европ. части СССР, 4 : 356; Невский, 1937, Фл. СССР, 7 : 526; Малеев, 1949, Фл. БССР, 2 : 350; Михайловская, 1953, Фл. Полесск. низм. : 196; Tutin, 1964, Fl. Europ. 1 : 242; Михайловская, 1967, Определ. раст. Белоруссии : 104; Николаева, 1971, Фл. Беловеж. Пуши : 80; Петровский, 1971, Аркт. фл. СССР, 6 : 230; Гейдеман, 1975, Определ. высш. раст. Молд. ССР, изд. 2 : 195; Мартыненко, 1976, Фл. сев.-вост. Европ. части СССР, 3 : 39; Сауткина, 1980, Фл. Налибок. Пуши : 77; Раменская, Андреева, 1982, Определ. высш. раст. Мурман. обл. и Карел. : 225; Парфенов, 1983, Фл. Бел. Полесья : 246; Tutin a. Akeroyd, 1993, Fl. Europ., ed. 2, 1 : 291; Швеи, 1999, Определ. высш. раст. Беларуси : 59; Цвелев, 2000, Определ. сосуд. раст. Сев.-Зап. Рос. : 304; Крупкина, 2001, Фл. Вост. Евр., 10 : 192. – **В. простой.** – **П. простые.**

Тип: Швеция («in Suecia»).

a. Subsp. *simplex*. – *T. strictum* Ledeb. 1842, Fl. Ross. 1 : 10. – Корневище обычно короткое (иногда удлинненное), горизонтальное, с сероватыми придаточными корнями и ползучими побегами. Стебель 60–120 см выс., не ветвистый, прямой, ребристый, как и все растение голый. Листья б. м. прижаты к стеблю, нижние на черешках до 7 см дл., верхние – сидячие, дважды-трижды перисто-раздельные. Разветвления черешка без прилистников. Листочки 1–4 см дл. и 0,5–2 см шир., сидячие или почти сидячие, продолговато-обратнояйцевидные или ланцетные, в основании клиновидные или закругленные, на верхушке трехлопастные или крупно-трехзубчатые, реже цельные, у верхних более узкие, обычно блестящие с загнутым краем. Цветки многочисленные, на цветоножках (0,3)0,5–1 см дл., повислые, собраны в б. м. рыхлую, часто узкую, овальную или пирамидальную метелку (10)15–50 см дл., обычно облиственную на 2/3 длины. Листочки околоцветника зеленоватые, зеленовато-пурпурные или бурые, овальные, 2–4 мм дл.; тычинки в числе 11–15, повислые, с тонкими, обычно бледно-розовыми, нитями. Плодики сидячие, яйцевидные

или продолговато-яйцевидные, с 6 продолговатыми ребрами, увенчанные остающимся, при основании стреловидными рыльцами. Цветет в июне – июле. – $2n = 56$ (?70, 112).

На сухих склонах, суходольных, реже пойменных лугах, в зарослях кустарников, по лесным опушкам. Предпочитает известковые почвы.

Распространение в Беларуси. По всей территории республики редко, на севере единично (рис. 4).

Брестская обл. Кобринский р-н: окр. д. Болота (MSK); Ляховичский р-н: окр. д. Нача (ур. Массалевщина, им. Нача) (MW).

Витебская обл. Городокский р-н: окр. д. Веречье (MSK); Полоцкий р-н: д. Вороницы (MSK); Шарковщинский р-н: окр. г. Шарковщина (MSK).

Гомельская обл. Буда-Кошелевский р-н: окр. д. Дуравичи (MSK); Житковичский р-н: окр. д. Вильча (MSK), окр. д. Хвоеиск (MSK); Жлобинский р-н: окр. г. Жлобин (KW), окр. ж.-д. ст. Салтановка (KW); Лоевский р-н: окр. г. Лоев (MSK, KW); Калинковичский р-н: окр. д. Юровичи (MSK); Кормянский р-н: окр. д. Казимирово (MSK); Мозырский р-н: окр. д. Бибики (MSK); Наровлянский р-н: окр. д. Тешков (MSK); Хойникский р-н: окр. д. Борисовщина (LE, LECB).

Гродненская обл. Гродненский р-н: окр. г. Гродно (KW); Слонимский р-н: окр. д. Полотница (MSK); Сморгонский р-н: окр. д. Хотиловичи (MSK).

Минская обл. Воложинский р-н: окр. п. Раков (MSK, MSKU); Минский р-н: г. Минск, ЦБС НАН Беларуси (MSK), окр. д. Глебковичи (MSK).

Могилевская обл. Бобруйский р-н: окр. г. Бобруйск (KW), окр. п. Титовка (MSK); Могилевский р-н: окр. г. Могилев (LE).

Общее распространение. Кавказ, Западная и Восточная Сибирь, Дальний Восток (юг), Средняя Азия; Скандинавия, Средняя, Атлантическая (Франция) и Восточная Европа, Средиземноморье (север), Малоазийский район (северо-восток), Джунгаро-Кашгарский район, Монголия, Японо-Китайский район.

Хозяйственное значение. Лекарственное, кормовое.

Примечание. *Thalictrum simplex* subsp. *simplex* ограничен двумя группами локальных популяций, представляющих собой мезофитную и ксерофитную формы.

b. Subsp. *boreale* (F. Nyl.) A. et D. Löve, 1961, Bot. Not. (Lund), 114, 1 : 52; Крупкина, 2001, Фл. Вост. Евр., 10 : 192. – **В. северный.** – **П. паўночны.**

Стебель 50–100(120) см выс., прямой, ребристый, равномерно облиственный. Листья б. м. прижаты к стеблю, нижние на черешках, верхние – сидячие или почти сидячие, дважды-трижды перисто-раздельные. Листочки верхних стеблевых листьев обратнойяйцевидно-клиновидные, лопастные или мелкозубчатые, более 0,5 см шир. Цветки на довольно длинных (1–1,5 см дл.) цветоножках, собраны в малоцветковую узкояйцевидную или продолговатую метелку, 4–20(25) см дл., облиственную почти до верхушки; иногда цветки одиночные и пазушные. Цветет в июне – июле. – $2n = 56$.

Тип: Норвегия и Лапландия («Ad ripas fluviorum Norrlandiae (Angermannia!) et Lapponiae»).

В лесах, особенно пойменных, по лесным опушкам.

Распространение в Беларуси. В юго-восточной и северной части страны; очень редко (рис. 5).

Витебская обл. *Лепельский р-н:* окр. д. Волова Гора (MSK).

Гомельская обл. *Буда-Кошелевский р-н:* окр. д. Рогинь (MSK); *Ветковский р-н:* окр. д. Бартоломеевка (MSK); *Кормянский р-н:* окр. д. Струмень (MSK).

Общее распространение. Скандинавия (Норвегия и Северная Финляндия), Средняя и Восточная Европа.

3. *T. flavum* L. 1753, Sp. Pl. : 546; Пачоский, 1897, Фл. Полесья : 4; Малеев, 1949, Фл. БССР, 2 : 350; Tutin, 1964, Fl. Europ. 1 : 242; Михайловская, 1953, Фл. Полесск. низм. : 196; Михайловская, 1967, Определ. раст. Белоруссии : 102; Николаева, 1971, Фл. Беловеж. Пуши : 80; Гейдеман, 1975, Определ. высш. раст. Молд. ССР, изд. 2 : 195; Мартыненко, 1976, Фл. сев.-вост. европ. части СССР, 3 : 39; Сауткина, 1980, Фл. Налибок. Пуши : 77; Раменская, Андреева, 1982, Определ. высш. раст. Мурм. обл. и Карел. : 226; Парфенов, 1983, Фл. Бел. Полесья : 246; Пашков, 1984, Фл. Нижн. Дона, 1 : 50; Сергиенко, 1986, Фл. п-ова Канин : 63; Морозюк, 1987, Определ. высш. раст. Укр. : 52; Tutin a. Akeroyd, 1993, Fl. Europ., ed. 2, 1 : 292; Швец, 1999, Определ. высш. раст. Беларуси : 59; Цвелев, 2000, Определ. сосуд. раст. Сев.-Зап. Рос. : 304; Крупкина, 2001, Фл. Вост. Евр., 10 : 193. —

В. желтый. — П. жоўты.

Тип: Сев. Европа («in Europae septentrionalioris subhumidis»).

Корневище длинное, ползучее, с желтовато-бурыми, волокнистыми придаточными корнями. Стебель 60–150(200) см выс., прямостоячий, бороздчатый, голый, равномерно облиственный. Листья отклоненные от стебля, нижние на черешках, верхние — сидячие, у основания черешка и на его разветвлениях с прилистниками, реже без них, трижды перисто-раздельные; листочки довольно крупные, 2–5 см дл. и 1–3 см шир., обратно-яйцевидные или широколанцетно-клиновидные, на черешочках или сидячие, с закругленно-клиновидным основанием, на верхушке трехлопастные или трех — четырех-зубчатые, сверху тускло-зеленые, снизу более светлые и бледные; листочки верхних листьев более узкие. Цветки расположены на коротких (2–10 мм) цветоножках, скученные по несколько, неповислые, в б. м. плотной, небольшой, нередко почти щитковидной метелке. Листочки околоцветника беловатые, яйцевидные, 2,5–5 мм дл. и 1–2 мм шир.; тычинки бледно-желтые, в числе 12–20, прямостоячие, нити их тонкие, 2–4 см дл. Плодики сидячие, яйцевидные, с 6 продольными ребрами, с почти прямым носиком около 1 мм дл. Цветет в июне — июле. — $2n = 84$ (?28).

В поймах рек, зарослях кустарника, преимущественно пойменных лесах.

Распространение в Беларуси. По всей территории республики, изредка, к югу чаще (рис. 6).

Брестская обл. *Брестский р-н:* окр. д. Галачево (MSK), д. Знаменка (MSK); *Дрогичинский р-н:* окр. д. Дубовое (MSK), окр. д. Новоселки (MSK); *Ивацевичский р-н:* окр. п. Коссово (MSK), окр. д. Приборо-

во (MSK); окр. г. п. Телеханы (MSK); *Каменецкий р-н*: окр. д. Видомля (MSK), окр. п. Каменюки (MSK); *Кобринский р-н*: окр. п. Ореховский (MSK); *Лунинецкий р-н*: д. Кожан Городок (MSK), окр. д. Лунин (MSK), окр. д. Ситница (MSK); *Малоритский р-н*: окр. д. Сушитница (MSK); *Пинский р-н*: окр. д. Велесница (KRAM), д. Кудричи (MSK), окр. д. Ласицк (MSK), окр. д. Остров (MSK); *Столинский р-н*: окр. г. Столин (LE), окр. д. Малые Викаревичи (LE), окр. д. Олышаны (MSKU), окр. д. Семигостици (MSKU), окр. д. Струга (MSK).

Витебская обл. *Верхнедвинский р-н*: окр. д. Устье (MSK); *Витебский р-н*: д. Дрозды (MSK), окр. г. Руба (MSK); Городокский р-н: окр. г. п. Езерище (MSK); *Докишцкий р-н*: окр. г. п. Бегомль (MSKU); *Дубровенский р-н*: окр. д. Зарубы (MSK); *Лепельский р-н*: окр. д. Волова Гора (MSK), окр. д. Домжерицы (MSK), окр. д. Крайцы (MSK), окр. д. Переходцы (MSK); *Миорский р-н*: окр. г. п. Друя (MSK); *Полоцкий р-н*: г. Полоцк (MSK); *Россонский р-н*: окр. д. Великое Болото (MSK), окр. д. Заборье (MSK); *Шарковичинский р-н*: окр. д. Буды (MSK).

Гомельская обл. *Буда-Кошелевский р-н*: окр. д. Губичи (MSK); *Ветковский р-н*: окр. д. Бартоломеевка (MSK), окр. д. Новоселки (MSK), окр. д. Столбун (MSK); *Гомельский р-н*: г. Гомель (GMU), окр. д. Рудня Жигальская (MSK), п. Ченки (GMU); *Добрушский р-н*: окр. г. Добруш (MSK), окр. д. Ларищево (MSK, MSKU); *Ельский р-н*: окр. д. Кузьмичи (MSK); *Житковичский р-н*: окр. д. Озераны (MSK), окр. д. Переров (MSK, GMU), д. Переровский Млынок (MSK), окр. д. Сторожевцы (MSKU), окр. г. Туров (KW), п. Хвоенск (MSKU, GMU), д. Хлупин (GMU), окр. д. Хлупинская Буда (MSK); *Жлобинский р-н*: окр. г. Жлобин (LE, KW), окр. д. Отрубы (MSK), окр. д. Сельное (MSK); *Калинковичский р-н*: окр. д. Рудня Горбовичская (MSK), д. Юровичи (MSK); *Кормянский р-н*: окр. д. Кляпин (MSK), окр. д. Струмень (MSK); *Лельчицкий р-н*: г. п. Лельчицы (GMU), окр. д. Липляны (GMU); *Лоевский р-н*: окр. г. Лоев (KW), окр. д. Бывальки (MSK), окр. д. Карповка (MSK); *Мозырский р-н*: окр. г. Мозырь (MSK, MSKU, GMU, LE); *Наровлянский р-н*: окр. д. Рожава (MSK); *Речицкий р-н*: окр. г. Речица (GMU), окр. д. Береговая Слобода (MSK), д. Гагали (GMU), окр. д. Рудня Жигальская (MSK); *Рогачевский р-н*: окр. г. Рогачев (KW); *Светлогорский р-н*: г. п. Паричи (GMU); Хойникский р-н: окр. д. Тульговичи (LE).

Гродненская обл. *Дятловский р-н*: окр. д. Малая Воля (MSK); *Мостовский р-н*: окр. д. Дашковцы (MSK), окр. д. Дворок (MSK), окр. д. Лунно (MSK), окр. д. Шестицы (MSK); *Новогрудский р-н*: окр. д. Плиса 1 (MSK).

Минская обл. *Березинский р-н*: окр. д. Орешковичи (MSK), окр. д. Шеверничи (MSK); *Борисовский р-н*: окр. д. Белино (MSK), окр. д. Буденичи (MSKU), окр. д. Лещины (MSKU), окр. д. Селец (MSK), окр. д. Углы (MSKU); *Вилейский р-н*: окр. д. Гедевичи (MSKU); *Воложинский р-н*: окр. д. Лещадка (MSKU); *Логойский р-н*: окр. г. Логойск (MSKU); *Любанский р-н*: д. Сосны (MSK); *Слуцкий р-н*: д. Рудня (MSKU); *Смолевичский р-н*: окр. д. Шпаковщина (MSKU); *Солігорскі р-н*: окр. д. Морочь (MSK), д. Салогош (MSK), окр. д. Ясковичи (MSK); *Столб-*

цовский р-н: окр. д. Каролина (MSKU), окр. д. Николаевщина (MSK), окр. д. Новый Свержень (MSKU), окр. д. Окинчицы (MSK), окр. д. Перетоки (MSK), окр. д. Пруды (MSKU).

Могилевская обл. Бобрыйский р-н: окр. д. Дубовка (MSK), окр. д. Кисловщина (MSKU); Глусский р-н: окр. д. Калатичи (MSK); Кировский р-н: окр. д. Гута (MSK); Кличевский р-н: окр. д. Вирков (MSK); Могилевский р-н: окр. г. Могилев (LE); Осиповичский р-н: окр. д. Дараганово (MSKU), окр. д. Радутичи (MSK).

Общее распространение. Кавказ, Западная и Восточная Сибирь, Восточная Европа, Средняя Азия (юго-восток).

Хозяйственное значение. Лекарственное, красильное, перганосное, кормовое, декоративное, ядовитое.

Примечание. В качестве декоративного растения редко в Беларуси культивируется *T. speciosissimum* L. (*T. flavum* subsp. *glaucum* (Desf.) Batt. in Batt. et Trab.) – В. прекраснейший (П. найпрыгажэйшы). В республике известен с 1950-х гг. Отмечен в гг. Гродно и Минск (MSK).

Гибриды:

1. *T. × andrzejowskii* Zapal. (*T. flavum* × *T. simplex*). Встречается очень редко.

Брестская обл. Дрогичинский р-н: окр. д. Кокорица (MSK).

2. *T. flavum* × *T. lucidum*. Встречается довольно редко.

Брестская обл. Каменецкий р-н: окр. д. Каменюки (MSK); Пинский р-н: окр. д. Гривковичи (MSK).

Гомельская обл. Хойникский р-н: окр. д. Погонное (LE).

Минская обл. Борисовский р-н: окр. п. Веселово (MSK); Вилейский р-н: окр. д. Бояры (MSKU); Воложинский р-н: окр. п. Первомайский (MSKU); Мядельский р-н: окр. к. п. Нарочь (MSKU).

4. *T. lucidum* L. 1753, Sp. Pl. : 546; Tutin, 1964, Fl. Europ. 1 : 242; Михайловская, 1967, Опред. раст. Белоруссии : 102; Николаева, 1971, Фл. Беловеж. Пущи : 80; Мартыненко, 1976, Фл. сев.-вост. европ. части СССР, 3 : 39; Сауткина, 1980, Фл. Налибок. Пущи : 77; Раменская, Андреева, 1982, Опред. высш. раст. Мурм. обл. и Карел. : 226; Парфенов, 1983, Фл. Бел. Полесья : 246; Пашков, 1984, Фл. Нижн. Дона, 1 : 50; Морозюк, 1987, Опред. высш. раст. Укр. : 52; Баранова и др. 1992, Консп. фл. Удмуртии : 19; Орлова, 1993, Консп. фл. Волог. обл. Высш. раст. : 178; Tutin a. Akeroyd, 1993, Fl. Europ., ed. 2, 1 : 292; Благовещенский, Раков, 1994, Консп. фл. высш. сосуд. раст. Ульяновской обл. : 10; Швец, 1999, Опред. высш. раст. Беларуси : 59; Цвелев, 2000, Опред. сосуд. раст. Сев.-Зап. Рос. : 305; Крупкина, 2001, Фл. Вост. Евр., 10 : 194. – *T. angustifolium* auct., non L. : Jacq. 1762, Enum. Stirp. Vindob. : 96; Пачоский, 1897, Фл. Полесья : 3; Невский, 1937, Фл. СССР, 7 : 527; Малеев, 1949, Фл. БССР, 2 : 351; Михайловская, 1953, Фл. Полесск. низм. : 196. – **В. светлый, или блестящий. – П. светлы.**

Тип: вероятно, описан по культивируемым во Франции и Испании образцам («*Parisiis et in Hispania*»).

Корневище короткое, не ползучее, с пучком желтоватых придаточных корней. Стебель 50–150 см выс., прямой, обычно не ветвистый. Листья

2–3-перистораздельные, сидячие или на коротких черешочках, прижатые к стеблю; листочки линейные или продолговатые, 10–15 мм дл. и 1–10 мм шир., сидячие или редко на черешках, при основании клиновидные, цельные, реже трехлопастные или трехзубчатые, с завернутыми краями, сверху темно-зеленые, голые и блестящие, снизу сизовато-зеленые и часто коротко и слабо опушенные или железистые. Цветки многочисленные, непоникающие, расположены на очень коротких цветоножках (до 0,3 см дл.), собранные в плотную, яйцевидную, продолговатую или пирамидальную метелку. Листочки околоцветника 2 мм дл. и 1 мм шир., яйцевидные, как и тычиночные нити желтые или бледно-желтые. Тычинок 10–15, с неутолщенными нитями, 2–4 мм дл. Плодики мелкие, сидячие, яйцевидные, ребристые, с прямым коротким (0,3 мм дл.) носиком. Цветет в июле – августе. – $2n = 28$.

На лугах, лесных опушках, в зарослях кустарника, вдоль обочин дорог.

Распространение в Беларуси. По всей территории республики; часто (рис. 7).

Брестская обл. *Барановичский р-н:* окр. д. Колбовичи (MSK), окр. д. Молчадь (MSK); *Брестский р-н:* окр. д. Рытец (MSK); *Ивановский р-н:* д. Кужеличин (Козеличин) (KRAM); *Ивацевичский р-н:* окр. д. Бобровицы (MSK), окр. д. Волька (Рейновская Рудня) (KRAM), окр. д. Выгонощи (MSK); *Каменецкий р-н:* окр. д. Каменюки (MSK, LECB), д. Лавы (LECB); *Кобринский р-н:* окр. д. Городец (MSK), окр. п. Ореховский (MSK, MSKU); *Ляховичский р-н:* окр. д. Миничи (MSK); *Столинский р-н:* окр. г. Столин (MSK, WI), окр. д. Малые Викоровичи (LE).

Витебская обл. *Браславский р-н:* г. Браслав (MSK), окр. д. Мостики (MSK), окр. д. Обабы (MSK), окр. д. Пашевичи (MSK); *Витебский р-н:* окр. г. Витебск (LE), д. Летцы (MSKU); *Глубокский р-н:* окр. г. Глубокое (MSK), окр. д. Головни (MSK), окр. д. Зябки (MSK); *Докицкий р-н:* окр. д. Крулевщина (KRAM), окр. д. Нестеровщина (MSK); *Лепельский р-н:* окр. д. Домжерицы (MSK), окр. д. Кветча (MSK), окр. д. Крайцы (MSKU), окр. д. Переходцы (MSK); *Миорский р-н:* г. Миоры (MSK), окр. д. Язно (MSK); *Полоцкий р-н:* д. Бараново (MSKU), окр. д. Секеровщина (MSKU); *Поставский р-н:* окр. д. Курополье (MSK); *Россонский р-н:* окр. д. Великое Болото (MSK); *Сенненский р-н:* окр. д. Симохи (MSK); *Ушачский р-н:* окр. д. Волоч (MSK), окр. д. Заозерье (MSK).

Гомельская обл. *Буда-Кошелевский р-н:* окр. д. Селец (MSK); *Ветковский р-н:* окр. д. Беседь (GMU), д. Новоселки (MSK), окр. д. Побужье (MSK); *Гомельский р-н:* окр. г. Гомель (GMU), д. Рудня-Жигальская (GMU), п. Ченки (GMU); *Добрушский р-н:* окр. д. Ларищево (MSK); *Ельский р-н:* окр. г. Ельск (MSK); *Житковичский р-н:* окр. г. Туров (KW), п. Хвоенск (GMU), окр. д. Хочень (MSKU); *Жлобинский р-н:* окр. г. Жлобин (KW); *Калинковичский р-н:* окр. д. Крышичи (MSKU), д. Юровичи (MSK); *Лоевский р-н:* окр. г. Лоев (GMU, LE, KW); *Мозырский р-н:* окр. г. Мозырь (LE, MSKU), окр. д. Березовка (MSK), окр. д. Блажевичи (LE), окр. д. Костюковичи (MSKU); *Наровлянский р-н:* окр. д. Тешков (MSK); *Петриковский р-н:* окр. г. Петриков (LE); *Речицкий р-н:* д. Макановичи (MSK); *Рогачевский*

р-н: окр. д. Белицк (LE), окр. д. Лучин (LE), окр. д. Турск (LE), окр. д. Ходосовичи (LE); *Чечерский р-н:* окр. д. Дружбичи (MSK).

Гродненская обл. *Вороновский р-н:* д. Конюхи (MSK), окр. д. Сви-
лы (MSK); *Гродненский р-н:* г. Гродно (GRSU, KW), окр. д. Жукевичи
(KRAM), окр. д. Стриевка (GRSU); *Новогрудский р-н:* окр. г. Новогрудок
(LE), окр. д. Валевка (MSK), окр. пос. Любча (MSKU), окр. д. Набережное
(MSKU), окр. д. Няньково (KRAM), д. Щорсы (MSK); *Островецкий р-н:*
окр. д. Белькишки (KRAM), окр. д. Буйки (MSKU), окр. д. Газа (MSK),
окр. д. Лоси (MSK), д. Рымдюны (MSK); *Ошмянский р-н:* окр. д. Щепаны
(MSK); *Свислочский р-н:* окр. д. Свислочь (MSK); *Слонимский р-н:* г. Сло-
ним (MSK), окр. д. Низ (MSK); *Сморгонский р-н:* окр. д. Рыбаки (MSK),
окр. д. Хведевичи (MSK); *Щучинский р-н:* д. Заречье (MSK).

Минская обл. *Березинский р-н:* окр. д. Карбовское (MSKU), окр.
д. Притерпа (MSK); *Борисовский р-н:* окр. аг. Лошница (MSKU), окр.
д. Палик (MSK); *Вилейский р-н:* окр. г. Вилейка (MSK), окр. д. Гедевичи
(MSKU), окр. д. Глинное (MSK), окр. д. Любань (MSK); *Воложинский р-н:*
д. Адамовцы (MSKU), окр. д. Букаты (MSKU), окр. д. Вишнево (MSKU),
окр. д. Гиревичи (MSK), окр. д. Голубы (MSK, MSKU), окр. д. Дедино
(MSK), окр. д. Довбени (MSKU), окр. д. Колдыки (MSKU), окр. п. Перво-
майский (MSK), д. Першаи (MSKU), окр. п. Раков (MSK); *Дзержинский
р-н:* п. Фаниполь (MSK); *Клецкий р-н:* окр. д. Жомойдь (MSK); *Копыль-
ский р-н:* д. Смоличи (MSK); *Крупский р-н:* д. Прудок (MSK), д. Слобода
(MSKU); *Логойский р-н:* окр. г. Логойск (MSKU), г. п. Плещеницы (MSK);
окр. д. Черница (MSK); *Минский р-н:* окр. г. Минск (MSK, MSKU, LE,
LECB), окр. ж.-д. ст. Асеевка (MSKU), окр. д. Ельницы (MSKU), окр.
д. Жуковка (MSK), окр. г. п. Заславль (MSK), окр. д. Крыжовка (MSK,
MSKU), д. Прилуки (MSK), окр. о. п. Радошковичи (MSKU), окр. д. Ра-
томка (MSK), окр. о. п. Роца (MSKU), окр. д. Самуэлево (LE); *Молодеч-
ненский р-н:* д. Бояры (MSKU), окр. д. Дуброво (LE), окр. д. Куты (MSK);
Мядельский р-н: окр. к. п. Нарочь (MSKU), окр. д. Ольшево (MSK), д.
Степенево (MSK), окр. д. Сырмеш (MSKU); *Несвижский р-н:* г. Несвиж
(MSKU), окр. д. Малеево (MSKU); *Пуховичский р-н:* окр. о. п. Веленский
(MSK), д. Веселово (MSKU); *Слуцкий р-н:* д. Весея (MSKU); *Смоле-
вичский р-н:* г. Смолевичи (MSKU); *Солігорский р-н:* д. Гоцк (LE); *Столб-
цовский р-н:* окр. д. Николаевщина (MSKU), окр. д. Окинчицы (KRAM),
окр. д. Пруды (MSKU); *Червенский р-н:* окр. д. Карпиловка (MSK).

Могилевская обл. *Белыничский р-н:* д. Вишов (MGU); *Бобруй-
ский р-н:* окр. г. Бобруйск (KW), окр. д. Пасека (MSKU); *Быховский р-н:*
окр. д. Верхняя Тошица (LE), окр. д. Виляховка (LE); *Горецкий р-н:* меж-
ду дд. Шишево и Шимановка (Шелохановка) (LE); *Дрибинский р-н:* окр.
д. Головичи (MSK); *Климовичский р-н:* окр. д. Домамеричи (MSK), окр.
д. Павловичи (LE); *Костюковичский р-н:* окр. г. Костоковичи (MSKU),
окр. д. Большая Волосковня (MSK), окр. д. Колодливо (MSK), окр.
д. Пролетарское (MSKU); *Кричевский р-н:* окр. г. Кричев (MSKU), окр.
д. Дяговичи (MSK), окр. д. Зуи (MSK), окр. д. Лобковичи (MSK), окр.
д. Михеевичи (MSKU), окр. п. Узкий (MSKU); *Могилевский р-н:* окр.

г. Могилев (LE), окр. д. Боровка (MSK), д. Любуж (MGU); *Мстиславский р-н*: окр. г. Мстиславль (LE), окр. д. Коськово (MSK), окр. д. Парадино (MSK); *Осиповичский р-н*: окр. д. Каменичи (MSK), д. Малая Гожа (Горожка) (LE), окр. д. Свислочь (MSK); *Хотимский р-н*: д. Василевка 1-ая; *Чаусский р-н*: окр. д. Барышевка (MSK), окр. д. Хильковичи (MSK); *Чериковский р-н*: окр. д. Лимень (MSK); *Шкловский р-н*: окр. д. Хилец (MSK).

Общее распространение. Скандинавия (юг и заносное в Финляндии), Средняя и Восточная Европа, Средиземноморье (восток), Малоазийский район (Турция).

Хозяйственное значение. Лекарственное, декоративное.

Примечание 1. Довольно изменчив по форме и ширине листочков. На территории Беларуси отмечены три разновидности *T. lucidum*:

– var. *heterophyllum* (Wimm. et Grab.) Hayek, 1924, Prodr. Fl. Penins. Balcan. 1 : 326 – листочки нижних и средних листьев широколинейные или ланцетные, 7–10 мм шир., верхних – линейные, 2 – 3 мм шир.:

Брестская обл. *Брестский р-н*: окр. д. Галачево (MSK); *Ганцевичский р-н*: д. Кришиловичи (MSK).

Витебская обл. *Браславский р-н*: окр. д. Богино (MSK).

Гомельская обл. *Жлобинский р-н*: окр. г. Жлобин (KW).

Гродненская обл. *Дятловский р-н*: окр. д. Гезгалы (MSK); *Ляховичский р-н*: г. Ляховичи (MW).

Минская обл. *Мядельский р-н*: д. Степенево (MSK).

Могилевская обл. *Горецкий р-н*: г. Горки (MW), между дд. Шишево и Шимановка (Шелохановка) (LE); *Могилевский р-н*: окр. г. Могилев (LE).

– var. *laserpitiifolium* (Willd.) Hayek, 1908, 1. с. : 383 – листочки нижних и средних листьев продолговатые, 7–10 мм шир., верхних – несколько уже, около 5 мм шир.:

Витебская обл. *Докшицкий р-н*: окр. д. Нестеровщина (MSK); *Лепельский р-н*: окр. д. Крайцы (MSK); *Сенненский р-н*: окр. д. Колпино (MSK).

Гомельская обл. *Буда-Кошелевский р-н*: окр. д. Рогинь (MSK); *Гомельский р-н*: окр. г. Гомель (KW), окр. д. Поколюбичи (MSK); *Кормянский р-н*: окр. д. Кляпин (MSK); *Мозырский р-н*: окр. д. Костюковичи (MSK); *Хойникский р-н*: окр. д. Гнилице (MSK).

Гродненская обл. *Ошмянский р-н*: окр. г. Ошмяны (MSK).

Минская обл. *Воложинский р-н*: окр. д. Колдыки (MSKU), окр. п. Первомайский (MSKU); *Дзержинский р-н*: окр. д. Волма (MSK); *Копыльский р-н*: д. Тимковичи (MSK); *Минский р-н*: окр. г. п. Заславль (MSK); *Мядельский р-н*: окр. г. п. Нарочь (MSKU), окр. д. Ольшево (MSKU); *Столбцовский р-н*: окр. д. Королино (MSK).

Могилевская обл. *Кричевский р-н*: окр. д. Кашаны (MSK).

– var. *stenophyllum* (Wimm. et Grab.) Hayek, 1908, Fl. Steierm. 1 : 383 – листочки нижних листьев продолговатые, 3–5(7) мм шир., средних и верхних – линейные, 2–3 мм шир.:

Брестская обл. *Березовский р-н*: окр. д. Сашица (MSK); *Пинский р-н*: окр. д. Новый Двор (KRAM).

Витебская обл. Верхнедвинский р-н: окр. д. Язно, № 136925 – MSK; Докишский р-н: окр. д. Нестеровщина (MSK); Лепельский р-н: окр. д. Домжерицы (MSKU).

Гомельская обл. Буда-Кошелевский р-н: окр. д. Губичи (MSK); Гомельский р-н: окр. п. Коренька (GMU); Житковичский р-н: г. Туров (MSK); Жлобинский р-н: окр. д. Проскурни (MSK), окр. г.п. Стрешин (LE); Речицкий р-н: окр. разъезда Нахов (MSK); Хойникский р-н: окр. д. Тульговичи (MSKU).

Гродненская обл. Сморгонский р-н: окр. д. Рыбаки (MW), окр. г. п. Свирь (MSK).

Минская обл. Логойский р-н: д. Губа (MW); Минский р-н: ст. Зеленое (MSK), окр. д. Крыжовка (MSK); Минский р-н: окр. г. Минск (LE); Мядельский р-н: окр. п. Нарочь (GMU); Смолевичский р-н: окр. д. Богута (MSK); Стародорожский р-н: окр. г. Старые дороги (болото Окольное) (MSK); Червенский р-н: окр. д. Ведрица (MSK).

Могилевская обл. Бобруйский р-н: г. Бобруйск (MW); Климовичский р-н: д. Большая Волосковня (MSK), окр. д. Свищево (MSK).

Данные разновидности связаны между собой переходами и не имеют какой-либо географической приуроченности. Наследственность указанных выше признаков все же не ясна; вероятно, это обусловленные экологическими условиями модификации.

Примечание 2. Для территории Беларуси, на основании неверно определенных гербарных образцов, А. Эймондом и С.Б. Горским приводился *T. galioides*. Под этим таксоном понимались некоторые разновидности *T. lucidum* (*T. angustifolium* auct.).

Секция 2. **Tripterium** DC. 1817, Reg. Veg. Syst. Nat. 1 : 169.

Тычиночные нити в верхней части расширены до ширины пыльников. Плодики (орешки) повисающие на довольно длинных ножках, с крылатыми ребрами и коротким отогнутым носиком.

Тип: *T. aquilegifolium* L.

5. ***T. aquilegifolium*** L. 1753, Sp. Pl. : 547; Невский, 1937, Фл. СССР, 7 : 512; Малеев, 1949, Фл. БССР, 2 : 348; Михайловская, 1953, Фл. Полесск. низм. : 194; Tutin, 1964, Fl. Europ. 1 : 241; Михайловская, 1967, Опред. раст. Белоруссии : 102; Николаева, 1971, Фл. Беловеж. Пущи : 80; Мартыненко, 1976, Фл. сев.-вост. европ. части СССР, 3 : 37; Сауткина, 1980, Фл. Налибок. Пущи : 77; Парфенов, 1983, Фл. Бел. Полесья : 246; Морозюк, 1987, Опред. высш. раст. Укр. : 52; Titin a. Akeroyd, 1993, Fl. Europ., ed. 2, 1 : 290; Овеснов, 1997, Консп. фл. Пермской обл. : 114; Швец, 1999, Опред. высш. раст. Беларуси : 59; Цвелев, 2000, Опред. сосуд. раст. Сев.-Зап. Рос. : 305; Крупкина, 2001, Фл. Вост. Евр., 10 : 195. – **В. водосборolistный. – П. вадазборalistы.**

Тип: юг Швеции и Швейцария («in Scania, Helvetia»).

Корневище косое, с многочисленными пучковидно расположенными, желтоватыми придаточными корнями. Стебель 50–100(130) см выс., голый, прямой. Листья 2–3-перистые, почти горизонтально отклоненные от стебля, расставленные, нижние черешковые, верхние почти сидячие; у основания и на разветвлениях черешка с небольшими перепончатыми, по краю закругленными, прилистниками; листочки 20–50 мм дл. и 5–40 мм шир., обратно-яйцевидные или округло-обратнояйцевидные, на черешоч-

ках или сидячие, основание их слабо сердцевидное или округлое, тонкие, сверху зеленые, снизу сизовато-зеленые, по краю часто городчато-зубчатые, на конце обычно трехлопастные или тупо трехзубчатые. Цветки б. м. многочисленные, собранные в щитковидную метелку, сидячие на цветоножках 5–20 мм дл. Листочки околоцветника обратнойяйцевидные, часто бледно-лиловые, реже беловатые, желтоватые или зеленоватые, 4–6 мм дл. Тычиночные нити длинные, в верхней части булабовидно-расширенные, обычно такой же окраски что и околоцветник. Плодики повислые, грушевидные или обратно-яйцевидные и б. м. клиновидно оттянуты в ножку 3–5 мм дл., на конце тупые с отогнутым носиком 0,5 мм дл., голые, чуть сжатые, с 4 крылатыми ребрами. Цветет в мае – июле. – $2n = 14$ (28).

В лесах, на лесных полянах и опушках, по вырубкам и просекам, сырым оврагам, в поймах малых рек, среди кустарников; иногда культивируется.

Распространение в Беларуси. На большей части территории, изредка; к юго-востоку встречается редко (рис. 8).

Брестская обл. *Барановичский р-н:* окр. д. Добрый Бор (MSK); *Березовский р-н:* окр. д. Бронная Гора (MSK); *Брестский р-н:* окр. о. п. Боровая (MSK), окр. д. Леплевка (MSK), окр. д. Медно (MSK), окр. д. Непли (MSK), окр. д. Скоки (MSK); *Ганцевичский р-н:* д. Огоревичи (MSKU); *Жабинковский р-н:* окр. д. Великое Село (MSK); *Каменецкий р-н:* окр. д. Ляцкие (MSK), окр. д. Чвирки (MSK); *Кобринский р-н:* окр. д. Дивин (MSK), окр. п. Ореховский (MSK), окр. д. Повитье (MSK); *Малоритский р-н:* окр. д. Мельники (MSK); *Пружанский р-н:* окр. д. Белый Лесок (MSK, MSKU), окр. д. Либерполь (MSK), окр. д. Никор (MSK), окр. д. Переров (MSK), окр. г. п. Ружаны (MSK), окр. д. Ясень (MSK); *Столинский р-н:* окр. д. Бережное (MSK).

Витебская обл. *Браславский р-н:* окр. д. Бабыли (MSK); окр. д. Дудали (MSK), окр. д. Иказнь (MSK); *Верхнедвинский р-н:* окр. д. Гаврилино (MSK), окр. г. п. Освея (MSK); *Витебский р-н:* окр. г. Витебск (MSK), д. Придвинье (VTU); *Глубокский р-н:* окр. д. Зябки (MSK), окр. д. Киши (MSK), окр. д. Лерновичи (MSK), окр. д. Луцк-Мосарский (MSK); *Городокский р-н:* окр. д. Веречье (MSK); *Докишский р-н:* окр. д. Дедино (MSK), окр. д. Нестеровщина (MSK), окр. д. Углы (MSK); *Лепельский р-н:* окр. д. Барсуки (MSK), окр. д. Домжерицы (MSK), окр. д. Заполье (MSK), окр. д. Крайцы (ур. Омелянов Кут) (MSK), окр. д. Стаи (MSK); *Полоцкий р-н:* д. Вороницы (MSK); *Поставский р-н:* д. Поповцы (KRAM); *Россонский р-н:* окр. д. Заборье (MSK); *Сенненский р-н:* окр. д. Запрудье (MSK), окр. д. Кимейка (MSK).

Гомельская обл. *Гомельский р-н:* окр. д. Прибор (GMU); *Ельский р-н:* окр. д. Ремезы (MSK); *Житковичский р-н:* окр. д. Озераны (MSK, MSKU); *Калинковичский р-н:* окр. д. Ужинец (MSK); *Лельчицкий р-н:* окр. д. Боровое (MSK), окр. д. Глушковичи (MSK), окр. д. Дзержинск (MSK), окр. д. Милашевичи (MSK); *Мозырский р-н:* окр. п. Криничный (GMU); *Наровлянский р-н:* окр. д. Углы (MSK); *Петриковский р-н:* окр. д. Старина (MSK); *Рогачевский р-н:* окр. г. Рогачев (MSK); *Светлогорский р-н:* окр. г. Светлогорск (GMU).

Гродненская обл. *Волковысский р-н:* окр. г. Волковыск (MSK); *Гродненский р-н:* окр. г. Гродно (KW), окр. д. Озеры (MSK), окр. д. Плебанишки (MSK), окр. д. Соничи (MSK); окр. д. Шабаны (MSK); *Новогрудский р-н:* окр. д. Вавелька (MSK), окр. д. Голондерня (MSK); *Островецкий р-н:* окр. г. Островец (MSK), окр. д. Малое Туровье (MSK); *Ошмянский р-н:* окр. д. Михалкони (MSK); *Слонимский р-н:* окр. г. Слоним (MSK); *Сморгонский р-н:* окр. х. Бельково (MSKU); *Щучинский р-н:* окр. д. Бершты (MSK), окр. д. Подбершты (MSK).

Минская обл. *Березинский р-н:* окр. д. Кукарево (MSK), д. Мурово (MSK); *Вилейский р-н:* окр. д. Красница (MSKU), окр. д. Речки (MSKU); *Воложинский р-н:* окр. д. Боровиковщина (MSKU), окр. д. Борок (MSK), окр. п. Первомайский (MSKU), окр. д. Першай (MSK), окр. д. Полочанка (MSK), окр. п. Раков (MSK, MSKU); *Дзержинский р-н:* окр. д. Бакиново (MSK), окр. п. Негорелое (MSK), окр. д. Плашево (MSK); *Копыльский р-н:* г. Копыль (MW); *Крупский р-н:* окр. д. Скаковка (MSK); *Логойский р-н:* окр. г. Логойск (MSKU), окр. д. Васильковка (MSK), окр. д. Мокреть (MSK), окр. г. п. Плещеницы (MSK, MSKU); *Минский р-н:* окр. г. Минск (MSK, MW, LECB), окр. д. Глебовичи (MSK), окр. д. Жуковка (MSK, MSKU), окр. ж.-д. ст. Зеленое (MSK), окр. д. Исlochь (MSK), д. Кайково (MSK), окр. п. Колодищи (MSK, MSKU), окр. п. Острошицкий городок (MSK), окр. д. Подгорье (MSK), окр. ст. Помыслище (MSKU), окр. д. Чертяж (MSK); *Молодечненский р-н:* окр. д. Мясота (MSK); *Мядельский р-н:* окр. д. Бояры (MSK), окр. г. п. Кривичи (MSKU), окр. д. Кулики (MSK), окр. к. п. Нарочь (MSKU), окр. д. Ольшево (MSKU), окр. д. Репяхи (MSK), д. Урлики (MSKU), окр. д. Юшковици (MSK); *Пуховичский р-н:* Кайковское л-во, окр. ж.-д. ст. Седча (MSK), окр. д. Теробуты (MSKU); *Слуцкий р-н:* окр. д. Воробьево (MSK); *Смолевичский р-н:* окр. д. Богута (MSK); *Столбцовский р-н:* окр. г. Столбцы (MSK), д. Налибоки (MSKU), окр. д. Рудевичи (MSK), окр. д. Судники (MSK), окр. д. Тисковщина (MSK), окр. д. Шпаки (MSK).

Могилевская обл. *Белынический р-н:* окр. д. Заозерье (MSK), окр. д. Любуж (MGU); *Бобруйский р-н:* окр. г. Бобруйск (MSKU); *Дрибинский р-н:* окр. д. Никольск (MSK); *Климовичский р-н:* окр. д. Домамерици (MSK), окр. д. Жадунька (MSK), окр. г. Климовичи (MSK); *Костюковичский р-н:* окр. д. Жабыки (MSK), окр. д. Кисели (MSK); *Краснопольский р-н:* окр. д. Горезна (MSK), окр. д. Травка (MSK); *Кричевский р-н:* окр. д. Дяговичи (MSK); *Круглянский р-н:* окр. д. Павлово (MSK); *Могилевский р-н:* окр. д. Любуж (MSK); *Мстиславский р-н:* окр. д. Заречье (MSKU), окр. д. Яновка (MSK); *Осиповичский р-н:* окр. д. Вязье (MSK), окр. д. Липень (MSK), окр. д. Устиж (MSK); *Славгородский р-н:* окр. г. Славгород (MSK); *Хотимский р-н:* окр. д. Узлоги (MSK); *Чериковский р-н:* окр. д. Веприн (MSK), окр. д. Драгунские Хутора (MSK), окр. д. Заозерье (MSK), окр. д. Лесань (MSK), окр. д. Лимень (MSK); *Шкловский р-н:* окр. дд. Великое и Малое Уланово (MSK).

Общее распространение. Скандинавия (юг Швеции и Финляндии), Средняя, Атлантическая (Франция) и Восточная Европа, Средиземноморье, Молоазийский район.

Хозяйственное значение. Лекарственное, кормовое, декоративное, ядовитое, красильное.

Примечание. Варьирует по форме и размеру листьев, а также по окраске тычиночных нитей (бледно-фиолетовые, беловато-розовые, желтоватые, зеленоватые или почти белые).

Далее мы предлагаем ключ для определения видов и подвидов рода *Thalictrum*, куда включены таксоны, встречающиеся на территории республики.

Ключ для определения таксонов

1. Тычиночные нити длинные, в верхней части булавовидно расширяются, обычно б. м. фиолетовые, реже желтоватые, зеленоватые или белые. Околоцветник такой же окраски, иногда зеленоватый. Метелка щитковидная или широко-конусовидная. Орешки на довольно длинных плодоножках, повислые, обратнотрубчатые, с крылатыми ребрами. Листья с прилистниками в разветвлениях черешка; их листочки округло-обратнояйцевидные, зубчато-лопастные, зеленые, тонкие, не кожистые..... **T. aquilegifolium.**

+ Тычиночные нити в верхней части не расширены, желтоватые или беловатые. Околоцветник б. м. такой же окраски. Орешки без плодоножек, сидячие, яйцевидные или продолговато-яйцевидные, ребристые, но не крылатые 2.

2. Листья сверху блестящие, снизу, особенно по жилкам, коротко опушенные; их листочки линейные или линейно-ланцетные, продолговатые, цельнокрайные или лишь одиночные с 2–3 лопастями или зубцами. Листочки околоцветника желтоватые, около 2 мм дл. Пыльники 1 мм дл. Растения с короткими вертикальными или восходящими корневищами **T. lucidum.**

+ Почти все листочки 2–7-лопастные, раздельные или крупнозубчатые (лишь одиночные цельные и цельнокрайные), 0,6–3 см шир 3.

3. Листочки стеблевых листьев часто немногочисленные, у нижних и средних листьев в очертании от округло-яйцевидных до продолговатых, у основания узкозакругленные, у верхних листьев до линейно-ланцетных, у основания б. м. клиновидные. Пыльники на верхушке с бугорком или острием 0,1–0,4 мм дл. 4.

+ Стеблевые листья более отклоненные от стебля, листочки их более многочисленные, у нижних и средних листьев в очертании почти округлые и у основания широко округленные (до немного выемчатых), у верхних листьев округло- или продолговато-яйцевидные, у основания также округленные. Метелки рыхлые, чаще широко раскидистые. Рыльца обычно не длиннее своей ширины. Пыльники на верхушке с острием 0,3–0,6 мм дл. 6.

4. Растения берегов водоемов, сырых и болотистых лугов, 40–120 см выс., со стеблевыми листьями до 20 см дл. Листья не блестящие, снизу голые, редко слегка опушенные по жилкам; их листочки обратнояйцевидно-клиновидные или ланцетно-клиновидные, на верхушке с 3–4 зубцами. Листочки околоцветника беловатые, 2–4,5 мм дл. Пыльники 1,5–2 мм дл., обычно без острия. Тычинки прямостоячие. Растения с длинными ползучими корневищами..... **T. flavum.**

+ Растения преимущественно суходольных лугов, лесных полян и опушек, 25–70 см выс., со стеблевыми листьями обычно до 10 см дл. Листочки средних стеблевых листьев обычно 0,5–1,5 см шир. Метелки рыхлые, б. м. пирамидальные, длиннее своей ширины. Рыльца обычно не длиннее своей ширины, широкотреугольные. Тычинки повисающие. Пыльники обычно на верхушке с острием около 0,1 мм дл. 5.

5. Листочки всех листьев довольно узкие, продолговато-клиновидные, у листьев под соцветием обратноланцетные с длинными и острыми зубцами. Цветки многочисленные, на цветоножках (0,3)0,5–1 см дл., собраны в б. м. рыхлую, овальную или пирамидальную метелку, (10)15–50 см дл., обычно облиственную на 2/3 длины..... **T. simplex.**

+ Листочки всех листьев более широкие, обратнояйцевидно-клиновидные, у листьев под соцветием обратноланцетно-яйцевидные, с широкими и б. м. треугольными зубцами. Цветки немногочисленные, на цветоножках 1–1,5 см дл., собраны в малоцветковую узкояйцевидную или продолговатую метелку, 4–20(25) см дл., облиственную почти до верхушки, иногда цветки одиночные или пазушные..... **T. simplex subsp. boreale.**

6. Стебель с б. м. прижатыми иверху быстро уменьшающимися листьями. Листочки средних и нижних листьев 0,5–2 см дл. и 0,5–1,5 см шир., кожистые, с сильно выступающими на нижней стороне жилками. Метелка многоцветковая, почти безлистная. Плодоножки 0,2–1,5 см дл., одиночные; плоды из 3–7 обычно б. м. сближенных орешков **T. minus subsp. flexuosum.**

+ Стебель с отклоненными иверху постепенно уменьшающимися листьями. Листочки средних и нижних листьев тонкие или почти кожистые, с невыступающими или б. м. выступающими на нижней стороне жилками. Метелка облиственная почти до верхушки 7.

7. Листочки средних и нижних листьев 0,5–2 см дл. и 0,5–2 см шир., от тонких до почти кожистых. Метелка многоцветковая. Плодоножки 0,5–2(2,5) см дл., обычно одиночные, реже по 2–5; плоды из 3–7 растопыренных орешков **T. minus.**

+ Листочки средних и нижних листьев заметно крупнее, 2–4(5) см дл. и 1,5–3,5(4) см шир., тонкие. Метелка немногочетковая. Плодоножки 2–4(5) см дл., по 2–7, редко одиночные; плоды из 5–9(15) растопыренных орешков **T. minus subsp. macrophyllum**

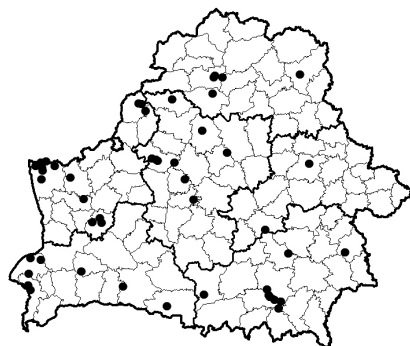


Рис. 1. Распространение *Thalictrium minus* subsp. *minus*



Рис. 2. Распространение *Thalictrium minus* subsp. *Flexuosum*



Рис. 3. Распространение *Thalictrium minus* subsp. *Macrophyllum*



Рис. 4. Распространение *Thalictrum simplex* subsp. *simplex*



Рис. 5. Распространение *Thalictrum simplex* subsp. *boreale*

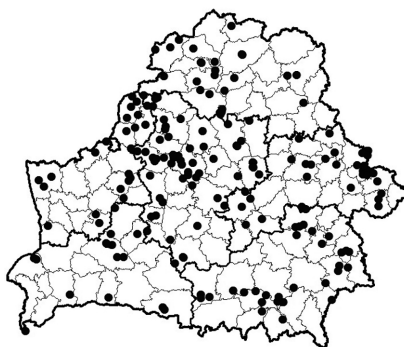


Рис. 6. Распространение *Thalictrum flavum*



Рис. 7. Распространение *Thalictrum lucidum*



Рис. 8. Распространение *Thalictrum aquilegifolium*

Заключение. Таким образом, согласно проведенному нами анализу, во флоре Беларуси таксономическая структура рассматриваемого рода представлена 5 видами (*Thalictrum aquilegifolium*, *T. flavum*, *T. lucidum*, *T. minus* и *T. simplex*), 3 подвидами (*Thalictrum minus* subsp. *flexuosum*, *T. minus* subsp. *macrophyllum*, *T. simplex* subsp. *boreale*), 4 разновидностями (*Thalictrum minus* var. *ledebourianum*, *T. lucidum* var. *heterophyllum*, var. *laserpitiifolium* и var. *stenophyllum*) и 5 гибридами (*Thalictrum minus* subsp. *minus* × *T. minus* subsp. *flexuosum*, *T. minus* subsp. *minus* × *T. minus* subsp. *macrophyllum*, *T. × medium* (*T. minus* subsp. *minus* × *T. flavum*), *T. × andrzejowskii* Zapal. (*T. flavum* × *T. simplex*), *T. flavum* × *T. lucidum*)). Кроме того, на приусадебных участках территории Беларуси, без случая дичания, редко культивируются два вида василисников – *T. delavayi* и *T. speciosissimum*.

Среди изучаемых представителей рода *Thalictrum*, такие подвиды как *T. minus* subsp. *flexuosum*, *T. minus* subsp. *macrophyllum* и *T. simplex* subsp. *boreale*, относятся к малоизученным таксонам и на территории Бе-

ларуси встречаются крайне редко. Два вида *T. aquilegifolium* и *T. minus* включены в специальное приложение к Красной книге Республики Беларусь – список видов профилактической охраны, как таксоны, требующие внимания (ЛС). По нашему представлению, этот список следует в дальнейшем пополнить, включив в него *T. simplex*. Данный вид за последние десятилетия сократил свою численность и в настоящее время на территории Беларуси встречается редко, предпочитая преимущественно уязвимые экотопы [9].

За всеми малоизученными и редкими представителями рода *Thalictrum* различного таксонного ранга необходимы регулярные мониторинговые наблюдения, а также, по возможности, следует провести их молекулярно-генетическую идентификацию.

Литература

1. Крупкина Л.И. // Флора Восточной Европы, т. X; отв. ред. и ред. тома Н.Н. Цвелева. СПб.: Мир и семья -95, 2001. С. 186–195.
2. Невский С.А. // Флора СССР: 7 т.; под ред. Б.К. Шишкина, Е.Г. Боброва. – Москва, Ленинград: Изд-во АН СССР, 1937. С.510–528.
3. Пачоский И.К. // Тр. Санкт-Петербург. Общества естествоиспытателей. Санкт-Петербург, 1897. Т.27. Вып. 2. С. 2–6.
4. Малеев В.П. // Флора БССР: 2 т.; под ред. Н.А. Дорожкина, М.П. Томина. Москва–Минск: Сельхозгиз; АН БССР, 1949. С.346–351.
5. Определитель растений Белоруссии / Д.К. Гесь [и др.]; под ред. Б.К. Шишкина, М.П. Томина, М.Н. Гончарика. Минск: Вышэйшая школа, 1967. 872 с.
6. Определитель высших растений Беларуси / Т.А. Сауткина [и др.]; под ред. В.И. Парфенова. Минск: Дизайн ПРО, 1999. 472 с.
7. Дмитриева С.А, Парфенов В.И. Кариология флоры как основа цитогенетического мониторинга: на примере Березинского биосферного заповедника. Мн.: Навука і тэхніка, 1991. 231 с.
8. Лавренко А.Н., Сердитов Н.П. // Бот. журн. 1986. Т. 71. № 8. С. 1143–1144.
9. Лебедько В.Н. // Флора и растительность в меняющемся мире: проблемы изучения, сохранения и рационального использования: матер. междунар. научн. конф. (Минск–Домжерецы, 24–27 сентября 2019 года); науч. ред. С.А. Дмитриева. Минск : Колорград, 2019. С. 84–88.

В.Н. ЛЕБЕДЬКО РОД *THALICTRUM* L. (RANUNCULACEAE ADANS.) В СОСТАВЕ ФЛОРЫ БЕЛАРУСИ

Резюме

В результате критической обработки материалов по роду *Thalictrum* L. на территории Беларуси уточнен его таксономический состав. Дана морфологическая характеристика представителей рода. Представлена основная синонимика и краткие комментарии по отдельным таксонам. Впервые для флоры Беларуси приводятся: *T. minus* subsp. *macrophyllum*, *T. simplex* subsp. *boreale*, *Thalictrum minus* var. *ledebourianum*, а также пять гибридов:

Thalictrum minus subsp. *minus* × *T. minus* subsp. *flexuosum*, *T. minus* subsp. *minus* × *T. minus* subsp. *macrophyllum*, *T. × medium* (*T. minus* subsp. *minus* × *T. flavum*), *T. × andrzejowskii* Zapal. (*T. flavum* × *T. simplex*), *T. flavum* × *T. lucidum*.

Приведен дихотомический ключ для определения видов и подвидов рассматриваемого рода. Составлены картосхемы, отражающие распространение представителей рода *Thalictrum* в пределах Беларуси.

V.N. LEBEDKO
**GENUS *THALICTRUM* L. (RANUNCULACEAE ADANS.)
IN COMPAUND OF BELARUS FLORA**

Summary

In result of investigation herbarium materials on *Thalictrum* L. genus at the territory of Belarus taxonomic compound become more exactly. The morphological characteristic this genus was produced. The basic synonyms and shortly annotations on individual taxon were represented.

Three subspecies in Belarus produced in a first time *T. minus* subsp. *macrophyllum*, *T. simplex* subsp. *boreale*, *Thalictrum minus* var. *ledebourianum*. And five hybrids: *Thalictrum minus* subsp. *minus* × *T. minus* subsp. *flexuosum*, *T. minus* subsp. *minus* × *T. minus* subsp. *macrophyllum*, *T. × medium* (*T. minus* subsp. *minus* × *T. flavum*), *T. × andrzejowskii* Zapal. (*T. flavum* × *T. simplex*), *T. flavum* × *T. lucidum*.

The dichotomy key for identification of species and subspecies on genus *Thalictrum* was represented. Map diagrams having been reflected the distribution of representatives of genus *Thalictrum* in Belarus were made.

Поступила в редакцию 28.11.2019.

О. М. МАСЛОВСКИЙ
**ОХРАНЯЕМЫЕ В ЕВРОПЕ МОХОООБРАЗНЫЕ
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
НАН Беларуси, г. Минск*

Введение. Одним из основных инструментов по сохранению биоразнообразия растений является сведение Красных книг. При этом важно присутствие в них всех групп автотрофных организмов, в т.ч. и такого важного компонента как мохообразные.

В Беларуси к настоящему времени вышло уже 4 издания Красной книги. В 1981 г. в первом издании [1] были представлены лишь сосудистые растения. Во 2 и 3 изданиях [2, 3] уже были включены мохообразные, 15 и 27 видов соответственно. В настоящее время в 4-ом издании [4] в основном списке представлено 34 вида. Кроме того, в списке растений и грибов, вероятно, исчезнувших с территории Беларуси присутствуют 13 видов, а в списке видов дикорастущих видов растений и грибов, нуждающихся в профилактической охране 34 вида. Всего в Красной книге Республики Беларусь в настоящее время охвачено 81 вид мохообразных.

Одним из основных принципов формирования Красных книг регионов и отдельных стран является присутствие в них охраняемых и находящихся под угрозой исчезновения более крупных территориальных единиц и, в первую очередь, континентов и мира в целом, а также включенных в международные конвенции и директивы.

Из 452 видов, включенных в первую Красную книгу мохообразных Европы (1995 г.) [5], на территории Беларуси отмечено 28 (по всем категориям). Из них наиболее уязвимыми (категории Угрожаемый – Endangered и Уязвимый – Vulnerable) являлись 4: *Cephalozia laciniata* Jack (VU), *Dicranum viride* (Sull. & Lesq.) Lindb. (o) (VU), *Meesia hexasticha* (Funck) Bruch (EN), *Neckera pennata* Hedw. (VU), *Entodon cladorrhizans* (Hedw.) Müll. Hal. (VU). Также в категории «rare» были представлены следующие виды мохообразных, произрастающие на территории Беларуси: *Bryum neodamense* Itzigs., *B. warneum* (Röhl.) Brid., *Dicranodontium asperulum* (Mitt.) Broth., *Lophozia ascendens* (Warnst.) R.M.Schust., *Meesia longiseta* Hedw., *Physcomitrium sphaericum* (C.F.Ludw. ex Schkuhr) Brid., *Pseudocampyllum radicale* (P. Beauv.) Vanderp. & Hedenäs.

В 2017–2019 гг. автор принимал участие в подготовке новой редакции Красной книги мохообразных Европы, изданной в 2019 г. [6], в которой были последовательно применены критерии IUCN и на основании детального анализа существенно переработан состав и статус мохообразных, подлежащих охране на континенте.

Материалы и методы. При подготовке нового издания Красной книги мохообразных Европы мы придерживались системы категорий и критериев угрожаемых видов, внесенных в Красный список МСОП (2001, version 3.1) [7]. Их структура представлена на рис. 1.

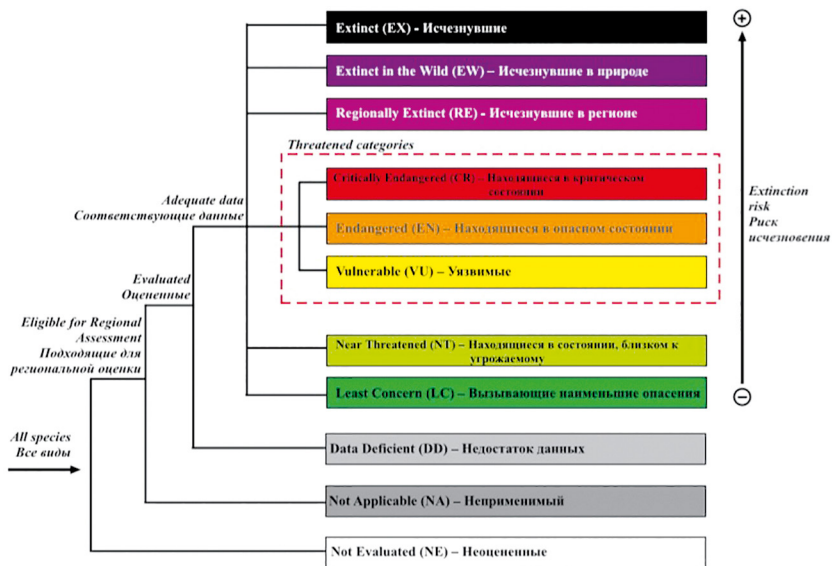


Рис. 1. Система категорий МСОП (2001, version 3.1).

Среди всей совокупности наибольшее значение для практической охраны имеют следующие категории:

- Критически угрожаемый (находящийся в критическом состоянии) – Critically Endangered (CR). Таксон считается таковым, если со всей очевидностью показано, что его состояние соответствует какому-либо из критериев (A–E) данной категории, вследствие чего таксон рассматривается как подвергающийся крайне высокому риску исчезновения в природе;

- Угрожаемый – (находящийся в опасном состоянии) Endangered (EN). Таксон считается таковым, если очевидно показано, что его состояние соответствует какому-либо из критериев (A–E) данной категории, вследствие чего таксон рассматривается как подвергающийся очень высокому риску исчезновения в природе;

- Уязвимый – Vulnerable (VU). Таксон считается таковым, если очевидно показано, что его состояние соответствует какому-либо из критериев (A–E) данной категории, вследствие чего таксон рассматривается как подвергающийся высокому риску исчезновения в природе;

- Близкий к угрожаемому – (находящийся в состоянии, близком к угрожаемому) – Near Threatened (NT). Таксон считается таковым, если оценка его состояния по отношению к критериям показала, что он не является критически угрожаемым, угрожаемым или уязвимым, но при-

ближается к данным категориям или может быть отнесен к одной из них в близком будущем.

Отнесение вида к той или иной категории проводилось, если со всей очевидностью показано, что его состояние соответствует какому-либо из критериев (А–Е): А – сокращение общей численности; В – географический ареал (области распространения или занятой территории, или области распространения и занятой территории; С–D – общая численность и показатели ее сокращения; Е – количественная оценка вероятности исчезновения. Кроме того, каждый критерий характеризуется конкретными количественными показателями.

Более подробно применение данных критериев изложено в нашей работе [8].

Картирование мохообразных Восточной Европы проводилось по квадратам 100 км x 100 км по методике [9].

Результаты исследования и обсуждение. Всего на территории Беларуси отмечено 33 видов мохообразных, охраняемых на континенте. 21 из них включен в Красный список мохообразных Европы [6] по категориям Cr, En, Vu. Находящихся в состоянии близком к угрожаемому (Nt) – 11 видов.

Кроме того, согласно Директиве ЕС по местообитаниям (HD) и Бернской конвенции (BC), охраняются *Dicranum viride* (Sull. et Lesq. in Sull.) Lindb. (o) (HD, Приложение 2 и BC), *Hamatocaulis vernicosus* (Mitt.) Hedenäs., *Meesia longiseta* Hedw. (HD, Приложение 2 и BC) и *Leucobryum glaucum* (HD, Приложение 5).

Ниже более подробно рассмотрены охраняемые в Европе виды мохообразных на территории Беларуси.

***Cephalozia lacinulata* Jack ex Spruce**

Очень редкий бореальный печеночник семейства Цефалозиевые.

Статус: Cr – Критически угрожаемый, C2a (i) D – на основе экспертных оценок отмечено продолжающееся сокращение численности, при этом не существует популяций, состоящих более чем из 50 взрослых особей.

На континенте встречается в Финляндии (категория охраны – RE), Швеции, Австрии (EN), Чехии (RE), Германии (D), Польши (1), Болгарии (VU), Венгрии (DD), Румынии, Сербии (VU), Словакии (VU), в Восточной Европе вид находится на восточной границе своего ареала, отмечено только 4 местонахождения (рис. 2): в Ленинградской области, Беларуси и в Украинских Карпатах.

Вид включен в список профилактической охраны Красной книги Республики Беларусь [4].

Приводится Зеровым, Рыковским в 1970 г. [10] для страны по сборам Пидопличко, в дальнейшем не обнаруживался. Нуждается в подтверждении. Отмечался в Пружанском и Осиповичском районах.

Мезотрофный мезо-гигрофит. Произрастает во влажных эвтрофных лесах – на гниющей древесине.

***Haplocladium microphyllum* (Hedw.) Broth. (= *Bryohaplocladium microphyllum* (Hedw.) R. Watan. & Z. Iwats.)**

Очень редкий неморальный мох семейства Туидиевые.

Статус: Сг – Критически угрожаемый, С2а (i) D – на основе экспертных оценок отмечено продолжающееся сокращение численности, при этом не существует популяций, состоящих более чем из 50 взрослых особей.

На континенте встречается в Швеции (RE), Германии (nb), Польши (1), Хорватии. В Восточной Европе – в Российской Федерации, Беларуси, Украине, в основном в центральной части региона, в неморальной зоне, отмечено 14 квадратов (рис. 2).

Вид включен в основной список Красной книги Республики Беларусь [4] – категория VU.

В Беларуси отмечен в Житковичском районе (3 местообитания).

Мезотрофный мезофит. Произрастает в лиственных лесах на гниющей древесине.

***Hypnum fertile* Sendtn.**

Редкий бореально-неморальный мох семейства Гипновые.

Статус: Сг – Критически угрожаемый, С2а (i) – на основе экспертных оценок отмечено продолжающееся сокращение численности, при этом не существует популяций, состоящих более чем из 50 взрослых особей.

На континенте встречается во Франции, Италии, Австрии (3), Чехии (CR), Германии (2), Польши (E), Словакии (DD), Швейцарии (VU), Боснии и Герцеговине, Болгарии (EN), Хорватии, Греции, Черногории, Румынии (DD), Словении. В Восточной Европе – в Российской Федерации, Беларуси, Украине, Эстонии (RE), Латвии; находится в регионе на восточной границе своего ареала, отмечено 26 квадратов (рис. 2).

В Беларуси встречается спорадически, в эвтрофных лесах на гниющей древесине, мезотрофный мезофит.

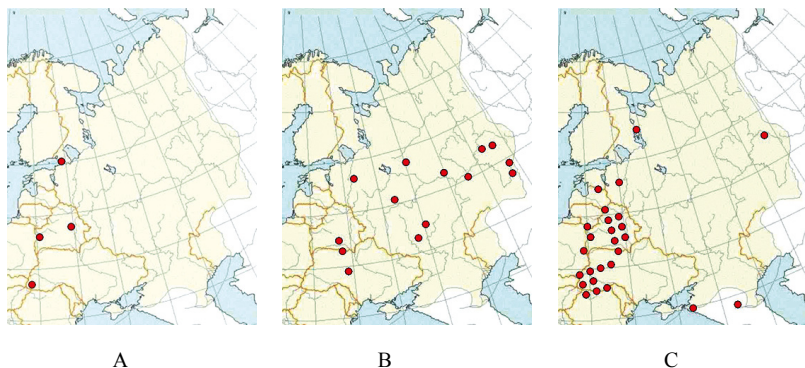


Рис. 2. Распространение в Восточной Европе:

A – *Cephalozia lacinulata*, B – *Haplocladium microphyllum*, C – *Hypnum fertile*

Ptychostomum longisetum (Blandow ex Schwägr.) J.R. Spence (= *Bryum longisetum* Blandow ex Schwägr.)

Очень редкий бореально-неморальный мох семейства Бриевые.

Статус: Cr – Критически угрожаемый, C2a (i) – на основе экспертных оценок отмечено продолжающееся сокращение численности, при этом не существует популяций, состоящих более чем из 50 взрослых особей.

На континенте встречается в Финляндии (EN), Исландии, Норвегии (NT), Швеции, Чехии (RE), Германии (0), Польши, Швейцарии (DD). В Восточной Европе – в Российской Федерации, Беларуси; очень редко, отмечено 4 квадрата (рис. 3).

Для Беларуси приводился Шафнагелем в 1908 г. [11] для Молодечненского района. Мезо-эвтрофный гигрофит, на заболоченных лугах и низинных болотах.

Pelekium minutulum (Hedw.) Touw (= *Cyrto-hypnum minutulum* (Hedw.) W.R.Buck & A.Crum, = *Microthuidium minutulum* (Hedw.) Warnst.)

Очень редкий неморальный мох семейства Туидиевые.

Статус: Угрожаемый – (находящийся в опасном состоянии) Endangered (EN) – B2ab (iii, v) C2a (i) – занятая территория по оценкам составляет менее чем 500 км², очень сильно фрагментирована; продолжается сокращение/снижение занятой территории, области распространения и/или качество местообитаний и числа взрослых особей; общая численность, по оценкам, составляет менее чем 2500 взрослых особей; ни одна из оцененных субпопуляций содержит не более 250 взрослых особей.

На континенте встречается во Франции, Австрии (DD), Германии (0), Польши (R), Румынии, Сербии, Словении (DD). В Восточной Европе – в Российской Федерации, Беларуси, Украине, Эстонии (0), Литве (3); встречается в регионе в основном в зоне широколиственных лесов, отмечено 18 квадратов (рис. 3).

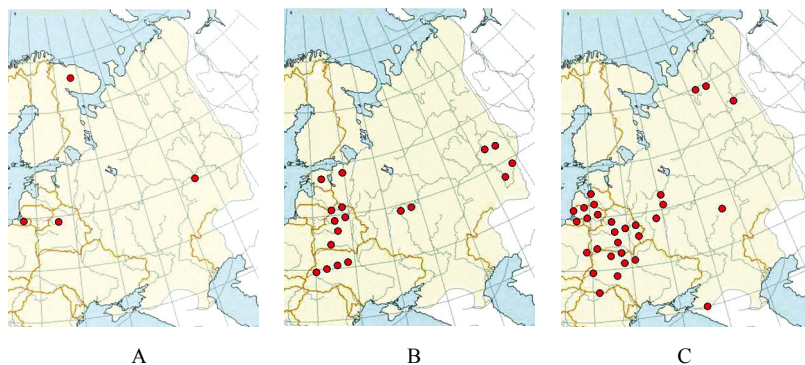


Рис. 3. Распространение в Восточной Европе:

А – *Ptychostomum longisetum*, В – *Pelekium minutulum*, С – *Philonotis marchica*

Вид включен в основной список Красной книги Республики Беларусь [4] – категория EN.

В Беларуси встречается редко в широколиственных лесах у основания деревьев и на цементно-каменных сооружениях, мезотрофный мезофит.

Philonotis marchica (Hedw.) Brid.

Редкий бореально-неморальный мох семейства Бартрамиевые.

Статус: Угрожаемый – (находящийся в опасном состоянии) Endangered (EN) – C2a (i) – общая численность, по оценкам, составляет менее чем 2500 взрослых особей; продолжается сокращение их числа; ни одна из оцененных субпопуляций не содержит более 250 взрослых особей.

На континенте встречается в Дании, Исландии, Великобритании (EN), Андоре, Франции, Италии, Португалии, Испании, Австрии (2), Бельгии (RE), Чехии (CR), Германии (3), Люксембурге (EV), Нидерландах (EB), Польши (V), Словакии (VU), Швейцарии (CR), Албании (DD), Боснии и Герцеговине, Болгарии (EN), Греции, Венгрии (DD), Македонии, Черногории, Румынии (NT), Сербии, Словении (NT), Турции. В Восточной Европе – в Российской Федерации, Беларуси, Украине, Латвии, Литве (1); встречается в регионе в основном в западной части, отмечено 30 квадратов (рис. 3).

Вид включен в список профилактической охраны Красной книги Республики Беларусь [4].

В Беларуси встречается редко, на болотах и заболоченным лугам, мезо-эвтрофный гигрофит.

Atrichum angustatum (Brid.) Bruch & Schimp.

Спорадически встречающийся бореально-неморальный мох семейства Политриховые.

Статус: Уязвимый – Vulnerable (VU), B2ab (ii,iii,iv,v) – Область распространения по оценкам составляет менее чем 20 000 км², сильно фрагментирована; продолжается сокращение/снижение занятой территории, качества местообитаний, количества локальных популяций или субпопуляций, количества взрослых особей.

На континенте встречается в Дании, Исландии, Швеции (CR), Великобритании (CR), Ирландии (RE), Северной Ирландии (RE), Франции, Италии, Португалии, Испании, Австрии, Бельгии (RE), Чехии (EN), Германии (3), Нидерландах (GE), Польши, Словакии (DD), Швейцарии, Албании (DD), Боснии и Герцеговине, Болгарии (DD), Хорватии, Греции, Венгрии (NT), Македонии, Черногории, Румынии, Сербии, Словении, Турции. В Восточной Европе – в Российской Федерации, Беларуси, Украине, Эстонии (CR), Латвии, Литве; встречается в регионе в основном в западной части, отмечено 42 квадрата (рис. 4).

В Беларуси известно 4 местонахождения в Барановичском, Хойникском, Глубокском и Минском районах.

Встречается на обнаженной почве, мезоэвтрофный мезофит.

Bryum funckii Schwaegr.

Статус: Уязвимый – Vulnerable (VU) – B2ab (iii).

Этот вид указывался для Беларуси [12], но, вероятно, по ошибке.

***Bryum knowltonii* Barnes**

Редкий бореальный мох семейства Бриевые.

Статус: Уязвимый – Vulnerable (VU), C2a (i) – общая численность по оценкам составляет менее чем 10 000 взрослых особей, также имеет место продолжающееся сокращение, наблюдаемое или рассчитанное, числа взрослых особей; ни одна из оцененных субпопуляций не содержит более 1000 взрослых особей.

На континенте встречается в Дании, Финляндии (NT), Исландии, Норвегии, Швеции (DD), Великобритании (VU), Ирландии (EN), Франции, Австрии (1), Бельгии, Германии (3), Нидерландах (BE), Польши, Швейцарии (VU), Румынии (CR), Словении. В Восточной Европе – в Российской Федерации, Беларуси, Украине, Эстонии (CR), Латвии, Литве (3); встречается в регионе только в западной части, отмечено 11 квадратов (рис. 4).

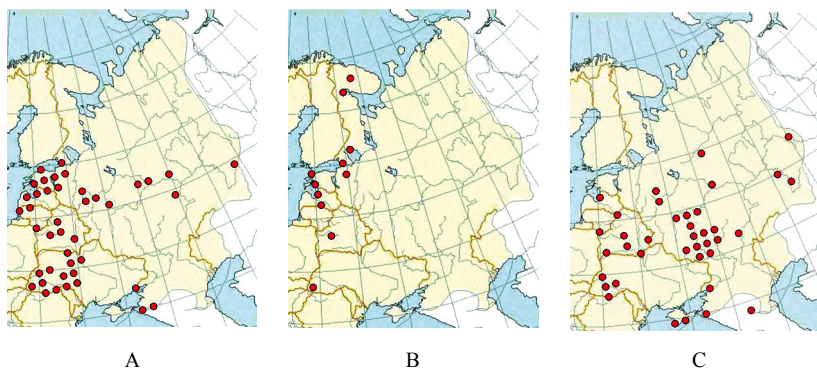


Рис. 4. Распространение в Восточной Европе:

А – *Atrichum angustatum*, В – *Bryum knowltonii*, С – *Bryum turbinatum*

Для Беларуси приводился Szepesfalvy [13] для Барановичского района, в настоящее время не обнаруживается.

На влажной почве лугов, по берегам водоемов. Мезотрофный мезофит.

***Bryum turbinatum* (Hedw.) Turner**

Относительно редкий неморальный мох семейства Бриевые.

Статус: Уязвимый – Vulnerable (VU), C2a (i) – общая численность по оценкам составляет менее чем 10 000 взрослых особей, также имеет место продолжающееся сокращение, наблюдаемое или рассчитанное, числа взрослых особей; ни одна из оцененных субпопуляций не содержит более 1000 взрослых особей.

На континенте встречается в Дании, Финляндии (NT), Норвегии (VU), Швеции (VU), Великобритании (RE), Ирландии (RE), Франции, Италии, Испании, Австрии, Бельгии (RE), Чехии (EN), Германии (2), Лихтенштей-

не, Нидерландах (RE), Польши (I), Словакии (VU), Швейцарии, Албании (DD), Боснии и Герцеговине, Греции, Венгрии (DD), Македонии, Черногории, Румынии (NT), Сербии, Словении, Турции. В Восточной Европе – в Российской Федерации, Беларуси, Украине, Эстонии, Латвии, Литве; встречается спорадически в регионе, отмечено 38 квадратов (рис. 4).

В Беларуси встречается редко, в основном в южной части республики. Мезоэфтрофный гигромезофит, на почве и камнях.

***Bryum warneum* (Röhl.) Bland. ex Brid.**

Очень редкий бореальный мох семейства Бриевые.

Статус: Уязвимый – Vulnerable (VU), B2ab (i, ii, iii, iv, v) – занятая территория по оценкам составляет менее чем 2000 км², очень сильно фрагментирована; продолжается сокращение/снижение области распространения, занятой территории, качества местообитаний, количества локальных популяций или субпопуляций, количества взрослых особей.

На континенте встречается в Дании, Финляндии (EN), Исландии, Норвегии (DD), Швеции (NT), Великобритании (NT), Ирландии (EN), Франции, Италии (DD), Австрии (0), Бельгии (RE), Германии (2), Нидерландах (KW), Польши (V), Словакии (RE), Венгрии (DD). В Восточной Европе – в Российской Федерации, Беларуси, Эстонии (VU), Латвии; встречается редко в северо-западной части региона, отмечено 12 квадратов (рис. 5).

В Беларуси включен в основной список Красной книги – (CR) [4].

Известен из Гродненского и Барановичского районов.

Мезотрофный гигро-мезофит, на почве и цементно-каменных сооружениях.

***Cephaloziella elachista* (J.B.Jack ex Gottsche & Rabenh.) Schiffn.**

Относительно редкий бореальный печеночник семейства Цефалозиелловые.

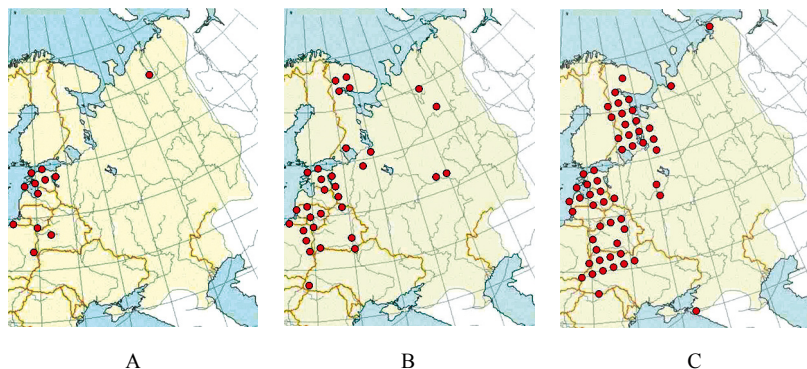


Рис. 5. Распространение в Восточной Европе:

A – *Bryum warneum*, B – *Cephaloziella elachista*, C – *Drepanocladus lycopodioides*

Статус: Уязвимый – Vulnerable (VU), C2a (i) – общая численность, по оценкам, составляет менее чем 10 000 взрослых особей, также имеет место продолжающееся сокращение, наблюдаемое или рассчитанное, числа взрослых особей; ни одна из оцененных субпопуляций не содержит более 1000 взрослых особей.

На континенте встречается в Дании, Финляндии, Швеции, Великобритании (NT DD), Франции, Португалии (DD), Австрии (EN), Бельгии, Чехии (EN), Германии (2), Нидерландах, Польше, Словакии (CR), Швейцарии (VU), Румынии (EN), Словении (DD). В Восточной Европе – в Российской Федерации, Беларуси, Эстонии (VU), Латвии, Литве, Украине; встречается изредка в северо-западной части региона, отмечено 24 квадрата (рис. 5).

В Беларуси включен в основной список Красной книги – (EN) [4].

Известен в республике из 4 местонахождений в Россонском, Городокском, Речицком и Малоритском районах.

Олиго-мезотрофный мезогигрофит, на олиготрофных сфагновых болотах.

Drepanocladus lycopodioides (Brid.) Warnst. (= *Pseudocalliergon lycopodioides* (Brid.) Hedenäs)

Относительно редкий бореальный мох семейства Амблистегиевые.

Статус: Уязвимый – Vulnerable (VU), A2cB2ab (ii,iii, iv,v) – сокращение общей численности на $\geq 30\%$ за последние 10 лет или три генерации, сколь угодно более продолжительные, вследствие сокращения занятой территории, области распространения и/или ухудшения качества местообитаний; занятая территория по оценкам составляет менее чем 2000 км², очень сильно фрагментирована; продолжается сокращение/снижение занятой территории, качества местообитаний, числа локальных популяций или субпопуляций и числа взрослых особей.

На континенте встречается в Дании, Финляндии (VU), Исландии, Норвегии (EN), Швеции, Великобритании (NT), Ирландии (NT), Северной Ирландии (NT), Франции, Италии, Португалии, Испании (VU), Австрии (2), Бельгии, Чехии (VU), Германии (3), Люксембурге (CR), Нидерландах, Польше, Словакии (EN), Швейцарии (EN), Албании (DD), Болгарии (VU), Венгрии (NT), Македонии, Черногории (VU), Румынии (VU), Сербии (VU), Словении (VU). В Восточной Европе – в Российской Федерации, Беларуси, Эстонии, Латвии, Литве, Украине; встречается изредка в северо-западной части региона, отмечено 55 квадратов (рис. 5).

В Беларуси включен в основной список Красной книги – (EN) [4].

Встречается редко, отмечен в Докшицком, Лепельском, Мядельском, Солигорском, Осиповичском, Березовском и Пружанском районах.

Мезоэвтрофный гидрогигрофит, на осоково-гипновых болотах и заболоченных лугах.

Drepanocladus sendtneri (Schimp. ex H. Müll.) Warnst.

Изредка встречающийся бореальный мох семейства Амблистегиевые.

Статус: Уязвимый – Vulnerable (VU), A2c B2ab (ii,iii, iv, v) C2a (i) – сокращение общей численности на $\geq 30\%$ за последние 10 лет или три

генерации, сколь угодно более продолжительные вследствие сокращения занятой территории, области распространения и/или ухудшения качества местообитаний; занятая территория по оценкам составляет менее чем 2000 км², очень сильно фрагментирована; продолжается сокращение/снижение занятой территории, качества местообитаний, числа локальных популяций или субпопуляций и числа взрослых особей; общая численность, по оценкам, составляет менее чем 10 000 взрослых особей, также имеет место продолжающееся сокращение, наблюдаемое или рассчитанное, числа взрослых особей; ни одна из оцененных субпопуляций не содержит более 1000 взрослых особей.

На континенте встречается в Дании, Финляндии (EX), Норвегии (EN), Швеции, Великобритании, Ирландии (NT), Северной Ирландии (NT), Франции, Италии, Австрии (1), Бельгии, Чехии (CR), Германии (1), Нидерландах (EB), Польше (R), Словакии (EN), Швейцарии (CR), Боснии и Герцеговине, Болгарии (VU), Венгрии (EN), Македонии, Румынии (NT), Сербии (VU), Словении (VU). В Восточной Европе – в Российской Федерации, Беларуси, Эстонии, Латвии, Литве, Украине; встречается изредка, отмечено 94 квадрата (рис. 6).

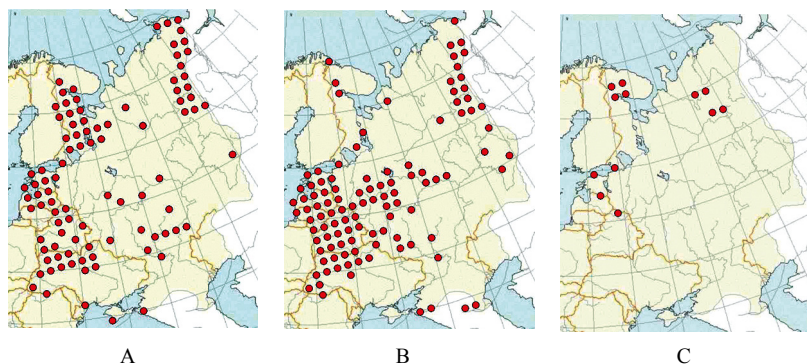


Рис. 6. Распространение в Восточной Европе:

А – *Drepanocladus sendtneri*, В – *Hamatocaulis vernicosus*, С – *Heterogemma laxa*

В Беларуси встречается изредка, почти по всей территории на эвтрофных болотах и заболоченных лугах, эвтрофный гидрогигрофит.

***Hamatocaulis vernicosus* (Mitt.) Hedenäs**

Изредка встречающийся бореальный мох семейства Амблистегиевые.

Статус: Уязвимый – Vulnerable (VU), A2c – сокращение общей численности на $\geq 30\%$ за последние 10 лет или три генерации, сколь угодно более продолжительные вследствие сокращения занятой территории, области распространения и/или ухудшения качества местообитаний.

Подлежит также охране согласно Приложению IIb к Директиве Европейского Союза по местообитаниям.

На континенте встречается в Дании, Финляндии (VU), Норвегии (VU), Швеции (NT), Великобритании, Ирландии (NT), Северной Ирландии (NT), Франции, Италии, Испании (EN), Австрии (2), Бельгии, Чехии (VU), Германии (2), Лихтенштейне, Люксембурге (RE), Нидерландах (EB), Польше, Словакии (EN), Швейцарии (NT), Боснии и Герцеговине, Болгарии (VU), Хорватии, Венгрии (DD), Македонии, Черногории (DD), Румынии (VU), Сербии, Словении (NT). В Восточной Европе – в Российской Федерации, Беларуси, Эстонии (NT), Латвии (2), Литве (2), Украине; встречается изредка, отмечено 108 квадратов (рис. 6).

Вид включен в список профилактической охраны Красной книги Республики Беларусь (2015).

В Беларуси встречается изредка, почти по всей территории, всего известно около 40 популяций, на эвтрофных болотах и заболоченных лугах, мезотрофный гигрофит.

Heterogemma laxa (Jørg.) Konstant. & Vilnet (= *Schistochilopsis laxa* (Lindb.) Konstant.)

Очень редкий бореальный печеночник семейства Юнгерманиевые.

Статус: Уязвимый – Vulnerable (VU), C2a (i) – общая численность, по оценкам, составляет менее чем 10 000 взрослых особей, также имеет место продолжающееся сокращение, наблюдаемое или рассчитанное, числа взрослых особей; ни одна из оцененных субпопуляций не содержит более 1000 взрослых особей.

На континенте встречается в Дании, Финляндии, Норвегии (VU), Швеции, Франции, Австрии (EN), Германии (1), Польше (1), Словакии (CR), Швейцарии (EN). В Восточной Европе – в Российской Федерации, Беларуси, Эстонии (VU); встречается изредка в северо-западной части региона, отмечено 12 квадратов (рис. 6).

В Беларуси включен в основной список Красной книги – (EN).

Отмечен в единственном локалитете в Городокском районе на верховом болоте. Олиготрофный гигрофит.

Meesia hexasticha (Funck) Bruch

Очень редкий бореальный мох семейства Меезиевые.

Статус D1 – общая численность очень мала и составляет не более 1000 взрослых особей.

Подлежит также охране согласно Приложению I к Бернской конвенции.

На континенте встречается в Финляндии (EN), Норвегии (EN), Швеции (VU), Франции, Германии (0), Польше (EX), Румынии (CR). В Восточной Европе – в Беларуси, Латвии; встречается очень редко, отмечено 2 квадрата (рис. 7).

Вид включен в Черный список Красной книги Республики Беларусь [4].

Указывался Масук [14] в 1938 г. для Браславского района.

Эвтрофный гигрофит. Растет на торфяных лугах и низинных болотах.

Meesia longiseta Hedw.

Редкий бореальный вид семейства Меезиевые.

Статус: Уязвимый – Vulnerable (VU), C2a (i) – общая численность, по оценкам, составляет менее чем 10 000 взрослых особей, также имеет место продолжающееся сокращение, наблюдаемое или рассчитанное, числа взрослых особей; ни одна из оцененных субпопуляций не содержит более 1000 взрослых особей.

Подлежит также охране согласно Приложению II к Директиве Европейского Союза по местообитаниям и Приложению I к Бернской конвенции.

На континенте встречается в Дании, Финляндии (EN), Норвегии (VU), Швеции (NT), Франции, Италии (DD), Австрии (0), Чехии (RE), Германии (0), Нидерландах (RE), Польше (E), Словакии (EN), Швейцарии (RE), Боснии и Герцеговине, Болгарии (DD), Румынии (EN), Словении (RE). В Восточной Европе – в Российской Федерации, Беларуси (0), Эстонии (RE), Латвии (0), Литве (4), Украине (RE); встречается редко, отмечено 35 квадратов (рис. 7).

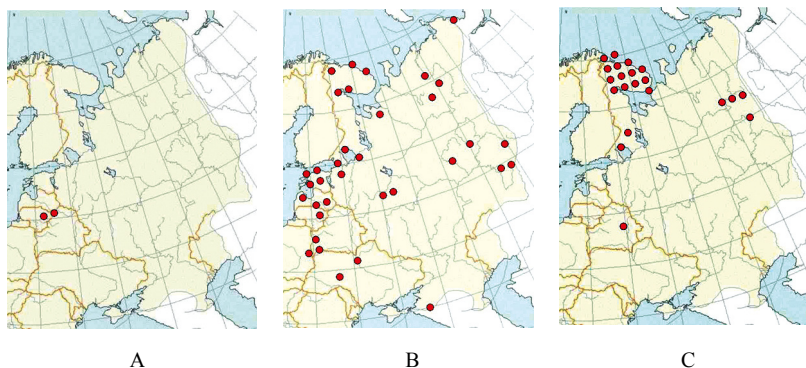


Рис. 7. Распространение в Восточной Европе:

А – *Meesia hexasticha*, В – *M. longiseta*, С – *Mesoptychia gillmanii*

Вид включен в Черный список Красной книги Республики Беларусь [4].

Приводился для Беларуси (Беловежская пуша) по литературным источникам на рубеже XIX и XX веков, а также в Березовском и Ивановском районах Брестской области, однако впоследствии не обнаруживался. Растет на открытых эвтрофных, ключевых болотах, влажных лесных полянах. Эвтрофный гигрофит.

Mesoptychia gillmanii (Austin) L. Söderstr. & Váňa (= *Leiocolea gillmanii* (Austin) A. Evans).

Редкий аркто-бореально-альпийский печеночник семейства Юнгерманниевые.

Статус: Уязвимый – Vulnerable (VU), C2a (i) – общая численность, по оценкам, составляет менее чем 10 000 взрослых особей, также име-

ет место продолжающееся сокращение, наблюдаемое или рассчитанное, числа взрослых особей; ни одна из оцененных субпопуляций не содержит более 1000 взрослых особей.

На континенте встречается в Финляндии, Исландии, Норвегии, Швеции, Великобритании (NT), Ирландии (VU), Франции, Италии (CR), Австрии (VU), Германии (R), Швейцарии (VU), Румынии. В Восточной Европе – в Российской Федерации, Беларуси, встречается редко, преимущественно в северной части региона, отмечен 21 квадрат (рис. 7).

В Беларуси – только одно местонахождение в Могилевской области [15].

Эвмезотрофный гигрофит. На почве и камнях.

Moerckia hibernica (Hook.) Gott.

Статус D1 – общая численность очень мала и составляет не более 1000 взрослых особей.

На континенте встречается в Дании, Финляндии (VU), Норвегии, Швеции, Великобритании (DD), Ирландии (DD), Северной Ирландии (DD), Андорре (DD), Франции, Италии (EN), Австрии, Бельгии, Германии (2), Лихтенштейне, Польше, Словакии (VU), Швейцарии (EN), Греции, Румынии (DD), Словении (DD). В Восточной Европе – в Российской Федерации, Беларуси, Эстонии, Латвии (1), Литве (1); встречается редко на северо-западе (рис. 8). Распространение этого вида в Восточной Европе нуждается в дополнительных исследованиях. Согласно ряду авторов [16, 17], некоторые образцы *Moerckia hibernica* были определены как *M. flotoviana*.

В Беларуси включен в основной список Красной книги – (CR) [4].

Отмечен в единственном местонахождении в Лельчицком районе, однако, по нашим полевым исследованиям, в 2010 году данная популяция не обнаруживается, а местообитание трансформировано.

На почве в тенистых лесах, эвтрофный гигрофит.

Physcomitrium euristomum Sendtn.

Редкий неморальный мох семейства Фунариевые.

Статус: Уязвимый – Vulnerable (VU), B2b (ii,iii) c (iii, iv) – занятая территория по оценкам составляет менее чем 2000 км², продолжается сокращение/снижение занятой территории, качества местообитаний; крайне сильные флуктуации количества локальных популяций или субпопуляций и количества взрослых особей..

На континенте встречается в Дании, Великобритании (EN), Франции, Италии, Австрии (3), Бельгии (MN), Чехия (VU), Германии (3), Нидерланды (CE), Польше, Словакии (VU), Швейцарии (VU), Болгарии, Венгрии (EN), Румынии, Словении (DD), В Восточной Европе – в Российской Федерации, Беларуси, Эстонии (VU), Литве, Украине; встречается редко, в основном в неморальной зоне, отмечено 32 квадрата (рис. 8).

В Беларуси встречается очень редко, в основном, в юго-западной части республики.

На почве, эвтрофный мезофит.

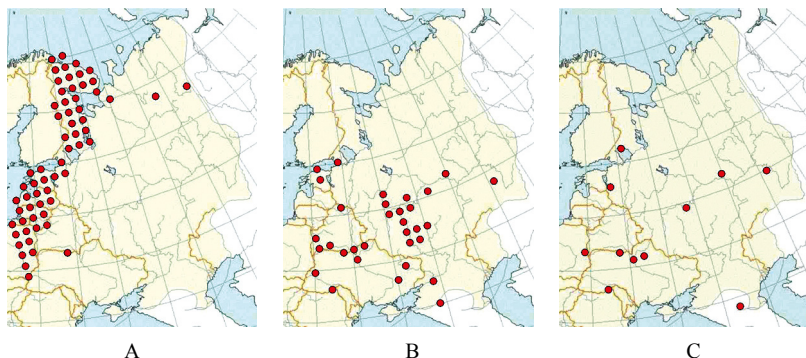


Рис. 8. Распространение в Восточной Европе:
 А – *Moerckia hibernica*, В – *Physcomitrium euristomum*, С – *P. sphaericum*

***Physcomitrium sphaericum* (C.F.Ludw. ex Schkuhr) Brid.**

Редкий неморальный мох семейства Фунариевые.

Статус: Уязвимый – Vulnerable (VU), B2b (ii,iii) с (iii, iv) – занятая территория по оценкам составляет менее чем 2000 км², продолжается сокращение/снижение занятой территории, качества местообитаний; крайне сильные флуктуации количества локальных популяций или субпопуляций и количества взрослых особей.

На континенте встречается в Финляндии (RE), Швеции (RE), Великобритании, Северной Ирландии (VU), Франции, Италии, Испании (DD), Австрии (2); Бельгии (MN), Чехия (VU), Германии (3), Люксембурге (VU), Нидерланды, Польше (R), Швейцарии (RE), Боснии и Герцеговине, Венгрии (DD), Румынии, Сербии (VU), В Восточной Европе – в Российской Федерации, Беларуси (0), Украине; встречается редко, в основном, в неморальной зоне (рис. 8).

Вид включен в Черный список Красной книги Республики Беларусь [4]. Приводился для Малоритского района [18].

На почве, мезотрофный гигромезофит.

Кроме основного списка видов, находящихся под угрозой исчезновения (категории CR, EN, VU) в Красной книге мохообразных Европы для территории Беларуси приводятся 13 видов, отнесенных к категории «находящиеся в состоянии, близком к угрожаемому» (NT):

***Acaulon muticum* (Schreb. ex Hedw.) Müll. Hal.**

Статус – находящийся в состоянии, близком к угрожаемому (NT) – B2b (i, ii,iii, iv,v) – занятая территория по оценкам составляет менее чем 2000 км², очень сильно фрагментирована; продолжается сокращение/снижение занятой территории, качества местообитаний, числа локальных популяций или субпопуляций и числа взрослых особей.

В Восточной Европе редок, в неморальной зоне, 12 квадратов.

Вид включен в Черный список Красной книги Республики Беларусь [4].

***Campyliadelphus elodes* (Lindb.) Kanda (= *Campylium elodes* (Lindb.) Kindb.)**

Статус – находящийся в состоянии, близком к угрожаемому (NT) – A2с – сокращение общей численности на $\geq 30\%$ за последние 10 лет или три генерации вследствие сокращения занятой территории, области распространения и/или ухудшение качества местообитаний.

В Восточной Европе редок, в западной части региона, 12 квадратов.

Вид включен в список профилактической охраны Красной книги Республики Беларусь [4]. Известен только по литературным данным.

***Geocalyx graveolens* (Schrad.) Nees**

Статус – находящийся в состоянии, близком к угрожаемому (NT) – C2a (i) – общая численность, по оценкам, составляет менее чем 10 000 взрослых особей, также имеет место продолжающееся сокращение, наблюдаемое или рассчитанное, числа взрослых особей; ни одна из оцененных субпопуляций не содержит более 1000 взрослых особей.

В Восточной Европе относительно редок, чаще в западной части региона, 45 квадратов.

Вид включен в список профилактической охраны Красной книги Республики Беларусь [4].

Спорадически встречается в Беларуси.

***Helodium blandowii* (F.Weber et D.Mohr) Warnst.**

Статус – находящийся в состоянии, близком к угрожаемому (NT) – A2с – сокращение общей численности на $\geq 30\%$ за последние 10 лет или три генерации вследствие сокращения занятой территории, области распространения и/или ухудшения качества местообитаний.

В Восточной Европе нередок, чаще в бореальной зоне, 108 квадратов.

В Беларуси встречается изредка, практически по всей территории.

***Hypnum imponens* Hedw.**

Статус – находящийся в состоянии, близком к угрожаемому (NT) – B2ab (iii) – занятая территория по оценкам составляет менее чем 2000 км², очень сильно фрагментирована; продолжается сокращение/снижение занятой территории, области распространения и/или качества местообитаний.

В Восточной Европе редкий, только в западной части, 12 квадратов.

Вид включен в список профилактической охраны Красной книги Республики Беларусь [4].

В республике известен только по литературным данным.

***Meesia triquetra* (Richter) Aongstr.**

Статус – находящийся в состоянии, близком к угрожаемому (NT) – C2a (i) – общая численность, по оценкам, составляет менее чем 10 000 взрослых особей, также имеет место продолжающееся сокращение, наблюдаемое или рассчитанное, числа взрослых особей; ни одна из оцененных субпопуляций не содержит более 1000 взрослых особей.

В Восточной Европе встречается нередко, чаще в бореальной зоне, 76 квадратов.

В Беларуси включен в основной список Красной книги – (EN) [4].

Встречается редко, почти по всей территории, около 20 местонахождений.

***Scapania apiculata* Spruce**

Статус – находящийся в состоянии, близком к угрожаемому (NT).

Редко встречается на территории Восточной Европы, г.о. в северо-западной части (25 квадратов).

В Беларуси включен в основной список Красной книги – (EN) [4].

В республике известен из единственного местонахождения в Березинском заповеднике.

***Scorpidium scorpioides* (Hedw.) Limpr.**

Статус – находящийся в состоянии, близком к угрожаемому (NT).

Изредка встречается на территории Восточной Европы, г.о. в северо-западной части (63 квадрата).

В республике встречается изредка, в северо-западной части.

***Splachnum ampullaceum* Hedw.**

Статус – находящийся в состоянии, близком к угрожаемому (NT).

Изредка встречается на территории Восточной Европы, г.о. в северо-западной части (52 квадрата).

В республике встречается редко, в северо-западной части.

***Tomenthypnum nitens* (Hedw.) Loeske**

Статус – находящийся в состоянии близко к угрожаемому (NT) – A2с – сокращение общей численности на $\geq 30\%$ за последние 10 лет или три генерации вследствие сокращения занятой территории, области распространения и/или ухудшения качества местообитаний.

В Восточной Европе нередко, чаще в бореальной зоне, 108 квадратов.

В Беларуси встречается изредка, практически по всей территории.

***Trichocolea tomentella* (Ehrh.) Dumort.**

Статус – находящийся в состоянии близко к угрожаемому (NT) – A2с – сокращение общей численности на $\geq 30\%$ за последние 10 лет или три генерации вследствие сокращения занятой территории, области распространения и/или ухудшения качества местообитаний.

В Восточной Европе встречается в западной части, изредка (90 квадратов).

В Беларуси встречается спорадически.

***Dicranum viride* (Sull. et Lesq. in Sull.) Lindb. (o)**

Статус – подлежит охране согласно Приложению IIb к Директиве Европейского Союза по местообитаниям, Приложению I к Бернской конвенции.

В Восточной Европе встречается нередко, б.ч. в бореально-неморальной зоне (82 квадрата).

В Беларуси включен в основной список Красной книги (VU).

В республике встречается спорадически, известно 25 местонахождений.

***Leucobryum glaucum* (Hedw.) Ångstr.**

Статус – подлежит охране согласно Приложению 5 к Директиве Европейского Союза по местообитаниям.

В Восточной Европе нередок, но только в западной части (73 квадрата).

В Беларуси изредка по всей территории.

Заключение. Среди видов, охраняемых в Европе на территории Беларуси национальный статус охраны имеют 20 видов: 4 – включены в Черный список Красной книги Республики Беларусь, 10 – в основной и 6 – в список профилактической охраны. Значительное количество – 13 видов, пока не имеют национального статуса охраны. Не все из них находятся на территории Беларуси в угрожаемом состоянии, но, несомненно, ряд из них, например, *Hypnum fertile*, *Physcomitrium euristomum*, *Mesoptychia gillmanii*, *Bryum turbinatum*, *B. knowltonii*, *Atrichum angustatum*, *Ptychostomum longisetum*, *Trichocolea tomentella*, *Splachnum ampullaceum*, *Drepanocladus sendtneri* заслуживают того или иного статуса охраны на национальном уровне.

Проведенный нами анализ пространственного распределения охраняемых в Европе видов мохообразных на территории Беларуси (рис. 9) показал неравномерность их распространения. Выделено 3 центра концентрации охраняемых на континенте видов: западный – Беловежская пушта и Гродно, северо-западный – Нарочанский, Браславские озера, Березинский, Минская возвышенность и юго-восточный – Мозырский. Причем печеночные мхи в силу особенностей биологии более тяготеют к западной части страны.

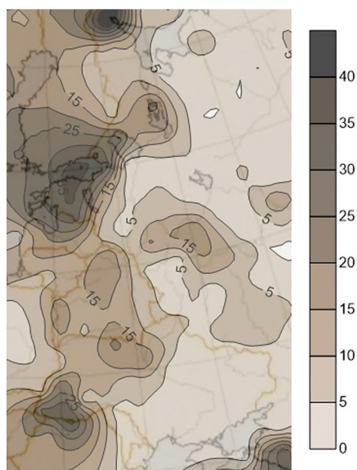


Рис. 9. Пространственное распределение охраняемых в Европе видов мохообразных, произрастающих на территории Беларуси

Основными каналами проникновения на территорию Беларуси редких и исчезающих в Европе видов мохообразных являются Прибалтийский и Карпатский, а также Северо-восточный таежный (для бореальных и бореально-арктических видов).

Литература

1. Чырвоная кніга Беларускай ССР: Рэдкія і тыя, што знаходзяцца пад пагрозай знікнення віды жывел і раслін. Мн., 1981.
2. Чырвоная кніга Беларускай ССР: Рэдкія і тыя, што знаходзяцца пад пагрозай знікнення віды жывел і раслін. Мн.: БелЭн, 1993.
3. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. Мн.: БелЭн, 2005. 456 с.
4. Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений растения. Минск: Беларус. Энцыкл. імя Пётруся Броўкі, 2015. 448 с.
5. Red Data Book of European Bryophytes – European Committee for Conservation of Bryophytes (ECCB), Trondheim, 1995. 291 p.
6. A miniature world in decline : European Red List of mosses, liverworts and hornworts – Brussels, Belgium: IUCN, 2019. 88 p.
7. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. – Gland (Switzerland); Cambridge (U.K.), 2001. 30 p.
8. Масловский О.М. и др. Редкие и исчезающие растения Европы в Беларуси. Минск, 2011. 64 с.
9. Maslovsky O. Atlas of rare and threatened bryophytes of Eastern Europe as candidates to new European Red List. Minsk, 2017. 100 p.
10. Зеров Д.К., Риковский Г.Ф. Нові матеріали до флори печіночників Белорусії // Укр. бот. ж. 1970. Т. 27, № 1. С. 30–35.
11. Szafnagel K. Zapiski bryologiczne. Wilno, 1908. 74 s.
12. Ignatov M.S. & Afonina O.M. (eds.) 1992. Checklist of mosses of the former USSR. – Arctoa. 1992. Vol. 1. P. 1–85.
13. Szepesfalvy J. Beiträge zur Bryo-Geographie des Ostlichen / Ann. Musei Nat. Hungarici. 1926. T. 23.
14. Macuk S. Zespoły roślinne okolic miasteczka Koziany powiatu Brasławskiego / Prace Tow. Przyjaciół Nauk w Wilnie. T. 12, N 17. Wilno, 1930.
15. Крейер Г.К. Луга и болота бассейна реки Ляхвы Могилевской губернии по исследованиям 1912-1914 годов. Юрьев, 1916. Ч. 1. Луга.
16. Konstantinova N.A. et all. Checklist of liverworts (Marchantiophyta) of Russia [Список печеночников (Marchantiophyta) России] Arctoa. 2009. Vol. 18. P. 1–64.
17. Потемкин А.Д., Софронова Е.В. Печеночники и антоцеротовые России. Т. 1. СПб; Якутск, 2009. 368 с.
18. Алексенко М.А. Бриологическая флора Литовского Полесья // Тр. об-ва испыт. Природы при Харьк. ун-те, 1900. Е. 35. С. 39–71.

О. М. МАСЛОВСКИЙ
**ОХРАНЯЕМЫЕ В ЕВРОПЕ МОХОООБРАЗНЫЕ
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

Резюме

В соответствии с критериями IUCN проведен анализ охраняемых на континенте мохообразных, произрастающих на территории Беларуси, и дана характеристика их статуса охраны, распространения на континенте и в Беларуси, данные по их экологии, а также для ряда из них карты распространения в Восточной Европе. Всего на территории Беларуси отмечено 33 вида мохообразных, имеющих международный статус охраны. 21 из них, включен в новый Красный список мохообразных Европы по категориям Cr, En, Vu. Находящихся в состоянии, близком к угрожаемому (Nt) – 11 видов. Кроме того, согласно Директиве ЕС по местообитаниям и Бернской конвенции, охраняются 4 вида мохообразных. Построена карта пространственного распределения охраняемых в Европе видов мохообразных, произрастающих на территории Беларуси, и выделены центры их концентрации в республике.

O. M. MASLOVSKY
**PROTECTED IN EUROPE BRYOPHYTES
IN THE TERRITORY OF BELARUS**

Summary

In accordance with the IUCN criteria, the analysis of protected bryophytes on the continents and in different regions of the country was carried out, as well as the characteristics of their protection, distribution on the continents and in Belarus, as well distribution maps in Eastern Europe. In total, there are 33 species of bryophytes with international conservation status in Belarus. 21 of them are included in the new Red List of bryophytes of Europe in the categories Cr, En, Vu. In a category near to threatened (Nt) are 11 species. In addition, according to the EU Habitat Directive and the Bern Convention, 4 species of bryophytes present in country. Creating a map of the spatial distribution of protected species in Europe on the territory of Belarus and to identify centers of their activity in the republic.

Поступила в редакцию 22.11.2019 г.

А.Н. МЯЛИК

**ОСОБЕННОСТИ ТАКСОНОМИЧЕСКОГО СОСТАВА
АБОРИГЕННОЙ ФРАКЦИИ ФЛОРЫ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ***Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск*

Введение. В последние десятилетия все большее влияние на динамику флоры и растительности приобретают антропогенные факторы. В условиях Белорусского Полесья важнейшими из них являются гидро-мелиоративные работы и сельскохозяйственное освоение осушенных земель [1]. Их совокупное воздействие привело к существенному изменению естественного состава флоры и снижению устойчивости растительного покрова, что возводит в ряд особо актуальных работы, касающиеся всестороннего изучения региональных флор территорий, подвергшихся антропогенному воздействию. С учетом того, что в последние годы в Беларуси возрос интерес к изучению флор отдельных природных регионов (Брестского Полесья [2] и восточной части Беларуси [3]), а также некоторых охраняемых природных территорий (Национального парка «Припятский» [4], Березинского биосферного заповедника [5], ландшафтного заказника «Ельня» [6] и других), возникает необходимость досконального изучения флоры и такого важного естественно-исторического природного региона Полесской низменности как Припятское Полесье.

Данная природная территория, расположенная в центральной части Полесской провинции и в наибольшей мере отражающая особенности этого региона в целом, может рассматриваться как модельный объект для изучения динамики флорного разнообразия под влиянием антропогенных факторов. С учетом того, что флора этой территории на протяжении более чем столетия всесторонне изучалась рядом исследователей [7–11], вовлечение собственных данных позволит дать адекватную оценку ее современного состояния, в том числе и аборигенного компонента, составляющего основу местной флоры и являющегося индикатором ее состояния и тенденций развития.

С учетом вышесказанного определяется актуальность и цель данной работы – выявить особенности таксономического состава современной аборигенной флоры Припятского Полесья.

Материалы и методы исследования. Припятское Полесье в данной работе рассматривается согласно схеме физико-географического районирования Беларуси в европейской десятичной системе [12] как отдельный физико-географический округ, расположенный в центральной части Белорусского Полесья.

В основу работы положены результаты собственных флористических исследований, выполненных на всей территории Припятского Полесья на протяжении 2009–2019 гг. Для установления видового состава аборигенной флоры использованы также фондовые материалы гербарных коллекций ряда учреждений (Белорусского государственного университета (MSKU), Ботанического института имени В.Л. Комарова РАН (LE), Брест-

ского государственного университета имени А.С. Пушкина (BRTU¹), Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины (GMU), Института экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси (MSK), Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (MW) и Центрального ботанического сада НАН Беларуси (MSKH), некоторые флористические сводки [13–15] и отдельные публикации [4, 16].

При оценке видового разнообразия современной аборигенной флоры использован общепринятый подход, согласно которому участие того или иного вида в составе флоры определяется его достоверным нахождением в пределах изучаемой территории на протяжении последних 30–40 лет. В соответствии с этим в список видов сосудистых растений современной аборигенной флоры Припятского Полесья включались таксоны, произрастание которых подтверждено гербарными экземплярами, указаниями в флористических сводках или других публикациях.

Таксономический анализ аборигенной флоры выполнен по стандартным в сравнительной флористике методикам [17]. Рассматривались три основных показателя таксономической структуры, представляющие собою ранжированные ряды: семейств по числу видов, семейств по числу родов и родов по числу видов. При оценке таксономического разнообразия использовались и так называемые пропорции флоры, представляющие среднее число видов в семействе, среднее число родов в семействе и среднее число видов в роде [18].

Результаты и их обсуждение. Согласно схеме флористического районирования Земли [19] территория Припятского Полесья находится в пределах западной части Русской провинции Евросибирской области Бореального подцарства Голарктического царства, что непосредственно сказывается на естественном видовом богатстве рассматриваемой флоры и особенностях ее таксономического состава. Результаты выполненных исследований показывают, что современная аборигенная флора данной территории состоит из 881 вида сосудистых растений, которые относятся к 370 родам и 117 семействам. Всего в пределах Припятского Полесья (с учетом культивируемых интродуцентов) зарегистрировано 2149 видов, относящихся к 840 родам и 172 семействам.

Наиболее объективно оценить таксономическое богатство аборигенной флоры Припятского Полесья можно в сравнении с рядом расположенными территориями, региональные флоры которых достаточно хорошо изучены в последние годы (таблица 1). В целом можно отметить, что рассматриваемая флора по количеству аборигенных видов сопоставима с флорами сопредельных территорий – Брестским Полесьем (в границах Малоритской равнины) [2] и Восточным Полесьем [20]. Несколько более богатым (на 166 видов) выглядит аборигенный компонент флоры Восточного Полесья, поскольку в сравнении с Припятским и Брестским Полесьем этот регион отличается большей площадью, более разнообразными природными и ландшафтными условиями – расположением в пределах предполесских, полесских и лесостепных ландшафтов.

¹ Акроним гербария официально не зарегистрирован.

Таблица 1. Таксономическое богатство
аборигенных флор отдельных регионов Полесья

Показатель	Природный регион Полесья		
	Припятское Полесье	Брестское Полесье [2]	Восточное Полесье [20]
Кол-во видов	881	826	1047
Кол-во родов	370	378	443
Кол-во семейств	117	106	123
Пропорции флоры (среднее количество):			
– видов в семействе	7,5	7,7	8,5
– родов в семействе	3,2	3,6	3,6
– видов в роде	2,4	2,2	2,4

Наиболее ярким показателем таксономической структуры флоры является распределение видов между различными систематическими группами (в первую очередь семействами и родами) и установление их роли в сложении рассматриваемой флоры [21]. В таблице 2 представлены семейства аборигенной флоры, уровень видового богатства которых выше чем средний – 7,5 видов. Всего в составе первых десяти ведущих семейств аборигенной флоры сосредоточено 482 вида (54,71 %) – то есть более половины от их общего числа. Согласно мнению А.И. Толмачева [21] это может свидетельствовать о развитии растительного покрова рассматриваемой территории в условиях, близких к экстремальным, поскольку в сравнительно малом количестве семейств (10 из 117) представлено более половины всего видового аборигенного разнообразия флоры. Схожие закономерности характерны и для аборигенной флоры Восточного Полесья – здесь в составе первых десяти ведущих семейств отмечено 559 видов или 53,37 % от их общего числа [20].

Важнейшим показателем в сравнительной флористике является свойственное данной флоре распределение видов между систематическими категориями высшего ранга – в первую очередь семействами. В соответствии с этим более наглядным является такой показатель таксономической структуры, как спектр ведущих семейств по числу видов, представленный в таблице 2.

В составе аборигенного компонента рассматриваемой флоры по видовой насыщенности первую триаду составляют семейства (Compositae, Gramineae и Surraceae), что является типичным показателем для головной части спектров аборигенных флор Бореальной области [22]. Нахождение космополитного семейства Orchidaceae на высокой 11 позиции свидетельствует о достаточной хорошей сохранности естественного растительного покрова в отдельных частях рассматриваемого региона.

Таблица 2. Ведущие семейства аборигенной флоры Припятского Полесья

Ранг	Семейство	Кол-во видов		Кол-во родов	
		число	% от общего числа	число	% от общего числа
1	Compositae	88	9,99	38	10,27
2	Gramineae	78	8,85	36	9,73
3	Cyperaceae	73	8,29	10	2,70
4	Scrophulariaceae	46	5,22	14	3,78
5	Caryophyllaceae	40	4,54	18	4,86
6	Rosaceae	38	4,31	15	4,05
7	Fabaceae	36	4,09	9	2,43
8	Ranunculaceae	32	3,63	11	2,97
9	Labiatae	26	2,95	17	4,59
10	Umbelliferae	25	2,84	17	4,59
11	Orchidaceae	21	2,38	11	2,97
12	Cruciferae	19	2,16	10	2,70
13	Potamogetonaceae	19	2,16	2	0,54
14	Juncaceae	18	2,04	2	0,54
15	Polygonaceae	17	1,93	3	0,81
16	Salicaceae	17	1,93	2	0,54
17	Campanulaceae	13	1,48	3	0,81
18	Violaceae	13	1,48	1	0,27
19	Rubiaceae	12	1,36	2	0,54
20	Onagraceae	9	1,02	3	0,81
21	Boraginaceae	8	0,91	4	1,08
22	Equisetaceae	8	0,91	1	0,27
Всего		656	74,47	229	61,85

Анализируя данный спектр с помощью методов, предложенных А.П. Хохряковым [23], согласно которым важнейшую роль при оценке сходства или различия флор играет первая триада семейств (определяющая «тип» флоры), а вспомогательную – вторая (определяет «подтип» флоры), можно сделать некоторые выводы. Аборигенная флора рассматриваемого региона по третьему ведущему семейству (за исключением *Compositae* и *Gramineae*) относится к *Cyperaceae*-типу, то есть соответствует флорам так называемой «зоны осоковых», которая занимает весь север и восток Евразии. К такому же типу относятся аборигенные флоры расположенных рядом Брестского [2] и Восточного Полесья [20], Литвы [23], хотя согласно семейственно-видовым спектрам Л.И. Малышева [24] внеарктическая часть Восточной Европы находится в пределах зоны *Fabaceae*-типа. Согласно второй триаде флора Припятского Полесья соответствует *Scrophulariaceae*-подтипу.

Ведущими по числу родов семействами также являются *Compositae*, *Gramineae*, *Caryophyllaceae*, *Umbelliferae*, *Labiatae*, *Rosaceae* и *Scrophulariaceae* (табл. 2). В составе остальных семейств (в том числе и *Cyperaceae*) содержится по 11 и менее родов. Значительная часть семейств аборигенной флоры (104 из 117) представлена 3 и менее родами. Схожие особенности характерны и для аборигенных флор расположенных рядом территорий – Брестского Полесья и Восточного Полесья [2, 20].

Не менее важное значение при таксономическом анализе флоры имеет составление родово-видового спектра, представляющего ранжированный ряд ведущих по числу видов родов (табл. 3). Рассматривая данный спектр анализируемой аборигенной флоры можно отметить численное преобладание бореального рода *Carex*, в составе которого представлено 6,13 % всего видового разнообразия аборигенной флоры. Значительная видовая насыщенность таких родов как *Potamogeton*, *Salix*, *Viola* и *Juncus* также свидетельствует о бореально-температном характере исследуемой флоры. Нахождение в голове спектра термофильных родов *Veronica* и *Trifolium*, наоборот, указывает на связи аборигенной флоры Припятского Полесья с южной частью Европы (Средиземноморьем).

Таблица 3. Спектр ведущих родов аборигенной флоры Припятского Полесья

Ранг	Род	Кол-во видов	% от общего кол-ва
1	<i>Carex</i>	54	6,13
2	<i>Pilosella</i>	21	2,38
3	<i>Potamogeton</i>	18	2,04
4	<i>Salix</i>	15	1,70
5	<i>Juncus</i>	14	1,59
6	<i>Veronica</i>	14	1,59
7	<i>Viola</i>	13	1,48
8	<i>Trifolium</i>	12	1,36
9	<i>Campanula</i>	11	1,25
10	<i>Galium</i>	11	1,25
11	<i>Ranunculus</i>	11	1,25
12	<i>Poa</i>	10	1,14
13	<i>Rumex</i>	10	1,14
14	<i>Dianthus</i>	9	1,02
15	<i>Festuca</i>	8	0,91
Всего		231	26,22

Важно отметить, что значительная часть семейств и родов в составе рассматриваемой флоры являются моновидовыми. Так, всего одним аборигенным видом представлено 40 семейств (34,19%): Araliaceae, Empetraceae, Oleaceae, Scheuchzeriaceae и ряд других. По одному видовому таксону содержится в составе 205 родов (*Clinopodium*, *Lithospermum*, *Paris*, *Thelypteris* и др.), что составляет 55,40% от их общего числа. Все это может указывать на относительную молодость рассматриваемой флоры, ее миграционное происхождение, а также значительное участие в ее составе хорологически детерминированных видов [25].

К показателям таксономического разнообразия относят также «пропорции флоры», выражающиеся в среднем количестве видов в семействе, родов в семействе и видов в роде. Для аборигенной флоры Припятского Полесья эти значения сопоставимы с флорами сопредельных регионов (табл. 1) и в целом характерны для аборигенных флор Восточной Европы в пределах умеренного пояса Голарктики [25].

Заклучение. Результаты выполненных исследований показывают, что современная аборигенная флора Припятского Полесья по видовому разнообразию сходна с флорами рядом расположенных территорий – Брестским Полесьем и Восточным Полесьем. Ее таксономический анализ указывает на бореально-температные черты, что подтверждается соответствием видового состава флоры *Cyperaceae*-типу.

Показатели видовой емкости главенствующих семейств и пропорций аборигенной флоры Припятского Полесья в сравнении с другими природными регионами Полесья свидетельствуют о целостности этой территории как отдельного естественноисторического региона и о его генетически родственных связях с флорами сопредельных территорий.

Данные о видовом составе современной аборигенной флоры и распределении ведущих семейств и родов могут быть использованы в будущем при мониторинговых наблюдениях и оценке динамики флоры под влиянием антропогенных воздействий.

Литература

1. Парфенов В.И. Антропогенные изменения флоры и растительности Белоруссии. Минск, 1985. 294 с.
2. Савчук С.С. Состояние и тенденции развития флоры Брестского Полесья как природной модели антропогенной динамики биоразнообразия. автореф. дис. / Ин-т эксперимент. бот. им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси. Минск, 2013. 23 с.
3. Дубовик Д.В. Современное состояние и тенденции изменения флоры сосудистых растений восточной части Беларуси (таксономический состав, хорологические особенности, вопросы охраны): автореф. дис. / Ин-т эксперим. бот. им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси. Минск, 2009. 23 с.
4. Сосудистые растения Национального парка «Припятский» / под ред. В.И. Парфенова. Минск, 2009. 206 с.
5. Биоразнообразие Березинского биосферного заповедника: сосудистые растения / В.И. Парфенов [и др.]. Минск, 2014. 278 с.
6. Флора и растительность ландшафтного заказника «Ельня» / под ред. Н.Н. Бамбалова. Минск, 2010. 200 с.
7. Пачоскій І.К. Флора Пол'сся і прылежащих м'ёстностей. Часть I / І. К. Пачоскій // Тр. Императ. Санкт-Петербург. о-ва естествоисп. Отд-ние ботан. 1897. Т. 27, вып. 2. С. 1–260.
8. Пачоскій І.К. Флора Пол'сся і прылежащих м'ёстностей (Продолжение) // Тр. Императ. Санкт-Петербург. о-ва естествоисп. Отд-ние ботан. 1899. Т. 29, вып. 3. С. 1–115.
9. Пачоскій І.К. Флора Пол'сся і прылежащих м'ёстностей (Окончание) // Тр. Императ. Санкт-Петербург. о-ва естествоисп. Отд-ние ботан. 1900. Т. 30, вып. 3. С. 1–103.
10. Михайловская В.А. Флора Полесской низменности. Минск, 1953. 453 с.
11. Парфенов В.И. Флора Белорусского Полесья: современное состояние и тенденции развития. Минск, 1983. 295 с.
12. Нацыянальны атлас Беларусі / Кам. па зямел. рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Савеце Міністраў Рэсп. Беларусь. Мінск, 2002. 292 с.
13. Флора Беларусі. Сосудистые растения. Т. 3. / под ред. В.И. Парфенова. Минск, 2017. 573 с.

14. Флора Беларуси. Сосудистые растения. Т. 2. / под ред. В.И. Парфенова. Минск, 2013. 447 с.
15. Флора Беларуси. Сосудистые растения. Т. 1. / под ред. В.И. Парфенова. Минск, 2009. 199 с.
16. Дубовик Д.В. // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця. 2012. Вып. 5. С. 86–88.
17. Толмачев А.И. Методы сравнительной флористики и проблемы флоргенеза. Новосибирск, 1986. 195 с.
18. Шмидт В.М. Статистические методы в сравнительной флористике. Л., 1980. 176 с.
19. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. Л., 1978. 247 с.
20. Лукаш О.В. Флора судинних рослин Східного Полісся: структура та динаміка. Київ, 2009. 200 с.
21. Толмачев А.И. Введение в географию растений. Л., 1974. 244 с.
22. Толмачев А.И. // Вестн. Ленингр. ун-та. Сер. биол. 1970. № 9. С. 71–83.
23. Хохряков А.П. // Бот. журн. 2000. Т. 85, № 5. С. 1–11.
24. Малышев Л.И. Флористические спектры Советского Союза // История флоры и растительности Евразии. Л., 1972. С. 17–40.
25. Морозова О.В. Таксономическое богатство флоры Восточной Европы : факторы пространственной дифференциации. М., 2008. 328 с.

А.Н. МЯЛИК

ОСОБЕННОСТИ ТАКСОНОМИЧЕСКОГО СОСТАВА АБОРИГЕННОЙ ФРАКЦИИ ФЛОРЫ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Резюме

В статье представлены особенности таксономической структуры аборигенной флоры Припятского Полесья. Установлено, что на современном этапе развития она представлена 881 видом, относящимся к 370 родам и 117 семействам. По расположению ведущих семейств она относится к Сурегасеае-типу и соответствует флорам расположенных рядом территорий – Брестского Полесья и Восточного Полесья.

A.M. MALIK

FEATURES OF THE TAXONOMIC COMPOSITION OF THE NATIVE FLORA FRACTION OF PRIPYAT POLESIE

Summary

The article presents the features of the taxonomic structure of the native flora of Pripyat Polesie. It is established that at the present stage of development it is represented by 881 species belonging to 370 genera and 117 families. According to the location of the leading families, it belongs to the Cyperaceae-type and corresponds to the flora of the adjacent territories – Brest Polesie and Eastern Polesie.

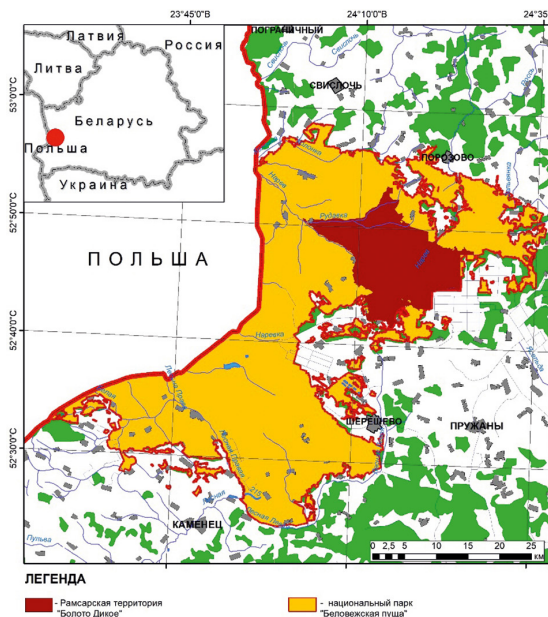
Поступила в редакцию 24.09.2019 г.

УДК 528.92/.93: 581.5

**Д.Г. ГРУММО, Р.В. ЦВИРКО, Н.А. ЗЕЛЕНКЕВИЧ, Е.Я. КУЛИКОВА
К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ КРУПНОМАСШТАБНОЙ
КАРТЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА
«БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»**

*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
НАН Беларуси, Минск*

Введение. Беловежская Пуща – одна из старейших заповедных территорий Европы. Первые упоминания о ней относятся к началу XV в. Сохранению уникального Беловежского лесного массива способствовало то, что в разные эпохи он являлся традиционным местом охоты литовских, польских, русских монархов и высокопоставленных особ. Национальный парк «Беловежская пуща» – особо охраняемая природная территория (ООПТ) – расположена на юго-западе Беларуси (на границе с Республикой Польша), в пределах Каменецкого и Пружанского районов Брестской области, Свислочского района Гродненской области (рис. 1).



**Рис. 1. Географическое положение
национального парка «Беловежская пуща»**

Площадь парка – 150 тыс. га. Объект исследования имеет высокий природоохранный статус: национальный парк (с 1991 г.), Всемирное культурное наследие ЮНЕСКО (с 1992 г.), биосферный резерват ЮНЕСКО (с 1993 г.). Водно-болотное угодье «Болото Дикое», входящее в состав ООПТ, имеет статус Рамсарской территории (с 2015 г.).

История изучения растительности Беловежской пуши. Первая карта лесов Беловежской пуши была составлена студентами Петербургской лесной академии при проведении лесоучетных работ в 1825 г. [1]. Однако она, к сожалению, до настоящего времени не сохранилась (во всяком случае в доступных литературных и архивных источниках). Самой раритетной из сохранившихся карт, отражающих разнообразие растительного покрова пуши, является карта, составленная по материалам лесоустройства 1860 г. Растительность здесь была отражена довольно обобщенными типологическими единицами: сосновый, еловый, лиственный лес, болото и т.д.

В конце XIX века лесоустройством Беловежской пуши занимался один из первых ученых-лесотипологов России Н.К. Генко [2]. Результаты исследования были обобщены им в ряде работ [3–5]. В этих публикациях была представлена оригинальная классификация типов лесных насаждений, которая нашла свое отражение на лесоустроительных картах Беловежской пуши того времени. Рисунок растительного покрова заповедной территории на них была отражен еще достаточно схематично: сосна по сухому месту, сосна по болоту, лиственный лес по сухому месту и по болоту и т.д., болото, сенокос и т.д.

В 1910–1914 гг. проводилось лесоустройство под руководством ученого-лесовода Е.В. Алексеева. Был составлен картографический план хозяйства, который в настоящее время считается утерянным [1].

С 1923 по 1928 гг. директором резервата «Беловежская пуца»¹ являлся известный польский ботаник И.К. Пачоский. Он активно исследовал растительность Беловежской пуши, в 1930 г. была опубликована его известная работа «*Lasy Białowieży*» [6], в которой дан подробный анализ типологической структуры лесов данной территории. Однако ни геоботаническая, ни лесотипологическая карты в этом издании не приводятся и, по-видимому, исследователем не составлялись.

В работе М.Р. Романова [7] представлена схема размещения 12 типов леса в Беловежской пуше в виде эдафической сетки местообитаний на основании соотношения растительности, богатства почвы и ее увлажнения. Данная схема типов с некоторыми изменениями была использована польскими таксаторами при проведении лесоустроительных работ в пуше под руководством В.И. Станкевича в 1930 г. На этой лесоводственно-таксационной документации и картографической основе проводилось послевоенное лесоустройство 1952 г. [1].

¹ С 1919 по 1939 гг. вся территория Беловежской пуши находилась под юрисдикцией Польши.

Составление геоботанической карты «белорусской части»¹ Беловежской пуши являлось актуальной научной задачей начиная с конца 1940-х гг. Над ее созданием работали: в 1947–1956 гг. В.М. Николаева [8–10], в 1955–1957 гг. Б.М. Зефирова [11], в 1957–1974 гг. Н.С. Смирнов [11, 12]. Проводились исследования силами сотрудников научного отдела заповедно-охотничьего хозяйства «Беловежская пуша», также привлекались студенты старших курсов лесотехнических институтов Минска, Львова, Казани, Ленинграда. К сожалению, полноценная карта растительности, несмотря на большое количество фактического материала, так и не была составлена. Лишь В.М. Николаева приводит «Схематическую карту распределения лесов Беловежской пуши» [9], составленную на основе лесотипологической классификации И.Д. Юркевича [13–15].

В 1975 г. под руководством И.Д. Юркевича и Д.С. Голода была составлена среднемасштабная «Карта растительности Белорусской ССР» (М 1 : 300 000) [16], на которой отражена и растительность Беловежской пуши. Эта работа до настоящего времени и являлась наиболее детальной геоботанической картой ООПТ из сохранившихся в архивах.

В 1980–1985 гг. в Беловежской пуше проводились работы по созданию крупномасштабной карты растительности. К сожалению, карта, вычерченная 2-й минской лесоустроительной экспедицией [17, 18], так и не появилась в открытой печати и к настоящему времени считается утраченной. В научных архивах осталась только легенда карты, которая была разработана В.С. Гельтманом и В.Н. Толкачем на основе традиционного в отечественной картографии эколого-фитоценотического (доминантного) подхода [17].

В 2014–2015 гг. проведено очередное, 11-е лесоустройство Беловежской пуши, карта лесов построена на основе принятой типологической классификации [19].

В отличие от «белорусской» части, растительность «польского» сектора Беловежской пуши исследована более детально. С 1952 г. в п. Беловежа работает геоботаническая станция Варшавского университета, где развернуты оригинальные исследования в области геоботанического картографирования. Карты растительности как в целом Беловежского национального парка, так и отдельных его участков приводятся в научных публикациях [20–25 и др.].

Таким образом, проблема инвентаризации растительности национального парка «Беловежская пуша» с составлением крупномасштабной геоботанической карты до настоящего времени остается открытой и актуальной. С учетом современных тенденций развития тематического картографирования эти исследования необходимо было реализовать на принципиально новой платформе с использованием ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли.

¹ В 1945 г. массив Беловежской пуши был разделен на 2 части при проведении государственных границ между Польской Народной Республикой и СССР.

Особенности растительного покрова Беловежской пуши и положение объекта в системе геоботанического районирования. Предваряя обзор карты растительности, следует кратко рассмотреть место «белорусской» части Беловежской пуши в системе геоботанического районирования, чтобы обосновать некоторые синтаксономические решения при тематическом картографировании.

Зональная структура растительности Беларуси определяется соотношением бореальных хвойных и неморальных лиственных лесов. Одним из критериев разграничения Евразийской таежной (хвойнолесной) и Европейской широколиственнолесной зон на территории Беларуси является граница сплошного распространения *Picea abies* (L.) H. Karst. [26]. Для северной части страны была выделена геоботаническая подзона дубово-темнохвойных лесов, для южной – подзона широколиственно-сосновых лесов. Между ними (в составе Евразийской таежной зоны) выделена подзона грабово-дубово-темнохвойных лесов, для которой характерно сочетание сосновых боров и ельников, близких по составу и структуре к лесам северной части Беларуси, с широколиственно-хвойными и широколиственными лесами, преобладающими в южной части страны. Так, северная граница данной подзоны протекает вблизи северо-восточной границы ареала *Carpinus betulus* L., южная – вблизи южной границы сплошного распространения *Picea abies*. Территориально подзона соответствует Прибалтийско-Белорусской ботанико-географической подпровинции [27].

Беловежская пуца расположена в юго-западной части Беларуси в пределах подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов, Неманско-Предполесского округа и образует Беловежский геоботанический район (Юркевич, 1979). На данной территории широко распространены елово-сосновые и еловые кустарничково-зеленомошные леса южнотаежного облика, широколиственно-еловые леса с *Carpinus betulus*, дубово-грабово-сосновые и широколиственные леса с *Picea abies* и без нее. С одной стороны, здесь встречаются типичные сообщества, характерные для южной тайги, с другой – леса, характерные для Полесского региона. Видовой состав растительных сообществ часто образован различными географическими элементами – бореальными, средневропейскими, южносибирскими, субпонтическими, атлантическими. Однако, как справедливо отмечает Я. Б. Фалинский, большинство лесных сообществ Беловежской пуши относится к субконтинентальным или суббореальным «разновидностям», т. е. более сходно с лесами, расположенными далее к северу и востоку, а «торфяной ельник», например, здесь является реликтом голоценовой тайги [27].

Принятая в легенде синтаксономическая схема согласуется с положением данной территории в системе геоботанического районирования. Хвойные и мелколиственные леса с развитым моховым покровом и преобладанием бореальных кустарничков и трав представлены синтаксономии класса *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939, мезофитные широколиственные леса, а также мелколиственные и сосновые неморально-отравные леса с *Carpinus betulus* отнесены к классу *Carpino-Fagetea sylvaticae* Jakucs ex Passarge 1968.

Методы исследований. Геоботаническая карта национального парка «Беловежская пушта» составлена в масштабе 1:100 000 и относится к типу обобщенных крупномасштабных. При составлении карты авторами были поставлены следующие задачи: отразить ценотическое разнообразие растительности, установить основные типологические категории сообществ и группировок (синтаксоны), дать оценку современного состояния растительного покрова, выявить наиболее ценные с природоохранной точки зрения объекты растительного покрова.

Карта составлена на основе авторских результатов исследования (2013–2018 гг.), анализа разновременной аэрокосмической информации, литературных и картографических источников, материалов земле- и лесоустройства.

Работа по составлению геоботанической карты включала 4 этапа.

1. *Предполевой (камеральный) этап* включал следующие подэтапы.

1.1. Сбор фондовых, архивных и литературных данных на территорию исследуемого объекта.

1.2. Подбор материалов космической съемки.

Для картографирования растительности были подобраны безоблачные космические снимки спутника Pleiades (сцена за 21.06.2013 г.) с разрешением 0,7 (после обработки – 0,5) м (панхроматический режим) 2,8 (после обработки – 2,0) м (мультиспектральный режим). Для анализа динамики растительного покрова использовался архив спутниковых данных программы Landsat (за период 1985–2018 гг.). Для валидации результатов исследований также использованы изображения, подготовленные на основе снимков высокого и сверхвысокого разрешения, доступных на геосервисах (Яндекс-карты, GoogleMaps, ESRI, Bing).

1.3. Первичная обработка космических снимков включала следующие работы: ввод и формирование изображения; предварительную обработку изображения (радиометрическую, геометрическую коррекцию, подавление шумов); создание синтезированных цветных изображений из комбинации спектральных каналов и др.

1.4. Проведение неконтролируемой автоматической классификации (метод *isodata*). Количество классов при такой обработке снимка соответствует предварительной легенде карты, составленной при изучении фондового материала, литературных источников, визуальном дешифрировании территории. Автоматическую классификацию проводили для всего набора цветных композитных изображений, созданных на основе различных синтезов спектральных каналов.

Перед обработкой лесные участки были исключены путем маскирования. Для них в качестве основы для разработки карты типов дешифровочных выделов использовались материалы базового лесоустройства. Это была вынужденная, но оправданная мера, поскольку лесоустроительные работы проводились с использованием более детальной аэрофотосъемки, в таксационных описаниях содержатся необходимые для демаркации некоторых картируемых единиц лесоводственно-таксационные характеристики (состав, возраст, бонитет насаждения, тип леса и др.).

1.5. Составление предварительной карты. Данный этап является завершающим моментом подготовительного периода. Для территории парка создавалось комбинированное цветное изображение (прекарта типов дешифровочных выделов), состоящее из материалов лесоустройства (т.н. «лесная зона») и данных неконтролируемой автоматической классификации (нелесные земли). Прекарта, составленная в результате предварительного дешифрирования, является основным материалом для планирования полевых исследований.

Все операции с пространственными данными выполнены в специализированных программных пакетах (ENVI, ArcGIS), а также с использованием платформы облачных вычислений Google Earth Engine.

2. *Полевые исследования* предусматривали наземное дешифрирование растительности по материалам спутниковой съемки. Работы в «лесной зоне» национального парка были направлены на проверку и уточнение выделения типов лесных растительных сообществ при базовом лесоустройстве. Рисунок растительного покрова нелесных земель (болота, луга, пашни и залежи, вырубки) создавался в результате детального полевого обследования.

В ходе полевых описаний проводился сбор данных о состоянии растительности классическими геоботаническими методами [28], но с использованием GPS-приемника для привязки точек описаний и треков путевых маршрутов.

При проведении наземных работ сопоставлялись данные прекарты с наземными данными. В зависимости от полученных результатов, ранее выделенные классы могли объединяться или разделяться на несколько независимых. Количество пунктов наземных исследований для каждого класса могло варьировать в зависимости от однородности или неоднородности рисунка растительного покрова. Для всех новых или сложных для интерпретации классов количество точек описания было увеличено, чтобы при контролируемой автоматизированной классификации можно было набрать достаточный набор эталонных участков.

Дополнительно в специальных разделах бланков геоботанических описаний вносили информацию о степени нарушенности растительности, основных ведущих факторах природной и антропогенной динамики, наличии редких и охраняемые видов растений и т.д.

Всего в ходе полевых исследований выполнено 1851 геоботаническое описание, в т.ч. 743 «лесных» описания, 452 «болотных», 576 «луговых, сеgetальных, рудеральных». Схема маршрута полевых описаний представлена на рис. 2. Объем полевых исследований позволил выявить и устранить возможные ошибки, возникающие при базовом лесоустройстве, провести описания практически всех крупных выделов растительности прекарты, а также набрать достаточный объем наземных эталонов для «нелесных» земель.

3. *Постполевого (камеральный) этап* включал 10 подэтапов.

3.1. Подготовка картографической основы.

3.2. Камеральная обработка полевых материалов.

Составлялись таблицы описаний фитоценозов. Помимо флористического состава и структуры сообществ, большое внимание уделялось характеристике древесного яруса. Это было необходимо не только для типизации лесных сообществ, но и для отграничения их от фитоценозов лесных болот.

Для обработки геоботанических описаний и построения синтаксономической системы использована интегрированная ботаническая информационная система JUICE, на платформе которой с помощью программы TWINSPLAN была выполнена первичная сортировка описаний и выделение однородных по флористическому составу групп.

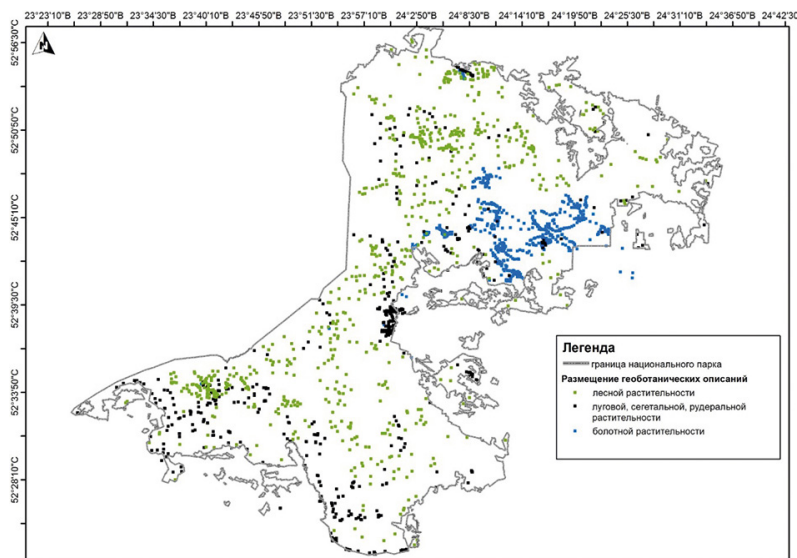


Рис. 2. Размещение маршрутов исследований (2013–2018 гг.) на территории национального парка «Беловежская пушча»

На втором этапе в пределах каждой группы (кластеров) была произведена выбраковка описаний, отклоняющихся по составу, а также с переходными (промежуточными) признаками между соседними кластерами. Далее проводили анализ с выделением диагностических, константных, доминантных видов и составлением характеризующих и синоптических таблиц. Диагностические виды синтаксонов определялись в большинстве случаев соответственно значений коэффициента верности (ϕ -коэффициент), пороговые значения которых приняты на уровне 15 (для удобства он умножен на 100), для «высоко диагностических» видов – >50 . При расчетах ϕ -коэффициента проведена процедура выравнивания групп описаний.

3.3. Разработка итоговой легенды.

На карте отражен современный растительный покров, который представляет динамическую систему сообществ, как естественных (слабо-нарушенных), так и находящихся в разных стадиях восстановления или деградации.

Легенда построена по иерархическому принципу. Высшие единицы легенды – типы и группы типов растительности эколого-фитоценотической классификации. Таких категорий – 5: лесная, кустарниковая, болотная, луговая, антропогенная растительность (довольно обобщенная типологическая категория, которая объединяет рудеральную, сегетальную растительность, растительность вырубок). Лесная растительность далее подразделена на хвойные, широколиственно-хвойные, широколиственные, мелколиственные леса, которые также являются единицами эколого-фитоценотической классификации.

Основной картируемой единицей является ассоциация – синтаксон флористической классификации растительности (метод Браун-Бланке). Выбор в пользу этого методологического подхода был обусловлен рядом причин. Во-первых, геоботаническое картографирование с применением флористического подхода позволяет выделить довольно крупные единицы хорошо очерченной экологии и динамического статуса. Во-вторых, для польской части Беловежской пушчи карты растительности традиционно составляются именно на основе данного подхода. Применение единого подхода к созданию геоботанических карт позволит в дальнейшем интегрировать исследования белорусских и польских ученых, расширять трансграничное сотрудничество в области сохранения ценофона этого природного раритета.

3.4. Составление дополнительных вспомогательных тематических карт, отражающих динамику растительности, локализацию факторов негативного воздействия антропогенного и естественного происхождения и др. (рис. 3, 4). Это было необходимо для идентификации сообществ восстановительных фаз ассоциаций флористической классификации (основная картируемая единица), определение зон влияния хозяйственного воздействия на структуру растительных сообществ.

При построении таких карт использовались как результаты собственных наземных и дистанционных исследований (ретроспективный анализ архива спутников программы Landsat), так и данные доступных web-gis проектов для мониторинга биоразнообразия и хозяйственного воздействия (Global Forest Watch, Land Cover Dynamics, OneSoil и др.).

3.5. Насыщение геоботанической информацией планов лесонасаждений: определение синтаксономической единицы карты устранение погрешностей типизации лесных растительных сообществ, изменение их контуров.

3.6. Создание обучающих выборок эталонов (для растительности нелесопокрытой территории национального парка) и выполнение предварительной классификации.

Для каждого класса эталонов случайным образом были сформированы тренировочная (70%), тестовая выборки (30%) и выполнена предварительная классификация методом Random Forest с различными параметрами.

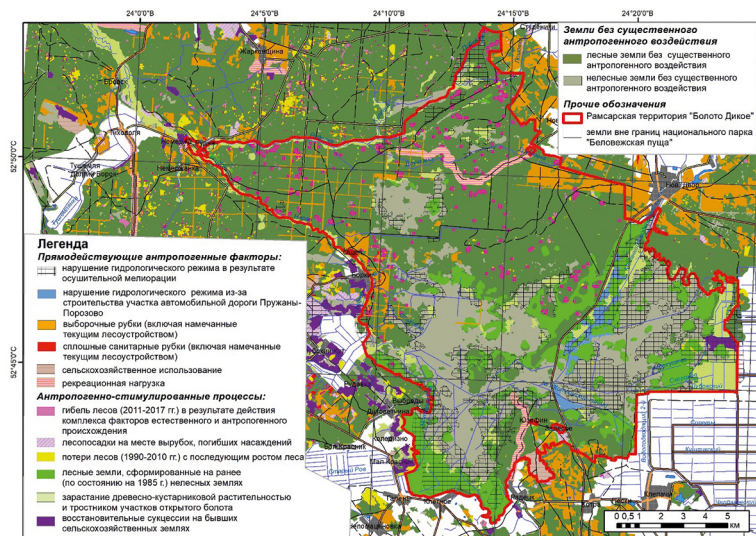


Рис. 3. Фрагмент карты локализации факторов, оказывающих негативное воздействие на растительный покров национального парка «Беловежская пушча»

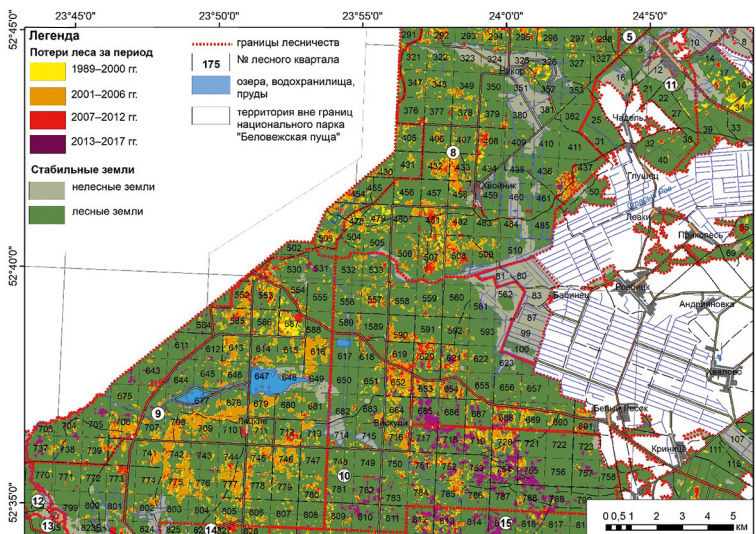


Рис. 4. Фрагмент карты гибели древостоев на территории национального парка «Беловежская пушча» по разновременным периодам

Для классификации использовался алгоритм контролируемой классификации изображения с предварительной сегментацией. Этот объектно-ориентированный процесс похож на традиционный подход к классификации пиксельного изображения, использующий методы контролируемой и неконтролируемой классификации. Однако вместо того, чтобы классифицировать пиксели, процесс классифицирует сегменты, которые можно рассматривать как суперпиксели (SNIC-Simple Non-Iterative Clustering). Алгоритм классификации включает 3 основные операции [29].

3.6.1. Сегментация изображения – группирует вместе соседние пиксели со сходным цветом и геометрическими характеристиками.

3.6.2. Обучение классификатора – выполняется с использованием набора тренировочных данных (полевых описаний) и сегментированного растра по алгоритму Random Forest.

3.6.3. Классификация растра. Выходными данными является набор тематических растровых данных в соответствии со схемой, разработанной в процессе обучения.

Общее количество полигонов обучающей выборки – 1018, их площадь – 1715 га. Каждый полигон получил номинальное цифровое значение в зависимости от принадлежности к определенному синтаксону. Для анализа и построения легенды карты использовались не все синтаксоны, выделенные при классификации растительности. В эту выборку были отобраны только те синтаксономические единицы, которые достоверно (точность выделения >60%) распознавались в ходе предварительного анализа. Качество классификации оценивалось с использованием полной матрицы ошибок, в которой используется кросс-табуляция для установления соответствия между полученными разными способами значениями идентичных классов. Классы, качество выделения которых было <60%, объединялось с близкими классами.

3.7. Проведение итоговой контролируемой классификации (аналогично п. 3.6).

3.8. Оценка достоверности результатов итоговой классификации (аналогично п. 3.6). Достоверность классификации в наших исследованиях составила в среднем 83,7%.

3.9. Объединение аналитических карт, генерализация (геометрическая и географическая), создание единого векторного слоя, расчет площадей картируемых единиц.

3.10. Создание составительского оригинала карты.

4. *Полевая проверка геоботанической карты.* В полевых условиях (2018 г.) проводилась проверка карты растительности ООПТ с составлением итогового протокола достоверности.

Результаты и их обсуждение.

Фрагмент карты растительности национального парка «Беловежская пуща» представлен на рис. 5. Полная легенда карты национального парка «Беловежская пуща» представлена в табличной форме (табл. 1). В первом столбце указан номер легенды, во втором – приведены названия растительных сообществ на доминантной основе, в третьем – синтаксоны флористической классификации, в четвертом и пятом – сведения о занимаемой площади (га и %).

Таблица 1. Легенда и структура растительного покрова национального парка
«Беловежская пуща» (по состоянию на 2018 г.)

№ легенды	Растительные сообщества	Синтаксоны	Площадь	
			га	%
I. ЛЕСНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ			124246,3	82,9
ХВОЙНЫЕ, ШИРОКОЛИСТВЕННО-ХВОЙНЫЕ ЛЕСА И ВТОРИЧНЫЕ МЕЛКОЛИСТВЕННЫЕ ЛЕСА НА ИХ МЕСТЕ			80369,8	53,3
1	Сосновые лишайниково-зеленомошные	Acc. <i>Cladonia rangiferinae</i> – <i>Pinetum sylvestris</i> Juraszek 1928	58,0	<0,1
2	Сосновые кустарничково-зеленомошные	Acc. <i>Peucedano oreoselini</i> – <i>Pinetum sylvestris</i> W. Matuszkiewicz 1962	29612,9	19,6
2a	Сосново-березовые с елью, дубом кустарничково-зеленомошные с лугово-лесными видами	Acc. <i>Peucedano oreoselini</i> – <i>Pinetum sylvestris</i> W. Matuszkiewicz 1962 фацция <i>Betula pendula</i>	392,4	0,3
2b	Сосновые и березово-сосновые молодняки с разреженным травяно-кустарничковым покровом и зелеными мхами	Acc. <i>Peucedano oreoselini</i> – <i>Pinetum sylvestris</i> W. Matuszkiewicz 1962 вариант <i>inops</i>	2161,1	1,4
3	Дубово-елово-сосновые кустарничково-травяно-зеленомошные	Acc. <i>Quercu roboris</i> – <i>Pinetum sylvestris</i> W. Matuszkiewicz et Polakowski 1955	24274,3	16,1
3a	Березовые с осиной, сосной, елью, дубом злаково-орляковые с зелеными мхами	Acc. <i>Quercu roboris</i> – <i>Pinetum sylvestris</i> W. Matuszkiewicz et Polakowski 1955 фацция <i>Betula pendula</i>	1996,1	1,3
3b	Дубово-елово-сосновые злаково-орляковые молодняки	Acc. <i>Quercu roboris</i> – <i>Pinetum sylvestris</i> W. Matuszkiewicz et Polakowski 1955 вариант <i>inops</i>	1572,2	1,0
4	Сосновые и елово-сосновые чернично-зеленомошные, в сочетании с кустарничково-молиниевыми-сфагново-долгомошными	Acc. <i>Molinio caeruleae</i> – <i>Pinetum sylvestris</i> W. Matuszkiewicz et J. Matuszkiewicz 1973	9613,0	6,4
4a	Березовые с сосной сфагново-долгомошные с болотными кустарничками, заболачивающиеся	Субасс. <i>Molinio caeruleae</i> – <i>Pinetum sylvestris ledetosum palustris</i> фацция <i>Betula pubescens</i>	386,0	0,3
4b	Березовые с сосной молиниевыми-долгомошными	Acc. <i>Molinio caeruleae</i> – <i>Pinetum sylvestris</i> W. Matuszkiewicz et J. Matuszkiewicz 1973 фацция <i>Betula pendula</i>	530,2	0,4
5	Сосновые кустарничково-сфагновые	Acc. <i>Vaccinio uliginosi</i> – <i>Pinetum sylvestris</i> de Kleist 1929	1083,5	0,7
5a	Сосновые кустарничково-сфагново-зеленомошные, осушенные	Acc. <i>Vaccinio uliginosi</i> – <i>Pinetum sylvestris</i> de Kleist 1929 вариант <i>Vaccinium myrtillus</i>	256,1	0,2
6	Сосновые пушицево-кустарничково-сфагновые	Acc. <i>Sphagno</i> – <i>Pinetum sylvestris</i> Kobendza 1930	92,8	0,1
7	Сосновые и пушистоберезово-сосновые с елью и ольхой черной осоково-травяно-гипново-сфагновые	Сооб. <i>Pinus sylvestris</i> – <i>Carex appropinquata</i> – <i>Sphagnum centrale</i>	1022,6	0,7

Продолжение табл. 1

№ легенды	Растительные сообщества	Синтаксоны	Площадь	
			га	%
8	Еловые и широколиственно-еловые кисличные с неморальными травами и зелеными мхами	Acc. <i>Quercu roboris–Piceetum abietis</i> W, Matuszkiewicz et Polakowski 1955	1143,0	0,8
8a	Широколиственно-елово-сосновые кисличные с участием неморальных трав и зелеными мхами	Acc. <i>Quercu roboris–Piceetum abietis</i> W, Matuszkiewicz et Polakowski 1955 фация <i>Pinus sylvestris</i>	1987,8	1,3
8b	Елово-березовые сложные (с дубом, липой, кленом, грабом) кисличные с участием неморальных видов	Acc. <i>Quercu roboris–Piceetum abietis</i> W, Matuszkiewicz et Polakowski 1955 фация <i>Betula pendula</i>	757,3	0,5
8c	Елово-осиновые сложные (с дубом, липой, кленом, грабом) кисличные	Acc. <i>Quercu roboris–Piceetum abietis</i> W, Matuszkiewicz et Polakowski 1955 фация <i>Populus tremula</i>	410,1	0,3
8d	Еловые с дубом молодняки злаково-орляково-кисличные	Acc. <i>Quercu roboris–Piceetum abietis</i> W, Matuszkiewicz et Polakowski 1955 вариант <i>inops</i>	506,1	0,3
9	Еловые чернично-сфагново-долгомошные	Acc. <i>Sphagno girgensohnii–Piceetum abietis</i> Polakowski 1962	626,9	0,4
9a	Березовые и елово-березовые чернично-сфагново-долгомошные	Acc. <i>Sphagno girgensohnii–Piceetum abietis</i> Polakowski 1962 фация <i>Betula pendula</i>	732,8	0,5
9b	Черноольхово-еловые приручевые	Acc. <i>Carici remotae–Piceetum abietis</i> Semenishchenkov 2014	181,5	0,1
9c	Елово-сосновые с ольхой черной приручевые	Acc. <i>Carici remotae–Piceetum abietis</i> Semenishchenkov 2014 фация <i>Pinus sylvestris</i>	973,1	0,6
ШИРОКОЛИСТВЕННЫЕ ЛЕСА И ВТОРИЧНЫЕ МЕЛКОЛИСТВЕННЫЕ ЛЕСА НА ИХ МЕСТЕ			15216,9	10,2
10	Смешанные липово-дубово-грабовые неморально-травяные	Acc. <i>Tilio cordatae–Carpinetum betuli</i> Traczyk 1962	4283,0	2,9
10a	Дубравы сложные (с липой, грабом, кленом, елью) неморально-травяные	Acc. <i>Tilio cordatae–Carpinetum betuli</i> Traczyk 1962 фация <i>Quercus robur</i>	3421,4	2,3
10b	Сосновые сложные (с дубом, липой, кленом, грабом) неморально-травяные	Acc. <i>Tilio cordatae–Carpinetum betuli</i> Traczyk 1962 фация <i>Pinus sylvestris</i>	4656,7	3,1
10c	Березовые сложные (с осиной, дубом, липой, кленом, грабом) неморально-травяные	Acc. <i>Tilio cordatae–Carpinetum betuli</i> Traczyk 1962 фация <i>Betula pendula</i>	2205,4	1,5
10d	Осиновые сложные (с дубом, липой, кленом, грабом) неморально-травяные	Acc. <i>Tilio cordatae–Carpinetum betuli</i> Traczyk 1962 фация <i>Populus tremula</i>	650,4	0,4
ЛИСТВЕННЫЕ ЛЕСА В ДОЛИНАХ РЕК			9664,1	6,6
11	Черноольховые и ясеневочерноольховые снытевые	Acc. <i>Stellario nemorum–Alnetum glutinosae</i> Lohmeyer 1957	1587,5	1,1
11a	Ясеневочерноольховодубовые снытевые	Acc. <i>Stellario nemorum–Alnetum glutinosae</i> Lohmeyer 1957 фация <i>Quercus robur</i>	85,8	0,1

Продолжение табл. 1

№ легенды	Растительные сообщества	Синтаксоны	Площадь	
			га	%
12	Черноольховые с елью, ясенем сложные, высокотравные, заболоченные	Acc. <i>Circaeο alpinae</i> – <i>Alnetum glutinosae</i> Oberd, 1953	6530,9	4,4
12a	Черноольхово-еловые высокотравные, заболоченные	Acc. <i>Circaeο alpinae</i> – <i>Alnetum glutinosae</i> Oberd, 1953 фация <i>Picea abies</i>	456,3	0,3
12b	Березовые и черноольхово-березовые высокотравные, заболоченные	Acc. <i>Circaeο alpinae</i> – <i>Alnetum glutinosae</i> Oberd, 1953 фация <i>Betula pendula</i>	557,1	0,4
12c	Березовые и черноольхово-березовые крапивные молодняки	Acc. <i>Circaeο alpinae</i> – <i>Alnetum glutinosae</i> Oberd, 1953 вариант <i>inops</i>	446,5	0,3
ЛИСТВЕННЫЕ БОЛОТНЫЕ ЛЕСА			18995,5	12,8
13	Черноольхово-кочедыжниковые	Acc. <i>Carici elongatae</i> – <i>Alnetum glutinosae</i> Tüxen 1931	10039,3	6,7
13a	Черноольхово-березовые кочедыжничково-таволговые	Acc. <i>Carici elongatae</i> – <i>Alnetum glutinosae</i> Tüxen 1931 фация <i>Betula pendula</i>	1894,7	1,3
14	Черноольховые гидрофильно-травяно-осоковые	Acc. <i>Carici acutiformis</i> – <i>Alnetum glutinosae</i> Scamoni 1935	2215,9	1,5
14a	Березовые гидрофильно-травяно-осоковые	Acc. <i>Carici acutiformis</i> – <i>Alnetum glutinosae</i> Scamoni 1935 фация <i>Betula pubescens</i>	576,0	0,4
15	Черноольховые болотнопапоротниковые	Acc. <i>Thelypterido palustris</i> – <i>Alnetum glutinosae</i> Klika 1940	1882,2	1,3
16	Березовые болотнопапоротниковые с разреженным сфагновым покровом	Acc. <i>Thelypterido palustris</i> – <i>Betuletum pubescentis</i> Czerwiński 1972	2387,4	1,6
II. КУСТАРНИКОВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ			2797,4	1,9
17	Ивняки пойменные	Acc. <i>Salicetum fragilis</i> Passarge 1957	8,6	<0,1
18	Ивовые заросли на эвтрофных болотах	Acc. <i>Salicetum pentandro-auritae</i> Passarge 1957	275,8	0,2
19	Ивовые заросли на мезотрофных болотах	Acc. <i>Salicetum auritae</i> Jonas 1935	2504,0	1,7
20	Заросли ивы розмаринолистной и березы низкой с осоковым травостоем	Acc. <i>Betulo humilis</i> – <i>Salicetum repentis</i> Oberd, 1964	9,0	<0,1
III. БОЛОТНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ			9143,1	6,1
ТРАВЯНО-ОСОКОВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НИЗИННЫХ БОЛОТ И ЛИТОРАЛЬНОЙ ЗОНЫ ВОДОЕМОВ			8072,8	5,4
21	Комплекс гидрофитных и гидрофитных сообществ монодоминантных высоких трав	Комплекс (доминируют acc. <i>Equisetum fluviatilis</i> Nowiński 1930 + acc. <i>Phragmitetum australis</i> Savič 1926 + acc. <i>Typhetum latifoliae</i> Nowiński 1930 локально acc. <i>Caricetum gracilis</i> Savič 1926)	578,0	0,4
22	Комплекс гидрофитных злаковых сообществ	Комплекс (доминируют acc. <i>Phragmitetum australis</i> Savič 1926 + acc. <i>Phalaridetum arundinaceae</i> Libbert 1931)	825,0	0,6

Продолжение табл. 1

№ легенды	Растительные сообщества	Синтаксоны	Площадь	
			га	%
22а	Гигрофитные сообщества с преобладанием осоки ложносытевой	Acc. <i>Cicuto virosae</i> – <i>Caricetum pseudocyperi</i> Boer et Sissingh in Boer 1942	155,4	0,1
23	Гигрофитные сообщества с преобладанием осоки острой	Acc. <i>Caricetum gracilis</i> Savič 1926	245,1	0,2
24	Гигрофитные сообщества с преобладанием осоки высокой	Acc. <i>Caricetum elatae</i> Koch 1926	66,4	<0,1
25	Гигрофитные и гидрофитные сообщества с преобладанием осоки вздутой	Acc. <i>Equiseto fluviatilis</i> – <i>Caricetum rostratae</i> Zumpfe 1929	360,4	0,2
26	Гигрофитные сообщества с преобладанием осоки волосяноплодной	Acc. <i>Peucedano palustris</i> – <i>Caricetum lasiocarpae</i>	1429,2	1,0
27	Гигрофитные сообщества с преобладанием осоки сближенной	Acc. <i>Caricetum appropinquatae</i> Aszód 1935	69,8	<0,1
28	Гигрофитные сообщества с преобладанием осоки дернистой	Acc. <i>Comaro palustris</i> – <i>Caricetum cespitosae</i> (Dagys 1932) Balátová-Tuláčková 1978	22,3	<0,1
29	Комплекс гигрофитных крупноосоковых сообществ	Комплекс (доминируют acc. <i>Peucedano palustris</i> – <i>Caricetum lasiocarpae</i> Tx, ex Balátová-Tuláčková 1972 + acc. <i>Caricetum elatae</i> Koch 1926, локально acc. <i>Equiseto fluviatilis</i> – <i>Caricetum rostratae</i> Zumpfe 1929, acc. <i>Caricetum diandrae</i> Jonas 1933)	4194,4	2,8
30	Комплекс гигрофитных и гидрофитных сообществ злаков и корневищных осок	Комплекс (доминируют acc. <i>Caricetum acutiformis</i> Eggler 1933 + acc. <i>Caricetum gracilis</i> Savič 1926 + acc. <i>Caricetum vesicariae</i> Chouard 1924)	105,8	0,1
31	Гигромезофитные сообщества с преобладанием осоки черной с фрагментами деградированных сенокосов	Acc. <i>Caricetum nigrae</i> Braun 1915, локально acc. <i>Cnidio dubii</i> – <i>Deschampsietum caespitosae</i> Passarge 1960	21,0	<0,1
ОСОКОВО-МОХОВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НИЗИННЫХ И ПЕРЕХОДНЫХ БОЛОТ			1070,3	0,7
32	Осоково-пушицево-травяно-сфагновые сообщества	Комплекс (доминируют acc. <i>Sphagno recurvi</i> – <i>Caricetum rostratae</i> Steffen 1931 + acc. <i>Sphagno recurvi</i> – <i>Caricetum lasiocarpae</i> Zolyomi 1931)	1070,3	0,7
IV. ЛУГОВАЯ И ПУСТОШНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ			6363,5	4,0
33	Псаммофитные травяные сообщества с булавоносцем седым	Acc. <i>Corniculario aculeatae</i> – <i>Corynephorum canescentis</i> Steffen 1931	15,2	<0,1
34	Психромезофитные сообщества с белоусом торчащим	Acc. <i>Campanulo rotundifoliae</i> – <i>Dianthetum deltoidis</i> Balátová-Tuláčková 1980	34,5	<0,1

№ легенды	Растительные сообщества	Синтаксоны	Площадь	
			га	%
35	Ксеромезофитные луговые сообщества с мятликом узколистным	Acc. <i>Poëtum angustifoliae</i> Shelyag et al, 1986	32,3	<0,1
36	Мезофитные луговые сообщества	Сообщества союза ARRHEN-ATHERION ELATIORIS Luquet 1926 (acc. <i>Trifolio-Festucetum rubrae</i> Oberdorfer 1957 + acc. <i>Deschampsio-Festucetum rubrae</i> Sapegin 1986 + acc. <i>Festucetum pratensis</i> Soó 1938)	2773,6	1,8
37	Гигромезофитные сообщества с луговиком дернистым	Acc. <i>Cnidio dubii-Deschampsietum caespitosae</i> Passarge 1960	479,8	0,3
38	Гигромезофитные сообщества с бухарником шерстистым	Acc. <i>Holcetum lanati</i> Issler 1934	63,3	<0,1
39	Гигромезофитные сообщества с ситником развесистым	Acc. <i>Juncetum effusi</i> (Pauca 1941) Soó 1947	47,4	<0,1
40	Гигромезофитные сообщества с лабазником вязолистным	Acc. <i>Lysimachio vulgaris-Filipenduletum ulmariae</i> Balátová-Tuláčeková 1978	25,8	<0,1
41	Гигромезофитные сообщества с лисохвостом луговым	Acc. <i>Poo palustris-Alopecuretum pratensis</i> Shelyag-Sosonko et al, in Shelyag-Sosonko et al, 1987	940,2	0,6
42	Комплекс гигромезофитных сообществ с двукосточником тростниковидным, лисохвостом луговым и кострцом безостым	Комплекс (acc. <i>Alopecuro pratensis-Phalaroidetum arundinaceae</i> Turubanova et al, 1986 + acc. <i>Bromopsi-Phalaroidetum arundinaceae</i> (Markov 1955) Naumova 1986)	1023,8	0,7
43	Комплекс мезогигрофитных травяных сообществ	Комплекс (доминируют acc. <i>Caricetum gracilis</i> Savič 1926 + acc. <i>Caricetum ripariae</i> Máthé et Kovács 1959, локально acc. <i>Phalaridetum arundinaceae</i> Libbert 1931, acc. <i>Scirpetum sylvatici</i> Ralski 1931)	927,6	0,6
V. АНТРОПОГЕННАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ			7208,9	4,8
РУДЕРАЛЬНАЯ И СЕГЕТАЛЬНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ			6133,3	4,1
44	Сообщества корневищнозлаковых стадий восстановительных сукцессий:			
44a	с доминированием пырея ползучего	Acc. <i>Convolvulo arvensis-Elytrigietum repentis</i> Felföldy 1943	2425,8	1,6
44b	с доминированием кострца безостого	Acc. <i>Convolvulo arvensis-Brometum inermis</i> Eliáš 1979	668,2	0,4
45	Сообщества многолетних и двулетних высоких нитрофильных трав во влажных местообитаниях	Сообщества союзов SENE-CIONION FLUVIATILIS Tx, ex Moor 1958 и AEGOPODION PODAGRARIAE Tx, 1967 nom, conserv, propos, (acc. <i>Symphyto officinalis-Anthriscetum sylvestris</i> Passarge 1975, acc. <i>Calystegio-Eupatorietum</i> Görs 1974)	1037,0	0,7

Окончание табл. 1

№ легенды	Растительные сообщества	Синтаксоны	Площадь	
			га	%
46	Сообщества двулетних и многолетних высокотравных ксеромезофитов и мезофитов	Сообщества союза DAUCO-MELILOTION Görs ex Rostański et Gutte 1971 (acc. <i>Melilotetum albo-officinalis</i> Sissingh 1950, acc. <i>Tanacetum vulgaris</i> – <i>Artemisietum vulgaris</i> Sissingh 1950, сообщество <i>Solidago canadensis</i>)	107,0	0,1
47	Однолетние сеgetальные сообщества на пахотных землях (зерновых и пропашных культур)	Сообщества класса PAPAVERE-TEA RHOEADIS S, Brullo et al, 2001 (acc. <i>Centaureo-Aperetum spicae-venti</i> Solomakha 1989, acc. <i>Gnaphalio uliginosae-Matricarietum perforatae</i> Gamor 1987, acc. <i>Fallopia convolvulus-Chenopodietum albi</i> Solomakha 1990)	1895,3	1,3
РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ВЫРУБОК			1075,6	0,7
48	Травяные сообщества лесных вырубок	Сообщества союза EPILOBION ANGUSTIFOLII Oberd, 1957 (acc. <i>Pteridietum aquilini</i> Jouanne et Chouard 1929, acc. <i>Ruboidaei-Calamagrostietum arundinaceae</i> Fajmonova 1986, acc. <i>Senecioni-Epilobietum angustifolii</i> Hueck 1931)	1075,6	0,7
ПРОЧИЕ ЗЕМЛИ И ВОДЫ			324,1	0,3
49	Водоемы и водотоки		217,8	0,2
50	Прочие земли		106,3	0,1

Основная картируемая единица легенды карты – синтаксон флористической классификации растительности – ассоциация, однако наряду с ассоциацией для отображения типологии растительного покрова используются синтаксоны как более высокого иерархического ранга (союз, класс), так и более низкого (варианты, фации), а также безранговые сообщества.

Следует отметить, что варианты и фации использованы для более детального отражения ценотического разнообразия, в том числе и для растительных сообществ, находящихся в разных стадиях восстановления или деградации. Следуя трактовкам школы Браун-Бланке, под фацией мы понимаем наиболее мелкую таксономическую единицу, выделяемую на основе преобладания определенного вида. Обедненные варианты сообществ, в которых отсутствует достаточное количество диагностических видов, отдельно представлены на карте единицей inops. Как правило, этот вариант характерен для молодняков лесокультур. В легенде картируемые единицы, отражающие демулационные или дигрессионные фазы ассоциации, маркируются буквенными индексами.

Неоднородные участки растительности, состоящие из регулярно и многократно чередующихся сообществ, представлены на карте комплексами – так называемыми phytocoenoses-complex [22]. В легенде сообщества комплекса отделяются друг от друга знаком «+».

Всего в легенде карты представлено 75 картируемых единиц растительности, в том числе лесных – 40, кустарниковых – 4, болотных – 13, луговых и пустошных – 11, рудеральной и сегетальной растительности – 6, вырубок и нарушенных лесных местообитаний – 1. Прочие территории (воды, селитебная застройка и др.) отражены самостоятельными единицами.

Карта растительности является основой для организации мониторинга биоразнообразия национального парка «Беловежская пушта». Здесь следует особо обратить внимание, что в современных социально-экономических реалиях задача ботаников-картографов заключается не только в составлении тематических карты, но и использовать их для решения конкретных практических задач.

Этому особенно способствует стремительный научно-технический прогресс, который не может не затронуть и геоботаническое картографирование. К концу истекшего столетия возможности картографического метода исследования растительности необыкновенно расширились за счет создания и внедрения геоинформационных технологий. Их применение позволяет при наличии адекватной пространственно распределенной информации по региону создавать практически неограниченное число виртуальных тематических карт и анализировать их в самых различных сочетаниях [31]. В настоящее время на смену традиционному взгляду, когда карта растительности является лишь конечным продуктом, приходит альтернативный подход, в соответствии с которым карта становится базой хранения и отображения данных в сочетании с функцией их последующей многофункциональной переклассификацией.

В качестве примера практического применения приведем опыт использования геоботанической карты для идентификации ключевых (важных для сохранения биоразнообразия) местообитаний и разработки научно-обоснованного подхода к функциональному зонированию ООПТ.

Работа состояла из 2 этапов: «инвентаризационного» и «синтетического».

Первый этап «Инвентаризационный» предусматривал составление крупномасштабных (М 1: 100 000) аналитических карт, отражающих современное состояние и функции элементов биологического разнообразия национального парка «Беловежская пушта».

Геоботаническая карта и сопряженные с ней базы данных являются основой для создания других тематических карт (№ 1–6).

1. *Карта биотопов* составлена на основе классификации системы EUNIS и состоит из 47 единиц (4–7 уровни системы EUNIS).

2. Карта «Редкие и типичные биотопы» составлена в соответствии с требованиями национального законодательства (ТКП 17.12-06-2014) [32].

3. Карта «Редкие и охраняемые виды растений и животных» включает места произрастания дикорастущих видов растений и места обитания диких животных, включенных в Красную книгу Республики Беларусь (2015).

4. Карта «Видовое разнообразие растительного покрова» построена на основе показателя – среднее число видов (высших сосудистых растений, мохообразных) на единицу площади (100 м^2).

5. Карта «Разнообразие местообитаний» – специальная тематическая карта, отражающая количество местообитаний системы EUNIS на единицу площади (регулярная сеть $1 \times 1 \text{ км}$).

6. Карта «Современное состояние растительности» отражает степень нарушенности растительного покрова в результате негативного воздействия антропогенных и естественных факторов.

Второй этап «Синтетический» предусматривал интеграцию поэлементных тематических карт в итоговую комплексную карту.

Для этих целей векторные тематические карты преобразовали в бинарные растровые изображения, в которых значения каждого пикселя условно кодировали как «0» и «1» по следующей схеме (табл. 2, рис. 6). Затем из бинарных сцен формировали единую мозаику, используя формулу алгебры раstra:

$$I = BioD \times Tr, \quad (1)$$

где $BioD = (50\% \times RB) + (30\% \times RS) + (10\% \times \alpha) + (10\% \times \beta)$; I – комплексный показатель биоразнообразия; $BioD$ – уровень биоразнообразия, остальные обозначения см. табл. 2.

Тематическая интегральная карта (рис. 7), отражающая участки, важные для сохранения биологического разнообразия, легко увязывается с материалами лесоустройства и рекомендуется к использованию для проектирования и выполнения природоохранных и хозяйственных мероприятий на территории национального парка «Беловежская пуща». Однако такие карты достаточно дробные (оптимальная целевая нагрузка для них – лесоустроительный (геоботанический) выдел и для целей пространственной планировки крупных территорий (в частности, функционального зонирования ООПТ) малоприспособны.

Для выделения крупных пространственных единиц при анализе значимости для сохранения биологического разнообразия территория национального парка «Беловежская пуща» разбивалась на регулярную сеть с размером ячейки $1 \times 1 \text{ км}$ и в пределах этих ячеек (с использованием инструментов Spatial Analyst программы ArcGIS) вычисляли зональную статистику значений для раstra (см. рис. 7). Для построения итоговой карты использовалось значение медианы для выборки значений всех ячеек зоны (рис. 8). С использованием интегральной карты нами разработан перспективный вариант оптимизации функционального зонирования национального парка «Беловежская пуща».

Таблица 2. Значение в бинарных сценах, используемых для построения синтетической карты значимости территории для сохранения биологического разнообразия

Тематическая карта	Код признака	Признак	Значение бинарной сцены
Редкие и типичные биотопы	RB	присутствуют отсутствует	1 0
Редкие и охраняемые виды растений и животных	RS	присутствуют отсутствует	1 0
Видовое разнообразие растительного покрова (количество видов на единицу площади)	α	высокое (≥ 35 видов / 100 м ²) низкое и среднее (< 35 видов/100 м ²)	1 0
Разнообразие местообитаний	β	высокое (≥ 15 типов местообитаний / 1 км ²) низкое и среднее (< 15 типов местообитаний / 1 км ²)	1 0
Нарушенность растительного покрова	Tr	слабо- и средненарушенная растительность сильнонарушенная и полностью уничтоженная природная растительность	1 0

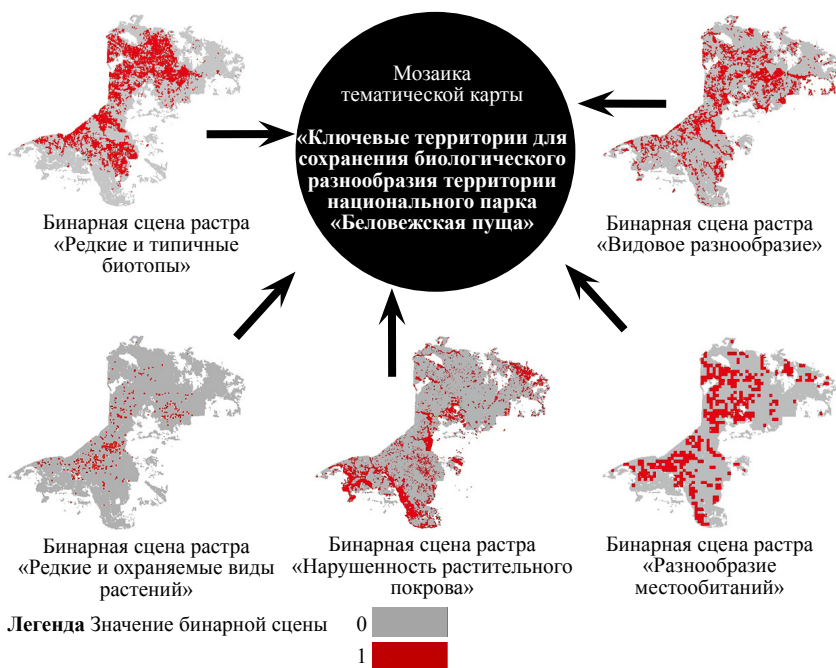


Рис. 6. Схема формирования мозаики синтетической карты местообитаний, важных для сохранения биологического разнообразия национального парка «Беловежская пуща»

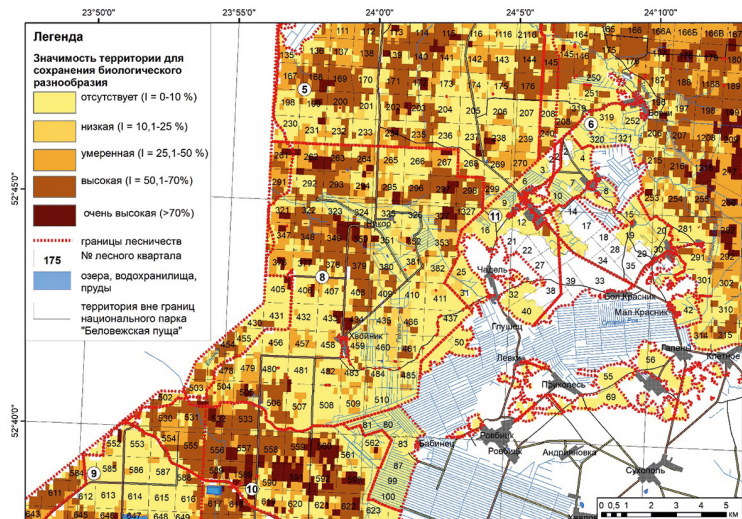


Рис. 7. Размещение местообитаний, важных для сохранения биологического разнообразия национального парка «Беловежская пушча»

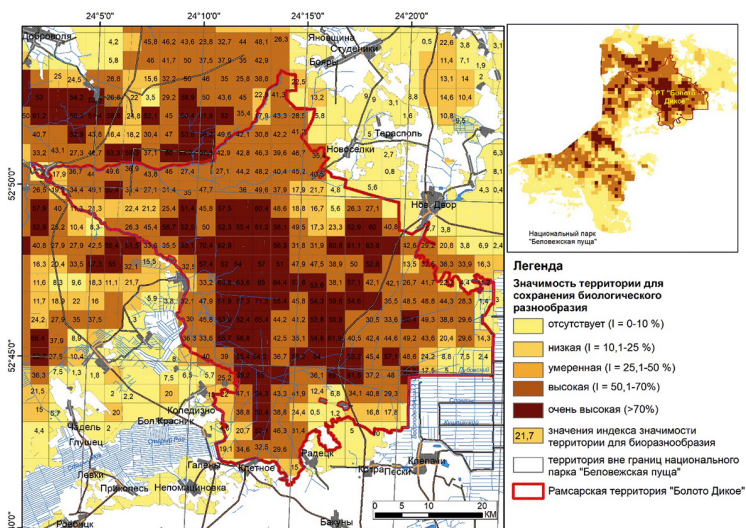


Рис. 8. Фрагмент карты стратификации территории национального парка «Беловежская пушча» по уровню значимости для сохранения биологического разнообразия

Полученные нами научные и практические результаты, разумеется, не предполагают окончательной оценки существующей ситуации в национальном парке «Беловежская Пуща», поскольку из-за ограниченности финансирования и особой сложности объекта многие вопросы в исследованиях не затрагивались.

В настоящее время ведется работа над поиском дополнительных критериев, важных для выделения ключевых местообитаний, разрабатываются и тестируются новые методы анализа данных дистанционного и наземного мониторинга. Авторы осознают необходимость продолжения и углубления исследования в избранном направлении и рассматривают собранный и проанализированный материал как основу для дальнейших более детальных выводов.

Литература

1. Черкас Н.Д. Беловежская пуша на исторических картах // Эколого-экономический механизм сохранения биоразнообразия особо охраняемых природных территорий : Матер. 2-ой Межд. науч.-практ. конф. Брест, 2007. С. 280–289.
2. Неволин О.А. Славный юбилей летописи лесного дела (к 175-летию «Лесного журнала» и 50-летию серии «Известия высших учебных заведений») // Лесной журнал. 2007. № 6. С. 7–20.
3. Генко Н.К. Характеристика Беловежской пуши и исторические о ней данные // Лесной журнал. 1902а. Вып. 5. С. 1012–1056.
4. Генко Н.К. Характеристика Беловежской пуши и исторические о ней данные // Лесной журнал. 1902б. Вып. 6. С. 1269–1302.
5. Генко Н.К. Характеристика Беловежской Пуши и исторические данные о ней. СПб: тип. Санкт-петербургского градоначальника, 1903. 113 с.
6. Paczosi J. Lasy Białowieży. Poznań, 1930. 575 s.
7. Romanow M. Zarys przyrodniczo-leśnych podstaw racjonalnej gospodarki w Puszczy Białowieskiej // Las Polski. 1929. № 9, 10. S. 443–460.
8. Николаева В.М. Растительность в заповеднике «Беловежская пуша». Годовой отчет. Белорусский государственный заповедник «Беловежская пуша». 1947. 8 с.
9. Николаева В.М. Очерк растительного покрова в заповеднике «Беловежская пуша». – Белорусский государственный заповедник «Беловежская пуша». 1949. 194 с. (рукопись)
10. Николаева В.М. Основные закономерности распределения растительного покрова в Государственном заповеднике «Беловежская пуша» // Государственный заповедник «Беловежская пуша». 1956. 309 с. (рукопись)
11. Смирнов Н.С. Типы леса Беловежской пуши и закономерности их распределения по их территории (геоботаническая карта). Оперативный отчет Государственного заповедно-охотничьего хозяйства «Беловежская пуша». Каменюки, 1969. 24 с.
12. Смирнов Н.С. Типы леса Беловежской пуши и закономерности их распределения по их территории (геоботаническая карта). Отчет Государственного заповедно-охотничьего хозяйства «Беловежская пуша». Каменюки, 1974. 17 с.
13. Юркевич И.Д. Беловежская пуша // Лесное хозяйство. 1941. № 5. С. 34–41.

14. Юркевич И.Д. О классификации типов леса в Беловежской пуще – Белорусский государственный заповедник «Беловежская пуща». 1946. 44 с. (рукопись)
15. Юркевич И.Д. О классификации типов леса Беловежской пущи // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Т. 6, вып. 3. Москва, 1951. С. 72–85.
16. Карта растительности Белорусской ССР. М 1: 300 000 / под ред. И.Д. Юркевича, Д.С. Голода. 1975. 4 л.
17. Лесотипологические комплексы Беловежской пущи. Отчет о НИР за 1983 г., часть 1. Государственное заповедно-охотничье хозяйство «Беловежская пуща». Каменюки, 1984. 197 с.
18. Лесотипологические комплексы Беловежской пущи. Отчет о НИР за 1980–1985 гг., Государственное заповедно-охотничье хозяйство «Беловежская пуща». Каменюки, 1986. 271 с.
19. Лесоустроительный проект Государственного природоохранного учреждения «Национальный парк «Беловежская пуща» на 2016–2025 годы. Пояснительная записка. Минск, 2015. 183 с.
20. Matuszkiewicz A., Matuszkiewicz W. Die Verbreitung der Waldassoziationen des Nationalparks von Białowieża // Polska Akad. Nauk, Kom. Ekol. 2. 1954. P. 33–60. + карты.
21. Faliński J.B. Kartografia geobotaniczna ogólna i stosowana. – Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawn. Kartograficznych im. Eugeniusza Romera, Warszawa-Wrocław, 1991. 355 s. + карты.
22. Faliński J.B. Concise geobotanical atlas of Białowieża Forest // Phytocoenosis. Supplementum Cartographiae Geobotanicae. Vol. 6, № 6. 1994a. P. 3–34.
23. Faliński J.B. Vegetation under the diverse anthropogenic impact as object of basic phytosociological map. Results of the international cartographical experiment organized in the Białowieża Forest // Phytocoenosis. Supplementum Cartographiae Geobotanicae. Vol. 6, № 4. 1994b. P. 3–130. + 9 карт.
24. Faliński J.B. Położenie geobotaniczne // Park Narodowy w Puszczy Białowieżskiej. Warszawa, 1968. S. 57–58.
25. Kwiatkowski W. Vegetation landscapes of Białowieża Forest // Phytocoenosis. Supplementum Cartographiae Geobotanicae. Vol. 6, № 6. 1994. P. 34–87. + карта.
26. Гельтман В.С. Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии. Минск, 1982. 328 с.
27. Растительность Европейской части СССР / С.А. Грибова, Т.И. Исаченко, Е.М. Лавренко. Л., 1980. 236 с.
28. Полевая геоботаника: в 5 т. М., Л. Т. 3. 1964. 530 с.
29. Растительность и биотопы национального парка «Нарочанский» с картой наземной растительности (М 1 : 60 000) и картой биотопов (М 1 : 60 000) / Д.Г. Груммо [и др.]. Минск, 2017. 82 с.
30. Рачковская Е.И., Нелина Н.В. Растительность природного резервата «Алтын-Дала» // Геоботаническое картографирование. 2018. С. 91–106.
31. Юрковская Т.К. Растительность в географическом пространстве // Актуальные проблемы геоботаники: науч. тр. 2012. Вып. 12. С. 620–629.
32. Охрана окружающей среды и природопользование. Территории. Растительный мир. Правила выделения и охраны типичных и редких биотопов, типич-

ных и редких природных ландшафтов = Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Тэрыторыі. Раслінны свет. Правілы вылучэння і аховы тыповых і рэдкіх біятопаў, тыповых і рэдкіх прыродных ландшафтаў: ТКП 17.12-06-2014 (02120). Введ. 22.05.14. Мінск, 2014. 106 с.

Д.Г. ГРУММО, Р.В. ЦВИРКО,
Н.А. ЗЕЛЕНКЕВИЧ, Е.Я. КУЛИКОВА
**К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ КРУПНОМАСШТАБНОЙ КАРТЫ
РАСТИТЕЛЬНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА
«БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»**

Резюме

В 2013–2018 гг. на территории национального парка «Беловежская пушта» (Республика Беларусь) проводились исследования фитоценоотического разнообразия, в результате которых разработана классификационная схема растительности на основе флористического подхода (метод Браун-Бланке) и составлена крупномасштабная (М 1:100 000) геоботаническая карта. Классификация растительности осуществлена на основе 1851 геоботанических описаний. Карта растительности составлена на основе авторских результатов исследований, анализа разновременной аэрокосмической информации, литературных и картографических источников, материалов земле- и лесоустройства. В статье показано практическое применение геоботанической карты для идентификации ключевых (важных для сохранения биоразнообразия) местообитаний, а также для разработки научно-обоснованного подхода к функциональному зонированию ООПТ.

D.G. GRUMMO, R.V. TSVIRKO,
N.A. ZELIANKEVICH, E.J. KULIKOVA
**ON THE ISSUE OF CREATING A LARGE-SCALE VEGETATION MAP
OF THE NATIONAL PARK «BELOVEZHSKAYA PUSHCHA»**

Summary

In 2013–2018, geobotanical studies were conducted on the territory of the National Park «Bialowieza Forest». As a result, a classification scheme of vegetation was developed based on the floristic approach (Braun-Blanquet method) and a large-scale (M 1: 100 000) geobotanical map was compiled. The classification of vegetation is based on 1851 geobotanical descriptions. The geobotanical map is compiled based on the author's research results, analysis of aerospace information of different times, literature and cartographic sources, land and forest inventory materials. The practical application of the geobotanical map for identifying key (important for biodiversity conservation) habitats and developing a science-based approach to the functional zoning of protected areas is shown in the article.

Поступила в редакцию 11.11.2019 г.

Д.Г. ГРУММО, С.Г. РУСЕЦКИЙ, Н.А. ЗЕЛЕНКЕВИЧ,
Р.В. ЦВИРКО, Д.Ю. ЖИЛИНСКИЙ
**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕСТ ПРОИЗРАСТАНИЯ РЕДКИХ
ВИДОВ РАСТЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
НАН Беларуси, Минск*

Введение. Современные информационные технологии становятся неотъемлемой частью нашей жизни и являются базовой основой для понимания закономерностей на основе данных и прогнозирования возможных исходов без использования эмпирических моделей.

Последние годы знаменуются все более широким применением цифровых технологий и для решения широкого круга задач изучения и управления биологическим разнообразием. Особенно стремительно развиваются инновации, связанные с созданием и интерактивным обновлением тематических специализированных баз данных, многофункциональным картографированием с применением средств дистанционного зондирования Земли и геоинформационных систем, использованием интерактивных web-gis проектов для мониторинга и контроля над состоянием природных ресурсов (в т.ч. через социальные сети), «облачными вычислениями».

Объекты и методы исследований. В настоящей публикации приводится опыт оценки природных территорий с целью прогнозирования распространения редких видов растений с применением облачных платформ обработки данных, геоинформационных технологий и алгоритмов искусственного интеллекта. В качестве тестовых объектов была использована группа охраняемых видов: *Dactylorhiza ochroleuca* (Wustn. ex Boll.) Holub (II категория национальной природоохранной значимости), *Liparis loeselii* (L.) Rich. (II), *Baeothryon alpinum* (L.) Egor. (III), *Betula humilis* Schrank (III), *Listera ovata* (L.) R. Br. (IV), *Salix lapponum* L. (IV). Местообитания этой тестовой группы видов приурочены к низинным осоковым болотам и сфагновым болотам богатого минерального питания [1].

На первом этапе исследований в соответствии с решаемыми задачами была составлена карта растительности болот Беларуси. Работа по составлению крупномасштабной геоботанической карты (м 1:200 000) состояла из 7 подэтапов.

1. Подбор данных дистанционного зондирования (ДДЗ). Были определены исходные требования к ДДЗ: 1) мультиспектральная съемка для синтеза цветных изображений с наличием ближнего инфракрасного канала (БИК, длина 0,7–1,3 мкм) – наиболее информативного при дешифрировании растительного покрова и состояния поверхности болот; 2) высокое разрешение съемки для уверенного дешифрирования объектов площадью до 1-2 га; 3) сплошное покрытие территории тестового полигона безоблачной (малооблачной, т. е. не выше 10%) съемкой; 4) приемлемая стоимость данных космической съемки (рис. 1А).

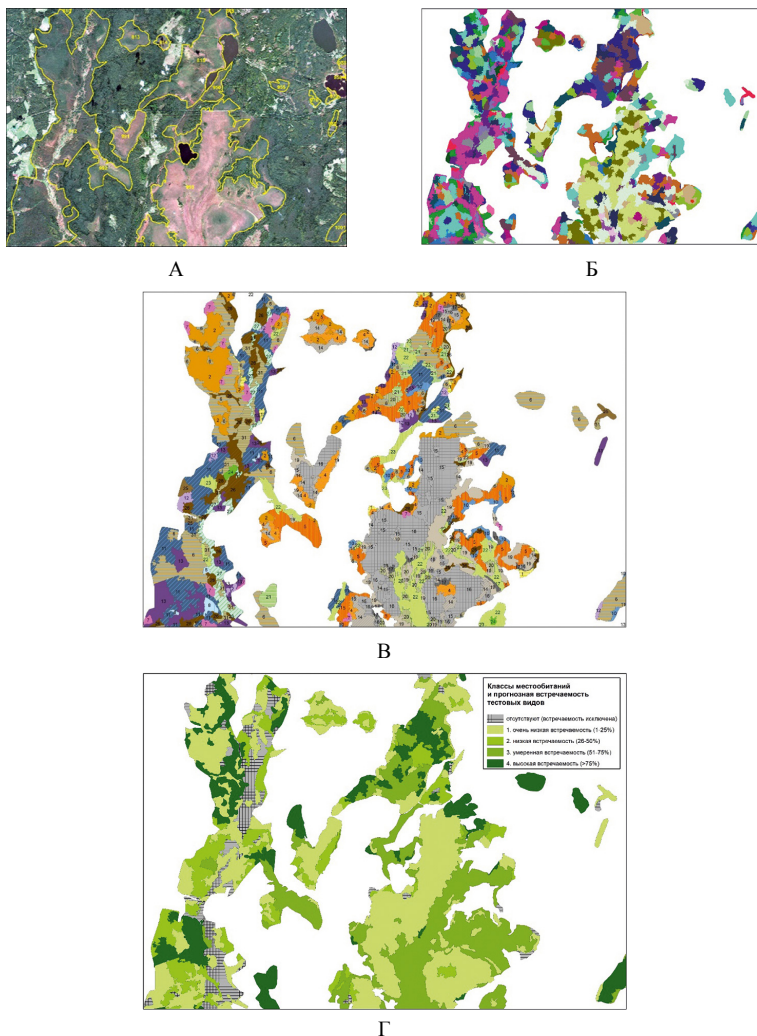


Рис. 1. Этапы работ оценки природных территорий при выявлении редких видов растений:
 А – выделение лесоболотных комплексов по данным дистанционного зондирования;
 Б – результат классификации лесоболотных комплексов по методу суперпикселей (SNIC-Simple Non-Iterative Clustering);
 В – карта растительности лесоболотных комплексов (фрагмент интерактивной карты);
 Г – классификация местообитаний с позиции предпочтения тестовых видов растений (фрагмент интерактивной карты)

С учетом имеющихся материальных возможностей был осуществлен поиск и подбор материалов ДДЗ коллекций Landsat 8 SR и Sentinel-2_TOA. Из коллекций отбирались сцены за 2016–2018 гг., сгруппированные по 3 периодам, отражающим сезонную динамику развития растительности: 16.04–15.05, 16.06–15.08, 16.08–15.10.

2. Для каждой сцены рассчитывались: нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI – Normalized Difference Vegetation Index), преобразование Tasseled Cap (разработано для анализа изменений растительного покрова, определяемых различными системами спутниковых сенсоров), RGB-синтез и др.

3. Сцены каждого сезонного периода были объединены в одну, где результирующее значение является медианой входных значений, и объединены в единое многоканальное растровое изображение.

4. Разработка легенды геоботанической карты. Карта растительности является прототипом для построения прогнозной карты распространения тестовой группы растений. Легенда геоботанической карты построена с использованием типологического принципа на основе эколого-фитоценотического (доминантного) подхода.

5. Создание обучающих выборок для каждого класса легенды по эталонным участкам. На основании результатов 15-летнего цикла наземных исследований (2004–2018 гг.) был составлен каталог эталонов (6,7 тыс. единиц, общей площадью 115,4 тыс. га (или 7,5% от общей площади болот Беларуси).

Для каждого класса эталонов было сгенерировано по 500 случайно расположенных точек, из которых независимым образом сформированы тренировочная (70%) и контрольная выборки (30%), и выполнена классификация с использованием алгоритма машинного обучения Random Forest с различными параметрами. Максимальная точность была определена для Tasseled Cap для Sentinel-2, поэтому в дальнейшей работе для исследований использовалось растровое изображение, построенной с использованием данной функции.

6. Классификация строилась на объектном подходе, где признаками являются не значения отдельных пикселей, предварительно выделенных однородных групп пикселей – сегментов. Сегментация выполнялась по методу суперпикселей (SNIC-Simple Non-Iterative Clustering), а итоговая классификация выполнялась аналогично процедуре, прописанной в п. 5, с тем отличием, что в качестве признаков использовались не значения отдельных пикселей, а средние значения сегментов.

В результате был получен растр карты классификации, на которой каждый класс изображается своим цветом, и которая имеет элементарную легенду, соответствующую списку выявленных классов (рис. 1Б).

7. Оценка достоверности результатов, т. е. определение процентного отношения правильно определенных объектов к общему количеству классифицируемых. Достоверность классификации наших исследований на первом этапе составила в среднем 75,7%.

Все операции с пространственными данными выполнены в специализированных программных пакетах (ENVI, ArcGIS), а также с использованием платформы облачных вычислений Google Earth Engine.

На *втором этапе* исследований проводилась генерализация геоботанической карты (рис. 1В) в тематическую карту местообитаний с позиции предпочтения тестовых видов растений. Следует отметить, что карта растительности сама по себе малоинформативна для поставленных в исследованиях целей, поскольку с одной стороны отражает весь спектр фиторазнообразия болот Беларуси, с другой – не несет в себе целевую нагрузку маркирования необходимых местообитаний. Поэтому на текущем этапе выдела растительности в соответствии с разработанной матрицей распределялись на 5 классов прогнозной встречаемости: 0% (встречаемость полностью исключена); <25% (1 класс); 26–50% (2 класс); 51–75% (3 класс); >75 (4 класс). Фрагмент интерактивной карты местообитаний по прогнозу встречаемости тестовых видов представлен на рис. 1Г.

На *третьем этапе* исследований проводилась наземная проверка результатов классификации с позиции предпочтения тестовых видов растений на 2 модельных территориях (табл., рис. 2).

Таблица. Результаты полевой проверки классификации лесоболотных комплексов с позиции предпочтения тестовых видов растений

Природный комплекс	Класс местообитаний и прогнозная встречаемость	Количество местонахождений					
		<i>Baeothryon alpinum</i>	<i>Betula humilis</i>	<i>Dactylorhiza ochroleuca</i>	<i>Liparis loeselii</i>	<i>Listera ovata</i>	<i>Salix lapponum</i>
ЛБК «Сервечь»	1 (<25%)	1	2	1	–	–	3
	2 (26–50%)	1	3	2	–	1	–
	3 (51–75%)	7	20	11	–	1	8
	4 (>75%)	15	20	33	16	1	23
ЛБК «Болото Слободское»	1 (<25%)	2	–	–	–	–	–
	2 (26–50%)	–	1	–	–	–	1
	3 (51–75%)	6	13	–	1	14	–
	4 (>75%)	4	6	–	–	6	–
Всего по проектным территориям	1 (<25%)	3	2	1	–	–	3
	2 (26–50%)	1	4	2	–	1	1
	3 (51–75%)	13	33	11	1	15	8
	4 (>75%)	19	26	33	16	7	23

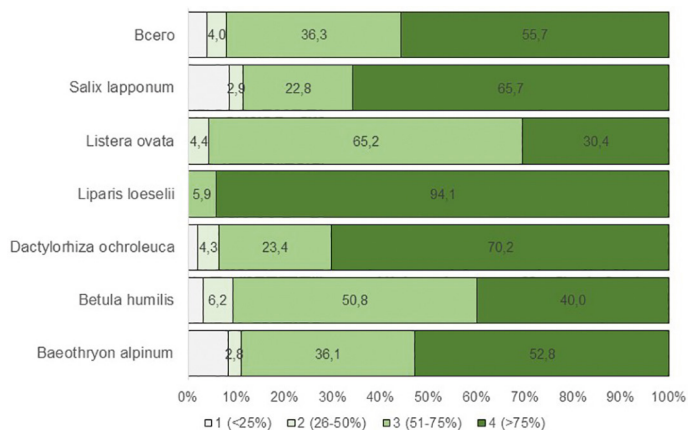


Рис. 3. Процент встречаемости тестовых видов по классам местообитаний в полевой проверке на проектных территориях (лесоболотные комплексы «Сервечь», «Болото Слободское»)

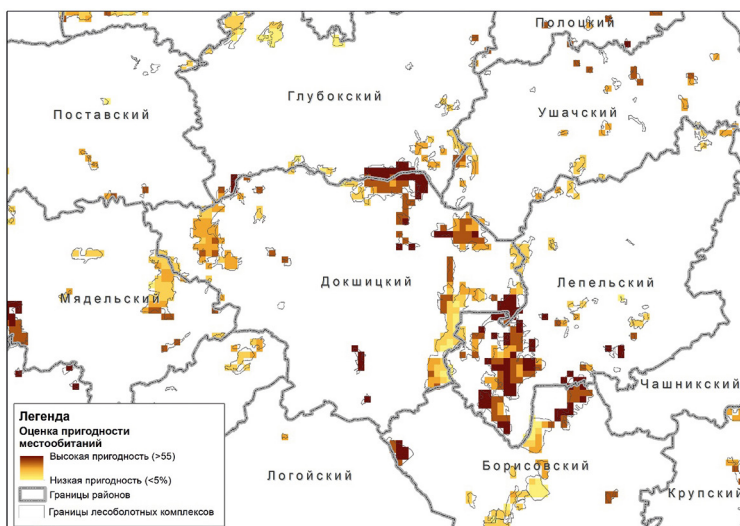


Рис. 4. Оценка пригодности местообитаний для произрастания тестовых видов растений (фрагмент интерактивной карты)

1. Лесоболотный комплекс (ЛБК) «Сервечь» расположен в Докшицком и Глубокском районах Витебской области, в 9,6 км к Ю-ЮЗ от г. Глубокое, в 16,1 км С-З г. Докшицы. Площадь 9,1 тыс. га.

2. ЛБК «Слободское болото» расположен на территории Березинского биосферного заповедника в пологой проточной котловине бассейна р. Сергуч и примыкает к берегам озёр Ольшица, Плавно и Манец. Площадь 2,6 тыс. га.

Результаты и их обсуждение. Результаты полевой верификации модели показали ее адекватность для прогнозирования обнаружения редких видов. В зависимости от вида вероятность обнаружения в приоритетных местообитаниях (3 и 4 классы) составила от 88,5% до 100% (рис. 3). Всего на модельных территориях было выявлено 223 места произрастания тестовых видов растений (см. рис. 3, табл.), в т.ч. по классам прогнозной встречаемости: 1 и 2 классы по 9 мест произрастания, или по 4% от общего объема выборки, 3 класс – 81 (36%), 4 класс – 124 (56%). Кроме растенной тестовой группы было обнаружен также ряд других охраняемых видов, связанных с местообитаниями болот, но не включенных в перечень объектов исследований (см. рис. 2).

В результате исследований составлена интерактивная карта региональной (для условий Беларуси) оценки пригодности местообитаний для тестовых видов растений (рис. 4).

Проведенные исследования могут быть использованы для прогнозирования местонахождения редких видов растений, пространственного планирования мероприятий по сохранению биоразнообразия (создание особо охраняемых природных территорий, паспортизация редких и типичных биотопов, транслокации объектов растительного мира и др.), а также позволяют значительно сократить объем полевых работ по выявлению редких и охраняемых видов растений.

В настоящее время ведется работа над поиском дополнительных критериев (экологические характеристики местообитаний, сукцессионный статус территории, климатические данные и т.д.) с целью включения их в алгоритм прогностической модели.

Литература

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. Энцикл. імя П. Броўкі. 2015. 448 с.

Д.Г. ГРУММО, С.Г. РУСЕЦКИЙ, Н.А. ЗЕЛЕНКЕВИЧ,
Р.В. ЦВИРКО, Д.Ю. ЖИЛИНСКИЙ
**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕСТ ПРОИЗРАСТАНИЯ
РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Резюме

Приводится опыт применения информационных технологий для прогнозирования местообитания редких и охраняемых видов растений. В качестве тестовых объектов были использованы охраняемые виды: *Dactylorhiza ochroleuca*, *Liparis loeselii*, *Baeothryon alpinum*, *Betula humilis*, *Listera ovata*, *Salix lapponum*. Алгоритм исследований, включал в себя: 1) создание геоботанической карты растительности (подбор данных дистанционного зондирования, формирование мозаики композитных изображений, создание обучающих выборок для каждого класса легенды, классификация, оценка достоверности результатов); 2) создание карты местообитаний с позиции предпочтения произрастания тестовых видов растений; 3) полевая верификация модели.

D.G. GRUMMO, S.G. RUSETSKY, N.A. ZELIANKEVICH,
R.V. TSVIRKO, D.YU. ZHILINSKY
**FORECASTING OF HABITATS FOR RARE PLANT SPECIES:
CLOUD PLATFORM, GIS TECHNOLOGY AND MACHINE LEARNING**

Summary

The experience of using information technologies to forecasting of habitats for rare and protected plant species is given. Protected species as test objects were used: *Dactylorhiza ochroleuca*, *Liparis loeselii*, *Baeothryon alpinum*, *Betula humilis*, *Listera ovata*, *Salix lapponum*. The research algorithm included: 1) creation of a geobotanical map of vegetation (selection of remote sensing data; formation of a mosaic composite images; creation of training samples for each class legend; classification; assessment of the reliability of the results); 2) creating a habitat map from the point of preference for the growth of test plant species; 3) field verification of the model.

Поступила в редакцию 11.11.2019 г.

Д.К. ГАРБАРУК, А.В. УГЛЯНЕЦ
**СТРУКТУРА, ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ
ЗАПАСОВ СТВОЛОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЯКОВ
ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА**

*Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение
«Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»,
г. Хойники, Гомельской области, Беларусь*

Введение. Сосновые леса Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (далее заповедник), расположенного в зоне отчуждения Чернобыльской атомной электростанции (далее ЧАЭС), характеризуются наибольшими площадью распространения (43,2% лесопокрытой площади) и запасами стволовой древесины [1]. Доминируют суходольные сосняки, занимающие 99,8% площади формации [1], что значительно выше, чем в Южнополесском геоботаническом округе [2] и в лесхозах Гомельского ГПХО [3].

Ограниченное лесопользование в экспериментально-хозяйственной зоне заповедника и практически полное его отсутствие в заповедной зоне после аварии на ЧАЭС обеспечило накопление стволового запаса древесины сосняками в условиях естественного развития насаждений. В результате естественного распада за прошедшие 30 лет запасы основных радионуклидов (^{137}Cs и ^{90}Sr) в биогеоценозах сократились наполовину. Процесс этот продолжается. По мере снижения загрязненности ими древесины леса могут вовлекаться в эксплуатацию.

На основе разработанных моделей и прогноза естественного очищения лесных насаждений до нормативно допустимого уровня в 740 Бк/кг получение нормативно чистой древесины сосны по данным [4–7] произойдёт в 2059 году. В связи с этим весьма важен прогноз запасов спелых древостоев к данному времени. Такой прогноз для заповедника был выполнен на основе материалов лесоустройства 2000 года [8]. К настоящему времени изменились структура сосновых лесов и запасы стволовой древесины, радиационная обстановка в них. Поэтому вопрос обновления прогнозных запасов стволовой древесины сосновых насаждений на момент их возможной эксплуатации с учетом последнего тура лесоустройства является весьма актуальным.

В литературе отражены отдельные вопросы динамики, структуры и состояния сосновых лесов заповедника за разные периоды, определена направленность сукцессионных процессов в них [9–12]. Более детально дан анализ структуры древесного яруса сосняка черничного [13, 14].

Цель настоящей работы – дать современную характеристику структуры и продуктивности суходольных сосновых лесов заповедника, оценить направленность протекающих в них сукцессионных процессов и сделать

прогноз запасов стволовой древесины в них на момент очищения ее до нормативно допустимых уровней.

Материалы (объекты) и методы исследования. В основу исследований положен аналитический метод, основанный на анализе литературных источников [9–12, 15] и материалов последнего тура лесоустройства заповедника [1].

В связи с мизерным распространением болотных сосняков (104,7 га или 0,2%) объектами исследований явились произрастающие на территории заповедника насаждения (таксационные выдела) сосны на минеральных почвах (суходольные сосняки), где она является главной породой с 30–100% ее участием в составе древостоев.

По таксационным описаниям лесоустроительных материалов 2011 года [1] составлены таблицы распределения сосновых лесов по ряду таксационных показателей древостоев и проведен анализ их структуры в типологическом и возрастном аспектах с учетом происхождения насаждений.

Прогноз динамики запасов выполнен с использованием стандартных лесоустроительных методов [16–18].

Обработка материалов лесоустройства осуществлялась при помощи стандартных пакетов прикладных программ Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. Суходольные сосновые леса в заповеднике произрастают на 14004 выделах общей площадью 52331,9 га (43,3% от лесопокрытой). Средний их возраст 50 лет. Насаждения естественного происхождения покрывают 24637,9 га (47,1%) на 7263 выделах средней площадью 3,7 га. Площадь насаждений искусственного происхождения несколько больше (27694,0 га, или 52,9%). Представлены они 6741 выделом средней площадью 4,1 га.

Динамика сосновых лесов. В середине 1970-х гг. в подзоне широколиственно-сосновых лесов на сосняки приходилось 60,7% лесопокрытой площади [19]. На 1975 г. в пределах современных границ заповедника площадь сосновой формации составляла 47,3 тыс. га (56,7% лесопокрытой площади), в 2000 г. – 48,5 тыс. га (43,9%), в 2011 – 52,3 тыс. га (43,2%) [10]. Следовательно, ее площадь увеличилась на 1,2 тыс. га за 1975–2000 гг. и на 3,8 тыс. га за 2000–2011 гг., но удельный вес в структуре лесов за первый период снизился на 12,8%, за второй – на 0,7%.

По данным [12] за 26 лет (1988–2014 гг.) площадь сосняков выросла на 7,7 тыс. га, а их доленое участие в лесистости территории – на 3,5%. Но при увеличении доли покрытой лесом площади удельный вес сосновой формации снизился на 10,6%.

Для сравнения приведем данные по Белорусскому Полесью, где удельный вес сосняков снизился с 1978 г. (60,2%) до 2000 г. (56,06%) и оставался практически неизменным до 2015 г. (56,11%). Их площади за 1978–2005 гг. выросли на 20,95%, за 2005–2015 гг. – на 4,24%, за 1978–2015 гг. – на 24,3% [9].

Изменения площади сосняков вызваны разными причинами. В результате воздействия лесных пожаров и выполнения мероприятий противопожарного устройства территории она сократилась на 12,3% [12]. Доля

созданных лесных культур на землях бывшего сельхозпользования с момента организации заповедника (12,8%) обуславливает незначительное приращение площади сосновых насаждений в формации [12]. Следует отметить, что за время функционирования заповедника на землях бывшего сельскохозяйственного пользования естественное возобновление леса произошло на 19,32 тыс. га, лесные культуры высажена на 9,58 тыс. га, из которых только 3,88 тыс. га были переведены в покрытые лесом земли [20].

Процесс вторичного заболачивания территории заповедника практически не затронул сосняки. Предварительное естественное возобновление под их пологом идет в большей степени неудовлетворительно [21], что также не способствует росту доли сосняков в формационной структуре лесов. С учетом всех вышеперечисленных факторов приращение площади сосновых лесов в постчернобыльский период по данным [12] составило всего 0,5%. Отчасти сокращение их площади за 1994–2003 гг. обусловлено снижением интенсивности ведения лесного хозяйства [11].

Внутри сосновой формации протекают разнонаправленные процессы. По мнению [10], уменьшение в ее структуре доли сосняков лишайниковых и вересковых произошло в результате естественных возрастных сукцессий, а следствием антропогенного фактора посредством создания лесных культур является увеличение распространения сосняков мшистых, черничных и долгомошных. При этом следует отметить относительную стабильность типологической структуры сосновой формации во времени [12].

Произошли существенные изменения в возрастной структуре сосновых лесов, где фактор времени играет решающую роль. За четверть века доля молодняков сосны уменьшилась с 67,9% до 33,4%, средневозрастных увеличились с 31,9% до 65,8% [12].

Сходный процесс наблюдается и в Полесье. Там за 1975–2015 гг. удельный вес насаждений I и II классов возраста сократился в 3,6 и 2,3 раза, удельный вес площади древостоев III класса возраста вырос – в 1,7 раза, IV – в 2,2, V – в 2,8, VI – в 5,5 раз [10].

Из-за отсутствия лесоводственных уходов в лесных культурах доаварийного периода и в лесных культурах, созданных на землях бывшего сельскохозяйственного пользования, за счет преимущественно мелколиственных пород увеличились площади смешанных насаждений сосны [11]. Наибольшее приращение их произошло в молодняках (на 39%), средневозрастных (на 24%) и спелых (на 53%) насаждениях. Выросли площади высокополнотных древостоев (с 26,9% до 39,9%), снизились среднеполнотных (с 53,0% до 44,6%) [12].

Условия произрастания. Сосна нетребовательна к плодородию почв и способна расти в условиях различного увлажнения. При высокой их трофности серьезную конкуренцию хвойной породе составляют лиственные.

В заповеднике эдафический ареал суходольных сосняков в силу почвенно-гидрологических особенностей территории, охватывает семь ти-

пов лесорастительных условий (ТЛУ) (табл. 1). Основные их площади (84,7%) сконцентрированы в бедных боровых условиях (трофотоп А). В суборевых эдафотопе (трофотоп В) произрастает 14,2% сосняков, в сугрудках (трофотоп С) – всего 0,8%. Лесные культуры создавались во всех типах лесорастительных условий, но основные их площади сосредоточены в эдафотопе А2 (84,1%). Довольно часто сосна использовалась при облесении песчаных дюн (А1), и при искусственном лесовозобновлении вырубков в свежих субориях. Всего на сухих и свежих почвах было создано 96,2% лесных культур сосны.

Таблица 1. Распределение площади суходольных сосняков по ТЛУ

ТЛУ	А ₁	А ₂	А ₃	А ₄	В ₂	В ₃	С ₂	Всего
Всего: га	3375,9	38669,7	2051,3	381,4	2785,6	4639,9	428,1	52331,9
%	6,5	73,9	3,9	0,7	5,3	8,9	0,8	100,0
в т.ч. естественного происхождения	1566,3	15377,6	1690,6	364,7	1405,8	3979,3	253,6	24637,9
%	6,4	62,4	6,9	1,5	5,7	16,1	1,0	100,0
лесные культуры	1809,6	23292,1	360,7	16,7	1379,8	660,6	174,5	27694,0
%	6,5	84,1	1,3	0,1	5,0	2,4	0,6	100,0

Типологическая структура. Суходольные сосняки представлены восемью типами леса (табл. 2). В их структуре доминируют сосняк мшистый (51,8% площади), при существенном участии сосняков верескового (22,0%) и черничного (12,8%). Небольшое распространение имеют сосняки лишайниковый (6,4%) и орляковый (5,3%). Доли сосняков брусничного, кисличного и долгомошного не превышают 1%.

Естественные насаждения сосны отличаются от общей типологической структуры суходольных сосняков значительным удельным весом сосняка черничного (23,0%), несколько пониженным – сосняков мшистого (42,7%) и верескового (19,6%). Лесные культуры сосны характеризуются существенно повышенной долей сосняка мшистого (59,8%), несколько повышенной – сосняка верескового (24,2%) и низкой – сосняка черничного (3,7%).

Данная типологическая структура сосняков обусловлена широким распространением в заповеднике бедных песчаных почв и интенсивным искусственным облесением сельскохозяйственных земель сосной в 1950–1980 гг.

Возрастная структура. В общей структуре суходольных сосняков (табл. 2) преобладают насаждения III класса возраста (42,0%). Вдвое ниже удельный вес молодняков II (19,8%) и древостоев IV (19,5%) классов возраста. На насаждения V класса возраста и старше приходится 7,2% площади суходольных сосняков. Отметим достаточно высокий удельный вес молодняков I класса – 11,5%.

Таблица 2. Распределение площади суходольных сосняков
по типам леса и классам возраста, га

Тип леса	Классы возраста							Итого	
	I	II	III	IV	V	VI	VII и >	га	%
в целом по суходольным соснякам									
Сосняк лишайниковый	341,6	1185,3	1411,3	326,3	107,2	4,2	–	3375,9	6,4
Сосняк вересковый	1192,9	2708,7	5440,0	1638,7	383,7	132,2	29,5	11525,7	22,0
Сосняк брусничный	3,5	39,0	16,8	11,9	22,5	1,7	–	95,4	0,2
Сосняк мшистый	3166,3	4991,0	11233,4	5682,1	1827,6	164,0	21,0	27085,4	51,8
Сосняк орляковый	728,6	375,2	932,4	520,3	160,7	26,4	5,2	2748,8	5,3
Сосняк кисличный	95,4	117,2	113,3	75,6	26,6	–	–	428,1	0,8
Сосняк черничный	469,7	899,3	2731,0	1864,6	652,5	69,4	4,7	6691,2	12,8
Сосняк долгомошный	13,9	59,2	108,5	100,9	94,9	4,0	–	381,4	0,7
Всего	6011,9	10374,9	21986,7	10220,0	3275,7	401,9	60,4	52331,9	100,0
%	11,5	19,8	42,0	19,5	6,3	0,8	0,1	100,0	
естественного происхождения									
Сосняк лишайниковый	306,6	268,1	625,7	257,2	104,5	4,2	–	1566,3	6,4
Сосняк вересковый	722,6	588,4	1605,0	1362,0	383,7	132,2	29,5	4823,4	19,6
Сосняк брусничный	3,5	14,7	6,8	11,9	22,5	1,7	–	61,1	0,2
Сосняк мшистый	1598,0	886,0	3002,7	3298,3	1558,7	164,0	21,0	10528,7	42,7
Сосняк орляковый	133,7	110,1	495,0	441,1	160,7	24,4	5,2	1370,2	5,6
Сосняк кисличный	40,8	23,3	91,1	71,8	26,6	–	–	253,6	1,0
Сосняк черничный	332,2	590,8	2303,2	1718,4	651,2	69,4	4,7	5669,9	23,0
Сосняк долгомошный	13,9	45,5	105,5	100,9	94,9	4,0	–	364,7	1,5
Всего	3151,3	2526,9	8235,0	7261,6	3002,8	399,9	60,4	24637,9	100,0
%	12,8	10,3	33,4	29,5	12,2	1,6	0,2	100,0	
искусственного происхождения									
Сосняк лишайниковый	35,0	917,2	785,6	69,1	2,7	–	–	1809,6	6,5
Сосняк вересковый	470,3	2120,3	3835,0	276,7	–	–	–	6702,3	24,2
Сосняк брусничный	–	24,3	10,0	–	–	–	–	34,3	0,1
Сосняк мшистый	1568,3	4105,0	8230,7	2383,8	268,9	–	–	16556,7	59,8
Сосняк орляковый	594,9	265,1	437,4	79,2	–	2	–	1378,6	5,0
Сосняк кисличный	54,6	93,9	22,2	3,8	–	–	–	174,5	0,6
Сосняк черничный	137,5	308,5	427,8	146,2	1,3	–	–	1021,3	3,7
Сосняк долгомошный	–	13,7	3,0	–	–	–	–	16,7	0,1
Всего	2860,6	7848,0	13751,7	2958,8	272,9	2	–	27694,0	100,0
%	10,3	28,3	49,7	10,7	1,0	0,0	–	–	100,0
соотношение площадей естественного и искусственного происхождения, %									
естественного	52,4	24,4	37,5	71,1	91,7	99,5	100,0	–	47,1
искусственного	47,6	75,6	62,5	28,9	8,3	0,5	0,0	–	52,9

Возрастная структура различается по типам леса. В сосняках мшистых и черничных она близка к общему распределению суходольных сосняков. В сосняках лишайниковом, вересковом, орляковом и кисличном максимум площадей сдвинут в сторону низших классов возраста, в сосняке долгомошном – высших. В целом современная возрастная структура сосновых лесов является следствием высокой интенсивности лесопользования в дочернобыльское время, обусловившую низкую долю высоковозрастных древостоев, его ограниченностью (почти отсутствием) в последние 30 лет, а также объемами создания лесных культур и уровнем естественного возобновления этой породы.

Распределение естественных насаждений сосны по классам возраста (табл. 2) в значительной степени отражает объемы эксплуатации ее лесов и успешности их естественного возобновления. Лесам естественного происхождения характерно преобладание древостоев III класса возраста при значительном участии IV класса. Отметим существенную долю насаждений I, II и V классов возраста. Площади сосняков старше 121 года незначительны. При некотором сходстве с общей возрастной структурой распределение естественных насаждений различается по типам леса. В сосняках мшистом, черничном и долгомошном убывание удельного веса площадей под насаждениями наблюдается в ряду III–IV–V классы возраста. Остальные типы леса имеют различную возрастную структуру.

Распределение искусственных насаждений сосны по классам возраста (табл. 2) отражает ход лесокультурных работ. Самые старые (VI класс возраста) сохранившиеся культуры этой породы были созданы на рубеже XIX–XX веков. На небольших площадях высаживалась сосна до 1930 года (V класс).

Значительно интенсифицировались лесокультурные работы до и, особенно, после Второй мировой войны – в 1931–1950 гг. (IV класс). Но основные площади бывших сельскохозяйственных земель были облесены сосной в 1951–1970 гг. В эти годы достигли максимума и рубки главного пользования. Лесовозобновление вырубок производилось преимущественно лесокультурными методами. В итоге удельный вес культур сосны этого периода (III класс возраста) в структуре лесов искусственного происхождения составляет 49,7%. В 1971–1990 гг. (II класс) объемы посадок сосновых культур уменьшились, отчасти из-за сокращения непригодных для сельского хозяйства земель, отчасти из-за резкого сокращения вырубок: после аварии на ЧАЭС в лесах заповедника ведется ограниченная хозяйственная деятельность. В это время началось искусственное лесозарращивание сельскохозяйственных земель в зоне отчуждения ЧАЭС. В основном на них создавались лесные культуры сосны. Объемы посадки лесных культур в заповеднике существенно выросли в 1991–2011 гг. (I класс возраста). Тем не менее, они несопоставимы с объемами лесокультурного производства в дочернобыльское время.

В результате постоянной интенсификации ведения лесного хозяйства доля насаждений искусственного происхождения суходольных сосняков постоянно росла при неуклонном снижении лесов естественного происхождения (табл. 2). В постчернобыльское время (молодняки I класса воз-

раста) процессы естественного лесовосстановления и лесовозобновления сосны незначительно (на 4,8%) преобладали над созданием ее лесных культур. В итоге в настоящее время удельный вес лесов естественного происхождения на 5,8% ниже, чем искусственного.

Породный состав. Чистыми насаждениями представлены 54,9% площади суходольных сосняков заповедника. Их удельный вес по типам леса колеблется в очень широком диапазоне – от 2,4% до 82,2%. В составе смешанных древостоев участие сосны варьирует от трех до девяти единиц во всех типах леса. Распределение площадей смешанных сосняков в зависимости от доли главной породы определяется условиями местопроизрастания и различается по типам леса (табл. 3).

В составе примеси преобладает береза (в среднем 89,8%) при существенном участии осины (4,1%), ольхи черной (3,1%), дуба (2,8%) и незначительной примеси прочих пород (0,2%).

Таблица 3. Распределение площади суходольных сосняков по доле участия сосны в составе древостоев по типам леса

Тип леса	Доля сосны в составе, %							
	3С	4С	5С	6С	7С	8С	9С	10С
Сосняк лишайниковый	–	0,2	1,1	2,2	3,7	4,4	6,2	82,2
Сосняк вересковый	0,2	2,5	2,8	4,0	5,3	11,0	8,8	65,4
Сосняк брусничный	–	4,5	11,7	17,6	34,1	5,9	18,6	7,6
Сосняк мшистый	0,4	1,1	2,6	3,8	7,7	12,0	10,4	62,0
Сосняк орляковый	0,3	4,7	7,5	11,6	17,0	12,8	11,6	34,5
Сосняк кисличный	2,0	6,6	9,4	8,4	15,8	26,7	6,3	24,8
Сосняк черничный	1,8	11,5	15,7	18,2	19,0	17,1	8,7	8,0
Сосняк долгомошный	3,1	17,2	14,9	10,7	12,6	19,1	20,0	2,4
Всего по соснякам	0,5	3,0	4,6	6,1	9,1	12,1	9,7	54,9

С ростом участия сосны в составе древостоев от 3–4 до 8–9 единиц удельный вес березы в составе примеси повышается с 67,3% до 94,8%, доля осины падает с 13,4% до 1,1–2,5%, дуба – с 12,4% до 1,1–2,5%, ольхи черной – с 6,5–7,0% до 0,2–0,7% (рис. 1). Помимо них в сосняках изредка встречаются граб, клен (до 0,1%), ивы древовидные (до 0,4%), единичные деревья липы, ели, лиственницы, сосны Банкса, каштана конского обыкновенного, кустарниковых ив.

Следует отметить, что отсутствие рубок ухода и создание смешанных культур сосны на землях бывшего сельскохозяйственного пользования (за послеаварийное время 6,7 тыс. га) привели к росту удельного веса смешанных сосняков за 1988–2014 гг. с 16 до 46% [12].

Полнота древостоев. В заповеднике преобладают среднеполнотные сосняки при высоком удельном весе высокоплотных насаждений (табл. 4). Отметим, что доля последних (по всей формации) за 1988–2014 гг. выросла с 26,9% до 39,9%, что обусловлено отсутствием лесоводственных уходов за древостоями [12].

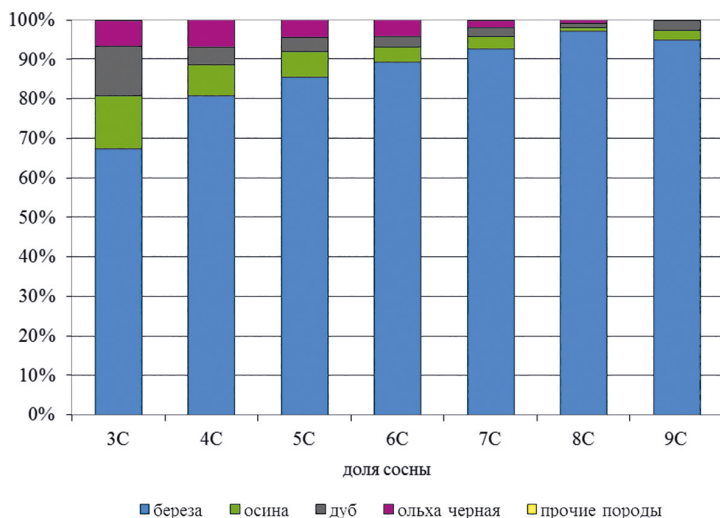


Рис. 1. Соотношение примеси в сосновых древостоях в зависимости от доли сосны

Таблица 4. Распределение площади суходольных сосняков по типам леса и группам полнот, %

Тип леса	Группа полнот		
	низкая (0,3–0,5)	средняя (0,6–0,7)	высокая (0,8–1,0)
Сосняк лишайниковый	50,3	43,0	6,7
Сосняк вересковый	22,9	46,4	30,7
Сосняк брусничный	29,9	57,0	20,1
Сосняк мшистый	10,6	42,7	46,7
Сосняк орляковый	9,5	42,9	47,6
Сосняк кисличный	4,6	52,7	42,7
Сосняк черничный	12,2	54,4	33,4
Сосняк долгомошный	16,3	47,9	35,8
Всего сосняков	16,0	45,3	38,7

В значительной мере полнота зависит от типа леса. Соснякам вересковым, брусничным, кисличным, черничным и долгомошным свойственно преобладание среднеполнотных древостоев, соснякам мшистым и орляковым – высокополнотных, сосняку лишайниковому – низкополнотных (табл. 4).

Продуктивность сосняков. Распределение площади сосняков по типам леса определяется разнообразием типов условий их местопроизрастания. Они охватывают широкий спектр эдафических условий, отраженных в классе бонитета. Их продуктивность различается по типам леса. Кроме того, накопление стволовых запасов главной породы в каждом насаждении в определенной мере зависит от возраста, доли участия в составе, полноты.

Анализ данных таблицы 5 показывает, что сосновые леса заповедника относительно молодые. Их средний возраст по типам леса находится в пределах 43–60 лет. Меньшим возрастом характеризуются типы леса с большей долей лесов искусственного происхождения. Участие сосны в составе древостоев колеблется достаточно широко – от 66% до 96%. Повышенная ее доля характерна соснякам, произрастающим на сухих и свежих песчаных почвах, пониженная – во влажных и мокрых эдафотопках. Средняя полнота насаждений по типам леса варьирует в диапазоне 0,55–0,75 и в среднем составляет 0,70. Более густые древостои формируются на более плодородных почвах, а также в типах леса с повышенной долей лесных культур. Показатели продуктивности древостоев (средний запас древесины на 1 га и среднее изменение запаса) строго коррелируют с производительностью почв (классом бонитета) (коэффициенты корреляции составляют –0,968 и –0,996 соответственно) и существенно разнятся по типам леса. Общий запас древесины в них определен площадью типа леса.

Таблица 5. Средние таксационные показатели суходольных сосняков по типам леса

Тип леса	Площадь, га	Возраст, лет	Доля сосны в составе, %	Бонитет	Полнота	Запас, м ³ /га	Среднее изменение запаса, м ³ /га	Общий запас, тыс. м ³
Сосняк лишайниковый	3375,9	43	96	IV,1	0,55	65	1,5	223,7
Сосняк вересковый	11525,7	47	91	II,6	0,66	137	2,9	1659,7
Сосняк брусничный	95,4	60	71	II,2	0,63	193	3,2	16,7
Сосняк мшистый	27085,4	51	91	I,6	0,73	203	4,0	5594,3
Сосняк орляковый	2748,8	51	80	Ia,9	0,75	234	4,6	566,3
Сосняк кисличный	428,1	49	76	Ia,9	0,72	216	4,4	83,3
Сосняк черничный	6691,2	56	67	I,6	0,70	211	3,8	1466,9
Сосняк долгомошный	381,4	55	66	II,4	0,66	166	3,0	77,6
Всего или среднее	52331,9	50	87	I,9	0,70	185	3,7	9688,5

В лесных культурах сосны, по сравнению с насаждениями естественного происхождения, больше площадь (на 11,0%), выше общий запас (на 5,2%) и среднее изменение запаса (на 17,1%). Но, несмотря на различия в возрасте (на 12 лет, или на 27,3%) разница между средней продуктивностью (запасом на 1 га) естественных (191,4 м³/га) и искусственных (179,6 м³/га) насаждений незначительна (табл. 6).

Таблица 6. Средние запасы стволовой древесины
в суходольных сосняках по классам возраста, м³/га

Всего	Класс возраста							Средний
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
	29	112	200	248	270	270	250	
в т. ч. естественных	28	92	194	242	269	269	250	191,4
искусственных	30	121	204	268	289	340	–	179,6

Бонитет насаждений, характеризующий качество лесорастительных условий и определяющий продуктивность насаждений, имеет существенные колебания по типам леса. В заповеднике высокими классами бонитета характеризуются сосняки орляковые (95,5% площади суходольных сосняков) и кисличные (99,3%), средними – все остальные типы леса.

Значительная доля насаждений сосняков мшистого и черничного являются высокобонитетными. Низкие бонитеты характерны только 12,1% древостоям сосняка лишайникового. Преобладают среднебонитетные насаждения сосны (68,0%) при высокой доле высокобонитетных (31,2%) (табл. 7).

Таблица 7. Распределение площади суходольных сосняков
по типам леса и группам классов бонитета, %

Тип леса/ группа классов бонитета	высокий (Ia–I)	средний (II–IV)	низкий (V)
Сосняк лишайниковый	–	87,9	12,1
Сосняк вересковый	0,9	99,1	–
Сосняк брусничный	10,5	89,5	–
Сосняк мшистый	38,5	61,5	–
Сосняк орляковый	95,5	4,5	–
Сосняк кисличный	99,3	0,7	–
Сосняк черничный	40,6	59,4	–
Сосняк долгомошный	0,6	99,4	–
Всего по соснякам	31,2	68,0	0,8

Следствием создания лесных культур сосны на залежных землях, характеризующихся более плодородными почвами, является рост удельного веса площади высокопродуктивных древостоев с 9,0% до 25,0% за 1988–2014 гг. и сокращение среднепродуктивных с 90,0% до 73,9% [12].

Запасы стволовой древесины. Общий запас стволовой древесины в суходольных сосняках заповедника составляет 9688,5 тыс. м³, в том числе древесины сосны – 8594,2 тыс. м³, или 88,7% от общего (табл. 8).

Основной запас стволовой древесины (89,9%) сосредоточен в сосняках мшистом (57,7%), вересковом (17,1%) и черничном (15,1%). В типологическом аспекте в сосняках лишайниковом, вересковом и мшистом находится 93–97% запаса древесины главной породы, в брусничном – 77,4%, в орляковом – 82%, в кисличном, черничном и долгомошном –

70–74%. Исходя из принятого для заповедника возраста рубки главного пользования по сосновому хозяйству (121 год и более) современные эксплуатационные запасы древесины сосны составляют 120,0 тыс. м³, или всего 1,4% от общего ее запаса в суходольных сосняках. Но, учитывая ее удельный вес в древостоях с V (9,6%) до IV (27,1%) и III (48,2%) классов возраста, очевиден рост ее лесосырьевой базы в перспективе.

Таблица 8. Распределение запаса древесины в суходольных сосняках по типам леса и классам возраста, тыс. м³*

Тип леса	Классы возраста							Итого		Доля сосны, %
	I	II	III	IV	V	VI	VII и >	тыс. м ³	%	
Сосняк лишайниковый	<u>3,2</u> 3,0	<u>47,9</u> 45,4	<u>119,2</u> 116,9	<u>39,2</u> 38,5	<u>13,5</u> 13,4	<u>0,7</u> 0,7	–	<u>223,7</u> 217,9	<u>2,3</u> 2,5	97,4
Сосняк вересковый	<u>22,1</u> 16,6	<u>272,0</u> 241,7	<u>912,5</u> 861,7	<u>329,3</u> 309,5	<u>84,9</u> 81,0	<u>31,8</u> 30,7	<u>7,1</u> 5,6	<u>1659,7</u> 1546,8	<u>17,1</u> 18,0	93,2
Сосняк брусничный	<u>0,2</u> 0,1	<u>3,6</u> 2,5	<u>3,7</u> 2,9	<u>3,2</u> 2,9	<u>5,8</u> 4,3	<u>0,3</u> 0,3	–	<u>16,8</u> 13,0	<u>0,2</u> 0,2	77,4
Сосняк мшистый	<u>89,1</u> 73,2	<u>695,4</u> 622,3	<u>2698,7</u> 2517,4	<u>1531,5</u> 1448,6	<u>523,8</u> 499,0	<u>50,2</u> 49,1	<u>5,6</u> 4,7	<u>5594,3</u> 5214,3	<u>57,7</u> 60,7	93,2
Сосняк орляковый	<u>22,3</u> 17,4	<u>63,6</u> 50,9	<u>258,7</u> 209,2	<u>162,4</u> 131,2	<u>49,2</u> 44,5	<u>7,9</u> 7,5	<u>2,2</u> 1,4	<u>566,3</u> 462,1	<u>5,8</u> 5,4	81,6
Сосняк кисличный	<u>3,4</u> 3,0	<u>16,7</u> 13,1	<u>29,8</u> 20,1	<u>23,1</u> 15,9	<u>10,3</u> 9,5	–	–	<u>83,3</u> 61,6	<u>0,9</u> 0,7	73,9
Сосняк черничный	<u>18,5</u> 9,9	<u>112,7</u> 71,7	<u>610,3</u> 403,8	<u>514,8</u> 369,0	<u>187,9</u> 149,7	<u>21,5</u> 18,4	<u>1,2</u> 0,8	<u>1466,9</u> 1023,3	<u>15,1</u> 11,9	69,8
Сосняк долгомошный	<u>0,4</u> 0,2	<u>4,3</u> 2,4	<u>19,9</u> 12,5	<u>23,8</u> 16,5	<u>28,3</u> 22,8	<u>0,8</u> 0,8	–	<u>77,5</u> 55,2	<u>0,8</u> 0,6	71,2
Всего	<u>159,2</u> 123,4	<u>1216,2</u> 1050,0	<u>4652,8</u> 4144,5	<u>2627,3</u> 2332,1	<u>903,7</u> 824,2	<u>113,2</u> 107,5	<u>16,1</u> 12,5	<u>9688,5</u> 8594,2	100,0	88,7

Примечание. *Числитель – общий запас древесины; знаменатель – запас древесины сосны

Прогноз изменения запасов сосняков. Величина радиоактивного загрязнения неокоренной древесины сосны определялась на основании данных радиационного обследования лесосек за период с 2003 по 2017 год. За это время обследовано 2102 лесосеки с участием сосны, в том числе по экспериментально-хозяйственной зоне – 1939 лесосек, по заповедной зоне – 163 лесосеки. Средняя удельная активность древесины сосны с учетом стандартного отклонения составила по экспериментально-хозяйственной зоне 1576 Бк/кг, по заповедной зоне – 4405 Бк/кг.

Исследованиями ученых [5, 7, 22, 23] установлено, что эффективный период снижения ¹³⁷Cs в древесине сосны в два раза составляет 25 лет. Эти сведения подтверждаются нашими данными по динамике снижения удельной активности ¹³⁷Cs в неокоренной древесине сосны в экспериментально-хозяйственной зоне заповедника (рис. 2).

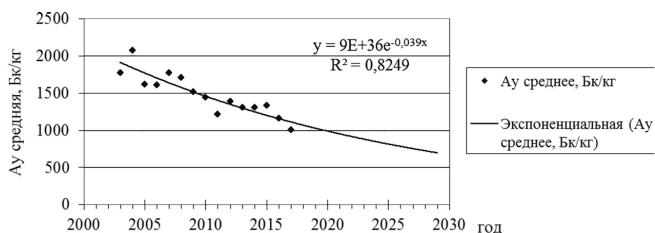


Рис. 2. Динамика снижения удельной активности ^{137}Cs в неокоренной древесине сосны

Основываясь на данных табл. 5, 6, 7, средней удельной активности ^{137}Cs в неокоренной древесине сосны и значении эффективного периода снижения данного радиоизотопа в древесине сосны в два раза в течение 25 лет произведен расчет прогноза динамики запасов стволовой древесины сосняков в зависимости от изменения радиационной обстановки по функциональным зонам заповедника (табл. 9).

Таблица 9. Прогноз запасов стволовой древесины сосняков в зависимости от изменения радиационной обстановки по функциональным зонам, тыс. м³

Класс возраста	Экспериментально- хозяйственная зона		Заповедная зона		
	2010 год	2027 год	2010 год	2059 год	2082 год
I	85,0	133,4	74,2	–	–
II	411,5	336,1	804,7	–	–
III	1995,2	742,0	2657,7	300,7	–
IV	1249,6	2839,5	1377,8	1243,9	–
V	421,4	1646,7	482,2	5810,0	2053,1
VI	74,0	515,6	39,2	3451,1	6867,3
VII	1,2	84,9	13,0	1549,6	3895,5
VIII	–	1,4	–	240,5	1689,6
IX	1,9	–	–	23,2	244,5
X	–	1,9	–	–	8,7
XI	–	–	–	–	14,5
Всего	4239,8	6301,5	5448,8	12619,0	14773,2

Среднюю удельную активность ^{137}Cs в неокоренной древесине сосны учитывали, принимая минимальный порог, отображающий ее загрязненность для экспериментально-хозяйственной зоны, в 740 Бк/кг, что соответствует республиканскому допустимому уровню содержания данного радиоизотопа в лесоматериалах круглых для строительства жилых зданий и топливной древесине. Для заповедной зоны расчеты проводились для уровней 740 Бк/кг и 1480 Бк/кг, соответствующих республиканскому допустимому уровню содержания ^{137}Cs в лесоматериалах круглых прочих и древесного технологического сырья [24].

Таким образом, в экспериментально-хозяйственной зоне средняя удельная активность ^{137}Cs в неокоренной древесине сосны достигнет уровня 740 Бк/кг к 2027 году. Запас стволовой древесины сосняков к этому времени составит 6301,5 тыс. м³. В заповедной зоне средняя удельная активность ^{137}Cs в неокоренной древесине сосны достигнет уровня 1480 Бк/кг к 2059 году и запас древесины составит 12619,0 тыс. м³, а 740 Бк/кг – к 2082 году с запасом древесины 14773,2 тыс. м³.

Заключение. Интенсивное лесопользование в сосновых лесах и большие площади облесения низкопродуктивных сельскохозяйственных земель сосной в дочернобыльский период обусловили низкие запасы спелых насаждений этой породы в современных границах зоны отчуждения ЧАЭС, в которых функционирует заповедник. В последние 30 лет заготовка древесины в лесах заповедника в связи с высокой загрязненностью их радионуклидами была ограничена. За это время увеличились запасы приспевающих и спелых древостоев сосны, однако ее эксплуатационные запасы остаются невысокими.

В результате естественного распада радионуклидов наполовину уменьшилась и продолжает снижаться загрязненность ими лесных биогеоценозов. Безусловно, что по мере улучшения радиационной обстановки в лесных экосистемах заповедника, древесные ресурсы, прежде всего, наиболее распространенной там сосны, постепенно будут вовлекаться в хозяйственное использование. В этих целях определены расчетные сроки очищения до допустимых РДУ/ЛХ-2001 уровней древесины сосновых древостоев и прогнозные запасы эксплуатационной древесины этой породы в экспериментально-хозяйственной и заповедной зонах заповедника.

Литература

1. Проект организации и ведения лесного хозяйства Учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» МЧС РБ на 2013–2022 гг. Т.1. Пояснительная записка. Гомель, 2012. 259 с.
2. Ловчий Н.Ф. Кадастр типов сосновых лесов Белорусского Полесья; науч. ред. В. И. Парфенов. Минск: Беларусь. наука, 2012. 221 с.
3. Лазарева М.С., Луферов А.О. Сосновые леса юго-восточной части Беларуси // Сб. науч. тр. Института леса НАН Беларуси. Вып. 74: Проблемы лесоведения и лесоводства. Гомель, 2014. С. 60–71.
4. Дворник А.М. Моделирование и прогноз миграции радионуклидов в лесных экосистемах // Проблемы экологической защиты населения : Материалы конф. Специальный выпуск. Чернобыль: Экология и здоровье. № 2 (6). Гомель: ИММС НАН Беларуси, 1998. С. 35–38.
5. Лес. Человек. Чернобыль. Лесные экосистемы после аварии на Чернобыльской АЭС: состояние, прогноз, реакция населения, пути реабилитации / под общ. ред. В. А. Ипатьева. Гомель: Речицкая укрупненная типография, 1999. 454 с.
6. Багинский В.Ф., Лапицкая О.В. Спелости леса в лесах, загрязненных радионуклидами и их использование для установления оборотов рубки // Сб. науч. тр. Института леса НАН Беларуси. Вып. 61: Проблемы радиоэкологии леса. Лес. Человек. Чернобыль. Гомель, 2004. С. 135–138.
7. Переволоцкий А.Н. Распределение ^{137}Cs и ^{90}Sr в лесных биогеоценозах. Гомель: Институт радиологии, 2006. 255 с.

8. Багинский В.Ф., Кудин М.В. Прогноз лесопользования в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике в связи с динамикой радиозоологической обстановки // Сб. науч. тр. Института леса НАН Беларуси. Вып. 70: Проблемы лесоведения и лесоводства. Гомель, 2010. С. 403–414.

9. Цвирко Р.В., Пучило А.В., Русецкий С.Г. К вопросу о современном состоянии и динамике лесной растительности Белорусского Полесья // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья : сб. докл. Междунар. науч. конф. (Минск, 14–17 сен. 2016 г.) : В 2 т. Минск, 2016. Т. 2. 347–350.

10. Груммо Д.Г., Сак М.М. Динамика лесной растительности в районе аварии на Чернобыльской АЭС // Сб. науч. тр. Института леса НАН Беларуси. Вып. 73: Проблемы лесоведения и лесоводства. Гомель, 2013. С. 416–432.

11. Кудин М.В. Динамика лесоводственно-таксационных показателей насаждений Полесского государственного радиационно-экологического заповедника // Сб. науч. тр. Института леса НАН Беларуси. Вып. 68: Проблемы лесоведения и лесоводства. Гомель, 2008. С. 327–338.

12. Кудин М.В. Современное состояние сосновых лесов белорусского сектора зоны отчуждения Чернобыльской АЭС // Сб. науч. тр. Института леса НАН Беларуси. Вып. 75: Проблемы лесоведения и лесоводства. Гомель, 2015. С. 468–479.

13. Гарбарук Д.К., Углянец А.В. Характеристика древесного яруса сосняка черничного в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике // Сб. науч. ст. Березинского биосферного заповедника. Вып. 11: Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования – Минск, 2016. С. 24–35.

14. Гарбарук Д.К., Углянец А.В. Структура и ресурсы древостоев сосняка черничного Полесского государственного радиационно-экологического заповедника // Актуальные проблемы экологии [Электронный ресурс] : сб. науч. ст. по материалам XII Междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 4–6 окт. 2017 г.). Гродно, 2017. С. 10–12.

15. Коновалов С.В. Состояние и динамика лесного фонда на территории заповедника // Экосистемы и радиация: аспекты существования и развития : Сб. науч. тр. Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Минск, 2013. С. 249–255.

16. Ермаков В.Е. Лесоустройство. Минск: Вышэйшая школа, 1993. 259 с.

17. Анучин Н.П. Лесоустройство. М.: Сельхозиздат, 1962. 568 с.

18. Нормативные материалы для таксации леса Белорусской ССР / Под общ. ред. В.Ф. Багинского. Москва: ЦБНТИ, 1984. 308 с.

19. Юркевич И.Д. Леса Белорусского Полесья (геоботанические исследования). Минск: Наука и техника, 1977. 288 с.

20. Гарбарук Д.К., Кудин М.В., Углянец А.В. Предварительное естественное возобновление в суходольных сосняках зоны отчуждения Чернобыльской АЭС // Сб. науч. тр. Института леса НАН Беларуси. Вып. 77: Проблемы лесоведения и лесоводства. Гомель, 2017. С. 28–38.

21. Кудин М.В., Шумак С.В. Лесокультурный фонд зоны отчуждения и его освоение за постчернобыльский период // Сб. науч. тр. Института леса НАН Беларуси. Вып. 77: Проблемы лесоведения и лесоводства. Гомель, 2017. С. 205–220.

22. Дворник А.М., Жученко Т.А. Динамика древесных ресурсов в загрязненных радионуклидами районах Беларуси и прогнозная оценка накопления радионуклидов древесным ярусом // Чернобыль: Экология и здоровье. 1998. № 1 (5). Гомель: ИММС НАН Беларуси. С. 5–9.

23. Булавик И.М., Переволоцкий А.Н., Переволоцкая Т.В., Паскребко Л.А., Андруш, С.Н. Рекомендации по определению древесины с допустимым содержанием ^{137}Cs при планировании лесохозяйственной деятельности в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике. Гомель: Институт радиологии, 2007. 17 с.

24. Об утверждении гигиенических нормативов «Республиканские допустимые уровни содержания цезия-137 в древесине, продукции из древесины и древесных материалов и прочей непищевой продукции лесного хозяйства (РДУ/ЛХ-2001)» : постановление Министерства здравоохранения Респ. Беларусь, 11 янв. 2001 г., № 4 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. 2001. № 20. 8/4937.

Д.К. ГАРБАРУК, А.В. УГЛЯНЕЦ
**СТРУКТУРА, ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ
ЗАПАСОВ СТВОЛОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЯКОВ ПОЛЕССКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
ЗАПОВЕДНИКА**

Резюме

Современная структура древесного яруса сосновых лесов Полесского государственного радиационно-экологического заповедника динамична и обусловлена осуществлявшейся в них интенсивной лесохозяйственной деятельностью до аварии на Чернобыльской АЭС, ограниченным лесопользованием, искусственным облесением и естественным зарастанием бывших сельскохозяйственных земель в послеаварийное время. В настоящее время запасы древесины в спелых сосняках незначительны. Согласно прогнозам очищение древесины сосны от ^{137}Cs до уровня 740 Бк/кг в экспериментально-хозяйственной зоне произойдет к 2027 году; в заповедной зоне снижение удельной активности данного радионуклида до уровня 1480 Бк/кг – к 2059 году, а до уровня 740 Бк/кг – к 2082 году, а эксплуатационные запасы ее составят 88,2 тыс. м³, 1813,3 тыс. м³ и 5852,8 тыс. м³ соответственно.

D.K. GARBARUK, A.V. UHLIANETS
**STRUCTURE, PRODUCTIVITY AND FORECAST CHANGES IN STEM
WOOD VOLUME OF PINE FORESTS OF THE POLESYE STATE
RADIATION-ECOLOGICAL RESERVE**

Summary

The modern structure of the tree layer of pine forests of Polesye state radiation-ecological reserve is dynamic and is due to the intensive forestry activities carried out in them before the Chernobyl NPP accident, limited forest use, artificial afforestation and natural overgrowth of former agricultural lands in the post-accident time. Currently, the stock of timber in mature pine stands is insignificant. According to the forecasts of cleansing pine wood from ^{137}Cs to the level of 740 Bq/kg in experimental economic zone will happen by 2027; in the reserve zone, the specific activity of this radioisotope decreased to 1480 Bq/kg by 2059, and to the level of 740 Bq/kg by 2082 and exploitable volume will make up 88.2 thousand m³, 1813.3 thousand m³ and 5852.8 thousand m³, respectively.

Поступила в редакцию 22.02.2019 г..

Л.А. ДУДКИНА, А.В. ПУГАЧЕВСКИЙ, Т.Л. БАРСУКОВА
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕСНОЙ
РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИЯХ, ВЫШЕДШИХ
ИЗ-ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО
ЗАПОВЕДНИКА)

*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
НАН Беларуси, г. Минск*

Введение. Современное состояние большинства экосистем определяется в первую очередь деятельностью человека. Пути и способы воздействия человека на природу многообразны, а степень их проявления определяется уровнем производительных сил и характером землепользования. Поэтому важнейшим условием устойчивого развития общества является организация рационального использования и охраны природных ресурсов. Принятию оптимальных управленческих решений, связанных с природопользованием, способствует анализ данных об экологическом состоянии его ресурсов.

Конец XX и начало XXI веков отмечены радикальным изменением структуры землепользования во многих странах мира. Только в период с 1961 по 2003 гг. из сельскохозяйственного оборота по данным ФАО было выведено 219,7 млн. га, главным образом в странах бореального пояса и в Австралии [5]. Беларусь не стала исключением: только с 1995 по 2015 гг. по материалам земельного учета площадь земель сельскохозяйственного назначения сократилась на 798,6 тыс. га, в том числе пахотных – на 546,3 тыс. га. И этот процесс продолжается.

На таких землях, в зависимости от их нового назначения происходят изменения растительного покрова, наиболее распространенными из которых является трансформация луговых (сенокосных и пастбищных) или пахотных земель в леса и кустарники, т. е. сукцессионные преобразования луговой и сегетальной растительности в кустарниковую или лесную.

Наиболее естественным образом эти процессы протекают на особо охраняемых природных территориях, где зарастание бывших сельскохозяйственных угодий происходит без вмешательства человека. Изучение таких процессов весьма важно как с научной, так и с практической точек зрения.

Целью работы является оценка особенностей формирования лесной растительности на территориях, вышедших из-под сельскохозяйственного использования. Исследование выполнено на территории Березинского биосферного заповедника (далее – ББЗ), являющегося региональным эталоном естественной динамики природных экосистем, в том числе динамики бывших сельскохозяйственных угодий.

Согласно данным лесоустройства, на 1.01.2016 г. площадь ББЗ составила 80211 га, большая часть которой относится к лесным землям, покрытым древесно-кустарниковой растительностью: 87,6 % его территории (70 248 га). На не покрытые лесом земли приходится 2,1 % терри-

тории (1628 га), на нелесные – 12,4% (или 9 963 га) в т. ч.: пашни 294 га (0,4%), сенокосы 721 га (0,9%), пастбища 124 га (0,1%), дороги и просеки 774 га (1%), сады 6 га, болота 6 629 га (8,2%), усадьбы 78 га (0,1%), воды 1 201 га (1,5%), прочие земли 136 га (0,2%).

В настоящее время прослеживается отрицательная динамика сельскохозяйственных угодий заповедника. Это обусловлено изменением структуры землепользования в результате вывода из оборота малопродуктивных, заболоченных и невостребованных вследствие сокращения численности населения сельхозугодий и их передача в другие виды земель, главным образом – в лесные [1, 2, 3].

Объекты и методы исследования. Исследования проведены в 2016 и 2017 гг. на территории ББЗ на бывших старопахотных землях, выведенных из сельскохозяйственного использования 7–15 лет назад, в окрестностях дд. Домжерицы, Слобода, Переходцы и Заольховье.

С учетом принятых в лесоведении, лесной типологии и лесной таксации методик, на участках было заложено 10 временных линейных пробных площадей (трансект). Время, в течение которого происходило спонтанное зарастание участков после прекращения их сельскохозяйственного использования, варьировало от 7 до 15 лет.

Трансекты закладывались от начала лесной опушки (от внешней границы проекции крон деревьев опушки) перпендикулярно к ней. Длина трансекты в зависимости от ширины бывшего поля варьировала от 150 до 300 м, ширина – 5 м. Трансекты продолжались до места, где не наблюдалось зарастание древесными видами.

Учет подроста проведен с измерением высоты и диаметра стволиков деревьев на 1,3 м, категории состояния (в соответствии с Санитарными правилами в лесах Беларуси) и привязкой к расстоянию от начала трансекты.

На трансектах осуществлялось геоботаническое описание живого напочвенного покрова: на раункиерах (1x1 м) с определением проективного покрытия видов. Раункиеры располагались через каждые 10 м вдоль линии трансекты [4]. Названия таксонов даны по С.К. Черепанову [8].

Ценотическая структура и отношение растений к 3 главным экологическим факторам: освещенности, теплообеспеченности, богатству почвы азотом, описаны на основе шкал Х.Элленберга [6,7].

Результаты и их обсуждение. В ходе исследований, выполненных в 2016–2017 гг., проанализирована структура естественного возобновления древесных пород, формирующегося на бывших сельскохозяйственных землях.

Совокупность временных пробных площадей можно условно разбить на две группы: примыкающих к древостоям с доминированием сосны (ВПП 1, 2, 4, 7 и 13) и с преобладанием мелколиственных пород – березы (ВПП 3, 9, 11, 12) и ольхи серой (ВПП 10) (табл. 1).

Не вдаваясь детально в анализ численности и характера распределения подроста на каждом из обследованных участков, следует отметить существенные различия в характере зарастания полей, прилегающих к соснякам и к насаждениям с доминированием мелколиственных пород: березы, осины и ольхи серой (рис. 1).

Таблица 1. Породный состав, численность и средние биометрические параметры подроста в зависимости от расстояния до стен леса на ВПП, заложенных на зарастающих сельхозугодьях ББЗ

Состав подроста	Расстояние до стены леса, м	Число особей шт./га	Средние			Характер размещения
			состоя-ние, балл	высо-та, м	возраст, лет	
ВПП 1, прил. насажд. – 8С2Б, С. мш., А2, 70 лет, срок зарастания – 9 лет						
10С+Б	0–25	7460	1,2	4,0	7	сплошное
9С1Б+Ос	26–50	4030	1,5	4,0	7	сплошное
10С	51–75	4640	1,4	4,7	7	сплошное
10С+Ив,Е, Б	76–100	8270	1,4	3,7	7	сплошное
10С+Е,Ябл	101–125	5850	1,4	3,6	7	сплошное
10С	126–150	4630	1,5	3,8	7	сплошное
10С+Ос	151–175	2820	1,4	3,8	6	сплошное
10С+Е, Ос, Б, Ябл	176–200	1810	1,6	3,6	6	сплошное
10С+Ябл	201–225	5640	1,3	2,4	6	куртинное
10С	226–250	200	1,0	0,5	3	единично
ВПП 2, прил. насажд. – 8С1Б1Ос, С.ор., В2, 70 лет, срок зарастания – 14 лет						
5Ос5Ив+Б	0–25	2000	1,5	0,9	–	куртинное
10С	26–50	100	1,0	1,4	–	единичное
–	51–75	–	–	–	–	–
8С2Е+Ос	76–100	1000	1,3	1,3	4	единичное
7С3Е+Б	101–125	1200	1,0	1,6	5	единичное
7С3Е	126–150	1200	1,0	1,4	5	куртинное
8С2Е	151–175	500	1,0	1,7	5	единичное
5С5Е+Ябл	176–200	1800	1,3	1,4	5	куртинное
8С2Е+Ябл	201–225	500	1,4	0,9	4	единичное
-	226–275	–	–	–	–	-
10Ив	276–300	200	3,0	1,4	–	единичное
ВПП 3, прил. насажд. – 7Б2Олс1С, Б. мш., В2, 60 лет, срок зарастания – 7 лет						
10Б+С,Олс	0–25	18700	1,3	0,8	3	сплошное
10С	26–50	100	1,0	0,9	5	единично
10С+Б	51–75	400	1,3	0,6	4	единично
–	76–100	–	–	–	–	-

Продолжение табл. 1

Состав подроста	Расстояние до стены леса, м	Число особей шт./га	Средние			Характер размещения
			состояние, балл	высота, м	возраст, лет	
10С	101–125	800	1,5	0,6	4	единично
10С	126–150	800	1,6	0,6	4	единично
10С+Б	151–175	700	1,0	0,6	4	единично
8С2Б	176–200	1500	1,1	0,5	4	куртинное
10Б+С, Олч	201–225	6800	1,1	0,9	3	сплошное
ВПП 4, прил. насажд. – 8С2Б+Е, Ос, Олс, С.орл., В2, 80 лет, срок застарения – 15 лет						
5Олс2Ос2Б1Е+С	0–25	9200	1,3	2,4	–	куртинное
10Олс+Б, Е	26–50	10600	1,0	1,5	–	равномерное
10Олс+Е, С	51–75	8600	1,0	1,4	–	равномерное
10Б	76–100	800	1,0	9,5	20	единично
10Олс+С, Гр	101–125	3800	1,2	1,4	–	куртинное
5С3Олс2Б+Ябл	126–150	2000	1,7	2,7	–	куртинное
10С	151–175	400	2,5	8,7	16	единично
10С+Ябл	176–200	5000	1,8	3,0	8	куртинное
10С+Ябл	201–225	2800	1,5	2,5	8	куртинное
10С+Ябл	226–250	4400	1,4	1,9	8	куртинное
ВПП 7, прил. насажд. -9С1Б+Е, С.мш, А2, 80 лет, срок застарения – 8 лет						
10С+Лп	0–25	5200	2,1	1,8	9	куртинное
10С+Е	26–50	5600	1,8	2,3	9	равномерное
8С2Б+Е	51–75	3200	1,8	2,2	7	равномерное
10Б+С	76–100	2600	1,0	5,9	–	куртинное
8Б2Г	101–125	1000	1,2	4,7	–	единичное
10Б+С	126–150	3200	1,4	4,5	–	куртинное
6С3Б1Е+Олс	151–175	3200	1,7	3,3	7	равномерное
6Ос2С1Е1Б	176–200	2200	2,0	1,4		куртинное
ВПП 9, прил. насажд.- 9Б1Ос+Е, Б.кис, С2, 50 лет, срок застарения – 10 лет						
6Б3Олс1Ос+Ив	0–25	5400	1,5	1,6	3	равномерное
6Б3С1Олс+Ив	26–50	10800	1,4	0,7	3	равномерное
10С	51–75	2600	1,9	0,4	3	куртинное

Продолжение табл. 1

Состав подроста	Расстояние до стены леса, м	Число особей шт./га	Средние			Характер размещения
			состояние, балл	высота, м	возраст, лет	
10С	76–100	1400	2,1	0,5	3	единичное
7БЗС	101–125	800	1,5	0,5	3	единичное
10С	126–150	1800	1,0	0,3	2	единичное
10С	151–175	1800	2,3	0,4	3	единичное
10С	176–200	1000	1,8	0,4	3	единичное
9С1Б	201–225	2200	2,1	0,5	3	равномерное
10С+Ябл	226–250	3400	1,2	0,4	3	равномерное
ВПП 10, прил. насажд. – 8Олс2Б+С,Ос,Е, Олс. кис., Д2, 40 лет, срок застарения –15 лет						
7С1Е1С1Гр	0–25	5200	2,5	1,0	–	куртинное
7Олс3С	26–50	4400	2,0	1,5	–	равномерное
7Олс2С1Ос+Б,Е,Ив	51–75	27800	2,2	1,7	–	сплошное
7Олс3С+Е,Ос,Ябл	76–100	13200	2,3	2,0	–	сплошное
6С3Олс1Б+Е,Гр	101–125	6000	2,1	4,4	–	равномерное
8С1Е1Гр+Ив	126–150	3600	1,8	4,0	–	равномерное
5С5Ос+Б,Гр,Е,Ябл	151–175	4400	1,9	2,1	–	равномерное
7С3Ос+Б,Ив	176–200	9400	2,6	1,7	–	равномерное
10С	201–225	1400	1,6	2,9	–	куртинное
9С1Б	226–250	2400	1,6	2,4	–	куртинное
ВПП 11, прил. насажд. – 5Б5Ос, Б.орл., С2, 50 лет, срок застарения –7 лет						
10Б	0–25	6800	1,1	0,9	3	куртинное
10Б	26–50	6200	1,2	0,8	3	куртинное
10Б	51–75	2800	1,4	0,8	3	куртинное
Нет	76–100	–	–	–	–	–
10Б	101–125	200	2,0	0,6	3	единичное
10Б	126–150	3200	2,8	0,4	3	куртинное
10Б	151–175	3200	1,5	0,8	3	куртинное
9Б1Ос	176–200	4600	2,2	0,7	3	куртинное
10Б	201–225	1000	2,0	0,8	3	единичное
Нет	226–250	–	–	–	–	–

Состав подроста	Расстояние до стены леса, м	Число особей шт./га	Средние			Характер размещения
			состояние, балл	высота, м	возраст, лет	
ВПП 12, прил. насажд. – 8Б1Ос1Олс, Б.орл., С2, 40 лет, срок зарастания – 9 лет						
10Б	0–25	13200	1,0	1,4	5	сплошное
10Б	26–50	9800	1,1	1,3	5	сплошное
Нет	51–75	–	–	–	–	–
10Б	76–100	200	2,0	1,3	5	единичное
10Б	101–125	6200	1,0	1,1	5	сплошное
10Б	126–150	2400	1,2	1,0	5	куртинное
10Б	151–175	4000	1,1	1,1	5	куртинное
10Б	176–200	4800	1,0	1,1	5	куртинное
-	201–250	–	–	–	–	–
ВПП 13, прил. насажд.- 10С, С. мш., А2, 70 лет, срок зарастания – 7 лет						
10С	0–25	–	–	–	–	–
10С	26–50	200	4,0	1,4	4	единичное
10С	51–75	200	3,0	1,6	6	единичное
10С	76–100	2000	1,4	2,1	6	единичное
10С	101–125	2600	1,8	1,9	6	единичное
10С+Гр	126–150	1000	1,6	1,9	7	единичное

На полях, прилегающих к сосновым древостоям в составе возобновления, доминирует подрост сосны, численность которого варьирует в среднем от 1300 до 2900 особей на 1 га вплоть до 250 м от опушек леса (рис. 1А). При этом средняя численность подроста сосны почти не меняется в зависимости от расстояния до стены леса вплоть до 250 м.

Напротив, численность подроста мелколиственных пород наиболее высока в полосе до 100 метров от опушек, где она достигает 27,8 тыс. шт/га, (ВПП 10), после чего снижается до 2,0–6,8 тыс. шт/га.

При этом, однако, каждая из зарастающих площадей отмечена индивидуальными особенностями, которые определяются составом примыкающих насаждений, наличием или отсутствием единичных плодоносящих деревьев, условиями мест произрастания, продолжительностью периодов зарастания, другими факторами.

В частности, ВПП 1 (состав материнского древостоя 8С2Б, мшистый) характеризуется тем, что на всем протяжении трансекты зарастание происходит главным образом сосной обыкновенной с незначительной примесью березы, осины, ели. Число особей подроста варьирует от 7460 шт./га у стены леса и до 200 шт. га в конце участка. При этом высокая численность

подроста сосны сохраняется вплоть до 225 м от опушки леса (табл. 1). Вследствие высокой численности подроста он размещается сплошь или крупными куртинами.

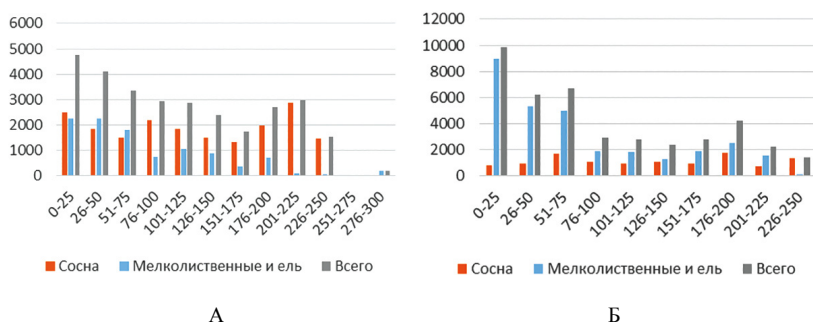


Рис. 1. Средняя численность подроста сосны, мелколиственных пород и ели на различном расстоянии от опушек леса на участках, прилегающих к насаждениям с доминированием сосны (А) и мелколиственных пород (Б)

На ВПП 2 (8С1Б1Ос; сосняк орляковый) в более богатых и затененных условиях произрастания вдоль опушки (от 0 до 25 м) идет зарастание осинкой и ивой (2000 шт./га), но уже от 75 м и до конца трансекты в составе возобновления доминирует сосна обыкновенная при участии ели. При этом однако их численность невелика: от 400 до 850 шт./га сосен и от 100 до 350 шт./га елей. Размещение подроста единичное или групповое.

На ВПП 4 до 125 м от стены леса (8С2Б+Е, Олс, Ос; сосняк орляковый) наблюдается равномерное или куртинное зарастание поля подростом ольхи серой при незначительном участии березы, осины и сосны. И только при удалении до 150 м и более в составе возобновления восстанавливается доминирование сосны.

На ВПП 7 (9С1Б+Е; сосняк орляковый) на почти всем протяжении трансекты (200 м от стены леса) имеет место зарастание участка сосной, в массиве которой местами встречаются куртины березы, и только после 175 м сосна сменяется осинкой. Здесь источником семян мелколиственных пород являются отдельно стоящие крупные деревья осины и березы.

Участок заброшенного поля, на котором заложена ВПП 13, граничит с чистым сосновым насаждением (10С, сосняк мшистый), вследствие чего его зарастание происходит исключительно сосной, хотя её численность относительно невелика – от 200 до 2600 шт./га. Возраст сосенок – 4–7 лет, что лишь незначительно меньше возраста самой залежи (7 лет).

Характер зарастания участков, примыкающих к насаждениям с доминированием мелколиственных пород, существенно отличается.

Естественное возобновление на ВПП 3, заложенной на поле, граничащим с выделом березняка мшистого (7Б2Олс1С) преимущественно происходит за счет самосева березы, густота которого варьирует от нескольких десятков до 18,7 тыс. шт./га. При этом, однако, центральная часть участка возобновляется сосной, густота которой варьирует от 100 до 1200 шт./га.

Этого пока недостаточно для формирования древостоя. При периоде существования залежи 7 лет возраст подроста варьирует от 3 до 5 лет.

ВПП 9 заложена на участке бывшей пашни у д. Слобода от опушки березняка (9Б1Ос+Е; березняк кисличный). На расстоянии до 50 м от стены леса имеет место равномерное зарастание (сомкнутость 0,4–0,5) березой, осиной, ольхой серой и куртинами ивы. С 25 до 50 м в составе самосева появляется сосна, которая на больших расстояниях доминирует в составе возобновления. При этом, однако, численность подроста сосны относительно невелика (1,0–3,4 тыс. шт./га), он расположен единично (сомкнутость менее 0,1) или небольшими группами, а его средняя высота не превышает 0,5 м при возрасте в среднем 3 года. Около 80% растений повреждены копытными. Довольно сложный характер чередования групп подроста различных пород объясняется присутствием в непосредственной близости от ВПП плодоносящих деревьев сосны и березы.

На ВПП 10, заложенной от стены леса сероольшаника кисличного (8Олс2Б+С,Ос,Е), возобновление формируется главным образом сосной (возраст 12–15 лет) и ольхой серой. Вдоль стены леса (до 25 м) преобладает подрост сосны (3600 шт./га), далее – до 100 м – ольха серая (до 19500 шт./га). Начиная с 125 м, количество подроста ольхи серой уменьшается и доминирование переходит к сосне и осине. Вклад в формирование состава будущего насаждения вносят отдельно стоящие особи ольхи серой и осины.

На ВПП 11, расположенной на бывшем колхозном поле у д. Заольховье, от стены леса (5Б5Ос, березняк орляковый) по всей длине трансекты в составе возобновления абсолютно доминирует береза при относительно высокой плотности её поселения (1,0–6,8 тыс. шт./га), хотя отдельные растения повреждены копытными. Размещение подроста преимущественно куртинное. При общем сроке зарастания 7 лет подрост представлен преимущественно 3-летними растениями березы повислой высотой до 1 м.

ВПП 12 заложена от стены леса (8Б1Ос1Олс; березняк орляковый) на длину 200 м. Зарастание участка происходит исключительно березой, причем у самой стены леса количество семян превышает 10 тыс. шт./га. Расположение подроста неравномерное, на расстоянии 50–75 м оно отсутствует, а затем переходит в отдельные куртины и после 200 м от опушки возобновление березы прекращается.

Между продолжительностью периода зарастания в интервале 7–15 лет и средней высотой подроста значимой на статистическом уровне зависимости не выявлено (коэфф. корреляции $r = +0,34$), зависимость густоты подроста от этого показателя также невысока (коэфф. корреляции $r = +0,43$).

Между средним возрастом подроста и продолжительностью периода зарастания связь более тесная. Она характеризуется $r = 0,62$. При этом начало появления подроста может относиться уже к 1-2 году (ВПП 7, 10, 13) после прекращения возделывания земельных участков, а может датироваться и 6-7-м (ВПП 4, 9) и даже 9-м годом (ВПП 2). Столь значительные «разбежки» подлежат отдельному изучению, но можно предположить, что они связаны с различиями в погодных условиях различных лет в пе-

риод прорастания семян, со скоростью задернения участков, с периодичностью семенных лет у древесных видов, активностью животных.

Исследования флористической структуры пионерной растительности на 7–15 годы её формирования были выполнены также на всех 10 экспериментальных участках, в том числе сравнительный фитоиндикационный анализ живого напочвенного покрова участков по отношению к условиям трофности, освещенности, теплообеспеченности.

В целом флористический состав анализируемого списка в основном состоит из видов высших сосудистых растений. Он насчитывает 108 видов, представляющих 30 семейств и 78 родов. Наиболее многочисленны в видовом отношении 7 семейств – Asteraceae (21 вид), Poaceae (10 видов), Fabaceae (9 видов), Rosaceae и Onagraceae (по 8 видов), Caryophyllaceae (7 видов) и Lamiaceae (6 видов), – на которые приходится 63,8% от общей численности видов исследуемой флоры. Остальные 23 семейства представлены 1–4 видами. Среди родов ведущее положение занимают *Trifolium* (5 видов); *Artemisia* и *Viola* (по 4 вида); *Galium* (3 вида). Остальные 74 рода представлены от 1–2 видами.

Для лучшего понимания исторических особенностей, характера распространения видов на трансформированных в ходе сельскохозяйственного использования землях и их последующей натурализации, был проведен предварительный географический анализ видового состава. В составе флоры зарастающих участков пашни выявлено 74 вида аборигенного и 34 вида чужеродного (главным образом антропогенного) происхождения.

При анализе географического происхождения видов выделено 23 элемента. Господствующее положение по численности в выявленной флоре зарастающих сельхозугодий занимают европейско-западноазиатские – 25 видов (23,1%) и евразийские – 19 видов (или 17,6%). Меньшее участие в сложении флоры принимают европейские и циркумбореальные – по 15 видов или 13,9%. Роль видов остальных географических элементов в составе флоры зарастающих участков крайне мала (31,5% в совокупности).

Изучение эколого-ценотической структуры флоры также являлось важной составной частью флористического анализа, так как позволяло определить ее генезис на отдельно взятых участках.

На каждом конкретном участке было выявлено от 23 до 50 видов. Между числом выявленных видов и продолжительностью периода зарастания в анализируемом временном интервале (7–15 лет) отмечена достоверная положительная связь (коэфф. корреляции $r = +0,61$). Максимальное число видов отмечено на ВПП 10, примыкающей к участку сероольшаника кисличного, характеризующегося наиболее богатыми условиями произрастания во всей совокупности объектов исследования.

В составе живого напочвенного покрова зарастающих участков выявлены представители 20 эколого-ценотических групп (ЭЦГ). Наибольшая доля приходится на опушечно-луговые виды – 36%, виды сорных растений составляют 16%, опушечно-лесные виды – 12%. Остальные 36%, это виды других ЭЦГ (табл. 2).

Таблица 2. Распределение видов сосудистых растений, произрастающих на участках, вышедших из-под сельскохозяйственного использования, по эколого-ценотическим группам

Эколого-ценотические группы видов	Число видов живого напочвенного покрова на ВПП в разрезе типов леса прилегающих участков и продолжительности периодов зарастания																						
	С. мш.					Б. мш.					С. орл.					Б. орл.					Б. кис.		Олс. кис.
	ВПП 13	ВПП 7	ВПП 1	ВПП 3	ВПП 2	ВПП 4	ВПП 11	ВПП 12	ВПП 9	ВПП 10	ВПП 13	ВПП 7	ВПП 1	ВПП 3	ВПП 2	ВПП 4	ВПП 11	ВПП 12	ВПП 9	ВПП 10			
	7 лет	8 лет	9 лет	7 лет	14 лет	15 лет	7 лет	9 лет	10 лет	15 лет	7 лет	8 лет	9 лет	7 лет	14 лет	15 лет	7 лет	9 лет	10 лет	15 лет			
	ед.	ед.	ед.	ед.	ед.	ед.	ед.	ед.	ед.	ед.	ед.	ед.	ед.	ед.	ед.	ед.	ед.	ед.	ед.	ед.			
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
лесные																							
болотно-лугово-лесные																							
болотно-опушечно-лесные																							
сорно-опушечно-лесные																							
сорно-лесные	1	3																					
опушечно-лесные	3	9	4	16	4	9	2	9	2	5	4	12					3	10	4	11			
опушечно-боровые	1	3	1	4	3	6	2	9	2	5	2	6	1	4	1	3	2	6	3	6			
опушечные	1	3			1	2											1	4	1	3			
луговые	3	9	2	8	7	15	1	4	3	7	2	6	2	7	1	3	4	11	6	12			
опушечно-луговые	15	43	9	36	18	38	7	30	13	30	11	33	11	41	12	41	13	36	19	38			
сорно-луговые	3	9	2	8	3	6	2	9	4	9	3	9	2	7	3	10				3			
сорно-опушечно-луговые	2	6	2	8	1	2	2	9	6	14	3	9	1	4	2	7	2	6	3	6			
болотно-луговые	1	3					1	4	1	2													
прибрежно-болотные						1	2																
опушечно-прибрежно-луговые	1	3							1	2				2	8					1			
прибрежно-луговые	1	3			2	4			1	2				1	4	1	3	1	3	1			
опушечно-сорно-луговые			1	4	1	2	1	4	1	2	1	3						1	3	1			
сорные	3	9	3	12	4	9	5	22	8	19	5	15	2	7	3	10	3	8	2	4			
прибрежно-сорный										1	2												
сорно-прибрежно-опушечные			1	4							1	3	2	7	1	3	2	6	1	2			
ВСЕГО:	35	100	25	100	47	100	23	100	43	100	33	100	27	100	29	100	36	100	50	100			
в т.ч. лесных	6	18	5	20	10	21	4	18	4	10	7	21	4	16	6	19	10	29	13	26			

Таблица 3. Распределение фитоиндикаторных групп во флоре сосудистых растений для участков, вышедших из-под сельскохозяйственного использования

Фитоиндикаторные группы видов	Число видов живого напочвенного покрова на ВПП в разрезе типов леса прилегающих участков и продолжительности периодов зарастания																			
	С. мш.				Б. мш.				С. орл.				Б. орл.				Б. кис.			
	ВПП 13		ВПП 7		ВПП 1		ВПП 3		ВПП 2		ВПП 4		ВПП 11		ВПП 12		ВПП 9		ВПП 10	
	7 лет		8 лет		9 лет		7 лет		14 лет		15 лет		7 лет		9 лет		10 лет		15 лет	
	ед.	%	ед.	%	ед.	%	ед.	%	ед.	%	ед.	%	ед.	%	ед.	%	ед.	%	ед.	%
По отношению к освещенности																				
Синюфиты 2,3																				
Гелиосифиты 4,5																				
Синотелиофиты 6,7																				
Гелиофиты 8																				
Ульгрателиофиты 9																				
Данных нет																				
ВСЕГО:																				
По отношению к теплообеспеченности																				
Высокогорные, горные виды 4																				
Виды умеренного тепла 5																				
Виды равнинных местообитаний 6																				
Субсредиземноморские виды 7																				
Данных нет																				
ВСЕГО:																				
По отношению к богатству субстрата минеральными элементами																				
Ульгрателиофиты 1																				
Олигофиты 2																				
Мезоолигофиты 3																				
Олигомезофиты 4																				
Мезофиты 5																				
Мегамезофиты 6,7																				
Мегафиты 8																				
Нитрофиты 9																				
Данных нет																				
ВСЕГО:																				

Доля собственно лесных и других генетически связанных с лесами видов (болотно-лугово-лесных, болотно-опушечно-лесных, сорно-опушечно-лесных, сорно-лесных, опушечно-боровых, опушечно-лесных и опушечных) в совокупности составляет в среднем 19,8% от состава живого напочвенного покрова зарастающих участков (от 4–6 до 13 видов на участок). При этом их доля практически не зависит ни от периода зарастания, ни от условий произрастания в анализируемых интервалах времени и почвенного плодородия.

По-видимому, отсутствие этой связи обусловлено отсутствием эффекта смыкания крон деревьев и, соответственно, полноценной лесной среды, в которой нелесные виды окажутся в неблагоприятных в конкурентном отношении условиях.

Также мало зависит от времени зарастания и число сорных растений в составе живого напочвенного покрова: их число варьирует от 2 до 8 видов на обследованных участках, а вместе с прибрежно-сорными и сорно-луговыми – от 3 до 13. Доля этих групп в совокупности составляет от 10 до 30% всего состава живого напочвенного покрова и практически не зависит (коэфф. корреляции $r = +0,04$) от продолжительности периода зарастания, по крайней мере в анализируемом временном периоде (от 7 до 15 лет).

В ходе анализа полученных материалов было рассмотрено отношение растений, участвующих в зарастании сельскохозяйственных земель Березинского биосферного заповедника, к основным факторам среды: освещенности, теплообеспеченности, богатству почвы азотом (табл. 3).

По отношению к освещенности наибольшее количество (от 10 до 32 видов на трансекте) и, соответственно, максимальная доля (от 40 до 68%) от общего числа видов приходится на группу умеренно светолюбивых растений – сциогелиофитов (в среднем 57%). Среди них: *Pimpinella saxifraga* L., *Pilosella officinarum* L., *Knautia arvensis* L. и др. Это связано с тем, что большинство зарастающих полей представляют собой своеобразную мозаику открытых и полуткрытых участков. Наименьшая доля приходится на теневые растения – сциофиты (их доля составляет в среднем 0,5%) *Luzula pilosa* L. и др., растения полного света ультрагелиофиты (2,7 %) и растения полутени гелиосциофиты – (2,3 %): *Oenothera rubricaulis* L., *Euphorbia virgata* L. и др.

Четкой зависимости состава фитоиндикаторных групп и его динамики от продолжительности периода зарастания или от типологического статуса примыкающих насаждений нет. Можно предположить, что формирование лесных экосистем еще не достигло уровня, который бы привел к дифференциации флористического состава по отношению к фактору света.

По отношению к температурному фактору во флоре зарастающих полей сосудистых растений доминируют виды равнинных местообитаний (в среднем около 32%) – *Tanacetum vulgare* L., *Galium mollugo* L., *Artemisia campestris* L. и др., а также виды умеренного тепла (16,6% в среднем). Гораздо слабее представлены холодостойкие высокогорные (*Geum rivale* L., *Equisetum arvense* L.) и теплолюбивые субсредиземноморские (*Oenothera rubricaulis* L. и др.) виды – 2,7% и 4,4% соответственно.

По отношению к богатству субстрата минеральными элементами флора сосудистых растений представлена в основном видами средней требовательности к почвенному плодородию (в среднем 51,4% от состава флор): мегамезотрофами (19,7% – *Phleum pratense* L., *Dactylis glomerata* L., *Festuca pratensis* L.), олигомезотрофами (16,2% – *Dianthus deltoides* L., *Jasione montana* L., *Potentilla argentea* L.) и собственно мезотрофами (11,3% – *Campanula patula* L., *Achillea millefolium* L., *Senecio jacobaea* L., *Leontodon autumnalis* L.). Малотребовательные к богатству почвы виды представлены во флоре зарастающих полей также довольно хорошо. Их доля в совокупности составляет в среднем 27,3% от общего числа видов. Это мезоолиготрофы (7,0% – *Carex leporina* L., *Leucanthemum vulgare* L.), собственно олиготрофы (17,9%), а также ультраолиготрофы – 2,4%. Участие требовательных к почвенному плодородию видов – нитрофилов и мегатрофов – крайне незначительно (в среднем 6,3%).

Различия в распределениях видов растений по фитоиндикаторным группам богатства почвенного субстрата свидетельствует прежде всего о выравнивании условий произрастания в результате многолетнего сельскохозяйственного использования участков. Хотя условия произрастания в прилегающих к полям лесных экосистемах варьируют в довольно широких пределах: от сосняков и березняков мшистых до сероольшаников и березняков кисличных, эколого-флористическая структура растительных группировок на зарастающих полях почти не различается.

Заключение. Анализ особенностей процесса формирования лесных фитоценозов на землях, исключенных из сельскохозяйственного использования на территории Березинского биосферного заповедника, показал, что:

- бывшие сельскохозяйственные земли зарастают неравномерно, в зависимости от почвенных условий и состава примыкающих насаждений. Зарастание происходит с преобладанием сосны или березы, реже – ольхи серой и осины. При этом к 7–15 годам после прекращения использования угодий для нужд сельского хозяйства молодняки еще не достигают фазы смыкания крон и лесная среда только начинает формироваться;

- по мере удаления от стены леса меняется и характер размещения подроста: от сплошного до группового и единичных особей;

- в составе живого напочвенного покрова к 7–15 годам после начала зарастания доминируют нелесные виды, представляющие фрагменты рудеральных (28,1%) и луговых (49,3%) растительных сообществ. Флора лесов и лесных опушек в среднем представлена на этой стадии формирования лесных экосистем всего 22,5% общего числа выявленных видов.

Литература

1. Гельтман В.С., Долбик М.С. // Березинский биосферный заповедник Белорусской ССР. Оргкомитет I Междунар. конгр. по биосферным заповедникам. Минск: Ураджай, 1983. С. 243.
2. Каштальян А.П., Кудин М.В. Из истории антропогенного воздействия на природные экосистемы Березинского биосферного заповедника (до организации и на начальном этапе его существования): теория и практика комплексных исследований природных систем. История, современность, перспективы: Третьи международные чтения памяти Н.М. Пржевальского. Смоленск, 2012. С.10-16.

3. Положение о Березинском биосферном заповеднике (Указ Президента Республики Беларусь от 9 февраля 2012 г. № 59 «О некоторых вопросах развития особо охраняемых природных территорий»).

4. Лемеза Н.А., Джус М.А. Геоботаника: учебная практика. Минск: Высшая школа, 2008. 255 с.

5. Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постантропогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.

6. Определитель высших растений Беларуси /под ред. В.И. Парфенова. Минск: Дизайн Про, 1999. 471 с.

7. Ellenberg H., Weber H., Dull R., Wirth V., Werner W., Paulsen D. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2 Verbesserte und erweiterte Auflage. 282 s.

Л.А. ДУДКИНА, А.В. ПУГАЧЕВСКИЙ, Т.Л. БАРСУКОВА
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ
НА ТЕРРИТОРИЯХ, ВЫШЕДШИХ
ИЗ-ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА)

Резюме

На основе анализа особенностей формирования лесной растительности на землях, выведенных из сельскохозяйственного использования показана актуальность изучения сукцессионных процессов. На 10 участках, соответствующих типам леса (березняк орляковый, березняк кисличный, сосняк мшистый и сероольшаник кисличный) выполнен сравнительный фитоиндикационный анализ живого напочвенного покрова по отношению к условиям трофности, освещенности, теплообеспеченности и приведены сведения о структуре растительности. Показано, что к 7–15 годам от начала зарастания бывших сельхозугодий в составе живого напочвенного покрова флора лесов и лесных опушек представлена всего 22,5% общего числа выявленных видов.

L. A. DUDKINA, A. V. PUGACHEUSKIY, T. L. BARSUKOVA
PECULIARITIES OF FORMATION OF FOREST VEGETATION
ON THE TERRITORIES WITHDRAWN FROM AGRICULTURAL USE
(ON THE EXAMPLE OF THE BEREZINSKY BIOSPHERE RESERVE)

Summary

On the basis of the analysis of the features of the formation of forest vegetation, on lands withdrawn from agricultural use, the relevance of studying the succession processes is shown. Information is provided on the structure of vegetation in 10 experimental plots that have been released from agricultural use; a comparative phytoindication analysis of the live ground cover of these areas corresponding to forest types (birch wood, birch grouse, mossy pine and sulfur oil shrewd) in relation to conditions of trophicity, illumination, and heat supply. By 7–15 years from the overgrowing forest vegetations was represented by 22,5% of wall siencises on this lands.

Поступила в редакцию 09.12.2019 г.

А.И. КОВАЛЕВИЧ, Е.В. ЧУРИЛО, Д.И. КАГАН
**СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД *IN SITU* В СИСТЕМЕ МИНИСТЕРСТВА
ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Институт леса НАН Беларуси, Гомель

Введение. Лесные генетические ресурсы – это передающиеся по наследству материалы, содержащиеся внутри одного и различных видов древесных растений, представляющих фактическую или потенциальную экономическую, экологическую, научную и социальную ценность [1]. По данным государственного лесного кадастра на 1 января 2019 года площадь покрытых лесом земель Беларуси составляет 8256,9 тыс. га с общим запасом древесины 1807,9 млн м³, лесистость территории республики – 39,8% [2]. В структуре лесов преобладают хвойные виды (59,2%), в том числе сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) – 49,7% и ель европейская (*Picea abies* (L.) H. Karst.) – 9,5%; из лиственных видов – береза повислая (*Betula pendula* Roth) – 16,8%. Лесное хозяйство занимает ключевое положение в лесном секторе экономики и оказывает существенное влияние на развитие смежных отраслей народнохозяйственного комплекса страны.

В настоящее время изменение условий окружающей среды считается одной из главных причин текущей трансформации в распределении биологических видов [3]. Учитывая долговечность, экологическую и экономическую ценность древесных видов, исследования в данной области становятся все более распространенными. Негативный эффект климатических изменений замечен уже сейчас, выражаемый в снижении роста и жизнеспособности ряда древесных пород в результате таких экстремальных явлений, как летние засухи и тепловые волны [4], участвовавшие вспышки инвазивных заболеваний, шквальные и ураганные ветры. Разрабатываемые климатические модели прогнозируют сохранение наметившихся тенденций и в течение XXI-го века [5].

Проблема ослабления насаждений основных лесообразующих пород, снижения их биологической устойчивости актуальна и для Беларуси. Так, за период 2006–2014 годы площадь насаждений ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) сократилась на 43% с 26,9 тыс. га до 15,4 тыс. га. За последнее десятилетие при проведении сплошных и выборочных санитарных рубок в древостоях *P. abies* вырублено более 30,0 млн м³ древесины на площади свыше 300 тыс. га. В настоящее время крайне сложная ситуация сложилась с усыханием *P. sylvestris*, особенно короедным. Так, по официальным данным Минлесхоза только в 2017 году усыхание сосняков отмечено на площади 121,3 тыс. га в объеме 7,1 млн м³. В 2018 году санитарно-оздоровительные мероприятия в сосновых насаждениях проведены на площади 188,7 тыс. га в объеме 11,5 млн м³, в том числе сплошными санитарными рубками на площади 38,4 тыс. га в объеме 9,9 млн м³. На начало 2019 года площадь действующих очагов вредителей и болез-

ней леса составляет 136,5 тыс. га, в том числе вредителей на площади 7,4 тыс. га, болезней – 129,1 тыс. га.

Вышеперечисленные проблемы обуславливают необходимость сохранения биологического и генетического разнообразия лесов. К настоящему времени около 15% площади поверхности суши отведено под охраняемые территории, однако эта территория распределена неравномерно между различными климатическими зонами.

В Беларуси целенаправленное сохранение лесных генетических ресурсов реализуется двумя способами: *in situ* (поддержание и восстановление жизнеспособных популяций видов в их естественной среде произрастания) и *ex situ* (сохранение компонентов биоразнообразия вне их естественных мест обитания).

После принятия «Конвенции о биоразнообразии» [6] сохранение генетического разнообразия *in situ* становится в мире приоритетным направлением. Конвенция является главной составляющей стратегии и политики каждого государства в области биоразнообразия и рекомендует считать *in situ* основным типом сохранения [7]. Основными объектами сохранения генетических ресурсов древесных видов *in situ* в системе Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь являются лесные генетические резерваты, плюсовые лесные насаждения и плюсовые деревья.

Объекты и методы исследования. Проанализированы лесоустроительные материалы и сводные ведомости инвентаризации лесных генетических резерватов, плюсовых лесных насаждений и плюсовых деревьев в системе Минлесхоза Республики Беларусь.

Результаты и их обсуждение. В рамках реализации мероприятий по сохранению генофонда лесов *in situ*, начиная с 1970 года, проводятся широкомасштабные работы по инвентаризации лесов Беларуси с целью оценки их состояния и выявления наиболее ценных природных популяций лесных древесных видов.

Лесной генетической резерват – участок лесного фонда, типичный по лесорастительным условиям для конкретного природно-климатического региона, выделяемый в целях сохранения генофонда конкретной древесной породы [8]. По состоянию на 1 января 2019 года в лесном фонде Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь выделено 14 лесных генетических резерватов общей площадью 4183,4 га для дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) (2181,3 га), *P. sylvestris* (1539,1 га), *P. abies* (358,0 га), *F. excelsior* (105,0 га).

Лесные генетические резерваты выделены на территории пяти государственных производственных лесохозяйственных объединений (далее – ГПЛХО) с наибольшей площадью на территории Гомельского (1975,4 га, или 47,2%), наименьшей – Гродненского (212,0 га, или 5,1%) (рис. 1). В Минском ГПЛХО резерваты не выделены.

На рис. 2 представлено распределение лесных генетических резерватов по каждому древесному виду в разрезе ГПЛХО. Установлено, что для *P. sylvestris* резерваты выделены на территории пяти ГПЛХО с наибольшей площадью в Могилевском (Могилевский лесхоз – 544,0 га).



Рис. 1. Площадь лесных генетических резерватов на территории ГПЛХО (в га)

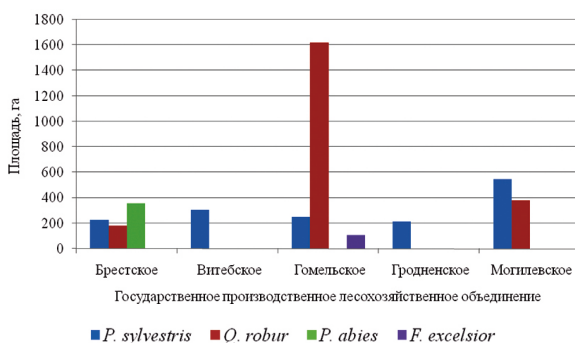


Рис. 2. Распределение лесных генетических резерватов различных древесных видов на территории ГПЛХО (в га)

Из трех ГПЛХО, на территории которых выделено семь лесных генетических резерватов *Q. robur*, наибольшая площадь объектов находится в Гомельском (1621,3 га). Для *P. abies* и *F. excelsior* выделено по одному резервату (Витебское и Гомельское ГПЛХО соответственно).

Плюсовое лесное насаждение – высокопродуктивное и высококачественное лесное насаждение для конкретных лесорастительных условий [8]. По состоянию на 1 января 2019 года в лесном фонде Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь выделены плюсовые лесные насаждения для 10 древесных видов общей площадью 1089,1 га.

Плюсовые лесные насаждения выделены на территории всех шести ГПЛХО (рис. 3). Более 37,7%, или 409,3 га всех насаждений произрастает в лесном фонде Гомельского ГПЛХО.



Рис. 3. Площадь плюсовых лесных насаждений на территории ГПЛХО (в га)

Распределение плюсовых лесных насаждений различных древесных видов в разрезе ГПЛХО представлено в таблице 1. Установлено, что для *P. sylvestris* такие объекты выделены на территории всех ГПЛХО в количестве 79 единиц общей площадью 635,9 га. Это составляет более 59,0% от всех плюсовых лесных насаждений Беларуси. Вторыми по численности являются плюсовые лесные насаждения *Q. robur*, выделенные на территории четырех ГПЛХО в количестве 29 единиц общей площадью 322,2 га. Для ряда древесных видов плюсовые лесные насаждения выделены на территории только одного ГПЛХО: Брестское (Пружанский лесхоз, Мокровское лесничество) – сосна веймутова (*Pinus strobus* L.), Гродненское (Гродненский лесхоз, Индурское лесничество) – лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.) и бук европейский (*Fagus sylvatica* L.), Могилевское (Климовичский лесхоз, Малышковичское лесничество) – береза карельская (*Betula pendula* var. *carelica* (Merckl.) Hämet-Ahti).

Плюсовое дерево – дерево, значительно превосходящее по одному или нескольким признакам и свойствам окружающие деревья одних с ним возраста, фенологической формы, произрастающие в одинаковых лесорастительных условиях [8]. Из потомства плюсовых деревьев создаются лесосеменные плантации I порядка (в случае отбора деревьев по фенотипу) и II порядка (вегетативным путем из потомства деревьев, прошедших генетическую оценку). По состоянию на 1 января 2019 года на территории лесного фонда Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь в составе постоянной лесосеменной базы аттестовано 2588 плюсовых деревьев. Плюсовые деревья отобраны во всех шести ГПЛХО, их количество распределено по территории Беларуси неравномерно (рис. 4).

Таблица 1. Распределение плюсовых лесных насаждений различных древесных видов в системе ГПЛХО Беларуси

Вид	Государственное производственное лесохозяйственное объединение						Всего, ед./га
	Брестское	Витебское	Гомельское	Гродненское	Минское	Могилевское	
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	$\frac{7}{40,6}$	$\frac{15}{185,2}$	$\frac{16}{152,7}$	$\frac{7}{60,5}$	$\frac{17}{111,7}$	$\frac{17}{85,2}$	$\frac{79}{635,9}$
Дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i> L.)	$\frac{2}{15,8}$		$\frac{21}{224,0}$		$\frac{3}{69,0}$	$\frac{3}{13,4}$	$\frac{29}{322,2}$
Береза карельская (<i>Betula pendula</i> var. <i>carelica</i> (Merckl.) Hämet-Ahti)						$\frac{3}{53,0}$	$\frac{3}{53,0}$
Береза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth)	$\frac{2}{3,0}$	$\frac{2}{9,5}$	$\frac{2}{28,6}$				$\frac{6}{41,1}$
Ольха черная (<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.)	$\frac{1}{13,0}$		$\frac{1}{4,0}$			$\frac{2}{2,8}$	$\frac{4}{19,8}$
Ель европейская (<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.)		$\frac{4}{8,7}$			$\frac{1}{5,0}$		$\frac{5}{13,7}$
Лиственница европейская (<i>Larix decidua</i> Mill.)				$\frac{2}{0,7}$	$\frac{1}{1,5}$		$\frac{3}{2,2}$
Лиственница сибирская (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.)				$\frac{1}{0,6}$			$\frac{1}{0,6}$
Сосна веймутова (<i>Pinus strobus</i> L.)	$\frac{1}{0,3}$						$\frac{1}{0,3}$
Бук европейский (<i>Fagus sylvatica</i> L.)				$\frac{1}{0,3}$			$\frac{1}{0,3}$
Итого	$\frac{13}{72,7}$	$\frac{21}{203,4}$	$\frac{40}{409,3}$	$\frac{11}{62,1}$	$\frac{22}{187,2}$	$\frac{25}{154,4}$	$\frac{132}{1089,1}$

Примечание: число над чертой – количество плюсовых лесных насаждений, ед.; число под чертой – площадь плюсовых лесных насаждений, га

Наибольшее количество плюсовых деревьев отобрано на территории Гомельского и Витебского ГПЛХО (733 и 490 ед. соответственно), наименьшее – Брестского (285 ед.). Установлено, что плюсовые деревья представлены 13 местными и интродуцированными лесными древесными породами, в т.ч. шестью хвойными и семью лиственными (табл. 2).

Более 60% всех плюсовых деревьев (1572 ед.) приходится на долю *P. sylvestris*, которые отобраны на территории всех шести ГПЛХО. Для четырех видов (*F. excelsior*, осина (*Populus tremula* L.) (форма зеленокорая), *F. sylvatica* и пихта белая (*Abies alba* Mill.)) плюсовые деревья отобраны только в каком-либо одном ГПЛХО (Могилевское, Гомельское, Гродненское и Брестское соответственно).

Таблица 2. Распределение плюсовых деревьев и их видовой состав
в системе ГПЛХО Беларуси

Вид	Государственное производственное лесохозяйственное объединение						Всего, ед.
	Брестское	Витебское	Гомельское	Гродненское	Минское	Могилевское	
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	161	<u>344</u> 15	<u>346</u> 23	<u>213</u> 14	<u>294</u> 15	<u>214</u> 27	<u>1572</u> 94
Дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i> L.)	12	–	318	9	24	32	395
Ель европейская (<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.)	43	<u>83</u> 1	–	–	31	57	214
Береза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth)	12	36	38	8	6	–	100
Лиственница европейская (<i>Larix decidua</i> Mill.)	6	–	–	38	32	20	96
Ольха черная (<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.)	36	–	25	7	–	14	82
Лиственница сибирская (<i>Larix sibirica</i> Ledeb.)	–	27	–	8	–	17	52
Береза карельская (<i>Betula pendula</i> var. <i>carelica</i> (Merckl.) Hämet-Ahti)	–	–	–	–	9	14	23
Ясень обыкновенный (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)	–	–	–	–	–	19	19
Сосна веймутова (<i>Pinus strobus</i> L.)	11	–	–	–	8	–	19
Осина форма зеленокорая (<i>Populus tremula</i> L.)	–	–	6	–	–	–	6
Бук европейский (<i>Fagus sylvatica</i> L.)	–	–	–	6	–	–	6
Пихта белая (<i>Abies alba</i> Mill.)	4	–	–	–	–	–	4
Итого	<u>285</u> 0	<u>490</u> 16	<u>733</u> 23	<u>289</u> 14	<u>404</u> 15	<u>387</u> 27	<u>2588</u> 95

Примечание: число под чертой – в том числе количество элитных деревьев, ед.

Выявлено, что плюсовые деревья различных древесных видов отобраны на территории Беларуси неравномерно (рис. 5).

Так, на территории Гомельского ГПЛХО отобрано наибольшее количество плюсовых деревьев *Q. robur*, *B. pendula*, *P. sylvestris*. При этом плюсовых деревьев дуба на территории ГПЛХО сконцентрировано более 80% от их общего числа. На территории Витебского ГПЛХО отобрано наибольшее количество плюсовых деревьев *P. abies*, Гродненского – *L. decidua*, Брестского – *A. glutinosa*.



Рис. 4. Доля встречаемости плюсовых деревьев на территории ГПЛХО (в процентах)

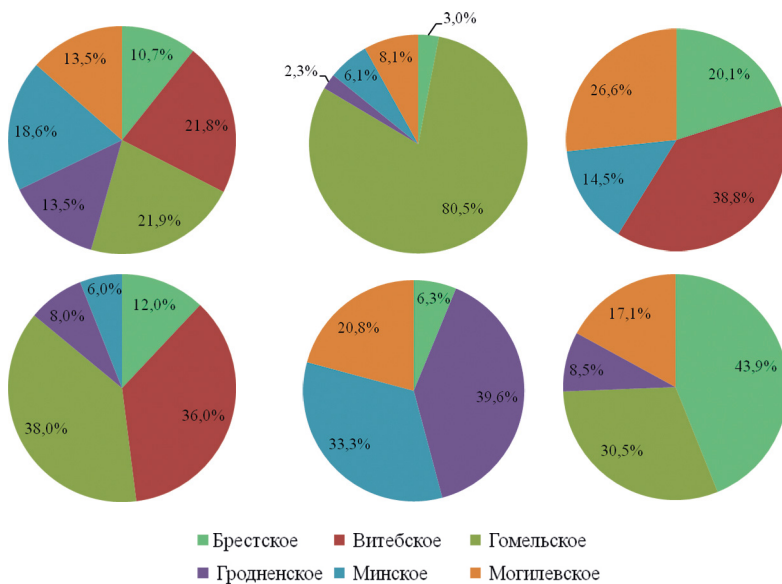


Рис. 5. Распределение плюсовых деревьев шести древесных видов в системе ГПЛХО: А – *P. sylvestris*; Б – *Q. robur*; В – *P. abies*; Г – *B. pendula*; Д – *L. decidua*; Е – *A. glutinosa*

Для каждого ГПЛХО подробно изучен породный состав плюсовых деревьев, их распределение в разрезе лесхозов. Так, видовое разнообразие плюсовых деревьев варьирует от четырех (Витебское ГПЛХО) до восьми (Брестское и Могилевское). Среди лесхозов, на территории которых одновременно представлены плюсовые деревья наибольшего числа древесных видов, выделяются Осиповичский опытный лесхоз Могилевского ГПЛХО (шесть – *P. sylvestris*, *P. abies*, *Q. robur*, *A. glutinosa*, *L. decidua*, *F. excelsior*) и Буда-Кошелевский опытный лесхоз Гомельского ГПЛХО (пять – *P. sylvestris*, *Q. robur*, *B. pendula*, *A. glutinosa*, *P. tremula* (форма зеленокорая)). Плюсовые деревья трех древесных пород отобраны на территории Барановичского, Борисовского опытного, Гродненского, Клецкого и Пружанского лесхозов.

Заключение. В Беларуси целенаправленное сохранение лесных генетических ресурсов реализуется двумя способами: *in situ* (в их естественной среде произрастания) и *ex situ* (вне их естественных мест обитания). Основными объектами сохранения древесных видов *in situ* в системе Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь являются лесные генетические резерваты (14 единиц общей площадью 4183,4 га), плюсовые лесные насаждения (132 единицы общей площадью 1089,1 га) и плюсовые деревья (2588 единиц). На территории Гомельского ГПЛХО выделено и отобрано наибольшее число рассматриваемых объектов как в абсолютном количестве, так и по площади. В целом, в вышеперечисленных объектах сохраняются генетические ресурсы 13 местных и интродуцированных древесных видов, в т.ч. шесть хвойных (*P. sylvestris*, *P. abies*, *L. decidua*, *L. sibirica*, *P. strobus*, *A. alba*) и семь лиственных (*Q. robur*, *A. glutinosa*, *B. pendula*, *B. pendula* var. *carelica*, *F. excelsior*, *F. sylvatica*, *P. tremula* (форма зеленокорая)). По количеству выделенных объектов и их площади ведущее место занимают *P. sylvestris* и *Q. robur*.

Литература

1. The state of the world's forest genetic resources. FAO of the United Nations. 2014. 277 p.
2. Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2019 / Мин-во лесн. хоз-ва Респ. Беларусь, Белгослес. Минск, 2019. 62 с.
3. Araújo M.B., Pearson R.G. // *Ecography*. 2005. Vol. 28. Iss. 5. P. 693-695.
4. Breda N., Badeau V. // *Comptes Rendus Geoscience*. 2008. Vol. 340. Iss. 9-10. P. 651–662.
5. IPCC, 2014: Summary for policymakers // *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* / edit.: C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, L.L. White. Cambridge, New York: Cambridge University Press. 1–32 p.
6. Конвенция о биоразнообразии // *The Interim secretariat for the CBD*. Geneva: Executive Center, 1992. 34 с.

7. Смекалова Т.Н., Таловина Г.В. // Научные ведомости. Сер. естеств. науки. 2011. № 9. Вып. 15/2. С. 174-178.

8. Лесной кодекс Республики Беларусь [Электронный ресурс]: 24 дек. 2015 г., № 332-З: принят Палатой представителей 3 дек. 2015 г.: одобрен Советом Респ. 9 дек. 2015 г.; в ред. Закона Респ. Беларусь от 18 дек. 2018 г. // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. Минск, 2018.

А.И. КОВАЛЕВИЧ, Е.В. ЧУРИЛО, Д.И. КАГАН
**СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД
IN SITU В СИСТЕМЕ МИНИСТЕРСТВА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Резюме

В статье отображено современное состояние сохранения генетических ресурсов древесных видов *in situ* в системе Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь. Проведен количественный и качественный анализ структуры лесных генетических резерватов, плюсовых лесных насаждений и плюсовых деревьев Беларуси.

A.I. KOVALEVICH, E.V. CHURILO, D.I. KAGAN
***IN SITU* CONSERVATION OF GENETIC RESOURCES
OF TREE SPECIES IN THE SYSTEM OF THE MINISTRY OF FORESTRY
OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

Summary

The article reflects current state of *in situ* conservation of genetic tree species in the system of the Ministry of Forestry of the Republic of Belarus. The quantitative and qualitative analysis of the structure of forest genetic reserves, plus forest stands and plus trees in Belarus was carried out.

Поступила в редакцию 19.11.2019 г.

С.Э. ЛАТЫШЕВ, Л.М. МЕРЖВИНСКИЙ, Ю.И. ВЫСОЦКИЙ
СТРУКТУРА И ПРОДУКЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ
МАКРОФИТНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОЗЕРА НЕЩЕРДО
И ЕЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЗА 40 ЛЕТ

Витебский государственный университет имени П.М. Машерова

Введение. Макрофитная растительность вместе с фитопланктоном являются основными продуцентами первичной продукции озерных экосистем. Высшие водные растения служат природным индикатором, который позволяет судить об антропогенном воздействии на озеро.

Более 40 лет назад сотрудники лаборатории озерадения БГУ в течение 3 лет (1974–1976) изучали флору и растительность озера Нещердо. Определяли видовой состав макрофитов, их среднюю биомассу, площади зарастания, а также фитопланктон озера. Высшие водные растения на момент обследования занимали 449,4 га, что составляло 18,3% площади озера (все количественные данные, приводимые авторами – средние за 3 года). Они установили, что в зарастании литорали принимали участие 29 видов высших водных растений [1].

Наибольшую площадь занимали группа формаций полупогруженных растений (68,4% от площади всей растительности). Они образовывали прибрежную полосу шириной от 10–15 м до 300–400 м. Максимальной ширины полоса надводных растений достигала на перешейках, отделяющих заливы от основных плесов. В заливах со сплавинными берегами они отсутствовали. В целом для озера преобладали чистые тростниковые ассоциации на песках и заиленных грунтах. Указывалось также, что заросли тростника были довольно разреженными, в среднем 20–30 экз./м². Чистые камышовые ассоциации встречались довольно редко, образуя отдельные острова на глубинах до 1,5 м на заиленных грунтах. Широко были представлены в озере смешанные ассоциации тростника с камышом. Указывалось также, что около 73% растительной массы создается именно за счет зарослей полупогруженной растительности (810,9 т воздушно-сухого вещества). Такие растения, как хвощ, аир, рогоз, ситняг, осока, вахта, ежеголовник, стрелолист занимали незначительные площади и заметной роли в создании продукции не играли [1].

Группа подводной растительности занимала 20,7% макрофитной растительности, или 3,9% площади озера. За вегетационный период они создавали 220,5 т воздушно-сухого вещества (19,8% общей продукции макрофитов). Представлены они были следующими формациями: рдесты, элодеи, гидриллы, роголистника, урути, лютика (шелковника), телореза. Наиболее распространены были рдесты пронзеннолистный, блестящий и плавающий. Они образовывали негустые заросли (2–3 экз./м²), встречались пятнами вдоль берегов по всему озеру на глубинах 2,2 м на песчаных и заиленных грунтах. Рдесты сплюснутый и курчавый встречались только в заливах. Лютик (шелковник) жестколистный, элодея канадская и гидрилла мутовчатая отмечались вдоль западного берега северного плеса на глубине 1,5–2,2 м. Редко

в озере встречались уруть мутовчатая и роголистник погруженный. В северном плесе на глубине 2 м произрастал водяной мох *Fontinalis antipyretica* [1].

Авторы статьи указывают, что для заливов озера характерна пестрая мозаика фитоценозов. Здесь совместно произрастают до четырех-пяти видов растений, образуя несколько ярусов. Доминируют густые заросли телореза алоэвидного, произрастающего в заливах на глубине 1–1,5 м на грубодетритовых сапропелях. Растения с плавающими листьями занимали менее 2% площади озера (10,9% зарослей макрофитов). Эту полосу формировали кубышка желтая, кувшинка белая (по нашему мнению, это кувшинка чистобелая), горец земноводный. Полоса кубышки желтой (иногда совместно с кувшинкой чистобелой) наибольшей ширины достигала в заливах (70–150 м). Очень часто в этой полосе нижний ярус формировали подводные растения: элодея, рдесты, телорез, образуя множество смешанных ассоциаций. Отдельные пятна кубышки желтой и горца земноводного встречались среди камышово-тростниковых зарослей. Растения с плавающими листьями продуцировали 83,3 т воздушно-сухого вещества (7,5% всей продукции макрофитов).

Из группы неприкрепленных растений с плавающими листьями в озере Нещердо отмечены были только отдельные экземпляры водокраса обыкновенного, ряски трехдольной и малой.

Общая продукция высшей водной растительности в 1974–1976 годах в озере Нещердо составляла тогда около 1114,5 т воздушно-сухого вещества [1].

Цель исследования – изучить высшую водную растительность озера Нещердо, определить характерные особенности растительности озера и установить степень зарастания, определить годовую продукцию и продуктивность макрофитов, составить карту растительности озера; установить изменения, которые произошли в структуре растительности за последние 40 лет.

Объекты (материалы) и методы исследования. Озеро расположено в Витебской области, Россонском районе, возле д. Горбочево, за 15 км на восток от г.п. Россоны. Площадь водоема 27,4 км², наибольшая глубина 8,1 м. Средняя глубина 3,4 м. Озеро Нещердо характеризуется наибольшей протяженностью береговой линии среди озер Беларуси. Ее длина превышает 50 км. В водоем впадают 7 ручьев, вытекает река Нещерда [2].

Прозрачность воды по диску Секке на момент обследования составляла 1 м. Склоны котловины 5–10 м, в основном распаханые, с террасами, западные под лесом, на севере и юге маренные холмы высотой 10–15 м. Берега низкие, заболоченные, под кустарником, в заливах сплавные. На озере 3 острова общей площадью 0,23 км². Котловина водоема подпрудного типа. [3]. Водоем по комплексной классификации О.Ф. Якушко относится к эвтрофному типу [4].

Изучение высшей водной растительности озера Нещердо было проведено с 20 по 22 августа 2014 г. Исследование проводилось по общепринятым методикам И.М. Распопова [5] и В.М. Катанской [6]. При изучении флоры и растительности обследованного водоема применялся маршрутный метод исследований. В результате было заложено около

60 учетных площадок и 10 профилей зарастания. Данные, полученные на тестовых полигонах, заносились в специальные бланки для описания высшей водной растительности. В этих бланках отмечалась высота растений, глубина произрастания, обилие и проективное покрытие, характер грунта, на котором произрастает фитоценоз и площадь фитоценоза. Для определения точной глубины произрастания и учета видов погруженной растительности использовали двухъярусную железную кошку со шкалой глубин. Продуктивность ассоциаций учитывали на площадках 0,25, 1, 4 и 9 м². По результатам исследований составлены схема зарастания озера (рис. 1–5) и таблица, в которой даны список ассоциаций и продуктивность, площадь которую они занимают в водоеме, их продукция.

Обследование озера проводили с использованием ГИС технологии для фиксирования и интерпретации данных полевых наблюдений. Маршрут обследования водоема записывался прибором спутниковой навигации *GPSTap60CSx GARMIN*. Границы обнаруженных растительных ассоциаций заносились в память *GPS*-навигатора как путевые точки с точными географическими координатами. Впоследствии данные с *GPS*-навигатора передавались в специальную программу *OziExplorer 3.95.4m*. Эта программа переносит *GPS*-координаты путевых точек и точек трека (запись пройденного пути) на топографическую карту и сохраняет их в отдельные файлы. Впоследствии с использованием ГИС «Панорама» («Карта 2008») было проведено картографирование прибрежно-водной растительности озера. На пользовательскую карту импортированы шейп-файлы данных *GPS* из *OziExplorer*. На основе этой карты с использованием путевых точек на границах различных растительных ассоциаций средствами ГИС составлена электронная картосхема зарастания озера.

Результаты и их обсуждение. Высшая водная растительность озера Нещердо характеризуется наличием четырех полос зарастания: полоса воздушно-водной растительности, фрагменты полосы растений с плавающими на поверхности воды листьями, полоса погруженной растительности, полоса водных мхов и харовых водорослей.

Воздушно-водная растительность озера Нещердо формирует сплошной пояс, который прерывается лишь у юго-западного и северного побережья водоема. На мысах представители гелофитов могут образовывать косы, в которых ширина воздушно-водной растительности превышает 200 м. В полосе встречаются *Phragmites australis* (Cav) Trin. ex Steud., *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Carex pseudocyperus* L., *Typha angustifolia* L., *Eleocharis palustris* (L.) Roem & Schult., *Equisetum fluviatile* L., *Acorus calamus* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Sparganium erectum* L. Доминирующим видом является тростник обыкновенный. Ассоциация (*Phragmites australis* – ass.) состоит из фитоценозов, произрастающих вдоль всей береговой линии на илистых и песчаных грунтах до глубины 1,2 м. Высота растений 200–250 см. Ширина зарослей в отдельных участках колеблется от 5–10 м у юго-западного, восточного, северного и западного побережья с обилием 3–4 балла и проективным покрытием 30–40%, до 100 м у восточного и юго-восточного побережья с обилием 6 баллов

и проективным покрытием 60%. Средняя ширина зарослей 20–25 м. Обилие тростника обыкновенного составляет 5–6 баллов, проективное покрытие 50–60%. В данной ассоциации встречаются все представители макрофитной растительности озера Нещердо.

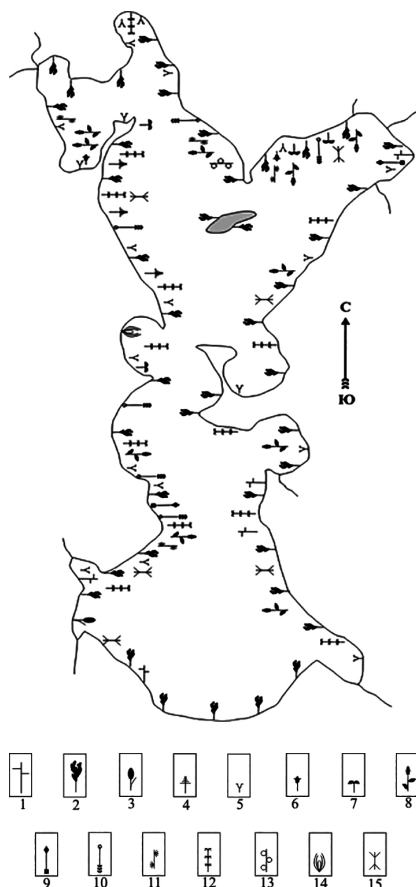


Рис. 1. Схема распространения макрофитов озера Нещердо

Условные обозначения:

- 1 – схеноплектус озерный; 2 – тростник обыкновенный; 3 – рогоз широколистный;
- 4 – горец земноводный; 5 – кубышка желтая; 6 – кувшинка чистобелая;
- 7 – рдест плавающий; 8 – рдест блестящий; 9 – роголистник погруженный;
- 10 – уруть колосистая; 11 – шелковник жестколистный; 12 – гидрилла мутовчатая;
- 13 – пузырчатка обыкновенная; 14 – телорез алоэвидный;
- 15 – фонтиналис противопожарный.

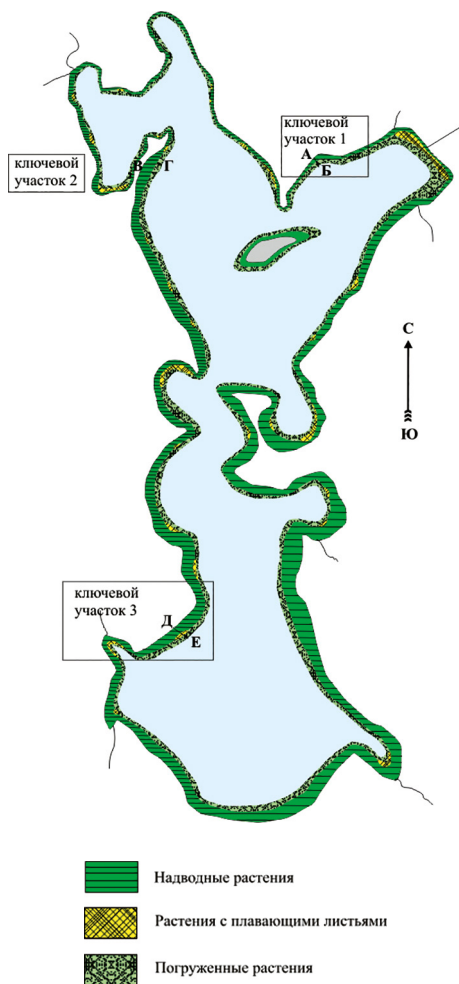


Рис.2. Схема зарастания озера Нещердо, 2014

Фитоценозы тростника обыкновенного со схеноплектусом озерным формируют ассоциацию (*Phragmites australis* + *Schoenoplectus lacustris* – ass.). Фитоценозы локализованы у юго-западного, западного, северо-западного и северо-восточного побережья на илистых грунтах на глубине до 1,2 м. Обилие и проективное покрытие тростника обыкновенного и схеноплектуса озерного соответственно составляет 4–5 балла и 1–2 балла, и 50–60% и 10–20%.

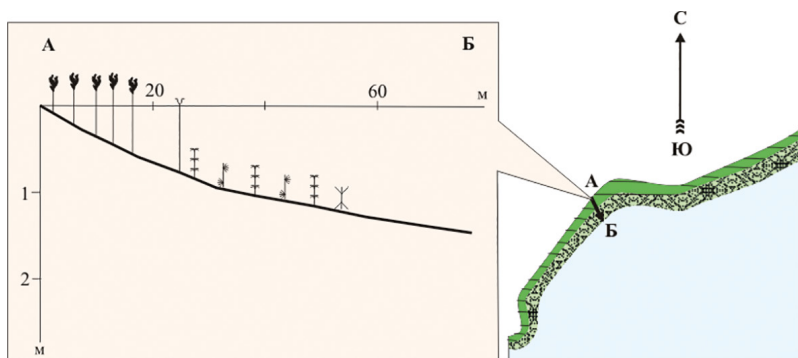


Рис. 3. Распределение растительности по глубине на ключевом участке 1, оз. Нещердо

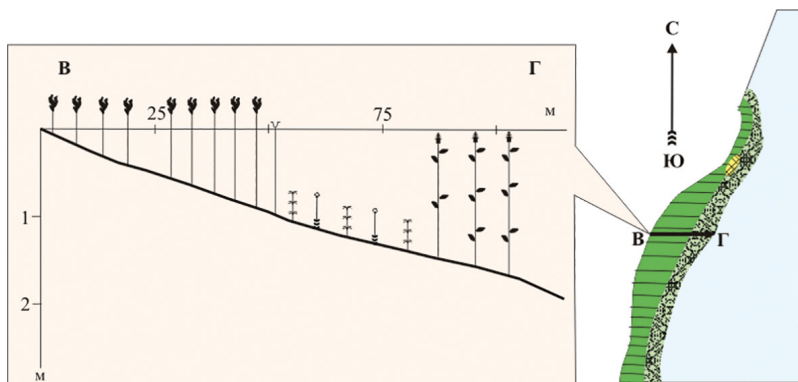


Рис. 4. Распределение растительности по глубине на ключевом участке 2, оз. Нещердо

Ассоциация тростника обыкновенного с кубышкой желтой (*Phragmites australis* – *Nuphar lutea* – ass.) состоит из фитоценозов, произрастающих на глубине 1,0–1,3 м вдоль всего западного и северо-восточного побережья. Обилие тростника обыкновенного 5–6 баллов, проективное покрытие 50–60%. Обилие кубышки желтой колеблется от 2 до 4 баллов, а проективное покрытие от 40% до 70%.

Фитоценозы схеноплектуса озерного, произрастающие у западного и юго-восточного побережья на илистых грунтах на глубине 1,0–1,2 м, формируют ассоциацию (*Schoenoplectus lacustris* – ass.). Высота растений 200–250 см. Обилие схеноплектуса озерного 2–3 балла, проективное покрытие 20–30%.

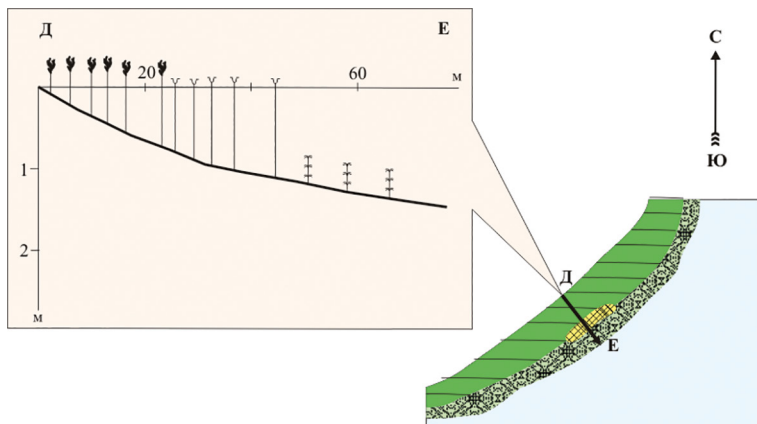


Рис. 5. Распределение растительности по глубине на ключевом участке 3, оз. Нещердо

Таблица. Площадь ассоциаций, их продуктивность и общая продукция высших растений озера Нещердо

	Ассоциация	Площадь, га	Продуктивность, г/м ²	Фитомасса, т
1	<i>Phragmites australis</i>	145	880	1276
2	<i>Phragmites australis</i> + <i>Schoenoplectus lacustris</i>	2,5	700	17,5
3	<i>Phragmites australis</i> – <i>Nuphar lutea</i>	7,6	880	66,88
4	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	2	400	8
5	<i>Nuphar lutea</i>	15	160	24
6	<i>Nuphar lutea</i> + <i>Nymphaea candida</i>	2,5	160	4
7	<i>Potamogeton natans</i>	3,2	60	1,92
8	<i>Persicaria amphibia</i>	1	80	0,8
9	<i>Hydrilla verticillata</i>	120	160	192
10	<i>Hydrilla verticillata</i> + <i>Batrachium circinatum</i>	2,7	120	3,24
11	<i>Myriophyllum spicatum</i>	47	140	65,8
12	<i>Utricularia vulgaris</i>	1	100	1
13	<i>Potamogeton lucens</i>	25	140	35
14	<i>Potamogeton lucens</i> – <i>Potamogeton natans</i>	7,5	160	12
15	<i>Fontinalis antipyretica</i>	68	10	6,8
	Всего	450		1714,94

Полоса растений с плавающими на поверхности воды листьями представлена небольшими фитоценозами, которые произрастают на глубине от 0,7 м до 1,4 м на илистых грунтах и встречаются по всей литорали озера. Строителями полосы являются *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Nymphaea candida* L. Presl., *Potamogeton natans* L. Также встречаются *Persicaria amphibia* (L.) Gray, *Hydrocharis morsus-ranae* L. и *Trapa natans* L. Водяной орех, скорее всего, или занесен рыбаками, или его семена выброшены местным населением. Доминирующим представителем является кубышка желтая. Фитоценозы кубышки желтой, формирующие ассоциацию (*Nuphar lutea* – ass.), наибольшего развития достигают у юго-западного, северного и восточного побережья. Фитоценозы в этих локалитетах представляют собой монодоминантные заросли, ширина зарослей достигает 50 м, а обилие и проективное покрытие 6 баллов и 100% соответственно. В основном обилие кубышки желтой в фитоценозах составляет 3–4 балла, а проективное покрытие 40–60%.

Ассоциация кубышки желтой и кувшинки чисто-белой (*Nuphar lutea* + *Nymphaea candida* – ass.) состоит из фитоценозов, произрастающих у северо-восточного и центральной части западного побережья. Глубина 1,0–1,2 м. Грунт ил. Обилие кубышки желтой 4–5 баллов, проективное покрытие 60–80%. Обилие кувшинки чисто-белой 1–2 балла, проективное покрытие 10–20%.

Фитоценозы рдеста плавающего, представляющие собой небольшие островки, локализованные у северо-восточного и западного побережья, формируют ассоциацию (*Potamogeton natans* – ass.). Произрастают на глубине 1,0–1,5 м сразу за полосой воздушно-водной растительности либо в открытой части литорали. Обилие рдеста плавающего в фитоценозах 2–3 балла, проективное покрытие 20–30%.

Ассоциация горца земноводного (*Persicaria amphibia* – ass.) представлена небольшими по размеру фитоценозами, произрастающими в основном у северо-западного побережья. Грунт ил, глубина 1,0–1,2 м. Обилие колеблется от 3 до 4 баллов, проективное покрытие от 30% до 40%. Следует отметить, что многие растения имеют поврежденные листья, поэтому для горца земноводного характерна жизненность 1–2 балла.

Полоса погруженной растительности образует сплошной пояс зарастания, который располагается за полосой воздушно-водной растительности или полосой растений с плавающими на поверхности воды листьями. Представители полосы произрастают на илистых грунтах на глубине от 1 м до 2 м. Несмотря на то, что прозрачность воды в озере не высокая и составляет 1 м, ширина погруженной растительности в отдельных местах превышает 50 м, что обусловлено пологой литоралью. Основными строителями являются *Potamogeton lucens* L., *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle., *Myriophyllum verticillatum* L., *Myriophyllum spicatum* L. В полосе также встречаются *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach, *Utricularia vulgaris* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Potamogeton perfoliatus* L., *Potamogeton crispus* L., *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle. яв-

ляется потенциально уязвимым видом, занесенными в Красную книгу Республики Беларусь [7].

В рамках изучения высшей водной растительности озера Нежердо и создания базы данных о местах произрастания и состоянии популяций редких и охраняемых видов растений было изучено состояние популяции гидриллы мутовчатой и наяды морской и нанесены координаты локалитетов с помощью GPS на карту (Рассонский р-н, окрестности д. Горбочево, оз. Нежердо, 20.08.14 г., Гидрилла мутовчатая, т. 849: 55°52'31,2''N, 29°02'20,7''E).

Доминирующим представителем полосы погруженной растительности является гидрилла мутовчатая. Ассоциация (*Hydrilla verticillata* – ass.) состоит из фитоценозов, которые образуют сплошную полосу вдоль западного побережья, а также встречаются во всех остальных участках водоема, в виде крупных подводных пятен или прерывистой полосы, занимая доступные локалитеты. Фитоценозы произрастают на илистых грунтах и встречаются на глубине от 1,0 м до 2,0 м. В среднем по озеру обилие гидриллы мутовчатой составляет 3–4 балла, а проективное покрытие 30–50%. Максимального развития достигают фитоценозы, произрастающие у северного побережья. Обилие строителя ассоциации достигает 6 баллов, а проективное покрытие 100%.

Фитоценозы гидриллы мутовчатой с шелковником жестколистным, произрастающие в основном у северного побережья, формируют ассоциацию (*Hydrilla verticillata* + *Batrachium circinatum* – ass.). Фитоценозы приурочены к глубинам 1,2–1,4 м и илистым грунтам. Обилие гидриллы составляет 3–4 балла, проективное покрытие 30–50%. Обилие шелковника 1–2 балла, проективное покрытие 10–20%.

Ассоциация урути колосистой (*Myriophyllum spicatum* – ass.) состоит из фитоценозов, произрастающих в основном у юго-западного, юго-восточного, северо-западного и северо-восточного побережья на глубине до 1,5 м. Обилие колеблется от 3 до 4 баллов, проективное покрытие от 40% до 50%. У юго-западного и северо-западного побережья фитоценозы образуют мощные монодоминантные заросли, в которых обилие урути мутовчатой достигает 6 баллов, а проективное покрытие 70–90%.

У северо-восточного побережья произрастает несколько фитоценозов пузырчатки обыкновенной, формирующей ассоциацию (*Utricularia vulgaris* – ass.). Обилие составляет 3–4 балла, проективное покрытие 30–40%. В зарослях пузырчатки встречаются гидрилла мутовчатая и уруть мутовчатая.

Ассоциация рдеста блестящего (*Potamogeton lucens* – ass.) представлена фитоценозами, произрастающими у западного, северо-восточного, северо-западного и северного побережья. Фитоценозы не образуют сплошного пояса, а представляют отдельные полосы, которые могут достигать длины в 500 м. Растения произрастают на илистых грунтах до глубины 1,6 м. Обилие рдеста блестящего составляет 2–3 балла, проективное покрытие 20–30%.

Фитоценозы рдеста блестящего с рдестом плавающим, локализованные у северного и северо-восточного побережья, формируют ассоциацию (*Potamogeton lucens* – *Potamogeton natans* – ass.). Грунт ил, глубина произрастания до 2,0 м. Обилие видов составляет по 2–3 балла, проективное покрытие 20–30%.

Единственным строителем полосы водных мхов и харовых водорослей является *Fontinalis antipyretica* Hedw. Ассоциация (*Fontinalis antipyretica* – ass.) представляет собой пояс растительности, расположенной за полосой погруженной, а в местах ее отсутствия за полосой воздушно-водной растительности. Изредка эта ассоциация прерывается у западного и северного побережья. Глубина произрастания вида достигает 2,0 м, грунт ил. Обилие фонтиналиса противопожарного составляет 1–2 балла, проективное покрытие 10–20%.

Заключение. Представители полосы воздушно-водной растительности занимают площадь 157,1 га или 34,9% от общей площади водной растительности. Также гелофиты являются ведущими продуцентами органического вещества среди макрофитов: за вегетационный период они образуют 1368,38 т фитомассы, или 79,79% от всей фитомассы. Представители полосы с плавающими на поверхности воды листьями занимают 21,7 га (4,82% от общей площади макрофитов) и формируют 30,72 т фитомассы (1,79% от общей фитомассы). Представители полосы погруженной растительности занимают наибольшую площадь в водоеме – 203,2 га или 45,15% от общей площади макрофитов. Также они занимают второе место по образуемой продукции – 309,04 т или 18,02% от общей площади макрофитов. Представители полосы водных мхов и харовых водорослей занимают 68 га и продуцируют 6,8 т фитомассы за вегетационный период (15,11% и 0,39% от общей площади и фитомассы соответственно).

Площадь макрофитной растительности озера Нещердо занимает 450 га, что составляет 16,42% от общей площади водоема. За вегетационный период макрофитная растительность озера продуцирует 1714,94 т фитомассы, что составляет 62,59 г/м². По продукционным показателям озеро Нещердо похоже на озеро Тиосто, для которого характерна удельная продукция макрофитов 70,2 г/м² и которое также является эвтрофным водоемом [8,9].

Таким образом, в структуре макрофитной растительности произошли существенные изменения. Произошло сокращение доли участия представителей полосы воздушно-водной растительности (полупогруженной) с 68,4% [1] до 34,9 %. Доля участия погруженной (подводной) растительности увеличилась с 20,7 % [1] до 45,15%. Это связано с увеличением площади зарослей гидриллы. Доля участия растений с плавающими листьями уменьшилась с 10,9 % [1] до 4,82%. Увеличилась общая продукция высшей водной растительности с 1114,5 т (1974 – 1976 гг.) [1] до 1714,94 в 2014 году.

Литература

1. Власов Б.П., Гигевич Г.С., Горельшева З.И. Высшая водная растительность и альгофлора озера Нещердо // Вестн. Беларус. гос. ун-та. Сер. 2. Химия, Биология, География. 1978. № 1. С. 60–63.
2. Дзісько Н.А. і інш. Бялітняя кніга Беларусі: Энцыклапедыя. Мн.: БелЭн, 1994. 415 с.: іл.
3. Власов Б.П., Якушко О.Ф., Гигевич Г.С., Рачевский А.Н., Логинова Е.В. Озера Беларуси: Справочник. Е.В. Логинова. Минск: БГУ, 2004. 284 с.
4. Якушко О.Ф. Озероведение. изд. 2-е, перераб. Мн.: Выш. шк., 1981. 223 с.
5. Распопов И.М. Высшая водная растительность больших озёр Северо-Запада СССР. Л.: Наука, 1985. 196 с.
6. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения.. Л.: Наука, 1981. 187 с.
7. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И.М. Кичановский (предс.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.]. 4-е изд. Минск: Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. 448 с.: ил.
8. Мартыненко В.П., Дорофеев А.М., Латышев С.Э., Тухфатуллина М.С. Макрофитная растительность озера Тиосто // Биологическое разнообразие Белорусского Поозерья: современное состояние, проблемы использования и охраны: материалы II Международной научно-практической конференции, Витебск, 19–21 ноября 2008 г. / Вит. гос. ун-т; редкол.: А.М. Дорофеев (гл. ред.) [и др.]. Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2008. С. 163–165.
9. Мартыненко В.П., Дорофеев А.М., Латышев С.Э., Тухфатуллина М.С. Макрофитная растительность озера Тиосто и ее динамика за 40 лет // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя П.М.Машэрава. 2009. № 3 (53). С. 128–133.

С.Э. ЛАТЫШЕВ, Л.М. МЕРЖВИНСКИЙ, Ю.И. ВЫСОЦКИЙ СТРУКТУРА И ПРОДУКЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ МАКРОФИТНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОЗЕРА НЕЩЕРДО И ЕЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЗА 40 ЛЕТ

Резюме

Озеро Нещердо расположено на северо-востоке Белорусского Поозерья в Россонском районе. Его площадь 27,4 км². Изучение высшей водной растительности произведено в августе 2014 года. Исследование проводилось по общепринятым методикам И.М. Распопова и В.М. Катанской. Данные заносились в специальные бланки для описания высшей водной растительности. По результатам исследований составлены схема зарастания озера и таблица, в которой даны список ассоциаций и продуктивность, площадь которую они занимают в водоеме, их продукция. Установлено, что за последние 40 лет произошли существенные изменения в структуре растительности водоема. Для озера характерны полоса воздушно-водной растительности, полоса растений с плавающими на поверхности воды листьями, полоса погруженной растительности и полоса водных мхов и харовых водорослей. Составлена схема зарастания водоема, приведены сведения о 15 растительных ассоциациях, их продуктивности и величине продукции.

S.E. LATYSHEV, L.M. MERZHVINSKY, YU.I. VYSOTSKY
**THE STRUCTURE AND PRODUCTION FEATURES
OF MACROPHYTIC VEGETATION OF LAKE NESHCHERDO
AND ITS CHANGES OVER 40 YEARS**

Summary

Nescherdo Lake is located in the north-east of the Belarusian Lake District in the Rossonsky district. Its area is 27.4 km². The study of higher aquatic vegetation was carried out in August 2014. The study was conducted according to the generally accepted methods of I.M. Raspopova and V.M. Katan. Data were entered in special forms to describe higher aquatic vegetation. Based on the research results, a lake overgrowing scheme and a table are compiled, which list the associations and productivity, the area that they occupy in the reservoir, their products. It has been established that over the past 40 years there have been significant changes in the structure of the vegetation of the reservoir. A strip of air-water vegetation, a strip of plants with leaves floating on the surface of the water, a strip of submerged vegetation and a strip of aquatic mosses and char algae are characteristic of the lake. A scheme of overgrowing of the reservoir is compiled, information is provided on 15 plant associations, their productivity and the value of production.

Поступила в редакцию 09.12.2019 г.

С.Ю. ШУСТОВА, В.В. САРНАЦКИЙ
**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДУБРАВ БЕЛАРУСИ
В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
НАН Беларуси, г. Минск*

Введение. Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) имеет вполне оправданный статус одной из наиболее ценной лесообразующей породы и произрастает повсеместно на территории Беларуси, расположенной практически в центральной части ареала его естественного распространения. Эта порода требует к себе особого внимания лесоводов на всех этапах создания лесных культур и формирования дубрав, начиная от специфики сбора и хранения желудей, выращивания посадочного материала, проведения осветлений, прочисток, прореживаний и проходных рубок. Без качественного и своевременного ухода сформировать дубраву за один оборот рубки практически невозможно, причем рубить нужно много и часто, в то же время выход товарной древесины не высокий. Дуб как устойчивая и долговечная порода формирует свои древостои в течение столетий, неоднократно испытывая неблагоприятные воздействия экстремального проявления абиотических, биотических, антропогенных факторов. Немаловажное значение в формировании дубрав имеет и научно обоснованная организация рубок главного пользования с сохранением подроста хозяйственно ценных пород, в том числе и дуба. Народной мудростью издавна подмечено, что «Дуб любит расти в шубе, но с открытой головой». Этим подчеркивают биологические свойства этой породы (реакция на ту или иную сложившуюся фитоценотическую ситуацию, требование к световому довольствию в древостое и другие). Результаты изучения биологических, лесообразующих и других свойств дуба, современных особенностей и технологий создания, восстановления, формирования дубрав в условиях возрастающей интенсификации пользования лесными ресурсами изложены в многочисленных публикациях [1-15].

Материалы (объекты) и методы исследования. Изучаемые объекты – дубравы и насаждения с участием дуба в составе древостоев различной полноты, возраста, породного состава, происхождения и типов леса. Изложены материалы многолетнего изучения зонально-типологических особенностей формирования и специфики существующей фитоценотической ситуации в дубравах северной, центральной и южной части Беларуси, подверженных рубкам ухода различной интенсивности (в том числе и санитарным) и главного пользования, фитоценообразующей роли этой породы в древостое. С этой целью заложено 77 пробных площадей и около 1500 учетных площадок, проанализирована выборка из базы данных повыделной таксации лесов Беларуси по состоянию на 01.01.2014 г. Используются общепринятые в лесоведении, лесоводстве, лесной таксации и почвоведении, фитоценологии методы исследований.

Результаты и их обсуждение. Известно, что сочетание естественно-исторических, экологических и антропогенных факторов определяет успешность формирования лесных фитоценозов различного породного состава, в том числе и широколиственных древостоев. В настоящее время преобладающее значение в формировании породного состава лесов и структуры древостоев имеют антропогенные (хозяйственно-экономические) факторы, влияние которых направлено, в основном, на получение прибыли от хозяйственной деятельности в максимально короткие сроки. Использование же потенциальных возможностей почвенно-гидрологических условий произрастания лесной растительности, климатических ресурсов для минимизации затрат на создание, выращивания лесов с целью удовлетворения спроса рынка на древесину различных пород и продукцию, полученную из этой древесины в большей мере относится к социальной и экономической сфере деятельности человеческого общества в будущем.

В настоящее время состав и структура дубрав сформированы в результате использования различных технологий рубок леса и последующего восстановления древостоев. Насаждения представлены древостоями, в которых нарушена естественная структура формирования ярусов древесного полога, обусловленная преимущественно экологическими факторами, возможностью реализации той или иной древесной породой в древостое своих биологических свойств в условиях конкретного эдафотоп и сложившейся в насаждении фитоценотической ситуацией.

В таких насаждениях произрастают ель европейская, граб обыкновенный и мелколиственные породы, которые на отдельных этапах сукцессий более конкурентоспособны, чем дуб, который чаще всего входит в состав верхнего (господствующего) яруса и иногда – второго. В естественном возобновлении он представлен всходами или угнетенным подростом вследствие внутривидовой, межвидовой конкуренции и неблагоприятной для дуба световой обстановки под пологом древостоя. Хорошо развитые экземпляры молодых дубков произрастают только в крупных окнах древесного полога. В итоге процесс поддержания участия дуба в формировании породного состава и ярусной структуры древостоев существенно затруднен.

Согласно результатам исследований [1], популяцию дуба следует считать устойчивой и способной к самовосстановлению в случае ее повреждения, приводящего к расстройству древостоя господствующего яруса (А) по тем или иным причинам, если долевое участие этой породы в господствующем ярусе не менее 5%, в подчиненном (В) – 40 и подросте (С) 55% по количеству деревьев.

Учитывая, что многообразие условий произрастания и хозяйственной, рекреационной и другой деятельности человека, жизнедеятельности различных представителей животного мира, процессов расселения и миграции растительности, другие факторы во многих случаях не способствуют формированию устойчивой той или иной популяции древесных пород (полночленной считается популяция, имеющая деревья главной,

доминирующей породы в каждом из ярусов древесной растительности, выраженной, как указано в сообщении [1], в соотношении количества деревьев в насаждении по ярусам), возникает вопрос, какие породы в настоящее время способны в условиях интенсификации лесопользования поддерживать свое участие в насаждениях, а какие нет?

Как показали результаты наших исследований, в дубравах ель и дуб вследствие своих биологических свойств обладают полночленным онтогенетическим спектром в большей части обследованных древостоев естественного происхождения (соответственно 72 и 62%). Другие породы в зависимости от условий произрастания, фитоценотической ситуации и биологических свойств характеризуются полночленными возрастными спектрами в 30–40% случаев (граб, осина, ольха черная и серая) или, преимущественно, неполночленными онтогенетическими спектрами (клен, липа, береза, сосна) (табл. 1).

Таблица 1. Доля онтогенетически полночленных популяций основных древесных пород в дубравах

Вид	Встречаемость полночленных популяций	
	количество	%
<i>Acer platanoides</i> L.	10	25,6
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	5	33,3
<i>Betula pendula</i> Roth	11	23,4
<i>Carpinus betulus</i> L.	13	41,9
<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	36	72,0
<i>Pinus sylvestris</i> L.	2	22,2
<i>Populus tremula</i> L.	20	37,0
<i>Quercus robur</i> L.	40	61,5
<i>Tilia cordata</i> Mill	5	18,5

В публикациях [1, 14] отмечено, что у всех древесных пород устойчивый полночленный онтогенетический (возрастной) спектр имеет отчетливо выраженный левосторонний (асимметричный) характер с максимумом на растениях, не достигших возраста плодоношения. В тоже время, преобладание лишь одной возрастной группы в большинстве случаев свидетельствует о существенном антропогенном воздействии в прошлом, а также влиянии какого-либо лимитирующего или находящегося в избытке экологического фактора. Примером может служить то обстоятельство, что в условиях периодического подтопления почвы произрастают монодоминантные и, чаще всего, одноярусные дубравы, которые в пределах оборота рубки главного пользования лесом обладают продуктивностью и устойчивостью, поддерживаемой рубками ухода и санитарными рубками, другими хозяйственными мероприятиями.

По нашим данным, в дубравах полночленные онтогенетические спектры отмечены не у всех древесных видов (рисунок). Это показывает определенную нарушенность возрастной структуры популяций отдельных видов и дубрав в целом, поскольку, чем больше в сообществах видов с онтогенетическим спектром, отличающимся от нормального (естественного), тем сильнее они нарушены и менее способны сохранять свой видовой состав и устойчивость в течение длительного времени.

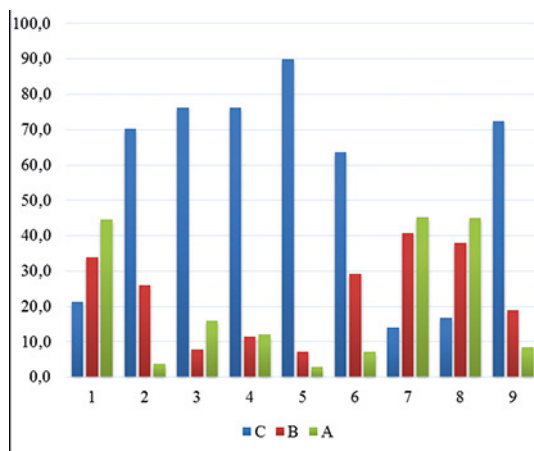


Рисунок. Участие основных древесных пород в составе различных ярусов дубовых лесов

По оси Y – доля вида в составе соответствующего яруса, %; по оси X – древесные виды:

- 1 – *Betula pendula* Roth; 2 – *Carpinus betulus* L.; 3 – *Quercus robur* L.;
 4 – *Picea abies* (L.) Karst.; 5 – *Acer platanoides* L.; 6 – *Tilia cordata* Mill.;
 7 – *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.; 8 – *Populus tremula* L.; 9 – *Pinus sylvestris* L.

Условные обозначения: А – верхний ярус древостоя,

В – подчиненный ярус древостоя, С – ярус подроста

В частности, пониженное участие видов начальных возрастных состояний (ярус С) отмечено у ольхи черной, осины, березы повислой, которые в будущем сократят свое участие до минимума. Остальные древесные виды имеют левосторонний возрастной спектр, однако доля их участия в верхнем и подчиненном ярусах значительно варьирует.

Дуб, занимающий доминирующие позиции в первом ярусе, имеет онтогенетический спектр, в котором наиболее представлен самосев, часто имеющий низкий уровень жизнеспособности. При такой возрастной структуре популяции дуб не сможет сохранять свои позиции в качестве доминирующего вида после распада верхнего яруса. Остается не раскрытым вопрос о целесообразности выращивания дуба после рубки главного пользования в дубраве или распада господствующего полога по тем или

иным причинам с позиции так называемого почвоутомления. По нашему мнению, в этой ситуации вероятно целесообразна смена доминирующей породы, однако этот вопрос до настоящего времени обстоятельно не изучен.

Ель в дубравах постепенно будет усиливать свои позиции, сохраняя стабильно полночленный левосторонний онтогенетический спектр. Граб в силу высокой теневыносливости и способности к вегетативному размножению имеет относительно сбалансированный возрастной спектр и также сможет длительно поддерживать свое участие в древесном ярусе дубрав. Менее перспективно положение других широколиственных пород, в возрастном спектре которых недостаточно здоровых растений в подчиненных ярусах, способных в будущем достичь репродуктивного возраста и в дальнейшем поддержать непрерывное поступление в почву и прорастание семян, развитие благонадежного подроста.

В тоже время анализ лесоустроительных данных свидетельствует, что дубравы Беларуси характеризуются сложным составом древесных пород и структурой ярусов. Среднее участие дуба в зависимости от типа леса и возраста древостоя составляет от 56 до 96% (табл. 2).

Таблица 2. Участие древесных пород в составе дубовых древостоев

Дубрава	Древесная порода и ее участие в составе древостоя, %								
	Д	Б	Ос	Ол.ч.	С	Е	Я	Гр	Кл
Орляковая	69,5	11,6	5,9	-	8,7	2,4	-	1,9	-
Черничная	65,7	13,4	6,8	0,4	9,6	2,1	-	2,0	-
Кисличная	69,6	8,6	8,6	1,4	1,8	7,8	-	2,2	-
Снытевая	56,2	9,7	11,7	5,8	-	2,6	5,8	5,8	2,4
Крапивная	70,7	2,8	-	13,7	-	-	12,8	-	-
Папоротниковая	70,2	9,7	5,8	11,7	-	-	2,6	-	-
Луговиковая	95,5	-	2,2	2,3	-	-	-	-	-

Примечание. Д – дуб черешчатый, Б – береза повислая, Ос – осина, Ол.ч. – ольха черная, С – сосна обыкновенная, Е – ель европейская, Я – ясень обыкновенный, Гр – граб обыкновенный, Кл – клен остролистный

Кроме того, изменение фитоценообразующей роли дуба и других пород в разрезе геоботанических подзон Беларуси происходит и с возрастом древостоя (табл. 3). Выявлено, что в первые два-три десятилетия влияние мелколиственных пород значительно, а примесь других пород невелика. В дальнейшем отмечается усиление позиций дуба и ели (преимущественно в центральной и северной части республики). В дубовых молодняках участие дуба по запасу стволовой древесины часто не превышает 40%. В наибольшей мере увеличение доминирования дуба в старших возрастных группах выявлено в южной геоботанической подзоне широко-

лиственно-сосновых лесов. Это объясняется тем обстоятельством, что в этой подзоне ель практически не участвует в породном составе дубрав в сравнении с северным и центральным регионами Беларуси, где ель, с одной стороны, успешно выполняет роль подгона (шубы) для дуба, а с другой – в дальнейшем становится достаточно сильным конкурентом в борьбе за пространство, световое довольствие, влагу, элементы минерального питания и азот.

Если шуба из различных пород окажется по тем или иным причинам слишком просторной (большой) для растения в различном возрасте, то она не выполняет функции подгона. А в ювенильном возрасте дуба возможно даже так называемое кущение молодых экземпляров дубков. Слишком тесная шуба зачастую приводит к существенному ослаблению роста дуба и к его усыханию вследствие межвидовой и (или) внутривидовой конкуренции в насаждении с различными сценариями этого процесса в зависимости от фитоценотической обстановки, эдафических условий и положения в системе геоботанического районирования растительности республики. Эти ситуации, к сожалению, до настоящего времени не имеют научного обоснования и обстоятельной практической апробации.

Таблица 3. Изменение состава дубовых древостоев в зависимости от возраста

Верхний предел класса возраста	Средний состав
Подзона дубово-темнохвойных лесов	
20	3,2 Д 2,2 Б 2,1 Е 1,6 ОС 0,3 КЛ 0,3 С 0,1 Я 0,1 ОЛЧ 0,1 ЛП
40	3,5 Д 2 Б 1,8 ОС 1,5 Е 0,5 КЛ 0,1 С 0,1 Я 0,1 ОЛЧ 0,1 ЛП
60	4,1 Д 1,3 Е 1,4 Б 1,9 ОС 0,3 КЛ 0,3 ЛП 0,2 С 0,1 Я 0,1 ОЛЧ
80	4,3 Д 1,2 Е 1,3 Б 1,9 ОС 0,4 КЛ 0,3 ЛП 0,2 Я 0,2 ОЛЧ 0,1 С
100	4,4 Д 1,9 ОС 1,2 Е 1 Б 0,4 ОЛЧ 0,3 КЛ 0,3 Я 0,2 С 0,1 ЛП
120	5,3 Д 1,8 Е 0,9 Б 1 ОС 0,3 ОЛЧ 0,2 КЛ 0,2 С 0,2 Я 0,1 ЛП
140	5 Д 2,1 Е 1 Б 1 ОС 0,3 ОЛЧ 0,2 Я 0,1 КЛ 0,1 С 0,1 ЛП
160	6,4 Д 1 Е 0,7 ОС 0,6 Б 0,6 ОЛЧ 0,5 Я 0,1 КЛ 0,1 С
180	8,1 Д 0,9 Я 0,3 ОЛЧ 0,2 Е 0,2 Б 0,1 ОС 0,1 КЛ
200 и >	8,9Д 0,4Е 0,3Б 0,2 ОЛЧ 0,2С+ОС
Итого	4,3 Д 1,3 Е 1,3 Б 1,8 ОС 0,3 КЛ 0,2 С 0,2 Я 0,2 ОЛЧ 0,2 ЛП
Подзона грабово-дубово-темнохвойных лесов	
20	3,4 Д 2,6 Б 1,8 Е 1 ОС 0,9 С 0,2 КЛ
40	3,8 Д 1,3 Е 2,4 Б 1,4 ОС 0,4 С 0,3 Г 0,2 КЛ 0,2 ОЛЧ 0,1 Я
60	4,5 Д 0,9 Е 1,7 Б 1,4 ОС 0,6 С 0,5 Г 0,2 КЛ 0,2 ОЛЧ 0,1 Я
80	4,8 Д 1,3 ОС 1,2 Б 1 Е 0,7 С 0,4 Г 0,3 ОЛЧ 0,2 Я 0,1 КЛ
100	5 Д 1,3 ОС 1,1 Е 1 Б 0,7 С 0,4 ОЛЧ 0,3 Г 0,1 КЛ 0,1 Я 0,1 ЛП
120	5,7 Д 1,3 Е 0,9 ОС 0,7 Б 0,5 С 0,4 ОЛЧ 0,3 Г 0,1 КЛ 0,1 Я

140	5,7 Д 1,7 Е 0,8 ОС 0,5 Б 0,4 С 0,3 ОЛЧ 0,3 0,2 Я Г 0,1 КЛ
160	6,0 Д 1,6 Е 0,6 ОС 0,5 С 0,4 Б 0,3 ОЛЧ 0,3 Г 0,1 КЛ 0,1 Я 0,1 ЛП
180	5,9 Д 1,4 Е 1,2 С 0,4 Г 0,3 Б 0,3 ОС 0,2 Я 0,1 КЛ 0,1 ОЛЧ 0,1 ЛП
200 и >	6,1 Д 1,4Е 1,4С 0,3Г 0,2Б 0,2ОС 0,2ОЛЧ 0,1Я 0,1КЛ
Итого	4,9 Д 1,2 Е 1,2 Б 1,1 ОС 0,7 С 0,4 Г 0,3 ОЛЧ 0,1 КЛ 0,1 Я
Подзона широколиственно-сосновых лесов	
20	3,9 Д 3,1 Б 1,1 С 0,9 ОС 0,3 Е 0,3 ОЛЧ 0,2 КЛ 0,1 Я 0,1 Г
40	4,0 Д 3,2 Б 1 ОС 0,6 С 0,5 ОЛЧ 0,3 Г 0,1 Е 0,1 КЛ 0,1 Я
60	4,8 Д 2,2 Б 1 ОС 0,6 С 0,6 ОЛЧ 0,5 Г 0,2 Я 0,1 Е 0,1 КЛ
80	5,1 Д 1,6 Б 1,1 ОС 0,6 ОЛЧ 0,6 С 0,5 Г 0,3 Я 0,1 КЛ
100	5,6 Д 1,4 Б 1 ОС 0,8 С 0,6 ОЛЧ 0,3 Г 0,2 Я 0,1 Е 0,1 КЛ
120	6,4 Д 1 Б 0,9 С 0,7 ОС 0,5 ОЛЧ 0,3 Г 0,1 Е 0,1 Я
140	6,8 Д 0,8 Б 0,8 С 0,6 ОС 0,5 ОЛЧ 0,3 Г 0,1 Е 0,1 Я
160	7,1 Д 0,6 Б 0,6 С 0,5 ОС 0,5 ОЛЧ 0,3 Г 0,2 Я
180	7,6 Д 0,6 Б 0,4 0,4 Г С 0,3 ОС 0,3 ОЛЧ 0,2 Я 0,1 КЛ
200 и >	7,5Д 0,6 ЛП 0,5С 0,4 ОЛЧ 0,3 КЛ 0,3 Г 0,3Б 0,1Я
Итого	5,6 Д 1,5 Б 0,9 ОС 0,7 С 0,6 ОЛЧ 0,4 Г 0,2 Я 0,1 Е 0,1 КЛ

Дуб нередко входит в состав древостоев с доминированием других пород. Свыше 70% грабняков и 60% ясенников, кленовников и липняков имеют в своем составе дуб, реже он встречается в осинниках (около 38%), ельниках (22%), березняках (17%), черноольшаниках (11%), а также в отдельных типах сосняков (5%) и сероольшаников (около 5%).

Средний процент его участия в древостоях основных лесообразователей Беларуси колеблется от 4 до 13% (табл. 4).

Таблица 4. Примесь дуба в древостоях других пород

Преобладающая порода	Площадь насаждений с примесью дуба, %	Средний процент участия дуба в древостое
Сосна	4,9	7,0
Ель	21,9	9,0
Граб	72,7	11,0
Ясень	61,5	13,0
Клен	65,6	9,5
Липа	64,0	11,1
Береза повислая	17,3	6,0
Осина	37,5	7,0
Ольха (ч)	11,0	5,0
Ольха (с)	4,7	4,0

Граб формирует сомкнутый, преимущественно одноярусный полог даже в насаждении с доминированием в господствующем ярусе дру-

гой породы, например, дуба, ели и тем самым практически не оставляет шансов для роста самосева и формирования подроста, подгона дуба, ели и других хозяйственно ценных пород. Традиционные рубки ухода в этих условиях, как правило, высоко затратные с небольшим выходом ликвидной древесины и зачастую не способствуют формированию сложной структуры древостоя доминирующей или доминирующих пород в господствующем ярусе. В особой мере это характерно для насаждений южной части центральной геоботанической подзоны и южной подзоны. Технологии ведения хозяйства в этой фитоценотической обстановке нуждаются, безусловно, в дальнейшем совершенствовании с целью повышения его экономической и лесоводственной эффективности, поскольку древесина граба в настоящее время имеет ограниченный спрос у населения и в производстве.

В целом же следует констатировать, что существенной опасности значительного сокращения площади дубрав в условиях интенсификации лесопользования и соблюдения технологий рубок леса, других лесохозяйственных мероприятий не имеется. Тем не менее, проблема сохранения имеющихся дубрав и увеличения их площади лишь лесоводственными методами, а так же повышения их продуктивности, устойчивости и увеличения их долевого участия в лесном фонде республики существует. Одним из реальных путей ее решения, по нашему мнению, является значительное увеличение площади создаваемых лесных культур дуба и совершенствование технологий ухода за этой породой. Эти и другие аспекты ведения лесного хозяйства в дубравах, создания лесных культур дуба, неоднократно освещались на научных и научно-практических конференциях, семинарах и в средствах массовой информации.

Стратегический план развития лесного хозяйства предусматривал [цит. по 4, с. 7] увеличение доли дубрав в лесном фонде республики от 3,6% лесопокрытой площади в 1998 году до 11% с ежегодным созданием не менее 4 тысяч га лесных культур дуба к 2015 г. В реальности же за предыдущий период времени в более чем 100 лет [цит. по 8, с. 63] долевое участие дубрав в лесном фонде уменьшилось с 8,7% в 1901 году до 3,4% в настоящее время и продолжает неуклонно сокращаться.

Лесоводы прилагают немало усилий для выращивания этой породы. В настоящее время ведение хозяйства в дубравах включает следующие мероприятия: рубки главного пользования; естественное и (или) искусственное восстановление; селекция и семеноводство; рубки ухода и санитарные рубки; реконструкция малоценных насаждений; охрана, защита дубрав от болезней и вредителей леса [5]. Различным аспектам создания, восстановления дубрав, реконструкции малоценных насаждений методами рубок леса и создания лесных культур дуба, ведения хозяйства в них посвящен ряд публикаций [3, 5-11, 14-15]. Как отмечено в сообщении [12], отказ от использования естественного возобновления с мерами содействия в пользу создания лесных культур чреват экологическими рисками в части потери естественного генофонда около 20% древостоев естественного происхождения, что, по мнению автора публи-

кации, отрицательно скажется на устойчивости насаждений сосновой, частично еловой и дубовой формаций. Очевидной становится необходимость научного обоснования и формирования, практической апробации компромиссной модели воспроизводства дубрав с учетом имеющихся отечественных и зарубежных достижений в области лесоводства и восстановления лесов.

Анализ результатов длительных исследований показывает, что практика оставления части деревьев первого яруса с целью способствования обсеменению сплошнолесосечных вырубок, регламентируемая нормативными документами в большинстве случаев не оправдывает себя, поскольку оставляемые деревья, в том числе и дуба в последующие несколько лет выворачивает с корнями или ломает порывами сильного ветра, либо они усыхают и это, чаще всего, приводит лишь к потере части деловой стволовой древесины на лесосеке. К подобному результату приводят во многих случаях несплошные рубки главного пользования лесом, интенсивные рубки ухода и выборочные санитарные рубки, проводимые в древостоях, произрастающих на полугидроморфных, гидроморфных почвах.

Известны результаты жизнедеятельности сойки в расселении дуба, которая путем зарывания желудей в почву зачастую обуславливает появление подроста, и, если свойства эдафотопы соответствуют биологии этой древесной породы, дуб со временем выходит в подчиненный и господствующий ярус. В противном случае дуб, после прорастания желудя, чаще всего, по истечении некоторого времени усыхает.

Приведенные выше результаты исследований показывают, что современные дубравы имеют нарушенную структуру древесных ярусов и породный состав насаждений в целом, что является существенным препятствием для сохранения их устойчивости и видового разнообразия. Возможным путем решения этих проблем, в том числе и повышения продуктивности, устойчивости дубрав может быть разработка научной программы по изучению особенностей формирования насаждений с участием древесных пород различной стратегии произрастания, что наиболее реально осуществить на заповедной территории. В этих условиях возможно длительное существование устойчивых растительных сообществ, в том числе и с преобладанием дуба без лесохозяйственного вмешательства.

В производственных условиях возможно формирование лесных насаждений, максимально приближенных по структуре и породному составу к ненарушенным лесам, за счет создания насаждений с участием древесных пород, спутников дуба и с учетом геоботанического районирования лесной растительности. Неуклонное уменьшение долевого участия дубрав в лесном фонде является следствием влияния многих факторов, в том числе и интенсификации лесопользования без должного учета биологических, лесообразующих свойств этой породы, имеющей импортозамещающее значение в экономике. Как показывают результаты наших исследований [13], имеются многочисленные примеры создания

и успешного формирования продуктивных и устойчивых одноярусных культур дуба и древостоев естественного происхождения, что с экономической точки зрения более эффективно в сравнении с затратами на создание и поддержание так называемой ярусной структуры смешанных древостоев различного возраста.

Лесоводственно-таксационные характеристики дубрав естественного и искусственного происхождения, произрастающих в южной части Беларуси (Лельчицкий, Столинский и Хойникский лесхозы), и показатели радиоактивного загрязнения почвы в результате аварии на Чернобыльской АЭС изложены в сообщении [13]. Мощность экспозиционной дозы загрязнения радионуклидами на поверхности почвы колеблется от 20 до 1000 мкР/час. Приведенные в настоящем сообщении характеристики древостоев являются конкретными показателями фитоценотической ситуации в дубравах и древостоях с участием дуба в лесорастительных условиях исследуемого региона. Так, например, в Лельчицком лесхозе (Гребеневское лесничество) культуры дуба созданы на свежем мелкозернистом песке, с глубины 80 см залегает оглеенный горизонт связной супеси. Уровень грунтовых вод – 115 см. Состав одноярусного древостоя 10Д + С,Б(пов),Гр. Дубрава сосново-орляково-грабовая. Возраст древостоя – 50 лет, полнота – 0,76, средняя высота и диаметр соответственно 11,4 м и 13,0 см. Число стволов на 1 га – 1405 шт. Запас стволовой древесины – 115 м³ на 1 га, бонитет древостоя III.

Культуры ели с дубом (Столинский лесхоз, урочище Стесинский лес, Маньковская дача) формируются на свежей супеси уплотненного сложения. Состав древостоя 8Е2Д + Гр, возраст 60 лет. Полнота – 0,62, средняя высота и диаметр соответственно 18,1 м и 18,1 см. число стволов на га – 835 шт. Запас стволовой древесины – 186 м³ на 1 га. Бонитет II. Средняя высота и диаметр дуба соответственно 17,6 м и 14,5 см, запас стволовой древесины – 74 м³ на 1 га. Уровень грунтовых вод не установлен. Отмечено диффузно-рассеянное и куртинно-групповое усыхание ели и дуба.

Также встречаются чистые культуры дуба в возрасте старше 70 лет (дубрава кисличная), произрастающие на дерново-палево-подзолистой среднеоподзоленной суглинистой, на мощном лессовидном суглинке почве и характеризующиеся I классом бонитета (запас 386 м³/га, прирост 5,4 м³/га в год). Число стволов на 1 га – 419 шт. Отмечено усыхание части сильно ослабленных деревьев от повреждения инфекционными болезнями [3].

Следует отметить, что для каждого возраста древостоя и типа леса характерны фитоценотические особенности, определяемые эдафическими условиями и антропогенным воздействием. Фитоценообразующая роль дуба в дубравах зависит от возраста древостоя, комплекса эдафических и климатических условий и наиболее значительна в южной геоботанической подзоне. Дуб встречается в составе древостоев большинства древесных пород республики, но чаще присутствует в широколиственных лесах. Роль других древесных пород в структуре древостоя определяется степенью соответствия экотопа их биологическим свойствам и техно-

логиями антропогенного воздействия. Поскольку территория лесного фонда республика находится в относительно благоприятных для дуба климатических условиях, можно было бы ожидать достаточно широкого распространения этих лесов на всей территории нашей страны. Однако своеобразие эдафического комплекса, значительное антропогенное воздействие и внутривидовая, межвидовая конкуренция основных лесовосстановителей ограничивают распространение дубрав, особенно на севере республики. В условиях этого региона естественное возобновление дуба и сохранение, поддержание ярусной структуры значительно затруднено вследствие влияния упомянутых выше экологических и антропогенных факторов, биологических свойств различных представителей растительного мира, а также внутри- и межвидовой конкуренции.

Заключение. Преобладающее значение в формировании породного состава дубрав и ярусной структуры древостоев в настоящее время имеют хозяйственно-экономические факторы. Породный состав и структура древесных ярусов современных дубрав сформированы различными технологиями рубок леса и его восстановления. Дубравы представлены в основном древостоями с нарушенной естественной структурой ярусов древесного полога, обусловленной, прежде всего, экологическими факторами, возможностью реализации той или иной древесной породой в древостое своих биологических свойств и сложившейся в насаждении фитоценотической обстановкой.

Сложный состав ярусов древесного полога не является единственной прерогативой в технологиях формирования высокопродуктивных и устойчивых дубрав естественного, создания и выращивания насаждений искусственного происхождения. Поскольку традиционными технологиями рубок леса, в том числе и рубками переформирования малоценных насаждений уже многие десятилетия не удается существенно увеличить долевое участие дубрав в структуре лесного фонда вследствие влияния упомянутых выше причин, необходимо значительно увеличить ежегодные площади создания лесных культур дуба с последующим уходом за насаждениями, технологии которого, безусловно, нуждаются в научном обосновании и совершенствовании. Расширение ежегодных объемов создания лесных культур дуба обуславливает некоторое увеличение материально-финансовых, трудовых затрат лесохозяйственного производства на эти мероприятия, однако это позволит в той или иной мере удовлетворить спрос рынка на древесину и изделия из дуба в будущем время.

В конечном итоге, по нашему мнению, необходим пересмотр, с учетом результатов научных исследований и накопленного производством опыта, существующих подходов к созданию, воспроизводству дубовых насаждений с акцентом на новые технологии выращивания и ухода за этой ценной породой, имеющей импортозамещающее значение в экономике, и на основе совершенствования методов подбора породного состава лесных культур в зависимости от условий местопроизрастания и геоботанического районирования лесной растительности республики.

Литература

1. Восточноевропейские широколиственные леса / под ред. О.В. Смирновой. Москва: Наука, 1994. 364 с.
2. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность / отв. ред. О.В. Смирнова. – Москва: Наука, 2004. Кн. 1. 479 с., Кн. 2. 575 с.
3. Гвоздев В.К., Хохлов А.А. Особенности роста и продуктивность насаждений искусственного происхождения местных и интродуцированных древесных видов // Труды БГТУ. Научный журнал, №1(183) 2016 год, лесное хозяйство. С. 106-109.
4. Зорин В.П. Воспроизводство и повышение продуктивности дубрав // Дуб – порода третьего тысячелетия: Сборник научных трудов Института леса НАН Беларуси. Вып. 48. Гомель: ИЛ НАН Беларуси. 1998. С. 5–9.
5. Кожевников А.М., Решетников В.Ф., Колодий П.В. Дубравы Беларуси: состояние, проблемы и пути улучшения ведения хозяйства в них // Дуб – порода третьего тысячелетия: Сборник научных трудов Института леса НАН Беларуси. Вып. 48. Гомель: ИЛ НАН Беларуси. 1998. С. 40–49.
6. Носников В.В. Лесовосстановление в Республике Беларусь с учетом зарубежного опыта // Труды БГТУ. Научный журнал, №1(174) 2015 год, лесное хозяйство. С. 145–148.
7. Потапенко А.М. Анализ продуктивности дубрав Белорусского Полесья в различных лесорастительных условиях // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сборник научных трудов Института леса НАН Беларуси. Вып. 78. – Гомель: ИЛ НАН Б, 2018. С. 187–193.
8. Потапенко А.М., Усеня В.В. Лесовозобновительный потенциал дубрав Белорусского Полесья // Труды БГТУ. Научный журнал, № 2 (210) 2018 год, серия 1, лесное хозяйство. С. 63–68.
9. Решетников В.Ф. Перспективы дальнейшего улучшения воспроизводства и повышения продуктивности дубрав Беларуси // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сборник научных трудов Института леса НАН Беларуси. Вып. 78. Гомель: ИЛ НАН Б, 2018. С. 261-266.
10. Решетников В.Ф., Сторожишина К.М. Опыт реконструкции малоценных насаждений созданием лесных культур дуба черешчатого бороздами и площадками // Труды БГТУ. Научный журнал, №1 (174) 2015 год, лесное хозяйство. С. 87–90.
11. Решетников В.Ф., Сторожишина К.М. Состояние и перспективы реконструкции малоценных насаждений созданием лесных культур дуба черешчатого бороздами и площадками // Труды БГТУ. Научный журнал, №1 (183) 2016 год, лесное хозяйство. С. 56-60.
12. Рожков Л.Н. Современные тенденции управления лесами Беларуси // Устойчивое лесопользование. № 3 (47) 2016 г. С. 16–23.
13. Сарнацкий В.В., Качановский И.М. Лесоводственно-таксационные характеристики древостоев с участием дуба черешчатого в южной части Беларуси // Дуб – порода третьего тысячелетия: Сборник научных трудов Института леса НАН Беларуси. Вып. 48. Гомель: ИЛ НАН Беларуси. 1998. С. 259-261.
14. Шустова С.Ю. Зонально-типологические особенности формирования дубрав Беларуси в условиях антропогенного воздействия: автореферат дисс. канд.

биол. наук: 03.00.05/ Ин-т экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Б. Минск, 2005. 20 с.

15. Юркевич И.Д. Дубравы Белорусской ССР и их восстановление / И.Д. Юркевич. Минск: Изд-во Академии наук БССР, 1960. 271 с.

С.Ю. ШУСТОВА, В.В. САРНАЦКИЙ
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДУБРАВ БЕЛАРУСИ
В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

Резюме

Эколого-фитоценотический, лесоводственно-таксационный анализ состояния и породной, ярусной структуры дубрав естественного и искусственного происхождения позволил установить, что в условиях интенсивного лесопользования одним из основных направлений хозяйственной деятельности с целью существенного расширения долевого участия этих насаждений в лесном фонде республики и удовлетворения спроса на эту ценную древесину является значительное увеличение площади создания и формирования культур дуба, дальнейшее совершенствование методов ухода за этой породой в насаждении, имеющей импортозамещающее значение в экономике.

S.Y. SHUSTOVA, V.V. SARNATSKY
FEATURES OF BELARUS OAK GROVES FORMATION
IN THE CONDITIONS OF FOREST USE INTENSIFICATION

Summary

Ecological, phytocenotic, silvicultural and taxation analysis of the state and pedigree, longline structure of oak forests of natural and artificial origin made it possible to establish that under conditions of intensive forest management, one of the main areas of economic activity is to significantly increase the share of these plantations in the republic's forest fund and meet the demand for this fine wood is a significant increase in the area of creation and formation of oak cultures, the further improvement of methods progress of this breed in the stand, which has import-substituting a value in the economy.

Поступила в редакцию 16.04.2019 г.

УДК 582. 282 (476)

**Д.Б. БЕЛОМЕСЯЦЕВА¹, Т.Г. ШАБАШОВА¹, В.Б. ЗВЯГИНЦЕВ²
АКТУАЛЬНЫЕ ДЛЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА
КАРАНТИННЫЕ ВИДЫ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ
ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ**

¹*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
НАН Беларуси, г. Минск*

²*Белорусский государственный технологический университет, г. Минск*

Введение. Согласно международным нормам, определяемым Международной конвенцией по карантину и защите растений, перечень карантинных организмов для каждой страны или группы стран должен состоять не менее чем из двух списков. В первый список включены карантинные вредители, болезни и сорные растения, не встречающиеся в стране (организмы, которые потенциально могут проникнуть на территорию страны с завозимой продукцией растительного и другого происхождения). Второй список содержит перечисление карантинных объектов, ограниченно встречающихся на территории страны (в отношении ограниченно распространенных видов проводятся мероприятия внутреннего карантина, препятствующие их широкому распространению). В некоторых случаях выделяют еще третий список, который состоит из регулируемых некарантинных вредных организмов (в соответствии с Международной конвенцией по карантину и защите растений, это организмы, наличие которых на растениях, приводит к экономически неприемлемому воздействию на конечное использование данных растений, поэтому присутствие этих организмов регулируется).

На территории нашей страны нормативные правовые акты в области карантина растений определяются постановлениями и инструкциями Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Ведущим учреждением Беларуси по вопросам фитосанитарного карантина является Государственное учреждение «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений». Основной задачей госинспекции по карантину растений является охрана территории Республики Беларусь от проникновения из зарубежных стран карантинных вредителей, болезней растений и сорняков при ввозе и транзите подкарантинной продукции.

Вступление в Евразийский экономический союз вызвало необходимость в гармонизации регламентаций стран участников, в связи с чем был разработан и утвержден Единый перечень карантинных объектов ЕАЭС (Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 30.11.2016 г. № 158, изменения в соответствии с Решениями от 30.03.18 г. № 25 и от 08.08.19 г. № 74) [1], актуальный для всех участников союза.

В связи с этим представляется весьма важным вопрос о карантинных видах возбудителей болезней, актуальных для лесного фонда и зеленых насаждений Беларуси.

Материалы (объекты) и методы исследования. Объектами исследования являются фитопатогенные организмы, представляющие инвазивный компонент в составе биотрофных микробиотических комплексов древесных растений. Предмет исследования – санитарное состояние насаждений.

Оценка состояния, выявление очагов болезней проводилось в рамках рекогносцировочного и детального фитопатологических обследований в соответствии с ТКП 252–2010 (02080) «Порядок проведения лесопатологического мониторинга лесного фонда» и ТКП 026–2006 (02080) «Устойчивое лесопользование и лесопользование. Санитарные правила в лесах Республики Беларусь».

Сбор гербарных образцов проводился в различных ботанико-географических районах Беларуси, относящихся к 7 округам и 3 геоботаническим подзонам. Микофлористические обследования проводились выборочными методами. В качестве выборки использовалась часть участков (выделов) или кварталов леса в соответствующих фитоценозах с различными экологическими условиями. Для того чтобы выборка была представительной, применялось сочетание случайного и систематического метода обследования и послойной выборки. Материал гербаризировался по стандартным методикам [2, 3]. Диагностика проводилась по анатомо-морфологическим и культуральным признакам методом световой микроскопии, а также методом молекулярно-генетического анализа. Собранные образцы грибов находятся на хранении в микологическом гербарии MSK-F ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича» и в научной коллекции кафедры лесозащиты и древесиноведения БГТУ.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных исследований были разработаны рекомендации по выявлению и контролю карантинных видов вредоносных организмов (возбудители болезней) Единого перечня карантинных объектов Евразийского экономического союза.

Единый перечень карантинных объектов включает 29 видов грибов, 14 бактерий, 14 вирусов отсутствующих, а также 7 видов грибов, 3 бактерии, 8 вирусов ограниченно распространенных на территории ЕАЭС [4, 5].

Подавляющее большинство карантинных фитопатогенов являются паразитами, развивающимися на сельскохозяйственных культурах. В перечень входят следующие фитопатогенные организмы, актуальные для лесного хозяйства:

Грибы

Atropellis pinicola Zeller & Goodding – Пак (ожог) стволов и ветвей сосны

Atropellis piniphila (Weir.) Lohman & Cash – Рак (ожог) стволов и ветвей сосны

Ceratocystis fagacearum (Bretz.) Hunt – Сосудистый микоз дуба

Chalara fraxinea T. Kowalski – Суховершинность ясеня

Cronartium fusiforme Hed. & Hunt ex Cum. – Веретенородная ржавчина сосны

Cronartium quercuum (Berkeley) Miyabe ex Shirai – Рожковидная ржавчина буковых

Diaporthe vaccinii Shear – Вязкая гниль черники

Endocronartium harknessii (J.P. Moore) Y. Hiratsuka – Западная галлоподобная ржавчина

Gymnosporangium yamadae Miyabe ex Yamada – Ржавчина яблони и можжевельника

Melampsora medusae Thümen – Ржавчина тополя

Mycosphaerella dearnessii M.E. Bag – Коричневый пятнистый ожог хвой сосны

Mycosphaerella gibsonii H.C. Evans – Коричневый ожог хвой сосны

Mycosphaerella laricis-leptolepidis K. Ito, K. Sato & M. Ota – Септориоз хвой японской лиственницы

Phytophthora alni Brasier & S.A. Kirk – Фитофтороз ольхи

Phytophthora kernoviae Brasier – Фитофтороз декоративных и древесных культур

Phytophthora ramorum Weres et al. – Фитофтороз древесных и кустарниковых культур

Нематоды

Bursaphelenchus xylophilus (Steiner & Buhner) Nickle – Сосновая стволовая нематода

В перечень карантинных вредных организмов, ограниченно распространенных на территории Евразийского экономического союза и актуальных для лесного хозяйства входит инвазивный вид бактерии.

Erwinia amylovora (Burrill) Winslow et al. - Бактериальный ожог плодовых культур.

Таким образом, для лесного хозяйства Республики Беларусь опасными являются 18 карантинных фитопатогенных организмов. Информация по каждому из этих видов (в соответствии с требованиями Европейской и Средиземноморской организации по карантину и защите растений [6]) приводится ниже.

Как видно из вышеизложенного материала, на территории Беларуси отмечалось присутствие 4 видов карантинных фитопатогенов – 3-х видов грибов (*Hymenoscyphus fraxineus*, *Lecanosticta acicola*, *Phytophthora alni*) и одной бактерии (*Erwinia amylovora*).

Таблица 1. Карантинные фитопатогенные организмы, актуальные для лесного хозяйства.

Патогенный организм / синонимы	Код карантинного объекта / карантинный статус	Поражаемые породы	Распространенность заболевания в мире / в Беларуси	Биология патогенного организма	Пути распространения	Методы диагностики	Фитосанитарные нормы
РАК (ОЖОГ) СТЕБЛОВ И ВЕТВЕЙ СОСНЫ							
<i>Atropellis pinicola</i> Zeller & Goodd.	ATRPC/EPPO A1 List of pests recommended for regulation as quarantine pests version 2018 ЕОКЗР – Список А1, ЕС – Список 2/А1, Россия – Перечень А1	Сосна торная (Pinus murrayana) (Pinus monticola), сосна скрученная (Pinus contorta). В меньшей степени поражаются Pinus lambertiana, P. monilicola, P. strobus, P. nigra, P. sylvestris.	В мире: Северная Америка, Канада, США. В Республике Беларусь не отмечен	Поражаются растения в насаждениях, лесных культурах и молодняках хвойных пород, лесосеменных плантациях, питомниках и дендропарках. В распространении возбудителей атропеллисового рака стеблей сосен – трибов <i>Atropellis pinicola</i> и <i>A. piniphila</i> – большое значение имеют стволовые насекомые из сем. <i>Iridae</i> – Короеды, сем. <i>Cerambycidae</i> – Усачи. Достоверно установлено, что инфекция разносится короедом <i>Ips pini</i> , усач-раггит <i>Rhagium inquisitor</i> и усач <i>Monochamus mutator</i> .	Возбудители заболеваний могут быть занесены на другие территории с помощью зараженных растений, веток или зараженной неокоренной древесины. Опасность также представляет кора больших растений.	Визуальный осмотр, метод влажной ка-меры, метод выделения на питательную среду, колориметрический тест, микроскопирование и морфометрирование.	Запрет на ввоз коры сосны из Северной Америки. Если древесина на сосны импортируется, она должна быть подвергнута термической обработке.
<i>Atropellis piniphila</i> (Weir) M.L. Lohman & E.K. Cash / <i>A. arizonica</i> M.L. Lohman & E.K. Cash, <i>Cenangium piniphilum</i> Weir	ATRP/EPPO A1 ЕОКЗР – Список А1, ЕС – Список 2/А1, Россия – Перечень А1.	Все виды сосен (<i>Pinus</i> spp.)	В мире: Северная Америка, наиболее распространен в Западной Канаде. В Республике Беларусь не отмечен.	Аналогично <i>Atropellis pinicola</i>	Аналогично <i>Atropellis pinicola</i>	Аналогично <i>Atropellis pinicola</i>	Аналогично <i>Atropellis pinicola</i>

СОСУДИСТЫЙ МИКОЗ ДУБА							
<i>Ceratocystis fagacearum</i> (Bretz) J. Hunt./ЕОКЗР – <i>Bretziella fagacearum</i> Z.W. de Beer et al. <i>Chalara quercina</i> B.W. Henry, <i>Endocorynidiophora fagacearum</i> Bretz, <i>Thielaviopsis quercina</i> A.E. Paulin et al	CERAFA/EPPO A1/ЕОКЗР – Список A1, ЕС – Список I/A1, Россия – Перечень A1.	Виды дуба. Значительно поражается дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i>), Беларусь не отмечен. а также виды <i>Quercus coccinea</i> , <i>Q. palustris</i> , <i>Q. petraea</i> , <i>Q. prinus</i> , <i>Q. pubescens</i> , <i>Q. rubra</i> , <i>Q. stellata</i> . Особенно восприимчивы виды группы красных дубов (<i>Erythrobalanus</i>).	В мире: Северная Америка (США). В Республике Беларусь не отмечен.	Поражаются растения в насаждениях, лесных культурах и молодниках, питомниках, дендропарках. В период увядания, с весны до конца лета, <i>S. fagacearum</i> присутствует во всех частях зараженного дерева с симптомами и без них. После отмирания листьев патоген часто погибает в побегах и мелких ветвях, которые, очевидно, из-за жары (гриб неустойчив к температурам выше 32 °C) усыхают и заселяются вторичными патогенами. Но в стволах гриб может оставаться живым и до следующего года, а в корнях – до 4-х лет.	Посадочный материал, срезаемые веточки, неокоренная древесина растений рода <i>Quercus</i> .	Визуальный осмотр, метод влажной камеры, метод выделения на питательную среду, микроскопирование и морфотрирование.	Запрет на ввоз древесины красного дуба из США. Если древесина красного дуба импортруется, она подвергается предварительной фумигации метилбромидом.
СУХОВЕРШИННОСТЬ ЯСЕНЯ							
<i>Hymenoscyphus fraxineus</i> (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya/ <i>Chalara fraxinea</i> T. Kowalski, <i>Hymenoscyphus pseudoalbidus</i> Queloz et al.	СНААФР/сигнальный список (Alert list) ЕОКЗР (2007-09), сигнальная система NAPPO.	Виды ясеня, особенно сильно поражаются ясень обыкновенный (<i>Fraxinus excelsior</i>)	В мире: Европа и Дальний Восток. В Республике Беларусь: первые идентифицированы в 2010 году.	Поражаются растения в насаждениях, лесных культурах и молодниках, питомниках, дендропарках. Поражаемые органы: листья, ветви, побеги. Препревшее усыхание и опадение листьев, отмирание молодых побегов и ветвей, образование водяных побегов в кроне дерева.	Посадочный материал, семена, неокоренная древесина растений рода <i>Fraxinus</i> .	Визуальный осмотр, метод влажной камеры, метод выделения на питательную среду, ПЦР-анализ, микроскопирование и морфотрирование.	Контроль ввозимого посадочного материала и лесоматериалов <i>Fraxinus</i> .

Патогенный организм / синонимы	Код карантинного объекта / карантинный статус	Поражаемые породы	Распространенность заболевания в мире / в Беларуси	Биология патогенного организма	Пути распространения	Методы диагностики	Фитосанитарные нормы
<i>Cronartium fusiforme</i> Peck ex Hedgc. & N.R. Hunt/ <i>C. asclepiadeum</i> var. <i>quericum</i> Berk., <i>C. cerberum</i> Hedgc. & Long, <i>C. quercus</i> J. Schröt. ex Arthur, <i>Melanopsora quercus</i> J. Schröt., <i>Peridermium fusiforme</i> Arthur & F. Kern.	CRONFU/EPPO A1 ЕОКЗР – Список A1, ЕС – Список I/A1, Россия – Перечень A1.	Различные виды сосны и дуба. Наиболее подвержены заболеванию виды <i>Pinus canariensis</i> , <i>P. contorta</i> , <i>P. elliotii</i> , <i>P. halepensis</i> , <i>P. nigra</i> , <i>P. pinea</i> , <i>P. ponderosa</i> , <i>P. radiata</i> , <i>P. rigida</i> , <i>P. serotina</i> , <i>P. taeda</i> , <i>Quercus nigra</i> , <i>Q. phellos</i> .	В мире: Северная Америка (США). В Республике Беларусь: не отмечен.	Поражаются растения в насаждениях, питомниках, дендропарках. Поражаемые органы: стволы, ветви, листья, побеги. Первичное инфицирование происходит через молодые побеги, далее гриб распространяется в крупные ветви и стволы деревьев. Формирование телеостатии гриба происходит на листьях дуба. На сосне образуются галлы на стволах и ветвях, а на подросе болезнь проявляется в виде ведьминных метел.	Растения для посадки, не-обработанная древесина растений <i>Pinus spp</i> , <i>Quercus spp</i> . В естественных ареалах распространяется с воздушными массами, с водой.	Визуальный осмотр, метод ELISA, ПЦР-анализ, микроскопирование и морфотрирование.	Поскольку симптомы могут не проявляться в течение многих лет после заражения, единственной практической гарантией является запрет на ввоз поражаемых видов сосен из стран, где встречается <i>C. fusiforme</i> .

РОЖКОВИДНАЯ РЖАВЧИНА БУКОВЫХ							
<i>Cronartium quercuum</i> (Berk.) Miyabe/ <i>C. asclepiadeum</i> var. <i>quercinum</i> Berk., <i>C. cembrae</i> (Peck) Hedgc. & Long, <i>C. quercus</i> (Brond.) J. Schröt. ex Arthur, Melam-psoxa quercus J. Schröt.	CRONQU/ EPPO A1 EOKЗР – Список A1, ЕС – Список I/A1, Россия – Перечень A1.	Различные виды сосны каштана, дуба. Основные растения-хозяева: <i>Pinus banksiana</i> , <i>P. densiflora</i> , <i>P. thunbergii</i> , <i>P. virginiana</i> , <i>P. koraiensis</i> , <i>P. massoniana</i> , <i>P. nigra</i> , <i>P. sylvestris</i> , <i>P. tabulaeformis</i> , <i>P. taikaiensis</i> . Промежуточные: <i>Castanea dentata</i> , <i>C. pumila</i> , <i>Castanopsis sp.</i> , <i>Fagus sp.</i> , <i>Quercus rubra</i> .	В мире: Северная Америка (Канада, США), Центральная Америка (Куба, Мексика, Панама и др.), Азия (Китай, Индия, Япония и др.), Россия (Дальний Восток). В Республике Беларусь не отмечен.	Поражаются растения в насаждениях, питомниках, дендропарках. Поражаемые органы: стволы, ветви, листья, побеги. Первичное инфицирование происходит через молодые побеги сосны, далее гриб распространяется в крупные ветви и столбы деревьев. Эци прорываются сквозь кору галлов, эцидиоспоры, рассеиваясь, заражают листья букowych. Формирование телеостатид гриба происходит преимущественно на листьях каштана и дуба.	Растения для посадки, необработанная древесины растений <i>Pinus</i> spp., <i>Quercus</i> spp., <i>Castanea</i> spp. В естественных ареалах распространяется с воздушными массами, с водой.	Визуальный осмотр, метод ELISA, ПЦР-анализ, микроскопирование и морфометрирование.	Поскольку симптомы могут не проявляться в течение многих лет после заражения, единственной практической гарантией является запрет на ввоз поражаемых видов сосен из стран, где встречается <i>C. quercuum</i> . Посадочный материал дуба следует импортировать только в состоянии покоя, без листьев.

Продолжение табл. 1

Патогенный организм / синонимы	Код карантинного объекта / карантинный статус	Поражаемые породы	Распространенность заболевания в мире / в Беларуси	Биология патогенного организма	Пути распространения	Методы диагностики	Фитосанитарные нормы
<i>Diaporthe vaccinii</i> Shear/ <i>Phomopsis vaccinii</i> Shear, N.E. Stevens & H.F. Bain.	DIAPVA/ EPPO A2 ЕОКЗР – Список A1, ЕС – Список 2/A1, Россия – Перечень A1.	Американские и европейские виды клоков, голубики и черники (<i>Vaccinium spp.</i>).	В мире: Европа (в т.ч. Латвия, Литва, Нидерланды, Польша). Северная Америка, Южная Америка. В Республике Беларусь: не отмечен.	ВЯЗКАЯ ГНИЛЬ ЧЕРНИКИ Поражаются чаще растения в защищенном грунте. Поражаются цветки, листья, стебли, плоды. В первую очередь ослабленные растения, клиническая картина проявляется вначале на нижних стареющих листьях, возбудитель распространяется на по сосудам стебля.	Растения для посадки рода <i>Vaccinium</i> .	Визуальный осмотр, метод влажной камеры, метод выделения на питательную среду, микроскопирование и морфотрирование, ПЦР-анализ.	Поскольку данный патоген встречается как эндофит в по-видимому здоровых растениях, только фитосанитарно проверенный и сертифицированный материал может быть импортирован для выращивания.

ЗАПАДНАЯ ГАЛЛОПОДОБНАЯ РЖАВЧИНА							
<i>Endocronartium harknessii</i> (J.P. Moore) Y. Hirats. / <i>Cronartium harknessii</i> E. Meinecke, <i>Peridermium harknessii</i> J.P. Moore	ENDCHA/ EPPO A1 ЕОКЗР – Список A1, ЕС – Список I/A1, Россия – Перечень A1.	Виды сосны (<i>Pinus</i>), из которых наиболее важными являются <i>P. banksiana</i> , <i>P. contorta</i> и <i>P. ponderosa</i> в западной Канаде и США. Сосна обыкновенная (<i>P. sylvestris</i>), широко интродуцированная в Северной Америке, также восприимчива к заболеванию. Восприимчивы также <i>P. radiata</i> , <i>P. halepensis</i> , <i>P. mitis</i> и <i>P. nigra</i> .	В мире: Северная Америка (Канада, США). В Республике Беларусь: не отмечен.	Поражаются растения в насаждениях, лесных культурах и молодниках хвойных пород, в питомниках и дендропарках. Поражаемые органы: стволы, ветви, побеги. Однохозяйный вид. Цикл развития гриба редуцирован. Вначале заражаются молодые побеги, откуда мицелий проникает в древесину ветвей и стволов. Поражение растений старше 5 лет приводит к постепенному усыханию кроны, ослаблению и гибели деревьев. Поражение в раннем возрасте ведет к стремительному усыханию растения.	Посадочный материал, споры переносятся воздушным путем на большие расстояния.	Визуальный осмотр, микроскопирование и морфотипирование, ПЦР-анализ.	Поскольку симптомы могут не проявляться в течение нескольких лет после заражения, единственная практическая гарантия заключается в том, чтобы запретить экспорт из Северной Америки посадочного материала видов сосны, являющихся хозяевами данного гриба.

Патогенный организм / синонимы	Код карантинного объекта / карантинный статус	Поражаемые породы	Распространенность заболевания в мире / в Беларуси	Биология патогенного организма	Пути распространения	Методы диагностики	Фитосанитарные нормы
<i>Gymnosporangium yamadai</i> <i>Miyabe ex G. Yamada.</i>	GYMNYA/ EPPO A1 ЕОКЗР – Список A1, ЕС – Список I/A1, Россия – Перечень A1.	Виды яблони и можжевельника, преимущественно поражаются <i>Malus pumila</i> и <i>Juniperus chinensis</i> .	РЖАВЧИНА ЯБЛОНИ И МОЖЖЕВЕЛЬНИКА				
			В мире: Азия (Китай, КНДР, Корея, Япония). Северная Америка (США, Канада). В Республике Беларусь: не отмечен.	Поражаются растения в питомниках и дендропарках. Поражаемые органы: стволы, ветви, листья, плоды. Разнохозяйный гриб. Телиостадия на стволе и ветвях можжевельника, эциостадия на листьях яблони. На восприимчивых сортах гриб может вызывать сильное опадение листьев.	Посадочный материал <i>Juniperus chinensis</i> , споры переносятся воздушным путем на большие расстояния.	Визуальный осмотр, микроскопирование и морфотрипование, ПЦР-анализ	ЕОКЗР предполагает запретить ввоз для посадки растений можжевельника с Дальнего Востока. Если растения импортируются, партию следует держать в карантине в течение 1 вегетационного периода.
<i>Melampsora medusae</i> Thüm./ <i>M. albertensis</i> Arthur, <i>M. populina</i> subsp. <i>medusae</i> Sacc., <i>Uredo medusae</i> Arthur	MELMME/ EPPO A2 ЕОКЗР – Список A2, ЕС – Список I/A2.	Виды тополя, <i>Populus</i> spp., различные хвойные: <i>Larix</i> spp., <i>Pseudotsuga</i> spp. и <i>Pinus</i> spp.	РЖАВЧИНА ТОПОЛЯ				
			В мире: Европа (Нидерланды, Франция, Испания). Азия, Америка, Африка. В Республике Беларусь: не отмечен.	Поражаются растения в насаждениях, лесных культурах и молodняках, в питомниках и дендропарках. Поражаемые органы: побеги, листья. Разнохозяйный гриб. Сперматогонии и эциостадия на хвойных, урединии и телии на листьях тополя и осины. Симптомы у хвойных выражены слабо, у тополя приводятся к полной дефолиации.	Посадочный материал, споры переносятся воздушным путем на большие расстояния.	Визуальный осмотр, микроскопирование и морфотрипование, ПЦР-анализ.	Посадочный материал разрешается ввозить только с территорий, где в течение 1 сезона не регистрировалось развитие ржавчины тополя.

КОРИЧНЕВЫЙ ПЯТНИСТЫЙ ОЖОГ ХВОИ СОСНЫ							
<i>Lecanosticta acicola</i> (Thüm.) Syd./ <i>Dothistroma acicola</i> (Thüm.) Schischkina & Tsanova, <i>Lecanosticta pini</i> Syd., <i>Mycosphaerella dearnessii</i> M.E. Barr, <i>Scirrhia acicola</i> (Deam.) Sigg.	SCIRAC/EPPO A2 ЕОКЗР – Список A1, ЕС – Список 2/A1.	Все виды сосен, (<i>Pinus</i>), наиболее восприимчивы: <i>P. contorta</i> , <i>P. halepensis</i> , <i>P. muricata</i> , <i>P. palustris</i> , <i>P. pinaster</i> , <i>P. pinea</i> , <i>P. radiata</i> , <i>P. strobus</i> , <i>P. sylvestris</i> , <i>P. taeda</i> .	В мире: Европа (в т.ч. страны Прибалтики, Россия), Азия (Китай, Япония), Северная, Центральная, Южная Америка, Африка, В Республике Беларусь: отмечен единично в Брестской области..	Поражаются растения в насаждениях, лесных культурах и молодняках хвойных пород, лесосеменных плантациях, в питомниках и дендропарках. Поражаемые органы: хвоя, побеги. Признаки заражения заболелением заметны в августе-сентябре по наличию на хвое желтых пятен, которые позднее становятся темно-коричневыми в центре поражения с ярким желтовато-оранжевым краем. При слабом поражении сбрасывается 2-3 летняя хвоя, а при сильном поражении и хвоя текущего года.	Естественное распространение с ветром дождевыми каплями, между странами – семенной материал, зараженный остатками хвой, посадочный материал из инфицированных питомников.	Визуальный осмотр, влажная камера, микроскопирование и морфотрирование, ПЦР-анализ.	Контроль за ввозом посадочного материала из районов, где регистрируется коричневый пятнистый ожог хвой сосны.
КОРИЧНЕВЫЙ ОЖОГ ХВОИ СОСНЫ							
<i>Mycosphaerella gibsonii</i> H.C. Evans/ <i>Cercospora pini-densiflorae</i> Hori & Nambu, <i>Pseudocercospora pini-densiflorae</i> (Hori & Nambu) Deighton	CERSPD/EPPO A1 ЕОКЗР – Список A1, ЕС – Список 2/A1.	Все виды сосен, (<i>Pinus</i>), в том числе <i>P. sylvestris</i> , наиболее восприимчивы <i>Pinus densiflora</i> , <i>P. radiata</i> , <i>P. thunbergii</i> .	В мире: Азия (Индия, Япония, Южная Корея), Центральная Америка, Африка, Океания (Австралия), В Республике Беларусь: не отмечен.	Поражаются растения в насаждениях, лесных культурах и молодняках хвойных пород, лесосеменных плантациях, в питомниках и дендропарках. Поражаемые органы: хвоя, побеги. Особенно подвержены растения 1 до 2 лет. При сильном поражении полная дефолиация.	Естественное распространение с ветром дождевыми каплями, между странами – семенной материал, зараженный остатками хвой, посадочный материал из инфицированных питомников.	Визуальный осмотр, влажная камера, микроскопирование и морфотрирование, ПЦР-анализ.	Контроль за ввозом посадочного материала из районов, где регистрируется коричневый ожог хвой сосны.

Патогенный организм / синонимы	Код карантинного объекта / карантинный статус	Поражаемые породы	Распространенность заболевания в мире / в Беларуси	Биология патогенного организма	Пути распространения	Методы диагностики	Фитосанитарные нормы
<i>Mycosphaerella laticis-leptolepidis</i> (Kaz. Itô, K. Sato & M. Ota) <i>Mycodella laticis-leptolepidis</i> (Kaz. Itô, K. Sato & M. Ota) <i>Crous, Phoma yano-kubotae</i> Kitaj.	MYCOLL/ EPPO A1 ЕОКЗР – Список A1, ЕС – Список I/A1.	Виды лиственницы (<i>Larix</i>), наиболее восприимчивы <i>Larix decidua</i> , <i>L. gmelinii</i> , <i>L. kaempferi</i> .	В мире: Азия (Китай, Корея, Япония). В Республике Беларусь: не отмечен.	Поражаются растения в питомниках и дендропарках. Поражаемые органы: хвоя. Болезнь встречается преимущественно в посадках на кислых, особенно вулканических почвах, либо при густом слое подстилки (более 2,5 см) из опала лиственных Хвоя верхних ветвей часто менее заражена, чем нижние. Хвойники становятся коричневыми и дерево, может иметь выжженный вид.	Естественное распространение с ветром дождевыми каплями, между странами - семенной материал, зараженный остатками хвои, посадочный материал из инфицированных питомников	Визуальный осмотр, влажная камера, микроскопирование и морфотрипирование, ПЦР-анализ.	Контроль за ввозом посадочного материала лиственных из районов, где регистрируется септориоз (из Японии рекомендуется полностью исключить ввоз посадочного материала).
ФИТОФТОРОЗ ОЛЬХИ							
<i>Phytophthora alni</i> Brasier & S.A. Kirk/ <i>Phytophthora alni</i> subsp. <i>multiformis</i> Brasier & S.A. Kirk, <i>Phytophthora alni</i> subsp. <i>uniformis</i> Brasier & S.A. Kirk	PHYTAL/ EPPO Added in 1995 – Deleted in 2001 ЕОКЗР – Список A1.	Виды ольхи (<i>Alnus</i>). Поражаются <i>Alnus cordata</i> , <i>A. glutinosa</i> , <i>A. incana</i> , <i>A. viridis</i> .	В мире: Европа (в т.ч. страны Прибалтики, Польша), Северная Америка (Аляска). В Республике Беларусь: отмечен в 2014 в Гомельской области.	Поражаются растения в насаждениях, лесных культурах и молодняках. Поражаемые органы: листья, ветви, побеги, стволы, корни. Встречается преимущественно вблизи рек и ручьев. Мелкие, преждевременно желтеющие листья опадают в середине лета. На 2-3 год развития болезни начинают отмирать побеги, а затем и крупные ветви.	Переносится спорами с водой (особенно видол русел рек), а также с инфицированным посадочным материалом (патоген обнаружен в коммерческих питомниках в Германии и Англии).	Визуальный осмотр, влажная камера, микроскопирование и морфотрипирование, ПЦР-анализ.	Контроль за ввозом древесины и посадочного материала.

ФИТОФТОРОЗ ДЕКОРАТИВНЫХ И ДРЕВЕСНЫХ КУЛЬТУР							
<i>Phytophthora kernoviae</i> Brasier, Beales & S. A. Kirk	РНУТКЕ/ ЕРРО А2 list ЕОКЗР – Список А1.	Дуб (<i>Quercus</i> spp.), бук (<i>Fagus</i> spp.) и береза (<i>Betula</i> spp.); многие декоративные кустарники, особенно (Чили). Океролендрон (Новая Зеландия). В Республике Беларусь: не отмечен.	В мире: Европа (Бельгия, Великобритания, Германия, Ирландия), Южная Америка (многие декоративные кустарники, особенно (Чили). Океролендрон (Новая Зеландия). В Республике Беларусь: не отмечен.	Поражаются растения в насаждениях, питомниках и дендропарках. Поражаемые органы: листья, ветви, побеги, стволы, корни. Образуются сочащиеся язвы на стволах деревьев (раковые повреждения); отмирание верхушек веток и побегов (суховершинность), листовые и побеговые некрозы. Поражение зрелых деревьев протекает в виде раковых повреждений в основании стволов, размеры которых варьируют от нескольких сантиметров до 3 и более метров в длину вдоль ствола.	Переносится спорами с водой, почвой, а также с инфицированным посадочным материалом.	Визуальный осмотр, влажная камера, микроскопирование и морфотрирование, ПЦР-анализ.	Контроль за ввозом декоративного посадочного материала.
ФИТОФТОРОЗ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ КУЛЬТУР							
<i>Phytophthora ramorum</i> Werres, De Cock & Man in 't Veld	РНУТРА/ ЕРРО А2 list ЕОКЗР – Список А1.	Дуб (<i>Quercus</i> spp.), клен (<i>Acer</i> spp.), лиственница (<i>Larix</i> spp.), многие декоративные кустарники, особенно (США). Океролендрон (Новая Зеландия). В Республике Беларусь: не отмечен.	В мире: Европа (в т.ч. страны Прибалтики, Польша), Северная Америка (Канада, США). В Республике Беларусь: не отмечен.	Поражаются растения в насаждениях, питомниках и дендропарках. Поражаемые органы: листья, ветви, побеги, стволы, корни. Диагностику проводят по изменению внешнего вида листьев, которые становятся бледно-зелеными, затем бурыми и засыхают, не опадая долгое время, на усыхающих деревьях – в комлевой части истечение густого красно-бурого экссудата.	Переносится спорами с водой, почвой, а также с инфицированным посадочным материалом.	Визуальный осмотр, влажная камера, микроскопирование и морфотрирование, ПЦР-анализ.	Контроль за ввозом декоративного посадочного материала.

Окончание табл. 1

Патогенный организм / синонимы	Код карантинного объекта / карантинный статус	Поражаемые породы	Распространенность заболевания в мире / в Беларуси	Биология патогенного организма	Пути распространения	Методы диагностики	Фитосанитарные нормы
<i>Bursaphelenchus xylophilus</i> (Steiner & Buhner) Nickle/ <i>Aphelenchoides xylophilus</i> Steiner & Buhner, <i>Bursaphelenchus lignicolus</i> Matsumura & Kiyohara	BURXY/EPPO A2 list ЕОКЗР – Список А1, ЕС – Список I/A2, Россия – Перечень А1.	Различные виды хвойных (<i>Larix</i> , <i>Abies</i> , <i>Picea</i>), наибольший ущерб наносят соснам (<i>Pinus</i>). Наиболее поражаемые виды <i>P. nigra</i> , <i>P. sylvestris</i> , <i>P. bungeana</i> , <i>P. densiflora</i> , <i>P. luchuensis</i> , <i>P. massoniana</i> .	В мире: Европа (Португалия), Северная Америка (Канада, США), Азия (Китай, Корея, Япония). В Республике Беларусь: не отмечен.	СОСНОВАЯ СТВОЛОВАЯ НЕМАТОДА Поражаются растения в насаждениях, питомниках и дендропарках. Поражаемые органы: ветви, побеги, стволы, корни. Основными переносчиками являются усачи рода <i>Monochamus</i> . Симптомы: пожелтение хвой, отмирание ветвей и ствола, наличие очагов усачей. Диагностика заболевания является очень сложной в связи с отсутствием специфических симптомов, и осуществляется только в лабораторных условиях. Заражаются как здоровые деревья, во время дополнительного питания усачей, так и ослабленные, погибшие во время откладки яиц. При оптимальной температуре 25 °С развитие сосновой древесной нематоды от яйца до имаго завершается за 4–5 дней, уже через 24 часа после заражения нематод находили не только в стволе, но и в ветках и корнях. Проникшие внутрь дерева нематоды за несколько недель убивают его.	Переносится насекомыми, а также с инфицированными посадочным материалом. Занос нематод на другую территорию возможен также с древесиной, с дровяными, опилками.	Визуальный осмотр, микроскопирование и морфотрирование, ПЦР-анализ.	Рекомендации ЕПХО по предотвращению интродукции <i>B. xylophilus</i> и его переносчиков распространяются на растения и древесину всех хвойных, кроме <i>Thuja plicata</i> , из территорий, где встречается нематода. Древесину следует подвергать термической обработке до температуры ядра 56 °С в течение не менее 30 минут. Также разрешена сушка в печи и fumigation рекомендованными препаратами

БАКТЕРИАЛЬНЫЙ ОЖОГ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР					
<i>Erwinia amylovora</i> (Burrill) Winslow et al./ <i>Micrococcus amylovorus</i> <i>Burrill, Bacillus amylovorus</i> (Burrill) Trevisan, <i>Bacterium amylovorus</i> (Burrill) Chester, <i>Erwinia amylovora</i> (Burrill) Winslow et al., <i>f.sp. rubi</i> Starr et al.	ERWIAM/EPPO A2 list ЕОКЗР – Список А2, ЕС – Список 2/А2, Россия – Перечень А2.	Растения из семейства <i>Rosaceae</i> . Из плодовых деревьев больше всего от ожога страдает груша (<i>Pyrus communis</i>), из декоративных – кизильник (<i>Cotoneasters</i> spp.). Также поражаются ирга (<i>Amelanchier</i> spp.), хеномелес (<i>Chaenomeles</i> spp.), боярышник (<i>Crataegus</i> spp.), айва (<i>Cydonia</i> spp.), шиповника (<i>Ruscus</i> spp.), рябина (<i>Sorbus</i> spp.).	В мире: Европа (большинство стран). Азия (Израиль, Иордания, Иран, Турция), Северная Америка (Канада, США), Океания (Новая Зеландия), Африка (Египет, Марокко). В Республике Беларусь: единично (идентифицированы сотрудниками БГУ).	Поражаются растения в питомниках и дендропарках. Поражаемые органы: стволы, ветви, побеги, листья, плоды. Бактерии зимуют в зараженных растениях-хозяевах, являясь источником первичного инокулята в начале цветения. Бактерии попадают в растение через цветки, естественные отверстия (устьица и т.п.) и раны. Симптомы: диагностика проводится в летний период. У пораженных растений отмечается увядание и гибель соцветий, плодonoжек, некrotические мокнущие язвы на коре, выделение экссудата на больных побегах. Усохшие цветы и листья скручиваются и не опадают. Кончик пораженного побега характерно изгибается, симптом, названный «shepherd's crook» (пастуший посох). Веточки начинают чернеть с кончиков, скручиваясь.	
			Все органы растения (кроме семян) считаются возможными источниками распространения бактериоза. Может распространяться с зараженным посадочным и прививочным материалом, инструментами при обрезке, переноситься насекомыми-опылителями (пчелами, осами, мухами) и сосущими насекомыми (тлями). Инфекция может распространяться также птицами, животными, ветром и поливными водами.	Изоляция на селективные питательные среды, биохимические тесты, серологические анализы, тест на патогенность на незрелых плодах груши, ПЦР-анализ.	Все страны запрашивают фитосанитарные сертификаты для импорта интродуцированных растений. Все органы растения, кроме семян, рассматриваются как потенциальные источники распространения патогена. Единственный надежный метод предотвращения распространения - наложение строгих фитосанитарных мер на импорт портируемого материала и контроль в садах и питомниках.

В зеленых насаждениях г. Бреста в 2017 г. единично было идентифицировано развитие шютте, вызываемого *Lecanosticta acicola*, при наблюдениях в последующие годы болезнь не проявлялась [10].

Оомицет *Phytophthora alni*, впервые обнаруженный в 1993 году в Южной Англии, в дальнейшем был выявлен в большинстве стран Центральной и Западной Европы. Патоген вызывает острое заболевание различных видов ольхи, приводя к быстрому отмиранию деревьев. Известно, что инфекция быстро распространяется вдоль пойм рек, очевидно, при помощи водотоков. В Беларуси патоген впервые отмечен в 2014 в Гомельской области. Признаков дальнейшего распространения болезни не выявлено [11].

В 2006 г. сотрудниками кафедры молекулярной биологии БГУ был выделен патогенный микроорганизм из пораженного материала, предоставленного Институтом защиты растений НАН Беларуси. Возбудитель инфекции идентифицирован как бактерия *Erwinia amylovora*. Очаги заражения выявлены в Мядельском и Узденском районе Минской области [12].

Заключение. Совместно коллективом лаборатории микологии ГНУ ИЭБ НАНБ, кафедры лесозащиты и древесиноведения БГТУ и ГУ «Беллесозащита» разработаны рекомендации по выявлению и контролю карантинных видов вредоносных лесных организмов (возбудители болезней) Единого перечня карантинных объектов Евразийского экономического союза. Приводятся описания и характеристики как видов, очаги развития которых выявлены на территории Беларуси, так и видов потенциально опасных, ареалы которых расширяются на восток Европы. Также в рекомендациях рассматриваются вопросы мониторинга, надзора и сигнализации, карантинных и буферных зон, профилактики эпифитотий.

Следует отметить, что меры защиты от большинства инвазивных болезней к настоящему времени не разработаны, еще более сложной представляется ситуация с потенциально опасными фитопатогенами, включая карантинные виды. Основное внимание рекомендуется обратить на предотвращение ввоза на территорию республики зараженного посадочного материала и лесопroduкции.

Литература

1. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 8 августа 2019 года № 74. Режим доступа: https://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01422750/cncd_13082019_74, дата доступа: 20.10.19.
2. Бидай В.И. Методы экспериментальной микологии. – Киев: Наук. думка, 1982. 551 с.
3. Ellis M.B., Ellis J.P. Microfungi on Land Plants. An Identification Handbook. London: Helm, 1987. 819 p.
4. Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза. Режим доступа: <https://vniikr.ru/edinyiy-perechen-karantinnyix-obektov-evrazijskogo-ekonomicheskogo-soyuz>. Дата доступа: 20.10.19.
5. Информационный бюллетень по международным вопросам в области карантина растений ФГБУ «ВНИИКР». Электронный журнал / https://vniikr.ru/files/mezhdunarod-noe_sotrudnichestvo.
6. EPPO Global Database / <https://gd.eppo.int>.

7. Атлас болезней лесных пород Беларуси / О.С. Гапиенко [и др.]; Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь – Минск: Ред. журн. «Лесное и охотничье хозяйство», 2011. 160 с.

8. Звягинцев В.Б., Сазонов А.А. Массовое усыхание ясеня обыкновенного в Беларуси // Грибные сообщества – М., 2012. С. 165–167.

9. Ярук А.В., Звягинцев В.Б. Распространенность халарового некроза в насаждениях и посадках ясеня обыкновенного // Труды БГТУ. №1. Лесное хозяйство. 2015. № 1 (174). С. 207–210.

10. Belomesyatseva D.B., Shabashova T.G., Zvyagintsev V.B. Alien species of fungi on conifers in Belarus // Book of abstracts «XX Symposium of Baltic Mycologists and Lichenologists», September 25-29th, 2017 / Editor M.Kukwa; – Gdańsk, Poland: The University of Gdańsk, 2017. P. 28.

11. Звягинцев В.Б., Ярмолевич В.А. Глобализация массовых патологий леса и опыт ограничения их вредоносности в Республике Беларусь. // Опыт управления лесным хозяйством в Республике Беларусь и сопредельных государствах, перспективы совместного преодоления глобальных вызовов современности: сборник материалов международной научно-практической конференции. Минск: Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь, 2016. С. 62–65.

12. Кудина И.В., Лагоненко А.Л., Евтушенков А.Н. Характеристика фитопатогенных бактерий *Erwinia amylovora*, выделенных на территории Беларуси // Труды Белорусского государственного университета. Серия Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. 2008. Т. 3, ч. 1. С. 182–188.

**Д.Б. БЕЛОМЕСЯЦЕВА, Т.Г. ШАБАШОВА, В.Б. ЗВЯГИНЦЕВ
АКТУАЛЬНЫЕ ДЛЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА КАРАНТИННЫЕ ВИДЫ
ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ**

Резюме

Рассматривается 18 карантинных фитопатогенных организмов, потенциально опасных для лесного хозяйства Беларуси, указывается их таксономическое положение, синонимы, распространение, признаки и меры контроля. Приводятся сведения о нахождении на территории Беларуси 4 карантинных объектов (3 видов грибов (*Hymenoscyphus fraxineus*, *Lecanosticta acicola*, *Phytophthora alni*) и бактерии (*Erwinia amylovora*).

**D.B. BELOMESYTSEVA, T.G. SHABASHOVA, V.B. ZVYAGINTSEV
THE ACTUAL FOR FORESTRY QUARANTINE TYPES
OF ACTIVATORS OF DISEASES**

Summary

18 quarantine phytopathogenic organisms relevant to the forestry of Belarus are considered, their taxonomic position, synonyms, distribution, signs and control measures are given. Information is provided on the presence in the territory of Belarus of 4 quarantine objects (3 species of fungi (*Hymenoscyphus fraxineus*, *Lecanosticta acicola*, *Phytophthora alni*) and bacteria (*Erwinia amylovora*).

Поступила в редакцию 28.10.2019 г.

В. В. КАРМАНОВА, Т. Г. ШАБАШОВА
**ПОЧВЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ ВОСТОЧНОЙ АНТАРКТИДЫ
(СТАНЦИЙ «ПРОГРЕСС» И «ГОРА ВЕЧЕРНЯЯ»)**

*Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича
НАН Беларуси, г. Минск*

Введение. Экстремальные микромицеты обладают широчайшим спектром адаптаций, позволяющих существовать в климате Антарктиды. Находясь в экстремальных условиях грибы реализуют различные стратегии выживания, изучение которых помогает сформировать представление об их разнообразии и роли в экстремальных экосистемах. В данной работе изучено разнообразие микроскопических грибов в верхнем горизонте почвы окрестностей станций «Прогресс» и «Гора Вечерняя» Восточной Антарктиды. Осуществлен подсчет и идентификация колоний по культурально-морфологическим признакам. Все обнаруженные образцы относятся к отделу Ascomycota и являются экстремофилами.

Для Антарктиды характерен суровый климат и практически полное отсутствие цветковых растений. Эти факторы сказываются на почве, которая, в свою очередь, является важной экологической нишей для микромицетов. Микроскопические грибы способны преодолевать различные стрессовые воздействия благодаря уникальным биохимическим механизмам, закрепленным в процессе эволюции и позволяющим регулировать жизненную активность в меняющихся условиях среды [1]. В последние годы появилось большое количество информации о многообразии и распространении микроскопических грибов. Они развиваются в условиях экстремальных широт, в районах с повышенным уровнем радиоактивного загрязнения и даже в условиях космоса. Почвенные микромицеты Антарктиды характеризуются как психрофилы и психротолерантные организмы. Психрофильные микромицеты растут в пределах от -3°C до $+10^{\circ}\text{C}$ ($+20^{\circ}\text{C}$) (оптимум $+5 - +10^{\circ}\text{C}$), а у психротолерантных оптимум находится при низких температурах, но они могут существовать и за пределами для истинных психрофилов температур [2].

Существование организмов при отрицательных температурах является обычным природным явлением, а не лабораторным феноменом. При отрицательных температурах в почве доминируют микромицеты, а не бактерии. Это объясняется несколькими причинами: наличием мицелия и псевдомицелия (у некоторых дрожжей), с помощью которых они могут находить благоприятные зоны в почве, способность к быстрому экспоненциальному росту, наличие комплекса перекрестных адаптационных механизмов сразу к нескольким стрессам (высокий уровень ультрафиолета, низкие температуры, недостаток влаги и т.д.), сбалансированный метаболизм и рост при низких температурах [3]. Это делает микромицеты Антарктиды важными биологическими объектами, изучение которых необходимо для понимания процессов жизнедеятельности в экстремаль-

ных условиях. Помимо этого, грибы экстремальных местообитаний являются потенциальными источниками важных для биотехнологии вторичных метаболитов, таких как антибиотики, токсины, ферменты. Все эти особенности помогают микромикетам быстро физиологически и биохимически адаптироваться к таким неблагоприятным условиям как экстремально низкие значения температур, высушивание, высокий уровень ультрафиолетового облучения, гиперсоленость, недостаток источников питания и кислорода [1].

Объекты и методы исследования. В рамках данной работы был проведен анализ 15 образцов верхнего горизонта почвы Восточной Антарктиды, предоставленных ведущим научным сотрудником НПЦ по биоресурсам НАН Беларуси Ю. Г. Гигиняком. Образцы включали сухие и влажные мелкоземы с примесью орнитогенных включений и эндолиты. Сбор образцов осуществлялся в окрестностях белорусской антарктической станции «Гора Вечерняя» и российской станции «Прогресс» в период 9-й белорусской антарктической экспедиции 2016–2017 гг. Сбор материала (эндолиты, мелкозем, лишайники) проводился в районе российской антарктической станции «Прогресс», расположенной в оазисе Холмы Ларсеманн (Larsemann Hills, East Antarctica, 69°23' ю.ш., 76°53' в.д.), на высоте 15.5 м над уровнем моря – свободная от льда область, расположенная на берегу залива Прюдс на Земле Принцессы Елизаветы в Восточной Антарктиде (рис. 1).

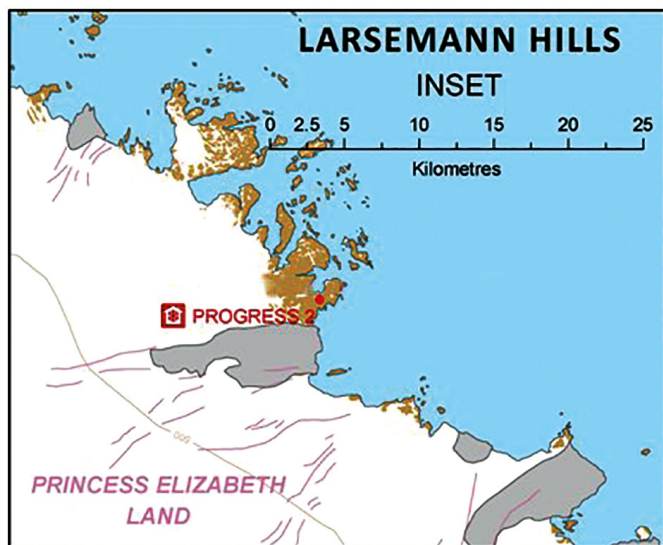


Рис. 1. Местоположение станции «Прогресс»

Станция «Прогресс» характеризуется полным отсутствием высших растений, первичными продуцентами являются мхи, лишайники и альго-бактериальные маты. Почвенный покров представлен лептосолями, это почвы ограниченные для роста корней из-за близкого залегания многолетней мерзлоты или каменистости, маломощные или сильно щербнистые [3]. Почвы характеризуются слабокислой или нейтральной реакцией среды и легким механическим составом с преобладанием песчаных фракций. Максимальная влажность фиксируется на глубине 10–20 см. На станции «Гора Вечерняя» почвенный покров сформировался лишь фрагментарно, высшие растения отсутствуют, основные первичные продуценты также мхи и лишайники, из которых 7 являются эндемиками Антарктиды [4].

Образцы почв высевались методом Коха (методом посева на плотные среды) на агар Чапека. По методу Коха определяется количество жизнеспособных организмов в почве, фиксируется их численность и оценивается разнообразие по морфологии колоний. Степень разведения определяется предполагаемым количеством микроорганизмов в образце и соответственно число разведений тем больше, чем больше микроорганизмов в исходном субстрате. Приготовление нулевого разведения: к 100 мл физиологического раствора добавляли по 10 г образца почвы, после чего перемешивали на качалке в течение часа при температуре 24 °С. Для последующего разведения 10-1 в новую пробирку вносили 4,5 мл физиологического раствора и 0,5 мл суспензии нулевого разведения. После приготовления разведений, производился посев суспензии (по 0,1 мл) на чашки Петри с агаром Чапека в четырехкратной повторности [5]. Для оценки корреляции между ростом колоний и температурными показателями микромицеты делились на 2 группы и помещались в разные температурные условия: первая группа – в холодильник (5 °С), вторая группа – в термостат (24 °С).

Результаты исследований и их обсуждение. В результате исследования выявлено 23 микромицеты, относящихся к 7 родам и 12 видам, в образцах присутствовал слабо окрашенный стерильный мицелий без генеративных органов. Все обнаруженные виды грибов относятся к несовершенным (Deuteromycota – анаморфная стадия телеоморф Ascomycota). Грибов из отдела Basidiomycota обнаружено не было из-за отсутствия на опытных станциях высших растений, с которыми они связаны трофически. Данные о видовом разнообразии и сравнительный анализ микромицетов со станций «Прогресс» и «Гора Вечерняя» представлены в таблице.

Исходя из данных таблицы, видно, что большим биологическим разнообразием отличаются образцы мелкоземов со станции «Гора Вечерняя». Анализ данных по образцам с обеих станций показывает, что доминирующими по видовому составу и частоте встречаемости являются грибы рода *Penicillium* (табл., рис. 2). Далее частота встречаемости грибов убывает в ряду: *Lipomyces* – *Trichoderma* – *Acremonium* – *Aspergillus* – *Trichosporiella* – *Verticillium*.

Таблица. Разнообразие микромицетов в мелкоземях антарктических станций

Вид	Станция «Гора Вечерняя»	Станция «Прогресс»
<i>Acremonium strictum</i> W. Gams	+	
<i>Acremonium</i> sp.		+
<i>Lipomyces anomalus</i> Babeva&Gorin	+	
<i>Lipomyces lipofer</i> (Den Dooren) Lodder& Kreger-van Rij	+	
<i>Aspergillus ustus</i> (Bainier) Thom & Church	+	+
<i>Penicillium cyclopium</i> Westling	+	
<i>Penicillium lanosum</i> Westling	+	+
<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom		+
<i>Trichoderma viride</i> Pers.	+	+
<i>Trichoderma koningii</i> Oudem.	+	
<i>Trichosporiella cerebriiformis</i> (G.A. de Vries & Kleine-Natrop) W. Gams	+	
<i>Verticillium album</i> Licop.		+
<i>Mycelia sterilia</i>	+	+

Примечание: + вид присутствует в образцах

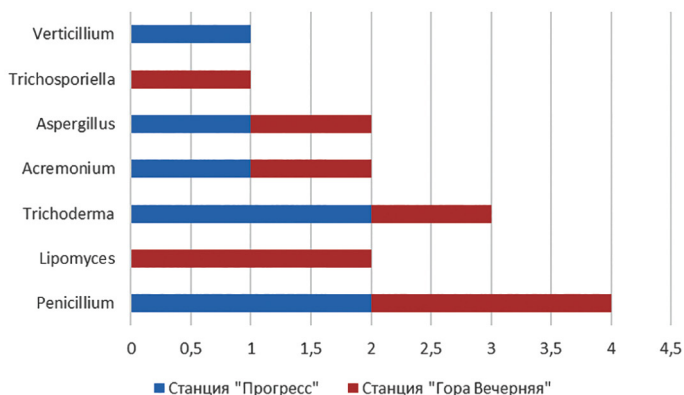


Рис. 2. Сравнение частот встречаемости родов микромицетов на станциях «Прогресс» и «Гора Вечерняя»

Выявлена интенсивная ростовая активность микромицетов при 5 °С. Этот факт подтверждает, что данные организмы относятся к психрофильным, то есть растущим в пределах от –3 °С до +10 °С. Установлено, что наибольшим видовым разнообразием отличаются мелкоземы с примесью орнитогенных включений. Среди эндолитов выявлен только один микромицет рода *Verticillium*. Такой бедный видовой состав эндолитов связан,

вероятно, с повышенным действием на них низких температур, ультрафиолетового излучения и высушивания.

Заключение. По результатам исследования установлено, что биологическое разнообразие верхнего горизонта почвы окрестностей станций «Гора Вечерняя» и «Прогресс», несмотря на свои экстремальные, суровые условия, характеризуется достаточно разнообразным микологическим составом. Однако также была отмечена монодинамичность изученных нами видов микромицетов, то есть абсолютное преобладание одного или двух видов, а именно *Penicillium lanosum*.

Литература

1. Власов Д.Ю. Микроскопические грибы в экстремальных местообитаниях: Биологическое разнообразие и сущность взаимодействий // Биосфера. 2011. Т. 3. № 4. С. 479–492.
2. Храмов А.К., Стефанович А.И. Микология: методические указания с специальным курсу по разделу «Экология грибов и грибоподобных организмов». Минск: БГУ, 2011. 45 с.
3. World Reference Base for Soil Resources 2014, Update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 3rd. Rome : FAO, 2015. ISBN 978-92-5-108370-3.
4. Никитин Д.А. Биомасса и функциональные характеристики микобиоты почв Антарктиды // Научный корреспондент [Электронный ресурс]. 2018. Режим доступа: <https://nauchkor.ru/pubs/biomassa-i-funktsionalnye-harakteristiki-mikobioty-pochvy-antarktidy-5b24efae7966e104dde46c10>. – Дата доступа: 09.10.2019.
5. Егорова Н.С. Практикум по микробиологии. М.: Изд-во МГУ, 1976.

В.В. КАРМАНОВА, Т.Г. ШАБАШОВА ПОЧВЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ ВОСТОЧНОЙ АНТАРКТИДЫ (СТАНЦИИ «ПРОГРЕСС» И «ГОРА ВЕЧЕРНЯЯ»)

Резюме

Цель работы – начать изучение видового разнообразия почвенной микобиоты Антарктиды, обитающей в экстремальных условиях. Предварительно проведенные исследования видового состава почвенных микромицетов показали, что доминирующими являются несовершенные грибы рода *Penicillium* и далее частота встречаемости грибов убывает в ряду: *Lipomyces* – *Trichoderma* – *Acremonium* – *Aspergillus* – *Trichosporiella* – *Verticillium*.

V.V. KARMANOVA, T.G. SHABASHOVA SOIL MICROMYCETES OF EAST ANTARCTICA

Summary

The purpose of the work is to begin studying the species diversity of the soil mycobiota living in extreme conditions of Antarctica. The preliminary study of the species composition of soil micromycetes showed that imperfect fungi of the genus *Penicillium* were dominant, and further the frequency of occurrence of fungi decreases in the series: *Lipomyces* – *Trichoderma* – *Acremonium* – *Aspergillus* – *Trichosporiella* – *Verticillium*.

Поступила в редакцию 06.12.2019 г.

С.И. КОРИНЯК, В.Н. ЛЕБЕДЬКО
**ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ
НА ПРЕДСТАВИТЕЛЯХ СЕМЕЙСТВА *RANUNCULACEAE*
В НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКАХ БЕЛАРУСИ**

*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
НАН Беларуси, г. Минск*

Введение. Семейство *Ranunculaceae* Adans. (лютиковые) – одно из крупнейших среди покрытосеменных, насчитывающее в своем составе около 70 родов и 2000 известных видов, распространенных по всем континентам, но преимущественно вне тропиков [12]. На территории Беларуси в настоящее время известно более 100 видов (включая микровиды), относящихся к 20 родам. Виды этого семейства, обладающие многими полезными свойствами, представляют большой интерес, в частности как перспективное лекарственное сырье. Среди представителей лютиковых немало редких и исчезающих видов, из которых 11 подлежат охране на государственном уровне [4].

На территории национальных парков Беларуси произрастает более половины всех известных лютиковых. Весомую угрозу для существования популяций этих растений на фоне минимальной антропогенной нагрузки оказывают патогенные микромицеты, которые могут нанести им довольно ощутимый вред. С целью сохранения растительных ресурсов особо охраняемых природных территорий важное значение имеет оценка их фитосанитарного состояния. Особенно это касается наиболее важных в практическом отношении элементов флоры, к которым относится большинство представителей семейства *Ranunculaceae*.

Представители семейства лютиковые, как и другие растения, подвержены воздействию патогенных микромицетов, способных колонизировать органы растений, вызывая различные поражения. Поведение фитопатогенных грибов в растительных сообществах может быть непредсказуемо, а дальнейшее их распространение и увеличение степени поражения инфицированного растения может привести к возникновению эпифитотий, выпадению отдельных особей и исчезновению популяций.

Поэтому одной из поставленных задач является изучение таксономического состава патогенных грибов, степени поражения ими исследуемых растений и по возможности разработка мероприятий по ограничению распространения патогенов в пределах обитания их растений-хозяев.

Материалы и методы исследования. Ботанические исследования проводились маршрутно-поисковым методом. Изучение микобиоты растений сопровождалось сбором гербарного материала с видимыми признаками поражения (преимущественно на листовых пластинках) для дальнейших микологических исследований. При изучении видового состава микромицетов использованы общепринятые методы В.И. Билай [1]. Для уточнения видовых названий растений использована электронная

база данных (MBG's electronic databases) Tropicos [15]. Названия видов грибов приведены в соответствии с требованиями международной микологической глобальной базы данных – *Index fungorum* [14].

Образцы пораженных растений хранятся в гербарной коллекции MSK-F Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси.

Результаты и их обсуждение. Сбор рабочего материала проводился с 2011 по 2019 годы на территории Государственных природоохранных учреждений: Национальный парк «Нарочанский» (дендросад С.А. Гомзы, естественные фитоценозы), Национальный парк «Браславские озера», Национальный парк «Припятский» и Национальный парк «Беловежская пуща».

Перечень растений-хозяев приведен в алфавитном порядке, указываются ареалы их естественного распространения, встречаемость на территории Беларуси и их хозяйственное значение.

Anemone nemorosa L. – Кавказ, Скандинавия, Средняя и Атлантическая Европа, Средиземноморье (горы). По всей территории Беларуси, часто. Медонос и перганос. Кормовое. Декоративное. Ядовитое [8, 11].

Aquilegia vulgaris L. – Скандинавия, Средняя, Атлантическая и Восточная Европа. По всей территории Беларуси, изредка. Перганос. Инсектицидное. Декоративное. Ядовитое [8, 11].

Caltha palustris L. – Кавказ, Западная и Восточная Сибирь, Дальний Восток, Средняя Азия; Скандинавия, Атлантическая Средняя и Восточная Европа, Средиземноморье, Малая Азия (север), Иран (север), Монголия, Япония и Китай, Северная Америка. По всей территории Беларуси, часто. Медонос и перганос. Кормовое. Декоративное. Ядовитое [8, 11].

Hepatica nobilis Schreb. – Скандинавия (юг), Средняя, Атлантическая и Восточная Европа, Средиземноморье (горы). В северных и центральных районах Беларуси довольно часто, на юге встречается изредка. Декоративное.

Ranunculus lanuginosus L. – Средняя и Восточная Европа. Преимущественно в Гродненской и западной части Минской областей, изредка. Декоративное [8, 11].

Ranunculus repens L. – Кавказ, Западная и Восточная Сибирь, Средняя Азия; Скандинавия, Средняя, Атлантическая и Восточная Европа, Средиземноморье, Малая Азия, Иран. По всей территории Беларуси, очень часто. Кормовое. Ядовитое. Декоративное [8, 11].

Далее приведен список выявленных видов грибов, их синонимов и анаморф с указанием растения-хозяина, на котором данный микромицет был отмечен. Также указано местонахождение микромицетов (географические привязки мест сборов): область, район, лесничество, квартал и тип леса для каждого гриба на территории Беларуси.

Alternaria alternata (Fr.) Keissler. Beih. Bot. Zbl. 29: 434, 1912. Syn.: *Torula alternata* Fr., Syst. mycol. (Lundae) 3 (2): 500 (1832). *Alternaria fasciculata* (Cooke & Ellis) L.R. Jones & Grout, Bull. Torrey bot. Club 24 (5): 257 (1897). *Alternaria rugosa* McAlpine, (1896). *Alternaria tenuis* Nees. Syst. Pilze (Würzburg): 72 (1816) [1816–17]. *Macrosporium fasciculatum* Cooke

& Ellis, Grevillea 6 (no. 37): 6 (1877)., *Ulocladium consortiale* Brook; fide NZfungi (2008). Pleosporaceae [3, 6, 13].

На листьях *Hepatica nobilis* Schreb.

Местонахождение: Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. дер. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 77 а. Смешанный лес.

На листьях *Ranunculus lanuginosus* L.

Местонахождение: Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. дер. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 77 а. Смешанный лес.

Ascochyta aquilegiae (Roum. & Pat.) Sacc., Syll. fung. (Abellini) 3: 406 (1884). Syn.: *Actinonema aquilegiae* (Roum. & Pat.) Grove, J. Bot., London 56: 343 (1918)., *Ascochyella aquilegiae* (Roum. & Pat.) Tassi, (1902)., *Phyllosticta aquilegiae* Roum. & Pat., Revue mycol., Toulouse 5 (17): 28 (1883). Didymellaceae. [5, 7].

На листьях *Aquilegia vulgaris* L.

Местонахождение: ГПУ НП «Нарочанский». Мяд. Дендросад С.А. Гомзы.

Ascochyta dolomitica Kabát & Bubák, Lich. Brit. 54: 24 (1904). Syn.: *Stagonospora dolomitica* (Kabát & Bubák) Petr., (1928). Didymellaceae [7].

На листьях *Hepatica nobilis* Schreb.

Местонахождение: ГПУ НП «Нарочанский». Мяд., Нар. лесн., окр. к. п. Нарочь, кв. 42. ГПУ НП «Браславские озера». Браславское лесн., окр. дер. Боруны, кв. 8.

Cercospora hepaticae Bob. Mycosphaerellaceae [2, 3].

На листьях *Hepatica nobilis* Schreb.

Местонахождение: ГПУ НП «Браславские озера». Браславское лесн., окр. дер. Дубки, кв. 91. Сосняк мшистый с примесью дуба.

Cladosporium brevicompactum Pidopl. & Deniak, in Pidoplichko, Fungus flora of coarse fodder: 271 (1938). Cladosporiaceae [3, 6, 13].

На листьях *Ranunculus repens* L.

Местонахождение: ГПУ НП «Припятский». Найдянское лесн., окр. дер. Пасека, кв. 70. Суборь разнотравная.

Cladosporium herbarum (Pers.) Link, Nat. Arr. Brit. Pl. (London) 1: 556 (1816). Syn.: *Byssus herbarum* (Pers.) DC., in de Candolle & Lamarck, Fl. franç., Edn 3 (Paris) 5/6: 11 (1815). *Dematium herbarum* Pers., Ann. Bot. (Usteri) 11: 32 (1794). *Dematium herbarum* Pers., Ann. Bot. (Usteri) 11: 32 (1794) var. *Herbarum*. *Dematium vulgare* Pers., Mycol. eur. (Erlanga) 1: 13 (1822). *Heterosporium epimyces* Cooke & Masee, Grevillea 12 (no. 61): 31 (1883). Cladosporiaceae [3, 6, 13].

На листьях *Aquilegia vulgaris* L.

Местонахождение: ГПУ НП «Нарочанский». Дендросад С.А. Гомзы.

На листьях *Ranunculus lanuginosus* L.

Местонахождение: Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. дер. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 77 а. Смешанный лес.

Cladosporium macrocarpum Preuss, in Sturm, Deutschl. Krypt. – Fl. (Leipzig) 6: 27 (1848). Syn.: *Cladosporium herbarum* var. *macrocarpum* (Preuss) M.H.M. Ho & Dugan, in Ho, Castañeda, Dugan & Jong, Mycotaxon 72: 131 (1999). Cladosporiaceae [3, 6, 13].

На листьях *Hepatica nobilis* Schreb.

Местонахождение: ГПУ НП «Нарочанский». Мяд., Нар. лесн., окр. к. п. Нарочь, кв. 42. Сосняк чернично бруснично мшистый.

Cladosporium variabile (Cooke) G.A. de Vries, Contrib. Knowledge of the Genus *Cladosporium* Link ex Fries: 85 (1952). Syn.: *Heterosporium variabile* Cooke 1877. Cladosporiaceae [3, 6, 13].

На листьях *Hepatica nobilis* Schreb.

Местонахождение: ГПУ НП «Браславские озера». Браславское лесн., окр. дер. Дубки, кв. 91, 95.

Ovularia decipiens Sacc., Michelia 2 (no. 8): 546 (1882). Mycosphaerellaceae [2, 3].

На листьях *Ranunculus repens* L.

Местонахождение: ГПУ НП «Припятский». Найданское лесн., окр. дер. Пасека, кв. 70. Суборь разнотравно-злаковая.

Ramularia caltha Lindr., Acta Soc. Fauna Flora fenn. 23 (no. 3): 15 (1902) [1901–1902]. Syn.: *Ramularia didyma* Unger, Exanth. Pflanzen (Wien): 169 (1833). Mycosphaerellaceae [2, 3].

На листьях *Caltha palustris* L.

Местонахождение: Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуша», окр. дер. Новоселки, Новоселковское л-во, кв. 172. Сосняк орляково чернично кислично мшистый.

Ramularia ranunculi Peck, Ann. Rep. N.Y. St. Mus. nat. Hist. 35: 154 (1884) [1882]. Syn.: *Ramularia didyma* Unger, Exanth. Pflanzen (Wien): 169 (1833). *Septocylindrium ranunculi* Peck, Ann. Rep. N.Y. St. Mus. nat. Hist. 34: 46 (1883). Mycosphaerellaceae [2, 3].

На листьях *Ranunculus lanuginosus* L.

Местонахождение: Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуша», окр. дер. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 77 а. Смешанный лес.

Septoria anemones Desm., Annls Sci. Nat., Bot., sér. 2 10: 310 (1838). Mycosphaerellaceae [3, 9].

На листьях *Anemone nemorosa* L.

Местонахождение: Брестская обл., Пружанский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуша», окр. дер. Бабинец, Урочище Тисовик, Никорское л-во, кв. 562. Грабняк мертвопокровный. Окр. дер. Перерово, Никорское л-во, кв. 589. Кленовник разнотравный.

Septoria hepaticae Desm., Annls Sci. Nat., Bot., sér. 2 19: 340 (1843). Mycosphaerellaceae [3, 9].

На листьях *Hepatica nobilis* Schreb.

Местонахождение: ГПУ НП «Браславские озера». Браславское лесн., окр. дер. Дубки, кв. 91, 95. Окр. дер. Заборные гумна, кв. 93. Сосняк разнотравный с примесью дуба.

Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. дер. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 77 а. Смешанный лес.

Stemphylium botryosum Wallr. Fl. crypt. Germ. (Nürnberg) 2: 300 (1833). Syn.: *Pleospora tarda* E.G. Simmons, Sydowia 38: 291 (1986) [1985]. Pleosporaceae [3, 6, 13].

На листьях *Hepatica nobilis* Schreb.

Местонахождение: ГПУ НП «Браславские озера». Браславское лесн., окр. дер. Дубки, кв. 95., окр. дер. Заборные гумна, кв. 93. Сосняк разнотравный с примесью дуба.

Triposporium elegans Corda, Icon. fung. (Prague) 1: 16 (1837). Asterinaceae [13].

На листьях *Hepatica nobilis* Schreb.

Местонахождение: ГПУ НП «Браславские озера». Браславское лесн., окр. дер. Ахремовцы, кв. 145. Окр. дер. Боруны, Браславское л-во, кв. 8. Сосняк орляково чернично кисличный.

На листьях *Caltha palustris* L.

Местонахождение: Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. дер. Новоселки, Новоселковское л-во, кв. 172. Сосняк орляково чернично кисличный.

Заключение. В результате проведенных ботанико-микологических работ на территории национальных парков исследовано 6 видов растений принадлежащих к семейству Ranunculaceae, на которых идентифицировано 15 видов микромицетов.

Микромицеты *Ascochyta aquilegiae*, *Ascochyta dolomitica*, *Cercospora hepaticae*, *Ovularia decipiens*, *Ramularia caltha*, *Ramularia ranunculi*, *Septoria anemones*, *Septoria hepaticae* являются видоспецифичными, вызывая характерные пятнистости на листьях исследуемых растений, и преимущественно выявляются в начале вегетации (май).

Микромицеты *Alternaria alternata*, *Cladosporium brevicompactum*, *Cladosporium herbarum*, *Cladosporium macrocarpum*, *Cladosporium variabile*, *Stemphylium botryosum*, *Triposporium elegans* – сапротрофы и к концу июня – середине июля появляются уже на образовавшихся пятнах, вызванных видоспецифичными патогенами. Однако при изменении экологических факторов (рост температуры, обильное выпадение осадков или их отсутствие, возрастание антропогенной нагрузки и т. д.), способных повлиять как отрицательно на развитие растения, так и положительно на развитие гриба сапротрофы могут выступить в роли паразита и самостоятельно спровоцировать появление пятнистостей.

В совокупности видоспецифичные и сапротрофные микроорганизмы, образуя микокомплексы, ведут к возрастанию степени поражения растения, угнетению роста, потере полезных свойств (лекарственных, декоративных, медоносных, кормовых) и, порой, к его гибели.

Краткий обзор приведенных данных показывает видовую специализацию фитопатогена по отношению к колонизируемому субстрату (растению-хозяину), возрастающую степень поражения в комплексе с другими грибами и, как следствие, необходимость дополнительных исследова-

ний, включающих идентификацию видового состава фитопатогенных грибов-возбудителей болезней растений, оценку фитопатологической ситуации, а также разработку эффективных методов борьбы с фитопатогенами на охраняемых территориях Беларуси.

Литература

1. Билай В.И. Методы экспериментальной микологии / В.И. Билай. – 1-е изд. – Киев: Наукова думка, 1982. 552 с.
2. Василевский Н.И., Каракулин Б.П. Паразитные несовершенные грибы. Гифомицеты. Определитель. М.Л.: Академия наук СССР, 1937. Т. 1. 682 с.
3. Визначник грибів України. Несовершені гриби / С.Ф. Морочковский, [и др.]; под общ. ред. Д.К. Зерова. 1-е изд. Київ: Наукова думка, 1971. Т. 3. 696 с.
4. Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений растения / 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.
5. Мельник В.А. Определитель грибов рода *Ascochyta* Lib. / В.А. Мельник. 1-е изд. Ленинград: Наука, 1977. 246 с.
6. Пидопличко Н.М. Грибы – паразиты культурных растений. Определитель. Гифальные грибы. Киев: Наукова думка, 1976. Т. 2. 230 с.
7. Пидопличко Н.М. Грибы – паразиты культурных растений. Определитель. Пикнидиальные грибы. Киев: Наукова думка, 1977. Т. 3. 232 с.
8. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства Magnoliaceae Limoniaceae. Л.: Наука, 1984. 460 с.
9. Тетеревникова-Бабаян, Д.Н. Грибы рода *Септория* в СССР / Д.Н. Тетеревникова-Бабаян. 1-е изд. Ереван: АН Арм ССР, 1987. 479 с.
11. Цвелев Н.Н. Определитель сосудистых растений Северо-западной России / Н.Н. Цвелев. Санкт-Петербург: СПХФА, 2000. 782 с.
12. Флора Восточной Европы, том X. Коллектив авторов. Отв. ред. и ред. тома Н.Н. Цвелев. СПб.: Мир и семья; Издательство СПХФА, 2001. 670 с.
13. Ellis M.B. *Dematiaceous hyphomycetes*. 1-t ed. Surrey: Kew, 1971. 608 p.
14. Kirk P.M. Index of fungi / P.M. Kirk // The global fungal nomenclator [Electronic resource]. The CABI, 2003–2004. Mode of access: <http://indexfungorum.org/> – Date of access: 12.05.2019.
15. Shaw Boulevard – Saint Louis Missouri. Missouri botanical garden. <http://www.tropicos.org/> Date of access: 17.05.2019.

С.И. КОРИНЯК, В.Н. ЛЕБЕДЬКО
**ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ
НА ПРЕДСТАВИТЕЛЯХ СЕМЕЙСТВА RANUNCULACEAE
В НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКАХ БЕЛАРУСИ**

Резюме

В статье приводятся данные о ботанико-микологических исследованиях, проведенных в вегетационные периоды 2011–2019 гг. на территории национальных парков Беларуси.

В лесных фитоценозах проведены сборы пораженных растений семейства Ranunculaceae и идентификация на них анаморфных грибов. В результате выявлено 15 видов микромицетов, паразитирующих на 6 видах растений. Идентифицированные микромицеты являются возбудителями пятнистостей листьев и могут представлять потенциальную опасность для редких видов растений лесных фитоценозов НП «Нарочанский», «Припятский», «Браславские озера», «Беловежская Пуща».

S.I. KORINIAK, V.N. LEBEDKO
**PATHOGEN FUNGI ON SPECIES OF RANUNCULACEAE FAMILY
AT THE NATIONAL PARKS IN BELARUS**

Summary

The article told about mycology research having been done at the vegetation periods of time 2011–2019 at the territory of National parks of Belarus. At the forest phytocenosis the work to collection of plants and identification of anamorphic fungi was done. In result of the work 15 species of fungi on 6 species of plants from Ranunculaceae family were identified. All fungi are agents of plants spots. Under the auspicious weather conditions the pathogens can be represent a danger for higher plants of forest phytocenosis of National parks «Narochanskij», «Pripiatskij», «Braslav lakes» and «Bielovegskaja Puscha».

Поступила в редакцию 02.06.2019 г.

Т.Г. ШАБАШОВА, С.И. КОРИНЯК, Д.Б. БЕЛОМЕСЯЦЕВА
**ГЕРБОФИЛЬНЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ В ДУБРАВАХ
НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»**

*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
НАН Беларуси, г. Минск*

Введение. Микологические и фитопатологические исследования Беловежской пуши берут начало в XIX веке с работ Ф. Блонского (Błoński F., 1888). Однако вплоть до середины XX века изучение микобиоты пуши носило спорадический характер. На белорусской территории пуши наиболее интенсивные микологические и фитопатологические исследования проводились в 50–70-е годы и в начале 80-х годов сотрудниками научного отдела Беловежской пуши, Института экспериментальной ботаники АН БССР и Белорусского лесотехнического института (Будниченко Н.И. и др, 1987). В этот период белорусскими микологами было выявлено 159 видов трутовых и более 300 видов агариковых и сумчатых грибов [1, 2], однако изучение большой группы микроскопических грибов не проводилось. Только в 1999–2005 гг. были начаты отдельные работы по фитопатологическому обследованию пуши сотрудниками Национального парка и Белорусского государственного университета, был выявлен видовой состав анаморфных, мучнисторосяных, пероноспоровых и ржавчинных грибов на территории Беловежской пуши [3, 4].

Сотрудники лаборатории микологии Института экспериментальной ботаники в 2016 году провели изучение ксилотрофных грибов и лишайников Беловежской пуши [5]. Параллельно было предпринято исследование естественного местопроизрастания бореального реликтового вида – пихты белой и выявление консортивно связанных с данным растением видов грибов в Никорском лесничестве Беловежской пуши (квартал 562) урочище «Тисовик» [6]. На пихте было идентифицировано 9 видов микромицетов, на сопутствующих древесных породах было выявлено 24 аскомицета в телеоморфной стадии и 38 видов аскомицетов в анаморфной стадии. В 2019 г. в рамках совместного белорусско-турецкого проекта фонда фундаментальных исследований было начато изучение разнообразия микромицетов в дубравах Беловежской пуши.

Материалы (объекты) и методы исследования. Объекты исследования – микромицеты травянистых растений. Для сбора и учета разнообразия грибов микромицетов внутри сообщества (альфа-разнообразие) использовали метод закладки пробных площадей (участки однородного лесного насаждения, на которых производятся наблюдения). На территории двух лесничеств НП «Беловежская пуша» были заложены площадки для сбора образцов: Королево-Мостовском лесничестве (Брестская область, Каменецкий район) дубрава кисличная – квартал 778Г, выдел 14, 18, квартал 807А, выдел 1, квартал 807В, выдел 5; в Язвинском лесничестве (Гродненская область, Свислоский район) – дубрава грабово-кисличная квартал 139 А/В, выдел 16, квартал 139Б, выдел 19, кв. 113Б, выдел 5 (рис. 1).

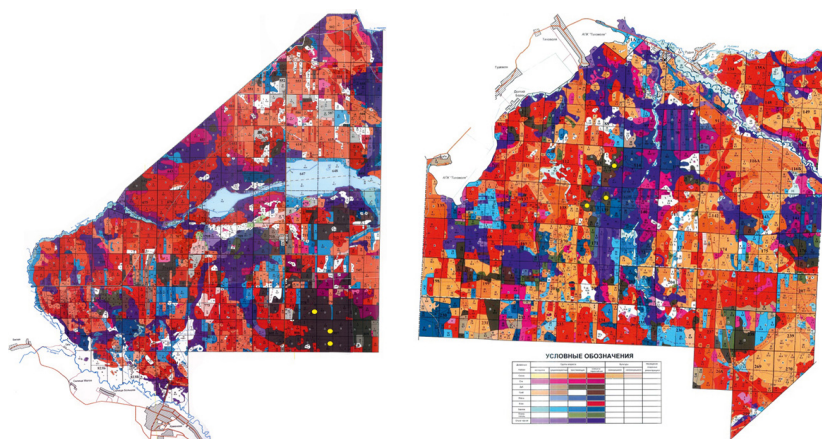


Рис. 1. Местонахождение пробных площадок для отбора образцов на территории Королево-Мостовского и Язвинского лесничеств НП «Беловежская пуща» (желтые точки)

При сборе материала применялась методика радиальных маршрутов со сгущением ходов вблизи базовой точки, которой являлся центр обследуемого участка, а также методика обследования рекогносцировочными ходами по периферии участка.

Были отобраны образцы частей травянистых растений с признаками поражений, мучнисторосяными, ржавчинными, и анаморфными грибами около 200 образцов, для документирования вида поражения проведена макрофото съемка пораженных частей растений (рис. 2).



Рис. 2. *Trientalis europaea* и *Tussilago farfara* с признаками поражения фитопатогенными грибами

Всего исследовали 39 видов растений: *Alchemilla vulgaris* L., *Anemone nemorosa* L., *Calamagrostis arundinaceae* Roth, *Caltha palustris* L., *Cerasus avium* (L.) Moench, *Chamaenerion angustifolium* L., *Chelidonium majus* L., *Chimaphila umbellata* (L.) Nuth., *Convallaria majalis* L., *Fragaria ananasa* L., *Fragaria vesca* L., *Glechoma hederaceae* L., *Glechoma hirsuta* Waldst., *Hepatica nobilis* Schreb., *Hieracium sylvularum* Jord., *Hypericum perforatum* L., *Impatiens noli-tangere* L., *Impatiens noli-tangere* L., *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Lysimachia vulgaris* L., *Majanthemum bifolium* (L.) Fr., *Mentha arvensis* L., *Polygonatum officinale* All., *Pyrola minor* L., *Rhamnus catarthicae* L., *Rhodococcum vitis-idaea* (L.) Avtor., *Phragmites australis* Trin., *Ranunculus lanuginosus* L., *Rubus idaeus* L., *Rubus nessensis* W. Hall., *Rubus saxatilis* L., *Rumex confertus* L., *Stachys sylvatica* L., *Trientalis europaea* L., *Tussilago farfara* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Veronica chamaedris* L., *Veronica officinalis* L., *Viburnum opulus* L.

Учет видового состава грибов осуществлялся по общепринятым сравнительно-анатомической и морфологической методикам, которые включают описание плодового тела (размер, цвет, форма и т.д.), тип поражения растения, для несовершенных грибов – размер и окраска конидиеносца и конидий, для совершенных – размеры сумок, спор и т.д. [7].

Определение таксономического состава собранных образцов грибов осуществлялось с помощью светового микроскопа Olympus BX51 и стереомикроскопа Olympus SZ6. Препараты микроскопических грибов подкрашивали водным раствором эозинового красного.

Идентификация собранного материала (образцов) проводилась с использованием ряда определителей [8–11]. Также при определении таксономического положения изучаемых видов использовалась система, опубликованная в 9-ом и 10-ом изданиях Словаря грибов Айнсворта и Бисби [12]. Имена авторов родов и видов грибов приводятся по работе П.М. Кирка и А.Е. Анселла. Современная номенклатура видов определялась согласно Index Fungorum [13]. Гербарные образцы грибов высушивали и гербаризировали. Сбор, камеральная обработка и определение грибов проводилось по общепринятым методикам. Собранные образцы хранятся в Гербарии MSK-F.

Результаты и их обсуждение. На травянистых и кустарничковых видах растений и на листьях подроста *Sorbus aucuparia* L. и *Quercus robur* L. идентифицировано: 2 вида мучнисторосяных из рода *Golovinomyces* и *Erysiphe*, 3 вида ржавчинных из 3 родов *Coleosporium*, *Puccinia* и *Gymnosporangium* и 62 вида анаморфных грибов из 23 родов: *Actinocladium*, *Alternaria*, *Ascochyta*, *Aureobasidium*, *Cercospora*, *Cladosporium*, *Diplodina*, *Drechslera*, *Embellisia*, *Fusarium*, *Fusicladium*, *Gloeosporium*, *Monochaetia*, *Ovularia*, *Pestalotia*, *Phyllosticta*, *Rabdospora*, *Ramularia*, *Septoria*, *Sporidesmium*, *Stemphylium*, *Triposporium*, *Valdensia* (таблица). Почти все идентифицированные виды грибов являются фитопатогенными, т. е. вызывают заболевания, в основном, вегетативных органов (листьев) растений, которые проявляются в виде пятнистостей и различного вида налетов.

Таблица. Виды гербофильных грибов на сосудистых растениях

Субстрат (растение-хозяин)	Видовое название гриба
<i>Alchemilla vulgaris</i> L.	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler.
	<i>Ovularia schroeteri</i> Sacc.
<i>Anemone nemorosa</i> L.	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link
	<i>Septoria anemones</i> Desm.
<i>Calamagrostis arundinaceae</i> Roth	<i>Alternaria consortiale</i> (Thuem.). Groves et Hughes.
	<i>Diplodina calamagrostidis</i> Allesch
	<i>Drechslera graminea</i> (Rab.) Shoem
<i>Caltha palustris</i> L.	<i>Ramularia caltha</i> Lindr.
	<i>Triposporium elegans</i> Corda.
<i>Convallaria majalis</i> L.	<i>Actinocladium rhodosporum</i> Ehrenb
	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler.
	<i>Gloeosporium convallaria</i> Allesch.
<i>Chelidonium majus</i> L.	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link
	<i>Embellisia chlamydospora</i> E.G. Simm.
	<i>Septoria chelidonii</i> Desm.
<i>Chimaphila umbellate</i> (L.) Nuth.	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler.
<i>Fragaria vesca</i> L.	<i>Alternaria chartarum</i> Preuss.
	<i>Ascochyta fragaria</i> Sacc.
	<i>Ramularia grevilleana</i> (Oud.) Jørst.
	<i>Sporidesmium cladosporii</i> Corda.
<i>Glechoma hederaceae</i> L.	<i>Ramularia calcea</i> (Desm.) Ces.
	<i>Stemphylium botryosum</i> Wallr.
	<i>Triposporium elegans</i> Corda.
<i>Glechoma hirsuta</i> Waldst.	<i>Golovinomyces galeopsidis</i> (DC.) V.P. Heluta.
<i>Hepatica nobilis</i> Schreb.	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler.
	<i>Septoria hepaticae</i> Schreb.
<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	<i>Cercospora campi-silli</i> Speg.
	<i>Cladosporium variabile</i> (Cooke) G.A. de Vries.
<i>Hypericum perforatum</i> L.	<i>Cladosporium macrocarpum</i> Preuss.
	<i>Septoria hyperici</i> Rob. ex Desm.
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link
	<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.
	<i>Ramularia knautiae</i> Bubák.
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler.
	<i>Septoria lysimachia</i> Westend.
<i>Majanthemum bifolium</i> (L.) Fr.	<i>Alternaria tenuissima</i> (Fr.) Wilt.
	<i>Actinocladium rhodosporum</i> Ehrenb.
	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link

Субстрат (растение-хозяин)	Видовое название гриба
	<i>Ramularia subsanguinea</i> (Ellis & Everh.) Karak.
	<i>Septoria majanthemi</i> Westend.
	<i>Triposporium elegans</i> Corda.
<i>Mentha arvensis</i> L.	<i>Ramularia menthicola</i> Sacc.
<i>Polygonatum officinale</i> All.	<i>Alternaria tenuissima</i> (Fr.) Wiltshire
	<i>Cladosporium variabile</i> (Cooke) G.A. de Vries.
	<i>Phyllosticta cruenta</i> (fr.) Kickx.
<i>Ranunculus lanuginosus</i> L.	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler.
	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link
	<i>Ramularia ranunculi</i> Peck.
<i>Phragmites australis</i> Trin	<i>Alternaria consortialis</i> (Thuem.). Groves et Hughes.
	<i>Drechslera verticillata</i> (O'Gara) Shoemaker.
<i>Quercus robur</i> L.	<i>Erysiphe alphitoides</i> (Griffon & Maubl.) U.Braun & S.Takam.
<i>Rhodococcum vitis-idaea</i> Avrор.	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler.
	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries.
	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link
	<i>Phyllosticta leptidea</i> Allesch.
	<i>Triposporium elegans</i> Corda
<i>Rubus idaeus</i> L.	<i>Alternaria chartarum</i> Preuss.
	<i>Rhabdospora uniseptata</i> Bub & Wróbl.
	<i>Ramularia rubi</i> (Bub.) Karak.
	<i>Stemphylium botryosum</i> Wallr.
<i>Rubus nessensis</i> W. Hall.	<i>Alternaria chartarum</i> Preuss.
	<i>Cladosporium variabile</i> (Cooke) G.A. de Vries.
	<i>Gloeosporium sphaeosorum</i> Sacc.
	<i>Phyllosticta argillaceae</i> Bress.
<i>Rubus saxatilis</i> L.	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link
	<i>Gloeosporium naviculisporum</i> Stoneman
<i>Rumex confertus</i> L.	<i>Alternaria rumicicola</i> R.L. Mathur.
	<i>Ramularia decipiens</i> Ellis & Everh.
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	<i>Gymnosporangium tremelloides</i> R. Hartig
<i>Stachys sylvatica</i> L.	<i>Septoria stachydis</i> Rob. ex Desm.
<i>Trientalis europaea</i> L.	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler.
	<i>Alternaria tenuissima</i> (Fr.) Wiltshire
	<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud.
	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries.
	<i>Fusarium sambucinum</i> Fuck.

Окончание табл.

Субстрат (растение-хозяин)	Видовое название гриба
	<i>Septoria trientalis</i> (Lasch) Sacc.
<i>Tussilago farfara</i> L.	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link
	<i>Coleosporium tussilaginis</i> (Pers.) Lév.
	<i>Phyllosticta tussilaginis</i> Garb.
	<i>Ramularia brunnea</i> Peck.
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler.
	<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link
	<i>Phyllosticta vaccinii</i> Earle.
	<i>Triposporium elegans</i> Corda.
	<i>Valdensia heterodoxa</i> Peyronel.
<i>Veronica chamaedris</i> L.	<i>Puccinia veronicarum</i> DC.
	<i>Ascochyta verbascina</i> Thüm.
	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler.
<i>Viburnum opulus</i> L.	<i>Cercospora opuli</i> Höhn.

Приведенная диаграмма на рисунке 3 показывает видовую насыщенность основных родов анаморфных грибов в ряду по мере убывания количества видов – *Ramularia-Septoria-Alternaria-Phyllosticta-Cladosporium*, эти рода содержат максимальное количество видов, остальные представлены 1-2 видами.

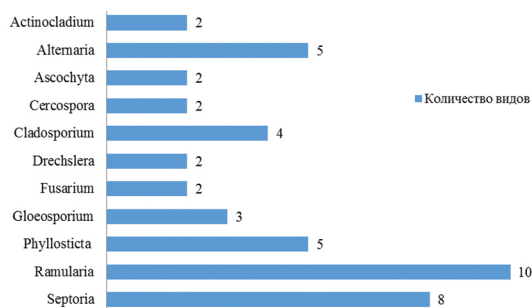


Рис. 3. Количество видов фитопатогенных грибов по родам

Наибольшее количество видов по отношению к другим родам было у *Ramularia* и *Septoria*, это узкоспециализированные грибы (монофаги), обладающие видовой специализацией, т.е. заражают растение только в пределах одного рода или вида, к монофагам относится большая часть собранных микромицетов. Некоторые представители идентифицированных гербофильных грибов полифаги – широкоспециализированные па-

разиты, вызывающие заболевания представителей различных семейств растений и растущие на самых разнообразных субстратах это – *Alternaria alternata*, *Alternaria tenuissima*, грибы рода *Cladosporium*, они представлены в среднем 4-5 видами.

Достоверной разницы в видовом разнообразии грибов на травянистых растениях в двух типах дубрав не было получено, т.к. виды поражаемых растений-хозяев почти одинаковы, как и видовой состав фитопатогенных микромицетов, что свидетельствует о наличии схожих условий произрастания и путей заражения.

Заключение. Анализ структуры комплекса фитопатогенных, гербофильных грибов показывает, что по видовому разнообразию лидируют рода *Ramularia* и *Septoria*, а по степени численного доминирования преобладают грибы родов *Alternaria* и *Cladosporium*, которые продуцируют большое количество спор и могут колонизировать самые разнообразные субстраты.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант Б19ТЮБ009).

Литература

Комарова Э.П., Головки А.И., Михалевич П.К. Дереворазрушающие грибы Беловежской пуши из порядка Aphyllophorales // Беловежская пуша. Исследования. Минск: Урожай, 1968. Вып. 2. С. 90-101.

Сержанина Г.И. Агариковые грибы Беловежской пуши // Беловежская пуша. Исследования. Минск: Урожай, 1968. Вып. 2. С. 74-84.

Гирилович И.С., Храмов А.К., Гулис В.И., Поликсенова В.Д. Микромицеты Государственного национального парка Республики Беларусь «Беловежская пуша». I. Пероноспоровые и ржавчинные грибы // Микология и фитопатология. 2003. № 37(3). С. 20-27.

Гирилович И.С., Гулис В.И., Храмов А.К., Поликсенова В.Д. Микромицеты Государственного национального парка Республики Беларусь «Беловежская пуша». II. Мучнисторосяные грибы // Микология и фитопатология. 2005. №39(4). С. 24-30.

Атлас-определитель ксилотрофных грибов, кустистых и листоватых лишайников Национального парка «Беловежская пуша» / Т. Г. Шабашова и др.; ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси», ГПУ «НП «Беловежская пуша». – Брест: Альтернатива, 2016. 248 с.

Беломесяцева Д.Б., Шабашова Т.Г. Микобиота урочища «Тисовик» (аскомицеты и анаморфные грибы) // Беловежская пуша. Исследования. Вып. 14, Брест: Альтернатива, 2016. С. 173–178.

Билай В.И. Методы экспериментальной микологии. – Киев, 1982. 233 с.

Визначник грибів України: В 5-и т. / С.Ф. Морочковский, Г.Г. Радзівський, М.Я. Зерова, О. Дудка и др.; Под ред. Д.К. Зерова – Київ: Наук. думка, 1971. Т. 3: Несовершені гриби. 696 с.

Гвритишвили М.Н. Грибы рода *Cytospora* Fr. в СССР. – Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1982. 214 с.

Мельник В.А. Определитель грибов России. Класс Coelomycetes. Вып. 1. Редкие и малоизвестные роды. СПб.: Наука, 1997. 281 с.

Мельник В.А. Определитель грибов России. Класс Hyphomycetes. Вып. 1. Сем. Dematiaceae. – СПб.: Наука, 2000. 371 с.

Ainsworth and Bisby's dictionary of the fungi. 8th ed. / D.L.Hawksworth, P.M.Kirk, B.C. Sutton, D.N.Pegler. – Wallingford: CAB International, 1995. 616 p.

Index Fungorum [Electronic resource] <http://www.indexfungorum.org>.

**Т.Г. ШАБАШОВА, С.И. КОРИНЯК, Д.Б. БЕЛОМЕСЯЦЕВА
ГЕРБОФИЛЬНЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ В ДУБАВАХ
НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»**

Резюме

Гербофильные микромицеты в дубравах Беловежской пуши представлены 67 видами, в основном это фитопатогенные грибы, возбудители заболеваний растений. По видовой представленности наиболее разнообразен род *Ramularia*, затем по убыванию *Septoria*–*Alternaria*–*Phyllosticta*–*Cladosporium*.

**T.G. SHABASHOVA, S.I. KORINYAK, D.B. BELAMESIATSEVA
HERBOPHILIC MICROMYCETES OF OAK FORESTS
OF THE NATIONAL PARK «BELOVEZHSKAYA PUSHCHA»**

Summary

Herbophilic micromycetes in oak forests of the Belovezhskaya Pushcha are represented by 67 species, they are in most phytopathogenic fungi that cause plant diseases. The genus *Ramularia* is richest in the number of identified species, the next in number of species (in descending order) are *Septoria*–*Alternaria*–*Phyllosticta*–*Cladosporium*.

Поступила в редакцию 29.11.2019 г.

Экология и физиология растений

УДК 631.417: 663.4

Н.А. ЛАМАН

ПРОБЛЕМА ЭФФЕКТИВНОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПИВОВАРЕННОГО И СПИРТОВОГО БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича
НАН Беларуси, г.Минск*

Сохранение качества окружающей среды – актуальнейшая глобальная проблема

В процессе развития человеческой цивилизации в биосферу выводится огромное количество разнообразных отходов, многие из которых выступают в качестве мощного негативного абиотического фактора, разрушающе действующего на живые системы. В результате неизбежно ухудшается качество окружающей среды как для жизни человека, так и всей биоты в целом.

В 60-е годы известный биолог-эволюционист Н.В. Тимофеев-Рессовский в одной из публикаций отмечал, что среди большого числа современных проблем научно-технического характера есть одна комплексная, решение которой является задачей всего естествознания. Суть её заключается в том, что через сто лет половине населения планеты будет не хватать не только пищи, но и чистой воды, свободного от токсинов и аллергенов воздуха. При этом он настойчиво предупреждал, что 100 лет – это не туманное будущее, а всего лишь три человеческих поколения [1].

Не прошло и 30 лет, как в 80-х годах прошлого века уже в средствах массовой информации появился термин «устойчивое развитие» (Sustainable development), которым обозначается социально-экономическое и экологическое развитие, направленное на сохранение мира на всей планете, на разумное удовлетворение потребностей людей при одновременном улучшении жизни ныне живущих и будущих поколений, на бережное использование ресурсов планеты и сохранение природной среды.

В 1992 году (через 25 лет после публикации статьи Н.В. Тимофеева-Рессовского) появляется документ под названием «Учёные мира предупреждают человечество: первое уведомление», которое подписали около 1700 учёных-экспертов, в том числе 99 живших в то время Нобелевских лауреатов. Главные задачи, которые были рекомендованы учёными человечеству для выполнения, следующие [2]:

необходимо взять под контроль опасные виды деятельности человечества с целью сохранения и восстановления нарушенных экосистем;

отказаться от использования ископаемых видов топлива в пользу безопасных возобновляемых источников энергии;

остановить сокращение биоразнообразия наземных и морских растений и животных;

остановить уничтожение лесов, деградацию и потерю сельхозугодий;

уделить первоочередное внимание эффективному использованию энергии, водных и других ресурсов и их рециклизации;

стабилизировать численность населения Земли.

В этом же году в Рио-де-Жанейро прошла конференция ООН по окружающей среде и развитию на уровне глав государств и правительств. В принятой конференцией «Декларации по окружающей среде и развитию» изложены основные 27 принципов достижения земной цивилизацией устойчивого развития [3].

Прошло 25 лет после «Первого учёного уведомления» и конференции в Рио и в 2017 году в журнале «BioScience» публикуется документ «Предупреждение учёных мира: второе уведомление», под которым подписались 15 тысяч учёных различных стран. Учёные эксперты считают, что за 25 лет человечество не смогло решить ни одну из обозначенных в первом уведомлении проблем, за исключением стабилизации стратосферного озонового слоя [4].

Что произошло за 25 лет?

Запасы пресной воды уменьшились на 25%;

«мертвых» зон океана стало на 75% больше;

сельскохозяйственная и промышленная деятельность привела к потере 120 млн гектаров лесов;

численность млекопитающих, рептилий, амфибий, птиц и рыб сократилась почти на треть;

однако всё растут углеродные выбросы и средняя температура на планете;

численность населения Земли выросла на 35%.

Всё изложенное выше способствовало ускорению формирования в мировом сообществе нового представления, что существуют количественные ограничения возможностей окружающей среды в удовлетворении бесконечно растущих потребностей человека. Человечество вынуждено взвешивать различные альтернативы своего развития на перспективу с учётом ограниченности планеты Земля в ресурсах и качестве окружающей среды.

Если же наши потребности не будут соизмеряться со способностью природы к самоочищению и восстановлению, то вместе с загрязнением окружающей среды, истощением земель и ресурсов чистой воды, изменениями климата резко снизится, соответственно, не только физическое, но и психическое здоровье людей. По мнению многих учёных, нарушения в психическом здоровье людей в этой связи будут преобладать над физическими. Выступая 28 марта 2018 года с лекцией перед членами Совета Федераций Российской Федерации, журналист и телеведущий Владимир Соловьёв привел факт, что с 2001 года количество людей, погибших

от террористических актов и в войнах меньше, чем покончивших жизнь в результате самоубийств.

В настоящее время констатируется, что мир вступил в эпоху зелёной экономики, основанной на использовании биотехнологий и возобновляемых природных ресурсов. Новой формой социальной практики во всем мире становится экологический или «зелёный» бизнес. Его ключевые понятия:

- тщательная очистка;
- уменьшение затрат на производство продукта, сокращение отходов;
- вторичное использование отходов;
- рециклинг, при этом индустриальный рециклинг – это когда отходы одних промышленных предприятий являются сырьём для других.

Растительное сырьё, как ежегодно возобновляемое, становится в этой связи наиболее востребованным как в настоящее время, так и на перспективу. В наших почвенно-климатических условиях основными источниками такого возобновляемого сырья являются:

- древесина хвойных и лиственных пород (целлюлоза);
- зерновые культуры и картофель (крахмал);
- сахарная свёкла (сахароза);
- рапс (триглицериды).

В Республике Беларусь в процессе хозяйственной деятельности образуется свыше 1,5 тысяч видов отходов с широким спектром морфологических и химических свойств. Более 70% от общей массы отходов приходится на галитовые и шламы галитовые глинисто-солевые [5]. К примеру, на 01.01.2016 года на ОАО «Беларуськалий» складировано 1043,2 млн. тонн отходов, среди которых свыше 110,5 млн. тонн составляют глинисто-солевые шламы и 932,7 млн. тонн – галитовые отходы. В настоящее время глинисто-солевые шламы не подвергаются переработке, а накапливаются в открытых шламовых хранилищах, которые размещены на 1100 гектарах плодородных земель Солигорского района.

К сожалению, развитие промышленной биотехнологии сопровождается и в настоящее время сопровождается в еще больших объемах накоплением многотоннажных отходов. Значительное количество их вывозится в отвалы, что требует новых площадей для организации полигонов, или сливается в канализационную систему.

Отходами биотехнологических производств являются:

- клетки (ткани) и культуральные жидкости после извлечения из них целевых метаболитов;
- твердые субстраты выращивания;
- продукты предварительной химической и микробиологической подготовки;
- осадки сточных вод;
- ил после аэробной и анаэробной переработки отходов и т.д.

Отходы биотехнологических производств относятся к типу разлагающихся в природных условиях под действием различных факторов:

- биологических (минерализация с участием микроорганизмов);

- химических (главным образом окисление);
- физико-химических (комплекс воздействия света, температуры, химических веществ).

Государственная политика в сфере обращения с отходами регулируется Законом Республики Беларусь от 20 июля 2007 г. №271-З «Об обращении с отходами», который принят Палатой представителей 07.06.2007 г., одобрен Советом Республики 22.06.2007 г.

Настоящий Закон определяет правовые основы обращения с отходами и направлен на уменьшение объемов их образования и предотвращения вредного воздействия на окружающую среду, здоровье граждан, имущество, находящееся в собственности государства, имущество юридических и физических лиц, а также на максимальное вовлечение отходов в гражданский оборот в качестве вторичного сырья.

Очень важным представляется требование Закона к вторичным материальным ресурсам (ВМР). ВМР – это отходы, которые после их сбора могут быть вовлечены в гражданский оборот в качестве вторичного сырья и для использования которых в РБ имеются объекты по использованию отходов. При этом, они направляются только на использование. Если захоронение ВМР произошло – наступает административная ответственность. Кроме этого собственник отходов обязан уплатить экологический налог на захоронение по повышенной ставке.

Рассмотрим побочные продукты, образующиеся в спиртовой и пивоваренной отраслях, а также уже накопленный за многие годы отход гидролизного производства – гидролизный лигнин и проблемы их утилизации.

Побочные продукты биотехнологических производств

Спиртовая промышленность

Известно, что этанол может быть получен несколькими способами:

- брожением углеводов, образующихся при гидролизе целлюлозы;
- брожением пищевого крахмалистого сырья – зерно, картофель;
- брожением мелассы – отхода сахарного производства (сахароза).

Продуктом сбраживания является бражка, сложная многокомпонентная смесь, состоящая: 89–90 мас. % воды; 4–10 мас. % сухих веществ; 5–9 мас. % или 8–11 объемных % этилового спирта.

Сухие вещества бражки представлены взвешенными частицами (дрожина, дрожжи), а также растворенными в водно-спиртовой смеси органическими и неорганическими соединениями: декстрины, несброженные сахара, белки, аминокислоты, витамины, минеральные вещества и т. д.

Спирт из бражки выделяют перегонкой на сырцовых ректификационных установках, полученный при этом продукт называется спиртом-сырцом, качество которого определяется ГОСТом. Побочные продукты на этом этапе – послеспиртовая барда (ПБС) и диоксид углерода.

Ректификованный спирт получают путем очистки спирта-сырца от примесей ректификацией, т. е. разложением жидких летучих примесей на компоненты или фракции.

Главные из них:

- головная (эфирно-альдегидная) фракция;
- спирт- ректификат, выход ~ 90 % от исходного объема спирта-сырца;
- сивушная фракция;
- лютерная вода, которая с температурой 90–95 °С сбрасывается в канализационную систему.

Характеристики головной (эфирно-альдегидной) фракции этилового спирта определяются ТУ РБ 190239501.059.-2004. Это прозрачная, бесцветная или слегка желтоватого цвета жидкость с резким запахом, свойственным эфирам и альдегидам. В ее составе до 92% этанола и легко кипящие примеси – метиловый спирт, группа эфиров (укусно-этиловый, муравьино-этиловый, укусно-метиловый и др.), альдегидов (больше всего укусного – 0,05% к количеству этанола) и летучие кислоты – укусная, масляная, пропионовая и др.

Сивушное масло представляет собой смесь высококипящих (тяжёлых) спиртов, соотношение которых следующее (в мас. %): 45–65% амиловый, 15–25% изобутиловый, 0,5–2% н-бутиловый, 8–15% вода и 0,5–4% другие органические соединения. Характеристики этого продукта определяется ГОСТом 17071-91. Суммарно головная и сивушная фракции составляют от 3 до 5%, иногда более, от количества вырабатываемого этанола, что зависит от степени очистки.

Основные характеристики получаемых видов ректификованного спирта определяются СТБ 1334-2003 «Спирт этиловый ректификованный из пищевого сырья».

В итоге побочными продуктами, образующимися при производстве этанола являются:

- послеспиртовая барда;
- головная (эфирно-альдегидная) фракция;
- сивушная фракция;
- диоксид углерода.

Эфирно-альдегидная фракция исследовалась в нашей лаборатории на предмет использования в качестве органического растворителя фунгицидов, инсектицидов и полимеров (ПВА) для последующей предпосев-ной инкрустации семян.

Главный по объёму отход в спиртовом производстве – послеспиртовая барда (ПСБ), количество которой соотносится с получаемым спиртом в среднем как 14:1, т. е. при получении 1 литра этилового спирта образуется 14 литров ПСБ. Если в РБ ежегодно производилось в среднем 11 млн. дал этанола, то при этом образуется 1,5 млн. тонн ПСБ.

ПСБ – сильно оводненная (содержание сухого вещества 6–8%) дисперсная субстанция, содержащая все основные питательные вещества, присущие исходному продукту, например муке зерновых культур. Кроме этого, она обогащена дрожжевыми клетками и продуктами микробного биосинтеза – белки, аминокислоты, витамины (особенно группы В), органические кислоты, вещества гормональной природы и т.д.

ПСБ продукт очень короткого срока хранения, поскольку быстро закисает, плесневеет и разлагается. Срок хранения летом 24 часа, зимой 48 часов. Лучший способ ее утилизации – сушка, но этот путь требует огромных затрат энергии.

Предлагаемые в настоящее время технологии утилизации ПСБ можно условно разделить на 4 основные схемы:

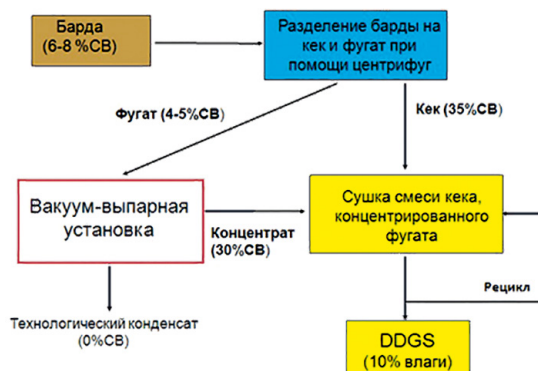
Схема с выпарными станциями с получением сухой барды – продуктов различного состава: WDG, CDG, WDGS, DDGS.

Схема получения кормовых дрожжей аэробной микробиологической переработкой жидкой фракции ПСБ.

Схема с получением биогаза.

Комбинированная схема: разделение жидкой и твердой фазы на центрифугах или прессово-шнековых сепараторах, выращивание дрожжей на жидком субстрате, сушка продукции.

Общепринятая технология утилизации ПСБ представлена на схеме:



В Республике Беларусь до последнего времени ПСБ использовалась и используется в не переработанном виде как добавка в кормлении сельскохозяйственных животных.

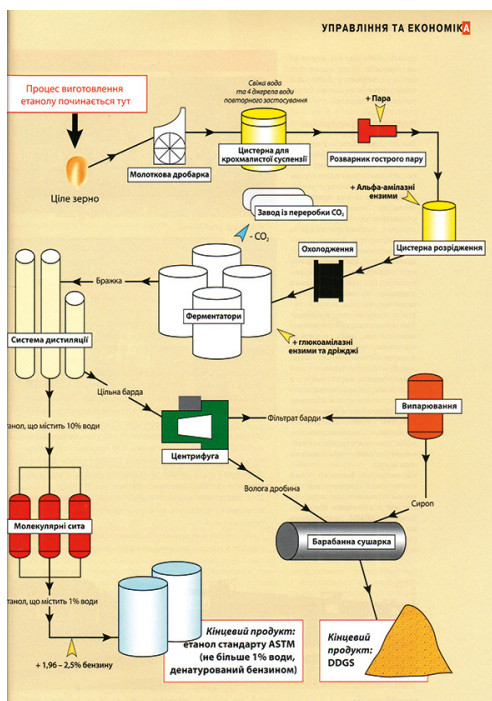
На Бобруйском заводе биотехнологий реализуется комбинированная схема утилизации ПСБ. Она заключается в следующем. Завод производит около 500000 дал спирта на зерновом сырье и 800000 дал – это меласса + перегнанный конфискат. Зерновой барды накапливается около 200 м³/сутки, 50% ее объема идет на корм скоту, 50% направляется на производство кормовых дрожжей. Дрожжи отделяют, сушат, остается последрожжевая барда. Мелассная барда, которой образуется около 250 м³/сутки, направляется на биореактор. Получают биогаз, а на основе ила готовят субстрат для выращивания растений с торговой маркой «БиоАгроСила».

Несмотря на, казалось бы, простоту, проблема переработки ПСБ остается трудно решаемой, поскольку, с одной стороны, предложенные

технології очень енергозатратні, а з другої, ПСБ продукт очень короткого строку хранения.

Как же вирішується проблема в світі. Якщо в РБ практично весь виробимий етанол это пищевой продукт, основа виробництва вино-водочних изделий, то в світі в последнее десятиліття около 70% виробимого етанолу направляється на виробництво біопалива. В 2005 году по инициативе президента Джорджа Буша в США принят «Енергетический билль», согласно которому в стране развернулось широкомасштабное строительство современных заводов по производству биоэтанола. США и мир в целом переживают в последнее десятиліття так называемый «этаноловый бум». К примеру, в 2016 году в США переработано на биоэтанол 134 млн. тонн зерна кукурузы. Производство биоэтанола составляло около 1 млн. баррелей (160 млн. литров) в сутки [6].

Биоэтаноловый бум потребовал решения проблемы эффективного использования побочных продуктов спиртового производства. Построенные за последнее десятиліття в США более чем 200 самых современных заводов, мощностью от 19 млн. до 1 млрд. литров этанола в год, работают по следующей технологической схеме [7]:



Такие технологии позволяют сушить не менее 95% ПСБ с получением высокопитательного кормового продукта DDGS (Dried Distillers Grains with Solubles). Кормовая ценность DDGS на 50% выше, чем исходного кукурузного зерна. Такую технологию получения биоэтанола называют «сухой». Она позволяет возвращать в виде сухой барды фактически 40% использованной на производство биоэтанола кукурузы, которая обычно использовалась бы на кормовые цели.

Стоимость DDGS на мировом рынке доходит до 180–200 \$ за тонну, а её производство в США уже превысило 40 млн. тонн, из которых четвертая часть реализуется на экспорт. Параллельно с принятием в США в 2005 году «Энергетического билля», Государственная дума РФ принимает Закон «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции». Закон обязывал к 1 января 2008 года на каждом российском спиртзаводе установить оборудование по переработке барды. Разработчики закона предполагали, что полученные из отходов производства спирта сухие продукты будут пользоваться большим спросом, поскольку окажутся дешевле концентрированных кормов. Однако, выполнение нормы закона требует от российских производителей этанола инвестиций в сумме не менее 300 млн. долларов, поэтому введение закона в силу периодически откладывается.

К настоящему времени выполнено огромное количество работ, касающихся использования основного отхода спиртового производства – послеспиртовой барды. Во времена СССР почти вся ПСБ использовалась в не переработанном виде на корм скоту. Высокие транспортные расходы и низкое содержание питательных веществ сделали в рыночных условиях бардяное кормление нерентабельным.

Сейчас большая часть не востребованной барды сливается в пруды – накопители или разливается на поля. Использование ПСБ как удобрения вынужденная мера. В реализации этого направления необходимо решать сложные экономические (рентабельность) и экологические проблемы. Трудности, связанные с решением этих проблем, детально рассматриваются в ряде публикаций [8,9].

Пивоваренная промышленность

Пиво изготавливают спиртовым брожением смеси сусла, хмеля и воды. Процесс включает ряд последовательных стадий – производство солода из ячменя, получение пивного сусла, сбраживание сусла дрожжами, дображивание (созревание) пива, фильтрация и разлив.

Пивоварение относится к одному из самых материалоемких производств пищевой промышленности. При переработке высококачественного зерна ячменя на солод и пиво для получения целевого продукта используется 75–78% сухих веществ. Оставшаяся часть сухих веществ – это главным образом отходы, которые должны быть отнесены к вторичным материальным ресурсам. Поскольку технология пивоварения за многие десятилетия проработана детально, обоснованы и нормативы объемов вторичных материальных ресурсов [10].

Для производства солода очищенное и отсортированное зерно ячменя замачивают и проращивают. Процесс проращивания на определенной фазе прекращают, проросшие семена сушат и после очистки от ростков получают солод. Отход – солодовые ростки, используют на корм животных.

Высушенный солод измельчают и смешивают с водой, получают затор. В заторе при определенной температуре идут процессы осахаривания содержащегося в солоде крахмала. Затем затор разделяют на прозрачное сусло и пивную дробину. Пивная дробина – основной побочный продукт пивоварения. Это всё, что не перешло из солода (зерен) в раствор (сусло). Особых проблем с использованием солодовых ростков и пивной дробины нет. Проблемы существуют с использованием отходов, образующихся на последующих стадиях пивоварения.

Следующий этап процесса пивоварения – кипячение сусла с хмелем, затем удаление хмеля, побочный продукт хмелевая дробина. Хмелевая дробина практически не используется, лишь иногда как органическое удобрение. При охлаждении очищенного от остатков хмеля сусла образуется осадок, который состоит из скоагулировавших белков, белково-дубильных комплексов, хмелевых смол, минеральных веществ и адсорбированного на этих продуктах сусла. В расчете на сухое вещество он содержит 50–65% белка, 15–20% горьких веществ, 7,5–10,0% дубильных веществ и 3–5% золы. Несмотря на высокую питательную ценность не нашел использования в качестве корма из-за резкой неустраиваемой горечи.

В охлажденное сусло добавляют дрожжи и сбраживают при $t = 5-9^{\circ}\text{C}$. После этого молодое пиво поступает для дображивания в лагерные танки, где при $t = 0-2^{\circ}\text{C}$ за время от трех недель до трех месяцев оно накапливает углекислый газ, осветляется и приобретают полноту вкуса. Побочный продукт на этапе сбраживания и дображивания – остаточные пивные дрожжи. Это густая сметанообразная масса с долей сухого вещества до 15%. Выход пивных дрожжей составляет около 1% массы пива. Используют отход частично в качестве лечебного препарата, а также на корм скоту.

Фильтрация пива в настоящее время производится с использованием кизельгура, который химически нейтрален (на 95% и более состоит из окиси кремния), не растворим в пиве, обладает высокой пропускной способностью, задерживает даже самые мелкие частицы – дрожжевые и бактериальные клетки, белковые осадки, мезгу. В процессе фильтрации кизельгуровый фильтр периодически обновляют. Выход отработанного фильтра в среднем 0,5 л на 100 л пива. В настоящее время кизельгур вывозится на полигоны отходов.

По данным, представленным в средствах массовой информации, в 2016 году в Беларуси произведено 43 млн. дал (430 млн. литров) пива. Более 90% общего выпуска пива приходится на 4 основных производителя: ОАО «Крыница», г. Минск, государственность, ОАО «Пивзавод Али-

вария», г. Минск, большинство акций принадлежит датской группе компаний Carlsberg, ОАО «Лидское пиво», г. Лида, более 90% акций у финской компании «Olvi» и ЗАО «Бобруйский бровар», г. Бобруйск, 100% акций принадлежит голландскому производителю «Heineken».

Исходя из общего объема производства 430 млн. литров можно считать потенциальное количество побочных продуктов в пивоваренной отрасли РБ пока практически не используемых:

Белковый отстой – 35 кг/100 дал. пива, на 43 млн. дал – 15050 т

Остаточные пивные дрожжи 1% от общего объема – 4300 т

Кизельгуровый фильтр – 0,5 л на 100 л – 2150 т

Белковый отстой сливается в канализацию, отработанный кизельгур вывозится на свалку, остаточные пивные дрожжи используются частично.

Гидролизный лигнин

Гидролизный лигнин накапливается при получении растворимых сахаров из целлюлозы. Технологически это реализуется путем гидролиза разбавленной серной кислотой измельченной древесины. Моносахара, образующиеся в процессе гидролиза целлюлозы, переходят в раствор. Для гидролизных предприятий характерен сравнительно невысокий выход основного целевого продукта, который составляет около 20% от массы абсолютно сухого исходного сырья. Остальное количество органической биомассы переходит в состав побочных продуктов (отходов) производства, главным из которых является гидролизный лигнин.

Гидролизный лигнин – аморфное порошкообразное вещество с плотностью 1,25–1,45 г/см³ кубический от светло-кремового до темно-коричневого цвета. Размеры частиц лигнина от нескольких миллиметров до микронов и меньше. Содержание в гидролизном лигнине собственно лигнина колеблется в пределах 40–88%, трудно гидролизуемых полисахаридов от 13 до 45%, смолистых и веществ лигно-гуминового комплекса от 5 до 19%, зольных элементов – от 0,3 до 10%.

Лигнин не токсичен, обладает хорошей сорбционной способностью. По структуре частица гидролизного лигнина не является плотным телом, а представляет собой развитую систему микро- и макропор, внутренняя поверхность которых составляет около 700 кв. метров на 1 грамм. В химическом смысле лигнин – понятие условное и обобщающее. Молекула лигнина неопределенно велика и имеет много разнообразных функциональных групп. Это нерегулярный трех замещенный биополимер большой молекулярной массы, построенный из фенилпропановых звеньев и обладающий коллоидными свойствами.

В бывшем СССР работало много гидролизных заводов. Большинство из них прекратило свою деятельность, но в отвалах накопилось громадное количество гидролизных лигнинов. По оценкам в отвалах гидролизных заводов России хранится почти 1 млрд. тонн технического гидролизного лигнина. Типичный пейзаж отвала приведен на фотографиях:



В РБ, как указывалось выше, в отвалах находится 4,3 млн. тонн гидролизного лигнина, из них около 1 млн. т на двух полигонах Бобруйского завода биотехнологий, остальное на полигонах Речицкого опытно-промышленного гидролизного завода [11].

По заключению специалистов, в настоящее время отсутствуют исчерпывающие технические решения по утилизации гидролизного лигнина. В небольших объёмах он используется для производства энтеросорбентов в медицинской практике. Известны фармацевтические препараты энтеросорбенты под названием «Полифаны», «Полифепаны», как сорбирующее, дезинтоксикационное, антидиарейное, антиоксидантное, гипопищевое средство [12].

Сотрудники НИИ ФХП БГУ разработали на основе гидролизного лигнина сорбент под названием «Лигносорб» для ликвидации разливов нефтепродуктов. Производство его начато на Бобруйском заводе биотехнологий.

Анализ научной литературы показывает, что основные исследования по разработке способов утилизации гидролизного лигнина сосредоточены на двух направлениях:

Подбор микроорганизмов, способных разлагать лигнин.

Производство органоминеральных удобрений на основе лигнина.

Не вдаваясь в детали работ по первому направлению, приведем вывод, который сделан в последних публикациях специалистов биолого-почвенного факультета МГУ: «Не существует (или они не известны) микроорганизмов, способных полностью разлагать лигнин. И только в результате совместных действий смешанных микробных популяций достигается синергический эффект трансформации лигниновых структур в гумус» [13].

В настоящее время с использованием самых современных методов, включая радиоизотопные, доказано, что лигнины являются предшественниками гумуса в почвах.

Лигнин – уникальный феномен природы. У водорослей, грибов и мхов нет лигнина. Появление в процессе эволюции этого устойчивого к разложению биополимера обеспечило важнейший этап развития растительного мира – выход автотрофов на сушу. Он придает жесткость растительной клеточной стенке и обеспечивает формирование эффективной транспортной системы (сосуды ксилемы) у высших сосудистых растений. Именно появление этого уникального устойчивого к разложению полимера позволило высшим растениям стать полноправными хозяевами суши.

Вторая не менее важная роль лигнина в эволюции органического мира планеты Земля заключается в том, что в процессе многократного, постепенного и длительного превращения он участвует в формировании гумуса почв. В этой роли лигнин выступает в процессе эволюции как основа субстрата для склеивания продуктов выветривания материнских пород в агрегаты, т. е. формирует почву и её плодородие. Почва – биокосное тело, сгусток жизни по В.И.Вернадскому, уникальная экологическая ниша для живых организмов, а гумус – депо углерода в цикле его преобразования в биосфере. Достаточно сказать, что 90% биомассы живых организмов в расчете на единицу площади находится в почве.

Относительно перспективности работ по использованию лигнина как основы органо-минеральных удобрений. Здесь необходимо проанализировать, с одной стороны, какие положительные свойства лигнина могут быть использованы для решения поставленной задачи, с другой – какие недостатки имеются у этого биополимера, которые сдерживают его широкое применение в качестве органического удобрения [14–16].

Положительные свойства

- высокое содержание углерода: С – 54–58%; Н – 6,0–6,2%; О – 35,8–40,0%;
- высокая сорбционная способность благодаря пористой структуре и содержанию функциональных групп: ОСН₃ – 11,7%; СО – 3,2%; ОН – 6,8%; СООН – 1,1–1,5%;
- способность сорбировать анионы SO₄²⁻ и Cl⁻;
- благоприятные водно-физические свойства (поглощающей до 50% воды от массы);

- гумусобразующий потенциал;
- отсутствие токсичности.

Недостатки

- низкое содержание макро- и микроэлементов и их малая доступность для растений;
- состав золы лигнина: окись кремния – 93,4%, окись алюминия – 1%, P_2O_5 – 1,5%, K_2O – 0,3%, CaO – 1,5%, MgO – 0,3%, Na_2O – 0,3%;
- бедность микрофлорой, обусловленная его высокой устойчивостью к разложению;
- кислая реакция.

Возможные пути комплексного экономически эффективного и экологически безопасного использования отходов спиртового и пивоваренного производств

Проведенный выше анализ позволяет сделать вывод, что лигнины растений – это практически безвредные для живых организмов вещества. Их структурные изменения в варочных процессах при гидролизном производстве не приводят к заметному росту токсичности образующихся продуктов, поэтому они могут использоваться во всех сферах человеческой деятельности.

Гидролизный лигнин рассматривается нами, в первую очередь, как чрезвычайно устойчивый к разложению природный сорбент. Именно на использовании этого свойства основываются наши предложения. Лабораторные эксперименты показали, что смешивание гидролизного лигнина с содержащими дрожжи компонентами (кормовые дрожжи, бражка до отделения кормовых дрожжей), отходами пивоварения и производства этанола (остаточные пивные дрожжи, послеспиртовая и последрожжевая барда) приводит к остановке процессов брожения и гниения, на порядок увеличивает площадь испаряющей поверхности и существенно удешевляет технологию получения сухих продуктов, которые сохраняют свои положительные свойства при длительном хранении.

В этой связи решение проблемы гидролизного лигнина и утилизации побочных продуктов спиртового и пивоваренного производств наиболее целесообразно через организацию экономического кластера, представляющего собой сконцентрированную на определенной территории группу взаимосвязанных и взаимодополняющих друг друга организаций – производителей и поставщиков продукции, спецуслуг и проведения НИОКР. Организация кластера наиболее целесообразна в настоящее время на базе Бобруйского завода биотехнологий (рис.).

В Бобруйске работают два крупных предприятия спиртовой и пивоваренной промышленности – ОАО «Бобруйский завод биотехнологий» и ЗАО «Бобруйский бровар», в процессе деятельности которых накапливаются многочисленные отходы, содержащие ценные биологически активные компоненты (белки, аминокислоты, витамины, углеводы и органические кислоты). Здесь в отвалах завода биотехнологий захоронено

около 1 млн. тонн гидролизного лигнина. Организация такого кластера позволит найти применяемые в качестве компонента кормовых смесей или органо-минеральных удобрений трепелу Хотимского месторождения – уникальному природному цеолиту-адсорбенту с высоким содержанием кальция и микроэлементов. Профильные учреждения Национальной академии наук обеспечат проведение НИОКР по обоснованию линейки сухих смесей и их функциональное назначение. Успешная научно-производственная деятельность такого кластера послужит важным аргументом в пользу перспективных биотехнологических подходов решения проблемы кормового белка в Республике Беларусь, производства энтеросорбентов для животноводства и экологически безопасных органо-минеральных удобрений:



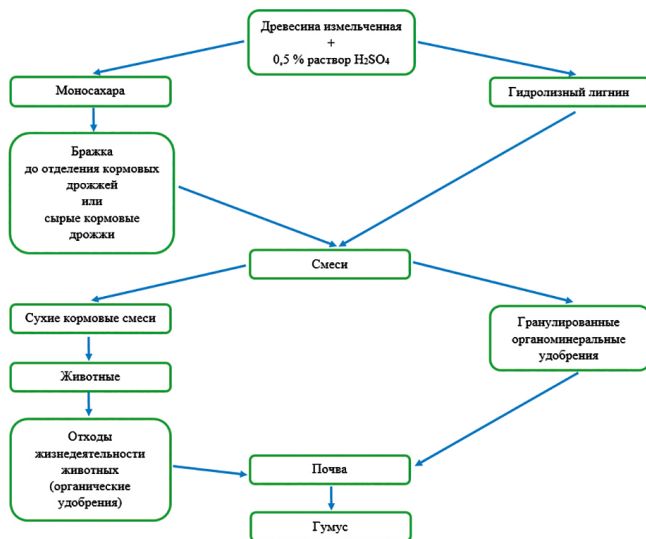
Стратегия развития американского общества на период до 2030 года основывается на трёх составляющих – нефть, вода и белок. На долю США, где проживает 5% населения планеты, приходится 45% мирового производства белка. Кормовой белок в США – это в первую очередь соя, которой производится около 120 млн. тонн. К этому добавляется в настоящее время 40 млн. тонн сухой ПСБ, образующийся при переработке на биоэтанол около 130 млн. тонн зерна кукурузы.

Наша страна, как и бывший СССР, живет в условиях хронического белкового голода. В бывшем СССР эту проблему пытались решить, и не безуспешно, через производство микробного кормового белка. Была создана мощная биотехнологическая отрасль, построено 12 заводов по производству БВК, в т.ч. в Новополоцке и Мозыре.

Однако, в ноябре 1989 года Верховный Совет СССР принимает постановление «О неотложных мерах экологического оздоровления страны»,

которое предусматривало прекращение с 1991 года производства кормового белка из парафинов нефти. Главная причина заключалась в том, что мелкодисперсная образующаяся при сушке в распылительных циклонных сушилках дрожжевая пыль (белок) оказалась сильным аллергеном. При работе распылительных сушилок 80–85% высушенных дрожжей оседает в сушильной камере, а 15–20% уносятся с отработанным теплоносителем и дальше должны улавливаться в циклонах. Полное улавливание дрожжевой пыли технологически очень сложная проблема, в то же время по санитарным требованиям содержание, например, паприна (дрожжей, получаемых на основе парафинов нефти) в воздухе рабочей зоны и около предприятий не должно превышать значения $0,001 \text{ мг/м}^3$.

Предлагаемые нами подходы исключают сушку дрожжевого белка. Сушится лигнин, на котором сорбирован дрожжевой белок вместе с продуктами жизнедеятельности микроорганизмов, содержащихся в дрожжевой бражке. С учетом имеющихся в Республике Беларусь возобновляемых ресурсов, проблема белка может быть решена во многом именно через производство микробного белка. Для этого необходимо возобновить гидролизное производство, но сделать его безотходным, исключая прямую сушку дрожжевого белка. Возобновляемые ресурсы нашей страны: **древесина** (целлюлоза) – объемы ее заготовки могут составлять до 20 млн. $\text{м}^3/\text{год}$; **зерновые культуры** (крахмал+белок) – 8–9 млн. тонн; **картофель** (крахмал) ~ 1 млн. тонн; **сахарная свекла** ~ 4,5 млн. тонн (220 тыс. тонн мелассы, сахароза). Безотходное производство кормовых добавок – энтеросорбентов или органоминеральных удобрений при переработке древесины будет осуществляться по следующей схеме:



Реализация такого подхода позволит во многом решать не только проблему производства белково-витаминных кормовых добавок – энтеросорбентов и утилизацию отходов биотехнологического производства, но направит лигнин в почву, где он будет в соответствии с эволюционным предназначением участвовать в образовании гумуса и, соответственно, повышении плодородия почв.

Литература

1. Тимофеев-Рессовский Н.В. // Научные труды Обнинского отдела географического общества СССР. 1968. Сборник 1. Часть 1. С. 3–12.
2. World Scientists Warning to Humanity [Electronic resource] // Union of Concerned Scientists. Mode of access: <https://ucusa.org/resources/1992-world-scientists-warning-humanity>. Date of access: 17.12.2019.
3. Декларация Рио-де-Жанейро по окружающей среде и развитию 1992 года // Действующее международное право. М., 1997. Т. 3. С. 687–692.
4. Ripple W.J. et al. // *BioScience*. 2017. Vol. 67, N 12. P. 1026–1028.
5. Хомич В.С., Масловская Т.И., Кичаева Н.Б., Ерошина Д.М. // Информационные материалы по вопросам обращения с отходами и использования их в качестве вторичного сырья / Составители Р.С. Гурулева, А.И. Гросс. – Минск: МГИРО. 2010. С. 9–15.
6. Сажин В.Б. и др. // Успехи в химии и химической технологии. 2008. Т. XX, № 10. С. 108–124.
7. Юрченко О. // Всеукраїнський журнал «Прибуткове свинарство». 2012, № 3 (9). С. 32–37.
8. Кузнецов И.Н., Ручай Н.С. // Труды БГТУ. Серия 4. Химия, технология органических веществ и биотехнология. 2010, вып. 18. С. 294–301.
9. Агафонов Г.В. // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012, № 3. С. 107–110.
10. Колпакчи А.П., Голикова Н.В., Андреева О.В. Вторичные материальные ресурсы пивоварения. М.: Агропромиздат. 1986. 160 с.
11. Болтовский В.С. // Труды БГТУ. Серия 4. Химия, технология органических веществ и биотехнология. 2014, вып. 4. С. 105–108.
12. Дейнеко И.П. // Химия растительного сырья. 2012, № 1. С. 5–20.
13. Ковалева Н.О., Ковалев И.В. // Труды Института экологического почвоведения МГУ им.В.М.Ломоносова. Роль почв в биосфере. 2009, выпуск 9. Экология почв. Почвенные ресурсы. С. 62–93.
14. Орлов Д.С., Аммосова Я.М., Якименко О.С. // Почвоведение. 1993, № 2. С. 36–44.
15. Тикавый В.А., Осиповский А.Г., Гребень В.В., Юшкевич И.А. Органические удобрения на основе гидролизного лигнина и их использование в сельском хозяйстве. Обзорная информация. Минск. 1983. 40 с.
16. Найдено Г.Н. Агрохимическая и агроэкологическая оценка утилизации послеспиртовой барды. Иваново. 2013. 224 с.

Н.А. ЛАМАН
**ПРОБЛЕМА ЭФФЕКТИВНОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ
ПИВОВАРЕННОГО И СПИРТОВОГО БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОИЗВОДСТВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Резюме

В статье обсуждается проблема эффективного использования побочных продуктов (отходов), образующихся при производстве этилового спирта и пива, а также накопившегося в отвалах гидролизного лигнина. Обосновывается перспективность использования гидролизного лигнина как сорбента для производства смесей с отходами спиртового (послеспиртовая и последрожжевая барда) и пивоваренного (остаточные пивные дрожжи, белковый отстой) производства и последующего их применения в качестве обогащенных белковых кормовых добавок со свойствами энтеросорбентов в животноводстве, или компонентов органоминеральных удобрений.

N.A. LAMAN
**THE PROBLEM OF EFFICIENT AND ENVIRONMENTALLY FRIENDLY
USE OF SECONDARY MATERIAL RESOURCES OF BREWING
AND ALCOHOL BIOTECHNOLOGICAL INDUSTRIES
IN THE REPUBLIC OF BELARUS**

Summary

The problem of effective use of by-products (tailings) generated in the production of ethyl alcohol and beer, as well as hydrolysis lignin accumulated in the dumps is discussed in the article. The prospects of using of hydrolysis lignin as a sorbent for the production of mixtures with tailings from alcohol (post-alcohol and post-yeast distillery) and brewing (residual brewer's yeast, protein sludge) industries and their subsequent use as enriched protein feed additives with the properties of enterosorbents in animal husbandry, or components of organomineral fertilizers are substantiated.

Поступила в редакцию 29.11.2019 г.

А.П. ВОЛЫНЕЦ
**АУКСИНО-ФЕНОЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС РАСТЕНИЙ –
ИНДУКТОР РОСТА КЛЕТОК РАСТЯЖЕНИЕМ**

Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
НАН Беларуси, г. Минск

Введение. Взаимодействие эндогенных регуляторов в процессах роста и органогенеза – важный и пока малопознанный акт эндогенной регуляции. То, что он носит системный характер не вызывает сомнений. Остается не ясным ход этого процесса и компоновка регуляторов роста в таких интегральных явлениях как рост, корне- и плодообразование, дифференцировка органов и защита растений. Наше внимание привлекло взаимодействие эндогенных регуляторов при осуществлении роста растяжением. С одной стороны, в реализации такого акта бесспорно участие ауксина. С другой стороны, представлялось, что к этому могут быть причастны фенольные соединения как эндогенные вещества, имеющие много общего с ауксинами. Прежде всего структура ИУК и фенолкарбоновых кислот близка. Она включает бензольное кольцо и карбоксильную группу [1]. Пути биосинтеза этих веществ однотипны. Они идут от аминокислот триптофана и фенилаланина [2]. Локализация их в органах растений и накопление в онтогенезе сходны [3–5]. Как ИУК, так и фенольные соединения наиболее характерны интенсивно растущим органам и максимальное содержание их приходится на фазы бутонизации, цветения и плодообразования. Фенольные соединения способны регулировать активность ферментных систем биосинтеза и распада ИУК, а также образовывать с ИУК ростовой комплекс ауксин-фенол [6]. Если точки соприкосновения фенольных соединений с ауксином определены в модельных системах при росте растяжением, то роль отдельных фенольных соединений в опытах *in vitro* и *in vivo* и масштабы взаимодействия этих регуляторов роста, ждут своего решения.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований служили листья и цветки желтого люпина сортов Боровлянский кормовой и Быстрорастущий кормовой, а также растения льна-долгунца сорта Л-1120. Растения люпина выращивали в лабораторных условиях до возраста 4-х листьев при освещенности 6000 лк. Использовали зеленые и этиолированные листья люпина. Последние применяли с целью снижения эндогенного состава и содержания фенольных соединений в опытных растениях при изучении активности ферментов в условиях *in vivo*. Растения льна-долгунца выращивали в вегетационных опытах до фазы желтой спелости, используя для анализов фенольных соединений надземную массу растений. Активность ферментной системы синтеза ИУК (СИУК) определяли по методу Вихнера и Либберта [7], активность оксидазы ИУК (ОИУК) – по методу Гамбурга [8], но без добавления в рабочую смесь 2,4-ДХФ во избежание возможного взаимодействия его с фенольными со-

единениями. Состав и содержание фенольных соединений в разных органах люпина определяли ранее описанным методом [9], рассчитывая эндогенное количество их по чистым образцам фенольных соединений. Выделение суммарных препаратов флавоноидных гликозидов и агликонов описано в работе [10]. Активность ферментных систем ОИУК и СИУК в опытах *in vivo* определяли после введения отдельных фенольных соединений или их смесей в листья люпина методами вакуум-инфильтрации, свободного поступления через нижний срез стебля и поступления через корни. Исходная концентрация фенольных соединений составляла 10^{-4} М. Анализ активности ферментных систем ауксинового обмена в опытах *in vitro* и *in vivo* осуществляли с использованием люпина сорта Боровлянский кормовой, а определение состава фенольных регуляторов ИУК в разных органах люпина проводили на растениях сорта Быстрорастущий кормовой. Состав фенольных соединений названных сортов люпина был одинаков.

Результаты исследований и их обсуждение. Сначала изучали действие фенольных соединений на активность ОИУК, выделенной из листьев люпина сорта Боровлянский кормовой в возрасте 4-х листьев. Практически все испытанные фенольные соединения в опытах *in vitro* были активны. Они стимулировали или ингибировали ОИУК в широком диапазоне концентраций (табл. 1).

Таблица 1. Влияние фенольных соединений на активность ОИУК листьев люпина в опытах *in vitro* (в % к контролю*)

Вещество	Концентрация, М				
	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}
Апигенин	158	109	85		
Ройфолин	125	112	102		
Кверцетин	0	28	82		
Рутин	102	90	80		
Кофейная кислота			27	34	77
Хлорогеновая кислота		7	10	0	
Эскулетин			0	84	95
Эскулин			9	107	107
Суммарный препарат изофлавоновых гликозидов		155	154	117	
Кемпферол			3	76	93
Лютеолин			1	62	93
Коричная кислота		67	54	53	
Салициловая кислота		109	100	103	
П-кумаровая кислота		123	94	84	
Феруловая кислота			67	85	96

Примечание: *здесь и далее контроль – водный раствор ИУК 10^{-6} М.

В качестве активаторов фермента выступали п-оксифенолы и п-диоксифенолы, а в роли ингибиторов проявляли себя о-диоксифенолы и о-диоксиполифенолы. Исключение составлял кемпферол, который ингибировал ОИУК, хотя относится к группе п-оксиполифенолов. Замещение оксигруппы на метоксигруппу ослабляет действие фенолов на активность фермента (сравните активность кофейной и феруловой кислот). Особо следует отметить активность коричной кислоты, которая ингибировала ОИУК, хотя по своей структуре не является фенольным соединением. Можно полагать, что в процессе выделения фермента происходит о-дигидроокислирование ее с образованием кофейной кислоты. В целом же следует отметить, что максимальную ингибирующую активность показала хлорогеновая кислота, а наиболее сильным активатором ОИУК выступал суммарный препарат изофлавоновых гликозидов, производных генистеина, т. е. п-оксиполифенола. Среди пары флавоноидов (агликон-гликозид) активнее вели себя агликоны, а среди эфиров и свободных фенолкарбоновых кислот более активными были фенольные конъюгаты (сравните действие кофейной и хлорогеновой кислот).

В аналогичных условиях опыта выясняли особенности действия фенольных соединений на активность ферментного препарата биосинтеза ИУК. Все фенольные соединения оказывали влияние на активность ферментной системы СИУК в опытах *in vitro* (табл. 2).

Таблица 2. Действие фенольных соединений на активность ферментной системы синтеза ИУК листьев люпина в опытах *in vitro* (в % к контролю)

Вещество	Концентрация, М				
	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}
Кофейная кислота		104	88	98	130
Хлорогеновая кислота	160	132	111	115	120
Феруловая кислота		83	75	92	85
П-кумаровая кислота		103	86	82	74
П-оксибензойная кислота		155	170	97	83
Эскулин		140	162	158	183
Эскулетин	207	118	120	73	79
Апигенин	71	71	97	80	53
Ройфолин	87	50	44	80	58
Кверцетин	179	151	118	130	
Рутин	91	74	94	94	
Кемпферол		204	130	124	180
Лютеолин		54	67	74	76

Просматривается определенная связь действия фенольных соединений на активность СИУК со структурой этих веществ. Фенольные соединения, ингибирующие ОИУК, проявляли себя как стимуляторы биосинтеза ИУК и, наоборот, стимуляторы ОИУК вели себя как ингибиторы СИУК. Исключений немного. Ингибиторы ОИУК (феруловая кислота и лютеолин) одновременно подавляли и образование ауксина. Самым сильным стимулятором образования ИУК оказался эскулин, а ингибитором – ройфолин.

В зеленых органах люпина обнаружены только гликозиды апигенина (ройфолин) и гликозиды кверцетина (рутин и изокверцетин), изорамнетина (изорамнетин-3-О-рутенозид) и кемпферола (астрагалин и кемпферол-3-О-рамноглокозид), тогда как в цветках в большом количестве гликозиды флавонов и флавонолов, а также флавоноидные агликоны [11]. Среди гликозидов люпина основными компонентами были ройфолин и рутин, а среди агликонов – кверцетин и лютеолин. Учитывая состав и содержание флавоноидных соединений в зеленых органах и цветках люпина и их совместную локализацию в этих органах, важным было изучить совместное действие гликозидов и агликонов на активность ОИУК. С этой целью составляли искусственные смеси гликозидов (рутин+ройфолин) и агликонов (кверцетин+апигенин) примерно эндогенных концентрациях и действовали на активность ОИУК, выделенной из листьев люпина. Когда индивидуальные гликозиды оказывали слабое стимулирующее действие на фермент или были инертны, то смеси их сильно подавляли активность ОИУК (табл. 3).

Таблица 3. Влияние флавоноидных гликозидов и их смесей на активность ОИУК листьев люпина в опытах *in vitro*

Вещество или смесь	Концентрация, М	Активность ОИУК в % к контролю
Рутин	10^{-3}	101
Рутин	10^{-4}	92
Ройфолин	10^{-3}	118
Ройфолин	10^{-4}	109
Рутин+ Ройфолин	$10^{-3}+10^{-4}$	16
Рутин+ Ройфолин	$10^{-3}+10^{-3}$	9
Рутин+ Ройфолин	$10^{-4}+10^{-3}$	24

Оптимум действия гликозидов на активность ОИУК отмечается при соотношении компонентов 1:1 (концентрация 10^{-3} М). Индивидуальные флавоноидные агликоны ингибировали активность ОИУК (кверцетин) или оказывали разное влияние на активность фермента (апигенин), в то время как смеси их стимулировали ее по возрастающей (табл. 4). Максимальный эффект оказывала смесь агликонов при соотношении компонентов 1:1 (концентрация 10^{-5} и 10^{-4} М соответственно). Определение характера действия суммарных препаратов флавоноидных гликозидов и агликонов, выделенных из листьев и цветков люпина соответственно, на активность ОИУК показало, что оба препарата в концентрации 10^{-3} М подавляли активность фермента примерно в одинаковой степени (рис. 1).

Таким образом, фенольные соединения выступают эффекторами ИУК, стимулируя или подавляя активность ОИУК. При этом влияние индивидуальных фенольных соединений на активность ОИУК отличается от действия смесей и суммарных препаратов. Если влияние индивидуальных фенольных соединений на активность фермента определяется в основном структурой веществ, то действие смесей и суммарных препаратов – преимущественно составом, соотношением компонентов и их концентраций.

Таблица 4. Влияние флавоноидных агликонов и их смесей на активность ОИУК этиолированных листьев люпина в опытах *in vitro*

Вещество или смесь	Концентрация, М	Активность ОИУК, % к контролю
Кверцетин	10^{-4}	23
Кверцетин	10^{-5}	86
Апигенин	10^{-4}	106
Апигенин	10^{-5}	88
Кверцетин + Апигенин	$10^{-4}+10^{-5}$	120
Кверцетин + Апигенин	$10^{-4}+10^{-4}$	158
Кверцетин + Апигенин	$10^{-5}+10^{-4}$	204

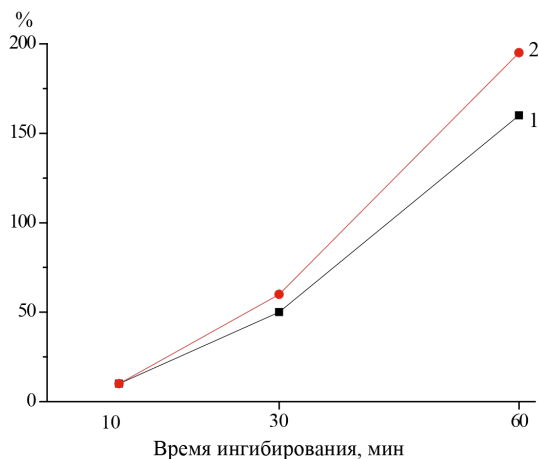


Рис. 1. Действие суммарных препаратов флавоноидных гликозидов (1) и агликонов (2), выделенных из этиолированных листьев и цветков люпина, на активность ОИУК, выраженной в % окисленной ИУК в единицу времени (опыты *in vitro*)

Одновременно с опытами *in vitro* определяли активность ферментов ОИУК и СИУК люпина в опытах *in vivo*. Фенольные соединения вводили в листья люпина тремя способами (вакуум-инфильтрацией, свободным поступлением и поступлением через корни). Во всех случаях влияние фенольных соединений на активность ферментов проявлялась в полной мере. Так, действие фенольных соединений на активность ОИУК в максимальной степени наблюдалось при свободном поступлении их через стебель и поглощении корнями (табл. 5).

Характер действия фенольных соединений на активность ОИУК в опытах *in vivo* в основном аналогичен влиянию их в опытах *in vitro*.

Действие фенольных соединений на активность ОИУК в опытах *in vivo* преимущественно ингибирующее, тогда как стимуляция фермента проявлялась редко и в слабой степени. Следует отметить, что способ действия фенольных соединений может иногда меняться в зависимости от характера поступления их в листья люпина, что отмечалось в частности у хлорогеновой и п-оксибензойной кислот.

Таблица 5. Влияние фенольных соединений на активность ОИУК этилированных листьев люпина в опытах *in vivo* (в % к контролю)

Способ введения фенольных соединений	Вещество	Стимуляция	Ингибирование
Вакуум-инфильтрация в листья	п-Оксибензойная кислота	5	
	Хлорогеновая кислота	8	
Поступление через корни	Кофейная кислота		45
	п-Оксибензойная кислота		65
	Хлорогеновая кислота		54
	Эскулин	9	
Свободное поступление через стебель	Кверцетин		70
	Хлорогеновая кислота		55
	Эскулин		63

Вместе с ОИУК в опытах *in vivo* изучено действие фенольных соединений и на активность СИУК. У большинства фенольных соединений характер действия их на активность этого фермента был сходен в опытах *in vitro* и *in vivo*. Направленность изменения активности фермента была в основном однотипная, стимулирующая (табл. 6).

Таблица 6. Влияние фенольных соединений на активность СИУК этилированных листьев люпина в опытах *in vivo* (в % к контролю)

Способ введения фенольных соединений	Вещество	Стимуляция	Ингибирование
Вакуум-инфильтрация в листья	п-Оксибензойная кислота	61	
	Хлорогеновая кислота	135	
Поступление через корни	Апигенин		28
	Кверцетин	98	
	п-Оксибензойная кислота	52	
	Хлорогеновая кислота	45	
Свободное поступление через стебель	Апигенин		22
	Хлорогеновая кислота	30	
	Эскулин	29	

Только апигенин ингибировал активность СИУК. В то же время хлорогеновая кислота оказывала стимулирующее действие на активность этого фермента при разных способах введения фенольных соединений в листья люпина. Если эндогенные фенольные соединения являются регулятора-

ми ауксинового обмена в интактных растениях, то между соотношением фенольных ингибиторов и активаторов и активностью ОИУК должна проявляться определенная связь. Ее можно было обнаружить только при одновременном определении активности фермента и содержания фенольных эффекторов ИУК в условиях изменения роста растений под влиянием внешних факторов. В качестве последних использовали гербицид 2,4-Д в концентрациях, как стимулирующих, так и ингибирующих рост люпина сорта Боровлянский кормовой. Опыты показали, что при высокой интенсивности роста люпина соотношение ингибиторы/стимуляторы сохраняется на высоком уровне в течение всего опыта (табл. 7).

Таблица 7. Изменение соотношения природных эффекторов ауксинового обмена и активности ОИУК в листьях люпина под влиянием 2,4-Д

Вариант	Экспозиция, сут	Ингибиторы	Активаторы	Соотношение ингибиторы/ активаторы	Активность ОИУК, %
		мкг/г сухой массы			
Контроль (вода)	1	176	645	1:3,3	100
2,4-Д, $2 \cdot 10^{-5}$ М		246	775	1:3,2	134
2,4-Д, $2 \cdot 10^{-7}$ М		238	596	1:2,5	70
Контроль (вода)	3	184	651	1:3,5	100
2,4-Д, $2 \cdot 10^{-5}$ М		228	526	1:2,3	67
2,4-Д, $2 \cdot 10^{-7}$ М		228	557	1:2,5	75
Контроль (вода)	6	198	709	1:3,6	100
2,4-Д, $2 \cdot 10^{-5}$ М		199	593	1:3,0	119
2,4-Д, $2 \cdot 10^{-7}$ М		198	567	1:2,9	80

Более выраженная связь роста с накоплением фенольных эффекторов ауксина была свойственна растениям льна-долгунца (рис. 2), в которой соотношение ингибиторы: активаторы оставалось более высоким в течение всего онтогенеза с максимумом в фазе интенсивного роста.

Таким образом, все фенольные соединения ведут себя как активные регуляторы ауксинового обмена, оказывая стимулирующее или ингибирующее влияние на рост растяжением. При этом действие индивидуальных фенольных соединений отличается от влияния природных или искусственных смесей. Если действие отдельных веществ может быть разным по направленности и силе, то влияние смесей на обмен ИУК в период роста обычно сильное и однонаправленное, способствующее повышению активности фитогормона.

Кроме определения активности ферментов ИУК, провели также анализ эффекторов фитогормона в онтогенезе люпина сорта Быстрорастущий кормовой (табл. 8). Оказалось, что фенольные регуляторы ауксинового обмена присутствуют во всех органах и на разных этапах развития люпина. Даже в покоящихся семенах обнаружены фенольные регуляторы, тогда как с набуханием их начинается рост растяжением осевых органов зародыша. На примере растений желтого люпина видно, насколько многообразна и динамична система фенольных эффекторов ауксина, хотя она еще далеко не полная. К указанным эффекторам следует добавить фенолкарбоновые кислоты, минорные флавоноидные гликозиды и агли-

коны, а также эфиры фенолкарбоновых кислот. Постоянное обновление состава и содержания фенольных соединений в растениях обеспечивает надежность, непрерывность и своеобразие ростового процесса.

Таким образом, установленная тесная функциональная связь ауксинового и фенольного обменов в растениях может рассматриваться как новое достижение в области эндогенной регуляции физиологических процессов.

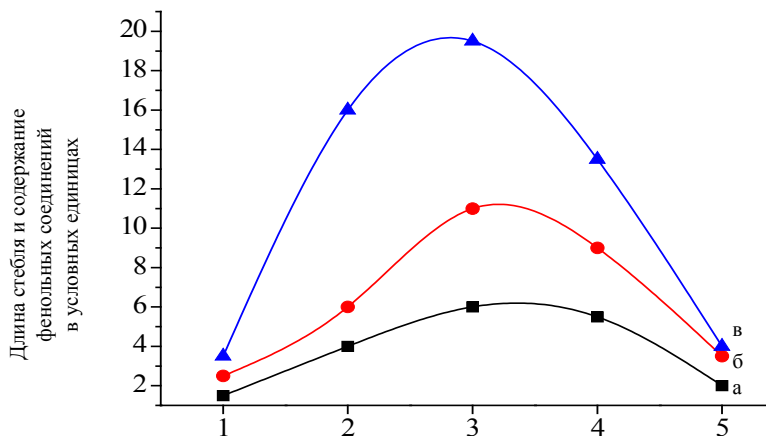


Рис. 2. Содержание фенольных ингибиторов и активаторов ОИУК в онтогенезе льна-долгунца. 1–5 соответственно фазы всходов, «елочки», интенсивного роста, цветения и желтой спелости: а активаторы, б – рост стебля, в – ингибиторы

Таблица 8. Состав основных флавоноидных эффекторов в онтогенезе люпина

Растение, орган	Ингибиторы ОИУК	Активаторы ОИУК
Семена покоящиеся	Лютеолин	Апигенин, виценины
Проростки 5-дневные	Лютеолин, кверцетин, кемпферол, лютеолин-3-О-глюкозид	Апигенин, генистеин-8-С-глюкозид
Растения в фазе цветения		
а) листья	Рутин, астрагалин, изорамнетин-3-О-рутинозид, кемпферол-3-О-рамноглюкозид, изо-кверцитрин	Ройфоллин, генистеин-8-С-глюкозид
б) стебли	Рутин, изорамнетин-3-О-рутинозид, кемпферол-3-О-рамноглюкозид	Ройфоллин, генистеин-8-С-глюкозид
в) цветки	Лютеолин, кверцетин, рутин, изорамнетин-3-О-рутинозид, кемпферол, кемпферол-3-О-рамноглюкозид	Апигенин, генистеин, ройфоллин, генистеин-8-С-глюкозид

Закключение. Проведен анализ влияния фенольных соединений на активность ферментных систем синтеза и распада ауксина (ИУК) в растениях желтого люпина в опытах *in vitro* и *in vivo*, а также эффекторов ОИУК в растениях льна-долгунца. Установлено, что все фенольные соединения выступают в качестве эффекторов ауксинового обмена, повышая или снижая содержание фитогормона. Стимуляторами ауксинового обмена являются в основном о-оксифенолы и о-диоксиполифенолы, а ингибиторами п-оксифенолы и п-диоксиполифенолы. Действие индивидуальных феноль-

ных соединений на активность ферментных систем ауксинового обмена отличается от влияния природных и искусственных смесей этих веществ. Последние обычно способствуют биосинтезу и сохранению эндогенного ауксина, т. е. поддерживают рост растяжением. Благодаря их распространению в растениях связь ауксинового и фенольного обменов постоянна.

Литература

1. Кефели В. И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны. М.: Наука, 1974. 253 с.
2. Муромцев Г.С., Чкаников Д.И., Кулаева О.Н., Гамбург К.З. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений. М.: Агропромиздат, 1987. 383 с.
3. Полевой В.В. Фитогормоны. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1982. 248 с.
4. Физер Л., Физер М. Стероиды. М.: Мир, 1986. 184 с.
5. Минкина Ю.В. Фитогормоны и флавонолы в регуляции прорастания пыльцы и роста пыльцевых трубок петунии (*Petunia hybrida* L.). Автореф. дисс.... канд. биол. наук. М. ИФР РАН, 2007. 27 с.
6. Леопольд А. Рост и развитие растений. М.: Мир, 1968. 494 с.
7. Wichner S., Libbert E. // *Physiol. Plantarum*, 1968, Vol. 21. № 1. P. 227–232.
8. Гамбург К.З. // Методы определения регуляторов роста и гербицидов. М., Наука, 1966. С. 57-66.
9. Волынец А.П., Маштаков С.М. Определение фенольных соединений в растительном материале // Методы определения фитогормонов, ингибиторов роста, десикантов и гербицидов. М., Наука, 1973. С. 39-49.
10. Волынец А.П., Корнелюк В.Н. // *Физиология растений*, 1973. Т. 20. Вып. 4. С. 844-851.
11. Волынец А.П. Фенольные соединения в жизнедеятельности растений. Минск: Беларуская навука, 2013. 283 с.

А.П. ВОЛЫНЕЦ АУКСИНО-ФЕНОЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС РАСТЕНИЙ – ИНДУКТОР РОСТА КЛЕТОК РАСТЯЖЕНИЕМ

Резюме

Доказано, что в растениях существует тесная функциональная связь между ауксиновым и фенольным обменами, осуществляемая через ферментные системы синтеза и распада ИУК, что является новым достижением в области эндогенной регуляции роста.

A.P. VOLYNETS THE AUXINE-PHENOLIC COMPLEX OF PLANTS IS AN INDUCER OF CELL GROWTH STRETCHING

Summary

It is proved that in plants there is a close functional connection between auxin and phenol metabolism, which is realized through enzyme systems of synthesis and decomposition of IAA. This is a new development in the field of endogenous growth regulation.

Поступила в редакцию 16.08.2019 г.

**Н.Е. МАНЖЕЛЕСОВА, С.Н. ПОЛЯНСКАЯ, Л.А. КОРЫТЬКО
ДЕЙСТВИЕ 24-ЭПИБРАССИНОЛИДА В СОЧЕТАНИИ
С САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ
РАСТЕНИЙ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ К ГРИБНОЙ ИНФЕКЦИИ**

Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича

НАН Беларуси, г.Минск

Введение. В системе мероприятий по выращиванию высокопродуктивных биологически устойчивых агроценозов важное место занимает защита их от массового поражения различными болезнями. Сельскохозяйственное производство в настоящее время связано с применением неконтролируемого большого количества химических препаратов, что, помимо достижения основных целей, а именно повышения урожайности и борьбы с болезнями и вредителями растений, способствует не только ухудшению качества продовольственной продукции, но и существенно загрязняет окружающую среду. Современная концепция защиты растений базируется на применении экологических непестицидных химических средств - индукторов болезнеустойчивости, не уничтожающих возбудителей болезней, а действующих на них через усиление в растениях природных реакций иммунитета. Индуцированная защита от патогенов в этом случае основана на стимуляции защитных механизмов посредством метаболических изменений, помогающих растению защищать себя более эффективно. Индукция устойчивости растений к патогенам осуществляется путем предварительной обработки семян или вегетирующих растений определенными биологически активными веществами – активаторами болезнеустойчивости, обладающими свойствами стимуляторов иммунной системы растений. Эти вещества должны усиливать в растениях реакции защиты от патогенов так, что при последующем заражении чувствительное растение реагирует на инфекцию как относительно устойчивое. Перспективно использование в качестве индукторов болезнеустойчивости веществ природного происхождения или их синтетических аналогов с росторегулирующими свойствами. Применение природных фиторосторегуляторов-адаптогенов, стимулирующих способность растительного организма противостоять внутренним и внешним факторам стресса, имеет неоспоримое преимущество перед использованием синтетических (неприродных) защитных веществ с точки зрения экологической безопасности и сохранения биоразнообразия. Действие адаптогенов, компенсирующих влияние стресса, многопланово. Они улучшают динамику физиолого-биохимических реакций, повышают уровень неспецифического иммунного ответа, устойчивость организма к неблагоприятным факторам окружающей среды, обеспечивая прибавку урожая даже в отсутствие эффективного контроля болезней. Брассиностероиды как росторегуляторы растений достаточно хорошо изучены. Накоплено значительное число экспериментальных данных,

касающихся многих аспектов распространения, биосинтеза, синтеза и особенностей действия этих веществ на растения. Многими исследователями показано, что под действием brassinosterоидов в зависимости от концентрации увеличивается энергия прорастания и всхожесть семян, повышается накопление биомассы, ускоряется генеративное развитие, возрастает содержание белка и пигментов и т.д. [1–3]. Такие изменения роста, развития и метаболизма растений приводят к улучшению их жизнедеятельности и как следствие, увеличению продуктивности. В то же время эти соединения обладают антистрессовыми, адаптогенными свойствами, повышающими устойчивость растений ко всем видам стресса [4–7].

Согласно современным представлениям об индуцированном иммунитете, в растениях существует два типа устойчивости (пути передачи сигнала), зависящих от низкомолекулярных сигнальных молекул – регуляторов генной активности [8]. Оба эти пути могут не только одновременно функционировать в растении, но и приводить к синергетическому усилению защитного потенциала растений от патогенов. Brassinosterоиды являются уникальными индукторами как салицилатного, так и жасмонатного пути передачи сигнала для активации защитных реакций растений [9]. Сочетание brassinosterоидов с другими сигнальными молекулами может приводить к усилению либо салицилатного, либо жасмонатного пути метаболизма. Салициловая кислота в настоящее время рассматривается большинством исследователей как ключевой компонент одноименного сигнального пути, ведущего к развитию в растениях системной приобретенной устойчивости ко всем группам патогенных микроорганизмов [10, 11]. Сочетание brassinosterоидов с салициловой кислотой может усилить путь метаболизма, регулируемый салициловой кислотой. Это позволит расширить спектр и повысить эффективность действия фитогормональных стероидов не только против некротрофных, но и биотрофных фитопатогенов. Отрицательным свойством салициловой кислоты является ее способность не оказывать влияния или подавлять процессы репарации растительных тканей, что связано с ее воздействием на различные этапы липоксигеназного метаболизма [12]. Поэтому ведется поиск новых веществ на основе модификаций салициловой кислоты, способных индуцировать как защиту тканей от патогенов, так и стимуляцию процессов раневой репарации. Создан препарат защитного действия, сочетающий в себе низкомолекулярный водорастворимый хитин-хитозановый элиситор и фрагменты молекул салициловой кислоты, обладающий способностью индуцировать в тканях клубней картофеля как фитотроустойчивость, так и раневую репарацию [13]. В ИБОХ НАН Беларуси в лаборатории химии стероидов под руководством академика НАН Беларуси В.А. Хрипача создан ряд модифицированных остатком салициловой кислоты brassinosterоидов и показана их очень высокая иммуномодулирующая активность [14].

В настоящей работе проведено комплексное сравнительное изучение защитного действия 24-эпибрасинолида, салициловой кислоты, их со-

четания в механической смеси и в форме конъюгата с целью создания нового экологически безопасного защитно-стимулирующего препарата.

Объекты и методы исследования. Исследования проводились в лабораторных и полевых опытах. Объект исследований – яровой ячмень (*Hordeum vulgare* L.) районированных сортов.

Патосистема ячмень - возбудитель сетчатого гельминтоспориоза фитопатогенный гриб *Helminthosporium teres* Sacc. [*Drechslera teres* (Sacc.) Shoem.]. Растения ячменя сорта Магутны выращивали в условиях светокультуры (3–6 тыс. люкс) до возраста 2-го листа (14 сут). Обработку проростков проводили путем опрыскивания водными растворами веществ, через сутки инокулировали водной суспензией конидий с 1% Твин-80 (3–5 тыс./мл). Контролем служили растения, обработанные водой. Культуру гриба выращивали на среде Чапека. Использовали споры 9-10-дневной культуры.

Для количественного определения продуктов ПОЛ использовали тест с 2-тиобарбитуровой кислотой (ТБК), в основе которого лежит связывание последней с липидными перекисями и образование окрашенных продуктов (ТБК-продуктов) [15]. Пробу свежей массы растирали до гомогената в 0,25% 2-ТБК в 10% ТХУ. Гомогенат переносили в центрифужные пробирки, которые закрывали алюминиевой фольгой, уровень маркировали. Пробу нагревали 30 мин при 95 °С, после чего охлаждали в проточной воде и доводили до метки дистиллированной водой. Центрифугировали 15 минут при 8000 g. Супернатант спектрофотометрировали при 532 нм. Количества ТБК-продуктов рассчитывали, используя молярный коэффициент экстинкции – $1,55 \cdot 10^5 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$.

В полевых мелкоделяночных опытах в агроценозе ярового ячменя сорта *Мустанг* определяли влияние 24-эпибрасинолида, его композиции с салициловой кислотой и конъюгата на степень поражения растений фитопатогенными грибами, их видовой состав, а также зерновую продуктивность культуры. Опыты закладывали на экспериментальной базе РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» (г. Жодино) по общепринятой технологии возделывания культуры на делянках площадью 1 м², в 4-х кратной повторности в соответствии с методикой полевого опыта по Б.А. Доспехову [16].

Грибные болезни учитывали по методам [17] и определяли видовой состав возбудителей в течение вегетации. Идентификацию возбудителей проводили по характеру спороношения [18] в чашках Петри на агаре.

Развитие болезней определяли по формуле:

$$P = \frac{\sum(ab) \cdot 100}{Nk},$$

где *a* – число больных растений; *b* – соответствующий балл их поражения; *N* – общее количество учтенных растений; *k* – высший балл шкалы учета.

Все экспериментальные данные обрабатывали по Рокицкому [19] или с помощью модифицированной программы для статистической обработ-

ки Statium, разработанной в группе ОВМ Института генетики и цитологии НАН Беларуси.

Результаты и их обсуждение. На первом этапе исследований в лабораторных опытах в модельной патосистеме ячмень – возбудитель сетчатого гельминтоспориоза изучено влияние соединений на проявление процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) как показателя защитного антиоксидантного их действия. Выявлено, что в инфицированном контроле содержание малонового диальдегида (МДА) увеличивалось в полтора раза по сравнению со здоровыми растениями, что свидетельствует о высокой интенсивности окислительных процессов, происходящих под влиянием некротрофного патогена (рис. 1).

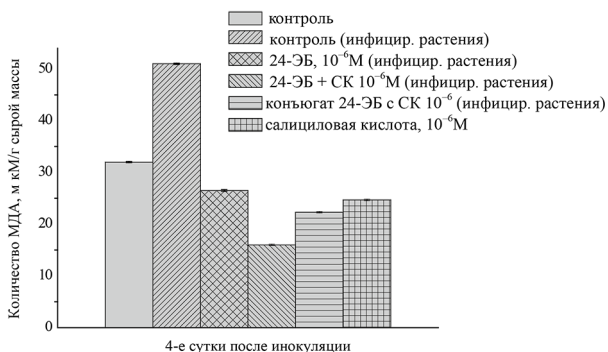


Рис. 1. Содержание продуктов ПОЛ в листьях растений ячменя, инфицированных фитопатогенным грибом *Helminthosporium teres* Sacc.

В условиях биотического стресса конъюгат 24-эпибрассинолида и механическая смесь более эффективно по сравнению с исходными веществами предотвращали развитие окислительного повреждения растений, что проявлялось в меньшем содержании продукта ПОЛ – малонового диальдегида. Примечательно, что смесь фитогормона с салициловой кислотой показала более высокое защитное антиоксидантное действие, чем конъюгат. Возможно, что такие различия связаны с тем, что из конъюгата происходит постепенное высвобождение свободных эпибрассинолида и салициловой кислоты, в то время как при одновременном введении двух фитогормонов проявляется их синергизм. Такой эффект может быть связан с наличием общих сигнальных посредников, задействованных в трансдукции сигналов этих фитогормонов в генетический аппарат клетки. Известно, в передаче сигналов как СК, так и БС принимает участие белок NPR1 [4]. Другими общими посредниками, участвующими в передаче сигналов как брассиностероидов, так и салициловой кислоты могут быть активные формы кислорода [20]. Можно предположить, что сочетание 24-эпибрассинолида с салициловой кислотой индуцирует более широкий спектр защитных реакций, чем фитогормоны по отдель-

ности. Обычно такие вещества являются слабыми биоцидами либо вообще не обладают биоцидностью по отношению к грибам, они действуют на патогенез в целом, индуцируя реакции устойчивости у растений.

Изучено прямое антигрибное действие модифицированного остатком салициловой кислоты эпибрассинолида в сравнении с компонентами, их составляющими и механической их смесью. Тест-объектом служил тот же фитопатогенный гриб возбудитель сетчатого гельминтоспориоза, выращенный на твердой питательной среде с добавлением исследуемых соединений. Результаты представлены в таблице 2 и свидетельствуют о наличии определенной фунгистатической активности 24-эпибрассинолида и салициловой кислоты, примененных по отдельности и салицилата 24-эпибрассинолида. Наиболее высокую биоцидную активность показал 24-эпибрассинолид, ингибируя рост гриба на 40%. Ингибирование роста патогена на среде с добавлением салицилата 24-эпибрассинолида и салициловой кислоты составляло около 30% в том и другом случае. Видимый эффект заключался в более слабом развитии мицелия и наступлении спороношения, изменении плотности мицелия и характера формирования спор (табл. 1, рис. 2). Механическая смесь не проявила фунгистатической активности. Наоборот, добавление салициловой кислоты к эпибрассинолиду нивелировало ингибирующее действие последнего на рост фитопатогена в культуре, тогда как химическая модификация такого эффекта не оказывала, сохраняя фунгистатическое действие фитогормона.

Актуальное требование времени при защите растений – получение комплексного эффекта. Задачей полевых исследований явилось определение способа применения соединений для получения максимального эффекта при повышении болезнеустойчивости и продуктивности ярового ячменя. Болезни, вызываемые фитопатогенными грибами и поражающие листовой аппарат растений, наибольший вред приносят в период его активного функционирования от фазы стеблевания до молочной спелости. Необходимо как можно дольше защищать посевы, особенно 3 верхних листа до колошения и 2 верхних после колошения. Патогены могут не только снижать урожайность, но и ухудшать показатели качества зерна. Эффективность же действия фиторегуляторов на болезнеустойчивость злаков в большой мере зависит от времени появления инфекции и времени обработки. Если в результате протравливания достигнута высокая степень обеззараженности семян от патогенного комплекса, то в первую половину вегетации, как правило, обеспечивается благоприятное фитосанитарное состояние посевов, и для его оптимизации до конца вегетации бывает достаточно одной обработки, проведенной в период флаг-лист – колошение. При недостаточной обеззараженности семян из-за высокой исходной инфицированности на посевах ячменя может наблюдаться прогрессирующее развитие сетчатой пятнистости. При интенсивных технологиях выращивания ярового ячменя на таких посевах целесообразна двукратная защита: первая – в фазу выхода в трубку и вторая – по колосу.

Таблица 1. Сравнительное действие фиторегуляторов на рост фитопатогенного гриба *Helminthosporium teres* Sacc. [*Drechslera teres* (Sacc) Shoem.] в культуре

Фиторегулятор	Время появления мицелия / спор (сут)	Диаметр грибных колоний (10 сут.), см/% к контролю	Описание грибных колоний (10 сут.)
H ₂ O дистил. (контроль)	2 / 4	8,00±0,5 / 100	Мицелий темный, рыхлый, занимает всю площадь чашки. Рост равномерный, концентрический, наблюдается повторное израстание. Спороношение обильное, споры крупные, оливковые, сформированные, с 4-5 перегородками.
24-эпибрассинолид, 10 ⁻⁶ М	2 / 7	5,00±0,5 / 63	Мицелий темный, плотный, рост концентрический, замедлен, по краям израстает. Спороношение слабое, споры мелкие темные, неразвитые.
Салициловая кислота, 10 ⁻⁶ М	2 / 7	6,00±0,5 / 72	Мицелий белый пушистый, рост секторальный, замедлен, отдельные колонии сливаются в одну через 5 суток. Спороношение слабое, споры мелкие, светлые, сформированные, с 4-5 перегородками.
Салициловая кислота, 10 ⁻⁶ М + 24-эпибрассинолид, 10 ⁻⁶ М	2 / 4	6,70±0,6 / 84	Мицелий темный, пушистый, не достраивает до краев чашки, израстание в центре. Спороношение обильное, споры крупные, оливковые, с 4-5 перегородками.
Салицилат 24-эпибрассинолида, 10 ⁻⁶ М	2 / 7	5,63±0,5 / 70	Мицелий светлый плотный, рост равномерный концентрический. Спороношение очень слабое, споры мелкие, светлые, с 2-3 перегородками.

В засушливых условиях вегетационного периода 2018 года посевы до стадии появления флагового листа были относительно слабо поражены возбудителями болезней. На флаговом листе признаков болезней не обнаружено, общая же степень поражения (3-ий лист сверху и подфлаг) составляла в среднем 20%. Были выявлены возбудители альтернариоза (*Alternaria tenuis*), аскохитоза (*Ascochyta graminicola*), фузариоза (*Fusarium sp.*), гельминтоспориоза (*Helminthosporium teres* и *Helminthosporium graminis*). Преобладающим патогеном являлся *Alternaria tenuis* и далее по мере онтогенетического развития ячменя спектр фитопатогенов практически не менялся. Исходя из невысокого уровня инфекции в посевах вплоть до фазы начала колошения, обработку растений проводили в фазу флаг-лист – начало колошения (39–41). Дальнейший учет развития болезней проводили в фазы колошения, цветения и молочной спелости зерна по третьему сверху, подфлаговому и флаговому листьям. Установлено, что все применяемые соединения как по отдельности, так и в сочетании способствовали улучшению фитосанитарного состояния агроценоза ячменя уже на стадии колошения, при появлении признаков поражения флагового листа в контроле. Общая степень поражения листьев в контрольном варианте составила 22%,

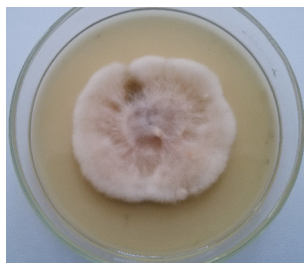
т. е. можно констатировать, что инфекция в условиях засухи развивалась слабо. Тем не менее, степень поражения растений во всех вариантах опыта снижалась по сравнению с контролем. Наиболее активной оказалась смесь, салицилат уступал незначительно. Наименьшую активность проявила салициловая кислота, в то же время в смеси с эпибрассинолидом ее активность возросла вдвое (рис. 3).



H₂O дист. (контроль)



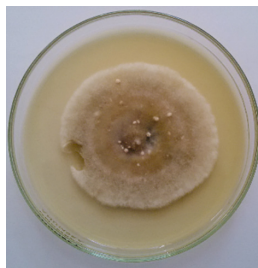
24-эпибрассинолид



Салициловая кислота



24-эпибрассинолид +
салициловая кислота



Салицилат 24-эпибрассинолида

Рис. 2. Прямое антигрибное действие фиторегуляторов

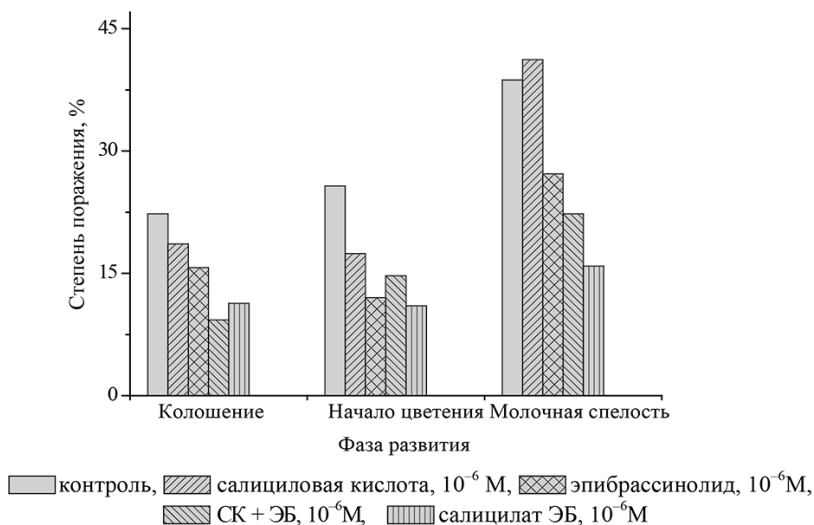


Рис. 3. Действие фиторегуляторов, их смеси и конъюгата на развитие грибных болезней ярового ячменя сорта Мустанг

К фазе цветения степень поражения растений грибными болезнями практически не изменялась. Эффективность защитного действия соединений возрастала. Практически все вещества снижали степень поражения в 2 раза. Максимально эффективным был конъюгат 24-эпибрассинолида с салициловой кислотой, минимально – салициловая кислота.

В фазе молочной спелости отмечалась довольно высокая степень развития болезней на вегетирующей массе. Вероятно, это связано с погодными условиями, поскольку в этот период выпало большое количество осадков. На этом фоне защитное действие конъюгата 24-эпибрассинолида и механической смеси эпибрассинолида с салициловой кислотой по-прежнему оставалось высоким. Степень поражения листьев в этих вариантах снижалась по сравнению с контролем почти втрое в первом случае и вдвое – во втором.

Эпибрассинолид был менее эффективен, а защитное действие салициловой кислоты исчезало. Таким образом, развитие болезней в агроценозе ячменя возрастало только в фазу созревания. Обработка же фиторегуляторами существенно снижала степень поражения растений в течение всего эксперимента.

По всем фазам в комплексе лучшие показатели защиты дало применение 24-эпибрассинолида в сочетании с салициловой кислотой в форме конъюгата, эффективность механической смеси фитогормона и салициловой кислоты снижалась к концу вегетации. Вероятно, салициловая кислота и эпибрассинолид обладают достаточным синергическим действием, поэтому при использовании их механической смеси, когда соединения одновременно поступают в растение, сразу проявляется сильное стимулирующее их влияние на физиолого-биохимические процессы растений, что способствует повышению собственного потенциала самозащиты (иммунитета) и приводит к повышению болезнеустойчивости. Возможно конъюгат обладает более высоким и пролонгированным защитным действием по сравнению с механической смесью вследствие постепенного высвобождения фитогормона и салициловой кислоты, тогда как защитное действие смеси реализуется быстрее, но оно менее продолжительно.

Что касается продуктивности, то в условиях 2018 года урожайность культуры была относительно невысокой (табл. 2). Такая ситуация сложилась в результате крайне неблагоприятных погодных условий, когда практически до стадии налива зерна не выпадали осадки, а на стадии созревания их, наоборот, выпало большое количество. Отмечалась щуплость зерна и снижение урожая. На этом неблагоприятном фоне формирования урожая во всех вариантах наблюдалась тенденция повышения массы зерна с колоса, в наибольшей степени (на 30%) в варианте с применением смеси эпибрассинолида с салициловой кислотой, в наименьшей – при применении самой салициловой кислоты. Применение конъюгата увеличивало этот показатель на 20%.

Таблица 2. Влияние фиторегуляторов, их смеси и конъюгата на зерновую продуктивность ярового ячменя сорта Мустанг

Вариант	Число колосьев/м ² , шт.	Масса семян 1 колоса, г	Масса зерна/м ² , % к контролю
H ₂ O дист. (контроль)	620±22,3	0,57±0,06	100
Салициловая кислота, 10 ⁻⁶ М	630±20,1	0,60±0,02	107
24-эпибрассинолид, 10 ⁻⁶ М	660±12,6	0,65±0,02	121
СК + ЭБ, 10 ⁻⁶ М	610±25,0	0,73±0,03	126
Салицилат ЭБ, 10 ⁻⁶ М	690±24,3	0,68±0,03	133
Ошибка опыта	3%	5%	

Тем не менее, 32 урожай семян в большей степени повышался при применении конъюгата за счет увеличения под его воздействием числа колосьев. При применении смеси, наоборот, проявлялась тенденция уменьшения их количества. Вероятно, смесь оказывала влияние только на процессы формирования зерна, тогда как модифицированное соединение влияло также и на ростовые процессы растений. Возможно это также является результатом постепенного высвобождения из конъюгата свободных салициловой кислоты и 24-эпибрассинолида. В итоге под воздействием фиторегуляторов повышалось и качество урожая. Увеличивалась масса 1000 зерен, снижался уровень семенной инфекции, с которым коррелировала всхожесть. Так, например, в контроле она составляла всего 37%, при применении конъюгата – 65%. (табл. 3).

Можно предположить, что причинами повышения качества урожая явились стимуляция образования ассимилятов в растениях, а также стимуляция оттока их к зерновкам, т. е. стимуляции транспорта и налива зерна. Нами ранее было показано, что эпибрассинолид и фенольные соединения обладают достаточно высокой аттрагирующей активностью [21]. Вполне возможно, что и смесь фиторегуляторов, и модифицированное соединение может проявлять такое действие, причем более высокое стимулирующее, чем отдельные вещества, что предполагает наличие синергизма не только в защитном, но и регуляторном действии 24-эпибрассинолида и салициловой кислоты.

Таблица 3. Влияние фиторегуляторов, их смеси и конъюгата на качество семян ярового ячменя сорта Мустанг

Фиторегулятор	Масса 1000 зерен, г	Всхожесть, %	Степень поражения семян грибной инфекцией, %
Контроль	45,0±2,51	37	80
Салициловая кислота, 10^{-6} М	48,4±1,83	53	60
24-эпибрассинолид, 10^{-6} М	50,1±0,68	60	57
СК + ЭБ, 10^{-6} М	52,7±1,02	64	56
Салицилат ЭБ, 10^{-6} М	51,5±2,04	65	50
Ошибка опыта	3%		

Заключение. По результатам лабораторных и полевых испытаний можно сделать предварительный вывод о перспективности практического применения 24-эпибрасинолида в сочетании с салициловой кислотой в форме конъюгата. Защитное его действие в агроценозе ярового ячменя более высокое и пролонгированное, чем действие смеси и соответственно веществ, их составляющих. Реализуется оно за счет иммунизирующего действия на растительный организм, вероятно, индуцируя более широкий спектр защитных реакций, чем компоненты, его составляющие, и потенциально может защищать растения яровых злаков от болезней посредством изменения обмена веществ защищаемого растения в сторону, неблагоприятную для патогенов, особенно некротрофных. Применение 24-эпибрасинолида в сочетании с салициловой кислотой положительно сказывается на продуктивности культуры и качестве семян ярового ячменя в первом поколении потомства: повышается их жизнеспособность и улучшается фитосанитарное состояние.

Литература

1. Sasse J.M. // Plant Growth Regul. 2003. Vol. 22. P. 276-288.
2. Авальбаев А.М., Юлдашев Р.А., Шакирова Ф.М. // Успехи современной биологии. 2006. Т.126. №2. С. 192–200.
3. Khripach V.A., V. A. Zhabinskii, de Groot // Ann. Bot. 2000. V. 86. №3. P. 441–447.
4. Bajguz A., Hayat S. // Plant Physiol. Biochem. 2009. V. 47. P. 1–8.
5. Krishna P. // Plant Growth Regul. 2003. Vol. 22. P. 289–297.
6. Прусакова Л.Д., Чижова С.И. // Агрохимия. 2005. №12. С. 87–94.
7. Хрипач В.А. // Клеточная биология и биотехнология растений: тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. (г. Минск, 13–15 февр. 2013 г.). Минск, 2013. С. 81.
8. Тютюрев С.Л. Научные основы индуцированной болезнестойчивости растений. Санкт-Петербург, 2002. 328 с.
9. <http://www.findpatent.ru/patent/259/2596923.html>.
10. Ryals J.A., Neunswander U.H., Willits M.G., Molina A., Steiner H.J., Hunt M.G. // Plant Cell. 1996. Vol.8. P. 1908–1918.
11. Janda T., Horvath E., Shlai G., Paldi E. // Eds. S. Hayat, A. Ahmad. Dordrecht: Springer, 2007. P. 91–150
12. Егорова А.М., Яковлева В.Г., Тарчевский И.А. // Рецепция и внутриклеточная сигнализация: Материалы междунар. конф. ОНТ. Изд-во Пушкино. 2007. С. 255–258.
13. Озерецковская О.Л., Васюкова Н.И., Герасимова Н.Г., Чаленко Г.И., Львова А.А., Левов А.Н., Ильина А.В., Варламов В.П., Тарчевский И.А. // Докл. РАН. 2009. Т.427. №3. С. 423–425.

14. Манжелесова Н.Е., Литвиновская Р.П., Полянская С.Н., Корытько Л.А., Савочка О.П. // Доклады НАН Беларуси. 2019. Т. 63. №3. С. 304–311.
15. De Vos C.H.R., Schat H., Vooijs R., Ernst W.H.O. // J. Plant Physiol. 1989. Vol. 135. P. 164-169.
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования. 5-е изд. М.: Агропромиздат. 1985. 351с.
17. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: Рекомендации в 2-х книгах / НИРУП «БелИЗР». Под редакцией С.В. Сороки. Мн., 2003. Книга 1. 248 с. Кн. 2. 255 с.
18. Билай В.И., Гвоздяк Р.И., Скрипаль И.Г. и др. Микроорганизмы – возбудители болезней растений (справочник) / Под ред. Билай В.И. Киев, 1988. 552 с.
19. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. М.: Высш. Школа, 1978. 312 с.
20. Колупаев Ю.Е., Ястреб Т.О. // Физиология и биохимия культ. растений. 2013. Т. 45. № 2. С. 113–126.
21. Манжелесова Н.Е., Волюнец А.П. // Весці НАН Беларусі. Сер. біял навук. 2004. №2. С. 10–12.

Н.Е. МАНЖЕЛЕСОВА, С.Н. ПОЛЯНСКАЯ,
Л.А. КОРЫТЬКО
**ДЕЙСТВИЕ 24-ЭПИБРАССИНОЛИДА
В СОЧЕТАНИИ С САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ
НА УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ
ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ К ГРИБНОЙ ИНФЕКЦИИ**

Резюме

Защитное действие сочетания 24-эпибрассинолида и салициловой кислоты в форме конъюгата определялось двумя параметрами: способностью индуцировать иммунные ответы в тканях растений и оказывать токсическое действие на развитие патогена, вызывающего сетчатую пятнистость ячменя, тогда как защитное действие 24-эпибрассинолида в механической смеси с салициловой кислотой зависело только от способности вызывать защитный потенциал в растительных тканях. Салициловая кислота и 24-эпибрассинолид синергически взаимодействуют в процессах формирования защиты и продуктивности ярового ячменя.

N.Y. MANZHALESAVA, S.N. POLJANSKAJA, L.A. KARYTSKA
**THE INFLUENCE OF 24-EPIBRASSINOLIDE
IN COMBINATION WITH SALICYLIC ACID
ON FUNGAL DISEASE RESISTANCE OF BARLEY**

Summary

The protective action of 24-epibrassinolide and salicylic acid in combination in the form of conjugate was defined by two parameters: the ability to induce the immune responses in plant tissues and to exhibit a toxic effect on the pathogen development. The protective action of 24-epibrassinolide in a mechanical mix with salicylic acid depend on its ability to induce the defense potential of plant tissues only. Salicylic acid and 24-epibrassinolide interact synergistically in processes of formation of protection against phytopathogenic infection and productivity spring barley.

Поступила в редакцию 27.11.2019 г.

И.А. МАШКИН, Л.А. КОРЫТЬКО, В.П. ШУКАНОВ
**ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ
НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ЕЛИ (*PICEA ABIES* L.)**

*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
НАН Беларуси, г. Минск*

Введение. Хвойные леса в Беларуси и во всем мире постоянно подвергаются воздействию ряда негативных биотических и абиотических факторов окружающей среды, последствия влияния которых позволяют компенсировать мероприятия, направленные на лесовосстановление и лесоразведение. Качество семян, напрямую зависящее от использованного семенного материала, является неотъемлемой составляющей, обеспечивающей наибольшую успешность посадочных работ. Семена древесных пород растений прежде всего должны обладать высокой всхожестью, а снижение может быть вызвано нарушением условий хранения, развитием грибковых организмов, поэтому для предотвращения ухудшения посевных качеств, целесообразно производить агротехнические приемы, способствующие стимулированию роста растений и повышению их болезнеустойчивости. С этой целью, на предпосевном этапе, как правило, используют ряд химических веществ (регуляторы роста, фунгициды, макро- и микроудобрения) обработкой которыми, позволяет дольше сохранить семенной материал и предотвратить поражение семян и всходов болезнями при посадке в почву. В последние годы агрохимическая промышленность шагнула далеко вперед, так, большинство применяемых на данный момент средств защиты растений содержат в своем составе не только активные вещества, но и микроудобрения, биологически активные соединения, прилипатели, что делает их использование более эффективным и экономически оправданным. Современные экологические стандарты требуют абсолютной безопасности средств защиты растений, что достигается, прежде всего, путем замены искусственно синтезированных веществ на природные аналоги, однако даже такие химические соединения при неправильном дозировании могут нанести вред как самому растению, так и окружающей среде. Поэтому все еще остается актуальной проблема всестороннего изучения влияния защитно-стимулирующих препаратов и их комплексных смесей на рост и развитие растений, а также их эффективность в повышении болезнеустойчивости в зависимости от дозировки.

Целью нашей работы являлось изучение влияния протравителей фунгицидного действия, регуляторов роста, пленкообразователей и их смесей при предпосевной обработке в различных концентрациях на степень поражения семян грибной инфекцией, посевные качества и начальный рост семян ели обыкновенной.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов исследования использованы семена ели обыкновенной 2015–2016 гг. заготовки.

Партии семян по своим посевным качествам относились к первому классу [1], были полностью очищены от примесей и загрязнений.

Для эффективной защиты от грибковых фитопатогенов как семян, так и проростков в будущем, целесообразно использовать на предпосевном этапе препараты, обладающие фунгицидным действием [2]. На данный момент в «Государственном реестре средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» [3] зарегистрировано множество протравителей фунгицидного действия, однако не все они имеют апробацию на семенах хвойных пород растений и, соответственно, все еще остается открытой необходимостью проведения дополнительных исследований в данном направлении. Одним из наиболее хорошо изученных протравителей является Раксил, КС (тебуконазол, 60 г/л), который должен эффективно предотвращать плесневение семян и инфекционное полегание сеянцев сосны и ели при предпосевной обработке семенного материала в дозировке 50 мл на 1 л воды. Другой выбранный для исследования препарат – Винцит Форте, КС (флутриафол, 37,5 г/л + тиабендазол, 25 г/л + имазалил, 15 г/л) не имеет в реестре СЗР рекомендаций по предпосевной обработке семян хвойных растений, а для остальных зарегистрированных культур концентрация фунгицида в рабочем растворе колеблется в диапазоне от 80 мл (овес) до 200 мл (дуб черешчатый) на 1 л воды. Также следует отметить, что в состав обоих препаратов входят прилипатели, позволяющие равномерно наносить протравители на поверхность семян, сокращая необходимую минимальную концентрацию в рабочих растворах [3, 4].

Не менее важным составляющим качественной предпосевной обработки семян является применение регуляторов роста растений, которые повышают интенсивность ростовых процессов, способствуя развитию более сильного иммунитета к болезням. Наиболее перспективными росторегулирующими препаратами отечественного производства являются Экосил Микс (тритерпеновые кислоты, 5 г/л) и Экосил Плюс (тритерпеновые кислоты, 2,5 г/л), активный компонент которых получают из хвои пихты сибирской, что относит их, согласно санитарно-гигиенической классификации, к четвертому (последнему и наиболее безвредному) классу опасности. Также данные препараты обогащены природным комплексом макро- и микроэлементов и широким спектром биологически активных соединений, а тритерпеновые кислоты обладают не только росторегулирующим, но и фунгицидным действием. Согласно разным источникам, рекомендованная дозировка препаратов на основе Экосила для предпосевной обработки семян разных культур составляет от 0,4 мл до 10 мл на 1 л воды в рабочем растворе [3–5].

Наиболее совершенным способом нанесения средств защиты растений на семена является их инкрустирование, которое возможно при использовании специальных пленкообразующих веществ. Отечественный препарат «Гисинар» и его производные, получаемые на основе дешевого водорастворимого сополимера акриламида и натриевой соли акриловой кислоты, проявляют свойства не только регулятора роста растений, но

и супервдоадсорбента, способного поглощать и обратимо удерживать до тысячи граммов воды и водных растворов на 1 грамм сухого вещества, образуя пленку на поверхности семян, а макро- и микроэлементы, входящие в их состав в хелатной форме, обеспечивают дополнительный стимулирующий эффект на ростовые процессы. Рекомендованный расход препаратов на основе Гисинара при инкрустации семян составляет 50 мл на 1 л воды в рабочем растворе [4, 5].

Для определения наиболее оптимальных дозировок исследуемых препаратов вначале была осуществлена предпосевная обработка семян согласно схеме, приведенной в таблице 1. Затем семена проветривались и просушивались до сыпучего состояния.

Таблица 1. Схема проведения опыта

Вариант	Способ обработки	Время обработки, мин	К-во семян, шт.	Дозировка препарата в рабочем растворе, мл на 1 л воды	Расход рабочего раствора, мл
Контроль (вода)	замачивание	60	400	-	1
Контроль (сухие семена)	инкрустация	—	—	—	—
Раксил, КС	инкрустация	10	400	50	1
Раксил, КС	инкрустация	10	400	25	1
Раксил, КС	инкрустация	10	400	100	1
Винцит Форте, КС	инкрустация	10	400	50	1
Винцит Форте, КС	инкрустация	10	400	100	1
Винцит Форте, КС	инкрустация	10	400	200	1
Винцит Форте, КС	инкрустация	10	400	400	1
Экосил Плюс	замачивание	60	400	0,4	1
Экосил Плюс	замачивание	60	400	1	1
Экосил Плюс	замачивание	60	400	5	1
Экосил Плюс	замачивание	60	400	10	1
Экосил Микс	замачивание	60	400	0,4	1
Экосил Микс	замачивание	60	400	1	1
Экосил Микс	замачивание	60	400	5	1
Экосил Микс	замачивание	60	400	10	1
Гисинар – (M, Cu, Zn, Mn)	инкрустация	60	400	25	1
Гисинар – (M, Cu, Zn, Mn)	инкрустация	60	400	50	1

После определения наиболее оптимальных дозировок исследованных препаратов на основе полученных данных были составлены двух- и трехкомпонентные защитно-стимулирующие смеси, которые наносили на поверхность семян посредством инкрустации.

В ходе исследований был проведен фитопатологический анализ семян. Для этого семена с разными вариантами обработки раскладывали на твердую питательную агаровую среду с целью определения внутрен-

ней и поверхностной инфекции медленно развивающихся патогенных грибов. В таких условиях, в случае инфицированности семян, микроорганизмы переходят на субстрат, на котором образуются хорошо заметные колонии. Степень инфицирования семян грибными патогенами рассчитывали по количеству пораженных семян через 10 суток после раскладки на агаровую питательную среду и выражали в процентах к общему количеству исследуемых семян [1, 6].

Помимо фитопатологического анализа произведена оценка посевных качества семян ели в зависимости от предпосевной обработки в соответствии с действующим ГОСТом 13056.6-97 [8]. При этом определялись техническая всхожесть и энергия прорастания. Дополнительно был рассчитан средний семенной покой семян, а также измерена длина проростков ели (в мм) на 15-й день проращивания и выражена в среднем арифметическом значении [6].

Всхожесть (техническая) и энергия прорастания – основные показатели качества семян, которые определяются путем их проращивания. Проращивание проводили в чашках Петри на фильтровальной бумаге при постоянном увлажнении ложа. Учет результатов производили в дни, установленные в соответствии с условиями определения всхожести и энергии прорастания для семян исследуемых культур согласно ГОСТу 13056.6-97. Энергию прорастания для ели определяли на 10 день, всхожесть – на 15 день. Всхожесть и энергию прорастания вычисляли как среднее арифметическое результатов проращивания 4-х проб семян и выражали в процентах [7, 8].

Средний семенной покой – это среднее число дней, прошедших с момента раскладки семян на проращивание до появления ростков. Он определяется путем сложения произведений числа проросших семян к каждому учетному дню на число дней данного срока и деления полученной суммы на общее количество проросших семян за весь период анализа [9].

Для анализа данных, полученных в ходе исследования, использована программа Microsoft Excel 2013. С целью проверки достоверности полученных данных рассчитана ошибка среднего и парный двухвыборочный t-критерий Стьюдента (уровень значимости 0,05).

Результаты исследований и их обсуждение. Произведенные обработки показали, что использованные протравители фунгицидного действия подавляют развитие грибковых организмов во всех дозировках, однако препарат Винцит Форте, КС оказал более сильный ингибирующий эффект (см. табл. 2). Во всех вариантах предпосевной обработки фунгицидами прослеживается уменьшение процента зараженных семян при увеличении дозировки препаратов. Однако следует отметить, что препарат Винцит Форте в дозировках 100, 200 и 400 мл/л полностью подавил развитие грибковых организмов, а при концентрации 50 мл/л количество пораженных семян составляло всего 3%, в свою очередь протравитель Раксил, КС оказал менее выраженный эффект, снижая долю инфицированных семян только до 30% при максимальной дозировке в рабочей жидкости.

Таблица 2. Влияние обработок на развитие грибных инфекций

Вариант	Доля инфицированных семян, %	Видовой состав
Контроль (сухие семена)	76,70±3,40	<i>Aspergillus sp.</i> <i>Penicillium spp.</i>
Раксил, КС 25 мл/л	46,71±3,42	<i>Penicillium spp.</i> <i>Aspergillus sp.</i>
Раксил, КС 50 мл/л	40,01±5,81	<i>Aspergillus sp.</i> <i>Penicillium spp.</i>
Раксил, КС 100 мл/л	30,00±5,80	<i>Aspergillus sp.</i>
Винцит Форте, КС 50 мл/л	3,00±0,11	<i>Penicillium spp.</i>
Винцит Форте, КС 100 мл/л	0	нет
Винцит Форте, КС 200 мл/л	0	нет
Винцит Форте, КС 400 мл/л	0	нет
Экосил Плюс 0,4 мл/л	40,00±5,81	<i>Aspergillus sp.</i> <i>Rhizopus spp.</i>
Экосил Плюс 1 мл/л	29,43±3,40	<i>Aspergillus sp.</i> <i>Rhizopus spp.</i>
Экосил Плюс 5 мл/л	23,41±3,40	<i>Aspergillus sp.</i> <i>Rhizopus spp.</i>
Экосил Плюс 10 мл/л	16,70±3,42	<i>Aspergillus sp.</i>
Экосил Микс 0,4 мл/л	45,00±5,83	<i>Aspergillus sp.</i> <i>Rhizopus spp.</i>
Экосил Микс 1 мл/л	30,72±3,41	<i>Aspergillus sp.</i> <i>Penicillium spp.</i>
Экосил Микс 5 мл/л	26,70±6,70	<i>Aspergillus sp.</i> <i>Rhizopus spp.</i> <i>Alternaria spp.</i>
Экосил Микс 10 мл/л	23,40±3,43	<i>Aspergillus sp.</i> <i>Rhizopus spp.</i>
Гисинар-М 25 мл/л	20,01±5,83	<i>Aspergillus sp.</i> <i>Penicillium spp.</i> <i>Rhizopus spp.</i>
Гисинар-М 50 мл/л	10,00±5,80	<i>Penicillium spp.</i>
Гисинар-Сu 25 мл/л	20,01±5,80	<i>Penicillium spp.</i>
Гисинар-Сu 50 мл/л	3,43±3,41	<i>Penicillium spp.</i>
Гисинар-Zn 25 мл/л	13,43±3,43	<i>Aspergillus sp.</i> <i>Penicillium spp.</i> <i>Rhizopus spp.</i>
Гисинар-Zn 50 мл/л	6,71±3,44	<i>Penicillium spp.</i>
Гисинар-Mn 25 мл/л	26,71±3,40	<i>Aspergillus sp.</i> <i>Penicillium spp.</i>
Гисинар-Mn 50 мл/л	16,70±3,42	<i>Aspergillus sp.</i> <i>Penicillium spp.</i>

Фитопатогенная микрофлора подавляется и при предпосевной обработке регуляторами роста, что связано с наличием в их составе тритерпеновых кислот, которые оказывают фунгицидное действие. При этом, доля зараженных семян снижается при увеличении концентрации регуляторов роста, наименьший их процент отмечен при предпосевной обработке рабочими растворами Экосила Плюс и Экосила Микс с дозировкой 10 мл/л.

Покрывание семян ели пленкообразователями также позволило снизить долю инфицированности грибковыми организмами в сравнении с контролем. При этом, в независимости от примененной модификации Гисинара, все препараты показали большую ингибирующую активность на микрофлору в дозировке 50 мл на 1 л воды, а наибольшее снижение количества пораженных семян отмечено при инкрустации Гисинаром-Си (до 3,43 %).

Предпосевная обработка семян ели протравителем фунгицидного действия Раксил, КС не оказала существенного влияния на посевные качества во всех исследованных концентрациях (см. табл. 3), однако в дозировках, равных 50 и 100 мл на 1 л воды в рабочих растворах, отмечено существенное уменьшение длины проростков ели по отношению к контрольным показателям, таким образом, применение фунгицида в высоких концентрациях оказывает ингибирующее действие на прорастание семян и начальный рост.

Таблица 3. Влияние фунгицидов на посевные качества семян и начальный рост ели

Вариант	Средне-суточный покой, дней	Средняя энергия прорастания, %	Средняя техническая всхожесть, %	Средняя длина проростка, мм
Контроль (сухие семена)	7,20±0,15	91,50±1,71	91,00±1,29	55,80±3,14
Раксил, КС 25 мл/л	7,21±0,03	93,50±1,50	94,00±1,15	54,91±3,56
Раксил, КС 50 мл/л	7,35±0,11	89,30±1,73	90,00±1,41	48,00±3,21*
Раксил, КС 100 мл/л	7,35±0,05	92,50±2,22	93,00±1,91	49,36±2,79*
Винцит Форте, КС 50 мл/л	7,80±0,11	89,15±1,55	92,50±1,32	69,00±1,70*
Винцит Форте, КС 100 мл/л	8,11±0,15	87,00±0,96	89,50±1,50	46,10±2,13*
Винцит Форте, КС 200 мл/л	8,40±0,32*	79,20±2,08*	79,00±2,08*	34,85±2,40*
Винцит Форте, КС 400 мл/л	8,65±0,31*	59,00±9,04*	59,00±9,04*	26,10±2,14*

Примечание. * различие с контролем достоверно при $P \leq 0,05$.

Обработка протравителем фунгицидного действия Винцит Форте, КС при дозировке 200 и 400 мл оказала наиболее выраженный отрицательный эффект как на посевные качества, так и на длину проростков. Сред-

ная длина проростков также снизилась и при дозировке Винцита Форте, КС равной 100 мл, а вот при более низкой концентрации препарата (50 мл/л), напротив, отмечено увеличение данного показателя, при этом остальные значения не существенно отличались от контроля.

Замачивание семян ели в растворах регуляторов роста показало, что существенное увеличение энергии прорастания, всхожести и длины проростков отмечается при использовании Экосил Микс в дозировке 0,4 мл на 1 л воды в рабочем растворе (табл. 4), а при повышении концентрации зафиксировано только некоторое увеличение длины проростков и с покоя семян в дозировке 5 мл/л. В свою очередь, обработки регулятором роста Экосил Плюс не оказали явного стимулирующего воздействия на ростовые процессы.

Таблица 4. Влияние регуляторов роста на посевные качества и начальный рост ели

Вариант	Среднесуточный покой, дней	Средняя энергия прорастания, %	Средняя техническая всхожесть, %	Средняя длина проростка, мм
Контроль (вода)	7,41±0,09	88,00±2,94	89,00±2,08	46,48±2,58
Экосил Плюс 0,4 мл/л	7,37±0,03	93,00±1,29	93,00±1,29	47,70±2,80
Экосил Плюс 1 мл/л	7,52±0,07	93,00±1,91	93,00±1,91	36,98±2,15*
Экосил Плюс 5 мл/л	13,58±0,62*	3,25±1,49*	16,00±2,16*	36,31±5,28*
Экосил Плюс 10 мл/л	15,00±0,53*	0,00*	8,00±2,58*	11,08±2,95*
Экосил Микс 0,4 мл/л	7,38±0,11	97,50±1,26*	97,50±1,26*	65,25±3,14*
Экосил Микс 1 мл/л	7,21±0,05	92,00±1,41	92,50±0,96	55,00±3,26*
Экосил Микс 5 мл/л	7,11±0,04*	94,50±1,71	94,50±1,71	54,75±2,84
Экосил Микс 10 мл/л	7,34±0,04	90,00±1,83	90,50±1,50	54,45±3,80

Примечание: * различие с контролем достоверно при $P \leq 0,05$.

Инкрустирование семян ели пленкообразующими препаратами Гисинар-М, Mn, Cu, Zn оказала как положительный, так и отрицательный эффект на посевные качества семян и начальный рост проростков (см. табл. 5). Наиболее заметный отрицательный эффект наблюдается при максимальной дозировке препаратов (50 мл на 1 л воды), снижение концентрации пленкообразователей в варианте с применением Гисинара-Zn, напротив, оказало существенное стимулирующее воздействие на рост проростков. Также при дозировке препарата Гисинар-Cu 25 мл/л отмечено увеличение энергии прорастания и всхожести семян. Следует отметить, что все исследованные пленкообразователи, за исключением Гисинара-Cu, в обеих концентрациях вызвали увеличение среднесуточного покоя семян.

С целью повышения совокупного эффекта применяемых препаратов и исследования их совместности, исходя из ранее выявленных оптимальных дозировок, были составлены двух- и трехкомпонентные защитно-стимулирующие смеси, включающие регуляторы роста, фунгициды и пленкообразователи (табл. 6).

Таблица 5. Влияние пленкообразователей на посевные качества семян

Вариант	Среднесуточный покой, дней	Средняя энергия прорастания, %	Средняя техническая всхожесть, %	Средняя длина проростка, мм
Контроль (сухие семена)	7,29±0,06	92,12±0,82	93,01±0,58	49,81±2,43
Гисинар-М 25 мл/л	9,19±0,23*	77,23±2,63*	90,02±0,82	50,43±2,23
Гисинар-М 50 мл/л	9,60±0,24*	63,50±3,86*	81,50±2,22*	42,31±2,12*
Гисинар-Сu 25 мл/л	7,30±0,06	96,32±1,15*	97,00±1,29*	54,30±5,20
Гисинар-Сu 50 мл/л	9,66±0,17*	40,12±0,82*	51,51±0,96*	39,10±2,30*
Гисинар-Zn 25 мл/л	8,32±0,27*	83,45±3,30	92,03±1,41	63,22±3,32*
Гисинар-Zn 50 мл/л	9,12±0,46*	66,13±6,98*	80,52±3,30*	38,13±3,31*
Гисинар-Mn 25 мл/л	8,22±0,16*	79,50±3,86*	85,50±2,06*	50,80±2,82
Гисинар-Mn 50 мл/л	8,65±0,56*	72,54±3,50*	83,00±2,07*	35,61±3,01*

Примечание. * различие с контролем достоверно при $P \leq 0,05$.

Таблица 6. Влияние многокомпонентных защитно-стимулирующих составов на посевные качества семян и начальный рост ели

Вариант	Среднесуточный покой, дней	Средняя энергия прорастания, %	Средняя техническая всхожесть, %	Средняя длина проростка, мм
Контроль (сухие семена)	7,25±0,09	90,00±1,41	91,00±0,58	64,22±3,39
Экосил Плюс 0,1 мл/л + Гисинар-М 25 мл/л	7,00±0,05*	87,01±1,26	91,51±0,96	63,01±3,96
Экосил Плюс 0,4 мл/л + Гисинар-М 25 мл/л	7,79±0,02	79,00±1,20*	82,00±1,10*	24,98±3,45*
Экосил Плюс 0,1 мл/л + Гисинар-Mn 25 мл/л	7,02±0,09*	85,50±0,96	90,50±0,50	65,35±2,72
Экосил Плюс 0,4 мл/л + Гисинар-Mn 25 мл/л	8,31±0,05	74,00±0,80*	82,00±1,12*	27,55±2,50*
Экосил Плюс 0,1 мл/л + Гисинар-Сu 25 мл/л	7,00±0,07*	87,50±0,92	92,00±1,00	65,15±1,32
Экосил Плюс 0,4 мл/л + Гисинар-Сu 25 мл/л	8,64±0,09*	75,00±1,30*	85,50±1,10	38,00±2,33*
Экосил Плюс 0,1 мл/л + Гисинар-Zn 25 мл/л	7,06±0,06*	87,50±0,98	92,50±0,90	66,33±2,43
Экосил Плюс 0,4 мл/л + Гисинар-Zn 25 мл/л	8,88±0,20*	72,50±2,24*	82,50±1,44*	37,80±3,23*
Экосил Микс 0,1 мл/л + Гисинар-М 25 мл/л	7,50±0,05	81,50±0,89	86,00±1,26	59,85±1,34
Экосил Микс 0,4 мл/л + Гисинар-М 25 мл/л	8,42±0,07*	73,00±1,87*	82,50±1,23*	23,70±3,42*
Экосил Микс 0,1 мл/л + Гисинар-Mn 25 мл/л	7,54±0,10	87,00±1,20	91,00±0,84	65,30±0,54

Продолжение табл. 6

Вариант	Среднесуточный покой, дней	Средняя энергия прорастания, %	Средняя техническая всхожесть, %	Средняя длина проростка, мм
Экосил Микс 0,4 мл/л + Гисинар-Mn 25 мл/л	8,77±0,09*	75,50±2,20*	86,00±1,45	34,85±1,56
Экосил Микс 0,1 мл/л + Гисинар-Cu 25 мл/л	7,50±0,03	88,50±0,89	92,00±0,96	65,33±0,45
Экосил Микс 0,4 мл/л + Гисинар-Cu 25 мл/л	8,49±0,09*	75,50±1,25*	82,50±1,24*	33,73±2,65*
Экосил Микс 0,1 мл/л + Гисинар-Zn 25 мл/л	7,01±0,03*	88,00±0,80	92,50±0,76	65,60±1,32
Экосил Микс 0,4 мл/л + Гисинар-Zn 25 мл/л	8,71±0,10*	78,00±1,90*	86,50±1,10	24,63±2,53*
Экосил Плюс 0,1 мл/л + Раксил, КС 25 мл/л + Гисинар-M 25 мл/л	7,40±0,09	87,50±1,26	87,50±1,26	33,48±3,45*
Экосил Плюс 0,1 мл/л + Раксил, КС 25 мл/л + Гисинар-Mn 25 мл/л	7,29±0,02	87,00±1,29	87,00±1,29	39,85±3,39*
Экосил Плюс 0,1 мл/л + Раксил, КС 25 мл/л + Гисинар-Cu 25 мл/л	7,62±0,09*	87,50±3,77	88,00±3,56	40,05±3,92*
Экосил Плюс 0,1 мл/л + Раксил, КС 25 мл/л + Гисинар-Zn 25 мл/л	7,54±0,06	86,00±0,82	87,00±0,58	41,40±4,00*
Экосил Микс 0,1 мл/л + Раксил, КС 25 мл/л + Гисинар-M 25 мл/л	7,48±0,16	87,50±2,22	88,00±2,16	29,58±3,20*
Экосил Микс 0,1 мл/л + Раксил, КС 25 мл/л + Гисинар-Mn 25 мл/л	7,37±0,08	79,50±0,96*	80,00±1,15*	38,25±3,17*
Экосил Микс 0,1 мл/л + Раксил, КС 25 мл/л + Гисинар-Cu 25 мл/л	7,42±0,16	81,00±2,38	81,00±2,38	39,05±3,19*
Экосил Микс 0,1 мл/л + Раксил, КС 25 мл/л + Гисинар-Zn 25 мл/л	7,20±0,18	81,00±2,51	82,00±2,55*	42,63±3,22*
Экосил Плюс 0,1 мл/л + Винцит Форте, КС 50 мл/л + Гисинар-M 25 мл/л	7,04±0,43*	87,00±3,23	96,00±3,21	63,23±1,43
Экосил Плюс 0,1 мл/л + Винцит Форте, КС 50 мл/л + Гисинар-Mn 25 мл/л	7,89±0,23*	83,50±2,43	86,50±1,43	59,55±3,13
Экосил Плюс 0,1 мл/л + Винцит Форте, КС 50 мл/л + Гисинар-Cu 25 мл/л	8,52±0,34*	77,50±2,54*	82,00±1,43*	61,95±2,65
Экосил Плюс 0,1 мл/л + Винцит Форте, КС 50 мл/л + Гисинар-Zn 25 мл/л	7,50±0,67	79,50±3,54*	81,00±2,57*	56,00±3,67

Вариант	Среднесуточный покой, дней	Средняя энергия прорастания, %	Средняя техническая всхожесть, %	Средняя длина проростка, мм
Экосил Микс 0,1 мл/л + Винцит Форте, КС 50 мл/л+ Гисинар-М 25 мл/л	7,05±0,64*	87,00±3,54	92,50±2,56	70,73±3,62*
Экосил Микс 0,1 мл/л + Винцит Форте, КС 50 мл/л+ Гисинар-Мп 25 мл/л	8,51±0,78*	83,00±3,23	94,00±2,54	70,15±3,58
Экосил Микс 0,1 мл/л + Винцит Форте, КС 50 мл/л+ Гисинар-Cu 25 мл/л	7,61±0,32	88,50±4,32	92,50±2,43	67,51±1,33
Экосил Микс 0,1 мл/л + Винцит Форте, КС 50 мл/л+ Гисинар-Zn 25 мл/л	7,41±0,23	86,50±1,45	89,00±2,43	66,03±1,24

Примечание. * различие с контролем достоверно при $P \leq 0,05$.

Следует учитывать, что при добавлении в рабочие растворы пленкообразователей, препараты будут более сильно фиксироваться на поверхности семян и таким образом, концентрация оптимальная для замачивания может оказаться излишне высокой при инкрустации. Поэтому в первую очередь было определено влияние обработки семян защитно-стимулирующими составами, которые включали пленкообразователи и регуляторы роста в концентрации 0,4 и 0,1 мл/л воды. Так, при использовании обоих регуляторов роста в концентрации 0,4 мл/л в смесях с Гисинарами отмечено ухудшение посевных качеств и ингибирование ростовых процессов ели, а при снижении дозировки до 0,1 мл/л подобного эффекта не наблюдалось. Основываясь на этом, были поставлены опыты по инкрустации семян трехкомпонентными составами с добавлением фунгицидов, которые показали, что применение препарата Раксил, КС негативно отражается на посевных качествах и длине проростков. Обработки же смесями с включением в них регуляторов роста, фунгицида Винцит Форте и пленкообразователя Гисинар-М оказали положительный эффект, понижая среднесуточный покой семян и стимулируя начальный рост ели. В остальных вариантах с применением Винцита Форте существенного изменения показателей относительно контрольных значений не наблюдалось.

Заключение. В ходе проведения исследований фитопатологического анализа семян ели под влиянием обработок средствами защиты растений в различных концентрациях показано, что все использованные препараты подавляют развитие грибной инфекции. При этом, наибольшую фунгицидную активность проявил протравитель Винцит Форте, КС, снижая долю инфицированных семян до 3% при минимальной использованной концентрации (50 мл/л). Дальнейшее увеличение дозировки препарата позволило полностью подавить развитие микрофлоры, но в то же время, оказало отрицательное воздействие на начальный рост ели. Закономерное уменьшение инфицированности семян наблюдается и при повышении дозировок

ки остальных препаратов, но в большинстве вариантов также отмечается проявление негативного эффекта на посевные качества семян и начальный рост проростков, что указывает на отсутствие необходимости применения высоких концентраций исследованных средств защиты растений.

Совместное применение препаратов в защитно-стимулирующих составах позволило уменьшить необходимую для обработки семян концентрацию регуляторов роста с 0,4 до 0,1 мл/л, так как использование прилипателей способствует более прочному и равномерному закреплению на поверхности семян. Также следует отметить, что наиболее выраженный положительный эффект на посевные качества и начальный рост ели отмечается в вариантах с комплексной обработкой регуляторами роста Экосил Плюс или Экосил Микс, протравителем фунгицидного действия Винцит Форте и пленкообразователем Гисинар-М, сочетание с другими пленкообразователями не оказывает существенного влияния на показатели, а применение в смесях протравителя Раксил, КС приводит к снижению посевных качеств и ингибированию ростовых процессов.

Литература

1. Авсиевич Н.А., Проказин А.Е. Методы анализа качества предпосевной обработки лесных семян. М., 1993. 32 с.
2. Будевич Г.В., Бруй Й.Г. // Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: Сб. науч. матер. Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2005. С. 289-294.
3. Пискун А.В. и др. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь. Минск., 2017. 687 с.
4. Подготовка к посеву семян зерновых культур (рекомендации). Жодино, 2008. 101 с.
5. Волюнец А.П. и др. Физиология патогенеза и болезнеустойчивости растений. Минск, 2016. 252 с.
6. Блонская Л.Н. Методические указания для лабораторных занятий. Лесные культуры. Уфа, 2010. 65 с.
7. ГОСТ 13056.6-97. Методы определения всхожести и энергии прорастания. Семена деревьев и кустарников. // Минск, 1998. 28 с.
8. Копытков В.В. Методические указания по определению посевных качеств семян и нормы их высева в питомнике. Минск, 1997. 34 с.
9. Малаховец И.М. Лесные культуры: учебное пособие. Архангельск, 2012. 222 с.

И.А. МАШКИН, Л.А. КОРЫТЬКО, В.П. ШУКАНОВ ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ЕЛИ (*PICEA ABIES* L.)

Резюме

Изучено влияние препаратов Раксил, КС, Винцит Форте, КС, Экосил Плюс, Экосил Микс, Гисинар-М, Мп, Су, Zn и их смесей на посевные качества и начальный рост семян

ели (*Picea abies*). Показано, что все препараты оказывают ингибирующее воздействие на грибковые фитопатогены ели и в определенных концентрациях улучшают показатели посевных качеств семян, а также стимулируют ростовые процессы.

I.A. MASHKIN, L.A. KARYTSKA, V.P. SHUKANOV
**THE EFFECT OF PROTECTIVE AND STIMULATING COMPLEXES
ON SEEDING QUALITIES OF SPRUCE SEEDS (*PICEA ABIES* L.)**

Summary

The effect of Raxil, SC, Vincit Forte, SC, Ecosil Plus, Ecosil Mix, Hisinar-M, Mn, Cu, Zn and compositions of there on the sowing qualities and initial growth of spruce seeds (*Picea abies*) was studied. It has been shown that all the drugs have an inhibitory effect on fungal phytopathogens, and in certain concentrations the indicators of high-quality seed are improved, and they also stimulate growth processes.

Поступила в редакцию 16.0.08.2019 г.

Д.П. САФОНОВ, В.П. ШУКАНОВ, С.Н. ПОЛЯНСКАЯ,
Е.В. МЕЛЬНИКОВА, Л.А. КОРЫТЬКО
**ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ФУЗИКОКЦИНА
НА РАСТЕНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**

*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
НАН Беларуси, г. Минск*

Введение. Современное сельскохозяйственное производство все чаще ориентируется на использование экологически безопасных биологических препаратов как для повышения урожая, так и для защиты растений от патогенов и вредителей. В настоящее время ведется поиск эндогенных соединений, способных повышать устойчивость растений к патогенам. Фузикококциновый препарат отвечает этим требованиям. Фузикококцин относится к природным регуляторам роста растений, которые позволяют целенаправленно активизировать важнейшие процессы роста и развития растений. Биорегуляторы ускоряют передачу наследственной информации, мембранные процессы, деление клеток, фотосинтез, процессы дыхания и питания. Они также способствуют повышению биологической и хозяйственной эффективности растениеводства, снижению содержания нитратов, ионов тяжелых металлов и радионуклидов, остаточных пестицидов и микотоксинов в продукции. Биорегуляторы повышают устойчивость к абиотическим факторам и повышают продуктивность растений [1–4]. В настоящей работе проведено комплексное изучение влияния экологически безопасного фузикококцинового препарата, как биорегулятора растений, выделенного из зеленых незрелых семян Вяза мелколистного (*Ulmus parvifolia* L.) на растения яровой пшеницы в полевых условиях с целью повышения защитных свойств и продуктивности культуры.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований служили растения яровой пшеницы сорта Ласка, выращенные в полевых условиях. Полевые мелкоделянчные (размер делянок 1 м²) проводили на экспериментальной базе научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию (г. Жодино) в 2019 г, используя принятую в нем технологию выращивания яровой пшеницы. Пахотный горизонт на экспериментальной базе Жодино характеризовался следующими агрохимическими показателями: рН 6,0–6,2, содержание гумуса 2,0–2,2%, фосфора 378–375, калия – 280–290, магния 107, меди – 3,5, железа – 42, кобальта – 1,0, марганца – 20 мг/кг почвы. Гидролитическая кислотность 1,68–1,85 и сумма поглощенных оснований – 10,0 м.экв./100 г почвы. Обработка почвы включала зяблевую и весеннюю вспашку с внесением удобрений N60 P60 K60 при норме высева 5 млн. семян на 1 га. Обработку растений в полевом опыте проводили в фазе выхода в трубку (ДК 37–39) опрыскивателем модели HD300. Повторность опыта – 4-кратная. Для защиты растений от листовых болезней использовали фунгицид эхион.

Учет развития, распространенность и интенсивность болезней ярового ячменя проводили по их внешним признакам в разные фазы развития, начиная с фазы трубкования (25–33) до фазы восковой спелости (7577) с интервалом 7 дней по общепринятым методикам. Для определения фазы развития растения-хозяина использовали десятичный код Задокса [5]. Для учета листовых пятнистостей использовали методику анализа пораженности по учетной шкале ВИЗР [6], с помощью которой определяется процент инфицированной площади листа. Интенсивность поражения учитывали по стандартным фитопатологическим шкалам. На начальных стадиях инфицированность определяли на всем растении. Со стадии появления флаг-листа оценку поражения проводили по разработанному в лаборатории БелИЗР экспресс-методу. Вполне достоверные данные можно получить при оценке степени поражения только второго листа сверху у каждого учетного стебля [7].

Структуру урожая определяли методом индивидуального анализа растений в снопе в четырехкратной повторности по каждому варианту.

Для выяснения физиологической роли препаратов в регуляции устойчивости растений ярового ячменя к болезням изучали изменения фотосинтетического аппарата, проницаемости мембран и перекисного окисления липидов, как наиболее эффективных показателей проявления болезнеустойчивости растениями в условиях экзогенной их обработки.

Интенсивность перекисного окисления липидов мембран оценивали по способности 2-тиобарбитуровой кислотой (ТБК), связываться с липидными перекисями. Образующиеся окрашенные ТБК-продукты являлись тестом активности данного процесса [8]. Содержание фотосинтетических пигментов определяли по методу Wettstein, описанному В.Д. Гавриленко и др. [9]. Изменение проницаемости мембран определяли по выходу водорастворимых веществ из листовой ткани растений [10]. Статистическую обработку вели по П.Ф. Рокицкому [11].

Вегетационный период 2019 г. в определенные периоды был неблагоприятным для роста и развития растений зерновых культур. Наблюдалось неравномерное выпадение осадков: формирование вегетативной массы и цветение сопровождалось засухой, а налив зерна превышением количества осадков. В течение вегетационного периода температура воздуха превышала среднемноголетние значения на 1–6 °С. Достаточная влагообеспеченность на основных массивах в первой декаде мая способствовала кущению и закладке колоса яровых зерновых культур. В июне из-за высоких температур и почвенной засухи ухудшились условия для формирования и налива зерна. В июле количество осадков оказалось близким к климатической норме, а температурный режим был ниже нормы на 1–7 °С. Такие погодные условия не способствовали развитию большинства грибных болезней, которые проявлялись на посевах зерновых культур в начале вегетации и довольно быстро распространялись на посевах в фазе кущения, но прекращали дальнейшее развитие в связи с изменившимися погодными условиями. В течение вегетационного периода растения пшеницы испытывали недостаток оптимальных температур, влажности почвы и воздуха [12].

Результаты исследований и их обсуждение.

Изменение физиолого-биохимических показателей у растений яровой пшеницы при воздействии фузикокцином

В полевых опытах изучали влияние фузикокцина в разных концентрациях на протекание физиолого-биохимических реакций в растениях яровой пшеницы. Их изменение характеризует не только особенности действия природных регуляторов на растения, но и проявление ими защитного эффекта. Учет развития листовых болезней на злаковых культурах по морфологическим признакам не дает дифференцированного и достаточно выраженного значения этого показателя, что связано с особенностями учета, который проводится на примере функционирующих листьев по мере усыхания нижних. Это приводит к тому, что в предыдущую фазу развития болезней может быть больше, чем в последующую фазу. Возможно полное отсутствие внешних признаков поражения, что отмечалось в настоящих опытах из-за погодных условий, тогда как биохимические признаки поражения обнаруживаются всегда, что свидетельствует о надежности биохимических методов. Поэтому необходимость изучения защитного действия фузикокцина по биохимическим показателям очевидна, а определение физиолого-биохимических процессов растений может стать главным в выборе оптимальной схемы в защите злаков от грибных болезней.

1.1. Изменение проницаемости мембран при обработке растений яровой пшеницы фузикокцином

Структурные и функциональные изменения в растениях развиваются прежде всего на уровне плазматических мембран. Они первые воспринимают сигналы и метаболиты, поступающие в растительную клетку. Лабильность мембранных липидов зависит от уровня их перекисного окисления, снижение которого происходит вследствие нарушения в расположении, ориентации и конформации мембраносвязанных белков. Поэтому уровень перекисного окисления липидов является отражением фазово-структурных перестроек, происходящих в мембранах растений под влиянием возбудителей болезней. В процессе онтогенеза происходит разная степень изменений в характере лабильности мембранных липидов клеток листьев пшеницы (рис. 1). В фазе колошения отмечено подавление активности перекисидации липидов по сравнению с контролем (на 13–33 %). В фазу цветения под воздействием фузикокцина активность ПОЛ снижается на 15–25 %. И только в вариантах с эхионом и фузикокцином в концентрации 1:3000 отмечено увеличение степени перекисидации липидов на 6 и 11% соответственно. В фазе молочной спелости происходит еще большее снижение уровня перекисного окисления липидов. Снижение образования ТБК-продуктов в растениях пшеницы указывает на положительное влияние фузикокцинового препарата на устойчивость клеточных мембран. Выход водорастворимых веществ из растительного материала характеризует собой два процесса: образование ассимилятов и проницаемость клеточной стенки. При исследовании этого показателя было обнаружено, что обработка пшеницы фузикокцино-

вым препаратом вызывала уменьшение выхода водорастворимых веществ из тканей растений в процессе развития пшеницы (табл. 1). Максимальное снижение отмечено в фазу колошения и молочной спелости до 60%. В фазу цветения проницаемость мембран несколько увеличивается, при этом выход водорастворимых веществ остается ниже контроля на 9–21 %. Изменение содержания продуктов перекисного окисления липидов коррелирует с выходом водорастворимых веществ из клеток растений пшеницы.

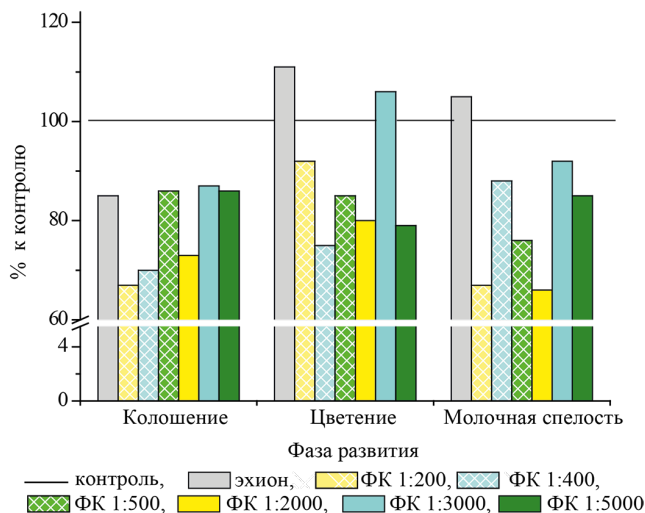


Рис. 1. Динамика содержания продуктов перекисного окисления липидов в листьях яровой пшеницы при обработке растений фузикоцином

Таблица 1. Влияние фузикоцина на выход водорастворимых веществ из листьев растений яровой пшеницы

Вариант	Фаза колошения		Фаза цветения		Фаза молочной спелости	
	ррм/г свежей массы	%	ррм/г свежей массы	%	ррм/г свежей массы	%
Контроль	54,201+0,033	100	50,73+0,027	100	38,267+0,033	100
Эхион	40,667+0,033	75	47,27+0,027	93	23,267+0,033	61
ФК 1:200	30,464+0,033	56	53,013+0,152	105	17,401+0,033	45
ФК 1:400	31,293+0,027	58	40,53+0,027	80	25,267+0,033	66
ФК 1:500	34,734+0,058	64	39,33+0,072	78	16,667+0,033	44
ФК 1:2000	20,934+0,058	39	46,2+0,082	91	22,267+0,033	58
ФК 1:3000	24,734+0,058	46	44,67+0,027	82	35,801+0,033	94
ФК 1:5000	25,201+0,033	46	47,00+0,047	93	15,267+0,033	40

Таким образом, обработка растений яровой пшеницы фузикокцином приводит к снижению уровня перекисного окисления липидов (до 30%), уменьшению выхода водорастворимых веществ (до 55%) в процессе вегетативного развития растений, что свидетельствует о стабилизации мембранного аппарата клетки и является показателем повышения устойчивости растений к стрессовым воздействиям.

Динамика содержания фотосинтетических пигментов в листьях яровой пшеницы при обработке фузикокцином

Основу метаболизма растений составляет совокупность реакций фотосинтеза, являющегося основным источником органических веществ. Будучи тесно связанным с процессами пластического и энергетического обменов, фотосинтез во многом определяет урожайность и продуктивность растений. Накопление хлорофиллов было максимальным в процессе интенсивного роста растений (в фазу колошения), а затем снижалось к фазе молочной спелости (табл. 2). Здесь следует отметить, что накопление пигментов зависело от концентрации препарата. По этому признаку выделялись 2 группы: 1-я группа – фузикокцин в высоких концентрациях 1:200, 1:400 и 1:500 и 2-я группа – фузикокцин в низких концентрациях 1:2000, 1:3000 и 1:5000. Под влиянием высоких концентраций в фазе колошения отмечено увеличение содержания пигментов до 18%. Низкие концентрации препарата снижали количество хлорофиллов. Максимальное снижение отмечено в концентрации фузикокцина 1:3000 до 24%. В фазу цветения происходит снижение содержания пигментов. Высокие концентрации фузикокцина снижали количество фотосинтетических пигментов в сравнении с контролем в среднем на 5%.

Препараты в низкой концентрации в фазу цветения оказывали разное влияние на данный показатель. Так, при воздействии фузикокцина в концентрации 1:3000 происходит увеличение количества пигментов до 8%. Под воздействием препарата в концентрации 1:5000 накопление пигментов практически не изменяется от фазы колошения к фазе цветения. В фазу молочной спелости происходит однотипное снижение накопления пластических веществ в растениях пшеницы в вариантах с обработкой препаратом в разных концентрациях, которое достигает 40%. Падение содержания фотосинтетических пигментов к фазе молочной спелости в сравнении с контролем обусловлено, согласно литературным данным, постепенным уменьшением абсолютного и относительного содержания хлорофилла в листьях пшеницы, начиная с фазы цветения, что и привело к более раннему усыханию и отмиранию части листового аппарата. Возможно, это связано с тем, что под влиянием фузикокцинового препарата быстрыми темпами происходит гидролиз ранее образованных органических веществ в листьях и их отток в формирующиеся зерновки, что в итоге должно определять их более высокую урожайность. Следует отметить, что июнь характеризовался сухой и жаркой погодой. А в условиях высокой освещенности достаточно небольшого количества хлорофилла для протекания фотосинтетического процесса и уменьшения

опасности фотодеструкции клетки. Низкое же содержание пигментов является адаптивным признаком к стрессовым воздействиям у растений. Изменение содержания каротиноидов в листьях в течение вегетации яровой пшеницы было сходным с динамикой хлорофиллов. Этот пигмент накапливался в фазе колошения.

Таблица 2. Динамика содержания фотосинтетических пигментов (мг/г сырой массы) в растениях яровой пшеницы сорта Ласка в полевых опытах при обработке посевов фузикокцином

Вариант	С а	%	С б	%	С а+б	%	С аг	%
Фаза колошения								
Контроль	2,028+0,006	100	0,754+0,001	100	2,783+0,0006	100	1,155+0,003	100
Эхион	1,926+0,021	95	0,732+0,047	97	2,658+0,068	96	1,131+0,011	98
ФК 1:200	2,175+0,017	107	0,772+0,006	102	2,947+0,023	106	1,240+0,007	107
ФК 1:400	2,178+0,020	107	0,779+0,008	103	2,958+0,0285	106	1,268+0,012	110
ФК 1:500	2,354+0,118	116	0,851+0,049	113	3,205+0,167	115	1,358+0,072	118
ФК 1:2000	1,885+0,072	93	0,548+0,026	86	2,533+0,098	91	1,098+0,042	95
ФК 1:3000	1,582+0,015	78	0,572+0,005	76	2,154+0,020	77	0,919+0,009	80
ФК 1:5000	1,921+0,012	95	0,702+0,015	93	2,623+0,023	94	1,115+0,008	97
Фаза цветения								
Контроль	1,971+0,071	100	0,742+0,0285	100	2,712+0,099	100	1,177+0,045	100
Эхион	1,983+0,027	101	0,722+0,016	97	2,705+0,043	100	1,166+0,010	99
ФК 1:200	1,903+0,006	97	0,667+0,001	90	2,570+0,006	95	1,114+0,008	95
ФК 1:400	1,846+0,021	94	0,661+0,015	89	2,507+0,036	92	1,072+0,007	91
ФК 1:500	1,938+0,016	98	0,596+0,011	94	2,634+0,027	97	1,139+0,007	97
ФК 1:2000	1,595+0,023	81	0,557+0,001	75	2,152+0,033	79	0,953+0,010	81
ФК 1:3000	2,134+0,035	108	0,751+0,019	101	2,886+0,053	106	1,258+0,013	107
ФК 1:5000	2,029+0,08	103	0,593+0,039	80	2,622+0,052	97	1,120+0,006	95
Фаза молочной спелости								
Контроль	2,468+0,073	100	1,012+0,057	100	3,480+0,126	100	1,277+0,048	100
Эхион	1,719+0,022	70	0,686+0,005	68	2,405+0,027	69	0,983+0,013	77
ФК 1:200	1,577+0,010	64	0,673+0,003	67	2,250+0,013	65	0,790+0,005	62
ФК 1:400	1,453+0,023	59	0,628+0,009	62	2,082+0,032	60	0,721+0,010	56
ФК 1:500	1,839+0,019	75	0,786+0,008	78	2,625+0,028	75	0,905+0,010	71
ФК 1:2000	1,926+0,028	78	0,77+0,014	76	2,695+0,041	77	1,128+0,014	96
ФК 1:3000	1,408+0,020	57	0,616+0,01	61	2,024+0,031	58	0,792+0,011	62
ФК 1:5000	1,543+0,016	63	0,655+0,007	65	2,198+0,023	63	0,879+0,009	69

Таким образом, экзогенное воздействие на вегетирующие растения яровой пшеницы фузикокциновым препаратом в различных концентрациях приводило к накоплению фотосинтетических пигментов в фазе колошения, постепенному снижению их количества к фазе молочной спелости.

лости в сравнении с контролем, что в условиях высокой освещенности является адаптивным признаком к стрессовым воздействиям у растений. При этом во всех вариантах опыта происходило ингибирование интенсивности перекисного окисления липидов при одновременном снижении выхода водорастворимых веществ от фазы колошения к фазе молочной спелости, что свидетельствует о сохранении целостности мембран и повышении болезнеустойчивости растений.

2. Влияние обработки растений пшеницы фузикокцином на продуктивность и структуру урожая

Логичным продолжением исследований влияния фузикокцинового препарата в различных концентрациях на растения яровой пшеницы является изучение их действия на рост и продуктивность растений. Без сомнения, на результатах воздействия препаратов при экзогенной обработке растений сказывается концентрация вещества в момент обработки, метеорологические условия, стадия развития растений, наличие инфекции и др. Согласно В.В. Хангильдину [13], для обеспечения стабильной реализации урожая необходимо более равномерное распределение компенсационной нагрузки на все компоненты урожая. Исследуемые препараты оказывали положительное влияние на ростовые процессы растений пшеницы (рис. 2). Об этом свидетельствует увеличение высоты растений и особенно общей кустистости растений.

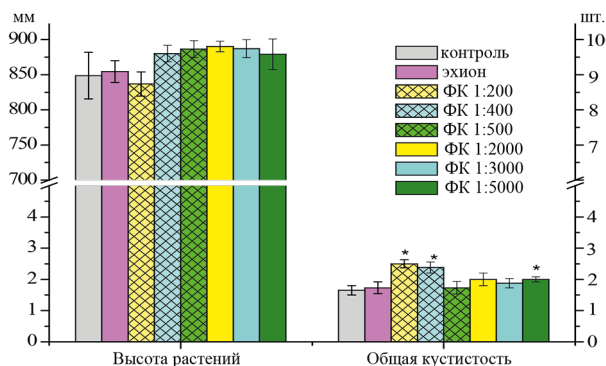


Рис. 2. Влияние фузикокцинового препарата на ростовые процессы яровой пшеницы

Примечание. * – различие с контрольной группой достоверно при $P \leq 0,05$

Стабильность проявления компонентов урожая отражает обеспеченность растения накопленными ассимилятами. Согласно литературным данным [14], на формирование массы зерна колоса и число зерен в колосе в большей степени влияют погодные условия (доля влияния фактора

80,9 и 77,9%). На продуктивную кустистость влияет взаимодействие двух факторов условия года и сорта 56,3%. На массу 1000 зерен почти в равной степени влияют особенности сорта (доля влияния 42,5%) и взаимодействие условий года и генотипов (39,4%). При помощи корреляционного анализа выявлена средняя положительная связь между числом зерен в колосе, массой зерна с колоса и урожайностью, слабая положительная связь продуктивной кустистости с урожайностью [14].

Общеизвестно, что величина урожая зависит от двух главнейших показателей – густоты продуктивного стеблестоя и массы зерна с одного колоса. Отмечено положительное влияние исследуемых препаратов на зерновую продуктивность пшеницы (рис. 3).

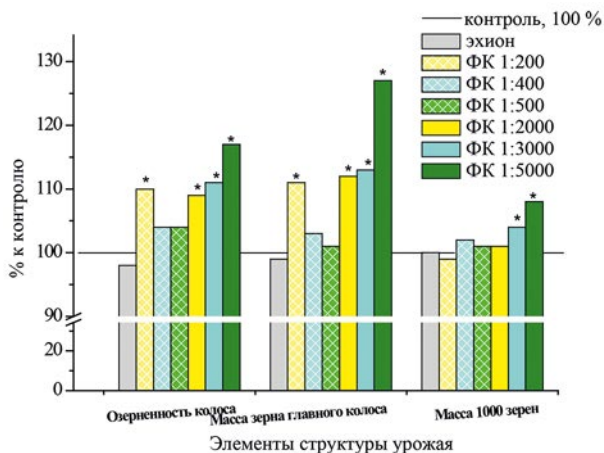


Рис. 3. Влияние фузикококцина на зерновую продуктивность яровой пшеницы

Примечание. * – различие с контрольной группой достоверно при $P \leq 0,05$

Под воздействием фузикококцина происходило увеличение количества продуктивных стеблей на 27–64%. Положительное влияние фузикококцин оказал и на массу зерна одного колоса.

Максимальное повышение происходило при воздействии препарата в низких концентрациях: масса зерна в колосе увеличивалась на 12–27 % за счет увеличения числа зерен в колосе (на 9–17%) и выполненности семян, о чем свидетельствует увеличение массы 1000 зерен (на 4–8%) в сравнении с контролем. Препараты в высокой концентрации оказывали менее выраженное действие на формирование структуры урожая яровой пшеницы. Отмечено также (табл. 3) положительное воздействие всех концентраций препарата на число продуктивных стеблей (на 9–57 %) и вес колоса (2–26 %).

Таблица 3. Влияние фузикоцинового препарата
на морфометрические показатели яровой пшеницы при уборке урожая

Вариант	Длина колоса, мм		Продуктивная кустистость		Вес колоса	
	мм	% к контролю	шт.	% к контролю	г	% к контролю
Контроль	93,13+1,67	100	1,4+0,10	100	1,79+0,12	100
Эхион	95,13+1,69	107	1,7+0,17	121	1,77+0,06	99
ФК 1:200	96,38+1,4	103	2,3+0,18	164	1,97+0,16	110
ФК 1:400	94,63+1,71	102	2,2+0,10	157	1,83+0,09	102
ФК 1:500	96,63+1,25	104	1,53+0,13	109	1,81+0,09	101
ФК 1:2000	96,00+0,74	103	1,83+0,21	131	2,01+0,08	112
ФК 1:3000	95,38+1,59	102	1,78+0,185	127	2,03+0,10	113
ФК 1:5000	98,63+2,52	106	1,98+0,09	141	2,26+0,25	126

Таким образом, фузикоциновый препарат в низких концентрациях оказывал положительное влияние на зерновую продуктивность растений пшеницы в полевом опыте, что привело к увеличению числа зерен в колосе (на 9–17 %), массы колоса (на 12–26 %), массы зерна главного колоса (на 12–27 %), массы 1000 зерен (на 4–8 %). Тенденция к увеличению продуктивности пшеницы прослеживалась при воздействии на растения более высоких концентраций препарата. Следует отметить, что при отсутствии листовых болезней фунгицид эхион не оказывал отрицательно-го влияния на зерновую продуктивность растений пшеницы.

Закключение. Установлено, что влияние фузикоцинового препарата на растения яровой пшеницы приводило во всех вариантах опыта к ингибированию интенсивности перекисного окисления липидов (до 30%) в листьях при одновременном снижении выхода водорастворимых веществ (до 55%) от фазы колошения к фазе молочной спелости, что указывает на сохранение целостности мембран и повышение болезнеустойчивости растений. Экзогенное воздействие на вегетирующие растения яровой пшеницы фузикоцинового препарата в различных концентрациях способствовало накоплению фотосинтетических пигментов в фазе колошения (до 18%), постепенному снижению их количества к фазе молочной спелости, что в условиях высокой освещенности является адаптивным признаком к стрессовым воздействиям у растений. Фузикоциновый препарат в низких концентрациях оказывал положительное влияние на зерновую продуктивность растений пшеницы в полевом опыте, увеличивая число зерен в колосе на 9–17%, массу колоса на 12–26%, массу зерна с главного колоса на 12–27%, массу 1000 зерен на 4–8%.

Литература

1. Andras S., Gyöngyver H., Istvan T., Miklos P., Balazs B. // *Analytica Chimica Acta*. 2000. Vol. 421, №2. P. 135–146.
2. Magyar L., Barancsi Z., Hrotko K. / *International Workshop on Sustainable Fruit Growing*. Pitesti, Romania (CD). 2008. P.67-70.
3. Cojocariu L., Iancu T., Horablaga M., Cojocariu A., Horablaga A. // *Journal of Agricultural Science*. 2009. Vol.41, № 1. P.131-136.
4. Яхин О. И., Лубянов А. А., Яхин И. А. Вахитов В. А., Ибрагимов Р. И., Юмагузин М. С., Калимуллина З. Ф. // *Прикл. биохимия и микробиол.* 2011. Т. 47, №6. С. 679-684.
5. Ламан Н.А., Самсонов В.П., Прохоров В. Н., Шашко К. Г., Путырский И. Н., Кравченко В.М. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов. Минск: Наука и техника. 1996. 101 с.
6. Афанасенко О. С. // *Бюлл. ВНИИ защиты растений*. 1980. № 47. С. 8–10.
7. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / Нац. Акад. наук Респ. Беларусь; Ин-т защиты растений НАН Беларуси; под ред. С. В. Сороки. Мн.: Бел. наука, 2005. 462 с.
8. De Vos C. H. R., Schat H., Vooijs R., Ernst W. H. O. // *J. Plant Physiol*. 1989. Vol. 135. P. 164-169.
9. Гавриленко В. Ф., Ладыгина М. Е., Хандобина Л. М. Большой практикум по физиологии растений. М.: Высшая школа. 1975. С. 283-285.
10. Кажушко Н. Н. Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды / Под ред. Г. В. Удовенко. Л.: Колос, 1976. С. 33-43.
11. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. Мн.: Высшая школа, 1973. 320 с.
12. Гидрометеорологические условия в Беларуси в августе 2019 г. [Электронный ресурс] <http://www.pogoda.by/press-release/?page=578>. Дата доступа: 27.11.2019.
13. Хангильдин В. В., Бирюков С. В. // *Генетико-цитологические аспекты в селекции с.-х. растений*. 1984. № 1. С. 67-76.
14. Краснова Ю. С. // *Вестник Омского государственного аграрного университета*. 2016, № 1 (21). С. 64-70.

Д.П. САФОНОВ, В.П. ШУКАНОВ, С.Н.ПОЛЯНСКАЯ,
Е.В. МЕЛЬНИКОВА, Л.А. КОРЫТЬКО
**ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ФУЗИКОКЦИНА
НА РАСТЕНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**

Резюме

Изучено действие нового фузикокцинового препарата на структурно-функциональное состояние растений яровой пшеницы на основных фазах развития в полевых опытах. Показано, что фузикокцин после однократной обработки вегетирующих растений на стадии выхода в трубку вызывал активацию защитных реакций в растениях, что проявилось в снижении количества продуктов перекисного окисления липидов и выхода водорастворимых веществ. В низких концентрациях фузикокциновый препарат способствовал накоплению фотосинтетических пигментов и повышению зерновой продуктивности растений яровой пшеницы.

D. P. SAFONOV, V. P. SHUKANOV, S.N. POLJANSKAJA,
E.V.MELNIKOVA, L.A.KARYTSKA
**PHYSIOLOGICAL ACTION OF FUSICOCCIN
ON SPRING WHEAT PLANTS**

Summary

The effect of the new fusicoccin preparation on the structural and functional state of spring wheat plants at the basic phases of development in field experiments was studied. It was shown, that fusicoccin after a single treatment of vegetating plants at the booting stage, caused the activation of protective reactions in plants, which was manifested in a decrease in the amount of lipid peroxidation products and the release of water-soluble substances. At low concentrations fusicoccin preparation promoted accumulation of photosynthetic pigments and increase of grain productivity of spring wheat plants.

Поступила в редакцию 27.11.2019 г.

С.Н. ФИЛИППОВА, В.М. ЮРИН
**ГОРМОНАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВТОРИЧНЫХ
 МЕТАБОЛИТОВ И АНТИРАДИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ
 ЭКСТРАКТОВ КАЛЛУСОВ У РАЗНОВИДНОСТЕЙ
CATHARANTHUS ROSEUS (L.) G. DON**

Белорусский государственный университет, г. Минск

Введение. В настоящее время применение лекарственных препаратов растительного происхождения, доказавших свою эффективность и безопасность, становится все более актуальным. Их высокая ценность обусловлена малой токсичностью, отсутствием противопоказаний, минимумом осложнений и побочных эффектов, хорошей переносимостью, а также данные препараты не вызывают устойчивости со стороны возбудителей заболевания. Особую значимость среди лекарственных препаратов растительного происхождения имеют вещества, или группы веществ, обладающие антиоксидантной активностью. Антиоксиданты играют крайне важную роль в регуляции протекания свободно-радикальных превращений в клетках всех живых организмов. Эти процессы осуществляются благодаря снижению концентрации свободных радикалов в клетках и ингибированию перекисного окисления липидов биологических мембран, которое, в свою очередь, ведет к патологическим изменениям функций клеток [1]. Наиболее важными источниками антиоксидантов являются растения, в состав которых входят вторичные метаболиты фенольной природы, такие как флавоноиды (катехины, флаваноны, антоцианы и др.), а также фенилпропаноиды, терпены и др. [1, 2].

В этой связи, доля препаратов растительного происхождения в числе выпускаемых лекарственных средств постоянно увеличивается. Поэтому получение лекарственных субстанций растительного происхождения является важной задачей современной биотехнологии растений.

Среди ценных лекарственных растений можно выделить *Catharanthus roseus* (L.) G. Don, принадлежащий к сем. *Apocynaceae*. В данном растении синтезируется широкий спектр фармакологически активных метаболитов, таких как терпеновые индольные алкалоиды, фенолы, танины, стероиды, сапонины, глюкозиды, пектины, пигменты и другие вещества [3]. Особый интерес представляют алкалоиды индольного ряда, а также соединения фенольной природы, которые проявляют антинеопластическую, антиаритмическую, бактерицидную, противовирусную, антиоксидантную и другие виды активностей [4].

Catharanthus roseus является эндемичным для тропических и субтропических климатических поясов планеты, что делает невозможным его культивирование в открытом грунте в условиях климата Беларуси. Более того, важно отметить, что состав и количественное содержание биологически активных метаболитов в катарантусе розовом значительно варьирует в зависимости от вида, разновидности и сорта растения, а также условий произрастания [5]. При этом растения, естественно произрас-

тающие в тропических регионах, в частности на территории Вьетнама, характеризуются значительно более высоким содержанием вторичных метаболитов по сравнению с культивируемыми в искусственных условиях растениями тех же таксонов.

В связи с этим, особое значение приобретает разработка и внедрение современных технологий, позволяющих получать фармакологически активные препараты на основе культур клеток и тканей независимо от климатических условий. Кроме того, культуры *in vitro* являются уникальными и важными модельными объектами для изучения клеточных ответов растений при регуляции процессов биосинтеза фармакологически активных вторичных метаболитов [6].

Хорошо известно, что растительные гормоны играют ключевую роль в регуляции роста растений, морфогенезе, дифференцировке клеток, индукции и репрессии биосинтетических путей метаболизма и т.д. Присутствие ауксинов и цитокининов в среде инкубации, является основным условием для пролиферации и роста клеток *in vitro* [7]. А в зависимости от типа, концентрации и соотношения используемых фитогормонов, их влияние на рост, дифференцировку и, соответственно, на метаболизм культивируемых клеток может существенно различаться [8]. Так, экзогенно вносимые в среду культивирования клеток и тканей фитогормоны играют существенную роль в биосинтезе вторичных метаболитов, в частности терпеновых индольных алкалоидов и фенольных соединений [9].

Таким образом, целью настоящей работы являлось исследование влияния различного фитогормонального состава на накопление суммы фенольных соединений, флавоноидов, качественный состав алкалоидов индольного ряда и антирадикальную активность экстрактов каллусов *Catharanthus roseus* (L.) G. Don разновидностей «Roseus», «Alba» и «Ocellatus» тропической флоры Вьетнама.

Материалы и методы исследования.

Объекты и условия культивирования. В эксперименте использовались каллусные культуры листового происхождения, которые были получены из семян растений *Catharanthus roseus* (L.) G. Don трех разновидностей – «Roseus», «Alba» и «Ocellatus», собранных на территории северного Вьетнама в ноябре 2016г. Краткая схема инициации каллусной ткани представлена на рисунке 1.

Культивирование каллусов производили на питательной среде по прописи Мурасиге-Скуга (МС) [10] с добавлением фитогормонов. В качестве ауксинов использовали нафтилуксусную кислоту (НУК) и 2,4-дихлорфеноксиуксусную кислоту (2,4-Д), а в качестве цитокининов – бензиламинопурин (БАП) и кинетин. Все фитогормоны добавляли в концентрации 1 мг/л (табл. 1).

Для приготовления плотной среды был использован агар в концентрации 8 г/л. Величина pH питательных сред до автоклавирования составляла 5,8±0,02. Питательные среды стерилизовали в автоклаве при температуре 120 °С и давлении 0,5 атм в течение 20 мин. Каллусы культивировали в термостате в темноте при 25 °С. Определение всех биохимических показателей производили на 30-е сут культивирования.

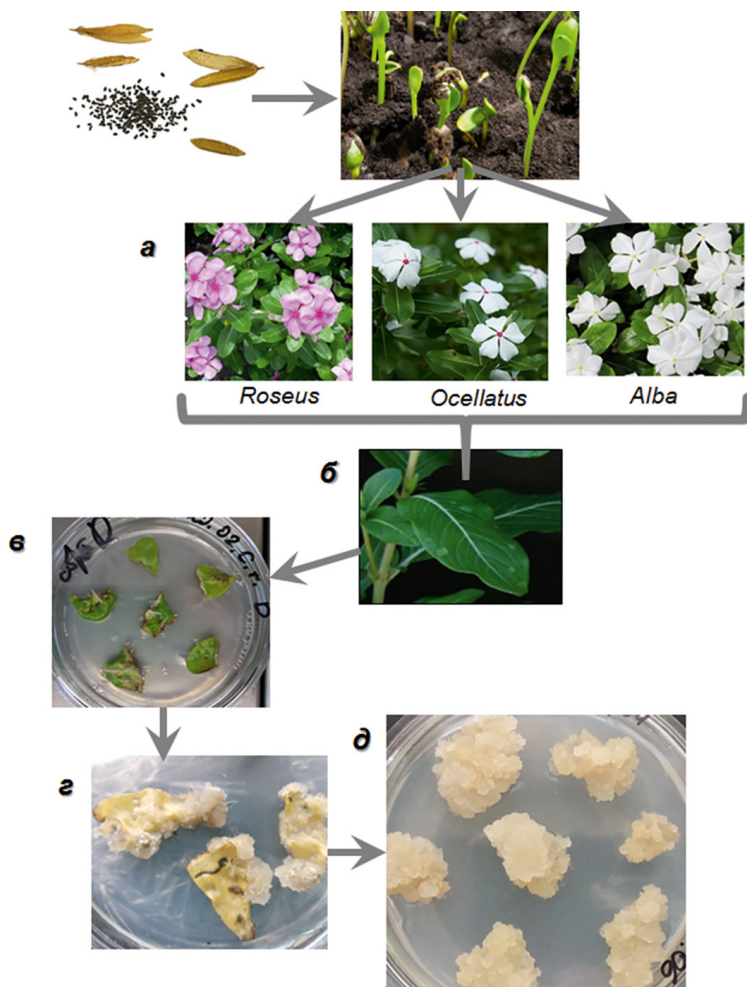


Рис. 1. Схема инициации каллусной культуры *C. roseus* разновидностей «Roseus», «Alba» и «Ocellatus» вьетнамской флоры:
 а – получение из семян в нестерильных условиях закрытого грунта нативных растений;
 б – стерилизация листьев нативных растений;
 в – перенесение листовых эксплантов на питательную среду;
 г – индукция каллусогенеза у листовых эксплантов;
 д – получение первичной каллусной культуры и оптимизация ее ростовых параметров

Таблица 1. Комбинации ауксинов и цитокининов в составе питательной среды МС, использованные для исследования их влияния на АРА экстрактов каллусной ткани разновидностей *C. roseus*

Вариант питательной среды	Концентрация и тип фитогормона	
	Ауксин	Цитокинин
1	1 мг/л НУК	1 мг/л кинетин
2	1 мг/л НУК	1 мг/л БАП
3	1 мг/л 2,4-Д	1 мг/л кинетин
4	1 мг/л 2,4-Д	1 мг/л БАП

Приготовление спиртовых экстрактов. Сушку растительного материала проводили при 60 °С в сухожаровом шкафу. Сухой материал растирали до состояния пудры. К 0,3 г сухого каллуса добавляли 30 мл 70% этанола и кипятили 2 ч с использованием обратного холодильника в круглодонной колбе объемом 100 мл с центрами кипения. После кипячения полученный экстракт фильтровали через бумажный фильтр и использовали для биохимического анализа.

Количественный анализ суммы фенольных соединений. Определение накопления суммы фенольных соединений проводили согласно методике, описанной ранее [11] с некоторыми изменениями. К 0,2 мл экстракта прибавляли 7,7 мл воды очищенной, 0,1 мл реактива Фолина-Дениса и 2 мл 10 % раствора карбоната натрия, все тщательно перемешивали и оставляли на 20 мин в темном месте. Оптическую плотность полученного раствора измеряли на спектрофотометре при длине волны 720 нм. Содержание суммы фенольных соединений в процентах (Ф) в пересчете на галловую кислоту в абсолютно сухом сырье вычисляли по формуле (1).

$$\Phi = \frac{D \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot 100}{V_3 \cdot m (100 - W) \cdot \varepsilon}, \quad (1)$$

где D – оптическая плотность исследуемого раствора, V1 – общий объем экстракта (30 мл), V2 – объем раствора для спектрофотометрирования (10 мл), V3 – объем экстракта, взятый для определения (0,2 мл), m – масса навески (0,3 г), W – потеря в массе при высушивании (определяется для каждой линии каллусной ткани индивидуально при сушке сухого материала при 105 °С до постоянного абсолютно сухого веса), ε – удельный показатель поглощения галловой кислоты в комплексе с реактивом Фолина-Дениса при длине волны 720 нм, равный 90.

Количественный анализ суммы флавоноидов. Определение накопления суммы флавоноидов проводили согласно методике, описанной ранее [11] с некоторыми изменениями. К 0,4 мл экстракта прибавляли 3 мл 0,05 М раствора хлорида алюминия в этаноле, все тщательно перемешивали и оставляли на 20 мин в темном месте. Оптическую плотность полученного раствора измеряли на спектрофотометре при длине волны

410 нм. Содержание суммы флавоноидов в процентах (ФЛ) в пересчете на галловую кислоту в абсолютно сухом сырье вычисляли по формуле (2).

$$\text{ФЛ} = \frac{D \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot 100}{V_3 \cdot m (100 - W) \cdot \varepsilon}, \quad (2)$$

где D – оптическая плотность исследуемого раствора, V1 – общий объем экстракта (30 мл), V2 – объем раствора для спектрофотометрирования (3,4 мл), V3 – объем экстракта, взятый для определения (0,4 мл), m – масса навески (0,3 г), W – потеря в массе при высушивании (определяется для каждой линии каллусной ткани индивидуально при сушке сухого материала при 105 °C до постоянного абсолютно сухого веса), ε – удельный показатель поглощения гликозидов кверцетина в комплексе с хлоридом алюминия в этаноле при длине волны 410 нм, равный 330.

Экстракция и очистка алкалоидов индольного ряда. Выделение алкалоидов проводили согласно методике, описанной ранее [12] с небольшими изменениями. К сухому измельченному каллусу добавляли 70% этилового спирта в соотношении 1/25 (масса/объем) и кипятили с использованием обратного холодильника в течение 2-х часов. Полученный экстракт фильтровали через бумажный фильтр. Экстракт упаривали на водяной бане при температуре, не превышающей 50 °C, растворяли в 20 мл 50% этилового спирта и использовали для дальнейшей очистки. Далее экстракт подкисляли добавлением соляной кислоты до pH 1, после чего инкубировали при 25 °C в течение 15 часов, затем центрифугировали. Супернатант промывали гексаном 3 раза по 20 мл, затем охлаждали до 10 °C и добавляли 3%-ный раствор аммиака до pH 8. Далее алкалоиды экстрагировали хлороформом 3 раза по 30 мл. Хлороформные экстракты промывали водой, выпаривали на водяной бане при температуре 40 °C, растворяли в 1 мл метанола и использовали для анализа.

Тонкослойная хроматография. Качественный анализ состава полученных экстрактов осуществляли методом ТСХ на пластинках Silica gel 60 F254 (Merck, Германия). В качестве подвижной фазы использовали систему хлороформ : метанол в соотношении 8 : 2. В качестве стандартов использовали аймалицин и серпентин. На пластину наносили 2 мкл 2 мМ раствора стандартных соединений. Объем вносимой пробы экстракта составлял 5 мкл. При УФ облучении пластин фиксировали специфическую бриллиантово-синюю флуоресценцию пятен, соответствующую индивидуальным алкалоидам. Хроматографические пластины обрабатывали церий аммоний сульфатом [13].

Анализ антирадикальной активности. Антирадикальную активность определяли по реакции с 1,1-дифенил-2-пикрил-гидразил радикалом (DPPH) [14]. 1 мл 0,3 мМ раствора DPPH в этаноле смешивали с 2,5 мл экстракта, инкубировали в течение 50 мин и определяли оптическую плотность при 517 нм с помощью спектрофотометра. Этанол в объеме 2,5 мл с 1 мл 0,3 мМ был использован в качестве контроля. Процент ингибирования активности DPPH (P) рассчитывали по формуле (3):

$$P = \frac{A - B}{A} \times 100\%, \quad (2)$$

где А – оптическая плотность контроля, В – оптическая плотность образца.

Статистическая обработка результатов. Обработку данных производили с помощью пакета статистического анализа программы *Microsoft Excel*. Основными статистическими характеристиками служили: средняя арифметическая величина ($\bar{x}$), среднее квадратическое отклонение (σ), ошибка средней величины ($S_{\bar{x}}$). Для оценки достоверности различий между вариантами пользовались критерием Стьюдента [15]. Эксперименты выполнены в 3 кратной повторности. На диаграммах представлены средние значения $\pm$ ошибка средней величины.

Результаты и их обсуждение. На первом этапе исследований было проанализировано влияние различного гормонального состава питательной среды на содержание суммы фенольных соединений (ФС) в водно-спиртовых экстрактах каллусных тканей различных разновидностей *Catharanthus roseus* (L.) G. Don – «Roseus», «Alba» и «Ocellatus». Как упоминалось выше, фенольные соединения представляют собой один из фармакологически ценных классов вторичных метаболитов. Поэтому анализ накопления данных веществ в каллусной культуре представляется весьма важным при исследовании регуляторной роли экзогенно-вносимых фитогормонов.

В результате проведенных исследований, было установлено, что наиболее высокие значения содержания суммы ФС (5,92–6,37%) наблюдались в водно-спиртовых экстрактах каллусных тканей *C. roseus* разновидностей «Roseus» и «Alba», культивируемых на средах, в состав которых входил в качестве ауксина – НУК (1 мг/л НУК + 1 мг/л БАП и 1 мг/л НУК + 1 мг/л кинетин) (рис. 2А).

При замене ауксина НУК в среде инкубации на другой синтетический ауксин – 2,4-Д, как видно из рисунка 1, наблюдалось снижение уровня накопления суммы исследуемых метаболитов в каллусах разновидностей «Roseus» и «Alba» на 19–34% по сравнению с первыми двумя вариантами сред. Так, например, для разновидности «Roseus» содержание суммы ФС при культивировании каллусов на среде, в состав которой входили НУК и БАП составляло $6,37 \pm 0,19\%$, а при инкубации на среде с 2,4-Д и БАП – $4,72 \pm 0,17\%$. Таким образом, ингибирующий эффект присутствия 2,4-Д в среде составлял – 26%.

Для разновидности «Ocellatus» также было отмечено, что включение в среду культивирования ауксина 2,4-Д вместо НУК приводит к снижению накопления суммы ФС на 11-17% по сравнению содержанием данных веществ в каллусах, которые инкубировались на среде, в состав которой входили НУК и БАП (рис. 2А). Однако данные изменения были менее существенными, чем в случае разновидностей «Roseus» и «Alba». Возможно, это связано с физиолого-специфическими особенностями внутреннего гормонального статуса клеток каллусов разновидности «Ocellatus» и их более низкой способностью реагировать на экзогенные гормональные сигналы.

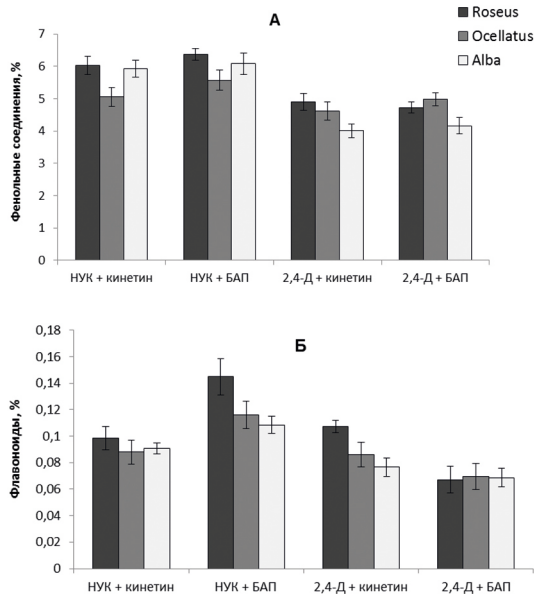


Рис. 2. Влияние фитогормонов на содержание суммы фенольных соединений (А) и флавоноидов (Б) в экстрактах каллусной ткани *C. roseus* разновидностей «Roseus», «Ocellatus» и «Alba»

Наименьшее содержание суммы ФС было показано для каллусов *C. roseus* разновидности «Alba», которые культивировались на средах, содержащих в своем составе 2,4-Д + кинетин ($4,01 \pm 0,21\%$) и 2,4-Д + БАП ($4,16 \pm 0,25\%$).

Как известно, воздействие различных синтетических ауксинов на биосинтез и накопление вторичных метаболитов носит сложный, видоспецифичный и зачастую разнонаправленный характер. Так, согласно данным одной группы исследователей, замена 2,4-Д на НУК в питательной среде культивирования приводила к повышению содержания в 2,5 раза гидроксикоричных кислот в каллусах эхинацеи пурпурной [16]. Также было установлено, что 2,4-Д оказывал ингибирующее влияние на накопление вторичных метаболитов в культурах клеток женьшеня настоящего, а НУК – стимулирующее [17]. В то время как при исследовании влияния указанных фитогормонов на содержание фенольных соединений в каллусной ткани чайного дерева, было показано, что замена 2,4-Д на НУК в составе питательной среды приводила только к незначительным изменениям в содержании данных вторичных метаболитов [18].

Далее нами была проведена оценка содержания суммы флавоноидов (ФЛ) в водно-спиртовых экстрактах каллусных тканей различных раз-

новидностей *C. roseus*. Было выявлено, что максимальное содержание флавоноидов ($0,14 \pm 0,01\%$) обнаруживается в экстрактах каллусной ткани *C. roseus* разновидности «Roseus», инкубируемой на среде, в состав которой входили фитогормоны НУК и БАП (рис. 2Б). Данная комбинация фитогормонов также являлась индуцибельной для накопления исследуемого класса вторичных метаболитов в каллусных тканях *C. roseus* разновидностей «Ocellatus» и «Alba». Так, содержание суммы ФЛ в экстрактах данных каллусных линий, культивируемых на вышеуказанной среде, составляло $0,12 \pm 0,01\%$ и $0,11 \pm 0,01\%$, соответственно, что было выше на 38–43%, например, по сравнению с их накоплением в каллусах, которые выращивались на среде с 2,4-Д и БАП.

Для разновидности «Roseus» разница в накоплении суммы ФЛ была наиболее существенная, среди всех исследуемых разновидностей, при замене НУК на 2,4-Д в средах инкубации, где в качестве цитокинина входил БАП, и составляла 53,4% (рис. 2Б).

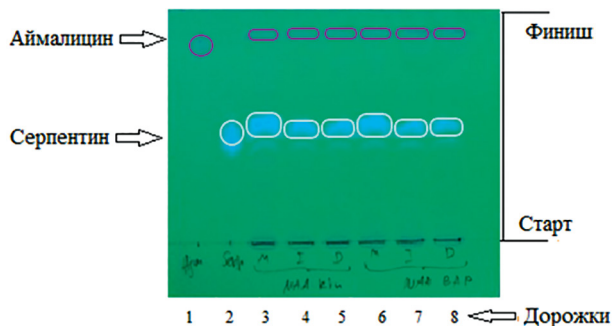
Наименьшее содержание суммы ФЛ в экстрактах исследуемых разновидностей *C. roseus* было показано при использовании варианта питательной, где в качестве ауксина входил 2,4-Д, а в качестве цитокинина – БАП. Накопление данных метаболитов в экстрактах каллусных тканей разновидностей «Roseus», «Alba» и «Ocellatus» *C. roseus* было практически одинаковым и составляло 0,07% (рис. 2Б).

Таким образом, при добавлении в питательную среду фитогормонов следующего состава – 1 мг/л НУК + 1 мг/л БАП можно достигнуть существенного повышения в содержании суммы флавоноидов в различных разновидностях *C. roseus*. Культивирование каллусной ткани разновидности «Roseus» на среде, в состав которой входили фитогормоны в вышеуказанной комбинации, приводило к максимальному среди прочих исследуемых вариантов, накоплению суммы ФЛ. Содержание суммы исследуемых метаболитов в экстрактах каллусной ткани вышеуказанной разновидности достигало $0,14 \pm 0,01\%$, что было на 20–54% больше по сравнению со всеми другими исследуемыми вариантами.

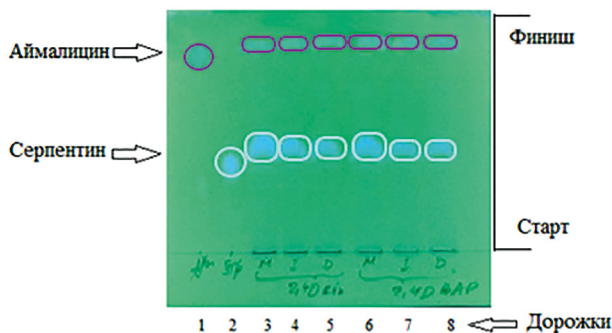
Поскольку наряду с фенольными соединениями, в растении катарантуса розового также синтезируются в высоком количестве фармакологически ценные терпеновые индольные алкалоиды, представлялось актуальным исследовать влияние различного фитогормонального состава на качественный состав данных метаболитов. На рисунке 3 представлена хроматограмма очищенных алкалоид-содержащих экстрактов каллусов *C. roseus* разновидностей «Roseus», «Alba» и «Ocellatus», культивируемых в присутствии различных фитогормонов в среде инкубации.

Как свидетельствуют полученные результаты, представленные на рисунке 3, в экстрактах каллусных тканей *C. roseus* всех исследуемых разновидностей было выявлено соединение, которое характеризовались величиной $R_f = 0,84-0,88$. Данное вещество совпадало по величине подвижности (R_f) со стандартом алкалоида аймалицин, имело одинаковую флуоресценцию при возбуждении УФ-светом со стандартом аймалицина, а также яблочно-зеленое окрашиванием при обработке це-

рий аммоний сульфатом. Таким образом, вероятно, в каллусных тканях *C. roseus* разновидностей «Roseus», «Alba» и «Ocellatus» присутствует терпеновый индольный алкалоид аймалицин. Согласно визуальной оценке хроматограммы содержание данного алкалоида в исследуемых экстрактах каллусных тканей катарантуса розового является примерно одинаковым.



А



Б

Дорожки: 1 – аймалицин, 2 – серпентин, 3,6 – «Roseus», 4,7 – «Ocellatus», 5,8 – «Alba»

А – фитогормоны: 1 мг/л НУК + 1 мг/л кинетин (дорожки 3–5),

фитогормоны: 1 мг/л НУК + 1 мг/л БАП (дорожки 6–8),

Б – фитогормоны: 1 мг/л 2,4-Д + 1 мг/л кинетин (дорожки 3–5),

фитогормоны: 1 мг/л 2,4-Д + 1 мг/л БАП (дорожки 6–8),

Рис. 3. Хроматограммы экстрактов (в УФ-свете) каллусной ткани *C. roseus* разновидностей «Roseus», «Alba», «Ocellatus», культивируемых в присутствии различных фитогормонов в среде инкубации

Кроме аймалицина в исследуемых каллусах также было обнаружено соединение, которое детектировалось по наличию специфической интенсивной бледно-голубой флуоресценции при возбуждении УФ-светом и характерным отсутствием окрашивания при обработке раствором церий аммоний сульфатом (рис. 3). Это вещество имело величину подвижности равную 0,42–0,48 и совпадало с данным показателем со стандартом алкалоида серпентин. Важно отметить, что в отличие от алкалоида аймалицин, которое накапливалось в различных каллусных тканях примерно на одинаковом уровне, содержание серпентина, согласно визуальному анализу хроматографической пластинки, было разным. Так, наиболее интенсивные пятна обнаруживались на дорожках, где были нанесены экстракты каллусных тканей *C. roseus* разновидности «Roseus». Как известно, одним из преобладающих алкалоидов корней катарантуса розового является именно серпентин. Этим можно объяснить присутствие данного соединения в достаточно большом количестве в исследуемых гетеротрофных каллусных тканях *C. roseus*, культивируемых в темноте.

Наши результаты, в целом, согласуются с данными других исследователей. Так, согласно литературным данным, в клетках культур *C. roseus* в основном преобладают по содержанию монотерпеновые алкалоиды индольного ряда, в частности – аймалицин и серпентин. Хотя, как известно, данные вещества накапливаются в меньшем количестве по сравнению с нативными растениями. Так, например, было выявлено, что содержание аймалицина в каллусной культуре составляло 0,072 мг/г сухой ткани, что примерно в 10 раз меньше, чем в корнях [5].

Таким образом, согласно данным хроматографического разделения в тонком слое индольных алкалоидов терпенового ряда, было установлено, что в клетках каллусов *C. roseus* всех исследуемых разновидностей накапливаются фармакологически ценные – аймалицин и серпентин. Содержание аймалицина в экстрактах каллусных тканей разновидностей «Roseus», «Alba» и «Ocellatus» оставалось примерно одинаковым и не зависело от гормонального состава. В то время как накопление серпентина различалось в разных разновидностях, и было максимальным в экстрактах каллусных тканей *C. roseus* разновидности «Roseus».

Изменения качественного и количественного состава вторичных метаболитов фенольной и терпеново-индольной природы в клетках каллусных культур *C. roseus*, под воздействием экзогенно-вносимых фитогормонов, несомненно, повлекут за собой и изменения антиоксидантного статуса исследуемых растительных организмов. Поэтому представлялось актуальным произвести биохимическую оценку биологической активности водно-спиртовых экстрактов на основе анализа антирадикальной активности (АРА) экстрактов каллусов *C. roseus* разновидностей «Roseus», «Alba» и «Ocellatus».

Показано, что наиболее высокие значения АРА (83–94%) были выявлены в экстрактах каллусных тканей *C. roseus* всех исследуемых разновидностей, инкубируемых на среде, в состав которой входили фитогор-

моны НУК + БАП. Среди них максимальная АРА установлена в экстракте каллусной ткани разновидности «Alba» (рис. 4).

В целом, присутствие в среде инкубации в качестве ауксина – НУК, приводило к повышению АРА экстрактов исследуемых культур на 33–73%, по сравнению с добавлением в среду другого синтетического ауксина – 2,4-Д. Так, АРА экстрактов каллусных тканей всех исследуемых разновидностей, которые выращивались на средах, в состав которых в качестве ауксина входил НУК, составляла 73–94%. В то время как АРА исследуемых экстрактов, инкубируемых на средах, где в качестве ауксина использовался 2,4-Д, варьировала в пределах – 35–67% (рис. 4).

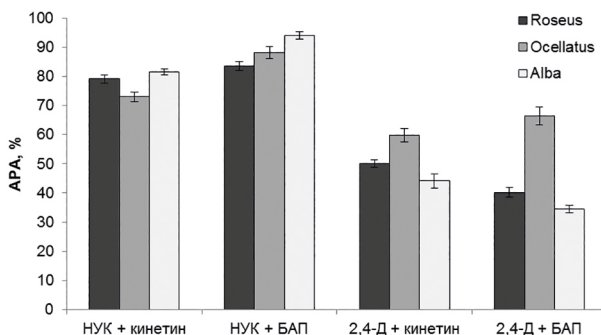


Рис. 4. Влияние фитогормонов на антирадикальную активность экстрактов каллусной ткани *C. roseus* разновидностей «Roseus», «Alba» и «Ocellatus»

Наиболее низкие значения АРА были выявлены для каллусных культур *C. roseus* разновидностей «Roseus» и «Alba», инкубируемых на средах со следующим фитогормональным составом: 1 мг/л 2,4-Д + 1 мг/л кинетин, а также – 1 мг/л 2,4-Д + 1 мг/л БАП.

Таким образом, присутствие в среде инкубации в качестве ауксина – НУК приводит к повышению АРА экстрактов каллусных тканей различных разновидностей *C. roseus* на 33–73 % по сравнению с добавлением в среду – 2,4-Д.

Анализируя полученные результаты, касающиеся взаимосвязи между накоплением вторичных метаболитов различной природы и антирадикальной активностью, можно сделать вывод, что, вероятно, наибольший вклад в данный тип активности экстрактов каллусных тканей *C. roseus* вносят именно фенольные соединения, а не терпеновые индольные алкалоиды.

Заключение. Показано, что наиболее высокое содержание суммы фенольных соединений наблюдалось в экстрактах каллусных тканей *Catharanthus roseus* разновидностей «Roseus» и «Alba», культивируемых

на средах, в состав которых входили следующие фитогормоны – 1 мг/л НУК + 1 мг/л БАП и 1 мг/л НУК + 1 мг/л кинетин.

Наибольший стимулирующий эффект на накопление суммы флавоноидов и антирадикальную активность экстрактов исследуемых каллусных тканей оказывали фитогормоны в составе 1 мг/л НУК + 1 мг/л БАП. Замена ауксина НУК в составе питательной среды культивирования на 2,4-Д приводила к существенному ингибированию указанных показателей.

Таким образом, среди исследуемых разновидностей катарантуса розового, наиболее высоким биосинтетическим потенциалом и биологической активностью характеризовалась каллусная культура *C. roseus* разновидности «Roseus», инкубируемая на питательной среде, содержащей в качестве ауксина 1 мг/л НУК, а в качестве цитокинина – 1 мг/л БАП. Полученные результаты могут иметь существенное значение для повышения биопродуктивности каллусных культур лекарственных растений.

Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ (грант Б18В-003).

Литература

1. Pisoschi A.M., Pop A. // European Journal of Medicinal Chemistry, 2015, Vol. 97. P. 55–74.
2. Gonzalez-Burgos E., Gomez-Serranillos M.P. // Current Medicinal Chemistry, 2012, Vol. 19, № 31, P. 5319–5341.
3. Talaat I.M., Bekheta M.A., Mahgoub M.H. // International journal of agriculture and biology, 2005, Vol. 7. P. 210–213.
4. Aslam J., S.H. Khan, Z.H. Siddiqui, Z. Fatima, M. Maqsood, M.A. Bhat, S.A. Nasim, A. Ilah, I.Z. Ahmad, S.A. Khan, A. Mujib, M.P. Sharma // Pharmacie Globale (IJCP), 2010, Vol. 1, № 4, P. 1–16.
5. Pietrosiuk A., Furmanova M., Lata B. // Phytochemistry reviews, 2007, Vol. 6, P. 459–473.
6. Karuppusamy S. // Journal of Medicinal Plants Research, 2009, Vol. 3, № 13, P. 1222–1239.
7. Основы биотехнологии: Культивирование изолированных клеток и тканей растений / под ред. Балдаева С.Н., Улан-Удэ, 2003, 58 с.
8. Chinnamadasamy K., Veerabahu R.M., Arjunan D. // Tropical and subtropical agroecosystems, 2010, Vol. 12, № 2, P. 283–288.
9. El-Sayed M., Verpoorte R. // Phytochemistry Reviews, 2007, Vol. 6, P. 277–305.
10. Murashige T., Scoog F. // Physiologia Plantarum, 1962, V. 15, № 3, P. 473–482.
11. Бузук Г.Н., Кузьмичева Н.А., Руденко А.В. // Вестник фармации. Фармакогнозия и ботаника, 2007, № 1 (35), С. 26–37.
12. Uniyal G.C., Bala S., Mathur A.K., Kulkarni R.N. // Phytochemical Analysis, 2001, Vol. 12, P. 206–210.
13. Moreno-Valenzuela O.A., Galaz-Avalos R.M., Minero-García Y., Loyola-Vargas V.M. // Plant Cell Reports, 1998, Vol. 18, P. 99–104.
14. Jastrzebski Z., Medina O.J., Moreno L.M., Gorinstein S. // International Journal of food sciences and nutrition, 2007, Vol. 58, № 7, P. 531–541.
15. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. М.: Высш. школа, 1978. 312 с.

16. Дитченко Т.И., Юрин В.М. // Труды Белорусского государственного университета. Серия: Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем, 2011, Т. 6, № 1, С. 39–46.

17. Смоленская И.Н., Решетняк О.В., Смирнова Ю.Н., Черняк Н.Д., Глоба Е.Б., Носов А.М. // Физиология растений, 2007, Т. 54, С. 243–252.

18. Nikolaeva T.N., Zagoskina N.V., Zaprometov M.N. // Russian journal of plant physiology, 2009, V. 56, № 1, P. 45–49.

С.Н. ФИЛИПОВА, В.М. ЮРИН
**ГОРМОНАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ
ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ И АНТИРАДИКАЛЬНОЙ
АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ КАЛЛУСОВ У РАЗНОВИДНОСТЕЙ
CATHARANTHUS ROSEUS (L.) G. DON**

Резюме

Выявлены особенности накопления суммы фенольных соединений, флавоноидов, состава индольных алкалоидов, а также антирадикальной активности в каллусах *Catharanthus roseus* (L.) G. Don разновидностей «Roseus», «Alba» и «Ocellatus» при варьировании фитогормонального состава в среде культивирования. Выявлено, что наибольший стимулирующий эффект на накопление суммы флавоноидов и антирадикальную активность экстрактов исследуемых каллусных тканей оказывают фитогормоны в составе 1 мг/л НУК + 1 мг/л БАП. Установлено, что наиболее высоким биосинтетическим потенциалом обладает каллусная культура разновидности «Roseus».

S.N. FILIPAVA, V.M. YURIN
**HORMONAL REGULATION OF SECONDARY METABOLITES CONTENT
AND ANTI-RADICAL ACTIVITY OF EXTRACTS OF DIFFERENT
VARIETIES OF *CATHARANTHUS ROSEUS* (L.) G. DON CALLUS
CULTURES**

Summary

The callus cultures of *Catharanthus roseus* (L.) G. Don of «Roseus», «Alba» and «Ocellatus» different varieties growing on the medium with the different composition of phytohormones were investigated for total phenol, flavonoid content, indole alkaloid composition and antioxidant activity. The greatest stimulating effect on the accumulation of flavonoids and antiradical activity of callus extracts was revealed under the phytohormone composition of 1 mg / 1 NAA + 1 mg / 1 BAP. The highest biosynthetic potential were detected in the callus culture of «Roseus» variety.

Поступила в редакцию 14.11.2019 г.

Г.Г. ФИЛИПЦОВА¹, Ю.А. СОКОЛОВ², В.М. ЮРИН¹
**ДЕЙСТВИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПЕПТИДОВ CSP15 И MF3
НА УСТОЙЧИВОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ
К АБИОТИЧЕСКИМ СТРЕССАМ**

¹Белорусский государственный университет, г. Минск

²Институт биоорганической химии НАН Беларуси, г. Минск

Введение. Одним из важнейших процессов, определяющим устойчивость растений к стрессовым воздействиям биотической природы, является способность растительной клетки воспринимать молекулы элиситоров и осуществлять индукцию защитных систем. Особый интерес вызывают элиситоры белковой природы, согласно современным представлениям, они являются важными компонентами иммунной системы растений, проявляют активность в очень низких концентрациях, не чужеродны для живых организмов и окружающей среды, не накапливаются в растениях [1, 2]. Литературные данные свидетельствуют, что экзогенная обработка растений пептидными элиситорами либо их синтетическими аналогами вызывает каскад взаимосвязанных защитных реакций, таких как изменение ионной проницаемости мембраны, повышение уровня активных форм кислорода, синтез каллозы, активацию MAP-киназ, индукцию экспрессии ряда защитных генов, что в конечном итоге приводит к увеличению неспецифической устойчивости растительных организмов ко многим видам фитопатогенов [3, 4]. Элиситорными свойствами обладают белки холодового шока (Cold Shock Proteins – CSP) и микробный фактор 3 (MF3).

CSP представляют собой семейство низкомолекулярных (7,4 кДа) высококонсервативных белков, характерных как для прокариотических, так и эукариотических организмов [4, 5]. Некоторые представители этого семейства конститутивно присутствуют в клетках, другие – индуцируются под действием холодового стресса. CSP участвуют в различных процессах, включая регуляцию клеточного роста и развития, адаптацию к низкой температуре и дефициту питательных ресурсов [6, 7]. Элиситорные свойства определяются участком белка из 15 аминокислотных остатков (VKWFNAEKGFGITP), названным Csp15 [4]. Установлено, что обработка листьев томатов, табака и картофеля пептидом Csp15 приводит к запуску защитных реакций, в частности увеличению синтеза этилена и активных форм кислорода (АФК) [4]. Кроме того пептид Csp15 приводит к увеличению устойчивости растений риса к грибному патогену *M. grisea*, пшеницы к *St. nodorum*, табака к вирусу табачной мозаики [8, 9]. Представленные данные свидетельствуют о том, что Csp15 проявляет элиситорные свойства по отношению ко многим видам как однодольных, так и двудольных растений и индуцируют неспецифическую устойчивость к биотическим стрессорам.

Еще одним бактериальным белком, проявляющим элиситорные свойства, является MF3. Он был выделен из бактерии *Pseudomonas fluorescens*, обладающей способностью индуцировать системную устойчивость растений к патогенным грибам и нематодам [10]. MF3 – низкомолекулярный (16,9 кДа) термостабильный белок, относящийся к семейству ферментов пептидил-пролил-цис/транс-изомераз (ППИИ-аз) FKBP-типа [11]. Показано, что ППИИ-азы участвуют в индукции защитных систем растений *A. thaliana* при действии фитопатогенов *Xanthomonas campestris*, включая сигналинг с участием АФК, салициловой кислоты и MAP-киназ [12]. Элиситорные свойства MF3 связаны с наиболее консервативным фрагментом этого белка, состоящим из 29 аминокислотных остатков – IPGLEKALEGKAVGDDLEVAVERPEDAYG. Как свидетельствуют данные, экзогенная обработка растений табака белком MF3, а также его активным пептидом вызывает в растениях примерно одинаковый отклик, связанный с запуском системной устойчивости широкого спектра, включающей устойчивость к вирусам, бактериям и грибам [13, 14]. Отмечено, что в некоторых случаях MF3 оказывает более сильный защитный эффект в смеси с хитозаном.

Несмотря на многочисленные примеры участия бактериальных пептидов MF3 и Csp15 в защите растений от фитопатогенов [10–14], данные о влиянии этих элиситоров на устойчивость растительных организмов к абиотическим стрессам отсутствуют. Более того, действие Csp15 на бобовые растения не проводилось. В связи с вышесказанным, нами исследовалось влияние пептида MF3 на злаковые культуры (пшеница), а Csp15 на зернобобовые (горох и соя), подвергнутые оксидативному стрессу и гипертермии.

Объекты и методы исследования. Пептиды Csp15 и MF3 были синтезированы в Институте биоорганической химии НАН Беларуси методом твёрдофазного пептидного синтеза с использованием автоматического пептидного синтезатора ResPep SL.

В качестве объектов исследования служили проростки гороха посевного (*Pisum sativum*) сорта Натальевский, сои культурной (*Glycine max*) сорта Припять и яровой пшеницы (*Triticum aestivum*) сорта Любава, любезно предоставленные научно-практическим центром НАН Беларуси по земледелию. Семена замачивали в дистиллированной воде в течение суток, после чего высаживали в бумажные рулоны и выращивали в водной культуре в течение 7 (пшеница) либо 14 суток (горох и соя) при температуре 20–22 °С с фотопериодом 16 ч – свет, 8 ч – темнота. Листья проростков опрыскивали водными растворами пептида Csp15 в диапазоне концентраций 10^{-9} – 10^{-12} моль/л и MF3 в диапазоне концентраций 10^{-4} – 10^{-7} моль/л (контроль – без обработки). С целью выявления синергичности действия пептида MF3 и хитозана, была исследована биологическая активность композиций пептида MF3 в концентрации 10^{-5} моль/л и хитозана (15,7 кДа) в концентрации 0,001%. Через 24 ч после обработки проростки подвергали стрессовому воздействию. Оксидативный стресс (ОС) создавали путем погружения корневой системы в раствор,

содержащий 10^{-3} моль/л CuCl_2 , 10^{-3} моль/л H_2O_2 и 10^{-3} моль/л аскорбиновой кислоты. В присутствии данных компонентов происходила реакция Фентона, т. е. восстановление двухвалентных ионов меди аскорбатом до одновалентных и их взаимодействие с перекисью водорода, в результате чего осуществлялось образование гидроксильного радикала. Через сутки раствор заменяли дистиллированной водой, и проростки продолжали расти в течение 7 дней в стандартных условиях, после чего определяли их морфометрические параметры, а именно сырую и сухую массу надземной части и корней. Гипертермию создавали, помещая рулоны с проростками в термостат при температуре 42°C в течение 2 часов, затем переносили в стандартные условия.

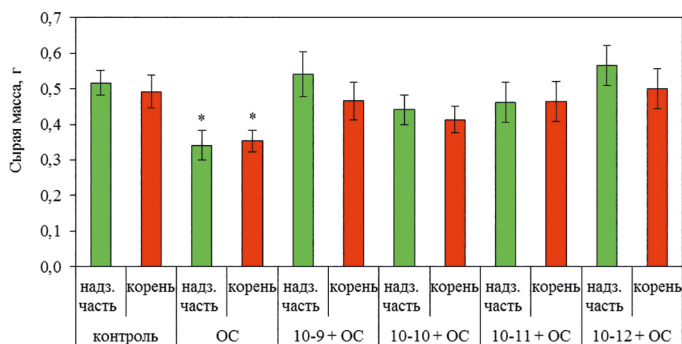
Для выявления влияния элиситоров на скорость окислительных процессов было изучено содержание первичных продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в листьях проростков в условиях ОС. Для этого 14-дневные проростки обрабатывали элиситорами, на вторые сутки проростки подвергали воздействию ОС, через 24 часа определяли уровень продуктов ПОЛ (оксодиеновых и триеновых конъюгатов) методом прямой спектрофотометрии изопропанольных экстрактов [15]. Измерение оптической плотности растворов проводили на спектрофотометре Cary (Германия).

В каждой серии экспериментов выращивали по 20 проростков, повторность опытов 3-кратная. Вычислялись средние значения показателей и ошибки средней величины.

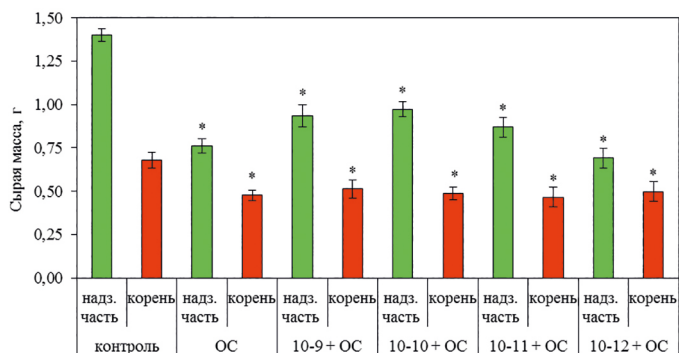
Результаты и их обсуждение. Для оценки элиситорного действия синтетического пептида Csp15 был проведен анализ морфометрических характеристик проростков гороха и сои, подвергнутых окислительному стрессу. Как видно из результатов, представленных на рис. 1, ОС оказывает сильное ингибирующее действие на ростовые процессы, в результате чего сырая масса надземной части проростков гороха снижается на 34%, а корней на 29% по сравнению с контролем, у проростков сои исследуемые параметры уменьшаются примерно на 50 и 30% соответственно. Предварительная обработка проростков гороха пептидом Csp15 минимизирует негативное действие стресса. Степень защитного действия зависит от концентрации пептида: 10^{-9} моль/л оказывала максимальный защитный эффект, в данном варианте опыта сырая масса надземной части и корней была сравнима с контролем; концентрации 10^{-10} и 10^{-11} моль/л проявили менее выраженное действие, масса корней и надземной части проростков была примерно на 10–15% ниже контроля, но значительно больше, чем у необработанных растений, подвергнутых стрессовому воздействию.

Влияние пептида Csp15 на проростки сои носит менее выраженный характер. Пептид в концентрации 10^{-12} моль/л не приводил к достоверному изменению исследованных параметров. Обработка более высокими концентрациями пептида оказала незначительный защитный эффект на рост надземной части, но не повлияла на корни проростков сои, подвергнутых ОС. При концентрациях 10^{-9} , 10^{-10} и 10^{-11} моль/л сырая масса

надземной части снизилась на 30–32% по сравнению с контролем и составила 0,8–0,9 г, что примерно на 20% больше, чем у необработанных растений. Следовательно, защитный эффект пептида Csp15 на растения сои в условиях ОС проявляется в меньшей степени и в более высоких концентрациях, по сравнению с горохом.



А



Б

Рис. 1. Влияние пептида Csp15 на сырую массу надземной части и корней проростков гороха (А) и сои (Б), подвергнутых действию оксидативного стресса (ОС).

* различия достоверны по сравнению с контролем при $P \leq 0,05$.

Для выявления механизма защитного эффекта синтетического пептида Csp15 нами было исследовано его влияние на скорость окислительных процессов, а именно уровень оксодиеновых и триеновых конъюгатов в листьях проростков, подвергнутых оксидативному стрессу. Обработку растений проводили пептидом в концентрации, оказывающей максимальный защитный эффект – 10^{-9} моль/л.

На рисунке 2 представлены данные по влиянию пептида Csp15 на уровень первичных продуктов ПОЛ в листьях проростков гороха и сои, подвергнутых действию ОС в течение 24 часов. Видно, что добавление в наружный раствор перекиси водорода, ионов меди и аскорбата приводит к существенному увеличению как триеновых, так и оксидиеновых конъюгатов, в результате чего суммарное содержание продуктов ПОЛ возрастает на 54% у гороха и 41% у сои по сравнению с контролем. Это свидетельствует о возрастании скорости окислительных процессов, вызванных образованием гидроксильного радикала, являющегося мощным окислительным агентом [16, 17]. Именно этот процесс, как было показано ранее, приводит к торможению ростовых характеристик проростков. Обработка проростков гороха пептидом Csp15 также вызывает увеличение уровня продуктов ПОЛ на 27% по сравнению с контролем, что может быть связано с механизмом элиситорного действия пептида. В литературе имеются данные, что обработка листьев табака пептидом Csp15 в течение 10–15 минут приводит к возрастанию уровня активных форм кислорода [4], с одной стороны, являющихся сигнальными молекулами, с другой стороны, способными вызвать локальный окислительный взрыв. Продукция АФК является ранним ответом растительных клеток на многие элиситоры бактериальной природы [2, 3], вероятно, и на Csp15. Интересно отметить, что обработка растений сои пептидом не приводит к достоверно значимому изменению уровня продуктов ПОЛ по сравнению с контролем. Как отмечалось ранее, защитный эффект пептида на проростках сои был значительно меньше, по сравнению с горохом. Т.е. можно проследить некую тенденцию, связанную с реакцией растения на обработку, если под действием пептида происходит изменение уровня ПОЛ, это свидетельствует о запуске сигнальных путей и, возможно, индукции защитных систем. Действительно, воздействие стресса на предварительно обработанные растения (на графике Csp15+ОС) приводит к снижению скорости окислительных процессов, уровень продуктов ПОЛ в данном варианте опыта у проростков гороха на 24% ниже, чем у необработанных растений. У проростков сои также наблюдается снижение исследованного параметра, но в несколько меньшей степени.

В работе [14] отмечено, что в некоторых случаях синтетические бактериальные пептиды, в частности MF3 оказывает более сильный защитный эффект в смеси с хитозаном. На поверхности хитозана есть свободные положительно заряженные аминогруппы, с которыми за счет электростатических связей может взаимодействовать отрицательно заряженный пептид MF3. Авторы предположили, что образование комплекса пептида с хитозаном может способствовать транспорту элиситора к мишени. В связи с вышесказанным, для выявления синергичного эффекта этих двух элиситоров были проведены как однокомпонентные обработки растений, так и двухкомпонентные пептидом и хитозаном.

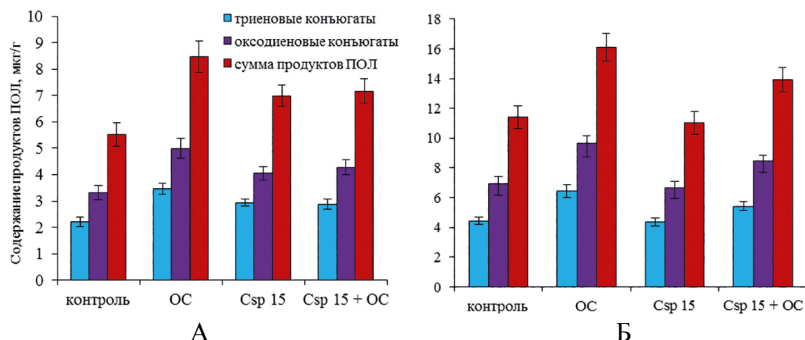
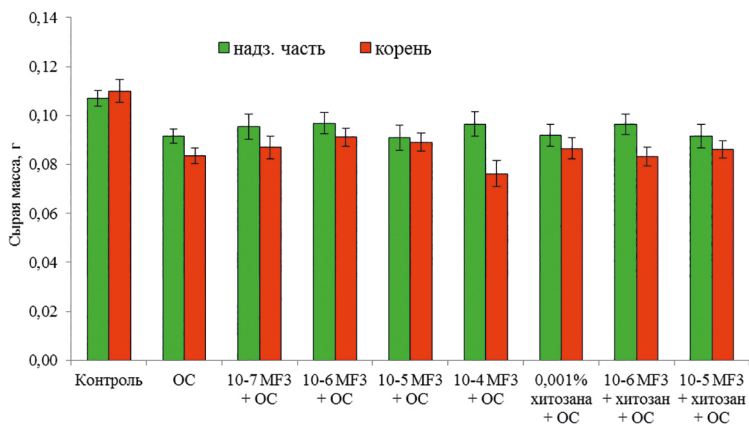


Рис. 2. Влияние синтетического пептида Csp 15 на уровень первичных продуктов ПОЛ в листьях проростков гороха (А) и сои (Б), подвергнутых окислительному стрессу

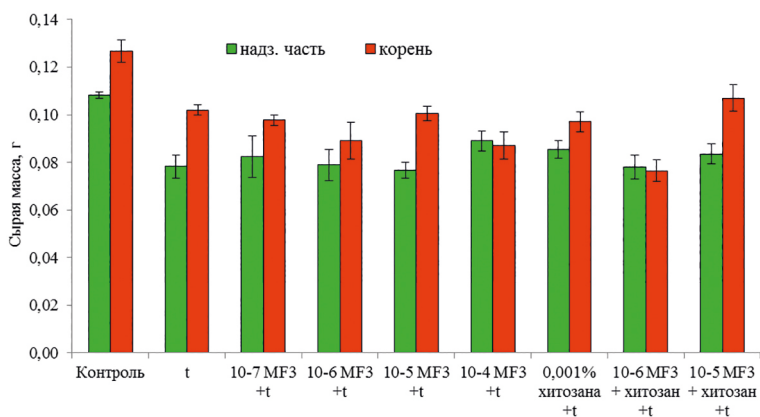
На начальном этапе была проведена оценка воздействия различных концентраций пептида MF3 и его композиций с хитозаном на морфометрические характеристики проростков пшеницы, подвергнутых двум типам стрессовых воздействий: окислительному стрессу и гипертермии. Окислительный стресс приводил к существенному снижению исследуемых параметров: сырая масса надземной части всех исследованных растений уменьшалась на 15–18%, а корней – примерно на 25% по сравнению с контролем (рис. 3А). Предстрессовая обработка пептидом, а также его композициями с хитозаном, не оказывала существенного влияния на исследуемые параметры. При всех типах обработок в стрессовых условиях ростовые процессы проростков пшеницы ингибировались, при этом сырая масса надземной части снижалась на 12–15%, а корней примерно на 20% по сравнению с контролем. Небольшой защитный эффект на рост надземной части можно отметить лишь при обработке пептидом MF3 в концентрации 10^{-4} моль/л. Полученные результаты свидетельствуют о низких элиситорных свойствах пептида MF3 в отношении пшеницы в условиях ОС, а также об отсутствии синергичного действия этого пептида с хитозаном. Вероятно, данные элиситоры осуществляют индукцию сигнальных путей, приводящих к активации системной устойчивости к патогенам, и не оказывают защитного эффекта при абиотических стрессах.

Для детализации полученных закономерностей было исследовано влияние пептида MF3 и его композиций с хитозаном на проростки пшеницы, подвергнутые гипертермии. Результаты представлены на рисунке 3Б. Как и в предыдущем случае, обработка проростков пшеницы пептидом MF3 в концентрациях 10^{-6} и 10^{-5} моль/л, а также композициями пептида с хитозаном не оказала существенного влияния на морфометрические характеристики растений, подверженных гипертермии, сырая масса надземной части и корней как обработанных, так и необра-

ботанных растений снизилась на 25–30% по сравнению с контролем. Только в самой высокой из исследованных концентраций пептида (10^{-4} моль/л) наблюдался незначительный защитный эффект на рост надземной части.



А



Б

Рис. 3. Влияние синтетического пептида MF3 и его композиций с хитозаном на сырую массу надземной части и корней проростков пшеницы, подвергнутых гипертермии (А) и оксидативному стрессу (Б).

Анализ уровня первичных продуктов ПОЛ показал, что обработка проростков пшеницы пептидом MF3 в концентрации 10^{-4} моль/л вызывает незначительное снижение содержания первичных продуктов перекисного окисления липидов, что свидетельствует об уменьшении скорости окислительных процессов в растениях, подвергнутых гипертермии (рис. 4). Более низкие концентрации пептида не оказывали достоверного влияния на данный показатель.

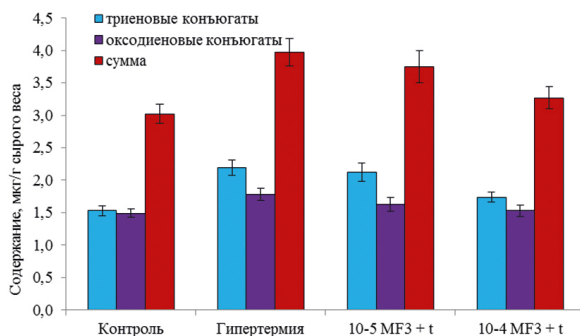


Рис. 4. Влияние обработки надземной части растений синтетическим пептидом MF3 на уровень первичных продуктов перекисного окисления липидов в листьях проростков пшеницы, подвергнутых гипертермии.

Закключение. Представленные данные свидетельствуют, что синтетический пептид Csp15 оказывает элиситорное воздействие на проростки гороха и сои. Обработка надземной части растений данным пептидом приводит к снижению скорости окислительных процессов в условиях ОС и минимизирует негативное воздействие стресса на рост растений, что свидетельствует о защитном эффекте данного соединения. Максимальный защитный эффект пептида Csp15 выявлен в концентрации 10^{-9} моль/л на проростки гороха, подвергнутые ОС. На проростки сои защитное действие Csp15 проявляется в меньшей степени по сравнению с горохом. Полученные результаты позволяют заключить, что бактериальный синтетический пептид Csp15 может быть использован при разработке экологически безопасных препаратов защиты растений не только от фитопатогенов, но и абиотических стрессоров.

Обработка надземной части проростков пшеницы синтетическим пептидом MF3 и его композициями с хитозаном не приводит к достоверно значимому защитному эффекту на растения, подвергнутые ОС и гипертермии. Вместе с тем в условиях гипертермии под действием MF3 в концентрации 10^{-4} моль/л отмечено незначительное снижение скорости окислительных процессов.

Литература

1. Albert M. // J. of Experimental Botany. 2013. V. 64. P. 5269–5279.
2. Boller T., Felix G. // Annual Review of Plant Biology. 2009. V. 60. P. 379–406.
3. Mishina T.E., Zeier J. // Plant Journal. 2007. V. 50. P. 500–513.
4. Felix G., Boller T. // J of Biological Chemistry. 2003. V. 278. P. 6201–6208.
5. Amir M., Kumar V., Dohare R., Islam A., Ahmad F., Hassan M. // J. Evol. Biol. 2018. V. 12. P. 1903–1917.
6. Horn G., Hofweber R., Kremer W., Kalbitzer H.R. // Cell. Mol. Life. 2007. V. 64 P. 1457–1470.
7. Bae W., Xia B. // PNAS USA. 2000. V. 97. P. 7784–7789.
8. Dzhavakhiya V.G. et al. // J. Russian Phytopathol. 2000. V. 1. P. 75–81.
9. Кромина К.А., Джавахия В.Г. // Мол. генетика, вирусология и микробиология. 2006. Т. 1. С. 31–34.
10. Siddiqui I., Shaukat S. // J. Phytopathol. 2002. V. 150. P. 469–473.
11. Shumilina D., Kramer R., Klocke E., Dzhavakhiya V. // Phytopathology Polonica. 2006. V. 41. P. 39–49.
12. Мокрякова М. В. и др. // Генетика. 2014. № 2. С. 157–166.
13. Шумилина Д.В., Воинова Т.М., Джавахия В.Г. // Защита и карантин растений. 2006. № 10. С. 20–21.
14. Шумилина Д.В., Джавахия В.Г. // АГРО XXI. 2007. № 7–9.
15. Паранич Л.И. и др. // Бюл. Экспериментальной биологии и медицины. 1993. № 10. С. 402–405.
16. Choudhury S., Panda P., Sahoo L., Panda S.K. Reactive oxygen species signaling in plants under abiotic stress // Plant Signal. Behav. 2013. V. 8. P. 23681.
17. Gill S.S., Tuteja N. // Plant Physiol Biochem. 2010. V. 10. P. 909–930.

Г.Г. ФИЛИПЦОВА, Ю.А. СОКОЛОВ, В.М. ЮРИН
**ДЕЙСТВИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПЕПТИДОВ CSP15 И MF3
НА УСТОЙЧИВОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ
К АБИОТИЧЕСКИМ СТРЕССАМ**

Резюме

Исследована элиситорная активность синтетических бактериальных пептидов Csp15 и MF3 на проростки гороха, сои и пшеницы, подвергнутые оксидативному стрессу и гипертермии. Установлено, что пептид Csp15 оказывает элиситорное воздействие на проростки гороха и сои. Предстрессовая обработка проростков данным соединением в концентрации 10^{-9} моль/л приводит к увеличению их устойчивости к оксидативному стрессу. Элиситорный эффект пептида MF3 на проростки пшеницы выявлен только в концентрации 10^{-4} моль/л.

G.G. FILIPTSOVA, Y.A. SOKOLOV, V.M. YURIN
**ACTION OF SYNTHETIC PEPTIDES CSP15 AND MF3
ON RESISTANCE OF AGRICULTURAL PLANTS TO ABIOTIC STRESSES**

Summary

Elicitor activity of the synthetic bacterial peptides Csp15 and MF3 on seedlings of peas, soybeans, and wheat subjected to oxidative stress and hyperthermia was studied. The peptide Csp15 has an eliciting effect on pea and soybean seedlings. The treatment of seedlings with this compound in a concentration of 10^{-9} mol/l leads to an increase their resistance to oxidative stress. The elicitor effect of the peptide MF3 on wheat seedlings was detected only at a concentration of 10^{-4} mol/l.

Поступила в редакцию 01.10.2019 г.

ЮЙТИН СЯО, И.Б.САУК, В.С. АНОХИНА
**МОРФОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ОБРАЗЦОВ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ
(*PHASEOLUS VULGARIS* L.) ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**
Белорусский государственный университет, г. Минск

Введение. Важная роль в решении продовольственной программы в Республике Беларусь отводится расширению производственных площадей сельхозугодий под зернобобовыми культурами – источниками ценного растительного белка. В ряду успешно возделываемых, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Беларуси видов зернобобовых, таких как вика посевная, соя, бобы, люпин важное место принадлежит фасоли – одной из наиболее популярных зернобобовых культур в мире [1]: в 2016 году ее производство (по данным FAO) составило 50429108 т при площади возделывания, достигшей 3095050 га [2].

Учитывая биологические особенности фасоли, она по праву считается основным источником калорий и белка во многих странах мира. Благодаря высокой биологической ценности белков фасоль находит применение в хлебопекарной, макаронной, кондитерской и других отраслях пищевой промышленности, из нее получают ряд медицинских препаратов [3]. Помимо продовольственной ценности культивирование фасоли в Республике Беларусь имеет важное экономическое значение в связи с ролью этой культуры в государственной стратегии импортозамещения – уменьшении импорта в республику продуктов из фасоли.

Из известных культурных видов фасоли: *Phaseolus vulgaris* L., *Phaseolus lunatis* L., *Phaseolus coccineus* L., *Phaseolus acutifolius* A.Gray., наиболее значимое место в селекции фасоли в мире занимает *Phaseolus vulgaris* (фасоль обыкновенная).

По данным [4], в Государственный реестр сортов РБ на 01.12.2016 г. внесено 2 сорта фасоли зерновой и 56 сортов фасоли овощной (*Ph. vulgaris*) и 1 сорт многоцветковой фасоли (*Ph. coccineus*). Описаны также сорт раннего созревания (Жигура) и устойчивый к антракнозу сорт Мирабела [5]. Для активизации селекционного процесса фасоли в республике на основе перспективного исходного материала необходимо расширение генофонда культуры за счёт гибридизации, мутагенеза и обмена с другими генетическими банками. В этом плане наиболее ценным источником генетического материала для белорусских селекционеров представляется коллекция зернобобовых культур ВИРа – Всероссийского института растениеводства им. Н.И. Вавилова (с 2015 г. – Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова).

За столетний период в ВИРе сформирована коллекция фасоли, включающая образцы из 5 частей света [6], постоянно проводится пополнение

коллекции, изучение, сохранение и выделение ценных источников для повышения эффективности селекции фасоли. По состоянию на 2018 г. коллекция содержит 7775 образцов в постоянном и 1189 – во временном каталоге.

Главной стратегией создания коллекции зернобобовых культур в ВИРе является привлечение в генофонд образцов, различающихся по комплексу внутри и межвидовых признаков среди местных и селекционных сортов, их родичей из разных регионов мира и генофонда банков генетических ресурсов растений. Широкий генетический полиморфизм образцов коллекции является основой для выделения ценных источников для решения актуальных задач селекции и прежде всего выделения генетических источников устойчивости к стрессорам и климатическим катаклизмам, скороспелости, стабильной высокой продуктивности, качества семян растений, их дружного созревания [7, 8]. Большое значение придается отдельным признакам макроструктуры растений (типу стебля, компактному расположению на нем бобов, габитусу растений, особенно их кустистости), т. е. тем признакам, которые легко контролируются в процессе селекции. Для повышения эффективности селекционного процесса весьма важным является также знание родословной сортов при гибридизации форм [9].

Обзор научных публикаций, освещающих результаты селекционной работы на основе генетических ресурсов фасоли из коллекции ВИРа [10–13], свидетельствует о значительных успехах в селекции новых высокопродуктивных сортов фасоли с высокими пищевыми качествами бобов и семян, в создании моделей сортов с широким адаптивным потенциалом для культивирования в разных почвенно-климатических условиях. В ходе многолетних исследований установлена корреляционная зависимость между элементами продуктивности и их связь с условиями года и агротехническими показателями, выявлены особенности морфотипа растений для механической уборки, показана важность продолжительности периода вегетации для формирования семенной продуктивности растений.

Определены направления использования сортов с разным адаптивным потенциалом (интенсивного типа с высокой экологической пластичностью и нейтрального типа с низкой экологической пластичностью) [14]. Они рекомендованы как генетические источники стабильности и пластичности по основным элементам продуктивности. Показана зависимость изменчивости элементов продуктивности растений фасоли от сорта, условий года, агротехнических мероприятий.

Фасоль характеризуется высоким содержанием белка, которое достигает 35% [15]. Установлено, что на накопление белка в семенах фасоли влияют как генетические особенности сорта [16], так и почвенно-климатические условия внешней среды [16, 17]. Запасные белки растений – высокостабильные компоненты семян разных видов растений характеризуются неизменностью спектров. Однако для некоторых культур, в том числе для фасоли [16, 17], был показан ярко выраженный полиморфизм

спектров внутри популяций в зависимости от генотипа и факторов среды, на основании чего был сделан вывод о том, что критерием высоких адаптивных свойств сортов является выравнивание спектров запасных белков. Гетерогенность спектра белков может быть связана с тем фактом, что используемые в современной практике сорта фасоли, как правило, являются сортами – популяциями со сложной генетической структурой, включающей несколько биотипов с одинаковыми фенотипическими проявлениями [16].

Запасной белок фасоли фазеолин, на долю которого приходится до 60% общего содержания белка, не является мономорфным по структуре. Он состоит из различных компонентов. Основную фракцию запасного белка фасоли фазеолина представляет глобулин-1 [15, 16].

Полученные многочисленные данные по разным культурам свидетельствуют о перспективности использования метода электрофоретического разделения белков для выявления дублетов, контроля за генетической целостностью и подлинностью при репродуцировании сортов кукурузы, мягкой пшеницы, ячменя, овса [15, 20–24]. Согласно данным [20], по количеству полос в спектре запасных белков у фасоли овощной отмечен широкий полиморфизм: от 10 до 20 компонентов у 15% биотипов, 20–30 компонентов у 46% биотипов, более 30 компонентов в спектре – 39% форм. Наиболее вариабельной является зона вицилиноподобных белков, на формирование которых в значительной мере влияют различия в агроэкологических условиях [5].

Для удовлетворения потребностей населения Республики Беларусь в фасоли в фазе биохимической и биологической спелости необходимы новые высокопродуктивные сорта, устойчивые к болезням, к контрастным температурам, с морфотипом растений, пригодным для механизированной уборки. Реализация модели таких адресно ориентированных сортов возможна на основе источников с прогнозируемыми признаками и их идентификации по селекционно значимым показателям [25]. При этом актуальным является использование комплексного подхода при скрининге коллективных образцов и выделении перспективных генотипов для создания сортов с востребованными количественными и качественными признаками.

Пополнение генофонда фасоли новыми сортообразцами требует их дополнительного маркирования и оценки изменчивости признаков в определённых условиях возделывания.

Цель настоящей работы – оценка образцов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) из коллекции ВИР по основным селекционно значимым морфолого-биологическим признакам при выращивании в условиях Беларуси для их паспортизации и выделения перспективных генотипов для селекции.

Материалы (объекты) и методы исследования. Объектом исследования были 10 образцов сортов фасоли обыкновенной разного происхождения из коллекции ВИР и три сорта белорусской селекции (табл. 1). Визуально опытные образцы различались по форме и окраске семян (рис. 1).

Таблица 1. Перечень изученных образцов

Название сорта	№ каталога ВИР	Страна происхождения
Сорта зарубежной селекции		
Сакса б/в 615	К-1198	Россия
Рант	К-15196	Россия
Дарина	К-15582	Россия
Елизавета	К-15586	Россия
Лаура	К-15613	Россия
Маринка	К-15706	Россия
Ребус	К-15258	Россия
Autan	К-15202	Нидерланды
Asgrow 230 B	К-15435	США
Fruke Dickellschige Wachs	К-15648	Германия
Сорта белорусской селекции		
Зинуля		
Зничка		
Магура		



Рис. 1. Форма и окраска семян изученных сортообразцов фасоли обыкновенной:

1 – Сакса б/в 615; 2 – Рант; 3 – Autan; 4 – Ребус; 5 – Asgrow 230 B; 6 – Дарина;
 7 – Елизавета; 8 – Лаура; 9 – Fruke Dickellschige Wachs; 10 – Маринка; 11 – Зинуля;
 12 – Зничка; 13 – Магура

Посев семян осуществляли в мае 2018 и 2019 годов мелкоделяночным способом по методике ВИР [26] на опытных полях Ботанического сада Белорусского государственного университета. На опытную делянку высевали по 20 семян каждого образца. Образцы фасоли оценивали по показателям всхожести семян, выживаемости растений в полевых условиях, продолжительности вегетационного периода для каждого сорта. Проводили фенологические наблюдения, отмечали окраску листьев и цветков изучаемых растений. Полевые исследования завершали в фазе полной биологической спелости бобов. Опытные растения каждого образца убирали и исследовали индивидуально: проводили учет количества плодоносящих ветвей на растении, измеряли общую высоту растения, высоту до места прикрепления нижнего боба. В лабораторных условиях определяли окраску семян, изучали элементы семенной продуктивности растений: количество бобов, количество и массу семян на одном растении, массу 1000 семян. Показатели семенной продуктивности растений обработаны статистически с использованием пакета программ Excel.

Для характеристики качества семян опытных образцов фасоли проводили электрофорез запасных белков и учёт компонентов спектра по методике Лэммли с изменениями и дополнениями методических указаний отдела молекулярной биологии ВИР [27]. Навеску муки (4 мг) заливали 150 мкл электродного буфера (Трис, глицин, 10% DS-Na, вода) перемешивали и оставляли на ночь при комнатной температуре, затем центрифугировали в течение 10 мин при 13 000 об/мин. Надосадочную жидкость разливали в пробирки и сразу же использовали для анализа. Перед этим добавляли буфер для нанесения (DS-Na, Трис-HCl pH 6.8, глицерин, меркаптоэтанол, бромфеноловый синий, вода). Белки электрофоретически разделяли в ПААГ геле, состоящем из пластинок концентрирующего 5% геля и 12,5% разделяющего геля в Трис-глициновом электродном буфере pH 8.3 в режиме постоянного тока при $I=20\text{mA}$, $E=300\text{ V}$. Полученные гели окрашивали 0,1%-ным раствором Coomassie Brilliant Blue R-250.

Каталогов белковых формул, как и методических указаний по изучению спектров запасных белков применительно к культуре фасоли (её разных видов) нами не выявлено [28], а эталонные спектры белков разработаны только для люпина, сои, бобов, вики посевной, люцерны, клевера. Поэтому для анализа компонентов запасного белка мы использовали рекомендованный в качестве эталонного спектр другой бобовой культуры – сои, характеризующийся высокой степенью стабильности вне зависимости от условий окружающей среды [29,30].

Результаты и их обсуждение. Показатели жизнеспособности семян опытных образцов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Всхожесть семян, выживаемость и окраска семян, цветков и листьев растений опытных сортов (2018 и 2019 гг.)

Сорт	Год	Всхо- жесть семян, %	Выживае- мость расте- ний, %	Окраска		
				семян	цветков	листьев
Сакса б/в 615	2018	80,00	75,00	желтая	белая	зелёная
	2019	87,50	97,14		светло-ли- ловая	
Рант	2018	100,00	75,00	бежевая с розовой полосой	белая	светло- зе- лёная
	2019	94,00	93,62		светло-ро- зовая	
Autan	2018	50,00	80,00	белая	белая	зелёная
	2019	60,00	80,00			
Ребус	2018	50,00	100,00	коричневая	лиловая	зелёная
	2019	96,00	95,83		светло-ли- ловая	светло- зе- лёная
Asgrow 230 B	2018	55,00	81,82	белая	белая	зелёная
	2019	16,00	75,00			светло- зе- лёная
Дарина	2018	95,00	84,21	светло-ко- ричневая	лиловая	зелёная
	2019	90,00	97,78		светло-ли- ловая	светло- зе- лёная
Елизавета	2018	85,00	94,12	бело-серая	лиловая	зелёная
	2019	64,00	100,00	белая	лиловая	светло- зе- лёная
Лаура	2018	90,00	88,89	желтая	лиловая	светло- зелёная
	2019	84,00	92,86		лиловая и белая	
Fruke Dickellschige Wachs	2018	70,00	92,86	белая	белая	светло- зе- лёная
	2019	80,00	85,00			
Маринка	2018	90,00	77,78	белая	белая	светло- зелёная
	2019	55,00	86,36			
Зинуля	2018	90,00	72,22	белая	белая	светло- зелёная
	2019	90,00	86,67			
Зничка	2018	70,00	100,00	белая	белая	светло- зелёная
	2019	94,00	87,23			
Магура	2018	100,00	88,89	желтая	белая	светло- зелёная
	2019	100,00	95,00	желтая	светло-ли- ловая	

Всхожесть семян опытных образцов колебалась от 50,00% у сорта Autan до 100,00% у сортов Рант и Магура в 2018 г. и от 16,00% (сорт Aсgrow 230 В) до 100,00% (сорт Магура) в 2019 г. Самые низкие показатели всхожести отмечены у сортов из Нидерландов и США (Autan и Aсgrow 230 В в 2018 г.). Сравнение всхожести семян по годам выявило либо отсутствие различий в показателях, либо небольшое повышение для отдельных сортов в 2019 г. Выживаемость растений у изученных образцов колебалась от 72,22% у сорта Зинуля до 100,00 % у сортов Ребус и Зничка. В 2019 г. у большинства сортов выживаемость растений была выше, возможно, как результат отбора для посева в 2018 г. устойчивых форм.

Сорта различались по форме и окраске семян, цветков и листьев (рис. 1, табл. 2). Среди 13-ти изученных образцов светло-зеленая окраска листьев отмечена у 7 образцов, лиловая с оттенками окраска цветков у 4 образцов (6 имели белые цветки в оба года изучения). Наибольшим разнообразием среди изученных образцов представлена окраска семян – 6 типов окраски от белой до коричневой.

Результаты изучения образцов фасоли по элементам семенной продуктивности (количество бобов, семян, масса семян с одного растения и масса 1000 семян) за 2018 г. представлены на рисунке 2. Среди изученных образцов фасоли российской селекции сорт Елизавета отличался наибольшим количеством бобов, семян, массой семян с одного растения. Из сортов белорусской селекции сорт Зинуля обладал наибольшими значениями по всем изученным элементам семенной продуктивности, а у сортов зарубежной селекции максимальные показатели элементов семенной продуктивности растений отмечены у сорта Autan. В 2018 г. по признакам количества бобов, семян и их массе на растении выделен образец Autan, масса 1000 семян была максимальной (597,9 г) у сорта Сакса б/в 615. Масса 1000 семян у этого сорта была наиболее высокой и в 2019 г. (рис. 2 и 3).

В сравнительном аспекте показатели семенной продуктивности фасоли за 2 года изучения представлены на рисунках 2 и 3.

Анализ значений коэффициента вариации (CV) по годам изучения выявил широкий диапазон изменчивости изученных количественных показателей продуктивности. Диапазоны их флуктуации в пределах сортов позволяют сделать отборы отдельных перспективных генотипов, особенно по стабильным параметрам в оба года изучения растений.

По количеству бобов на растении выделены отдельные растения у сорта Елизавета, по количеству семян – у сортов Сакса б/в 615 и Елизавета, по массе семян – образцы сорта Aсgrow 230 В. Максимальной массой 1000 семян (991,4 г и 1270,0 г) характеризовались растения сортов Дарина и Ребус соответственно.

Отмечен широкий полиморфизм как между образцами, так и в пределах каждого из них по всем изученным элементам продуктивности.

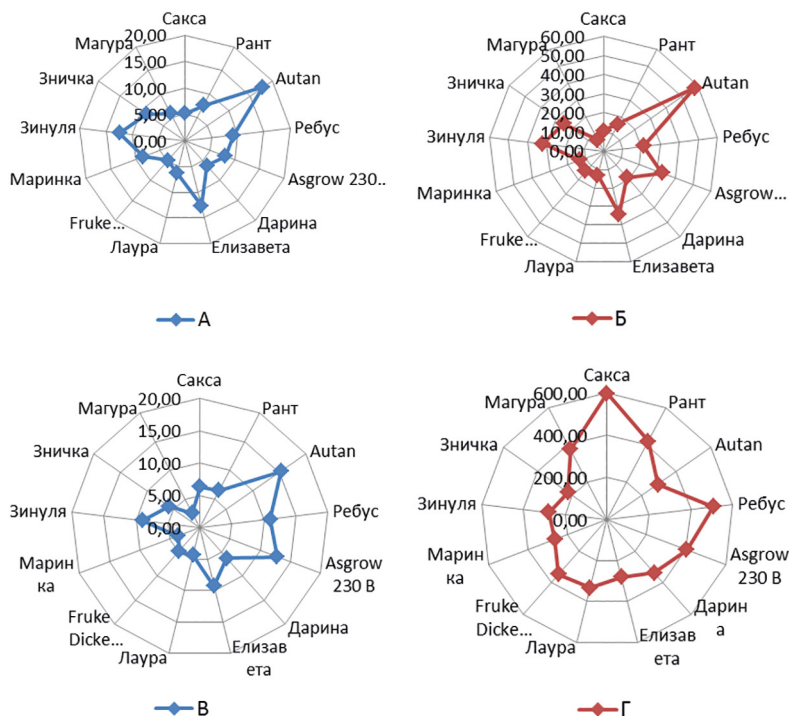


Рис. 2. Различия сортообразцов по элементам семенной продуктивности, 2018 г.
 А – количество бобов (шт.) на 1 растение, Б – количество семян (шт.) на 1 растение;
 В – масса семян на 1 растение (г), Г – масса 1000 семян (г)

Самым вариабельным был признак количества полноценных семян на растении как между сортами, так в разные годы их изучения. В 2019 г. показатели продуктивности сохранились у сортов или на одном уровне или были ниже, чем в 2018 г., особенно по количеству семян на растении. В 2019 г. отмечена более низкая осемененность бобов (рис. 3). У сортов Рант, Ребус, Зинчуля, Зничка и у сорта Магура снижение значений отдельных элементов продуктивности в 2019 г., вероятно, связано с погодными условиями и как результат этого – большая стерильность пыльцы растений.

В настоящее время затруднительно определить возможные причины изменчивости окраски семян, листьев и цветков в 2019 г. у отдельных образцов в сравнении с 2018 г. Мы не исключаем возможности гибридной или мутантной природы исходных форм, а также переопыления образцов (в случае появления доминантных фенотипов).

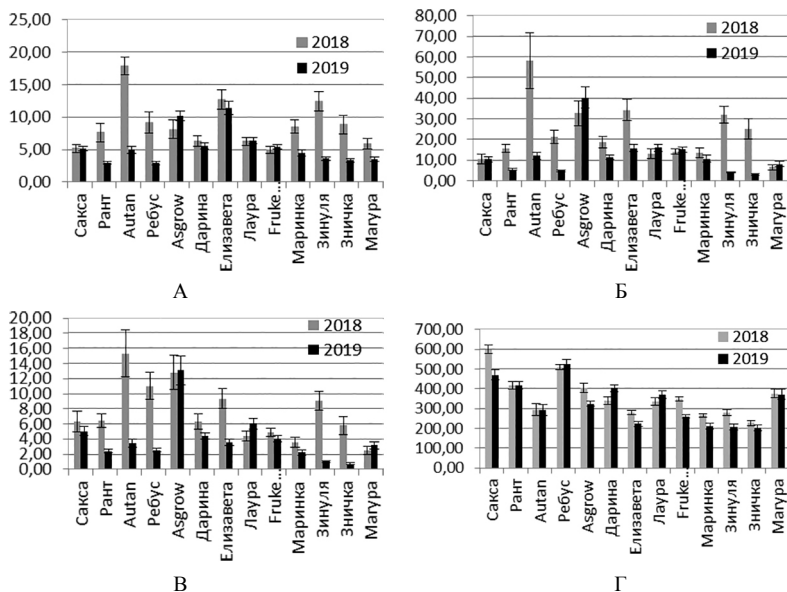


Рис. 3. Сравнительная характеристика опытных образцов фасоли в разные годы выращивания по элементам семенной продуктивности:
 А – количество бобов на 1 растение, Б – количество семян на 1 растение,
 В – масса семян на 1 растение, Г – масса 1000 семян.

Таблица 3. Характеристика морфометрических параметров опытных растений (2018 г.)

Сорт	Высота прикрепления нижнего боба, см		Общая высота растения, см		Количество плодоносящих ветвей, шт.	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	лимиты	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	лимиты	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	лимиты
Сакса б/в 615	6,33±0,26	6,00–9,00	36,92±1,15	31,00–45,00	3,75±0,22	3,00–5,00
Рант	5,93±0,21	5,00–7,00	27,33±1,05	19,00–34,00	4,00±0,29	2,00–6,00
Autan	3,63±0,50	3,00–7,00	33,63±2,24	23,00–40,00	5,25±0,67	3,00–8,00
Ребус	5,00±0,23	3,00–6,00	31,27±1,73	22,00–38,00	4,64±0,36	3,00–7,00
Asgrow 230 B	3,78±0,28	3,00–5,00	36,56±1,77	29,00–45,00	3,44±0,47	2,00–6,00
Дарина	5,12±0,36	3,00–8,00	33,12±1,37	24,00–43,00	4,12±0,54	2,00–10,00
Елизавета	4,06±0,21	3,00–5,00	35,06±1,23	29,00–48,00	6,94±0,57	2,00–10,00
Лаура	5,06±0,23	3,00–7,00	27,56±1,43	17,00–37,00	6,00±0,45	3,00–9,00
Fruke Dickellschige Wachs	5,23±0,20	4,00–7,00	30,85±1,21	23,00–38,00	5,69±0,31	4,00–7,00
Маринка	5,07±0,25	3,00–7,00	32,07±1,40	25,00–43,00	6,00±0,66	2,00–10,00
Зинуля	3,69±0,33	2,00–5,00	31,69±1,78	21,00–40,00	6,31±0,59	2,00–9,00
Зничка	3,32±0,55	2,00–10,00	25,64±1,41	16,00–35,00	5,00±0,46	2,00–7,00
Магура	5,86±0,63	3,00–8,00	29,43±2,27	21,00–38,00	3,71±0,42	2,00–5,00

Данные по высоте прикрепления нижнего боба, общей высоте растений, количеству плодоносящих ветвей и продолжительности вегетационного периода представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 4. Продолжительность вегетационных периодов (посев-созревание, сут.) растений опытных образцов в 2018-2019 гг.

Сорт	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	
	2018 г.	2019 г.
Сакса б/в 615	119,00±0,00	102,48±0,84
Рант	119,00±0,00	97,73±0,45
Autan	120,00±1,00	121,52±2,63
Ребус	119,00±0,00	107,98±1,01
Asgrow 230 B	124,00±2,59	128,67±2,75
Дарина	117,12±2,82	102,49±1,00
Елизавета	113,00±0,00	112,23±2,73
Лаура	113,00±0,00	109,46±2,82
Fruke Dickellschige Wachs	113,00±0,00	96,27±0,62
Маринка	114,14±1,14	103,95±0,91
Зинуля	113,00±0,00	108,67±1,04
Зничка	113,00±0,00	109,41±0,81
Магура	113,00±0,00	103,53±1,24

Для механизированной уборки растений важным показателем является общая высота растений и высота прикрепления нижнего боба или расстояние от почвы до нижнего боба. В наших исследованиях наиболее высокорослыми были отдельные растения (48,0 см) у сорта Елизавета и Сакса б/в 615 (45,0 см), а максимальная высота присоединения нижнего боба выявлена у сорта Зничка (10,0 см) и Сакса б/в 615 (9 см). По количеству плодоносящих ветвей выделены сорта Дарина, Asgrow 230 B и Маринка (10 шт. / растение).

Признак «высота прикрепления нижнего боба» в 2018 г. у сортов российской селекции варьировал от 4,06 см у сорта Елизавета до 6,33 см у сорта Сакса б/в 615. У белорусских сортов варьирование этого признака составило от 3,32 см у сорта Зничка до 5,86 см у сорта Магура. Наибольший показатель данного признака, т. е. более высокое расположение нижних бобов среди сортов зарубежной селекции отмечен у сорта Fruke Dickellschige Wachs (5,23 см). Среди сортов Российской селекции выделен сорт Сакса б/в 615 (6,33 см была высота до прикрепления нижнего боба).

Признак «общая высота растения» у сортов российской селекции варьировал от 27,33 см у сорта Рант до 36,92 см у сорта Сакса б/в 615, у сортов белорусской селекции – от 25,64 см у сорта Зничка до 31,69 см у сорта Зинуля. Среди сортов зарубежной селекции наибольшей высотой обладали растения сорта Asgrow 230 B, но при этом данный сорт не превосходил сорт Сакса б/в 615 российской селекции. Наибольшее количество плодо-

носящих ветвей среди сортов российской селекции отмечено у сорта Елизавета (6,94 шт.), среди сортов белорусской селекции – у сорта Зинуля (6,31 шт.), среди сортов зарубежной селекции – у сорта Autan (11,63).

Анализ признака «продолжительность вегетационного периода» (ПВП) позволил выделить среди сортов российской селекции сорта, близкие по данному признаку к сортам белорусской селекции – Елизавета и Лаура, обладавшие наименьшей ПВП. Среди всех изученных сортов наибольшая ПВП отмечена у сорта селекции США Asgrow 230 B.

Для фасоли важным показателем является содержание белка в бобах и семенах. Информация о спектрах запасных белков может служить маркерным признаком не только при паспортизации образцов, но также и для построения филогенетического дерева с целью определения степени сходства и различия генотипов анализируемых форм.

Результаты оценки электрофоретического спектра белков изученных образцов фасоли обыкновенной представлены в таблице 5.

Таблица 5. Полипептидный спектр семян фасоли обыкновенной (опытные образцы 2018 г.)

Сорт	Компоненты* спектра	Всего, шт.
Сакса б/в 615	8, 12, 16, 18, 19, 21, 27, 29, 35-41, 42, 51, 53, 65, 68, 78, 85, 90, 95	24
Рант	8, 12, 16, 18, 19, 21, 27, 29, 35-41, 51, 53, 65, 68, 78, 85, 90, 95	23
Дарина	8, 12, 16, 18, 19, 23, 27, 29, 35-41, 51, 53, 65, 78, 85, 90	21
Елизавета	8, 12, 16, 18, 19, 23, 27, 29, 35-41, 51, 53, 65, 78, 85, 90	21
Лаура	8, 12, 16, 18, 19, 23, 27, 29, 35-41, 51, 53, 65, 68, 78, 85, 90, 95	23
Маринка	8, 12, 16, 18, 19, 21, 27, 29, 35-41, 51, 53, 62, 65, 68, 78, 83, 85, 90, 95	25
Ребус	12, 16, 18, 19, 21, 29, 35-41, 51, 53, 65, 68, 78, 87, 93	20
Autan	12, 16, 18, 19, 21, 23, 27, 29, 35-41, 51, 53, 55, 60, 65, 68, 72, 78, 85, 87, 94	26
Asgrow 230 B	12, 16, 18, 19, 21, 27, 29, 35-41, 51, 53, 55, 65, 68, 74, 78, 87, 94	23
Fruke Dickellschige Wachs	8, 12, 16, 18, 23, 27, 29, 35-41, 51, 53, 65, 78, 85, 90	20
Зинуля	8, 12, 16, 18, 19, 23, 27, 29, 35-41, 51, 53, 62, 65, 68, 78, 83, 85, 90, 95	25
Зничка	8, 12, 16, 18, 19, 23, 27, 29, 35-41, 51, 53, 62, 65, 68, 78, 83, 85, 90, 95	25
Магура	8, 12, 16, 18, 19, 23, 27, 29, 35-41, 51, 53, 62, 65, 68, 78, 83, 85, 90, 95	25

Примечание. *Компоненты представлены номерами позиций на шкале электрофоретического полипептидного спектра, где позиция 25 соответствует молекулярной массе 63 кДа, 37,5 – 45 кДа, 65 – 25 кДа.

Анализ спектров запасных белков в семенах образцов 2018 года выращивания позволил выделить как типичные для всех исследуемых образцов компоненты 12, 16, 18, 29, 35–41, 51, 53, 65, 78.

Сорта белорусской селекции характеризовались однотипностью спектров белков и отличались от сортов российской селекции наличием 62, 83 компонентов (за исключением сорта Маринка). Анализ белковых спектров двух лучших по продуктивности сортов Autan и Ели-

завета позволил установить у сорта Autan наличие оригинальных компонентов: 55, 72, 87 и 94. У сорта Елизавета отмечено 2 компонента (8 и 90), которые отсутствуют у сорта Autan. У сорта Ребус российской селекции отмечены существенные отличия: компонент 87, который отсутствует у остальных сортов этой группы селекции, и компонент 93, выявленный только у этого сорта среди всех изученных образцов.

Сравнительный анализ изученных показателей опытных форм в разные годы их выращивания позволит выявить долю влияния генотипа и среды на фенотипические проявления этих признаков.

Заключение. По результатам двухлетних исследований 13-ти сортообразцов фасоли обыкновенной выявлен широкий диапазон изменчивости показателей семенной продуктивности в разные годы эксперимента как между сортами, так и в пределах изученных образцов фасоли. Выделены наиболее продуктивные формы по количеству бобов на растении (сорт Елизавета), количеству семян (сорт Asgrow 230 В), массе семян с растения (сорт Asgrow 230 В) и массе 1000 семян (сорт Ребус).

Выделены отдельные растения с наиболее выраженными признаками продуктивности, высоты растений и высоты прикрепления нижних бобов, а также наиболее скороспелые формы у образцов Fruke Dickellschige Wachs и Рант. По количеству плодоносящих ветвей отмечены растения сорта Дарина, Елизавета и Маринка.

Впервые выявлены реперные (редкие) компоненты белкового спектра у сорта Сакса б/в 615 (42), сорта Маринка (62 и 83), сорта Ребус (87 и 93), сорта Autan (55, 60, 72, 87, 94), образца Asgrow 230 В (74, 87, 94). Белковые спектры всех сортов белорусской селекции отличались наличием компонентов 62 и 83, которые отсутствовали у других форм. Эти данные могут быть использованы в качестве маркерных характеристик указанных форм.

Литература

1. Вишнякова М.А. Идеи Н.И. Вавилова в современном мире // Тез. докл. Вавил. межд. конф., 20-24 ноября 2017 г. СПб., 2017. С. 11.
2. Буравцева Т.В., Егорова Г.П., Вишнякова М.А. // Труды по прикладной ботанике, селекции и генетики. 2018. Т. 179. Вып.4. С. 164–176.
3. Акулов А.С. и др. Перспективная ресурсосберегающая технология производства фасоли: методические рекомендации-м. ФГНУ «Росинфмагротех». 2010. 36 с.
4. Сачивко Т.В. // Вестник БГСХА. 2017. №1. С. 21–28.
5. Скорина В.В., Мусаев Ф.Б. Скорина Вит.В. Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур. Традиции и перспективы: II Международная научно-практическая конференция (2-4 августа 2010 года): материалы докладов, сообщений: 90-летию Всерос. НИИ селекции и семеноводства овощных культур посвящается. Т. 2 / ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур» Российской академии с.-х. наук; ред. В. Ф. Пивоваров [и др.]. – Москва: ВНИИССОК, 2010. С. 510–515.
6. Буравцева Т.В., Егорова Г.П. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции 2012. Т. 169. С. 112–119.
7. Вишнякова М.А., Александрова Т.Г., Буравцева Т.В., Булынец С.В., Бурляева М.О., Егорова, Г.П., Семенова Е.В., Сеферова И.В., Яньков И.И. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 2012. Т. 169. С. 41–52.

8. Вишнякова М.А., Булынец С.В., Бурляева М.О., Буравцева Т.В., Егорова, Г.П., Семенова Е.В., Сеферова И.В. // Овощи России. 2013. № 8 (18). С. 16–25.
9. Цыганок Н.С. // С/х биология. 2014. С. 26–30.
10. Деревщиков С.Н. // Овощи России. 2013. №1 (18). С.55–59.
11. Кацарова Н.В. // Научные ведомости. Серия естественные науки. 2012. № 9 (128). С. 54–68.
12. Маракаева Т.В. // Вестник Казанского ГАУ. 2016. №3 (11). С 20–23.
13. Казыдуб Н.Г. Селекция и семеноводство фасоли в южной лесостепи Западной Сибири. Автор. дисс.... докт. с/х наук. Тюмень. 2013. 50 с.
14. Паркина О.В., Акушкина А.В. // Вестник ННГАУ. Агрономия, лесное и хозяйство. 2016. Т. 2. № 39. С. 36–42.
15. Анисимова И.Н. // Аграрная Россия. 2015. № 11. С. 27–35. Библиогр.: С. 34–35.
16. Казыдуб Н.Г., Маракаева Т.В., Коцюбинская О.А. // Овощи России. 2017. № 12. С. 50–54.
17. Мусаев Ф.Б., Скорина В.В., Кравченко Р.В., Литовкин А.А., Паркина О.В. // Использование электрофоретического анализа для оценки полиморфизма популяций фасоли овощной / [Электронный ресурс]. – Режим доступа. www.sworld.com.ua/index.php/agriculture-animal-husbandry-and-forestry-212/13662-212-051. Дата доступа: 03.01.2017.
18. Буравцева Т.В., Бурляева М.О., Егорова Г.П., Соловьева А.В. // Достижение науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 7. С. 47–51.
19. Brown J.W.S., Bliss F.A., Hall T.C. // Plant Physiol. 1980. V. 66. P. 838–840.
20. Скорина В.В., Егорова С.В., Мусаев Ф.Б. // Земледелие и защита растений. 2013. № 6. С. 23–27.
21. Губарева Н.К., И.П. Гаврилюк, А.В. Конарев // Аграрная Россия. 2015. № 11. С. 21–27.
22. Pandurangan S., Genomic Analysis of Storage Protein Deficiency in Genetically related Lines of Common Bean (*Phaseolus vulgaris*)/ S. Pandurangan, M. Diapari, F. Yin, S. Munholland, G.E. Репу, B.P. Chapman, S. Huang, F. Sparvoli, R. Bollini, W.L. Crosby, K.P. Pauls, F. Marsolais // [Electronic resource].– Mode of access : www.frontiersin.org–Data of access: 05.01.2017.
23. Сидорова В.В., Конарев А.В., Керв Ю.А., Матвеева Г.В. // Аграрная Россия. 2015. № 12. С. 2–10.
24. Егги Э.Э. // Аграрная Россия. 2015. №. 11. С. 14–20.
25. Чайковский А.И. // Бел.сельское хозяйство. 2010. № 26. С. 72–78.
26. Вишнякова М.А., Буравцева Т.В., Булынец С.В., Бурляева М.О., Семенова Е.В., Сеферова И.В., Александрова Т.Г., Яньков И.И., Егорова, Г.П., Герасимова Т.В., Другова Е.В. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение. Методические указания. СПб., 2010. 141 с.
27. Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян / В.Г.Конарев [и др]: под ред. В.Г. Конарев. СПб.: ВИР, 2000. 186 с.
28. Конарев А.В. // Аграрная Россия. 2006. № 6. С. 4–22.
29. Идентификация сортов люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) с использованием электрофоретического спектра полипептидов белков семян. Методические указания. Егги Э.Э., под ред. д.б.н., проф. И.П.Гаврилюк. ГНУ ВИР Россельхозакадемии, 2013. 26 с.

30. Буравцева Т.В., Бурляева М.О., Егорова Г.П., Никишкина М.А. // Идеи Н.И. Вавилова в современном мире: тез. докл. Вавил. межд. конф., 20–24 ноября 2017 г. СПб., 2017. С. 232.

**ЮЙТИН СЯО, И.Б.САУК, В.С. АНОХИНА
МОРФОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗЦОВ
ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)
ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ
В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Резюме

В работе приведены результаты оценки образцов фасоли овощного направления использования из коллекции ВИР при их выращивании в условиях Республики Беларусь по морфобиологическим признакам растений, элементам их семенной продуктивности и спектрам запасных белков. Установлены маркерные фракции белка, которые могут быть использованы при паспортизации сортообразца. Показана степень флуктуации изученных признаков и наличие внутривидового и сортового полиморфизма по качественным характеристикам и элементам семенной продуктивности. Это позволяет вести отбор внутри вида и образца для создания перспективных инбредных линий. Выделены источники селекционно-ценных признаков для адресно-ориентированной селекции фасоли в РБ: с высокой семенной продуктивностью, скороспелостью, высотой прикрепления нижнего боба и генотипы с большим количеством боковых плодоносящих ветвей. Они могут быть рекомендованы при использовании гибридизации в селекции фасоли.

**YUTING XIAO, I.B. SAUK, V.S. ANOKHINA
MORPHOLOGICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS
OF SPECIMENS OF COMMON BEANS (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)
FROM THE VIR COLLECTION WHEN GROWN UNDER THE
CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

Summary

The essay presents the results of the evaluation of samples of beans of the vegetable direction of use from the VIR collection when growing them in the Republic of Belarus according to the morphobiological characteristics of plants, elements of their seed productivity and spectrum of storage proteins. Marker fractions of the protein have been found that can be used in the certifications of the various specimen. The degrees of fluctuation of the studied quantitative traits and the presence of intraspecific and varietal polymorphism were shown according to the qualitative characteristics and elements of seed productivity. This allows selections within the species and specimen to create promising inbred lines. Sources of selection-valuable traits for address-oriented selection of beans in the Republic of Belarus were identified: high seed productivity, early maturity, high attachment of the lower bean, and genotypes with large numbers of lateral fruiting branches. They can be recommended as sources of valuable traits when using hybridization in bean breeding.

Поступила в редакцию 15.11.2019 г.

Ботанические находки

УДК 582.572 (476)

Д.В. ДУБОВИК, С.С. САВЧУК, А.Н. СКУРАТОВИЧ,
В.Н. ЛЕБЕДЬКО, А.О. САУЛОВ
**К ВОПРОСУ О РАСПРОСТРАНЕНИИ НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ
И ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ
БЕЛАРУСИ**

*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
НАН Беларуси, г. Минск*

Введение. В данной публикации обобщены результаты полевых флористических исследований авторов за последние годы, коллег ботаников, а также результаты критического изучения коллекций Гербария Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси (MSK). Приводятся местонахождения некоторых редких и охраняемых видов растений в пределах республики и данные о новых для Беларуси таксонах, которые обнаружены в качестве аборигенных, культивируемых и заносных. Многие новые местонахождения видов приведены для относительно слабо изученных в флористическом отношении административных районов Беларуси. Данная информация дополняет известные сведения о распространении в республике и частоте встречаемости некоторых редких растений, актуальна для готовящихся к изданию томов «Флоры Беларуси», «Красной книги Республики Беларусь» и других подобных изданий.

Материалы (объекты) и методы исследования. Исследования проводились традиционным маршрутным методом. Перечень видов дается согласно Определителю [5]. Номенклатура таксонов принята по электронной базе данных Миссурийского ботанического сада «Tropicos» [10], иногда с некоторыми изменениями, которые опубликованы в недавнее время в различных научных изданиях. Все гербарные сборы приведенных в статье видов хранятся в Гербарии ИЭБ им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси (MSK – V). За редким исключением виды приведены на основании личных наблюдений авторов или их коллег.

Результаты и их обсуждение. Ниже приводятся конкретные местонахождения, выявленных в республике видов сосудистых растений с краткой аннотацией и критическими замечаниями к ним если это необходимо.

Diphasiastrum complanatum (L.) Holub – Узденский р-н, окр. д. Могильно, 0,5 км к ЮЗ, сосняк мшистый с можжевельником на всхолмлениях, изредка, В. Лебедько, 26.04.2019.

Hyperzia selago (L.) Bernh. ex Schrank et Mart. – Борисовский р-н, окр. д. Житьково, 0,3 км к СВ, ельник кислично-черничный, часто, Д. Дубовик, А. Скуратович, А. Солдаткин, 03.05.2019. У лесной дороги здесь же отмечены *Brunnera sibirica* Steven, *Viola* × *bavarica* Schrank. Столбцовский р-н, окр. д. Зуберово, у ЮЗ окраины, ельник кисличный, изредка, Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, А. Скуратович, А. Саулов, 14.05.2019.

Столбцовский р-н, окр. д. Шпаки, 0,3 км к С, березняк с елью снытевый, нередко, Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, А. Скуратович, А. Саулов, 16.05.2019. Столбцовский р-н, окр. д. Колосово, 2,8 км к ЮЮЗ, ельник с осиной черничный, нередко, Д. Дубовик, А. Саулов, 12.08.2019.

Botrychium anthemoides C. Presl – Лепельский р-н, окр. д. Далики, 2 км к ЮЮВ, березняк чернично-снытевый с осиной, елью, ольхой, вблизи болота, популяция 70×7 м, более 70 разновозрастных особей, В. Лебедько, С. Савчук, 09.08.2019. Здесь же или вблизи популяции этого вида найдены *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart., *Equisetum variegatum* Schleich. ex F. Weber et D. Mohr. Выявленная популяция *B. anthemoides* оказалась самой крупной в Беларуси.

Botrychium matricarifolium (Retz.) A. Br. ex W.D.J. Koch – Столбцовский р-н, окр. д. Аталезь, у Ю окраины, сосняк мшистый, изредка, Д. Дубовик, В. Лебедько, С. Савчук, А. Скуратович, А. Саулов, 14.05.2019. Здесь же или вблизи популяции этого вида найдены *Botrychium lunaria* (L.) Sw., *Huperzia selago*, *Listera ovata* (L.) R. Br., *Aruncus vulgaris* Rafin.

Botrychium multifidum (S.G. Gmel.) Rupr. – Столбцовский р-н, окр. д. Колосово, 2 км к ЮЮВ, у дороги в сосняке мшисто-орляковом, несколько локусов, Д. Дубовик, А. Саулов, 12.08.2019. Вблизи популяции вида найдены *Drymochloa sylvatica* (Poll.) Holub, *Laserpitium latifolium* L., *Lilium martagon* L. Россонский р-н: окр. д. Красный Бор, 3 км к З, у оз. Платичное, небольшая замоховелая поляна в сосняке мшистом с елью, у обочины лесной дороги, 13 спороносящих и 6 вегетирующих экземпляров, В. Лебедько, А. Саулов, 27.08.2019; окр. д. Изюбрица Верхнедвинского р-на, 3 км 800 м к З, замоховелая обочина с ландышем, сивцом и вейником, у развилки лесных дорог, среди сосняка мшисто-черничного, около 30 экземпляров, В. Лебедько, А. Саулов, 29.08.2019.

Polypodium vulgare L. – Столбцовский р-н, окр. д. Хутор Борок, 0,8 км к Ю по просеке в березняке кисличном, около 10 экземпляров, Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, А. Скуратович, А. Саулов, 14.05.2019. Рогачевский р-н, окр. д. Кистени, у В окраины, правобережье р. Днепр, облепсанный высокий склон коренного берега, редко, Д. Дубовик, В. Лебедько, А. Саулов, 13.06.2019.

Cunninghamia lanceolata (Lambert) Hooker – Березовский р-н, д. Шилин, выращивается как декоративное растение, редко, Д. Дубовик, А. Скуратович, С. Савчук, А. Саулов, 08.04.2019. Также в этом году отмечен в культуре в г. Бресте.

Pulsatilla patens (L.) Mill. – Борисовский р-н, окр. д. Стахово, 2,8 км к ЗСЗ, в сосняке мшистом, нередко, Д. Дубовик, А. Скуратович, А. Солдаткин, 04.05.2019. Совместно с данным видом найдены *Thesium ebracteatum* Haune, *Pulmonaria angustifolia* L. Столбцовский р-н, окр. д. Окинчицы, 1,7 км к ЮВ, сосняк мшистый, изредка, Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, А. Скуратович, А. Саулов, 16.05.2019.

Pulsatilla pratensis (L.) Mill. – Жлобинский р-н, окр. г. Жлобин, 2 км к СВ, сосняк мшистый по дюнам, изредка, Д. Дубовик, В. Лебедько, А. Саулов, 24.06.2019. Здесь же отмечены *Pulsatilla patens*, *Jurinea*

cyanoides (L.) Reichenb., *Gypsophila fastigiata* L., *Pilosella echinoides* (Lum.) F. Schultz et Sch. Bip.

Thalictrum thalictroides (L.) E. Nardi – Несвижский р-н, окр. п. Альба, 1 км к ЮВ, ботанический памятник «лесопарк «Альба», дубрава снытевая с примесью липы мелколистной, осины, ясеня обыкновенного, более 70 разновозрастных сгруппированных особей на площади 60 x 50 м, отмечено 2 небольших локуса, С. Савчук, В. Лебедько, 17.04.2019. Барановичский р-н, окрестности д. Гречихи, 1,5 км к СВ, дубрава снытевая с примесью липы, лещины, более 100 разновозрастных сгруппированных особей на площади 40 x 50 м, В. Лебедько, С. Савчук, П. Ломонос, 18.04.2019. Ляховичский р-н, окрестности д. Малыши, 2 км к СВ, грабово-снытевая дубрава с примесью липы, осины, березы, более 100 разновозрастных сгруппированных особей на площади 50 x 50 м, В. Лебедько, С. Савчук, П. Ломонос, 20.04.2019. Каменецкий р-н, окр. д. Долбнево, 3 км к ЮВ, дубрава орляковая, изредка, Д. Дубовик, А. Скуратович, С. Савчук, А. Саулов, 11.04.2019. Вдоль лесной дороги здесь же отмечена *Galega orientalis* Lam.; Брестский р-н, окр. д. Сегеневщина, 1,7 км к СЗ, грабняк снытевый, нередко, Д. Дубовик, А. Скуратович, С. Савчук, А. Саулов, 11.04.2019.

Corydalis cava (L.) Schweigg. et Körte – Октябрьский р-н, окр. д. Двесница, 1,2 км к СЗ, ольс с кленом крапивный, изредка, Д. Дубовик, А. Скуратович, 28.05.2019.

Sanguinaria canadensis L. – Березовский р-н, д. Шилин, выращивается как декоративное растение, редко, Д. Дубовик, А. Скуратович, С. Савчук, А. Саулов, 08.04.2019 (наблюдение). Речицкий р-н, г. Речица, в культуре, редко, Д. Дубовик, А. Скуратович, А. Саулов, 23.04.2019. Борисовский р-н, г. Борисов, в культуре, редко, Д. Дубовик, А. Скуратович, А. Солдаткин, 04.05.2019. Вид известен в культуре в республике с 2014 г., также выращивается в д. Бол. Ганута Червенского р-на, п. Сокол Минского р-на, д. Мал. Боровка Могилевского р-на, на ст. Друть Бельничского р-на, г. Минск.

Urtica sondenii (Simm.) Avror. – Кормянский р-н, окр. бывшей д. Струмень, 2,5 км к Ю, понижение к пойме р. Сож у дороги Корма – Кляпинская Буда, закустаренный разнотравно-злаковый ценоз с доминированием ежевики, небольшая популяция, В. Лебедько, 21.07.2019; окр. бывшей д. Струмень, 2 км к ЮЮЗ, ольс с липой, осиною, ясенем крапивно-таволговый, в понижении, в притеррасной части поймы р. Сож, изредка, В. Лебедько, 21.07.2019.

Urtica kioviensis Rogow. – Рогачевский р-н, окр. г. Рогачев, 2 км к В, левобережье р. Днепр, ольс крапивный в притеррасной части поймы, нередко, Д. Дубовик, В. Лебедько, А. Саулов, 10.06.2019. Калинковичский р-н, окр. д. Турцевичи, 2,1 км к З, ольс крапивный, нередко, Д. Дубовик, А. Саулов, 12.09.2019. Кормянский р-н, окр. д. Волынцы, 1 км к Ю, рядом с дорогой на г. п. Корма, ольс касатиково-осоково-крапивный в притеррасной части поймы р. Кляпинка, небольшими группами, часто, В. Лебедько, 25.07.2019.

Pachysandra terminalis Siebold et Zucc. – Минский р-н, окр. д. Боровляны, дичает в лесу, 1 × 1 м, И. Вершицкая, 22.04.2019. Дичание вида отмечено впервые для Беларуси.

Cucubalus baccifer L. – Берестовицкий р-н, окр. д. Козлы, 1,8 км к СЗ, в сосняке мшисто-орляковым по склону мореного холма, изредка, Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 16.07.2019. Сенненский р-н, окр. д. Борок, 1 км к Ю, у трассы Р 15, пойма р. Усвейка, среди высокотравья в зарослях ивняка, популяция 5 × 3 м, В. Лебедько, С. Савчук, 09.08.2019.

Armeria vulgaris Willd. – Рогачевский р-н, окр. г. Рогачев, 2 км к В, левобережье р. Днепр, дубрава с сосной озлакованная, нередко, Д. Дубовик, В. Лебедько, А. Саулов, 10.06.2019.

Viola labradorica Schrank – Гомельский р-н, д. Цагельня, в культуре, Д. Третьяков, А. Скуратович, 18.06.2013. Также выращивается в г. Минске (с 2008 г.), Гродно, Бресте, п. Сокол Минского р-на. В культуре этот вид пока еще редок и широкого распространения не получил.

Viola palmata L. – Березовский р-н, д. Шилин, выращивается как декоративное растение, редко, Д. Дубовик, А. Скуратович, С. Савчук, А. Саулов, 08.04.2019. Данный вид отмечен в культуре впервые для Беларуси.

Viola uliginosa Bess. – Калининковский р-н, окр. д. Шарейки, 0,6 км к В, у оз. Песчанка, в ольсе крапивном, нередко, Д. Дубовик, А. Саулов, 10.09.2019.

Aethionema rotundifolium (C.A. Mey.) Boiss. – Борисовский р-н, г. Борисов, в культуре, редко, Д. Дубовик, А. Скуратович, А. Солдаткин, 04.05.2019. Здесь же в культуре отмечены *Androsace sempervivoides* Jacq., *Lewisia cotyledon* (S. Wats.) B.L. Rob., *Gentiana asclepiadea* L., *Heuchera pulchella* Wooton & Standl., *Primula marginata* Curtis, *Ranonda myconi* (L.) Reichenb., *Phlox douglasii* Hook., *Thalictrella thalictroides* (L.) E. Nardi, *Allium beesianum* W.W. Sm., *Dianthus alpinus* L., *D. haematocalyx* Boiss. & Heldr., *Waldsteinia ternata* (Steph.) Fritsch, *Pulsatilla albana* (Stev.) Bercht. & J. Presl, *P. ambigua* (Turcz. ex Hayek) Juz.

Cardamine occulta Hornem. – г. Минск, ул. М. Богдановича, у средней школы, как сорное в цветнике, Д. Третьяков, 05.11.2015, MSK; Минский р-н, окр. д. Петришки, 1,7 км к В, на клумбе в дачном кооперативе, редко, Д. Дубовик, 21.08.2016, MSK. Этот вид отмечен в республике в последние годы [2]. Наши указания в литературе *Cardamine hirsuta* L. [3] соответствуют этому таксону и не относятся к *Cardamine occulta* (вопреки сомнениям, высказанным в публикации М. Джуса [2]).

Cardamine parviflora L. – Октябрьский р-н, окр. п. Рабор, у Ю окраины, по берегу мелиоративного канала, изредка, Д. Дубовик, А. Скуратович, 29.05.2019.

Dentaria bulbifera L. – Борисовский р-н, окр. д. Барань, 1,3 км к ЗСЗ, елово-широколиственный крапивный лес, изредка, Д. Дубовик, А. Скуратович, А. Солдаткин, 03.05.2019. Совместно с данным видом собраны *Lathyrus laevigatus* (Waldst. et Kit.) Gren., *Allium ursinum* L. Глусский р-н, окр. д. Бобровичи, 2 км к ЮЗ, осинник снытевый, изредка, Д. Дубовик, А. Скуратович, 30.05.2019. Глусский р-н, окр. д. Бобровичи, 1,8 км к ССЗ,

дубрава снытева, изредка, Д. Дубовик, А. Скуратович, 30.05.2019. Совместно сданным видом здесь же выявлен *Allium ursinum*. Глусский р-н, окр. д. Славковичи, 4,8 км к ЮЮВ, дубрава с ольхой крапивная, нередко, Д. Дубовик, А. Скуратович, 30.05.2019.

Teesdalia nudicaulis (L.) W. T. Aiton – Столбцовский р-н, окр. д. Слобода, 1 км к В, по высоковольтной полосе ЛЭП, изредка, Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, А. Скуратович, А. Саулов, 13.05.2019. На опушке леса здесь же найдены *Cruciata verna* (Scop.) Gutermann et Ehrend., *Caragana frutex* (L.) C. Koch, *Acer ginnala* Maxim.

Halesia carolina L. – Березовский р-н, д. Шилин, выращивается как декоративное растение, редко, Д. Дубовик, А. Скуратович, С. Савчук, А. Саулов, 08.04.2019 (наблюдение). Данный вид отмечен в культуре впервые для Беларуси.

Diospyros virginiana L. – Брестский р-н, д. Мощенка, выращивается у жилья, редко, Д. Дубовик, С. Савчук, 09.10.2019. Данный вид выращивается несколько лет. Из других редких видов здесь отмечены *Castanea sativa* Mill., *Pieris japonica* (Thunb.) D. Don ex G. Don, *Daphne* × *burkwoodii* Turrill, *D. arbuscula* Čelak. × *D. sericea* Vahl, *Rhododendron groenlandicum* (Oeder) Kron & Judd, *Buddleja alternifolia* Maxim., *Sciadopitys verticillata* (Thunb.) Sieb. et. Zucc., *Hydrangea quercifolia* Bart., *Helleborus* × *ballardiae* B. Mathew, *Hibiscus moscheutos* L., *Hibiscus syriacus* L., *Sidalcea malviflora* (DC.) A. Gray, *Pulmonaria daceica* Simonk. × *P. angustifolia* L., *Spiraea thunbergii* Sieb. ex Blume, *Kalmia latifolia* L., *Campanula pyramidalis* L., *Amygdalus communis* L., *Aconogonon alpinum* (All.) Schur, *Gypsophila elegans* Bieb., *Ageratina altissima* (L.) King et H.E. Robins., *Echinops bannaticus* Rochel ex Schrad., *Clematis integrifolia* L., *Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C. F. Liang et A. L. Ferguson, *Cornus kousa* F. Buerger ex Hance, *Phlomis tuberosa* (L.) Moench, *Thalictrum delavayi* Franch., *Heptacodium miconioides* Rehd., *Calycanthus floridus* L., *Allium obliquum* L., *Persicaria amplexicaulis* (D. Don) Ronse Decr., *Viburnum plicatum* Thunb., *Geranium wlassovianum* Fisch. ex Link, *G. renardii* Trautv., *Dryopteris erythrosora* (D.C. Eaton) Kuntze, *Liatris pycnostachya* Michx., *Stokesia laevis* (Hill) Greene, *Asplenium scolopendrum* L., *Polypodium cambricum* L.

Lysimachia verticillaris Spreng. (*L. punctata* auct. non L.) – данный вид обычно ошибочно отождествляется с *L. punctata*, но последний имеет сидячие или почти сидячие листья (черешки до 2 мм дл.), а не короткочерешковые (с черешками до 5 мм дл.). Именно *L. verticillaris* широко культивируется в республике и дичает.

Primula × *digenea* Kerner (*P. elatior* (L.) L. × *P. acaulis* (L.) L.) – Минский р-н, окр. д. Боровляны 2-ые, на кучах мусора в сосняке орляковом, И. Вершицкая, 30.05.2017. В г. Бресте, дичает, А. Вахний, 2007; Воложинский р-н, окр. д. Рогалевщина, замусоренное место в липняке снытевом, Д. Дубовик, 2010. Обычно имеет цветки, собранные по 3 – 7 на цветоносе, цветоносы равны листьям, немного короче их или слегка длиннее их, они широко открытые.

Primula sieboldii E. Morren – Минский р-н, окр. г. Минска, лесной массив между ул. Герасименко и МКАД, кв. 56 Городского л-ва, сосняк орляковый с елью, О. Ефимова, 26.05.2001. Дичание вида отмечено впервые в Беларуси.

Tilia × *juranyana* Simonk. (*T. cordata* L. × *T. tomentosa* Moench) – Мядельский р-н, д. Комарово, в парке у сельхозлиция, Д. Дубовик, С. Савчук, 10.05.2012. Гомельский р-н, г. Гомель, парк Луначарского, Д. Дубовик, 12.07.2012.

Tilia maximowicziana Shiras. – Каменецкий р-н, г. Каменец, дерево внушительных размеров, небольшой скверик напротив аптеки, Н. Смирнов, 04.07.1963, MSK; там же, Д. Дубовик, 29.07.2010.

Tilia × *varsaviensis* Kobendza (*T. tomentosa* × *T. platyphyllos* Scop.) – Каменецкий р-н, д. Подбельские Огородники, питомник, в культуре, Н. Смирнов, 22.04.1964; там же, Л. Дворак, 19.06.2000.

Fuertesimalva limensis (L.) Fryxell – г. Минск, ЦБС, как сорное на участке систематики, редко, Д. Третьяков, 06.10.1980, опр. Д. Дубовик, 06.06.2019. Новый, дичающий вид во флоре Беларуси.

Gossypium hirsutum L. – Минский р-н, ст. Минск – Сортировочный, на ж. д. полотне, 4 вегетирующих экземпляра, Д. Третьяков, 17.09.1991.

Malva × *adulterina* Wallr. (*M. neglecta* Wallr. × *M. pusilla* Smith) – Каменецкий р-н, д. Белая, у стены дома, Д. Третьяков, 1984; Березовский р-н, д. Спорово, сорные места по берегу озера, Д. Дубовик, А. Скуратович, 2011; Жлобинский р-н, окр. д. Четверня, 7 км к СЗ, левобережье р. Днепр, у стройплощадки на берегу реки, Д. Дубовик, Т. Симон, 2004, MSK; Могилевский р-н, д. Хотислав, приусадебный участок, сорное, С. Савчук, 2008; Речицкий р-н, д. Макановичи, луг, В. Михайловская, 1949; Кормянский р-н, д. Струмень, у заборов, Д. Третьяков, 1985; Жлобинский р-н, д. Пиревичи, к С от животноводческой фермы, Д. Третьяков, 1984; г. Столбцы, площадь Ленина, на газонах под деревьями, Д. Дубовик, А. Скуратович, С. Саулов, 2018; г. Бобруйск, берег р. Березины, на обрыве реки, В. Зверева, 1929; Мозырский р-н, д. Стрельск, правобережье р. Припять, рудеральные сообщества, Г. Вынаев, 1973; Лунинецкий р-н, д. Кожан Городок, вблизи Николаевской церкви, на грунтовых отвалах, Д. Третьяков; г. Могилев, ул. Надеждинская, травяные обочины вдоль заборов, Д. Третьяков, 1980; окр. г. Минск, д. Сторожевка, под забором, Е. Кушелевич, 1935; м. Хойники, у забора, В. Михайловская, 1949. У подобных гибридов плодики сверху продольно и слегка сетчато-морщинистые, или вдоль морщинистые (до почти гладких на одном растении), заметно бархатисто опушенные, иногда опушение есть на части плодиков. Цветоножки с верх направленными более длинными простыми и отчасти с многораздельными волосками, лепестки слегка превышают чашечку или иногда значительно. У *M. neglecta* плодики (!зрелые) совершенно гладкие и сильно бархатисто опушенные, цветоножки довольно густо опушены многораздельными волосками. У *M. pusilla* плодики (!зрелые) сетчато-неровно-гребенчатые, более редко опушенные, цветоножки голые у более возрастных экземпляров (волоски отваливаются),

или оттопыренно- просто-волосистые, или с многораздельными, но более длинными волосками у молодых особей. Сами цветоножки нередко очень короткие, а у *M. neglecta* более длинные. Встречаются, вероятно интродуктанты, более близкие к *M. neglecta* со слегка поперечно морщинистой структурой плодиков, которые сложно отделить от родительских особей.

Malvastrum coromandelianum (L.) Garcke – Жлобинский р-н, д. Солоное, территория птицефабрики, на компостных кучах, несколько экземпляров, Д. Третьяков, 08.10.1991, опр. Д. Дубовик, 2019. Новый адвентивный вид для флоры Беларуси.

Hylotelephium ewersii (Ledeb.) H. Ohba – Ивацевичский р-н, окр. п. Телеханы 2,5 км к С, вблизи психоневрологического центра и гостиницы, опушка сосняка по ЛЭП, И. Вершицкая, 15.07.2010. Дичание вида отмечено впервые для Беларуси.

Sedum hispanicum L. – г. Минск, ЦБС, сорное на участке редких и охраняемых растений, Д. Третьяков, 29.05.2002, опр. Д. Дубовик, 2019.

Drosera intermedia Науне – Светлогорский р-н, окр. г.п. Озаричи, 2,6 км к ЮВ, мезотрофное болото у оз. Озерище, редко, Д. Дубовик, А. Саулов, 09.09.2019.

Alchemilla mollis (Buser) Rothm. – Березовский р-н, д. Шилин, выращивается как декоративное растение, редко, Д. Дубовик, А. Скуратович, С. Савчук, А. Саулов, 08.04.2019. Минский р-н, окр. д. Петришки, дичает на дачных участках, изредка, 10.07.2014 (наблюдение). Дичание вида отмечено впервые для Беларуси.

Potentilla alba L. – Гомельский р-н, окр. г. Гомель, 1,3 км к В (от микрорайона Волотова), склон террасы с дубом, нередко, Д. Дубовик, В. Лебедько, А. Саулов, 25.06.2019. Здесь же отмечены *Salvia pratensis* L., *Cervaria rivinii* Gaertn., *Clematis recta* L., *Campanula bononiensis* L. Кировский район, 3 окраина д. Борки, дубрава (фрагмент) деградированная кислично-снытевая с осинкой, кленом, лещиной, бересклетом, местами замусоренная и с голым напочвенным покровом, у поля, небольшая группа, В. Лебедько, 09.07.2019. Здесь же отмечены *Daphne mezereum* L., *Carex montana* L., *Thalictrum aquilegifolium* L., *Actaea spicata* L., *Phyteuma spicatum* L., *Lathyrus niger* (L.) Bernh., *Trifolium lupinaster* L., *Alliaria petiolata* (Bieb.) Cavara et Grande.

Potentilla cinerea Chaix ex Vill. – Столбцовский р-н, окр. г. Столбцы, В окраина, опушка сосняка мшистого, изредка, Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, А. Скуратович, А. Саулов, 13.05.2019. Столбцовский р-н, окр. д. Заямное, у Ю окраины, опушка сосняка мшистого, изредка, Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, А. Скуратович, А. Саулов, 14.05.2019.

Gleditsia triacanthos L. – Борисовский р-н, окр. д. Павловцы, вблизи В окраины, выращивается на дачных участках, редко, Д. Дубовик, А. Скуратович, А. Солдаткин, 03.05.2019. Здесь же отмечены одичавшими *Veronica filiformis* Smith, *Rubus allegheniensis* Porter.; в ельнике кисличном найдена *Lathyrus laevigatus* (Waldst. et Kit.) Gren.

Lathyrus linifolius (Reichard) Bässler – Рогачевский р-н, окр. д. Серебрянка, 2,3 км к ЮЗ, березняк с сосной орляковый, изредка, Д. Дубо-

вик, В. Лебедько, А. Саулов, 12.06.2019. Совместно с данным видом отмечены *Lupinaster pentaphyllus*, *Thesium ebracteatum* Hayne, *Pulmonaria angustifolia* L., *Hierochloë australis* (Schrad.) Roem. et Schult., *Fragaria moschata* Duch., *Pulsatilla patens*.

Lupinaster pentaphyllus Moench – Осиповичский р-н, окр. д. Старое Село, 1,5 км к СЗ, опушка сосняка мшисто-орлякового, изредка, Д. Дубовик, А. Скуратович, 27.05.2019. Октябрьский р-н, окр. д. Репин, 2 км к ЮЗ, сосняк мшисто-орляковый, изредка, Д. Дубовик, А. Скуратович, 28.05.2019. Рогачевский р-н, окр. д. Заозерье, 0,8 км к ВСВ, у дороги в сосняке мшистом, нередко, Д. Дубовик, В. Лебедько, А. Саулов, 11.06.2019. Столбцовский р-н, окр. д. Колосово, 0,6 км к ЮЮЗ, у дороги в субори мшисто-орляковой, нередко, Д. Дубовик, А. Саулов, 12.08.2019. Вид произрастает совместно с *Arnica montana* L., *Astragalus danicus* Retz.

Hedera helix L. – Каменецкий р-н, г. Высокое, выращивается в старом парке у жилья, редко, Д. Дубовик, А. Скуратович, С. Савчук, А. Саулов, 09.04.2019. Вид цветет и плодоносит, что является редким явлением в Беларуси. Плодоношение плюща отмечено в этом году и в г. Бресте. В парке из других редких видов собраны *Gagea pratensis* (Pers.) Dumort., *Berula erecta* (Huds.) Cov., *Ornithogalum umbellatum* L., *Lonicera xylosteum* L., *Thalictrella thalictroides* (L.) E. Nardi (выращивается у жилья и дичает). В культуре также отмечены *Allium ursinum* L. и *Polypodium vulgare* L.

Cervaria rivinii Gaertn. – Рогачевский район, окр. д. Кошара, 2 км к С, сосняк мшисто-чернично-орляковый с березой, осиной, дубом, изредка, В. Лебедько, С. Савчук, А. Саулов, 09.07.2019. Здесь же отмечены *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Trifolium lupinaster* L., *Hierochloe australis* (Schrad.) Roem. et Schult., *Anthericum ramosum* L., *Lathyrus niger* L.

Berula erecta (Huds.) Cov. – Каменецкий р-н, окр. д. Минковичи, 0,6 км к ЮЗ, мелиорированное русло ручья, Д. Дубовик, А. Скуратович, С. Савчук, А. Саулов, 10.04.2019. Совместно с данным видом собраны *Scrophularia umbrosa* Dumort. и *Juncus inflexus* L. Столбцовский р-н, окр. д. Задворье, 1 км к СВ, по берегу р. Ольховка, изредка, Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, А. Скуратович, А. Саулов, 13.05.2019. Октябрьский р-н, окр. д. Буда, 0,7 км к ЮЗ, берег р. Ореса, изредка, Д. Дубовик, А. Скуратович, 28.05.2019. Октябрьский р-н, окр. д. Андреевка, у С окраины, берег р. Ореса, изредка, Д. Дубовик, А. Скуратович, 28.05.2019.

Thesium ebracteatum Hayne – Октябрьский р-н, окр. д. Андреевка, 1 км к С, у дороги в сосняке мшистом, нередко, Д. Дубовик, А. Скуратович, 28.05.2019.

Cynoglossum amabile Stapf et J.R. Drumm. – Малоритский р-н, д. Ланская, на приусадебном участке, С. Савчук, 02.07.2012. Вид указывается впервые как культивируемое растение.

Cephalanthus occidentalis L. – Гродненский р-н, окр. д. Принеманская, в культуре, Д. Третьяков и др., 15.06.2013. Также выращивается в д. Волосовичи Кировского р-на и д. Шилин Березовского р-на. Вид указывается впервые для Беларуси.

Datura stramonium L. – Кормянский р-н, д. Волынцы, рядом с бывшим зернотоком, рудеральный ценоз у обочины проселочной дороги, единично, В. Лебедько, 23.07.2019.

Veronica peregrina L. s.l. – Рогачевский р-н, окр. д. Грабов, 0,6 км к С, у лесной дороги, сыроватые почвенные обнажения, изредка, Д. Дубовик, В. Лебедько, А. Саулов, 12.06.2019. Недалеко от данного местонахождения отмечены *V. teucrium* L., *Pulsatilla patens*, *Aquilegia vulgaris* L., *Iris sibirica* L.

Veronica triphyllos L. – Каменецкий р-н, д. Токари, по пустошам у дороги в лесополосе, нередко, Д. Дубовик, А. Скуратович, С. Савчук, А. Саулов, 09.04.2019. Совместно с данным видом отмечены *Veronica sublobata* M. Fisch. (этот вид выявлен также в д. Бабичи Каменецкого р-на) и *Galega orientalis*.

Galeopsis angustifolia Ehrh. ex Hoffm. – Гродненский р-н, окр. д. Клочки, 0,5 км к СЗ, по ж.д. насыпи и в полосе отчуждения, нередко, Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 18.07.2019. Здесь же отмечены *Poterium sanguisorba* L., *Pulsatilla pratensis*, *Bromus squarrosus* L., *Thesium ebrecteatum*, *Allium vineale* L.

Phyteuma spicatum L. – Борисовский р-н, окр. д. Кострица, 1,8 км к ССВ, ельник мшисто-орляковый, изредка, Д. Дубовик, А. Скуратович, А. Солдаткин, 03.05.2019. Столбцовский р-н, окр. д. Шпаки, 1 км к В, грабняк с осиною снытевом, нередко, Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, А. Скуратович, А. Саулов, 16.05.2019. Узденский р-н: окр. д. Яловка, 1 км к ЮЗ, грабняк кисличный с осиною, березой, изредка, В. Лебедько, 26.04.2019.

Arnica montana L. – Рогачевский р-н, окр. д. Заозерье, 1,7 км к СВ, у дороги в сосняке мшистом, изредка, Д. Дубовик, В. Лебедько, А. Саулов, 11.06.2019.

Artemisia umbrosa (Turcz. ex Besser) Turcz. ex Verlot – Гомельский р-н, окр. о.п. Лисички, вдоль ж.д. полотна по пустошам, 15 x 2 м, Д. Дубовик, В. Лебедько, А. Саулов, 26.06.2019. Вблизи остановочного пункта в дубраве найден *Genista germanica* L.

Centaurea phrygia L. – Рогачевский р-н, окр. д. Грабов, 1,5 км к СЗ, сосняк чернично-орляковый с березой, елью, дубом, изредка, В. Лебедько, С. Савчук, А. Саулов, 10.07.2019. Здесь же были отмечены *Pulmonaria angustifolia* L., *Cruciata glabra* (L.) Ehrend., *Digitalis grandiflora* Mill., *Lathyrus niger* L., *Hierochloa australis* (Schrud.) Roem. et Schult.

Doronicum columnae Ten. × *D. pardalianches* L. – один из самых распространенных в культуре видов дороникумов в Беларуси. Он обычно неверно отождествляется с *D. orinetales* auct. non Hoffing., *D. × willdenowii* auct. non (Rouy) A.W. Hill., *D. pardalianches* auct. non L. У типичных особей *D. columnae* корневище голое, соцветие с одной головкой (а не с 2–3 головками), листочки обертки с короткими железистыми и более длинными простыми волосками (а не только железисто-опушенные). Похожие растения известны в Бельгии и Германии [7, 12]. Более низкорослый морфотип этого гибрида ближе по морфологическим признакам

к *D. columnae*, но тоже является одним из вариантов скрещивания этих двух видов, он цветет обычно раньше.

Erechtites hieracifolius (L.) Raf. ex DC. – Столбцовский р-н, окр. д. Артюхи, 0,5 км к СЗ, на вырубке в субори черничной, изредка, Д. Дубовик, А. Скуратович, А. Саулов, 13.08.2019. Наблюдается прогрессивное распространение вида в северном направлении. Здесь же собрана *Drymochloa sylvatica* (Poll.) Holub. Калинковичский р-н, окр. д. Юровичи, 1,3 км к ССВ, вырубка в сосняке мшистом, нередко, Д. Дубовик, А. Саулов, 10.09.2019. Калинковичский р-н, окр. д. Клиск, 0,3 км к ЮВ, на вырубке в сосняке мшистом, нередко, Д. Дубовик, А. Саулов, 12.09.2019. Кормянский район, окр. д. Волынцы, 1,2 км к Ю, ельник кисличный с липой, кленом, лещиной, единично, В. Лебедько, 25.07.2019.

Erigeron subtrinervis Rydb. ex Porter et Britton – Жабинковский р-н, д. Бусни приусадебный участок, культивируется, С. Савчук, В. Лебедько, 17.07.2015, опр. Д. Дубовик, 03.2019. Гродненский р-н, окр. д. Принеманская, к 3, питомник декоративных растений О. Богайчука, выращивается как декоративное, Д. Третьяков и др., 27.06.2017 (несколько отличается более редким опушением листьев сверху и снизу). Малоритский р-н, окр. д. Мельники, приусадебный участок, культивируется, С. Савчук, 21.06.2008. В г. Минске, ЦБС, у центрального входа, участок орнаментальных растений, декоративные посадки, Д. Третьяков, 07.07.1999 (вероятно гибрид с более слабым опушением стебля, листья сверху по всей поверхности б.м. волосистые, снизу рассеянно опушенные). Он близок к *Erigeron speciosus* (Lindl.) DC., но отличается заметно и довольно густо опушенным по кругу стеблем, опушенными по всей поверхности сверху и снизу листьями, листочки обертки с частыми простыми и мелкими железистыми волосками. У *Erigeron speciosus* листья опушены по краю, стебли голые или с редкими волосками, листочки обертки обычно голые, реже с редкими простыми и единичными железистыми волосками. В природе оба вида вероятно гибридизируют и к таким формам возможно отнестись *Erigeron speciosus* var. *mollis* (A. Gray) S. L. Welsh.

Rudbeckia fulgida Ait. – Брестский р-н, окр. д. Шербин, 2,3 км к 3, дичает в карьере, изредка, Д. Дубовик, С. Савчук, Н. Вахний, 09.10.2019. Дичание вида отмечено впервые в Беларуси.

Symphyotrichum patulum (Lam.) Karlsson – Мядельский р-н, д. Степенево, на пустыре, В. Михайловская, 1953. Постаковский р-н, д. Гута, в культуре и дичает, 2003, Д. Дубовик. Мядельский р-н, д. Кобайлы, Ю побережье оз. Волчино, в ольсе, Д. Третьяков, Д. Дубовик, 2011. Вилейский р-н, д. Поповцы, дичает по пустошам, Д. Дубовик, А. Скуратович, 29.08.2013. Новый адвентивный вид во флоре Беларуси.

Verbesina encelioides (Cav.) Benth. et Hook.f. ex A. Gray – Калинковичский р-н, г. Калинковичи, на клумбе у магазина, редко, Д. Дубовик, А. Саулов. Также отмечена как декоративное растение в дд. Вить и Борисовщина Хойникского р-на.

Najas major All. – Брестский р-н, окр. д. Орхово, 3 окраина, водохранилище «Орхово», часто, С. Савчук, В. Лебедько, Н. Вахний, 21.08.2019.

Veratrum lobelianum Bernh. – Столбцовский р-н, окр. д. Нов. Свержень, 2,7 км к ЮВ, в притеррасной части поймы, нередко, Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, А. Скуратович, А. Саулов, 16.05.2019. В пойменной дубраве здесь же отмечены *Corydalis cava* (L.) Schweigg. et Körte, *Allium ursinum*. Добрушский р-н, окр. д. Дударево, 0,7 км к С, левобережье р. Ипуть, в притеррасной части поймы у дачных участков, изредка, Д. Дубовик, В. Лебедько, А. Саулов, 26.06.2019.

Allium lusitanicum Lam. – утверждение М. Джуса и В. Тихомирова о том, что *A. lusitanicum* в Беларуси является аборигенным видом [1], по-нашему мнению, является крайне сомнительным. Известно, что вблизи восточной границы ареала этот вид встречается как заносное растение или дичает из культуры [8], о чем упоминают и сами авторы выше указанной публикации [1]. Вид изредка культивируется (в последние годы чаще) и дичает в Беларуси [4]. В естественном ареале вид приурочен к горным районам Европы (преимущественно к скальным выходам, субальпийским лугам), отчего и называется «горный лук». В подобных локалитетах он растет и в Черниговской области Украины (А. Орлов, личное сообщение). Местонахождения этого вида М. Джуса (опушка дубравы черничной, причем вблизи шоссе, судя по приведенному адресу сбора) и Т. Сауткиной (вблизи турбазы) в Беларуси никак не согласуются с его экологией в естественном ареале и скорее всего указывают на адвентивный характер происхождения этих местонахождений. Косвенно это доказывает факт, что была найдена не типичная, а *f. albicans* Zapal. В культуре как раз и наблюдается значительное формовое разнообразие вида.

Наши утверждения о том, что в Беларуси произрастает *A. senescens* subsp. *senescens* [4] на момент подготовки книжного издания соответствовали именно этому сибирскому подвиду в широком его понимании, поскольку до недавнего времени была (! и существует) неоднозначная трактовка и номенклатурная путаница при выделении внутривидовых, а также видовых таксонов из состава сборного вида *A. senescens* s.l. Между отдельными сибирскими расами этого сборного вида имеются многочисленные переходные особи, вероятно гибридного происхождения [9]. В культуре также распространены многочисленные культивары и гибриды корневищных луков. Культивируемые сибирские растения из состава *A. senescens* s.l., указываемые нами [4] наиболее близки, согласно современным систематическим взглядам, к *A. senescens* subsp. *glaucum* (Regel) Dostal.

Allium ursinum L. – Глуцкий р-н, окр. д. Амур, 0,7 км к С, дубрава с осиною снытевая, нередко, Д. Дубовик, А. Скуратович, 30.05.2019.

Cephalanthera longifolia (L.) Fritsch – Гродненский р-н, окр. д. Добровольщина, 0,5 км к Ю, сосняк с грабом орляковый, изредка, Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 18.07.2019. Совместно с данным видом отмечены *Lathyrus laevigatus* (Waldst. et Kit.) Gren., *Seseli annuum* L., *Pulsatilla pratensis*, *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. Рогачевский р-н, окр. д. Дубрава, 1 км к ЮЮВ, осинник кисличный с елью, березой, диффузно

по всему выделу, более 50 особей, В. Лебедько, С. Савчук, А. Саулов, 11.07.2019. Совместно с данным видом выявлены *Platanthera chlorantha* (Cust.) Reichenb. и *Sanicula europaea* L.

Cephalanthera rubra (L.) L.C.M. Richard – Рогачевский р-н, окр. д. Вел. Лядо, 1,2 км к ВСВ, у дороги в сосняке с березой и осиной орляком, нередко, Д. Дубовик, В. Лебедько, А. Саулов, 11.06.2019. Совместно с данным видом собраны или отмечены *Cephalanthera longifolia*, *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Lupinaster pentaphyllus* Moench, *Koeleria mollis* W. Mann, *Anthericum ramosum* L., *Carex montana* L., *Hierochloë australis* (Schrad.) Roem. et Schult., *Platanthera bifolia* (L.) L.C.M. Richard, *Viola rupestris* F. W. Schmidt, *Trifolium alpestre* L.

Epipactis atrorubens (Hoffm. ex Bernh.) Schult. – Рогачевский р-н, окр. д. Балаба, 2,2 км к В, Сосняк с березой мшисто-орляковый, нередко, Д. Дубовик, В. Лебедько, А. Саулов, 13.06.2019. Совместно с данным видом отмечены *Platanthera chlorantha* (Cust.) Reichenb., *Pulmonaria angustifolia* L., *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Iris sibirica* L., *Laserpitium prutenicum* L., *Lathyrus niger* (L.) Bernh., *Thesium ebracteatum*, *Lerchenfeldia flexuosa* (L.) Schur, *Gypsophila fastigiata* L.

Listera ovata (L.) R. Br. – Рогачевский р-н, окр. д. Свержень, 0,2 км к СВ, ольс крапивный у родника, изредка, Д. Дубовик, В. Лебедько, А. Саулов, 12.06.2019. Здесь же найдена *Circaea lutetiana* L.

Cyperus fuscus L. – Миорский р-н, окр. д. Катилово, 0,4 км к ЮЗ, у ручья, вытекающего из оз. Катиловское, сырые почвенные обнажения, изредка, Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, А. Скуратович, 26.08.2019.

Scirpus radicans Schkuhr – Ветковский р-н, окр. д. Стар. Село, 2,4 км к ЮЗ, карьер «Сожский», обводненные участки карьера, изредка, Д. Дубовик, В. Лебедько, А. Саулов, 25.06.2019.

Drymochloa sylvatica (Pollich) Holub – Логойский р-н, окр. Д. Старые Городищи, 800 м к СВ, дубрава снытевая с елью, осиной, липой, лещиной, часто и местами обильно, В. Лебедько, С. Савчук, А. Саулов, 03.05.2019. Рогачевский р-н, окр. д. Буда, 0,5 км к СЗ, осинник кисличный с грабом, дубом, кленом, 2 небольшие куртины, В. Лебедько, С. Савчук, А. Саулов, 11.07.2019. Здесь же были отмечены *Platanthera chlorantha* (Cust.) Reichenb., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) Beauv.

Ceratochloa sitchensis (Trin.) Cope et Ryves (*C. carinata* auct. non (Hook. et Arn.) Tutin – наши растения, ранее относимые к *C. carinata* [6] должны, вероятно, относиться в своем большинстве (согласно современным систематическим обработкам) к *C. sitchensis*. Растения из г. Минска (ЦБС НАН Беларуси и парк Челюскинцев) несколько напоминают *C. polyantha* (Scribn. ex Shear) Tzvelev у которого края влагалищ листьев должны быть совершенно голые, верхняя цветковая чешуя по длине почти равна нижней цветковой чешуе, однако наши экземпляры имеют редкие простые волоски по краю влагалищ, цветковые чешуи не равные. Возможно они являются гибридами *C. sitchensis* и *C. polyantha*. *C. polyantha* известен в качестве интродуцированного растения в ботанических садах Санкт-Пе-

тербурга и Ташкента [11]. Более слабо опушенные особи известны также из Брестской области. Произрастание типичного *C. carinata* нуждается в подтверждении, он обычно имеет более короткие нижние веточки метелки, которые менее 10 см дл., с более многочисленными и равномерно расположенными колосками, веточки обычно не повисают, листья более узкие (менее 1 см шир.), растения однолетние, реже двулетние, а не коротко живущие многолетники. Следует заметить, что угнетенные и молодые особи *C. sitchensis* могут габитуально напоминать *C. carinata*.

Sesleria robusta Schott, Nyman & Kotschy – Речицкий р-н, г. Речица, в культуре, редко, Д. Дубовик, А. Скуратович, А. Саулов, 23.04.2019. Вид приводится впервые для Беларуси. Здесь же в культуре отмечены или собраны в гербарий *Globularia cordifolia* L., *Houstonia serpyllifolia* Michx., *Juno* × *grodnensis* D. Dubovik, *J. graeberiana* Z. Botch., *Abies pinsapo* Boiss., *Selaginella helvetica* (L.) Spring, *Gaultheria procumbens* L., *Asplenium scolopendrum* L., *Uvularia grandiflora* Sm., *Fritillaria aurea* Schott, *Glaucidium palmatum* Siebold et Zucc., *Paeonia mlokosewitschii* Lomakin, *P. emodi* Royle, *Pieris japonica* (Thunb.) D. Don ex G. Don, *Polystichum setiferum* (Forssk.) Moore ex Woyn., *Osmunda claytoniana* L., *O. regalis* L., *Trillium maculatum* Raf., *T. simile* Gleason, *T. luteum* Harb., *Mukdenia rossii* (Oliv.) Koidz., *Pleioblastus fortunei* (Van Houtte) Nakai, *Veronica virginica* L., *Jeffersonia dubia* (Maxim.) Benth. & Hook. f. ex Baker & Moore, *Fritillaria sewerzowii* Regel, *F. acmopetala* Boiss., *Fritillaria minuta* Boiss. & Noë, *F. camschatcensis* (L.) Ker-Gawl., *F. drenovskii* Degen & Stoj., *F. kurdica* Boiss. & Noë, *F. kotschyana* Herb., *F. raddeana* Regel, *F. forbesii* Baker, *F. hermonis* Fenzl ex Klatt, *F. pyrenaica* L., *F. grandiflora* Grossh., *Carex grayi* J. Carey, *C. solandri* Boott, *C. davalliana* Sm., *Kirengeshoma palmata* Yatabe, *Ophiopogon planiscapus* Nakai, *Asplenium* × *ebenoides* R.R. Scott, *Pteridophyllum racemosum* Siebold & Zucc., *Sasa kurilensis* (Rupr.) Makino & Shibata, *Phyllostachys aureosulcata* ‘McClure’, *Helleborus* × *ballardiae* B. Mathew, *Lewisia cotyledon* (S. Wats.) B.L. Rob., *Lewisia cotyledon* × *L. longipetala* (Piper) S. Clay, *Orostachys spinosa* (L.) C.A. Mey., *Primula bulleyana* Forrest, *Clematis heracleifolia* DC.

Wolffia arrhiza (L.) Horkel ex Wimm. – Пинский р-н, окр. д. Терebenь, 1,3 км к В, правобережье р. Припять, в затоке реки, часто, Д. Дубовик, С. Савчук, А. Скуратович, В. Лебедько, 30.07.2019. Хойникский р-н, окр. д. Бабчин, 0,6 км к С, в мелиоративном канале, изредка, Д. Дубовик, С. Савчук, 22.10.2019. В последние годы наблюдается прогрессивное распространение вида в южных районах республики.

Заключение. В аннотированном списке приведены данные о новых для флоры Беларуси адвентивных (включая культивируемые) и аборигенных видах растений, указаны новые местонахождения некоторых охраняемых и редких видов.

Литература

1. Джус М.А., Тихомиров В.Н. // Журнал БГУ. Биология. 2018. № 3. С. 28–37.
2. Джус М. А. // Журн. Белорус. гос. ун-та. Биология. 2019. № 2. С. 82–88.

3. Дубовик Д.В., Скуратович А.Н., Третьяков Д.И. // Ботаника (исследования): сб. науч. тр. / НАН Беларуси / ГНУ «Ин-т экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича» [и др.]; Н.А. Ламан (науч. ред.) [и др.]. Минск, 2014. Вып. 43. С. 3–18.
4. Дубовик Д.В. Род *Allium* L. // Флора Беларуси. Сосудистые растения. В 6 т. Т. 3. *Liliopsida* (*Agavaceae* и др.) / под общ. ред. В. И. Парфенова. – Минск: Беларус. навука, 2017. С. 91–130.
5. Определитель высших растений Беларуси / Т.А. Сауткина [и др.]; под ред. В.И. Парфенова. – Минск: Дизайн ПРО, 1999. 472 с.
6. Третьяков Д.И. Род *Ceratochloa* Beauv // Флора Беларуси. Сосудистые растения. В 6 т. Т. 2. *Liliopsida* (*Acoraceae* и др.) / под общ. ред. В. И. Парфенова. Минск: Беларус. навука, 2013. С. 161–163.
7. Christensen E. // Rundbr. z. Botan. Erfassung d. Kr. Plön (Nord-Teil). 2008. V. 17(№1). P. 7–10.
8. Friesen N, Herrmann N. // Linzer Biologische Beiträge. 1998. V. 30(№2). P. 815–830.
9. Sinitsyna T., Herden T., Friesen N. // Plant Syst. Evol. 2016. V. 302. P. 1311–1328.
10. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden [Electronic resource]. Date of access: 24 September 2019. Mode of access: <http://www.tropicos.org>.
11. Verloove F. // Dumortiera. – 2012. – V. 101. – P. 30–45.
12. Verloove F., Hoste I. & Lambinon J. // Dumortiera. 2014. V. 104. P. 1–93.

Д.В. ДУБОВИК, С.С. САВЧУК, А.Н. СКУРАТОВИЧ,
В.Н. ЛЕБЕДЬКО, А.О. САУЛОВ
**К ВОПРОСУ О РАСПРОСТРАНЕНИИ РЕДКИХ И ОХРАНЯЕМЫХ
ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ БЕЛАРУСИ**

Резюме

Приведены данные о новых для флоры Беларуси адвентивных и аборигенных видах растений, указаны новые местонахождения некоторых охраняемых и редких видов.

D.V. DUBOVIK, S.S. SAVCZUK, A.N. SKURATOVICH,
V.N. LEBEDKO, A.O. SAULOV
**ABOUT THE DISTRIBUTION OF RARE AND PROTECTED SPECIES
OF VASCULAR PLANTS OF BELARUS**

Summary

Data about new to flora of Belarus the adventive and native species of plants are provided, new locations of some protected and rare species are specified.

Поступила в редакцию 09.12.2019 г.

Д.В. ДУБОВИК, А.Н. СКУРАТОВИЧ
**О НЕКОТОРЫХ ГИБРИДАХ ХВОЩЕЙ (*EQUISETUM* L.)
 ВО ФЛОРЕ БЕЛАРУСИ**

*Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
 НАН Беларуси, г. Минск*

Род Хвощ (*Equisetum* L.) в 2009 г. был обработан в фундаментальном издании «Флора Беларуси» [5]. Однако, в процессе полевых исследований республики в последние годы и поступления в Гербарий новых сборов нами было выявлено несколько новых гибридов хвощей, которые не упомянуты во «Флоре Беларуси». Выход таксономических обработок всегда нацеливает на более углубленное и тщательное изучение известных таксонов, а также позволяет критически переосмыслить имеющийся материал. Поэтому такие дополнения весьма важны для понимания современной структуры флоры Беларуси, процессов гибридизации, которые здесь происходят. До недавнего времени в республике были известны достоверно лишь 2 гибрида хвощей – *Equisetum* × *littorale* Kühlew. ex Rupr. (*E. arvense* L. × *E. fluviatile* L.) [5] и *E. × mackaii* (Newm.) Brichan (*E. × trachyodon* (A. Br.) W.D.J. Koch, *E. variegatum* Schleich. ex Web. et Mohr × *E. hyemale* L.) [1,2]. Возвратные гибриды *E. hyemale* с *E. × mackaii* известны как *E. × alsaticum* (H. P. Fuchs et Geissert) G. Phil [10]. Гибрид *E. × mackaii* в последние годы стал регистрироваться нами заметно чаще, поскольку наблюдается прогрессивное распространение *E. variegatum* по нарушенным сырым и влажным местобитаниям (зарастающие карьеры, выемки грунта и т.п. экотопы), где этот вид нередко соседствует с *E. hyemale* и способен гибридизировать с ним.

Более редко и всего из нескольких местонахождений в последние годы отмечены гибриды *E. palustre* L. × *E. arvense* – *E. × rothmaleri* Page: г. Витебск, правобережье р. Зап. Двина, на участке от места впадения р. Витьба до ул. Грибоедова, на речном аллювии, 28.08.1999, Д. Третьяков, опр. Д. Дубовик, 10. 2019, MSK; Минский р-н, окр. ж.д. ст. Мачулищи, 0,3 км к ЮВ, песчано-щебенистые грунтовые обнажения возле ж.д. полотно, Г. Вынаев, 17.09.2004, MSK.

Данный гибрид имеет на поперечном сечении стебля 10–13 ребер (у *E. palustre* их 6–7, у *E. arvense* – 15–16), характерные черные основания боковых веточек (признак от *E. palustre*), сам стебель с малочисленными веточками [7].

Лишь в одном локалитете найден *E. × font-queri* Rothm. (*E. telmateia* Ehrh. × *E. palustre*) – Лоевский р-н, окр. д. Бывальки, у Ю окраины, правобережная пойма р. Днепр, по ключевинам у основания склона коренного берега реки с редкой ольхой и ивами, среди родительских видов, редко, 24.08.2008, Д. Дубовик, MSK. По частоте встречаемости гибридных хвощей в Европе это второй гибрид после *E. × littorale* [8].

У данного гибрида стебли более толстые по сравнению с *E. palustre*, до 5 мм шир., но тоньше чем у *E. telmateia*, по всей длине с бороздками и ребрами, междоузлия беловатые, зубцов 8–12 (не 14–18 как *E. telmateia*

или 5–8 как у *E. palustre*). Габитуально растения напоминают *E. telmateia* (вверху метловидные), однако они невысокие (около 40–50 см), отдельные веточки длинные и значительно превышают по длине соседние (признак от *E. palustre*). Многие веточки с 5 ребрами. [11]. Один из его родительских видов (*E. telmateia*) является крайне редким в республике и включен в Красную книгу Республики Беларусь [3].

Также из одного локалитета известен *E. × lapponicum* Lubienski et Dörken (*E. scirpoides* Michaux $\times$ *E. variegatum*) – Браславский р-н, окр. дд. Леошки и Красноселье, у оз. Волосо Северный, Г. Вынаев, 24.07.2001, MSK. Гибрид имеет 3–6 зубцов на стебле (не 3 как у *E. scirpoides*, или 4–12 как *E. variegatum*), стебли очень тонкие около 1 мм шир. (признак *E. scirpoides*), зубцы с длинным остроконечием, стебли с густыми и острыми папиллами по граням, на поперечном срезе с 5–6 ребрами и явной полостью по центру [9] (рис. 1).

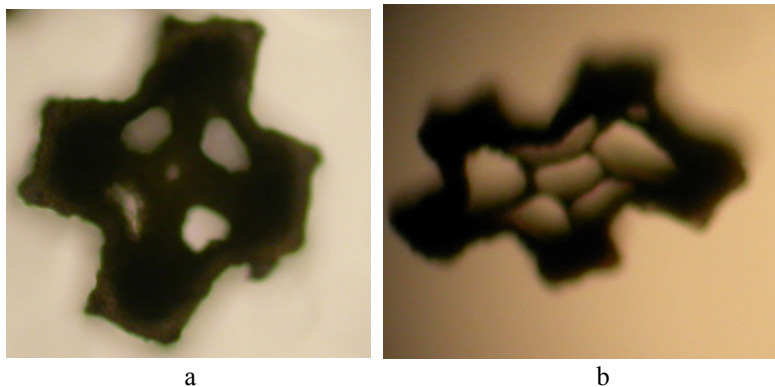


Рис. 1. Поперечный срез стебля *E. scirpoides* (а) и *E. x lapponicum* (б).

Нахождение в Беларуси этого нототаксона было крайне интересно и удивительно для нас, поскольку в чистом виде этот аркто-бореальный вид, распространенный в сопредельных регионах Прибалтики [4] и Российской Федерации [6] до настоящего времени в республике пока не отмечен, но сохранились его гибридные формы, вероятно, как реликты последнего постгляциального периода. *E. scirpoides* известен сейчас лишь как очень редкое в культуре декоративное растение (Гомельский р-н, д. Цагельня, MSK).

Таким образом, нами выявлено 3 новых гибрида хвощей для флоры Беларуси (*E. × font-queri* Rothm., *E. × lapponicum* Lubienski et Dörken, *E. × rothmaleri* Page), некоторые из них являются очень редкими в Восточной Европе и редки для Центральной и Западной Европы.

Литература

1. Дубовик Д.В. и др. Биологическое разнообразие Национального парка «Браславские озера»: сосудистые растения / под редакцией В. И. Парфенова; Минск: Белорусский Дом печати, 2011. 181 с.

2. Дубовик Д.В., Скуратович А.Н., Третьяков Д.И. и др. Биологическое разнообразие Национального парка «Нарочанский»: сосудистые растения / под ред. В.И. Парфенова. – Борисов: Борисов. укрупн. тип. им. 1 Мая, 2014. 256 с.

3. Красная книга Республики Беларусь. Растения: 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.

4. Флора Балтийских республик. Сводка сосудистых растений / Под ред. Л. Лаасимер, В. Кууск, Л. Табака, А. Лякавичюс. – Тарту: Eesti Loodusfoto AS, 1993. Т. 1. С. 406 с.

5. Флора Беларуси. Сосудистые растения: в 6 т / Т. 1. *Lycopodiophyta. Equisetophyta. Polypodiophyta. Ginkgophyta. Pinophyta. Gnetophyta* / Р. Ю. Блажевич [и др.]; ред. В. И. Парфенов; НАН Беларуси, Институт эксп. ботаники им. В. Ф. Купревича. Минск: Беларуская навука, 2009. 199 с.

6. Цвелев Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб.: Издательство СПХВА, 2000. 781 с.

7. Jermy A.C., Page C.N., Acock P.J. Plant Crib – Equisetum [Electronic resource]. Date of access: 20 December 2019. Mode of access: <https://www.ebps.org.uk/wp-content/uploads/2014/04/Equisetum.pdf>.

8. Lubienski M. // Fern. Gaz. 2000. V.16, № 3. P. 143-145.

9. Lubienski M., Dörken V.M. // American Fern Journal. 2016. V. 106, № 2. P. 116–130.

10. Lubienski M., Bennert H.W. // Carolina. 2006. V. 64. P. 107-118.

11. Page C.N. // Watsonia. 1973. V. 9. P. 229-237.

Д.В. ДУБОВИК, А.Н.СКУРАТОВИЧ
**О НЕКОТОРЫХ ГИБРИДАХ ХВОЩЕЙ (*EQUISETUM* L.)
ВО ФЛОРЕ БЕЛАРУСИ**

Резюме

Нами выявлено 3 новых гибрида хвощей для флоры Беларуси (*Equisetum* × *font-queri* Rothm., *E.* × *lapponicum* Lubienski et Dörken, *E.* × *rothmaleri* Page), некоторые из них являются очень редкими в Восточной Европе и редки для Центральной и Западной Европы.

D.V. DUBOVIK, A.N. SKURATOVICZ
**ABOUT SOME HYBRIDS OF HORSE (*EQUISETUM* L.)
IN THE FLORA OF BELARUS**

Summary

We have identified 3 new horsetail hybrids for the flora of Belarus (*Equisetum* × *font-queri* Rothm., *E.* × *lapponicum* Lubienski et Dörken, *E.* × *rothmaleri* Page), some of them are very rare in Eastern Europe and rare for Central and Western Europe.

Поступила в редакцию 02.12.2019 г.

Д.В. ДУБОВИК
ДВА НОВЫХ ГИБРИДА РАСТЕНИЙ ИЗ БЕЛАРУСИ

Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
 НАН Беларуси, г. Минск

В процессе полевых исследований Беларуси в последние годы нами было выявлено два новых для науки гибрида сосудистых растений, отмеченных в восточной половине республики. *Galium* × *polessicum* D. Dubovik является гибридом двух аборигенных для флоры страны видов подмаренников (*G. verum* × *G. intermedium*). Он был найден в смешанной популяции родительских видов, где преобладал *G. intermedium*. Второй гибрид – *Festuca* × *orientobelorussica* D. Dubovik nothosp. nov. (*F. trachyphylla* (Hack.) R. P. Murray × *F. ovina* L.) является индикатором процессов синантропизации флоры Беларуси, когда заносные виды растений успешно гибридизируют с аборигенными представителями флоры. Ниже дается описание данных гибридов:

Galium × *polessicum* D. Dubovik nothosp. nov. (*G. verum* L. × *G. intermedium* Schult.).

The plant is intermediate between *Gallium verum* and *G. intermedium*. The stems in the lower part are cylindrical or in nodes with rare and short bristles, shiny, more or less striated. In the middle and top parts with notable 4 edges, the side twigs are four-edges. Stems at the top and twigs with frequent or rather frequent distant bristles, in knots more abundant. The leaves are narrow, 0.5-2.5 mm wide, with edges bent down, sometimes partially flat (especially in the inflorescence), often twisted and bent down, dark green, bluish. They are on the edge, sometimes on the middle vein, less often near the top from below across the surface with bristles rare or at the top more frequent. The leaves are widest near the center and the top, on some lateral twigs almost filiform. The pedicels directed to the side, the inflorescence is quite loose. Flowers whitish, small. Fruits are usually defective or single fruits are developed.

Holotype: «Belarus, Gomel region, Loev district, the vicinity of the city of Loev, 3 km to the southwest, the right bank of the Dnieper river, oak forest with birch, hazel, single hornbeam, on the steep slopes of the river terrace. Coll. Tretyakov D.I., Dubovik D.V., Shestakova L.N. 21.08.2008. №116294 (14783) and 4 isotypes (№118559, 118560, 116299, 116296, 116298, 116300)».

Растение по своим признакам промежуточное между *Gallium verum* и *G. intermedium*. Стебли в нижней части цилиндрические или в узлах с редкими и короткими щетинками, блестящие, более или менее бороздчатые. В средней и верхней части с заметными 4 гранями, боковые веточки четырехгранные. Стебли вверх и веточки с частыми или довольно частыми оттопыренными щетинками, в узлах более обильными. Листья узкие, 0,5–2,5 мм шириной, с краями, отогнутыми вниз, иногда частично плоские (особенно в соцветии), частично скрученные и отогнутые вниз, темно-зеленые, сизоватые. Они по краю, иногда по средней жилке, реже

вблизи верхушки снизу по всей поверхности со щетинками, редкими или сверху более частыми. Листья наиболее широкие вблизи центра и ближе к верхушке, на некоторых боковых веточках почти нитевидные. Цветоножки отогнуты в сторону, соцветие довольно рыхлое. Цветы беловатые, мелкие. Плоды обычно недоразвиты или завязываются единичные плодики.

Голотип: «Беларусь, Гомельская область, Лоевский район, окрестности города Лоев, 3 км к ЮЗ, правобережье реки Днепр, дубрава с березой, лещиной, единично грабом, на крутых склонах террасы реки. Третьяков Д.И., Дубовик Д.В., Шестакова Л.Н. 21.08.2008. №116294 (14783) и 4 изотипа (№118559, 118560, 116299, 116296, 116298, 116300)».

Этот новый для науки нототаксон близок к *G. × polonicum* Błocki, который является гибридом *G. intermedium* × *G. mollugo* L. s.l. [6]. Он приурочен преимущественно к Восточным Карпатам и прилегающим к ним районам (Украина, Польша), указан для Латвии [6, 7]. Отличается от нашего таксона значительно более широкими и плоскими листьями [6]. Возвратные гибриды *G. × polonicum* с *G. mollugo* известны как *Galium × jarynae* Woł., а *G. × polonicum* × *G. intermedium* как *G. × querceticola* Woł. [6] Также известен гибрид *G. polonicum* × *G. verum* – *G. × elegans* Błocki, 1892, nom. inval. (non *G. Wall. ex Roxb.* 1820). Этот таксон был описан формально с указанием гибридной формулы и местонахождения вида, однако без морфологических отличий [2]. К тому же он является более поздним синонимом описанного ранее другого вида подмаренников. Известны также еще несколько близких гибридов: *G. × bükhense* Hulják (*G. abaujense* Borbás × *G. verum* var. *podolicum* auct.), *G. × digeneum* A. Kern. (*G. sylvaticum* × *G. verum*), *G. × Huljákii* Jav. (*G. abaujense* × *G. verum*), однако они все имеют другие гибридные формулы [4, 5].

Festuca × orientobelorussica D. Dubovik nothosp. nov. (*F. trachyphylla* (Hack.) R. P. Murray × *F. ovina* L.) – the plant is about 25 cm tall, the leaf blades are thin, up to 0.8 mm wide, rough, distinctly bluish. The pubescence of spikelets is rare. Spikelets of 5–6 mm long, with sparse long and shorter bristles along the edge of the lemmas (short hairs at their apex), rather than densely and long pubescent as in *F. trachyphylla*, or very shortly pubescent in the below apex like *F. ovina*. Awns 0.5–1.8 mm long. The anatomical structure of the leaves is intermediate between these species; 1–2 ribs are sometimes located near the central rib.

Holotype: «Belarus, Mogilev region, Dribin district, near Klednevichi village, south outskirts, at the bridge over the Bystraya river. On top of the indigenous riverbank, meadow slope. Coll. Dubovik D.V., Skuratovich A.N., Saulov A.O., Soldatkin A.A. 17.05.2018, № 823». Also 1 Isotype.

Растение около 25 см высотой, листья тонкие, до 0,8 мм шириной, шершавые, отчетливо сизые. Опушение колосков редкое, колоски 5–6 мм дл. С редкими длинными и более короткими щетинками по краю цветковых чешуй (короткими волосками у их верхушки), а не довольно густо- и длинно- опушенные как у *F. trachyphylla*, или очень коротко сверху опушенные как у *F. ovina*. Ости 0,5–1,8 мм дл. Анатомическое строение

листьев промежуточное между этими видами, около центрального ребра иногда размещено также ещё 1–2 ребра.

Голотип: «Беларусь, Могилевская область, Дрибинский р-н, окр. д. Кледневичи, Ю окраина, у моста через р. Быстрая. На вершине коренного берега, луговой склон, нередко. Coll. Дубовик Д.В., Скуратович А.Н., Саулов А.О., Солдаткин А.А. 17.05.2018, № 823». Так же 1 изотип.



Рис. 1. Фото голотипа *Galium x polesanicum* D. Dubovik.

Данный гибрид отличался в природе узкими (по сравнению с другими видами рода в Беларуси) и сизыми листьями в живом виде. В окр. д. Кледневичи в диком виде встречается *F. ovina*, а как заносное растение (преимущественно вдоль дорог) *F. trachyphylla*. Несомненно, виды могли здесь образовать гибридные клоны, поскольку вершина лугового склона к реке частично синантропизирована. Бинарное название для подобных гибридов мы не смогли найти, поэтому описываем его в качестве нового для науки нототаксона. Для *F. trachyphylla* более раннее авторство принадлежит (Hack.) R. P. Murray 1895, Proc. Somersetsshire Archaeol. Nat. Hist. Soc., 41 : 418. 1895 [3], нежели (Hack.) Hack., как это указано в базе данных «The plant list» [8].



Рис. 2. Фото голотипа *Festuca x orientobelorussica* D. Dubovik.

Гибриды *F. trachyphylla* в Беларуси известны с *F. valesiaca* Schleich. ex Gaud., *F. polesica* Zapal., *F. rubra* L. и, вероятно, с *F. duvalii* (St.-Yves) Stochr [1]. Сама *F. trachyphylla* является обычно гексаплоидом ($2n=42$), хотя известны октоплоиды и триплоиды [9, 10, 11]. Вид имеет гибридное происхождение, поэтому образование гибридов с другими овсяницами вполне закономерно.

Литература

1. Беднарская И.А., Третьяков Д.И. Род *Festuca* L. // Флора Беларуси. Сосудистые растения. В 6 т. Т. 2. Liliopsida (Acoraceae и др.) / под общ. ред. В. И. Парфенова. Минск: Беларус. навука, 2013. С. 262–280, 446 (Addenda 1).
2. Blocki B. // Osterr. Bot. Zeitschr. 1892. V. 42. P. 349–356.
3. *Festuca trachyphylla* – Taxonomy – GRIN-Global Web v 1.10.5.0. Date of access: 2 December 2019. Mode of access: <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxonomydetail.aspx?id=16747>.
4. Huljak J. Beiträge zur Kenntnis der Flora des Bükk- und Mátra-Gebirges [Electronic resource]. Date of access: 2 December 2019. Mode of access: <http://www.zobotat.at>
5. A. Kerner A. // Österreichische Botanische Zeitschrift. 1876. Vol. 26, № 4 P. 109–120.
6. Kucowa I. // Fragmenta floristica et geobotanica. – 1964. Ann. 10. P. 4. S. 516–525.

7. The Euro+Med Plantbase Project [Electronic resource]. Date of access: 2 December 2019. Mode of access: <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/PTaxonDetail.asp?NameCache=Galium%20polonicum&PTRefFk=7200000>.

8. The Plant List [Electronic resource]. Date of access: 2 December 2019. Mode of access: <http://www.theplantlist.org>.

9. Turfgrass Biology, Genetics, and Breeding // Ed. M. D. Casler, R.R. Duncan. 2003. New Jersey: John Wiley and Sons Inc. 373 p.

10. Šmarda P., Koci K. // Folia Geobotanica. 2003. V. 38. P. 65–95.

11. Qiu Y., C. Hirsch, Y. Yang, E. Watkins. BioRxiv preprint first posted online Jul. 30, 2019 [Electronic resource]. Date of access: 2 December 2019. Mode of access: <http://dx.doi.org/10.1101/708149>.

Д.В. ДУБОВИК ДВА НОВЫХ ГИБРИДА РАСТЕНИЙ ИЗ БЕЛАРУСИ

Резюме

Приведены данные о новых для науки гибридах сосудистых растений: *Galium x pollessicum* D. Dubovik nothosp. nov. (*G. verum* L. x *G. intermedium* Schult.) и *Festuca x orientobelorussica* D. Dubovik nothosp. nov. (*F. trachyphylla* (Hack.) R. P. Murray x *F. ovina* L.). Они были найдены в восточной части Беларуси. Первый гибрид отмечен вблизи города Лоев, второй вблизи деревни Кледневичи Дрибинского района Могилевской области. Дано их описание и краткие комментарии к ним.

D.V. DUBOVIK TWO NEW PLANT HYBRIDS FROM BELARUS

Summary

The data on hybrids of vascular plants that are new for science are presented: *Galium x pollessicum* D. Dubovik nothosp. nov. (*G. verum* L. x *G. intermedium* Schult.) and *Festuca x orientobelorussica* D. Dubovik nothosp. nov. (*F. trachyphylla* (Hack.) R. P. Murray x *F. ovina* L.). They were found in the eastern part of Belarus. The first hybrid was noted near the city of Loev, the second near the village of Klednevichi, Dribinsky district, Mogilev region. Their description and brief comments on them are given.

Поступила в редакцию 09.12.2019 г.

К. Л. САВИЦКАЯ
**РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ПРОСЕК ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ
ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ: ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ
И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССОВ СИНАНТРОПИЗАЦИИ**

*Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича
НАН Беларуси*

Введение. Воздушные линии электропередач (ЛЭП) как элементы урбанистической инфраструктуры и источник антропогенного воздействия, несомненно, имеют отношение к антропогенной динамике растительного покрова прилегающих к ним лесных массивов. Прежде всего, просеки ЛЭП ввиду их протяженности являются линейными путями распространения синантропных растений. Этому способствует регулярное проведение мероприятий по содержанию просек в безлесном состоянии, которое нередко превращает их в своеобразные «питомники» для опасных инвазионных и аборигенных апофитных видов. Резкие и долгосрочные преобразования условий среды в лесных биотопах, в той или иной мере дестабилизирующие лесные сообщества, происходят также на этапе строительства рассматриваемых транспортных коммуникаций. Несмотря на масштабы и актуальность данной проблемы, в Беларуси очень мало внимания уделяется изучению флористического разнообразия, особенностей и степени антропогенной трансформации растительного покрова просек ЛЭП, а также связанных с ними опушечных фитоценозов, установлению так называемой «глубины опушечного, или краевого эффекта». В подобных исследованиях заключен большой потенциал для нахождения способов блокирования инвазий чужеродных видов в лесные экосистемы, а также для разработки мероприятий по оптимизации растительного покрова просек ЛЭП и рациональному использованию зоны этих транспортных магистралей.

Материалы (объекты) и методы исследования. В качестве модельных объектов для изучения воздействия ЛЭП на растительность прилегающих территорий послужили сообщества просек и лесных опушек 15 отрезков линий электропередач в 6 административных районах Минской области. Соответствующие ключевые участки (КУ) выбирались с условием их удаленности от дорог, населенных пунктов, сельскохозяйственных угодий и других источников антропогенного воздействия не менее чем на 200 м (исключение – КУ № 3 «Негоничи»).

Адреса ключевых участков: № 1 «Березовая Гора» – Смолевичский р-н, 0,73 км к северо-западу от д. Березовая Гора (300 м от 2-ой Минской кольцевой автомобильной дороги), географические координаты N 53.870588°; E 27.914351°; № 2 «Городище» – Червенский р-н, 1,5 км к северо-западу от д. Городище, N 53.795572°; E 28.383878°; № 3 «Негоничи» – Березинский р-н, западная окрестность д. Негоничи, N 53.791285°; E 28.893364°; № 4 «Бережки» – Березинский р-н, 0,44 км к юго-западу от

д. Бережки, N 53.923968°; E 28.961302°; № 5 «Рябиновка» – Пуховичский р-н, 1,2 км к юго-западу от д. Рябиновка, осушенное верховое болото, N 53.632053°; E 27.964091°; № 6 «Пуховичи» – Пуховичский р-н, 2,8 км к юго-востоку от д. Пуховичи, N 53.524410°; E 28.288770°; № 7 «Клетишино» – Пуховичский р-н, 1,8 км к югу от д. Клетишино, N 53.399422°; E 28.054935°; № 8 «Клетное» – Пуховичский р-н, 2,3 км к юго-западу от д. Клетное, N 53.315393°; E 28.058184°; № 9 «Левки» – Стародорожский р-н, 3,5 км к востоку от д. Левки, N 53.207652°; E 28.097838°; № 10 «Шапчицы» – Стародорожский р-н, 3,8 км к северо-западу от аг. Шапчицы, N 53.111209°; E 28.221717°; № 11 «Новоселки» – Стародорожский р-н, 1,4 км к юго-западу от д. Новоселки, N 53.069372°; E 28.013817°; № 12 «Погребнице» – Логойский р-н, 1,1 км к юго-востоку от д. Погребнице, N 54.252813°; E 28.035611°; № 13 «Прудки» – Логойский р-н, 1,6 км к юго-западу от д. Прудки, N 54.301908°; E 27.785191°; № 14 «Плещеницы» – Логойский р-н, 1,8 км к югу от г.п. Плещеницы, N 54.401302°; E 27.842779°; № 15 «Жердяжье» – Логойский р-н, 1,7 км к северо-востоку от д. Жердяжье, заболоченная пойма реки Подсвейка, N 54.545878°; E 27.878437°.

Полевое обследование растительного покрова в пределах КУ проводилось в сентябре 2019 г. с использованием метода эколого-фитоценологических профилей. Линия профиля была ориентирована перпендикулярно просекам и пересекала обе лесные опушки. Протяженность трансект варьировала в зависимости от выраженности краевого (опушечного) эффекта. При этом максимальное расстояние вдоль трансекты от края просеки вглубь лесного насаждения составило 25 м, минимальное – 3 м. Напряженность выбранных ЛЭП входила в диапазон 10–750 кВ. Исследованием охвачены сырые и засушливые местообитания внутри сосняков, а также заболоченные леса и поймы рек, мелиорированные торфяники. Классификация растений проведена согласно системе *Angiosperm Phylogeny Group, 2016 (APG IV)* [1]. Для оценки частоты встречаемости различных видов растений на просеках ЛЭП применяли пятибалльную шкалу, в которой каждому баллу соответствует процент КУ, на которых отмечен вид, от общего числа обследованных КУ: 1 балл (единично) – 1–20%; 2 (редко) – 21–40%; 3 (нередко) – 41–60%; 4 (часто) – 61–80%; 5 (очень часто) – 81–100%.

Уровень синантропизации растительных сообществ, находящихся вблизи ЛЭП, определялся с использованием двух индексов. Индекс синантропизации (*Is*) рассчитывался как отношение числа синантропных видов (т. е. апофитов и адвентов) к общему количеству видов в фитоценозе, индекс адвентизации (*Iad*) – как отношение числа адвентивных (археофитов, неофитов, эунеофитов) видов к суммарному числу синантропных видов в сообществе [2]. На основе первого индекса фитоценозы ранжировались по степени синантропизации [3, 4, с незначительными изменениями]: $Is < 0,11$ – несинантропизированные; $Is = 0,11–0,30$ – слабо синантропизированные; $Is = 0,31–0,50$ – средне синантропизированные;

$I_s=0,51-0,80$ – сильно синантропизированные; $I_s=0,81-1,00$ – синантропные.

При расчетах показателей синантропизации виды не учитывались как апофиты, если они встречались в экосистеме, из которой произошло их распространение в антропогенно нарушенные местообитания. Например, осина обыкновенная не включалась в число апофитов в составе лесных опушек, но рассматривалась как апофитный вид в центре просек. Лютик ползучий причисляли к апофитам в лесных сообществах, но исключали из списка в биотопах сырых лугов и т.д.

Результаты и их обсуждение. В изучаемых фитоценозах просек ЛЭП насчитывается 173 вида сосудистых растений, относящихся к 122 родам, 37 семействам, 20 порядкам, 4 классам, 3 отделам. Травянистые растения представлены 157 видами, древесно-кустарниковые – 16 видами. Ведущая роль принадлежит семействам *Poaceae* и *Asteraceae*, включающим, соответственно, 16 и 13% от общего количества видов. По данному показателю ценофлора просек ЛЭП очень сходна с флорой других транспортных коммуникаций, таких как автомобильные и железные дороги [5; 6]. В составе синантропного компонента ценофлоры просек отмечено 116 видов, что составляет 67 % от полного видового перечня. При этом 76% синантропных видов приходится на апофиты, а 24% – являются адвентивными, включая 16% археофитов. Из 9 адвентивных видов (*Conyza canadensis* (L.) Cronquist, *Festuca brevipila* R. Tracey, *Fraxinus pennsylvanica* Marshall, *Helianthus tuberosus* L., *Juncus tenuis* Willd., *Lolium perenne* L., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Solidago canadensis* L., *Spiraea alba* Du Roi) инвазионные свойства на просеках и в краевых зонах насаждений вдоль ЛЭП проявляют только мелколепестничек канадский, люпин многолистный и золотарник обыкновенный. Остальные виды не достигают отметок обилия выше «Rг» либо «Sol». Особенности таксономической структуры флоры растительных сообществ просек отражены в таблицах 1, 2.

Таблица 1. Таксономическая структура ценофлоры просек ЛЭП

Таксон	Количество		
	семейств	родов	видов
Отдел Equisetophyta	1	1	2
Класс Equisetopsida	1	1	2
Порядок Equisetales	1	1	2
Отдел Polypodiophyta	1	1	1
Класс Polypodiopsida	1	1	1
Порядок Polypodiales	1	1	1
Отдел Spermatophyta	35	120	170
Класс Pinopsida	1	2	2
Порядок Pinales	1	2	2
Класс Magnoliopsida	34	118	168
Порядок Asparagales	1	1	1

Таксон	Количество		
	семейств	родов	видов
Порядок Poales	4	24	39
Порядок Ranunculales	1	2	2
Порядок Fabales	1	7	12
Порядок Rosales	4	8	11
Порядок Fagales	2	3	4
Порядок Malpighiales	3	4	9
Порядок Geraniales	1	1	1
Порядок Myrtales	1	3	3
Порядок Brassicales	1	2	2
Порядок Caryophyllales	4	14	20
Порядок Ericales	2	7	10
Порядок Gentianales	1	1	2
Порядок Lamiales	4	14	19
Порядок Asterales	2	19	24
Порядок Dipsacales	1	1	1
Порядок Apiales	1	7	8

Таблица 2. Семейственный спектр ценофлоры просек ЛЭП

Семейство	Число родов	Число видов
Poaceae Barnhart (Gramineae Juss.)	19	27
Asteraceae Bercht. et J. Presl (Compositae Giseke)	17	22
Fabaceae Lindl.	7	12
Caryophyllaceae Juss.	8	12
Lamiaceae Martinov (Labiatae Juss.)	8	10
Ericaceae Juss.	6	9
Rosaceae Juss.	5	8
Apiaceae Lindl. (Umbelliferae Juss.)	7	8
Cyperaceae Juss.	2	7
Polygonaceae Juss.	4	6
Plantaginaceae Juss.	3	5
Salicaceae Mirb.	2	4
Juncaceae Juss.	2	4
Violaceae Batsch	1	4
Betulaceae Gray	2	3
Scrophulariaceae Juss.	2	3
Onagraceae Juss.	3	3
Brassicaceae Burnett (Cruciferae)	2	2
Campanulaceae Juss.	2	2

Семейство	Число родов	Число видов
Ranunculaceae Juss.	2	2
Rubiaceae Juss.	1	2
Pinaceae Spreng. ex F. Rudolphi	2	2
Equisetaceae Michx. ex DC.	1	2
Fagaceae Dumort.	1	1
Geraniaceae Juss.	1	1
Dennstaedtiaceae Lotsy	1	1
Caprifoliaceae Juss.	1	1
Hypericaceae Juss.	1	1
Cannabaceae Martinov	1	1
Urticaceae Juss.	1	1
Rhamnaceae Juss.	1	1
Oleaceae Hoffmanns. et Link	1	1
Primulaceae Batsch. ex Borkh.	1	1
Typhaceae Juss.	1	1
Droseraceae Salisb.	1	1
Asparagaceae Juss.	1	1
Amaranthaceae Juss.	1	1

Имеющийся флористический список в перспективе следует дополнить представителями ранневесенней флоры и иными короткоциклическими видами, которые могут быть обнаружены вблизи ЛЭП только при обследовании просек в начале полевого сезона.

Помимо структурных показателей ценофлоры, интерес представляет реальная встречаемость каждого вида на просеках ЛЭП. Примечательно, что не выявлено ни одного вида, общего для всех 15 КУ. Тем не менее, ряд частоты встречаемости растений в пределах просек включает несколько ступеней:

- 4 балла (отмечаются часто) – 6 видов (3 %) (*Betula pendula* Roth, *Pinus sylvestris* L., *Rubus caesius* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Salix cinerea* L.). В данной группе оказались деревья и кустарники, а также многолетние высокорослые травы, относящиеся к апофитам. При этом *Betula pendula*, *Rubus caesius*, *Calamagrostis epigeios*, *Chamaenerion angustifolium* часто являются доминантами в фитоценозах просек.

- 3 балла (нередко) – 15 видов (9 %) (*Agrostis tenuis* Sibth., *Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Conyza canadensis*, *Hypericum perforatum* L., *Molinia caerulea* (L.) Moench, *Solidago canadensis*, *Juncus effusus* L., *Lupinus polyphyllus*, *Pilosella officinarum* Vaill., *Rumex acetosella* L., *Solidago virgaurea* L., *Veronica officinalis* L., *Populus tremula* L., *Rubus idaeus* L., *Urtica dioica* L.). Среди перечисленных видов присутствуют древесные

и кустарничковые формы, а также травы с различной высотой побегов – от высоких (более 1 м) до стелющихся по поверхности почвы. Важно отметить, что в категории достаточно постоянных видов просек зарегистрированы только апофиты (за исключением 2 видов) и три агрессивных инвазионных растения. *Agrostis tenuis*, *Molinia caerulea*, *Rubus idaeus*, *Solidago canadensis*, *Lupinus polyphyllus* – это мощные доминанты-эдификаторы, формирующие обширные фитоценозы на многих просеках (КУ 3, 6, 7, 9, 10). Наибольшей фитоценотической активностью из инвазионных видов отличается золотарник канадский, сообщества которого описаны на КУ 1, 3, 7, 8, а также люпин многолистный, выступающий субдоминантом сообществ (КУ 1, 6). Менее агрессивным поведением характеризуется мелколепестничек канадский, обычно занимающий свободные участки грунта и выживающий при слабой конкуренции со стороны других трав (КУ 9, 12). В то же время в некоторых пунктах наблюдений существуют очевидные природные предпосылки для формирования редких биотопов, например, диагностируемых сообществами молинии голубой на КУ 10 (биотоп 6410 Молиниевые луга на карбонатных торфянистых или глинисто-иловатых почвах (союз *Molinion caeruleae*)) или полевицы тонкой на КУ 6, 7 (биотоп 6270 Многовидовые сухие и умеренно влажные луга низменностей Фенноскандии) [7]. Это факт дает основание предполагать, что при грамотном проведении мероприятий по содержанию просек и оптимизации их растительности некоторые из коридоров трасс ЛЭП могут внести существенный вклад в поддержание фитоценотического (и в целом, биологического) разнообразия различных регионов республики.

- 2 балла (редко) – 26 видов (15 %) (*Hypochaeris radicata* L., *Jasione montana* L., *Lysimachia vulgaris* L., *Poa palustris* L., *Calamagrostis canescens* (Weber) Roth, *Oreoselinum nigrum* Delarbre, *Salix caprea* L., *Scleranthus perennis* L., *Senecio sylvaticus* L., *Verbascum thapsus* L. и др.). Виды этой группы занимают подчиненное положение в сообществах, произрастающих вблизи ЛЭП, кроме некоторых псаммофильных злаков, поселяющихся на свежих незадернованных грунтах – *Festuca ovina* L., *Holcus mollis* L. Последний способен заполнять просеки целиком, на протяжении одного и более километров (КУ 1, 14), причем в фитоценозах с господством бухарника мягкого обычно от 38 до 49 видов, но почти все они малообильны. Развитию ценозов *Holcus mollis* способствует частая распахка или дискование просек, что следует учитывать при искусственном создании растительного покрова на трассах ЛЭП.

- 1 балл (единично) – 126 видов (73 %). Группа включает абсолютное большинство видов растений, встречаемых вдоль ЛЭП, среди которых много однолетних сорных трав (*Viola arvensis* Murray, *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., *Alsine media* L., *Scleranthus annuus* L., *Galeopsis tetrahit* L., *Digitaria ischaemum* (Schreb.) Muhl. и др.), растений заболоченных и избыточно увлажненных местообитаний (*Potentilla erecta* (L.) Rausch., *Carex nigra* (L.) Reichard, *Cirsium palustre* (L.) Scop., *Equisetum fluviatile* L., *Lycopus europaeus* L., *Carex echinata* Murray и т.д.), а также встречаются регионально редкие виды.

Таким образом, в исследуемых сообществах выделяется константный (3–4 балла по шкале встречаемости) и переменный (1–2 балла) флористические компоненты. При этом зафиксирован явный перевес в сторону переменного блока ценофлоры просек. Это объясняется широким диапазоном значений экологических параметров внутри пересекаемых трассами ЛЭП экосистем, «притягивающих» самые различные виды флоры Беларуси.

В литературных источниках не единожды и уже давно высказывалось мнение о пригодности просек ЛЭП для произрастания многих редких и исчезающих видов растений. Существует множество свидетельств о находках «краснокнижных» растений под линиями ЛЭП в различных странах мира [8; 9]. Поэтому вполне закономерно обнаружение гладыши широколистного (*Laserpitium latifolium* L.) (КУ 13) – вида третьей категории охраны Красной книги Беларуси и прострела раскрытого (*Pulsatilla patens* (L.) Mill.) (КУ 12) – вида четвертой категории охраны, а также смолевки литовской (*Silene lithuanica* Zapał.) (КУ 9) – вида из списка профилактической охраны, в биотопах просек ЛЭП в рамках настоящего исследования. Полученные гербарные образцы хранятся в Гербарии Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси (MSK).

Растительные сообщества, формирующиеся на просеках ЛЭП, в основном, относятся к категориям сильно синантропизированных (7 ключевых участков) и синантропных (6 КУ) (рис. 1, табл. 3). Однако, из расчета индекса адвентизации тех же фитоценозов (табл. 3), не принимающего значений выше 0,25, следует, что растительный покров просек образован апофитами и проходит естественные стадии восстановительных сукцессий. Лишь на КУ 8 «Клетное» и КУ 15 «Жердяжье», приуроченных к заболоченному лесу и пойме реки, представлены средние- и слабо синантропизированные фитоценозы, поскольку распространение здесь многих синантропных растений сдерживается ацидофильными условиями, обводненностью и топкостью грунтов.

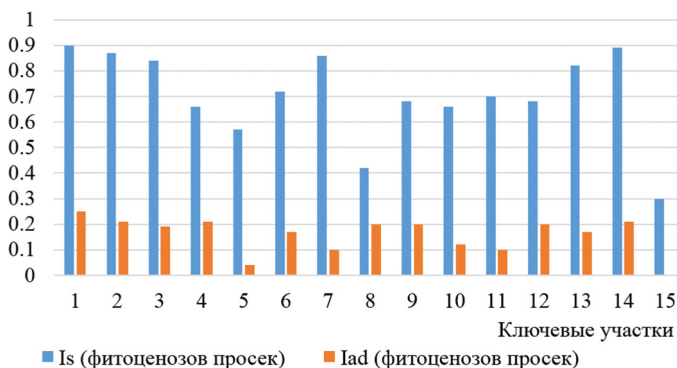


Рис. 1. Различия растительных сообществ, развивающихся на просеках ЛЭП, по степени синантропизации и адвентизации

Таблица 3. Уровень синантропизации фитоценозов и проявления краевого (опущенного) эффекта вдоль просек различных ЛЭП

Номер КУ	Напряжение ЛЭП, кВ	Ширина просека, м	Особенности содержания просека	Лесная формация	Глубина краевого эффекта, м	Is (опущен)	Iad (опущен)	Is (просек)	Iad (просек)	Проявления краевого эффекта
1, опушка-1	10	30	регулярное кошение или дискование	ельник	5	0,54	0,20	0,90	0,25	Проникновение инвазивных видов (золотарника канадского, люпина многолистного) в лесной фитоценоз, увеличение густоты подлеска, отсутствие древостоя яруса.
1, опушка-2	10	30	регулярное кошение или дискование	сосняк	3	0,62	0,19	0,90	0,25	Проникновение инвазивных видов (золотарника канадского, люпина многолистного) в лесной фитоценоз, увеличение густоты подлеска.
2, опушка-1	35	12	длительное время мероприятия не проводилось	березняк	3	0,56	0,00	0,87	0,21	Присутствие апофитов в травяно-кустарничковом ярусе.
2, опушка-2	35	12	длительное время мероприятия не проводилось	осинник	3	0,53	0,00	0,87	0,21	Присутствие апофитов в травяно-кустарничковом ярусе.
3, опушка-1	330	40	длительное время мероприятия не проводилось	черноольшаник	15	0,53	0,10	0,84	0,19	Распространение пород деревьев (сосна обыкновенная, береза бородавчатая), не характерных для указанного типа леса, а также апофитов и адвентов.
4, опушка-1	330	75	длительное время мероприятия не проводилось	сосняк	10	0,22	0,50	0,66	0,21	Очаговое усыхание сосны обыкновенной, вызванное короедом шестизубчатым; отсутствие подлеска; ослабление и низкая численность подроста; снижение жизнестойкости растений травяно-кустарничкового яруса; присутствие адвентивных видов.
4, опушка-2	330	75	длительное время мероприятия не проводилось	сосняк	0	0,30	0,00	0,66	0,21	Отсутствуют.
5, опушка-1	110, 330	140	вырубка высоких деревьев	заболоченный березняк	0	0,00	0,00	0,57	0,04	Отсутствуют.
6, опушка-1	35, 220	90	периодическая распушка	сосняк	2	0,27	0,00	0,72	0,17	Снижение высоты, плотности и жизнестойкости мохового покрова (ввиду сухости почвы).
6, опушка-2	35, 220	90	периодическая распушка	сосняк	0	0,33	0,00	0,72	0,17	Отсутствуют.
7, опушка-1	500	95	длительное время мероприятия не проводилось	сосняк	0	0,25	0,00	0,86	0,10	Отсутствуют.

7, опуш- ка-2	500	95	длительное время мероприятия не прово- дились	сосняк	0	0,08	0,00	0,86	0,10	Отсутствуют.
8, опуш- ка-1	10	10	длительное время мероприятия не прово- дились	заболоч- енный сосняк	0	0,00	0,00	0,42	0,20	Отсутствуют.
8, опуш- ка-2	10	10	длительное время мероприятия не прово- дились	березняк	23	0,32	0,29	0,42	0,20	Проникновение инвазивных видов (золотарник канадский) и апофитов в лесной массив, резкое возрастание видового богатства за счет видов, не характерных для данного типа леса.
9, опуш- ка-1	35	40	периодическая распах- ка, с 2018 г. в рамках «Недели леса» на про- секе заложены лесные культуры сосны	сосняк	13	0,25	0,00	0,68	0,20	Ослабление древостоя (сосны и березы), сухове- ршинность, отмирание мхов, обилие валежа.
9, опуш- ка-2	35	40	периодическая распах- ка, с 2018 г. на просеке заложены лесные куль- туры сосны	сосняк	18	0,11	0,00	0,68	0,20	Очаговое усыхание сосны обыкновенной, вы- званное короедом шестиизубатым; разреженность древостоя и напочвенного покрова, много сухо- стоя и валежа.
10, опуш- ка-1	750	85	регулярная распахка	сосняк	0	0,00	0,00	0,66	0,12	Отсутствуют.
10, опуш- ка-2	750	85	регулярная распахка	сосняк	5	0,00	0,00	0,66	0,12	Усыхание отдельных деревьев сосны, ослабление живого напочвенного покрова, отмирание мхов, обилие валежа.
11, опуш- ка-1	330	115	периодическая рас- пахка	ельник	20	0,00	0,00	0,70	0,10	Усыхание мохового покрова и отдельных деревь- ев ели обыкновенной, много валежа и сухостоя подроста.
12, опуш- ка-1	110	55	периодическая рас- пахка	сосняк	20	0,23	0,00	0,68	0,20	Разреженность древостоя и живого напочвенного покрова, усыхание мхов и трав, много валежа.
12, опуш- ка-2	110	55	периодическая рас- пахка	сосняк	12	0,00	0,00	0,68	0,20	Очаговое усыхание сосны обыкновенной, вызван- ное короедом шестиизубатым; сильное ослабле- ние подроста, отсутствие подлеска.
13, опуш- ка-1	35	15	периодическая рас- пахка	сосняк	5	0,27	0,17	0,82	0,17	Проникновение инвазивных видов (люпина многолистного) в лесной фитоценоз; увеличение густоты подлеска.
13, опуш- ка-2	35	15	периодическая рас- пахка	сосняк	6	0,48	0,17	0,82	0,17	Проникновение инвазивных видов (люпина многолистного) и апофитов в лесной фитоценоз.
14, опуш- ка-1	35	25	регулярное кошение или дискование	сосняк	4	0,32	0,00	0,89	0,21	Распространение апофитов.
15, опуш- ка-1	35	20	длительное время мероприятия не прово- дились	ельник	4	0,07	0,00	0,30	0,00	Увеличение густоты подлеска, ослабление подро- ста ели обыкновенной.

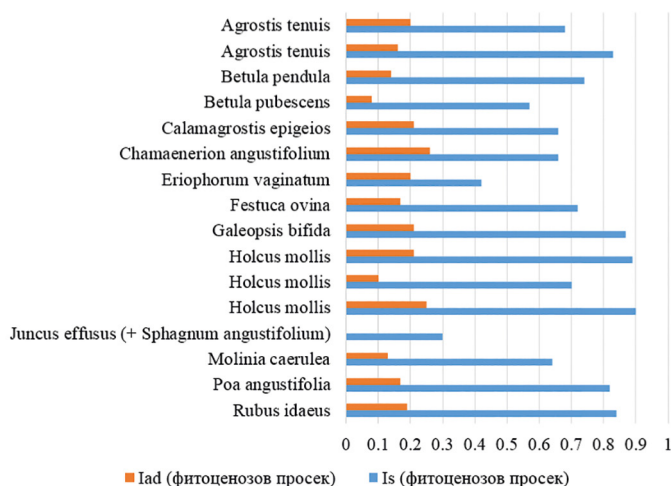


Рис. 2. Подверженность сообществ, образованных различными доминирующими видами, процессам синантропизации и адвентизации

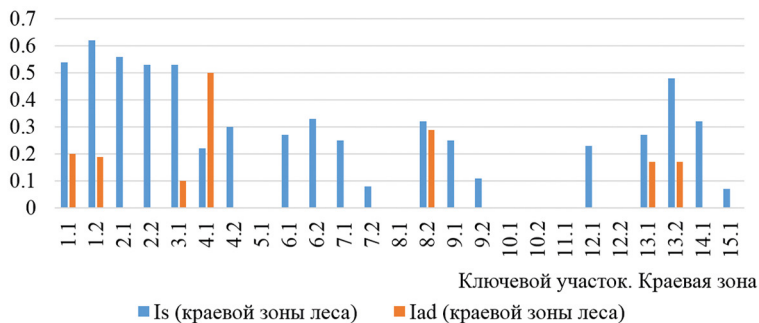


Рис. 3. Различие краевых участков лесных фитоценозов, прилегающих к просекам ЛЭП, по уровню синантропизации и адвентизации

Наивысшая степень синантропизации присуща сообществам просек с доминированием таких видов, как *Holcus mollis*, *Galeopsis bifida* Boenn., *Rubus idaeus*, *Agrostis tenuis*, *Poa angustifolia*. В сильно синантропизированных фитоценозах зафиксировано господство *Calamagrostis epigeios*, *Betula pubescens* Ehrh., *Festuca ovina*, *Betula pendula*, *Chamaenerion angustifolium* (рис. 2). Отдельно необходимо упомянуть о средней и слабой степени синантропизации растительных группировок болотных рас-

тений – *Eriophorum vaginatum* L. и *Juncus effusus* (совместно с *Sphagnum angustifolium* (С. Е. О. Jensen ex Russow) С. Е. О. Jensen). Отсюда следует, что уровень синантропизации растительности на просеках ЛЭП снижается с течением времени, по мере их зарастания деревьями и высокими эрозиофильными корнеотпрысковыми, длиннокорневищными или дерновинными злаками. Кроме того, уровень синантропизации и адвентизации сообществ просек практически не зависит от самого вида-ценозобразователя (доминанта) вероятно потому, что развитие растительности данных биотопов происходит достаточно короткими циклами и всегда начинается на пустом, распаханном грунте. В складывающихся условиях размножение доминанта неизбежно сопровождается внедрением в сообщество разнообразных и многочисленных ассектаторов, являющихся апофитами и, реже, адвентивными видами. Болотные же экосистемы выбиваются из этого ряда, поскольку регулярно не распахиваются.

В отличие от растительности просек, более половины (64%) изученных краевых зон лесных фитоценозов, прилегающих к ЛЭП, являются не-синантропизированными (8 КУ) и слабо синантропизированными (8 КУ). Средняя степень синантропизации краевых лесных участков характерна для 4 КУ, сильная – для 5 КУ (рис. 3). Преимущественно невысокий уровень синантропизации краевых зон леса вдоль ЛЭП обусловлен низкой конкурентной способностью травянистых апофитов, заполняющих просеки, по сравнению с растительностью нижних ярусов лесных фитоценозов.

В этой связи замечена закономерность – сильно синантропизированные краевые зоны леса наблюдаются в местах, где просека ЛЭП выходит к селитебной территории или к интенсивно используемым землям сельскохозяйственного назначения (рис. 4). В подобных случаях, чтобы приостановить или предотвратить экспансию рудеральных, сегетальных и адвентивных видов в лесные насаждения, необходимо сразу после строительства ЛЭП целенаправленно засаживать торцы просек высокорослыми кустарниками или невысокими деревьями, которые будут препятствовать ветровому заносу семян нежелательных растений в коридоры трасс.

Основываясь на факте низкого уровня синантропизации большинства обследованных краевых лесных участков, можно сделать вывод о том, что негативные последствия строительства ЛЭП достаточно часто «преодолеваются» лесной экосистемой благодаря свойству саморегуляции, и ее краевые зоны, хотя и отличаются от основной части леса (что будет подробно обсуждаться ниже), но сохраняют черты естественной лесной растительности, т. е. их природная восстановительная динамика значительно преобладает над антропогенной.

В 18 из 27 обследованных краевых участков леса адвентивные виды не встречаются. Для остальных «опушек» индекс адвентизации составляет 0,1–0,5. В более или менее цельных и крупных лесных массивах (которые и отбирались для данного исследования) инвазионные виды не способны «проходить» от стены леса вглубь более, чем на 1–5 м. Поэтому в общем случае кривая их распределения вдоль трансект выглядит приблизительно так, как на КУ 13 (рис. 5). Иногда наблюдается второй

пик численности инвазионных растений, концентрирующихся непосредственно у опушек и образующих лентовидные фитоценозы (пример – золотарник канадский на КУ 1). Однако все равно существует опасность постепенного «освоения» инвазионными видами любых лесных насаждений, поскольку вдоль трассы ЛЭП обязательно встречаются просеки, окна, прогалины, вырубки и т. п., в пределах которых быстро укореняются адвенты. Особенно это касается анемохорных видов с мелкими семенами (*Solidago canadensis* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronquist).

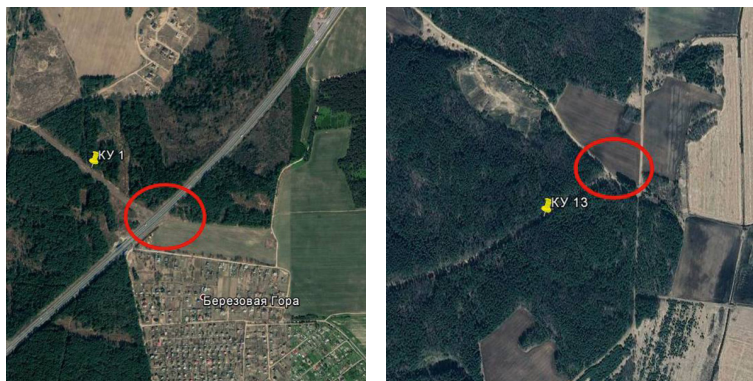


Рис. 4. Открытые к источникам антропогенного воздействия участки просек КУ 1 и КУ 13, характеризующиеся максимальным уровнем синантропизации краевых зон лесных массивов вдоль трасс ЛЭП

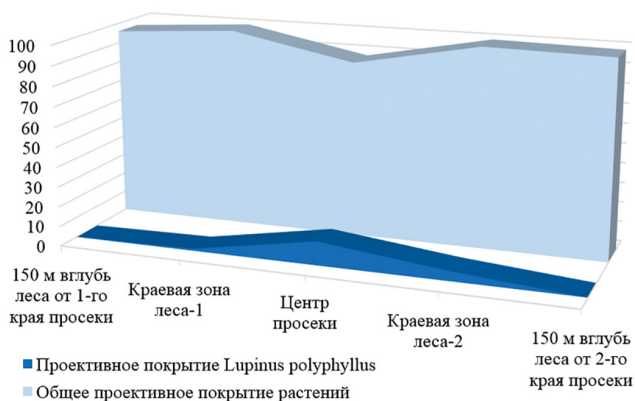


Рис. 5. Пространственная динамика люпина многолистного (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) на фоне общего проективного покрытия растений по линии трансекты 13 КУ «Прудки» в Логойском районе

Краевые зоны лесных фитоценозов по ряду признаков отличаются от обычных лесных опушек. Так, если естественные опушечные сообщества характеризуются повышенным видовым разнообразием по сравнению с основным массивом леса, то опушечные зоны просек включают относительно мало видов – от 6 до 26 (в среднем – 14). Другие их отличительные черты сведены в таблицу 3. Практически все указанные в таблице отрицательные явления имеют локальный характер и не приносят ощутимого ущерба лесным экосистемам в целом. Наибольшие опасения вызывает часто регистрируемое вдоль просек очаговое поражение сосны шестизубчатым короедом (наблюдалось на КУ 4, 12, 9 и др.) (рис. 6).



Рис. 6. Древостой сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в стене леса вдоль просеки, пораженный короедом шестизубчатым

На это следует обратить внимание работникам лесохозяйственных организаций. Важно отметить, что даже с течением времени преобразования краевых зон просек ЛЭП в полноценные опушечные сообщества обычно не происходит.

Выводы

1. Флористическое разнообразие просек ЛЭП представлено 173 видами высших растений из 122 родов, 37 семейств, 20 порядков, 4 классов, 3 отделов. Головная часть семейственного спектра ценофлоры просек имеет номинальное сходство с флорой других видов транспортных магистралей (автомобильных и железных дорог), однако количественный вклад ведущих семейств *Рoaceae* и *Asteraceae* в данном случае менее значителен.

2. При достаточно большой площади прилегающих к ЛЭП лесных насаждений и отсутствии дополнительного антропогенного пресса, начи-

ная с момента строительства этих транспортных коммуникаций, на просеках преобладают естественные процессы восстановления природных сообществ, в которых участвуют аборигенные апофитные виды флоры. Данный вывод подтверждается расчетом индекса синантропизации, принимающего высокие и максимально высокие значения для 87 % обследованных ключевых участков и индекса адвентизации, во всех случаях не превышающего отметки 0,25. Только некоторые особенно агрессивные инвазионные виды растений (*Lupinus polyphyllus* Lindl., *Solidago canadensis* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronquist) иногда массово представлены в отдельных локалитетах, где они должны подлежать уничтожению.

3. Краевые зоны лесных массивов вдоль просек ЛЭП по структурным (частое отсутствие отдельных ярусов, пониженная густота подроста, подлеска и напочвенного покрова), флористическим (низкое видовое богатство и единообразие флористического состава нижних ярусов в различных типах леса, частое присутствие апофитных и адвентивных видов в травяно-кустарничковом ярусе, структурообразующая роль стрессотолерантных видов) и морфофизиологическим (усыхание и снижение высоты растений мохового и травяно-кустарничкового ярусов, ослабление и снижение жизненности древостоев, в результате которого они чаще поражаются вредителями) характеристикам не соответствуют естественным опушечным фитоценозам и без целенаправленного вмешательства человека не преобразуются в них.

4. Совокупность признаков, по которым отличаются примыкающие к просекам ЛЭП краевые полосы леса от лесных фитоценозов, в состав которых они входят, проявляется на протяжении 2–23 м от края просек. Данное расстояние можно рассматривать как «глубину краевого эффекта». Из всех проявлений краевого эффекта самыми опасными для лесных фитоценозов являются: проникновение инвазионных видов в лесные массивы и очаговое поражение короедом шестизубчатым ослабленных деревьев сосны обыкновенной, которые закономерно появляются в стене леса у просек.

5. Степень синантропизации краевых участков лесных фитоценозов вдоль просек ЛЭП возрастает при отсутствии естественных барьеров (например, участков густой древесно-кустарниковой растительности) в местах контакта просеки (обычно ее торцов) с любыми источниками антропогенного воздействия, а также снижается по мере удаления от них.

6. При наличии благоприятных природных условий и умеренного ухода просеки ЛЭП могут становиться рефугиумом для редких охраняемых видов растений (что в рамках данного исследования подтверждается находками *Pulsatilla patens* (L.) Mill. и *Laserpitium latifolium* L.). Даже несколько циклов их воспроизводства в этих местообитаниях повышают вероятность сохранения редких видов в близлежащих лесных фитоценозах.

Литература

1. Byng J. W. [et al.] // Botanical Journal of the Linnean Society. 2016. Vol. 181. P. 1–20.

2. Гнатюк Е. П., Крышень А. М. Методы исследования ценофлор (на примере растительных сообществ вырубок Карелии) / Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2005. 68 с.

3. Абрамова Л. М., Миркин Б. М. // Вестн. АН РБ. Т. 5. № 3. 2000. С. 18–25.

4. Абрамова Л. М., Миркин Б. М. Эволюция растительности на стыке тысячелетий. Теоретические проблемы экологии и эволюции (третьи Любимцевские чтения). Тольятти: ИЭВБ РАН, 2000. С. 15–23.

5. Курской А. Ю. Инвазионный компонент флоры юго-запада Среднерусской возвышенности: автореф. дис.... канд. биол. наук: 03.02.01 / [Место защиты: ФГБУН «Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина Российской академии наук»]. Белгород, 2018. 23 с.

6. Бочкин В. Д., Виноградова Ю. К. // Вестник Пермского государственного университета. Биология. 2016. № 2. С. 89–95.

7. Редкие биотопы Беларуси / А. В. Пугачевский [и др.]. Минск: Альтиора, Живые краски, 2013. 236 с.

8. Sheridan P. M., Orzell S. L., Bridges E. L. // The Sixth International Symposium on Environmental Concerns in Rights-Of-Way Management. 1999. P. 451–460.

9. Wagner D. L., Metzler K. J., Leicht-Young S. A., Motzkin G. Vegetation composition along a New England transmission line corridor and its implications for other trophic levels // Forest Ecology and Management. Vol. 327. 2014. P. 231–239.

К. Л. САВИЦКАЯ
**РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ПРОСЕК ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ
ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ: ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ
ПРОЦЕССОВ СИНАНТРОПИЗАЦИИ**

Резюме

Определен состав и рассмотрены особенности ценофлоры сообществ, развивающихся на просеках различных ЛЭП. Установлен уровень синантропизации и адвентизации фитоценозов просек и прилегающих к ним краевых участков леса.

K. L. SAVITSKAYA
**THE VEGETATION OF TRANSMISSION LINE CORRIDORS: SPECIES
DIVERSITY AND PATTERNS OF SYNANTHROPIZATION**

Summary

The species composition and floristic characteristics of the plant communities developing along transmission line corridors are determined. The degree of synanthropization and adventitization of phytocenoses of powerline rights-of-way and surrounding woodlands has been established.

Поступила в редакцию 04.12.2019 г.

Юбиляры

ВИКТОР ИВАНОВИЧ ПАРФЁНОВ (к 85-летию со дня рождения)



23 сентября 2019 г. исполнилось 85 лет видному белорусскому ученому – биологу и экологу, заслуженному деятелю науки Республики Беларусь, доктору биологических наук, профессору, академику НАН Беларуси Виктору Ивановичу Парфенову.

В.И. Парфенов родился в д. Прудки Починковского района Смоленской области. После переезда семьи в Беларусь и окончания семилетней школы, он в 1949 г. поступил в Буда-Кошелевский лесной техникум, который закончил с отличием. В 1952 г. Виктор Иванович поступил в Белорусский лесотехнический институт, после успешного окончания которого в 1957 г. 2 года работал инженером-таксатором в Белорусском аэрофотолесостроительном тресте (ныне РУП «Белгослес»).

В 1959 г. будущего исследователя заметил и пригласил в Институт биологии АН БССР известный геоботаник академик И.Д. Юркевич. Здесь Виктор Иванович совместно с коллегами занимался исследованием сероолиховых лесов, по результатам которого была опубликована его первая монография.

В 1962 г. Виктор Иванович поступил в аспирантуру, где подготовил диссертационную работу на тему «Исследование еловых лесов и внутривидовой изменчивости ели обыкновенной на юге ареала (в Полесье)», которую досрочно успешно защитил в 1964 г. В ней были изложены оригинальные представления о структурно-функциональных особенностях еловых лесов на южной границе ареала. Это положило начало интересу Виктора Ивановича к фундаментальной биологической проблеме – поведению видов растений на границах ареалов. Позднее он развил представления на эту тему в аналитической монографии «Обусловленность распространения и адаптация видов растений на границах ареалов» (1980).

После защиты Виктор Иванович работал ученым секретарем Совета по координации научной деятельности АН БССР, что расширило его научный кругозор и дало неоценимый административный опыт. По инициативе Президента АН БССР В.Ф. Купревича в 1968 г. Виктор Иванович вернулся на работу в Институт экспериментальной ботаники АН БССР, где стал заведующим отделом флоры и гербария, которым (уже в статусе лаборатории) он руководит по настоящее время.

В 1971 г. Виктор Иванович стал заместителем директора института по научной работе, а в 1972 г. – директором.

Виктор Иванович успешно руководил институтом 28 лет до 2000 г. За время его директорства в институте было защищено 19 докторских диссертаций, а за достойный вклад в развитие ботанической науки и практические результаты его сотрудникам трижды присуждалась Государственная премия БССР. В 1980 г. институт был отмечен высокой правительственной наградой – орденом Трудового Красного Знамени.

Под руководством Виктора Ивановича решены важные теоретические и практические проблемы изучения биоразнообразия растительного мира, филогении растений, ресурсосведения, охраны растительного мира. В.И.Парфеновым самостоятельно или в соавторстве опубликованы принципиально важные монографии «Хорология флоры Белоруссии» (1972), «Флора Белорусского Полесья» (1983), «Ивы Белоруссии: таксономия, фитоценология, ресурсы» (1986), а также книги, посвященные флоре и растительности Полесского радиационно-экологического заповедника (2002), флоре Березинского биосферного заповедника (1993), заказника «Мозырские овраги» (2008), национальных парков «Припятский» (2009) и «Браславские озёра» (2011, 2012). Им разработаны научные основы охраны биоразнообразия на популяционно-видовом, фитоценологическом и биогеоценологическом уровнях, получившие признание в Беларуси и за ее пределами.

В сотрудничестве с учеными союзных республик при участии Виктора Ивановича изданы монографии «Охрана важнейших ботанических объектов Украины, Белоруссии и Молдавии» (1980) и «Редкие и исчезающие виды растений Белоруссии и Литвы» (1987).

Благодаря широкому флористическим исследованиям, проводимым под руководством Виктора Ивановича, стало возможным подготовка и издание важнейшего природоохранного документа – Красной книги Республики Беларусь, которая переиздана уже четырежды.

Принципиально новым этапом в подходе к сохранению биоразнообразия на комплексно-биогеоценотическом уровне стала «Схема рационального размещения охраняемых природных территорий по Белорусской ССР» (1983), научная основа которой была разработана под руководством Виктора Ивановича сотрудниками возглавляемой им лаборатории при участии других структур АН БССР и университетов республики. В основу ее были положены ландшафтно-экологический подход и оригинальный принцип «природно-миграционных русел». В дальнейшем положения этой схемы отчасти были реализованы на практике при разработки экологическую сети Беларуси и её интеграции в Паневропейскую экологическую сеть.

Виктор Иванович - инициатор важнейших для современной флористики и систематики кариологических, цитогенетических, биохимических и популяционно-биологических исследований. Написанная им совместно с С.А. Дмитриевой монография «Кариология флоры как основа цитогенетического мониторинга» (1991) – первая региональная публикация такого рода в СНГ.

В возглавляемом В.И.Парфеновым отделе функционирует Гербарий, содержащий крупные коллекции растений, лишайников и грибов, который признан Национальным достоянием Республики Беларусь.

В начале 1970-х годов В.И.Парфенов организовал разработку актуальной тематики, связанной с широкомасштабным осушением Полесской низменности, изучение динамики флоры и растительности с целью разработки рекомендаций по снижению негативных последствий этого мощного воздействия. Результаты проведенного в напряженной экспедиционной обстановке комплексного исследования составили основу его докторской диссертации «Современные антропогенные изменения флоры и растительности Белорусского Полесья». На защите в 1975 г. в Институте ботаники АН УССР она получила высокую оценку ведущих ботаников СССР. Материалы диссертации нашли отражение в монографиях: «Динамика лугово-болотной флоры и растительности» (1976) и «Антропогенные изменения флоры и растительности Белоруссии» (1985).

После произошедшей в 1986 г. Чернобыльской катастрофы Виктор Иванович оперативно и продуманно включился в работу по оценке и минимизации ее последствий. Результаты этой крайне важной работы нашли отражение в крупной монографии «Радиационное загрязнение растительности Беларуси (в связи с аварией на Чернобыльской АЭС)» (1995), где он является редактором и одним из авторов. В книге дана оценка радиоэкологической обстановки в зоне аварии и на территории республики в целом, выявлены особенности миграции радионуклидов в природно-растительных комплексах, содержатся рекомендации по снижению негативных последствий радиационного загрязнения.

Под редакцией и с авторским участием Виктора Ивановича вышла в свет крупная сводка «Определитель высших растений Беларуси» (1999), в которой учтены новейшие достижения современной систематики и материалы многолетних флористических исследований. Он руководил подготовкой ботанических материалов для издания «Национального атласа Беларуси», инициировал подготовку нового многотомного фундаментального издания «Флора Беларуси», которое, по замыслу Виктора Ивановича, будет охватывать все группы растений, лишайники и грибы. К настоящему времени под редакцией академика В.И. Парфенова уже издано 8 томов из 18 задуманных.

В научном багаже академика В.И.Парфенова свыше 450 публикаций, в том числе 45 монографий, книг и отдельных изданий. Нельзя не отметить активное и многогранное участие В.И. Парфенова в научно-организационной и общественной деятельности. Он возглавлял Научный совет по проблемам Полесья, являлся председателем Белорусского национального комитета международной программы «МАН», вице-президентом Всесоюзного ботанического общества, членом редакционного совета всесоюзного «Ботанического журнала», координатором Государственных программ ориентированных фундаментальных исследований «Биологические ресурсы» и «Ресурсы растительного и животного мира».

В настоящее время Виктор Иванович – почетный директор и заведующий отделом флоры и гербария Института экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси, член координационного совета при Научно-практическом центре по биологическим ресурсам НАН Беларуси, член и эксперт Европейской рабочей группы Международного союза охраны природы, член научно-технических советов ряда государственных природоохранных учреждений, председатель совета по защите диссертаций Д 01.38.01 при Институте экспериментальной ботаники, руководитель общественного объединения «Белорусское ботаническое общество», заместитель главного редактора журнала «Весці НАН Беларусі (серія біялагічных навук)», член редколлегии журнала «Природные ресурсы», научный редактор сборника «Ботаника (исследования)». В течение многих лет Виктор Иванович возглавлял Белорусский комитет защиты мира.

Виктор Иванович активно готовит молодую смену ученых. В его педагогическом активе – чтение специализированных курсов лекций на биологическом факультете Белорусского государственного факультета, в Мозырском педагогическом университете, в Институте подготовки научных кадров НАН Беларуси, участие в качестве председателя в работе Государственных экзаменационных комиссий различных высших учебных заведений, руководство подготовкой курсовых и дипломных работ, магистерских диссертаций.

Важнейшей заслугой Виктора Ивановича является создание белорусской флористической научной школы. Под его руководством защищено 7 докторских и 30 кандидатских диссертаций. Он умело и с энтузиазмом пропагандирует достижения ботанической науки и необходимость экологически грамотного отношения к природным ресурсам. Его перу принадлежит авторство или соавторство в ряде научно-популярных брошюр, статей, 5-томная «Энциклопедия природы Беларуси», в которой он был членом редакционной коллегии. За вклад в развитие ботанической науки В.И.Парфенов в 1980 г. был избран членом-корреспондентом АН БССР, а в 1986 г. – действительным членом АН БССР по специальности «Ботаника». В 1988 г. В.И.Парфенов удостоен звания профессора, а с 2000 г. он – Заслуженный деятель науки Республики Беларусь.

За плодотворную научную, организационную, педагогическую и общественную деятельность Виктор Иванович удостоен высоких государственных и научных наград. Ему вместе с группой сотрудников присуждена Государственная премия БССР в области науки за цикл работ по изучению растительности республики (1972), он награжден Орденом Дружбы Народов, медалью Франциска Скарины, другими медалями, Почетными грамотами Верховного Совета БССР, Совета Министров Беларуси. За заслуги в развитии биологической науки он удостоен памятной медали XII Международного ботанического конгресса, знака «Silver Leaf Award 2001 Planta Europa», Золотой медали и диплома Европейской научно-промышленной палаты (Брюссель, 2013). Виктор Иванович с сотрудниками награжден несколькими медалями ВДНХ СССР и ВДНХ Беларуси за разработку научных основ и рекомендаций по охране и рациональному использованию природных растительных ресурсов. В 2014 году решением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды он удостоен нагрудного знака «Ганаровы экалаг». В 2018 году ему вручена высшая награда Национальной академии наук Беларуси – нагрудный знак «Золотая медаль НАН Беларуси».

В 2000 году В.И. Парфенов за многолетнюю плодотворную работу по руководству Институтом экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси избран его почетным директором. Он по-прежнему глубоко осознает свою ответственность за судьбу института, работе в котором посвятил более шестидесяти лет жизни. Виктор Иванович до настоящего времени не снизил своей активности в научно-педагогической и организационной деятельности, доброжелательности и человеческой заинтересованности в отношениях и общении со своими коллегами и учениками.

От всего сердца желаем дорогому юбиляру крепкого здоровья, дальнейших успехов в развитии ботанической науки и исполнении творческих замыслов, добра и благополучия его дружной семье, детям и внукам.

*Н.А. Ламан, А.В. Пугачевский, Г.Ф. Рыковский, С.А. Дмитриева;
редакция сборника научных трудов «Ботаника (исследования)»*

АЛЕКСАНДР ПОТАПОВИЧ ВОЛЫНЕЦ (к 80-летию со дня рождения)



2 февраля 2020 г. исполняется 85 лет со дня рождения и 60 лет научной, педагогической и общественной деятельности известного физиолога и биохимика растений, доктора биологических наук, профессора Александра Потаповича Волынца.

Александр Потапович родился в деревне Беркозы Пинского района Брестской области в семье путевого обходчика. Его детские и юношеские годы прошли в период суровых для страны испытаний в условиях немецкой оккупации и тяжелого послевоенного времени. Это была своеобразная «школа выживания», так как из-за постоянной опасности семье часто приходилось прятаться в лесу и ночевать в землянке.

Для Александра Потаповича знакомство с природой началось очень рано. Богатые окрестные леса, живописные луга, ухоженные поля, ежегодные сборы грибов и ягод, работа с родителями в поле оставили неизгладимое впечатление на всю жизнь и одновременно явились основой для выбора жизненного пути. Первым этапом после окончания Молотковичской средней школы стало поступление юбиляра на химико-биологический факультет Брестского госуниверситета. Помимо профессиональной подготовки в университете большое значение придавалось привитию студентам навыков трудовой и общественной деятельности. Это осуществлялось за счет работы на опытных полях и в подшефном колхозе, а также путем подготовки и проведения выступлений на антирелигиозные темы (это были годы воинствующего атеизма) перед сельским населением Брестского и Кобринского районов, так что Александру Потаповичу рано пришлось выступать в роли пропагандиста и агитатора. Довелось студенту А.П.Волынцу принять участие и в освоении целинных и залежных земель в Казахстане (в 1957-1958 гг.).

После окончания с отличием университета он был направлен в аспирантуру при Институте биологии АН БССР (ныне Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси). Аспирантская подготовка прошла под научным руководством профессора С.М. Маштакова. Темой кандидатской диссертации стало определение устойчивости районированных в БССР сортов льна-долгунца к гербицидам – натриевым солям 2,4-Д и 2М-ЧХ. Вместе с научными исследованиями Александру Потаповичу приходилось заниматься и общественной работой по линии общества «Знание» и выступать с лекциями по тематике защиты растений перед специалистами Минской области (Молодечно, Олехновичи, Морочь). Второе направление общественной работы – установление связи с редакцией газеты «Піянер Беларусі», по заданию которой он готовил для учащихся 5-7 классов задачи и загадки по биологии. Несмотря на занятость общественной работой, исследования были завершены в срок и в 1964 г. на Спецсовете при Белгосуниверситете была защищена

кандидатская диссертация, в которой были раскрыты анатомо-морфологические причины избирательности действия гербицидов на сорта льна-долгунца, опубликованные в брошюре «Действие гербицидов на сорта льна-долгунца» (Минск, 1965), а практические разработки этого периода отражены в рекомендациях «Применение гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур БССР» и справочном пособии «Записная книжка агронома» (Минск, 1968).

Логичным продолжением исследований А.П. Волынца, выполненных при подготовке диссертационной работы, стало выяснение физиолого-биохимических механизмов избирательности действия гербицидов. Предметом изучения был выбран комплекс эндогенных регуляторов роста (фитогормонов и фенольных соединений) как естественных антагонистов и синергистов гербицидов. Существовавшие в то время методы анализа эндогенных регуляторов роста (одномерная хроматография) не устраивали молодого ученого. Они давали только общее представление об активности этих регуляторов роста, тогда как структура, состав и содержание их оставались вне поля зрения исследователя. За сравнительно короткое время А.П. Волынцем был разработан метод двумерной хроматографии на бумаге регуляторов роста, исключающий недостатки существующих способов анализа. С использованием этого метода были установлены как общие, так и специфические изменения комплекса эндогенных регуляторов роста сортов льна-долгунца и люпина желтого под влиянием гербицидов. При этом к общим особенностям были отнесены изменения содержания и активности большинства гормональных и негормональных регуляторов роста, а к специфическим – новообразование оксикумаринов в растениях льна-долгунца и изофлавонов в растениях люпина, частичную или полную инактивацию ауксинов, гиббереллинов и цитокининов при одновременном повышении содержания и активности абсцизовой кислоты, накопление высокоактивных фенольных соединений (свободных кислот и флавоноидных агликонов), что в конечном счете приводило к необратимой перестройке регуляторного комплекса растений и усилению гербицидного действия. Установление молекулярных механизмов избирательности действия гербицидов на примере комплекса эндогенных регуляторов роста явилось основой докторской диссертации А.П. Волынца «Эндогенные регуляторы роста и избирательность действия гербицидов», защищенной на Спецсовете при Вильнюсском госуниверситете в 1974 г. Основные результаты этих исследований опубликованы в монографиях: «Физиологическое действие гербицидов на сорта культурных растений» (Минск, 1967), «Физиологическое действие некоторых гербицидов на растения» (Минск, 1971) и «Взаимодействие эндогенных регуляторов роста и гербицидов» (Минск, 1980).

Проблема кормового белка всегда была острой в Беларуси. В разное время она решалась за счет выращивания высокобелковых кормовых культур: люпина кормового, люцерны и клевера красного. Лимитирующими факторами в накоплении биомассы и семян этих культур выступали болезни (люпин), проблемы семеноводства (люцерна), неблагоприятные погодные условия (клевер красный). Предстояло выяснить внутренние причины негативного влияния внешних факторов на формирование вегетативной массы и семян этих культур. Оказалось, что причины во всех случаях были сходные – нежелательная перестройка регуляторного комплекса растений под влиянием неустойчивой погоды, что приводило к недостатку ростостимулирующих фитогормонов и повышению уровня фенольных ингибиторов в генеративных органах и слабо выраженной аттрагирующей способности последних. Экзогенная обработка люцерны α -НУК в фазе цветения

и клевера гиббереллиноподобным препаратом «Флора» в фазе интенсивного роста восполняла дефицит регуляторов и позволяла заметно снизить отрицательное влияние погоды на накопление биомассы клевера и семян люцерны. Результаты этих испытаний нашли частичное отражение в коллективной монографии «Физиология плодообразования люцерны» (Минск, 1989).

С избранием А.П. Волынца в 1982 г. на должность заведующего лабораторией физиологии больного растения Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси традиционные исследования (физиология фитопатогенеза) существенно расширились и приобрели новое направление. Видное место заняло изучение механизмов фитоиммунитета и регуляции устойчивости растений к грибной инфекции. Это было достигнуто путем углубленного изучения функциональной роли новой группы стероидных соединений и фенольного комплекса растений и фитопатогенных грибов. Многолетние исследования свойств, физиологического действия и функций новой группы стероидных соединений – стероидных гликозидов – позволили отнести эти физиологически активные соединения к новой группе фитогормонов, близких по строению к уже известным гормонам – брассиностероидам. Основное отличие новых фитогормонов от уже известных состоит в том, что это водорастворимые конъюгаты, регуляторы ювенильного роста, пролонгированного типа действия, устойчивые к внешним и внутренним факторам, с выраженным защитным эффектом. Цикл работ по защитной функции стероидных гликозидов «Функциональная роль стероидных гликозидов в фитопатосистемах культурные растения – фитопатогенные грибы» в 1996 г. была удостоена Премии президентов НАН Украины, НАН Беларуси и АН Молдовы. Результаты этих исследований опубликованы в монографиях «Стероидные гликозиды – новые фиторегуляторы гормонального типа» (Минск, 2003) и «Гормональная активность стероидных гликозидов растений» (Минск, 2012).

Исследованиями Александра Потаповича доказано, что фенольными соединениям растений принадлежит исключительно важная роль в защите растений от грибной инфекции, осуществляемой прямым и косвенным путем. Прямое защитное действие фенольных соединений направлено на ингибирование роста и развития фитопатогенных грибов, подавление гормональной, ферментной и аттрагирующей активности патогенов, ограничение проникновения и распространения инфекции по тканям растений. Косвенная защита растений связана с перестройкой фенольного обмена, направленного в неблагоприятную для патогена сторону. Впервые установлено, что в основе фитоиммунитета находятся три группы защитных фенольных соединений (конститутивных, индуцированных и новообразованных), комплекс физиолого-биохимических защитных реакций (ингибирование роста и развития грибов, подавление их гормональной, ферментной и аттрагирующей активности), образование промежуточных защитных токсинов (хинонов, свободных радикалов, фитоалексинов) и конечных полимерных фенольных продуктов (лигнина, кутина, суберина). Роль физиологически активных соединений (фенольных, гормональных, фитоалексинов и витаминов) в жизни здоровых, инфицированных и иммуномодулирующих растений представлена в работах «Проблемы иммунитета сельскохозяйственных растений к болезням» (Минск, 1988), «Проблемы экспериментальной ботаники» (Купревичские чтения VIII) (Минск, 2011); «Фенольные соединения в жизнедеятельности растений» (Минск, 2013), а специальное обобщение «Фитопатофизиология: молекулярные механизмы регулирования болезнеустойчивости растений» удостоена Премии НАН Беларуси (2007).

А.П. Волынец принадлежит открытие теснейшей функциональной связи между ауксиновым и фенольным обменами. Доказано, что в процессах роста и органогенеза ауксины и фенольные соединения выступают единым комплексом, в котором фенольные соединения, изменяя активность ферментных систем биосинтеза и распада ИУК, являются тем самым регуляторами роста растений, что представляет собой новое достижение в понимании эндогенной регуляции роста вообще. В то же время это открытие опровергает ранее сложившееся представление, что ауксины и фенольные соединения в растениях всегда выступают как антагонисты.

Александр Потапович придает исключительно большое значение полноте и достоверности экспериментальных данных, начиная от предварительной апробации методов исследования до установления молекулярной структуры, состава и содержания эндогенных регуляторов роста. Разработанные им методы определения ауксинов, гиббереллинов, цитокининов и фенольных соединений как раз отвечали этим требованиям. Главное из них – исследователь должен видеть искомые вещества до или после проявления их на хроматограмме, а не полагаться только на интуицию или определение биологической активности.

А.П. Волынец – основатель и лидер белорусской школы исследователей эндогенных регуляторов роста растений, становлению и развитию которой юбиляр отдал 60 лет активной и плодотворной жизни ученого. Основу деятельности этой известной далеко за пределами республики научной школы составляют такие важные направления как установление функциональной роли эндогенных и экзогенных (синтетических) регуляторов роста в жизнедеятельности растений; взаимодействие их в процессах роста и генеративного развития, формообразования, продуктивности и защиты растений; эндогенная и направленная регуляция физиологических процессов; разработка методов анализа и практического применения их в растениеводстве.

За 60 лет творческой работы А.П. Волынец прошел путь от аспиранта до главного научного сотрудника. Он был руководителем исследовательской группы «Люцерна», долгое время (1982-2006 гг.) работал заведующим лабораторией. Им подготовлено 9 кандидатов биологических наук, опубликовано более 370 научных работ, в том числе 12 монографий, 5 брошюр, 10 патентов и ряд методов анализа эндогенных регуляторов роста, повышения продуктивности и качества урожая, защиты растений от болезней и сорняков. В 1997 году ему присвоено ученое звание профессора по специальности «биология».

За большой вклад в развитие биологической науки, педагогическую и общественную работу А.П. Волынец награжден Почетной грамотой Верховного Совета БССР, Почетными грамотами Высшей аттестационной комиссии и Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, медалью «За освоение целинных и залежных земель», юбилейной медалью «80 лет НАН Беларуси». Он лауреат Премии президентов НАН Украины, АН Беларуси и АН Молдовы (1996 г.) и Премии НАН Беларуси (2007 г.).

Высоко оценивая огромный вклад Александра Потаповича в развитие физиологии растений, хочется пожелать дорогому юбиляру доброго здоровья, жизненного оптимизма, новых творческих успехов и большого семейного счастья.

*В.И.Парфенов, Н.А.Ламан, А.В.Пугачевский,
В.П.Шуканов и сотрудники лаборатории патогенеза
и болезнеустойчивости растений*

ВАЛЕНТИНА ИОСИФОВНА ДОМАШ
(к 80-летию со дня рождения)



25 ноября 2019 года исполнилось 80 лет со дня рождения и 57 лет научной и общественной деятельности главного научного сотрудника Института экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси Валентины Иосифовны Домаш - доктора биологических наук, известного белорусского ученого, специалиста в области биохимии и физиологии растений.

Валентина Иосифовна Домаш родилась в 1939 году в г.п. Заславль Минского района в семье рабочего, где она была старшим по возрасту ребенком и с самого детства на ее плечах лежала забота о шестерых младших братьях и сестрах. После окончания Заславской средней школы в 1957 году она поступает на биологический факультет Белорусского государственного университета имени В.И. Ленина. В период учебы физиология и биохимия растений стали любимыми дисциплинами Валентины Иосифовны, а живой интерес к познанию закономерностей функционирования живой материи привлек ее к участию в работе разнообразных студенческих научных кружков, где она с большим интересом и удовольствием приобщалась к экспериментальным исследованиям. После окончания биофака Валентина Иосифовна по распределению была направлена на работу в лабораторию биофизики и изотопов Института биологии АН БССР, где начала свою научную деятельность сначала в должности старшего лаборанта, а затем младшего научного сотрудника.

В 1964 году В.И. Домаш становится аспиранткой Института экспериментальной ботаники АН БССР, а научное руководство ее диссертационной работой осуществляет известнейший отечественный ученый - физиолог растений академик Т.Н. Годнев. Результатом кропотливого труда становится успешная защита Валентиной Иосифовной в 1969 году кандидатской диссертации на тему «Действие импульсного освещения и температуры на заключительную стадию образования хлорофилла». В 1968 году В.И. Домаш приступает к работе в лаборатории белковых веществ и азотистого обмена Института экспериментальной ботаники, кото-

рой на протяжении многих лет заведовал доктор биологических наук, заслуженный деятель науки БССР, профессор А.В. МIRONENKO. В этой лаборатории Валентина Иосифовна избрала для себя особо и давно интересующее ее и важное для науки направление в биохимии растений – изучение организации и функционирования растительных протеазно-ингибиторных систем. Итогом многолетней работы стала успешно защищенная в Москве в 1997 году докторская диссертация на тему: «Протеиназно-ингибиторная система высших растений: свойства и биологические функции» по специальности 03.00.04 – биохимия. Ею были выделены и охарактеризованы многие протеолитические ферменты бобовых растений, а так же регулирующие их активность белки-ингибиторы, установлены антиоксидантные свойства и антистрессовый характер компонентов системы протеолиза; показана роль белковых ингибиторов в защите растения от атак фитопатогенных грибов и насекомых-вредителей; выявлены особенности функционирования протеиназно-ингибиторной системы при развитии растений и ее роль в формировании адаптивного ответа бобовых и злаковых культур на действие разнообразных неблагоприятных факторов. Полученные результаты дали возможность обосновать новое направление исследований, позволившее рассматривать процессы созревания и прорастания семян, роста и развития растений, их адаптацию через призму регулирования компонентами протеиназно-ингибиторной системы.

Более 25-ти лет (1994–2019 гг.) В.И. Домаш возглавляла сектор метаболизма и функций белков растений Института экспериментальной ботаники. Под ее руководством научным коллективом сектора достигнуты большие успехи в изучении роли протеиназно-ингибиторной системы в метаболизме белков различных видов растений и в формировании механизма адаптации к неблагоприятным факторам среды. Большое влияние на исследования В.И. Домаш оказало тесное сотрудничество и проведение совместных исследований с известными российскими учеными – д.б.н., профессором Мосоловым В.В., д.б.н., профессором Валуевой Т.А. (Институт биохимии им. А.Н.Баха РАН), д.б.н., профессором Белозерским М.А. и д.б.н., профессором Дунаевским Я.Е. (Институт физико-химической биологии МГУ), которые всегда проявляли большой интерес к исследованиям, проводимым Валентиной Иосифовной и сотрудниками.

Научные труды В.И. Домаш принадлежат к числу тех работ, которые периодически цитируются иностранными учеными. Под ее авторством вышло более 300 публикаций, она является соавтором двух монографий и 18 авторских свидетельств и патентов. Много внимания и сил Валентина Иосифовна отдает внедрению результатов своей работы в практику народного хозяйства. Ею разработан способ определения антипитательных компонентов в семенах зернобобовых культур, который применяется в лабораториях при комбикормовых заводах Республики Беларусь.

Использование сведений о содержании питательных и антипитательных веществ в зерне бобовых культур дало возможность получить ценные комбикормовые компоненты для сельскохозяйственных животных. Под ее руководством на основе оригинальной обработки семян бобовых и злаковых культур разработана технология получения нового кормового продукта для животных, которая используется в ряде хозяйств Брестской, Гомельской и Минской областей. Под руководством и непосредственным участием В.И. Домаш созданы и зарегистрированы в Республике Беларусь новые экологически безопасные препараты – биостимулятор роста растений «Тубелак» и средство защиты растений «Туберит»,

разработанные на основе технологии безотходной переработки картофеля. В результате выполнения совместно с Институтом физико-органической химии НАН Беларуси проекта ГНТП «Промышленные технологии», руководителем которого она являлась, разработан и зарегистрирован новый экологически безопасный антистрессовый препарат «Наноплант» на основе наночастиц микроэлементов, широко применяемый в настоящее время в целях повышения урожайности и устойчивости широкого ряда сельскохозяйственных растений. Все эти препараты неоднократно демонстрировались на ряде выставок.

Много внимания Валентина Иосифовна уделяет подготовке научных кадров: под ее руководством защищены 3 кандидатские диссертации, ведется активная работа с аспирантами, соискателями, дипломниками. Готовятся к защите кандидатская и докторская диссертации. Высокую оценку получили плодотворная научная работа и активная общественная деятельность Валентины Иосифовны. Она награждена Почетной грамотой Министерства сельского хозяйства и продовольствия РБ, неоднократно награждалась Почетными грамотами и благодарностями Президиума НАН Беларуси и Института, ее имя занесено в книгу «Кто есть Кто?» (Marquis Who's Who. USA). 24 января 2017 года Валентине Иосифовне вручен памятный знак «В честь основания Национальной академии наук Беларуси».

Отмечая высокие нравственные качества и человеческое обаяние, неиссякаемую энергию, большой жизненный оптимизм, доброту и требовательность, хочется пожелать юбиляру, отдавшей себя научной работе в Институте и прошедшей путь от старшего лаборанта до главного научного сотрудника, здоровья и творческих успехов.

*Н.А.Ламан, В.И.Парфенов, А.В.Пугачевский,
О.А.Иванов, О.Л.Канделинская*

ВИКТОРИЯ ИОСИФОВНА НИТИЕВСКАЯ (к 80-летию со дня рождения)



В сентябре 2019 года в Институте экспериментальной ботаники отметили юбилей Виктории Иосифовны Нитиевской - известного белорусского ученого-фитопатолога, миколога, иммунолога.

Виктория Иосифовна родилась 29 сентября 1939 года в деревне Нитиевские Узденского района Минской области. В 1965 году окончила Гродненский сельскохозяйственный институт и была направлена на работу в должности заведующей Слуцкой станцией прогнозов появления и распространения болезней сельскохозяйственных культур.

В 1967 году Виктория Иосифовна поступила в аспирантуру при Белорусском НИИ плодово-овощеводства и в 1974 году успешно защитила кандидатскую диссертацию на тему «Основные болезни капусты и биохимический способ борьбы с ними в условиях БССР» по специальности «фитопатология».

Большая часть профессиональной научной деятельности В.И.Нитиевской связана с Институтом экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича, в котором она проработала более 35 лет – с 1971-го по 2006 год.

Круг научных интересов Виктории Иосифовны был очень широк, основное направление ее исследовательской работы – глубокое и разностороннее изучение видового состава патогенов бобовых растений. По результатам проведенных исследований опубликованы 2 классические монографии по фитопатологии: «Болезни бобовых культур в БССР» в соавторстве с Н.А. Дорожкиным и Н.И. Чекалинской (1978) и «Патогенные грибы на бобовых травах в Белоруссии» в соавторстве с Н.И.Чекалинской (1990). Много внимания было уделено Викторией Иосифовной взаимодействию растения хозяина и патогенных микроорганизмов, антагонистическим и синергитическим взаимоотношениям микромицетов.

При участии Виктории Иосифовны была проведена большая селекционная работа по выведению устойчивых к болезням сортов клевера, о чем свидетельствуют авторские свидетельства на сорта «Долголетний», «Яскравы», «Духмяны», «Устойчивый», районированные не только на территории Беларуси, но и в соседних странах.

Научное наследие Виктории Иосифовны и в настоящее время является востребованным молодым поколением микологов, фитопатологов и селекционеров на всем постсоветском пространстве.

От души желаем Виктории Иосифовне доброго здоровья, активного долголетия и счастливых солнечных дней в судьбе.

*А.В. Пугачевский, Г.Ф. Рыковский,
Т.Г. Шабашова, Д.Б. Беломесяцева;
сотрудники лаборатории микологии
Института экспериментальной ботаники
им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси*

СОФЬЯ АЛЕКСАНДРОВНА ДМИТРИЕВА
(к 75-летию со дня рождения)



11 сентября 2019 года отметила славную юбилейную дату – 75 лет со дня рождения главный научный сотрудник Института экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси, доктор биологических наук, известный специалист в области кариологии и цитологии флоры Софья Александровна Дмитриевна.

Исследователь по призванию, Софья Александровна Дмитриева родилась в дер. Чернеевичи Дрогиченского района Брестской области в трудное послевоенное время. Детство её было нелегким, с ранних лет проходило в постоянных крестьянских трудах и заботах о младших членах семьи в отсутствие отца. С самого детства Софьи Александровны проявилась тяга к знаниям. В 1960 году она поступила на биологический факультет Белорусского государственного университета им. В.И. Ленина, где увлеклась проблемами такой сложной науки как генетика. После окончания БГУ она в течение нескольких лет продолжала исследовательскую работу в должности старшего лаборанта на кафедре генетики и цитологии биологического факультета университета. Здесь в 1967 г. она поступила в аспирантуру и занялась подготовкой кандидатской диссертации по актуальной проблеме – полиплоидии у сахарной свеклы под руководством одного из ведущих генетиков в СССР Н.В.Турбина. Кариологические исследования по теме диссертации Софья Александровна продолжила в Институте экспериментальной ботаники АН БССР в должности младшего научного сотрудника лаборатории флоры и систематики растений, понимая, что именно в обширной области изучения флористических комплексов Белоруссии она сможет найти наилучшее применение своим цитолого-генетическим знаниям, что впоследствии оправдалось в полной мере. В Институте она последовательно прошла должностной путь от младшего (1971 г.) до главного (2002 г.) научного сотрудника. В 1975 году Софьей Александровной была защищена кандидатская диссертация по генетике сахарной свеклы, а в 2000-м году на основе обширного материала, репрезентативно представляющего флору практически всей территории республики – новаторская докторская диссертация на тему «Кариология флоры Беларуси», которая убедительно показала широту и разноплановость области ее научных интересов, включающей такие направления как кариология

и цитогенетика природной флоры в связи с проблемами формо- и видообразовании, эволюции и филогении, а также познание и сохранение биологического разнообразия. Ею была определена структура карiotипов более 800 видов растений природной флоры Беларуси, отражены особенности и роль геномных мутаций в генезисе флоры умеренной зоны Голарктики. Под ее руководством и при непосредственном участии изучены цитогенетические эффекты воздействия на растения повышенного радиационного фона, вызванного Чернобыльской катастрофой. Впоследствии аналогичные исследования были продолжены с целью изучения последствий воздействия на флору техногенного загрязнения. Результаты этих исследований позволили разработать методологию цитогенетического мониторинга последствий загрязнения природной среды на основе растительных объектов.

В последние годы основное внимание С.А.Дмитриева уделяет актуальной проблеме - изучению сохранившегося в стране потенциала – ресурсов хозяйственно-полезных растений природной флоры, в том числе диких родичей культурных растений, вопросу их рационального использования и охраны. В результате проведенных в этом направлении исследований отражена структура хозяйственно ценного компонента природной флоры по полезным свойствам видов, степени их родства с культурными растениями, репрезентативности, перспективам и приоритетам относительно возможного практического использования, селекционной значимости и сохранения генофонда. В соавторстве с коллективом сотрудников лаборатории Софьей Александровной подготовлена семенная коллекция хозяйственно полезных растений, включающая более 1200 образцов 569 видов растений, которая передана на хранение в условиях *ex situ* в Национальный генетический банк Республики Беларусь и предназначена для использования в растениеводстве и селекции. На протяжении 10 лет Софья Александровна выполняла обязанности ученого секретаря наукоёмких ГПОФИ «Биологические ресурсы» и «Ресурсы растительного и животного мира». Проводимый ею контроль за выполнением научных программ республиканского масштаба способствовал успешной их разработке исполнителями.

В настоящее время Софья Александровна является членом Экспертного совета по биобезопасности генно-инженерных организмов Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Она систематически принимает участие в работе совещаний, учебных семинаров и тренингов по данной проблеме. По результатам тренинга, проходившего 17-19 сентября 2018 г. в г. Минске, организованного в рамках реализации международного проекта «ЮНЕП-ГЭФ по устойчивому наращиванию потенциала для эффективного участия в механизме посредничества по биобезопасности» ей выдан сертификат международного образца.

С.А.Дмитриева - автор и соавтор более 250 научных публикаций. Наиболее существенные результаты многолетних исследований изложены в монографиях: «Кариология флоры как основа цитогенетического мониторинга (на примере Березинского биосферного заповедника)» в соавторстве с В.И. Парфеновым (1991), «Радиоактивное загрязнение растительности Беларуси (в связи с аварией на Чернобыльской АЭС)» (коллектив авторов; 1995), «Определитель высших растений Беларуси» (коллектив авторов; 1999), «Флора Беларуси. Сосудистые растения», т. 1 (2009), т. 3 (2017).

Софья Александровна является постоянным участником международных и республиканских научных конференций, совещаний, съездов, где выступает

с устными докладами, в том числе и с пленарными. Особо следует отметить её определяющую роль в подготовке и проведении в сентябре 2019 г. Международной научной конференции «Флора и растительность в изменяющемся мире». В рамках своей компетенции, не считаясь со временем она оказывает методологическую консультационную помощь сотрудникам научных учреждений, преподавателям и студентам ВУЗов республики, неоднократно оппонировала ряд кандидатских диссертаций, способствуя пополнению контингента ученых в стране. За ответственную высоко квалифицированную и плодотворную деятельность в качестве эксперта диссертационных работ, выполнявшуюся Софьей Александровной в течение ряда лет, она была награждена Почетной грамотой Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь.

Среди высоких наград Софьи Александровны Дмитриевой за многолетний самоотверженный труд и весомый вклад в достижения ботанической науки - Почетная грамота Национальной академии наук Беларуси, Почетная грамота Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ, Почетные грамоты Института экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси. В 2016 году С.А. Дмитриевой был вручен памятный знак «У гонар заснавання Нацыянальнай акадэміі Беларусі».

Нельзя не отметить, что Софье Александровне удалось успешно совместить глубокие научные исследования с заботой о семье – рождением троих детей и воспитанием их как достойных граждан своей страны. Софья Александровна и поныне активно трудится в научной области, сочетая натурные исследования с камеральными, всегда открытая для помощи и совета всем, кто в них нуждается. Остается сердечно пожелать ей доброго здоровья, дальнейших успехов в научной работе и семейного благополучия.

В.И. Парфенов, Г.Ф. Рыковский

ВЛАДИМИР ВАЛЕНТИНОВИЧ САРНАЦКИЙ (к 70-летию со дня рождения)



13 января 2019 года отметил свой 70-летний юбилей главный научный сотрудник лаборатории продуктивности и устойчивости растительных сообществ Института экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси Владимир Валентинович Сарнацкий – доктор биологических наук, известный специалист в области лесной экологии и лесного хозяйства.

В.В. Сарнацкий родился в 1949 году в д. Дукорка, ныне а. г. Дукора Пуховичский района Минской области. После окончания в 1966 году Дукорской средней школы в течение ряда лет работал в Управлении гидрометеослужбы БССР, Руденском лесничестве Пуховичского лесхоза, учреждениях АН БССР (с 1977 г.). В 1978 г. В.В. Сарнацкий заканчивает заочный факультет Белорусского технологического института им. С.М. Кирова и в 1980 г. поступает в заочную аспирантуру этого института на кафедре лесоводства и охраны окружающей среды под руководством доктора с.-х. наук, профессора Юрия Николаевича Азниева. Свой научный путь в Институте экспериментальной ботаники НАН Беларуси начинает в 1983 инженером лаборатории геоботаники, а с 1984 года он избирается на должность младшего научного сотрудника.

В 1986 г. Владимир Валентинович успешно защищает кандидатскую диссертацию «Влияние комплексного ухода на формирование и продуктивность ельников Белоруссии» и одновременно заканчивает народный университет «Методы прикладной математики в управлении производством и научных исследованиях», что позволяет ему квалифицированно включиться в работу по внедрению средств автоматизации в полевых и лабораторных исследованиях при оборудовании гидрометеорологических приборами лесного стационара лаборатории «Велятичи», использовать математико-статистический аппарат и ЭВМ в биометрических исследованиях. В 1987 г. В.В. Сарнацкому присваивается звание и выдан нагрудный знак «Изобретатель СССР». Он активно участвует в разработке программ и выполнении ряда научных задач, связанных с решением важных народно-хозяйственных проблем, в частности, такой как влияние солнечной активности, климатических факторов и антропогенного воздействия различной интенсивности на состояние и продуктивность основных лесообразующих пород в условиях интенсивного ведения сельского и лесного хозяйства. В 1989 году избирается по конкурсу на должность научного сотрудника.

В процессе выполнения заданий научных программ определилось основное направление научной деятельности Владимира Валентиновича – выявление закономерностей климатической, почвенно-гидрологической детерминации (обусловленности) лесных фитоценозов (адаптация, рост, формирование, продуктивность и устойчивость в различных лесорастительных районах Беларуси), изучение влияния комплекса организационно-технических, лесохозяйственных, в т.ч. и санитарно-защитных мероприятий на состояние и продуктивность древостоев. В этот период он проявляет себя и как активный участник научно-организационной деятельности в Институте, явля-

ясь ученым секретарем секции «Экологический мониторинг природных комплексов и геоэкоинформатика» научного совета АН БССР по проблемам биосферы. По итогам научной и научно-организационной деятельности В.В. Сарнацкий в 1993 г. избирается на должность старшего научного сотрудника лаборатории продуктивности и устойчивости лесных экосистем, а в 2000-ом году - ведущего научного сотрудника.

В 2004 году В.В. Сарнацкий защищает докторскую диссертацию «Лесоводственно-экологические основы формирования, повышения продуктивности и устойчивости еловых лесов Беларуси в связи с их периодическим массовым усыханием» по специальности «Лесоведение и лесоводство, лесные пожары и борьба с ними». В 2006 году он избирается на должность главного научного сотрудника.

Одним из основных достижений В.В. Сарнацкого в области фундаментальных исследований безусловно следует признать результаты работы по выявлению основных закономерностей периодического массового усыхания ельников в природно-климатических условиях Республики Беларусь. Эти результаты легли в основу разработки стратегии хозяйствования в нарушенных и усыхающих ельниках, выполнения других исследований прикладного характера, в частности таких как определение почвенно-типологических групп ельников в связи с режимом увлажнения почвы и продуктивностью древостоя, составление эколого-биологического и зонально-типологического прогнозов состояния еловых лесов на период до 2020 года.

К числу наиболее известных трудов В.В.Сарнацкого относятся две монографические работы: подготовленная совместно с выдающимся белорусским лесным фитопатологом, профессором Николаем Ильичем Федоровым и изданная в 2001 г. книга «Особенности формирования еловых лесов Беларуси в связи с их периодическим массовым усыханием», а также вышедшая в свет в 2009 году монография «Ельники: формирование, повышение продуктивности и устойчивость в условиях Беларуси». За весь период своей научной деятельности им опубликовано в отечественных и зарубежных изданиях более 200 научных статей и тезисов докладов.

В разные годы Владимир Валентинович является председателем или участвует в работе советов по защите диссертаций при БГТУ и Институте леса НАН Беларуси, государственных экзаменационных и аттестационных комиссий Белорусского государственного технологического университета, Белорусского государственного педагогического университета имени М. Танка, Брестского государственного университета имени А.С.Пушкина, входит в состав государственных экспертных советов Государственного комитета по науке и технологиям и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, научно-технического совета Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, научно-технического совета ГПУ «Национальный парк «Беловежская пуша», является ученым секретарем экспертного совета ВАК РБ.

За вклад в развитие фундаментальных и прикладных исследований в области биологии и экологии леса, внедрение достижений науки в производство Владимир Валентинович неоднократно награждался Почетными грамотами Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь (2001, 2007, 2009, 2011), отмечен Почетной грамотой Национальной академии наук Беларуси (2001). За многолетнюю плодотворную работу по подготовке и аттестации научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации В.В.Сарнацкий награжден Почетной грамотой Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь (2016).

Пожелаем Владимиру Валентиновичу здоровья, творческого долголетия и успехов в его исследовательской работе.

*А.В. Пугачевский, Д.Г. Груммо, М.В. Ермохин, Т.А. Будкевич.
А.В. Пучило, И.М. Степанович, А. В. Судник, С.Ю. Шустова*

МАРИНА ЛЬВОВНА РОМАНОВА (к 60-летию со дня рождения)



18 ноября 2019 года отметила юбилейную дату – 60-летие со дня рождения ведущий научный сотрудник Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси Марина Львовна Романова, кандидат биологических наук, ученый-геоботаник, специалист в области экологии растительных сообществ и картографирования растительности.

Марина Львовна – коренная минчанка, выпускница географического факультета Белорусского государственного университета. Выбор профессии у нее был предопределен с детских лет, когда еще будучи школьницей она сопровождала свою маму – Татьяну Александровну Романову, одного из круп-

нейших белорусских почвоведов, в многодневных научных экспедициях.

После окончания университета в 1983 году М.Л.Романова была принята на работу в Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси на должность старшего лаборанта лаборатории продуктивности и водного режима фитоценозов. Руководил лабораторией известный геоботаник, доктор биологических наук, лауреат Госпремии БССР Виктор Степанович Гельтман. К большому сожалению Марины Львовны не состоялось предполагавшееся научное руководство ее аспирантской подготовкой В.С. Гельтманом, который в 1985 году в возрасте 58 лет скоропостижно скончался в результате сердечного приступа. Руководство диссертационной работой М.Л. Романовой, обучавшейся в 1988-1992 гг. в заочной аспирантуре, приняли на себя известные ботаники академик НАН Беларуси В.И. Парфенов и профессор МГУ, доктор биологических наук Л.О. Карпачевский.

В 1996 году М.Л. Романова успешно защищает кандидатскую диссертацию на тему «Эколого-фитоценотические особенности и ценотическая структура нижних ярусов сосновых фитоценозов Березинского биосферного заповедника» и в 1997 году после получения диплома кандидата биологических наук переходит на работу в лабораторию геоботаники и картографии растительности. Здесь она в полной мере смогла осуществить свои творческие научные планы в избранной области ботанических исследований, пройдя путь по служебной лестнице от младшего до ведущего научного сотрудника. За этот период Марина Львовна Романова состоялась как известный специалист в области геоботаники, экологии растительных сообществ и геоботанического картографирования на геосистемном уровне.

Значительное место в ее творческом активе заняло участие в качестве ответственного исполнителя в выполнении крупных научных проектов - разделе Государственной программы развития системы особо охраняемых природных

территорий Республики Беларусь в 2008-2014 гг. и задании «Обеспечение проведения комплексного мониторинга наземных экосистем (лесных, болотных, луговых) национального парка «Нарочанский» в соответствии с регламентами Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (в части растительного мира)». В настоящее время М.Л. Романова является руководителем опытно-конструкторской работы по теме: «Разработать программный комплекс учета и оценки состояния зеленых насаждений города Минска и прилегающих территорий с использованием материалов многозональной космической съемки» и задания Отраслевой научно-технической программы «Интродукция и озеленение»: «Разработать и опробировать на объектах Центрального ботанического сада НАН Беларуси методики геопространственной инвентаризации зеленых насаждений и оценки микроклиматических, почвенно-гидрологических и топографических условий их произрастания с применением ГИС-технологий».

По результатам научных исследований, выполненных за время работы в Институте, Мариной Львовной лично и в соавторстве опубликовано свыше 160 работ в белорусских и зарубежных научных изданиях. К публикациям последнего времени М.Л.Романовой с сотрудниками (Г.В.Ермоленковой, А.В.Пучило, А.Н.Черванем, А.Р.Понтусом, М.В.Кудиным) к наиболее значимым по актуальности исследуемых проблем и инновационной перспективе разработок следует отнести такие статьи как: «Анализ трансформации лесов на территории Беларуси» (2012), «Почвенно-земельные ресурсы Припятского Полесья» (2015), «Луговые экосистемы Припяти: современное состояние и перспективы использования» (2019). Многие научные и научно-технические разработки, выполненные при участии Марины Львовны, внедрены в практику лесного хозяйства и луговодства.

Марина Львовна ежегодно участвует в республиканских и международных научных конференциях, школах и семинарах, где выступает с докладами по проблемам экологии лесных и луговых биогеоценозов, вопросам охраны природных ресурсов. Много внимания уделяет рецензированию рукописей научных работ эколога-фитоценотической и почвоведческой направленности, регулярно участвует в работе комиссий по оценке работ научной смены - школьников-юннатов.

За успешное выполнение научных исследований и внедрение их результатов в практику народного хозяйства, активную общественную и просветительскую деятельность Марина Львовна неоднократно премировалась и награждалась Почетными грамотами Института экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси.

От всего нашего коллектива поздравляем Марину Львовну со знаменательной датой и обращаемся к ней со словами признательности за ее многолетний труд в области геоботанической науки. Желаем крепкого здоровья, творческого вдохновения, новых успехов в научной и общественной жизни, личного счастья и благополучия.

*А.В.Пугачевский, В.И. Парфенов, А.В. Пучило,
сотрудники лаборатории геоботаники и картографии растительности*

Памяти ученых

ВАСИЛИЙ ИВАНОВИЧ ГАПОНЕНКО (1928 – 2019)



18 августа 2019 года ушел из жизни известный ученый в области физиологии, биохимии и радиобиологии растений, доктор биологических наук Василий Иванович Гапоненко.

В.И. Гапоненко родился 13 апреля 1928 года в деревне Соболи Брагинского района Гомельской области. Когда он был в подростковом возрасте, семья осталась без отца, который не вернулся с войны. С тех пор Василий Иванович стал опорой для трех младших сестер и матери. В 1948 году он окончил с золотой медалью Брагинскую среднюю школу и поступил на физико-математический факультет Белорусского государственного университета, где проучившись два месяца и познакомившись с программами занятий на других факультетах, понял, что его больше «тянет» к биологии, а именно к изучению процессов, происходящих

в зеленом листе растений - фотосинтезу. Приложив немало усилий и изобретательности, он добился перевода на биологический факультет. Уже с первого курса Василий Иванович стал активно участвовать в работе студенческих научных кружков по физиологии растений и гидробиологии, был участником экспедиций по изучению сорных растений Полесья, принимал участие в изучении фотосинтеза у водных растений, фитопланктона и макрофитов озера Нарочь. В то время на биофаке эти дисциплины читали известные ученые - академик Т.Н. Годнев и профессор Г.Г. Винберг. Как способного и увлеченного наукой студента, Василия Ивановича выбрали председателем студенческого научного общества.

Окончив университет с отличием, он поступает в аспирантуру и под руководством академика Т.Н. Годнева изучает с помощью радиоизотопа ^{32}P особенности круговорота фосфора и характеристики жизнедеятельности фитопланктона при внесении в воду соединений азота, фосфора и калия на прудах рыбхоза Шеметово. Наряду с результатами исследования особенностей круговорота фосфора Василию Ивановичу удалось установить, используя математические подходы, обратную зависимость между содержанием хлорофилла в клетках водорослей и ассимиляционными числами, что в дальнейшем было показано и для листьев высших растений. После окончания в 1955 году обучения в аспирантуре и написания кандидатской диссертации Василий Иванович направляется для работы ассистентом кафедры физиологии растений и микробиологии в Белорусскую сельскохозяйственную академию (г. Горки), а в 1957 году А.А. Шлык приглашает его в Минск в Институт биологии АН БССР для работы в созданной новой Лаборатории изотопов. С тех пор судьба Василия Ивановича была неразрывно связана с Академией наук Беларуси, где он в научном учреждении «Лаборатория биофи-

зики и изотопов АН БССР» возглавлял одну из 3-х лабораторий - лабораторию изотопных методов исследования.

В конце 60-х – начале 70-х годов прошлого века начиналось масштабное развитие исследований в Академии наук БССР. Это повлияло и на развитие Лаборатории биофизики и изотопов АН БССР, которая, благодаря высокому уровню исследований в области фотосинтеза и биофизики, получила мировую известность и в 1973 году была преобразована в Институт фотобиологии АН БССР, который возглавил член-корреспондент АН СССР А.А. Шлык. В.И. Гапоненко стоял у истоков становления этого института.

В 1956 году он защитил кандидатскую, а в 1986 году - докторскую диссертацию на тему «Образование хлорофилла в процессе обновления и активность фотосинтетического аппарата при действии различных факторов». Василий Иванович выдвинул и экспериментально обосновал гипотезу об обновлении хлорофилла для продукционной способности фотосинтетического аппарата. Его монографии «Влияние внешних факторов на метаболизм хлорофилла (1976) и «Обновление хлорофилла и продуктивность растений» (в соавт. с Г.Н. Николаевой, С.Н. Шевчук, 1996 г.) постоянно привлекали внимание исследователей и получили высокую оценку специалистов в области фотосинтеза и физиологии растений.

После Чернобыльской катастрофы лаборатория изотопных методов исследования Института фотобиологии АН Беларуси, которую возглавлял В.И. Гапоненко, была переведена в Институт радиобиологии АН Беларуси. Под руководством Василия Ивановича были проведены масштабные исследования действия малых доз радиации на образование хлорофилла и активность фотосинтетического аппарата растений. Он экспериментально обосновал гипотезу о лабилизирующем действии на растения радиоактивного излучения в малых дозах. Результаты этих исследований отражены в ряде статей и в написанной совместно с Е.Ф. Коноплей монографии «Радиация и Чернобыль: состояние, хлорофилл и защита растений» (2007).

Василий Иванович прожил 91 год, из них без малого 60 лет работал в системе Национальной академии наук Беларуси. Хочется отметить, что в весьма преклонном возрасте он сохранял высокую работоспособность и ясность ума. Его последняя научная статья, посвященная анализу накопления радионуклидов в овощных культурах по внешнему периметру 30-км Чернобыльской зоны, была опубликована в Великобритании в журнале «Radioprotection», когда ему было 88 лет. Он был человеком с активной жизненной позицией, прожившим насыщенную различными событиями жизнь. Всегда пользовался уважением коллег, в 1960-е годы несколько лет возглавлял профсоюзную организацию Академии наук, десятки лет отвечал за безопасность работы с радиоактивными изотопами в Институте фотобиологии и в других институтах биологического профиля. Принимал активное участие в сохранении и развитии академической науки, консолидации научного сообщества, укреплении научных связей, проявлял мудрость при решении сложных научных задач.

Ученики В.И. Гапоненко работают сегодня в различных организациях Беларуси. Интерес к науке он привил не только своим ученикам, но и своим детям. Вместе с женой Алиной Ивановной они вырастили и воспитали двух сыновей Сергея и Николая, ставших известными учеными - профессорами в области физики (Сергей Васильевич Гапоненко – академик НАН Беларуси).

Имя Василия Ивановича Гапоненко навсегда останется в истории биологической науки, в памяти его учеников и коллег, работавших вместе с ним.

И.Д. Волотовский, Е.И. Слобожанина, Н.Г. Аверина

Указатель новых названий таксонов

Galium × *polessicum* D. Dubovik nothosp. nov.

Festuca × *orientobelorussica* D. Dubovik nothosp. nov.

СОДЕРЖАНИЕ

Флора и систематика

РЫКОВСКИЙ Г.Ф., МАЛЬКО М.С., САКОВИЧ А.А. ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА БРИОФЛОРЫ БЕЛОРУССКО-УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ	3
--	---

ЗАВЬЯЛОВА Л.В. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИДОВ ИНВАЗИВНЫХ АДВЕНТИВНЫХ РАСТЕНИЙ	27
--	----

ЛЕБЕДЬКО В.Н. РОД <i>THALICTRUM</i> L. (RANUNCULACEAE ADANS.) В СОСТАВЕ ФЛОРЫ БЕЛАРУСИ	44
--	----

МАСЛОВСКИЙ О.М. ОХРАНЯЕМЫЕ В ЕВРОПЕ МОХОООБРАЗНЫЕ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ	68
--	----

МЯЛИК А.Н. ОСОБЕННОСТИ ТАКСОНОМИЧЕСКОГО СОСТАВА АБОРИГЕННОЙ ФРАКЦИИ ФЛОРЫ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ	87
--	----

Фитоценология

ГРУММО Д.Г., ЦВИРКО Р.В., ЗЕЛЕНКЕВИЧ Н.А., КУЛИКОВА Е.Я. К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ КРУПНОМАСШТАБНОЙ КАРТЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»	94
---	----

ГРУММО Д.Г., РУСЕЦКИЙ С.Г., ЗЕЛЕНКЕВИЧ Н.А., ЦВИРКО Р.В., ЖИЛИНСКИЙ Д.Ю. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕСТ ПРОИЗРАСТАНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	118
--	-----

ГАРБАРУК Д.К., УГЛЯНЕЦ А.В. СТРУКТУРА, ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ ЗАПАСОВ СТВОЛОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЯКОВ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА	126
---	-----

ДУДКИНА Л.А., ПУГАЧЕВСКИЙ А.В., БАРСУКОВА Т.Л. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИЯХ, ВЫШЕДШИХ ИЗ-ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА).....	141
---	------------

КОВАЛЕВИЧ А.И., ЧУРИЛО Е.В., КАГАН Д.И. СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД <i>IN SITU</i> В СИСТЕМЕ МИНИСТЕРСТВА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	155
--	------------

ЛАТЫШЕВ С.Э., Л.М. МЕРЖВИНСКИЙ Л.М., ВЫСОЦКИЙ Ю.И. СТРУКТУРА И ПРОДУКЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ МАКРОФИТНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОЗЕРА НЕЩЕРДО И ЕЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЗА 40 ЛЕТ	164
---	------------

ШУСТОВА С.Ю., САРНАЦКИЙ В.В. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДУБРАВ БЕЛАРУСИ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ	176
--	------------

Микология и фитопатология

БЕЛОМЕСЯЦЕВА Д.Б., ШАБАШОВА Т.Г., ЗВЯГИНЦЕВ В.Б. АКТУАЛЬНЫЕ ДЛЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА КАРАНТИННЫЕ ВИДЫ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ	189
--	------------

КАРМАНОВА В.В., ШАБАШОВА Т.Г. ПОЧВЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ ВОСТОЧНОЙ АНТАРКТИДЫ (СТАНЦИИ «ПРОГРЕСС» И «ГОРА ВЕЧЕРНЯЯ»)	206
--	------------

КОРИНЯК С.И., ЛЕБЕДЬКО В.Н. ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ НА ПРЕДСТАВИТЕЛЯХ СЕМЕЙСТВА RANUNCULACEAE В НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКАХ БЕЛАРУСИ	211
--	------------

ШАБАШОВА Т.Г., КОРИНЯК С.И., БЕЛОМЕСЯЦЕВА Д.Б. ГЕРБОФИЛЬНЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ В ДУБРАВАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»	218
--	------------

Экология и физиология растений

ЛАМАН Н.А. ПРОБЛЕМА ЭФФЕКТИВНОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПИВОВАРЕННОГО И СПИРТОВОГО БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	226
ВОЛЫНЕЦ А.П. АУКСИНО-ФЕНОЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС РАСТЕНИЙ – ИНДУКТОР РОСТА КЛЕТОК РАСТЯЖЕНИЕМ	243
МАНЖЕЛЕСОВА Н.Е., ПОЛЯНСКАЯ С.Н., КОРЫТЬКО Л.А. ДЕЙСТВИЕ 24-ЭПИБРАССИНОЛИДА В СОЧЕТАНИИ С САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ К ГРИБНОЙ ИНФЕКЦИИ	252
МАШКИН И.А., КОРЫТЬКО Л.А., ШУКАНОВ В.П. ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ЕЛИ (<i>PICEA ABIES</i> L.)	265
САФОНОВ Д.П., ШУКАНОВ В.П., ПОЛЯНСКАЯ С.Н., МЕЛЬНИКОВА Е.В., КОРЫТЬКО Л.А. ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ФУЗИКОКЦИНА НА РАСТЕНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ	277
ФИЛИППОВА С.М., ЮРИН В.М. ГОРМОНАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ И АНТИРАДИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ КАЛЛУСОВ У РАЗНОВИДНОСТЕЙ <i>CATHARANTHUS ROSEUS</i> (L.) G.DON	288
ФИЛИПЦОВА Г. Г., СОКОЛОВ Ю.А., ЮРИН В.М. ДЕЙСТВИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПЕПТИДОВ CSP15 И MF3 НА УСТОЙЧИВОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ К АБИОТИЧЕСКИМ СТРЕССАМ	301
СЯО ЮЙТИН, САУК И.Б., АНОХИНА В.С. МОРФОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗЦОВ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ (<i>PHASEOLUS VULGARIS</i> L.) ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	311

Ботанические находки

ДУБОВИК Д.В., САВЧУК С.С., СКУРАТОВИЧ А.Н., ЛЕБЕДЬКО В.Н., САУЛОВ А.О. К ВОПРОСУ О РАСПРОСТРАНЕНИИ РЕДКИХ И ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ БЕЛАРУСИ	325
ДУБОВИК Д.В., СКУРАТОВИЧ А.Н. О НЕКОТОРЫХ ГИБРИДАХ ХВОЩЕЙ (<i>EQUISETUM</i> L.) ВО ФЛОРЕ БЕЛАРУСИ	339
ДУБОВИК Д.В. ДВА НОВЫХ ГИБРИДА РАСТЕНИЙ ИЗ БЕЛАРУСИ	342
САВИЦКАЯ К.Л. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ПРОСЕК ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ: ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССОВ СИНАНТРОПИЗАЦИИ	347

Юбиляры

ВИКТОР ИВАНОВИЧ ПАРФЕНОВ (К 85-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)	362
АЛЕКСАНДР ПОТАПОВИЧ ВОЛЫНЕЦ (К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)	366
ВАЛЕНТИНА ИОСИФОВНА ДОМАШ (К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)	370
ВИКТОРИЯ ИОСИФОВНА НИТИЕВСКАЯ (К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)	372
СОФЬЯ АЛЕКСАНДРОВНА ДМИТРИЕВА (К 75-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)	374
ВЛАДИМИР ВАЛЕНТИНОВИЧ САРНАЦКИЙ (К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)	377
МАРИНА ЛЬВОВНА РОМАНОВА (К 60-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)	379

Памяти ученых

ВАСИЛИЙ ИВАНОВИЧ ГАПОНЕНКО (1928 – 2019)	381
Указатель новых названий таксонов	383

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Представляемые работы должны содержать новые, ранее не публиковавшиеся данные. Объем статьи (**текст, литература, резюме на русском и английском языках с Ф.И.О. авторов и названием статьи, таблицы, рисунки**) не должен превышать **16 страниц** (поля верхнее и нижнее 2 см, левое 3 см, правое 1,5 см), количество рисунков – не более 4, резюме – до 10-12 строк. Статья подписывается всеми авторами. На отдельных листах прилагаются: 1) сведения с фамилиями, именами, отчествами авторов, электронным адресом и телефоном для сообщений, полным названием учреждений; 2) акт экспертизы; 3) направление учреждения, в котором выполнялась работа. Статьи принимаются редакцией и издаются на русском, белорусском и английском языках в зависимости от того, на каком языке сданы авторами. Статьи рецензируются и при необходимости передаются авторам на доработку.

Все материалы представляются распечатанными на белой бумаге (**в 2-х экземплярах через 1 интервал, 14 шрифт Times New Roman**) и **в электронном варианте**. Электронный вариант сообщения должен быть набран в Word для Windows, абзацы: отступ 1 см, выравнивание по ширине, автоматические переносы – отключены, для формул – формульный редактор Word. Вставку специальных символов выполнять через меню «Вставка/Символ». Верхний и нижний индексы (C^4 , C_2) выполнять через меню «Формат/Шрифт/Верхний индекс», «Формат/Шрифт/Нижний индекс»). Греческие символы и латинские буквы набираются курсивом. Греческие буквы брать из гарнитуры «Symbol», а не «Times New Roman». **Графический материал и таблицы вставляются в основной текст и дополнительно предоставляются в электронном виде как отдельные файлы.** Формат файлов: для таблиц Word, для растровых изображений – jpg или bmp, для векторных – в формате wmf (Windows meta file) или cdr (Coreldraw). Заголовки таблиц печатаются **12 шрифтом Times New Roman**, шрифт таблиц должен быть не менее **12 пунктов**, в исключительных случаях **11 пунктов**. Подпись под рисунком дается **12 шрифтом Times New Roman**. Список литературы – **12 шрифт Times New Roman через 1 интервал**, нумерация **не автоматическая**.

Если статья оформляется несколькими учреждениями, то после ФИО автора ставится верхний цифровой индекс (¹, ², ...), он же ставится перед названием учреждения.

Статья должна иметь УДК и включать рубрики «Введение», «Материалы (объекты) и методы исследования», «Результаты и их обсуждение», «Заключение». В названии статьи необходимо давать на латыни типовое название вида растения, **латинское название родов и видов печатается курсивом**. Ссылки в тексте на литературные источники приводятся порядковым номером в квадратных скобках. Список литературы оформляется следующим образом: для книг – фамилия и инициалы автора, полное название книги, место и год издания, количество страниц; для книг с авторским коллективом – полное название книги / под редакцией – фамилия и инициалы редактора, место и год издания; для журнальных статей – фамилия и инициалы автора // название журнала, год издания, том, номер, страницы ссылки; для материалов конференций – фамилия и инициалы автора // название конференции : материалы... (указывается место и время проведения конференции), место и год издания, страницы ссылки.

Бумажные варианты статей с сопроводительными документами высылать по адресу: Беларусь, 220072, г. Минск, ул. Академическая, 27, ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси», отв. секретарь Т.А.Будкевич. Электронный вариант – e-mail: nan-botany@yandex.by.

Статьи с материалами о новых таксонах обязательно должны сопровождаться присылкой типа или изотипа этих таксонов. Со статьями о новых флористических находках должны быть представлены дубликаты образцов.

Научное издание

**БОТАНИКА
(ИССЛЕДОВАНИЯ)**

Выпуск 48

Ответственный за выпуск *Е. С. Патей*
Компьютерная верстка *А. А. Микулевич*

Подписано в печать 20.12.2019. Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 23,0.
Уч.-изд. л. 21,6. Тираж 200 экз. Заказ 17811.

Издатель и полиграфическое исполнение:
общество с ограниченной ответственностью «Колорград».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/471 от 28.07.2015.

Пер. Велосипедный, 5-904, 220033, г. Минск,
www.сeгмент.бел

