

**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 44

Минск  
2015

**Ботаника (исследования):** Сборник научных трудов. Выпуск 44 / Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси – Минск: Институт радиологии, 2015. – 372 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. Г. Ф. Рыковский  
д.б.н. В. Н. Прохоров  
к.б.н. А. В. Пугачевский  
д.б.н. В. В. Сарнацкий  
член-корр. НАН Беларуси, проф. Е. А. Сидорович  
д.б.н., проф. А. Т. Федорук

**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 имени В. Ф. Купревича», 2015

---

Адрес редакции: 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 582.293.378(476)

В. В. ГОЛУБКОВ<sup>1</sup>, П. Н. БЕЛЫЙ<sup>2</sup>, А. Г. ЦУРИКОВ<sup>3</sup>  
**ОБЗОР И РЕВИЗИЯ ЛИШАЙНИКОВ РОДА *HYPOTRACHYNA*  
(VAINIO) HALE (PARMELIACEAE, LICHENIZED ASCOMYCOTA)  
В БЕЛАРУСИ**

<sup>1</sup>Гродненский государственный университет им. Янки Купалы,  
Гродно, Беларусь

<sup>2</sup>Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск

<sup>3</sup>Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,  
Гомель, Беларусь

**Введение.** Возникновение видов на Земле наряду с их исчезновением (вымиранием) является естественным процессом и движущей силой эволюции. Однако начиная с XVII века хозяйственная деятельность человека значительно ускорила этот процесс. Впоследствии за прошедших 2 века на территории Беларуси зафиксировано вероятное исчезновение 21 вида лишайников. Из них 7 не отмечены уже на протяжении 35–100 лет, а об их нахождении свидетельствуют только коллекционные образцы, хранящиеся в гербариях страны; 9 не подтверждены на протяжении более 40 лет, но не исключено их нахождение в регионе; 1 вид – не был обнаружен в достоверно известных местонахождениях более 30 лет, но есть вероятность его нахождения в регионе; для 4 видов нахождение приводится только в литературных источниках, и их сохранение возможно лишь с определенной долей вероятности [1].

За полуторавековой период изучения лишенобиоты страны накопился большой объем информации, требующей ревизии, в первую очередь, по видам лишайников, включенным в Красную книгу Республики, из них более 50 % макролишайников – представители семейства Parmeliaceae. Установление таксономического статуса многих видов данного семейства длительный период было связано с определением таксономических границ родов пармелиоидных лишайников. В 1970–1980 гг. М. Хэйл, а впоследствии и другие авторы предложили разделить крупный гетерогенный род *Parmelia* на многочисленные небольшие роды [2].

Род *Hypotrachyna* (Vain.) Hale., описанный в 1974 году, включает около 200 видов [3], из которых 15 отмечено в различных странах Европы [2, 4]. В 1987 году Дж. Эликс и М. Хейл на основании строения конидий, ресниц и ризин выделили из рода *Hypotrachyna* и описали как отдельный род *Parmelinopsis* Elix & Hale [5], а в 1999 году А. Креспо с соавторами, сравнивая морфологические, химические и молекулярные признаки пармелиоидных лишайников, подтвердили его самостоятельность [6]. Однако для установления четких границ между родами листоватых лишайников морфологические

и химические признаки не могли более продуктивно использоваться, и на рубеже 20–21 столетий изучение родовых признаков было поднято на более высокий – молекулярно-генетический уровень исследований. Результаты секвенирования ядерной (ITS) и митохондриальной (рибосомной SSU) ДНК показали, что выделенный в 1987 году род *Parmelinopsis* имеет общее происхождение с родом *Hypotrachyna* и поэтому должен стать его синонимом [7]. Позднее, в 2013 году те же авторы, изучая филогению *Hypotrachyna* s. lat., сводят в его синонимы роды *Cetrariastrum*, *Everniastrum*, *Longilobae*, *Sinuosae* и *Parmelinopsis* [8]. Однако для окончательных выводов в отношении систематики, фитогеографии и морфологии видов *Hypotrachyna* необходима недостающая информация с территории слабо изученных стран Европы и особенно Восточной ее части.

*Hypotrachyna revoluta* s. lat является одним из раритетных видов, включенных в Красную книгу Беларуси. Исследованиями многих авторов было показано, что европейский материал, традиционно рассматриваемый под названием *Hypotrachyna revoluta*, состоит из двух хорошо отличающихся друг от друга видов – *H. afrorevoluta* (Krog & Swinscow) Krog & Swinscow и *H. revoluta* (Flörke) Hale s. str. [9–14]. В связи с этим возникла необходимость пересмотра систематической принадлежности имеющихся гербарных образцов, и, в конечном итоге, биогеографических особенностей и природоохранного статуса выявленных видов рода *Hypotrachyna* на территории Беларуси. Выявление их местообитаний и особенностей распространения даст ответы на многие вопросы, связанные с сохранением биоразнообразия.

**Материалы (объекты) и методы исследования.** Данное исследование является результатом обработки имеющихся публикаций, картотеки местонахождений и описаний местообитаний, а также доступных коллекций и гербариев лишайников, хранящихся в Беларуси (GRSU, GSU, MSK, MSKH и MSKU) и за рубежом (LE). Для изучения окраски, формы и размеров лопасти и ризин, характера расположения и формы соралей использовали стереомикроскоп Nikon SMZ-745. Состав вторичных метаболитов (лишайниковых веществ) выявляли с помощью тонкослойной хроматографии (ТСХ) с применением системы растворителей методами, описанными в [15]. Для получения дополнительной информации была использована литература зарубежных авторов [3, 5–7, 9, 10, 14, 25].

**Результаты и их обсуждение.** Согласно проведенному исследованию, в результате ревизии 56 образцов, собранных ранее в 32 локалитетах на территории Беларуси, установлено 2 вида: *H. afrorevoluta* и *H. revoluta*. Оба вида, установленные нами при изучении образцов, а также в ранее опубликованных различными авторами работах [3, 6, 7, 9, 10, 12, 14, 16, 17, 19, 21 и др.] были химически идентичны, но различались морфологическими признаками (табл. 1). У некоторых образцов слоевища были слабо развиты, соредии иногда отсутствовали или неясно выражены. В подобной ситуации при их идентификации использовали дополнительные морфологические признаки. Лишайники с сильно поврежденными слоевищами или с не ясно выра-

женными отличительными признаками в учет, как правило, не принимались. В некоторых случаях состояние исследованных образцов (например, повреждение) зависело от степени антропогенных воздействий, о чем упоминают и другие авторы [19].

**Таблица 1.** Признаки *Hypotrachyna afrorevoluta* и *H. revoluta* s. str. по литературным данным и собственным наблюдениям

	<i>Hypotrachyna afrorevoluta</i>	<i>Hypotrachyna revoluta</i>
<b>Слоевище</b>	слаборазорванное едва приподнимающимися краями лопастей	сильноразорванное с приподнимающимися краями лопастей
<b>Сорали, соредии</b>	располагаются преимущественно на верхней поверхности слоевища, бордавчатые, грубо соредиозные	располагаются преимущественно на краях лопастей, тонко соредиозные (мучнистые)
<b>Нижняя сторона слоевища</b>	матовая, более темная, каштанового, темно-коричневого или черного цвета (редко светлая)	блестящая, светлая, от светло-коричневого до каштанового цвета
<b>Ризины</b>	длинные, 0,5–1,0 мм, блестящие, черного цвета, простые, реже вильчатые	короткие, до 0,5 мм, коричневого цвета, часто вильчатые

*Распространение.* В 2008 году Р. Люкинг, исследуя листоватые лишайники неотропиков и их фитогеографические особенности, пришел к заключению, что это – самая богатая область их сосредоточения во всем мире с главными центрами разнообразия пармелиоидных лишайников, где они преобладают в тропических, умеренных и полусухих регионах [26]. Среди ведущих родов этого семейства здесь был отмечен и род *Hypotrachyna*, имеющий пантропический ареал, характерный для зоны влажных вечнозеленых лесов и распространенный вдоль побережья [27]. Наибольшее количество видов этого рода отмечено в Южной Америке – 85, в Центральной Америке – 43, в Африке – 40, в Папуа-Новой Гвинее – 37 [28]. Для Европы приводится только 18 видов данного рода [4].

Оба изучаемых вида, *H. afrorevoluta* и *H. revoluta*, широко распространены и встречаются в тропической области обоих полушарий, включая зону с умеренным климатом [29, 37]. В Европе, согласно списка пармелиоидных и близких к ним лишайников [4], *H. revoluta* приводится для Австрии, Бельгии, Болгарии, Великобритании (включая Нормандские острова и остров Мэн), Германии, Дании, Ирландии, Испании, Италии (включая Мальту), Литвы, Люксембурга, Нидерландов, Норвегии, Польши, Португалии (включая Азорские острова и Мадейру), России (Большой Кавказ), Румынии, Словакии, Словении, Турции, Украины, Франции, Чехии, Швейцарии и Швеции (рис. 16). В этой же работе второй вид *H. afrorevoluta* приводится для Великобритании, Ирландии, Испании (Канарские острова), Италии, Португалии

(включая Азорские острова и Мадейру), Словении, Франции и Швейцарии (рис. 1а). Кроме того, данный вид указан для Бельгии, Германии, Люксембурга, Нидерландов, Польши, России (Северо-Западный Кавказ) и Чехии [10, 12, 14, 16, 17, 19, 30–33].

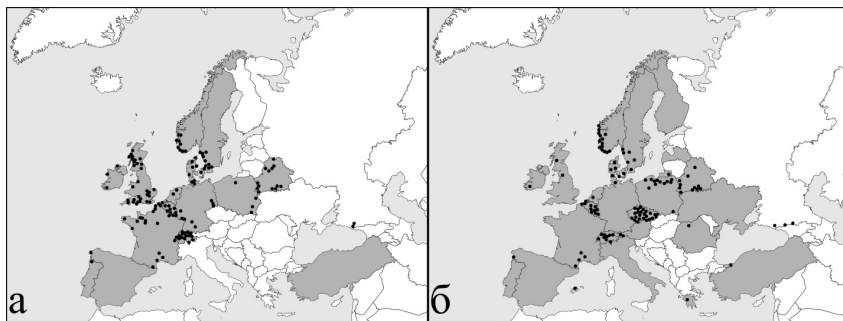


Рис. 1. Распространение *Hypotrachyna afrorevoluta* (а) и *H. revoluta* (б) в Европе.

На территории Европы оба лишайника наилучшим образом изучены в северной ее части, где их местонахождения отмечены вдоль побережья Северного и Балтийского морей в Дании, Норвегии и Швеции [25], Шотландии, Нидерландах, Бельгии и др., а также у берегов Атлантического океана в Великобритании и Ирландии (рис. 1). На территории России виды рода *Hypotrachyna* менее изучены и были отмечены лишь на территории Юго-Западного Кавказа [16, 17, 34].

Первые сообщения о нахождении видов рода *Hypotrachyna* в Беларуси относятся к 1984 году [35]. На стволе ольхи черной и березы пушистой в старовозрастных черноольховых лесах и в переходных полосах (экотонах) Национального парка (НП) «Беловежская пуща» было обнаружено 4 местонахождения, опубликованных как *Parmelia revoluta* Flk. Во всех случаях было отмечено, что произрастание этого лишайника приурочено к переходным полосам (экотонам), что указывает на возможный его реликтовый характер [36]. Позднее еще несколько локалитетов этого вида были зафиксированы в подобных местообитаниях на территории других особо охраняемых природных территорий (ООПТ): Березинского биосферного заповедника [36], НП «Беловежская пуща» [37, 38], НП «Припятский» [39], НП «Налибокская пуща» [40] и НП «Нарочанский» [41].

При изучении 56 образцов *Hypotrachyna revoluta* s. lat. в различных коллекциях с территории Беларуси было выявлено 31 его местонахождение. Анализ образцов показал, что в Беларуси наиболее распространенным оказался *Hypotrachyna revoluta* s. str. – 18 местонахождений: 8 – в Брестской области; 5 – в Гомельской области; по 2 – в Витебской и Гродненской областях; 1 – в Минской области. Меньшее количество местонахождений (13) зафиксиро-

ровано для *Hypotrachyna afrorevoluta*: Брестская область – 5, Витебская и Гомельская области – по 3, Минская область – 2 (рис. 2).

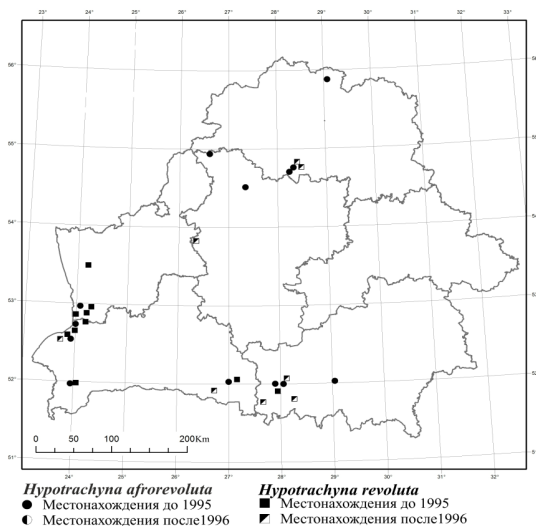


Рис 2. Распространение видов рода *Hypotrachyna* на территории Беларуси.

Ниже приводим перечень изученных образцов *Hypotrachyna afrorevoluta* на территории Беларуси: **Брестская область**, Каменецкий район, НП «Беловежская пушча», окр. д. Каменуки, 52°35'N, 23°52'E, черноольховый лес, на ольхе черной, 16.06.1983, В. В. Голубков (MSK); Пружанский район, НП «Беловежская пушча», Хвойникское л-во, 0,1 км к СВ от д. Хвойник, 52°43'N, 23°59'E, ясеневый лес, на ольхе черной, 14.07.1984, В. В. Голубков (MSK); Малоритский район, 51°58'N, 24°00'E, дубовый лес, на дубе, 19.09.1984, В.В. Голубков (MSK); Столинский район, окрестности д. Туров, 52°04'N, 27°09'E, черноольховый лес, на ольхе черной, 16.05.1989, В. В. Голубков (MSK); **Гомельская область**, Лельчицкий район, Млынокское л-во, 51°56'N, 27°56'E, еловый лес, на дубе, 08.08.1982, В. В. Голубков (MSK); то же л-во, 51°55'N, 27°58'E, еловый лес, на ольхе черной, 16.08.1982, В.В. Голубков (MSK); Мозырский район, Моисеевское л-во, окр. д. Хомички, 52°04'N, 29°02'E, черноольховый лес, на ольхе черной, 21.05.1981, В. В. Голубков (MSK); **Гродненская область**, Свислочский район, НП «Беловежская пушча», Язвинское л-во, 52°50'N, 24°01'E, черноольховый лес с елью, на ольхе черной, 27.07.1984, В. В. Голубков (MSK); **Минская область**, Мядельский район, ландшафтный заказник «Голубые озера», окр. д. Ольшево, 54°56'N, 26°19'E, черноольховый лес, на ольхе черной, 02.05.1983, В.В. Голубков (MSK); Вилейский район, окр. д. Людвиново, 54°33'N, 27°17'E, черноольховый лес, на ольхе черной,

18.09.1983, В. В. Голубков (MSK); **Витебская область**, Лепельский район, Березинский биосферный заповедник, Крайцевское л-во, 54°41'N, 28°14'E, черноольховый лес, на ольхе черной, 06.09.1983, В. В. Голубков (GRSU); 1,5 км от д. Кветча, 54°41'N, 28°20'E, черноольховый лес, на ольхе черной, (MSK); Россонский район, 5 км от д. Горы, 55°52'N, 29°03'E, черноольховый лес, на ольхе черной, 22.06.1986, В. В. Голубков (MSK).

Исследованные образцы *Hypotrachyna revoluta* на территории Беларуси:

**Брестская область**, Каменецкий район, НП «Беловежская пушта», Королево-Мостовское л-во, 52°36'N, 23°46'E, черноольховый лес с елью, на ольхе черной, 12.07.1983, В. В. Голубков (MSK); то же л-во, окр. д. Каменюки, 52°34'N, 23°47'E, черноольховый лес, на ольхе черной, 16.08.2012, А. П. Яцына (MSK 10576, 10586); Пружанский район, НП «Беловежская пушта», Хвойническое л-во, 52°44'N, 23°59'E, дубовый лес, на ольхе черной, 14.07.1984, В. В. Голубков (MSK); Малоритский район, 51°58'N, 24°00'E, дубовый лес, на дубе черешчатом, 19.09.1984, В. В. Голубков (MSK); Столинский район, 5 км к ЮЗ от г. Столин, 51°52'N, 26°45'E, еловый лес, на ольхе черной, 06.08.2010, П. Н. Белый (MSKH 3015); окр. д. Туров, 52°04'N, 27°09'E, черноольховый лес, на дубе, 16.05.1989, В. В. Голубков (MSK); **Гомельская область**, Лельчицкий район, 1 км к Ю от г. Лельчицы, 51°45'N, 28°18'E, еловый лес, на ели, 18.09.2009, П. Н. Белый (MSKH); 3 км к Ю от д. Букча, 51°43'N, 27°39'E, еловый лес, на дубе, 25.03.2010, П. Н. Белый (MSKH 1445); НП «Припятский», Млынокскоел-во, 51°56'N, 27°56'E, черноольховый и еловый лес, на ольхе черной, 16.08.1982, В. В. Голубков (MSK); Житковичский район, Переровское л-во, 52°39'N, 23°52'E, дубовый лес, на дубе, 18.08.2009, В. В. Голубков (GRSU); то же л-во, 52°02'N, 28°09'E, дубово-ясеневый лес, на рябине, 27.08.1982, В. В. Голубков (MSK); **Гродненская область**, Свислочский район, НП «Беловежская пушта», Свислочское л-во, 52°51'N, 24°03'E, ясеневый лес, на упавшем грабе и ольхе черной, 28.09.1984, В. В. Голубков (MSK); граница Бровского и Ошепского лесничеств, 52°50'N, 24°02'E, еловый лес, на упавшей березе, 06.07.1984, В. В. Голубков (MSK); Язвинское л-во, 52°50'N, 24°01'E, черноольховый лес с елью, на ольхе черной, 27.07.1984, В. В. Голубков (MSK); Свислочский район, Бровское л-во, 52°51'N, 24°00'E, черноольховый лес, на ольхе черной, 25.09.1984, В. В. Голубков (MSK); Мостовский район, заказник «Липичанская пушта», окр. д. Шимки, в пойме реки Щара, у основания замшелого ствола ольхи черной, май 2009, В. В. Голубков (GRSU); **Минская область**, Столбцовский район, 2,5 км к СЗ от д. Клетище, 53°48'N, 26°19'E, еловый лес, на ольхе черной, 08.09.2010, П. Н. Белый (MSKH 2592); **Витебская область**, Лепельский район, Березинский биосферный заповедник, 2,5 км к ЮВ от д. Барсуки, 54°45'N, 28°30'E, еловый лес, на осине, 15.07.2010, П. Н. Белый (MSKH 2474); Лепельский район, экспериментальное лесохозяйственное хозяйство «Барсуки», 54°47'N, 28°26'E, черноольховый лес, на ольхе черной, 23.07.2009, П. Н. Белый (MSKH).



*Экология.* Проведенные нами исследования показали, что местообитания и субстратные отношения видов рода *Hypotrachyna* на территории республики во многом зависят от фитогеографических и экологических условий. Можно предположить, что в умеренном климате Восточной Европы (включая Беларусь), как и во влажных тропических лесах южного полушария [27], наличие соредий у *Hypotrachyna* способствует распространению видов в аналогичных условиях влажности.

На территории Беларуси оба вида встречаются в одинаковых условиях в лиственных лесах (преимущественно старого возраста), среди которых преобладают черноольховые (9 местонахождений), дубовые (4) и ясеневые (3). Менее всего образцов собрано в грабовых лесах (1). В хвойных лесах данные виды отмечены только в еловых лесах – 5 местонахождений. Из 42 установленных местонахождений видов рода *Hypotrachyna* 23 были представлены экотонами: переходное болото, опушка леса, переходные полосы лесных фитоценозов, окраина болота, берег реки и др. [42]. В субстратном отношении лишайники рода *Hypotrachyna* произрастали на таких форофитах как: ольха черная (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) – 45 местопроизрастаний, дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) – 6, береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.) – 4, граб обыкновенный (*Carpinus betulus* L.) – 1, береза повислая (*Betula pendula* Roth) – 1, рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) – 1. Специфическими местообитаниями оказались: фаутные (искривленные и наклоненные) стволы березы, корневые лапы ольхи черной, замшелые основания стволов ольхи черной.

Результаты экологического анализа показали, что одним из наиболее важных факторов, лимитирующих распространение и субстратные отношения видов рода *Hypotrachyna* на территории Беларуси, является недостаток влажности воздушной среды, который компенсируется при произрастании этих видов в экотонах, в поймах малых рек и вблизи водоемов с застойным характером увлажнения в условиях черноольховых лесов [35]. Лишениобиотический анализ видов *Hypotrachyna* показал, что они могут быть индикаторами «девственных» и слабонарушенных старовозрастных лесов и показателями высокой влажности воздуха.

*Природоохранный статус.* При изучении лишайников рода *Hypotrachyna* многими авторами отмечено, что их произрастание в странах с океаническим климатом и в горных районах имеет свои особенности [10, 18, 21, 27, 28, 43, 44]. Некоторые из них приводились для гор и равнин в поймах рек [11–14, 16, 17, 19, 20, 34, 45]. За 15 последних лет на всем протяжении с севера на юг и с запада на восток Европы местообитания *H. afroreволута* и *H. револута* s. str. указывались лишь в местах, более благоприятных для сохранения влажности воздушной среды, в результате чего эти виды уже оказались в зоне внимания (LC) в Великобритании, в критическом состоянии (CR) в Чехии, уязвимыми (W) в Германии и считаются вымершими (EX) в Ленинградской области [23, 30, 31, 46–48].

На основании исследований во многих странах Европы (Австрия, Бельгия, Великобритания, Дания, Ирландия, Люксембург, Норвегия, Франция, Швеция) было установлено, что *H. afrorevoluta* более распространенный вид, чем *H. revoluta* s. str. [9, 11, 12, 14, 19, 45]. Обычный вдоль побережья Северного и Балтийского морей, у берегов Атлантического океана и в долине Рейна *H. afrorevoluta*, продвигаясь вглубь Европы с континентальным климатом, стал встречаться реже, чем *H. revoluta* s. str. что, вероятно, связано с изменением климата [14] и особенно заметно в восточной части субконтинента (рис. 1).

Среди редких и исчезающих лишайников Беларуси *H. revoluta* s. lat. является одним из наиболее изученных видов [35–37, 42]. За 30-летний период исследований (1985–2015) в качестве факторов, лимитирующих его произрастание и распространение на территории Беларуси, указывались недостаток воздушной влаги, редкая встречаемость высоко возрастной ольхи черной и хорологические особенности основного его форофита [1, 35–37, 40, 41, 49, 50]. По-видимому, только массовое распространение в поймах рек Беларуси ольхи черной способствовало сохранению в таких местах условий для произрастания видов рода *Hypotrachyna*.

**Заключение.** Согласно проведенному исследованию, в результате ревизии 56 образцов, собранных ранее в 32 локалитетах на территории Беларуси, установлено 2 вида рода *Hypotrachyna* : *H. afrorevoluta* и *H. revoluta*. Наиболее распространен *Hypotrachyna revoluta* (18 местонахождений): 8 местонахождений в Брестской области; 5 – в Гомельской области; по 2 – в Витебской и Гродненской областях; 1 – в Минской области. Меньшее количество местонахождений (13) зафиксировано у *Hypotrachyna afrorevoluta*: Брестская область – 5, Витебская и Гомельская области – по 3, Минская область – 2.

Изучив фитогеографические особенности и экологию лишайников рода *Hypotrachyna* на территории Беларуси, мы пришли к заключению, что основным лимитирующим фактором в их распространении является климат, с изменением которого происходит (в зависимости от вида) расширение либо сокращения ареала. За последние 15 лет начавшегося 21-го столетия мониторинг видов, включенных в Красную книгу Республики Беларусь, показал, что *H. revoluta* s. str был отмечен только 9 раз. Следовательно, в настоящее время он должен рассматриваться как вид, находящийся под угрозой исчезновения (EN). За этот же период *H. afrorevoluta* ввиду отсутствия его местонахождений, по-видимому, следует считать видом, уже находящимся на грани исчезновения, и его необходимо внести в список лишайников - кандидатов на включение в очередное издание Красной книги Республики Беларусь с присвоением наивысшей категории национальной природоохранной значимости (CR).

## Литература

1. Красная книга Республики Беларусь. Растения: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / Под ред. Л. И. Хоружика, Л. М. Сушени, В. И. Парфенова. Минск, 2005.
2. Hawksworth D. L., Divakar P. K., Crespo A., Ahti T. // *Lichenologist*. 2011. Vol. 43 (6). P. 639–645.
3. Thell A., Feuerer T., Kärnefelt I., Myllys L., Stenroos S. // *Mycological Progress*. 2004. Vol. 3. P. 297–314.
4. Hawksworth D. L., Blanco O., Divakar P. K., Ahti T., Crespo A. // *Lichenologist*. 2008. Vol. 40. P. 1–21.
5. Elix J.A., Hale M.E. // *Mycotaxon*. 1987. Vol. 31. P. 491–510.
6. Crespo A. Gavilán R., Elix J.A., Gutiérrez G. // *Lichenologist*. 1999. Vol. 31. P. 451–460.
7. Divakar P. K., Crespo A., Blanco O., Lumbsch H. T. // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2006. Vol. 40. P. 448–458.
8. Divakar P. K., Crespo A., Núñez-Zapata J., Flakus A., Sipman H. J. M., Elix J. A., Lumbsch H. T. // *Phytotaxa*. 2013. Vol. 132 (1). P. 21–38.
9. Clerc P. // *Meylania*. 2006. Vol. 35. P. 6–15.
10. Masson D. // *Cryptogamie, Mycol.* 2005. Vol. 26 (3). P. 205–263.
11. Spier J. L., Aptroot A., van Herk K. // *Buxbaumia*. 2007. Vol. 77. P. 18–20.
12. Ertz D., Diederich P., Brand A. M., van den Boom P., Serusiaux E. // *Bull. Soc. Naturalistes Luxemb.* 2008. Vol. 10. P. 35–51.
13. Dolnik C., Abel H., de Bruyn U., van Dort K., Gnüchtel A., Neumann P., Stolley G., Zimmer D. // *Kieler Notizen zur Pflanzenkunde*. 2008. Vol. 36. P. 15–16.
14. Bomble F. W., Jousseaume N., Wolgast H. // *Online-Veröff. Bochumer Bot.* 2011. Vol. 3(9). P. 109–126.
15. Orange A., James P. W., White F. J. *Microchemical methods for the identification of lichens*. London: British Lichen Society, 2001. 101 p.
16. Otte V. // *Abh. Ber. Naturkundemus. Gorlitz*. 2007. Vol. 79 (1). P. 131–140.
17. Otte V. // *Herzogia*. 2007. Vol. 20. P. 221–237.
18. Lumbsch H. T., Hipp A. L., Divakar P. K., Blanco O., Crespo A. // *BMC Evolutionary Biology*. 2008. Vol. 8. P. 257.
19. Flakus A., Kukwa M. Additions to the biota of lichenized fungi of Poland // *Acta Mycol.* 2009. Vol. 44 (2). P. 249–257.
20. Mardari L. // *Journal of Plant Development*. 2009. Vol. 16. P. 17–19.
21. Sipman H. J., Elix J. A., Nash T. H. // *Flora Neotropica*. 2009. Vol. 104. P. 1–176.
22. Breuss O., Spier L. // *Stapfia*. 2010. Vol. 92. P. 5–6.
23. Vondrák J., Liška J. // *Biologia*. 2010. Vol. 65(4). P. 595–602.
24. Benatti M. N. // *Opuscula Philolichenum*. 2012. Vol. 11. P. 304–312.
25. Thell A., Crespo A., Divakar P. K., Kärnefelt I., Leavitt S. D., Lumbsch H. T. // *Nordic Journal of Botany*. 2011. Vol. 30. P. 641–664.
26. Lücking R. // *Flora Neotrop. Monogr.* 2008. Vol. 103. P. 1–866.
27. Elvebakk A., Bjerke J. W., Stovern L. E. // *Phytotaxa*. 2014. Vol. 173(1). P. 1–30.
28. Louwhoff S. H. J. J. // *Bibliotheca Lichenologica*. 2001. Vol. 78. P. 223–246.
29. Elix J. A. // *Flora of Australia*. 1994. Vol. 55. P. 1–131.
30. Liška J., Palice Z. // *Príroda*. 2010. Vol. 29. P. 3–66.
31. Liška J., Palice Z., Slavikova Š. // *Preslia*. 2008. Vol. 80. P. 151–182.
32. Урбанавичюс Г. П. Список лишенофлоры России. Санкт-Петербург, Наука, 2010. 194 с.
33. Dolnik G., Stolley G., Zimmer D. *Die Flechten Schleswig-Holsteins. Rote Liste. Herstellung: hansadruck, Kiel, 2010. 105 p.*
34. Урбанавичене И. Н., Урбанавичюс Г. П. // *Новости систем. низших. раст.* 2014. Т. 48. С. 315–326.

35. Голубков В. В. // Актуальные проблемы охраны, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов: Материалы конф. Минск, 1985. С.99.
36. Голубков В. В. // Ботаника (исследования): сборник науч. трудов. Минск : Наука и техника, 1986. Вып. 27. С. 139–141.
37. Голубков В. В. Видовой состав и структура лишенофлоры государственного заповедно-охотничьего хозяйства «Беловежская пуща». Ч.1. Видовой состав и структура лишенофлоры Беловежской пушчи. Аннот. список. Минск: ИЭБ АН БССР, 1987. 85 с.
38. Яцына А. П. // Веснік ВДУ, 2013, № 3(75) С. 63–67.
39. Голубков В. В. Лишениобиота Национального парка «Припятский». Минск: Беларус. дом печати, 2011. 192 с.
40. Белый П. Н. // Ботаника (исследования) : сборник науч. трудов / Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси. Минск : Право и экономика, 2012. Вып. 41. С. 78–83.
41. Голубков В. В., Белый П. Н., Яцына А. П. // Ботаника (исследования) : сборник науч. трудов / Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси. Минск : Институт радиологии, 2013. Вып. 42. С. 99–130.
42. Голубков В. В // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: Материалы Всероссийской конф. (г. Петрозаводск, 22-27 сентября 2008 г.). Часть 2. Петрозаводск, 2008. С. 181–183.
43. Alborn O. // Botaniska Notiser. 1948. Vol. 1. P. 21–252.
44. Hale M. E. // Smithsonian Contributions to Botany. 1975. Vol.25. P. 1–73.
45. Roux C., Coste C., Bricaud B., Masson D. // Bull. Soc. linn. Provence. 2006. Vol. 57. P. 85–200.
46. Woods R. G. A Lichen Red Data List for Wales. Salisbury: Plantlife, 2010. 68 p.
47. Woods R. G., Coppins B. A Conservation Evaluation of British Lichens and Lichenicolous Fungi. Peterborough: Joint Nature Conservation Committee, 2012. 154 p.
48. Красна книга природы Ленинградской области / Под ред. Г. А. Носкова, М. С. Боч. Санкт-Петербург, 1999. 352 с.
49. Голубков В. В. 11 Симпозиум микологов и лишенологов Прибалтийских республик и Белоруссии: Тез. докл. Таллинн, 1988. С. 125–128.
50. Голубков В. В. Лишайники охраняемых природных территорий Белоруссии (флористическая и эколого-флористическая характеристика): дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05, 03.00.24. СПб, 1992. 187 с.

В. В. ГОЛУБКОВ, П. Н. БЕЛЫЙ, А. Г. ЦУРИКОВ  
**ОБЗОР И РЕВИЗИЯ ЛИШАЙНИКОВ РОДА *HYPOTRACHYNA* (VAINIO) HALE  
(PARMELIACEAE, LICHENIZED ASCOMYCOTA) В БЕЛАРУСИ**

**Резюме**

В ходе ревизии образцов лишайников в коллекциях Беларуси установлено, что род *Hypotrachyna* представлен двумя видами – *Hypotrachyna revoluta* (Flörke) Hale s. str. и *H. afrorevoluta* (Krog & Swinscow) Krog & Swinscow. Указываются особенности биологии, фитогеографии и систематики, а также результаты соэкологического анализа лишайников рода *Hypotrachyna*, отмеченных на территории республики. Установлено, что основным лимитирующим фактором в распространении *H. revoluta* и *H. afrorevoluta* является климат, с изменением которого происходит расширение либо сокращение ареалов видов.

Мониторинг видов, включенных в Красную книгу Республики Беларусь, проведенный за последние 15 лет наступившего XXI столетия выявил только 9 местонахождений *H. revoluta* s. str., что позволяет рассматривать этот вид как находящийся под угрозой ис-

чезновения (EN). По причине отсутствия местонахождений за этот же период *H. afrorevoluta*, вероятно, уже следует считать видом, находящимся на грани исчезновения, и внести его в список лишайников - кандидатов на включение в очередное издание Красной книги Республики Беларусь с присвоением наивысшей категории национальной природоохранной значимости (CR).

V.V. GOLUBKOV, P.N. BELY, A.H. TSURYKAU  
**REVISION OF LICHEN GENUS *HYPOTRACHYNA* (VAINIO) HALE  
(PARMELIACEAE, LICHENIZED ASCOMYCOTA) IN BELARUS**

**Summary**

The current revision of *Hypotrachyna* revealed that the genus was represented by two species in Belarus, namely *Hypotrachyna revoluta* (Flörke) Hale s. str. и *H. afrorevoluta* (Krog & Swinscow) Krog & Swinscow. The biology and distribution of these species are reviewed, and their conservation status is discussed. We state climate to be the main factor limiting distribution of *Hypotrachyna revoluta* and *H. afrorevoluta*. Climate change leads to extension or decreasing the species area. On the basis of the number of known collections and the fact that only 9 specimens of *H. revoluta* s. str. have been collected during the last decade, this species should be considered as endangered (EN) while *H. afrorevoluta* seems to be critically endangered due to the lack fresh material and should therefore be considered as CR in the future red list of threatened lichens of Belarus.

*Поступила в редакцию 28.09.2015 г.*

Д. В. ДУБОВИК, С. С. САВЧУК, А. Н. СКУРАТОВИЧ, В. Н. ЛЕБЕДЬКО  
**НОВЫЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ  
РЕДКИХ И ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ  
ФЛОРЫ БЕЛАРУСИ**

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники  
им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси», Минск*

**Введение.** В данной публикации приводятся обобщенные материалы на основе полевых флористических исследований, проведенных в последние годы как авторами, так и коллегами ботаниками, зоологами, а также результаты критического изучения коллекции Гербария Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси (MSK). Нами представлены новые сведения о местонахождениях некоторых редких и охраняемых видов в пределах Беларуси (большинство местонахождений приводятся для относительно слабо изученных во флористическом отношении административных районов республики) и данные о прежде неизвестных для флоры страны таксонах аборигенных, культивируемых и заносных растений. Актуальность и научная новизна флористической информации, изложенной в работе, тесно связаны с продолжающейся в настоящее время подготовкой всеобъемлющего фундаментального многотомного издания «Флора Беларуси» и обусловлены необходимостью углубления понимания преобладающих во флоре процессов синантропизации широким кругом ботаников, изучающих хорологию видов на территории республики и в смежных регионах.

**Материалы (объекты) и методы исследования.** Исследования проводились традиционным маршрутным методом. Перечень видов приводится согласно определителю [1]. Большая часть таксонов представлена в номенклатуре С. К. Черепанова [2], некоторые таксоны – по Н. Н. Цвелеву [3]; в ряде случаев при отсутствии таксонов в указанных выше изданиях использовали иные литературные источники, а также электронную базу данных по номенклатуре растений Миссурийского ботанического сада «Tropicos» [4]. Все гербарные образцы по приведенным в статье видам хранятся в Гербарии ИЭБ им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси (MSK). За редким исключением виды приведены на основе личных наблюдений авторов.

**Результаты и их обсуждение.** Ниже указываются конкретные местонахождения видов в регионе с краткой аннотацией и, если это необходимо, критическими замечаниями к ним.

*Equisetum variegatum* Schleich. ex F. Web. et Mohr – Кобринский р-н, 11,8 км к СВ от д. Дивин, фрагмент смешанного леса среди осушенного болотного массива, по зарастающему склону небольшого карьера, часто; С. Савчук, В. Лебедько, 27.05.2015.

*Botrychium multifidum* (S. G. Gmel.) Rupr. – Лепельский р-н, окр. д. Оконо, 3 км к ЮЮВ, вблизи оз. Береща, сосняк мшистый, у лесной дороги, изредка; Д. Дубовик, 13.04.2015.

Довольно редкий охраняемый вид, отмеченный совместно с *Pulsatilla patens* (L.) Mill. Недалеко от этого местонахождения на северной границе ареала обнаружен *Genista tinctoria* L.

*Polypodium vulgare* L. – Берестовицкий р-н, окр. д. Бергели, 2 км к С, дубрава кисличная, Д. Дубовик, А. Скуратович, В. Лебедько, 29.04.2015; Кобринский р-н, окр. памятника природы республиканского значения «Суворовский дуб», окраина сосняка мшистого с примесью березы, осины, в подлеске с черемухой и дубом северным, очень редко; С. Савчук, В. Лебедько, 28.05.2015.

*Salvinia natas* (L.) All. – Жабинковский р-н, окр. д. Лясовец, 1,2 км к ССЗ, пруды, бывшая торфоразработка, очень часто, С. Савчук, В. Лебедько, 16.07.2015; Житковичский р-н, окр. дачного поселка «Скрипица», Ю окраина, 10 км к С от г. Житковичи, р. Скрипица, в основном в прибрежной части, группами среди ряски, часто; В. Лебедько, 01.08.2015.

*Pulsatilla patens* (L.) Mill. – на границе Жабинковского и Малоритского р-нов, окр. д. Звозы, 1 км к З, сосняк мшистый с дубом, крушиной, лещиной, на всхолмлении у старой лесной дороги, небольшими группами на площади 6 × 4 м; С. Савчук, В. Лебедько, 14.07.2015.

В Брестской области, особенно в её западной части, этот вид регистрируется очень редко.

*Ranunculus lanuginosus* L. – Могилевский р-н, окр. д. Польшковичи 1-ые, ельники приручейно-травяные, у ручья вблизи деревни, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 18.06.2015.

Данный вид из бывшей Могилевской губернии (середина XIX века) был известен лишь по сборам Р. Пабо, К. Чоловского и Н. Довнара (LE). До настоящего времени подтвердить находки этого вида в окр. Могилева, несмотря на его тщательные поиски, не удавалось. Вероятно, это единственное, изолированное местонахождение у восточной границы ареала, где вид после некоторого разрыва появляется в Смоленской области России.

*Ranunculus nemorivagus* Jord. – Волковысский р-н, д. Подороск, в старом парке, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 05.06.2014.

Довольно редкий адвентивный вид, занесенный с семенами парковых травосмесей.

*Batrachium aquatile* (L.) Dumort. – Кобринский р-н: окр. д. Челищевичи, 0,5 км к З, пересохшее осоковое болото, рядом с грунтовой дорогой; В. Лебедько, С. Савчук, 14.07.2015.

В выявленном местообитании вид образовал карликовую наземную форму. На многих экземплярах отмечены цветки, а также плоды разной степени зрелости. При формировании наземной формы у данного вида не образуются плавающие листья, что может вызвать затруднение при его идентификации.

*Batrachium fluitans* (Lam) Wimm. – Сморгонский р-н, окр. д. Белая, ЮВ окраина, р. Бяла, в воде, часто, В. Лебедько, 08.08.2013; Гродненский р-н, 3 окраина г. Гродно, р. Татарка, в воде, небольшими группами, часто, В. Лебедько, С. Савчук, 05.08.2015; Островецкий р-н, С окраина д. Мацканы, р. Лоша, в воде, часто; В. Лебедько, С. Савчук, 08.08.2015.

*Batrachium kauffmannii* (Clerc) Krecz. – Сморгонский р-н, окр. д. Светочь, Ю окраина, р. Оксна, у моста через реку, в воде, часто, В. Лебедько, 08.08.2013; Ошмянский р-н, окр. д. Кунцевичи, 1 км к В, трасса М7 (Ошмяны – Воложин), р. Панарка, у моста через реку, в воде, часто, В. Лебедько, 11.08.2013; Островецкий р-н, окр. г. Островец, 2 км к Ю, река Каменка, в воде, в центральной части русла реки, часто; В. Лебедько, С. Савчук, 08.08.2015.

*Thalicttrum minus* L. – Гродненский р-н, окр. д. Славичи, С окраина, берег р. Неман, остепненные участки луга вдоль реки и у зарослей кустарника, часто; В. Лебедько, 06.08.2015.

В популяции, наряду с типичной формой, была отмечена разновидность с очень крупной раскидистой метелкой и тремя острыми, клиновидно-яйцевидными лопастями и сизоватыми снизу листочками у верхних и средних стеблевых листьев – var. *ledebourianum* (С.А. Меу. ex Rupr.) N. Busch. Не исключено, что данная разновидность, является результатом гибридизации *T. minus* × *T. simplex*.

*Thalicttrum simplex* L. – Кобринский р-н, окр. д. Болота, 3,8 км к ЮВ, закарстенная окраина осушенного болотного массива; С. Савчук, В. Лебедько, 15.07.2015.

*Cucubalus baccifer* L. – Мстиславский р-н, окр. д. Парадино, у СВ окраины, правобережье р. Сож, в кустарниках у реки, редко; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 20.06.2015; Кричевский р-н, окр. д. Лобковичи, В окраина, правобережье р. Сож, облесенный склон коренного берега, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 20.06.2015; Кричевский р-н, окр. д. Лобковичи, 2 км к В, долина р. Сож, заросли кустарников по коренному берегу реки, а также участки деградированной дубравы, часто; В. Лебедько, С. Савчук, 25.07.2015; Бешенковичский р-н, окр. д. Шарипино, 0,4 км к СВ, левобережье р. Зап. Двина, склон коренного берега реки, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 27.08.2014; Бешенковичский р-н, окр. д. Узречье, 0,5 км к СЗ, левобережье р. Зап. Двина, склон коренного берега, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 28.08.2014; Бешенковичский р-н, окр. д. Понизье, у С окраины, левобережье р. Зап. Двина, склон коренного берега, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 28.08.2014.

Выявленные местонахождения этого охраняемого вида существенно расширяют данные о его распространении в республике.

*Holosteum umbellatum* L. – Гродненский р-н, д. Гожа, на клумбе у магазина, изредка; А. Скуратович, Д. Дубовик, В. Лебедько, 28.04.2015.

Очень редкий вид, известный ранее лишь из гг. Брест и Гродно [6].



*Spergularia salina* J. et C. Presl – Бешенковичский р-н, окр. д. Дрозды, у кучи песчано-соляной смеси вблизи шоссе, часто; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 28.08.2014. Произрастал совместно с другими галофитами – *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. и *Centaurium pulchellum* (Sw.) Druce.

Редкий адвентивный вид, который в последние годы стал появляться чаще в местах, где дорожное покрытие обрабатывается песчано-соляными смесями и в местах их складирования.

*Stellaria crassifolia* Ehrh. – Гродненский р-н, окр. д. Озеры, 0,5 км к З, оз. Белое, по замоховелому берегу озера рядом с тростником, небольшая группа; В. Лебедько, С. Савчук, 06.08.2015.

*Phytolacca acinosa* Roxb. – Могилевский р-н, окр. д. Сидоровичи, 3 км к З, сорное место у дороги в сосняке с дубом около дачных участков, дичает, изредка; Д. Дубовик, А. Скуратович, 16.06.2014.

Стал культивироваться чаще с 1990-х гг., но факты его дичания относительно редки.

*Alliaria petiolata* (Vieb.) Cavara et Grande – Кричевский р-н, окр. д. Наносково, у С окраины, правобережье р. Остер, в кустарниках у реки, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 21.06.2015.

В Могилевской области данный вид встречается очень редко и неравномерно, особенно восточнее р. Днепр.

*Cardamine flexuosa* With. – Пинский р-н, окр. д. Изин, 2 км к ЮЮВ, сырые лесные дороги, изредка; Д. Дубовик, 16.04.2014; Кормянский р-н, окр. д. Волинцы, 2,5 км к ВСВ, на сырой лесной дороге среди смешанного леса, небольшими группами; В. Лебедько, 25.04.2015.

*Cardamine hirsuta* L. – Минский р-н, г. Минск, ул. Вильямса, сорное, у частного дома; Д. Дубовик, А. Скуратович, 04.08.2015.

Как адвентивное растение отмечен в последние годы [7], активно распространяется с контейнерным посадочным материалом из стран Центральной Европы.

*Dentaria bulbifera* L. – Бельничский р-н, окр. д. Заозерье, 1-5 км к ЮЗ, изредка в широколиственных и смешанных лесах снытевого типа; Д. Дубовик, 14.05.2014. Отмечен в комплексе других редких видов – *Cardamine flexuosa* With., *Allium ursinum* L., *Corydalis cava* (L.) Schweigg. et Körte, *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart., *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod., *Thalictrum aquilegifolium* L., *Adoxa moschatellina* L., *Lathraea squamaria* L. Кормянский р-н, окр. д. Волинцы, 1,5 км к ВСВ, дубрава кислично-снытевая с ольхой черной, осиной, елью, березой, рядом с родниковым ручьем, популяция 60 × 30 м, небольшими группами; В. Лебедько, 13.04.2015. Совместно были отмечены и некоторые другие охраняемые виды: *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart., *Corydalis cava* (L.) Schweigg. et Körte, *Listera ovata* (L.) R. Br., *Platanthera chlorantha* (Cust.) Reichenb.

*Salix triandra* L. × *S. purpurea* L. – Шумилинский р-н, окр. д. Николаево, 0,8 км к Ю, правобережье р. Зап. Двина, закустаренный склон коренного берега, редко; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 28.08.2014.

Данный гибрид указывается впервые для флоры республики.

*Moneses uniflora* (L.) A. Gray – Кормянский р-н, окр. д. Дубровка, 1,5 км к СВВ, 2,5 км к С, разреженный сосняк мшистый, небольшая популяция, состоящая из двух локусов; В. Лебедько, 07.06.2015.

*Reseda lutea* L. – Волковысский р-н, окр. п. Красносельский, 1 км к Ю, в зарастающих меловых карьерах; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 03.06.2014.

Довольно редкий адвентивный вид, совместно с ним обнаружены и другие редкие заносные растения – *Lathyrus tuberosus* L. и *Dipsacus fullonum* L.

*Oxycoccus microcarpus* Turcz. ex Rupr. – Бельничский р-н, окр. д. Заозерье, 4,5 км к ЮЗ, верховое болото, изредка; Д. Дубовик, 14.05.2014. Совместно с данным видом отмечен *Rhynchospora alba* (L.) Vahl.

*Hypericum majus* (A. Gray) Britton – Кормянский р-н, окр. д. Воляницы, 2 км к З, старая торфоразработка, осоково-гипновое болото, находящееся на стадии восстановления, часто; В. Лебедько, 16.05.2014.

Редкий североамериканский заносный вид, в настоящее время проявляющий тенденцию к расселению. На территории района это второе достоверно известное местонахождение [10].

*Hypericum montanum* L. – Волковысский р-н, окр. д. Загоры, 0,8 км к СЗ, по просеке в широколиственном лесу, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 03.06.2014.

Совместно с данным видом и в прилегающих лесах отмечены *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl., *Melittis sarmatica* Klok., *Lilium martagon* L., *Neottia nidus-avis* (L.) L.C.M. Richard, *Lathyrus niger* (L.) Bernh., *L. laevigatus* (Waldst. et Kit.) Gren., *Phyteuma spicatum* L., *Serratula tinctoria* L., *Ranunculus lanuginosus* L.

*Viola uliginosa* Bess. – Лунинецкий р-н, окр. д. Велута, 5 км к СЗ, левобережье р. Цна, по берегу от дамбы вдоль русла канала, изредка; Д. Дубовик, А. Скуратович, 27.05.2015.

Это один из самых западных локалитетов вида в Беларуси. Совместно с ним отмечен и другой достаточно редкий вид – *Ophioglossum vulgatum* L.

*Tellima grandiflora* (Pursh) Dougl. ex Lindl. – Минский р-н, г. Минск, ЦБС НАН Беларуси, дичает в лесном массиве вблизи коллекционного участка декоративных многолетников, редко; Д. Дубовик, С. Савчук, 27.05.2014.

Дичание этого растения в республике отмечено впервые.

*Aruncus sylvestris* Kost. ex Maxim. – Волковысский р-н, окр. д. Субочи, 1,2 км к СВ, беерзник с грабом снытевый, часто; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 05.06.2014.

*Geum macrophyllum* Willd. – Мядельский р-н, окр. д. Ольшево, 2 км к СВ, сорное место по берегу оз. Глубелька, 2 x 2 м; Т. Станкевич, Д. Дубовик, А. Скуратович, 05.06.2015.

Адвентивный вид, в последние годы активно распространяющийся по всей республике (особенно в Минской области). Первичный центр его натуризации – ЦБС НАН Беларуси, откуда он проник и в пригородные леса, где

местами довольно обилён (например, в окр. д. Стиклево). Для Национального парка «Нарочанский» отмечен впервые.

*Potentilla recta* L. – Бешенковичский р-н, окр. д. Шарипино, 0,4 км к СВ, левобережье р. Зап. Двина, склон его коренного берега, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 27.08.2014; Кормянский р-н, д. Волынцы, разнотравно-злаковая группировка на обочине проселочной дороги, рядом с бывшей фермой, несколько генеративных экземпляров; В. Лебедько, 28.06.2015.

*Spiraea × rosalba* Dipp. – Пинский р-н, окр. дд. Житновичи и Изин, сырые и заболоченные дубовые и ольхово-дубовые леса, края лесных болот, обильно, местами образует густой подлесок; Д. Дубовик, 16.04.2014.

Как одичавший в Пинском р-не известен еще с 1820-ых гг. по сборам С. Горского (W1), затем здесь же был отмечен И. Пачоским и М. Твардовской в конце XIX века (KW, WA, LE). Нами выявлена его успешная натурализация ранее по р. Льва в Столинском р-не [9]. К настоящему времени на юго-востоке Брестской области этот вид нашел для себя оптимальные условия для произрастания и активно стал внедряться в естественные фитоценозы. Отмечается его явный инвазионный потенциал.

*Lathyrus laevigatus* (Waldst. et Kit.) Gren. – Бешенковичский р-н, окр. д. Стрижево, 3 км к ССЗ, долина р. Свечанка, широколиственный сыгтевый лес, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 28.08.2014. В данном локалитете и прилегающих лесах были также отмечены *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Vincetoxicum hirsutiflorum* Medik., *Sarothamnus scoparius* (L.) W. D. J. Koch, *Viola collina* Bess.

Данное местонахождение – одно из самых северо-восточных в ареале вида в пределах республики.

*Lathyrus linifolius* (Reichard) Bässler – Березинский р-н, окр. д. Лошница, 0,5 км к З, сосняк чернично-мшисто-орляковый, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 18.06.2015.

Данный локалитет является одним из самых восточных в ареале этого вида. Совместно с ним произрастают *Laserpitium prutenicum* L., *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Trifolium alpestre* L., *Arnica montana* L., *Koeleria mollis* W. Mann ex Oriz, *Vicia cassubica* L., *Eremogone saxatilis* (L.) Ikonn. Интересен также факт натурализации здесь же *Rosa glauca* Rougt. (был отмечен куст высотой около 1,5 м).

*Ononis arvensis* L. – Чашникский р-н, окр. д. Бол. Ведрень, 0,4 км к В, суходольная луговина у шоссе, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 26.08.2014; Бешенковичский р-н, окр. д. Будилово, у моста через р. Красногостица, склоны к шоссе, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 27.08.2014; Бешенковичский р-н, окр. д. Мамойки, на обочине шоссе, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 28.08.2014.

*Oxytropis pilosa* (L.) DC. – Берестовицкий р-н, окр. д. Козлы, 1,5 км к С, холмы с сосной у шоссе, изредка, группами; Д. Дубовик, А. Скуратович, В. Лебедько, 28.04.2015.

В данном местонахождении отмечен повторно. Совместно с этим видом выявлены *Anemone sylvestris* L., *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill., *Astragalus danicus* Retz., *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Schult., *Helianthemum chamaecistus* Mill. В лесах здесь отмечено массовое распространение *Caragana arborescens* Lam., образующего местами труднопроходимый подлесок, что является довольно редким явлением в Беларуси.

*Trifolium rubens* L. – Волковысский р-н, окр. г.п. Красносельский, 1 км к Ю, по склонам зарастающих меловых карьеров, довольно часто; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 03.06.2014. Отмечен в комплексе кальцефильных растений – *Tragopogon pratensis* L., *Ajuga genevensis* L., *Origanum vulgare* L., *Melittis sarmatica* Klok., *Lathyrus niger* (L.) Bernh., *Pulmonaria angustifolia* L., *Pulmonaria* × *notha* A. Kerner, *Helianthemum chamaecistus* Mill., *Prunella grandiflora* (L.) Scholl., *Potentilla alba* L., *Neottia nidus-avis* (L.) L.C.M. Richard, *Carex montana* L., *Digitalis grandiflora* Mill., *Primula veris* L., *Vicia cassubica* L., *Campanula cervicaria* L., *Equisetum variegatum* Schleich. ex F. Web. et Mohr, *Astragalus cicer* L., *Actaea spicata* L.

*Hippuris vulgaris* L. – Кормянский р-н, окр. д. Волынцы, 3,5 км к ЗЮЗ, заболоченная пойма р. Сож, у старого русла с *Equisetum fluviatile* L., обильно; В. Лебедько, 04.06.2015.

*Xanthoxalis dillenii* (Jacq.) Holub – Могилевский р-н, г. Могилев, ЮВ окраина, сорное, на клумбе у магазина; Д. Дубовик, А. Скуратович, 16.06.2014; Могилевский р-н, п. Восход, сорное, на клумбе; Д. Дубовик, А. Скуратович, 16.06.2014; Кормянский р-н, д. Кляпин, территория Кляпинского УПК ДС-СШ, сорное на клумбах; В. Лебедько, 29.07.2015; г.п.орма, сорное, на приусадебном участке; В. Лебедько, 04.09.2015.

В последние годы наблюдается активное расселение этого адвентивного вида по республике. Он чаще всего заносится с посадочным материалом цветочно-декоративных растений из зеленхозов республики.

*Geranium pyrenaicum* Burm. fil. – Щучинский р-н, г. Щучин. сорное место у монастыря пиаров, редко; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 25.04.2014.

Вид, вероятно, занесен с посадочным материалом из ЦБС НАН Беларуси, где имеет широкое распространение.

*Hedera helix* L. – Кобринский р-н, окр. д. Запруды, 8 км к З, березняк снытевый с примесью граба, ясеня, ольхи, на площади 20 × 300 м; С. Савчук, В. Лебедько, 14.07.2015.

*Archangelica officinalis* Hoffm. – Мстиславский р-н, д. Селец, у Ю окраины, левобережье р. Черная Натапа, в кустарниках у реки, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 20.06.2015.

Крайне редкий вид в пределах Могилевской области. Ранее отмечался нами лишь в окр. г. Могилева (по р. Днепр), по р. Друть у д. Осовец Белыничского р-на и как заносное растение у железной дороги в г. Бобруйске.

*Berula erecta* (Huds.) Cov. – Чашникский р-н, окр. д. Краснолуки, у Ю окраины, в ручье впадающем в р. Эсса, часто; Д. Дубовик, 16.04.2015; Бори-

совский р-н, окр. д. Плиса, у С окраины, в р. Плиса, часто; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 26.08.2014.

*Heracleum wilhelmsii* Fisch. et Avé-Lall. – Щучинский р-н, окр. д. Ялошевцы, 1 км к С, по обочине гравийной дороги в лесу, 5 × 1 м; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 23.04.2015.

Этот гигантский борщевик встречается сравнительно редко с борщевиком Сосновского и переходными формами между ними.

*Eionymus europaea* L. – Кричевский р-н, окр. д. Лобковичи, 0,5 км к З, ельник кисличный, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 20.06.2015.

Данный локалитет изолирован и находится за северной границей ареала вида. Ранее мы отмечали вид в окр. гг. Чериков и Могилев.

*Asclepias syriaca* L. – Кобринский р-н, ДОК «Волна», на территории лагеря в расщелинах асфальта; С. Савчук, В. Лебедько, 27.05.2015; Кормянский р-н, между дд. Петравичи и Лубянка, по обе стороны трассы на г.п. Корма, вдоль дороги по краю поля засеянного овсом, на общей площади – 300 × 2 м, небольшими группами и единичными экземплярами; В. Лебедько, 01.07.2015; Жабинковский р-н, д. Чижевщина, вблизи частных подворий, обильно, на площади 2 × 6 м; С. Савчук, В. Лебедько, 17.07.2015; Брестский район, дер. Большие Радваничи, территория Брестского пчелопитомника, одичавшие посадки вдоль забора; С. Савчук, В. Лебедько, 16.07.2015.

*Gentiana cruciata* L. – Волковысский р-н, окр. д. Карповцы, 0,3 км к ВСВ, по бровке зарастающих меловых карьеров, часто; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 04.06.2014.

Отмечен в комплексе других кальцефильных растений – *Botrychium lunaria* (L.) Sw., *Ophioglossum vulgatum* L., *Inula salicina* L., *Astragalus cicer* L., *Juncus inflexus* L., *Phleum phleoides* (L.) N. Karst., *Carex caryophyllea* Latourr., *Allium oleraceum* L.

*Calystegia spectabilis* (Brummitt) Tzvel. – Бешенковичский р-н, г. Бешенковичи, пустошь у гостиницы, дичает; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 26.08.2014; Бешенковичский р-н, д. Санники, дичает, у ручья; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 27.08.2014; Бешенковичский р-н, окр. д. Дрозды, 0,5 км к С, на опушке сосняка молиниевевого; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 28.08.2014.

Данный адвентивный вид встречается в республике локально и неравномерно, преимущественно в северных, центральных и восточных районах. Нами он также отмечался в последние годы в г. Толочин и г.п. Корма и его окрестностях.

*Chaenostoma cordatum* (Thunb.) Benth – г. Верхнедвинск, культивируется как декоративное растение у костела; Д. Дубовик, А. Скуратович, Т. Морозова, 17.08.2003; Могилевский р-н, г. Могилев, на клумбе у здания Могилевского лесхоза; Д. Дубовик, А. Скуратович, 16.06.2014.

Выращивается как однолетнее растение. Стало особенно популярным после 2010 г.

*Mimulus* × *hybridus* hort. ex Sieber et Voss (*M.* × *robertsii* Silverside) – Бешенковичский р-н, г. Бешенковичи, культивируется, дает самосев; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 26.08.2014.

*Chaiturus marrubiastrum* (L.) Ehrh. ex Reichenb. – Лоевский р-н, окр. д. Бывальки, у В окраины, притеррасная пойма Днепра, часто среди рудерального разнотравья; Д. Дубовик, 02.07.2015. Совместно с данным видом отмечен *Epilobium tetragonum* L.

*Melittis sarmatica* Klok. – Жабинковский р-н, окр. д. Антоново, старовозрастная разреженная дубрава разнотравная, изредка; С. Савчук, В. Лебедько, 15.07.2015.

*Campanula latifolia* L. – Кормянский р-н, окр. отсел. д. Колюды, 2,5 км к С, бывшая торфоразработка, у мелиоративного канала, в зарослях ивняка, 11 генеративных экземпляров; В. Лебедько, 07.07.2015.

*Campanula macrantha* (Fisch. ex Sims) Hook – Волковысский р-н, д. Подороск, культивируется как декоративное растение; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 05.06.2015.

Довольно редкий вид, встречающийся преимущественно в культуре. Как одичавший нами отмечался ранее вблизи разрушенного замка в п. Крево Сморгонского р-на.

*Arnoseris minima* (L.) Schweigg. et Koerte. – Жабинковский р-н, окр. д. Старое Село, обочина лесной дороги в сосняке черничном, изредка; С. Савчук, В. Лебедько, 16.07.2015.

*Artemisia schmidtiana* Maxim. – Бешенковичский р-н, г. Бешенковичи, выращивается на клумбах в городе и у жилья, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 26.08.2014. Из других редких декоративных растений в городе нами отмечены *Venidium fastuosum* Slapf., *Kerria japonica* (L.) DC., *Aci-danthera bicolor* Hochst., *Euphorbia epithymoides* L., *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.

*Chrysanthemum* × *hortorum* L. H. Bailey – Борисовский р-н., окр. д. Горелица, 0,5 км к СВ, свалка мусора по краю дачных участков, 1 дернина; Д. Дубовик, А. Скуратович, В. Лебедько, 15.10.2014.

Дичание вида отмечено впервые в республике.

*Cirsium rivulare* (Jacq.) All. – Мстиславский р-н., окр. д. Бельнец, у СЗ окраины, долина р. Черная Натопя, заболоченный луг, редко; Д. Дубовик, А. Скуратович, 17.06.2014. Совместно с данным видом отмечены *Epipactis palustris* (L.) Crantz, *Eriophorum latifolium* Horpe, *Blasmus compressus* (L.) Link, *Epilobium tetragonum* L., *Scrophularia umbrosa* Dumort.

В восточной части Беларуси этот вид бодяков встречается крайне редко.

*Coreopsis tinctoria* Nutt. – Минский р-н, д. Тресковщина, дичает на обочине дороги вдоль сельской улицы, группа, на площади 2 × 1 м; Д. Дубовик, 11.08.2015.

Указан для Беларуси как культивируемое растение еще в конце XIX века (Ивацевичский р-н, д. Гривда в садах [5] и собран в окр. г. Гродно (д. Гожа),

V. et M. Konratowicz, 1902 (WA). Факт дичания этого растения отмечен впервые в республике.

*Erechtites hieracifolia* (L.) Rafi n ex DC. – Жабинковский р-н, окр. д. Старое Село, обочина лесной дороги в сосняке черничном, на площади 3 × 70 м; С. Савчук, В. Лебедько, 16.07.2015.

*Pilosella aurantiaca* (L.) F. Schultz et Sch. Bip. – г. Минск, ул. Рафиева, дичает, на газоне у автостоянки, Д. Дубовик; 06.06.2015.

Растение редко выращивается как декоративный многолетник, иногда дичает в местах прежней культивации или вблизи них. Нами наблюдался его обильный самосев вблизи места культивации также в д. Бабино 1-ое Бобруйского р-на.

*Senecio fluviatilis* Wallr. – Мстиславский р-н, окр. д. Парадино, у СВ окраины, правобережье р. Сож, в кустарниках у реки, редко; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 20.06.2015. Здесь же отмечены *Scutellaria hastifolia* L. Климовичский р-н, окр. д. Ивановск, у СВ окраины, левобережье р. Остер, в кустарниках у реки, редко; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 22.06.2015.

*Elodea nuttallii* (Planchon) H. St. John. – Жабинковский р-н, С окраина д. Петровичи, левобережье р. Мухавец, в воде у берега; С. Савчук, В. Лебедько, 16.07.2015; Кобринский р-н, СЗ окраина сан. «Буг», левобережье р. Мухавец, в воде у берега; С. Савчук, В. Лебедько, 16.07.2015; Житковичский р-н, окр. дачного поселка «Скрипица», Ю окраина, 10 км к С от г. Житковичи, р. Скрипица, в воде на глубине до 1 м, несколько небольших групп; В. Лебедько, 01.08.2015; Кореличский р-н, окр. д. Озерское, 2 км к В, небольшой водоем у трассы; В.Н. Лебедько, 04.08.2015.

Заносный инвазионный вид. К настоящему времени стал активно распространяться в восточном направлении [10]. В Беларуси является недостаточно изученным видом.

*Najas major* All. – Лоевский р-н, окр. д. Глушец, у С окраины, оз. Лутовское в пойме Днепра, на мелководье озера, нередко, совместно с *Trapa natans* L. и *Caulinia minor* (All.) Coss. et Grem.; Д. Дубовик, 02.07.2015; Брагинский р-н, окр. д. Асаревичи, у В окраины, в старичном озере совместно с *Trapa natans* L. и *Potamogeton nodosus* Poir.; Д. Дубовик, 03.07.2015; Брагинский р-н, окр. д. Березки, у С окраины, в старичном озере совместно с *Trapa natans* L. и *Caulinia minor* (All.) Coss. et Grem.; Д. Дубовик, 03.07.2015; Мядельский р-н, оз. Баторино, на мелководье, часто; В. Лебедько, С. Савчук, 07.08.15.

*Veratrum lobelianum* Bernh. – Кобринский р-н, окр. д. Дивин, 3 км к ЮВ, ольшаник крапивный, часто; С. Савчук, В. Лебедько, 26.05.2015.

*Allium angulosum* L. – Могилевский р-н, окр. д. Сидоровичи, 3 км к З, левобережная пойма р. Днепр, опушка дубравы пойменной, изредка; Д. Дубовик, А. Скуратович, 16.06.2014.

Это местонахождение находится на северной границе ареала. Совместно были отмечены *Koeleria delavignei* Czern. ex Domin, *Scutellaria hastifolia* L.

*Allium ursinum* L. – Кормянский р-н, окр. д. Волынцы, 3 км к В, долина лесного ручья, в черноольшанике снытевом с березой, осиною, елью, лещиной, на значительной площади; В. Лебедько, 16.04.2014.

В данном локалитете отмечены и некоторые другие охраняемые виды: *Corydalis cava* (L.) Schweigg. et Körte, *Campanula latifolia* L., *Platanthera chlorantha* (Cust.) Reichenb., *Listera ovata* (L.) R. Br, *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart.

*Lilium martagon* L. – Берестовицкий р-н, окр. д. Старый Дворец, 0,8 км к ССВ, дубрава кисличная; Д. Дубовик, А. Скуратович, В. Лебедько, 29.04.2015; Мстиславский р-н, г. Мстиславль, по склону Замковой горы, редко; С. Савчук, Д. Дубовик, В. Лебедько, 19.06.2015, MSK; Волковысский р-н, окр. д. Нов. Хатьковцы, 1 км к В, грабняк кисличный, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 05.06.2014, произрастает совместно с *Lathyrus laevigatus* (Waldst. et Kit.) Gren., *Melittis sarmatica* Klok., *Pulmonaria mollis* Wulfen ex Hornem., *Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv., *Ophioglossum vulgatum* L., *Sanicula europaea* L., *Serratula tinctoria* L.; Зельвенский р-н, окр. д. Зеленица, 0,8 км к З, широколиственный орляково-кисличный лес, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 06.06.2014, произрастает совместно с *Hierochloë australis* (Schrud.) Roem. et Schult., *Cruciata verna* (Scop.) Gutermann et Ehrend., *Neottia nidus-avis* (L.) L.C.M. Richard, *Lathyrus niger* (L.) Bernh., *Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv., *Melittis sarmatica* Klok.

*Ornithogalum boucheanum* (Kunth) Asch. – Берестовицкий р-н, д. Старый Дворец, дичает в старом парке, довольно часто; Д. Дубовик, А. Скуратович, В. Лебедько, 29.04.2015.

Как одичавший этот вид в старом парке был отмечен нами ранее [8]. Он, вероятно, применялся наряду с другими раноцветущими растениями для декорирования парковых партеров. В качестве одичавшего здесь также отмечен и *Galanthus nivalis* L.

*Gladiolus imbricatus* L. – Кричевский р-н, окр. д. Дорогая, 1. км к СЗ, сыроватые луговины по высоковольтной ЛЭП, изредка; Д. Дубовик, 18.06.2014; Кричевский р-н, окр. д. Лобковичи, 2 км к В, долина р. Сож, разнотравно-злаковый, местами остепненный, пойменный луг, редко; В. Лебедько, С. Савчук, 25.07.2015.

*Iris aphylla* L. – Речицкий р-н, окр. д. Дворец, 1,3 км к В, левобережная пойма р. Днепр, по гриве с дубом, несколько куртин; А. Кулак, 16.05.2015.

Крайне редкий охраняемый вид, который как аборигенный был известен лишь из Житковичского р-на. Данное местонахождение значительно удалено к востоку от известного локалитета. Произрастает совместно с другим охраняемым видом – *Potentilla alba* L.

*Iris sibirica* L. – Кобринский р-н, окр. д. Гирск, 4,6 км к В, березняк молиновый с примесью осины, часто; С. Савчук, В. Лебедько, 27.05.2015; Кобринский р-н, окр. д. Болота, 3,8 км к ЮВ, закустаренная окраина осушенно-го болотного массива; С. Савчук, В. Лебедько, 15.07.2015.



*Dactylorhiza cruenta* (O. F. Müll.) Soó – Климовичский р-н, окр. д. Иванов Слобода, 0,5 км к СВ, пойма р. Лядешня, низкотравный закустаренный луг, редко; В. Лебедько, С. Савчук, Д. Дубовик, 23.06.2015.

Очень редкий и недостаточно изученный в республике вид.

*Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Bess. – Гродненский р-н, окр. д. Озеры, 0,5 км к З, оз. Белое, сосняк с примесью дуба, ольхи черной, лещины, крушины, на склоне к озеру, очень редко; В. Лебедько, С. Савчук, 06.08.2015.

*Epipactis palustris* (L.) Crantz – Кормянский р-н, окр. бывшей д. Жавуница, 0,2 км к З, старый зарастающий меловой карьер у р. Жавуновская, несколько генеративных экземпляров; В. Лебедько, 07.08.2014; Кобринский р-н, окр. д. Челищевичи, 0,5 км к З, пересохшее осоковое болото, вблизи грунтовой дороги; В. Лебедько, С. Савчук, 14.07.2015.

*Listera ovata* (L.) R. Br. – Климовичский р-н, окр. г. Климовичи, 2,2 км к ЮВ, зарастающие меловые карьеры, редко; С. Савчук, Д. Дубовик, В. Лебедько, 23.06.2015; Хотимский р-н, окр. д. Узлоги, 4,5 км к Ю, в ельнике кисличном, изредка; А. Скуратович, 19.06.2014. Совместно с данным видом в последнем локалитете выявлен *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart.

*Platanthera × graebneri* (M. Schulze) Domin – Волковысский р-н, окр. г. Волковыск, 2 км к ЮВ, у шоссе Волковыск – Изабелин; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 05.06.2014; Волковысский р-н, окр. д. Войтковичи, 2 км к Ю, березняк злаковый с лещиной у шоссе, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 06.06.2014.

Редкий гибрид, прежде известный лишь из нескольких локалитетов в республике.

*Carex demissa* Hornem. – Волковысский р-н, окр. г.п. Россь, у СВ окраины, сырые низкотравные луговины у ж.д. станции, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 04.06.2014.

Крайне редкий вид, который известен в регионе лишь из нескольких локалитетов. Совместно с данным видом отмечены *Juncus inflexus* L., *Epipactis palustris* (L.) Crantz, *Botrychium lunaria* (L.) Sw., *Carex distans* L., *C. caryophylla* Latourr., *Lotus pedunculatus* Cav., *Equisetum variegatum* Schleich. ex F. Web. et Mohr, *Blysmus compressus* (L.) Link, *Androsace septentrionalis* L.

*Carex rhizina* Blytt ex Lindbl. – Костюковичский р-н, окр. д. Колодливо, 0,5-2 км к СВ, правобережная долина р. Беседь, у устья р. Жадунька, опушки сосняков и дубрав по склонам коренного берега реки и на террасах, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 24.06.2015; Могилевский р-н, окр. д. Лыково, 1,1 км к С, в субори чернично-мшистой, 20 × 15 м; Д. Дубовик, 12.10.2014.

У устья р. Жадунька нами также отмечены и другие редкие виды растений – *Cardamine impatiens* L., *Digitalis grandiflora* Mill., *Cystopteris fragillis* (L.) Bernh., *Serratula tinctoria* L., *Jurinea cyanooides* (L.) Reichenb., *Lathyrus niger* (L.) Bernh., *Laserpitium prutenicum* L., *Brachypodium pinnatum* (L.) P.

Beauv., *Pulmonaria angustifolia* L., *Koeleria mollis* W. Mann ex Opiz, *Carex montana* L., *Vicia cassubica* L., которые являются индикаторами почв, обогащенных карбонатами.

*Carex umbrosa* Host – Щучинский р-н, окр. г. Щучин, 2 км к В, в дубраве кисличной, редко; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 23.04.2014.

*Cyperus fuscus* L. – Бешенковичский р-н, окр. д. Ворохобки, левобережье р. Зап. Двина ниже деревни, по отмелям, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 28.08.2014.

Вид встречается на Западной Двине как редкое растение за северной границей ареала. По отмелям и на мелководье реки также выявлены *Bidens frondosus* L. и *Lemna turionifera* Landolt.

*Eriophorum gracile* W. D. J. Koch ex Roth – Бешенковичский р-н, окр. д. Полуозерье, у 3 окраины, мезотрофное болото у оз. Полуозерье, редко; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 28.08.2014. Совместно с данным видом отмечены *Utricularia intermedia* Hayne, *Parnassia palustris* L., *Calamagrostis stricta* (Timm) Koeler, *Gentiana pneumonanthe* L., *Carex diandra* Schrank.

*Avenella flexuosa* (L.) Drejer – Бельничский р-н, окр. д. Осливка, 1 км к СВ, в сосняке мшистом, часто; Д. Дубовик, 12.05.2014.

*Bromopsis benekenii* (Lange) Holub – Кобринский р-н, окр. д. Зосимы, 4 км к С, дубрава кислично-снытевая, редко, вблизи дороги; Д. Дубовик, А. Скуратович, 26.05.2015; Волковысский р-н, окр. г.п. Красносельский, 1 км к Ю, по склонам зарастающих меловых карьеров, довольно часто; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 03.06.2014.

Совместно с данным видом в обоих локалитетах найден и *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. В последние годы наблюдается, вероятно, прогрессивное распространение дуба скального из известных локалитетов в Бело-вежской пуще в окрестные леса. Чаше всего нами регистрируются его молодые деревья.

*Corynephorus canescens* (L.) P. Beauv. – Климовичский р-н, окр. д. Грязивец, опушка лесоккультуры сосны у шоссе, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 24.06.2015.

Данное местонахождение является самым северо-восточным в ареале вида на территории страны.

*Dryochloa sylvatica* (Poll.) Holub – Толочинский р-н, окр. д. Рацево, 6 км к ЮЗ, осинник с елью и дубом кислично-снытевый, нередко, группами; Д. Дубовик, В. Лебедько, А. Скуратович, 16.10.2014. Совместно с данным видом отмечены *Phyteuma spicatum* L., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P. Beauv., *Sanicula europaea* L.; Толочинский р-н, окр. д. Заозерье, 2 км к Ю, суборь кисличная, редко; Д. Дубовик, В. Лебедько, А. Скуратович, 16.10.2014.

*Festuca nigrescens* Lam. – Толочинский р-н, д. Рацево, в старом парке, нередко, группами; Д. Дубовик, В. Лебедько, А. Скуратович, 17.10.2014.

*Koeleria delavignei* Czern. ex Domin – Могилевский р-н, окр. д. Боровка, 3 км к З, левобережная пойма Днепра, по гривам, изредка; Д. Дубовик,

А. Скуратович, 16.06.2014. В пойме Днепра здесь же отмечены также – *Iris sibirica* L., *Rosa sherardii* Davies, *R. majalis* Herzm., *Agrostis syreistschikowii* P. A. Smirn., *Ulmus minor* Mill., *Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv. ex J. Presl et C. Presl, *Urtica sondenii* (Simm.) Avror. ex Geltm., *Hierochloë praetermissa* G. Wiemarck.

*Typha laxmannii* Lepesch. – Волковысский р-н, окр. п. Красносельский, вблизи Ю окраины, на мелководье меловых карьеров, изредка; Д. Дубовик, С. Савчук, В. Лебедько, 03.06.2014.

В настоящее время данный адвентивный вид, впервые отмеченный в республике около 15 лет назад, интенсивно распространяется, особенно в южных и центральных районах, где нередко приурочен к меловым карьерам. Совместно с ним была отмечена и *Carex otrubae* Podr.

**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. Определитель высших растений Беларуси / Т. А. Сауткина [и др.]; под ред. В. И. Парфенова. Минск: Дизайн ПРО, 1999. 472 с.
2. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Санкт-Петербург: Мир и семья, 1995. 991с.
3. Цвелев, Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб: Издательство СПХФА., 2000. 781 с.
4. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. [Electronic resource]. 20 September 2014. Mode of access: <http://www.tropicos.org>.
5. Рейнгард Л. В. // Труды об-ва испытателей природы при Харьковском ун-те. 1891. Т. 25. С. 187–234.
6. Джус М. А. // Вестн. БГУ. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 2004. № 3. С. 25–29.
7. Дубовик Д. В., Скуратович А. Н., Третьяков Д. И. // Ботаника (исследования): сб. науч. тр. / Ин-т эксперим. ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси. Минск : Институт радиологии, 2013. Вып. 42. С. 3–28.
8. Дубовик Д. В., Скуратович А. Н., Третьяков Д. И. // Актуальные проблемы экологии: Материалы VI междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 27–29 окт. 2010 г) / ГрГУ им. Я.Купалы; редкол.: И. Б. Заводник (отв. ред.) [и др.]. Гродно: ГрГУ, 2010. С. 33–35.
9. Дубовик Д. В., Скуратович А. Н. // Ботаника (исследования): сб. науч. тр. / Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси. Минск : Право и экономика, 2010. Вып. 39. С. 3–14.
10. Лебедько В. Н. // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: Материалы II-ой международной научно-практической конференции. Сб. науч. работ / под общ. ред. В. И. Парфенова. Минск : Минсктиппроект, 2012. С. 129–131.

**Д. В. ДУБОВИК, С. С. САВЧУК, А. Н. СКУРАТОВИЧ, В. Н. ЛЕБЕДЬКО  
НОВЫЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ РЕДКИХ И ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ  
СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ФЛОРЫ 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  
THE NEW LOCATIONS  
OF RARE AND PROTECTED SPECIES OF VASCULAR PLANTS  
IN FLORA OF BELARUS**

**Summary**

Data about the new adventive and native species of plants in flora of Belarus are provided, new locations of some protected and rare species are specified.

*Поступила в редакцию 15.11.2015 г.*

Д. В. ДУБОВИК<sup>1</sup>, Ю. А. СЕМЕНИЩЕНКОВ<sup>2</sup>, А. Н. СКУРАТОВИЧ<sup>1</sup>,  
В. Н. ЛЕБЕДЬКО<sup>1</sup>

**К ВОПРОСУ О ВЫЯВЛЕНИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ВИДОВ  
РАСТЕНИЙ НА ТРАНСГРАНИЧНОЙ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСЬ –  
БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ РОССИИ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ  
БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОМ РАЙОНИРОВАНИИ**

<sup>1</sup> ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича  
НАН Беларуси, Минск

<sup>2</sup> Брянский государственный университет  
им. акад. И. Г. Петровского, Россия

**Введение.** Выявление дифференцирующих видов растений – важный этап комплексного ботанико-географического районирования, имеющего своей целью разделение территории на естественные регионы согласно особенностям их флоры и растительности, соответствующим генезису и разнообразию климатогенных факторов. Территория Республики Беларусь и юго-западные регионы России характеризуются общими закономерностями распределения растительного покрова, что отражено в существующих схемах геоботанического и ботанико-географического районирования [20, 36]. В настоящее время уточнение ботанико-географических рубежей требует подкрепления данными о флористических различиях указанных фитохоронов, в том числе, и на уровне редких видов, дифференцирующих их краями своих географических ареалов.

До недавнего времени приграничные регионы Беларуси и Брянской области России были недостаточно изучены с флористической точки зрения [17]. Лишь в последние десятилетия благодаря усилиям ботаников с белорусской и российской сторон этот пробел был устранен, однако имеющиеся в нашем распоряжении данные не обобщены в трансграничном масштабе, что затрудняет изучение некоторых аспектов распределения растительного покрова. В последние годы в Беларуси неоднократно проводились совместные международные исследования с учеными из Литвы, Латвии, Польши, Украины, реализованы проекты по изучению флоры и хорологии отдельных видов растений Белорусско-Валдайского Поозерья. Однако специальные белорусско-российские исследования в данном трансграничном направлении не проводились, что подчеркивает актуальность этой работы.

**Материалы (объекты) и методы исследования.** Исследование распространения общих редких видов в очерченном трансграничном регионе проведено на основе анализа литературных данных, гербарных материалов (BRSU, HM, KRAM, KW, LE, LECB, MHA, MSK, MSKU, OHNI и др.) и данных авторов, полученных в ходе маршрутных исследований последних десятилетий. В настоящей статье охарактеризованы и проиллюстрированы на примере модельных видов выявленные группы редких таксонов с границами ареалов, по-разному ориентированными в изучаемом регионе.

Территория рассматриваемого региона (восток Могилевской и Гомельской областей Беларуси, западная и центральная части Брянской области России – междуречье Сожа и Десны) отличается значительной природной неоднородностью, обусловленной выраженными различиями климата, территориальной геолого-геоморфологической структуры, почвенного покрова и особенностями гидрологии на географическом градиенте. Перечисленные факторы наряду с историческими особенностями расселения видов объясняют высокую неоднородность распределения флоры.

Названия видов в статье даны по С.К. Черепанову [44], с уточнениями для некоторых из них по актуальным флористическим сводкам и базам данных [24, 42, 50, 51]. Основные гербарные сборы авторов хранятся в Гербариях ИЭБ им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси (MSK) и Брянского госуниверситета (BRSU); отдельные сборы – в других выше перечисленных Гербариях.

В тексте приняты следующие сокращения: А. Б. – А. Булохов, А. С. – А. Скуратович, Б. Х. – Б. Харитонцев, В. М. – В. Му-За-Чин, В. Х. – В. Хитрово, Г. В. – Г. Вынаев, Д. Д. – Д. Дубовик, Д. К. – Д. Кобозев, Д. Т. – Д. Третьяков, О. Е. – О. Евстигнев, Н. К. – Н. Козловская, Н. П. – Н. Панасенко, Ю. С. – Ю. Семенищенков; ДЗ – дневниковая запись, УС – устное сообщение; л-во – лесничество, уч. – участковое, кв. – квартал, ж.-д. – железная дорога; п. п. – памятник природы.

**Результаты и их обсуждение.** В пределах изучаемого региона у естественных границ распространения отмечено более 350 видов сосудистых растений, что составляет около 35% аборигенного компонента флоры [11, 17]. Из них около 180 видов – у северной, более 100 – у южной, около 15 – у западной и около 50 – у восточной границ ареалов. Следует заметить, что не всегда возможно выявление видов, имеющих широтные или долготные границы ареалов, поскольку некоторые из них имеют сложно очерченные пределы распространения на указанных географических градиентах. В целом подобное подразделение на хорологические группы условно, поэтому понятия «северной», «южной», «западной» и «восточной» границ ареалов мы используем в обобщенном смысле.

Установить точное число хорологически детерминированных видов сложно, поскольку границы их ареалов во многих случаях нечеткие, а распространение отдельных сложных в систематическом отношении видов еще недостаточно изучено. Локальное распространение ряда видов связано с редкостью и фрагментированностью подходящих для них экотопов. Отмечаются также виды в изолированных локалитетах на значительном удалении от основного ареала или имеющие дизъюнкцию (разрыв) ареала, обусловленную сочетанием природных и, нередко, антропогенных факторов. Кроме того, некоторые преимущественно «южные» по происхождению виды расширяют ареалы за счет освоения вторичных местообитаний, что затрудняет разграничение их естественных и синантропных местонахождений.

Часть видов в рассматриваемом регионе имеет дизъюнктивные ареалы. Анализ показывает, что подобные дизъюнкции нередко связаны с неблагоприятным для видов сочетанием эдафических условий на отдельных терри-

ториях. Так, например, в пределах полесской части региона дизъюнкцию в ареалах имеют *Astragalus danicus*, *Bistorta officinalis*, *Gentiana cruciata*, *Gentianella amarella*, *Gymnadenia conopsea*, *Hierochloa australis*, *Hypericum hirsutum*, *Orchis militaris*, *O. ustulata*, *Pilosella praealta*, которые, вероятно, избегают бедных песчаных почв. Полесская хорологическая дизъюнкция для некоторых видов была выявлена ранее В.И. Парфеновым [28].

Обширная группа видов характеризуется ареалами, детерминированными в наибольшей степени континентальностью климата. Группа «южных» температурных, в основном лесостепных и степных по происхождению видов, ограничена в своем распространении южными и центральными районами рассматриваемой территории. Они обычно встречаются на открытых, хорошо прогреваемых склонах, в светлых сосновых, березовых, дубовых лесах, на опушках, полянах, вдоль дорог и лесных просек, а по долинам рек (при наличии подходящих экотопов) продвигаются несколько севернее зональной границы ареала. К числу таких видов с северной границей ареала в регионе относятся: *Achillea inundata*, *A. pannonica*, *Adenophora lilifolia*, *Ajuga genevensis*, *Anthericum ramosum*, *Aster amellus*, *Astragalus cicer*, *Campanula bononiensis*, *Carex hartmanii*, *Carlina biebersteinii*, *Cervaria rivinii*, *Cephalanthera longifolia*, *C. rubra*, *Chamaecytisus ruthenicus*, *Chondrilla juncea*, *Cirsium pannonicum*, *Corynephorus canescens*, *Crepis praemorsa*, *Cruciata verna*, *Dianthus borbassii*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Eremogone saxatilis*, *Euonymus europaea*, *Filipendula vulgaris*, *Galium tinctorium*, *Genista germanica*, *G. tinctoria*, *Gypsophila belorossica*, *Helianthemum nummularium*, *Herniaria polygama*, *Jurinea cyanoides*, *Koeleria glauca*, *K. grandis*, *Laserpitium latifolium*, *Lilium martagon*, *Onobrychis arenaria*, *Pilosella echioides*, *Pyrethrum corymbosum*, *Polygala wolgangiana*, *Potentilla alba*, *P. obscura*, *Prunella grandiflora*, *Pulmonaria angustifolia*, *Salvia pratensis*, *Scorzonera purpurea*, *Securigera varia*, *Serratula tinctoria*, *Thesium ebracteatum*, *Tragopogon orientalis*, *Trifolium alpestre*, *Ulmus minor*, *Verbascum lychnitis*, *Vicia pisiformis*, *V. tenuifolia*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Viola reichenbachiana* и некоторые другие.

В составе этой группы довольно многочисленны долинно-речные виды, которые исключительно, или почти исключительно, приурочены к долинам наиболее крупных рек. Благодаря высокой мозаичности долинных ландшафтов с наличием открытых хорошо прогреваемых и освещенных пространств эти виды успешно распространяются значительно севернее лесостепной и степной зон. Среди таких видов: *Agrostis syreistschikowii*, *Alisma lanceolatum*, *Allium angulosum*, *Aristolochia clematidis*, *Artemisia abrotanum*, *Asparagus officinalis*, *Cardamine parviflora*, *Clematis recta*, *Crypsis alopecuroides*, *C. schoenoides*, *Cyperus fuscus*, *Dichostylis micheliana*, *Elatine alsinastrum*, *Eleocharis uniglumis*, *Eragrostis rivalis*, *Eryngium planum*, *Euphorbia lucida*, *Filipendula stepposa*, *Galium physocarpum*, *Gnaphalium luteo-album*, *G. rossicum*, *Gratiola officinalis*, *Inula hirta*, *Koeleria delavignei*, *Lythrum virgatum*, *Melampyrum cristatum*, *Najas major*, *Ostericum palustre*, *Phleum phleoides*, *Populus nigra*, *Pseudolysimachion spurium*, *Ptarmica salicifolia*, *Pulicaria vulgaris*, *Pycreus flavescens*, *Rumex ucrainicus*, *Salvinia natans*, *Sanguisorba officinalis*, *Scirpoides*

*holoschoenus*, *Scutellaria hastifolia*, *Sedum sexangulare*, *Senecio tataricus*, *Silene chlorantha*, *Symphytum tanaicense*, *Teucrium scordium*, *Thalictrum minus*, *T. simplex*, *Trapa natans*, *T. rossica*, *T. pseudocolchica*, *Valeriana wolgensis*, *Veronica catenata*, *V. heureka*, *Viola persicifolia*.

Некоторые термофильные виды производят впечатление аборигенных в изучаемом регионе. Они встречаются как в нарушенных фитоценозах, так и в естественных, и, вероятно, прогрессивно распространяются в северном направлении, что требует специального изучения. К таким видам можно отнести *Kochia laniflora*, *Pedicularis kaufmannii*, *Poa crispera*, *Psyllium arenarium*, *Senecio borysthenticus*, *Triglochin maritimum*, *Veronica prostrata*.

У северной границы ареала в регионе представлены также некоторые неморальные мезофильные (*Carex umbrosa*, *Carpinus betulus*, *Corydalis cava*, *Dentaria bulbifera*), а также псаммофильные и предпочитающие сырые почвенные обнажения виды: *Anthyllis schiwereckii*, *Atocion lithuanicum*, *Centunculus minimus*, *Cerastium semidecandrum*, *Juncus capitatus*, *Polygonum psammophilum*, *P. sabulosum*, *Chrysaspis dubia*, *Radiola linoides*, *Verbascum densiflorum*, *V. phlomoides*, *Veronica dillenii*.

Довольно обширную группу составляют виды с южной границей ареала в районе исследования. Это преимущественно бореальные виды, среди которых: *Alnus incana*, *Anthyllis arenaria*, *A. vulneraria*, *Avenella flexuosa*, большинство видов рода *Alchemilla*, *Betula humilis*, *Botrychium anthemoides*, *Campanula latifolia*, *Carex brunnescens*, *C. chordorrhiza*, *C. dioica*, *C. disperma*, *C. globularis*, *C. juncella*, *C. limosa*, *C. loliacea*, *C. paupercula*, *C. rhynchophysa*, *C. vaginata*, *Carlina fennica*, *Chamaedaphne calyculata*, *Cinna latifolia*, *Cirsium heterophyllum*, *Clyceria lithuanica*, *Conioselinum vaginatum*, *Corallorhiza trifida*, *Dactylorhiza cruenta*, *Delphinium elatum*, *Diphasiastrum complanatum*, *D. tristachyum*, *Diphasiastrum × zeileri*, *Drosera anglica*, *Dryopteris assimilis*, *Eleocharis mamillata*, *Empetrum nigrum*, *Eriophorum gracile*, *Goodyera repens*, *Hepatica nobilis*, *Hermidium monorchis*, *Huperzia selago*, *Juniperus communis*, *Liparis loeselii*, *Malaxis monophyllos*, *Matteuccia struthiopteris*, *Melandrium dioicum*, *Moneses uniflora*, *Montia fontana*, *Oxycoccus microcarpus*, *Pedicularis sceptrum-carolinum*, *Phegopteris connectilis*, *Picea abies*, *Pyrola chlorantha*, *Rhynchospora alba*, *Salix lapponum*, *S. myrtilloides*, *S. viminalis*, *Saxifraga hirculus*, *Scheuchzeria palustris*, *Scrophularia umbrosa*, *Senecio paludosus*, *Sparganium glomeratum*, *Stellaria crassifolia*, *S. fennica*, *S. longifolia*, *Tragopogon pratensis*, *Trisetum sibiricum*, *Utricularia minor*, *U. intermedia*.

Своеобразную группу видов с южной границей ареала в регионе составляют *Androsace filiformis*, *Carex aquatilis*, *Moehringia lateriflora*, *Petasites spurius*, *Urtica sondenii*. Находки этих видов логичнее было бы ожидать в северной части региона, однако они известны из южных и центральных районов. Некоторые из них избегают богатых глинистых почв, которые довольно широко представлены на севере региона, а также предпочитают долины и поймы крупных рек (поймы Днестра, Сожа, Ипути, в верховьях слабо выработанные, узкие). Вероятно, существование перечисленных видов здесь возможно благодаря комплексу указанных экологических условий.



Относительно небольшая группа видов в регионе представлена одновременно у восточной и северной границ распространения. Это преимущественно термофильные западно- и центральноевропейские виды. Многие из них в своем распространении ограничены долиной Днепра и едва лишь заходят восточнее ее субдолготного отрезка. К тому же, некоторые из них являются индикаторами постепенного угасания роли неморального флористического комплекса при продвижении с европейского запада к востоку. Среди таких видов следует отметить: *Allium ursinum*, *Arnica montana*, *Berula erecta*, *Caltha radicans*, *C. cornuta*, *Cardamine flexuosa*, *C. pratensis*, *Carex lepidocarpa*, *C. paniculata*, *Cirsium rivulare*, *Dactylis polygama*, *Drymochloa sylvatica*, *Hieracium sylvularum*, *Hierochloa australis*, *Holcus mollis*, *Hylotelephium maximum*, *Hypericum montanum*, *Juncus squarrosus*, *Luzula campestris*, *Melampyrum nemorosum*, *M. praecox*, *Mentha aquatica*, *Persicaria mitis*, *Polypodium vulgare*, *Potentilla arenaria*, *Pulsatilla pratensis*, *Taraxacum erythrospermum*, *Viscum album*.

Распространение некоторых видов с восточной границей ареала в регионе объяснить однозначно сложно, к таким видам можно отнести: *Arabis sagittata*, *Armeria vulgaris*, *Aquilegia vulgaris*, *Cardaminopsis arenosa*, *Corydalis intermedia*, *Cephalanthera damasonium*, *Gladiolus palustris*, *Gagea spathacea*, *Hieracium diaphanoides*, *Spergula morisonii*. При этом ранее известные местонахождения *Cephalanthera damasonium*, *Gagea spathacea*, *Gladiolus palustris* в значительном отрыве от основного ареала в регионе можно считать реликтовыми, однако отдельные из них могут иметь адвентивное происхождение или вовсе указаны ошибочно.

Одна часть популяций *Cardaminopsis arenosa*, *Spergula morisonii*, *Armeria vulgaris* и *Aquilegia vulgaris*, вероятно, имеет естественное происхождение, но другая – несомненно, адвентивного происхождения. Можно сказать, что эти виды в настоящее время расширяют свои ареалы на изучаемой территории. Местонахождения *Hieracium diaphanoides*, *Arabis sagittata*, *Corydalis intermedia* и *Equisetum variegatum*, возможно, лишь адвентивного происхождения, но они найдены, за исключением нескольких местонахождений последнего, во вполне естественных экотопах.

Среди видов, представленных в регионе у западной границы ареала: *Arabis pendula*, *Salix vinogradovii*, *Euphorbia uralensis*, *Cirsium canum*, *Galatella rossica*, *Scorzonera purpurea*, *Carex colchica*.

Ниже приведены сведения о распространении некоторых видов растений, представленных в изучаемом регионе у естественных границ своих ареалов и выступающих в качестве важных маркерных видов при крупномасштабном ботанико-географическом районировании.

1. *Carex brizoides* L. Западно- и центральноевропейский вид, приуроченный в Европе преимущественно к зоне широколиственных лесов. Заходит западным краем ареала в пределы Брянской, Калужской, Ленинградской, Орловской и Тверской областей России [7, 14, 24, 50]. В Беларуси вид наиболее обычен в Белорусском Полесье, реже встречается в более северных районах, где местами возможно лишь заносится (Мядельский, Россонский, Могилевский р-ны и др.). Вероятно заносное растение в Велижском районе Смолен-

ской [31] и Тверской [24] областей. Обычно выступает в качестве доминанта (иногда образует моnodоминантный покров) на большой площади в широколиственных (дубовые, грабовые), мелколиственных (березняки, осинники, ольсы) и смешанных лесах, иногда в ельниках и сосняках кисличных. Предпочитает леса кисличного, снытевого и черничного типов. Возможно, прогрессирующий вид, который постепенно распространяется в восточном и северном направлениях, поскольку в Брянской области он отмечен лишь в 1970-ые гг. [7]. В Беларуси вид стал регулярно регистрироваться в 1880–1890-ые гг. (KW, LE, LECB), однако и тогда он был редок. Например, в Беловежской Пуще обнаружен И. К. Пачоским лишь в одном месте, но обильно (KW). Первый сбор вида в республике датирован 1823 г. (д. Щорсы Новогрудского р-на, KRAM), куда он, возможно, попал в усадьбу Хрептовичей с посадочным материалом из Центральной Европы. Как парковое растение указан для д. Турск Рогачевского р-на [16] и был отмечен нами в старом парке (д. Веприн Чериковского р-на, Д. Д., 1995), у альтанки из лиственниц.



**Рис. 1.** Картограмма распространения *Carex brizoides* L. в районе исследования.

В регионе вид встречается на северо-восточной границе ареала, примерно проходящей по линии: д. Голынец Могилевского р-на – д. Боровая Костюковичского р-на – г. Новозыбков – п. Выгоничи (рис. 1).

*Местонахождения вида в регионе.* РБ. Ветковский р-н, окр. д. Бартоломеевка, А. С., Д. Д., Т. Морозова, 15.06.2001, MSK; Гомельский р-н, окр. д. Терюха, Г. В., Д. Т., 3.05.1980, MSK; Белицкое л-во, Косарева, 12.06.1974, НМ.; Добрушский р-н, окр. д. Хорошевка, Н. К., В. Булат, 24.05.1977, MSK; Кормянский р-н, окр. д. Кляпин, В. Лебедько, 07.08.2012, MSK; Костюковичский р-н, окр. д. Боровая, Д. Д., 22.07.2000, MSK; Лоевский р-н, окр. д. Карповка, А. С., Т. Морозова, 12.08.1994, ДЗ; окр. д. Орел, А. С., 01.06.1994, ДЗ; Чечерский р-н, окр. д. Рудня Бартоломеевская, А. С., Т. Морозова, 17.06.2004, MSK; окр. д. Полесье, Д. Д., А. С., 25.07.2007, MSK.

РФ. Жуковский р-н, у п. Вщиж [9]; Новозыбковский р-н, Новозыбковское л-во, окр. п. Карховка [6]; кв. 100, 109, 114, 119 [8]; Софиевское л-во, у д. Софиевка [6]; кв. 69, 73 [8]. К востоку от района исследования в Брянской области указан для Карачевского и Навлинского р-нов [14; А.Д., УС].

2. *Carex umbrosa* Host. Типовой подвид встречается в Западной и Центральной Европе, преимущественно в зоне широколиственных лесов и в горных районах. Заходит западным краем ареала в пределы Брянской и Ленинградской областей России [19, 24, 50]. В Беларуси чаще встречается в Белорусском Полесье, особенно в его западной части, заметно реже встречается к востоку, а единичные местонахождения известны к северу от Полесья (до широты Минска). Обычно растёт небольшими группами и единично по опушкам, прогалинам, вдоль дорог и просек в дубовых, сосново-дубовых лесах орлякового, снытевого и черничного типов, реже в производных от них грабовых и берёзовых лесах, по редколесьям на минеральных островах среди болот. Кальцефильный вид.



Рис. 2. Картограмма распространения *Carex umbrosa* Host. в районе исследования.

В регионе находится на северо-восточной границе ареала, примерно проходящей по линии: д. Орел Лоевского р-на – г. Новозыбков – п. Кокино Выгоничского р-на (рис. 2).

*Местонахождения вида в регионе.* РБ. Лоевский р-н, окр. д. Орел, А. С., 01.06.1994, MSK.

РФ. Брянская обл. Почепский р-н, Краснорогское л-во, у ст. Красный Рог ж.-д. Брянск–Гомель [4,5], (LE); Стародубский р-н, в 1,5 км южнее д. Соколовка, О.Е., 8.09.2004 (LE).

3. *Cervaria rivinii* Gaertn. (*Peucedanum cervaria* (L.) Fenzl.). Европейский вид, который отмечен в Центральной, Южной и Восточной Европе (преимущественно в западной части). В регионе встречается на северной границе ареала. Растёт небольшими группами в дубовых и сосново-дубовых лесах

орлякового типа, по закустаренным и открытым коренным склонам речных долин.

Северная граница ареала вида проходит примерно по линии: д. Новоселки Ветковского р-на – д. Леонтьево Добрушского р-на – г. Дятьково (рис. 3).



**Рис. 3.** Картограмма распространения *Cervaria rivinii* Gaertn. (*Peucedanum cervaria* (L.) Fenzl.) в районе исследования.

*Местонахождения вида в регионе.* РБ. Ветковский р-н, окр. д. Новоселки, Д. Д., 14.06.2001, MSK; Гомельский р-н, окр. д. Терюха, 17.06.1978, MSK; окр. д. Кореневка, И. Янович, Зайцева, 25.07.1958, НМ; Добрушский р-н, окр. г. Добруш, Н. К., В. Булат, 27.06.1978, MSK; окр. д. Дубовый Лог, Д. Д., 21.07.2006, MSK; окр. д. Марьино, Н. К., В. Булат, 25.05.1977, MSK; окр. д. Леонтьево, Г. В., Д. Т., 19.05.1979, MSK; окр. д. Закопытье, Н. К., 17.05.1979, ДЗ.

РФ. Брянский р-н, у п. Глинищево, Ю. С., 28.09.2003 [34]; у п. Добрунь, Ю. С., 8.05.2004 [34]; у п. Титовка, Ю. С., 13.07.2004 [35]; у п. Чайковичи, Ю. С., А. Шапурко, 19.07.2012; Выгоничский р-н, у ст. Красный Рог ж.-д. Брянск–Гомель, Ю. С., 23.06.2004 [35]; у с. Орменка, Ю. С., 4.09.2004 [35]; между д. Кисилевка и д. Субботово, Ю. С., 19.05.2004 [35]; между д. Паниковка и п. Красный Рог, Ю. С., 18.09.2004 [35]; у с. Переторги, Ю. С., 10.07.2006 [35]; Жирятинский р-н, Жирятинское уч. л-во, кв. 29, Ю. С., В. М., 14.06.2014, BRSU; Климовский р-н, ст. Туросна, А. Б., 22.07.1974, BRSU; Клиновский р-н, д. Близна, Толкачева, 30.07.1976, BRSU; в 3 км западнее п. Калинин, А. Б., Э. Величкин, 20.07.1975, BRSU; Почепский р-н, у с. Рамасуха, Ю. С., 26.07.2006 [35]; 71 км. ж.-д. Брянск–Гомель, Ю. С., 15.09.2004, BRSU; Погарский р-н, п. п. «Марковские горы» [37]; Погарский р-н, у с. Гудовка, О. Е. [18]; Трубчевский р-н, у д. Красное, Ю. С., 25.04.2004 [35], у д. Уручье, Ю. С., 19.06.2005 [35]; у д. Кветунь, Ю. С., 4.08.2005 [35].

4. *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench. Бореальный голарктический вид, распространенный в Северной Европе (от Швеции и Польши на западе до Урала – на востоке), Северной Азии и Северной Америке, однако дизъюнктивно [50]. В регионе отмечен на южной границе ареала. Обычно растет плотными группами на достаточно больших по площади массивах верховых облесенных болот, по заболоченным сплавинным берегам дистрофных лесных озер, иногда на частично осушенных верховых торфяниках. Предпочитает исконно-лесные земли и избегает заболоченные и облесенные участки бывших старопахотных угодий.

В регионе вид встречается на южной границе ареала, проходящей по линии: г. п. Буда-Кошелево – д. Беляевка Чечерского р-на – п. Кокино Выгоничского р-на (рис. 4).



**Рис. 4.** Картосхема распространения *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench. в районе исследования.

*Местонахождения вида в регионе.* РБ. Климовичский р-н, Ипутьевская лесная дача [29]; б. Хотимское войтовство (Климовичский р-н), окр. д. Шишковка [25]; окр. д. Склимин, Д. Д., 19.06.2014, MSK; окр. д. Переволочня, Д. Д., 19.06.2014, MSK; окр. дд. Галичи и Милославичи [21]; Кормянский р-н, окр. д. Кляпин, В. Лебедько, 5.06.2012, MSK; Костюковичский р-н, окр. д. Пасека, А. С., 20.06.2014, MSK; Краснопольский р-н, окр. д. Пильня (Чериковского р-на), Д. Д., 24.08.1991, MSK; окр. д. Ельня, Д. Д., 20.07.1990, MSK; окр. д. Старинка (Славгородского р-на), Д. Д., 4.05.1991, MSK; окр. д. Добрянка (Славгородского р-на), Д. Д., 19.07.1990, MSK; окр. д. Мал. Хутора, Д. Д., 24.08.1991, MSK; окр. д. Граковка, Д. Д., 31.08.1991, MSK; Кричевский р-н, окр. д. Коренец, М. Пряхин, 03.09.1928, LE; Славгородский р-н, окр. д. Кремянка, Д. Д., 31.08.1995, MSK; окр. д. Клины, Д. Д., 22.07.1997, ДЗ; Хотимский р-н, окр. д. Варваровка [29]; Чериковский р-н, окр. д. Ли-

мень, Д. Д., MSK; окр. д. Михайловка, Д. Д., 25.08.1994, MSK; окр. д. Зябень, Д. Д., 20.08.1996, MSK; окр. д. Монастырек, Д. Д., 17.08.1995, MSK; у границы с Краснопольским р-ном, по дороге из д. Бакуновичи до Сторонового озера (д. Старинки) [29]; Чечерский р-н, окр. д. Загорье, Д. Т., 13.07.1985, MSK; окр. д. Беляевка, Д. Д., 19.07.2006, MSK; окр. д. Сидоровичи, Д. Д., 19.07.2006, MSK.

РФ. Без указания конкретных местонахождений отмечался в Выгоничском и Клетнянском р-нах [11].

5. *Chondrilla juncea* L. Европейско-западноазиатско-североафриканский вид. Встречается почти по всей Европе (преимущественно в южной и центральной частях), Зап. и Ср. Азии, Сев. Африке; натурализовался на других континентах (Австралия, Сев. и Южн. Америка) [49]. В регионе отмечен на северной границе европейского фрагмента ареала. Обычно раст. ет группами или образует небольшие заросли на бедных песчаных почвах. Предпочитает солнечные открытые и хорошо прогреваемые места. Встречается по песчаным дюнам, сосновым редколесьям, вдоль дорог, старым песчаным пустошам, высоким гривам в долинах рек и по их открытым коренным склонам.

Северная граница ареала проходит примерно по линии: д. Клины Славгородского р-на – д. Бельниковичи Костюковичского р-на – г. Брянск (рис. 5).

*Местонахождения вида в регионе.* РБ. Ветковский р-н, окр. д. Столбун, Д. Д., 15.06.2001, MSK; окр. д. Светиловичи, Д. Д., 02.09.2003, MSK; окр. д. Новоивановка, Д. Д., Р. Новицкий, 19.07.2006, MSK; окр. д. Беседь, Р. Блажевич, 10.07.1975, MSK; окр. д. Шерстин, Д. Д., 20.07.2006, MSK; окр. д. Казацкие Болсуны, Д. Д., А. С., 25.07.2007, MSK; окр. д. Новоселки, Д. Т., 9.06.1980, MSK; окр. д. Присно, Д. Д., А. С., 17.06.2010, MSK; Гомельский р-н, окр. ст. Новобелица, В. Тихомиров, 31.05.2002, MSKU; г. Гомель, Д. Т., 6.09.1985, MSK; окр. ст. Светоч, Д. Т., 30.08.1974, MSKU; окр. д. Терюха, Г. В., 15.06.1978, MSK; Добрушский р-н, окр. г. Добруш, А. С., Т. Морозова, 15.06.2001, MSK; окр. д. Дударево, В. Тихомиров, 01.06.2002, MSKU; окр. д. Рассвет, Д. Д., 15.06.2001, MSK; д. Ларищево, Н. К., 12.07.1964, MSK, MSKU; окр. д. Марьино, Н. К., 25.05.1977, ДЗ; окр. г. Добруш, Н.К., Л. Симоневич, 21.05.1977, MSK; ст. Добруш, В. Кречетович, 25.07.1926, LE; Костюковичский р-н, окр. д. Каничи, М. Джус, MSKU; Славгородский р-н, д. Клины, Д. Д., 07.07.1991, MSK; Чечерский р-н, окр. д. Подлужье, А. С., Т. Морозова, 19.06.2004, MSK.

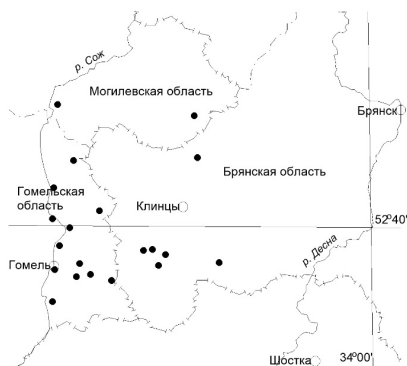


Рис. 5. Картограмма распространения *Chondrilla juncea* L. в районе исследования.

РФ. Климовский р-н, окр. оз. Брус, Ю.С., 20.07.2007, BRSU; Новозыбковский р-н, Новозыбковское л-во, кв. 40, 87, окр. Новозыбковской опытной станции [8]; в 1,5 км юго-восточнее г. Новозыбков, А.Б., 4.08.1974, 10.08.1974, BRSU; с. Перевоз, 10.06.1975, BRSU; Суражский р-н, юго-восточнее д. Красная Слобода, Ю.С., 16.07.2014, BRSU.

Без указания конкретных местонахождений приводится для Брянского, Выгоничского, Новозыбковского р-нов, изредка, в том числе, как заносное по ж.-д. путям [4, 11].

6. *Cruciata verna* (Scop.) Gutermann et Ehrend. (*C. glabra* (L.) Ehrend.). Западно- и центральноевропейский вид, который приурочен в Европе преимущественно к горным районам. Заходит на Кавказ, Алтай и западным краем ареала – в Восточную Европу [21, 24, 50]. На равнинах это вид с «горной экологией», поскольку он обычно встречается в пределах моренных возвышенностей и краевых ледниковых образований. Растет обычно небольшими плотными группами по опушкам, вдоль лесных дорог и просек, на полянах, прогалинах, вырубках, облесенных склонах коренных склонов речных долин. Чаше отмечается в дубравах и сосново-дубовых лесах орлякового, черничного, кисличного и снытевого типов, реже в производных от них мелколиственных и смешанных насаждениях, грабняках. Обычно встречается в богатых видами сообществах.

В рассматриваемом регионе вид отмечен на северной и восточной границах ареала. Северная граница проходит примерно по линии: д. Волыницы Кормянского р-на – г. Гомель – г. Клинцы – п. Выгоничи (рис. 6).



**Рис. 6.** Картограмма распространения *Crucjata verna* (Scop.) Gutermann et Ehrend. (*C. glabra* (L.) Ehrend.) в районе исследования.

*Местонахождения вида в регионе.* РБ. Гомельский р-н, окр. д. Студеная Гута, Д. Д., 18.06.2010, MSK; окр. д. Терюха, Г. В., 17.07.1978, MSK; окр. д. Терюха, Г. В., Д. Т., 16.05.1980, MSK; окр. д. Новая Гута, Г. В., Д. Т., 29.04.1980, MSK; окр. д. Шарпиловка, Д. Т., 29.04.1980, MSK; окр. д. Осовинна, Д. Т., 03.05.1980, ДЗ; окр. д. Мильча [26]; Кормянский р-н, окр. д. Волынцы, В. Лебедько, 15.06.2014, MSK; Лоевский р-н, окр. г. Лоев, В. Михайловская, 23.05.1949, MSK; окр. г. Лоев, И. Пачосский, 30.04.1892, LE.

В качестве адвентивного растения выявлен и немного севернее рассматриваемого региона: Горецкий р-н, окр. ст. Погодино, Д. Д., 13.05.1995, MSK; Климовичский р-н, окр. д. Домамеричи, Д. Д., 19.07.2000, MSK.

РФ. Выгоничский р-н, у с. Удельные Уты, Ю. С., 20.05.2004, BRSU; на участке с. Удельные Уты – д. Уручье, Ю. С., 20.05.2005, 5.08.2005 [8,35]; у д. Кисилевка, Ю. С., 1.08.2007 [35]; Выгоничское л-во, кв. 58, Ю. С., 1.08.2007 [27]; Климовский р-н, окр. д. Соловской, Ю. С., Н. П., 19.07.2007, BRSU; Почепский р-н, южнее г. Почеп [1]; Милечское л-во, кв. 37, Ю. С., 19.05.2012 [35]; Семецкое л-во, кв. 34, А. Б., 18.06.1989 [12]; Стародубский р-н, окр. д. Галещина, Ю. С., 13.05.2015, BRSU; у д. Малышкин, Ю. С., 24.06.2014, BRSU.

*7. Eionotus europaeus* L. Европейско-западноазиатский вид. Отмечен почти по всей Европе (преимущественно в южной и центральной частях), Зап. Азии (Турция) и на Кавказе [24, 49, 50]. В регионе встречается на северной границе европейского фрагмента ареала. Обычно растет группами или образует небольшие заросли в подлеске широколиственных, смешанных и мелколиственных лесов преимущественно орлякового, кисличного, снытевого, крапивного типов. Предпочитает опушки, поляны, прогалины. Встречается также по склоновым участкам в долинах рек, осушенным торфяникам. Ранее (1940–1950-ые гг.) разводился наряду с бересклетом бородавчатым как



гуттаперченосное растение. Поэтому его некоторые изолированные местонахождения в более северных районах Беларуси, возможно, являются свидетельством прежнего культивирования (окр. д. Селец Могилевского р-на, окр. г. Чериков и д. Вымочь Чериковского р-на). Возможно, является заносным в некоторых местонахождениях в районе исследования в пределах Брянской области.

Северная граница ареала проходит по линии г.п. Корма – д. Деряжня Костюковичского р-на – г. Сельцо (Брянская область) (рис. 7).



**Рис. 7.** Картограмма распространения *Euonymus europaeus* L. в районе исследования.

*Местонахождения вида в регионе.* РБ. Ветковский р-н: окр. д. Новоселки, Д. Т., 8.06.1980, MSK; Гомельский р-н, окр. г. Гомель, Н.К., С. Лапковская, 27.05.1962, MSK; окр. д. Терюха, Г. В., Д. Т., 18.04.1979, MSK; окр. д. Кореневка, Е. Кушелевич, 12.08.1933, MSK; Добрушский р-н, окр. г. Добруш, Н. К., Л. Симонович, В. Булат, 23.05.1977, MSK; окр. г. Добруш, Г. В., Д. Т., 27.04.1979, MSK; Костюковичский р-н, Деряжинское л-во [47]; окр. д. Беляевка, Р. Блажевич, 1975, ДЗ; Чечерский р-н, окр. д. Болсуны, Д. Д., 25.07.2007, MSK.

РФ. Брянский р-н, у с. Хотылево, Ю. С., 28.06.2005, BRSU; у д. Сельцо, Ю. С., 14.08.2004, BRSU; в 0,5 км юго-восточнее Свенского монастыря, Ю. С., 29.09.2004 [34]; Почепский р-н, Семенское л-во, кв. 12, А. Б., 23.06.1985 [12]; г. Брянск, долина р. Снежень, Ю. С. [35]. Вероятно, как интродуцент на территории музея-усадьбы Ф. И. Тютчева в с. Овстуг (Жуковский р-н).

8. *Genista germanica* L. Европейский вид. Отмечен почти по всей Европе (преимущественно в южной и центральной частях) [49, 50]. В районе исследования встречается на северной границе ареала. Обычно растет небольшими группами или одиночно в подлеске сухих сосновых и березовых лесов мшистого, орлякового и черничного типов. Предпочитает хорошо прогреваемые

опушки, поляны, прогалины, часто встречается вдоль дорог и просек. Обычно приурочен к конечнo-моренным образованиям.

Северная граница ареала проходит примерно по линии: г. Славгород – г. Чериков – г. Брянск (рис. 8).



**Рис. 8.** Картограмма распространения *Genista germanica* L. в районе исследования.

*Местонахождения вида в регионе.* РБ. Ветковский р-н, окр. д. Беседь, Д. Д., 20.07.2006, MSK; с. Камылин (Камелин), аноним, 13.07.1899, MW; с. Речки, З. Евсева, 26.07.1915, ЛЕСВ; Гомельский р-н, окр. д. Терюха, Г. В., 17.06.1978, MSK; окр. д. Ст. Ченки, Л. Крайцева, А. Жевлакова, 09.06.1972, НМ; окр. д. Ново-Белица, Г. Паламарчук, 1977, НМ; г. Гомель, О. Докукина, 08.07.1978, НМ; Ленинский л-з, М. Курбацкая, 15.07.1975, НМ; Приборское л-во, Е. Чаленко, Л. Зарезкая, 05.08.1975, НМ; 14 км Черниговского шоссе, Бондарь, Пальхова, 15.06.1956, НМ; г. Гомель, «Волотовский луг», Ковалева, 24.05.1955, НМ; Ново-Белица, С. Княжица, 12.06.1973, НМ; окр. д. Головинцы, Т. Халево, 12.07.1985, MSKU; окр. г. Гомель, И. Пачосский, 17.06.1892, KW; Добрушский р-н, окр. д. Дубовый Лог, Д. Д., 21.07.2006, MSK; окр. г. Добруш, Н. К., В. Булат, 27.06.1978, MSK; окр. д. Хорошевка, Н. К., В. Булат, 24.05.1977, MSK; окр. д. Марьино, Г. В., 11.07.1975, MSK; окр. д. Дубецкое, Д. Д., А. С., 27.07.2007, MSK; Лоевский р-н, окр. д. Рудня Каменева, Д. Д., А. С., Д. Т., 9.06.2010, MSK; Славгородский р-н, между дд. Гайшин и Глинка (Бавтуто, 1990); Чериковский р-н, окр. д. Соколовка, Д. Д., 28.06.1990, MSK; окр. дд. Баков и Журавель, Д. Д., 23.08.1994, MSK; окр. д. Богдановка, Д. Д., 12.07.1998, MSK; Чечерский р-н, окр. д. Подлужье, А. С., Т. Морозова, 19.06.2004, MSK; д. Покоть, Кадаев, УС.

РФ. Выгоничский р-н, Выгоничское л-во, кв. 27; Жирятинское л-во, кв. 95 [10]; окр. п. Красный Рог [5]; окр. с. Удельные Уты, Мерцалова, Малинова, BRSU; Красногорское уч. л-во, кв. 62, выд. 27, Ю. С., 28.04.2015, BRSU; севернее п. Евтиховский, Ю. С., 28.08.2004 [35]; окр. с. Орменка,

Ю. С., 4.09.2004, 19.09.2004 [35]; окр. д. Красная Звезда, Ю. С., 14.09.2004 [35]; Жирятинский р-н, Жирятинское уч. л-во, кв. 49, Ю. С., 19.06.2011 [35]; Злынковский р-н, п. Воронова Гута [15]; Климовский р-н, у с. Курозново [33]; Клинцовский р-н, окр. г. Клинцы [46], KW, LE; окр. с. Ущерпье, Ю. С., 3.09.2009 [35]; Новозыбковский р-н, д. Рудня у ст. Перевоз [15]; окр. д. Новые Бобовичи, 196?, Гришина, BRSU; окр. с. Катичи, Коновалова, 21.06.1972, BRSU; окр. с. Любин, А. Б., 26.08.1974, BRSU; Почепский р-н, окр. г. Почеп [41]; окр. п. Красный Рог [40]; между п. Красный Рог и д. Локна, LE; окр. д. Поповка, Ю. С. 29.07.2005 [35]; Милечское л-во, кв. 3, 8, 9, Ю. С., 30.08.2005 [13]; Семяцкое л-во, кв. 53 [2]; Стародубский р-н, Еленский лес, кв. 21, 30.05.1979, BRSU; Трубчевский р-н, у д. Слобода, 3.07.1921 [40].

Без указания конкретных местонахождений приводится для Новозыбковского, Климовского (песчаные террасы р. Снов), Почепского, Трубчевского, Навлинского, Карачевского [4]; Новозыбковского [33] р-нов; Брянского уезда [43].

9. *Gypsophila fastigiata* L. Европейский вид, встречающийся преимущественно в Центральной, Восточной и Южной Европе [49, 50]. В регионе отмечен на северной и восточной границах ареала. Встречается небольшими группами в сухих сосновых и березовых лесах мшистого, брусничного и орлякового типов. Предпочитает хорошо прогреваемые опушки, поляны, прогалины, вырубки, часто вдоль дорог и просек, по склонам дюн и облесенным выемкам у дорог. Обычно растет на песках, обогащенных кальцием, в комплексе с другими термофильными и псаммофильными видами растений. Тяготеет к надпойменным террасам рек.

Граница ареала проходит по линии д. Усохи Славгородского р-на – д. Головчицы Чериковского р-на – г. Новозыбков (рис. 9).



**Рис. 9.** Картограмма распространения *Gypsophila fastigiata* L. в районе исследования.

*Местонахождения вида в регионе.* РБ. Ветковский р-н: окр. д. Беседь, Г. В., 10.07.1975, MSK; окр. д. Светиловичи, Д. Д., 02.09.2003, MSK; Гомельский р-н, окр. д. Шарпиловка, А. С., Т. Морозова, 10.08.1994, MSK; окр.

ст. Терюха, Д. Т., 01.05.1980, ДЗ; Ленинский л-з, М. Курбацкая, 14.07.1975, НМ; Первомайское л-во, Черленок, 08.07.1972, НМ; г. Гомель, А. Жеребков, 12.06.1970, НМ; Кормянский р-н, окр. д. Волинцы, В. Лебедько, 10.05.2014, MSK; Краснопольский р-н, окр. д. Кожемякино, Д. Д., 10.07.1990, MSK; окр. д. Мал. Хутора, Д. Д., 24.08.1991, ДЗ; окр. д. Добрянка (Славгородского р-на), Д. Д., 20.07.1990, ДЗ; окр. д. Ельня, Д. Д., 21.06.1995, ДЗ; окр. д. Граковка, Д. Д., 20.07.1990, ДЗ; Славгородский р-н, окр. д. Старинка, Д. Д., 16.08.1990, MSK; окр. д. Кремянка, Д. Д., 18.06.1995, MSK; окр. д. Клины, Д. Д., 07.07.1991, MSK; окр. д. Сергеевка, Д. Д., 07.07.1991, ДЗ; окр. д. Станки, Д. Д., 18.08.1998, MSK; Чериковский р-н, окр. д. Монастырек, Д. Д., 06.08.1993, MSK; там же, О. Полянская, 25.08.1926, MSK; окр. д. Пильня, Д. Д., 13.08.1996, MSK; окр. д. Ушаки, Д. Д., 10.08.1996, MSK; окр. д. Головчицы, Д. Д., 12.08.1995, MSK; окр. д. Драгунские Хутора, Д. Д., 04.08.1990, MSK; окр. д. Бакуновичи, Д. Д., 04.05.1991, MSK; Чечерский р-н, окр. д. Загорье, А. С., Т. Морозова, 18.06.2004, MSK.

РФ. Злынковский р-н, окр. г. Злынка [4]. Новозыбковский р-н, у пгт. Вышков (Малиновый Остров) [15]; в 7 км западнее с. Перевоз, Новозыбковское л-во, кв. 204 [22].

Без указания конкретных местонахождений отмечался в Климовском и Клинецком р-нах [22].

10. *Helianthemum nummularium* (L.) Mill. Европейско-западноазиатский вид, встречающийся преимущественно в южной и центральной частях Европы [42, 49, 50]. В регионе встречается на северной и, вероятно, на западной границе ареала, поскольку западнее р. Днепр замещается близким видом – *H. chamaecistus* Mill. Переходные между этими двумя таксонами особи отмечены на Минской возвышенности. Они предположительно могут быть гибридами, которым принадлежит название *H. × kernerii* Gottlieb et Janchen. Обычно растет небольшими группами в сухих сосновых и дубовых лесах мшистого и орлякового типов. Предпочитает хорошо прогреваемые опушки, поляны, прогалины, встречается вдоль дорог и просек, где местами появляется после их реконструкции, при которой вскрываются богатые кальцием породы. Отмечен в Рославльском и Ершицком р-нах Смоленской области России [31].

Северная граница ареала проходит по линии г. Чериков – г. Рославль (рис. 10).

*Местонахождения вида в регионе.* РБ. Гомельский р-н, г. Гомель, О. Горбачева, 01.07.1977, НМ; Чериковский р-н, окр. д. Монастырек, Д. Д., 09.08.2000 MSK; окр. д. Лимень, Д. Д., 26.05.1989, MSK; окр. г. Чериков, Д. Т. 25.08.1984, MSK; окр. д. Гронов, Д. Д., 23.08.1996, MSK; окр. г. Чериков, Д. Д., 11.08.1989, MSK.



**Рис. 10.** Картохема распространения *Helianthemum nummularium* (L.) Mill. в районе исследования.

РФ. Брянский р-н, 13 км Рославльского шоссе от Брянска, Б. Гроздов (БГОКМ); окр. г. Брянск [33]; окр. с. Хотылево [40]; у с. Семиполозы, Ю. С., 21.06.2011 [35]; Выгоничский р-н, окр. п. Красный Рог [5]; в 0,5 км юго-восточнее р. Хмелево ж.-д. Брянск–Гомель, Ю. С., 18.06.2004, BRSU; у ст. Красный Рог ж.-д. Брянск–Гомель; Ю. С., 3.06.2005, BRSU; Жирятинский р-н, в 4,0 км восточнее д. Сумиль, О.Е. [22]; южнее с. Колычево, Ю. С., 20.06.2009 [35]; Жуковский р-н, у г. Жуковка, В. Х., ОНН [40]; окр. оз. Ореховое, В. Х., ОНН [40]; берег р. Десна близ р. Угость, В. Х., ОНН [40]; окр. г. Жуковка [33]; у оз. Святое у 5 разъезда, В.Х., 14.06.1904, LE [40]; западнее с. Речица, Ю.С., 16.08.2009 [35]; пл. 176 км ж.-д. Брянск–Смоленск, ж.-д. насыпь, 17.08.2011, А. Шапурко [45]; Злынковский р-н, севернее г. Злынка [37]; Клетнянский р-н, в 1 км юго-восточнее д. Красный Дворец [39]; Мглинский р-н, окр. д. Луговка [39]; Климовский р-н, д. Сачковичи, Диомидов, 4.06.1975, BRSU; 8.06.1975, BRSU; с. Покровское, Провина, Шпурко, 23.06.1968, BRSU; Мглинский р-н, окр. х. Седки, Ю. Федотов [22]; Новозыбковский р-н, с. Манюки, Кузнецова, 6.1969; ст. Перевоз, 5.6.1971, BRSU; Демина, 9.06.1974, BRSU; Морозова, Шалатонова, 3.06.1974, BRSU; Сычева, 8.07.1974, BRSU; окр. х. Любин, Вилинский, Маркин, 2.06.1972, BRSU; д. Карховка, Журова, 20.06.1974, BRSU; у г. Новозыбков, Широкова, 16.06.1967, BRSU; совхоз «Вперед», Маленина, 11.06.1974, BRSU; без точного указания в Новозыбковском р-не, Шхляров, 4.07.1974, BRSU; Шатохина, 06.1974, BRSU; Боков, Петроченко, 10.07.1971, BRSU; берег Ипути, BRSU; пойма р. Ипуть, 20.06.1974, BRSU; Воеводин, Бояренко, 10.06.1971, BRSU; Погарский р-н, долина р. Судость [33]; окр. д. Лукин [10]; окр. х. Роговичи [32]; у д. Марковск [37]; О. Е. [22]; С. Москаленко, 8.2007, BRSU; у д. Лукин, 1973, BRSU; Погарский р-н, у с. Гудовка, О. Е. [18]; Почепский р-н, в 2,0 км южнее д. Азарово, Б. Гроздов (БГОКМ); окр. г. Почеп, И. Пачосский, 1897, LE; окр. п. Красный Рог [5]; окр. п. Красный Рог, В. Х., ОНН [40]; окр. с. Ро-

гово, Б. Гроздов (БГОКМ); у д. Кожемяки, Ю. С., 31.05.2007 [27]; у д. Поляна, Ю. С., 31.05.2007 [27]; Рогнединский р-н, окр. д. Шаровичи, Б. Х., MW; окр. ж.-д. ст. Снопоть, Б. Х., MW; Стародубский р-н, окр. г. Стародуб [32]; Суражский р-н, у д. Красная Слобода, ур. Городище, Ю. С., 27.07.2013, BRSU; Унечский р-н, у г. Унеча, 17.07.1970, BRSU; г. Брянск, п. п. «Роша Соловьи», 24.06.1992, Митькина и др., BRSU (указание сомнительное).

Без указания конкретных местонахождений отмечался в Новозыбковском и Унечском р-нах [15].

11. *Melandrium dioicum* (L.) Coss. et Germ. Европейско-североафриканский вид (GRIN). В регионе встречается на южной границе ареала. Растет группами, часто образует небольшие заросли в сырых и заболоченных ольховых, еловых, березовых, елово-ольховых, смешанных лесах кисличного, крапивного, болотнопапоротникового, приручейно-травяного типов. Нередко встречается вдоль дорог и просек, на полянах, вырубках, в долинах рек и ручьев. Вероятно, также распространяется по нарушенным лесам.

Южная граница ареала проходит примерно по линии: г. Славгород – д. Веприн Чериковского р-на (рис. 11).



Рис. 11. Картограмма распространения *Melandrium dioicum* (L.) Coss. et Germ. в районе исследования.

Местонахождения вида в регионе. РБ. Чериковский р-н, окр. д. Веприн, Д. Т. 28.08.1984, MSK; окр. г. Чериков, Д. Д., 12.07.2001, MSK; окр. д. Лимень, Д. Д., 26.05.1989, MSK; окр. д. Вымочь, 03.07.1989, MSK; окр. д. Горки, Д. Д., 01.05.1989, MSK; окр. д. Лесань, Д. Д., 13.07.1998, MSK.

РФ. Для района исследования без конкретных местонахождений приводится для Дубровского, Дятковского, Клетнянского, Новозыбковского, Почепского р-нов [4, 11, 22].

12. *Moehringia lateriflora* (L.) Fenzl. Голарктический вид, который встречается в пределах ареала дизъюнктивно [24, 49]. В регионе отмечен на северо-западной и вблизи южной границ европейского фрагмента ареала. Отсутствует в более северных районах рассматриваемой территории. Растет небольшими группами в сосновых, дубовых, березовых и смешанных лесах кисличного, мшистого, черничного, крапивного типов, среди кустарников. Обычно встречается по локальным понижениям и небольшим склонам, чаще в долинах крупных рек.

Западная граница ареала вида проходит примерно по линии: д. Волынцы Кормянского р-на – д. Сосновка Гомельского р-на – д. Рудня Жигальская Гомельского р-на (рис. 12).



Рис. 12. Картограмма распространения *Moehringia lateriflora* (L.) Fenzl. в районе исследования.

*Местонахождения вида в регионе.* РБ. Гомельский р-н, окр. г. Гомель, И. Пачосский, 07.05.1892, LE, KW; у Речицкого шоссе, Н. Савочкина, 25.05.1979, MSK, НМ; окр. д. Терюха, Кузюкова, 07.1960, НМ; 14 км Черниговского шоссе, Налегач, Шульцева, 15.06.1956, НМ; окр. д. Ченки, Кривецкая и др. 02.06.1973, НМ; окр. д. Студеная Гута и Нов. Гута, Д. Т., А. С., Д. Д., 18.06.2010, MSK; Кормянский р-н, окр. д. Волынцы, В. Лебедько, 15.05.2015, MSK.

РФ. Трубчевский р-н, у п. Рябчовск, Ю. С., 16.05.2005, BRSU; г. Брянск, п. п. «Роща Соловьи», Е. Аверинова, BRSU.

13. *Potentilla alba* L. Европейский вид, который отмечен почти по всей Европе (преимущественно в южной и центральной частях). В регионе вид выявлен на северной границе ареала. Растет в сосново-дубовых, дубовых и березовых лесах орлякового и черничного типов, по опушкам, полянам, про-

галинам, вдоль дорог и просек. Обычно вид приурочен к старовозрастным лесным насаждениям.

Северная граница ареала проходит примерно по линии: д. Поколубичи Гомельского р-на – д. Дубовый Лог Добрушского р-на – г. Дятьково (рис. 13).



**Рис. 13.** Картограмма распространения *Potentilla alba* L. в районе исследования.

*Местонахождения вида в регионе.* РБ. Гомельский р-н, между дд. Грабовка и Епифань [29]; окр. г. Гомель [48]; окр. ст. Новобелица, В. Тихомиров, 31.05.2002, MSKU; п. Красное, В. Михайловская, 12.06.1961, MSK; окр. г. Гомель, И. Пачосский, 01.05.1892, KW; окр. д. Ст. Ченки, Л. Серова, Т. Яшина, 10.06.1970, НМ; окр. д. Поколубичи, Д.Т., 16.06.2010, MSK, окр. д. Мильча, Р. Михайлова, НМ; окр. д. Коренька, Борисенко, Лялькова, 21.05.1970, НМ; окр. д. Давыдовка, А. Чернышев, 21.05.1970, НМ; Добрушский р-н, окр. д. Дубовый Лог, Д. Д., 21.07.2006, MSK; окр. д. Закопытье, Н. К., 17.05.1979, ДЗ; окр. д. Леонтьево, М. Смоктунович, 19.05.1979, MSKU; окр. д. Марьино, Н.К., В. Булат, 25.07.1977, MSK; окр. д. Рассвет, Д. Д., 15.06.2001, MSK; окр. д. Леонтьево, Н. К., В. Булат, 29.06.1978, MSK.

РФ. г. Брянск, п. п. «Роцца Соловьи», Селезень, 25.05.1976, BRSU; Будаева, 7.06.1976, BRSU; Ашеко, 18.05.1976, BRSU; Выгоничский р-н, Жирятинское уч. л-во, кв. 48, Ю. С., В. М., 28.05.2015, BRSU; Дятьковский р-н, окр. г. Дятьково, Дятьковское л-во, кв. 87, 98, 113, А. Б., BRSU; Новозыбковский р-н, с. Любин, 6.06.1972, BRSU; 10.06.1972, BRSU; Коновалова, 21.06.1972, BRSU; Маркин, 10.06.1972, BRSU; Почепский р-н, южнее д. Гамалеевка [1]; Погарский р-н, п. п. «Марковские горы» [37]; С. Москаленко, 05.2006, BRSU; Стародубский р-н, д. Камень, Мамедова (неразб.), 2.07.1976, BRSU; у с. Десятуха, 05.1976, BRSU; западнее д. Галешина, Ю. С., 13.05.2015, BRSU; Трубчевский р-н, южнее г. Трубчевск [1].



14. *Pyrola chlorantha* Sw. Голарктический вид, который отмечен почти по всей Европе (преимущественно в северной и центральной частях). В регионе вид встречается на южной границе ареала. Растет в сосновых, елово-сосновых, березовых и сосново-дубовых лесах мшистого и черничного типов.

Южная граница ареала проходит примерно по линии: г. Чечерск – д. Столбун Ветковского р-на – г. Новозыбков (примерно по южной границе ареала ели) (рис.14).

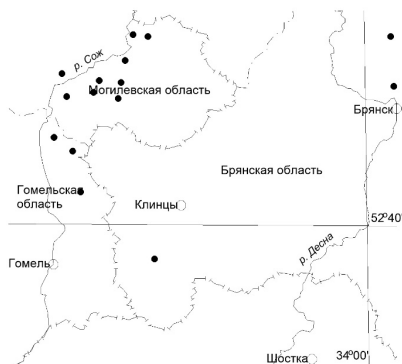


Рис. 14. Картограмма распространения *Pyrola chlorantha* Sw. в районе исследования.

*Местонахождения вида в регионе.* РБ. Ветковский р-н, окр. д. Столбун, Д. Д., 15.06.2001, ДЗ; Климовичский р-н, окр. д. Домамеричи, Д. Д., 19.07.2000, MSK; Кормянский р-н, окр. д. Кляпин, В. Лебедько, 13.06.2011, MSK; Краснопольский р-н, окр. д. Мал. Хутора, Д. Д., 22.07.1997 ДЗ; Кричевский р-н, окр. д. Михеевичи, Д. Д., 15.07.2000, MSK; Славгородский р-н, окр. д. Старинка, Д. Д., 19.05.1995, MSK; окр. д. Александровка 2-ая, Д.Д., 01.08.1998, MSK; Чериковский р-н, окр. д. Лимень, 9.11.1991, MSK; окр. д. Драгунские Хутора, Д. Д., 12.08.1995 MSK; окр. д. Веприн, Д. Т., 28.08.1984, MSK; окр. д. Пильня, М. Пряхин, 13.07.1927, LE; там же, Д. Д., 22.07.1997, MSK; окр. д. Гронов, Д. Д., 29.05.1990, MSK; окр. д. Соколовка, Д. Д., 24.07.1998, MSK; Чечерский р-н, окр. д. Болсуны, Д. Д., 25.07.2007, MSK.

РФ. Брянский р-н, окр. п. Дарковичи, Ю. С., 3.06.2015, BRSU; Дятьковский р-н, Кленовское л-во, кв. 60, А. Б., 1.07.1989; Дятьковское л-во, кв. 94, А. Б., 20.07.1990; Дятьковское л-во, кв. 31, 69, А. Б. [12]; Новозыбковский р-н, Новозыбковское л-во, кв. 114, А. Б. [12].

**Заключение.** Полученные данные о распространении маркерных видов растений будут использованы для уточнения границ фитохорионов при крупномасштабном ботанико-географическом районировании. Кроме того, детальное исследование распространения видов раритетной фракции флоры,

представленных у границ своих естественных ареалов, позволит сопоставлять и более точно интерпретировать флористические и геоботанические данные на трансграничных территориях, осуществлять поиск новых местонахождений редких видов растений, прогнозировать их дальнейшее распространение и более эффективно осуществлять их охрану.

### Литература

1. Алексеев А. К. // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1975. Т. 80, вып. 5. С. 105–108.
2. Анищенко Л. Н., Харлампиева М. В. // Изучение и охрана биоразнообразия Брянской области. Вып. 6. Брянск, 2011. С. 8–10.
3. Бавуго Г. А., Каравосов В. Т. // Ботаника (исследования). Минск, 1990. Вып. 30. С. 161–164.
4. Босек П. З. Растения. – Брянск: Приок. кн. изд-во, 1975. С. 133–205.
5. Босек П. З. Новое для СССР местонахождение *Carex umbrosa* Host (*Cyperaceae*) // Бот. журн. 1977. Т. 62, № 9. С. 1327–1329.
6. Булохов А. Д. // Бот. журн. 1975. Т. 60, № 6. С. 872–873.
7. Булохов А. Д. // Биол. науки. 1975. №2. С. 73–75.
8. Булохов А. Д. и др. // Биол. науки. 1975. №9. С. 73–77.
9. Булохов А. Д., Харитонцев Б. С., Величкин Э. М. // Бот. журн. 1981. Т. 66. № 5. С. 750–753.
10. Булохов А. Д. // Ред. ж. «Биол.науки». М., 1990. Деп. в ВИНТИ 01.08.90, № 4434–В90. 23 с.
11. Булохов А. Д., Величкин Э.М. Определитель растений Юго-Западного Нечерноземья России. Изд-е 2-е, доп. Брянск: Изд-во БГУ, 1998. 380 с.
12. Булохов А. Д., Соломещ А.И. Эколого-флористическая классификация лесов Южного Нечерноземья России. Брянск: Изд-во БГУ, 2003. 359 с.
13. Булохов А. Д., Семенищенок Ю.А., Величкин Э.М. и др. // Вестник Брянского гос. ун-та. 2005. № 4 С. 25–30.
14. Булохов А. Д., Радыгина В. И. // Вестник Брянского гос. ун-та. 2012. № 4 (2). С. 113–116.
15. Виноградов И. С. // Тр. Новозыбковского пед. ин-та. Смоленск: Зокни, 1937. С. 131–153.
16. Высоцкий Г. Н., Савич В.П., Савич Л.И. // Записки Бел. гос. ин-та сельск. и лесн. х-ва. Минск, 1925. Вып. 4. С. 160–209.
17. Дубовик Д. В. Современное состояние и тенденции изменения флоры сосудистых растений восточной части Беларуси (таксономический состав, хорологические особенности, вопросы охраны): автор. дис... канд. биол. наук. Минск, 2009. 23 с.
18. Евстигнеев О. И., Федотов Ю. П., Горнов А. В. // Изучение и охрана биоразнообразия Брянской области. Вып. 6. Брянск, 2011. С. 39–44.
19. Егорова Т. В. Осоки России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб, Сент-Луис: СПб ГХФА; Миссурийский бот. сад, 1999. 772 с.
20. Карта растительности Белорусской ССР. Масштаб 1:1 000 000. Минск: Изд. Наука и техника, 1969.
21. Козловская Н. В. Парфенов В. И. Хорология флоры Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1972. 312 с.
22. Красная книга Брянской области. Растения. Грибы. Брянск: ЗАО «Издательство «Читай-город», 2004. 272 с.
23. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. 4-е изд. Минск: Белорусская Энциклопедия, 2015. 445 с.

24. Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11 изд. М: Тов. науч. изд. КМК, 2014. 635 с.
25. Мейер А. // Сб. Могилевская старина. Могилевь, 1901. Вып. 2. С. 86–137.
26. Паламарчук А. С. Паламарчук Г.Л. // Ботаника (исследования). Минск, 1973. Вып. 15. С. 193–196.
27. Панасенко Н. Н., Семенищенков Ю. А. // Изучение и охрана биоразнообразия Брянской области. Вып. 4. Брянск, 2008. С. 26–32.
28. Парфенов В. И. Флора Белорусского Полесья: современное состояние и тенденции развития. Минск: Наука и техника, 1983. 256 с.
29. Полянская О. С. Склад флэры Беларусі і геаграфічнае пашырэнне паасобных раслінных відаў. Менск: Выд-ва БАН, 1931. 171 с.
30. Растительность европейской части СССР / Под ред. С. А. Грибовой и др. Л.: Наука, 1980. 429 с.
31. Решетникова Н. М. Материалы к флоре Смоленской области // Бюл. ГБС. 2004. Вып. 188. С. 70–102.
32. Рогович А. С. Обзорение семенных и высших споровых растений, входящих в состав флоры губерний Киевского учебного округа: Вольнской, Подольской, Киевской, Черниговской, Полтавской. Киев, 1869. 308 с.
33. Рыбаков Р. Т. // Тр. Белорусской с/х академии. 1955. Т. XXI. С. 176–179.
34. Семенищенков Ю. А. Фитоценотическое разнообразие Судость-Десянского междуречья. Брянск: РИО БГУ, 2009. 400 с.
35. Семенищенков Ю. А. Редкие и нуждающиеся в охране виды сосудистых растений бассейна реки Десны (в пределах Российской Федерации). Ч. I. Брянская область. Свид. о гос. регистрации базы данных № 2011620605. 2011.
36. Семенищенков Ю. А. // Бот. журн. 2015. Т. 100. № 7. С. 625–657.
37. Скворцов А. К. // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1982. Т. 87. Вып 5. С. 104–110.
38. Скворцов А. К., Булохов А.Д., Величкин Э.М. и др. // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1982. Т. 87. Вып. 3. С. 104–110.
39. Федотов Ю. П. // Изучение и охрана биоразнообразия Брянской области. Вып. 2. Трубчевск, 2006. – С. 7–12.
40. Хитрово В. Н. Конспект флоры Орловской губернии // ПФА РАН. Ф. Р IV. Оп. 1. № 344. 1923. 114 с.
41. Хитрово В. Н. // Материалы к познанию природы Орловской губернии. Киев, 1907. № 6. 39 с.
42. Цвелев Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб.: Изд-во СПХВА, 2000. 781 с.
43. Цингер, В. Я. Сборник сведений о флоре средней России. М., 1886. 520 с.
44. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
45. Шапурко А. В. // Изучение и охрана биоразнообразия Брянской области. Вып. 7. Брянск, 2012. С. 26–30.
46. Шмальгаузен И. Ф. Флора юго-западной России. Киев, 1886. 783 с.
47. Юркевич И. Д., Адерихо В. С. Типы и ассоциации ясеневых лесов: по исследованиям в БССР. Минск: Наука и техника, 1973. 256 с.
48. Downar N. // Bull. de la Soc. nat. de Moscou. 1861. V. 34, № 1. P. 162–189.
49. GRIN (Germplasm Resources Information Network) Taxonomy for Plants. [Electronic resource]. 12 November 2015. Mode of access: <http://www.ars-grin.gov>.
50. The Euro+Med PlantBase. [Electronic resource]. 10 November 2015. Mode of access: <http://www.emplantbase.org>.
51. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. [Electronic resource]. 10 September 2015. Mode of access: <http://www.tropicos.org>.

**Д. В. ДУБОВИК, Ю. А. СЕМЕНИЩЕНКОВ, А. Н. СКУРАТОВИЧ, В. Н. ЛЕБЕДЬКО  
К ВОПРОСУ О ВЫЯВЛЕНИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ  
НА ТРАНСГРАНИЧНОЙ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСЬ – БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ  
РОССИИ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОМ  
РАЙОНИРОВАНИИ**

**Резюме**

В статье приведены данные о распространении 14 модельных видов сосудистых растений, представленных на трансграничной территории Беларусь – Брянская область России у границ естественных ареалов. Эти данные будут использованы для уточнения границ фитохорионов при крупномасштабном ботанико-географическом районировании. Детальное исследование распространения видов раритетной фракции флоры позволит сопоставлять и более точно интерпретировать флористические и геоботанические данные на трансграничных территориях, осуществлять поиск новых местонахождений редких видов растений, прогнозировать их дальнейшее распространение и более эффективно осуществлять их охрану.

**D. V. DUBOVIK, YU. A. SEMENISHCHENKOV, A. N. SKURATOVICH, V. N. LEBED'KO  
TO THE IDENTIFICATION OF DIFFERENTIAL PLANT SPECIES  
ON THE CROSS-BORDER TERRITORY OF BELARUS – BRYANSK REGION  
OF RUSSIA DURING THE COMPLEX BOTANICO-GEOGRAPHICAL ZONING**

**Summary**

The paper presents data on the distribution of 14 model species of vascular plants presented in the natural habitats in the cross-border territory of Belarus – Bryansk region of Russia. The data on the distribution of the marker species will be use to clarify the phytocorion boundaries during a large-scale botanical and geographical zoning. A detailed study of a rare species distribution allow to compare and to more accurately interpret the floristic and geobotanical data on cross-border territories, to search for new localities of rare species of plants, predict their further spread and do their protection more effective.

*Поступила в редакцию 12.11.2015 г.*

**ДОПОЛНЕНИЯ К ФЛОРЕ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ**

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

**Введение.** Брестская область, находящаяся на границе подзон грабово-дубово-темнохвойных и широколиственно-сосновых лесов в юго-западной части Беларуси, характеризуется разнообразием природных условий и, как следствие этого, богатством аборигенной флоры [1]. В свою очередь значительная преобразованность ландшафтов в результате антропогенных воздействий (осушительная мелиорация с последующим сельскохозяйственным освоением земель, транспортное и промышленное строительство, вырубка лесов и т. д.) на фоне повышенной теплообеспеченности данного региона способствует активному обогащению флоры адвентивными видами [2]. Кроме этого, флоре Брестской области присущи и определенные хорологические особенности, поскольку на ее территории находятся границы ареалов более чем 200 видов сосудистых растений. Так, на южном пределе распространения здесь находятся некоторые голарктические, евразийские и евросибирские аркто-бореальные и бореальные виды. Европейско-американские, атлантическо-европейские и некоторые центрально-европейские виды здесь находятся, как правило, на восточном пределе естественного распространения. Западные границы ареалов на территории Брестской области имеют преимущественно субмеридиональные евросибирско-аралокаспийские и восточноевропейские виды. Наиболее многочисленна группа растений, находящихся на северном пределе распространения. Это теплолюбивые субмеридиональные и меридиональные европейско-малоазийские, южноевропейские и евросибирско-аралокаспийские виды [3]. Отмеченные выше особенности флоры региона позволили выделить и обосновать здесь региональную полескую хорологическую дизъюнкцию [4]. Исходя из этого, особую актуальность приобретает изучение флоры юго-западной части Беларуси в пределах Белорусского Полесья и Предполесья. Особое внимание при этом следует уделять распространению подлежащих охране, хорологически определенных и заносных видов, что поможет выявить динамические процессы, происходящие во флоре данного региона.

**Материалы и методы исследования.** Материалами для написания работы послужили результаты экспедиционных флористических исследований, выполненных на юго-западе Беларуси (на территории Брестской области) на протяжении 2013–2015 годов. Исследования проводились преимущественно маршрутным методом. В первую очередь, обследовались особо охраняемые природные территории, слабонарушенные участки лесов, болот, лугов и водоемов. Для выявления заносных видов особое внимание уделялось железнодорожным станциям и их окрестностям, окраинам населенных пунктов и мусоросвалок. Все отмеченные виды растений собирались в гербарий

с последующим определением, этикетажом и закладкой на хранение. При определении видов использовались специализированные справочники и определители [5, 6, 7].

**Результаты и их обсуждение.** В результате проведенных флористических исследований на территории региона выявлен ряд новых, либо подтверждено наличие ранее известных мест произрастания редких и охраняемых, хорологически определенных и заносных видов сосудистых растений. Ниже приводится их алфавитный список с характеристикой каждого выявленного места произрастания, которая включает: географические координаты, описание экологических условий местообитания и численности вида, дату сбора гербарного образца и акроним гербария, в котором он хранится: MSK – Гербарий Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси, BRTU – Гербарий кафедры ботаники Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина, PAEI – Гербарий Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси (акронимы BRTU и PAEI не являются официально зарегистрированными).

При описании местонахождений были приняты следующие сокращения: В – восток, вдхр. – водохранилище, г. – город, г.п. – городской поселок, д. – деревня, ж.-д. – железнодорожная, З – запад, оз. – озеро, пос. – поселок, р. – река, р-н – район, ст. – станция, С – север, ур. – урочище, Ю – юг.

***Actaea spicata* L. – Воронец колосистый**

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 7,0 км к ССЗ; тенистый дубово-грабовый лес, на дерново-карбонатной почве; 13.06.2013 (MSK, PAEI).

***Adoxa moschatellina* L. – Адокса мускусная**

Барановичский р-н, д. Карчово, 0,7 км к В, заброшенный парк; старовозрастной дубово-грабовый лес, изредка; 26.06.2014 (MSK).

Ганцевичский р-н, д. Раздзяловичи, 10 км к ЮЮВ, ур. Ясенево; тенистый широколиственный лес, изредка; 29.04.2014 (MSK, PAEI).

***Ajuga genevensis* L. – Живучка женевская**

Ивановский р-н, д. Боровая, 2 км к Ю, биологический заказник местного значения «Обровский»; опушка смешанного леса, изредка; 02.09.2014 (MSK).

***Alchemilla semilunaris* Alech. – Манжетка полудунная**

Пинский р-н, д. Поречье, парк Скирмунтов; влажная опушка широколиственного леса в долине р. Ясельды, изредка; 27.06.2014 (MSK).

***Alisma gramineum* Lej. – Частуха злаковая**

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 6 км к С, у восточного берега вдхр. Ореховское; мелководная зона, достаточно часто; 25.07.2014 (MSK, PAEI).

***Allium ursinum* L. – Лук медвежий**

Ганцевичский р-н, д. Раздзяловичи, 6 км к Ю, ур. Черемшин Лес; грабово-ясеневый лес, часто; 13.04.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

Ганцевичский р-н, д. Раздзяловичи, 10 км к ЮЮВ, ур. Ясенево; грабово-ясенево-лещиновый лес, часто; 26.04.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

Ивацевичский р-н, д. Турная, 4,1 км к ЮЗ, ур. Яминец, биологический микрозаказник «Большой Яминец»; широколиственный лес, часто; 14.05.2013 (MSK, BRTU, PAEI).

***Androsace septentrionalis* L. – Проломник северный**

Березовский р-н, д. Бронная Гора 0,5 км к ЮЗ; песчаные склоны карьера у ж.-д. путей, редко; 19.05.2014 (MSK).

***Anthericum ramosum* L. – Венечник ветвистый**

Березовский р-н, д. Бронная Гора, 1,1 км к ЮЗ; опушка сосняка мшистого, изредка; 22.07.2014 (MSK).

Ивацевичский р-н, д. Горголь, 1,3 км к ЮЗ; разреженный смешанный лес, часто; 03.07.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

***Aquilegia vulgaris* L. – Водосбор обыкновенный**

Ивацевичский р-н, д. Бобровичи, 4,2 км к В, ур. Надлево, ландшафтный заказник республиканского значения «Выгонощанское»; елово-дубовый лес, изредка; 16.06.2013 (BRTU).

***Arnica montana* L. – Арника горная**

Березовский р-н, д. Зубачи, 4 км к ССЗ, биологический заказник республиканского значения «Бусловка»; сосняк зеленомошный, изредка; 13.06.2014 (MSK, PAEI).

***Betula humilis* Schrank. – Береза низкая**

Ивацевичский р-н; д. Выгонощи, 3,5 км к СЗ, ландшафтный заказник республиканского значения «Выгонощанское»; низинное осоковое болото, достаточно часто; 09.05.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

Ивацевичский р-н; д. Выгонощи, 9 км к В, оз. Лунево; сплавина озера, редко; 12.05.2014 (MSK).

***Berula erecta* (Huds.) Coville – Берула прямая**

Березовский р-н, д. Зубачи, 1,8 км к С, биологический заказник республиканского значения «Бусловка»; берег мелиоративного канала, изредка; 17.06.2015 (MSK, PAEI).

***Bistorta major* S.F. Gray – Змеевик большой**

Березовский р-н, д. Зубачи, 4,5 км к С, долина р. Хотовы, биологический заказник республиканского значения «Бусловка»; прибрежные заросли, изредка; 14.06.2014 (MSK)

***Campanula persicifolia* L. – Колокольчик персиколистный**

Березовский р-н, д. Зубачи, 4,0 км к СЗ, биологический заказник республиканского значения «Бусловка»; поляна в широколиственном лесу, изредка; 14.06.2015 (MSK, PAEI).

Ивановский р-н, д. Боровая, 1,9 км к Ю, биологический заказник местного значения «Обровский»; поляна в широколиственном лесу, редко; 02.09.2014 (BRTU).

Пинский р-н, д. Соколовка, 6 км к ЮЗ, окрестности оз. Змеино; смешанный лес, редко; 20.06.2015 (MSK).

***Campanula rotundifolia* L. – Колокольчик круглолистный**

Березовский р-н, д. Бронная Гора 0,9 км к ЮЗ; опушка смешанного леса, изредка; 22.07.2014 (MSK, PAEI).

***Carex chondorrhiza* Ehrh. – Осока плетевидная**

Ивацевичский р-н, д. Выгонощи, 3,5 км к СЗ, ландшафтный заказник республиканского значения «Выгонощанское»; сосняк сфагновый, часто; 09.05.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

***Carex flacca* Schreb. – Осока повислая**

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 6,2 км к ССЗ; остепненная поляна в широколиственном лесу, на дерново-карбонатной почве, изредка; 14.06.2015 (MSK, BRTU, PAEI).

***Carlina biebersteinii* Bernh. ex Hornem. – Колючник Биберштейна**

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 7 км к ССЗ; сухая поляна в смешанном лесу, на дерново-карбонатной почве, изредка; 24.07.2014 (MSK).

***Cephalanthera rubra* (L.) Rich. – Пыльцеголовник красный**

Ивацевичский р-н, д. Вулька-Телеханская, 2,2 км к СЗ, ур. Мееров Хутор; просека в смешанном лесу, редко; 20.06.2014 (MSK)

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 6,2 км к ССЗ; остепненная поляна в широколиственном лесу, на дерново-карбонатной почве, изредка; 14.06.2015 (MSK, BRTU, PAEI).

***Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench – Кассандра болотная**

Ганцевичский р-н, д. Яловая 1,5 км к ССВ, биологический заказник местного значения «Яловский»; сосняк багульниково-сфагновый, часто; 29.04.2014 (MSK, PAEI).

***Chondrilla juncea* L. – Хондрилла ситниковая**

Ивацевичский р-н, северная окраина г.п. Телеханы; сосняк злаково-зеленомошный, редко; 10.08.2013 (MSK).

Пинский р-н, д. Парохонск, 2 км к ССЗ; сухой сосняк на песчаной дюне, часто; 18.07.2014 (MSK).

***Corispermum pallasii* Steven – Верблюдка Палласа**

Ивацевичский р-н, д. Козики, 4 км к СЗ, северный берег вдхр. Козики; песчаная дамба вдхр., часто; 30.08.2014 (MSK, PAEI).

***Crepis mollis* (Jacq.) Aschers. – Скерда мягкая**

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 6,2 км к ССЗ; опушка широколиственного леса, на дерново-карбонатной почве, изредка; 14.06.2015 (MSK, BRTU, PAEI).

***Cucubalus baccifer* L. – Волдырник ягодный**

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 7 км к ССЗ; опушка смешанного леса, достаточно часто; 25.07.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

***Corydalis cava* (L.) Schweigg. et Korte – Хохлатка поляя**

Ганцевичский р-н, д. Раздзяловичи, 6 км к Ю, ур. Черемшин Лес; ясеневый-грабовый лес, достаточно часто; 13.04.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

Ганцевичский р-н, д. Раздзяловичи, 9,8 км к ЮЮВ, ур. Ясенево; дубово-грабовый лес, изредка; 29.04.2014 (MSK, BRTU, PAEI).



Ивацевичский р-н, д. Выгонощи, 3,6 км к СВ, ур. Лазоревик, ландшафтный заказник республиканского значения «Выгонощанское»; старовозрастной широколиственный лес, на минеральном острове, изредка; 09.05.2013 (MSK, BRTU, PAEI).

***Cyclachaena xanthifolia* (Nutt.) Fresen. – Циклахема дурнишниковлистная**

Ивацевичский р-н, д. Вулька-Телеханская, 1 км к В, полигон твердых бытовых отходов; по окраине мусоросвалки, изредка; 24.07.2014 (MSK, BRTU).

***Sypripedium calceolus* L. – Венерин башмачок настоящий**

Ивацевичский р-н, д. Выгонощи, 3,7 км к СВ, ур. Лазоревик, ландшафтный заказник республиканского значения «Выгонощанское»; смешанный лес по краю песчаного острова, часто; 09.05.2014 (MSK, BRTU).

Пинский р-н, д. Соколовка, 4 км к ЗЮЗ; старовозрастной дубово-грабовый лес, очень редко; 20.06.2014 (PAEI).

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 6,3 км к ССЗ; опушка смешанного леса на дерново-карбонатной почве, изредка; 14.06.2015 (MSK, BRTU, PAEI).

***Dactylorhiza baltica* (Klinge) Nevski – Пальчатокоренник балтийский**

Березовский р-н, д. Зубачи, 4,5 км к ССЗ, пойма р. Хотовы, биологический заказник республиканского значения «Бусловка»; пойменный луг, изредка; 12.06.2014 (MSK).

Ивацевичский р-н, д. Бобровичи, 0,5 км к С, южный берег оз. Бобровичского; умеренно-увлажненный закустаренный луг, изредка; 29.06.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

Ивацевичский р-н, д. Вулька-Телеханская, 0,3 км к З, северный берег оз. Вульковского; умеренно-увлажненный закустаренный луг, изредка; 20.06.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

***Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo – Пальчатокоренник мясо-красный**

Ивацевичский р-н, д. Бобровичи, 0,5 км к С, южный берег оз. Бобровичского; умеренно-увлажненный закустаренный луг, изредка; 29.06.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

Березовский р-н, д. Зубачи, 3,5 км к ССВ, пойма р. Хотова, биологический заказник республиканского значения «Бусловка»; пойменный луг, изредка; 12.06.2014 (MSK, PAEI).

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 7,4 км к ССЗ; влажная лесная поляна в смешанном лесу, изредка; 13.06.2013 (MSK, BRTU, PAEI).

***Dactylorhiza majalis* (Rchb.) Hunt et Summerh. – Пальчатокоренник майский**

Брестский р-н, г. Брест, р-н Вычулки, заказник местного значения «Брестский»; пойма р. Мухавец; 01.06.2015 (MSK, BRTU, PAEI).

***Dactylis polygama* Horvatovszky – Ежа многобрачная**

Ивацевичский р-н, д. Житлин, 1 км к Ю; елово-широколиственный лес, изредка; 24.06.2015 (MSK, PAEI).

***Daphne mezereum* L. – Волчегородник обыкновенный**

Березовский р-н, д. Зубачи, 5,1 км к ССЗ, биологический заказник республиканского значения «Бусловка»; опушка старовозрастного дубового леса, изредка; 10.06.2014 (MSK, PAEI).

Ивацевичский р-н, д. Бобровичи, 4,2 км к В, ур. Надлево, ландшафтный заказник республиканского значения «Выгонощанское»; елово-широколиственный лес, редко; 14.05.2014 (MSK, PAEI).

Пинский р-н, д. Соколовка, 4 км к ЗЮЗ; дубово-грабовый лес, редко; 20.06.2014 (MSK).

***Dentaria bulbifera* L. – Зубянка клубненосная**

Ганцевичский р-н, д. Раздзяловичи, 8 км к ЮЮВ, ур. Ясенево; тенистый грабовый лес, изредка; 29.04.2014 (MSK, PAEI).

Ивацевичский р-н, д. Вулька-Телеханская, 3 км к СЗ, ур. Табулатка; тенистый дубово-грабовый лес, часто; 03.05.2015 (MSK, PAEI).

Ивацевичский р-н, д. Выгонощи, 3,7 км к СВ, ур. Лазоревик, ландшафтный заказник республиканского значения «Выгонощанское»; старовозрастной широколиственный лес, часто; 09.05.2014 (MSK, BRTU).

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 6,1 км к СЗ; грабово-лещиновый лес, изредка; 14.06.2015 (MSK, PAEI).

Пинский р-н, д. Соколовка, 4 км к ЗЮЗ; дубово-грабовый лес, редко; 20.06.2014 (MSK).

***Dianthus superbis* L. – Гвоздика пышная**

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 6,3 км к СЗ; опушка грабово-лещинового леса, изредка; 15.06.2013 (MSK, PAEI).

Березовский р-н, д. Зубачи, 4,1 км к С, биологический заказник республиканского значения «Бусловка»; смешанный лес, достаточно часто; 13.06.2014 (MSK).

Ивацевичский р-н, д. Вулька-Телеханская, 2,1 км к ССЗ; опушка в смешанном лесу, изредка; 10.07.2014 (MSK, PAEI).

***Digitalis grandiflora* Mill. – Наперстянка крупноцветковая**

Ивацевичский р-н, д. Бобровичи, 4,1 км к В, ландшафтный заказник республиканского значения «Выгонощанское»; опушка широколиственного леса, достаточно часто; 29.06.2014 (MSK, PAEI).

***Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub – Двурядник сплюснутый**

Ивановский р-н, д. Боровая, 2 км к Ю, биологический заказник местного значения «Обровский»; смешанный лес, редко; 02.09.2014 (MSK).

***Diphasiastrum xzeileri* (Rouy) Holub – Двурядник Зейллера**

Березовский р-н, д. Зубачи, 4,2 км к С, й биологический заказник республиканского значения «Бусловка»; сухой сосняк зеленомошный, изредка; 09.06.2014 (MSK, PAEI).

***Equisetum hyemale* L. – Хвощ зимующий**

Столинский р-н, д. Семигостичи, 2 км к В; заросли кустарников у дороги Столин-Туров, часто; 28.05.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

***Erechtites hieracifolia* (L.) Raf. ex DC. – Эрецитес ястребинковый**

Ивацевичский р-н, д. Вулька-Телеханская, 1,5 км к З; вырубка в сосновом лесу, изредка; 12.09.2015 (MSK, PAEI).

***Fumaria vaillantii* Loisel – Дымянка Вайана**

Ивацевичский р-н. г. Ивацевичи, ж.-д. ст. Ивацевичи; на ж.-д. путях, редко; 23.05.2014 (MSK, PAEI).

***Gentiana cruciata* L. – Горечавка крестообразная**

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 6,2 км к ССЗ; остепненная поляна в широколиственном лесу, на дерново-карбонатной почве, изредка; 14.06.2015 (MSK, BRTU, PAEI).

***Goodyera repens* (L.) R. Br. – Гудайера ползучая**

Березовский р-н, д. Зубачи 3,5 км к СВ биологический заказник республиканского значения «Бусловка»; сосняк зеленомошный, редко; 13.06.2015 (MSK, PAEI).

Ивацевичский р-н, д. Вулька-Телеханская, 4 км к ССЗ; ельник мшистый, изредка; 20.07.2013 (MSK).

***Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br – Кокушник длиннорогий**

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 6,2 км к ССЗ; остепненная поляна в широколиственном лесу, на дерново-карбонатной почве, изредка; 14.06.2015 (MSK, PAEI).

***Helianthemum nummularium* (L.) Mill. – Солнцецвет монетолистный**

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 6,2 км к ССЗ; остепненная поляна в широколиственном лесу, на дерново-карбонатной почве, изредка; 02.06.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

***Hepatica nobilis* Mill. – Перелеска благородная**

Березовский р-н, д. Зубачи 3,7 км к СВ, биологический заказник республиканского значения «Бусловка»; широколиственный лес, изредка; 15.06.2015 (MSK, PAEI).

Березовский р-н, д. Селец 5,5 км к ССЗ, биологический заказник республиканского значения «Бусловка»; тенистый широколиственный лес, изредка; 13.06.2015 (MSK, PAEI).

Ивацевичский р-н, д. Гичицы, 1,7 км к ЮВ; смешанный лес, изредка; 30.10.2013 (MSK).

***Hypericum humifusum* L. – Зверобой распростертый**

Ивацевичский р-н, д. Вулька-Телеханская, 6 км к СЗ; обочина дороги в смешанном лесу, изредка; 30.06.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

***Hypericum tetrapterum* Fr. – Зверобой четырехкрылый**

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 6 км к ССЗ; влажная луговина на окраине смешанного леса; 03.06.2014 (MSK, PAEI).

***Holoschoenus vulgaris* Link. – Камышевидник обыкновенный**

Пинский р-н, д. Парохонск 2,1 км к СЗ, окрестности ж.-д. ст. Парохонск; влажная западина, изредка; 18.07.2015 (MSK, BRTU, PAEI).

***Hyperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart. – Баранец обыкновенный**

Ивацевичский р-н, д. Вулька-Телеханская, 2,1 км к З, сырой смешанный лес, редко; 02.10.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

***Juncus capitatus* Weigel – Ситник головчатый**

Ивацевичский р-н. д. Вулька-Телеханская, 1,1 км к В; на склонах песчаного карьера, изредка; 21.07.2014 (MSK, PAEI).

***Jurinea cyanoides* (L.) Rchb. – Наголоватка васильковая**

Пинский р-н, д. Парохонск, 1,9 км к СЗ, опушка сухого сосняка, на песчаной дюне, изредка; 18.07.2015 (MSK, PAEI).

Столинский р-н, д. Ольманы, 28 км к ЮВ, ур. Калашникова Гора, ландшафтный заказник республиканского значения «Ольманские Болота»; сосняк лишайниковый, на песчаной дюне; 27.05.2015 (MSK, PAEI).

***Kaulinia minor* (All.) Coss. et Germ. – Каулиния малая**

Ивацевичский р-н, д. Вулька-Телеханская, 0,2 км к З, оз. Вульковское; мелководье, изредка; 15.07.2015 (MSK).

***Lappula squarosa* (Retz.) Dumort. – Липучка оттопыренная**

Березовский р-н, д. Бронная Гора, 0,3 км к ЮЗ, ж.-д. ст. Бронная Гора; на ж.д. путях, изредка; 19.05.2014 (MSK, PAEI).

***Lembotropis nigricans* (L.) Griseb. – Острокильница чернеющая**

Березовский р-н, д. Зубачи 3,1 км к С, биологический заказник республиканского значения «Бусловка»; смешанный лес, достаточно часто; 15.06.2014 (MSK, PAEI).

Березовский р-н, д. Бронная Гора, 0,6 км к ЮЗ; смешанный лес, часто; 19.05.2014 (MSK).

Ивановский р-н; д. Боровая, 1,9 км к Ю, биологический заказник местного значения «Обровский»; опушка смешанного леса, изредка; 02.09.2014 (MSK).

Пинский р-н; д. Озаричи, 2,1 км к С; опушка смешанного леса, изредка; 12.08.2014 (BRTU).

***Lilium martagon* L. – Лилия кудреватая**

Березовский р-н, д. Зубачи 3,5 км к С, биологический заказник республиканского значения «Бусловка»; дубово-лещиновый лес, изредка; 12.06.2014 (MSK).

Ивацевичский р-н; д. Бобровичи, 3,9 км к В, урочище Надлево, ландшафтный заказник республиканского значения «Выгонощанское»; елово-дубовый лес, достаточно часто; 29.06.2014 (MSK, BRTU).

***Linaria genistifolia* (L.) Mill. – Лянянка дроколистная**

Пинский р-н, д. Парохонск, 1,9 км к ССЗ; опушка сухого сосняка, на песчаной дюне, изредка; 18.07.2015 (MSK).

***Linum catharticum* L. – Лен слабительный**

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 6 км к С, западный берег вдхр. Ореховское; на дамбе вдхр., изредка; 06.06.2014 (MSK, PAEI).

***Lotus uliginosus* Schkuhr – Лядвенец топяной**

Ивацевичский р-н; д. Гортоль, 0,8 км к ЮВ, у пруда Гортоль; сырая западина у дамбы, изредка; 03.07.2014 (MSK).

Ивацевичский р-н; д. Вулька-Телеханская, 0,4 км к З; влажный разнотравно-злаковый луг, изредка; 23.08.2013 (MSK, PAEI).

***Melittis sarmatica* Klokov – Кадило сарматское**

Березовский р-н, д. Зубачи 3,8 км к СВ, биологический заказник республиканского значения «Бусловка»; старовозрастной дубово-грабовый лес, редко 15.06.2014 (MSK).

***Moneses uniflora* (L.) A. Gray – Одноцветка одноцветковая**

Березовский р-н, д. Зубачи 3,9 км к С, биологический заказник республиканского значения «Бусловка»; обочина дороги через сосняк чернично-зеленомошный, редко; 15.06.2014 (MSK, PAEI).

***Neottia nidus-avis* (L.) Rich. – Гнездовка обыкновенная**

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 6,2 км к ССЗ; опушка в широколиственном лесу, на дерново-карбонатной почве, изредка; 05.06.2014 (MSK, PAEI).

***Ophioglossum vulgatum* L. – Ужовник обыкновенный**

Березовский р-н, д. Сошица, 5 км к С, долина ручья Лесного, биологический заказник республиканского значения «Бусловка»; поляна в елово-широколиственном лесу, редко; 12.06.2014 (MSK).

Пинский р-н, д. Соколовка, 4 км к ЮЗ; влажная луговина в смешанном лесу, редко; 20.06.2015 (MSK).

Ивацевичский р-н, д. Выгонощи, 3,8 км к СВ, ур. Лазоревик, ландшафтный заказник республиканского значения «Выгонощанское»; березняк молиниевый, достаточно часто; 09.05.2014 (MSK, PAEI).

Ивацевичский р-н, д. Вулька-Телеханская, 2,1 км к З, влажная луговина в смешанном лесу, редко; 15.06.2015 (MSK, PAEI).

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 6,2 км к ССЗ; остепненная поляна в широколиственном лесу, на дерново-карбонатной почве, изредка; 14.06.2015 (MSK, PAEI).

***Phyteuma spicatum* L. – Кольник колосистый**

Брестский р-н, д. Скоки, 1 км к ЗСЗ, биологический заказник местного значения «Скоки»; тенистый широколиственный лес, изредка; 26.06.2015 (MSK, BRTU, PAEI).

***Pycreus fuskus* L. – Сыть бурая**

Ивацевичский р-н, д. Вулька-Телеханская, 0,3 км к З, илистое дно пересыхающей мелиоративной канавы, достаточно часто; 23.07.2015 (MSK, BRTU, PAEI).

***Platanthera bifolia* (L.) Rich. – Любка двулистная**

Березовский р-н, д. Зубачи 3,9 км к С биологический заказник республиканского значения «Бусловка»; смешанный лес, редко; 12.06.2014 (MSK, PAEI).

Ивацевичский р-н, д. Бобровичи, 0,6 км к С; закустаренная луговина, изредка; 27.06.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 6,2 км к ССЗ; поляна в широколиственном лесу, на дерново-карбонатной почве, изредка; 14.06.2015 (MSK, BRTU, PAEI).

***Platanthera chlorantha* (Custer) Rchb. – Любка зеленоцветковая**

Пинский р-н, д. Соколовка, 4,1 км к ЮЗ, старовозрастной дубово-грабовый лес, изредка; 20.06.2015 (MSK).

***Polemonium caeruleum* L. – Синюха голубая**

Ивацевичский р-н, д. Бобровичи, 3 км к В, ур. Надлево, ландшафтный заказник республиканского значения «Выгонощанское»; заболоченная луговина на опушке смешанного леса, достаточно часто; 29.06.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

***Polypodium vulgare* L. – Многоножка обыкновенная**

Ивацевичский р-н, д. Вулька-Телеханская, 1 км к З, сосняк мшистый, редко; 15.06.2015 (MSK, PAEI).

Пинский р-н, д. Озаричи 3 км к ССЗ; сосняк мшистый, редко; 10.04.2014 (MSK, PAEI).

***Primula veris* L. – Первоцвет весенний**

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 7,1 км к СЗ; остепненная поляна в широколиственном лесу, изредка; 10.06.2015 (MSK).

***Prunella grandiflora* (L.) Scholl. – Черноголовка крупноцветковая**

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 6,1 км к ССЗ; поляна в широколиственном лесу, на дерново-карбонатной почве, изредка; 13.06.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

***Prunus spinosa* L. – Слива колючая**

Барановичский р-н, д. Карчова, 0,2 км к С, опушка смешанного леса, изредка 26.06.2014 (MSK, PAEI).

***Pulsatilla patens* (L.) Mill. – Прострел раскрытый**

Ганцевичский р-н; д. Раздзяловичи 5 км к ССЗ, ландшафтный заказник республиканского значения «Выгонощанское»; разреженный сосново-березовый лес, на песчаных холмах, достаточно часто; 29.04.2014 (MSK, PAEI).

Березовский р-н, д. Бронная Гора, 0,7 км к Ю; разреженный смешанный лес, изредка; 19.05.2014 (MSK).

***Salix lapponum* L. – Ива лопарская**

Ивацевичский р-н, д. Выгонощи, 3,5 км к СЗ, ландшафтный заказник республиканского значения «Выгонощанское»; осоковое болото, часто; 09.05.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

Ивацевичский р-н, д. Выгонощи, 9 км к В, оз. Лунево; сплавина, изредка; 12.05.2015 (MSK, BRTU, PAEI).

Столинский р-н, д. Ольманы, 29 км к ЮВ, ландшафтный заказник республиканского значения «Ольманские Болота»; низинное осоковое болото, изредка; 27.05.2014 (MSK).

***Salix myrtilloides* L. – Ива черничная**

Ивацевичский р-н, д. Выгонощи, 9 км к В, оз. Лунево; сплавина, часто; 12.05.2015 (MSK, BRTU, PAEI).

Столинский р-н, д. Ольманы, 29 км к ЮВ, ландшафтный заказник республиканского значения «Ольманские Болота»; верховое болото, редко; 27.05.2014 (MSK).

***Salsola australis* R. Br. – Солянка южная**

Ивацевичский р-н, д. Козики, 3,2 км к СЗ, северный берег вдхр. Козики; на песчаной дамбе, часто; 30.08.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

***Sanguisorba officinalis* L. – Кровохлебка лекарственная**

Пинский р-н, д. Горново, 2,3 км к С, пойменный луг, часто; 03.08.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

***Scheuchzeria palustris* L. – Шейхцерия болотная**

Ивацевичский р-н, д. Выгонощи, 9 км к В, оз. Луново; сплавина, изредка; 17.07.2015 (MSK, BRTU, PAEI).

***Silene lithuanica* Zapal. – Смолевка литовская**

Березовский р-н, д. Бронная Гора, 0,7 км к ЮЗ; опушка сосняка злакового, часто; 22.07.2014 (MSK).

Ганцевичский р-н, д. Раздзяловичи, 5,4 км к ССЗ, сосняк лишайниковый, изредка; 20.10.2014 (MSK).

Ивацевичский р-н, д. Вулька-Телеханская, 1,3 км к В; просека в сосняке мшистом, часто; 03.07.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

Ивацевичский р-н, д. Бобровичи 5 км к В, ландшафтный заказник республиканского значения «Выгонощанское»; сосняк разнотравный, часто; 29.06.2014 (MSK, BRTU, PAEI).

Ивацевичский р-н, д. Козики, 3,2 км к СЗ; опушка смешанного леса, изредка; 30.08.2014 (MSK).

Пинский р-н; д. Озаричи, 2 км к С, сухая опушка смешанного леса, изредка; 22.08.2015 (MSK, PAEI).

***Stachys recta* L. – Чистец прямой**

Ивацевичский р-н, д. Бобровичи, 0,4 км к С, ландшафтный заказник республиканского значения «Выгонощанское»; сухая поляна в смешанном лесу, изредка; 28.06.2014 (MSK).

Ивацевичский р-н, д. Козики, 6,4 км к В, ландшафтный заказник республиканского значения «Выгонощанское»; сосняк лишайниковый, на песчаных дюнах, часто; 12.10.2014 (MSK).

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 7,1 км к ССЗ; остепненная поляна в смешанном лесу, изредка; 04.06.2014 (MSK, PAEI).

***Stipa borystenica* Klok. ex Prokud. – Ковыль днепровский**

Барановичский р-н, г. Барановичи, юго-западная окраина; на склонах заброшенной ж.д. насыпи, достаточно часто; 11.06.2015 (MSK).

***Teesdalia nudicaulis* (L.) R. Br. – Тисдалия голостебельная**

Столинский р-н, д. Ольманы, 30 км к ВЮВ, ур. Храпунь, ландшафтный заказник республиканского значения «Ольманские болота»; опушка сухого сосняка зеленомошного, изредка; 28.05.2014 (MSK).

Ивацевичский р-н, д. Вулька-Телеханская, 0,4 км к С, ур. Насеки; просека в смешанном лесу, на песчаных обнажениях, часто; 10.05.2014 (MSK, PAEI).

***Teucrium scordium* L. – Дубровник чесночный**

Пинский р-н, д. Кудричи, 0,2 км к СЗ, заросли кустарников, изредка; 27.07.2015 (MSK, PAEI).

***Thalictrum aquilegifolium* L. – Василистник водосборолистный**

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 6,1 км к ССЗ; опушка широколиственного леса, изредка; 04.06.2014 (MSK, PAEI).

***Thesium ebracteatum* Hayne – Ленец бесприцветничковый**

Березовский р-н., д. Бронная Гора, 0,8 км к ЮЗ; опушка смешанного леса у ж.д. полотна, изредка; 19.05.2014 (MSK, PAEI).

***Urtica galeopsifolia* Wierzb. ex Opiz – Крапива пикульниколистная**

Пинский р-н, д. Соколовка, 6 км к ЮЗ, окрестности оз. Змеиного; заболоченный черноольшаник, достаточно часто; 20.06.2015 (MSK).

***Veratrum lobelianum* Bernh. – Чемерица Лобеля**

Кобринский р-н, пос. Ореховский, 5,7 км к С, смешанный лес, изредка; 05.06.2014 (MSK, PAEI).

**Заключение.** Проведенные флористические исследования позволили выявить новые, либо подтвердить прежде установленные места произрастания 85 видов растений. Среди них новый для флоры региона и Беларуси заносный вид *Stipa borystenica*. Кроме этого получены дополнительные сведения о флоре некоторых особо охраняемых природных территорий: биологического заказника республиканского значения «Бусловка», ландшафтных заказников республиканского значения «Выгонощанское» и «Ольманские болота», биологических заказников местного значения «Обровский» и «Большой Яминец». На территории Брестской области выявлены 38 ранее не известных мест произрастания таких охраняемых видов как *Allium ursinum*, *Betula humilis*, *Berula erecta*, *Cephalanthera rubra*, *Cucubalus baccifer*, *Corydalis cava*, *Cypripedium calceolus*, *Dentaria bulbifera*, *Hypericum tetrapterum*, *Huperzia selago*, *Kaulinia minor*, *Moneses uniflora*, *Platanthera chlorantha*, *Polypodium vulgare*, *Pulsatilla patens*, *Salix lapponum*, *Salix myrtilloides* и некоторых других. Для хорологически определенных видов (*Actaea spicata*, *Alchemilla semilunaris*, *Campanula rotundifolia*, *Carex chordorrhiza*, *Chamaedaphne calyculata*, *Daphne mezereum*, *Goodyera repens*, *Holoschoenus vulgaris*, *Juncus capitatus*, *Jurinea cyanoides*, *Scheuchzeria palustris*, *Teesdalia nudicaulis* и др.) установлены новые места произрастания, позволяющие выяснить особенности нахождения данных видов на границах ареалов или в островных местах произрастания. Установлены также ранее неизвестные местонахождения для некоторых редких видов из списка профилактической охраны Красной книги Республики Беларусь: *Anthericum ramosum*, *Aquilegia vulgaris*, *Bistorta major*, *Campanula persicifolia*, *Dactylorhiza incarnata*, *Goodyera repens*, *Platanthera bifolia*, *Polemonium caeruleum* и др. Выявлены места произрастания некоторых редких заносных (в том числе инвазионных) видов: *Androsace septentrionalis*, *Corispermum pallasii*, *Cyclachaena xanthiifolia*, *Erechtites hieracifolia*, *Fumaria vaillantii*, *Lappula squarosa* и др. Полученные флористические материалы могут быть использованы при подготовке очередных томов издания «Флора Беларуси», при проведении природоохранных мероприятий, а также в качестве дополнений к последующим изданиям Красной книги Республики Беларусь.

**Благодарности.** Автор статьи выражает благодарность научному руководителю академику В. И. Парфенову за ценные консультации, а также сотрудникам лаборатории флоры и систематики растений Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси



А. Н. Скуратовичу и Д. В. Дубовику за оказанную помощь в определении некоторых гербарных образцов.

### Литература

1. Геаграфія Брэсцкай вобласці: Дапаможнік для студэнтаў геаграфічных спецыяльнасцей ВНУ / пад рэд. С. А. Арцёмкі [і інш.]. Мінск: Выдавецкі цэнтр БДУ, 2002. 385 с.
2. Парфенов В. И. Антропогенные изменения флоры и растительности Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1985. 292 с.
3. Мялик А. Н. // Ботанико-географические особенности полесской хорологической дизъюнкции : Материалы международной научно-практ. конф. (Минск – Нарочь, 23–26 сентября 2014 г.). Минск, 2014. С. 114–117.
4. Парфенов В. И. Обусловленность распространения и адаптации видов растений на границах ареалов. Минск: Наука и техника, 1980. 208 с.
5. Определитель высших растений Украины / Н. Д. Добрычаева [и др.]. Киев: Наук. думка, 1987. 548 с.
6. Определитель высших растений Беларуси / В. И. Парфенов [и др.]. Минск: Дизайн ПРО, 1999. 472 с.
7. Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD: Band 3 / Rothmaler W. [und and.]. Berlin: Volk und Wissen, 1988. 751 s.

А.Н. МЯЛИК

### ДОПОЛНЕНИЯ К ФЛОРЕ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

#### Резюме

В статье представлены сведения о новых местонахождениях редких и охраняемых, хорологически определенных, а также некоторых редких заносных видах на территории Брестской области. Приводится также новый адвентивный вид для флоры Беларуси – *Stipa borystenica*.

A.M. MIALIK

### ADDITIONS TO THE FLORA OF THE SOUTH-WESTERN PART OF BELARUS

#### Summary

The article presents information about the new locations of rare and protected, horological certain, as well as some rare adventive species on the territory of Brest region. A new adventive species for the flora of Belarus – *Stipa borystenica* is also provided.

Поступила в редакцию 07.07.2015 г.

Г. Ф. РЫКОВСКИЙ<sup>1</sup>, А. А. САКОВИЧ<sup>2</sup>, М. С. ШАБЕТА<sup>1</sup>

**АПОФИТЫ В СОСТАВЕ БРИОФЛОРЫ БЕЛАРУСИ**

<sup>1</sup> ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича  
НАН Беларуси», Минск

<sup>2</sup> Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Беларусь

**Введение.** Растительный покров на территории Беларуси практически заново сформировался, как известно, в голоцене после событий плейстоцена в результате реэвакуационно-миграционного процесса. Следовательно, флора здесь являет собой сложный конгломерат представителей поздне третичной и четвертичных флор, включающих, в частности, элементы флоры орогенного происхождения. При этом в последнее тысячелетие относительно недавно сложившаяся флора подверглась все возрастающему антропопрессингу, особенно в двадцатом столетии и позже. Многосторонние антропогенные воздействия вызывают локальные нарушения и деструкцию естественного растительного покрова, его флороценотической структуры. Локальные изменения суммируются в глобальные нарушения. Это вызывает прогрессирующее обеднение аборигенного биоразнообразия. Антропогенное изменение экологической и ландшафтной структуры на территории Беларуси, как и других стран Восточной Европы, имеет особое значение в связи с положением страны на рубежах физико-географического районирования, что определяет повышенную динамичность флоры.

Естественным следствием антропопрессинга, накладывающегося на природные изменения, является трансформация исторически сложившихся экологических условий и зависящих от них конкурентных отношений растений. Значительное нарушение таких отношений вызывает изменение характера флороценогенеза. Это изменение выражается, с одной стороны, в деструкции и выпадении популяций ряда аборигенных видов растений, а, с другой, в широком проникновении в состав флоры чужеродных элементов, способствуя изменению комплекса ее характеристик.

Если рассматривать только высшие растения – основной компонент материкового растительного покрова, то такие его составные части, как сосудистые растения и мохообразные существенно различны во многих аспектах. Мохообразные – специфическая группа в составе эмбриофитов по своей организации, что вытекает из своеобразия их происхождения и эволюции, способов их адаптации во временном разрезе. В общем бриофиты по-иному, чем сосудистые растения, связаны с экологическими условиями, у них иное положение в пространстве экониш. Специфику организации мохообразных можно понять только исходя из познания особенностей исторического формирования этой уникальной группы растений. Она в большей мере сохраняет признаки происхождения от водных предшественников.

Мохообразные – пойкилогидрические (по тенденции исторического развития) наземные растения, которые не способны эффективно регулировать свой водный режим, что во многом определяет особенности их адаптации к экзотенной среде. Магистральную роль при этом играет конкурентное давление на них более структурно-функционально продвинутых, накапливающих большую фитомассу трахеофитов. В ходе становления взаимоотношений с последними в составе синтаксонов у бриофитов выработались две основные жизненные стратегии – уклонение от конкуренции и повышение выносливости [16] вследствие этого к прямому воздействию факторов абиотической среды. Такие стратегии, естественно, привели к широкому распространению у мохообразных пионерного образа жизни, к ускоренному использованию своего рода «биотических вакуумов или полувакуумов»). В этом отношении не все группы их оказались в равном положении, что касается, прежде всего, с одной стороны, мхов, а с другой, печеночников и антоцеротовых, и внутри этих групп также проявляется значительная адаптивная дифференциация.

Ситуацию осложняет двуединость жизненного цикла мохообразных. Мхи (особенно генеральная линия их развития – бриевые) выделяются по уровню органографии как гаметофита, так и спорофита среди всех мохообразных. Они формировались в условиях не очень благоприятного, переменного климата, но при умеренном конкурентном давлении доминирующих сосудистых растений. Это позволило мхам достичь максимального для гапобрионтов уровня органографии с некоторой аналогией гаметофора относительно спорофита сосудистых растений. Не случайно в палеозое (пермский период) у их ископаемых остатков обнаруживаются формы с листьями, снабженными черешком [2], но впоследствии, вероятно, вымершие из-за того, что они не сумели приспособиться к необеспеченности водного питания мест произрастания.

Печеночники – дериваты областей с климатом средиземноморского (маршанциевые) или тропического (юngerманниевые) типов [13], антоцеротовые, как наиболее древняя группа, вероятно, производны от условий областей с климатом приокеанического типа. Исторически и в настоящее время вследствие адаптации к широкому спектру экониз бриофиты характеризуются как бы замедленным темпом эволюции, что отражается в формировании ими более обширных географических ареалов, чем у сосудистых растений. Это особенно проявляется в том, что касается участия мохообразных в процессе синантропизации, который в сущности определяет современную динамику флоры. У сосудистых растений данный процесс, как известно, имеет двусторонний характер, при котором обеднение аборигенной флоры сочетается с ее обогащением заносными видами, быстрым возрастанием удельного веса видов адвентивной фракции, их широкой территориальной экспансией.

У мохообразных вследствие особенностей их организации происходит лишь одностороннее сокращение биоразнообразия аборигенной бриофлоры

без какого-либо пополнения за счет адвентивных видов. Здесь все сводится к обеднению видового состава и перераспределению представителей аборигенной бриофлоры в пользу видов более способных к освоению нарушенных участков и экотопов антропогенного происхождения, т. е., прежде всего, брио-апофитов, относящихся к убиквистам. Однако, как отмечают исследователи за рубежом и в нашей стране, у мохообразных не известно не только адвентивных видов, но и настоящих апофитов (эуапофитов), которые произрастали бы и произошли только в антропогенных местообитаниях. Предполагаем [14], что это связано как с замедленным темпом эволюции данной группы растений, так и с их основными жизненными стратегиями, заключающимися в уклонении от конкуренции и повышении выносливости, т. е. освоением тех экотопов и экониш, которые непригодны или мало пригодны для сосудистых растений. В этом отношении здесь слабо проявляется или отсутствует конкурентное давление на мохообразные.

То, что в географическом плане космополиты, а в экологическом – убиквисты, возможно, относятся к адвентивным видам [1], трудно доказуемо. Дело в том, что космополитные бриофиты обычно обладают огромной споровой продукцией, а споры могут разноситься воздушными потоками на большие расстояния. Учитывая замедленный характер эволюции у мохообразных, такие виды в течение больших промежутков времени могли широко распространиться и без значительной помощи человека, адаптируясь к новым условиям без изменения своей природы (ненаследственная изменчивость). Это особенно характерно для периодов климатической дестабилизации и может быть связано с движением материков и динамикой островных систем в мировом океане. Об этом свидетельствуют, в частности значительные темпы заселения мохообразными вулканических островов. К тому же зачастую пионерные тенденции побуждают виды бриофитов к выработке в известной мере убиквистости. Судя по характеру ареалов и экологическому разнообразию мохообразных, адвентивные виды среди них, хотя бы относительно территории Беларуси и соседних с ней стран, отсутствуют.

При поселении важное значение для многих видов мохообразных имеют физико-химические (прежде всего, физические) свойства субстрата и особенно микроклимат среды произрастания. Наиболее яркое выражение основные жизненные стратегии мохообразных получают в пионерном образе жизни (явление эксплерентности), присущем многим их видам, т.е. в ускоренной экспансии в нарушенные или свободные от сосудистых растений места, возникающие в результате воздействия различных катастрофических факторов (чаще всего, антропогенных). Вместе с тем при освоении таких мест не происходит обычно ощутимого изменения природы видов мохообразных, так как они поселяются в экологических условиях, которые большей частью отвечают их ранее выработавшимся экологическим требованиям.

Вообще, по всей вероятности, продолжительность антропогена оказалась пока недостаточной для сколько-нибудь значительного проявления формообразования у мохообразных, представляющих собой древнейших

обитателей наземной части планеты. Это в полной мере касается и апофитной фракции в составе бриофлоры Беларуси, как и других стран.

В связи с возрастающей трансформацией природных экосистем под действием антропогенных факторов все большее внимание исследователей привлекает и вопрос, касающийся брио-апофитов в связи со спецификой их реакции на антропогенные воздействия. В аспекте весьма актуальной проблемы сохранения природного фиторазнообразия немаловажен вопрос об особенностях участия в процессе синантропизации (определяющего фактора в современной динамике флоры) мохообразных как продуцента органического вещества и неотъемлемого компонента природного биоразнообразия во всех его взаимоотношениях.

Начиная с 80-х годов прошлого столетия или позже, изучение участия мохообразных в процессе синантропизации растительного мира проводилось на территории Польши, Украины, России, Беларуси и других стран. Однако наибольший интерес в этом отношении представляет, по нашему мнению, публикация М.Ф. Бойко [1] как своего рода основополагающая в отношении изучения брио-апофитов. В ней в полной мере дана классификация синантропной фракции мхов на примере Украины [14], которой мы следуем и в настоящей работе. Вопросы синантропизации бриофлоры Беларуси обсуждаются в работах О. М. Масловского [6–7] и Г. Ф. Рыковского, А. А. Савкович [14].

При всей актуальности материалов имеющихся публикаций по синантропизации бриофлоры Беларуси в настоящее время потребовалась все же более полная и уточненная разработка этого вопроса, чему и посвящаются данные материалы. В указанной выше нашей статье [14] рассматривались мхи-апофиты старых бетонных фортификаций на северо-западе Беларуси. Всего здесь было выявлено 95 видов мохообразных, из которых к эвентапофитам отнесено 47 видов, к гемиапофитам – 30 и к индигенофитам – 18. Однако, более строго следуя определению последних как не встречающихся на антропогенных местообитаниях, правильнее все же и последнюю группу отнести к эвентапофитам.

Встречающееся определение апофитов «как растений местной флоры, перешедших из естественной среды обитания на места, измененные или созданные хозяйственной деятельностью и оставшиеся в них благодаря адаптации к таким специфическим условиям» не вполне точное. К истинным апофитам относятся те растения, которые не просто перешли в антропогенные места произрастания, а сформировались в них как виды. Таких видов среди бриофитов фактически неизвестно, включая даже «мхи-сорняки». В статье [14] изложены некоторые оригинальные теоретические представления (выявленные закономерности и зависимости) авторов в отношении брио-апофитов: 1) в связи со спецификой организации у мохообразных проявляется их более слабая зависимость от свойств субстрата, чем у сосудистых растений, что предопределяет гораздо большие возможности для освоения его разнообразия; 2) произрастание мохообразных в антропогенных экотопах не

имеет ощутимых таксономических последствий, что можно объяснить при-сущим им уклонением этих растений от конкуренции с сосудистыми расте-ниями, а также вероятной недостаточностью общей продолжительности пе-риода антропогенеза для существенного формообразования бриофитов.

**Материалы и методы исследований.** Материалом исследования яви-лась бриофлора Беларуси и экология ее представителей для выделения апо-фитной фракции как реакции на воздействие антропогенных факторов, т. е. участия в процессе синантропизации флоры высших растений на территории страны. Использованы литературные данные [1, 7] и материалы собственных исследований авторов, частично опубликованные [14], полученные при поле-вых исследованиях в рамках тематики лаборатории флоры и систематики растений, а также при разработке А. А. Сакович материалов для кандидат-ской диссертации. Проанализированы гербарные коллекции мохообразных по Беларуси, хранящиеся в ИЭБ НАН Беларуси и ГрГУ.

В методологии исследования синантропных мохообразных мы следуем достаточно проработанным в этом отношении материалам статьи [1]. Нами принят во внимание и перечень приводимых в этой работе антропогенных субстратов как мест поселения бриофитов. Методика изучения брио-апофитов частично изложена в статье [18]. Полевые исследования проводи-лись в различных экотопах всех трех подзон на территории Беларуси. При этом также учтены сведения о произрастании бриофитов на антропогенных субстратах, приводимые в бриофлористических сводках по Беларуси [5, 9–12]. Определение мохообразных проводилось по стандартным методикам с использованием фундаментальных изданий цикла «Флора Беларуси» по мохообразным [10–11], а также монографической работы М. С. Игнатова, Е.А. Игнатовой [3–4].

Классификация таксонов и цитирование видовых названий приводятся согласно современной таксономии мхов [17], печеночников и антоцеротовых [9]. Авторы таксонов не указываются, но соответствуют данным источникам.

**Результаты и их обсуждение.** В ранее опубликованных работах, по-священных изучению брио-апофитов на территории Беларуси О.М. Маслов-ским к этой группе отнесено 98 видов (24,4% от бриофлоры Беларуси) из 48 родов и 24 семейств. Мхи представлены 88 видами, печеночники – 8 и ан-тоцеротовые – 2. Из синантропных мохообразных к эвентапофитам отнесено 53 вида, к гемиапофитам – 48. В работе Г.Ф. Рыковского, А.А. Сакович [14] для старых бетонных фортификаций в стране приводится 95 видов (только мхи) из 59 родов и 27 семейств (обновленная систематика [17]). В числе этих видов 47 – эвентапофиты, 30 – гемиапофиты и 18 – индигенофиты. К послед-ним отнесены виды, редко встречающиеся на бетонных сооружениях. Здесь впервые для этого типа антропогенного субстрата указывается 12 видов брио-апофитов.

Согласно нашим последним данным (табл. 1) к проявляющим в той или иной степени синантропность отнесено 216 видов (49,5% от состава брио-флоры Беларуси) из 98 родов и 45 семейств, принадлежащих к 2 отделам –

мхов (*Bryophyta*) и печеночников (*Marchantiophyta*). Первый представлен только классом бриевые мхи – *Bryopsida* (184 вида из 80 родов и 30 семейств), второй – 2 классами – Юнгерманниевые – *Jungermanniopsida* (22 вида из 12 родов и 10 семейств) и Маршанциевые – *Marchantiopsida* (8 видов из 3 родов и 3 семейств).

Из брио-апофитов по численности видов выделяются следующие семейства: *Pottiaceae* – 27, *Bryaceae* – 23, *Brachytheciaceae* – 18, *Orthotrichaceae* и *Amblystegiaceae* – по 13, *Dicranaceae*, *Polytrichaceae* и *Mniaceae* – по 10, *Melichhoferiaceae* – 9, *Pylaisiaceae* – 8, а в остальных 35 семействах – от 1 до 6 видов. Среди родов бриоапофитов преобладают по числу видов *Bryum* – 23, *Orthotrichum* – 12, *Tortula* – 9, *Pohlia* – 8, *Dicranella* и *Plagiomnium* – по 7, *Brachythecium* и *Riccia* – по 6. Остальные 98 родов представлены 1-3 видами каждый. Вообще стеленую синантропизации 100,0 характеризуется 18 семейств и 58 родов, объединяющих 93 вида брио-апофитов (табл. 2–3).

Эвентапофитов – 143 вида (66,2% от всех брио-апофитов), гемиапофитов – 73 (33,8%), т.е. явно преобладают эвентапофиты. Следовательно, только трети видов брио-апофитов присуща значительная степень освоенности антропогенных местообитаний. Эвентапофиты относятся к 76 родам из 39 семейств, в том числе мхов – 122 вида из 63 родов и 28 семейств, а печеночников – 19 видов из 13 родов и 11 семейств. Гемиапофиты относятся к 31 роду из 20 семейств, в том числе мхов – 60 видов из 25 родов и 13 семейств, печеночников – 11 видов из 6 родов и 5 семейств, антоцеротовых – 2 вида из 2 родов и 2 семейств.

По числу видов среди эвентапофитов выделяются следующие роды: *Bryum* – 13, *Orthotrichum* – 9, *Brachythecium* – 6, *Plagiomnium* – 7, *Pogonatum*, *Atrichum*, *Pohlia*, *Dicranum*, *Mnium*, *Hygroamblystegium*, *Pellia* – по 3 вида, а в остальных родах по 1–2 вида. Из преобладающих родов эвентапофитов 8 представлены акрокарпными и только 2 (*Brachythecium* и *Hygroamblystegium*) – плеврокарпные. В составе гемиапофитов по числу видов можно выделить такие роды, как *Bryum* – 9, *Tortula* – 8, *Dicranella*, *Didymodon* и *Pohlia* – по 4, *Physcomitrium*, *Ditrichum* – по 3 вида. Все эти таксоны представлены только акрокарпными видами. Следовательно, из 17 перечисленных родов мхов, преобладающих по числу видов, 14 относятся к акрокарпной группе. По своей экологии в составе 13 из этих родов – все виды относятся к пионерным.

По субстратам брио-апофиты распределяются следующим образом: на почве – 139 видов (64,4%), из которых мхов – 111, печеночников – 26 и антоцеротовых – 2; на каменистом субстрате 105 (48,6%); на коре деревьев – 44 (20,4%); на гниющей древесине – 33 (15,3%), в водной среде – 4 вида (1,9%). Однако облигатных или почти облигатных на каждом из данных субстратов видов мохообразных значительно меньше: эпифитов – 18 (17 – мхи и 1 печеночник), эпилитов – 15 (14 – мхи и 1 печеночник), эпиксиллов – 7 (5 – мхи и 2 – печеночники). Что касается почвы, то из числа брио-апофитов здесь характерны виды пионерной ориентации. Их насчитывается 118, и отмечены они исключительно или в основном на почве.

Пионерными видами брио-апофитов богаты семейства *Pottiaceae*, *Bryaceae*, *Funariaceae*, *Ditrichaceae*, *Dicranaceae*, *Melichhoferiaceae*, *Ricciaceae*, *Pelliaceae*. Эти виды – ценофобы или не имеющие сколько-нибудь прочных ценологических связей. Все они – акрокарпные. К широко политопным по субстратам относится 25 видов (11,6%), причем исключительно мхов, способных, в частности, к произрастанию на почве. Следовательно из брио-апофитов на почве могут встречаться 164 вида (75,9%). Мохообразные (кроме многих тропогенных вследствие специфических экологических условий в этих областях) как бы следуют своему древнейшему происхождению в качестве пионерных растений, осваивавших наземную среду.

Вместе с тем к брио-апофитам относится значительное число раритетных в настоящее время видов. Длительное время уже не обнаруживаются около 30 видов пионерной экологии, еще в 30-ых годах минувшего столетия отмечавшихся в составе бриофлоры Беларуси, причем в начале данного столетия ряд из них не являлся редким. Это чаще всего в той или иной мере ценофобные (пионерные) виды. Деграция популяций этих видов, приспособленных к заселению участков с нарушенным растительным покровом, по всей вероятности, связана с повышением интенсивности возделывания сельскохозяйственных культур и, прежде всего, с широким применением на полях гербицидов и минеральных удобрений, а также с влиянием осушительной мелиорации. К, возможно, исчезнувшим следует отнести представителей семейств *Pottiaceae* (12 видов из 6 родов), *Bryaceae* (5 видов из 1 рода), *Ditrichaceae* (5 видов из 2 родов), *Dicranaceae* (3 вида из 1 рода), *Funariaceae* (2 вида из 2 родов), *Polytrichaceae*, *Ephemeraceae*, *Encalyptaceae*, *Bruchiaceae*, *Bartramiaceae* (по 1 виду). Однако примерно 50-100 лет назад большинство этих видов не были редкими на территории Беларуси, судя по соответствующим публикациям.

Однако вместе с тем активно и в больших масштабах развернувшееся в XX столетии строительство различных сооружений создало множество экотопов и экониш доступных для освоения рядом видов мохообразных и особенно бриевых мхов. Это благоприятствовало главным образом части видов брио-апофитов в их расселении, в том числе некоторых редких, давно не обнаруживаемых или даже прежде неизвестных во флоре Беларуси. Особый вклад в динамику бриофлоры внесли со временем бетонные и железобетонные сооружения, в первую очередь, оборонительного характера (фортификации), которыми богата территория Беларуси в связи с ее сложной политической историей. В числе поселившихся здесь мохообразных оказался наряду с обычными представителями аборигенной бриофлоры и ряд редких видов, которые, вероятно, использовали данные сооружения для своего распространения как миграционные пути [15, 17]. Особенно, начиная с 20-го столетия эти пути способствовали территориальному распространению некоторых бриофитов горного генезиса, в первую очередь, кальцефилов. К ним можно отнести такие редкие или прежде неизвестные в природных условиях на территории Беларуси виды, как *Tortella tortuosa*, *Encalypta streptocarpa*,



*Orthotrichum anomalum*, *O. cupulatum*, *Bryum schleicherii*, *B. uliginosum*, *B. warneum* и др. Менее всего свойственны для карбонатных (бетонных) субстратов эпиксилы, поскольку они предпочитают субстраты с кислой реакцией. Вообще брио-апофиты, отмеченные на старых бетонных фортификациях, составляют почти половину видов брио-апофитов в составе бриофлоры Беларуси, демонстрируя формирование своеобразного комплекса видов с различной экологией и в том числе видов горного генезиса, включая и кальцифилов, отсутствующих на естественном каменистом субстрате – силикатных валунах.

**Таблица 1.** Виды апофитной фракции бриофлоры Беларуси

Вид	Гемиапофиты	Эвентапофиты
<b>Отдел Anthocerotophyta</b>		
<b>Семейство Anthocerotaceae</b>		
1. <i>Anthoceros agrestis</i>	+	
<b>Семейство Notothylataceae</b>		
2. <i>Phaeoceros laevis</i>	+	
<b>Отдел Marchantiophyta</b>		
<b>Семейство Fossombronniaceae</b>		
3. <i>Fossombronnia foveolata</i>		+
4. <i>F. wondrachekii</i> *	+	
<b>Семейство Pelliaceae</b>		
5. <i>Pellia epiphylla</i>		+
6. <i>P. neesiana</i>		+
7. <i>P. endiviaefolia</i>		+
<b>Семейство Blasiaceae</b>		
8. <i>Blasia pusilla</i>		+
<b>Семейство Scapaniaceae</b>		
9. <i>Isopaches bicrenatus</i>	+	
10. <i>Lophozia ventricosa</i>		+
11. <i>L. longiflora</i>		+
12. <i>L. excisa</i>	+	
13. <i>Scapania irrigua</i>		+
<b>Семейство Cephaloziaceae</b>		
14. <i>Cephalozia bicuspidata</i>		+
<b>Семейство Cephaloziellaceae</b>		
15. <i>Cephaloziella divaricata</i>	+	
16. <i>C. rubella</i>	+	
<b>Семейство Gymnomitriaceae</b>		
17. <i>Solenostoma gracillima</i>		+
18. <i>S. sphaerocarpa</i>		+
19. <i>Nardia geoscyphus</i>		+
<b>Семейство Lophocoleaceae</b>		
20. <i>Chiloscyphus latifolia</i>		+
21. <i>Ch. minor</i>		+

22.	<i>Ch. polyanthus</i>		+
<b>Семейство Plagiochilaceae</b>			
23.	<i>Plagiochila porelloides</i>		+
<b>Семейство Radulaceae</b>			
24.	<i>Radula complanata</i>		+
<b>Семейство Conocephalaceae</b>			
25.	<i>Conocephalum conicum</i>		+
<b>Семейство Marchantiaceae</b>			
26.	<i>Marchantia polymorpha</i>	+	
<b>Семейство Ricciaceae</b>			
27.	<i>Riccia canaliculata</i>	+	
28.	<i>R. cavernosa</i>	+	
29.	<i>R. ciliata</i>	+	
30.	<i>R. glauca</i>	+	
31.	<i>R. huebeneriana</i>		+
32.	<i>R. sorocarpa</i>	+	
<b>Отдел Bryophyta</b>			
<b>Семейство Polytrichaceae</b>			
33.	<i>Pogonatum nanum</i>		+
34.	<i>P. aloides*</i>		+
35.	<i>P. urnigerum</i>		+
36.	<i>Polytrichastrum formosum</i>		+
37.	<i>Polytrichum commune</i>		+
38.	<i>P. juniperinum</i>		+
39.	<i>P. piliferum</i>		+
40.	<i>Atrichum angustatum</i>		+
41.	<i>A. tenellum</i>		+
42.	<i>A. undulatum</i>		+
<b>Семейство Ephemeraceae</b>			
43.	<i>Ephemerum serratum*</i>		+
<b>Семейство Funariaceae</b>			
44.	<i>Entosthodon fascicularis*</i>		+
45.	<i>Funaria hygrometrica</i>	+	
46.	<i>Physcomitrium eurystomum</i>	+	
47.	<i>Ph. pyriforme</i>	+	
48.	<i>Ph. sphaericum*</i>	+	
49.	<i>Physcomitrella patens</i>		+
<b>Семейство Buxbaumiaceae</b>			
50.	<i>Buxbaumia aphylla</i>	+	
<b>Семейство Encalyptaceae</b>			
51.	<i>Encalypta streptocarpa</i>	+	
52.	<i>E. vulgaris*</i>		+
<b>Семейство Pottiaceae</b>			
53.	<i>Acaulon muticum*</i>	+	
54.	<i>A. triquetrum*</i>	+	
55.	<i>Aloina ambigua*</i>		+
56.	<i>A. rigida*</i>		+
57.	<i>Barbula convoluta</i>	+	
58.	<i>B. unguiculata</i>	+	
59.	<i>Bryoerythrophyllum recurvirostre</i>	+	

60.	<i>Didymodon acutus</i>	+	
61.	<i>D. fallax</i>	+	
62.	<i>D. rigidulus</i>	+	
63.	<i>D. vinealis</i>	+	
64.	<i>Microbryum davallianum*</i>	+	
65.	<i>Pterigoneurum ovatum*</i>	+	
66.	<i>P. sessile*</i>	+	
67.	<i>Syntrichia ruralis</i>	+	
68.	<i>S. virescens</i>	+	
69.	<i>Tortella tortuosa</i>	+	
70.	<i>Tortula mucronifolia</i>	+	
71.	<i>T. muralis</i>	+	
72.	<i>T. subulata*</i>	+	
73.	<i>T. protobryoides</i>	+	
74.	<i>T. modica*</i>	+	
75.	<i>T. lanceola*</i>	+	
76.	<i>T. truncata</i>	+	
77.	<i>T. acaulon*</i>	+	
78.	<i>Weissia brachycarpa*</i>		+
79.	<i>W. controversa</i>		+
<b>Семейство Grimmiaceae</b>			
80.	<i>Schistidium apocarpum</i>	+	
81.	<i>Sch. crassipilum</i>	+	
82.	<i>Grimmia muehlenbeckii</i>		+
83.	<i>G. pulvinata</i>		+
84.	<i>Niphotrichum canescens</i>		+
<b>Семейство Fissidentaceae</b>			
85.	<i>Fissidens adianthoides</i>		+
86.	<i>F. bryoides</i>		+
<b>Семейство Orthotrichaceae</b>			
87.	<i>Orthotrichum affine</i>		+
88.	<i>O. anomalum</i>	+	
89.	<i>O. cupulatum</i>	+	
90.	<i>O. diaphanum</i>		+
91.	<i>O. gymnostomum</i>		+
92.	<i>O. lyellii</i>		+
93.	<i>O. obtusifolium</i>		+
94.	<i>O. pallescens</i>		+
95.	<i>O. patens</i>		+
96.	<i>O. pumilum</i>		+
97.	<i>O. speciosum</i>		+
98.	<i>O. striatum</i>		+
99.	<i>Ulota crispa</i>		+
<b>Семейство Ditrichaceae</b>			
100.	<i>Ceratodon purpureus</i>	+	
101.	<i>Ditrichum cylindricum*</i>	+	
102.	<i>D. heteromalla*</i>	+	
103.	<i>D. pusillum*</i>	+	
104.	<i>Pleuridium acuminatum*</i>	+	
105.	<i>P. subulatum*</i>	+	

<b>Семейство Dicranaceae</b>		
106.	<i>Dicranum flagellare</i>	+
107.	<i>D. polysetum</i>	+
108.	<i>D. scoparium</i>	+
109.	<i>Dicranella cerviculata</i>	+
110.	<i>D. crista</i>	+
111.	<i>D. heteromalla</i>	+
112.	<i>D. rufescens*</i>	+
113.	<i>D. schreberi</i>	+
114.	<i>D. subulata*</i>	+
115.	<i>D. varia*</i>	+
116.	<i>Trematodon ambigous*</i>	+
<b>Семейство Melichhoferiaceae</b>		
117.	<i>Leptobryum pyriforme</i>	+
118.	<i>Pohlia annotina</i>	+
119.	<i>P. bulbifera</i>	+
120.	<i>P. cruda</i>	+
121.	<i>P. filum</i>	+
122.	<i>P. melandon*</i>	+
123.	<i>P. nutans</i>	+
124.	<i>P. prolifera</i>	+
125.	<i>P. wahlenbergii</i>	+
<b>Семейство Bryaceae</b>		
126.	<i>Bryum warneum</i>	+
127.	<i>B. uliginosum</i>	+
128.	<i>B. pallens</i>	+
129.	<i>B. turbinatum*</i>	+
130.	<i>B. schleicherii</i>	+
131.	<i>B. weigelii*</i>	+
132.	<i>B. algovicum</i>	+
133.	<i>B. amblyodon</i>	+
134.	<i>B. intermedium*</i>	+
135.	<i>B. capillare</i>	+
136.	<i>B. moravicum</i>	+
137.	<i>B. creberrimum</i>	+
138.	<i>B. pallescens</i>	+
139.	<i>B. pseudotriquetrum var. bimum</i>	+
140.	<i>B. neodamense*</i>	+
141.	<i>B. caespiticeum</i>	+
142.	<i>B. argenteum</i>	+
143.	<i>B. dichotomum</i>	+
144.	<i>B. klinggraeffii</i>	+
145.	<i>B. rubens</i>	+
146.	<i>B. funckii*</i>	+
147.	<i>B. knowltonii*</i>	+
148.	<i>Rhodobryum roseum</i>	+
<b>Семейство Mniaceae</b>		
149.	<i>Mnium ambiguum</i>	+
150.	<i>M. marginatum</i>	+

151.	<i>M. stellar</i>		+
152.	<i>Plagiomnium cuspidatum</i>		+
153.	<i>P. affine</i>		+
154.	<i>P. medium</i>		+
155.	<i>P. elatum</i>		+
156.	<i>P. ellipticum</i>		+
157.	<i>P. rostratum</i>		+
158.	<i>P. undulatum</i>		+
<b>Семейство Bartramiaceae</b>			
159.	<i>Bartramia pomiformis*</i>		+
160.	<i>Philonotis fontana</i>		+
161.	<i>Ph. marchica</i>	+	
<b>Семейство Hedwigiaceae</b>			
162.	<i>Hedwigia ciliata</i>		+
<b>Семейство Climaciaceae</b>			
163.	<i>Climacium dendroides</i>		+
<b>Семейство Leucodontaceae</b>			
164.	<i>Leucodon sciuroides</i>		+
<b>Семейство Anomodontaceae</b>			
165.	<i>Anomodon viticulosus</i>		+
<b>Семейство Homaliaceae</b>			
166.	<i>Homalia trichomanoides</i>		+
<b>Семейство Leskeaceae</b>			
167.	<i>Leskea polycarpa</i>		+
<b>Семейство Pseudoleskeellaceae</b>			
168.	<i>Pseudoleskeella nervosa</i>		+
<b>Семейство Thuidiaceae</b>			
169.	<i>Abietinella abietina</i>		+
170.	<i>Thuidium assimile</i>		+
171.	<i>Pelekium minutulum</i>		+
<b>Семейство Amblystegiaceae</b>			
172.	<i>Campylium stellatum</i>		+
173.	<i>Campyliodelphus chrysophyllus</i>		+
174.	<i>Campylidium sommerfeltii</i>		+
175.	<i>Amblystegium serpens</i>	+	
176.	<i>A. juratzkanum</i>	+	
177.	<i>Hygroamblystegium fluviatile )</i>		+
178.	<i>H. tenax</i>		+
179.	<i>H. varium</i>		+
180.	<i>Leptodictyum riparium</i>		+
181.	<i>Drepanocladus aduncus</i>		+
182.	<i>Hygrohypnum luridum</i>		+
183.	<i>Serpoleskea subtilis</i>		+
<b>Семейство Scordiaceae</b>			
184.	<i>Sanionia uncinata</i>		+
<b>Семейство Brachytheciaceae</b>			
185.	<i>Homalothecium sericeum</i>		+
186.	<i>Camptothecium lutescens</i>		+
187.	<i>Brachythecium albicans</i>		+
188.	<i>B. salebrosum</i>		+

189.	<i>B. mildeanum</i>		+
190.	<i>B. rutabulum</i>		+
191.	<i>B. rivulare</i>		+
192.	<i>B. campestre</i>		+
193.	<i>Brachythecium velutinum</i>		+
194.	<i>Sciuro-hypnum oedipodium</i>		+
195.	<i>S.-h. populeum</i>		+
196.	<i>S.-h. starkei</i>		+
197.	<i>Rhynchostegium riparioides</i>		+
198.	<i>Rh. murale</i>	+	
199.	<i>Rh. confertum</i>		+
200.	<i>Eurhynchium angustirete</i>		+
201.	<i>E. praelongum</i>		+
202.	<i>Oxyrrhynchium hians</i>		+
<b>Семейство Plagiotheciaceae</b>			
203.	<i>Plagiothecium laetum</i>		+
<b>Семейство Pylaisiaceae</b>			
204.	<i>Callicladium haldanianum</i>		+
205.	<i>Calliergonella cuspidata</i>		+
206.	<i>C. lindbergii</i>		+
207.	<i>Pylaisia polyantha</i>		+
208.	<i>Stereodon fertile</i>		+
209.	<i>S. pallescens</i>		+
210.	<i>Homomallium incurvatum</i>		+
211.	<i>Ptilium crista-castrensis</i>		+
<b>Семейство Hylocomiaceae</b>			
212.	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>		+
213.	<i>Rh. triquetrus</i>		+
214.	<i>Pleurozium schreberi</i>		+
215.	<i>Hylocomium splendens</i>		+
<b>Семейство Нурнаеae</b>			
216.	<i>Hypnum cupressiforme</i>		+

Примечание: \* Виды, которые давно не обнаруживаются на территории Беларуси.

Таблица 2. Индигенофиты и апофитные виды в семействах бриофлоры Беларуси

Семейство	Всего видов в семействе	Индигенофиты	Апофиты		Индекс синантропизации семейства
			Гемиапофиты	Эвент-апофиты	
<i>Anthocerotaceae</i>	1	-	1	-	100,0
<i>Notothylataceae</i>	1	-	1	-	100,0
<i>Fossombronniaceae</i>	2	-	1	1	100,0
<i>Pelliaceae</i>	3	-	-	3	100,0
<i>Blasiaceae</i>	1	-	-	1	100,0
<i>Scapaniaceae</i>	20	15	2	3	25,0
<i>Cephaloziaceae</i>	10	9	-	1	10,0
<i>Cephaloziellaceae</i>	4	2	2	-	50,0
<i>Gymnomitriaceae</i>	6	3	-	3	50,0
<i>Lophocoleaceae</i>	5	2	-	3	60,0
<i>Plagiochilaceae</i>	2	1	-	1	50,0
<i>Radulaceae</i>	1	-	-	1	100,0
<i>Conocephalaceae</i>	11	10	-	1	9,1
<i>Marchantiaceae</i>	2	1	1	-	50,0
<i>Ricciaceae</i>	10	4	5	1	60,0
<i>Polytrichaceae</i>	14	4	-	10	71,4
<i>Ephemeraceae</i>	1	-	-	1	100,0
<i>Funariaceae</i>	6	-	4	2	100,0
<i>Buxbaumiaceae</i>	1	-	1	-	100,0
<i>Encalyptaceae</i>	3	1	1	1	66,7
<i>Pottiaceae</i>	30	3	23	4	90,0
<i>Grimmiaceae</i>	12	7	2	3	41,7
<i>Fissidentaceae</i>	5	3	2	-	40,0
<i>Orthotrichaceae</i>	18	5	2	11	72,2
<i>Ditrichaceae</i>	6	-	6	-	100,0
<i>Dicranaceae</i>	28	17	5	6	39,3
<i>Melichhoferiaceae</i>	10	1	5	4	90,0
<i>Bryaceae</i>	25	2	9	14	92,0
<i>Mniaceae</i>	14	4	-	10	71,4
<i>Bartramiaceae</i>	3	-	1	2	100,0
<i>Hedwigiaceae</i>	1	-	-	1	100,0
<i>Climaciaceae</i>	1	-	-	1	100,0
<i>Leucodontaceae</i>	1	-	-	1	100,0
<i>Anomodontaceae</i>	3	2	-	1	33,3
<i>Neckeraceae</i>	4	3	-	1	25,0
<i>Leskeaceae</i>	1	-	-	1	100,0
<i>Pseudoleskeellaceae</i>	1	-	-	1	100,0
<i>Thuidiaceae</i>	7	4	-	3	42,9
<i>Amblystegiaceae</i>	23	11	2	10	52,2
<i>Scorpidiaceae</i>	4	3	-	1	25,0
<i>Brachytheciaceae</i>	28	10	1	17	64,3
<i>Plagiotheciaceae</i>	6	5	-	1	16,7
<i>Pylaisiaceae</i>	10	2	-	8	80,0
<i>Hylocomiaceae</i>	4	-	-	4	100,0
<i>Hypnaceae</i>	3	2	-	1	33,3

Таблица 3. Индигенофиты и апофитные виды в родах бриофлоры Беларуси

Род	Всего видов в роде	Индигенофиты	Апофиты		Индекс синантропизации рода
			геми-апофиты	эвент-апофиты	
<i>Anthoceros</i>	1	0	1	-	100,0
<i>Phaeoceros</i>	1	0	1	-	100,0
<i>Fossombronnia</i>	2	0	1	1	100,0
<i>Pellia</i>	3	0	-	3	100,0
<i>Blasia</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Lophozia</i>	5	2	1	2	60,0
<i>Scapania</i>	5	4	-	1	20,0
<i>Isopaches</i>	1	0	1	-	100,0
<i>Cephalozia</i>	7	6	-	1	14,3
<i>Cephaloziella</i>	4	2	2	-	50,0
<i>Solenostoma</i>	2	0	-	2	100,0
<i>Nardia</i>	2	1	-	1	50,0
<i>Chiloscyphus</i>	5	2	-	3	60,0
<i>Plagiochila</i>	2	1	-	1	50,0
<i>Radula</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Conocephalum</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Marchantia</i>	1	1	1	-	100,0
<i>Riccia</i>	9	3	5	1	66,7
<i>Pogonatum</i>	3	0	-	3	100,0
<i>Poytrichastrum</i>	2	1	-	1	50,0
<i>Polytrichum</i>	5	2	-	3	60,0
<i>Atrichum</i>	4	1	-	3	75,0
<i>Ephemerum</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Entosthodon</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Funaria</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Physcomitrium</i>	3	0	3	-	100,0
<i>Physcomitrella</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Buxbaumia</i>	1	0	1	-	100,0
<i>Encalypta</i>	3	1	1	1	66,7
<i>Syntrichia</i>	3	1	2	-	66,7
<i>Tortula</i>	10	1	9	-	90,0
<i>Aloina</i>	2	0	-	2	100,0
<i>Pterigoneurum</i>	2	0	2	-	100,0
<i>Acaulon</i>	2	0	2	-	100,0
<i>Barbula</i>	2	0	2	-	100,0
<i>Didymodon</i>	4	0	4	-	100,0
<i>Bryoerythrophyllum</i>	1	0	1	-	100,0
<i>Weissia</i>	2	0	-	2	100,0
<i>Tortella</i>	1	0	1	-	100,0
<i>Schistidium</i>	3	1	2	-	66,7
<i>Grimmia</i>	5	3	-	2	40,0
<i>Niphotrichum</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Fissidens</i>	5	3	2	-	40,0
<i>Orthotrichum</i>	15	4	2	9	73,3
<i>Ulota</i>	3	1	-	2	66,7



<i>Ceratodon</i>	1	0	1	-	100,0
<i>Ditrichum</i>	3	0	3	-	100,0
<i>Pleuridium</i>	2	0	2	-	100,0
<i>Dicranum</i>	11	8	-	3	27,3
<i>Dicranella</i>	7	1	4	2	85,7
<i>Trematodon</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Leptobryum</i>	1	0	1	-	100,0
<i>Pohlia</i>	10	2	4	4	80,0
<i>Bryum</i>	25	3	9	13	88,0
<i>Rhodobryum</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Mnium</i>	4	1	-	3	75,0
<i>Plagiomnium</i>	7	0	-	7	100,0
<i>Bartramia</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Philonotis</i>	2	1	1	-	50,0
<i>Hedwigia</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Climacium</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Leucodon</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Anomodon</i>	3	2	-	1	33,3
<i>Homalia</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Leskea</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Pseudoleskeella</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Abietinella</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Thuidium</i>	4	3	-	1	25,0
<i>Pelekium</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Campylium</i>	2	1	-	1	50,0
<i>Campyliodelphus</i>	2	1	-	1	50,0
<i>Campylidium</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Amblystegium</i>	2	0	2	-	100,0
<i>Hygroamblystegium</i>	3	0	-	3	100,0
<i>Leptodictyum</i>	2	1	-	1	50,0
<i>Drepanocladus</i>	3	2	-	1	33,3
<i>Hygrohypnum</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Serpoleskea</i>	2	1	-	1	50,0
<i>Sanionia</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Homalothecium</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Camphotecium</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Brachythecium</i>	7	1	-	6	85,7
<i>Brachytheciastrum</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Sciuro-hypnum</i>	4	1	-	3	75,0
<i>Rhynchostegium</i>	3	0	1	2	100,0
<i>Eurhynchium</i>	3	1	-	2	66,7
<i>Oxyrrhynchium</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Plagiothecium</i>	5	4	-	1	20,0
<i>Callicladium</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Calliergonella</i>	2	0	-	2	100,0
<i>Pylaisia</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Stereodon</i>	2	0	-	2	100,0
<i>Homomallium</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Ptilium</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Rhytidiadelphus</i>	2	0	-	2	100,0

<i>Pleurozium</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Hylocomium</i>	1	0	-	1	100,0
<i>Hypnum</i>	2	1	-	1	50,0

**Заключение.** Проведенное нами исследование с использованием всех доступных источников позволило выделить в составе бриофлоры Беларуси брио-апофитную фракцию как отражающую участие мохообразных в доминирующем в настоящее время процессе синантропизации растительного покрова. Эта фракция представлена мхами (класс *Bryopsida*), печеночниками (классы *Jungermanniopsida* и *Marchantiopsida*) и антоцеротовыми (класс *Anthocerotopsida*). В ее составе всего 216 видов (49,5% от состава бриофлоры Беларуси) из 98 родов (54,1%) и 45 семейств (66,7%). Мхи – 184 вида из 80 родов и 30 семейств, печеночники – 30 видов из 16 родов и 13 семейств, антоцеротовые – 2 вида из 2 родов и 2 семейств. Из этих таксонов мхи (класс *Bryopsida* как наиболее высоко организованная группа) играют основную роль в процессе синантропизации. Собственно апофиты (зуапофиты) среди мохообразных отсутствуют. Неизвестны у них также и адвентивные виды. По нашему представлению, это связано с особенностями генезиса и географии мохообразных. Для них характерен замедленный относительно сосудистых растений темп эволюции и более обширные ареалы, чем у сосудистых растений.

По типу организации и обусловленным им основным жизненным стратегиям для многих их видов характерен пионерный образ жизни и адаптация к широкому спектру субстратов, на чем мы и акцентировали внимание. Это предопределяет особенности их участия в процессе синантропизации. Доля видов, относимых к брио-апофитам, на почве составляет 75,9%, на каменистом субстрате – 48,6%, на коре древесных растений – 20,4%, на гниющей древесине – 15,3%, широко политоных по субстратам – 11,7%.

В составе бриофлоры Беларуси как производной от условий голоцена под воздействием комплекса антропогенных факторов, накладывающихся на природные изменения, происходит в основном только перераспределение его аборигенных представителей и одностороннее сокращение биоразнообразия.

Деструктивная в отношении природного растительного покрова антропогенная деятельность снижает напряженность конкурентных отношений и тем самым освобождает жизненное пространство для многих брио-апофитов. Однако окультуривание экосистем приводит к выпадению многих стенотопных видов и замещению их убиквидами. Из двух составных частей фракции брио-апофитов – гемапофитов и эвнтапофитов – первые более приспособлены к антропопрессингу (до определенного уровня), а мхи в их составе почти исключительно представлены акрокарпными видами (во многом ценофобами), тогда как в числе вторых значительна доля и плеврокарпных видов (во многом ценофилов). В противовес тому ущербу, который наносится бриофлоре (особенно ценофилам) деструкцией природных экосистем возникновение ряда мест антропогенного происхождения создает своего рода рефугиумы для различных бриофитов, в том числе редких кальцефилов

горного происхождения. Прежде всего, это старые бетонные (главным образом фортификации) и цементно-каменные сооружения, на которых отмечено около половины видов брио-апофитов известных на территории Беларуси. Организованная в определенных направлениях и порядке сеть бетонных фортификаций (своего рода аналогов скально-каменистых карбонатных горных пород в равнинных условиях страны) являет собой уникальный объект для прослеживания миграции видов бриофитов (особенно горного генезиса) за последнее столетие и в отношении выявления адаптивных их возможностей. Во избежание полной утраты этих своеобразных объектов необходимо решить вопрос охраны хотя бы наиболее интересных из них для дальнейшего ботанического мониторинга.

### Литература

1. Бойко М. Ф. // Черноморський ботанічний журнал. Херсон: Видавництво ХДУ, 2005. Т.1. № 2. С. 24–32.
2. Игнатов М. С. Листостебельные мхи верхнетатарских отложений севера Русской платформы // Гл. бот. сад АН СССР. М., 1987. 80 с. Деп. в ВИНТИ, N 2840-B87.
3. Игнатов М. С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Том 1. Sphagnaceae – Hedwigiaceae. М.: КМК, 2003. С. 1–608. (Arctoa том 11, приложение 2).
4. Игнатов М. С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Том 2. Fontinalaceae – Amblystegiaceae. М.: КМК, 2004. С. 609–944. (Arctoa том 11, приложение 1).
5. Лазаренко А. С. Определитель листовых мхов БССР. Минск: Изд-во АН БССР, 1951. 399 с.
6. Масловский О. М. Динамика бриофлоры Беларуси // Бриология: традиции и современность. СПб, 2010. С. 100–104.
7. Масловский О. М. // Черноморський ботанічний журнал. Херсон: Видавництво ХДУ, 2012. Т.8. №2. С. 205–213.
8. Потемкин А. Д., Софронова Е. В. Печеночники и антоцеротовые России. Т.1. СПб.-Якутск: Бостон-спектр, 2009. 368 с.
9. Рыковский Г. Ф., Клакоцкая Т. Н., Петрикова Ж. М., Углянец А. В. Мохообразные НП «Припятский» (эволюционный аспект, таксономия, экология, география, жизненные стратегии). Минск: Белорусский Дом печати, 2010. 160 с.
10. Рыковский Г. Ф., Масловский О. М. Флора Беларуси. Мохообразные. В 2 т. Т. 1: *Andreaeopsida*–*Bryopsida*. Минск: Тэхналогія, 2004. 437 с.
11. Рыковский Г. Ф., Масловский О. М. Флора Беларуси. Мохообразные. В 2 т. Т. 2: *Herpiciopsida* – *Sphagnopsida*. Минск: Беларуская навука, 2009. 213 с.
12. Рыковский Г. Ф., Шабета М. С., Архипенко Н. А., Парфенов В. И. Биологическое разнообразие Национального парка «Браславские озера»: Мохообразные. Минск: Белорус. Дом печати, 2012. 263 с.
13. Рыковский Г. Ф. Происхождение и эволюция мохообразных. Минск: Беларус. навука, 2011. 433 с.
14. Рыковский, Г. Ф., Сакович А. А. // Известия Национальной Академии Наук Беларуси. Серия биологических наук. Минск, 2014. № 1. С. 45–50.
15. Сакович А. А., Рыковский Г.Ф. // Черноморський ботанічний журнал. Херсон: Видавництво ХДУ, 2012. Т.8. № 1. С. 98–103.
16. Gimmingham C. H., Robertson W. M. // Transaction of the British Briol. Soc., 1950. 1. №4. P. 330–344.

17. Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // *Arctoa*. 2006. T.15. P.1–130.

18. Sakovich A., Rykovskij G. // *Biodiversity / Research and Conservation*. 2012. Vol. 24. P. 31–35.

Г.Ф. РЫКОВСКИЙ, А.А. САКОВИЧ, М.С. ШАБЕТА  
**АПОФИТЫ В СОСТАВЕ БРИОФЛОРЫ БЕЛАРУСИ**

**Резюме**

В статье рассматривается апофитная фракция бриофлоры Беларуси в целом, его таксономическая и экологическая структура. Выделены 2 группы по степени освоения антропогенных мест произрастания – эвентапофиты и гемиапофиты.

G.F. RYKOVSKY, M.S. SHABETA  
**APOPHYTES IN BRYOFLORES OF BELARUS**

**Summary**

This article is devoted to the investigation of apophytes of Belarus bryoflora, its taxonomic and ecological structure. According to the degree of development of anthropogenic habitats two groups – eventapophytes and hemiapophytes were allocated.

*Поступила в редакцию 23.06.2015 г.*

Г. Ф. РЫКОВСКИЙ, М. С. ШАБЕТА  
**СОВРЕМЕННАЯ ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА БРИОФЛОРЫ  
БЕЛАРУСИ**

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича  
НАН Беларуси», Минск*

**Введение.** Первыми крупными сводами по мохообразным территории Беларуси являются «Флора сфагновых мхов» А.П. Пидопличко (1948) [4] и «Определитель листовых мхов БССР» А.С. Лазаренко (1951) [3]. Однако сводка по листовым мхам отличается неполнотой. В ней около 100 видов отмечается предположительно, хотя большая их часть в действительности прежде указывалась для территории Беларуси. С критическим учетом материалов этих сводок, а также всех других публикаций и, прежде всего, крупной работы С. Шафнагеля (1908) [11], гербарных данных, а также материалов последующих бриофлористических исследований впервые была подготовлена достаточно полная сводка по бриофлоре страны, на основе которой опубликованы два тома фундаментального издания «Флора Беларуси» по мохообразным (2004, 2009) [6–7]. Вместе с тем, в 2006 году была опубликована сводка по отделу *Bryophyta* (мхи) [9] относительно территории бывшего СССР, в которой систематика мхов подверглась значительной переработке на разных таксономических уровнях. Одновременно с опубликованием второго тома Флоры Беларуси (Мохообразные) в 2009 году в России была издана монография по печеночникам и антоцеротовым [5], в которой систематика этих групп также претерпела существенные изменения. Все это осложнило использование сводки «Флора Беларуси. Мохообразные». В такой связи мы сочли целесообразным привести в соответствие с новыми трактовками систематический список мохообразных Беларуси.

**Материалы и методы исследований.** Список видов бриофитов, относящихся к территории Беларуси, составлен согласно фундаментальных изданий цикла «Флора Беларуси» по мохообразным [6–7]. Таксономическая структура и цитирование видовых названий мохообразных Беларуси соответствуют современной классификации мхов [9], печеночников и антоцеротовых [5] с некоторой корректировкой [8, 10].

Согласно современной таксономии мхов [9] в составе бриофлоры Беларуси наряду с классами *Sphagnopsida*, *Andreeopsida* и *Bryopsida* выделяются еще и такие классы, как *Polytrichopsida* и *Tetraphidopsida*. Однако основываясь на исследованиях Г. Ф. Рыковского [8] считаем такую классификацию не вполне оправданной, поскольку, исходя из типа организации бриевых мхов, такие группы, как политриховые и тетрафисовые, относятся к классу *Bryopsida*, а их относительная примитивность по структуре спорогонов не дает достаточного основания для выделения их на уровне классификационного ранга *Sphagnopsida* и *Andreeopsida*, значительно удаленных по данным

признакам от целостного класса *Bryopsida*. На этом основании тетрафисовые и политриховые рассматриваем как подклассы класса *Bryopsida*.

Также считаем необоснованным определение вида *Amblystegium juratzkanum* Schimp. как *Amblystegium serpens* var. *juratzkanum* (Schimp.) Rau & Herv., поскольку *Amblystegium serpens* (Hedw.) Bruch et al. и *Amblystegium juratzkanum* Schimp. имеют устойчивые, довольно хорошо различимые морфологические различия в строении листа [1–3, 6–8, 10].

**Результаты и их обсуждение.** Бриофлора Беларуси, согласно последним данным, включает 433 вида, из 180 родов, 79 семейств, 27 порядков, 6 классов, 3 отделов (*Anthocerothophyta*, *Marchantiophyta*, *Bryophyta*). Отдел *Anthocerothophyta* представлен 2 видами из 2 родов, 2 семейств, 2 порядков, 1 класса; отдел *Marchantiophyta* – 93 вида из 45 родов, 29 семейств, 9 порядков, 2 классов; отдел *Bryophyta* – 338 видов из 133 родов, 48 семейств, 16 порядков, 3 классов.

Сомнительные виды в списке не упоминаются. К ним относятся печеночники *Riccardia chamedryfolia* (With.) Grolle, *Tritomaria exsecta* (Schmidel ex Schrad.) Schiffn. ex Loeske, *Mylia taylorii* (Hook.) Gray, *Marsupella funckii* (F. Weber et D. Mohr) Dumort. и мхи *Tortula cuneifolia* (Dicks.) Turner, *Neckera crispa* Hedw., *Entodon cladorrhizans* (Hedw.) Muell. Hal., *Rhytidiadelphus subpinnatus* (Lindb.) T.J. Kop.

Виды, приводимые предположительно в сводках «Флора Беларуси», в список не включены по той причине, что их нахождение на территории Беларуси в основном маловероятно из-за редкости их на соседних территориях и их стенотопности.

**Таблица 1.** Таксономическая структура бриофлоры Беларуси

Семейство	Род	Вид
<b>Отдел Anthocerothophyta</b>		
<b>Класс Anthocerotopsida</b>		
<b>1. Порядок Anthocerotales</b>		
1. Anthocerotaceae	1. Anthoceros	1. Anthoceros agrestis Paton
<b>2. Порядок Notothylatales</b>		
2. Notothylataceae	2. Phaeoceros	2. Phaeoceros laevis (L.) Prosk.
<b>Отдел Marchantiophyta</b>		
<b>Класс Marchantiopsida</b>		
<b>3. Порядок Blasiales</b>		
3. Blasiaceae	3. Blasia	3. Blasia pusilla L.
<b>4. Порядок Marchantiales</b>		
4. Marchantiaceae	4. Preissia	4. Preissia quadrata (Scop.) Nees
	5. Marchantia	5. Marchantia polymorpha L.
5. Conocephalaceae	6. Conocephalum	6. Conocephalum conicum (L.) Dumort.
6. Ricciaceae	7. Riccia	7. Riccia beyrichiana Hampe ex Lehm.
		8. Riccia canaliculata Hoffm.

Семейство	Род	Вид
		9. Riccia cavernosa Hoffm.
		10. Riccia ciliata Hoffm.
		11. Riccia fluitans L.
		12. Riccia glauca L.
		13. Riccia huebeneriana Lindenb.
		14. Riccia sorocarpa Bisch.
	8. Ricciocarpos	15. Ricciocarpos natans (L.) Corda
<b>Класс Jungermanniopsida</b>		
<b>5. Порядок Pelliaceae</b>		
7. Pelliaceae	9. Pellia	16. Pellia endiviifolia (Dicks.) Dumort.
		17. Pellia epiphylla (L.) Corda
		18. Pellia neesiana (Gottsche) Limpr.
<b>6. Порядок Fossombroniales</b>		
8. Fossombroniales	10. Fossombronia	19. Fossombronia foveolata Lindb.
		20. Fossombronia wondraczekii (Corda) Lindb.
<b>7. Порядок Pallaviciniales</b>		
9. Moerckiales	11. Moerckia	21. Moerckia flotoviana (Nees) Schiffn.
<b>8. Порядок Metzgeriales</b>		
10. Metzgeriales	12. Metzgeria	22. Metzgeria furcata (L.) Dumort.
11. Aneurales	13. Aneura	23. Aneura pinguis (L.) Dumort.
	14. Riccardia	24. Riccardia incurvata Lindb.
		25. Riccardia latifrons (Lindb.) Lindb.
		26. Riccardia multifida (L.) Gray
		27. Riccardia palmata (Hedw.) Carruth.
<b>9. Порядок Porellales</b>		
12. Porellales	15. Porella	28. Porella platyphylla (L.) Pfeiff.
13. Radulales	16. Radula	29. Radula complanata (L.) Dumort.
14. Frullaniaceae	17. Frullania	30. Frullania dilatata (L.) Dumort.
		31. Frullania tamarisci (L.) Dumort.
15. Lejeuneaceae	18. Lejeunea	32. Lejeunea cavifolia (Ehrh.) Lindb.
<b>10. Порядок Ptilidiales</b>		
16. Ptilidiales	19. Ptilidium	33. Ptilidium ciliare (L.) Hampe
		34. Ptilidium pulcherrimum (Weber) Vain.
<b>11. Порядок Jungermanniales</b>		
17. Pseudolepidoziales	20. Blepharostoma	35. Blepharostoma trichophyllum (L.) Dumort.
18. Trichocoleales	21. Trichocolea	36. Trichocolea tomentella (Ehrh.) Dumort.
19. Lepidoziales	22. Bazzania	37. Bazzania trilobata (L.) Gray
	23. Kurzia	38. Kurzia pauciflora (Dicks.) Grolle
	24. Lepidozia	39. Lepidozia reptans (L.) Dumort.
20. Lophocoleales	25. Chiloscypus	40. Chiloscypus latifolius (Nees) J.J. Engel et R.M. Schust.
		41. Chiloscypus minor (Nees) J.J. Engel et R.M. Schust.

Семейство	Род	Вид
		42. <i>Chiloscyphus pallescens</i> (Ehrh. Ex Hoffm.) Dumort.
		43. <i>Chiloscyphus polyanthos</i> (L.) Corda
		44. <i>Chiloscyphus profundus</i> (Nees) J.J. Engel et R.M. Schust.
21. Plagiochilaceae	26. Plagiochila	45. <i>Plagiochila asplenioides</i> (L. emend. Taylor) Dumort.
		46. <i>Plagiochila porelloides</i> (Torr. Ex Nees) Lindenb.
22. Jamesoniellaceae	27. Jamesoniella	47. <i>Jamesoniella autumnalis</i> (DC.) Steph.
23. Cephaloziaceae	28. Cephalozia	48. <i>Cephalozia bicuspidata</i> (L.) Dumort.
		49. <i>Cephalozia catenulata</i> (Huebener) Lindb.
		50. <i>Cephalozia connivens</i> (Dicks.) Lindb.
		51. <i>Cephalozia lacinulata</i> (J.B. Jack ex Gottsche et Rabenh.) Spruce
		52. <i>Cephalozia loitlesbergeri</i> Schiffn.
		53. <i>Cephalozia lunulifolia</i> (Dumort.) Dumort.
		54. <i>Cephalozia pleniceps</i> (Austin) Lindb.
24. Cephaloziaceae	29. Cladopodiella	55. <i>Cladopodiella fluitans</i> (Nees) H. Buch
	30. Nowellia	56. <i>Nowellia curvifolia</i> (Dicks.) Mitt.
	31. Odontoschisma	57. <i>Odontoschisma denudatum</i> (Mart.) Dumort.
25. Cephaloziellaceae	32. Cephaloziella	58. <i>Cephaloziella divaricata</i> (Sm.) Schiffn.
		59. <i>Cephaloziella elachista</i> (J.B. Jack ex Gottsche et Rabenh.) Schiffn.
		60. <i>Cephaloziella hampeana</i> (Nees) Schiffn.
		61. <i>Cephaloziella rubella</i> (Nees) Warnst.
26. Scapaniaceae	33. Barbilophozia	62. <i>Barbilophozia barbata</i> (Schmidel ex Schreb.) Loeske
		63. <i>Barbilophozia lycopodioides</i> (Wallr.) Loeske
	34. Crossocalyx	64. <i>Crossocalyx hellerianus</i> (Nees ex Lindenb.) Meyl.
	35. Gymnocolea	65. <i>Gymnocolea inflata</i> (Huds.) Dumort.
	36. Geocalyx	66. <i>Isopaches bicrenatus</i> (Schmidel ex Hoffm.) H. Buch
	37. Lophozia	67. <i>Lophozia ascendens</i> (Warnst.) R.M. Schust.
		68. <i>Lophozia excisa</i> (Dicks.) Dumort.
		69. <i>Lophozia longiflora</i> (Nees) Schiffn.
		70. <i>Lophozia ventricosa</i> (Dicks.) Dumort.
		71. <i>Orthocaulis attenuatus</i> (Mart.) A. Evans
	38. Scapania	72. <i>Scapania apiculata</i> Spruce
		73. <i>Scapania curta</i> (Mart.) Dumort.
		74. <i>Scapania irrigua</i> (Nees) Nees



Семейство	Род	Вид
		75. <i>Scapania nemorea</i> (L.) Grolle
		76. <i>Scapania paludicola</i> Loeske et Muell. Frib.
	39. <i>Schistochilopsis</i>	77. <i>Schistochilopsis incisa</i> (Schrad.) Konstant.
		78. <i>Schistochilopsis laxa</i> (Lindb.) Konstant.
	40. <i>Tritomaria</i>	79. <i>Tritomaria exsectiformis</i> (Breidl.) Loeske
		80. <i>Tritomaria quinquentata</i> (Huds.) H. Buch
27. Myliaceae	41. <i>Mylia</i>	81. <i>Mylia anomala</i> (Hook.) Gray
28. Calypogeiaceae	42. <i>Calypogeia</i>	82. <i>Calypogeia azurea</i> Stotler et Crotz
		83. <i>Calypogeia integristipula</i> Steph.
		84. <i>Calypogeia muelleriana</i> (Schiffn.) Muell. Frib.
		85. <i>Calypogeia neesiana</i> (C. Massal. et Carestia) Muell. Frib.
		86. <i>Calypogeia sphagnicola</i> (Arnell et J. Perss.) Warnst. et Loeske
29. Jungermanniaceae	43. <i>Leiocolea</i>	87. <i>Leiocolea collaris</i> (Nees) Schljakov
		88. <i>Leiocolea badensis</i> (Gottsche) Joerg.
		89. <i>Leiocolea gillmanii</i> (Austin) A. Evans
	44. <i>Lioclaena</i>	90. <i>Lioclaena lanceolata</i> Nees
30. Geocalyceae	45. <i>Geocalyx</i>	91. <i>Geocalyx graveolens</i> (Schrad.) Nees
31. Gymnomitriaceae	46. <i>Nardia</i>	92. <i>Nardia geoscyphus</i> (De Not.) Lindb.
		93. <i>Nardia scalaris</i> Gray
	47. <i>Solenostoma</i>	94. <i>Solenostoma gracillimum</i> (Sm.) R.M. Schust.
		95. <i>Solenostoma sphaerocarpum</i> (Hook.) Steph.
<b>Отдел Bryophyta</b>		
<b>Класс Sphagnopsida</b>		
<b>12. Порядок Sphagnales</b>		
32. Sphagnaceae	48. <i>Sphagnum</i>	96. <i>Sphagnum angustifolium</i> (C.E.O. Jensen ex Russow) C.E.O. Jensen
		97. <i>Sphagnum auriculatum</i> Schimp.
		98. <i>Sphagnum balticum</i> (Russow) C.E.G. Jensen
		99. <i>Sphagnum capillifolium</i> (Ehrh.) Hedw.
		100. <i>Sphagnum centrale</i> C.E.G. Jensen
		101. <i>Sphagnum compactum</i> Lam. & DC.
		102. <i>Sphagnum contortum</i> Schultz
		103. <i>Sphagnum cuspidatum</i> Ehrh. ex Hoffm.
		104. <i>Sphagnum fallax</i> (H.Klinggr.) H. Klinggr.
		105. <i>Sphagnum fimbriatum</i> Wilson
		106. <i>Sphagnum flexuosum</i> Dozy & Molk.

Семейство	Род	Вид
		107.Sphagnum fuscum (Schimp.) H. Klinggr.
		108.Sphagnum girgensohnii Russow
		109.Sphagnum imbricatum Hornsch. ex Russow
		110.Sphagnum inundatum Russow
		111.Sphagnum jensenii H. Lindb.
		112.Sphagnum lindbergii Schimp.
		113.Sphagnum magellanicum Brid.
		114.Sphagnum majus (Russow) C.E.O. Jensen
		115.Sphagnum molle Sull.
		116.Sphagnum obtusum Warnst.
		117.Sphagnum palustre L.
		118.Sphagnum papillosum Lindb.
		119.Sphagnum platyphyllum (Lindb. ex Braithw.) Warnst.
		120.Sphagnum pulchrum (Lindb. ex Braithw.) Warnst.
		121.Sphagnum quinquefarium (Lindb. ex Braithw.) Warnst.
		122.Sphagnum riparium Angstr.
		123.Sphagnum rubellum Wilson
		124.Sphagnum russowii Warnst.
		125.Sphagnum squarrosum Crome
		126.Sphagnum subnitens Russow & Warnst.
		127.Sphagnum subsecundum Nees
		128.Sphagnum tenellum (Brid.) Pers. ex Brid.
		129.Sphagnum teres (Schimp.) Angstr.
		130.Sphagnum warnstorffii Russow
		131.Sphagnum wulfianum Girg.

**Класс Andreaeopsida**

**13. Порядок Andreaeales**

33. Andreaeaceae	49. Andreaea	132.Andreaea rupestris Hedw.
------------------	--------------	------------------------------

**Класс Bryopsida**

**14. Порядок Polytrichales**

34. Polytrichaceae	50. Atrichum	133.Atrichum angustatum (Brid.) Bruch et al. 134.Atrichum flavisetum Mitt. 135.Atrichum tenellum (Roehl.) Bruch et al. 136.Atrichum undulatum (Hedw.) P. Beauv.
	51. Pogonatum	137.Pogonatum aloides (Hedw.) P.Beauv. 138.Pogonatum nanum (Hedw.) P.Beauv. 139.Pogonatum urnigerum (Hedw.) P.Beauv.
	52. Polytrichastrum	140.Polytrichastrum formosum (Hedw.) G.L.Sm. 141.Polytrichastrum longisetum (Sw. ex

Семейство	Род	Вид	
		Brid.) G.L.Sm.	
	53. Polytrichum	142.Polytrichum commune Hedw.	
		143.Polytrichum juniperinum Hedw.	
		144.Polytrichum piliferum Hedw.	
		145.Polytrichum strictum Brid.	
		146.Polytrichum swartzii Hartm.	
<b>15. Порядок Tetraphidales</b>			
35. Tetraphidaceae	54. Tetraphis	147.Tetraphis pellucida Hedw.	
<b>16. Порядок Buxbaumiales</b>			
36. Buxbaumiaceae	55. Buxbaumia	148.Buxbaumia aphylla Hedw.	
<b>17. Порядок Timmiales</b>			
37. Timmiaceae	56. Timmia	149.Timmia megapolitana Hedw.	
<b>18. Порядок Catoscopiales</b>			
38. Catoscopiaceae	57. Catoscopium	150.Catoscopium nigratum (Hedw.) Brid.	
<b>19. Порядок Funariales</b>			
39. Funariaceae	58. Entosthodon	151.Entosthodon fascicularis (Hedw.) Muell. Hal.	
	59. Funaria	152.Funaria hygrometrica Hedw.	
	60. Physcomitrella	153.Physcomitrella patens (Hedw.) Bruch et al.	
	61. Physcomitrium	154.Physcomitrium eurystomum Sendtn.	
		155.Physcomitrium pyriforme (Hedw.) Hampe	
		156.Physcomitrium sphaericum (C.F.Ludw. ex Schkuhr) Brid.	
<b>20. Порядок Encalyptales</b>			
40. Encalyptaceae	62. Encalypta	157.Encalypta streptocarpa Hedw.	
		158.Encalypta ciliata Hedw.	
<b>21. Порядок Grimmiales</b>			
41. Grimmiaceae	63. Bucklandiella	159.Bucklandiella affinis (F. Weber & D. Mohr) Bednarek-Ochyra & Ochyra	
		160.Bucklandiella heterosticha (Hedw.) Bednarek-Ochyra & Ochyra	
		161.Bucklandiella microcarpa (Hedw.) Bednarek-Ochyra & Ochyra	
	64. Grimmia	162.Grimmia laevigata (Brid.) Brid.	
		163.Grimmia muehlenbeckii Schimp.	
		164.Grimmia ovalis (Hedw.) Lindb.	
		165.Grimmia pulvinata (Hedw.) Sm.	
			166.Grimmia trichophylla Grev.
	65. Niphotrichum	167.Niphotrichum canescens (Hedw.) Bednarek-Ochyra & Ochyra	
		66. Schistidium	168.Schistidium apocarpum (Hedw.) Bruch et al.
		169.Schistidium crassipilum H.H. Blom	

Семейство	Род	Вид
		170. <i>Schistidium submuticum</i> Broth. ex H.H. Blom
<b>22. Порядок Dicranales</b>		
42. Leucobryaceae	67. <i>Campylopus</i>	171. <i>Campylopus flexuosus</i> (Hedw.) Brid.
	68. <i>Dicranodontium</i>	172. <i>Dicranodontium asperulum</i> (Mitt.) Broth.
		173. <i>Dicranodontium denudatum</i> (Brid.) E. Britton
	69. <i>Leucobryum</i>	174. <i>Leucobryum glaucum</i> (Hedw.) Angstr.
43. Bruchiaceae	70. <i>Trematodon</i>	175. <i>Trematodon ambiguus</i> (Hedw.) Hornsch.
44. Dicranaceae	71. <i>Dicranella</i>	176. <i>Dicranella cerviculata</i> (Hedw.) Schimp.
		177. <i>Dicranella crispa</i> (Hedw.) Schimp.
		178. <i>Dicranella heteromalla</i> (Hedw.) Schimp.
		179. <i>Dicranella rufescens</i> (Dicks.) Schimp.
		180. <i>Dicranella schreberiana</i> (Hedw.) Hilf. ex H.A. Crum & L.E. Anderson
		181. <i>Dicranella subulata</i> (Hedw.) Schimp.
		182. <i>Dicranella varia</i> (Hedw.) Schimp.
	72. <i>Dicranum</i>	183. <i>Dicranum bonjeanii</i> De Not.
		184. <i>Dicranum flagellare</i> Hedw.
		185. <i>Dicranum fuscescens</i> Turner
		186. <i>Dicranum majus</i> Turner
		187. <i>Dicranum montanum</i> Hedw.
		188. <i>Dicranum polysetum</i> Sw.
		189. <i>Dicranum scoparium</i> Hedw.
		190. <i>Dicranum spurium</i> Hedw.
		191. <i>Dicranum tauricum</i> Sapjegin
		192. <i>Dicranum undulatum</i> Schrad. ex Brid.
		193. <i>Dicranum viride</i> (Sull. & Lesq.) Lindb.
	73. <i>Paraleucobryum</i>	194. <i>Paraleucobryum longifolium</i> (Hedw.) Loeske
45. Rhabdoweisiaceae	74. <i>Dichodontium</i>	195. <i>Dichodontium pellucidum</i> (Hedw.) Schimp.
	75. <i>Dicranoweisia</i>	196. <i>Dicranoweisia cirrata</i> (Hedw.) Lindb.
	76. <i>Hymenoloma</i>	197. <i>Hymenoloma crispulum</i> (Hedw.) Ochyra
46. Ditrichaceae	77. <i>Ceratodon</i>	198. <i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.
	78. <i>Ditrichum</i>	199. <i>Ditrichum cylindricum</i> (Hedw.) Grout
		200. <i>Ditrichum heteromallum</i> (Hedw.) E. Britton
		201. <i>Ditrichum pusillum</i> (Hedw.) Hampe
	79. <i>Pleuridium</i>	202. <i>Pleuridium acuminatum</i> Lindb.
		203. <i>Pleuridium subulatum</i> (Hedw.) Rabenh.
	80. <i>Pseudephemerum</i>	204. <i>Pseudephemerum nitidum</i> (Hedw.) Loeske
47. Pottiaceae	81. <i>Acaulon</i>	205. <i>Acaulon muticum</i> (Hedw.) Muell. Hal.
		206. <i>Acaulon triquetrum</i> (Spruce) Muell. Hal.

Семейство	Род	Вид
	82. Aloina	207. Aloina ambigua (Bruch et al.) Limpr. 208. Aloina rigida (Hedw.) Limpr.
	83. Barbula	209. Barbula convoluta Hedw. 210. Barbula unguiculata Hedw.
	84. Bryoerythrophyllum	211. Bryoerythrophyllum recurvirostrum (Hedw.) P.C. Chen
	85. Cinclidotus	212. Cinclidotus danubicus Schiffn. & Baumgartner
	86. Didymodon	213. Didymodon acutus (Brid.) K. Saito 214. Didymodon fallax (Hedw.) R.H. Zander 215. Didymodon rigidulus Hedw. 216. Didymodon vinealis (Brid.) R.H. Zander
	87. Microbryum	217. Microbryum davallianum (Sm.) R.H. Zander
	88. Oxystegus	218. Oxystegus tenuirostris (Hook. & Taylor) A.J.E.Sm.
	89. Pterygoneurum	219. Pterygoneurum ovatum (Hedw.) Dixon 220. Pterygoneurum subsessile (Brid.) Jur.
	90. Syntrichia	221. Syntrichia ruralis (Hedw.) F. Weber & D. Mohr 222. Syntrichia latifolia (Bruch ex Hartm.) Huebener 223. Syntrichia virescens (De Not.) Ochyra
	91. Tortella	224. Tortella tortuosa (Hedw.) Limpr.
	92. Tortula	225. Tortula acaulon (With.) R.H. Zander 226. Tortula lanceola R.H. Zander 227. Tortula modica R.H. Zander 228. Tortula mucronifolia Schwaegr. 229. Tortula muralis Hedw. 230. Tortula protobryoides R.H. Zander 231. Tortula subulata Hedw. 232. Tortula truncata (Hedw.) Mitt.
	93. Weissia	233. Weissia brachycarpa (Nees & Hornsch.) Jur. 234. Weissia controversa Hedw.
48. Ephemeraceae	94. Ephemerum	235. Ephemerum serratum (Hedw.) Hampe
49. Fissidentaceae	95. Fissidens	236. Fissidens adianthoides Hedw. 237. Fissidens bryoides Hedw. 238. Fissidens exilis Hedw. 239. Fissidens osmundoides Hedw. 240. Fissidens taxifolius Hedw.
50. Schistostegaceae	96. Schistostega	241. Schistostega pennata (Hedw.) F. Weber & D. Mohr
<b>23. Порядок Splachnales</b>		
51. Meesiaceae	97. Amblyodon	242. Amblyodon dealbatus (Hedw.) P. Beauv.

Семейство	Род	Вид
	98. Leptobryum	243. Leptobryum pyriforme (Hedw.) Wilson
	99. Meesia	244. Meesia hexasticha (Funck) Bruch
		245. Meesia longiseta Hedw.
		246. Meesia triquetra (Jolycl.) Angstr.
		247. Meesia uliginosa Hedw.
	100. Paludella	248. Paludella squarrosa (Hedw.) Brid.
52. Splachnaceae	101. Splachnum	249. Splachnum ampullaceum Hedw.
<b>24. Порядок Orthotrichales</b>		
53. Orthotrichaceae	102. Orthotrichum	250. Orthotrichum affine Brid.
		251. Orthotrichum anomalum Hedw.
		252. Orthotrichum cupulatum Brid.
		253. Orthotrichum diaphanum Brid.
		254. Orthotrichum gymnostomum Bruch ex Brid.
		255. Orthotrichum lyellii Hook. & Taylor
		256. Orthotrichum obtusifolium Brid.
		257. Orthotrichum pallens Bruch ex Brid.
		258. Orthotrichum patens Bruch ex Brid.
		259. Orthotrichum pumilum Sw.
		260. Orthotrichum speciosum Nees
		261. Orthotrichum stramineum Hornsch. Ex Brid.
		262. Orthotrichum striatum Hedw.
		263. Orthotrichum tenellum Bruch. Ex Brid.
	103. Ulota	264. Ulota bruchii Hornsch. ex Brid.
		265. Ulota coarctata (P. Beauv.) Hammar
		266. Ulota crispa (Hedw.) Brid.
<b>25. Порядок Hedwigiales</b>		
54. Hedwigiaceae	104. Hedwigia	267. Hedwigia ciliata (Hedw.) P. Beauv.
<b>26. Порядок Bryales</b>		
55. Bryaceae	105. Bryum	268. Bryum algovicum Sendtn. ex Muell. Hal.
		269. Bryum amblyodon Muell. Hal.
		270. Bryum argenteum Hedw.
		271. Bryum bimum (Schreb.) Turner
		272. Bryum caespiticium Hedw.
		273. Bryum capillare Hedw.
		274. Bryum creberrimum Taylor
		275. Bryum cyclophyllum (Schwaegr) Bruch et
		276. Bryum dichotomum Hedw.
		277. Bryum elegans Nees
		278. Bryum funckii Schwaegr.
		279. Bryum intermedium (Brid.) Blandow
		280. Bryum klinggraeffii Schimp.
		281. Bryum knowtonii Barnes
		282. Bryum longisetum Blandow ex

Семейство	Род	Вид
		Schwaegr.
		283. <i>Bryum moravicum</i> Podp.
		284. <i>Bryum neodamense</i> Itzigs.
		285. <i>Bryum pallens</i> Sw. ex anon.
		286. <i>Bryum pallescens</i> Schleich. ex Schwaegr.
		287. <i>Bryum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) P. Gaertn., B. Mey. & Scherb.
		288. <i>Bryum rubens</i> Mitt.
		289. <i>Bryum schleicheri</i> DC.
		290. <i>Bryum turbinatum</i> (Hedw.) Turner
		291. <i>Bryum uliginosum</i> (Brid.) Bruch et al.
		292. <i>Bryum warneum</i> (Roehl.) Brid.
		293. <i>Bryum weigelii</i> Spreng.
	106. <i>Rhodobryum</i>	294. <i>Rhodobryum roseum</i> (Hedw.) Limpr.
56. Mielichhoferiaceae	107. <i>Pohlia</i>	295. <i>Pohlia annotina</i> (Hedw.) Lindb.
		296. <i>Pohlia atropurpurea</i> (Wahlenb.) H.Lindb.
		297. <i>Pohlia bulbifera</i> (Warnst.) Warnst.
		298. <i>Pohlia cruda</i> (Hedw.) Lindb.
		299. <i>Pohlia filum</i> (Schimp.) Martensson
		300. <i>Pohlia melanodon</i> (Brid.) A.J.Shaw
		301. <i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb.
		302. <i>Pohlia prolifera</i> (Kindb.) Lindb. Ex Broth.
		303. <i>Pohlia sphagnicola</i> (Bruch et al.) Broth.
		304. <i>Pohlia wahlenbergii</i> (F.Weber & D.Mohr) A.L.Andrews
57. Mniaceae	108. <i>Cinclidium</i>	305. <i>Cinclidium stygium</i> Sw.
	109. <i>Mnium</i>	306. <i>Mnium hornum</i> Hedw.
		307. <i>Mnium lycopodioides</i> Schwaegr.
		308. <i>Mnium marginatum</i> (Dicks.) P.Beauv.
		309. <i>Mnium stellare</i> Hedw.
	110. <i>Plagiomnium</i>	310. <i>Plagiomnium affine</i> (Blandow ex Funck) T.J. Kop.
		311. <i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.
		312. <i>Plagiomnium elatum</i> (Bruch et al.) T.J. Kop.
		313. <i>Plagiomnium ellipticum</i> (Brid.) T.J. Kop.
		314. <i>Plagiomnium medium</i> (Bruch et al.) T.J. Kop.
		315. <i>Plagiomnium rostratum</i> (Schrad.) T.J. Kop.
		316. <i>Plagiomnium undulatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.
	111. <i>Pseudobryum</i>	317. <i>Pseudobryum cinclidioides</i> (Huebener) T.J.Kop.

Семейство	Род	Вид
	112.Rhizomnium	318.Rhizomnium punctatum (Hedw.) T.J.Kop.
58. Bartramiaceae	113.Bartramia	319.Bartramia pomiformis Hedw.
	114.Philonotis	320.Philonotis fontana (Hedw.) Brid. 321.Philonotis marchica (Hedw.) Brid.
59. Aulacomniaceae	115.Aulacomnium	322.Aulacomnium androgynum (Hedw.) Schwaegr. 323.Aulacomnium palustre (Hedw.) Schwaegr.
<b>27. Порядок Hypnales</b>		
60. Fontinalaceae	116.Dichelyma	324.Dichelyma falcatum (Hedw.) Myrin
	117.Fontinalis	325.Fontinalis antipyretica Hedw. 326.Fontinalis hypnoides Hartm.
61. Plagiotheciaceae	118.Herzogiella	327.Herzogiella seligeri (Brid.) Z. Iwats.
	119.Plagiothecium	328.Plagiothecium cavifolium (Brid.) Z.Iwats. 329.Plagiothecium denticulatum (Hedw.) Bruch et al. 330.Plagiothecium laetum Bruch et al. 331.Plagiothecium latebricola Bruch et al. 332.Plagiothecium nemorale (Mitt.) A.Jaeger 333.Plagiothecium undulatum (Hedw.) Bruch et al.
62. Pterigynandraceae	120.Pterigynandrum	334.Pterigynandrum filiforme Hedw.
63. Leucodontaceae	121.Leucodon	335.Leucodon sciuroides (Hedw.) Schwaegr.
64. Hypnaceae	122.Hypnum	336.Hypnum cupressiforme Hedw. 337.Hypnum imponens Hedw.
	123.Taxiphyllum	338.Taxiphyllum wissgrillii (Garov.) Wijk & Margad.
65. Pylaisiadelphaceae	124.Platygyrium	339.Platygyrium repens (Brid.) Bruch et al.
66. Anomodontaceae	125.Anomodon	340.Anomodon attenuatus (Hedw.) Huebener 341.Anomodon longifolius (Brid.) Hartm. 342.Anomodon viticulosus (Hedw.) Hook. & Taylor
67. Neckeraceae	126.Homalia	343.Homalia trichomanoides (Hedw.) Bruch et al.
	127.Neckera	344.Neckera complanata (Hedw.) Huebener 345.Neckera pennata Hedw.
	128.Thamnobryum	346.Thamnobryum alopecurum (Hedw.) Gang.
68. Climaciaceae	129.Climacium	347.Climacium dendroides (Hedw.) F. Weber & D. Mohr
69. Antitrichiaceae	130.Antitrichia	348.Antitrichia curtispindula (Hedw.) Brid.
70. Hylocomiaceae	131.Ctenidium	349.Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt.
	132.Hylocomium	350.Hylocomium splendens (Hedw.) Bruch et al.
	133.Pleurozium	351.Pleurozium schreberi (Brid.) Mitt.



Семейство	Род	Вид
	134. Rhytidiadelphus	352. Rhytidiadelphus squarrosus (Hedw.) Warnst.
		353. Rhytidiadelphus triquetrus (Hedw.) Warnst.
71. Lembophyllaceae	135. Isothecium	354. Isothecium alopecuroides (Lam. ex Du- bois) Isov.
72. Brachytheciaceae	136. Brachytheciastrum	355. Brachytheciastrum velutinum (Hedw.) Ignalov & Huttunen
	137. Brachythecium	356. Brachythecium albicans (Hedw.) Bruch et al.
		357. Brachythecium campestre (Muell. Hal.) Bruch et al.
		358. Brachythecium glareosum (Bruch ex Spruce) Bruch et al.
		359. Brachythecium mildeanum (Schimp.) Schimp.
		360. Brachythecium rivulare Bruch et al.
		361. Brachythecium rutabulum (Hedw.) Bruch et al.
		362. Brachythecium salebrosum (F. Weber & D. Mohr) Bruch et al.
	138. Cirriphyllum	363. Cirriphyllum piliferum (Hedw.) Grout
	139. Eurhynchiastrum	364. Eurhynchiastrum pulchellum (Hedw.) Ignatov & Huttunen
	140. Eurhynchium	365. Eurhynchium angustirete (Broth.) T.J. Kop.
	141. Homalothecium	366. Homalothecium lutescens (Hedw.) H. Rob.
		367. Homalothecium sericeum (Hedw.) Bruch et al.
	142. Kindbergia	368. Kindbergia praelonga (Hedw.) Ochyra
	143. Oxyrrhynchium	369. Oxyrrhynchium hians (Hedw.) Loeske
		370. Oxyrrhynchium speciosum (Brid.) Warnst.
	144. Plasteurhynchium	371. Plasteurhynchium striatulum (Spruce) M. Fleisch.
	145. Pseudoscleropodium	372. Pseudoscleropodium purum (Hedw.) M. Fleisch. ex Broth.
	146. Rhynchostegium	373. Rhynchostegium confertum (Dicks.) Bruch et al.
		374. Rhynchostegium murale (Hedw.) Bruch et al.
		375. Rhynchostegium riparioides (Hedw.) Cardol
	147. Sciuro-hypnum	376. Sciuro-hypnum oedipodium (Mitt.) Igna- tov & Huttunen
		377. Sciuro-hypnum plumosum (Hedw.) Igna-

Семейство	Род	Вид
		378. <i>Sciuro-hypnum populeum</i> (Hedw.) Ignatov & Huttunen
		379. <i>Sciuro-hypnum reflexum</i> (Starke) Ignatov & Huttunen
		380. <i>Sciuro-hypnum starkei</i> (Brid.) Ignatov & Huttunen
73. Calliergonaceae	148. Calliergon	381. <i>Calliergon giganteum</i> (Schimp.) Kindb.
		382. <i>Calliergon cordifolium</i> (Hedw.) Kindb.
	149. Straminergon	383. <i>Straminergon stramineum</i> (Dicks. Ex Brid.) Hedenaes
	150. Warnstorfia	384. <i>Warnstorfia exannulata</i> (Bruch et al.) Loeske
		385. <i>Warnstorfia fluitans</i> (Hedw.) Loeske
74. Scorpidiaceae	151. Hamatocaulis	386. <i>Hamatocaulis vernicosus</i> (Mitt.) Hedenaes
	152. Sanionia	387. <i>Sanionia uncinata</i> (Hedw.) Loeske
	153. Scorpidium	388. <i>Scorpidium cossonii</i> (Schimp.) Hedenaes
		389. <i>Scorpidium scorpioides</i> (Hedw.) Limpr.
75. Pylaisiaceae	154. Bredleria	390. <i>Bredleria pratensis</i> (W.D.J. Koch ex Spruce) Loeske
	155. Callicladium	391. <i>Callicladium haldanianum</i> (Grev.) H.A. Crum
	156. Calliergonella	392. <i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske
		393. <i>Calliergonella lindbergii</i> (Mitt.) Hedenaes
	157. Homomallium	394. <i>Homomallium incurvatum</i> (Schrad. ex Brid.) Loeske
	158. Ptilium	395. <i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not.
	159. Pylaisia	396. <i>Pylaisia polyantha</i> (Hedw.) Bruch et al.
	160. Stereodon	397. <i>Stereodon fertilis</i> (Sendtn.) Lindb.
		398. <i>Stereodon pallescens</i> (Hedw.) Mitt.
76. Pseudoleskeaceae	161. Pseudoleskeella	399. <i>Pseudoleskeella nervosa</i> (Brid.) Nyholm
77. Leskeaceae	162. Leskea	400. <i>Leskea polycarpa</i> Hedw.
78. Thuidiaceae	163. Abietinella	401. <i>Abietinella abietina</i> (Hedw.) M. Fleisch.
	164. Haplocladium	402. <i>Haplocladium microphyllum</i> (Hedw.) Broth.
	165. Helodium	403. <i>Helodium blandowii</i> (F. Weber & D. Mohr) Warnst.
	166. Pelekium	404. <i>Pelekium minutulum</i> (Hedw.) Touw
	167. Thuidium	405. <i>Thuidium assimile</i> (Mitt.) A. Jaeger
		406. <i>Thuidium delicatulum</i> (Hedw.) Bruch et al.
		407. <i>Thuidium recognitum</i> (Hedw.) Lindb.
		408. <i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.) Bruch et al.
79. Amblystegiaceae	168. Amblystegium	409. <i>Amblystegium juratzkanum</i> Schimp.

Семейство	Род	Вид
		410. <i>Amblystegium radicale</i> (P. Beauv.) Bruch et al.
		411. <i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Bruch et al.
	169. <i>Campyliadelphus</i>	412. <i>Campyliadelphus chrysophyllus</i> (Brid.) R.S. Chopra
		413. <i>Campyliadelphus elodes</i> (Lindb.) Kanda
	170. <i>Campylidium</i>	414. <i>Campylidium sommerfeltii</i> (Myrin) Ochyra
	171. <i>Campylium</i>	415. <i>Campylium protensum</i> (Brid.) Kindb.
		416. <i>Campylium stellatum</i> (Hedw.) C.E.O. Jensen
	172. <i>Cratoneuron</i>	417. <i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce
	173. <i>Drepanocladus</i>	418. <i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Warnst.
		419. <i>Drepanocladus polygamus</i> (Bruch et al.) Hedenaes
		420. <i>Drepanocladus sendtneri</i> (Schimp. ex H. Muell.) Warnst.
	174. <i>Hygroamblystegium</i>	421. <i>Hygroamblystegium fluviatile</i> (Hedw.) Loeske
		422. <i>Hygroamblystegium humile</i> (P. Beauv.) Vanderp., Goffinet & Hedenaes
		423. <i>Hygroamblystegium tenax</i> (Hedw.) Jenn.
		424. <i>Hygroamblystegium varium</i> (Hedw.) Moenk.
	175. <i>Hygrohypnum</i>	425. <i>Hygrohypnum luridum</i> (Hedw.) Jenn.
	176. <i>Leptodictyum</i>	426. <i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst.
	177. <i>Palustriella</i>	427. <i>Palustriella commutata</i> (Hedw.) Ochyra
		428. <i>Palustriella decipiens</i> (De Not.) Ochyra
	178. <i>Pseudocalliergon</i>	429. <i>Pseudocalliergon lycopodioides</i> (Brid.) Hedenaes
		430. <i>Pseudocalliergon trifarium</i> (F. Weber & D. Mohr) Loeske
	179. <i>Serpoleskea</i>	431. <i>Serpoleskea confervoides</i> (Brid.) Loeske
		432. <i>Serpoleskea subtilis</i> (Hedw.) Loeske
	180. <i>Tomenthypnum</i>	433. <i>Tomenthypnum nitens</i> (Hedw.) Loeske

### Синонимы:

*Amblystegium varium* (Hedw.) Lindb. = *Hygroamblystegium varium*  
*Aulacomnium palustre* var. *imbricatum* Bruch et al. = *Aulacomnium palustre*  
*Brachythecium oedipodium* (Mitt.) A. Jaeger = *Sciuro-hypnum oedipodium*  
— *populeum* (Hedw.) Bruch et al. = *Sciuro-hypnum populeum*

- *reflexum* (Starke) Bruch et al. = *Sciuro-hypnum reflexum*
- *starkei* (Brid.) Bruch et al. = *Sciuro-hypnum starkei*
- Bryohaplocladium microphyllum* (Hedw.) R.Watan. & Z.Iwats. = *Haplocladium microphyllum*
- Bryum capillare* var. *flaccidum* (Brid.) Bruch et al. = *Bryum moravicum*
- *imbricatum* auct. non (Schwdgr.) Bruch et al. = *Bryum amblyodon*
- *pseudotriquetrum* subsp. *bimum* (Schreb.) Hartm. = *Bryum bimum*
- *subelegans* auct. non Kindb. = *Bryum moravicum*
- Calliargon stramineum* (Dicks. ex Brid.) Kindb. = *Straminergon stramineum*
- Campthothecium lutescens* (Hedw.) Bruch et al. = *Homalothecium lutescens*
- Campylium chrysophyllum* (Brid.) Lange = *Campyliadelphus chrysophyllus*
- *elodes* (Lindb.) Kindb. = *Campyliadelphus elodes*
- *polygamum* (Bruch et al.) Lange & C.E.O.Jensen = *Drepanocladus polygamus*
- *radicale* (P.Beauv.) Grout = *Amblystegium radicale*
- *sommerfeltii* (Myrin) Lange = *Campylidium sommerfeltii*
- *stellatum* var. *protensum* (Brid.) Bryhn = *Campylium protensum*
- Cyrto-hypnum minutulum* (Hedw.) W.R.Buck & H.A. Crum = *Pelekium minutulum*
- Dicranoweisia crispula* (Hedw.) Milde = *Hymenoloma crispulum*
- Dicranum bergeri* Blandow = *Dicranum undulatum*
- Eurhynchium hians* (Hedw.) Sande Lac. = *Oxyrrhynchium hians*
- *praelongum* (Hedw.) Bruch et al. = *Kindbergia praelonga*
- *pulchellum* (Hedw.) Jenn. = *Eurhynchiastrum pulchellum*
- *speciosum* (Brid.) Jur. = *Oxyrrhynchium speciosum*
- *striatulum* (Spruce) Bruch et al. = *Plasteurhynchium striatulum*
- Hypnum fertile* Sendtn. = *Stereodon fertilis*
- *pallescens* (Hedw.) P. Beauv. = *Stereodon pallescens*
- *pratense* W.D. J.Koch ex Spruce = *Breidleria pratensis*
- Leptodictyum humile* (P. Beauv.) Ochyra = *Hygroamblystegium humile*
- Leskeella nervosa* (Brid.) Loeske = *Pseudoleskeella nervosa*
- Limprichtia cossonii* (Schimp.) L.E. Anderson, H.A. Crum & W.R. Buck =
- Scorpidium cossonii*
- Mnium ambiguum* H. Muell. = *Mnium lycopodioides*
- Orthodicranum flagellare* (Hedw.) Loeske = *Dicranum flagellare*
- *montanum* (Hedw.) Loeske = *Dicranum montanum*
- *strictum* auct. = *Dicranum tauricum*
- Orthotrichum fastigiatum* Bruch ex Brid. = *Orthotrichum affine*
- Oxyrrhynchium praelongum* (Hedw.) Warnst. = *Kindbergia praelonga*
- Phascum cuspidatum* Hedw. = *Tortula acaulon*
- Platydictya confervoides* (Brid.) H.A. Crum = *Serpoleskea confervoides*
- *subtilis* (Hedw.) H.A.Crum = *Serpoleskea subtilis*
- Polytrichum commune* var. *swartzii* (Hartm.) Nyholm = *Polytrichum swartzii*
- *formosum* Hedw. = *Polytrichastrum formosum*
- *longisetum* Sw. ex Brid. = *Polytrichastrum longisetum*

- Pottia bryoides* (Dicks.) Mitt. = *Tortula protobryoides*  
 — *davalliana* (Sm.) C.E.O.Jensen = *Microbryum davallianum*  
 — *rufescens* Muell.Hal. = *Microbryum davallianum*  
 — *truncata* (Hedw.) Bruch et al. = *Tortula truncata*  
*Pylaisiella polyantha* (Hedw.) Grout = *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Bruch et al.  
*Racomitrium affine* (Schleich. ex F.Weber & D.Mohr) Lindb. = *Bucklandiella affinis*  
 — *canescens* (Hedw.) Brid. = *Niphotrichum canescens*  
 — *heterostichum* (Hedw.) Brid. = *Bucklandiella heterosticha*  
*Thuidium philibertii* Limpr. = *Thuidium assimile*

### Литература

- Игнатов М. С., Игнатова Е. А. Флора мхов средней части европейской России. Том 1. Sphagnaceae – Hedwigiaceae. М.: КМК, 2003. С. 1–608. (Арктоа том 11, приложение 2).
- Игнатов М. С., Игнатова Е. А. Флора мхов средней части европейской России. Том 2. Fontinalaceae – Amblystegiaceae. М.: КМК, 2004. С. 609–944. (Арктоа том 11, приложение 1).
- Лазаренко А. С. Определитель листовых мхов БССР. Минск: Изд-во АН БССР, 1951. 399 с.
- Пидопличко А. П. Флора сфагновых (торфяных) мхов Белорусской ССР. Минск: Изд-во АН БССР, 1948. 72 с.
- Потемкин А. Д., Софронова Е. В. Печеночники и антоцеротовые России. Т.1. СПб.-Якутск: Бостон-спектр, 2009. 368 с.
- Рыковский Г. Ф., Масловский О. М. Флора Беларуси. Мохообразные. В 2 т. Т. 1: Andreaeopsida–Bryopsida. Минск: Тэхналогія, 2004. 437 с.
- Рыковский Г. Ф., Масловский О. М. Флора Беларуси. Мохообразные. В 2 т. Т. 2: Hepaticopsida – Sphagnopsida. Минск: Беларуская навука, 2009. 213с.
- Рыковский Г. Ф. Происхождение и эволюция мохообразных. Минск: Беларус. навука, 2011. 433 с.
- Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A. // Arctoa. 2006. Т.15. Р.1–130.
- Stebel A., Ochyra R., Voncina G. Mosses of the pieniny range (Polish Western Carpathians). Poland, 2010. 214 p.
- Szafnagel K. Zapiski bryologiczne. Wilno, 1908. S.1–58.

Г.Ф. РЫКОВСКИЙ, М.С. ШАБЕТА  
**СОВРЕМЕННАЯ ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА  
 БРИОФЛОРЫ БЕЛАРУСИ**

#### Резюме

В статье представлен систематический список мохообразных Беларуси, а также синонимы переименованных таксонов.

G.F. RYKOVSKY, M.S. SHABETA  
**MODERN TAXONOMIC STRUCTURE OF BRYOFLORA  
OF BELARUS**

**Summary**

The article presents a systematic list of bryophytes of Belarus, as well as synonyms renamed taxa.

*Поступила в редакцию 23.06.2015 г.*

## *Флористические находки*

УДК 582.572 (476)

Д. К. ГАРБАРУК, М. В. КУДИН, Л. М. ТУРЧИН  
**НОВЫЕ ВИДЫ ОХРАНЯЕМЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ПОЛЕССКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО  
ЗАПОВЕДНИКА**

*Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение  
«Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»*

**Введение.** Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение "Полесский государственный радиационно-экологический заповедник" (далее заповедник) образовано в 1988 году на территории белорусского сектора зоны эвакуации (отчуждения) общей площадью 216,1 тыс. га. Заповедник расположен на прилегающей к Чернобыльской АЭС территории трех наиболее пострадавших административных районов: Брагинского на площади 64,6 тыс. га (32,9% от площади района), Наровлянского – 63,2 тыс. га (39,8%) и Хойникского – 88,3 тыс. га (43,5%).

С момента организации заповедника и до настоящего времени флористические исследования были фрагментарными и не в полной мере охватили всю его территорию. За сравнительно короткий период научных изысканий накоплен значительный материал по флоре заповедника и выявлен ряд новых редких и исчезающих видов сосудистых растений для Брагинского, Наровлянского и Хойникского административных районов.

**Материалы (объекты) и методы исследования.** Объектом изучения явились редкие и находящиеся под угрозой исчезновения сосудистые растения, включенные в Красную книгу Республики Беларусь, произрастающие на территории заповедника. Методом полевых исследований явился маршрутно-поисковый метод, который предусматривает прохождение заранее выбранного маршрута с охватом наиболее интересных с флористической точки зрения участков естественной и синантропной растительности. Предварительно подбор участков осуществлялся с использованием картографических и лесоустроительных материалов. При обнаружении интересующих нас объектов производились записи в полевой дневник, фотосъемка, сбор гербария. Определение их места произрастания устанавливали при помощи GPS-приемников и картографических материалов лесоустройства.

Номенклатура таксонов принята по С.К. Черепанову [1]. Перечень видов приводится согласно списку редких и находящихся под угрозой исчезновения на территории Республики Беларусь видов дикорастущих растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь (растения) 4-го издания [2].

**Результаты и их обсуждение.** Материалом для данной работы послужили исследования сотрудников научного отдела экологии растительных комплек-

сов, образцы фондового гербария заповедника, отчеты о научно-исследовательской работе, имеющиеся литературные источники и сведения, приведенные в Красной книге Республики Беларусь (растения) 4-го издания [2].

Ниже приводятся конкретные местонахождения редких и исчезающих видов растений, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь 4-го издания, произрастающие на территории заповедника, впервые выявленные для Брагинского, Наровлянского и Хойникского административных районов с краткой аннотацией к ним и датой регистрации.

*Lycopodiella inundata* (L.) Holub – Ликоподиелла заливаемая – IV категория национальной природоохранной значимости (NT). Наровлянский район, Припятское лесничество: кв. 101, выд. 22, в естественном низкополотном смешанном ивняково-березовом временно подтопляемом молодняке с участием ольхи черной на прогалинах в понижениях, единично, В. Китиков, 18.09.2012 г.; кв. 104, выд. 4, 8, 20, в естественных низкополотных смешанных березовых с участием сосны и ольхи черной временно подтопляемых молодняках на прогалинах в понижениях, редко, В. Китиков, 18.09.2012 г.

*Polypodium vulgare* L. – Многоножка обыкновенная – IV категория национальной природоохранной значимости (NT). Брагинский район, Богушевское лесничество, кв. 60, выд. 4. В искусственном средневозрастном, среднеполотном чистом сосновом насаждении в понижении у поваленных ствол, единично, Д. Гарбарук, 05.09.2014 г.;

Брагинский район, Верхнеслободское лесничество, кв. 70 выд. 15. В естественном приспевающем среднеполотном чистом сосновом насаждении на верхнем крае склона холма, единично, И. Шаркевич, 08.05.2015 г.

*Trollius europaeus* L. – Купальница европейская – IV категория национальной природоохранной значимости (NT). Хойникский район, Воротецкое лесничество, кв. 40, выд. 25. В естественном средневозрастном среднеполотном смешанном черноольхово-березовом насаждении по прогалинам, редко, Т. Дерябина, 13.05.2014 г.

*Pulsatilla patens* (L.) Mill. – Прострел раскрытый – IV категория национальной природоохранной значимости (NT). Брагинский район, Богушевское лесничество, кв. 59, выд. 5. В естественном средневозрастном среднеполотном смешанном сосново-березовом насаждении на склоне холма, единично, Л. Маленок, 17.04.2012 г.

*Corydalis cava* (L.) Schweigg. et Koerte – Хохлатка полая – III категория национальной природоохранной значимости (VU). Брагинский район, окраина д. Савичи, 1,0 км к ЮВ, в естественном спелом среднеполотном смешанном черноольхово-широколиственном насаждении, часто, А. Воронецкая, 02.04.2014 г. Приводится точное место произрастания вида, так как в источнике [2] упоминается Брагинский район без конкретного места регистрации.

*Potentilla alba* L. – Лапчатка белая – III категория национальной природоохранной значимости (VU). Брагинский район, Богушевское лесничество:



кв. 59, выд. 5, в естественном средневозрастном среднеполнотном смешанном сосново-березовом насаждении с примесью дуба, осины на открытом склоне холма, редко, А. Шамро, 2012 г.; кв. 61, в естественном приспевающем среднеполнотном смешанном сосново-березовом насаждении на прогалинах, часто, Л. Маленок, 10.06.2013 г.;

Брагинский район, Крюковское лесничество, кв. 47, выд. 22, 23. В естественных средневозрастных высокополнотных смешанных сосново-березовых насаждениях на прогалинах, редко, А. Шамро, 2009 г.

*Trifolium rubens* L. – Клевер красноватый – II категория национальной природоохранной значимости (EN). Хойникский район, Воротецкое лесничество, кв. 10, выд. 12, бывший населенный пункт Бабчин, селитебный участок, единично, А. Шамро, 02.07.2012 г.

*Lithospermum officinale* L. – Воробейник лекарственный – III категория национальной природоохранной значимости (VU). Брагинский район, Богушевское лесничество: кв. 91, выд. 1, на временно подтопляемых землях вдоль мелиоративного канала, часто, Л. Турчин, 17.06.2014 г.; кв. 126, выд. 1, 5, на временно подтопляемых землях с зарослями ив кустарниковых на прогалинах вдоль мелиоративного канала, часто, А. Шамро, 2011 г.; кв. 142, выд. 1, 3, на временно подтопляемых землях с зарослями ив кустарниковых на прогалинах, часто, Д. Гарбарук, 02.05.2014 г.; кв. 143, выд. 1, 4, 5, на временно подтопляемых землях с зарослями ив кустарниковых на прогалинах, часто, Л. Маленок, 02.05.2014 г.; кв. 160, выд. 11, на временно подтопляемой залежи, часто, С. Вороненко, 02.05.2014 г.

*Cirsium pannonicum* (L. fil.) Link – Бодяк паннонский – I категория национальной природоохранной значимости (CR). Брагинский район, Богушевское лесничество, кв. 142, выд. 3. На сырой временно затопляемой оторфованной залежи на прогалине среди ив кустарниковых, редко, Л. Турчин, 05.09.2013 г.

*Iris sibirica* L. – Касатик сибирский – IV категория национальной природоохранной значимости (NT). Брагинский район, Колыбаньское лесничество, кв. 33, выд. 17. На опушке смешанного мелколиственного молодняка вдоль мелиоративного канала, часто, А. Шамро, 2009 г.;

Брагинский район, Верхнеслободское лесничество, кв. 78, выд. 1. На залежах по берегам мелиоративных каналов и канализированной р. Несвич, часто, А. Шамро, 2010 г.

*Gladiolus imbricatus* L. – Шпажник черепитчатый – IV категория национальной природоохранной значимости (NT). Хойникский район, Воротецкое лесничество, кв. 80 урочище “Майдан.” На мелиорированном временно затопляемом лугу, редко, А. Шамро, 2012 г.

*Orchis coriophora* L. – Ятрышник клопоносный – II категория национальной природоохранной значимости (EN). Брагинский район, Богушевское лесничество: кв. 142, выд. 1, в естественном низкополнотном смешанном ивняково-березовом временно подтопляемом молодняке на прогалине, единично, Л. Маленок, 11.06.2013 г.; кв. 142, выд. 3, на сырой

временно затапливаемой оторфованой залежи на прогалине среди ив кустарниковых, единично, Л. Маленок, 11.06.2013 г.

Выявление новых видов и новых мест произрастания редких и исчезающих видов растений требует дальнейшего изучения территории заповедника, особенно Наровлянского района.

**Заключение.** В работе приводятся сведения по 12 видам сосудистых растений, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь (растения) 4-го издания, из которых к I-ой категории охраны относится 1 вид, ко II-ой – 2 вида, к III-ей – 3 вида и к IV-ой – 6 видов. Установлено 7 новых видов охраняемых растений для Брагинского района: *Polypodium vulgare* L., *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Potentilla alba* L., *Lithospermum officinale* L., *Cirsium pannonicum* (L. fil.) Link, *Iris sibirica* L., *Orchis coriophora* L., 1 вид для Наровлянского района: *Lycopodiella inundata* (L.) и 3 вида для Хойникского района: *Trollius europaeus* L., *Trifolium rubens* L., *Gladiolus imbricatus* L. Новые места произрастания уточняют общий ареал распространения указанных видов в Белорусском Полесье.

**Благодарности.** Авторы выражают искреннюю благодарность за помощь в определении видовой принадлежности растений сотрудникам Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси Д. В. Дубовику и А. Н. Скуратовичу.

#### Литература

1. Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). / С.К. Черепанов. – СПб. : Мир и семья, 1995. 991 с.
2. 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: Беларуская энцыклапедыя імя П. Броўкі, 2015. 448 с.

Д. К. ГАРБАРУК, М. В. КУДИН, Л. М. ТУРЧИН

#### НОВЫЕ ВИДЫ ОХРАНЯЕМЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

#### Резюме

В статье приводятся сведения по 12 видам сосудистых растений, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь (растения) 4-го издания, из которых 7 видов являются новыми для Брагинского района: *Polypodium vulgare* L., *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Potentilla alba* L., *Lithospermum officinale* L., *Cirsium pannonicum* (L. fil.) Link, *Iris sibirica* L., *Orchis coriophora* L., 1 вид для Наровлянского района: *Lycopodiella inundata* (L.) и 3 вида для Хойникского района: *Trollius europaeus* L., *Trifolium rubens* L., *Gladiolus imbricatus* L. Новые места произрастания уточняют общий ареал распространения указанных видов в Белорусском Полесье.

D. K. HARBARUK, M. V. KUDIN, L. M. TURCHIN  
**NEW SPECIES OF PROTECTED PLANTS FOR POLESSIE  
STATE RADIATION AND ECOLOGICAL NATURE RESERVE**

**Summary**

The article provides information on 12 species of vascular plants listed in the Red Book of the Republic of Belarus (plants), 4th edition, of which 7 species are new to the Bragin region: *Polypodium vulgare* L., *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Potentilla alba* L., *Lithospermum officinale* L., *Cirsium pannonicum* (L. fil.) Link, *Iris sibirica* L., *Orchis coriophora* L., 1 species for Narovlya region: *Lycopodiella inundata* (L.) and 3 types for Khoyniki region: *Trollius europaeus* L., *Trifolium rubens* L., *Gladiolus imbricatus* L. New habitats specify the total area of distribution of these species in the Belarusian Polesye.

*Поступила в редакцию 10.08.2015 г.*

Д. В. ДУБОВИК, Р. В. ЦВИРКО, Д. Ю. ЖИЛИНСКИЙ  
**JUNCUS STYGIUS L. (JUNCACEAE JUSS.) – СИТНИК  
ГРЯЗНОВОДНЫЙ, ПОВТОРНО ОБНАРУЖЕННЫЙ ВИД ВО ФЛОРЕ  
БЕЛАРУСИ**

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники  
им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси», Минск

До недавнего времени *Juncus stygius* L. считался, вероятно, исчезнувшим видом из состава флоры Беларуси [1] и был включен в «Черный список». Впервые вид указан для окр. д. Мосар Глубокского района [2], где отмечен на торфянике над озером. Озеро Церковище в окр. д. Мосар согласно современному административно-территориальному делению расположено на стыке Глубокского, Мозырского и Поставского районов, поэтому сейчас трудно интерпретировать, где точно этот вид был отмечен. Гербарные данные из этого локалитета нам неизвестны. На основании этих же указаний вид приведен позже для окр. г. Поставы [3].

Затем во «Флоре БССР» вид указан лишь для окр. д. Артемово Витебского района [4]. Однако, гербарные данные (LE) на основании которых он приведен, свидетельствуют, что вид собран А.А. Бялыницким-Бирулей (11.08.189? г.) у д. Артемово Невельского уезда бывшей Витебской губернии (современный Невельский район Псковской области России). Имеется также, вероятно, ошибочное указание *Juncus stygius* для Неманско-Предполесского геоботанического округа [1].

В 2013 г. во время работы в Гербарии Института ботаники ПАН, г. Краков (KRAM) мы обнаружили сборы этого вида из окр. лесничевки Пустельня Поставского района (к ВСВ от современной д. Станчики). Вид был собран на мелкоосоково-мшистом болоте И. Дабковской (I. Dabkowska, 02.07.1937 г.). Позже вид никем не отмечался во флоре республики и поэтому считался исчезнувшим из её состава.

Во время геоботанических исследований на болотном массиве в окр. д. Станчики Поставского р-на (2,6 км к СВ, левобережье р. Страча) Р. В. Цвирко и Д. Ю. Жилинским этот вид был найден повторно (14.08.2013 г.) на том же болотном массиве, где работала в 1930-ые гг. И. Дабковская и правильно идентифицирован Д.В. Дубовиком. Он здесь хорошо сохранился и произрастает по мочажинам и кочкам среди переходного болота. Совместно с *Juncus stygius* или вблизи его местонахождения найдены и другие редкие в республике виды растений – *Liparis loeselii* (L.) L. С. М. Richard, *Carex dioica* L., *C. limosa* L., *Trichophorum alpinum* (L.) Pers., *Hammarbya paludosa* (L.) O. Kuntze, *Malaxis monophyllos* (L.) Sw., *Betula humilis* Schrank., *Rhynchospora alba* (L.) Vahl., *Salix lapponum* L., *Eriophorum gracile* W. D. J. Koch ex Roth, *Dactylorhiza maculata* (L.) Soy, *Epipactis palus-*

*tris* (L.) Crantz, *Drosera anglica* Huds., *Parnassia palustris* L., *Pedicularis palustris* L.

*Juncus stygius* встречается в Беларуси на южной границе ареала, которая приблизительно совпадает с границами Поозерского оледенения. В республике он представлен типовым подвидом – subsp. *stygius*, который распространен в северной части Евразии [5]. Вид рекомендуется включить в список охраняемых растений Беларуси.

#### Литература

1. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. 448 с.
2. Ralski E. Zapiski florystyczne z nad Duwiny // Sprawozd. Komisji Fizjograficznej Polskiej Akademji Umiejktnosci. 1928. T. 63. S. 261–274.
3. Козловская Н. В., Парфенов В. И. Хорология флоры Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1972. 309 с.
4. Флора БССР. В 5-ти т. / Гл. ред. Б. К. Шишкин. Т. 1. М.: Сельхозгиз, 1949. С. 335.
5. Kirschner J. et al. Juncaceae. Species Plantarum: Flora of the World. Part 7. Juncaceae 2: Juncus subg. Juncus. Australia: Canberra, 2002. 336 p.

Д.В. ДУБОВИК, Р.В. ЦВИРКО, Д.Ю. ЖИЛИНСКИЙ  
**JUNCUS STYGIUS L. (JUNCACEAE JUSS.) – СИТНИК ГРЯЗНОВОДНЫЙ  
ПОВТОРНО ОБНАРУЖЕННЫЙ ВИД ВО ФЛОРЕ БЕЛАРУСИ**

#### Резюме

Во флоре Беларуси обнаружен *Juncus stygius* L., который не отмечался здесь более 70 лет и считался исчезнувшим видом.

D.V. DUBOVIK, R.V. TSVIRKO, D.Y. ZHYLINSKY  
**JUNCUS STYGIUS L. (JUNCACEAE JUSS.) – RUSHES STYGIUS REDISCOVERED  
SPECIES IN THE FLORA OF BELARUS**

#### Summary

In the flora of Belarus found *Juncus stygius* L., which is not celebrated here more than 70 years and was considered to be extinct.

*Поступила в редакцию 15.11.2015 г.*

В. Н. ЛЕБЕДЬКО, С. С. САВЧУК

**VIOLA MONTANA L. В БЕЛАРУСИ**ГНУ «Институт экспериментальной ботаники  
им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси», Минск

**Введение.** Несмотря на довольно высокую степень изученности флоры сосудистых растений Беларуси, ежегодные исследования отдельных ее регионов позволяют выявлять ранее неизвестные места произрастания как редких и исчезающих аборигенных, так и заносных видов растений. Одним из примеров может служить нахождение исключительно редкого, охраняемого вида фиалки – *Viola montana* в восточной части Беларуси.

**Материалы (объекты) и методы исследования.** Исследования проводились традиционным детально маршрутным и рекогносцировочным методами. Собранные гербарные образцы *Viola montana* хранятся в Гербарии Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси (MSK).

**Результаты и их обсуждение.** Род *Viola* L. насчитывает около 500 видов, особенно широко распространенных в умеренной и субтропической зонах Северного полушария и Южной Америки; незначительно они представлены в Арктике и в тропиках (горы) [1]. На территории Беларуси известно более 20 видов этого рода (материалы Гербария MSK). Два вида подлежат охране на национальном уровне, причем такой вид как *Viola montana* L. (*V. elatior* Fries) – фиалка горная или высокая находится на грани исчезновения (I категория национального природоохранного значения). В Красную книгу Республики Беларусь она впервые включена с 1993 г. (2-ое издание). В сопредельных странах под государственной охраной находится в Литве, Латвии и Польше; под региональной – в Житомирской области Украины [2].

*V. montana* – евросибирский реликтовый вид, находящийся в Беларуси в отдельных локалитетах за северной границей ареала, который охватывает Скандинавию (очень редко), Атлантическую (очень редко), Среднюю и Восточную (средняя и южная части) Европу, Средиземноморье (очень редко), Кавказ (очень редко), Западную Сибирь, Среднюю Азию [2].

Впервые для территории Беларуси этот исключительно редкий лесостепной вид указывался Ж. Э. Жилибером в 1782 г. В своей работе [3] он приводил данный вид для окрестностей д. Лососна, расположенной вблизи г. Гродно («non rara in pratis sylvarum circa *Grodnam Lososnoe* & alibi»). Среди гербарных материалов, собранных К. А. Мейером в первой половине XIX в., имеется образец фиалки из окрестностей г. Витебска, хранящийся в Гербарии БИН РАН (LE), который спустя столетие (1928 г.) идентифицирован С. С. Ганешиним как *Viola elatior* Fries (= *V. montana*). В 1882 г. фиалка горная уже указывалась К. Чоловским для бывшей Могилевской губернии, но без более точной географической привязки [4]. Однако, как выяснилось поз-

же, данное указание ошибочно, поскольку среди гербарных образцов (LE), на основании которых была подготовлена вышеупомянутая работа, имеются сборы Р. Пабо (1846 г.), относящиеся не к *V. montana*, а к ее гибриду с *V. nemoralis* (*V. × poltavensis* V. Nikit.), да к тому же происходящему из окрестностей г. Сергиевска Самарской области России [5]. В конце 19 в. И. К. Пачоский приводит *V. montana* для территории бывшего Слонимского уезда, без более конкретной территориальной привязки [6]. Все эти указания, в силу различных обстоятельств, в настоящее время не удалось подтвердить, что поставило под сомнение существование данного растения на территории Беларуси. Тем не менее, в 1981 г., сотруднику Витебского государственного педагогического института им. С.М. Кирова (ныне Витебский государственный университет им. П. М. Машерова) С. Ф. Слюбовой удалось выявить этот вид в окрестностях д. Луки Витебского района (VTU). До настоящего времени обнаруженное местонахождение было единственным достоверно известным из ныне существующих в республике.

Сотрудниками ботанического сада ВГУ проводятся ежегодные наблюдения за данной популяцией, а также предпринята попытка сохранения фиалки горной в условиях *ex situ*. Многолетние работы в этом направлении дали положительные результаты. Все видообразцы в условиях ботанического сада проходят полный цикл развития с образованием полноценных жизнеспособных семян. В 2011 г. была проведена первая реинтродукция *V. montana* в Беларуси. Заложены три искусственные реинтродукционные популяции на территории Витебского района: две популяции в пойме р. Шевинка и одна – в окрестностях д. Сокольники (склон поймы ручья, впадающего в р. Лучеса) [7].

В 2013 г. для *V. montana* разработан специальный План действий по ее сохранению: № 49-Р от 24.05.2013.

Более тридцати лет новых находок фиалки горной на территории республики не было. Летом 2015 г. в результате флористических исследований в восточной части Могилевской области (окрестности д. Лобковичи Кричевского р-на), нами выявлено новое, уже второе достоверно известное место произрастания *V. montana* в пределах Беларуси.

Основная часть обнаруженной популяции находится в небольшом фрагменте дубравы разнотравно-злаковой рядом с коренным берегом р. Сож.

В данном фитоценозе к древостою *Quercus robur* L. примешиваются *Tilia cordata* Mill., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. и *Betula pendula* Roth. Подлесок довольно развит и сформирован *Frangula alnus* Mill. и *Corylus avellana* L. В напочвенном травянистом покрове, проективное покрытие которого достигает 80%, преобладают неморальные виды (см. табл.).

В экотопе отмечены также два охраняемых вида растений – *Cucubalus baccifer* L. и *Gladiolus imbricatus* L.

Таблица. Фитоценотическая характеристика местонахождения  
*Viola montana* L. в Кричевском районе (окр. д. Лобковичи)

Вид растения	Балл обилия (по шкале Друде)
<i>Ranunculus acris</i> L.	Sol
<i>R. auricomus</i> L.	Sp
<i>Thalictrum lucidum</i> L.	Sp
<i>Urtica dioica</i> L.	Sp
<i>Cucubalus baccifer</i> L.	Cop <sub>1</sub>
<i>Saponaria officinalis</i> L.	Sp
<i>Rumex acetosa</i> L.	Sol
<i>Hypericum perforatum</i> L.	Sol
<i>Viola collina</i> Bess.	Sp
<b><i>Viola montana</i> L.</b>	Sp
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	Sol
<i>Rubus caesius</i> L.	Cop <sub>1</sub>
<i>Rubus idaeus</i> L.	Cop <sub>1</sub>
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.	Sp
<i>Geum urbanum</i> L.	Sp
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	Sol
<i>Rosa majalis</i> Herrm.	Sp
<i>Trifolium pratense</i> L.	Sp
<i>Geranium pratense</i> L.	Sp
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	Sp
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	Sol
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	Sp
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	Sol
<i>Vincetoxicum hirsutaria</i> Medik.	Cop <sub>2</sub>
<i>Polemonium caeruleum</i> L.	Cop <sub>1</sub>
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	Sp
<i>Ajuga reptans</i> L.	Sp
<i>Betonica officinalis</i> L.	Sp
<i>Prunella vulgaris</i> L.	Sol
<i>Campanula glomerata</i> L.	Sol
<i>Achillea millefolium</i> L. s. str.	Sp
<i>Convallaria majalis</i> L.	Cop <sub>2</sub>
<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt	Cop <sub>1</sub>
<i>Gladiolus imbricatus</i> L.	Sol
<i>Elymus caninus</i> (L.) L.	Cop <sub>2</sub>
<i>Poa nemoralis</i> L.	Sp
<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.	Sp
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	Sp
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) Beauv.	Cop <sub>1</sub>



Популяция рассматриваемого вида насчитывает около 30 особей на площади 4 × 15 м. Несколько групп отмечено и на пойменном разнотравно-злаковом лугу. Растения хорошо развиты, их размещение в фитоценозе случайно-групповое (встречаются в основном небольшие группы, состоящие из 3–6 побегов). В целом популяцию можно охарактеризовать как нормальную, полночленную с преобладанием генеративной фракции (90%) и способную к самоподдержанию. Жизненность популяции средняя.

Основными факторами угрозы для существования популяции *V. montana* в настоящее время являются естественные сукцессионные смены растительного покрова, выпас и прогон скота, а также чрезмерные рекреационные нагрузки, пожары.

**Заключение.** Необходима передача выявленного места произрастания *V. montana* под охрану пользователю земельного участка. Для осуществления эколого-биологического контроля состояния популяции в этом месте необходимо обустроить постоянный пункт мониторинга. Не исключено, что это не единственное местонахождение фиалки горной в долине р. Сож, в связи с чем следует продолжить целенаправленный поиск новых мест ее произрастания.

Следует отметить, что в 2010 г. было предложено законсервировать название *Viola elatior* Fries как приоритетное и однозначно употребляемое, а также отвергнуть название *Viola montana* L. как наиболее неоднозначно трактуемое (Van den Hof et. al. 2010, Тахон, 59: 1900 – 1902). IАРТ одобрило это предложение и соответствующие правки будут внесены в следующий Кодекс ботанической номенклатуры [1].

Авторы выражают благодарность ведущему научному сотруднику лаборатории флоры и систематики растений Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, к.б.н. Д.В. Дубовику за консультацию при подготовке данной публикации.

## Литература

1. Конспект флоры Восточной Европы. Т. 1 / Под ред. Н. Н. Цвелева. – М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. С. 344–355.
2. 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.
3. Gilibert I. E. Flora Lithuanica inchoata seu Enumeratio plantarum, quas circa Grodnam, collegit et determinavit. Collectio V, Vilnae, 1782, S. 124.
4. Чоловский К. Физико-Географический очеркъ Могилевской губернии. Растения / К. Чоловский // Опыт описанія Могилевской губернии въ историческомъ, физико-географическомъ, этнографическомъ, промышленномъ, сельско-хозяйственномъ, льсномъ, учебномъ, медицинскомъ и статистическомъ отношеніяхъ, съ двумя картами губерній и 17 рьзанными на деревъ гравюрами видовъ и типовъ: в 3 кн.; под ред. А. С. Дембовецкаго. – Могилевъ на Днѣпръ: Типографія Губернскаго Правленія, 1882–1884. Кн. 1. 1882. С. 266–452.

5. Дубовик Д. В. Современное состояние и тенденции изменения флоры сосудистых растений восточной части Беларуси (таксономический состав, хорологический особенности, вопросы охраны). Дисс. ... канд. биол. наук. Минск, 2009. С. 237.

6. Пачоский И. К. Тр. Императорского СПб о-ва естествоисп. (отделение ботаники) / С.-Петербург. о-во естествоисп.; под ред. И. Бородина. – Санкт-Петербург, 1897. Т.27. Вып. 2. С. 82.

7. Морозов И. М. Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика Н. В. Смольского. В 2 ч. Ч. 1. Минск, 2015. С. 146–151.

**В. Н. ЛЕБЕДЬКО, С. С. САВЧУК**  
***VIOLA MONTANA* L. В БЕЛАРУСИ**

**Резюме**

В данной работе приводятся обобщенные сведения о новом местонахождении исключительно редкого представителя флоры Беларуси – *Viola montana* L. Уточнена и подробно приведена хронология обнаружения этого вида на территории республики. Рассмотрены вопросы, касающиеся мер охраны вида и предпринятые мероприятия по его сохранению.

**V. N. LEBEDKO, S. S. SAVCHUK**  
***VIOLA MONTANA* L. IN BELARUS**

**Summary**

In this article the generalized information about new location of rare species of Byelorussian flora – *Viola montana* L. is introduced. It is presented the worked out the details of a discovering chronology of this species at the territory of republic. Problems of species protection and actions of conservation are considered.

*Поступила в редакцию 12.11.2015 г.*

А. А. САКОВИЧ<sup>1</sup>, Г. Ф. РЫКОВСКИЙ<sup>2</sup>  
**BRYUM KUNZEI HOPE ET HORNSCH. –  
НОВЫЙ ВИД ДЛЯ БРИОФЛОРЫ БЕЛАРУСИ**

<sup>1</sup>Гродненский государственный университет им. Янки Купалы,  
Гродно, Беларусь

<sup>2</sup>ГНУ «Институт экспериментальной ботаники  
им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси», Минск

**Введение.** Нами уже не раз обсуждался вопрос о том, что старые бетонные фортификации на территории Беларуси являются концентрированными, не тронутыми локалитетами для сохранения многих видов мохообразных [1]. В настоящее время на фортификациях в стране выявлено около 30% редких видов от состава бриевых мхов [2,3].

Нами проводятся бриологические исследования, в частности на бетонных оборонительных сооружениях (форты, доты, казармы), являющихся, в отличие от мемориального комплекса, малоизвестной частью Брестской крепости. Оборонительная линия крепости весьма разнообразна по временному фактору – здесь есть как постройки, датированные 80-ми гг. XIX в., так и 14–15 гг. XX в. и более позднего времени – Великой отечественной войны [4]. На этих сооружениях, кроме широко распространенных видов мохообразных, представлены также раритеты. В частности здесь выявлен новый для бриофлоры Беларуси вид – *Bryum kunzei* Hope et Hornsch. из семейства *Bryaceae* класса *Bryopsida*.

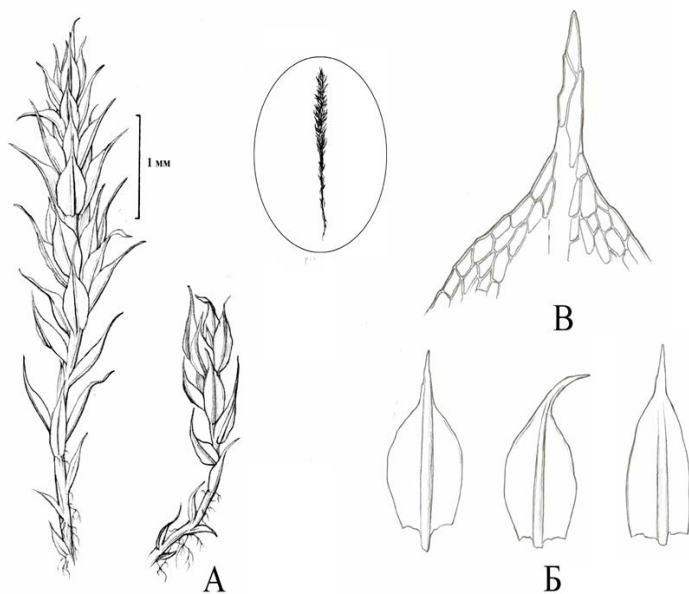
**Материалы и методы исследования.** Гербарный материал собран при проведении бриофлористических исследований на старых бетонных сооружениях в окрестностях г. Бреста в период с сентября по октябрь 2014 г. детально-маршрутным методом [5]. Он хранится в гербариях MSK-B и GRSU. Обилие определяли по Ж. Браун-Бланке [5]. Основные показатели для исследования популяций мохообразных проработаны и дополнены в соответствии со спецификой произрастания и данными многолетних исследований мохообразных [6-8]. Для географической привязки использованы методы топографической съемки с помощью GPS-навигатора. Использован европейский список охраняемых видов по [9].

**Результаты и их обсуждение.** *Bryum kunzei* Hope et Hornsch. обнаружен на доте, находящемся на юго-восточной окраине г. Бреста, около железнодорожной ветки Брест – Влодава, в пределах узкой лесополосы из *Salix fragilis* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Populus canadensis* Moench. Здесь в травяно-кустарничковом ярусе обильно произрастают *Rubus nessensis* W. Hall и *Urtica dioica* L.

*Bryum kunzei* Hope et Hornsch. – Бриум Кунца (см. рисунок) назван в честь немецкого ботаника Густава Кунца (G. Kunze, 1797-1851). Этот таксон часто рассматривался как *Bryum caespiticium* Hedw. или его разновидность – *B. caespiticium* var. *kunzei* (Hoppe & Hornsch.) Braithw. [10] практиче-

ски на протяжении двух столетий, а также как отмечает D. Holyoak [11], он неоднократно принимался за *B. caespiticium* var. *imbricatum* Bruch & Schimp.

Популяция *B. kunzei* отмечена с западной стороны на затененной вертикальной поверхности дота, где этот мох произрастает плотными куртинками совместно с *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. и по соседству с *Orthotrichum striatum* Hedw. Его дерновинки зеленые или светло-зеленые, с немного белесым отливом из-за бесцветных волосковидных верхушек листьев, стебель около 0,5–0,7 см длиной, тонкий, достаточно плотно сережчато облиственный. Ризоиды светло буро-коричневые. Листья широко-яйцевидные, коротко заостренные, резко переходящие в волосовидную верхушку, не избегающие, в основании не красные; край листа, как правило, плоский, кайма не дифференцирована. Жилка достаточно сильная, заходит в волосковидную верхушку. Клетки тонкостенные, в верхней части листа шестиугольные, ниже становятся мельче, у основания прямоугольные, в углах основания квадратные. Популяция имеет средний уровень жизненности, проективное покрытие около 10-15%. Обилие по Браун-Бланке – 2. Спороношение отсутствует, возможно вегетативное размножение. Положение в синузии – подчиненное. Популяция нормальная.



**Рисунок.** *Bryum kunzei* Nore et Hornsch.: А – внешний вид растения, Б – лист, В – верхушка листа (Автор рисунка В.Н. Лебедько).

**Заключение.** Для оценки положения *Bryum kunzei* относительно охраны необходимо дальнейшее его исследование в составе бриофлоры Беларуси. Требуется критический пересмотр имеющихся гербарных сборов *Bryum caespiticium*. Несмотря на совсем недавнее выделение, *B. kunzei* уже охраняется в Люксембурге и Румынии – EN, Словакии и Болгарии – VU, Великобритании – NT [9].

**Благодарности.** Авторы благодарят научного сотрудника лаборатории флоры и систематики растений ИЭБ НАН Беларуси В. Н. Лебедько за любезно предоставленные иллюстрации исследуемого вида, выполненные с натуры.

### Литература

1. Sakovich A., Rykovskij G. // Biodiversity. Research and Conservation, 2012. Vol. 24. P. 31–35.
2. Сакович, А. А., Рыковский Г. Ф. // Черноморский ботанический журнал. Том 8. №1 Херсон, 2012. С. 98–103.
3. Сакович, А. А., Рыковский Г. Ф. // Красная Книга Республики Беларусь: состояние, проблемы, перспективы: материалы международной научной конференции (Витебск, 13–15 декабря 2011). Витебск, 2011. С. 150–152.
4. Форт V и другие форты Брестской крепости. Уникальные объекты военной фортификации / под общ. ред. В. В. Губаренко. Брест: Полиграфика, 2009. 67 с.
5. Федорук А. Т. Ботаническая география: полевая практика: учеб. пособие. Минск, 1976. 224 с.
6. Корчагин А. А. Внутривидовой (популяционный) состав растительных сообществ и методы его изучения // Полевая геоботаника. М.-Л.: Наука, 1964. Т. 3. С. 39–131.
7. Пугачевский А. В., Вознячук И. П., Семеренко Л. В. Программа и методика организации и проведения мониторинга охраняемых видов растений в Республике Беларусь: Методическое пособие. Минск, 2010. 48 с.
8. Изучение эпилитной бриофлоры Беларуси и особенности формирования биоразнообразия мохообразных на естественных каменистых и антропогенных цементно-известковых субстратах: отчет о НИР (промеж.) / ИЭБ НАН Беларуси; рук. тем. О. М. Масловский. Минск, 2003. 63 с. № ГР 20032055.
9. Hodgetts N. G. // National Parks and Wildlife Service, Department of Arts, Heritage and the Gaeltacht. Ireland, 2015. No. 84. 125 p.
10. Игнатов М. С. Игнатова Е. А. 2003. Флора мхов Средней России. Том 1. Sphagnaceae – Hedwigiaceae. М., С. 1–608.
11. Holyoak D. T. // Journal of Bryology. № 26(4). 2004. P. 247–264.

А. А. САКОВИЧ, Г. Ф. РЫКОВСКИЙ  
**BRYUM KUNZEI NOPE ET HORNSCH. –  
НОВЫЙ ВИД ДЛЯ БРИОФЛОРЫ БЕЛАРУСИ**

### Резюме

Статья посвящена нахождению в Беларуси нового вида – *Bryum kunzei* Nope et Hornsch. из семейства *Bryaceae* класса *Bryopsida* на фортификациях времен Великой отечественной войны. Описана морфология данного вида, условия его произрастания, представлена разносторонняя оценка по основным показателям исследования его популяции.

A. A. SAKOVICH, G. F. RYKOVSKIJ  
**BRYUM KUNZEI HOPE ET HORNSCH. –  
NEW SPECIES FOR BRYOFLORA OF BELARUS**

**Summary**

In article a new species of moss in Belarus – *Bryum kunzei* Hope et Hornsch. from the Family *Bryaceae*, Class *Bryopsida* on the fortifications of the Great Patriotic War is described. It discusses the morphology of the species, growing conditions of the form, given the multifaceted assessment of the main indicators of its study population.

*Поступила в редакцию 23.06.2015 г.*

**NEW GENUS SUKHORUKOVIA (CHENOPODIACEAE)***Institute Ecology of Volga River Basin of Russian Academy Science*

**Introduction.** *Atriplex cana* C.A. Mey. has an isolated taxonomic position within other *Atriplex* (*Chenopodiaceae*). The recent studies allowed placing the species within monotypic subsection *A. sect. Sclerocalymma* subsect. *Suffruticosae* Medvedeva [9], and later it was raised to the separate section *Suffruticosae* (Medvedeva) Sukhor. [14].

*A. cana* is not closely related with other *Atriplex* species in Eurasia and represents an old lineage of *Atriplex* [6, 14, 15]. Likewise endemic monotypic genus *Cremnophyton* (*C. lanfrancoi* Brullo et Pavone), morphologically similar to *A. cana*, represents a Tertiary (oligocene/miocene) relict [3].

**Materials and Methods.** Specimens of were revised in the following herbaria (acronyms according to Index Herbariorum: <http://sweetgum.nybg.org/ih/>): LE, MOSP, MW, PVB, VOLG and conducted research in natural communities in the south-east of European Russia.

**Taxonomic treatment.** *A. cana* because of its isolated taxonomic position within *Atriplex* s.l. and of its unique characters is raised to genus level.

***Sukhorukovia* Vasjukov, nom. et stat. novum.**  $\equiv$  *Atriplex* sect. *Sclerocalymma* Asch. subsect. *Suffruticosae* Medvedeva in Fl. Europ. Orient. 9: 52 (1996).  $\equiv$  *Atriplex* sect. *Suffruticosae* (Medvedeva) Sukhor. in Ann. Naturhist. Mus. Wien, B 108: 394 (2006).

Type genus: *Sukhorukovia cana* (C.A. Mey.) Vasjukov.

Description: Half-shrubs. Leaves alternate, spatulate, oblong to oblong-lanceolate, entire, gray bubble of hair, not glabrous, with isolateral leaf anatomy. All or most of spreading are folded on their ventral side. Inflorescence naked axes, ball of many flowers. Herbaceous bracts in the female flowers, gray, 1/2 (-2/3) grow together. Monomorphic seeds, light brown.

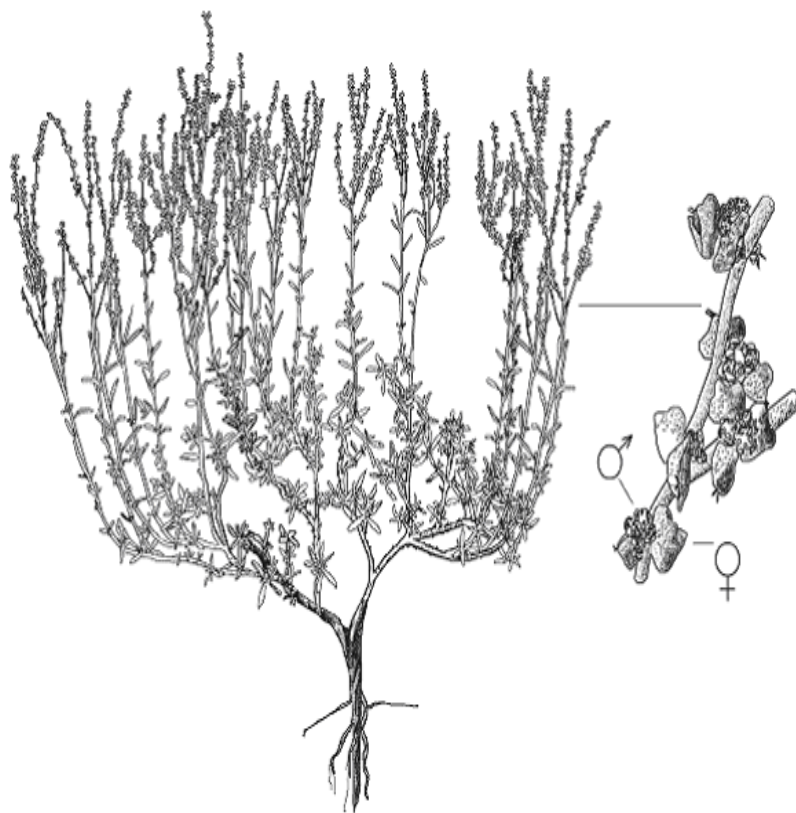
Epithet: the genus is named in honor of Dr. A. P. Sukhorukov – the *Chenopodiaceae* researcher.

***Sukhorukovia cana* (C.A. Mey.) Vasjukov, comb. nova.**  $\equiv$  *Atriplex cana* C.A. Mey. in Ledeb., Ic. Pl. Fl. Ross. 1: 11 (1829).  $\equiv$  *Halimus canus* (C.A. Mey.) Claus, Beitr. Pflanzenk. Russ. Reiches 8: 251 (1981), nom. illeg.

Lectotypus (designated by Sukhorukov) [14]: [Kasachstania, prov. Septempalatina], legi in limoso-salsis ficcis deserti ad lacum Noor-Saissan ad fl. Irtysch et trans fl. Irtysch, 26. VII [anno?], C.A. Meyer 1553 (LE, cum isolectotypi).

Description: Subshrubs, up to 40 cm tall. Stems branched at the lower part, the stem lignification up to 10 cm long. Leaves up to 5 cm long, alternate, oblong to spatulate or oblonglantzettlich, entire, both sides gray, all or most spreading folded on their ventral side. Inflorescences arranges in terminal clusters. Perianth of male flowers consists of 5 free segments. Fruting bracts broadly rhombic, gray

(like the leaves not glabrous), not woody, 2.5–3.5 mm long, grown together for 1/2 (–2/3) of their length, often wart-like appendages on the dorsal surface. Seeds 1.7–2.2 (–3) mm in diameter, concave, light-brown with a thin (5–10  $\mu\text{m}$ ) outer seed coat layer. – Fig. 1, 2.



**Fig. 1.** *Sukhorukovia cana*, habit, fragment of inflorescence (Rjabinina, Knjazev, 2009).





Fig. 2. Herbarium of *Sukhorukovia cana* (PVB).

Flowering time: VIII–IX; ripening: end of IX–X.

Chromosome number:  $2n = 18$  [8].

Distribution and habitat: SE-Europe, Middle and Central Asia and Caucasus: Russia [Prov. Altai, Astrakhan, Bashkortostan (south), Kalmykia, Orenburg (south), Samara (southeast), Saratov (southeast), Voronezh, Volgograd]; Kazakhstan, Kyrgyzstan, Uzbekistan; Armenia (also it is shown for East Transcaucasia); Mongolia; NW-China [1, 2, 4, 5, 7, 10, 12–17]. The species grows in steppes and northern desert only on the saline soils. On the eastern boundary of the site area (Tian Shan) in the lower mountain zone to the stone substrates.

### References

1. Aellen P. // Bot. Jahrb. Syst. 1939. Vol. 70, № 1. P. 1–65.
2. Akeroyd J. R. Genus *Atriplex*, *Halimione* // Tutin T. G. et al. (ed.). Flora Europaea. Vol. 2, 1. Cambridge: University Press, 1991. P. 115–117.
3. Brullo S., Pavone P. // Candollea, 1987. Vol. 42. P. 621–625.
4. Grubov I. V. Key to the Vascular Plants of Mongolia (with an Atlas). Leningrad: Nauka, 1982. 443 p. (in Russian).
5. Iljin M. M. Fam. Chenopodiaceae // Komarov V. L. (ed.). Flora USSR. Vol. 6. Moscow, Leningrad: Akademia Scientiarum USSR, 1936. P. 2–354. (in Russian).
6. Kadereit G., Zacharia E., Mavrodiev E., Sukhorukov A. P. // Amer. J. Bot. 2010. Vol. 97. P. 1664–1687.
7. Lomonosova M. N. Fam. Chenopodiaceae // Krasnoborow I. M. (ed.). Flora Sibiriae. Vol. 5. Nowosibirsk: Nauka, 1992. P. 135–183. (in Russian).
8. Lomonosova M. N., Krasnikov A. A., Krasnikova S. A. // Bot. Zhurn. (St. Petersburg). 2001. Vol. 86, № 9. P. 145–146 (in Russian).
9. Medvedeva N. A. Genus *Atriplex* // Tzvelev N.N. (ed.). Flora Europae Orientalis. Vol. 9. St. Petersburg: Mir i Semia, 1996. P. 44–54. (in Russian).
10. Prатов U. Fam. Chenopodiaceae // Vvedensky A. I. (ed.). Synopsis of the flora of Central Asia. Vol. 3. Tashkent: Academy of Sciences of Republic Uzbekistan, 1972. P. 29–137. (in Russian).
11. Rjabinina Z. N., Knjazev M. S. The identification manual of vascular plants of the Orenburg region. Moscow: Oficina Editoria KMK, 2009. 758 p. (in Russian).
12. Sukhorukov A. P. Chenopodiaceae Central Russia. Moscow: Dialog-MSU, 1999. 35 p. (in Russian).
13. Sukhorukov A. P. // Bull. Soc. Nat. Mosc. Abt. Biol. 2003. Vol. 108, № 1. P. 38–50. (in Russian).
14. Sukhorukov A. P. // Ann. Naturhist. Mus. Wien. 2006. Vol. 108 B. P. 307–420.
15. Sukhorukov A. P. The carpology of the Chenopodiaceae with reference to the phylogeny, systematics and diagnostics of its representatives. Tula: Grif and K, 2014. 400 p. (in Russian).
16. Sukhorukov A. P., Akopian J. A. Compendium of Chenopodiaceae of the Caucasus. Moscow: Maks Press, 2013. 76 p. (in Russian).
17. Zhu G.-L., Mosyakin S. L., Clemants S. E. Fam. Chenopodiaceae // Wu Z., Raven P. H. (ed.). Flora of China. Vol. 5. Beijing: Science Press and Oxford, 2003. P. 351–414.

V. M. VASJUKOV  
**NEW GENUS *SUKHORUKOVIA* (CHENOPODIACEAE)**

**Summary**

*Atriplex cana* C. A. Mey. excluded from *Atriplex* L. and is placed in the a new monotypic genus *Sukhorukovia* Vasjukov – *S. cana* (C. A. Mey.) Vasjukov (Chenopodiaceae).

В. М. ВАСЮКОВ  
**НОВЫЙ РОД *SUKHORUKOVIA* (CHENOPODIACEAE)**

**Резюме**

Вид *Atriplex cana* C. A. Mey. исключен из рода *Atriplex* L. и переведен в новый монотипический род *Sukhorukovia* Vasjukov – *S. cana* (C. A. Mey.) Vasjukov (Chenopodiaceae).

*Поступила в редакцию 21.05.2015 г.*

Л. А. ДУДКИНА, А. В. ПУГАЧЕВСКИЙ  
**АНАЛИЗ ПАРЦИАЛЬНОЙ ФЛОРЫ ЗАБРОШЕННЫХ СЕЛИТЕБНЫХ  
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ БЕРЕЗИНСКОГО  
БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА**

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича  
НАН Беларуси»*

**Введение.** В регионе Белорусского Поозерья, как и на остальной территории Беларуси, да и всего мира, происходит сокращение численности сельского населения [1, 2]. Этот процесс имеет место и в Березинском биосферном заповеднике (далее – ББЗ). Только в послевоенный период здесь прекратили существование 6 сельских поселений, из которых после 1975 г. – 4. Площадь земель заброшенных деревень, как правило, невелика: собственно селитебные территории, а также бывшие сельскохозяйственные угодья каждой из них занимают от нескольких десятков до 100–150 га при линейной протяженности до 1,5 км. Часть этих земель и после ухода населения какое-то время использовалась для выпаса скота или сенокосения, но в дальнейшем превратились в кормовые поля для животных (Пострежье, Углы), другие были полностью заброшены (Понорница, Забоенье). Поскольку эти земли находятся на территории особо охраняемой природной территории – заповедника, возникает необходимость экологической оценки растительных сообществ, формирующихся на месте бывших деревень, и оценки исходящей с их территории потенциальной угрозы для окружающих природно-растительных комплексов в отношении возможного биологического загрязнения и возникновения инвазионной опасности.

**Объекты и методы исследования.** Материал собран в 2014–2015 гг. на территории четырех бывших населенных пунктов: Углы, Пострежье, Забоенье, Понорница, – расположенных в границах ББЗ.

При инвентаризации локальных флор составлялись геоботанические описания, которые по необходимости дополнялись флористическими сборами. Названия видов давались по сводке С. К. Черепанова [3].

После выявления флоры четырех постселитебных территорий был проведен ее анализ. При этом выделена парциальная флора, соответствующая территории заброшенных около 40 лет назад деревень.

Количественные характеристики флоры даны по общепринятым методикам. При анализе жизненных форм использованы классификации И. Г. Серебрякова [4] и К. Раункиера [5]. Географический анализ проведен по Н. Н. Цвелеву [6]. Основным источником информации для выявления антропофитного флористического комплекса служила работа А. А. Ниценко

[7]. Вычислен индекс адвентизации ( $I_a$ ) по формуле:  $I_a$  = число адвентивных видов растений / все виды растений парциальной флоры [8].

Принадлежность видов к адвентивному элементу определена по базе данных адвентивных видов флоры Восточной Европы Alis [9].

Выбор мест описания осуществлялся на репрезентативных участках бывших сельскохозяйственных угодий или селитебных территорий. На глазомерно однородных по составу растительности участках было заложено и описано 14 учетных площадок размером  $10 \times 10$  м ( $100 \text{ м}^2$ ).

Обилие видов на площадках оценивалось по Браун-Бланке [10].

**Результаты и их обсуждение.** Видовой состав живого напочвенного покрова (далее – ЖНП) обследованных территорий заброшенных деревень (6,3% от всей флоры ББЗ) имеет не только общие черты сходства, обусловленные тем, что все поселения располагались на полянах, среди вторичного смешанного или лиственного леса и в основном на плакоре (урочища Пострежье, Забоенье, Понорница, Углы), но и отличается высокой степенью мозаичности, обусловленной как исходной его неоднородностью, так и последующим хозяйственным использованием для пастьбы и сенокосения.

Выявленная в процессе инвентаризации парциальная флора деревень, заброшенных 40 и более лет назад, представлена 126 видами, относящимися к 101 роду 41 семейства высших сосудистых растений. Из них аборигенную фракцию флоры образуют 52 вида (41,2%), антропофитную – 74 или 58,7%, из которых на долю адвентов приходится – 10,3% (13 видов), а остальные 32,5% на апофиты – виды, тяготеющие к местам проведения хозяйственной деятельности. Наиболее широко представлены в парциальной флоре заброшенных деревень семейства Rosaceae – 20, Asteraceae – 13, Poaceae – 12, Caryophyllaceae – 7, Fabaceae – 6 видов. Родовой спектр возглавляют роды *Carex* (4), *Poa* (3), *Salix* (3), *Viola* (4).

При анализе распределения видов по семействам, особое внимание следует уделять 5-ти первым ведущим по числу видов семействам, поскольку именно их совокупное участие в наибольшей степени отражает комплекс почвенно-климатических факторов с историей формирования и связью ее с влиянием человека.

Общее число видов в 5-ти ведущих семействах составляет 58, или 46% от всей парциальной флоры территорий заброшенных деревень. Среди других семейств зарегистрировано 1 семейство с пятью видами, 4 – с двумя, 3 – с тремя видами, 6 – с 4 видами, 22 семейства представлено всего одним видом.

Анализ биоморфологической структуры парциальной флоры был исследован по системам И. Г. Серебрякова и К. Раункиера. В соответствии с эколого-морфологической системой И. Г. Серебрякова виды анализируемой парциальной флоры представлены четырьмя жизненными формами: древесными и полудревесными растениями, поликарпическими и монокарпическими травами, внутри которых выделены более подробные категории (табл. 1).

**Таблица 1.** Спектр жизненных форм (по И. Г. Серебрякову) парциальной флоры заброшенных деревьев в Березинском биосферном заповеднике

Жизненные формы	Число видов	
	штук	%
Древесные формы		
Деревья	12	10,5
Кустарники	5	4,4
Кустарнички	2	1,8
Полудревесные формы		
Полукустарники	2	1,75
Полукустарнички	1	0,88
Поликарпические травы		
Длиннокорневищные	32	28,1
Короткорневищные	32	28,1
Кистекорневищные	5	4,4
Плотнoderновинные	2	1,8
Наземноползучие	2	1,8
Рыхлодерновинные	3	2,6
Стержнекорневищные	4	3,5
Монокарпические травы		
Короткорневищные	2	1,75
Кистекорневищные	2	1,75
Стержнекорневищные	6	5,26
Травянистые лианы	1	0,88
ВСЕГО (без адв. интр.)	113	100

В составе парциальной флоры покинутых деревьев доминируют многолетние поликарпические травянистые растения (*Calamagrostis epigeios*, *Lysimachia vulgaris*, *Aegopodium podagraria* и др.), доля которых составляет 70,2%. Среди них наиболее широко – 28,1% представлены длиннокорневищные (*Equisetum arvense*, *Prunella vulgaris*, *Stellaria holostea* и др.) и короткорневищные (*Artemisia vulgaris*, *Leucanthemum vulgare*, *Dactylis glomerata* и др.) травы. Доля же монокарпиков, характерных для пионерных стадий заселения субстратов, незначительна – 9,7% и представлена в основном сорными видами (*Filaginella uliginosa*, *Poa annua*, *Melandrium album* и др.). Это отражает значительную степень продвинутой (40 лет) демулационных сукцессий. Доля видов древесных и полудревесных форм составляет 19,3%. Вследствие доминирования лесной растительности в районе исследования (смешанных и лиственных лесов) собственно деревьев отмечено 12 видов (*Acer platanoides*, *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Betula pendula*, *Frangula alnus*, *Padus avium*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, *Pyrus communis*,

*Quercus robur*, *Tilia cordata*), то есть почти полный региональный набор лесобразующих древесных пород (табл. 1). Однако, большинство древесных растений представлена подростом, и они пока не играют роли ценообразователей, за исключением сероольшанника, сформировавшегося в урочище Углы. В будущем, однако, именно они претендуют на доминирующую роль в формировании фитоценозов. Хотя плотный травяно-кустарничковый ярус пока еще сдерживает формирование сомкнутого древесного полога и собственно лесной среды.

Среди жизненных форм по К. Раункиеру (табл. 2) преобладают гемикриптофиты – 54,4%, фанерофиты – 11,4% и геофиты – 10,5%. Несколько повышенная доля терофитов (7,0%) указывает на антропогенную нарушенность растительности в прошлом.

**Таблица 2.** Спектр жизненных форм (по К. Раункиеру) парциальной флоры заброшенных деревень в Березинском биосферном заповеднике

Жизненные формы	Число видов	
	штук	%
Геофиты	12	10,5
Гемикриптофиты	62	54,4
Нанофанерофиты	5	4,4
Терофиты	8	7,0
Деревянистые хамефиты	5	4,4
Фанерофиты	13	11,4
Травянистые хамефиты	7	6,1
Травянистые лианы	1	0,9
ВСЕГО (без адвентов, интродуцентов)	113	100

Лучшее понимание распространения и экологии видов достигается в процессе географического анализа флоры, состоящего в выделении широтных и долготных географических элементов.

Так, по Н. Н. Цвелеву [6], выявленный состав парциальной флоры относится к 18 долготным (табл. 3) и 6 широтным (табл. 4) эколого-ценотическим группам.

Географический анализ парциальной флоры показывает, что она сформирована, в основном, тривиальными видами с обширными ареалами: европейско-западноазиатским (*Aegopodium podagraria*, *Geranium robertianum*, *Hypericum perforatum*, *Knautia arvensis* и др. – 28,1%), евразийским (19,3%) и циркубореальным (18,4%) (*Agrostis tenuis*, *Achillea millefolium*, *Chelidonium majus*, *Melandrium album* и др.). Весьма значимую группу (9,6%) составляют также европейские виды – (*Taraxacum officinale*, *Verbascum nigrum*, *Viola palustris*, *Thymus serpyllum* и др.) (табл. 3).

**Таблица 3.** Географический анализ парциальной флоры заброшенных деревьев в ББЗ по долготным эколого-ценотическим группам

Долготная ЭЦГ	Число видов, штук	Доля видов (%)
Амер.-европ.-западноазиатская	1	0,9
Гренланд.-евразийская	1	0,9
Евразийск.-североамериканская	2	1,8
Евразийская	22	19,3
Евразийско-североафриканская	2	1,8
Европейская	11	9,6
Европейско-западноазиатская	32	28,1
Европейско-западносибирская	1	0,9
Европейско-кавказская	2	1,8
Европейско-сиб.-югозападноазиатская	1	0,9
Европейско-югозападноазиатская	9	7,9
Североам.-евразийская	1	0,9
Североам.-европ.-западноазиатская	1	0,9
Североам.-европ.-западносибирская	2	1,8
Североам.-европ.-югозападноазиатская	1	0,9
Средне-восточно-европ.-азиатская	1	0,9
Субциркумбореальная	2	1,8
Циркумбореальная	21	18,4
ВСЕГО (без адвентов, интродуцентов)	113	100

**Таблица 4.** Географический анализ парциальной флоры заброшенных деревьев в Березинском биосферном заповеднике по широтным эколого-ценотическим группам

Широтные ЭЦГ	Число видов, штук	Доля видов (%)
Бореальная	18	15,8
Боровая	19	16,7
Водно-болотная	5	4,4
Лугово-степная	39	34,2
Неморальная	22	19,3
Нитрофильная	10	8,8
ВСЕГО (без адвентов, интродуцентов)	113	100,0

Среди широтных эколого-ценотических групп лидирующее положение занимают наиболее обычные для луговых и пионерных фитоценозов лугово-степные виды (34,2%) – *Anthoxanthum odoratum*, *Campanula patula*, *Carex hirta*, *Galium verum* и др. Характерные преимущественно для лесных экосистем неморальные (*Corylus avellana*, *Mycelis muralis*, *Rumex obtusifolius*, *Urtica dioica* и др.), бореальные (*Dryopteris carthusiana*, *Goodyera repens*, *Luzula pilosa*, *Maianthemum bifolium* и др.) и боровые (*Lycopodium clavatum*, *Polygonatum odoratum*, *Pilosella officinarum*, *Pyrola rotundifolia* и др.) виды



представлены каждая в отдельности относительно небольшой долей (19,3%, 15,8% и 16,7%, соответственно). Однако в совокупности эти виды уже доминируют в составе нативной парциальной флоры (51,8% числа видов), что отражает восстановительные процессы в растительных сообществах бывших селитебных и сельскохозяйственных земель.

**Таблица 5.** Соотношение долготных и широтных эколого-ценотических групп в парциальной флоре заброшенных деревень Березинского биосферного заповедника

Широтные группы Долготные группы	Бореальная	Боровая	Водно-болотная	Лугово-степная	Неморальная	Нитрофильная	ИТОГО %
Амер.-европ.-западноазиатская	1/0,9						1
Гренланд.-евразийская	1/0,9						1
Евразийск.-североамериканская		2/1,8					2
Евразийская	2/1,8	5/4,4		11/9,6	3/2,6	1/0,9	22
Евразийск.-североафриканская				2/1,8			2
Европейская	1/0,9	1/0,9	1/0,9	4/3,5	4/3,5		11
Европейско-западноазиатская	5/4,4	3/2,6	1/0,9	9/7,9	6/5,3	8/7,0	32
Европейско-западносибирская				1/0,9			1
Европейско-кавказская			1/0,9		1/0,9		2
Европейско-сиб.-югозападноазиатская				1/0,9			1
Европейско-югозападноазиатская	1/0,9	1/0,9		3/2,6	4/3,5		9
Североам.-евразийская			1/0,9				1
Североам.-европ.-западноазиатская						1/0,9	1
Североам.-европ.-западносибирская	1/0,9		1/0,9				2
Североам.-европ.-югозападноазиатская		1/0,9					1
Средне-восточно-европ.-азиатская				1/0,9			1
Субциркумбореальная	1/0,9	1/0,9					2
Циркумбореальная	5/4,4	5/4,4		7/6,1	4/3,5		21
ВСЕГО (без адв. интр.)	18/15,8	19/16,7	5/4,4	39/34,2	22/19,3	10/8,8	113

Примечание: числитель – абсолютное число видов, знаменатель – процент долевого участия видов от всего списка парциальной флоры.

Соотношения широтных и долготных групп (табл. 5) также показывают, что во флоре рассматриваемого района исследования (урочища Пострежье, Забоенье, Понорница, Углы) преобладают широко распространенные виды: еврозиатские лугово-степные – 9,6% (*Galium verum*, *Trifolium repens*, *Carex leporina*, *Veronica chamaedrys* и др.), европейско-западноазиатские лу-

гово-степные (*Hypericum perforatum*, *Trifolium pratense*, *Phleum pratense*, *Vicia cracca* и др.) и европейско-западноазиатские нитрофильные (*Salix fragilis*, *Lysimachia vulgaris*, *Geranium robertianum*, *Alnus glutinosa* и др.) – 7,9 и 7% соответственно.

Особого внимания заслуживает и антропофитный элемент в составе парциальной флоры заброшенных деревень ББЗ, так как именно он является следствием заноса адвентивных видов, их внедрения в растительные сообщества в результате их антропогенной трансформации. От него исходит угроза биологического загрязнения природных экосистем. Всего в составе изученной флоры исследуемых территорий выявлено 74 антропофитных вида (сре-ди них 13 адвентов), относящихся к 63 родам и 29 семействам (табл.6).

**Таблица 6.** Таксономическая структура синантропной флоры

№ п/п	Семейство	Число видов	Число родов
1	Aceraceae	1	1
2	Apiaceae	1	1
3	Asteraceae	10	10
4	Balsaminaceae	1	1
5	Betulaceae	1	1
6	Caryophyllaceae	5	3
7	Cyperaceae	3	1
8	Dennstaedtiaceae	1	1
9	Dipsacaceae	1	1
10	Equisetaceae	1	1
11	Fabaceae	6	4
12	Geraniaceae	1	1
13	Grossulariaceae	1	1
14	Hypericaceae	1	1
15	Juncaceae	1	1
16	Lamiaceae	4	4
17	Oleaceae	1	1
18	Onagraceae	2	1
19	Papaveraceae	1	1
20	Poaceae	10	9
21	Polygonaceae	3	2
22	Primulaceae	1	1
23	Ranunculaceae	1	1
24	Rosaceae	10	8
25	Rubiaceae	1	1
26	Salicaceae	1	1
27	Scrophulariaceae	2	2
28	Urticaceae	1	1
29	Violaceae	1	1
ВСЕГО		74	63

Наибольшим разнообразием антропофитной фракции парциальной флоры заброшенных деревень ББЗ отличаются семейства *Asteraceae*, *Poaceae* и *Rosaceae*.

Среди антропофитных растений преобладают многолетние (*Lupinus polyphyllus*, *Poa pratensis*, *Potentilla argentea* и др.) и однолетние (*Poa annua*, *Melandrium album*, *Viola arvensis*, *Filaginella uliginosa*, *Trifolium arvense* и др.) травы. Это обусловлено способностью травянистых растений к интенсивному семенному или вегетативному размножению при наличии подходящих для их произрастания экотопов.

**Заключение.** Анализ парциальной флоры урочищ заброшенных сельских населенных пунктов на территории ББЗ показал, что по истечении 40 лет их естественного или полустественного (в режиме временного сенокосного или пастбищного использования) существования видовой состав фитоценозов этих территорий в значительной степени сохраняет признаки прошлого антропогенного воздействия. Доля собственно адвентивных видов составляет всего 10,3%. Вместе с тем хорошо выражены процессы восстановительной динамики лесных экосистем, которые индицируются высокой долей лесных видов, включая основные лесообразующие породы.

#### Литература

1. Шахотько Л. П. Основные вызовы демографической безопасности: сходства и различия в Молдове и Беларуси / под ред. Г. А. Палади, Л. П. Шахотько, О. Е. Гагауз. Кишинев: Штиинца, 2010. С. 39–66.
2. Привалова Н. Н. // Этнодемографические процессы в Казахстане и сопредельных территориях: Сборник научных трудов X Международной научно-практической конференции (15–16 мая 2009, г. Усть-Каменогорск). Усть-Каменогорск: Либриус, 2009. С. 299–306.
3. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 991 с.
4. Федорук А. Т. Экология: учебное пособие для студентов высших учебных заведений по биологическим специальностям. Минск: Вышэйшая школа, 2010. 426 с.
5. Raunkier, C. The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford: Clarendon Press., 1934. 632 p.
6. Цвелев Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб.: Изд-во СПХФА, 2000. 781 с.
7. Нищенко А. А. // Бот. журн. 1969. Т. 54, № 7. С. 1002–1014.
8. Горчаковский П. Л., Козлова Е. В. // Экология, 1998. Вып. 3. С. 171–177.
9. [Электрон. ресурс] / Институт проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова. – М, 2009. – Режим доступа: [www.sevin.ru/invasive/dbases/plants.html](http://www.sevin.ru/invasive/dbases/plants.html).
10. Миркин Б. М. // Журн. общ. биол. 2009. Т. 70, № 4. С. 285–295.

Л. А. ДУДКИНА, А. В. ПУГАЧЕВСКИЙ  
**АНАЛИЗ ПАРЦИАЛЬНОЙ ФЛОРЫ ЗАБРОШЕННЫХ СЕЛИТЕБНЫХ  
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО  
ЗАПОВЕДНИКА**

**Резюме**

Выполнен биоморфологический, таксономический и географический анализ парциальной флоры урочищ заброшенных сельских населенных пунктов на территории Березинского биосферного заповедника. Показана роль антропофитов в процессах восстановительной динамики лесных экосистем, свидетельствующая об их способности долгое время (более 40 лет) удерживать позиции в составе фитоценозов после прекращения антропогенного воздействия.

L. A. DUDKINA, A. V. PUHACHEUSKIY  
**ANALYSIS OF THE FLORA OF ABANDONED PARTIAL RESIDENTIAL AND  
AGRICULTURAL LAND BEREZINSKY BIOSPHERE RESERVE**

**Summary**

Biomorphological, taxonomic and geographical analysis of the flora of the partial tracts of abandoned villages in the territory of the Berezinsky Biosphere Reserve had made. The role of anthropophytes in reducing dynamics of forest ecosystems process was showed. It testify to their ability to hold the position in phytocenoses duryng the long time (over 40 years) after stopping of anthropogenic impact.

*Поступила в редакцию 26.10.2015 г.*

М. В. ЕРМОХИН, В. В. САВЕЛЬЕВ  
**БЕЛОРУССКИЙ БАНК ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ**  
*Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича  
НАН Беларуси*

**Введение.** Систематизация материалов полевых исследований, камеральной обработки и создание на их основе баз данных является одним из ключевых этапов научных исследований. Они позволяют проводить пространственный и временной анализ собранной информации, выявлять новые особенности и закономерности функционирования объектов растительного мира, прогнозировать их развитие. Особенно актуально эта проблема стоит при сборе дендрохронологических данных – различных параметров годичных колец (ширины, плотности древесины, химического состава и пр.), серии которых могут иметь протяженность несколько десятков тысяч лет.

В мире в настоящее время существует множество баз дендрохронологических данных. Крупнейшей из них является Международный банк данных годичных колец, содержащий информацию о ширине годичных колец, плотности древесины и содержании различных изотопов. В базе данных находится более 4000 древесно-кольцевых хронологий с шести континентов [1]. Несмотря на огромный объем информации многие из этих данных достаточно сложно сравнить между собой из-за отсутствия детальных метаданных (возраста деревьев, типа леса, условий отбора образцов, методов стандартизации и пр.). Поэтому одна из основных деталей при работе с годичными кольцами деревьев – подробное фиксирование всех особенностей сбора и обработки материала.

С 2007 года в лаборатории продуктивности и устойчивости растительных сообществ Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси ведется систематический сбор дендрохронологических данных на всей территории Беларуси с целью оценки происходящих климатических и экологических изменений. По мере накопления данных появилась возможность использовать их не только в ботанических и экологических исследованиях, но и для реконструкции климата, датировки исторических и археологических сооружений, изделий из древесины, а также для различного рода экспертиз, проводимых органами государственного контроля. Быстро растущий объем информации потребовал разработки единого формата собираемых и хранимых данных. Создание банка данных началось в 2009 году и последние дополнения в его структуру и функциональность были внесены в 2012 г. В этом же году она была зарегистрирована в государственном регистре информационных ресурсов как «База данных дендрохронологических шкал «Belarus Tree Ring Data Base».

**Объекты и методы исследования.** В базу данных в настоящее время включаются серии годовых колец и древесно-кольцевые хронологии (абсолютная, стандартизированная, остаточная), построенные на основании измерений ширины годовых колец по кернам или спилам древесины. Кроме непосредственно самих измерений и обработанных данных вносимые данные должны содержать детальную информацию об условиях отбора и обработки материала. В банк данных серии и хронологии вносятся только после их верификации, а также перекрестного датирования с уже существующими хронологиями. Верификация данных, перекрестное датирование и построение древесно-кольцевых хронологий выполняются, как правило, с использованием стандартных программ для дендрохронологических исследований [2–5].

Банк данных состоит из двух частей: пространственной и атрибутивной. Пространственная часть реализована в виде shp-файла, атрибутивная – в виде таблиц (Microsoft Excel или Microsoft Access), которые могут быть связаны с shp-файлом, а также данных в формате TUCSON, одном из наиболее распространенных форматов дендрохронологических данных в мире. С этим форматом работает и большинство программ для верификации и анализа дендрохронологических данных.

Для включения в банк данных информация должна быть подготовлена в соответствующем формате. Наиболее удобный формат в настоящее время для исследователей – это таблицы Microsoft Excel, из которого данные могут быть легко трансформированы в другие форматы. Один файл содержит полную информацию об одной древесно-кольцевой хронологии. Файл содержит четыре основных листа:

– «title» – содержит описание объекта исследования и разработанной хронологии. Включает поля: № пробной площади, широта (грд), долгота (грд), высота над у.м. (м), страна, область, район, ближайший населенный пункт, лесхоз, лесничество, квартал, выдел, год лесоустройства, геоботаническая зона, геоботаническая подзона, геоботанический округ, геоботанический район, тип леса, тип условий местопроизрастания, главная порода, коэффициент состава главной породы, состав древостоя, средний возраст (лет), пределы вариации возраста (от... до ...), класс возраста, средняя высота (м), средний диаметр (см), полнота, запас (куб.м.), ассоциация, ландшафт, урочище, форма рельефа, почва, категория земель, происхождение (естественное, искусственное), площадь выдела (га), категория защитности, бонитет, описание подроста (состав, количество, высота), подросток (состав, высота, сомкнутость), антропогенное воздействие, дополнительная информация (по месту отбора образцов), № древесно-кольцевой хронологии, древесная порода, дата отбора образцов, дата внесения в базу данных, тип образцов (керы, спилы), авторы отбора образцов, авторы измерения образцов, автор верификации данных, автор стандартизации, количество деревьев в хронологии (шт.), протяженность хронологии (лет), первый год, последний

год, межсерийный коэффициент корреляции, коэффициент чувствительности, дополнительная информация (по хронологии); первая колонка включает названия полей, вторая – показатели;

– «gaw» – содержит исходные верифицированные измерения серий годовых колец. Первая колонка – календарные годы (по убыванию), вторая – измерения (в мм) по первому радиусу, третья – измерения по второму радиусу, четвертая – усредненное значение; для каждого последующего дерева заполняются три колонки аналогично колонкам 2–4; в первой строке указываются номера радиусов и деревьев (например «1а», «1б», «1с»);

– «series» – содержит усредненные индивидуальные серии для каждого дерева, используемые для разработки хронологии. Первая колонка – календарные годы (по возрастанию), вторая и последующая – серии годовых колец для каждого дерева; первая строка содержит номер дерева. Как правило, эти данные идентичны усредненным значениям с листа «gaw», однако здесь могут быть исключены серии с аномальным приростом, повреждениями и пр. ;

– «сгп» – содержит хронологии: абсолютную «abs» (в мм), стандартизованную «std» (в индексах) и остаточную «res» (в индексах). Первая колонка – календарные годы (по возрастанию), вторая-четвертая – хронологии, пятая – количество образцов в каждый календарный год, использованных для построения хронологии.

Предоставляемые материалы в обязательном порядке должны содержать заполненные листы «title», «series» и «сгп». Это позволит проверить данные и избежать внесения неполных и ошибочных данных в базу.

При наличии дополнительных данных (геоботаническое описание, описание почв, перечетные ведомости и пр.), они могут быть отражены на дополнительных листах.

**Результаты и их обсуждение.** В настоящее время в базу данных включены хронологии, построенные по живым деревьям только трех основных лесообразующих пород: сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), или европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) и дуба черешчатого (*Quercus robur* L.).

На 2015 год база насчитывает 216 обобщенных и 5496 индивидуальных дендрохронологических рядов и постоянно пополняется (табл. 1).

В типологическом отношении доминируют хронологии сосны из мшистого типа леса (103 хронологии), наиболее распространенного на территории Беларуси. По соснякам орляковым построено 15 хронологий, черничных – 16. Еще восемь хронологий построено для сосняков багульниковых. Небольшое количество хронологий (1–4) разработано для сосняков вересковых, кисличных, долгомошных, осоково-сфагновых и сфагновых. Таким образом, хронологии по сосне обыкновенной, включенные в базу данных, охватывают практически все типы леса сосновых лесов на территории Беларуси за исключением сосняков лишайниковых, брусничных, приручейно-травяных и осоковых, которые зани-

мают очень небольшую площадь. В целом хронологии сосны составляют 70,4% от всех хронологий в базе данных.

**Таблица 1.** Распределение хронологий, содержащихся в базе данных «Belarus Tree Ring Data Base», по сериям типов леса и древесным породам

Серия типов леса	Количество хронологий по древесным породам, шт			Итого
	<i>Pinus sylvestris</i> L.	<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	<i>Quercus robur</i> L.	
Вересковая	1			1
Мшистая	103	9		112
Орляковая	15	6		21
Кисличная	2	21	5	28
Снытевая			1	1
Папоротниковая		2		2
Черничная	16	15		31
Долгомошная	2			2
Багульниковая	8			8
Приручейно-травяная		1		1
Осоково-сфагновая	1			1
Сфагновая	4			4
Злаково-пойменная			2	2
Ольхово-пойменная			1	1
Прируслово-пойменная			1	1
Всего	152	54	10	216
Индивидуальных рядов	3914	1374	208	5496

Хронологии ели европейской построены только для 6 (наиболее распространенных) из 12 типов леса, выделенных на территории Беларуси. При общем количестве в 54 хронологии, 21 из них разработана для ельников кисличных, 15 для ельников черничных и 9 для ельников мшистых, в совокупности занимающих более 80% площади лесов еловой формации в Беларуси. Отдельные шкалы построены для орлякового, папоротникового и приручейно-травяного типов леса.

Меньше всего в базе данных представлены хронологии дуба черешчатого – всего 10 из 5 типов леса (2 плакорных и 3 пойменных). В то время как для Беларуси описано 12 типов дубовых лесов.



В географическом аспекте представленные хронологии охватывают всю территорию Беларуси (табл. 2). Наиболее равномерное покрытие у хронологий сосны – они разработаны для всех геоботанических округов страны и за ее пределами (Украина).

**Таблица 2.** Распределение хронологий, содержащихся в базе данных «Belarus Tree Ring Data Base», геоботаническим округам и древесным породам

Геоботанический округ	Количество хронологий по древесным породам, шт			Итого
	<i>Pinus sylvestris</i> L.	<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	<i>Quercus robur</i> L.	
Западно-Двинский	17	10	1	28
Ошмянско-Минский	38	16	2	56
Оршанско-Могилевский	12	4		16
Неманско-Предполесский	32	17	4	53
Березинско-Предполесский	8		2	10
Бугско-Полесский	19	2		21
Полесско-Приднепровский	15	4	1	20
<b>Итого по Беларуси</b>	<b>141</b>	<b>53</b>	<b>10</b>	<b>204</b>
Украина	11	1	-	12
<b>Всего</b>	<b>152</b>	<b>54</b>	<b>10</b>	<b>216</b>

Хронологии ели разработаны не для всех регионов Беларуси. Наибольшее количество исследований проведено в центре Беларуси и гораздо меньше на севере и, особенно, юге. Аналогичная ситуация и с дубравами, большинство объектов (6 из 10) приурочено к бассейну р. Березина.

В возрастном аспекте в базе данных представлены хронологии от 30 до 368 лет. Большинство хронологий (170) имеют протяженность 51–150 лет и только некоторые превышают 150 лет (табл. 3). Наиболее протяженные хронологии построены по сосне обыкновенной из багульникового (368, 225, 219 и 217 лет), сфагнового (224) и орлякового (224 года) типов леса. По дубу черешчатому наиболее длинные хронологи построены для кисличного типа леса (218 и 207 лет), а по ели европейской – для орлякового (183 года) и папоротникового (170 лет).

Несмотря на то, что хронологии, хранящиеся в базе данных, охватывают всю территорию Беларуси, большинство типов леса и протяженный временной отрезок, их явно недостаточно для оценки происходящих изменений, вызванных влиянием климата и антропогенной деятельности:

во-первых, хронологии отдельных пород охватывают не всю территорию Беларуси;

во-вторых – охвачены не все типы леса;

в-третьих – построение достоверных моделей «климат-прирост» возможно только с использованием мастер-хронологий, для составления которых необходимо большое количество материала из одного региона и схожих почвенно-грунтовых условий;

и, наконец, в-четвертых – интенсивная хозяйственная деятельность в лесах затрудняет отбор эталонных образцов древесины даже на особо охраняемых территориях. Так, в некоторых хронологиях из заповедных зон Березинского заповедника, национальных парков «Беловежская пуща» и «Припятский» встречаются артефакты, связанные с хозяйственной деятельностью в середине и начале XX века.

**Таблица 3.** Распределение хронологий, содержащихся в базе данных «Belarus Tree Ring Data Base», по протяженности и древесным породам

Протяженность хронологии, лет	Количество хронологий по древесным породам, шт			Итого
	<i>Pinus sylvestris</i> L.	<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	<i>Quercus robur</i> L.	
до 50	5			5
51-100	62	35	1	98
101-150	56	15	1	72
151-200	20	4	5	29
200-250	8		3	11
> 300	1	-	-	1
Всего	152	54	10	216

Кроме хронологий, построенных по образцам живых деревьев, в банке данных накапливаются серии годовичных колец и древесно-кольцевые хронологии, построенные по древесине из археологических раскопок и исторических зданий и сооружений.

В настоящее время в банке данных накоплено более 570 образцов сосны, ели, дуба и ольхи черной, охватывающих период с IX по XX века. Абсолютную временную привязку имеют 259 образцов. С использованием этого материала разработана самая протяженная в Беларуси древесно-кольцевая хронология, протяженностью 401 год [8], которая в 2014 году была продлена до 1470 года (общая протяженность 542 года).

Только перекрестный анализ накопленных серий годовичных колец позволил точно датировать многие археологические и исторические постройки: Спасо-Преображенскую церковь в Полоцке (XII век) (в печати), церковь в д. Турец [8],

конструкции Несвижского замка [7], монастырь в д. Юровичи Калинковичского района и усадьбу в Лошице [10], постройки средневекового Витебска [9], а также реконструировать влияние климатических факторов на прирост деревьев сосны на территории Беларуси за последние 400 лет [8].

**Заключение.** Создание и использование банка дендрохронологических данных показало, что только накопление и перекрестный анализ многочисленных серий годичных колец из разных регионов и временных периодов позволяет достоверно ответить на вопросы, возникающие у исследователей относительно реконструкции и прогноза прироста и климатических изменений, оценки антропогенного влияния на деревья и насаждения, датировки археологических и исторических изделий и построек и др.

Это будет возможным только при объединении усилий исследователей из разных областей науки (ботаников, экологов, географов, археологов и др.). Существующий банк данных создает прекрасную возможность для накопления и систематизации данных с последующими обобщениями и поиском закономерностей, которые невозможно выявить, работая индивидуально и в узкой области исследований.

#### Литература

1. Briffa K., Cook E. // *Methods of dendrochronology: applications in the environmental sciences* / International Institute for Applied Systems Analysis. Boston, 1990. P. 240–247.
2. Cook E. A time series analysis approach to tree ring standardization: Doctoral dissertation Philosophy with a major in Watershed Management/ E. Cook; The University of Arizona, 1985. 183 p.
3. Cook E., Holmes R. // *Tree ring chronologies of western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin*. Tucson, 1986. P. 50–56.
4. Holmes R. L. *Dendrochronology program library. Users manual*. Tucson, Arizona, 1984. 51 p.
5. Holmes R. L. // *Tree rings chronologies of western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin*. Tucson, 1986. №6. P. 41–49.
6. <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/paleoclimatology-data/datasets/tree-ring>
7. Yermokhin M. // *Dendrochronologia*. 2012. №30. P. 69–72.
8. Ермохин М. В. // *Ботаника (исследования): сб. науч. трудов / Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси*. Минск: Право и экономика, 2013. Вып. 42. С. 217–231.
9. Ермохин М. В. // *Матэрыялы па археалогіі Беларусі: Вывучэнне помнікаў на тэрыторыі Полацкай зямлі (да 1150-годдзя Полацка)*. Мінск.: Беларуская навука, 2011. Вып. 21. С. 265–269.
10. Ермохин М. В. // *Матэрыялы па археалогіі Беларусі: Вынікі даследвання першабытных і сярэднявечных старажытнасцей Беларусі ў 2011-2012 гадах*. Мінск: Беларуская навука, 2014. Вып. 25. С. 213–217.

М. В. ЕРМОХИН, В. В. САВЕЛЬЕВ  
**БЕЛОРУССКИЙ БАНК ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

**Резюме**

В статье приведено описание структуры и содержания белорусского дендрохронологического банка данных. Приведен список таблиц и полей, необходимых для заполнения, используемых форматов данных. Выполнен анализ содержащихся в банке данных древесно-кольцевых хронологий по типам леса, возрастам, породам. Приведены примеры использования дендрохронологического банка данных для решения научных задач.

YERMOKHIN M. V., SAVELIEV V. V.  
**BELARUSIAN TREE RING DATABASE**

**Summary**

Article describes the structure and content of Belarusian Tree Ring Database. List of tables and fields required for filling and used data formats are present. Authors analyzed distribution of tree-ring chronologies from database by forest types, ages, and species and made an example of using of dendrochronological database for solving different scientific problems.

*Поступила в редакцию 15.11.2015 г.*

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО  
ПОКРОВА СОСНЯКОВ МШИСТЫХ ПОД ВЛИЯНИЕМ  
МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РУБОК УХОДА**

*Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина*

**Введение.** Напочвенный растительный покров является важным компонентом лесного биогеоценоза, которому при типологических исследованиях должно уделяться большое внимание, в частности при изучении фитоценотической структуры и продуктивности кустарничково-моховой растительности как под пологом, так и на вырубках в различных типах леса [1].

Хозяйственная деятельность человека, в первую очередь рубки леса, является мощным фактором, изменяющим живой напочвенный покров [2]. Наиболее полные сведения по динамике лесной растительности в этих условиях обобщены в работах Я. Фалиньского [3, 4]. При проведении рубок ухода с выборкой деревьев разреживание полога древостоя и изменение его состава и структуры влечет за собой изменение световых условий под пологом насаждений, что оказывает существенное влияние на динамику растительности травяного и кустарничкового ярусов [5–7].

Целью нашей работы явилось изучение видового разнообразия живого напочвенного покрова после проведения прореживаний в сосняках мшистых на территории Брестского государственного производственного лесохозяйственного объединения (ГПЛХО).

**Материалы (объекты) и методы исследования.** Объектами исследований служили чистые и смешанные сосняки мшистые (*Pinetum pleuroziosum*) в возрасте прореживания, в которых в разные сроки периода 2004–2012 гг. были проведены механизированные рубки ухода. Изучаемые сосновые культуры созданы на различных категориях лесокультурной площади (вырубки, земли бывшего сельхозпользования и т. п.). Для анализа влияния рубок на состояние живого напочвенного покрова в сосняках мшистых в Барановичском, Ивацевичском и Пружанском лесхозах Брестского ГПЛХО в 2012 году были заложены 4 пробные площади (ПП) размером 0,5 га, одна из которых (контрольная) располагалась в не тронутых рубками среднеспелых насаждениях сосны обыкновенной в Гута-Михалинском лесничестве Ивацевичского лесхоза.

Исследование лесной растительности на ПП осуществляли методом учетных площадок (раункиеров) с использованием морфолого-эколого-географического метода [1, 8]. Для получения полной фитоценотической характеристики живого напочвенного покрова фиксировали весь его видовой состав. Проективное покрытие устанавливали как для отдельных видов, так и яруса в целом, встречаемость видов определяли методом Раункиера, обилие (в баллах) – по шкале обилия О. Друде и по шкале И. Д. Юркевича, В. С. Гельтмана, Н. Ф. Ловчего (1968), жизнность видов – по шкале

А. Г. Воронова [8–10]. Напочвенный покров формируется под влиянием техногенного воздействия различной интенсивности и характеризуется наличием синантропных видов.

В полевых условиях описаны почвы с выделением горизонтов, в зоне технологических коридоров и в пасаках определена плотность гумусового горизонта почв.

**Результаты и их обсуждение.** Видовой состав, встречаемость, проективное покрытие, обилие и жизненность видов в составе напочвенного покрова исследуемых сосняков мшистых приведены в таблице.

Пробная площадь 1 (Леснянское лесничество, Барановичский лесхоз квартал 217, выдел 4). Почва дерново-подзолистая, песчаная, сосняк мшистый, эдафотоп А<sub>2</sub>. Состав древостоя – 10С, бонитет – I, возраст – 50 лет. Средние таксационные показатели древостоя: высота 19,3 м; диаметр 21,8 см.

Прореживание проведено в 2004 году с интенсивностью 20%. Лесосечные работы выполнялись с применением на трелевке форвардера Valtra X120.

Под пологом насаждения произрастают *Betula pendula* L., *Quercus robur* L., *Picea abies* (L.) Karst., *Populus tremula* L. Подлесок представлен *Frangula alnus* L., *Juniperus communis* L., одиночными экземплярами *Sorbus aucuparia* L.

Травяно-кустарничковая растительность приурочена в основном к более освещенным местам – междурядьям и окнам древесного яруса. В напочвенном покрове наблюдается разрастание и расселение следующих лесных видов: *Rubus idaeus* L., *Dryopteris spinulosa* (O.F.Muell.) Watt, *Vaccinium myrtillus* L. – встречаемость до 30%, *Vaccinium vitis-idaea* L. – до 35%, *Calluna vulgaris* L. – 25%, *Maianthemum bifolium* L. – 40%, *Hieracium umbellatum* L. Характерно значительное участие теневыносливых растений лесного фитоценоза: *Pyrola rotundifolia* L. – 21%, *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench, *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton, *Convallaria majalis* L., *Melampyrum sylvaticum* L., *Orthilia secunda* (L.) House.

Биологическое разнообразие растительности составляет 20 видов. В этом составе встречаются в небольшом количестве или одиночными экземплярами *Hypericum perforatum* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Festuca ovina* L., *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Polygonatum officinale* All., *Lathyrus vernus* (L.) Bernh., *Anthericum ramosum* L.

Проективное покрытие мхами достигает 90%, фон живого напочвенного покрова определяют зеленые мхи – *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. (встречаемость – 100%, обилие – 6 баллов). Кроме того, встречаются *Polytrichum commune* Hedw., *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not. [11–13].

Пробная площадь 2 (Березовское лесничество, Пружанский лесхоз, кв. 43, выд. 12.). Почва дерново-подзолистая, оглеенная внизу, развивающаяся на рыхлом песке. Эдафотоп А<sub>2</sub>. Состав древостоя – 10С+Б+Ос, бонитет – II, полнота – 0,75, возраст – 37 лет. Средние таксационные показатели древостоя: высота 15,9 м; диаметр 17,3 см.

Прореживание проведено в декабре 2010 года с интенсивностью 10%. Транспортировку древесины выполняли сортиментным способом с применением форвардера Vimek 608.

Под пологом насаждения произрастают *Betula pendula* L., *Quercus robur* L., *Picea abies* (L.) Karst.), *Populus tremula* L. Подлесок представлен *Corylus avellana* L.), *Salix caprea* L., *Frangula alnus* L., *Juniperus communis* L.

Изменение светового режима и ослабление конкуренции между деревьями за влагу и питательные вещества благоприятно сказалось на развитии живого напочвенного покрова [5]. У большинства видов увеличилась встречаемость и повысилось проективное покрытие за счет появления молодых растений, увеличения количества побегов и разрастания, например ягодных кустарничков - *Vaccinium myrtillus* L. (встречаемость 30%, обилие 3 балла), *Vaccinium vitis-idaea* L. (встречаемость 30%, обилие 3 балла). В живом напочвенном покрове доминируют расположенные куртинно *Convallaria majalis* L., *Calluna vulgaris* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Hieracium umbellatum* L., *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova, *Lembotropis nigricans* (L.) Griseb., *Lycopodium clavatum* L., *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench., *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Veronica officinalis* L. Удаление древесного полога в технологических коридорах приводит к появлению здесь видов, характерных для более разреженных сосняков, лесных полей и опушек: *Erigeron acris* L., *Geranium sylvaticum* L., *Galium mollugo* L., *Galium verum* L., *Stellaria media* (L.) Vill. На открытых местах рубки возросло участие светолюбивых злаков: *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Poa nemoralis* L., *Festuca polesica* Zapal.

Проективное покрытие мхами составляет около 90%, однако полного восстановления мохового покрова не произошло. В его составе доминирует *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. (встречаемость – 72%, обилие – 4 балла), встречаются *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. in B.S.G., *Dicranum polysetum* Sw., *Racomitrium canescens* (Hedw.) Brid.

Пробная площадь 3 (Гута-Михалинское лесничество, Ивацевичский лесхоз, кв. 28, выд. 9). Почва дерново-подзолистая, оглеенная внизу, песчаная, эдафотоп А<sub>2</sub>. Состав древостоя – 10С+Б, бонитет – II, полнота – 0,78, возраст 30 лет. Средняя высота сосны 12,4 м, средний диаметр – 12,8 см.

Прореживание проводили в апреле 2012 года по линейно-пасечной технологии (полосное удаление каждого пятого ряда деревьев), интенсивность проведения рубки – 20%. Транспортировку древесины выполняли погрузочно-транспортной машиной МПТ 461.1, изготовленной на базе МТЗ-82.

Под пологом насаждения произрастают *Betula pendula* L., *Quercus robur* L., *Populus tremula* L. Подлесок представлен *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Corylus avellana* L., *Frangula alnus* L., *Salix caprea* L., *Salix aurita* L., *Juniperus communis* L., *Sorbus aucuparia* L. В травяно-кустарничковом ярусе доминируют *Vaccinium myrtillus* L. (встречаемость 60% с баллом обилия 5), а также *Rubus caesius* L., *Rubus idaeus* L. Встречаются виды, характеризующиеся куртинным расположением: *Calluna vulgaris* L., *Chamaenerion angustifolium* L.,

*Fragaria vesca* L., *Melampyrum pratense* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn., *Vaccinium vitis-idaea* L. Развито разнотравье: *Agrostis canina* L., *Convallaria majalis* L., *Hieracium sylvestri* L., *Hypericum perforatum* L., *Lembotropis nigricans* (L.) Griseb., *Maianthemum bifolium* L., *Melica nutans* L., *Oenothera biennis* L., *Persicaria persicaria* L., *Poa nemoralis* L., *Rumex acetosella* L., *Thymus serpyllum* L., *Veronica officinalis* L.

Трелевка деревьев, движение лесозаготовительной техники на данной ПП вызвали снижение проективного покрытия травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов. В технологических коридорах через год после рубки отмечено присутствие лишь отдельных мозаичных пятен зеленых мхов.

Нетронутые насаждения (контроль). Пробная площадь 4 (Гута-Михалинское лесничество, Ивацевичский лесхоз, кв. 28, выд. 2). Почва дерново-подзолистая, песчаная. Тип леса – сосняк мшистый, эдафотоп А<sub>2</sub>, состав древостоя – 10 С, бонитет – II, полнота – 1,0, возраст – 30 лет. На участке отмечено наличие таких древесно-кустарниковых и полукустарниковых видов как *Betula pendula* L., *Quercus robur* L., *Populus tremula* L., *Frangula alnus* L., *Sorbus aucuparia* L., *Juniperus communis* L., *Pyrus communis* L., *Malus sylvestris* L., *Rubus caesius* L., *Rubus idaeus* L. В травяно-кустарничковом ярусе доминируют *Chamaenerion angustifolium* L., *Fragaria vesca* L., *Convallaria majalis* L. с баллом обилия 3. Наличие заносных видов обусловлено присутствием вблизи населенного пункта (в пределах 500 м), антропогенным воздействием. Проективное покрытие мохового покрова составляет 75%, в его составе доминирует *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. (встречаемость – 90%, обилие – 6 баллов).

Сравнительный анализ видового состава живого напочвенного покрова в сосняках мшистых на исследуемых ПП показал существенное увеличение его видового разнообразия под влиянием рубок ухода. Появились виды растений, которые ранее отсутствовали или находились в угнетенном состоянии. Если на контроле (ПП 4) обнаружено около 20 видов травянистых растений, то на секциях с прореживанием – 21–30. Также установлено, что более высокими параметрами проективного покрытия характеризуются травянистые растения в насаждениях, охваченных рубками ухода, причем процент покрытия находится в прямой зависимости от давности проведения рубки. В то же время валка деревьев и движение лесозаготовительной техники с перемещением заготовленных сортиментов при трелевке по пасеке и волокам вызывают значительное повреждение и снижение проективного покрытия травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов. В ряде работ отмечается [5–7], что применение лесозаготовительных механизмов вызывает уплотнение верхнего горизонта почвы и зарастание коридоров травянистой и кустарниковой растительностью. Под воздействием трелевки плотность почвы может возрастать до 11–17 кг/см<sup>2</sup> (в 2–3,5 раза по сравнению с контролем). На волоках заметны небольшие колеи, нарушающие структуру растительного покрова.



Таблица. Общая характеристика живого напочвенного покрова в сосняках мшистых на исследованных ПП

Пробная площадь	1			2			3			4						
	Проктивное покрытие, %	Жизненность, балл	Встречаемость, %	Обилие, балл	Проктивное покрытие, %	Жизненность, балл	Встречаемость, %	Обилие, балл	Проктивное покрытие, %	Жизненность, балл	Встречаемость, %	Обилие, балл				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>Травяно-кустарничковый ярус</i>																
<i>Agrostis canina</i> L.	–	–	–	–	–	–	–	–	<1	2	15	1	–	–	–	–
<i>Anthericum ramosum</i> L.	<1	3a	10	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth.	–	–	–	–	1	3a	20	2	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Calluna vulgaris</i> L.	5	3a	25	4	9	3a	55	4	2	2	20	3	7	3	50	4
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i> (Fisch. ex Wolszcz.) Klaskova	–	–	–	–	1	3a	15	2	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	–	–	–	–	–	–	–	–	<1	2	15	1	<1	2	15	1
<i>Chimaphila umbellata</i> (L.) W. Bar- ton	1	3a	20	3	1	36	20	2	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Convallaria majalis</i> L.	7	3a	43	4	<1	2	20	1	<1	2	20	1	–	–	–	–
<i>Crepis tectorum</i> L.	–	–	–	–	<1	2	15	1	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Dryopteris spinulosa</i> Watt.	3	36	15	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Erigeron acris</i> L.	–	–	–	–	<1	2	10	1	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Festuca ovina</i> L.	5	3a	30	3	–	–	–	–	–	–	–	–	4	3	25	3
<i>Festuca polesica</i> Zapal.	–	–	–	–	5	36	30	3	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Fragaria vesca</i> L.	–	–	–	–	–	–	–	–	<1	2	5	1	<1	2	5	1
<i>Galium mollugo</i> L.	–	–	–	–	<1	2	15	1	–	–	–	–	–	–	–	–



<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	8	36	35	4	5	2	2	30	3	5	3a	25	4	5	4	3a	25	4
<i>Veronica officinalis</i> L.	–	–	–	–	<1	2	2	15	1	<1	36	10	1	<1	36	10	1	1
<i>Мхово-пучагинковый агрус</i> <i>Cladonia deformis</i> Hoffm.	–	–	–	–	<1	2	2	15	1	<1	2	15	1	1	3	3	3	1
<i>Cladonia pyxidata</i> L.	–	–	–	–	<1	2	2	15	1	<1	2	15	1	–	–	–	–	–
<i>Dicranum polysetum</i> Sw.	–	–	–	–	2	2	2	15	4	1	2	20	2	1	2	20	2	2
<i>Ditrichum flexicaule</i> Hampe	–	–	–	–	–	–	–	–	–	<1	2	10	1	<1	2	15	1	1
<i>Evernia furfuracea</i> Ach.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	<1	2	10	1	–	–	–	–	–
<i>Hylacomium splendens</i> (Hedw.) Schimp. in B.S.G.	–	–	–	–	5	2	2	15	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	–	–	–	–	<1	3	20	2	2	<1	2	5	1	–	–	–	–	–
<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.	80	3a	100	6	70	3	90	6	6	60	3	85	6	100	3	90	6	6
<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	3	2	25	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	–	–	–	–	1	2	25	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Prilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not.	7	3	35	4	3	2	25	3	2	2	2	15	2	2	2	15	2	2
<i>Racomitrium canescens</i> (Hedw.) Brid.	–	–	–	–	<1	2	15	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Наши исследования показали, что в первые годы после проведения прожевания в коридорах наблюдается развитие и интенсивный рост поросли деревьев и кустарников. В сосняках мшистых, пройденных рубками ухода, возрастает, по сравнению с контролем, участие светолюбивых злаков *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Festuca ovina* L., *Poa nemoralis* L. и других гелиофитов, а также видов, не требовательных к почвенному плодородию и влажности: *Calluna vulgaris* (L.) Hill., *Hieracium pilosella* L., *Hypericum perforatum* L., *Knautia arvensis* (L.) Coult., общее проективное покрытие которых колеблется в пределах 1–2%. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса возрастает за счет появления и разрастания молодых растений *Vaccinium myrtillus* L. и *Vaccinium vitis-idaea* L. Восстановление мохового яруса протекает медленнее и в основном за счет *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.

Резюмируя результаты наблюдений, следует отметить, что в сосняках мшистых несмотря на уплотнение почвы и частичную смену видового состава живого напочвенного покрова в результате применения механизированных рубок ухода проективное покрытие последнего через 5–8 лет восстанавливается до 100 %-ного уровня.

**Заключение.** Проведение рубок ухода оказывает влияние на видовое разнообразие и сохранность живого напочвенного покрова, фитоценотическая структура которого изменяется в направлении увеличения в образующихся коридорах встречаемости, проективного покрытия и обилия гелиофитов, прежде всего злаков и разнотравья. С увеличением периода времени после рубки количество светолюбивых видов растений возрастает. Травяно-кустарничковый ярус восстанавливается быстрее, чем мохово-лишайниковый, что обусловлено морфолого-биологическими особенностями последнего. В целом восстановление проективного покрытия живого напочвенного покрова в сосняках мшистых после механизированных рубок ухода продолжается в течение 5–10 лет.

#### Литература

1. Юркевич И. Д., Ярошевич Э. П. // Ботаника. 1971. Вып. XIII. С.50–61.
2. Шиман Д. В., Меркуль Г. В., Пашкевич Л. С. // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. 2009. Вып. XVII. С. 88–90.
3. Falinski J. B. // Phytocoenosis. 1991. Vol 3. S. 17–41.
4. Falinski J. B. Vegetation dynamics in temperate lowland primeval forests. Ecological studies in Bialowieza Forest. Dordrecht, Boston, Lancaster, 1986. 537 s.
5. Климчик Г. Я., Пашкевич Л. С. // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. 2007. Вып. XV. С. 108–112.
6. Решетников В. Ф., Колодий П. В. Влияние механизированных рубок ухода на живой напочвенный покров и возобновительную способность древесно-кустарниковых пород // Экологические и социальные проблемы лесного хозяйства Республики Беларусь. Сборник научных трудов. Гомель, 1991. С. 48–55.
7. Титаренко Г. А. Влияние производственных рубок ухода на лесопатологическое состояние дубравного биогеоценоза: дисс. ... канд. биол. наук : 03.00.16. Воронеж, 2003. 190 с.

8. Федорук А. Т. Ботаническая география. Полевая практика. Минск: БГУ, 1976. 224 с.
9. Юркевич И. Д. Выделение типов леса при лесоустроительных работах. Минск: Наука и техника, 1980. 120 с.
10. Сукачев В. Н., Дылис Н. В. Программа и методика биогеоценотических исследований. М.: Наука, 1966. 335 с.
11. Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В. И. Парфенова. Минск, 1999.
12. Флора Беларуси. Мохообразные: в 2 томах / Г. Ф. Рыковский, О. М. Масловский; ред. В. И. Парфенов. Минск : Тэхналогія, 2004. 437 с.
13. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР / Л. В. Гарибова [и др.] ; под общ. ред. М. В. Горленко. М., Мысль, 1978.

М. В. ЛЕВКОВСКАЯ  
**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА  
СОСНЯКОВ МШИСТЫХ В УСЛОВИЯХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РУБОК  
УХОДА**

**Резюме**

Приведены результаты исследования состояния живого напочвенного покрова в сосняках мшистых под влиянием рубок ухода. Отмечается смена подпологовой растительности на растительность открытых местообитаний с возрастающим участием светолюбивых злаков.

M. V. LEVKOVSKAYA  
**FEATURES OF LIVING GROUND-COVER FORMATION IN PINE MOSS FORESTS  
UNDER MECHANIZED THINNINGS INFLUENCE**

**Summary**

The results of studies of the living ground cover in pine moss forests under improvement fellings are presented. In the forest corridors the under crown covering vegetation was replaced by the vegetation of open habitats. It is noted the increasing of light-loving crops participation.

*Поступила в редакцию 03.09.2015 г.*

**СООБЩЕСТВА СОСНЯКОВ АССОЦИАЦИИ *CLADONIO RANGIFERINAE* – *PINETUM SYLVESTRIS* JURASEK 1928  
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича  
НАН Беларуси»*

**Введение.** Сообщества сосновых лесов умеренной зоны с развитым покровом из лишайников с позиции флористической классификации объединены в ассоциацию *Cladonio rangiferinae* – *Pinetum sylvestris* JURASZEK 1928, которая имеет широкое распространение в Европе [1-3]. Северная граница ареала приблизительно совпадает с границей средней и южной тайги [4]. На юг сообщества простираются до лесостепной зоны, но южнее Украинского Полесья они встречаются редко и лишь на террасах рек [5].

В Беларуси ассоциации соответствует тип леса (по И.Д. Юркевичу) сосняк лишайниковый (*Pinetum cladoniosum*). По материалам РУП «Белгослес», данный тип леса на территории Беларуси не превышает 1% от всех сосновых лесов и занимает площадь около 25 тыс.га. В пределах подзоны дубово-темнохвойных лесов встречается крайне редко (0,1% от сосновых лесов подзоны), в подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов – несколько чаще. Основная часть сосняков лишайниковых расположена в подзоне широколиственно-сосновых лесов, из них около 8 тыс. га таких сообществ приходится на относительно небольшой по площади Южно-Полесский геоботанический район.

Цель работы – охарактеризовать сообщества ассоциации *Cladonio rangiferinae* – *Pinetum sylvestris*, распространенные на территории Беларуси, а также провести сравнительный анализ сообществ ассоциации с соседними регионами Польши, Литвы, Украины и России.

**Объекты, материалы и методы исследований.** Для характеристики сообществ ассоциации в пределах Беларуси использованы материалы 47 геоботанических описаний, в том числе выполненных автором – 34, взятых из фитоценоария лаборатории геоботаники и картографии растительности ИЭБ НАН Беларуси – 13. Описание растительных сообществ проведено по стандартным методикам [6], обилие видов дано по Браун-Бланке [7].

Обработка геоботанических описаний выполнялась в среде интегрированной информационной системы JUICE [8]. Названия синтаксонов даны согласно Международному кодексу фитосоциологической номенклатуры [9]. Номенклатура сосудистых растений дана по [10], мохообразных – по [11], лишайников – по [12].

**Результаты исследования.** Диагностические признаки. Основными признаками таких сообществ являются разреженные малопродуктивные монодоминантные древостои с серым аспектом покрова кустистых лишайников. Диагностическими видами являются лишайники рода *Cladonia*, а также *Carex ericetorum*, *Corynephorus canescens*, *Cetraria islandica* и *Polytrichum juniperinum* (табл. 1).

Таблица 1. Перечень диагностических, константных и доминантных видов

**Диагностические виды:** *Carex ericetorum*, *Corynephorus canescens*; *Cetraria islandica*, *Cladonia arbuscula*, *Cl. cornuta*, *Cl. crispata*, *Cl. gracilis*, *Cl. furcata*, *Cl. rangiferina*, *Cl. uncialis*, *Polytrichum juniperinum*

**Константные виды:** *Pinus sylvestris*; *Festuca ovina*; *Cladonia arbuscula*, *Cl. gracilis*, *Cl. rangiferina*, *Dicranum polysetum*, *Pleurozium schreberi*

**Доминантные виды:** *Pinus sylvestris*; *Cladonia arbuscula*, *Cl. rangiferina*, *Dicranum polysetum*, *Pleurozium schreberi*

Примечание. В таблице приведены диагностические виды с порогом верности (phi-coefficient) более 50% (среди синтаксонов всех сосновых лесов), константные виды со встречаемостью выше 75%, доминантные виды с проективным покрытием выше 30%.

#### Синсистематика.

Идентификация сосновых лесов с преобладанием лишайников в покрове не вызывает затруднений, однако синтаксономическое положение таких сообществ оценивается не всегда однозначно. В основном это связано с достаточно широким ареалом схожих по фитоценолотическому облику сообществ – от Финляндии до лесостепной зоны Украины и от Западной Европы до Западной Сибири и Казахстана [1].

Так, некоторые авторы при описании растительности и анализе ценофлор используют синтаксон *Cladonio-Pinetum sylvestris* [2], объединяя все европейские лишайниковые сосняки, при этом ассоциация *Cladonio arbusculae* – *Pinetum* (САJ. 1921) К.-LUND 1967 принимается в качестве синонима. Однако, А. Д. Булохов не отрицает выделения отдельных ассоциаций лишайниковых сосняков и рекомендует при выделении новых синтаксонов придерживаться флористического районирования [13]. По мнению О.В. Морозовой и др. [14, 15], следует разделять данные ассоциации, поскольку последняя была описана для северной тайги.

В среде западно- и центрально-европейских фитоценологов иногда упоминается ассоциация *Cladonio rangiferinae* – *Pinetum sylvestris* (KOBENDZA 1930) em. PASSARGE 1956 [16], систематическое положение и номенклатуру которой достаточно подробно описали М. Husová и J. Andresová. Следует отметить, что подобные сообщества были описаны ранее (Juraszek, 1927; оригинальное название – *Pineto-Cladinetum*), и, следовательно, большинство авторов ссылаются именно на эту публикацию [17–22]. Однако, в последнее время приводятся сведения [3], что валидной следует считать публикацию от 1928 года.

В наших исследованиях мы также разделяем данную позицию и принимаем название ассоциации *Cladonio rangiferinae* – *Pinetum sylvestris* JURASEK 1928 в составе союза *DICRANO-PINION* LIBBERT 1933, порядка *PINETALLA* OBERDORFER 1957 класса *VACCINIO-PICEETEA* BR.-BL. in BR.-BL. et al. 1939.

При описании сухих мохово-лишайниковых сосняков Брянской области России выделена субассоциация *Cladonio rangiferinae* – *Pinetum sylvestris koeleriotosum glaucae* BULOCHOV et SOLOM. 2003 [2], для которой характерно наличие

южно-боровых видов. Для Литвы и Полесья Украины [23, 24] отмечается субассоциация *C.-P. typicum*. Кроме того, в работах украинских авторов [25–27] встречаются такие субассоциации, как *Cladonio-Pinetum polytrichosum piliferi* VOROBYOV et BALASHOV 1997 и *Cladonio-Pinetum thymetosum pallasiani* BAJRAK 1997. С юга Швеции известны сообщества, отмеченные как *Cladonio-Pinetum Corynephorus canescens* subass. [28]. В этой же работе приводится субассоциация *C.-P. typicum*. В своих ранних работах W. Matuszkiewicz рассматривал часть таких сообществ в ранге субассоциаций *Peucedano-Pinetum cladonietosum* и *Leucobrio-Pinetum cladonietosum* [29].

На основании обработки данных, в пределах территории Беларуси выделяется географический вариант *Chamaecytisus ruthenicus*, ареал распространения которого соответствует геоботанической подзоне широколиственно-сосновых лесов (Полесская ботанико-географическая подпровинция). От северных сообществ (вариант *typica*) данный вариант отличается отсутствием либо меньшей встречаемостью таких видов как *Juniperus communis*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Cladonia stellaris* и большей фитоценотической значимостью таких видов как *Quercus robur*, *Koeleria glauca*, *Polytrichum piliferum*.

В месте с тем, проведенный анализ сравнения ценофлор ассоциации с территории Беларуси и соседних регионов (табл. 2) показал высокое сходство наших описаний с данными из восточной части Польши (рис. 1). Близки по составу между собой оказались описания из Литвы и севера Польши. Данные из Житомирского Полесья и южного Нечерноземья России объединены в отдельную группу.

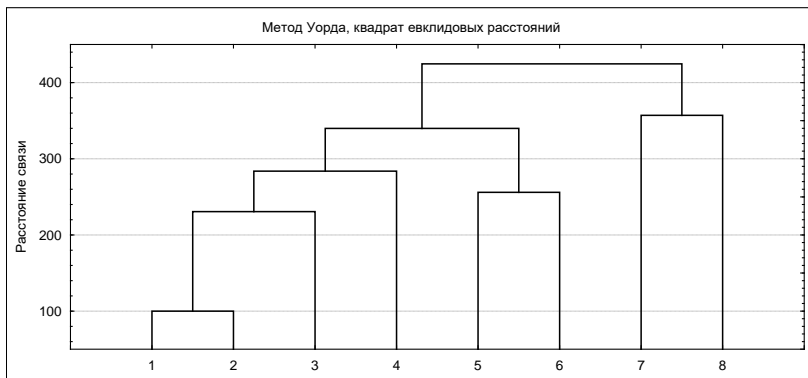


Рис. 1. Дендрограмма сходства ценофлор асс. *Cladonio rangiferinae* – *Pinetum sylvestris*.



Таблица 2. Обзорная таблица сообществ ассоциации *Cladonio rangiferinae* – *Pinetum sylvestris*

Номера синтаксонов <sup>1</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество описаний	20	27	10	12	13	56	13	12
D ass <sup>2</sup>								
<i>Pinus sylvestris</i> <sup>3</sup>	V <sup>4</sup>	V	V	V	V	V	V	V
<i>Cladonia arbuscula</i>	V	V	V	V	V	IV	IV	V
<i>Cladonia gracilis</i>	V	V		III	IV	IV		II
<i>Cladonia rangiferina</i>	V	V	V	V	V	V	V	?
<i>Cladonia stellaris</i>	II		II				I	IV
<i>Cladonia uncialis</i>	IV	IV	IV	III	II			
D ass <sup>5</sup>								
<i>Carex ericetorum</i>	IV	III	III	V	III	II		V
<i>Corynephorus canescens</i>	III	IV	II	III			V	I
<i>Hieracium pilosella</i>	II	II	III	IV		IV		IV
<i>Rumex acetosella</i>	I	II	III	IV	I	III	II	I
<i>Thymus serpyllum</i>	II	III	II	IV	I			III
<i>Cetraria islandica</i>	IV	II	III	II	I	II	II	III
<i>Cladonia cornuta</i>	IV	IV	IV	III	II	II		
<i>Cladonia crispata</i>	IV	IV		II	II	II		
<i>Cladonia deformis</i>	II	II	II		III	II		
<i>Cladonia furcata</i>	II	III	V	III	IV			V
<i>Cladonia phyllophora</i>	I	II	II		III			III
<i>Pohlia nutans</i>	I	I	II	I	I	V		
<i>Polytrichum juniperinum</i>	III	III	I	I	III	V		II
<i>Polytrichum piliferum</i>	I	III	II				IV	III
Ch. DICRANO-PINION								
<i>Juniperus communis</i>	III	I	II	V	III	V	I	
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	II	I	I	II	I			
<i>Calamagrostis epigeios</i>	I	II		II		III	I	III
<i>Calluna vulgaris</i>	III	II	III	V	V	III	II	II
<i>Festuca ovina</i>	V	V	V	V	III	V	IV	V
<i>Melampyrum pratense</i>	III	V	III	III	I	III	I	
<i>Scorzonera humilis</i>	I			IV	II	II		
<i>Solidago virgaurea</i>	II	III	II	IV	II	III	II	I
<i>Dicranum polysetum</i>	V	V	V	V	V	V	II	IV
Ch. VACCINIO- PICEETEA								
<i>Vaccinium myrtillus</i>	III	II		I	IV	V		
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	II			V	V	V		II
<i>Dicranum scoparium</i>	III	III	IV	III	V	V		IV
<i>Hylocomium splendens</i>	I			I	I	III		
<i>Pleurozium schreberi</i>	V	V	IV	V	V	V	II	IV
ПРОЧИЕ ВИДЫ								
<i>Betula pendula</i>	III	I	IV		I	V	II	
<i>Quercus robur</i>	III	V	V	II	I	II	II	III
<i>Agrostis tenuis</i>	I	I		I				IV
<i>Astragalus arenarius</i>		I	II	II	I			III
<i>Avenella flexuosa</i>	I	I			V	I		
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>		II	III				I	V

<i>Convallaria majalis</i>	I	I		II		II	II
<i>Dianthus arenarius</i>		I	I	III			I
<i>Helichrysum arenarium</i>	I	I				I	III
<i>Hieracium umbellatum</i>	II	II		V			III
<i>Hypericum perforatum</i>	I	I	II				III
<i>Koeleria glauca</i>		II	II	III			V
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	I	II	I	III	I	I	I
<i>Polygonatum odoratum</i>	I	I		II		I	I
<i>Cladonia ciliata</i>			III	III	II		V
<i>Cladonia macilentata</i>	I	I			I		III
<i>Cladonia squamosa</i>	I	I	III		I		

Примечания. 1) Номера синтаксонов (авторы указаны по опубликованным материалам): 1 – Беларусь, подзоны дубово-темнохвойных и грабово-дубово-темнохвойных лесов (зона подтайги); 2 – Беларусь, подзона широколиственно-сосновых лесов; 3 – Польша, Południowe Podlasie, Sokołowski, 1963 [21]; 4 – Польша, Puszcza Kurpiowska, Czerwiński, 1970 [21]; 5 – Польша, Bory Tucholskie, Sokołowski, 1970 [21]; 6 – Литва, Raimondas Čiuplys, 2004 [19]; 7 – Украина, Житомирское Полесье, Якушенко, 2003 [26]; 8 – Россия, Южное Нечерноземье, Булохов, 2003 [2].

2) В перечне диагностических видов указаны только те из них, которые упоминаются в оригинальном диагнозе.

3) В таблице приведены наиболее распространенные виды (более, чем 3-х синтаксонах).

4) Классы постоянства (%): I – 1–20; II – 20–40; III – 40–60; IV – 60–80; V – 80–100.

5) В данном перечне указаны виды, которые часто используются разными авторами в качестве диагностических видов ассоциации *Cladonio rangiferinae* – *Pinetum sylvestris*.

Следовательно, наблюдается закономерность большей дифференциации синтаксонов на широтном градиенте. Кроме того, можно предположить, что среди сообществ ассоциации *Cladonio rangiferinae* – *Pinetum sylvestris*, выделяются два крупных фитоценона (вероятно, ранга субассоциации) с несколькими региональными вариантами, возможными «маркерами» которых могут быть такие виды, как *Avenella flexuosa* и *Coryneforus canescens*.

**Состав и структура.** Древесный ярус образован *Pinus sylvestris*, характеризуется невысокой сомкнутостью (0,3–0,5), низкой продуктивностью (III–IV классы бонитета) и, как правило, разновозрастной структурой; в первом ярусе очень редко встречается примесь других древесных видов.

Подрост обильный, сформирован *Pinus sylvestris*, часто присутствует *Betula pendula*. В таких условиях *Picea abies* и *Quercus robur* не многочисленны и принимают подлесочные формы, а их присутствие связано с географическим местоположением сообществ (при продвижении с севера на юг ценопическая значимость *Quercus robur* увеличивается).

Кустарниковый ярус развит слабо, представлен единичными экземплярами *Juniperus communis*, *Chamaecytisus ruthenicus* (в южной части Беларуси), *Sorbus aucuparia* и *Frangula alnus*. В редких случаях *Juniperus communis* и *Chamaecytisus ruthenicus* могут формировать плотные синузии.

Напочвенный покров характеризуется серым аспектом кустистых лишайников из рода *Cladonia*. Наибольшим обилием отличаются *Cladonia rangiferina*, *Cl.arbuscula*, *Cl.gracilis*, *Cl.cornuta*, *Cl.crispata*, *Cl.furcata*, *Cl.uncialis*.

Таблица 3а. Типовые геоботанические описания сообществ ассоциации *Cladonia rangiferinae* – *Pinetum sylvestris*

Вариант	Chamaecyctisus ruthenicus																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Номера описаний	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3
D. ass.																												
<i>Pinus sylvestris</i> (A)																												
<i>Pinus sylvestris</i> (B)																												
<i>Pinus sylvestris</i> (C)	2	2	+	2	2	3	2	.	2	2	+	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	+	2	2	2	
<i>Carex ericetorum</i>	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Corynephorus canescens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Cetraria islandica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cladonia arbuscula</i>	2	1	4	2	2	4	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	1	2	
<i>Cladonia cornuta</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Cladonia crispata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cladonia gracilis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Cladonia furcata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cladonia rangiferina</i>	1	.	1	3	1	1	2	1	1	+	2	2	2	.	1	3	2	3	2	1	3	2	3	1	2	+	2	
<i>Cladonia uncialis</i>	.	+	.	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Polytrichum juniperinum</i>	+	+	+	2	+	+	1	.	.	1	.	.	1	2	.	1	2	.	1	2	+	.	.	.	.	.	.	
D. var.																												
<i>Chamaecyctisus ruthenicus</i>	1	+	.	.	1	2	2	1	.	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polytrichum piliferum</i>	1	.	.	.	1	2	2	1	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ch. DICRANO-PINION																												
<i>Juniperus communis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	.	.	.	.	.	.
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.
<i>Calamagrostis epigeios</i>	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calluna vulgaris</i>	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca ovina</i>	+	+	2	1	2	+	1	.	.	+	+	+	+	+	+	1	1	1	2	2	2	2	+	2	2	1	+	+
<i>Melampyrum pratense</i>	1	+	2	1	+	.	1	+	1	.	.	.	.	+	+	+	1	1	3	2	1	+	1	+	1	2	+	+
<i>Solidago virgaurea</i>	1	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dicranum polysetum</i>	1	1	+	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	1	2
Ch. VACCINIO-PICEETA																												
<i>Vaccinium myrtillus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pleurozium schreberi</i>	1	+	+	2	2	1	2	1	2	2	3	1	1	1	1	2	2	.	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1
<i>Dicranum scoparium</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ПРОЧИЕ ВИДЫ																												



Таблица 36. Типовые геоботанические описания сообществ ассоциации *Cladonia rangiferinae* – *Pinetum sylvestris*

Вариант	типца																					
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47		
D. ass.	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	
<i>Pinus sylvestris</i> (A)	.	1	1	1	1	1	1	+	1	1	.	.	.	.	+	.	.	1	1	1	.	
<i>Pinus sylvestris</i> (B)	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	.	2	2	2	2	2	.	1	
<i>Pinus sylvestris</i> (C)	+	.	.	+	.	+	г	1	.	+	.	1	г	+	+	1	.	г	+	.	1	
<i>Carex ericetorum</i>	.	2	1	.	.	.	.	.	2	.	1	.	.	.	1	2	1	3	1	.	1	
<i>Corynephorus canescens</i>	.	+	1	2	2	+	+	1	.	1	.	1	.	.	.	г	.	+	2	+	+	
<i>Cetraria islandica</i>	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	
<i>Cladonia arbuscula</i>	+	+	+	.	.	.	.	+	+	.	.	2	1	1	1	+	1	+	+	+	+	
<i>Cladonia cornuta</i>	1	.	.	.	.	.	2	1	2	.	1	1	г	1	1	1	1	1	1	+	1	
<i>Cladonia crispata</i>	1	+	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	.	
<i>Cladonia gracilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	1	+	.	.	.	.	.	+	
<i>Cladonia furcata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	1	+	.	.	.	.	.	+	
<i>Cladonia rangiferina</i>	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1	2	2	2	
<i>Cladonia uncialis</i>	+	.	+	+	.	+	.	.	+	.	+	1	2	3	2	2	2	2	2	.	2	
<i>Polytrichum juniperinum</i>	+	.	1	1	1	.	.	+	1	1	.	.	2	1	1	.	.	.	г	.	.	
Ch. DICRANO-PINION																						
<i>Juniperus communis</i>	+	.	1	2	2	.	.	.	.	.	.	2	2	.	г	2	2	.	г	.	+	
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	+	.	.	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Calamagrostis epigeios</i>	.	1	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calluna vulgaris</i>	1	1	1	.	2	.	.	+	+	1	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Festuca ovina</i>	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	+	+
<i>Melampyrum pratense</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	1	1	1	.	+	.	.	.
<i>Solidago virgaurea</i>	.	.	+	.	.	.	г	г	.	г	.	.	.	.	г	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dicranum polysetum</i>	3	2	2	2	1	2	2	2	2	2	3	3	2	3	1	1	3	2	2	2	2	3
Ch. VACCINIO-PICEETEA																						
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	+	+	.	.	1	г	.	.	.	.	.	.	.	.	.	г	.	.	.	.	+	.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	+	+	.	.	.	+	1	+	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	1	+
<i>Pleurozium schreberi</i>	2	2	2	1	2	2	2	3	1	2	.	.	.	2	2	2	2	1	2	2	2	2
<i>Dicranum scoparium</i>	.	.	.	.	1	1	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
ПРОЧНЕ ВРДЫ																						
<i>Betula pendula</i> (A)	+	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Betula pendula</i> (B)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.



Травяно-кустарничковый ярус разрежен, наиболее высоким постоянством характеризуются *Calluna vulgaris*, *Carex ericetorum*, *Coryneforus canescens*, *Festuca ovina*, *Melampyrum pratense*, *Rumex acetosella*, *Thymus serpyllum*, *Vaccinium myrtillus*. Среди мхов встречаются в основном *Dicranum scoparium*, *D. polysetum* (как правило, преобладает), *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum juniperinum* и *P. piliferum*. Встречаемость последнего вида к югу возрастает. Всего при описаниях было выявлено 99 видов (табл. 3), среднее количество в описании – 23 (max – 34, min – 14).

**Экология.** Леса данной ассоциации занимают вершины песчаных конечных гряд и возвышенностей [30], а также вершины приречных дюн, широко распространенных в Полесье [31]. Почвы дерново-подзолистые слабообразованные автоморфные [32], песчаные на мощных флювиогляциальных и эоловых песках или древнеаллювиальных рыхлых песках на юге Беларуси. Уровень грунтовых вод глубже 200 см. Тип условий местопрорастания – А<sub>1</sub> [33].

**Динамика.** Сообщества данной ассоциации генетически связаны с псаммофитной растительностью класса *KOELERIO GLAUCAE – CORYNEPHORETEA CANESCENS* КЛИКА in КЛИКА et NOVAK 1941, которая является предшественником лишайниковых сосняков в сукцессионном ряду. В литературе [2] указывается, что такие сообщества могут возникать как результат нерационального использования зеленомошных сосняков, когда происходит обеднение почвы из-за отсутствия компенсации потери органического вещества при интенсивном изъятии древесины. Кроме того, нами наблюдались случаи, когда сообщества формируются на старопахотных глубоко песчаных почвах в результате естественного зарастания либо создания лесных культур. В таких условиях происходит постепенное накопление питательных веществ в верхних слоях почвенного горизонта, и со временем появляется устойчивый моховой покров и наблюдается более высокий прирост. Также встречаются сообщества, сформированные на вторично-поргубенных (30–50 см) почвах, когда под мелкозернистой песчаной залежью (вероятнее всего, антропогенного происхождения) сохраняются ранее сформированные подзолистый и иллювиальный горизонты.

**Созологический статус и охрана.** Эдификаторы и доминанты подчиненных ярусов в Беларуси не имеют созологического значения. Однако сами сообщества имеют важное почвообразующее и противозрозионное значение. В соответствии с ЕЕС Habitats Directive [34] местообитания, к которым приурочена ассоциация, охраняются в Европе (код NATURA 2000: 91T0 – Central European lichen Scots pine forests), а также внесены в перечень редких биотопов Беларуси [35].

**Заключение.** Проведенные исследования в сосновых лесах с развитым лишайниковым покровом позволили нам достаточно подробно охарактеризовать такие сообщества, распространенные на территории Беларуси. Приведены диагностические признаки ассоциации, характеристика фитоценоотической структуры, особенности формирования, выделен географический вари-

ант. Сравнение ценофлор ассоциации с соседними регионами методом кластерного анализа позволило нам определить синтаксономическое положение сообществ, описанных на территории Беларуси. Отмечено большее сходство с данными из восточной части Польши, а в целом, наблюдается закономерность большей дифференциации синтаксонов на широтном градиенте. Предоставленные в работе материалы могут послужить дополнительным источником информации при проведении обобщенных региональных исследований по синтаксономическому разнообразию ассоциации *Cladonia rangiferinae* – *Pinetum sylvestris*.

**Благодарности.** Автор выражает признательность за ценные замечания и рекомендации при подготовке статьи к.б.н. Д. Г. Груммо и м.н.с. лаборатории геоботаники и картографии растительности Е. В. Мойсейчик ИЭБ НАН Беларуси, а также доценту кафедры ботаники БрГУ им. акад. И. Г. Петровского к.б.н. Ю. А. Семенищенкову.

#### Литература

1. Морозова О. В. Леса заповедника «Брянский лес» и Неруссо-Деснянского Полесья (синтаксономическая характеристика). Брянск, 1999. 98 с.
2. Булохов А. Д., Соломещ А. И. Эколого-флористическая классификация лесов Южного Нечерноземья России. Брянск: Изд-во БГУ, 2003. 359 с.
3. Chytrý M. et al. Vegetace České republiky. 2013. 4. Lesní a křovinná vegetace. Vegetation of the Czech Republic 4. Forest and scrub vegetation. Academia, Praha. 552 p.
4. База данных «Ценофонд лесов Европейской России» [Электронный ресурс] / Л. Б. Заугольнова [и др.]. – Режим доступа: [http://www.cepl.rssi.ru/bio/flora/forestype3\\_pin\\_clad.html](http://www.cepl.rssi.ru/bio/flora/forestype3_pin_clad.html). – Дата доступа: 10.07.2015.
5. Дідух Я. П., Фіцайло Т. В., Коротченко І. А., Якушенко Д. М., Пашкевич Н. А. Біотопи лісової та лісостепової зон України / Ред. чл.-кор. НАН України Я. П. Дідух. Київ: ТОВ «МАКРОС», 2011. 288 с.
6. Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И. Современная наука о растительности. М.: Логос, 2000. 264 с.
7. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. 3. Aufl. Wien; N.-Y., 1964. 865 S.
8. Tichý L. 2002. JUICE, software for vegetation classification // Journ. of Veg. Sc. 13. P. 451–453.
9. Weber H. E., Moravec J., Theourillat D.-P. // Journ. of Veg. Sc. Vol. 11. N 5. 2000. P. 739–768.
10. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
11. Ignatov M. S. et al. 2006. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // Arctoa. Vol. 15. P. 1–130.
12. Nordic Lichen Flora. Vol. 5. Cladoniaceae / Eds. T. Ahti, S. Stenroos, R. Moberg. Uppsala: Uppsala University, 2013. 117 p.
13. Булохов А. Д. // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т14. № 1(4). С. 978–981.
14. Морозова О. В., Заугольнова Л.Б., Исаева Л.Г., Костина В.А. Классификация бореальных лесов севера Европейской России. I. Олиготрофные хвойные леса // Растительность России. СПб, 2008. №13. С.16–36.
15. Ermakov, N. Morozova, O. // Applied Vegetation Science. 2011. №14. P. 524–536.
16. Husová M., Andresová J. // Folia Geobot. Phytotax. 1992. № 27. P. 357–386.



17. Панченко С. М. Лесная растительность Национального природного парка «Деснянско-Старогутский»: монография / под общ. ред. В. А. Соломахи. – Сумы: Университетская книга, 2013. 312 с.
18. Matuszkiewicz W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Warszawa. Państwowe Wydawnictwa Naukowe, 2005. 537 s.
19. Ciuplys R. // Coniferous forest vegetation – differentiation, dynamics and transformations / Ed. by Brzeg Andrzej, Wojterska Maria. Poznan: Wydawnictwo Naukowe UAM, 2004. P. 35–47.
20. Matuszkiewicz J. M. Zespoły leśne Polski. Warszawa: Wydawnictwo naukowe PWN, 2008. 372p.
21. Czerwiński A. // Zeszyty naukowe. N 27. 1978. 205 s.
22. Семенищенков Ю. А. // Вестник Брянского гос. ун-та. Сер. точные и естественные науки. 2013. № 4. С. 151–154.
23. Балявичене Ю. Синтаксономо-фитогеографическая структура растительности Литвы. Вильнюс: Моклас, 1991. 220 с.
24. Андриенко Т. Л. Сосновые леса Украинского Полесья. В кн.: Классификация растительности СССР (с использованием флористических критериев) / Под. ред. Б. М. Миркина. Москва: Изд-во МГУ, 1986. С. 112-120.
25. Воробйов Є. О., Балашов Л. С., Соломаха В. А. // Укр. фітоцен. зб. Сер. Б, вип. 1 (8). Київ, 1997.
26. Воробйов Є. О. // Матеріали робочої наради (Київ, листопад 2003). Київ, 2003. С. 13–42.
27. Якушенко Д. М. // Матеріали робочої наради (Київ, листопад 2003). Київ, 2003. С. 244–271.
28. Ollson H. // Acta Phytogeographica Suecica. Uppsala: Svenska vaxtgeografiska sällskapet, 1974. № 60. P. 1–176.
29. Matuszkiewicz W. Przegląd systematyczny zbiorowisk roślinnych Polski // Wstęp do fitosocjologii praktycznej. – Warszawa: PWRiL, 1967. S. 175–229.
30. Ловчий Н. Ф., Пучило А. В., Гудевич В. Д. Кадастр типов сосновых лесов Белорусского Поозерья. Минск: Беларуская навука, 2009. 194 с.
31. Ловчий Н. Ф. Кадастр типов сосновых лесов Белорусского Полесья. Минск: Беларуская навука, 2012. 221 с.
32. Ловчий Н. Ф. Экологический анализ структуры и продуктивности сосновых лесов Беларуси. Минск: Беларуская навука, 1999. 263 с.
33. Юркевич И. Д., Ловчий Н. Ф. Сосновые леса Белоруссии: типы, ассоциации, продуктивность. Минск: Наука и техника. 1984. 176 с.
34. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora, O. J. L206, 22.07.92.
35. Редкие биотопы Беларуси / А. В. Пугачевский [и др.]. Минск: Альтиора – Живые краски, 2013. 236 с.

Р. В. ЦВИРКО  
**СООБЩЕСТВА СОСНЯКОВ АССОЦИАЦИИ *CLADONIO RANGIFERINAE* –  
*PINETUM SYLVESTRIS* JURASEK 1928  
 НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

**Резюме**

В статье представлены результаты исследований сосновых лесов ассоциации *Cladonio rangiferinae* – *Pinetum sylvestris*, распространенной на территории Беларуси. Проведен их сравнительный анализ с сообществами в соседних регионах Польши, Литвы,

Украины и России. Отмечены большее сходство с данными из восточной части Польши и закономерность большей дифференциации синтаксонов на широтном градиенте.

R. V. TSVIRKO

**COMMUNITIES OF LICHEN PINE FORESTS OF THE ASSOCIATION *CLADONIO RANGIFERINAE* – *PINETUM SYLVESTRIS* JURASEK 1928  
ON THE TERRITORY OF BELARUS**

**Summary**

The results of research of pine forests association *Cladonio rangiferinae* – *Pinetum sylvestris*, common in Belarus are presented. Their comparison with the communities in the neighboring regions of Poland, Lithuania, Ukraine and Russia was carried out. It is noted the greatest similarity with those in eastern Poland and the greatest syntaxa pattern differentiation on the latitudinal gradient.

*Поступила в редакцию 23.07.2015 г.*

УДК 582.28: 633.877.3

Д. Б. БЕЛОМЕСЯЦЕВА<sup>1</sup>, О. С. ГАПИЕНКО<sup>1</sup>, С. А. ЖДАНОВИЧ<sup>1</sup>,  
В. Б. ЗВЯГИНЦЕВ<sup>2</sup>, В. А. ЯРМОЛОВИЧ<sup>2</sup>, С. С. МАРЦУТА<sup>3</sup>,  
Т. Г. ШАБАШОВА<sup>1</sup>

**ДИАГНОСТИКА БОЛЕЗНЕЙ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ЛЕСНЫХ  
НАСАЖДЕНИЯХ, ПИТОМНИКАХ И ДЕНДРОПАРКАХ  
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

<sup>1</sup> ГНУ «Институт экспериментальной ботаники  
им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси», Минск

<sup>2</sup> Белорусский государственный технологический университет, Минск

<sup>3</sup> ГУ «Беллесозащита», Минск

**Введение.** В ряду биотических факторов, оказывающих негативное воздействие на лесные экосистемы, выделяются болезни леса. Лесопатологическое состояние лесов Беларуси формируется под воздействием глобальных явлений в лесных сообществах Европы при интенсификации лесопользования: изменение климата, учащение экстремальных погодных отклонений, инвазии возбудителей инфекционных заболеваний, эпифитотии болезней древесных пород. Периодическое воздействие отдельных негативных факторов или их комплексов проявляется в снижении биологической устойчивости на отдельных участках лесных насаждений или породных формаций в целом. Наиболее сложная лесопатологическая обстановка сложилась в лесах ясеневой, сосновой и еловой формаций. В течение последнего десятилетия крупные очаги болезней наблюдались также в дубовых и березовых насаждениях. На конец 2013 года площадь очагов болезней леса составила 177,2 тыс. га, или 1,8% покрытой лесом площади [5].

В настоящее время повсеместно наблюдается активизация патогенной микобиоты, в том числе происходит трансформация части условно-патогенных видов грибов в категорию патогенных, что представляет особую опасность для семян в питомниках. Одновременно наблюдается и противоположный процесс, когда ряд видов, вызывавших масштабные эпифитотии в предыдущие годы, в значительной мере утратили свою вредоносность. Вместе с тем, постоянно происходит проникновение новых видов и штаммов патогенных грибов на территорию Беларуси из сопредельных стран. Этот процесс связан, главным образом, с климатическими изменениями – в лесах нашей страны стали отмечаться виды грибов, ранее характерные для южных территорий Украины и Польши. Повсеместно наблюдается усиление развития почвенных грибов – возбудителей корневых гнилей. Они становятся доминирующими видами, резко угнетающими развитие полезной микрофлоры.

В этой связи специалистам по лесозащите необходим современный ресурс, позволяющий максимально быстро определять этиологию любой болезни лесных древесных пород для более эффективного проведения профилактических и защитных мероприятий. Данной цели будет служить разработанный в ходе выполнения задания ГНТП «Леса Беларуси – продуктивность, устойчивость, эффективное использование» мультимедийный определитель для диагностики возбудителей болезней древесных пород в лесном фонде, питомниках и дендропарках.

**Материалы (объекты) и методы исследования.** Разработка определителя проводилась в 2010-2014 гг. совместно коллективами лаборатории микологии ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича» НАН Беларуси, кафедры лесозащиты и древесиноведения Белорусского государственного технологического университета и ГУ по защите и мониторингу леса «Беллесозащита».

Для получения необходимых материалов использовались маршрутные обследования и стационарные наблюдения, при которых проводился отбор проб пораженных органов древесных растений.

Сбор материала, камеральная обработка и идентификация видового состава фитопатогенной микобиоты осуществлялись по общепринятым в микологии методам. [4, 8].

Исходными данными для составления карт распространенности болезней лесных пород являлись обобщенные результаты лесопатологического мониторинга (общий, рекогносцировочный, детальный надзор, текущие лесопатологические обследования), проводимого юридическими лицами, ведущими лесное хозяйство, а также результаты лесопатологических обследований сообществ основных лесообразующих пород и лесных культур.

Рекомендации по надзору за наиболее вредоносными и инвазивными болезнями в лесных породах и мерам защиты от них разработаны на основе изучения биологии грибных возбудителей заболеваний, существующих подходов к лесозащитным мероприятиям, итогов регистрационных испытаний средств защиты лесного фонда, проведенных ГУ «Беллесозащита» и результатов научных исследований.

Программное обеспечение подготовлено ООО «Интелико Системс».

**Результаты и их обсуждение.** На основе проведенных исследований были подвергнуты ревизии видовой состав, сведения о распространении в Беларуси и вредоносность широкого спектра – 146 видов грибов и 5 видов бактерий, отмеченных на лесообразующих породах, а также 112 видов патогенных организмов в дендропарках и дендрариях [1, 3, 6].

В питомниках выявлено 11 опасных заболеваний, вызываемых 3 видами аскомицетов в телеоморфной стадии (мучнистая роса – 1 вид, шютте – 2 вида), 5 видами аскомицетов в анаморфной стадии, 2 базидиомицетами (ржавчина – 1 вид и анаморфа – 1 вид) и 1 видом оомицетов. Потенциально опасными могут быть болезни, вызываемые 5 представителями анаморфной стадии аскомицетов, оомицетом и фитопатогенной бактерией. К умеренно

опасным относится 17 болезней, 9 из которых вызывают аскомицеты в телеоморфной стадии, 2 – в анаморфной, 5 базидиальных грибов (4 вида – ржавчина) и бактерия. Малоопасные заболевания вызываются 3 видами телеоморф аскомицетов и одной анаморфой, а также одним афиллофороидным грибом. Всего в питомниках выявлено и изучено 42 возбудителя заболеваний всходов, сеянцев и саженцев древесных пород.

В лесных культурах выявлено 7 типов опасных заболеваний, вызываемых 4 аскомицетами (мучнистая роса – 1 и шютте 3), и 4 видами базидиомицетов (ржавчина и возбудители гнилей); 4 потенциально опасных заболевания, вызываемые 5 видами анаморфных микромицетов; 19 умеренно опасных заболеваний, вызываемых 12 видами аскомицетов (в т. ч. 2 возбудителя мучнистой росы) и 7 видами анаморфных грибов, а также 5 видами базидиомицетов (из них 4 возбудителя ржавчины); 8 типов мало опасных заболеваний, преимущественно пятнистости, вызываемые 3 видами аскомицетов в телеоморфной и 3 видами в анаморфной стадиях, а также 2 вида ржавчины и гниль, вызываемая афиллофороидным грибом. Всего в молодых лесных культурах выявлено и изучено 46 видов наиболее часто встречающихся возбудителей.

В средневозрастных, приспевающих, спелых и перестойных древостоях установлено 13 опасных заболеваний, вызываемых преимущественно афиллофороидными макромицетами, возбудителями гнилей стволов и корневой системы, а также 3 ржавчинными и 3 сумчатыми микромицетами; к потенциально опасным отнесено 3 вида заболеваний, вызываемых комплексом бактерий и аскомицетов; умеренно опасны 15 заболеваний, вызываемых преимущественно афиллофороидными и агарицидными возбудителями гнилей (11 видов), 2 видами бактерий, 1 ржавчинным грибом и 2 аскомицетами в телеоморфной и анаморфной стадиях; к мало опасным отнесено 10 заболеваний, вызываемых представителями 2 родов аскомицетов, 3 видами анаморфных грибов, комплексами бактерий и микромицетов, афиллофороидным грибом и сосудистым паразитом (омела).

Проведенные исследования лесных пород позволили установить, что на территории Беларуси имеются очаги развития 15 инвазивных фитопатогенных грибов и один очаг бактериоза. Наибольшее распространение имеет *Humenoscyphus pseudoalbidus*. Однако здесь его вредоносность ниже, чем в странах Западной Европы.

Анализ зарубежных данных показал, что имеются еще 23 вида патогенов, представляющих потенциальную угрозу для фитосанитарного состояния лесных древостоев, питомников и дендропарков нашей страны [2, 7].

При фитопатологическом обследовании древесных растений в дендрариях и дендропарках лесхозов Беларуси выявлено их поражение 95 болезнями, вызываемыми 112 различными грибными и бактериальными возбудителями. Таксономический состав возбудителей болезней следующий: аскомицеты в телиостадии – 42 вида, базидиомицеты – 14 видов, анаморфные

грибы – 54 (14 с гифальным типом спороношения и 40 целомицетов) и 1 вид относится к оомицетам, также было выявлено бактериальное поражение.

Исследованиями также был затронут вопрос о видовом составе биодеструкторов древесины. Всего идентифицировано 39 различных видов грибов (преимущественно базидиомицетов), вызывающих разрушение заготовленных лесоматериалов и деревянных конструкций.

Полученные обширные материалы использованы нами для создания нового и эффективного инструмента экспресс-диагностики грибных поражений – мультимедийного определителя на электронном носителе (DVD).

Для построения данного определителя используется интеллектуальная информационная система, позволяющая пользователю самостоятельно находить решения по заданным условиям, в режиме диалога с системой.

Отсюда следует, что разработанная система отчасти заменяет эксперта в области фитопатологии и позволяет идентифицировать возбудителя болезни древесной породы и выбрать целесообразный компонент из системы защитных мероприятий. Данная система дает возможность диагностировать заболевание, определить возбудителя и выйти на профилактические, агротехнические и защитные мероприятия, рекомендованные к применению для каждого конкретного случая.

Система имеет следующую структуру:

интерфейс пользователя;

пользователь;

интеллектуальный редактор базы знаний;

рабочая (оперативная) память;

база данных;

механизм вывода;

подсистема объяснений.

Пользовательский интерфейс построен по принципу гиперссылок.

Ниже приведен алгоритм построения одного из блоков системы, «Болезни в лесных питомниках, культурах и насаждениях», на примере диагностики мучнистой росы дуба (рис. 1).

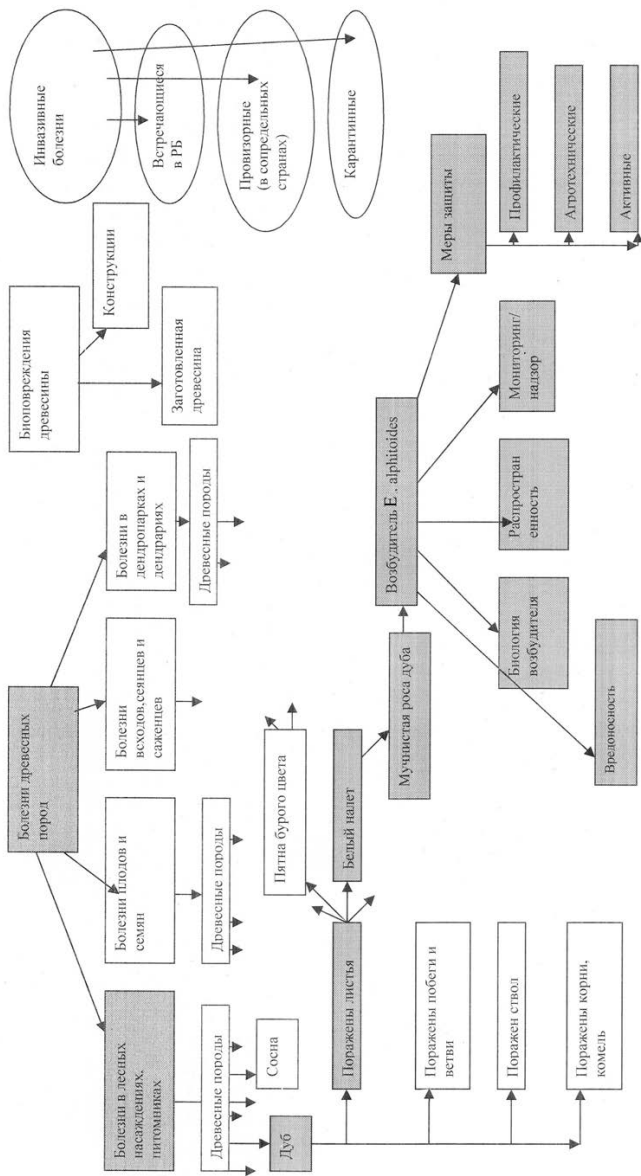


Рис. 1. Построение блока определителя для диагностики мушкетерской росы дуба.

Ветвь определителя, относящаяся к болезням в дендропарках и дендрариях, строится нами по схеме, аналогичной ветви «Болезни в лесных насаждениях», разница только в составе пород.

Ветвь «Инвазивные болезни» имеет две точки входа, все болезни встроены в другие ветви, но со ссылкой, а также предусмотрена возможность просмотра конкретно инвазивных болезней.

Неинфекционные болезни различных древесных пород проявляются идентичными признаками и имеют одинаковую этиологию, в связи с этим, блок неинфекционные болезни полностью подключен к одному представителю хвойных пород (сосна) и к одному представителю лиственных пород (дуб).

В структурной единице «Болезни всходов и семян» первичная идентификация заболевания ведется по группам – поражение корней или основания стебелька, ассимиляционного аппарата, наземной части растения в целом.

Структурная единица «Болезни плодов и семян» основана на совокупностях заболеваний, имеющих сходные симптомы и признаки, т. е. типах болезней. Она включает такие распространенные и легко идентифицируемые типы болезней, как плесневение, гниль, ржавчина, мумификация, деформация. В пределах типа болезни обычно выбирается поражаемое растение, для которого затем указываются конкретные виды возбудителей болезней, согласно подходящим под описание симптомам.

На начальной странице пользователю предлагается выбрать один из кластеров «Болезни древесных пород», «Болезни заготовленной древесины» или перейти к рассмотрению инвазивных заболеваний.

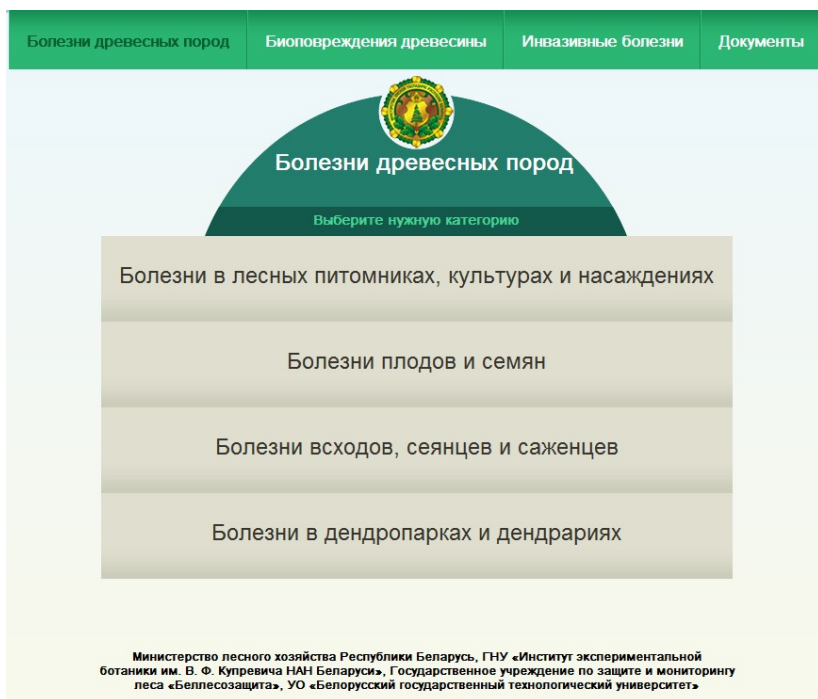
Также имеется раздел «Документы», в котором в pdf –формате представлены «Рекомендации по выявлению и контролю инвазивных видов возбудителей болезней», «Рекомендации по защите лесного фонда от наиболее вредоносных заболеваний».

Представлен отдельный раздел, посвященный типам заболеваний и соответствующему для каждого типа регламенту проведения рекогносцировочного и детального надзоров.

Также представлен раздел, посвященный описаниям базовых фитопатологических и микологических терминов.

Наибольшим по объему информации является кластер «Болезни древесных пород». При нажатии курсором на соответствующий указатель открывается следующее окно определителя (рис. 2).





**Рис. 2.** Выбор подраздела в кластере «Болезни древесных пород»

Окно, в которое перешел пользователь, предлагает сделать следующий шаг и выбрать между «Болезнями плодов и семян», «Болезнями сеянцев и саженцев в питомниках», «Болезнями лесных насаждений» и «Болезнями декоративных пород в дендропарках и дендрариях».

После выбора в качестве следующего шага, например, раздела «Болезни лесных насаждений», пользователь переходит в окно, которое предлагает определиться с древесной породой.

В этом разделе определителя представлены породы, наиболее часто встречающиеся в лесном фонде страны (сосна, ель, дуб, береза, тополь и осина, липа, ольха, ива и т. д.).

Более редко встречающиеся, в т.ч. преимущественно в зеленых насаждениях и декоративные породы представлены в кластере «Болезни в дендропарках и дендрариях».

В заголовке дается руководство для пользователя «выберете древесную породу».

Пользователь выбирает древесную породу и кликает мышкой, например, по клавише «Дуб», после чего попадает в следующее окно, где ему предлагается выбрать пораженный орган и определить характер поражения.

Окно выбора пораженного органа предлагает пользователю остановиться на следующих вариантах: «Болезни листьев», «Болезни побегов, ветвей и стволов», «Стволовые гнили», «Корневые и комлевые гнили».

В случае, если имеются основания предполагать влияние абиотических факторов и вызванное ими угнетенное состояние растения (характер поражения не позволяет отнести его к вышеперечисленным категориям), то пользователь обращается к разделам «Болезни, вызываемые неблагоприятными метеорологическими условиями», «Болезни, вызываемые неблагоприятными почвенными факторами», «Болезни, вызываемые влиянием поллютантов», «Болезни, связанные с нарушением агротехники».

Пользователь выбирает один из предложенных вариантов. Предположим, выбран вариант «Стволовые гнили». Пользователь кликает мышкой по соответствующей строчке и попадает в окно, в котором представлены известные для нашей республики виды стволовых гнилей дуба.

Окно выглядит следующим образом: слева идут фотографии поражения, которые позволяют сориентироваться в дальнейшем выборе. Каждая фотография увеличивается на весь экран при наведении на нее курсора.

Далее перед пользователем открываются окна программы, в которых представлена конечная информация о симптомах, биологии патогенного организма, рекогносцировочном и детальном надзоре, рекомендуемым мерам защиты.

При выборе пользователем одного из вариантов, открывается следующее окно, в котором представлено описание симптомов заболевания, из него можно перейти далее в раздел микроскопических признаков (рис. 3).

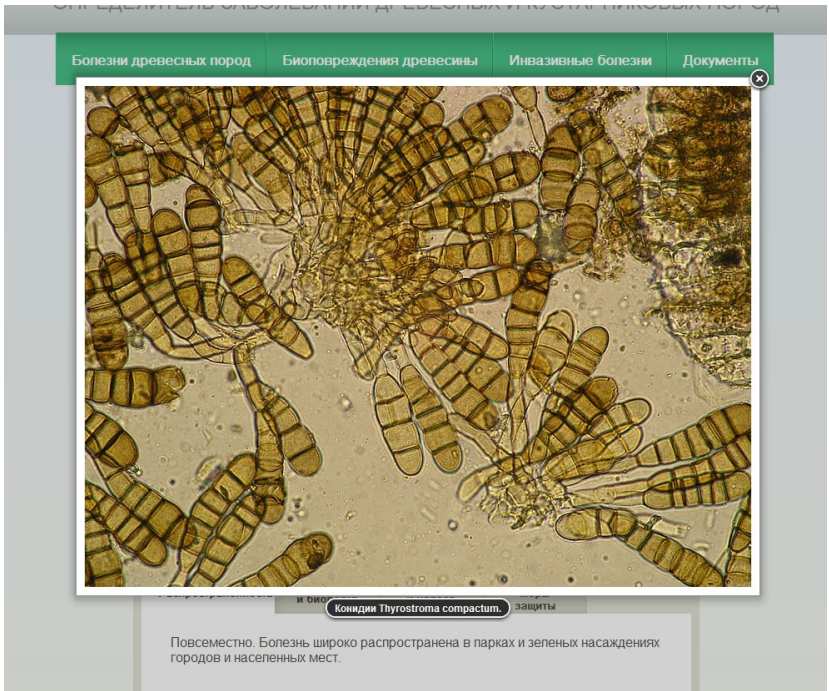
При открытии подраздела «Визуальный осмотр» открывается раздел «Мониторинг и надзор» и далее раздел «Защитные мероприятия».

Например, для мучнистой росы дуба этот раздел будет включать следующую информацию:

«Защитные мероприятия»

«Профилактические»:

- закладка посевных и школьных отделений дуба черешчатого на расстоянии не ближе 100 м от молодняков и поросли дуба;
- применение фосфорно-калийных удобрений для ускорения формирования листьев и одревеснения побегов;
- сгребание и сжигание опавших листьев в питомниках в осенний период;
- в посевах второго года выращивания и старше тщательная культивация почвы для заделки клейстотециев (плодовых тел) возбудителя;
- создание смешанных культур дуба;
- своевременное проведение защитных мероприятий против листогрызущих вредителей.



**Рис. 3.** Представление микрофотографий.

**«Обработка средствами защиты растений»:**

Для профилактики мучнистой росы дуба проводится предпосевное протравливание желудей системными фунгицидами: Винцит Форте и Кинто Дуо. Защитные обработки проводятся при появлении первых белых пятен на листьях (середина июня). Кратность обработок в зависимости от препарата составляет от 1 до 3. Интервал между обработками – 2 – 3 недели. Последняя обработка должна быть проведена не позднее начала августа. Для защитных обработок лиственных пород (включая дуб черешчатый) от мучнистой росы применяются системные фунгициды: Титул Дуо, Альто Супер, Фоликур БТ, Замир Топ, Менара, Раёк, Беллис, Абсолют, Колосаль Про, Азимут.

**Заключение.** В результате проведенных лабораторией микологии ИЭБ НАН Беларуси, Государственным учреждением «Беллесозащита» и кафедрой лесозащиты и древесиноведения БГТУ исследований на территории Беларуси были пересмотрены видовой состав, распространенность и вредоносность 146 видов грибов и 5 видов бактерий, развивающихся на лесообразующих породах, а также 112 видов патогенных организмов в дендропарках и дендрариях.

Выявлено 15 болезней лесных и декоративных древесных культур, вызванных инвазивными фитопатогенными грибами. Также зафиксированы случаи развития бактериоза, вызванного инвазивным видом бактерии.

Анализ зарубежных данных показал наличие еще 23 видов фитопатогенных организмов, представляющих потенциальную угрозу для фитосанитарного состояния лесных насаждений, питомников и дендропарков нашей страны. Установлено, что наибольшее число потенциально опасных видов имеет североамериканское происхождение (около 50%). Они могут попасть на территорию республики из вторичных центров распространения в странах ЕС и России.

На основе выявления основных особенностей развития фитопатологической ситуации в лесных сообществах, питомниках и дендропарках, разработан максимально полный и удобный для использования специалистами-лесопатологами интерактивный мультимедийный определитель для экспресс-диагностики возбудителей болезней лесообразующих пород, обеспечивающий повышение точности диагностики заболеваний и определения организмов-фитопатогенов при лесопатологическом обследовании и эффективности защитных мероприятий в лесном хозяйстве.

Электронный ресурс предоставляет эффективную систему поиска, визуальное восприятие, отличается простотой передачи на расстояния, дешевизной носителей (DVD) и доступностью. Кроме того, уточнен список болезней древесных пород и вызывающих их патогенных организмов, включая инвазивные и провизорные виды грибов.

## Литература

1. 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.
2. Беломесяцева Д. Б., Гапиенко О. С., Звягинцев В. Б., Жданович С. А. // Ботаника (исследования): Сборник научных трудов. Минск : Институт радиологии, 2013. Вып. 42. С. 87–98.
3. Беломесяцева Д. Б., Гапиенко О. С., Жданович С. А., Шабашова Т. Г., Звягинцев В. Б., Марцута С. С. // Ботаника (исследования): Сборник научных трудов. Минск : Институт радиологии, 2014. Вып. 43. С. 154–164.
4. Билай В. И. Методы экспериментальной микологии. Киев: Наук. думка, 1982. 551 с.
5. Лесопатологическая ситуация в лесах Беларуси (ГУ Беллесозащита) // Лесное и охотничье хозяйство. 2014. № 3. С. 18–30.
6. Федоров, Н. И. Лесная фитопатология. Минск: БГТУ, 2004. 462 с.
7. Jones R. K. Diseases of Woody Ornamentals and Trees in Nurseries. Amer. Phytopathological Society, 2001. 516 p.
8. Kirk P. M. et al. Ainsworth and Bisby's dictionary of the fungi. CAB International, 2008. 771 p.

Д. Б. БЕЛОМЕСЯЦЕВА, О. С. ГАПИЕНКО, С. А. ЖДАНОВИЧ, В. Б. ЗВЯГИНЦЕВ,  
В. А. ЯРМОЛОВИЧ, С. С. МАРЦУТА, Т. Г. ШАБАШОВА  
**ДИАГНОСТИКА БОЛЕЗНЕЙ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ЛЕСНЫХ  
НАСАЖДЕНИЯХ, ПИТОМНИКАХ И ДЕНДРОПАРКАХ  
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

**Резюме**

Разработан мультимедийный определитель возбудителей болезней в лесных насаждениях, питомниках и дендропарках. Определитель включает описание 146 грибов и 5 бактерий на лесообразующих породах, 56 фитопатогенов декоративных растений. Дано описание 15 болезней, вызванных инвазивными грибами и бактериями. Также представлена подробная информация о возбудителях биоповреждений древесины. Справочник снабжен рекомендациями по надзору и проведению защитных мероприятий.

D. B. BELOMESYATSEVA, O. S. GAPIENKO, V. B. ZVYAGINTSEV,  
S. A. ZDANOVICH, V. A. YARMOLOVICH, S. S. MARTSUTA, T. G. SHABASHOVA  
**DIAGNOSIS OF DISEASES OF TREE SPECIES IN FOREST PLANTATIONS,  
NURSERIES AND ARBORETUM IN THE TERRITORY OF BELARUS**

**Summary**

The multimedia identification handbook of diseases in forests, nurseries and arboretums has been developed. It includes the description of 146 fungi and 5 bacteria on forest forming breeds, 56 phytopathogenes on ornamental plants. The description of 15 diseases caused by invasive fungi and bacteria is given. Also the information about the pathogens causing wood bio-damages is provided. The handbook is supplied with recommendations about observation and protection.

*Поступила в редакцию 16.11.2015 г.*

О. С. ГАПИЕНКО, Т. Г. ШАБАШОВА, Д. Б. БЕЛОМЕСЯЦЕВА  
**ХАРАКТЕРИСТИКА МАКРОМИЦЕТОВ И МИКРОМИЦЕТОВ  
ЭДАФОТОПОВ ДУБОВЫХ ЛЕСОВ ЖОРНОВСКОЙ ЭЛБ**

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники  
им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси», Минск*

**Введение.** Дубравы на территории Республики Беларусь сосредоточены главным образом в южной части страны. К северу количество дубрав резко убывает, а их фитоценотическая структура претерпевает значительные изменения, связанные с тем, что здесь перекрываются ареалы ели и граба – двух компонентов древесного яруса дубовых лесов [1].

Территория Жорновской экспериментальной лесной базы (ЭЛБ) расположена в центральной части Европейской (широколиственной) геоботанической зоны. Растительность представлена великовозрастным дубом черешчатым, грабом обыкновенным, елью обыкновенной, березой повислой и осиной. Почва плодородная, с высоким содержанием гумуса, азота, с достаточным количеством влаги.

Грибы являются важнейшим компонентом гетеротрофного блока лесных экосистем и выполняют значительную роль в их нормальном функционировании [2, 3, 4]. Недостаточная изученность микобиоты лесных экосистем является причиной неадекватного к ним отношения. Глобальные экологические проблемы сместили интерес исследователей, изучающих видовой состав и биологию грибов, в область изучения влияния на лес экологических и антропогенных факторов, в частности рекреационных нагрузок. Но при этом часто упускается из внимания, как эти факторы воздействуют на грибные сообщества. Поэтому весьма актуальными представляются микологические исследования в дубовых древостоях в Беларуси, связанные с изучением закономерностей, управляющих численностью популяций грибов, их пространственной структурой и разнообразными типами взаимоотношений.

Л. Л. Великанов с соавторами в ряде статей считают, что агарикоидные базидиомицеты влияют не только на численность, но и на видовое разнообразие микромицетов, стимулируя одни и подавляя другие виды, меняя состав доминантов [5, 6].

Экологическая ниша грибов лесных экосистем Жорновской ЭЛБ представлена широким видовым спектром: высшие базидиальные грибы, сумчатые, дискомицеты, дейтеромицеты, гастермицеты, дрожалковые и комплексы микромицетов.

Цель данной работы заключалась в выявлении закономерностей формирования видowego состава макромицетов и комплексов микромицетов в различных слоях почвы в дубраве кисличной на территории Жорновской ЭЛБ. Представленные в статье результаты исследования показали новые

и интересные данные, которые в дальнейшем требуют более глубокого изучения.

**Материалы (объекты) и методы исследования.** Объектом исследования являлась микобиота дубрав, включая высшие базидиальные грибы и микромицеты почв.

Стационарная площадка заложена в дубраве кисличной (*Могилевская область, Жорновская ЭЛБ, кв. 55*) (ассоциация дубняк грабовый, возраст дуба 200 лет).

Описание площадки:

дубрава кисличная имеет зрелый древесный состав - дуб с примесью ели, граба; подрост, состоящий из этих же пород, осины, лещины; отпад и опад, находящийся в различной стадии разложения; хорошо развитую подстилку – до 6 см:

$A_0$  – самая верхняя часть почвенного профиля. Это легкая подстилка до 2,5 см, состоит из неразложившихся листьев, хвои, веточного опада;

$A_0A_1$  – поверхностный горизонт почвы до 2 см, более плотный, светло-коричнево-серый, в основном состоит из перезимовавшей листвы, слегка тронутой процессами ферментации;

$A_1$  – верхний темный горизонт почвы – до 1,5 см, очень плотный, влажный, темный, коричнево-серый, листья представляют бесформенную ровную массу, среди которой встречаются полуразложившиеся веточки.

По фракционному составу верхний слой ( $A$ )<sub>0</sub> можно разделить на участки:

а – листва всех лесообразующих пород в равных соотношениях;

б – преобладает листва дуба;

в – преобладает хвоя.

В исследованиях использовали традиционные для микологии и микробиологии методы. Изучение видового состава грибов проводилось методом рекогносцировочных и регулярных маршрутных исследований. Учет видового состава и сбор гербарного материала грибов осуществлялся с привлечением общепринятых методик: сравнительно-анатомической, морфологической и др. [7–13].

Отбор макромицетов проводился по горизонтам  $A_0$ ,  $A_0A_1$ ,  $A_1$ . Гербарные образцы шляпочных грибов засушивали и гербаризировали. Собранные образцы переданы в Гербарий MSK-F ИЭБ НАН Беларуси.

Пробы почвы отбирали в перегнойно-гумусовом ( $A_0A_1$ ) и гумусовом ( $A_1$ ) горизонтах. Из почвы готовили водные почвенные суспензии (навеска почвы 1 г в 100 мл стерильной воды) и методом последовательных серийных разведений производили посев на полноценную питательную среду (сусло-агар и агар с мальц-экстрактом) в 4-х повторностях, температура инкубации –  $26 \pm 1^\circ\text{C}$ , время роста – 5–7 дней [14].

В статье использованы сведения, собранные в период проведенных полевых экспедиционных исследований, литературные источники, материалы Гербария Института экспериментальной ботаники Национальной академии наук Беларуси (MSK-F).

Метод прямого посева почвы на агаризованную питательную среду Дж. Х. Уоркапа [14] для определения более полного видового состава почвенных микромицетов: навеску почвы (100–150 мг) высыпают на агаризованную поверхность питательной среды и стерильным шпателем аккуратно втирают в агар. Данные методы непосредственного посева почвенной суспензии применяют для установления видового состава грибов, заселяющих лесную почву. После визуального анализа микроорганизмов проводят изоляцию видов в чистые культуры путем многократных пересевов. Выросшие колонии грибов изолируются в пробирки с полноценной питательной средой для длительного хранения.

Идентификация макромицетов и микромицетов проводилась по культуральным и морфологическим признакам. Для идентификации микромицетов в культуре использовались определители [15–47]. Таксономическое положение родов выделенных нами грибов дано по системе, опубликованной в 8-м издании *“Ainsworth and Bisby's dictionary of the fungi”* [48].

**Результаты и их обсуждение.** Под действием грибов и отчасти бактерий в лесной подстилке образуются кислоты, которые проникают в почву и разрушают многие минералы. В верхней части почвы разрушаются все минералы, кроме кварца. Накапливаясь, он придает верхнему слою белесый цвет – цвет золы, вследствие чего почвы называются подзолистыми. Продукты разрушения минералов уносятся вниз, образуя горизонт вымывания бурого цвета. В отличие от деревьев, травы отмирают ежегодно. Они откладывают органическое вещество не только на поверхности почвы, но и внутри ее, в виде корневых остатков. Перегнивая, травы превращаются в разложившееся вещество, называемое гумусом, или перегноем почвы. Наиболее интенсивно гумус накапливается там, где трава густая, способная образовывать дернину. Во всех этих процессах активно участвуют грибы различных систематических групп.

Макромицеты играют огромную роль в жизнедеятельности лесных экосистем и являются ведущей популяционной структурой фитоценозов. Принимая активное участие в процессе минерализации растительных остатков, они оказывают непосредственное влияние на рост и продуктивность лесов. Изучение степени разнообразия грибных популяций и их сообществ позволяет, в определенной степени, охарактеризовать состояние лесных экосистем в целом.

Грибы пор. Agaricales или шляпочные грибы, являясь гетеротрофными организмами, широко распространены во всех типах леса. Мицелий расположен в зависимости от трофической принадлежности в различных слоях почвы (Ао-F1-4). Значительная часть шляпочных грибов относится к симбиотрофам, сапротрофам и ксилотрофам. Из них незначительное количество вы-



полняют функции паразитов. Макромицеты активно участвуют в процессах минерализации почвы, обладают способностью, также как и афиллофоровые грибы, утилизировать и практически полностью разлагать сложные высокомолекулярные соединения. Большая часть макрогрибов, образующих симбиотические связи с высшими растениями, относятся к пор. Boletales, Cortinarius, Lactarius, Russulales, Hygrophorales, но их количество в дубраве кисличной Жорновской ЭЛБ ограничено. Они тесно связаны с корневой системой высших растений, способствуют их росту и развитию.

Сапротрофные и ксилотрофные виды, наибольший процент которых встречается среди грибов пор. Tricholomatales, утилизируют органические соединения во всех слоях подстилки и почвы. В результате их жизнедеятельности образуются минеральные соединения, которые в дальнейшем легко усваиваются высшими растениями. Взаимоотношения всех гетеротрофных организмов обусловлены наличием органического субстрата, который и служит для них источником питания и экологической нишей. В процессе гумификации древесины, листвы и травы играют значительную роль и агариковые грибы. Они способны разлагать самые прочные древесные ткани. Это представители родов *Collybia*, *Tricholoma*, *Lepista*, *Paxillus*, *Mycena*, *Xeromphalina*, *Galerina*, *Pholiota* и др. [49–51].

В составе растительных остатков на площадке дубравы кисличной (кв. 55) большое место занимают древесные остатки: мелкие куски древесины, веточный опад. В их химическом составе преобладают целлюлоза, гемицеллюлоза и лигнин, которые составляют 90–95% от массы абсолютно сухой древесины. На долю остальных соединений – белков и различных смол, жиров, дубильных соединений приходится только 5–10%. Наиболее устойчивым из них является лигнин. Содержание его у хвойных пород высокое и довольно стабильное – 28–34%, у лиственных пород оно колеблется в более широких пределах – от 18 до 28%. Лигнин – сложное органическое вещество. У хвойных пород строение лигнина более простое, чем у лиственных пород, где он состоит из смеси нескольких полимеров. У травянистых растительных остатков присутствует лигнин двух типов: предшественники лигнина и сформировавшийся лигнин одревесневших тканей. Благодаря этой дифференциации лигнин травянистых остатков значительно быстрее подвергается распаду, нежели лигнин древесины.

В процессе разложения растительных остатков участвуют различные грибы, причем разным стадиям деградации соответствует и своеобразная микрофлора, которая обладает высокой деструктивной активностью ферментного аппарата. Грибы могут синтезировать различные ферменты, набор которых зависит от субстрата, на котором они поселяются. Разрушение грибами растительной клетчатки, древесины осуществляется благодаря способности к продуцированию целлюлозолитических, пектолитических, лигнинлитических ферментов и гемицеллюлоз.

Видовой состав шляпочных грибов на площадке дубравы кисличной представлен 54 видами. Большинство выявленных видов относится к различным группам сапротрофов (на почве, древесине и т. д.). Легко выделяются

доминирующие виды, редкие и очень редкие. Структурное формирование микоценоза шляпочных грибов дубравы кисличной имеет характерные особенности для зрелых и возрастных дубрав Беларуси.

Напочвенные грибы в дубраве кисличной состоят из видов двух основных отделов: Basidiomycota и Ascomycota. Первый представлен порядками: Boletales, Cortinariales, Russulales, Cantharellales, Dacrymycetales, Lycoperdales, Nidulariales, Phallales, Poriales, Schizophyllales. Второй отдел – Leotiales (syn. Helotiales), Tremellales, Pezizales, Xylariales, Нупокреales.

Сапротрофные ксилотрофные виды, наибольший процент которых встречается среди грибов пор. Tricholomatales, утилизируют органические соединения во всех слоях подстилки и почвы.

Мощный лиственный опад в Жорновских дубравах способствует произрастанию ксилотрофов и сапротрофов, которые активно утилизируют растительные остатки, способствуя этим гумификации почвы. Большим изобилием отличаются грибы родов *Collybia* и *Clitocybe*, которые и являются доминантами:

синузия ксилотрофов, которая располагается на древесном отпаде различных пород (граб, дуб, лещина, осина), находящихся в третьей стадии разложения: *Oudemansiella plathyphylla*, *Marasmius remealis*, *Mycena aciculata*, *M. galericulata* (A<sub>0</sub>);

на хвойном отпаде – *Mycena zephrus*, *M. alcalina*(A<sub>0</sub>);

на погребенной в почве древесине – *Mycena niveipes*, *M. galericulata*, *M. vitilis*, *M. Haematopoda* (A<sub>1</sub>);

на подстилке, в состав которой входят преимущественно листья дуба, были обнаружены: *Collybia confluens*, *C. butyracea*, *C. peronata*, *C. collina*, *C. dryophila*, *Mycena pura* (A<sub>0</sub>A<sub>1</sub>);

на площадке дубравы кисличной на почве был обнаружен сапротроф - краснокнижный гриб ***Grifola frondosa*** (Грифола многошляпочная), внесенный в Красную книгу в 2005 и 2015 годах (рис. 1). Гриб имеет III категорию национальной природоохранной значимости.

**Краткое описание *Grifola frondosa*.** Плодовые тела однолетние, крупные, диаметром 10–40 см, весом до 10 кг. Шаровидное плодовое тело состоит из центрального пенька с отходящими от него многократно ветвящимися ножками, которые заканчиваются плоскими языковидными шляпками шириной 4–8 см. Поверхность шляпки радиально-морщинистая, шероховатая, ореховая, иногда охрянобурая, по направлению к ножке всегда более светлая. Запах приятный, сохраняющийся при высушивании. Поверхность трубчатого гименофора низбегающая, белая, при высушивании кремовая. Поры округлые или слегка угловатые. Гифы широкие, с пряжками. Базидии булавовидные. Споры широкоэллипсоидальные, у основания косо оттянутые, толстостенные, гладкие, гиалиновые, размером 5–7 × 3,5–4,5 мкм, с зернистым содержимым.

**Численность и тенденции ее изменения.** Во всех местонахождениях численность вида невелика и подвержена годичным колебаниям. Встречаются единичные экземпляры.

**Интересные данные о грибе.** Японское название грифолы – «мейтаке» связано с его формой, которая напоминает танцующую нимфу. Происхождение названия мейтаке – «танцующий гриб», до сих пор вызывает дискуссии. По одной из версий, люди, которым посчастливилось найти этот гриб, танцевали от радости, так как в феодальную эпоху за этот гриб давали его вес в серебре, а по другой – прежде, чем сорвать этот гриб, необходимо было исполнить определенный ритуальный танец, иначе гриб терял свои свойства. Мейтаке иногда достигает гигантских размеров – свыше 50 см в диаметре и до 4 кг в весе. Поэтому не удивительно, что мейтаке – один из наиболее ценных и дорогих грибов в Японии.

Этот гриб традиционно используется в китайской и японской кулинарии. Он растет в диком виде в Японии и в диких лесах некоторых районов Китая. Грифола собирается в сентябре–октябре. Она растет главным образом около корней больших деревьев типа *Mizunara*, *Quercus*, *Buna*, *Fagus*, *Prunus*.

Грифолу в Китайской народной медицине называют «Zhu-ling», «Kei-sho» и «Shen Her Ben Kao jing» (Shen – священное писание, Her – трава). Его использовали для «уменьшения злобы и болезней живота, успокаивая нервы».

Грифола оказывает благотворное действие при сахарном диабете, синдроме хронической усталости, хроническом гепатите, ожирении, высоком артериальном давлении. Грифола помогает организму адаптироваться к стрессам и нормализует функции организма. Согласно данным исследований, этот гриб более эффективен при приеме одновременно с другими восточными грибами (shiitake).

Совместными усилиями микологов и фармакологов были открыты ценные медицинские свойства грифолы: кроме сильных противоопухолевых свойств эти грибы помогают при таких болезнях как артериальная гипертензия, диабет, атеросклероз, ожирение, и гепатит В и С, его противовирусная активность против вируса ВИЧ (СПИДА) также была подтверждена американским Национальным Институтом Рака еще в 1992 году.

Кроме вышеперечисленного, грифола обладает удивительным свойством снижать вес за счет нормализации обменных и гормональных процессов, поэтому препарат из этого гриба включен в знаменитую японскую систему похудения «Ямакиро».



**Рис. 1.** *Grifola frondosa* (DICKS.: FR.) S. F. GRAY.  
(=*Polyporus frondosus* DICKS.: FR.)

Анализ микроскопических грибов в почве дубравы кисличной показал, что являясь неизменными спутниками высших растений и почвы, они играют двоякую роль в лесном фитоценозе.

Сапротрофные виды активно участвуют в минерализации растительного сырья, в процессе круговорота веществ в природе, в то время как биотрофы вызывают серьезные заболевания основных древесных пород, подлеска и травянистого покрова вплоть до их выпадения, изменяя этим состав фитоценоза. Изучение микромицетов почвы как составной части гетеротрофного блока биогеоценоза, динамики их развития, позволяет установить виды индикаторы, с помощью которых появляется возможность определить состояние и жизнеспособность фитоценоза [51].

Большую роль в процессе разложения целлюлозы, инкрустированной лигнином, играют микромицеты различных систематических групп. Это представители родов *Fusarium*, *Chaetomium*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Rhizoctonia*, *Trichoderma* и др. Ряд микромицетов способны расщеплять пектин, который придает прочность растительным тканям, что ведет к активизации процессов гниения [52].

Из исследуемых образцов почвы, взятых в месте произрастания грифолы, в перегнойно-гумусовом ( $A_0A_1$ ) и гумусовом ( $A_1$ ) горизонтах было выделено 85 изолятов и определено 25 видов микромицетов, из которых 6 видов (24 %) микромицетов *Mortierella pusill*, *Mucor hiemalis*, *Rhizopus cohnii*, *Umbelopsis isabellina*, *U. ramanniana*, *U. vinacea* относятся к отделу *Zygomycota*. Остальные 19 видов (76%) – к анаморфным грибам отдела *Deuteromycota* (табл. 1).

Основу комплекса микромицетов в каждом местообитании составляют доминантные и часто встречающиеся виды. Их комплекс обычно представ-

лен 15–20 видами и может служить качественной мерой для сопоставления микологических свойств почвы. Т. Г. Мирчинк было показано [6], что каждый тип почвы соответствующего биоценоза содержит свой специфический грибной комплекс, который может быть определен на основании показателей частоты встречаемости вида, которая определяется отношением числа образцов данного вида к общему числу исследованных образцов. Виды с высокой пространственной встречаемостью (выше 60%) – доминирующие, 30–60% – часто встречающиеся виды, 10–30% – редкие, но типичные виды и ниже 10% – случайные [6].

**Таблица 1.** Видовой состав почвенных микромицетов дубравы кисличной

Вид	Встречаемость вида, %	Горизонт почвы <sup>1)</sup>
<i>Acremonium butyri</i> (J.F.H. Beyma) W. Gams	25±2,0	I
<i>A. apii</i> W. Gams	20±1,5	I
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl	25±1,0	I
<i>Aspergillus clavatus</i> Desm.	15±1,0	II
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link	20±1,0	I, II
<i>C. oxysporum</i> Berk. & Curt.	18±2,0	I, II
<i>Clonostachys candelabrum</i> (Bonord.) Schroers	8±1,0	I
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht.	9±2,0	I
<i>F. sporotrichiella</i> Bilai var. <i>poae</i> (Pk) Wr. emend Bilai	58±1,0	I
<i>F. sporotrichiella</i> Bilai var. <i>tricinctum</i> (Corda) Bilai	55±0,5	I
<i>Mortierella pusilla</i> Oudem	22±1,0	I, II
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer	15±1,0	I
<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom.	16±1,0	I, II
<i>P. citreo-viride</i> Biourge	5±1,0	II
<i>P. nigricans</i> Bainier ex Thom	20±2,0	I
<i>P. soppi</i> Zaleski	11±1,0	I, II
<i>Rhizopus cohnii</i> Berl. et De Toni	24±1,0	I
<i>Stachybotrys chartarum</i> (Ehrenb.) S. Hughes.	15±1,0	I
<i>Trichoderma hamatum</i> (Bonord.) Bainier	75±1,0	I
<i>T. viride</i> Pers	68±2,0	I, II
<i>T. koningii</i> Oudem.	54±1,0	I
<i>Verticillium lecanii</i> Goddard	6±1,0	II
<i>Umbelopsis isabellina</i> (Oudem.) W. Gams	38±1,0	I, II
<i>U. ramanniana</i> (Möller) Linnem	28±1,0	I
<i>U. vinacea</i> (Dixon-Stew.) Arx	25±2,0	I, II

Примечание: <sup>1)</sup> I - перегнойно-гумусовый (A<sub>0</sub>A<sub>1</sub>), II - гумусовый (A<sub>1</sub>).

Среди почвенных микромицетов дубравы кисличной доминировали представители рода *Trichoderma*. Наибольшее количество изолятов данного рода было выделено из перегнойно-гумусового горизонта, т. е. их развитие и жизнедеятельность происходит в основном в лесной подстилке. В выделенных штаммах преобладали – *Trichoderma hamatum* и *T. viride*. Виды *T.*

*koningii*, *Fusarium sporotrichiella* var. *poae*, *F. sporotrichiella* var. *tricinctum* и *Umbelopsis isabellina* были отнесены к часто встречающимся видам. Основная часть выделенных видов относится к редким. Это виды, которые выделяются постоянно из всех образцов почвы, но на чашках Петри представлены единичными колониями. Случайные виды (менее 10%) – *Clonostachys candelabrum*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium citreo-viride*, *Verticillium lecanii* также являются типичными обитателями почв, но из наших образцов почвы выделялись единично.

Из гумусового горизонта было выделено 32 изолята, идентифицировано 11 видов (44% от общего числа выделенных штаммов), из которых 3 вида – *Aspergillus clavatus*, *Penicillium citreo-viride*, *Verticillium lecanii* встречаются только в данном горизонте, а такие виды как *Cladosporium herbarum*, *C. oxysporum*, *Mortierella pusilla*, *Penicillium chrysogenum*, *P. soppi*, *T. viride*, *Umbelopsis isabellina*, *U. vinacea* выделялись из обоих почвенных горизонтов [53, 54].

Анализ видового разнообразия почвенной микофлоры дубравы кисличной показал, что основу комплекса составляют грибы рода *Trichoderma*, которые являются доминирующими в перегнойно-гумусовом горизонте. Гумусовый горизонт представлен в основном видами, типичными для почв. Отмечена высокая пространственная встречаемость *Trichoderma koningii*, *Fusarium sporotrichiella* и *Umbelopsis isabellina*, которые можно отнести к часто встречающимся видам, составляющим комплекс типичных почвенных микромицетов (табл. 1).

**Заключение.** Рост и развитие грибов (макромицетов и микромицетов) на и в почве возможны в определенных условиях окружающей среды, основными факторами которой являются температура, влажность, свет, кислород с одновременным отводом продуктов дыхания грибов, углекислота, кислотность среды. Характер их сукцессии определяется не только химическими и физическими данными состояния растительных остатков, но и взаимоотношениями между видами.

Видовой состав шляпочных грибов на площадке дубравы кисличной представлен 54 видами. Большинство выявленных видов относится к различным группам сапротрофов (на почве, древесине и т. д.). Мощный лиственный опад в Жорновских дубравах способствует произрастанию доминирующих видов ксилотрофов и сапротрофов, которые активно утилизируют растительные остатки, способствуя этим гумификации почвы.

Анализ видового разнообразия почвенной микофлоры дубравы кисличной показал, что основу комплекса составляют грибы рода *Trichoderma* и *Umbelopsis*, которые являются доминирующими в перегнойно-гумусовом и гумусовом горизонтах, они являются поздними звеньями сукцессии базидиальных ксилотрофных грибов растительных остатков. Почти все выделенные почвенные грибы участвуют в гумусообразовании и совместно с сапротрофными макромицетами образуют единый взаимосвязанный лигниноцеллюлозный комплекс грибов, который является регулятором продуктивности авто- и гетеротрофного блоков организмов.

Особенности структурного формирования микоценоза шляпочных грибов и микромицетов дубравы кисличной на территории Жорновской ЭЛБ характерны для зрелых и возрастных дубрав Беларуси. Комплекс доминирующих видов ксилотрофов и сапротрофов шляпочных грибов и комплекс видов микромицетов способствует произрастанию и развитию редкого, краснокнижного вида *Grifola frondosa*.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ-РФФИ № Б14Р-092 от 23.05.2014 г.

### Литература

1. Гельтман В. С. Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии. Минск : Наука и техника, 1982. 326 с.
2. Мухин В. А. Экологические оптимумы некоторых видов трутовых грибов в Западной Сибири // Ботанические исследования на Урале. Свердловск, 1984. С. 76–77.
3. Бурова Л. Г. Экология грибов макромицетов. М.: Наука, 1986. 222 с.
4. Бондарцева М. А. Определитель грибов России. СПб.: Наука, 1998, 391 с.
5. Великанов Л. Л., Сидорова И. И. // Микология и фитопатология. 1998. Т.32, вып.1. С. 33–36.
6. Великанов Л. Л., Сидорова И. И., Александровна А. В., Воронина Е. Ю. // Микология и фитопатология. 2005. Т. 39, вып. 2. С. 19–26.
7. Бурова Л. Г., Томилин Б. А. Изучение грибов как компонента биогеоценоза // Программа и методика биогеоценологических исследований / Под ред. Н. В. Дылис. М.: Наука, 1974. С. 122–131.
8. Васильева Л. Н. Методика изучения макромицетов в лесных фитоценозах // Проблемы изучения грибов и лишайников. Тарту, 1965. С. 5–13.
9. Мирчинк Т. Г. Почвенная микология. М., 1981. 231 с.
10. Шубин В. И. Макромицеты лесных фитоценозов таежной зоны и их использование. Л.: Наука, 1990. 197 с.
11. Билай В. И. Методы экспериментальной микологии. Киев, 1982. 233 с.
12. Одум Ю. Экология. – М.: Мир, 1986. Т. 2. 376 с.
13. Шмидт В. М. Математические методы в ботанике. Л.: ЛГУ, 1984. 288 с.
14. Билай В. И. Методы экспериментальной микологии. Киев, 1982. – 233 с.
15. Азбукина З. М. Ржавчинные грибы дальнего Востока. М.: Наука, 1974. – 527 с.
16. Билай В. И. Фузарии. Киев: Наук. думка, 1977. 439 с.
17. Билай В. И., Коваль Э. З. Аспергиллы. Киев: Наук. думка, 1988. 204 с.
18. Билай В. И., Курбацкая З. А. Определитель токсинообразующих микромицетов. Киев: Наук. думка, 1990. 236 с.
19. Бондарцева М. А. Определитель грибов России. Порядок Афиллофоровые. СПб.: Наука, 1998. Вып. 2. 264 с.
20. Бункина И. А., Коваль Э. З., Райтвир А. Г. Низшие растения, грибы и мохообразные советского Дальнего Востока. Грибы. Аскомицеты. Л.: Наука, 1991. Т. 2. 393 с.
21. Васильева Л. Н. Низшие растения, грибы и мохообразные советского Дальнего Востока. Грибы. Пиреномицеты и локулоаскомицеты. СПб.: Наука, 1998. Т. 4. 419 с.
22. Вассер С. П. Флора грибов Украины. Базидиомицеты: Аманитальные грибы. Киев: Наук. думка, 1992. 164 с.
23. Визначник грибів України: В 5-и т. Ф. Морочковский, З. Г. Лавіцька, М. Я. Зерова, М. Ф. Сміцька и др.; Под ред. Д. К. Зерова. Київ: Наук. думка, 1969. Т. 2: Аскомицеты. 516 с.

24. 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.
25. Визначник грибів України: В 5-и т. / М. Я. Зерова, С. Ф. Морочковский, Г. Г. Радзівський, М. Ф. Смицька; Под ред. Д. К. Зерова. Київ: Наук. думка, 1971. Т. 4: Базидіоміцети. 315 с.
26. Гвртишвили М. Н. Грибы рода *Cytospora* Fr. в СССР. Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1982. 214 с.
27. Егорова Л. Н. Почвенные грибы Дальнего Востока. Гифомицеты. Л.: Наука, 1986. 191 с.
28. Кириленко Т. С. Определитель почвенных сумчатых грибов. Киев: Наук. думка, 1978. 264 с.
29. Комарова Э. П. Определитель трutowых грибов Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1964. 335 с.
30. Купревич В. Ф. Научные труды в 4 т. / Акад. наук БССР; Под ред. Н. А. Дорожкина. Минск: Наука и техника, 1975. Т. 2: Определитель ржавчинных грибов СССР. 684 с.
31. Литвинов М. А. Определитель микроскопических почвенных грибов. Л.: Наука, 1967. 303 с.
32. Мельник В. А. Определитель грибов России. Класс Coelomycetes. Вып. 1. Редкие и малоизвестные роды. СПб.: Наука, 1997. 281 с.
33. Мельник В. А. Определитель грибов России. Класс Nephromycetes. Вып. 1. Сем. Dematiaceae. – СПб.: Наука, 2000. 371 с.
34. Мельник В. А., Попушой И. С. Несовершенные грибы на древесных и кустарниковых породах: Атлас. Кишинев: Штинница, 1992. 368 с.
35. Мельник В. А. Определитель грибов России. Класс Coelomycetes. Вып. 1. Редкие и малоизвестные роды. – СПб.: Наука, 1997. 281 с.
36. Мережко Т. А., Смык Л. В. Флора грибов Украины. Диапоральные грибы. Киев: Наук. думка, 1991. 216 с.
37. Минкявичус А. Й. Определитель ржавчинных грибов Литовской ССР (с учетом соседних территорий). – Вильнюс: Моклас, 1984. 273 с.
38. Наумов Н. А. Флора грибов Ленинградской области. Дискомицеты. М., Л.: Наука, 1964. Вып. 2. 257 с.
39. Осипян Л. Л. Микофлора Армянской ССР. Гифальные грибы. Ереван: Ереванский университет, 1975. Т. 3. 643 с.
40. Пидопличко Н. М., Милько А. А. Атлас мукоральных грибов. Киев: Наук. думка, 1971. 117 с.
41. Пылдмаа П. Фитопатогенные микромицеты Северной Эстонии. Таллин: Валгус, 1997. 322 с.
42. Смицкая М. Ф. Флора грибов Украины. Оперкулятные дискомицеты. Киев: Наук. думка, 1980. 224 с.
43. Смицкая М. Ф. Флора грибов Украины. Гипокреальные грибы. Киев: Наук. думка, 1991. 188 с.
44. Moser M. Röhrlinge und Blätterpilze (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales). Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1983. 534 S.
45. Смицкая М. Ф., Смык Л. В., Мережко Т. А. Определитель пиреномицетов УССР. Киев: Наук. думка, 1986. 364 с.
46. Сяржаніна Г. І. Базидіальныя грыбы Беларусі: балетальныя, агарыкальныя, руссуляльныя. Мінск.: Навука і тэхніка, 1994. 558 с.
47. Томилин Б. А. Определитель грибов рода *Mycosphaerella* Johans. Л.: Наука, 1979. 319 с.
48. 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.



49. Гапиенко О. С. // Биология, систематика и экология грибов в природных экосистемах и агрофитоценозах. Материалы Междунар. науч. конф. / ИЭБ им. В.Ф. Купревича (Минск, 20-24 сентября 2004 г.). Минск : ИООО «Право и экономика», 2004. С. 56–60.

50. Гапиенко О. С. // Материалы VI-ой Закавказской конф. по споровым растениям. Тбилиси, 1983. С.57–58.

51. Гапиенко О. С. Макромицеты дубовых лесов Беларуси и их роль в процессах минерализации растительных остатков. // Дисс. рукопис., 1985.

52. Афанасьева М. М., Серебренников В. М. // Микология и фитопатология. 1980. Т.14, вып.5. С. 410-414.

53. Шабашова Т. Г., Гапиенко О. С., Беломесяцева Д. Б. // Иммунология, аллергология, инфектология. 2010. № 1. С. 53.

54. Шабашова Т. Г., Беломесяцева Д. Б. // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сборник научных трудов ИЛ НАН Беларуси. 2009. Вып. 69. С. 657–662.

**О. С. ГАПИЕНКО, Т. Г. ШАБАШОВА, Д. Б. БЕЛОМЕСЯЦЕВА**  
**ХАРАКТЕРИСТИКА МАКРОМИЦЕТОВ И МИКРОМИЦЕТОВ**  
**ЭДАФОТОПОВ ДУБОВЫХ ЛЕСОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЖОРНОВСКОЙ ЭЛБ**

**Резюме**

В статье приведены результаты исследований структурного формирования микоценоза шляпочных грибов и микромицетов зрелой дубравы кисличной. Выделены комплекс доминирующих видов ксилотрофов и сапротрофов шляпочных грибов и комплекс видов микромицетов, имеющие характерные особенности для зрелых и возрастных дубрав Беларуси и способствующие произрастанию и развитию редкого, краснокнижного вида *Grifola frondosa*.

**O. S. GAPIENKO, T. G. SHABASHOVA, D. B. BELOMESYATSEVA**  
**CHARACTERISTIC OF MACROMYCETES AND MICROMYCETES COMMUNITY**  
**IN OAK GROVES EDAPHOTOPES ON ZHORNOUSKAYA EXPERIMENTAL**  
**FOREST STATION**

**Summary**

The article presents results of the research of mycocenosis structural formation including mushrooms and micromycetes in a mature wood sorrel oak forest. There is a complex of the dominating species of xylotrophic and saprotrophic mushrooms and a complex of the micromycetes indicative for mature and old oak groves in Belarus which facilitates growth and development of a rare species *Grifola frondosa*, included into Red Data Book.

*Поступила в редакцию 18.11.2015 г.*

С.И. КОРИНЯК, В.Н. ЛЕБЕДЬКО  
**ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ НА  
ОХРАНЯЕМЫХ ВИДАХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ - *SCORZONERA  
GLABRA RUPR* И *COTONEASTER MELANOCARPUS LODD.***

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники  
им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси», Минск*

**Введение.** Национальные парки являются комплексными природоохранными и научно-исследовательскими учреждениями, в задачи которых входит сохранение исторически сложившихся ландшафтов, генетического фонда растительного и животного мира, а также природных комплексов, компонентами которых являются редкие и исчезающие виды растений, внесенные в Красную Книгу Республики Беларусь.

С целью сохранения растительных комплексов национальных парков важное значение имеет оценка их фитосанитарного состояния, а также определение видового разнообразия грибов, вызывающих болезни высших сосудистых растений. Среди заболеваний наиболее распространены пятнистости листьев, причиной возникновения и развития которых являются анаморфные (несовершенные) грибы, оказывающие негативное воздействие на рост и развитие растений, что, в свою очередь, ведет к гибели организма, а порой к возникновению эпифитотий и вымиранию целых популяций.

Поэтому выявление вышеупомянутых микромицетов, определение их распространенности и степени поражения растений, разработка мер борьбы с фитопатогенами и внедрение защитных мероприятий имеют существенное значение для сохранения редких, исчезающих видов растений на особоохраняемых территориях Беларуси.

**Материалы и методы исследования.** Ботанические исследования проводились маршрутным методом в вегетационные периоды 2010, 2012, 2014 годов в Национальных парках «Нарочанский» и «Браславские озера». Изучение микобиоты растений сопровождалось сбором гербарного материала с видимыми симптомами поражения для дальнейших микологических исследований. Собранные образцы пораженных частей растений проходили дальнейшую камеральную обработку в лаборатории микологии Института экспериментальной ботаники Национальной академии наук Беларуси. При гербаризации материала и определении видового состава микромицетов использованы общепринятые методы, описанные В. И. Билай [1].

Для оценки степени поражения применяли определенные шкалы, где интенсивность поражения выражали баллами или процентами.

Шкала для учета пятнистостей, налетов и засыхания листьев:

0 – отсутствие поражения.

1 – поражено до 1/5 поверхности листа.

2 – поражено от 1/5 до 1/3 поверхности листа.

3 – поражено от 1/3 до 2/3 поверхности листа.

4 – поражено более 2/3 поверхности листа.

По данной шкале степень поражения листьев *Scorzonera glabra* к концу вегетационного периода достигает 2 баллов.

Распространенность, или частоту встречаемости болезни ( $p$ ) определяли подсчетом здоровых и больных растений и вычисляется по формуле:

$$p = H \times 100 / N,$$

где  $p$  – распространенность болезни в процентах,  $N$  – общее количество учтенных растений (здоровых и больных),  $H$  – количество больных растений.

Для определения и уточнения видовых названий растений использованы online определитель растений Plantarium [5], а также монография Н. Н. Цвелева [10]. Названия перечисляемых ниже видов грибов, а также их синонимы и анморфы приведены в соответствии с требованиями международной микологической глобальной базы данных – Index fungorum [13].

Образцы пораженных растений *Scorzonera glabra* Rupr и *Cotoneaster melanocarpus* Lodd. хранятся в Гербарии лаборатории микологии (MSK-F) Института экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси.

### Результаты и их обсуждение.

***Scorzonera glabra* Rupr. (= *S. ruprechtiana* Lipsch. et Krasch. ex Lipsch.). (Asteraceae). Козелец голый, семейство астровые.** Многолетнее травянистое растение. Корень цилиндрический, многоглавый, длинный; корневая шейка одета многочисленными щетинковидными волокнистыми остатками черешков прошлогодних листьев. Стебли (15) 25–50 см высотой и 3–6 мм толщиной, бороздчатые, полые, голые, под корзинкой нередко б. м. вздутые. Прикорневые листья цельные, сероватые или реже зеленые, от широколанцетных до продолговато-яйцевидных, суженные в крылатый черешок, вместе с которым 20–30 (40) см. длиной и (0,9) 1,2–3,5 (5) см шириной, голые, по краям ровные или волнистые, плоские; стеблевые в числе 2–3, при основании расширенные, нижний широколанцетный, верхние мелкие, чешуевидные. Корзинки одиночные, крупные, (3) 3,5–4 (4,5) см длиной вместе с цветками; обертка черепитчатая, 1,2–1,5 см шириной; наружные листочки широкояйцевидные, голые, внутренние – продолговатые; язычковые цветки желтые; семечки слегка изогнутые, голые, гладкие, ребристые, на верхушке в месте прикрепления хохолка с колечком из волосков; хохолок грязно-белый. Цветет в мае, плодоносит в июне [4, 9].

Произрастает в сосново-березовом лесу на крутом сухом эродированном склоне моренного холма с песчано-галечниковыми обнажениями в котловине озера Глубелька. Это единственное местонахождение на территории Беларуси. Здесь отмечены единичные экземпляры и небольшие группы растений на очень ограниченной площади. Данная популяция насчитывает несколько десятков особей.

**Статус.** I категория (CR) – вид, находящийся на грани исчезновения. Включен в Красную книгу Беларуси 1–4-го изданий (1981, 1993, 2005, 2015) [4].

Вид встречается в Восточной Европе, на севере России, Северной, Центральной, Восточной и Юго-Восточной Азии. Реликтовый бореально горно-таежный вид, находящийся на территории Беларуси в изолированном локалитете на значительном удалении от южной границы северо-европейского равнинно-таежного фрагмента ареала [4, 9].

В Беларуси впервые обнаружен Г.В. Вынаевым в 1976 году в Мядельском районе Минской области в окрестностях деревни Ольшево на территории ГПУ НП «Нарочанский».

### **Микромицеты, обнаруженные на *Scorzonera glabra* Rupr.:**

*Myrothecium* Tode, Fung. mecklenb. sel. (Lüneburg) 1: 25 (1790)

*Myrothecium tranzschelianum* Zerova & Tropova [as 'Transchelianum'], in Zerova, Zh. bio.-bot. Tsyklu, Kyev., 1933: 158 (1933). Anamorphic *Hypocreales* [3, 13].

Пятна бурые, коричневые, 0,3–0,7 см. в диаметре. Спорология на пятнах округлые, плоские, 0,1–0,3 мм в диаметре, черные, сливающиеся, обрамленные узкой белой каймой. Конидиеносцы нитевидные, простые. Конидии одноклеточные, овальные, иногда цилиндрические, без перегородок, 9–12 (12,5–14)×2,4–3 (3,6) мкм. Патоген, вызывает пятнистости листьев на видах рода *Scorzonera*.

На листьях *Scorzonera glabra* Rupr. (*Asteraceae*).

*Monodictys* S. Hughes, Can. J. Bot. 36: 785 (1958)

*Monodictys castaneae* (Wallr.) S. Hughes, Can. J. Bot. 36: 785 (1958). Syn.: *Hyphelia castaneae* Wallr. [as 'castanea'], Fl. crypt. Germ. (Norimbergae) 2: 244 (1833)., *Epochnium macrosporoideum* Berk. & Broome, Ann. nat. Hist., Mag. Zool. Bot. Geol. 1: 263 (1838)., *Stemphylium macrosporoideum* (Berk. & Broome) Sacc., Syll. fung. (Abellini) 4: 519 (1886)., *Stemphylium macrosporoideum* (Berk. & Broome) Sacc., Syll. fung. (Abellini) 4: 519 (1886) var. *macrosporoideum*., *Acrospeira macrosporoidea* (Berk. & Broome) Wiltshire, Trans. Br. mycol. Soc. 21 (3–4): 236 (1938)., *Stemphylium macrosporoideum* var. *spumarioides* Penz., (1882)., *Stemphylium macrosporoideum* var. *quercinum* Sacc., Syll. fung. (Abellini) 4: 519 (1886)., *Stemphylium macrosporoideum* var. *roseum* Fautrey, (1896)., *Stemphylium macrosporoideum* var. *fuscescens* Ferraris, Fl. ital. crypt., Fungi 1 (8): 489 (1912). Anamorphic *Dothideomycetes* [11, 13].

Колонии от бледно-лиловых до темно-серых или черных. Конидии закрученные на концах, неправильноокруглые, от средне до темно-коричневых, обычно шиповатые, базальная клетка иногда бледнее, чем остальные, 14–40×10–25 мкм. Сапротроф, в почве, воздухе, на различных субстратах, на отмерших травянистых растениях, встречается повсеместно.

На листьях *Scorzonera glabra* Rupr. (*Asteraceae*).

*Thielaviopsis* Went, Meded. Proefstn SuikRiet W. Java 5: 4 (1893)

*Thielaviopsis basicola* (Berk. & Broome) Ferraris, Fl. ital. crypt., Fungi 1 (8): 233 (1912). Syn.: *Torula basicola* Berk. & Broome, Ann. Mag. nat. Hist., Ser. 2 5: 461 (1850)., *Trichocladium basicola* (Berk. & Broome) J.W. Carmich., in Carmichael, Kendrick, Connors & Sigler, Genera of Hyphomycetes (Edmonton): 185 (1980). Anamorphic *Ceratocystis* [3, 6, 13].

Колонии серые или оливковые часто бархатистые. Конидиеносцы до 50×6–9 мкм. Артроконидии обычно в цепочках длительное время остаются вместе, напоминая многоклеточные конидии, потом разделяются, но с трудом, продолговатые или короткоцилиндрические, на вершине или с обеих концов закругленные, некоторые на обоих концах усеченные, средне или темно-золотисто-коричневые, гладкие, 7–2 мкм. в длину, 10–17 мкм. в толщину. Фиалиды до 100 мкм. в длину, 5–8 мкм. в толщину, в наиболее широкой части, суживающиеся до 3–4 мкм. Фиалоконидии цилиндрические, на концах усеченные, бесцветные, 7–17×2,5–4,5 мкм. Как сапротроф встречается в почве, на растительных остатках.

На листьях *Scorzonera glabra* Rupr. (Asteraceae).

Сроки появления заболевания, вызванного анаморфными грибами июнь, начало июля. Степень поражения в течение вегетационного периода с момента появления первых признаков возрастает от 0 до 3 баллов.

Распространенность заболевания (пятнистости), вызываемого фитопатогенными микромицетами, в пределах популяции *Scorzonera glabra* к концу вегетационного периода достигает 100%.

***Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt (Rosaceae). Кизильник черноплодный, семейство розоцветные.** Кустарник до 1,5 м. высотой. Молодые побеги рыхло-войлочно-волосистые, однолетние голые, блестящие, зеленые или красно-бурые. Листья на коротких черешках 1–3 (5) мм длиной, яйцевидные или эллиптические с тупой и большей частью выемчатой, редко с острой вершиной, 30–54 мм, сверху темно-зеленые, слегка волосистые, редко голые, снизу беловато-войлочные. Цветки по (3) 5–15, редко в большем числе в пазушных поникающих кистях или щитковидных метелках, с волосистой, иногда войлочной осью и более слабо опушенными, иногда почти голыми цветоножками. Гипантий голый или слегка опушенный, тычинок 20 с линейными нитями, на вершине внезапно суженными. Столбиков большей частью 3, реже 2, плоды обратно-яйцевидно-шаровидные, 7–9 мм длиной, незрелые буровато-красные, зрелые – черные с сизым налетом; косточек 2–3, со столбиком отходящим от верхней части. Цветет в июне – июле, плодоносит в августе – сентябре [4, 7].

Произрастает преимущественно на хорошо прогреваемых открытых и закустаренных склонах озерных котловин, редко как подлесок в сосновом лесу. Предпочитает богатые карбонатами почвы. Встречается одиночными экземплярами и небольшими группами в северной части Республики.

**Статус.** II категория (EN) – исчезающий вид. Включен в Красную книгу Республики Беларусь 2–4-го изданий (1993, 2005, 2015) [4].

Распространен в Атлантической, Центральной и Восточной Европе, Средиземноморье, Северной, Западной (Кавказ), Центральной и Восточной Азии. Евразийский вид, находящийся на территории Беларуси в изолированных локалитетах в пределах ареала [4, 7].

В Беларуси впервые обнаружен В.А. Михайловской в 1955 году в Минской области, Мядельском районе, окрестностях деревни Наносы, на западном берегу озера Нарочь.

### **Микромицеты, обнаруженные на *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt.**

*Alternaria* Nees, Syst. Pilze (Würzburg): 72 (1816) [1816–17].

*Alternaria alternata* (Fr.) Keissler. Bot. Zbl. 29: 434, 1912. Syn.: *Alternaria fasciculata* (Cooke & Ellis) L.R. Jones & Groul, 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)., *Torula alternata* Fries. Syst. mycol. (Lundae) 3 (2): 500 (1832)., *Ulocladium consortiale* Brook; fide NZfungi (2008). Anamorphic *Lewia*. [3, 6, 8, 11, 13].

Пятна различной формы, расплывчатые, ограниченные жилками листа, от коричневых до темно-бурых, занимают до 2/3, иногда и более, поверхности листа. Колонии обычно черные или оливково-черные, иногда серые. Гифы бесцветные, оливковые, буроватые, около 3–6 мкм толщиной. Конидиеносцы одиночные или в маленьких группах, простые или ветвистые, прямые или извилистые, иногда коленчатые бледно-, умеренно-оливковые или золотисто-коричневые, гладкие, до 50 мкм длиной и 3–6 мкм толщиной с одной или несколькими следами конидий. Конидии образуются в длинных, часто ветвистых цепочках, обратнобулавовидные, обратнотрушевидные, яйцевидные или эллиптические, часто с короткой конической или цилиндрической шейкой, иногда до 1/3 (но не более) длины конидии, от бледно- до умеренно-золотисто-коричневых, гладкие с количеством поперечных перегородок до 8 и обычно с несколькими продольными и косыми перегородками, 20–60 (37)×9–18 (13) мкм с бледной шейкой 2–5 мкм толщиной. Обычный сапрофит, на растительных субстратах, в почве. Космополит.

На листьях *Cotoneaster melanocarpus* Lodd. (*Rosaceae*).

Местонахождение: Окр. дер. Кезики, 2,4 км. на восток, южный склон невысокого холма, ксеромезофильный луг.

*Cladosporium* Link, Mag. Gesell. naturf. Freunde, Berlin 7: 37 (1816) [1815].

*Cladosporium cladosporioides* (Fres.) de Vries, Contrib. Knowledge of the Genus *Cladosporium* Link ex Fries: 57 (1952). Syn.: *Hormodendrum cladosporioides* (Fresen.) Sacc., Michelia 2 (no. 6): 148 (1880)., *Monilia humicola* Oudem., Arch. Néerlandaises des Sc. exacts et nat. 7: 286 (1902)., *Penicillium cladosporioides* Fresen., Beitr. Mykol. 3: 22 (1850). Anamorphic *Davidiella* [3, 6, 8, 11, 13].

Колонии распростерты, оливково-зеленые или оливково-коричневые, бархатистые, на обратной стороне на суловом агаре зеленовато-черные. Конидиеносцы хорошо или плохо выражены, иногда до 350 мкм длиной, но обычно намного короче, 2–6 мкм толщиной, бледно- или средне-оливковые, коричневые, гладкие или мелкобородавчатые. Базальные конидии одноклеточные или с одной перегородкой, до 30 мкм длиной, 2–5 мкм толщиной, гладкие или мелкобородавчатые. Конидии бледно-оливково-коричневые, гладкие, но у некоторых штаммов мелкобородавчатые, в длинных ветвистых цепочках, чаще одноклеточные, эллиптические или лимоновидные, 3–11×2–5 мкм большей частью 3–7×2–4 мкм. Сапротроф, на растительных субстратах, в почве. Распространен повсеместно, космополит.

На листьях *Cotoneaster melonocarpus* Fish. ex Blitt. (*Rosaceae*).

Местонахождение: Мяд. Нар. лесн., окр. дер. Наносы, кв. 109.

*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). Anamorphic *Davidiella* [3, 6, 8, 12, 13].

Колонии распростерты оливково-зеленые, бархатистые. Конидиеносцы обычно хорошо выражены, прямые или извилистые, часто узловатые и колленчатые, от бледно до средне или оливково-коричневых, гладкие или частично мелкобородавчатые, 300×4–8 мкм иногда с верхушечным или интеркалярным вздутием 9–11 мкм в диаметре. Конидии обычно в довольно коротких цепочках, продолговатые, в закругленными или эллиптические, одноклеточные или с 1–3 перегородками, от бледно до оливково-коричневых, с толстой оболочкой, густобордавчатые, 9–28×5–13 мкм (большей частью 15–25×7–10 мкм). Сапротроф, на растительных субстратах, в почве. Распространен повсеместно, космополит.

На листьях *Cotoneaster melanocarpus* Lodd. (*Rosaceae*).

Местонахождение: Окр. дер. Кезики, 2,4 км. на восток, южный склон невысокого холма, ксеромезофильный луг.

*Entomosporium* Lév., Bull. Soc. bot. Fr. 3: 31 (1856)

*Entomosporium mespili* (DC.) Sacc. Michelia 2 (no. 6): 115 (1880). Syn.: *Xylopora mespili* DC. 1830. Anamorphic *Diplocarpon* [2, 13].

Пятна красновато-бурые до почти черных, многочисленные, мелкие до 0,5 см в диаметре. Ложа на пятнах на верхней стороне листа в виде чернобурых подушечек. Конидиеносцы цилиндрические до 23 мкм в длину. Конидии крестовидно-четырёхклеточные. Верхняя клетка продолговато-овальная, овальная или почти круглая, толще нижней. Нижняя клетка продолговатой формы, иногда короче верхней. Боковые летки значительно меньше верхней и нижней клеток, 17,5–24,5×8,5–11,5 мкм. Патоген, вызывает пятнистости листьев.

На листьях *Cotoneaster melanocarpus* Lodd. (*Rosaceae*).

Местонахождение: Окр. дер. Кезики, 2,4 км. на восток, южный склон невысокого холма, ксеромезофильный луг. Мяд. Нар. лесн., окр. дер. Наносы, кв. 109.

Сроки появления заболевания, вызванного анаморфными грибами начало или середина июля. Степень поражения в течение вегетационного периода с момента появления первых признаков возрастает от 0–2, а иногда до 3 баллов.

Распространенность заболевания (пятнистости), вызываемого фитопатогенными микромицетами, в пределах популяции *Cotoneaster melanocarpus* к концу вегетационного периода достигает 70 %.

Поэтому, чтобы уменьшить балл поражения и распространенность заболеваний и избежать полного исчезновения редких видов, внесенных в Красную книгу Беларуси необходимо заранее предпринять возможные меры по защите растений от болезней. К ним относятся следующие:

Уборка и уничтожение растительных остатков (пораженных листьев, стеблей, цветков, плодов, опавшей осенней листвы).

Обработка почвы, а так же вегетирующих растений антигрибковыми фунгицидными препаратами в профилактических (предупредительных) и терапевтических (лечебных) целях.

Препараты, рекомендуемые для обработки пораженных растений: Бордоская смесь, Медекс-М, Ордан, Оксихом, Скор, Топаз, Пенкоцеб и др.

Обработки проводятся в течение периода вегетации с целью защиты наземных частей растения от заражения фитопатогенными грибами и в период покоя для подавления зимующих стадий возбудителей болезней, находящихся на растительных остатках, опавшей листве и в почве.

Во время работы с химическими препаратами следует соблюдать меры предосторожности, указанные на упаковке.

**Закключение.** В результате проведенных ботанико-микологических исследований охраняемых видов сосудистых растений - *Scorzonera glabra* Rupr. и *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt. выявлено 7 видов анаморфных микромицетов. Таксономический анализ данной микобиоты показывает, что большинство идентифицированных видов (грибы родов *Alternaria*, *Cladosporium*, *Monodictys*) в сформировавшихся микоценотических комплексах являются сопутствующими и относится к сапротрофным. Однако наличие отдельных очагов инфекции указывает на то, что при благоприятных для развития грибов погодных условиях наряду с патогенами (грибы родов *Entomospodium* и *Myrothecium*), имеющих четкую приуроченность к определенным видам растений, сапротрофы также могут выступать в роли возбудителей пятнистостей вегетативных органов и провоцировать развитие эпифитотий.

Таким образом, результаты проделанной работы свидетельствуют о необходимости проведения систематических исследований, а также разработки и внедрения профилактических мер борьбы с данной группой грибов,



что позволит свести к минимуму ущерб, наносимый фитопатогенами, и сыграть существенную роль в вопросе сохранения биоразнообразия флоры на особо охраняемых природных территориях Беларуси.

### Литература

1. Билай В. И. Методы экспериментальной микологии. Киев : Наукова думка, 1982. 552 с.
2. Василевский, Н. И. Паразитные несовершенные грибы. Определитель: в 2 т. / Н. И. Василевский, Б. П. Каракулин. – 1-е изд. – М.Л.: Академия наук СССР, 1937. – Т. 2: Меланкониальные. – 457 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. Растения. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений растения / М. Е. Никифоров [и др.]; под общ. ред. И. Н. Качановского. 4-е изд. Минск: Беларуская энцыклапедыя імя Пётруся Броўкі. 448 с.
5. Орешкин Д. Plantarium / Д. Орешкин, Д. Мирин // Определитель растений on-line. Copyright © 2003–2009. Mode of access: <http://www.plantarium.ru/> – Date of access: 29.06.2015.
6. Пидопличко Н. М. Грибы – паразиты культурных растений. Определитель: в 3 т. 1 изд. Киев : Наукова думка, 1977. Т. 2: Грибы несовершенные. 299 с.
7. Пояркова, А. И. Род *Cotoneaster* / А.И. Пояркова // Флора СССР: в 30 т. / под ред. С.В. Юзепчука. – М.; Лн.: Изд-во АН СССР, 1939. Т. 9. С. 319-333.
8. Флора споровых растений Казахстана. Несовершенные грибы. Монилиальные / С. Р. Шварцман [и др.]; под общ. ред. С.Р. Шварцмана. Алма-Ата: Наука, 1975. Т. VIII. Ч. 2. 520 с.
9. Цвелев, Н. Н. Род *Scorzonera* / Н. Н. Цвелев // Флора Европейской части СССР / под. ред. Н. Н. Цвелева. Л.: Наука, 1989. Т. 8. С. 37–46.
10. Цвелев Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-западной России. – Санкт-Петербург: СПХФА, 2000. 782 с.
11. Ellis M. B. Dematiaceous hyphomycetes. 1-t ed. Surrey: Kew, 1971. – 608 p.
12. Ellis M. B. More dematiaceous hyphomycetes. 2-d ed. Surrey: Kew, 1976. 507 p.
13. 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: 30.06.2015.

С. И. КОРИНЯК, В. Н. ЛЕБЕДЬКО  
**ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ  
НА ОХРАНЯЕМЫХ ВИДАХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ –  
*SCORZONERA GLABRA* RUPR И *COTONEASTER MELANOCARPUS* LODD.**

#### Резюме

В статье приводятся данные о ботанико-микологических исследованиях, проведенных в вегетационные периоды 2010, 2012, 2014 годов на территории Национальных парков «Нарочанский» и «Браславские озера». В лесных и луговых фитоценозах проведены сборы пораженных охраняемых растений и идентификация анаморфных грибов. На охраняемых видах *Scorzonera glabra* и *Cotoneaster melanocarpus* идентифицировано 7 видов микромицетов. Некоторые из идентифицированных микромицетов являются возбудителя-

ми пятнистостей листьев и могут представлять потенциальную опасность для редких видов растений лесных и луговых фитоценозов НП «Нарочанский» и «Браславские озера».

S. I. KORINIAK, V. N. LEBEDKO

**PATHOGEN FUNGEE ON PROTECTED SPECIES OF VASCULAR PLANTS -  
SCORZONERA GLABRA RUPR AND COTONEASTER MELANOCARPUS LODD.**

**Summary**

The article told about mycology research having been done at the vegetation periods of time 2010, 2012, 2014 at the territory of National parks «Narochanskiy» and «Braslav lakes». At the forest and meadow phytocenoses the work to collection of plants and identification of anamorphic fungi was done. In result of the work 7 species of fungus on *Scorzonera glabra* and *Cotoneaster melanocarpus* were identified. Some of them are agents of plants spots. Under the auspicious weather conditions the pathogens can be represent a danger for higher plants of forest and meadow phytocenoses of National parks «Narochanskiy» and «Braslav lakes».

*Поступила в редакцию 18.11.2015 г.*

**ОЦЕНКА ПОРАЖЕННОСТИ ЗРЕЛЫХ И ПРИСПЕВАЮЩИХ  
ДУБРАВ БЕЛАРУСИ СТВОЛОВЫМИ ГНИЛЯМИ***Лесоуправляющее республиканское унитарное предприятие «Белгослес»*

**Введение.** По современным представлениям, дереворазрушающие грибы, обитающие в лесных биогеоценозах, выполняют в них важнейшие функции регуляции процессов накопления и разложения растительных остатков. Одновременно часть из них, составляющая группу так называемых «факультативных сапротрофов», поражает живые деревья и участвует, таким образом, в формировании структур лесных фитоценозов. С эволюционной точки зрения комплекс дереворазрушающих грибов можно рассматривать как внутренний механизм регуляции лесных сообществ, действие которого направлено на формирование более совершенных (адаптированных, устойчивых) фитоценозов на пути их сукцессионного развития в отсутствие внешних стрессовых воздействий на древостой [1, 2].

С хозяйственной точки зрения развитие на живых деревьях дереворазрушающих грибов представляется безусловно вредным явлением, с которым персонал лесного хозяйства вынужден либо мириться при небольших размерах гнилевого поражения, либо предпринимать меры по профилактике и активной защите от данных патогенов, либо ликвидировать последствия их воздействия на древостой. В любом случае для принятия соответствующих управленческих решений необходимо обладать информацией о распространенности и степени поражения насаждений грибами дереворазрушающего комплекса.

В связи с относительно высоким установленным возрастом спелости древостоев и длительным оборотом рубки в дубовых лесах поражение их дереворазрушающими базидиомицетами приобретает особое значение, поскольку процесс накопления деревьев, пораженных гнилевыми патогенами, прогрессирует с увеличением возраста древостоев. Как показывает практика, от данной патологии сильнее всего страдают насаждения, исключенные по разным причинам из расчета главного пользования, в которых происходит накопление старовозрастных деревьев. Это в первую очередь участки, расположенные на особо охраняемых природных территориях, пойменные дубравы, особо защитные участки леса и насаждения, входящие в состав некоторых категорий защитности (лесопарковые части зеленых зон, городские леса и некоторые другие).

В различных регионах Восточной Европы уровень поражения дубрав гнилевыми патогенами может достигать существенных величин. Так, по данным А. Т. Вакина [3], в южной лесостепи пораженность дуба в нагорных (суходольных) дубравах изменяется в пределах 9–58% от числа стволов, имея тенденцию возрастания доли пораженных гнилевыми инфекциями деревьев с увеличением среднего возраста древостоев. В пойменных дубравах пора-

женность выше, и составляет 23–66% от числа стволов. Особое внимание автор обращает на большую скрытую зараженность дуба дереворазрушающими грибами в молодом возрасте. Для того же региона Н. Н. Селочник приводит данные о встречаемости базидиомицетов, вызывающих гнили ствола на уровне 2% от числа деревьев в нагорных дубравах 50–80 лет, до 12% в пойменных дубравах и до 24% в перестойных насаждениях [4]. По данным Б. П. Чуракова [5], в дубравах Среднего Поволжья отмечается довольно сильное поражение деревьев отдельными видами дереворазрушающих грибов. Автор указывает на высокую зараженность деревьев дубовым трутовином (*Inonotus dryophilus* (Berk.) Murr.), ложным дубовым (*Phellinus robustus* (Karst.) Bourd. et Galz.) и дубравным (*Inonotus dryadeus* (Pers.: Fr.) Murr.) трутовиками – до 49,5, 13,3 и 8,2% соответственно.

Н. И. Федоров для дубрав Беларуси, обследованных в относительно благополучный для данной лесной формации период 1993–1998 годов на площади более 10 тыс. га [6], указывает общий уровень совместного поражения корневыми и стволовыми гнилями в 5,8% обследованной площади.

Как известно, впоследствии состояние дубрав Беларуси резко ухудшилось, и 2003–2008 годы ознаменовались массовым усыханием дубовых древостоев [7]. Это явление типично для дубовой формации и происходит периодически, имея в русскоязычной литературе соответствующее название – «депрессия» дубовых лесов. Лесопатологические параметры древостоев в этот период существенно изменяются.

Распространенность гнилевых фаутов определенным образом зависит от лесоводственных параметров насаждения. Одной из важнейших характеристик, влияющей на пораженность лесов различными патогенами, является средний возраст древостоя. Современные спелые и перестойные белорусские дубравы, которые подвергались усыханию в 2003–2008 годах, сформировались, как правило, после сплошнолесосечных или выборочных (приисковых) рубок, проведенных во второй половине XIX – начале XX веков [8]. Различия в их возрастной структуре могут быть весьма существенными – от преимущественно разновозрастных суходольных дубрав до имеющих несколько возрастных поколений пойменных насаждений. В условиях Беларуси при таксации леса эти поколения, как правило, не выделяются. Дубравы, имеющие возраст до 100 лет, чаще всего представлены одним поколением дуба, хотя возрастной спектр сопутствующих пород в них может быть довольно разнообразен.

По литературным данным [6, 9], в условиях республики наиболее распространенными возбудителями коррозийных гнилей на дубе являются ложный дубовый (*P. robustus* (Karst.) Bourd. et Galz.) и дубовый (*I. dryophilus* (Berk.) Murr.) трутовики. Среди грибов, вызывающих деструктивный тип гниения, чаще встречается серно-желтый трутовик (*Laetiporus sulphureus* (Bull.: Fr.) Murr.). Видовой состав грибов, относящихся к факультативным сапротрофам, на дубе значительно шире [9, 10], но в данной работе мы ставили задачу оценить общую распространенность и степень гнилевого пора-

жения дубрав в различных географических регионах Беларуси, без приуроченности к каким-либо конкретным видам дереворазрушающих грибов. Кроме того, мы попытались проследить зависимость встречаемости данной патологии от лесоводственных характеристик насаждений, чтобы использовать в дальнейшем накопленную информацию для обоснования лесопатологического районирования дубовых лесов.

**Материалы и методы исследований.** Степень поражения стволовыми гнилями устанавливалась по доле живых деревьев дуба (I–IV категорий санитарного состояния), пораженных (имеющих внешние признаки поражения) этим заболеванием в древостое. Слабой считалась степень поражения при количестве пораженных деревьев до 10%, средней – 11–30%, сильной – 31% и более. Очагами стволовых гнилей считались участки, пораженные в средней и сильной степени.

Относительную пораженность дереворазрушающими грибами дубовых насаждений различных возрастных групп, типов леса, полноты и состава древостоя рассчитывали для каждого лесхоза как отношение площади пораженных насаждений в определенной возрастной группе, типе леса, группе полноты или состава древостоя к общей площади обследованных дубрав соответствующей возрастной группы, типа леса, группы полноты или состава древостоя. В данной работе использовалась классификация типов леса и районирование лесной растительности Беларуси по И. Д. Юркевичу, В. С. Гельтману [11].

**Результаты и их обсуждение.** При проведении экспедиционного лесопатологического обследования спелых, приспевающих и, частично, средне-возрастных дубрав в 33 лесхозах Беларуси за период 2006–2008 годов на площади 67 433,5 га, поражение их стволовыми гнилями выявлено на 42 663,1 га, что составляет 63,3% обследованных насаждений. В дубравах данной возрастной группы эта патология является наиболее распространенной среди прочих неблагоприятных биотических факторов, превосходя по встречаемости такие явления, как поражение армилляриозной гнилью, опухолевидным поперечным раком и усыханием ветвей, а также повреждения листогрызущими и стволовыми вредителями [7]. Очаговое поражение стволовыми гнилями отмечено на площади 23 190,1 га (34,3% обследованной), а древостои, пораженные в сильной степени, выявлены на площади более 5 тыс. га.

Распространенность гнилевого поражения в различных регионах республики существенно отличается. В меньшей степени поражены стволовыми гнилями дубравы северной лесорастительной подзоны дубово-темнохвойных лесов (см. табл.).

В центральной и южной подзонах встречаемость данной патологии резко возрастает, превышая уровень в 80% площади обследованных насаждений. Чаще всего поражение дубрав грибами-биотрофами можно встретить в Березинско-Предполесском лесорастительном районе при максимальной степени поражения древостоев данными патогенами в этом регионе.

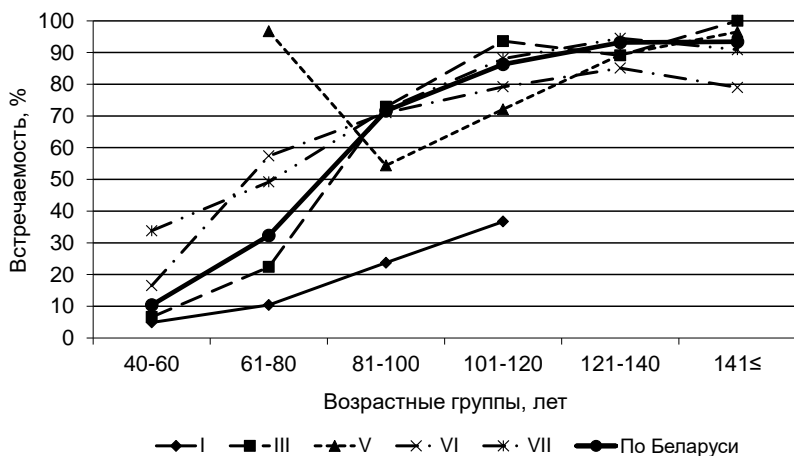
**Таблица.** Степень поражения дубрав Беларуси стволовыми гнилями (2006–2008 гг.)

Лесорастительный район	Обследовано всего, га	Площадь пораженных насаждений, га / %			
		общая	в т. ч. по степени поражения (общая – 100%)		
			слабая	средняя	сильная
<b>I. Подзона дубово-темнохвойных лесов (северная)</b>					
Западно-Двинский	1071,2	79,3	53,6	25,1	0,6
		7,4	67,6	31,6	0,8
Оршанско-Могилевский	17298,9	2742,4	1326,2	1111,1	305,1
		15,9	48,4	40,5	11,1
Итого по подзоне I	18370,1	2821,7	1379,8	1136,2	305,7
		15,4	48,9	40,3	10,8
<b>II. Подзона грабово-дубово-темнохвойных лесов (центральная)</b>					
Березинско-Предполесский	3547,5	3049,5	880,7	1902,6	266,2
		86,0	28,9	62,4	8,7
<b>III. Подзона широколиственно-сосновых лесов (южная)</b>					
Бугско-Полесский	6708,8	4970,2	3590,7	1158,0	221,5
		74,1	72,2	23,3	4,5
Полесско-Приднепровский	38807,1	31821,7	13671,8	13919,7	4230,2
		82,0	43,0	43,7	13,3
Итого по подзоне III	45515,9	36791,9	17262,5	15077,7	4451,7
		80,8	46,9	41,0	12,1
Всего по подзонам I–III	67433,5	42663,1	19523,0	18116,5	5023,6
		63,3	45,7	42,5	11,8

Анализируя распространенность стволовых гнилей в дубравах различного возраста (рис. 1), можно отметить, что в целом по республике наблюдается тенденция увеличения встречаемости данного явления с увеличением среднего возраста древостоя. Эта закономерность явно выражена в насаждениях всех обследованных лесорастительных районов, что хорошо иллюстрирует процесс накопления пораженных стволовыми гнилями деревьев по мере роста и развития древостоев дуба.

Обращает на себя внимание большая встречаемость стволовых гнилей, выявленная нами в 2006–2008 годах по сравнению с материалами обследования 1990-х годов, приведенными Н. И. Федоровым [6]. Так, по данным автора, в дубравах подзоны широколиственно-сосновых лесов совместная распространенность корневых и стволовых гнилей в насаждениях III, IV, V и более классов возраста составляет соответственно 2,9, 8,2 и 19,6% обследованной площади. По нашим данным для этого региона, которые характеризуют только пораженность стволовыми гнилями (армиллариозная гниль корней исключена), распространенность этой патологии составляет 32,1, 50,6 и 71,9 % обследованной площади соответственно (рис. 1). Очевидный резкий рост встречаемости гнилевого поражения за истекшие ~15 лет, по нашему мнению, следует связывать с известным фактом массового усыхания дубовых насаждений в южной и центральной частях республики, которое зафик-

сировано в период 2003–2008 годов [7]. Возможно, что усыхание части кроны ослабленных деревьев создает множество дополнительных путей для проникновения в ствол дуба гнилевых инфекций. Другим объяснением такого положения может быть изменение возрастной структуры дубрав, хотя мы старались проводить сравнение, сопоставляя насаждения примерно одинаковых возрастных групп. С повышением среднего возраста в дубовых древостоях могут накапливаться и лучше проявляться ранее скрытые признаки поражения деревьев стволовыми гнилями. В любом случае, объяснять причины имеющихся различий, располагая только данными рекогносцировочного обследования, довольно сложно. Лучше эту проблему рассматривать, опираясь на результаты периодических пересчетов деревьев на постоянных пробных площадях, но, в силу ограниченности объема статьи, этот вопрос следует освещать в рамках отдельной публикации.



**Рис. 1.** Распространенность стволовых гнилей в дубравах различного возраста (2006–2008 гг.).

Примечание: Здесь и далее нумерация лесорастительных районов следующая: I – Западно-Двинский; III – Оршанско-Могилевский; V – Березинско-Предполесский; VI – Бугско-Полесский; VII – Полесско-Приднепровский

Полнота древостоев является одним из динамичных лесоводственных показателей, который зависит не только от закономерностей роста насаждения, но и от патологических процессов и хозяйственной деятельности, сопровождающих развитие древостоя на всех этапах его формирования. В свою очередь полнота, через которую можно количественно выразить степень сохранности лесной среды, оказывает влияние на распространение патологических процессов в насаждении. Анализируя распространенность стволовых гнилей в дубравах различной полноты (рис. 2), можно сделать заключение,

что в целом по республике наблюдается тенденция повышения встречаемости данного патологического фактора при снижении полноты насаждений в широком диапазоне – от 7,7% при полноте 0,8–1,0 до 95,0% при полноте ниже 0,3.

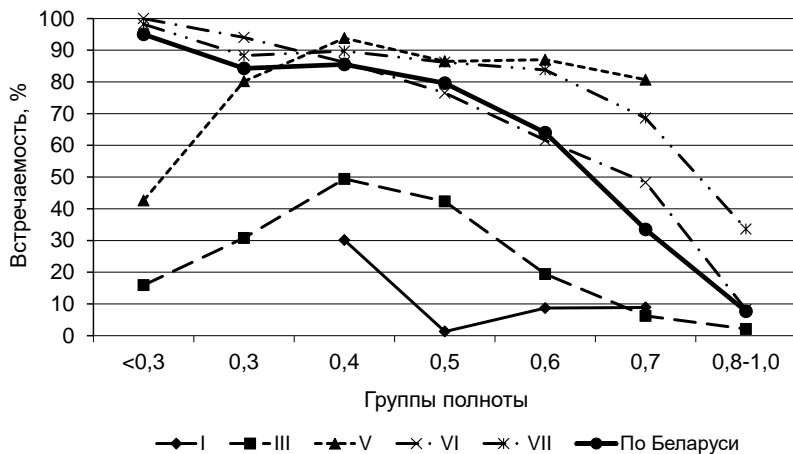


Рис. 2. Распространенность стволовых гнилей в дубравах различной полноты (2006–2008 гг.)

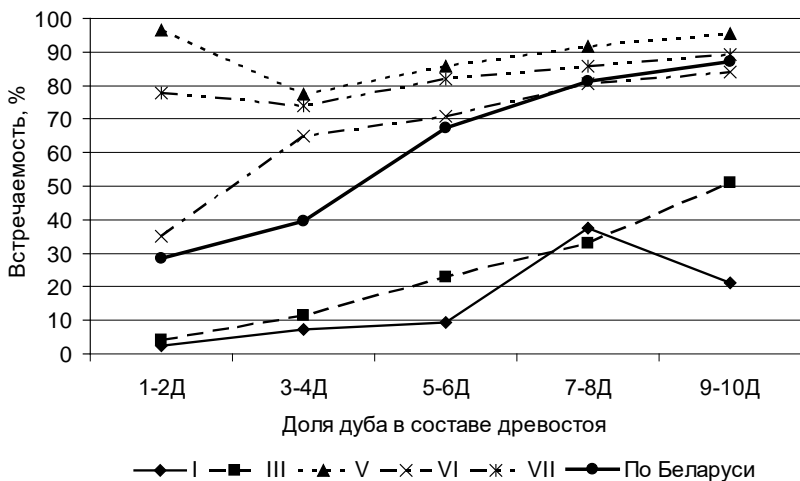
В дубравах северной и южной подзон данная тенденция достаточно четко просматривается в широком диапазоне полноты, а в центральной подзоне – Березинско-Предполесском лесорастительном районе – этого не происходит. Встречаемость гнилевого поражения здесь колеблется в пределах 80,2–93,8% в насаждениях всего имеющегося полнотного ряда (за исключением полноты ниже 0,3).

Это означает, что в центральном регионе пораженность дубрав гнилевыми болезнями фактически не зависит от полноты. Данное явление может быть связано здесь с высокой долей пойменных дубрав и старовозрастных насаждений (подробнее см. ниже). В целом тенденция повышения встречаемости стволовых гнилей при снижении полноты может объясняться как увеличением возраста древостоев под воздействием хозяйственной деятельности, которое имеет место в дубравах республики [12, 13], так и непосредственным влиянием патологических процессов, приводящим к гибели части деревьев и снижению, таким образом, полноты насаждений.

Доля дуба в составе насаждения также является динамичным параметром, на который существенное влияние могут оказывать процессы, приводящие к усыханию части деревьев и изменению коэффициента участия главной породы в древостое. Зависимость гнилевого поражения дубрав от этого пока-



зателя в целом по республике свидетельствует о возрастании распространенности данного процесса с увеличением доли дуба в составе древостоя от 28,3% при 1–2Д до 87,1% при 9–10Д (рис. 3). Подобная тенденция более или менее четко прослеживается во всех обследованных лесорастительных районах. Повышенную долю пораженных стволовыми гнилями дубрав в насаждениях с участием 1–2Д в Березинско-Предполесском и Полесско-Приднепровском лесорастительных районах не следует принимать во внимание из-за относительно небольшой обследованной площади лесов в данных группах и вероятности случайного попадания туда пораженных стволовыми гнилями древостоев.



**Рис. 3.** Распространенность стволовых гнилей в дубравах с различным участием дуба в составе древостоя (2006–2008 гг.).

Очевидно, что более высокая доля участия дуба в составе древостоя способствует ускоренному накоплению деревьев, имеющих гнилевое поражение. Скорее всего, это связано с более быстрой передачей инфекционного начала от дерева к дереву в таких древостоях, и подтверждает тот широко известный факт, что повышение плотности популяции растения-хозяина влечет за собой повышение плотности популяции патогенов [14].

Тип леса является относительно стабильной характеристикой насаждения, определяется эдафическими условиями и породным составом древостоя, и патологические процессы только в случае их значительного развития в древостое могут повлиять на изменение данного показателя. При рассмотрении гнилевого поражения дубрав различных типов леса (рис. 4), обращает на себя внимание более высокая пораженность пойменных насаждений

(92,3%) и близких к ним дубрав луговиковых (89,9%), по сравнению с суходольными насаждениями (59,0%). В целом по республике ни один из обследованных суходольных типов леса, за исключением дубравы луговиковой, не достигает уровня поражения пойменных насаждений.

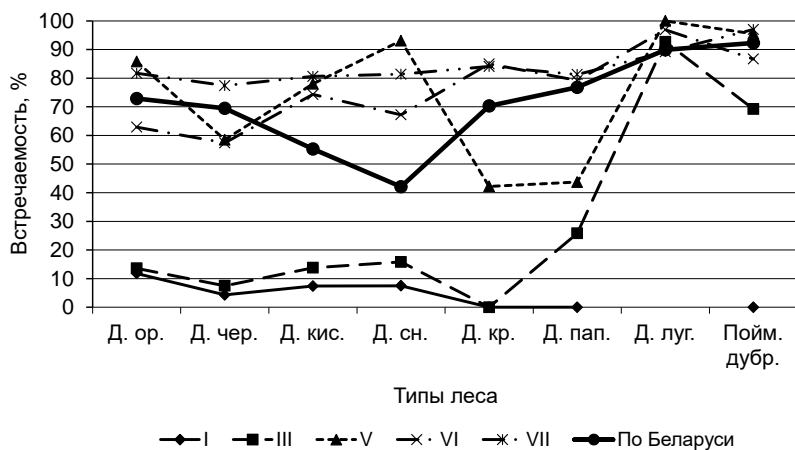


Рис. 4. Распространенность стволовых гнилей в дубравах различных типов леса (2006–2008 гг.)

Среди суходольных дубовых насаждений республики несколько ниже встречаемость стволовых гнилей в дубравах снытевой и кисличной, хотя во многих лесорастительных районах наиболее устойчивы к гнилевому поражению дубравы черничные. Как следует из приведенных данных, в большей степени страдают от гнилевых фаутов насаждения, растущие в условиях неустойчивого гидрологического режима, подвергающиеся периодическому затоплению. Это справедливо для всех пойменных типов леса, а также для дубравы луговиковой. В зависимости от географических и климатических условий распространенность данной патологии в различных суходольных типах леса может изменяться, что показано на примере нескольких лесорастительных районов (рис. 4).

**Заключение.** Рассматривая результаты изучения распространенности гнилевого поражения дубрав, можно констатировать, что данное явление встречается по всей республике и имеет определенные географические особенности. Наиболее широко эта патология дуба представлена в Полесско-Приднепровском, Бугско-Полесском и особенно Березинско-Предполесском лесорастительных районах, то есть там, где в основном происходило массовое усыхание дубовых насаждений в 2003–2008 гг. В подзоне дубово-темнохвойных лесов встречаемость этого явления резко снижается. Его распространению в дубравах республики содействуют повышение среднего воз-

раста древостоев от 40 до 140 и более лет, снижение полноты, увеличение доли дуба в составе древостоя. Более широко поражение деревьев дереворазрушающими грибами встречается в пойменных дубравах и близких к ним сходных типах леса (Д. луговиковая).

Различия во встречаемости данной патологии в разных географических регионах республики следует объяснять в первую очередь неоднородной лесоводственной характеристикой дубрав [12]. В относительно молодых смешанных насаждениях с небольшим участием дуба в составе древостоя, характерных для подзоны дубово-темнохвойных лесов, складываются неблагоприятные условия для распространения гнилевых болезней. Их встречаемость здесь минимальная. Для подзоны широколиственно-сосновых лесов характерно большее участие в лесном фонде спелых и перестойных дубрав, как правило, низкополнотных и с меньшей примесью сопутствующих пород, что немедленно отражается на распространении в данном регионе стволовых гнилей. Березинско-Предполесский лесорастительный район характеризуется высокой долей (более 50%) пойменных дубрав среди обследованных насаждений, чем и следует, с нашей точки зрения, объяснять максимальную встречаемость в данном регионе гнилевого поражения дубовых древостоев.

Необходимо принимать во внимание также и наличие скрытой зараженности стволовыми гнилями, которая, по данным А. Т. Вакина [3], может быть весьма значительна, особенно в средневозрастных дубравах. Данные о поражении дубрав гнилевыми болезнями, собранные нами на основании визуального рекогносцировочного обследования, безусловно, не отражают полностью реальной картины, и представляют лишь приблизительную оценку лесопатологической ситуации, связанной с занижением реального уровня распространенности гнилевых болезней в дубравах.

Для устранения этой погрешности недостаточно проведения простой оценки пораженности древостоев стволовыми гнилями на пробных площадях; необходима диагностическая рубка всех деревьев дуба на тестовых участках с раскряжкой стволов на сортименты. Очевидно, что такая работа очень трудоемка, и мы были не в состоянии ее осуществить в силу ограниченности людских ресурсов.

Несмотря на то, что гнилевого поражение дубрав считается типичным фактором хронического типа (стресс-независимым фактором), обследование 2006–2008 годов неожиданно показало резкий рост встречаемости этого заболевания за предыдущие ~15 лет в подзоне широколиственно-сосновых лесов. Учитывая прогрессирующее распространение этого явления, поражение стволовыми гнилями следует считать одним из главных патологических процессов в дубравах республики и уделять более пристальное внимание его изучению и регулированию.

В практическом плане поражение дубрав дереворазрушающими грибами следует рассматривать как постоянно действующий патологический фактор, негативное воздействие которого усиливается по мере старения древостоя.

Поэтому в насаждениях, исключенных из расчета главного пользования, профилактика и активная защита от гнилевого поражения должны быть одной из главных целей ведения хозяйства. Не следует пренебрегать этим и в эксплуатационных лесах, регулярно отслеживая уровень гнилевого поражения при проведении лесопатологического мониторинга и лесопатологических обследований в дубравах, и шире применяя различные приемы регулирования этой патологии. В качестве примеров защитных мероприятий можно перечислить: удаление всех деревьев с признаками гнилевого поражения при проведении проходных рубок; лечение пораженных деревьев; выделение насаждений, пораженных в сильной степени, во временную хозсекцию при проведении лесоустройства с целью индивидуального регулирования для них таких важнейших организационных элементов хозяйства как оборот рубки, вид и технология возобновления леса.

Дереворазрушающие грибы являются классическим объектом лесной фитопатологии, но их воздействие на дубравы Беларуси все еще слабо изучено, и недостаток знаний в настоящий момент является главным препятствием на пути создания более действенной системы защитных мероприятий, позволяющей снизить ущерб от воздействия этих патогенов в дубовых лесах.

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю признательность всем специалистам лесоустройства, принимавшим участие в проведении экспедиционных лесопатологических обследований дубрав Беларуси в период 2006–2008 годов, а также участвовавшим позднее в обработке собранного материала, без участия которых данная работа не смогла бы состояться. Также благодарю кандидата биологических наук, доцента В. Б. Звягинцева за ценные замечания, сделанные при подготовке рукописи к изданию.

### Литература

1. Стороженко В. Г. Гнилевые фауны коренных лесов Русской равнины. М.: ВНИИЛМ, 2002. 156 с.
2. Стороженко В. Г. Эволюционные принципы поведения дереворазрушающих грибов в лесных биогеоценозах. Тула: Гриф и К., 2014. 184 с.
3. Вакин А. Т. // Труды Института леса АН СССР. 1954. Т. XVI. С. 5–109.
4. Селочник Н. Н. // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. Гомель, 1998. Вып. 48. Дуб – порода третьего тысячелетия. С. 303–306.
5. Чураков Б. П. // Грибные сообщества лесных экосистем. Москва – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2000. С. 292–316.
6. Федоров Н. И. // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. Гомель, 1998. Вып. 48. Дуб – порода третьего тысячелетия. С. 295–301.
7. Сазонов А. А. // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во, 2009. Вып. XVII. С. 304–307.
8. Лосицкий К. Б. // Дубравы СССР. Том IV. М.–Л.: Гослесбумиздат, 1952. С. 3–72.
9. Федоров Н. И. Лесная фитопатология. Минск: БГТУ, 2004. 462 с.
10. Комарова Э. П., Головки А. И., Михалевич П. К. // Беловежская пушча. Исследования. Вып. 2. Минск: Урожай, 1968. С. 90–101.
11. Юркевич И. Д., Гельтман В. С. География, типология и районирование лесной растительности Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1965. 288 с.

12. Гримашевич В. В. [и др.] // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. ИЛ НАН Беларуси. Гомель, 2010. Вып. 70. С. 12–26.

13. Пучило А. В., Шустова С. Ю. // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. ИЛ НАН Беларуси. Гомель, 2010. Вып. 70. С. 98–106.

14. Фундаментальная фитопатология / Под ред. Ю. Т. Дьякова. М.: КРАСАНД, 2012. С. 413–442.

А. А. САЗОНОВ

## ОЦЕНКА ПОРАЖЕННОСТИ ЗРЕЛЫХ И ПРИСПЕВАЮЩИХ ДУБРАВ БЕЛАРУСИ СТВОЛОВЫМИ ГНИЛИЯМИ

### Резюме

Поражение дубрав стволовыми гнилями встречается по всей территории республики. Наиболее широко это заболевание представлено в южной и центральной частях Беларуси – Полесско-Приднепровском, Бугско-Полесском и Березинско-Предполесском лесорастительных районах. В северной части Беларуси – подзоне дубово-темнохвойных лесов – встречаемость данного явления резко снижается. Его распространению в дубравах республики содействуют повышение среднего возраста древостоев, снижение их полноты и повышение участия дуба в составе древостоя. Чаше поражение деревьев дереворазрушающими грибами встречается в пойменных дубравах.

Негативное влияние стволовых гнилей усиливается по мере старения древостоев. Поэтому в насаждениях, исключенных из расчета главного пользования лесом, профилактика и активная защита от данных инфекций должны быть одной из главных целей ведения хозяйства. Воздействие дереворазрушающих грибов на дубравы Беларуси все еще слабо изучено, и недостаток знаний является главным препятствием на пути создания более эффективной системы защитных мероприятий для защиты леса от стволовых гнилей.

A. A. SAZONOV

## VALUATION OF OAK FORESTS AFFECTION BY STEM ROT

### Summary

The oak infestation by stem rot is observed throughout the country. This disease is most common in the southern and central parts of Belarus, in Polesko-Dnieper, Bug-Polesie and Berzinsko-Predpolessky silvicultural areas. In the northern part of Belarus, in the oak-conifer subzone the occurrence of this phenomenon is significantly reduced. Its occurrence in the oak forests of the Republic is due to the increase of the average age of the stand, decrease of the area and the oak share increase in the stand composition. The trees infested by fungi are often found in floodplain oak forests.

The negative impact of stem rot increases when the stands are aging. Therefore, prevention and active protection against these infections should be one of the main purposes of management in the stands that are excluded from the calculation of the main forest use. Impact of wood-destroying fungi on oak forests of Belarus is still poorly understood, and the lack of knowledge is the main obstacle to a more efficient system of protective measures in the forests against stem rot.

*Поступила в редакцию 01.07.2015 г.*

УДК 632.4:633.367:547.944/.945

В. С. АНОХИНА<sup>1</sup>, И. Ю. РОМАНЧУК<sup>1</sup>, И. Б. САУК<sup>1</sup>, Ю. К. ШАШКО<sup>2</sup>,  
О. Л. КАНДЕЛИНСКАЯ<sup>3</sup>, Е. Р. ГРИЩЕНКО<sup>3</sup>, Т. П. ШАРПИО<sup>3</sup>

**ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАЦЕЛЛЮЛЯРНЫХ МЕТАБОЛИТОВ  
ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM* НА СОДЕРЖАНИЕ  
АЛКАЛОИДОВ И АКТИВНОСТЬ ЛЕКТИНОВ В ПРОРОСТКАХ  
РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО  
(*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L.)**

<sup>1</sup> Белорусский государственный университет, биологический факультет, НИЛ цитогенетики

<sup>2</sup> Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

<sup>3</sup> ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси»

**Введение.** Фузариоз люпина, возбудителем которого являются фитопатогенные грибы рода *Fusarium*, – одно из наиболее распространенных и опасных заболеваний, при котором поражается не только вегетативная масса, но и генеративные органы растений, что влечет за собой существенные потери урожая и снижение его качества. При этом актуализируется и проблема микотоксикозов, возникающая у сельскохозяйственных животных при употреблении кормов, зараженных грибами рода *Fusarium*.

Несмотря на то, что состав популяций грибов, распространенность отдельных видов и степень вирулентности изолятов сильно варьируют в разных регионах возделывания данной культуры, на пораженных растениях люпина чаще всего выявляются полифаги, вызывающие корневую гниль (*F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. culmorum*), и узкоспециализированные возбудители трахеомикозного увядания (*F. oxysporum* Schlecht., *F. solani*) [1, 2].

Среди представителей рода *Lupinus* встречаются как высокоустойчивые, так и неустойчивые генотипы к различным видам возбудителя фузариоза. Узколистный люпин наиболее подвержен корневой гнили вследствие слабой дифференциации по признаку устойчивости к фузариозу и, соответственно, незначительного числа высокоустойчивых форм, причем условия произрастания растений оказывают существенное влияние на степень патогенности (вирулентности) *Fusarium* sp. В связи с этим, селекцию сортов и сортообразцов люпина на устойчивость к фузариозу следует проводить с учетом вирулентных изолятов патогена и его распространенности в каждом конкретном регионе предполагаемого возделывания культуры [3].

При этом, наряду с созданием устойчивых к фузариозу генотипов люпина и технологическими мерами профилактики заражения посевов, существенное значение приобретают исследования молекулярных аспектов патогенеза фузариоза, предполагающие изучение как свойств патогена и его

метаболитов, так и механизмов защиты растения-хозяина. Полученная информация позволила бы не только оценить иммунологический статус растений на различных этапах онтогенеза, но и разработать комплексный подход к оценке устойчивости люпина к фузариозу на ранних этапах селекции и эффективные приемы контроля за его распространением.

К настоящему времени установлено, что фитопатогенные грибы секретируют в окружающую среду широкий спектр метаболитов различной химической природы, обеспечивающих их вирулентность. Так, в составе метаболитов возбудителя сетчатой пятнистости ячменя – *Helminthosporium teres* Sacc. обнаружены гормоны и фенольные соединения, причем последние, по мнению авторов, способны даже без участия токсинов инициировать в растениях патологический процесс [4]. В других работах показано, что высокий уровень вирулентности некоторых изолятов грибов рода *Fusarium* определяется их токсигенностью за счет микотоксинов поликетидов в составе их метаболитов [5, 6]. Одним из признанных факторов вирулентности фитопатогенных грибов являются активные экстрацеллюлярные ферменты протеиназы, посредством которых, как полагают, происходит инфицирование, т. е. преодоление защитных барьеров клетки и проникновение патогена в ткани растений [7–9]. Авторами было установлено, что присутствие в культуральной жидкости (КЖ) *Fusarium* трипсиноподобных протеиназ и показатель их активности могут свидетельствовать о степени патогенности вида [10].

Малоизученным остается вопрос о том, входят ли в число внеклеточных метаболитов грибных патогенов другие физиологически активные белки, в частности, лектины, и могут ли они являться фактором вирулентности возбудителя фузариоза [11]. Известно, что лектины, благодаря наличию в своем составе углеводсвязывающих доменов, способны к специфическому узнаванию и обратимому связыванию углеводов и гликолигандов без изменения их ковалентной структуры, что, возможно, обеспечивает иммобилизацию патогенов на начальных этапах инфицирования растения-хозяина [12]. В литературе имеются сведения о роли лектинов фитопатогенных грибов и их участии во взаимном узнавании партнеров разных таксономических групп, в том числе, в белок-белковых взаимодействиях между патогеном и растением-хозяином [13, 14].

Представляется также важным выяснение роли лектинов растения-хозяина в формировании механизмов устойчивости к фузариозу. В фитопатосистеме специфичность белок-углеводного узнавания чужеродных организмов оказывается особенно актуальной на уровне распознавания, своевременность реализации которого является одним из условий индукции механизмов защиты [15]. Кроме того, способность данных белков к индуцибельному синтезу под действием стрессоров указывает на их участие в формировании защитных механизмов при биотических и абиотических стрессовых воздействиях [17, 18].

О значении алкалоидов в становлении иммунитета растений нет единого мнения, однако считается установленным, что данный класс растительных

токсинов принимает участие в процессах жизнедеятельности растений, в частности, роста и развития, взаимоотношениях с насекомыми [19]. На примере люпина показано, что его безалкалоидные генотипы более восприимчивы к фузариозу по сравнению с алкалоидными [20].

Целью работы являлось исследование влияния внеклеточных метаболитов грибов рода *Fusarium* на содержание алкалоидов и гемагглютинирующую активность (ГА) эндогенных лектинов в проростках генотипов люпина, различающихся по устойчивости к фузариозу.

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследования являлись пыльца и семена сортов и сортообразцов люпина узколистного отечественной и зарубежной селекции (Метель, Владлен, Муженек, Миртан, Узколистный светлый, Rod 3095, Воге, линия 10 КР 344), различающиеся по устойчивости фузариозу. Чистые культуры различных видов гриба рода *Fusarium* (штаммы *F. oxysporum* var. *orthoceras* (App. Et Wr.) Bilai 6 (12), *F. culmorum* (W. G. Sm) Sacc. 1 (17), *F. sporotrichioides* Sherb. 88, выращивали на агаризованной среде Чапека. Культуральную жидкость (КЖ) патогенов получали методом глубинного культивирования в картофеле-сахарозной среде. Споровую нагрузку (число спор на 1 мл КЖ) подсчитывали в камере Горяева по формуле:

$$X = a \times b \times 4000,$$

где  $X$  – количество искомых клеток в 1 мм<sup>3</sup>,

$a$  – количество клеток в одном квадрате камеры,

$b$  – количество учтенных квадратов.

КЖ, используемая в опытах, характеризовалась следующей споровой нагрузкой: *F. culmorum* (W. G. Sm) Sacc. 1 (17) –  $5,65 \times 10^6$  спор в 1 мл, *F. oxysporum* var. *orthoceras* (App. Et Wr.) Bilai 6 (12) –  $5,1 \times 10^6$  спор в 1 мл; *F. sporotrichioides* Sherb. 88 –  $5 \times 10^6$  спор в 1 мл. В опыте использовали 20–22-дневную КЖ.

Фитотоксичность КЖ определяли по методу О.А.Берестецкого с использованием проростков кукурузы [21]. Токсичными считали культуры патогенов, вызывающие угнетение роста проростков не менее, чем на 30% по сравнению с контролем.

Устойчивость генотипов люпина к фузариозу оценивали по ответной реакции гаметофита (пыльцы) и спорофита (проростков) на воздействие метаболитов КЖ, поскольку между резистентностью спорофита и гаметофита существует корреляционная взаимосвязь [22, 23]. Для этого пыльцу проращивали при температуре  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  в течение двух часов на искусственной питательной среде без КЖ (контроль) и в присутствии КЖ (опыт). Учитывали показатель длины пыльцевых трубок. Опыт проводили в трехкратной повторности, в каждом варианте было измерено не менее 100 пыльцевых трубок с использованием окуляриксиметра.

Для оценки ответной реакции 7-дневных проростков люпина разной степени устойчивости к фузариозу на действие метаболитов КЖ семена исследуемых генотипов, предварительно обработанные 1% раствором КМпО<sub>4</sub>



в течение 10 минут и высушенные, выдерживали затем в течение 24 часов в КЖ патогена. Контролем служили семена, замоченные в дистиллированной воде в течение этого же времени. Затем семена контрольных и опытных вариантов проращивали в течение семи суток при 24°C в термостате в рулонах фильтровальной бумаги, периодически увлажняя ее равным количеством дистиллированной воды. По истечении 7 суток в проростках определяли содержание алкалоидов и активность эндогенных лектинов. Кроме того, измеряли длину гипокотилей.

Анализ содержания алкалоидов в проростках проводили в соответствии с принятой методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [24] с использованием в качестве стандарта алкалоида люпининперхлората, в котором массовая доля люпинина составляла 69,73%. Исследуемые генотипы люпина классифицировали на кормовые и алкалоидные согласно современной классификации [1].

Оценку гемагглютинирующей активности (ГА) лектинов КЖ и проростков люпина проводили по методу [25]. Для этого проростки люпина предварительно измельчали в 0,9% растворе NaCl в соотношении 1:10 и экстрагировали в течение 24 ч. Затем экстракт фильтровали через 2 слоя капроновой ткани и центрифугировали при 7000 об/мин в течение 20 мин. Из супернатанта и КЖ получали лектинсодержащие фракции по методу, предусматривающему осаждение белков ацетоном [26]. ГА лектинов КЖ и проростков люпина определяли с помощью микротитрования на иммунологических планшетах с U-образными лунками с последующим добавлением в них 2,5% суспензии эритроцитов человека (группа крови I (0), Rh<sup>+</sup>). Тестирование проводили при комнатной температуре и результат (гемагглютинацию) регистрировали через 2 часа после начала титрования. За единицу активности гемагглютининов принимали величину, обратную минимальной концентрации белка, при которой отмечали реакцию гемагглютинации (мкг белка/мл)<sup>-1</sup>. Активность лектинов в КЖ выражали в Ед/мл КЖ, в проростках – в Ед/г абсолютно сухой массы. В среде, используемой для культивирования патогена, специфическая активность лектинов отсутствовала.

Определение активности нейтральных протеиназ (КФ 3.4.24.4) проводили по методу Ансона с использованием казеина в качестве субстрата [27]. Активность щелочных протеиназ (*N*<sub>α</sub>-бензоил-DL-аргинин-*n*-нитроанилид-гидролаз, БАПАаз, КФ 3.4.21.15) определяли по методу Эрлангера с использованием БАПА в качестве субстрата [28]. Результаты выражали в ЕА/г сухой массы.

Концентрацию белка определяли по методу Bradford [29].

Полученные данные обработаны статистически с использованием пакета программ Excel. В таблицах указаны средние арифметические и их стандартные отклонения.

**Результаты и их обсуждение.** В таблице 1 приведены результаты определения фитотоксичности метаболитов культуральной жидкости (КЖ) фитопатогенных грибов рода *Fusarium*, активности в ней протеиназ и лектинов.

**Таблица 1.** Фитотоксическая и биохимическая характеристика КЖ разных видов грибов рода *Fusarium*

Изоляты фитопатогенных грибов	Фитотоксичность, % к контролю	Активность нейтральных протеиназ, ЕА/мл КЖ	Активность БАПАазы, ЕА/мл КЖ	ГА лектинов, Ед/мл КЖ
<i>F. sporotrichioides</i> Sherb 88	33,3	2,00 ± 0,06	0	13,76 ± 0,01
<i>F. culmorum</i> (W. G. Sm) Sacc. 1 (17)	60,3	3,00 ± 0,01	0	59,7 ± 0,12
<i>F. oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i> (App. Et Wr.) Bilai 6 (12)	67,1	6,00 ± 0,06	47,00 ± 0,58	34,3 ± 0,03

Согласно данным таблицы 1, исследуемые изоляты фитопатогенных грибов рода *Fusarium* по величине фитотоксичности КЖ и активности нейтральных протеиназ располагались в следующей последовательности: *F. oxysporum* var. *orthoceras* (App. Et Wr.) Bilai 6 (12) > *F. culmorum* (W.G.Sm) Sacc. 1 (17) > *F. sporotrichioides* Sherb 88. Наибольшей фитотоксичностью характеризовались патогены *F. oxysporum* var. *orthoceras* (App. Et Wr.) Bilai 6 (12) и, в меньшей степени, *F. culmorum* (W.G.Sm) Sacc. 1 (17). Фермент БАПАаза был обнаружен только в составе экзаметаболитов *F. oxysporum* var. *orthoceras* (App. Et Wr.) Bilai 6 (12). Отсутствие активности экзогенных щелочных протеиназ в КЖ *F. culmorum* могло быть следствием особенностей компонентного состава среды культивирования [9]. Все исследованные патогены секретировали в окружающую среду лектины, причем патоген *F. culmorum* (W.G.Sm) Sacc. 1 (17) – в наибольшей степени.

Полученные результаты согласуются с данными литературы о том, что экстрацеллюлярные протеиназы патогенов, принимающие активное участие в процессе инфицирования, определяют, по-видимому, не только их вирулентность, но фитотоксичность, что, однако, не всегда совпадает [30]. По-видимому, показатель активности трипсиноподобных протеиназ, в том числе БАПАаз, может свидетельствовать о степени патогенности гриба и указывать на то, что специфичные для фитопатогенов трипсиноподобные протеиназы играют существенную роль в патогенезе заболевания.

Наряду с протеиназами, в составе экзаметаболитов различных классов грибов обнаруживаются и лектины. Так, данная категория белков была выявлена в культуральной жидкости базидиомицетов рода *Lentinus edodes* [31], а также низших грибов *Neurospora sitophila* [32], что могло быть результатом проникновения в КЖ эндогенных лектинов, которые идентифицированы во многих грибах, в том числе рода *Fusarium* [33–35].

Нами в ходе предварительных исследований (подробные результаты не приводятся) показано, что в составе мицелия изолятов грибных фитопатоген-

нов грибов *F. sporotrichiella* и *F. avenaceum*, выделенных из пораженных растений люпина узколистного и различающихся по фитотоксичности, присутствовали лектины. При этом у изолята *F. sporotrichiella* 5.11, фитотоксичность которого превышала в 2,5 раза таковую у изолята 5,13 этого же вида гриба, показатель активности лектинов мицелия был в 5 раз выше; у изолята гриба *F. avenaceum* 9.12 показатели фитотоксичности и активности лектинов превышали таковые изолята *F. avenaceum* 9,9 в 2 и 7 раз соответственно.

Не исключено, что лектины фитопатогенных грибов принимают участие в формировании адгезионных контактов хозяина и патогена и, в том числе, способствуют его проникновению в ткани растения через клеточную стенку [14]. Так, одновременная инокуляция трансгенных растений арабидопсиса патогеном *F. graminearum* и аппликация на листья лектина, выделенного из плодовых тел этого же гриба, значительно увеличивала его вирулентность. Введение данного лектина внутрь листьев вызывала гибель клеток [36]. Вместе с тем, предположение о том, что данные белки могут являться факторами вирулентности при инфицировании, нуждается в дальнейшем, более подробном, изучении.

Далее исследовали влияние метаболитов КЖ патогенов на параметр длины пыльцевых трубок, что позволило распределить растения по группам устойчивости [20] (табл. 2).

**Таблица 2.** Группы устойчивости генотипов люпина узколистного к разным видам фитопатогенных грибов рода *Fusarium* по показателю гаметофита (длина пыльцевых трубок, %)

Патоген	Группа устойчивости				
	I (неустойчивые)	II (слабоустойчивые)	III (среднеустойчивые)	IV (устойчивые)	V (высокоустойчивые)
<i>F. oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i> (App. Et Wr.) Bilai 6 (12)	20–38	38–56	56–74	74–92	92–110
<i>F. culmorum</i> (W. G. Sm) Sacc. 1 (17)	2,18–15,1	15,1–28,02	28,02–40,9	40,9–53,9	53,9–66,8
<i>F. sporotrichioides</i> Sherb. 88	15,0–31,8	31,8–48,6	48,6–65,4	65,4–82,2	82,2–99,0

Согласно данным таблицы 2, по показателю длины пыльцевых трубок исследуемые сорта и сортообразцы люпина узколистного были разделены на 5 групп. В группы устойчивых (IV) и высокоустойчивых (V) входили генотипы, у которых данный показатель находился в пределах от 40,9 до 66,8% по отношению к *F. culmorum* (W. G. Sm) Sacc. 1 (17); от 65,4 до 99,0% по отношению к *F. sporotrichioides* Sherb. 88; от 74 до 110% – к *F. oxysporum* var. *orthoceras* (App. Et Wr.) Bilai 6 (12). В группу неустойчивых (I) и слабоустойчивых (II) входили сорта и сортообразцы, у которых показатель длины пыль-

цевых трубок находился в пределах от 2,18 до 28,02% по отношению к *F. culmorum* (W. G. Sm) Sacc. 1 (17); от 15 до 48,6% – к *F. sporotrichioides* Sherb 88 и от 20 до 56% по отношению к *F. oxysporum* var. *orthoceras* (App. Et Wr.) Bilai 6 (12). К группе среднеустойчивых (III) отнесли генотипы, у которых исследуемый показатель находился в пределах от 28,02 до 40,9% относительно *F. culmorum* (W. G. Sm) Sacc. 1 (17); от 48,6 до 65,4% по отношению к *F. sporotrichioides* Sherb. 88; от 56 до 74% – к *F. oxysporum* var. *orthoceras* (App. Et Wr.) Bilai 6 (12).

В соответствии с представленной градацией диапазона ответной реакции гаметофита люпина на воздействие экстрацеллюлярных метаболитов различных видов *Fusarium* исследуемые сорта и сортообразцы были сгруппированы по группам устойчивости (табл. 3).

**Таблица 3.** Характеристика фузариозоустойчивости сортов и сортообразцов люпина узколистного по мужскому гаметофиту

Сорт (образец)	Патоген / Группы устойчивости*		
	<i>F. oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i> (App. Et Wr.) Bilai 6 (12)	<i>F. culmorum</i> (W. G. Sm) Sacc. 1 (17)	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb. 88
<i>Кормовые</i>			
Метель	2	2	1
Муженек	5	1	5
Миртан	4	5	5
Стадолиценский	1	5	1
Владлен	2	3	2
<i>Алкалоидные</i>			
Узколистный светлый	1	4	2
Mut 1	2	4	2
10 КР 344	3	5	4
Вогге	2	1	1
Rod 3085	1	2	1

\*Примечание: 1 группа – неустойчивые, 2 – слабоустойчивые, 3-среднеустойчивые, 4 – устойчивые, 5 - высокоустойчивые

Согласно полученным результатам, ответная реакция генотипов люпина на воздействие патогена, оцениваемая по гаметофиту, была сортоспецифичной: один и тот же сорт оказывался устойчивым или высокоустойчивым к одному виду патогена, но неустойчивым или слабо- и среднеустойчивым к другому (сорта Муженек, Узколистный светлый, сортообразец 10КР344). Определился также ряд образцов, восприимчивых ко всем исследуемым видам грибов (сорта Метель, Владлен, Вогге, Rod 3085). Из исследуемых генотипов устойчивым ко всем тестируемым патогенам был сорт Миртан.

При этом в проростках сортов люпина, различающихся группой устойчивости, наблюдались колебания показателя содержания алкалоидов (табл. 4).

**Таблица 4.** Влияние КЖ различных видов возбудителя фузариоза на содержание алкалоидов в проростках люпина узколистного, различающихся по устойчивости к фузариозу

Сорт, сортообразец	Содержание алкалоидов в 7-дневных проростках, % относительно сухого вещества			
	контроль	<i>F. culmorum</i> (W. G. Sm) Sacc. 1 (17)	<i>F. oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i> (App. Et Wr.) Bilal 6 (12)	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb 88
<i>Кормовые</i>				
Владлен	0,084 ± 0,003	0,121 ± 0,001	–	0,091 ± 0,003
Метель	0,122 ± 0,001	0,112 ± 0,004	–	0,082 ± 0,001
Стадолищен- ский 641	0,142 ± 0,004	0,148 ± 0,004	–	0,151 ± 0,008
Миртан	0,164 ± 0,006	0,163 ± 0,003	0,159 ± 0,008	0,191 ± 0,001
Муженек	0,479 ± 0,010	1,277 ± 0,056	–	0,947 ± 0,180
<i>Алкалоидные</i>				
Mut 1	0,804 ± 0,046	1,013 ± 0,001	1,492 ± 0,035	1,204 ± 0,001
Rod 3085	0,936 ± 0,060	0,673 ± 0,003	1,732 ± 0,016	1,115 ± 0,025
Узколистный светлый	1,004 ± 0,033	1,072 ± 0,033	1,376 ± 0,042	1,002 ± 0,048
10 КР 344	1,165 ± 0,049	1,457 ± 0,004	2,058 ± 0,008	1,136 ± 0,012
Vorre	1,599 ± 0,001	1,442 ± 0,004	–	1,440 ± 0,082

Так, согласно данным таблицы 4, у проростков кормового люпина, контрастных по устойчивости, под влиянием метаболитов патогенов наблюдались незначительные изменения содержания алкалоидов либо в сторону их увеличения у устойчивого сорта Миртан к *F. sporotrichioides* Sherb. 88, либо снижения у восприимчивого сорта Метель. Вместе с тем, у проростков сорта Муженек, устойчивого к *F. sporotrichioides* Sherb.88, но восприимчивого к *F. culmorum* (W. G. Sm) Sacc. 1 (17), напротив, имело место резкое увеличение данного показателя почти в 2 и 2,7 раза, соответственно.

Неоднозначная ответная реакция на действие КЖ возбудителя наблюдалась и среди исследованных алкалоидных генотипов люпина. Так, содержание алкалоидов у сортообразца 10 КР 344, устойчивого к *F. culmorum* (W. G. Sm) Sacc. 1 (17) и *F. sporotrichioides* Sherb 88, изменялось незначительно, тогда как при действии метаболитов КЖ *F. oxysporum* var. *orthoceras* (App. Et Wr.) Bilal 6 (12), к которому отмечена средняя устойчивость, имело место почти двукратное увеличение данного показателя. У восприимчивых сортов под влиянием экзометаболитов грибов *F. oxysporum* var. *orthoceras* (App. Et Wr.) Bilal 6 (12) и *F. sporotrichioides* Sherb. 88 имела место тенденция как увеличения содержания алкалоидов (сорт Rod 3085), так и снижения данного показателя (сорт Vorre).

Корреляционный анализ позволил установить, что корреляционная связь между признаком устойчивости исследуемых сортов к *F. culmorum*

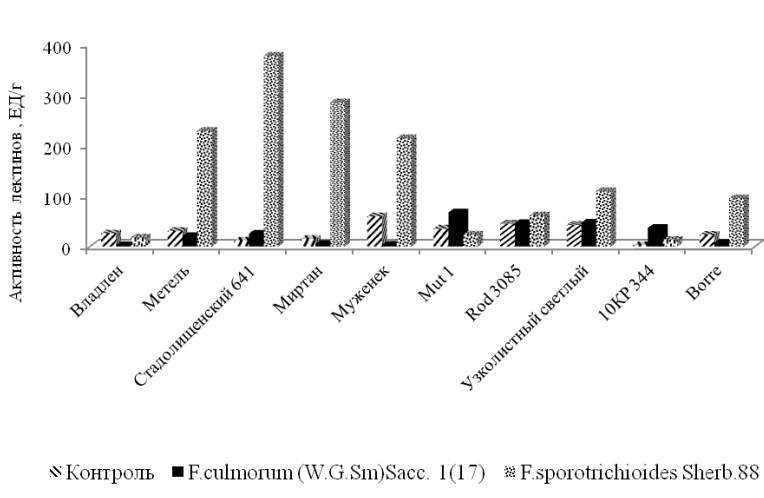
(W. G. Sm) Sacc. 1 (17) и *F. sporotrichioides* Sherb. 88 и содержанием в них алкалоидов была несущественной, поскольку  $t_{\text{факт}} < t_{\text{теор}}$ . [37].

Можно полагать, что высокая устойчивость люпина узколистного к различным видам возбудителя фузариоза не обязательно связана с высоким уровнем алкалоидов. Среди устойчивых генотипов оказались кормовые сорта и сортообразцы, для которых были характерны стабильно низкие показатели содержания алкалоидов. Вместе с тем, высокоалкалоидные генотипы оказались в группе как неустойчивых к патогену, так и в группах устойчивых форм.

Общепризнано, что алкалоиды являются необходимыми для жизни растений, поскольку могут выполнять в растениях защитные и, не исключено, регуляторные функции. Более того, растения-алкалоидоносы, которые в результате мутации не накапливают алкалоидов, являются, как правило, нежизнеспособными. «Сладкие» люпины, выделенные генетиками и селекционерами, являются менее жизнеспособными и содержат хотя бы остаточные количества алкалоидов [20].

Следует также отметить, что показатель содержания алкалоидов у люпина не является статичным, и может значительно варьировать под влиянием возбудителя фузариоза в зависимости от индивидуальной устойчивости генотипа к конкретному возбудителю болезни. Однако поскольку уровень алкалоидов у люпина узколистного определяет кормовые достоинства данной культуры, очевидно, что увеличение данного показателя, индуцированное патогеном, снижает качество кормов и может представлять определенную опасность для сельскохозяйственных животных.

Нами показано, что под действием экзометаболитов различных видов патогена показатель активности эндогенных лектинов проростков значительно варьировал (рис. 1). Так, под влиянием КЖ гриба *F. sporotrichioides* Sherb. 88 у большинства исследованных сортов и сортообразцов люпина наблюдался «всплеск» активности лектинов разной степени независимо от группы устойчивости к патогену (устойчивые сорта Миртан, Муженек, сортообразец 10КР 344; неустойчивые сорта Метель, Стадолиценский 641, Rod 3085, Узколистный светлый, Mut 1, Borre).



**Рис. 1.** Влияние метаболитов возбудителей фузариоза на активность эндогенных лектинов в проростках люпина узколистного, различающихся по устойчивости к фузариозу

Под действием *F. culmorum* у устойчивых алкалоидных сортов Узколистный светлый, Mut 1 и сортообразца 10 КР 344, а также кормового люпина сорта Стадольницкий 641 имела место стимуляция активности эндогенных лектинов. Однако у восприимчивых генотипов (кормовой сорт Муженек и алкалоидный сорт Вогге) наблюдалось ингибирование активности данных белков.

Корреляционный анализ позволил установить определенную корреляционную зависимость ( $r > 0,3$ ) между активностью эндогенных лектинов и признаком устойчивости к патогену *F. culmorum* (W. G. Sm) Sacc. 1 (17) у генотипов люпина кормового и сидерального направления использования. Между признаком устойчивости к *F. sporotrichioides* Sherb. 88 и активностью лектинов корреляционная зависимость имела место лишь у сидеральных генотипов ( $r = - 0,63$ ). Указанные корреляционные связи были существенными, поскольку  $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{теор}}$  [37].

Отмечено также, что под действием *F. culmorum* (W. G. Sm) Sacc. 1 (17) в проростках люпина как кормового, так и сидерального использования между показателями содержания алкалоидов и активности лектинов прослеживалась существенная отрицательная корреляционная связь ( $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{теор}}$ ) [37].

Полученные результаты свидетельствует о том, что эндогенные лектины люпина вовлекаются в формирование ответной реакции на действие экстрацеллюлярных метаболитов грибов рода *Fusarium*, причем характер измененной активности данных белков определяется генотипическими особенностями растений и спецификой их взаимоотношений с грибными патогенами.

Таким образом, вариабельность показателя устойчивости является следствием особенностей генотипа, сформированного в ходе селекционного отбора к конкретному патогену. Считается, что устойчивость к фузариозу у люпина узколистного имеет не только монофакторное, но и дигенное (комплементарное и эпистатическое) рецессивное и доминантное наследование. Так, согласно данным гибридологического анализа, было установлено, что у сортообразцов люпина узколистного устойчивость к фузариозному трахеомикозному увяданию, возбудителем которого является *F. oxysporum* Schl., контролируется блоками из двух доминантных неаллельных генов [38]. Иммуитет люпина узколистного к фузариозу является следствием экспрессии генов, детерминирующих признак устойчивости, который генетически является весьма гетерогенным и сложным. Это обусловлено также эволюционными процессами, происходящими в системе взаимоотношений патогена и хозяина и, что не менее важно, повышением устойчивости самих биотипов фитопатогенных грибов, особенно в условиях интенсивной химизации сельскохозяйственного производства.

На молекулярном уровне актуализируется значимость не только алкалоидного комплекса, но и других биорегуляторов, определяющих метаболическую гибкость и стабильность всех систем жизнеобеспечения растений в условиях инфекционного фона. Общеизвестно, что в реализации признака устойчивости растений к фитопатогенам принимают участие PR-белки; антимикробные пептиды (АМП), включающие тионины, дефензины, ноттиноподобные и глицинобогатые пептиды, липидпереносящие белки, снейкины и др.

Так, на примере трансгенных растений арабидопсиса с повышенным уровнем экспрессии тионина Thi 2.4 показана способность данного белка, обладающего фунгистатической активностью, снижать токсичность лектина *F. graminearum* [36]. Установлено также, что в растениях при проникновении патогенов повышается синтез ингибиторов сериновых протеиназ, в том числе ингибиторов полигалактуроназ, секретируемых патогеном для расщепления пектиновых соединений клеточной стенки [39–42]. Существенная роль в защите растений от патогенов приписывается хитинсвязывающим белкам, к которым, помимо хитиназ классов I и IV семейства PR-3, а также класса I семейства PR-4, относятся семейства гевеиноподобных антимикробных пептидов (АМП) и хитинсвязывающих фитолектинов. Характерной особенностью хитинсвязывающих белков является наличие в структуре хотя бы одного гевеинового домена (гевенин – лектин из латекса гевеи, содержит 8 остатков цистеина, образующих характерный цистеиновый мотив). Хитинсвязывающие лектины содержат гевеиновый домен и способны связывать хитин (полимер N-ацетилглюкозамина – GlcNAc) и другие соединения, которые содержат GlcNAc или N-ацетилнейраминую кислоту (NeuNAc). Подобные особенности структуры данных белков в значительной мере объясняют их роль в защите растений от грибных патогенов и насекомых вредителей. Растения, экспрессирующие гевеиноподобные АМП, обладают



в ряде случаев повышенной устойчивостью к действию патогенов, содержащих хитин. По-видимому, геветиноподобные АМП и PR-4 белки вовлекаются в механизмы защиты от грибных патогенов путем аффинного связывания с хитином клеточной стенки, вызывая aberrантное ветвление и сильное укорачивание гифов патогенов [43, 44].

Можно предположить, что лектины в составе метаболитов грибов рода *Fusarium* способны действовать подобно элиситорам. При этом в проростках люпина, в зависимости от степени устойчивости их к патогену, имеет место либо активация, либо, напротив, ингибирование активности эндогенных лектинов [45-47]. Так, было установлено, что элиситоры способствуют возрастанию содержания лектина в корнях проростков пшеницы за счет, по-видимому, активации уровня экспрессии гена лектина, что было показано на растении арабидопсиса [48]. Нельзя исключить и защитной функции лектинов растений, что было продемонстрировано в ряде работ [49-51].

Таким образом, можно полагать, что фитопатогенные грибы рода *Fusarium* продуцируют не только экстрацеллюлярные протеиназы, но и лектины. Являются ли последние факторами патогенности фузариоза, еще предстоит выяснить, однако нельзя исключить их вклад в общую фитотоксичность и, не исключено, вирулентность, патогена. Очевидно также, что при инфицировании патогеном фузариоза проростков люпина, наряду с алкалоидами, белки лектины растения-хозяина принимают участие в формировании неспецифической устойчивости люпина к фузариозу, причем ответная реакция растений на патоген является сортоспецифичной.

**Благодарности.** Авторы выражают глубокую благодарность доктору биологических наук В.И. Домаш за помощь при обсуждении полученных результатов.

## Литература

1. Такунов И. П. Люпин в земледелии России. Брянск, Придесенье. 1996. 372 с.
2. Агеева П. А., Борисова С. Н., Почутина Н. А. // Вестник защиты растений, 2000. № 1. С.100-101.
3. Дебелый Г. А., Гришина Е. Е., Дербенский В. И. // Селекция и семеноводство, 1991. № 6. С.24-25.
4. Волюнец А. П., Полякова Н. В. // Проблемы экспериментальной ботаники: к 100-летию со дня рождения В. Ф. Купревича / Под ред. В. И. Парфенова. Минск, Беларуская навука. 1997. С.199-210.
5. Bell A. A., Wheeler M. H., Liu J. et al. // Pest Management Science. 2003. V. 59. N. 6-7. P. 736-747.
6. Schollenberger M. Müller H.-M., Rühle M., S. Suchy, S. Plank, W. Drochner // Mycopathologia. 2006. V.161. N.1. P.43-52.
7. Кладницкая Г. В., Валуева Т. А., Домаш В. И., Мосолов В. В. // Прикладная биохимия и микробиология. 1994. Т. 30. Вып. 1. С. 21-29.

8. Гвоздева Е. Л., Иевлева Е. В., Герасимова Н. Г., Озерецковская О. Л., Валуева Т. А. // Прикладная биохимия и микробиология. 2004. Т.40. № 2. С. 194–200.
9. Иевлева Е. В., Ревина Т. А., Кудрявцева Н. Н., Софьин А. В., Валуева Т. А. // Прикладная биохимия и микробиология. 2006. Т.42. № 3. С.338–344.
10. Дунаевский Я. Е., Матвеева А. Р., Фатхуллина Г. Н., Белякова Г. А., Коломиец Т. М., Коваленко Е. Д., Белозерский М. А. // Биоорганическая химия. 2008. Т. 34. № 3. С. 317–321.
11. Etzler M. E. // *Phytopathology*. 1981. V.71. N.7. P.744–746.
12. Шакирова Ф. М., Безрукова М. В. // *Журнал общей биологии*. 2007. Т. 68. № 2. С. 109–125.
13. Inbar J., Chet I. // *Microbiology*. 1994. V.140. P. 651–657.
14. Varrot A., Basheer S. M., Imberty A. // *Current Opinion in Structural Biology*. 2013. V. 23. P.1-8 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.sbi.2013.07.007> (время доступа 12.06.2015)).
15. Серова З. Я., Юшко Л. С., Подчуфарова Г. М. Функции белков в фитопатогенезе. Минск. Наука і тэхніка. 1992. 269 с.
16. Бабоша А. В. // *Журнал общей биологии*. 2008. Т.69. № 5. С.379–396.
17. Шакирова Ф. М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. Уфа, Гилем. 2001. 160 с.
18. Бабоша А. В. // *Биохимия*. 2008. Т.73. вып.7. С.1007–1022.
19. Харбон Дж. Введение в экологическую биохимию. Москва, Мир. 1985. С. 86–117.
20. Ловкова М. Я. Биосинтез и метаболизм алкалоидов в растениях. Москва, Наука. 1981. 168 с.
21. Берестецкий О. А. Методы экспериментальной микологии / Под ред. Билай В. И. Киев, Наукова думка. 1973. 243 с.
22. Лях В. А. Гаметный отбор как метод селекции растений / Современные методы и подходы в селекции растений. Кишинев, Штиинца. 1991. С.14–21.
23. Кравченко А. Н. Методы гаметной и зиготной селекции томатов. Кишинев, Штиинца. 1988.152 с.
24. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Методы химических анализов сортов и гибридов. Москва, Колос.1970. Вып.7. 176 с.
25. Бабоша А. В., Ладыгина М. Е. Определение фитогемагглютининов в связи с вирусостойчивостью картофеля // Физиолого-биохимические и биофизические методы диагностики степени устойчивости растений к патогенам и другим факторам / Под ред. Ладыгиной М. Е. Москва, МГУ. 1992. С.43–52.
26. Sattangi P. P., Sattangi S. // *Prep.Biochem*. 1984/1985. V.14. N 5. P.471–483.
27. Anson M.L. The estimation of pepsin, trypsin, papain and cathepsin with hemoglobin // *J. Gen. Physiol*. 1938. V. 22. №.1. P. 79–89.
28. Erlanger B. F., Kokowski N., Cohen W. // *Arch. Biochem. Biophys*. 1961. V. 95. № 2. P. 271–278.
29. Bradford M. M. // *Anal. Biochem*. 1976. V.8. P.852–867.
30. Khan I. A., Alam S. S. // *Petria*. 2003. 13. N 3. P.157–163.
31. Цивилева О. М. Внеклеточные лектины *Lentinus edodes*: характеристика, свойства и предполагаемые функции // Автореф....докт. диссерт. Саратов, 2008. 32 с.
32. Fumiyasu I., Kunio O. // *Agricultural Biological Chemistry*. 1989. V. 53. № 7. P. 1769–1776.
33. Khan F., Ahmad A., Khan I. // *Arch. Biochem. Biophys*. 2007. V. 457. № 2. P. 243–251.
34. Nagre N. N., Chachadi V. B., Eligar S. M. et al. // *Biochemistry Research International*. 2010. V. 2010. Article ID 854656. P.1–6.
35. Singh R. S., Tiwary A. K., Bhari R. // *J. of Basic Microbiology*. 2008. V.48. N 2. P. 112–117.
36. Asano T., Miwa A., Maeda K. // *PLOS pathogen*. 2013. V. 9. Issue 8. P.1–11.

37. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва, Колос. 1979. С.320–322.
38. Купцов Н. С., Такунов И. П. Люпин. Брянск, ГУП «Клинцовская городская типография». 2006. С. 313–316.
39. Халилуев М. Р., Шпаковский Г. В. // Физиология растений. 2013. Т.60. № 6. С. 763–775.
40. Валуева Т. А., Мосолов В. В. // Успехи биол. химии. 2002. Т.42. С.193–216. 31
41. Гофман Ю. Я., Вайсблай И. М. // Прикладная биохимия и микробиология. 1975. Т.11. № 5. С.777–787.
42. Мосолов В. В. // Прикл.биохимия и микробиология. 1994. Т.30. В. 1. С.21–28.
43. Одинцова Т. И., Коростылева Т. В., Уткина Л. Л. и др. // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16. № 1. С.107–115.
44. Опарин П. Б.  $\alpha$ -Гарпинины-защитные пептиды растений // Дисс... канд. химических наук. 2014. 106 С.
45. Rudiger H., Gabius H.-J. // Glycoconjugate J. 2001. V. 18. P. 589–613.
46. Carlini C. R., Crossi-de-Sa M. F. // Toxicon. 2002. V. 40. P. 1515–1539.
47. Toyoda K., Miki K., Ichinose Y., Yamada T, Shiraiishi T. // Plant Cell Physiol. 1995. V. 36. № 5. P. 799–807.
48. Cammue B. P. A., Broecaert W. F., Kellens T. S. et al. // Plant Cell Rep. 1990. V. 9. P. 264–267.
49. Sadananda T. S., Govindappa M., Ramachandra Y. L. // British Journal of Pharmaceutical Research. 2014. V. 4(5). P.626–643.
50. Santos A. F. S., Napoleao T. H., Paiva P. M. G., Coelho C. B. V. //Fusarium /Editors: T. Ferarri Rios, E. Reyes Ortega. Nova Science Publishers. Inc. 2012. Chapter VI. P. 161–175.
51. Lannoo N., van Damne E. J. M. // Plant physiology. 2014. V.5. P.1–16.

В. С. АНОХИНА, И. Ю. РОМАНЧУК, И. Б. САУК, Ю. К. ШАШКО,  
 О. Л. КАНДЕЛИНСКАЯ, Е. Р. ГРИЩЕНКО, Т. П. ШАРПИО  
**ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАЦЕЛЛЮЛЯРНЫХ МЕТАБОЛИТОВ ФИТОПАТОГЕННЫХ  
 ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM* НА СОДЕРЖАНИЕ АЛКАЛОИДОВ И АКТИВНОСТЬ  
 ЛЕКТИНОВ В ПРОРОСТКАХ ГЕНОТИПОВ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО  
 (*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L.)**

**Резюме**

Исследовано влияние экстрацеллюлярных метаболитов различных видов грибов рода *Fusarium* на содержание алкалоидов и активность эндогенных лектинов в проростках люпина узколистного, различающихся по устойчивости к заболеванию. Показано, что наиболее фитотоксичные грибы *F. oxysporum* var. *orthoceras* (App. Et Wr.) Bilai 6 (12) и *F. culmorum* (W.G.Sm) Sacc. 1 (17) продуцировали высокоактивные протеиназы и лектины. Установлено, что алкалоиды и эндогенные лектины проростков принимают участие в формировании неспецифической устойчивости люпина к фузариозу, причем ответная реакция растений на патоген является сортоспецифичной.

V. S. ANOKHINA, I. Y. ROMANCHUK, I. B. SAUK, J. K. SHASHKO,  
O. L. KANDELINSKAYA, E. R. GRISHCHENKO, T. P. SHARPYO  
**INFLUENCE OF EXTRACELLULAR METABOLITES OF VARIOUS *FUSARIUM*  
FUNGI SPECIES ON ALKALOID CONTENT AND LECTIN ACTIVITY IN LUPINE  
SEEDLINGS DIFFERING IN RESISTANCE TO *FUSARIUM* DISEASE**

**Resume**

It has been studied the influence of extracellular metabolites of various *Fusarium* fungi species on the alkaloid content and activity of endogenous lectins in lupine seedlings differing in resistance to disease. It is shown that the most phytotoxic fungi *F. oxysporum* var. *orthoceras* (App. Et Wr.) Bilai 6 (12) and *F. culmorum* (W.G.Sm) Sacc. 1 (17) produced highly active proteases and lectins. It has been established that alkaloids and endogenous lectins in seedlings are involved in the formation of non-specific resistance to *Fusarium* and the response of plants is depended on plant varieties.

*Поступила в редакцию 16.06.2015 г.*

Т. А. БУДКЕВИЧ<sup>1</sup>, А. И. ЗАБОЛОТНЫЙ<sup>1</sup>, М. С. РАДЮК<sup>2</sup>,  
В. Е. ЦЫГАНОВ<sup>3</sup>

**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ  
ПРЕДПОСЫЛКИ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
АЗОТФИКСИРУЮЩЕГО АППАРАТА ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО  
(*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L.) ПРИ КАДМИЕВОМ СТРЕССЕ**

<sup>1</sup> ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича  
НАН Беларуси», Минск

<sup>2</sup> ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси»,  
Минск

<sup>3</sup> Всероссийский институт сельскохозяйственной микробиологии,  
г. Пушкин, Россия

**Введение.** У представителей сем. Бобовые фиксация атмосферного азота бактероидами корневых клубеньков, осуществляемая в результате развития симбиотических взаимодействий между растениями и клубеньковыми бактериями рода *Rhizobium* и играющая огромную роль в жизнедеятельности растительного организма и биологическом круговороте азота, представляет собой одну из главных мишеней для поражения внешними стрессовыми воздействиями, в числе которых кадмий отличается наибольшей реакционной способностью [1–6]. Так, анализ уровней азотфиксирующей активности (АА) корневых симбиотических клубеньков у ряда однолетних и многолетних бобовых культур, культивируемых на почвах, загрязненных тяжелыми металлами (Ni, Cd, Pb, Sr), выявил существенные различия в реакции ризобактериального комплекса растений на повышенные дозы отдельных металлов в субстрате [3, 6]. С возрастанием их концентрации в среде наиболее тесная корреляция отклонения удельной АА клубеньков от показателей вариантов с фоновым (природным) содержанием металлов в почве была установлена для Cd, причем у некоторых видов бобовых отмечается не только ингибирование, но и индуцированная инкорпорированным в растение кадмием стимуляция процессов нодуляции (клубенькообразования) и азотфиксации [7]. Физиолого-биохимические механизмы воздействия Cd на структурно-функциональное состояние симбиотических клубеньков и выявление видовых особенностей формирования у бобовых растений устойчивости азотфиксирующего аппарата к кадмиевому стрессу до настоящего времени остаются весьма актуальными задачами исследования, затрагивающими такие области как токсикология, частная экофизиология и генетика макро- и микросимбионтов.

Выбор люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) в качестве объекта изучения механизмов устойчивости ризобактериального комплекса к воздействию Cd был обусловлен выявленной у этого бобового растения способностью накапливать Cd в корневой системе [8]. При выращивании растений на

почве с фоновым содержанием кадмия аккумуляция его в корнях люпина узколистного в расчете на единицу сухой массы корней на 1-2 порядка выше, чем в корнях других видов бобовых - накопителей кадмия, таких, например, как клевер луговой и люцерна рогатый. Было установлено, что если при поглощении Cd из субстрата и дальнейшего транспорта его в ассимилирующие надземные органы в корнях клевера и люцерны задерживается соответственно до 15,7% и 30,3% от общего содержания Cd в растении, то у люпина узколистного – до 70% [8]. Повышение за счет дополнительного внесения содержания кадмия в почву не вызывало у люпина в процессе онтогенетического развития существенных изменений в характере распределения этого элемента между корнями и надземными органами. Это позволяет рассматривать корневую систему люпина с входящим в ее состав симбиотическим азотфиксирующим аппаратом как структуру, с одной стороны, осуществляющую защитную барьерную функцию для транспорта кадмия в фотосинтезирующие надземные органы, с другой стороны, одновременно испытывающую повышенную дозовую нагрузку токсиканта, отражающуюся на метаболических процессах и функциональной активности ризобактериального комплекса. В этой связи представлялось важным на фоне моделируемого во внешней среде кадмиевого стресса оценить роль в формировании устойчивого функционирования азотфиксирующего аппарата люпина таких факторов как:

- активность антиоксидантной системы, к настоящему времени еще слабо изученной применительно к ризобактериальному комплексу, и в первую очередь активность ферментов окислительного стресса, которые, как известно [9,10], обеспечивают утилизацию в растительной клетке образующихся под воздействием кадмия окисленных макромолекул путем трансформации высоко реакционных радикалов в менее реакционноспособные перекиси;

- инокуляция растений люпина штаммами клубеньковых бактерий, различающихся по чувствительности к токсичным концентрациям Cd в среде.

**Материалы (объекты) и методы исследования.** Исследования проводили на растениях люпина узколистного, культивируемых в почвенной и песчаной культурах в условиях вегетационного и лабораторного опытов.

*Вегетационный опыт.* Растения выращивали на дерново-подзолистой супесчаной почве в вегетационных сосудах Митчерлиха (объем сосуда 8,5 кг сухой почвы). Фосфорно-калийные удобрения и Cd вносили в почву перед набивкой сосудов. В качестве удобрений использовали суперфосфат и хлористый калий в дозах 2,5 г и 1,5 г на сосуд. Исходное (фоновое) содержание Cd в почве – 0,5 мг/кг (контрольный вариант). В опытных вариантах Cd вносили в виде раствора соли хлористого кадмия ( $CdCl_2 \cdot 2,5 H_2O$ ) в дозах 5, 10, 15 и 30 мг/кг почвы. Почву тщательно перемешивали и заполняли ею сосуды. Семена люпина узколистного сорта Владлен перед посевом протравливали 30 мин в 25%-м растворе  $H_2O_2$ , после чего промывали дистиллированной водой, инокулировали в растворе микробной культуры *Rhizobium lupini*

и проращивали в специальных кюветах на увлажненной фильтровальной бумаге. Проросшие семена (с длиной первичного корешка 5–10 мм) переносили в почву сосудов из расчета 12–15 штук на сосуд. При появлении 2-й пары листьев удаляли наиболее слабые проростки, оставляя в сосуде по 8 растений. Оптимальную влажность почвы (60–70% от полной полевой влагоемкости) поддерживали ежедневным поливом водопроводной водой. Повторность вариантов в опыте 6-кратная.

Морфометрические показатели и весовые характеристики органов растений, АА корневых клубеньков определяли в фазе полного цветения – начала плодообразования. Морфологические исследования клубеньков включали определение их формы, размера, биомассы и характера размещения на корневой системе. Измерения проводили после отмывания корневой системы от почвенных частиц сначала водопроводной, затем дистиллированной водой. Выборка в каждом варианте опыта составляла для морфометрических измерений 30–50 растений, для анализа АА 8–10 растений.

Определение содержания Cd в сухом веществе корней и клубеньков люпина проведено методом атомно-эмиссионной спектроскопии с использованием спектрометра IRIS Intrepid II XDL DUO фирмы Intertech Corporation с индуктивно связанной плазмой параллельного типа с осевым и радиальным наблюдением плазмы.

АА корневых клубеньков люпина анализировали ацетилен-этиленовым методом [11] в модификации А. И. Заболотного [12]. Состав газовой смеси после остановки процесса азотфиксации определяли на газовом хроматографе «Chrom-5» (Чехословакия), снабженном колонкой «Селипор-600». Разделение газов проводили при  $t^{\circ}\text{C}$  колонки –  $90^{\circ}$ , пламенно-ионизационного детектора –  $240^{\circ}$  и скорости потока водорода  $28 \text{ см}^3/\text{мин}$ . Калибровочный график строили по хроматографически чистому этилену. Удельную АА клубеньков рассчитывали в мкмольх этилена ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) в час на 1 г сырой массы клубеньков.

Данные морфометрических измерений и АА обрабатывали методом вариационной статистики, используя стандартный пакет программ Excel. Отклонения от среднего статистического значения показателей представлены ошибкой средней ( $X \pm x$ ).

Для установления защитной функции основных ферментов окислительного стресса – супероксиддисмутазы (СОД), и аскорбатпероксидазы (АПР) и каталазы (КТ) в симбиотических клубеньках люпина при выращивании растений в условиях повышенного содержания Cd в почве оценивали изменение активности этих ферментов в сыром веществе зрелых клубеньков, отобранных в фазе полного цветения - начала плодообразования.

Определение активности изоформ СОД проводили с помощью нативного гель-электрофореза. Для этого 0, 5 г клубеньков растирали в 3 мл 0,05 М фосфатного буфера рН 7,8, содержащего 1,5 мкл меркаптоэтанол и 3,0 мг аскорбиновой кислоты. Гомогенат центрифугировали в течение 10 мин при 13000 g. Содержание белка в супернатанте определяли по методу Брэдфорд

[13]. Перед форезом к супернатанту добавляли глицерин, подкрашенный бромфенол-голубым из расчета 10 мкл на каждые 50 мкл экстракта. Форез проводили используя 13%-ный разделяющий и 5%-ный концентрирующий гели, приготовленные по методу [14]. Визуализацию изоформ СОД проводили по методу Аоно и др. [15] с использованием нитроголубого тетразолиума (NBT). Активность изоформ СОД рассчитывали в относительных единицах с помощью программы «TotalLab v. 2.01».

Активность аскорбатпероксидазы (АПП) определяли в грубом ферментном препарате, для получения которого 0,5 г клубеньков растирали в 4 мл 0,05 М К-фосфатного буфера pH 7,8, содержащего 37 и 195 мг ЭДТА и аскорбата натрия в 100 мл раствора соответственно. Гомогенат фильтровали через 3 слоя капроновой ткани и центрифугировали в течение 5 мин при 6000g. Супернатант центрифугировали повторно при 10000g в течение 10 мин. К 50 мкл последнего супернатанта (грубый ферментный препарат) добавляли 950 мкл 0,05 М К-фосфатного буфера pH 7,0, содержащего 38 мг ЭДТА в 100 мл раствора. Реакцию запускали, приливая 20 мкл  $H_2O_2$ . Кинетику потребления аскорбата регистрировали в течение 20 с при 290 нм на спектрофотометре Uvikon 931 (Германия). Активность фермента рассчитывали, используя коэффициент экстинкции  $2,8 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$  [15,16].

Активность каталазы (КТ) определяли в гомогенате, полученном при растирании 0,5 г листьев в 3 мл 0,06 М К-фосфатного буфера pH 7,1, содержащем 77 мг дитиотрейтола и 9 мг фенилметилсульфонилфлуорида (ингибитор пероксидаз) в расчете на 50 мл раствора. Гомогенат центрифугировали в течение 10 мин при 13000g. К 10 мкл супернатанта добавляли 890 мкл 0,1 М К-фосфатного буфера pH 7,1. Реакцию запускали добавлением 100 мкл 0,1 М  $H_2O_2$ . Об активности КТ судили по скорости потребления  $H_2O_2$  при 240 нм. Активность фермента рассчитывали, используя коэффициент экстинкции пероксида водорода  $36 \text{ M}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$  [17].

*Лабораторный модельный опыт.* Семена *Lupinus angustifolius* сорта К-3289 стерилизовали концентрированной серной кислотой в течение 15 мин., после чего в течение суток барбатировали в водной среде и переносили в сосуды с песком. Каждый сосуд объемом 2,5 литра содержал примерно 3 кг песка, который проливали 500 мл воды и данную влажность поддерживали весь период вегетации. Через неделю после начала эксперимента (по 2 сосуда на каждый вариант) проводили инокуляцию 4 штаммами клубенькообразующих бактерий (СИАМ 1626, 1606, 1613 и 1623). Подкормку растений минеральными солями ( $MgSO_4$ ,  $Ca_3(PO_4)_2$ ,  $KH_2PO_4$ ) и микроэлементами по Хоглэнду проводили два раза, через 2 и 4 недели после посадки. Через 6 недель после инокуляции растения извлекали из песка. Растения, инокулированные штаммами 1606 и 1623, в анализе не использовали. Извлеченные растения помещали в воду и растворы  $CdCl_2$  с концентрациями 100 и 1000 мкмоль/л (по 5 растений на вариант). Анализ нитрогеназной активности (АА) методом ацетиленовой редукции проводили через 24 часа после извлечения растений из песка и по-



мещения их в растворы кадмия. Далее корневые системы отделяли от наземной части и индивидуально помещали в стеклянные флаконы объемом 50 мл. Флаконы закупоривали резиновыми пробками, которые закрепляли крышками с резьбой. В каждый флакон вводили 5 мл ацетилена (10% избыточного давления). Проводили мониторинг скорости образования этилена. Образцы газовой фазы (1 мл) отбирались с интервалом 1–1,5 ч (точное время документировали и использовали при расчетах) и анализировали на газовом хроматографе Shimadzu GC-2014, оснащенный пламенно-ионизационным детектором. Для разделения компонентов газовой смеси использовались: колонка длиной 1 м и внутренним диаметром 0,5 мм<sup>2</sup>, неподвижная фаза – коммерческий сорбент Рогорас А, газ-носитель – азот. Разделение проводилось при температуре колонки 60°C и скорости потока 25 мл/мин. По завершению анализа продукции этилена, клубеньки с каждой корневой системы высушивали и взвешивали. Итоговую нитрогеназную активность рассчитывали на 1 мг сухой клубеньковой ткани. Результаты анализа в статье представлены средними значениями  $AA \pm$  стандартная ошибка в мкмольх этилена в час в расчете на массу клубеньков 1 растения.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Проведенное в фазе полного цветения (период максимальной АА у бобовых культур) морфометрическое исследование корневых симбиотических клубеньков люпина узколистного, культивируемого от прорастания семян до начала плодообразования в почвенной культуре на фоне возрастающих доз кадмия свидетельствует о последовательном (по мере увеличения содержания Cd в ризосфере) возрастании относительно контрольного варианта количества клубеньков на корневой системе растений (табл. 1). В интервале изменения содержания Cd в почве от 0,5 до 15,5 мг·кг<sup>-1</sup> увеличение показателя нодуляции в 1,5–2 раза в наибольшей степени происходит за счет клубеньков фракции < 5 мм, которые формируются на тонких латеральных корнях и составляют до 70–80% общего количества клубеньков на корневой системе, и, в меньшей степени, клубеньков фракции 5–10 мм, расположенных на главных стержневых корнях растений, но образовавшихся позже, чем утратившие светлую розоватую окраску старые клубеньки фракции > 10 мм, число которых с возрастанием напряженности кадмиевого стресса увеличилось незначительно. В то же время сырая масса клубеньков (при расчете средней массы одного клубенька) с повышением содержания Cd в почве до 10,5–15,5 мг·кг<sup>-1</sup> снижается в 1,5–2 раза по отношению к контролю (табл. 2). Отмечаемое усиление ингибирующего действия кадмия при увеличении его содержания в субстрате на биосинтез органической массы клубеньков люпина в определенной степени можно связать с увеличением аккумуляции Cd в корнях и клубеньках при достижении некоторой пороговой концентрации во внешней среде, в нашем опыте – при дозе 10 мг/кг почвы и выше. По нашим данным, с 2-кратным увеличением содержания Cd в почве в 2 раза увеличивается аккумуляция его в клубеньках и корнях (табл. 3).

**Таблица 1.** Количество и размеры симбиотических клубеньков у растений<sup>1)</sup> люпина узколистного (фаза цветения) при выращивании на почве с различными уровнями содержания кадмия (Вегетационный опыт)

> 10 мм		5–10 мм		< 5 мм		<b>Всего</b>	
штук	% к общему количеству	штук	% к общему количеству	штук	% к общему количеству	штук	% к общему количеству
0,5 мг Cd · кг <sup>-1</sup> воздушно-сухой почвы. Контроль ( 52 ) <sup>2)</sup>							
2 ± 2	10	2 ± 2	10	16 ± 9	80	20 ± 11	100
+ 5,0 мг Cd · кг <sup>-1</sup> воздушно-сухой почвы ( 33 )							
3 ± 1	13	3 ± 2	13	17 ± 9	74	23 ± 10	100
+ 10,0 мг Cd · кг <sup>-1</sup> воздушно-сухой почвы ( 46 )							
3 ± 2	8	5 ± 2	13	31 ± 11	79	39 ± 12	100
+ 15,0 мг Cd · кг <sup>-1</sup> воздушно-сухой почвы ( 29 )							
4 ± 1	12	6 ± 3	18	23 ± 9	70	33 ± 11	100

Примечание: <sup>1)</sup> Расчет производили на 1 модельное растение

<sup>2)</sup> В скобках указано количество модельных растений

**Таблица 2.** Сырая масса корней и клубеньков ( г/1 растение ) у люпина узколистного (фаза цветения) при выращивании на почве с различными уровнями содержания кадмия (Вегетационный опыт)

0,5 мг Cd · кг <sup>-1</sup> Контроль		+ 5,0 мг Cd · кг <sup>-1</sup>		+ 10,0 мг Cd · кг <sup>-1</sup>		+ 15,0 мг Cd · кг <sup>-1</sup>	
Корни	Клубеньки	Корни	Клубеньки	Корни	Клубеньки	Корни	Клубеньки
6,0±2,3	0,8±0,2	7,6±2,8	1,0±0,4	7,2 ±2,5	1,0±0,3	7,7±2,1	1,2±0,4

**Таблица 3.** Содержание кадмия (мг · кг<sup>-1</sup> сухой массы) в корнях и клубеньках люпина узколистного при выращивании на почве с различными уровнями содержания кадмия. (Вегетационный опыт)

Содержание Cd в почве, мг · кг <sup>-1</sup>	Корни			Клубеньки
	мелкие	крупные	соотношение мелкие/крупные	
0,5 (контроль)	1,98 ± 0,04	0,85±0,16	2,3	1,11 ± 0,08
+ 5,0	10,67±0,13	3,18± 0,16	3,4	1,88 ± 0,05
+ 10,0	19,18±0,17	4,29±0,18	4,5	3,83 ± 0,23
+ 15,0	30,41± 0,36	5,90±0,17	5,2	5,46 ± 0,17

Обзор литературы по действию кадмия на бобово-ризобиальный симбиоз свидетельствует о разнообразных тенденциях изменения ростовых параметров, клубенькообразования, уровня АА бобовых растений при концентрационном изменении этого стрессора во внешней среде. Так, при выращивании люпина белого в условиях гидропонной культуры на перлите при концентрациях 18 и 45 мкМ  $Cd^{2+}$  было показано, что при концентрации 45 мкМ  $Cd^{2+}$  наблюдалось 50%-е снижение содержания азота, 74%-е снижение числа клубеньков, 65%-е снижение биомассы клубеньков, однако вес единичного клубенька был увеличен на 45% [18]. При продлении эксперимента на среде с концентрацией 18 мкМ  $Cd^{2+}$  наблюдалось снижение по сравнению с контролем биомассы клубеньков на 43%, среднего веса клубенька на 51%, содержания общего азота в растениях на 32%, водорастворимых белков в клубеньках на 23% [4].

Исследование влияния кадмия на азотфиксацию 4-х недельных растений гороха, выращиваемых в течение 6 и 12 дней в песке на фоне концентраций Cd от 2,5 до 10 мМ  $CdCl_2$ , показало, что на низких концентрациях (до 5 мМ  $CdCl_2$ ) уменьшение общей АА сопровождалось уменьшением массы клубеньков на растении. В то же самое время негативное действие кадмия на удельную АА (рассчитанную на грамм сырого веса клубеньков) был значительно менее выражен. На более высоких концентрациях снижались показатели как общей, так и удельной АА. Авторы сделали вывод, что на низких концентрациях кадмий снижает АА растения за счет влияния на процесс формирования клубеньков, а на высоких как за счет влияния на формирование клубеньков, так и за счет влияния на сам процесс азотфиксации [19].

В нашем опыте, по результатам анализа удельной АА корневых клубеньков люпина узколистного, выращиваемого в почвенной культуре на фоне возрастающих уровней Cd от 0,5 до 30,5 мг · кг<sup>-1</sup>, кривая изменения удельной АА имела дугообразный характер – от варьирующих в пределах статистической ошибки значений 9,0 - 10,2 мкмоль  $C_2H_4 \cdot ч^{-1} \cdot г^{-1}$  сырой массы клубеньков в интервале содержания Cd в почве с 0,5 до 10,5 мг · кг<sup>-1</sup> до максимальной величины 12,3±3,7 мкмоль  $C_2H_4 \cdot ч^{-1} \cdot г^{-1}$  при 15,5 мг Cd · кг<sup>-1</sup> и устойчивого снижения удельной АА до уровня 8,2±2,9 мкмоль  $C_2H_4 \cdot ч^{-1} \cdot г^{-1}$  при дозе Cd в почве 30 мг · кг<sup>-1</sup> и выше (табл. 4).

**Таблица 4.** Азотфиксирующая (нитрогеназная) активность симбиотических клубеньков люпина узколистного при выращивании на дерново-подзолистой супесчаной почве с различными уровнями содержания кадмия. Фаза – цветение-начало плодообразования (Вегетационный опыт)

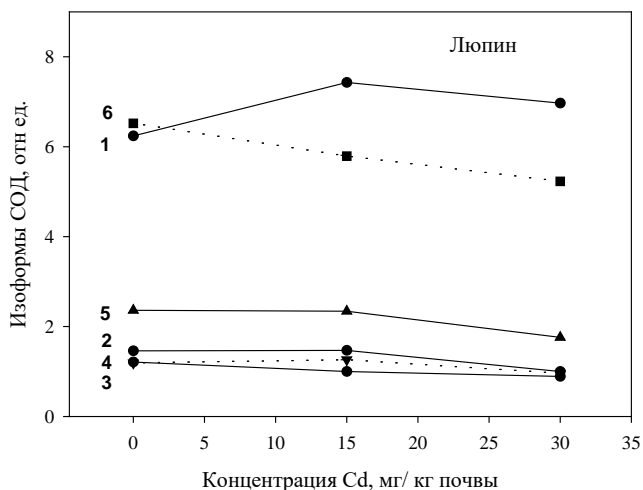
Содержание Cd в почве, мг/кг	мкмоль $C_2H_4 \cdot ч^{-1} \cdot г^{-1}$ сырой массы клубеньков	
	min – max	среднее
0,5 (контроль)	3,6–15,7	9,1 ± 3,7
+ 5,0	4,7–20,9	10,2 ± 3,4
+ 10,0	3,1–16,7	9,0 ± 4,7
+ 15,0	7,5–19,8	12,3 ± 3,7
+ 30, 0	2,2–9,5	8,2 ± 2,9

Можно предположить, что отмеченное нами при определенных параметрах кадмиевого стресса – содержании в почве Cd от 5,5 до 15,5 мг·кг<sup>-1</sup>), т. е. при 10–30-кратном повышении содержания Cd в ризосфере растений (табл.4), сопровождающемся прогрессивным (2–6-кратным) накоплением его в корнях и клубеньках (табл.3), поддержание достаточно стабильного уровня нодуляции (табл.1 и 2) и азотфиксирующей способности клубеньков (табл.4) обусловлено реализацией защитного механизма, ослабляющего ингибирующее действие Cd на ростовые и метаболические процессы в азотфиксирующем аппарате растений. Вероятно, прежде всего это связано с антиоксидантным статусом структур ризобактериального комплекса, центральным звеном которого являются симбиотические клубеньки с содержащимися в них бактериоидами. По данным [5], при высоких концентрациях кадмия происходят изменения в ультраструктурной организации клубеньков, связанные с уменьшением числа бактериоидов в симбиосомах. На примере сои было показано также, что обработки кадмием приводят к преждевременному старению клубеньков, вызванному, по предположению авторов, окислительным стрессом [20].

В этой связи представлялось важным оценить влияние кадмия на активность ферментов окислительного стресса в самих симбиотических клубеньках, поскольку известно, что кадмий снижает активность некоторых ферментов антиоксидантной системы растений, участвующих в процессе восстановления молекулярного азота воздуха, в результате чего стехиометрия окислительно-восстановительных процессов нарушается и некоторая часть кислорода недовосстанавливается. В норме этот процесс проходит во всех клетках и для его нейтрализации растениями выработаны специальные механизмы, заключающиеся в том, что определенные ферменты трансформируют высоко реакционные радикалы в менее реакционноспособные перикиси, которые далее разрушаются еще одной группой ферментов.

Активные формы кислорода преобразуются с помощью, прежде всего, фермента супероксиддисмутазы (СОД), которая присутствует в клетке в виде нескольких молекулярных форм, обнаруживаемых при разделении суммарного препарата белка в 10%-м ПААГ. Установлено (рис. 1), что в составе СОД клубеньков люпина узколистного содержится 6 таких изоформ, характеризующихся различной относительной электрофоретической подвижностью (RF), что, по-видимому, обусловлено различным составом металлов, входящих в их активный центр. Проведенные исследования показали, что клубеньки симбиотической азотфиксирующей системы люпина имеют специфичный для него набор изоформ СОД. Как известно [21], разные изоформы характерны для определенных частей клетки – митохондрий, пероксисом, лейкопластов, цитозоля и др.. В клубеньках люпина узколистного отмечена уникальная, наименее подвижная зона, которая представлена значительным количеством белка-фермента. В интервале содержания Cd в почве от 0,5 до 15,5 мг·кг<sup>-1</sup> и концентрации его в клубеньках от 1,11 ± 0,08 до 5,46 ± 0,17 мг·кг<sup>-1</sup> сухого вещества отмечено повышение активности этой

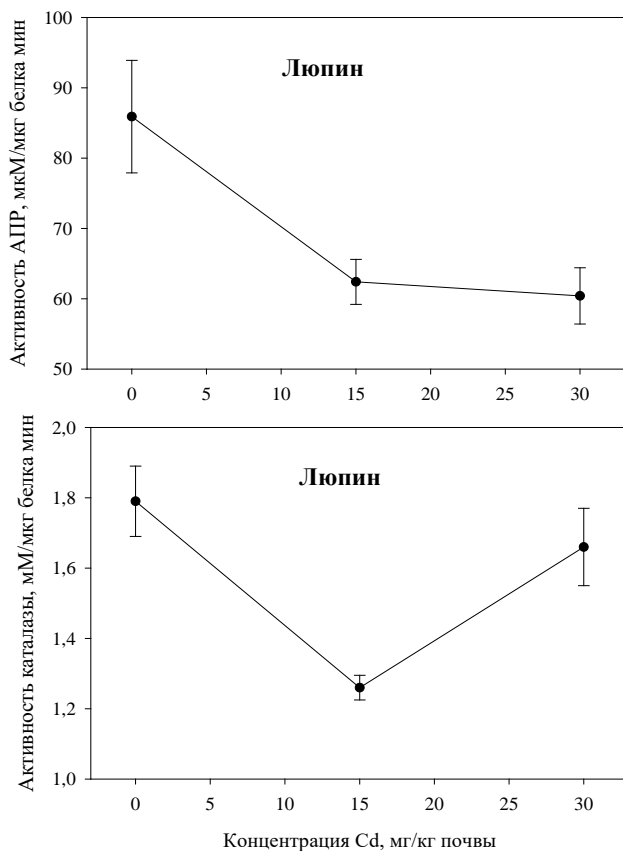
изоформы СОД, тогда как активность наиболее подвижной изоформы, наоборот, снижалась по сравнению с контролем. Общая активность СОД в клубеньках люпина изменялась незначительно, уравниваясь разнонаправленными изменениями активности изоформ 1 и 6 (рис. 1). Изменение активности других изоформ в опытном диапазоне уровней Cd в почве отмечено лишь небольшими флуктуациями. Анализируя, с учетом активности СОД, устойчивое состояние функциональной активности ризобактериального комплекса люпина узколистного в условиях возрастания содержания в почве Cd до  $15 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ , можно предположить его связь с проявлением защитной функции этого фермента.



**Рис. 1.** Состав и активность изоформ супероксиддисмутазы (СОД) клубеньков люпина узколистного, выращенного в условиях избыточного содержания Cd в почве. Фаза цветения-начала плодообразования.

Как показало исследование выделенных из клубеньков ферментов, участвующих в преобразовании перекисных соединений – аскорбатпероксидазы (АПР) и каталазы (КТ), с повышением уровней Cd в ризосфере показатели их активности существенно изменялись (рис. 2 и 3). При содержании в почве Cd в дозе  $15,5 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$  активность АПР снижалась с  $85$  до  $63 \text{ мкМ} \cdot \text{мг}^{-1}$  белка, оставаясь такой же низкой и в варианте с  $30,5 \text{ мг Cd} \cdot \text{кг}^{-1}$  почвы, что указывает на отсутствие возможного участия АПР в защите азотфиксирующего аппарата люпина от токсического действия Cd ввиду ингибирования последним активности АПР. Тренд изменения активности КТ в заданном диапазоне содержания Cd почве – снижение по сравнению с контролем на 30% при уровне  $15,5 \text{ мг Cd} \cdot \text{кг}^{-1}$  и повышение на 25% при  $30,5 \text{ мг Cd} \cdot \text{кг}^{-1}$ , т. е.

ослабление функциональной активности КТ на фоне активизации АА и наоборот, повышение активности КТ при происходящем под воздействием Cd ослаблении азотфиксации, возможно, свидетельствует о связи этого фермента с окислительно-восстановительными процессами не в бактериоидах, а в коровой (растительной) части клубеньков, где, по данным гистохимического анализа, преимущественно аккумулируется инкорпорированный клубеньками Cd [8].



**Рис. 2.** Активность аскорбатпероксидазы (АПР) и каталазы (КТ) клубеньков люпина узколистного, выращенного в условиях избыточного содержания Cd в почве. Фаза цветения-начала плодообразования.

В качестве одного из факторов повышения эффективности АА бобовых культур, используемых в качестве фиторемедиаторов земель, загрязненных токсичными металлами техногенного происхождения, находят все более широкое применение селекционные штаммы клубеньковых бактерий, обеспечивающие формирующемуся при инокуляции ризобактериальному комплексу растений высокий потенциал азотфиксации и устойчивость ростовых и продукционных процессов к воздействию токсикантов. Возможность получения новых штаммов клубеньковых бактерий, совмещающих в себе избирательность заражения с высоким потенциалом азотфиксации, тесно связана с использованием растительных генов избирательного заражения, т. е. с направленным изменением генетических факторов как растения-хозяина, так и клубеньковых бактерий [22, 23].

Исследование возможности повышения АА люпина узколистного путем инокуляции семян будущего макросимбионта различными по чувствительности к Cd экспериментальными штаммами клубеньковых бактерий, проведенное на растениях люпина сорта К-3289, выявило существенные различия в адаптогенности азотфиксирующей способности корневых клубеньков к высоким концентрациям Cd в питательном растворе в зависимости от штамма бактериальной культуры (табл. 5).

**Таблица 5.** Влияние различных концентраций кадмия на азотфиксирующую (нитрогеназную) активность симбиотических клубеньков у люпина узколистного при инокуляции семян различными по чувствительности к Cd штаммами клубеньковых бактерий (Лабораторный модельный опыт)

Концентрация CdCl <sub>2</sub> , мкМ	Нитрогеназная активность, мкмоль C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> · ч <sup>-1</sup> / 1 растение	
	штамм CIAM1626	штамм CIAM1614
0	0,42 ± 0,19	0,34 ± 0,18
100	0,58 ± 0,13	0,13 ± 0,09
1000	0,20 ± 0,14	0,03 ± 0,03

Нитрогеназная активность у растений люпина, инокулированных штаммом CIAM1626, после суточной экспозиции на растворе с концентрацией 100 мкМ CdCl<sub>2</sub> превысила контрольные показатели в 1,4 раза, в то время как активность у растений, инокулированных штаммом CIAM1614, была в 2,5 раза ниже контроля. Концентрация Cd Cl<sub>2</sub> 1000 мкМ оказала ингибирующее действие на азотфиксирующую способность люпина в обоих вариантах инокуляции – у растений, обработанных штаммом CIAM1626 отмечено 2-кратное снижение нитрогеназной активности по отношению к контролю, у растений, инокулированных штаммом CIAM1614 - наблюдалось практически полное подавление азотфиксации.

## Литература

1. Prasad M. N. V. // *Environ. Exp. Bot.* 1995. V. 35. P. 525–545.
2. Sanita di Toppi L., Gabrielli R. // *Environ. Exp. Bot.* 1999. V. 41 P. 105–130.
3. Zabolotny A. I., Budkevich T. A., Bazhanov D. P., Tsyganov V. E. // *Proceeding of the 7<sup>th</sup> ISRR Symposium Research and Applications (2–4 September 2009, Vienna, Austria)* [Электронный ресурс]. 2009. 094-2. – Режим доступа: <http://rootrap.boku.ac.at/index.php?id=28>. Дата доступа: 11.11.2009.
4. Carpena R. O., Vázquez S., Esteban E., M. Fernández-Pascual M., Felipe M. R., P. Zornoza P. // *Plant Physiol. Biochem.* 2003. Vol. 41. P. 911–919.
5. Chen Y. X., He Y. F., Yang Y., Yu Y. L., Zheng S. J., Tian G. M., Luo Y. M., Wong M. H. // *Chemosphere.* 2003. Vol. 50. P. 781–787.
6. Заболотный, А. И., Будкевич Т. А., Бажанов Д. П. // *Современная физиология растений: от молекул до экосистем. Материалы 6-го съезда ОБФРП (г. Сыктывкар, июнь 2007).* Сыктывкар, 2007. С. 141–142.
7. Цыганов В. Е., Заболотный А. И., Будкевич Т. А., Жернаков А. И., Ким В. Е., Кулаева О. А., Демченко К. Н. // *Ботаника (исследования) : Сб. науч. трудов / Ин-т. эксп. ботаники НАН Беларуси. Минск : Право и экономика, 2010. Вып. 38. С. 343–357.*
8. Заболотный А. И., Будкевич Т. А. // *Ботаника (исследования) : Сб. науч. тр. / Ин-т эксп. ботаники НАН Беларуси. Минск : Право и экономика, 2009. Вып. 37. С. 374–383.*
9. Глянько А. К., Акимова Г. П., Соколова М. Г., Макарова Л. Е., Васильева Г. Г. // *Прикладная биохимия и микробиология.* 2007. Т. 43. № 3. С. 279–288.
10. Михайлик О. М., Шевченко А. И, Островская Л. К. // *Биохимия.* 1986. Том 51. Вып. 7. С. 1186–1192.
11. Hardy R. W. F., Burns R. S., Hebert et al. *Biological nitrogen fixation: a key to world protein // Plant and Soil. Special vol. "Biol.Nitr.Fix. in Natural and Agric. Habit."*. 1971. Part 2. P.561–590.
12. Заболотный А. И. *Азотный обмен в растениях люпина в репродуктивный период онтогенеза: в норме и при экзогенном воздействии: дис. ... д-ра биол. наук: Минск, 2003. С. 63–65.*
13. Bradford M. M. // *Anal. Biochem.* 1976. Vol.8. – P. 248–254.
14. Beauchamp C., Fridovich I. // *Annual.Biochemistry.* 1971.V.44.P. 276–287.
15. Aono M., Saji H., Fujiyama K. // *Plant Physiol.* 1995. Vol.107. P.645–648.
16. Nakano Y., Asada K. // *Plant Cell Physiology.* 1981.Vol. 22. N 5.P. 867–880.
17. Luck H. *Catalase // Methods of Enzymatic Analysis / Ed. By Bergmeyer H. U. Verlag Chemie Weinheim/Bergstr.* 1963. P.885–894.
18. Zornoza P., Vázquez S., Esteban E., Fernández-Pascual M., Carpena R // *Plant Physiol. Biochem.* 2002. V. 40. P. 1003–1009.
19. Chugh L. K., Gupta V. K., Sawhney S. K. // *Phytochemistry.* 1992. V. 31. P. 395–400.
20. Balestrasse K. B., Galeggo S. M., Tomaro M. L. // *Plant and Soil.* 2004. V. 262. P. 373–381.
21. [Курганова Л. Н.], Балалаева И. В., Веселов А. П., Половинкина Е. О., Чуманкина Е. А. // *Вестник Нижегородского ун-та им. Н. И. Лобачевского.* 2010. № 2 (2). С. 550–556.
22. Тихонович И. А. // *Микробиологический журнал.* 1997. Т. 59. № 4., С. 14–22
23. Кузмичева Ю. В., Шапошникова А. И., Азарова Т. С., Петрова С. Н., Наумкина Т. С., Борисов А. Ю., Белимов А. А., Кравченко Л. В., Парахин Н. В., Тихонович И. А. // *Физиология растений.* 2014. Т. 61. № 1. С.121–128.



Т. А. БУДКЕВИЧ, А. И. ЗАБОЛОТНЫЙ, М. С. РАДЮК, В. Е. ЦЫГАНОВ.  
**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ  
УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АЗОТФИКСИРУЮЩЕГО АППАРАТА  
ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО (*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L.) ПРИ КАДМИЕВОМ  
СТРЕССЕ**

**Резюме**

В статье представлены результаты изучения роли ферментов окислительного стресса и инокуляции растений модифицированными штаммами бактерий в поддержании азотфиксирующей активности (АА) корневых симбиотических клубеньков у *Lupinus angustifolius* L., культивируемого в условиях кадмиевого стресса. В почвенной культуре при содержании 5,5–15,5 мг Cd · кг<sup>-1</sup> почвы в клубеньках люпина отмечена положительная корреляция АА и активности одной из шести изоформ супероксиддисмутазы, активность акорбатпероксидазы и каталазы с возрастанием содержания Cd в почве снижалась в 1,4 раза. Установлена зависимость АА клубеньков от чувствительности штамма инокулянта к Cd – в водной культуре при концентрации 100 и 1000 мкМ CdCl<sub>2</sub> АА клубеньков люпина, инокулированного штаммом CIAM1626, была в 4,5–6 раз выше, чем при инокуляции штаммом CIAM1614.

T. A. BUDKEVICH, A. I. ZABOLOTNY, M. S. RADJUK, V. E. TSYGANOV  
**PHYSIOLOGICAL, BIOCHEMICAL AND GENETIC FACTORS  
OF *LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L. NITRIGEN-FIXING APPARATUS  
UNDER CADMIUM STRESS**

**Summary**

The paper presents results of study the role of oxidative stress enzymes and inoculation seeds by modified bacterial strains for keeping up nitrogen-fixing activity (NFA) of root nodules in *Lupinus angustifolius* L., cultivated in Cd-stress conditions. In soil culture at concentrations of 5,0–15,0 mg of Cd per kg of dry soil the positive correlation between NFA and activity of one in the six isoforms of superoxidoreductase, were discovered in nodules, was noted; with an Cd content increase in soil ascorbateperoxidase and catalase activity decreased by a factor of 1,4 with respect to the control. It was showed that the NFA depends on Cd-sensitivity of bacterial strain – in hydroponic culture at concentrations of 100 and 1000 μM of Cd<sup>2+</sup> NFA in nodules of lupin inoculated by strain CIAM1626 was 4,5–6 times higher than those inoculated by strain CIAM1614.

*Поступила в редакцию 18.11.2015 г.*

А. А. БУЛАТОВА, М. П. ШАПЧИЦ, Е. О. КОРИК,  
Е. В. ЛЕОНЧИК, И. В. СЕМАК

## МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЛЛУСНОЙ И СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬТУР *IRIS PSEUDACORUS*

*Белорусский государственный университет*

**Введение.** Культура клеток высших растений является универсальным инструментом, с помощью которого можно решать многие практические задачи. В частности, растительные клетки *in vitro* могут служить источником ценных веществ растительного происхождения. Во всем мире многие лекарственные средства, ароматические вещества, пищевые добавки, красители и другие ценные вещества производят из природного растительного сырья. В связи с увеличивающимся дефицитом и стоимостью этого сырья, получаемого, как правило, из экзотических, редких и исчезающих видов диких и плантационных растений, перспективным считается биотехнологический метод наращивания фитомассы [1]. Использование вместо интактных растений их клеточных культур имеет ряд преимуществ, среди которых – радикальное решение проблемы дефицита исходного сырья, возможность получения фитомассы, полностью свободной от поллютантов (пестицидов, тяжелых металлов и т.п.), открытие новых веществ, не синтезируемых обычно в растениях, масштабирование и удешевление производства, возможность регуляции процесса биосинтеза целевых продуктов и пр. Кроме того, культуры *in vitro* характеризуются высокой продуктивностью в отношении вторичных метаболитов [2]. Клетки растений содержат комплекс физиологически активных веществ – вторичных метаболитов, обладающих в ряде случаев фармакологическим эффектом, что делает их чрезвычайно привлекательными для создания лекарственных средств с целью профилактики и лечения широкого спектра заболеваний, в особенности онкологических [3].

Большой интерес для фармации Беларуси представляет растение ирис ложноирисовый (*Iris pseudacorus* L.), содержащий биоактивные соединения, обладающие ярко выраженной фитоэстрогенной и противоопухолевой активностью. В Беларуси вид *I. pseudacorus* встречается по всей территории, но на ограниченных ареалах: на заболоченных лугах, по берегам водоемов [4]. В России *I. pseudacorus* относится к редким растениям и занесен в Красную книгу [5]. Долгое время *I. pseudacorus* рассматривали исключительно как декоративное растение, несмотря на то, что в народной медицине ирисы довольно широко используются в качестве противовоспалительного, диуретического, анальгетического и ранозаживляющего средств. Ввиду ограниченного распространения дикорастущих ирисов, их использование для наработки экономически значимых количеств противоопухолевых субстанций малоперспективно. Одной из альтернатив является получение растительного сырья биотехнологическим способом на основе культуры клеток. Вместе с тем использование культур клеток растений для наработки

в экономически значимых количествах веществ, обладающих противоопухолевой активностью, ограничивается отсутствием эффективных технологий культивирования каллусных и суспензионных культур данного растения. В этой связи представляется актуальным и целесообразным получение каллусных и суспензионных культур из растений ириса ложноаирового, а также оптимизации ростовой и продукционной сред для данных культур.

**Материалы и методы исследования.** Объектом исследований служили семена и культуры клеток и тканей растений ириса ложноаирового (*Iris pseudocorus*). В качестве материала (эксплантов) для введения в культуру клеток *in vitro* использовались семена *I. pseudocorus*. Поверхностную стерилизацию проводили растворами «Микроцид-Д» (1%, 12 – 24 ч) и «Доместос» (в разведении водой 1:1, 1:2, 1:3; 20 мин), а также этанолом (96%, 1 мин), и растворами  $KMnO_4$  (0,001%, 15 мин). Результаты стерилизации семян оценивали по коэффициенту стерилизации (количеству стерильных эксплантов после стерилизации, в % от исходного количества стерилизуемых семян) и коэффициенту всхожести (количеству проросших семян к общему количеству, в %).

Работу в асептических условиях осуществляли согласно общепринятым подходам [6]. Стерильные семена проращивали на не содержащей гормоны питательной среде, в состав которой входили минеральные соли по прописи среды Мурасиге и Скуга (МС). После прорастания семян их переносили на свет в люминостат и культивировали при 22° С, освещенности 3000 лк и 16-часовом фотопериоде. В качестве индукционной среды для получения первичного каллуса использовали питательную среду МС с добавлением 0,5 мг/л кинетина, 1 мг/л 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д), 30 г/л сахарозы и 2,5% фитагеля. Затем проводили тестирование ростовой активности каллуса на 5-ти вариантах ростовых сред, отличающихся по содержанию гормонов: 2,4-Д, кинетина и 6-бензиламинопурина (6-БАП) [7]. Продолжительность культивирования каллусов составляла 32 суток. рН питательных сред всех вариантов перед автоклавированием доводили до 5,6–5,8. После приготовления среды стерилизовали автоклавированием при 0,5 атм в течение 20–30 минут. Суспензионные культуры клеток ириса инициировали из расчета 2 г рыхлой каллусной ткани на 100 мл МС-среды с оптимизированным фитогормональным составом для каллусных культур в стеклянных колбах объемом 500 мл, закрытых алюминиевой фольгой и крафт-бумагой, при постоянном перемешивании на орбитальном шейкере (120 об/мин). Проращивание семян и выращивание каллусных и суспензионных культур проводили в темноте в термостате при температуре  $24 \pm 2^\circ\text{C}$ . Жизнеспособность суспензионных культур определяли по числу окрашенных клеток красителем нейтральным красным [8]. С целью характеристики ростовой активности каллусных и суспензионных культур определяли индекс роста [9]. Статистическую обработку данных проводили согласно общепринятым методам [10].

**Результаты и их обсуждение.** Важным условием для успешного культивирования изолированных тканей и органов *in vitro* является получение асептической культуры из исходного растительного материала. С целью по-

лучения стерильных растений ириса как донора эксплантов проводили щадящую эффективную стерилизацию семян. Поверхностную обработку семян осуществляли по ниже представленным вариантам, предварительно обработав этанолом и раствором КМпО<sub>4</sub>:

- I – 1% «Микроцид-Д» (12 ч), Доместос 1:1
- II – 1% «Микроцид-Д» (12 ч), Доместос 1:2
- III – 1% «Микроцид-Д» (12 ч), Доместос 1:3
- IV – 1% «Микроцид-Д» (24 ч), Доместос 1:1
- V – 1% «Микроцид-Д» (24 ч), Доместос 1:2
- VI – 1% «Микроцид-Д» (24 ч), Доместос 1:3

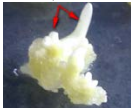




В результате проведенной обработки подобран оптимальный способ стерилизации семян, при котором они получали наименьшие повреждения от стерилизующих агентов при сохранении достаточно высокого процента неинфицированного жизнеспособного растительного материала. Наилучшие результаты для получения стерильных с максимальной всхожестью семян ириса наблюдались при их замачивании в 1% растворе «Микроцид-Д» в течение 24 часов и последовательной обработке 96% этиловым спиртом (1 мин), 0,001% раствором перманганата калия (15 мин), и раствором «Доместос» 1:2 (V – вариант) с пятикратной промывкой стерильной дистиллированной водой на завершающей стадии (табл. 1). Через два месяца из полученных стерильных растений ириса вырезали участки стеблей, содержащие меристемную зону, и пересаживали их на модифицированную питательную среду МС для индукции каллусогенеза. Начало каллусогенеза на эксплантах фиксировали уже на 15 день культивирования. Для увеличения ростовой активности каллусной культуры ириса проводили оптимизацию гормонального состава питательной среды. Проведенный предварительный анализ сред с содержанием ауксинов (ИУК и НУК) разной концентрации показал, что добавление этих гормонов в среду приводит к сильному ризогенезу либо образованию эмбрионидов в культуре. Было также опробовано пять различных модификаций стандартной среды (МС), характеризующихся различным уровнем содержания регуляторов роста с ауксиновым (2,4-Д) и цитокининовым типом действия (кинетин). Концентрация 6-БАП во всех случаях составляла 0,25 мг/л (табл. 2). Субкультивирование каллусной ткани проводили каждые 26–30 дней. При выращивании на разных вариантах сред каллусные культуры отличались окраской и консистенцией.

**Таблица 1.** Эффективность режимов стерилизации семян *I. pseudocorus*

Варианты стерилизации	Количество семян, %		
	асептических	инфицированных	проросших
I	20 ± 5,5 *	80 ± 5,5	5 ± 3,7
II	40 ± 4,7	60 ± 4,7	10 ± 4,2
III	80 ± 5,7	20 ± 5,7	40 ± 4,2
IV	90 ± 4,8	10 ± 4,8	77 ± 2,0
V	100	0	92 ± 1,5
VI	100	0	15 ± 4,2

Примечание. \* В таблице приведены средние арифметические значения ± стандартная ошибка (n = 5)

**Таблица 2.** Влияние модификации гормонального состава питательной среды МС на прирост биомассы каллусной культуры *I. pseudocorus*. Красными стрелками отмечен эмбриогенез на каллусной ткани *Iris*

Гормоны	Варианты сред для ириса				
	I (мг/л)	II (мг/л)	III (мг/л)	IV (мг/л)	V (мг/л)
2,4 – Д	1	1,5	2	3	4
Кинетин	0,1	0,15	0,25	0,5	0,5
Индекс роста	1,5	2	3	3,87	2,7
Морфология каллусной ткани	Каллус твердый, морфоген. бежевого цвета 	Каллус плотный, светло-желтого цвета 	Каллус среднеплотный, желтого цвета 	Каллус рыхлый, оводненный, желтого цвета 	Каллус структурированный, твердый, желтого цвета 



**Рис. 1.** Фото суспензионных культур *I. pseudocorus* различной окраски светло-желтая и желтая; микрофотографии клеток суспензионных культур ириса ложноаирисового, неокрашенные и окрашенные нейтральным красным с желтыми включениями-гранулами округлой и овальной форм, X 400.

Оптимальным соотношением экзогенных фитогормонов оказалась комбинация 2,4-Д – 3 мг/л и кинетина 0,5 мг/л (IV-вариант среды) обеспечивающая максимальный индекс роста 3,87 и рыхлый оводненный каллус от светло-желтого до желтого цвета. Средняя продолжительность одного субкультивирования для каллусной культуры составляла 26–30 дней. Инициацию суспензионной культуры проводили на IV варианте среды. Основными признаками хорошей суспензионной культуры служат ее высокая степень дезагрегации (5–10 клеток), морфологическая однородность клеток (небольшие размеры, сферическая или

овальная форма, плотная цитоплазма) и отсутствие трахеидоподобных элементов [11]. Морфологию клеток суспензионной культуры начинали наблюдать, начиная с V пассажа. Однако стабилизация параметров роста суспензионных культур клеток ириса проходила первые полгода культивирования: постепенно уменьшался размер клеточных агрегатов до 5–20 клеток округлой и вытянутой формы, увеличивалась скорость роста. В клетках наблюдались включения желтого цвета. Жизнеспособность суспензионной культуры на протяжении всего цикла выращивания оставалась достаточно высокой и составляла 85–90%. Для определения ростовой динамики каллусной и суспензионной культуры проводили анализ ростовых кривых. Ростовые кривые имели S-образную форму, характерную для многих культивируемых растительных клеток (рис.2). На основании полученных ростовых кривых были выделены следующие фазы роста. Для каллусных культур: лаг-фаза длительностью до 4 суток культивирования, достаточно продолжительная экспоненциальная фаза с 4-х суток по 24-е сутки, стационарная фаза начиналась с 24-х по 28-е сутки роста. Для популяции клеток суспензионной культуры ириса: короткая лаг-фаза продолжительностью 2-е суток, затем начиная со 2-х и до 16-х суток культивирования – логарифмическая фаза роста, которую сменяла стационарная фаза роста продолжительностью 8 суток с 18-х по 26-е сутки. Ростовые кривые отличаются продолжительностью фаз в зависимости от вида культуры, эндогенных и экзогенных факторов.

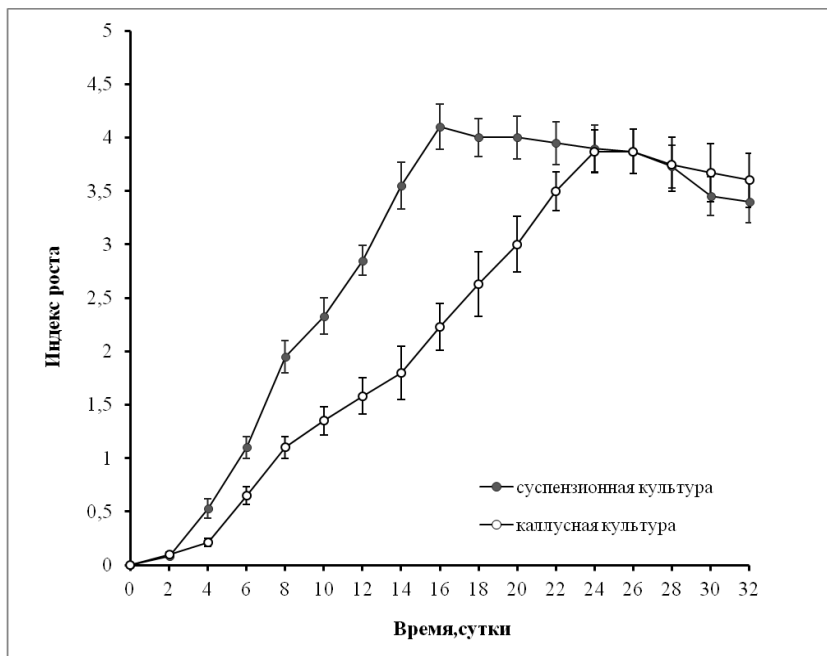


Рис.2. Ростовые кривые каллусной и суспензионной культур *I. pseudocorus*.

Ростовой цикл, или цикл выращивания, т. е. период от помещения инокула (части суспензионной культуры) на свежую среду до следующего субкультивирования, сильно колеблется в зависимости от вида растения и условий культивирования. В среднем от начала культивирования каллусной культуры до стационарной фазы роста проходит 21–28 дней. Длительность пассажа суспензионной культуры обычно меньше и составляет в среднем 14–16 дней [11]. Сходные закономерности наблюдались и в отношении полученных нами каллусных и суспензионных культур *I. pseudocorus*. Время достижения стационарной фазы роста каллусными культурами составляло 24 суток с максимальным индексом роста 3,87. В случае с суспензионными культурами стационарная фаза наступала к 16-м суткам с индексом роста 4,1.

### Литература

1. Chattopadhyay S. [et al.]. // *Biotechnology and Bioprocess Eng.* 2002. Vol. 7, N 3. P. 138–149.
2. Бутенко, Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе : учеб. пособие. М. : ФБК-ПРЕСС, 1999. 160 с.
3. Tapas A. R., Sakarkar D. M., Kakde R. B. // *Trop. J. Pharm. Res.* 2008. Vol. 7, № 3. P. 1189–1199.
4. Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В. И. Парфенова. Минск: Дизайн ПРО, 1999. 472 с.
5. Plant resources of Russia and neighboring countries: flowering plants, their chemical composition, the use of family Butomaceae-Typhaceae [in Russian]. St.-Petersburg. Science, 1994. P. 271.
6. Kalinin F. L., Sarnatskaya V. V., Polishchuk E. E. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений. Киев : Наукова думка, 1980. 488 р.
7. Murashige T., Skoog F. // *Physiol. Plantarum.* 1962. V.15, № 13. P.473–479
8. Endress R. *Plant Cell Biotechnology.* Berlin; New York : Springer-Verlag, 1994. 353 p.
9. Загребельный С. Н. Биотехнология. Часть 1. Культивирование продуктов и очистка продуктов. Новосиб. гос.ун-т. 2000. 108 с.
10. Лакин Г. Ф. Биометрия: уч. пособие. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
11. Биотехнология: теория и практика : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / Н. В. Загоскина [и др.] ; ред. Н. В. Загоскина, Л. В. Назаренко. М. : Оникс, 2009. 493 с.

### А. А. БУЛАТОВА, М. П. ШАПЧИЦ, Е. О. КОРИК, Е. В. ЛЕОНЧИК, И. В. СЕМАК МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЛЛУСНОЙ И СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬТУР *IRIS PSEUDACORUS*

#### Резюме

Определен оптимальный режим получения асептических растений из семян *Iris pseudacorus* L. – последовательная обработка 96%-ным этанолом (1 мин) и 0,001%-ным р-ром КМnO<sub>4</sub> (15 мин), 1% «Микроцид-Д» (24 ч), Доместос 1:2 (20 мин). Проведена индукция каллусогенеза из асептических 2-х месячных растений *Iris*. Исследовано влияние гормонального состава питательной среды на прирост биомассы каллусных культур ириса. Показано, что максимальный индекс роста 3,8 в каллусной культуре ириса наблюдался при использовании среды Мурасиге и Скуга, дополненной 2,4 – Д – 3 мг/л и кинетином – 0,5 мг/л. Суспензионная культура *I. pseudacorus* была инициирована из каллуса на среде, признанной оптимальной для каллусной культуры.

A. BULATOVA, M. SHAPCHITS, E. KORIK, E. LEONCHIK, I. SEMAK  
**METHOD OF OBTAINING AND COMPARATIVE ANALYSIS OF *IRIS*  
*PSEUDACORUS* CALLUS AND CELL CULTURES**

**Summary**

The optimal conditions of obtaining of aseptic plants from seeds of *Iris pseudacorus* L. have been chosen – sequential processing of 96% ethanol (1 min) and 0,001% KMnO<sub>4</sub> (15 min), 1% «Microcidum-D» (24 h), «Domestos» 1:2 (20 min). Induction of callus formation from 2 month old plants of *Iris* was carried out. The influence of hormonal composition of the culture medium on biomass growth of callus culture of *Iris* was investigated. It was shown that the maximum growth index 3,8 of callus culture of *Iris* was observed when using Murashige and Skoog medium supplemented with 3,0 mg/l 2,4-D and 0.5 mg/l kinetin. The suspension culture of *Iris pseudacorus* was initiated on the medium recognized successful for growth of callus culture.

*Поступила в редакцию 28.09.2015 г.*



А. П. ВОЛЫНЕЦ

**РОСТСТИМУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ И ЭФФЕКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭНДОГЕННЫХ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ  
С ФИТОГОРМОНАМИ***ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича  
НАН Беларуси»*

**Введение.** Биологическая активность эндогенных фенольных соединений известна со второй половины 18-го века [1]. Она была установлена сначала на животном материале при дублении шкуры богатыми на фенольные соединения экстрактами растений. Прошло немало времени (до первой половины 20-го века) пока функции фенольных соединений начали выяснять на растительных объектах. Первые опыты касались изучения роли фенольных соединений в процессах дыхания, размножения и роста растений. Одна из первых подробных сводок, посвященных участию фенольных соединений в процессах роста растений, принадлежит А. Леопольду [2], который отнес эти соединения к природным ингибиторам роста. Вместе с тем он допускал стимулирующее действие природных ингибиторов в низких концентрациях. Позже В. И. Кефели [3] главное внимание обратил на взаимоотношение эндогенных фенольных соединений с фитогормонами в процессах роста. Он также считал эти соединения природными ингибиторами роста, отмечая их антигормональный эффект. Но это не мешало ему пользоваться выражением «регуляторная активность природных ингибиторов» [3, стр. 218]. Одновременно он постоянно говорил о низкой стимулирующей активности фенольных соединений. Получается любопытная картина: оба автора, считая эндогенные фенольные соединения природными ингибиторами роста, одновременно признавали регуляторную способность этих веществ.

Нами на большом экспериментальном материале с использованием многих структурно разных фенольных соединений установлено [4], что эти вещества следует относить к регуляторам роста особого типа, чья активность связана главным образом с различием общего строения, количеством и расположением оксигрупп в молекуле и в меньшей степени с концентрацией веществ. Главный довод сторонников взгляда на фенольные соединения как на ингибиторы роста – низкая их стимулирующая активность. Но такое заключение может быть справедливым в частном случае, когда эксперименты проводятся без учета указанных факторов, а именно с одним веществом, на одном объекте или при неадекватном измерении роста [5].

Цель настоящего сообщения сводится к тому, чтобы показать: насколько сильно изменяются результаты действия и взаимодействия эндогенных фенольных соединений с фитогормонами при учете специфических свойств каждой группы веществ. По отношению к фенольным соединениям такими свойствами будет их структура, а по отношению к фитогормонам – их основ-

ная функция. Иногда первостепенное значение имеет выбор объекта и способ обработки растений фенольными соединениями.

**Объекты и методы исследований.** Объектами исследований служили растения пшеницы (сорт Мироновская 808), семена ячменя (сорт Параллелиум), а также отдельные органы растений: колеоптили (сорт Белорусская 80), отрезки листьев ячменя (сорт Параллелиум), черенки фасоли (сорта Сакса), пыльцевые трубки тюльпана (разные сорта). В качестве воздействующих веществ использовали коммерческие препараты фирмы Sigma (ИУК и АБК) и большую группу аналогичных по происхождению фенольных соединений: флавоны, флавонолы, изофлавоны, оксibenзойные и оксикоричные кислоты и оксикумарины в свободной и конъюгированной формах. Оценку действия и взаимодействия физиологически активных веществ на растительных объектах осуществляли в основном по стимулирующей активности и лишь частично по ингибирующей, так как последняя считается вполне обычной. Методы изучения и обработки экспериментальных данных использовали общепринятые, описанные в работах [5–8].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В опытах использовали прежде всего специфические объекты (колеоптили пшеницы и пыльцевые трубки тюльпана), для которых характерным является рост растяжением, осуществляемый с помощью ауксина (ИУК).

Оксикумарины, как активные регуляторы роста, оказывали стимулирующее влияние на рост колеоптилей, особенно сильное в присутствии ауксина (табл. 1). Если при раздельном применении эскулина и эскулетина стимуляция роста не превышала 40%, то при совместной обработке она возрастала многократно, превышая суммарную активность (197%) оксикумаринов и ИУК, т.е. четко проявлялся сверхаддитивный эффект, который достигал 243%. При этом активность гликозида была ниже активности агликона как при раздельном, так и при совместном использовании с фитогормоном. Высокая ростовая активность оксикумаринов в смесях обеспечивается выбором активного регулятора роста, его структурой (наличие о-диоксигруппы) и специфическим свойством гормона [4].

**Таблица 1.** Действие и взаимодействие оксикумаринов с ауксином при росте растяжением колеоптилей пшеницы сорта Мироновская 808 (в % к контролю)

Вариант	Значение контроля	Концентрация оксикумаринов, М			
		$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$
Контроль (вода)	100	–	–	–	–
Контроль (ИУК, $10^{-6}$ М)	160	–	–	–	–
Эскулин	–	92	104	115	110
Эскулетин	–	125	137	130	105
Эскулин + ИУК	–	103	185	190	195
Эскулетин + ИУК	–	208	230	234	220

Примечание: P=0,97

Одновременно с коммерческими препаратами фенольных соединений в опытах использовали также собственные препараты флавоноидных гликозидов пыльцы тюльпанов, выделенных и очищенных от примесей других веществ по ранее описанной методике [9]. Они представляли собой сумму гликозидов кверцетина, кемпферола и изорамнетина примерно в соотношении 3:2:1. Препараты флавоновых гликозидов использовали в концентрациях 0,1 и 0,01%, которые по данным предварительных опытов оказались наиболее активными [10].

Флавоноидные гликозиды сортов-доноров оказывали стимулирующее влияние на растяжение пыльцевых трубок других сортов тюльпана (табл.2), причем обе концентрации были достаточно эффективными. На сорте Сноу Стар эффективнее себя проявляла концентрация 0,01%, на сорте Фостера лучшие результаты показала концентрация 0,1% и на сорте Корнефорс решающее значение имели флавоноиды сорта-донора.

**Таблица 2.** Длина пыльцевых трубок разных сортов тюльпана под влиянием флавоноидных гликозидов сортов-доноров

Сорт-донор	Концентрация, %	Длина пыльцевых трубок других сортов					
		Сноу Стар		Корнефорс		Фостера	
		мкмл	%	мкмл	%	мкмл	%
Контроль (2%-ная сахароза)	–	1480	100	1655	100	1465	100
Горден Гарвист	0,01	6220	420	2110	127	2940	201
	0,10	2800	189	3700	224	5170	353
Сноу Стар	0,01	5280	357	3700	224	2980	203
	0,10	2220	148	2510	156	3260	222

Примечание: P = 0,95

Наряду с ауксином, проявляющим на колеоптилях злаков ростостимулирующую активность, использовали также другой фитогормон абсцизовую кислоту (АБК), которая в тех же условиях выступает обычно в качестве ингибитора роста растяжением. На этом объекте выясняли отношение флавоноидов к АБК обособленно, а затем в присутствии ИУК. Флавоны гликозид ройфолин и агликон апигенин практически не оказывали влияния на рост колеоптилей пшеницы (табл. 3), т.е. не изменяли активность АБК. Инертным оставался также флавоноловый агликон кверцетин. Зато флавоноловый гликозид рутин не только полностью снимал ингибирующее действие АБК, но и существенно повышал рост колеоптилей пшеницы. Сохранялось подобное влияние рутина на АБК и в присутствии ИУК только несколько меньше по величине. Аналогичным эффектом обладал также агликон кверцетин, однако его активность в присутствии ауксина снижалась существенно. Таким образом, флавонолы выступают активными антагонистами АБК, особенно сильно проявляет себя рутин. Указанное действие флавонолов по отношению к АБК является уникальным явлением, так как подобный эффект среди регуляторов роста не обнаружен до сих пор.

**Таблица 3.** Совместное действие флавоноидных соединений и АБК на рост coleoptiles пшеницы

Вариант	Совместное действие флавоноидов и АБК		Совместное действие флавоноидов и АБК в присутствии ИУК	
	прирост, мм	% к К1	прирост, мм	% к К2
2%-ный раствор сахарозы	3,7	–	–	–
ИУК, $10^{-6}$ М	–	–	6,6	100
АБК, $10^{-6}$ М (Контроль 1)	2,4	100	–	–
АБК + ИУК, $10^{-6}$ М (Контроль 2)	–	–	5,3	100
АБК + ройфоллин, $10^{-5}$ М	2,5	104	5,3	100
АБК + ройфоллин, $10^{-4}$ М	2,4	100	5,0	94
АБК + ройфоллин, $10^{-3}$ М	2,4	100	4,8	91
АБК + ройфоллин, $2 \cdot 10^{-3}$ М	2,4	100	4,7	89
АБК + апигенин, $10^{-5}$ М	2,3	96	5,1	96
АБК + апигенин, $10^{-4}$ М	2,3	96	5,2	98
АБК + апигенин, $10^{-3}$ М	2,4	100	5,1	96
АБК + апигенин, $2 \cdot 10^{-3}$ М	2,3	96	4,9	93
АБК + рутин, $10^{-3}$ М	3,3	138	5,7	108
АБК + рутин, $10^{-4}$ М	3,5	146	6,6	125
АБК + рутин, $10^{-3}$ М	4,6	192	8,5	160
АБК + рутин, $2 \cdot 10^{-3}$ М	4,2	180	9,0	170
АБК + кверцетин, $10^{-5}$ М	2,3	96	5,9	111
АБК + кверцетин, $10^{-4}$ М	2,3	96	6,1	115
АБК + кверцетин, $10^{-3}$ М	2,3	96	6,5	123
АБК + кверцетин, $2 \cdot 10^{-3}$ М	2,4	100	6,6	125

Примечание:  $P=0,97$

Остается ли такая активность у флавонолов в других процессах, контролируемых АБК? Она апробирована на отрезках листьев ячменя, деструкция хлорофилла у которых считается функцией этого гормона [11]. Оба флавонола не только эффективно снимали ингибирующее действие АБК на разрушение хлорофилла в отрезках листьев ячменя, но и стимулировали образование пигмента (табл. 4). Как и в предыдущем опыте активнее проявлял себя рутин. Все различия между влиянием гликозида и агликона сводилось к оптимуму действия. Если гликозид проявлял его в концентрации  $10^{-4}$ М, то агликон – в концентрации  $10^{-3}$ М.

Высокая активность о-диоксифенолов и родственных им полифенолов сохраняется также при формировании органов, в частности при корнеобразовании у черенков фасоли [12]. Как и следовало ожидать, самая высокая активность обнаружена у эскулетина и кверцетина, высота закладки корешков у которых увеличивалась в 2–5 раз, а количество корешков – чаще всего на 20–80%. Значительно меньшая оргоанообразующая способность выявлена у рутина, эскулина и оксикоричных кислот (кофейной и хлорогеновой), хотя указанные фенольные соединения содержат в молекуле о-диоксигруппу, но

она у рутина и эскулетина блокирована наличием углеводного остатка, а у кислот отягощена присутствием свободной карбоксильной группы.

**Таблица 4.** Совместное действие АБК и флавонолов на содержание хлорофилла в отрезках листьев ячменя

Вариант	Оптическая плотность	Содержание хлорофилла, %
Контроль (вода)	0,185	100
АБК, $10^{-6}$ М	0,077	42
Кверцетин, $10^{-5}$ М + АБК, $10^{-6}$ М	0,180	98
Кверцетин, $10^{-4}$ М + АБК, $10^{-6}$ М	0,270	146
Кверцетин, $10^{-3}$ М + АБК, $10^{-6}$ М	0,302	164
Кверцетин, $2*10^{-3}$ М + АБК, $10^{-6}$ М	0,300	162
Рутин, $10^{-5}$ М + АБК, $10^{-6}$ М	0,212	115
Рутин, $10^{-4}$ М + АБК, $10^{-6}$ М	0,332	180
Рутин, $10^{-3}$ М + АБК, $10^{-6}$ М	0,305	165
Рутин, $2*10^{-3}$ М + АБК, $10^{-6}$ М	0,197	107

Примечание: P=0,95

Известно, что среди фенольных соединений широко распространены метоксипроизводные. Как же сказывается на ростовой активности замещение водорода оксигруппы на метильную группу? Эту особенность выясняли на проростках ячменя и производных бензойной кислоты. Все бензойные кислоты стимулировали рост coleoptилей и (или) корешков у проростков ячменя (табл. 5). Самую высокую активность показали 2,4-диметоксибензойная и 3-метокси-2-оксибензойная (ванилиновая) кислоты. В то же время другие метоксибензойные кислоты (анисовая и сиреневая) заметно уступали первым двум кислотам. Следовательно метилирование оксигрупп некоторых бензойных кислот способствует повышению их ростовой активности.

**Таблица 5.** Влияние оксибензойных кислот на рост первичных органов ячменя

Вещество	Прирост			
	coleoptилей		корешков	
	мм	%	мм	%
Контроль (вода)	59,2	100	6,5	100
Бензойная кислота	83,4	141	4,5	69
о-Оксибензойная (салициловая) кислота	75,2	127	6,5	100
о- Метоксибензойная (анисовая) кислота	62,9	106	9,2	142
2,4-Диоксибензойная кислота	71,8	121	10,9	168
2,4-Диметоксибензойная кислота	90,0	152	13,5	200
3,4-Диоксибензойная (протокатеховая) кислота	82,0	139	6,5	100
3-Метокси-2-оксибензойная (ванилиновая) кислота	73,1	123	14,4	221
4-Окси-3,5-диметоксибензойная (сиреневая) кислота	83,2	141	5,9	90

Примечание: P=0,95

Высокая ростовая активность фенольных соединений обнаружена не только на отдельных органах растений (биотестах) и семенах, но и целых взрослых растениях, обработанных высокоактивным оксикумарином эскулином по специальной методике, предусматривающей нанесение действующего вещества в виде ланолиновых блоков на верхушку колоса пшеницы в концентрации  $10^{-6}$ М. Такая обработка позволяет полностью исключить потерю действующего вещества и в то же время использовать его по мере надобности. Сказанное подтверждается тем, что формирование генеративных органов пшеницы при обработке растений опрыскиванием эскулином в полевом опыте шло намного хуже, чем при использовании ланолиновых блоков с действующим веществом в вегетационном опыте (табл. 6). Снижение показателей в полевом опыте, скорее всего, связано с потерей части действующего вещества при опрыскивании, а также с ранней обработкой растений пшеницы. Как в полевом, так и в вегетационном опытах воздействие эскулина на формирование генеративных органов сказалось положительно. Возрастали все показатели, но наиболее существенно масса колоса (205%) и масса зерна в колосе (198%), а слабее всего – масса 1000 семян (126%).

**Таблица 6.** Влияние эскулина на формирование генеративных органов пшеницы сорта Белорусская 80

Вариант	Фаза обработки	Длина колоса, мм	Масса колоса, г	Масса зерна в колосе, г	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 семян, г
Полевой опыт						
Контроль (вода)	кущение	75,50	1,65	1,29	33,50	38,90
Эскулин, $10^{-6}$ М		95,50	2,45	1,92	47,70	40,29
% к контролю		126	141	150	142	103
Вегетационный опыт						
Контроль (вода)	колошение	82,95	0,98	0,64	25,82	28,81
Эскулин, $10^{-6}$ М		106,25	1,66	1,27	40,54	35,65
% к контролю		129	169	198	157	126
Контроль (вода)	молочная спелость	79,52	0,86	0,75	25,42	31,35
Эскулин, $10^{-6}$ М		103,30	1,76	1,38	42,60	36,36
% к контролю		133	205	184	168	116

Примечание: P=0,94

Из описанных данных следует, что высокая стимулирующая активность фенольных соединений связана с общей структурой вещества (класс соединений), частным строением молекулы (группа веществ), гормональным статусом объекта (состав и концентрация), способом обработки растений, низкой концентрацией этих соединений ( $10^{-6}$ - $10^{-8}$ М) и отчасти наличием в молекуле метоксигрупп.

**Заключение.** Впервые в широком плане изучена ростостимулирующая активность и взаимодействие фенольных соединений с фитогормонами на разных объектах (органы растений, семена и целые растения). Выявлена высокая стимулирующая способность и эффективное взаимодействие фенольных соединений и фитогормонов, зависящее от многих факторов, но главное значение имеют молекулярная структура веществ, гормональный статус объектов и низкая концентрация фенольных соединений ( $10^{-6}$ М и ниже).

#### Литература

1. Запрометов М. Н. Биохимия катехинов. М.: Наука, 1964. С. 5–14.
2. Леопольд А. Рост и развитие растений. М.: Мир, 1968. С. 163–174.
3. Кефели В. И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны. М.: Наука, 1974. 253 с.
4. Вольнец А. П. Эндогенные регуляторы роста и избирательность действия гербицидов. Автореферат дис. ... д-ра биологических наук. Вильнюс, 1984.
5. Вольнец А. П. Фенольные соединения в жизнедеятельности растений. Минск: Беларуская навука, 2013. 283 с.
6. Маштаков С. М., Деева В. П., Вольнец А. П. и др. Физиологическое действие некоторых гербицидов на растения. Минск: Наука и техника, 1971. 251 с.
7. Вольнец А. П. Взаимодействие эндогенных регуляторов роста и гербицидов. Минск: Наука и техника, 1980. 144 с.
8. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск: Высшая школа, 1973. С.28–50.
9. Вольнец А. П., Корнелюк В. Н. // Физиология растений. 1973. Т. 20. № 4. С.844–851.
10. Кудряўцева В. М., Вальнец А. П. // Весці АН БССР. Сер. біял. навук. 1981. № 1. С.10–16.
11. Кулаева О. Н. Цитокинины, их структура и функции. М.: Наука. 1973. 263 с.
12. Вальнец А. П., Пальчанка Л. А. // Весці АН БССР. Сер. біял. навук. 1976. № 1. С.37–40.

А. П. ВОЛЫНЕЦ

### РОСТСТИМУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ И ЭФФЕКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭНДОГЕННЫХ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ФИТОГОРМОНАМИ

#### Резюме

Впервые в широком плане экспериментально показана высокая ростостимулирующая активность эндогенных фенольных соединений при индивидуальном действии их на различные объекты, а также при взаимодействии их с фитогормонами. Раскрываются причины такой активности.

A. P. VOLYNETS  
**THE GROWTH PROMOTING ACTIVITY AND EFFECTIVE INTERACTION  
OF ENDOGENOUS PHENOLIC COMPOUNDS WITH THE PHYTOHORMONES**

**Summary**

For the first time, it is experimentally shown the high growth promoting activity of endogenous phenolic compounds in the individual action and together with phytohormones to different objects. The reasons of such activity are opened.

*Поступила в редакцию 07.09.2015 г.*



В. И. ДОМАШ, О. Л. КАНДЕЛИНСКАЯ, О. А. ИВАНОВ, Т. П. ШАРПИО,  
Е. Р. ГРИЩЕНКО, С. А. ЗАБРЕЙКО, А. В. СУДНИК

**ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ  
ПРОТЕОЛИЗА И ЛЕКТИНОВ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ  
НА ТЕРРИТОРИЯХ, ПРИМЫКАЮЩИХ К АВТОМАГИСТРАЛЯМ**

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники  
им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси»*

**Введение.** Автомобильный транспорт является источником более 70% всех загрязняющих веществ, поступающих в воздушную среду промышленно развитых стран, в том числе Республики Беларусь. Технологические выбросы от автомобилей, движущихся в составе транспортного потока, представлены в основном минеральной пылью АБЗ и ЦБЗ (на 90%), СО (около 5%), а также NO, СН и сажей в незначительных количествах. Они зависят от парка отраслевых автомобилей, спецтехники и т.д. В целом их объемы составляют более 16 тыс. тонн, что в несколько раз больше объема технологических выбросов предприятий. При этом, в составе транспортных эмиссий имеются токсичные вещества в отработанных газах автомобилей, а также оседающие на покрытии и в придорожной полосе пыль, продукты износа покрытий, шин, тормозных колодок, топливно-смазочные, антигололедные (ионы натрия и хлора) и другие вещества, которые обладают способностью к локальному распределению в приземном слое атмосферы, что, в свою очередь, вызывает загрязнение вод поверхностного стока и почвы химическими реагентами, тяжелыми металлами, нефтепродуктами и т. д. [1].

Техногенные загрязнения от автотранспорта представляют большую экологическую опасность для растений вдоль автотрасс. И, несмотря на то, что в подобных условиях более устойчивые виды способны формировать высокопродуктивные фитоценозы, очевидно, что менее устойчивые или неустойчивые виды подвержены риску быть вытесненными, что приводит к снижению биоразнообразия и исчезновению ценных представителей флоры.

В этой связи актуализируется значимость исследований различных аспектов адаптивного метаболизма как устойчивых, так и неустойчивых представителей флоры, что позволило бы более полно осуществлять мониторинг состояния растительного покрова прилегающих к автомагистралям территорий и выявлять растения-биоиндикаторы экологического состояния природной среды.

Устойчивость растений к неблагоприятным воздействиям обусловлена совокупностью физиолого-биохимических реакций, из которых метаболизму белков принадлежит важнейшая роль [2], поскольку такие его компоненты как система протеолиза и лектины, участвуя в регуляции различных морфофизиологических и защитных реакций, способствуют реализации на инте-

гральном метаболическом уровне антиоксидантных и адаптогенных свойств растений [3–8].

**Цель работы** – изучение особенностей функционирования системы протеолиза и лектинов у представителей дикорастущей флоры в условиях техногенных нагрузок на территориях вдоль крупных автотрасс Республики Беларусь.

**Объекты и методы исследований.** Объектами исследования являлись дикорастущие растения различных систематических групп: черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.) - сем. Вересковые, одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Web.) – сем. Сложноцветные, кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella* L.) – сем. Кисличные, подорожник большой (*Plantago major* L.) – сем. Подорожниковые. Сбор растений осуществляли в фазе цветения на территориях вдоль крупных автомагистралей М1/Е30; М 3; М5/Е271.

Автомагистраль М1/Е30 – основная транзитная дорога в Республике Беларусь. Является частью европейского маршрута Е 30 и панъевропейского транспортного коридора II Берлин–Нижний Новгород. Проходит от границы с Польшей по территории Брестской, Гродненской, Минской и Витебской областей до границы с Россией. Отбор растительных образцов для анализа осуществляли вдоль участка магистрали «Брест-Ивацевичи»: опытные растения отбирали на расстоянии 5 м от полотна дороги, контрольные – на расстоянии не менее 300 м от нее.

Автомагистраль М 3 начинается от пересечения Логойского тракта с Минской кольцевой автомобильной дорогой (МКАД, М 9) и, следуя на северо-восток, соединяет Минск с Витебском, минуя Силичи, Логойск, Лепель, Бешенковичи. Сбор растений осуществляли вдоль трассы на участке Березинского заповедника на расстоянии 3 м от полотна (опыт) и в глубине лесного массива на расстоянии от дороги не менее 300 м (контроль).

Автомагистраль М 5, соединяющая Минск с Гомелем, входит в состав ветви В панъевропейского транспортного коридора IX и совпадает с европейским маршрутом Е 271 (обозначается как М5/Е271), поскольку соединяет Латвию, Беларусь, Украину, Молдову, пересекая территорию Беларуси с севера на юг. Отвечается от магистрали М4 в районе поселка Привольный, проходит мимо Марьиной Горки, Осиповичей, Бобруйска, Жлобина до Гомеля. По интенсивности движения М5 относится к умеренной категории дорог. Однако учитывая, что к настоящему времени после масштабной реконструкции пропускная способность М5 увеличилась не менее, чем в 2 раза, следует ожидать и значительного увеличения доли суммарных техногенных эмиссий. Пикеты (ПК) для сбора растений располагались вдоль трассы на расстоянии от 71, 80 до 122 км от Минска. Сбор растений осуществляли на различных расстояниях (R) от полотна дороги – от 1,5 до 5 м (опытные варианты) и на расстоянии не менее 300 м от полотна дороги (контроль).

Активность белков-ингибиторов трипсина определяли по уменьшению скорости гидролиза субстрата ферментом в присутствии белков-ингибиторов

[9]. В качестве субстрата использовали синтетический  $N_\alpha$ -бензоиларгинин-нитроанилид (БАПА).

Активность нейтральных протеиназ определяли по методу Ансона [10], активность БАПАазы - по методу Эрлангера [11]. За единицу активности принимали количество фермента в экстракте, которое катализирует образование 1 мкМ п-нитроанилина за 1 мин инкубации.

Подготовка экстрактов для анализа гемагглютинирующей активности (ГА) эндогенных фитолектинов осуществлялась посредством гомогенизации растительного сырья в 0,9% растворе NaCl в соотношении 1:6. Гомогенат перемешивали в течение суток, осадок отделяли фильтрованием через капроновую ткань и центрифугированием в течение 15 мин при 5000 об/мин.

Идентификацию ГА лектинов осуществляли на иммунологических планшетах с U-образными лунками посредством микротитрования исследуемых белков с последующим добавлением в них 2,5%-ой суспензии эритроцитов кролика [12]. Реакцию проводили при комнатной температуре и результат (гемагглютинацию или гемолиз) регистрировали через 2 часа после начала титрования. ГА лектинов выражали в величинах, обратных минимальной концентрации белка, при которой отмечали реакцию гемагглютинации (мкг белка/мл)<sup>-1</sup>, затем пересчитывали данный показатель на сырую массу. Конечный результат выражали в Ед/мг белка либо в Ед/г сырой массы.

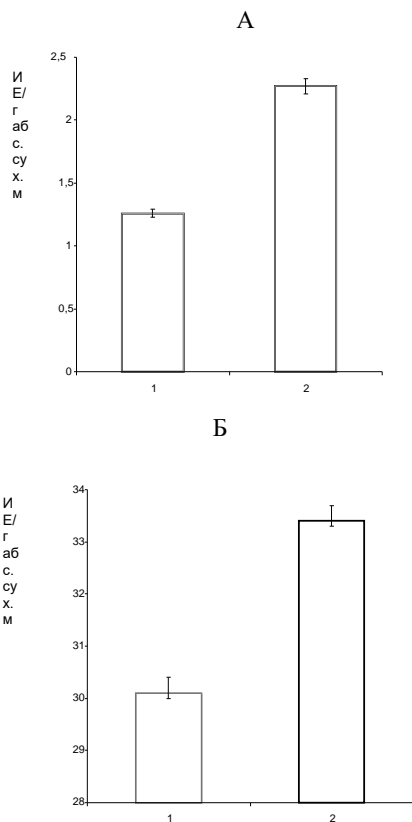
Концентрацию белка определяли по методу Брэдфорда [13].

Статистическая обработка данных проводилась исходя из 2-х биологических и 3-х аналитических повторностей с использованием пакета программ Excel.

**Результаты и их обсуждение.** Нами проведен анализ функционального состояния компонентов системы протеолиза (протеолитических ферментов и ингибиторов трипсина) у различных видов растений в зависимости от условий произрастания. Результаты отражены в таблице 1.

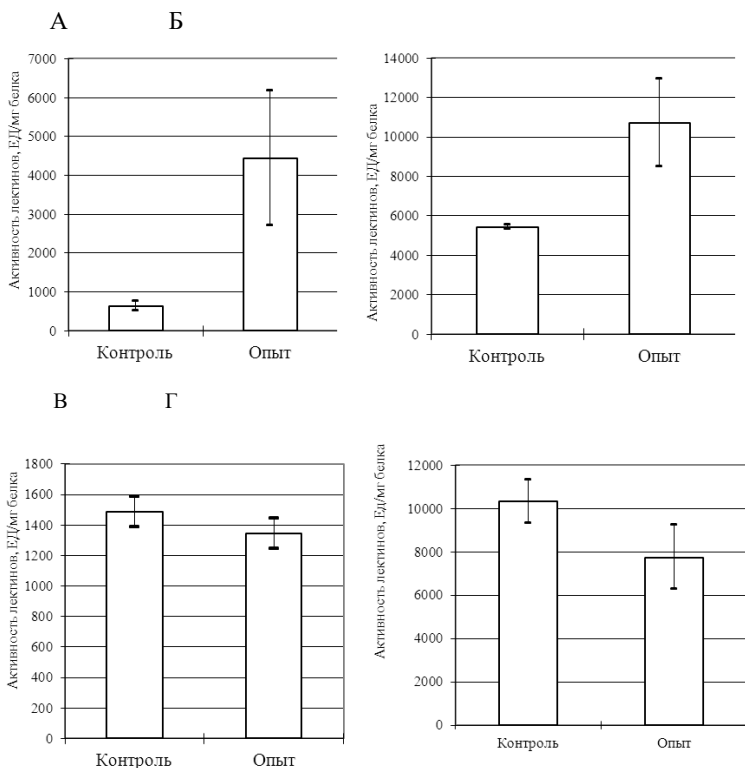
Согласно данным таблицы 1, техногенные эмиссии автотранспорта вызвали ответную реакцию растений в виде активизации компонентов системы протеолиза, что свидетельствует о существенных изменениях метаболизма белков в процессе адаптации к неблагоприятным факторам среды. Так, в растениях подорожника большого активность нейтральных протеаз возрастала на 26–49%, фермента БАПАазы – на 13–18%, белков ингибиторов трипсина – 40–70%. У одуванчика лекарственного имели место аналогичные, но менее выраженные сдвиги функциональной активности системы протеолиза. Вместе с тем, в растениях кислицы обыкновенной не наблюдалось сколь угодно существенных изменений активности исследованных протеолитических ферментов и их ингибиторов; у черники имело место лишь увеличение активности ингибиторов протеиназ до 40%.

Анализ образцов подорожника большого и одуванчика лекарственного, взятых на расстоянии 5 м от шоссе М1/Е30 (участок «Брест-Ивацевичи»), также показали повышение активности ингибиторов трипсина в листьях на 80 и 11% соответственно (рис. 1, А и Б).



**Рис. 1.** Влияние техногенных эмиссий автотранспорта вдоль автодороги М1/Е30 (Брест-Ивацевичи) на активность ингибиторов трипсина в растениях подорожника большого (А) и одуванчика лекарственного (Б): 1- контроль; 2-опыт.

Результаты исследований показали также, что под влиянием техногенных загрязнений вдоль автотрасс М3 и М5 ответная реакция исследуемых растений значительно варьировала в зависимости от вида в среднем по вариантам опыта (рисунок 2, А-Г).



**Рис. 2.** Влияние техногенных загрязнений на участках автомагистралей М3 и М5 на активность эндогенных лектинов в растениях подорожника большого (А), одуванчика лекарственного (Б), кислицы обыкновенной (В), черники обыкновенной (Г).

Согласно данным рисунка 2 (А-Г), если в растениях подорожника большого контрольного варианта исследуемый показатель составлял в среднем  $634,92 \pm 122,19$  Ед/мг белка, то под влиянием техногенных загрязнений активность лектинов возрастала в зависимости от расстояния от полотна дороги от  $1428,5 \pm 70,2$  до  $7441,9 \pm 120$  Ед/мг белка ( $НСР_{0,05} = 54,59$ ). Аналогичный эффект был отмечен и для растений одуванчика лекарственного. Если в контроле показатель активности лектинов составлял  $5412,26 \pm 130,0$  Ед/мг белка, то в радиусе до 3 м данный показатель достигал  $11377,78 \pm 150 - 18916,3 \pm 3640,0$  Ед/мг белка ( $НСР_{0,05} = 4189,9$ ). Аналогичная закономерность отмечена нами и для растений одуванчика и подорожника, собранных вдоль трассы М 1/Е30 (данные не приводятся).

**Таблица 1.** Действие техногенных эмиссий автомагистралей на активность компонентов прогенназо-ингибиторной системы дикорастущих видов растений

Вариант опыта	Нейтральные протеазы, ЕА/г		% к контролю	БАПАза, ЕА/г		% к контролю	Активность ингибиторов трипсина, ИЕ/г		% к контролю	Абсолютно сухая масса, г
	сырой массы	абсолютно сухой массы		сырой массы	абсолютно сухой массы		сырой массы	абсолютно сухой массы		
Подорожник большой (М5, контроль)	2,8	20,18 ± 0,75	100	5,6	39,30 ± 0,00	100	1,12	7,94 ± 0,12	100	14,25
Подорожник большой (М5, ПК-71, R=2,5м)	3,73	25,55 ± 0,79	126,6*	6,80	46,54 ± 0,00	118,4*	1,98	13,57 ± 0,75	170,9*	14,61
Подорожник большой (М5, ПК-71, R=1,5м)	4,40	30,12 ± 4,74	149,3*	6,27	44,44 ± 1,64	113,1*	1,23	8,75 ± 0,76	110,2	14,10
НСР <sub>0,05</sub>		1,74			1,80			0,75		
Одуванчик лекарственный (М5, контроль)	3,73	27,23 ± 0,84	100	7,89	57,57 ± 0,67	100	4,51	32,87 ± 0,04	100	13,71
Одуванчик лекарственный (М5, ПК-71, R=2м)	3,00	27,6 ± 0,92	101,4	8,53	67,94 ± 1,85*	110	4,60	37,13 ± 0,18*	112,9	12,56
Одуванчик лекарственный (М5, ПК-80, R=1,5м)	3,4	25,82 ± 0,45	94,83	8,40	63,78 ± 0,61*	110,8	4,70	35,69 ± 0,00*	108,6	13,17
Одуванчик лекарственный (М5, ПК-80, R=3 м)	3,6	27,99 ± 0,20	102,8	8,50	66,56* ± 0,55	115,6	4,63	36,00 ± 0,14*	109,5	12,86
Одуванчик лекарственный (М5, ПК-80, R=2 м)	3,6	28,37 ± 0,36*	104,2	8,45	66,61* ± 0,70	115,7	4,73	37,30 ± 0,22*	113,5	12,69

Одуванчик лекарственный (М5, ПК-80, R=122 км)	3,8	$30,42 \pm 0,45^*$	111,7	8,0	$64,05 \pm 0,68^*$	111,3	4,78	$38,24 \pm 0,20^*$	116,3	12,49
НСР <sub>0,05</sub>		1,05			1,70			0,31		
Кислица обыкновенная (М3, контроль)	1,61	$7,60 \pm 0,05$	100	6,27	$29,66 \pm 1,09$	100	0,14	$0,68 \pm 0,02$	100	21,13
Кислица обыкновенная (М3,Березинский заповедник, R=3 м)	1,59	$7,40 \pm 0,03$	97,4	6,53	$30,39 \pm 1,07$	102,5	0,15	$0,70 \pm 0,00$	102,9	21,50
НСР <sub>0,05</sub>		0,28			не досто- верно					
Черника обыкновенная (М3, контроль)	1,95	$2,58 \pm 0,00$	100	7,25	$96,20 \pm 1,21$	100	3,36	$4,45 \pm 0,08$	100	75,3
Черника обыкновенная (М3,Березинский заповедник, R=3 м)	1,92	$2,55 \pm 0,00$	98,8	7,36	$97,69 \pm 0,00$	101,5	4,72	$6,27 \pm 0,06$	140,9*	75,34
НСР <sub>0,05</sub>		не досто- верно			не досто- верно			0,28		

Полученные данные согласуются с ранее полученными результатами, согласно которым под влиянием техногенных автомобильных выбросов и в зависимости от их компонентного состава в растениях изменяется содержание флавоноидов, хлорофиллов а и в [14,15]. Отмечены также индуцированные эмиссиями автотранспорта значительные повреждения листьев, коры на стволах и ветвях, явление усыхания растений, снижение индекса потенциальной устойчивости древостоев [16].

Наблюдаемые нами эффекты свидетельствуют о том, что техногенные эмиссии автотранспорта на территориях, прилегающих к полотну крупных магистралей, инициируют значительную перестройку метаболизма белков, определяющего не только успешность адаптационных процессов, рост и развитие растений, но и, не исключено, существование на данной территории популяции как таковой.

**Заключение.** Проведенные исследования показали, что техногенные эмиссии автотранспорта оказывают существенное влияние на функциональную активность регуляторных белков системы протеолиза и лектинов дикорастущих видов растений на территориях, прилегающих к крупным автомагистралям. Ответная реакция растений различных систематических групп на действие техногенных стрессоров является генетически детерминированной и зависит от их конститутивной устойчивости, что проявляется либо в существенной активации исследованных групп белков (у одуванчика лекарственного и подорожника большого), либо в незначительных колебаниях их функционального статуса (у черники обыкновенной и кислицы обыкновенной), что предполагает большую устойчивость растений черники и кислицы к действию техногенных загрязнений по сравнению с растениями одуванчика и подорожника. Представляется важным отметить, что рациональный сбор лекарственного растительного сырья, проводимый в экологически чистых районах, достаточно отдаленных от автомагистралей с повышенной техногенной нагрузкой на биосферу, позволяет получать растительное сырье с относительно стабильными биохимическими параметрами, что чрезвычайно важно при разработке технологий его стандартизации по содержанию биологически активных веществ для фармакопеи. Предполагается, что показатели активности лектинов и белков-ингибиторов трипсина можно привлекать в качестве биохимических маркеров устойчивости растений к действию техногенных эмиссий автотранспорта при комплексном мониторинге экологического состояния окружающей среды.

#### Литература

1. Курлович В., Пекун А., Лукашевич Ю. Экологическое решение дорожных проблем // Строительство и недвижимость. 2004. № 16. [электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.nestor.minsk.by/sn/2004/16/sn41605.html>. – Дата доступа: 20.07.2015.
2. Шакирова Ф. М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. Уфа: Гилем, 2001. 160 с.



3. Дунаевский Я. Е., Цыбина Т. А., Белякова Г. Н., Домаш В. И. Шарпио Т. П., Забрейко С. А., Белозерский М. А. // Прикладная биохимия и микробиология. 2005. Т. 41. № 4. С. 392–396.
4. Локшина Л. А. // Молекулярная биология. 1979. Т. 13, вып. 6. С. 1205–1229.
5. Мосолов В. В., Валуева Т. А. // Прикл. биохимия и микробиол. 2005. Т. 41. № 3. С. 261–283.
6. Sadananda T. S., Govindappa M., Ramachandra Y. L. // British Journal of pharmaceutical research. 2014. V. 4(5). P. 626–643.
7. Бабоша А. В. // Биохимия. 2008. Т. 73. вып. 7. С. 1007–1022.
8. Бабоша А. В. // Журнал общей биологии. 2008. Т. 69, № 5. С. 379–396.
9. Гофман Ю. Я., Вайсблай И. М. // Прикл. биохимия и микробиология. 1975. Т. 11, вып. 5. С. 777–787.
10. Anson M. Z. // J. Genet. Physiol. 1938. Vol. 22, N 1. P. 79–89
11. Erlanger F., Kokowsky N., Cohen W. // Arch. Biochem. and Biophys. 1961. V. 96. С. 271–278.
12. Бабоша А. В., Ладыгина М. Е. // Физиолого-биохимические и биофизические методы диагностики степени устойчивости растений к патогенам и другим факторам / Под ред. Ладыгиной М. Е. М.: МГУ, 1992. С. 43–52.
13. Bradford, M. M. // Anal. Biochem. 1976. Vol. 172, N 1. P. 248–254.
14. Великанова Н. А., Сливкин А. И., Гапонов С. П. // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2013. № 1. С. 181–185.
15. Черкашина М. В., Петухова Г. А. // Современные наукоемкие технологии. 2007. № 5. С. 81–82.
16. Кравчук А. Л., Рыжиков В. А. // Природопользование. 2011. Вып. 20. С. 81–90.

В. И. ДОМАШ, О. Л. КАНДЕЛИНСКАЯ, О. А. ИВАНОВ, Т. П. ШАРПИО,  
Е. Р. ГРИЩЕНКО, С. А. ЗАБРЕЙКО, А. В. СУДНИК  
**ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПРОТЕОЛИЗА  
И ЛЕКТИНОВ ДИКРОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИЯХ,  
ПРИМЫКАЮЩИХ К АВТОМАГИСТРАЛЯМ**

### Резюме

Исследовали влияние техногенных выбросов автотранспорта на активность системы протеолиза и лектинов в листьях подорожника большого (*Plantago major*), одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale*), кислицы обыкновенной (*Oxalis acetosella*) и черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*), произрастающих вдоль автомобильных магистралей Республики Беларусь. Действие техногенных выбросов автотранспорта вызывало ответную реакцию растений либо в виде существенного повышения активности компонентов системы протеолиза и лектинов (*Plantago major*, *Taraxacum officinale*), либо в виде незначительного ее изменения (*Oxalis acetosella*, *Vaccinium myrtillus*). Предполагается, что исследованные представители флоры обладают различной степенью устойчивости к неблагоприятным факторам среды, и показатели активности белков-ингибиторов трипсина и лектинов могут служить биохимическим тестом на устойчивость растений к техногенным воздействиям.

V. I. DOMASH, O. L. KANDELINSKAYA, O. A. IVANOV, T. P. SHARPIO,  
H. R. GRISCHENKO, S. A. ZABREIKO, A. V. SUDNIK  
**PROTEOLYSIS SYSTEM AND LECTINS ACTIVITY OF WILD PLANTS,  
/GROWING ALONG MOTORHIGHWAYS**

**Summary**

It have been investigated the effect of technogenic emissions on the activity of the proteolysis system and lectins in the leaves of *Plantago major*, *Taraxacum officinale*, *Oxalis acetosella* and *Vaccinium myrtillus* growing along the highways of the Republic of Belarus. The technogenic emissions induced the different responses of plants either in the form of significantly increased activity of proteolysis system components and lectins (*Plantago major*, *Taraxacum officinale*) or minor changes of them (*Oxalis acetosella*, *Vaccinium myrtillus*). It is assumed that studied plants have different degree of resistance to adverse environmental factors. The indicators of proteins-trypsin inhibitors and lectins activity can serve as a biochemical test for plant resistance to technogenic emissions.

*Поступила в редакцию 01.10.2015 г.*

Л. Ф. КАБАШНИКОВА, Г. Е. САВЧЕНКО, Л. М. АБРАМЧИК,  
О. В. ЕВДОКИМОВА, В. Н. МАКАРОВ, Е. В. СЕРДЮЧЕНКО,  
Л. А. ЗЕНЕВИЧ, В. В. КОНДРАТЬЕВА

**ПРОТЕКТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ  $\beta$ -АМИНОМАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ  
НА ПРОРОСТКИ ЯЧМЕНЯ (*HORDEUM VULGARE* L.)  
ПРИ БИОТИЧЕСКОМ СТРЕССЕ**

*ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии  
НАН Беларуси»*

**Введение.** Перспективным направлением в борьбе за урожай и экологию является повышение общей неспецифической устойчивости растений (иммунного статуса) к неблагоприятным факторам биотической и абиотической природы путем индукции природных защитных механизмов [1]. Известно, что устойчивость растений можно индуцировать с помощью ряда синтетических и природных соединений, таких как салициловая кислота (СК) и ее производные [2], а также  $\beta$ -аминомасляная кислота ( $\beta$ -АМК) [3]. Устойчивость, возникающая при действии индукторов, носит широкий антистрессовый характер, в результате чего у растений повышается выносливость к засухе, холоду, перепадам температуры и др. Защитное действие экзогенной  $\beta$ -АМК продемонстрировано на растениях арабидопсиса, томатов, винограда, разных сортов лука и других видов. Показана высокая эффективность  $\beta$ -АМК и против поражений ряда растений бактериями, оомицетами, грибами и нематодами [3]. Такой широкий спектр активности  $\beta$ -АМК связывают с индукцией устойчивости растений, а не с ее прямым действием на патогены, поскольку пусковым сигналом для быстрого стимулирования механизмов иммунной системы растений (вплоть до некроза поврежденных патогеном клеток и синтеза антистрессовых белков) могут служить чрезвычайно малые концентрации индуктора. Установлено, что экзогенная  $\beta$ -АМК может действовать через защитные механизмы с участием СК, что свойственно растениям *Arabidopsis* [4], либо активировать передачу сигнала через абсцизовую кислоту (АБК) [5]. Отсутствие цельной картины механизмов защитного действия  $\beta$ -АМК связано с тем, что последние могут существенно отличаться у разных видов растений, поэтому разработка препаратов на основе иммуномодуляторов требует детального изучения особенностей их влияния для каждого растительного объекта и разных патогенов.

Одним из проявлений быстрого ответа растения на действие  $\beta$ -АМК является усиление активности гидролитических ферментов, расположенных в клеточной стенке, в результате чего последняя модифицируется [6, 7], а более отдаленным по времени событием – продемонстрированная на чешуе лука активация отложения каллозы [8], которая является основным механическим барьером на пути проникновения патогенов. Поскольку экзогенная  $\beta$ -АМК не проникает во внутриклеточные органеллы [6, 7], можно предположить, что пер-

вичными сайтами, на которые может быть направлено действие  $\beta$ -АМК, являются пограничные с апопластным пространством мембраны клеток.

Известно, что в индукции защитного ответа в растениях при стрессовых воздействиях любого характера решающее значение имеют активные формы кислорода (АФК) [9]. Однако источники и способы генерации этих соединений, как и прооксидантно-оксидантный статус растительной клетки в целом, остаются малоизученными как при патогенезе, так и, в еще большей мере, при действии  $\beta$ -АМК. Целью настоящей работы явилось исследование влияния экзогенной  $\beta$ -АМК на окислительный статус и состояние системы антиоксидантной защиты в интактных проростках ячменя в норме и при инфицировании растений ячменя грибным патогеном *Bipolaris sorokiniana*, вызывающим широко распространенное и опасное заболевание ячменя – темно-бурую пятнистость.

**Объекты и методы исследования.** В работе использовали проростки ячменя (*Hordeum vulgare* L.) сорта Магутны, выращенные на полихроматичном белом свете (120 мкмоль квантов  $\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$ , 16-часовой световой период) при 22°C. Растения выращивали до 4-дневного возраста на водопроводной воде, затем часть материала использовали для обработки раствором  $\beta$ -АМК ( $10^{-4}$  М). Для этого листья равномерно опрыскивали из пульверизатора. Через 24 ч после нанесения иммуномодулятора листья интактных проростков инокулировали спорами гриба *Bipolaris sorokiniana* ( $10^6$  спор /мл суспензии). Анализировали материал через 1, 2 или 3 суток после инокуляции.

Характеристику степени поражения растений осуществляли визуально путем подсчета общего количества пораженных проростков в разных вариантах опыта. Для этого в каждом варианте использовали по 100 проростков, одинаковых по размерам в начале эксперимента.

Оценку окислительного статуса растений в экстрактах листьев проводили по общему содержанию АФК, активности НАДФН-оксидазы, пероксидазы и общему содержанию пероксида водорода. Для анализа всех показателей использовали одинаковые участки листа (в 1 см от верхушки). Общее содержание АФК определяли флуоресцентным методом, в основе которого лежит образование 2',7'-дихлорфлуоресцеина из нефлуоресцирующего дихлорфлуоресцеиндиацетата [10], активность НАДФН-оксидазы – спектрофотометрически по скорости окисления НАДФН [11], активность пероксидазы – спектрофотометрически по кинетике реакции окисления бензидина пероксидазой в присутствии перекиси водорода [12]. Содержание пероксида водорода измеряли с помощью флуоресцентного метода, в основе которого лежит реакция окисления скополетина в присутствии  $\text{H}_2\text{O}_2$ , катализируемая пероксидазой хрена [13]. Для нормирования данных по содержанию белка в анализируемом материале измеряли его содержание по методу Лоури [14], используя коммерческий реактив Фолина. Уровень перекисного окисления липидов в мембранах определяли по содержанию ТБК-активных продуктов [15].

Общее содержание фенолов определяли с помощью метода Фолина-Чикольте в этаноловых экстрактах [16], а количество свободной и связанной СК в фенольных пробах – с помощью ВЭЖХ. Химический гидролиз конь-

югатов СК осуществляли с помощью 8 н HCl. Для регистрации выхода СК использовали флуоресцентный детектор,  $\lambda_{возб.}$  – 300 нм,  $\lambda_{рег.}$  – 415 нм. Содержание СК рассчитывали по площади регистрируемых пиков.

При статистической обработке данных определяли среднюю квадратичную ошибку, критерий значимости t и уровень значимости P(t) [17].

**Результаты и их обсуждение.** Защитная роль экзогенной  $\beta$ -АМК при заражении грибом *Bipolaris sorokiniana* особенно хорошо выявлялась визуально через 7 дней после обработки листьев 4-дневных проростков экзогенной  $\beta$ -АМК, т. е., спустя 6 дней после инокуляции спорами гриба: количество пораженных грибной инфекцией листьев после обработки  $\beta$ -АМК достоверно снижалось почти в 1,8 раза (табл. 1).

**Таблица 1.** Степень поражения листьев 11-дневных проростков ячменя грибной инфекцией после различных обработок (количество проростков с бурыми пятнами на листьях из 100 взятых в эксперимент в каждой пробе)

Контроль (1)	$\beta$ -АМК (2)	<i>Bipolaris s.</i> (3)	$\beta$ -АМК+ <i>Bipolaris s.</i> , (4)	3:4	t и P(t) для пары 3 – 4
0	0	63,0 $\pm$ 9,0	41 $\pm$ 15	1,78 $\pm$ 0,21	3,7 и 0,05

Несмотря на то, что в более молодых 7-, 8- и 9-дневных проростках подобный защитный эффект  $\beta$ -АМК визуально был не столь выразителен, окислительный статус и состояние антиоксидантной системы в клетках тканей листа могло изменяться гораздо раньше появления некротических пятен. На это указывает уровень окисленности липидных компонентов мембран, значения которого приведены в таблице 2. Нарастание защитного эффекта, вызванного действием  $\beta$ -АМК, со временем видно по содержанию ТБК-продуктов: обработка листьев 4-дневных проростков иммуномодулятором привела к снижению уровня перекисного окисления мембранных липидов (ПОЛ) в 8-дневных проростках (69%) по сравнению с контролем (100%). Такое же в количественном выражении влияние оказывала и сама по себе грибная инфекция. Снижение уровня ПОЛ под действием *Bipolaris s.* наблюдали и при работе с ячменем сорта Гонар [18]. Обработка листьев раствором  $\beta$ -АМК перед заражением приводила к еще большему снижению уровня ПОЛ (почти в 2 раза по отношению к соответствующему контролю), указывая на синергизм в действии обоих факторов.

**Таблица 2.** Содержание МДА (нмоль/мг сырой массы) в листьях ячменя, обработанных  $\beta$ - АМК и зараженных *Bipolaris sorokiniana* (*B. s.*)

Вариант	6-дневные проростки (1 сутки после заражения)	8-дневные проростки (3 суток после заражения)
Контроль	3,56 $\pm$ 0,01 (100%)	3,04 $\pm$ 0,47 (100%)
$\beta$ -АМК	3,36 $\pm$ 0,06 (94%)	2,10 $\pm$ 0,36 (69%)
<i>B.s.</i>	3,03 $\pm$ 0,04 (85%)	2,14 $\pm$ 0,15 (70%)
$\beta$ -АМК + <i>B.s.</i>	3,09 $\pm$ 0,42 (87%)	1,47 $\pm$ 0,17 (48%)

Для понимания природы защитных механизмов действия  $\beta$ -АМК, важно знать, каков общий уровень АФК как совокупного продукта окислительных

процессов, происходящих при различных воздействиях на растение, и как происходит их детоксикация, приводящая к снижению уровня ПОЛ в варианте с  $\beta$ -АМК и при заражении растения грибом в отсутствие иммуномодулятора.

В таблице 3 показано изменение общего содержания АФК через 2 суток после обработки листьев  $\beta$ -АМК, когда проростки достигли 6-дневного возраста. Видно, что действие  $\beta$ -АМК и *Bipolaris s.* на этот параметр носило противоположный характер: под влиянием  $\beta$ -АМК содержание АФК превысило наблюдаемое в контроле в 1,9 раза, а инокуляция спорами *Bipolaris s.*, напротив, привела к снижению количества АФК (0,6 по отношению к контролю). Обработка  $\beta$ -АМК перед грибным заражением вызвала повышение общего содержания АФК по сравнению с действием грибной инфекции в чистом виде почти в 2 раза и лишь на 12% по сравнению с контролем. Таким образом, близкий по величине уровень ПОЛ, наблюдаемый в вариантах с обработкой  $\beta$ -АМК и грибной инфекцией, достигался на фоне разного количества АФК: образование АФК под влиянием  $\beta$ -АМК активизировалось, а под влиянием грибной инфекции снижалось. Известно, что АФК могут выполнять не только сигнальную функцию, необходимую для формирования приобретенной устойчивости [1], но и принимать прямое участие в разрушении патогенов.

**Таблица 3.** Содержание АФК (мкг 2',7'-дихлорфлуоресцеина / г сырой массы – верхняя строка, в % к контролю – нижняя строка) в тканях листа 6-дневных проростков ячменя (через 1 сутки после инокуляции листьев спорами *Bipolaris s.* и 2 суток после обработки  $\beta$ -АМК)

Контроль	$\beta$ -АМК	<i>Bipolaris s.</i>	$\beta$ -АМК+ <i>Bipolaris s.</i>
2,31 ± 0,08	4,38 ± 0,01	1,37 ± 0,02	2,59 ± 0,12
100%	189%	60%	112%

Увеличение содержания АФК после обработки  $\beta$ -АМК происходило на фоне более высокого уровня активности НАДФН-оксидазы по сравнению с контролем (повышение на 30%), а снижение уровня АФК после грибной инфекции коррелировало со снижением активности этого фермента, деятельность которого опосредует окислительный взрыв, наблюдаемый при различных стрессовых воздействиях [19] (табл. 4). В более старых 8-дневных проростках (по мере удаления от начала воздействия  $\beta$ -АМК и увеличения продолжительности грибного заражения) активность фермента снижалась и, похоже, что грибная инфекция подавляла стимулирующее влияние  $\beta$ -АМК на активность НАДФН-оксидазы.

**Таблица 4.** Изменение активности НАДФН-оксидазы в листьях ячменя, обработанных  $\beta$ -аминомасляной кислотой и при заражении *Bipolaris s.* (относительные единицы)

Вариант	6-дневные проростки (1 сутки после заражения <i>Bipolaris s.</i> )	8-дневные проростки (3 суток после заражения <i>Bipolaris s.</i> )
Контроль	100%	100%
$\beta$ -АМК	130±20	112±1
<i>Bipolaris s.</i>	101±13	89±2
$\beta$ -АМК + <i>Bipolaris s.</i>	96±20	61±6

Активность пероксидазы, детоксицирующей пероксид водорода, в листьях ячменя, обработанных  $\beta$ -АМК и при заражении, показана в таблице 5. По тенденции развития эффекта (особенно заметно снижение активности фермента после грибного заражения спустя 3 суток после инокуляции) эти данные скорее напоминают поведение НАДФН-оксидазы, хотя и менее выразительны. При совместном действии иммуномодулятора и грибной инфекции детоксицирующая способность на уровне пероксидазы, снижалась, что могло быть одной из главных причин повышения содержания пероксида водорода в этом варианте эксперимента (табл. 6).

**Таблица 5.** Активность пероксидазы в листьях ячменя, обработанных  $\beta$ -АМК и при заражении *Bipolaris sorokiniana* (*B.s.*)

Вариант	6-дневные проростки (1 сутки после заражения <i>Bipolaris s.</i> )	8-дневные проростки (3 суток после заражения <i>Bipolaris s.</i> )
мкМ бензидина/мкг белка		
Контроль	0,93 ± 0,10	1,68 ± 0,08
$\beta$ -АМК	1,16 ± 0,08	1,79 ± 0,08
<i>B.s.</i>	1,12 ± 0,18	1,46 ± 0,06
$\beta$ -АМК + <i>B.s.</i>	0,83 ± 0,14	1,33 ± 0,18
Относительные единицы		
Контроль	100	100*
$\beta$ -АМК	123 ± 12*	101 ± 7
<i>B.s.</i>	116 ± 10	88 ± 2*
$\beta$ -АМК + <i>B.s.</i>	88 ± 8*	80 ± 14

Примечание: \* – отмечены достоверно различающиеся пары в каждом столбце

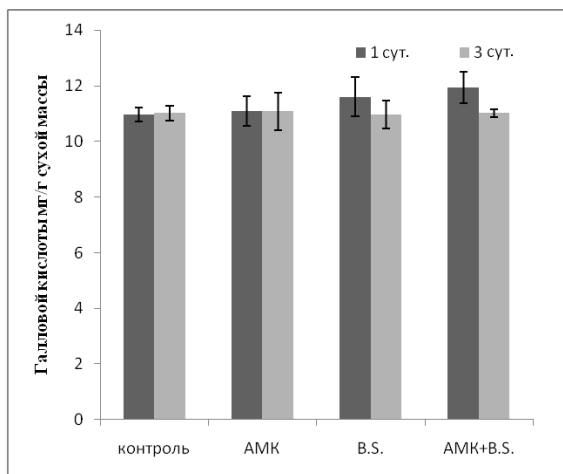
Сопоставление данных показывает, что в целом изменение содержания пероксида водорода носило несколько иной количественный характер, чем изменение общего содержания АФК. Видно, что в момент наблюдения превышение содержания пероксида в варианте с  $\beta$ -АМК над контролем в относительном выражении не было столь велико, как изменение общего содержания АФК: через сутки после обработки иммуномодулятором содержание пероксида увеличивалось только в 1,1 раза, а АФК – почти в 1,8 раза. Грибная инфекция приводила к небольшому (на 25%), но статистически надежно увеличению содержания пероксида водорода, а общее содержание АФК при этом достоверно снижалось и составило только 60% от контроля. Такая разнонаправленность изменений количества общих форм АФК и пероксида водорода как одного из конечных продуктов их детоксикации может свидетельствовать о разных механизмах последней при действии  $\beta$ -АМК и *Bipolaris s.*

**Таблица 6.** Изменение содержания пероксида водорода (относительные величины) в листьях проростков ячменя разного возраста под влиянием экзогенной  $\beta$ -АМК ( $10^{-4}$ М) и заражения спорами гриба *Bipolaris s.*

Вариант	6-дневные проростки (1 сутки после заражения <i>Bipolaris s.</i> ), %*	8-дневные проростки (3 суток после заражения <i>Bipolaris s.</i> ), %*
Контроль	100	100
$\beta$ -АМК	108 ± 3	122 ± 13
<i>Bipolaris s.</i>	125 ± 5	139 ± 15
$\beta$ -АМК + <i>Bipolaris s.</i>	112 ± 16	143 ± 14

Примечание: \* – приведены усредненные результаты нескольких экспериментов, в каждом из которых за 100% приняты данные для соответствующего контрольного варианта

Известно, что для предотвращения окислительного повреждения биологических молекул свободными радикалами в природе выработаны антиоксидантные системы и вещества с разным принципом действия – аскорбиновая кислота, токоферолы, каротиноиды, а также соединения полифенольной природы (флавоноиды, и др., содержащие гидроксильные группы фенольного характера). В контексте настоящей работы наибольший интерес представляет потенциальный индуктор иммунного ответа фенольной природы СК, содержание которой может изменяться как при инфицировании грибами, так и под влиянием  $\beta$ -АМК у некоторых видов растений [2 – 4]. Известно, что увеличение содержания СК в тканях растений может быть связано не только с активацией ее синтеза, но и с гидролизом *o*- $\beta$ -D-глюкозилсалицилата, локализованного в клеточной стенке растений [20].



**Рис. 1.** Содержание фенолов в листьях ячменя при обработке  $\beta$ -аминомасляной кислотой и заражении спорами *Bipolaris sorokiniana*.



Проведенное нами исследование общего содержания фенолов в листьях ячменя свидетельствует об отсутствии достоверных изменений их количества при различных обработках (рис.1). Аналогичные данные получены и в работе [21], в которой показано, что обработка растений подсолнечника  $\beta$ -АМК не приводила к накоплению таких защитных компонентов, как фенолы, лигнин или каллоза как в отсутствие заражения, так и после него. Возможно, для развития эффекта на уровне фенолов необходимо время, большее, чем в нашем эксперименте. Литературные данные свидетельствуют о высокой вариабельности изменений содержания фенолов при заражении спорами *Bipolaris s.*, которая может быть следствием волнообразного характера изменения их содержания с периодом в десятки дней [22].

Влияние *Bipolaris s.* и  $\beta$ -АМК на содержание разных форм СК в фенольной фракции приведено в таблицах 7 и 8. Общее количество эндогенной СК (свободная + связанная) в тканях листа после разных обработок не увеличивалось по сравнению с контролем в большинстве вариантов (табл. 8). Однако, в пораженных грибом проростках к третьим суткам проявлялась тенденция к накоплению СК. Литературные данные о влиянии патогенов на содержание СК в тканях весьма разнообразны. Так, заражение растений фитопатогеном рода *Fusarium graminearum* приводило к увеличению концентрации СК в листьях устойчивых и среднеустойчивых сортов пшеницы, а у восприимчивых – к снижению, а при заражении фитопатогенами *Cochliobolus sativus* и *Gaeumannomyces graminis* в одном из сортов также наблюдали уменьшение содержания СК по сравнению с контролем [23]. Аналогичные данные были получены для растений ячменя с разной устойчивостью к фузариозной инфекции [24]. Но при инокуляции различных генотипов ячменя (*Hordeum vulgare* L.) грибами *Blumeria graminis* f. sp. *Hordei* в первичных листьях не обнаружено накопления СК после введения патогена [25].

Более интересны данные о поведении свободной и связанной форм СК при различных обработках. Через сутки после нанесения спор гриба на листья мы наблюдали лишь тенденцию к увеличению содержания свободной СК (на 9%), а через 3 суток увеличение составило 30% (по результатам, приведенным в табл. 7). Следует отметить, что в данном эксперименте к этому времени на листьях появились очаги поражения. На фоне роста количества свободной СК уровень связанной заметно снижался через сутки после инокуляции и оставался более низким, чем в контрольных листьях, спустя 3 суток.

**Таблица 7.** Изменение содержания связанной и свободной эндогенной СК (мкг/г сухой массы) в листьях зеленых проростков ячменя после различных обработок

Вариант	1 сутки после инокуляции <i>B.s.</i>		3 суток после инокуляции <i>B.s.</i>	
	Свободная	Связанная	Свободная	Связанная
Контроль	1,56 ± 0,09	3,67 ± 0,21	1,43 ± 0,25	3,69 ± 0,23
$\beta$ -АМК	1,57 ± 0,21	2,92 ± 0,09	1,54 ± 0,17	3,46 ± 0,31
<i>B.s.</i>	1,70 ± 0,27	2,99 ± 0,08	2,26 ± 0,21	3,01 ± 0,29
$\beta$ -АМК + <i>B.s.</i>	1,81 ± 0,23	2,89 ± 0,14	1,89 ± 0,16	2,98 ± 0,18

В проростках, обработанных  $\beta$ -АМК, не наблюдали изменений абсолютного содержания свободной СК, однако регистрировали снижение количества связанной формы. Тем не менее, относительное содержание свободной формы в общем пуле СК увеличивалось по сравнению с контролем (117%), а в зараженных проростках, предварительно обработанных  $\beta$ -АМК, это увеличение составило 138% (больше, чем в варианте с патогеном).

**Таблица 8.** Изменение соотношения разных форм СК в листьях зеленых проростков ячменя после различных обработок (на основании данных табл.7)

Вариант	1 сутки		3 суток	
	Свободная + связанная	Свободная / (свободная + связанная)	Свободная + связанная	Свободная / (свободная + связанная)
Контроль	5,23	29,82% (100%)	5,12	27,93% (100%)
$\beta$ -АМК	4,49	34,96% (117%)	5,00	30,80% (110%)
<i>B.s.</i>	4,69	36,24% (124%)	5,27	42,88% (154%)
$\beta$ -АМК+ <i>B.s.</i>	4,40	41,14% (138%)	4,87	38,81% (139%)

Однако к концу третьих суток после заражения в предобработанных  $\beta$ -АМК проростках относительное содержание свободной СК более не увеличивалось (139%), и лидировал по этому показателю вариант с патогеном (154%). Таким образом, полученные данные свидетельствуют о большой вероятности вовлечения эндогенной СК в ответные реакции на заражение проростков ячменя *Vipolaris s.*, что проявляется в накоплении свободной и уменьшении содержания конъюгированной формы СК. Характер изменений относительного содержания свободной СК в различных вариантах эксперимента не дает весомых оснований для предположения о синергизме в действии  $\beta$ -АМК и *Vipolaris s.*

Следует отметить, что перераспределение пулов свободной и связанной СК происходило на фоне незначительных колебаний ее общего содержания. Сама по себе  $\beta$ -АМК влияла на соотношение свободной и связанной форм (в особенности на долю свободной СК по отношению к суммарному содержанию свободной и связанной), но ее действие на листья проростков при заражении не вызывало эффекта, который можно было бы отнести к защитному по этому показателю.

По данным литературы, есть все основания рассматривать СК как фенольное соединение со свойствами фитогормона, способное функционировать в растении в качестве компонента сигнальных систем клеток, ответственных за формирование фитоиммунитета и за адекватную реакцию на действие абиотических стрессоров [1, 2, 20]. Сигнальные функции СК в значительной степени связывают с ее способностью увеличивать содержание АФК в растительных клетках. В то же время АФК могут индуцировать образование в клетках СК либо ее освобождение из конъюгатов, что, в свою очередь, может усиливать сигнал АФК. В наших экспериментах мы наблюдали значительное повышение общего содержания АФК после обработки листьев  $\beta$ -АМК (в 1,8 раза, табл. 3). Общий пул СК при этом не увеличился по сравнению с контролем, но при этом происходило некоторое увеличение относительного содержания свободной СК. На этом основании можно предположить, что экзогенная  $\beta$ -АМК может быть причастна к наблюдавшемуся в эксперименте усилению образования АФК, действуя через освобождавшуюся из конъюгатов СК. Интересно, что значительное увеличение относительного содержания свободной СК при грибном заражении не приводило к образованию дополнительного количества АФК (по отношению к контролю), а, наоборот, снижало их содержание. Этот феномен пока непонятен.

**Заключение.** Обобщая полученные результаты, следует прежде всего отметить, что защитная роль экзогенной  $\beta$ -АМК на проростках ячменя сорта Магутны, обработанных  $\beta$ -АМК за сутки до заражения *Bipolaris s.*, проявилась визуально в снижении количества пораженных листьев спустя 6 суток после инокуляции листьев интактных проростков спорами гриба. На молекулярном уровне защитный эффект  $\beta$ -АМК приводил к уменьшению уровня перекисного окисления мембранных липидов, который в самых общих чертах обычно коррелирует с окислительным стрессом, сопровождающим действие любого стрессора (включая биотический), продуцирующим разрушительные формы кислорода. Казалось бы, что при наблюдаемом нами снижении уровня ПОЛ в инфицированных проростках на фоне действия иммуномодулятора должно было бы уменьшаться и общее содержание АФК. Однако механизмы, приводящие к защите мембранных липидов от перекисления, разнообразны, комплексны и не столь прямолинейны. Это видно прежде всего по общему содержанию АФК, которое при совместном действии  $\beta$ -АМК и *Bipolaris s.* к концу первых суток после заражения не снижалось, а повышалось в 1,9 раза по сравнению с инфицированным вариантом без обработки иммуномодулятором. Сама по себе  $\beta$ -АМК приводила к повышению содержания АФК в первые сутки после заражения, а инокуляция спорами *Bipolaris s.* вызывала снижение количества АФК почти в 1,7 раза по сравнению с необработанным контролем. При совместном действии  $\beta$ -АМК и патогена наблюдали снижение активности НАДФН-оксидазы и пероксидазы и увеличение содержания пероксида водорода. Увеличение общего содержания АФК и пероксида водорода после обработки  $\beta$ -АМК в контексте нашей работы представляет особый интерес. Образовавшиеся АФК можно

рассматривать как прямое оружие против патогена. В частности, пероксид водорода, являясь сигнальной молекулой, участвующей в запуске каскада защитных реакций растений, в некоторых случаях опосредует лигнификацию клеточной стенки, а в высокой концентрации может подавлять рост микроорганизмов [1]. Особый интерес вызывают полученные нами данные о том, что реакции в ответ на заражение *Bipolaris s.* хотя и происходят с участием эндогенной СК, но увеличение относительного содержания ее свободной формы не приводит к ожидаемому, как в типичных случаях, образованию дополнительных количеств АФК. Несомненно, что для ответа на многочисленные вопросы, возникшие при изучении механизмов защитного действия экзогенной  $\beta$ -АМК даже на уровне окислительного статуса и систем антиоксидантной защиты, необходимо продолжение исследований.

### Литература

1. Поликсенова В. Д. // Вестник БГУ. Сер. 2. 2009. № 1. С. 48–60.
2. Шакирова Ф. М. // Агрехимия. 2000. № 11. С. 87–94.
3. Jakab G., Cottier V., Toq uin V., Rigoli G., Zimmerli L., Metraux J.-P., Mauch-Mani B. // European Journal of Plant Pathology. 2001. Vol. 107. P. 29–37.
4. Zimmerli L., Jakab G., Metraux J. P., Mauch-Mani B. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2000. Vol. 97. P. 12920–12925.
5. Ton J., Mauch-Mani B. // Plant J. 2004. Vol. 38. P. 119–127.
6. Cohen Y., Reuveni M., Baider A. // Eur. J. Plant Pathol. 1999. Vol. 105. P. 351–361.
7. Cohen Y. // Physiological and Molecular Plant Pathology. 1994. Vol. 45. P. 441–456.
8. Поляковский С. А., Кравчук Ж. Н., Дмитриев А. П. // Цитология и генетика. 2008. № 6.
9. Suzuki N., Mittler R. // Physiol. Plant. 2006. Vol. 126. P. 45–51.
10. LeBel C. P., Ischiropoulos H., Bondy S. C. // Chem. Res. Toxicol. 1992. Vol. 9. P. 304–307.
11. Pinton R., Cakmak I., Marschner H. // J. Exp. Bot. 1994. Vol. 45. P. 45–50.
12. Mohanty J. G. // J. Immunol Methods. 1997. Vol. 202. P. 133–141.
13. Гавриленко В. Ф., Ладыгина М. Е., Хандобина Л. М. Большой практикум по физиологии растений. Москва: Высшая школа, 1975. С. 270–290.
14. Lowry O. H., Rosebrough N. J., Farr L. A., Randall R. J. // J. Biol. Chem. 1951. Vol. 193. P. 265–275.
15. Мерзляк М. Н. Свободно-радикальное окисление и деградация липидов в мембранах растений: Автореферат дисс. ... д-ра биол. наук. М., 1985.
16. Singleton V. L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R. M. // Methods in enzymology. 1999. Vol. 299. P. 152–178.
17. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика // Минск: Вышэйшая школа, 1973. 320 с.
18. Абрамчик Л. М., Сердюченко Е. В., Пашкевич Л. В., Макаров В. Н., Зеневич Л. А., Кабашникова Л. Ф. Весці НАН Беларусі, сер. біял. навук. 2015. № 2. С. 38–43.
19. Глянько А. К., Ищенко А. А., Митанова Н. Б., Васильева Г. Г. Вісник Харківського національного аграрного університету. Сер. біологія. 2009. Вип. 2 (17). С. 6–18.
20. Тарчевский И. А. Сигнальные системы клеток растений. М.: Наука, 2002. 294 с.
21. Amzalek E., Cohen Y. // Phytopathology. 2007. Vol. 97. P. 179–186.
22. Plazek. A., Skrzypek E., Zur I. // J. Agronomy and Crop Science. 2000, Vol. 124, P. 17–20.
23. Крючкова Л. А., Маковейчук Т. И., Яворская В. К., Курчий Б. А. // Физиол. И биохим. культ. растен. 2006. Т. 38. С. 45–52.

24. Молодченкова О. О. // Физиол. и биохим. культ. растен. 2009. Т. 41, № 4. С. 321–327.  
25. Huckelhoven H., Fodor J., Preis C., Kegel K.-H. // Plant Physiol. – 1999. 119. P. 1251–1260.

Л. Ф. КАБАШНИКОВА, Г. Е. САВЧЕНКО, Л. М. АБРАМЧИК, О. В. ЕВДОКИМОВА,  
В. Н. МАКАРОВ, Е. В. СЕРДЮЧЕНКО, Л. А. ЗЕНЕВИЧ, В. В. КОНДРАТЬЕВА  
**ПРОТЕКТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ  $\beta$ -АМИНОМАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ  
НА ПРОРОСТКИ ЯЧМЕНЯ (*HORDEUM VULGARE* L.)  
ПРИ БИОТИЧЕСКОМ СТРЕССЕ**

**Резюме**

Защитная роль экзогенной  $\beta$ -аминомасляной кислоты ( $\beta$ -АМК) в проростках ячменя, обработанных  $\beta$ -АМК за сутки до заражения *Bipolaris sorokiniana* (*B.s.*), проявлялась в снижении количества пораженных листьев и уменьшении уровня перекисного окисления мембранных липидов на фоне повышения общего содержания АФК. При этом наблюдали снижение активности НАДФН-оксидазы и пероксидазы и увеличение содержания пероксида водорода. Направленность изменений названных показателей при раздельном действии  $\beta$ -АМК и грибной инфекции в некоторых случаях носила противоположный характер. В ответные реакции на заражение *B.s.* вовлеклась эндогенная салициловая кислота, однако происходившее при этом увеличение относительного содержания ее свободной формы не сопровождалось образованием дополнительного количества АФК.

L. F. KABASHNIKOVA, G. E. SAVCHENKO, L. M. ABRAMCHIK, O. E. EVDOKIMOVA,  
V. N. MAKAROV, E. F. SERDIUCHENKO, L. A. ZENEVICH, V. V. KONDRATJEVA  
**PROTECTIVE EFFECT OF  $\beta$ -AMINOBUTYRIC ACID ON BARLEY SEEDLINGS  
(*HORDEUM VULGARE* L.) UNDER BIOTIC STRESS**

**Summary**

Protective function of the exogenous  $\beta$ -aminobutyric acid (BABA) was studied in the seedlings of barley, which have been processed the day before infecting with *Bipolaris sorokiniana* (*B.s.*). It was shown that the amount of infected leaves decreased as well as the lipid peroxidation level against the increase of general content of reactive oxygen species (ROS). The weakening of NaDPH oxydase and peroxydase activity was observed along with the hydrogen peroxide buildup. In some cases the mentioned parameters changed inversely when BABA and a mushroom infection were applied separately. The endogenous salicylic acid was involved in the reactions responsive to infection with *B.s.*; however, increase in the relative content of its free form was not accompanied by formation of additional ROS.

*Поступила в редакцию 13.07.2015 г.*

О. Л. КАНДЕЛИНСКАЯ<sup>1</sup>, Е. Р. ГРИЩЕНКО<sup>1</sup>, И. П. СЫСОЙ<sup>1</sup>,  
Н. А. ШУКАНОВА<sup>2</sup>, Т. В. ШМАН<sup>3</sup>, В. И. РАЗЛУЦКИЙ<sup>4</sup>, П. Н. БЕЛЫЙ<sup>5</sup>  
**ЛЕКТИНЫ МАКРОФИТОВ: УЧАСТИЕ В МЕХАНИЗМАХ  
АДАПТАЦИИ И ВОЗМОЖНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

<sup>1</sup> ГНУ «Институт экспериментальной ботаники  
им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси», Минск

<sup>2</sup> ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии  
НАН Беларуси», Минск

<sup>3</sup> Республиканский научно-практический центр детской онкологии, гематологии и иммунологии, Минск, Беларусь

<sup>4</sup> Научно-практический центр по биоресурсам НАН Беларуси

<sup>5</sup> Центральный ботанический сад НАН Беларуси

**Введение.** Макрофиты являются важнейшим компонентом водных экосистем и мощным средообразующим фактором благодаря участию в формировании гидрологического режима поверхностных и грунтовых вод и почвообразовательных процессах, в регулировании состава атмосферы и климата. Макрофитная растительность имеет водоохранное, санитарно-гигиеническое и хозяйственно-экономическое значение. Весьма перспективным направлением использования макрофитов является выявление видов-биоиндикаторов для мониторинга экологического состояния водоемов. Многие представители макрофитной флоры используются в качестве промышленного сырья и корма для сельскохозяйственных животных. Кроме того, макрофиты являются ценным источником биологически активных веществ – витаминов, минеральных веществ, жиров, углеводов, белков и др. [1–4]. Все это открывает широкие возможности применения высших водных растений в сельском хозяйстве и различных отраслях промышленности, медицине, ветеринарии и фармакологии, фитоиндикации и фитомелиорации, декоративном озеленении и ландшафтном дизайне.

Однако для сохранения и приумножения биологического разнообразия макрофитной растительности необходимо решение ряда взаимосвязанных проблем, в частности, изучение динамики биологических запасов макрофитов, исследование механизмов их адаптации к возрастающим антропогенным нагрузкам, выявление новых источников фармакологически ценного сырья, детальный анализ спектра биологически активных веществ.

В подобном контексте недостаточно изученным является вопрос о присутствии в составе белкового комплекса макрофитов гликопротеинов семейства лектинов, которые, как полагают, принимают участие в адаптационных процессах у растений, характеризуются иммуностимулирующим и противоопухолевым действием. Лектины обладают специфическими сайтами связывания с углеводными детерминантами на поверхности клеточных мембран, что определяет способность данных белков модулировать иммунный ответ

и избирательно взаимодействовать с рецепторами различных клеток, в том числе при онкотрансформации. Указанные свойства позволяют использовать некоторые лектины в качестве митогенов в иммунологии и возможных маркеров опухолевого процесса при ранней диагностике последнего [5, 6].

В связи с вышеизложенным, целью данной работы являлось исследование возможности участия лектинов в процессах адаптации макрофитов и оценка возможности их использования для медицины.

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследования служили вегетативные органы отдельных представителей макрофитов из семейств Частуховые (*Alismataceae* Vent.), Ароидные (*Araceae*), Бурачниковые (*Boraginaceae*), Осоковые (*Cyperaceae*), Злаки (*Gramineae* Juss.), Касатиковые (*Iridaceae* Juss.), Ситниковые (*Juncaceae* Juss.), Розоцветные (*Rosaceae* Juss.), Ежеголовниковые (*Sparganiaceae* Rudolphi), Рогозовые (*Typhaceae* Juss.). Растения отбирались в окрестностях озера Межугол Докшицкого района Витебской области, а также в районе озера Белое, являющегося эвтрофным водоемом-охладителем Березовской ГРЭС. Время сбора растений – май–август.

Подготовка экстрактов для скрининга растений на присутствие лектинов осуществлялась посредством гомогенизации растительного сырья в 0,15М растворе NaCl в соотношении 1:6-10 и последующей экстракции в течение суток. Осадок отделяли фильтрованием через капроновую ткань и центрифугировали в течение 15 мин при 5000 об/мин. Получение частично очищенного препарата маннозоспецифичного лектина из корневищ айра обыкновенного – *Acorus calamus* L. (ACA, *Acorus calamus* agglutinin), осуществляли сочетанием методов Sattangi и Vains, предусматривающих осаждение белков из растительного экстракта 40% ацетоном, хроматографические методы, лиофильную сушку [7, 8].

Идентификацию гемагглютинирующей активности лектинов осуществляли в иммунологических планшетах с U-образными лунками посредством микротитрования исследуемых белков с последующим добавлением в них 2% суспензии эритроцитов кролика. Гемагглютинирующую активность лектинов выражали в величинах, обратных минимальной концентрации белка, при которой отмечали реакцию гемагглютинации ( $\text{мкг белка/мл}$ )<sup>-1</sup>, затем переводили данный показатель в пересчете на сырую массу. Конечный результат выражали в ЕД/г сырой массы [5].

Концентрацию белка определяли по методу Bradford [9].

Лектин-индуцированную активацию Т-клеток и естественных киллерных (ЕК) клеток периферической крови человека оценивали по экспрессии маркера CD69 на поверхности этих клеток [10–12]. Для выделения мононуклеарных клеток (МНК) периферическую кровь (ПК) разводили средой RPMI-1640 (Sigma, США) с добавлением смеси антибиотиков (в дальнейшем – RPMI-A) в соотношении 1:1. Наслаивали разведенную ПК на поверхность Histopaque-1077 (Sigma, США), после чего проводили центрифугирование 20 минут при 1800 об/мин при комнатной температуре. Затем с поверхности Histopaque-1077 собирали слой МНК и переносили в пробир-

ку, содержащую RPMI-A с добавлением минимум 1% эмбриональной сыворотки телят (ЭТС) (Sigma, США) и центрифугировали 10 минут при 1200 об/мин при комнатной температуре. Осажденные клетки ресуспендировали средой RPMI-A+1% ЭТС и осаждали 10 минут при 1200 об/мин. К осажденным клеткам добавляли культуральную среду и проводили подсчет выделенных мононуклеарных клеток в камере Горяева. После выделения МНК помещали в питательную среду RPMI-1640 с добавлением 10% ЭТС, 2 mM-глутамина и антибиотиков – 100 Ед/мл пенициллина, 100 мкг/мл стрептомицина (Sigma, США). Исследовали следующие варианты: опытные варианты – клетки с добавлением препарата лектина аира из расчета 5 и 50 мкг/мл среды, соответственно; контрольные варианты – без препарата лектина. Культивирование клеток проводили при 37°C во влажной атмосфере 5% CO<sub>2</sub> в течение 20 часов. По окончании культивирования клетки отмывали в фосфатно-солевом буфере (ФСБ), осаждая центрифугированием (5 мин при 300 g). Затем исследуемые образцы инкубировали со специфическими моноклональными антителами к CD3-FITC, CD69-PE и CD56-PE-Cy5. Образцы инкубировали в темноте при комнатной температуре в течение 20 мин. После инкубации с антителами (производства «BectonDickinson» или «BeckmanCoulter») клетки дважды отмывали в ФСБ, центрифугируя 5 мин при 300g. Исследования выполняли на проточном лазерном цитофлуориметре FACSCan («Becton Dickinson», США) в программе CellQuestPro. Учитывали данные флуоресценции не менее 30 тысяч клеток в каждом образце. Для анализа активации выделяли регион лимфоцитов по показателям прямого и бокового светорассеивания, затем среди лимфоцитов выделяли регион ЕК-клеток по фенотипу CD3-CD56+, Т-клеток – по фенотипу CD3+ и среди них отдельно анализировали популяцию ЕК-подобных Т-клеток с фенотипом CD3+CD56+. Среди каждой популяции клеток учитывали процент активированных CD69+ клеток.

Влияние препарата АСА на клетки рака молочной железы (РМЖ) оценивали по активности в них фермента ацетилхолинэстеразы (АХЭ), являющегося одним из маркеров клеточной дифференцировки [13, 14].

Опухолевые клетки выделяли из образца солидной опухоли, полученного из операционного материала пациенток с верифицированным диагнозом РМЖ различных молекулярно-генетических подтипов. Образец, освобожденный от фрагментов кровеносных сосудов и жировой ткани, гомогенизировали в стеклянном гомогенизаторе в 6 мл культуральной среды RPMI-1640, содержащей 10% эмбриональной телячьей сыворотки, 1% L-глутамина (Sigma, США) и 0,1% гентамицина (Беларусь). Полученный гомогенат фильтровали через капроновый фильтр и разливали по 2 мл в стерильные пенициллиновые флаконы. Первичную культуру РМЖ культивировали в течение 48–72 часов без препаратов (контроль), в присутствии препарата АСА (активность 14,8 Ед/г сырой массы), или противоопухолевых лекарственных средств групп АС (доксорубин + циклофосфан) и CVF (циклофосфан + винорельбин + фторурацил) в дозах, применяемых в онкологической практике.



Активность АХЭ выражали в относительных единицах увеличения оптической плотности суспензии в мин в пересчете на мг белка [14].

Биологический запас аира обыкновенного как ценного лекарственного сырья определяли на учетных площадках в конкретных зарослях и на ключевых участках [15]. Запасы данного вида рассчитывали по разработанному алгоритму кадастровой региональной оценки запасов сырья с помощью компьютерных программ [16].

**Результаты и обсуждение.** Скрининг лекарственных, ресурсообразующих и кормовых видов макрофитов, принадлежащих к различным семействам, на присутствие лектинов, позволил выявить вариабельность данного показателя как между видами, так и внутри вида, а также в зависимости от локализации лектинов (табл. 1).

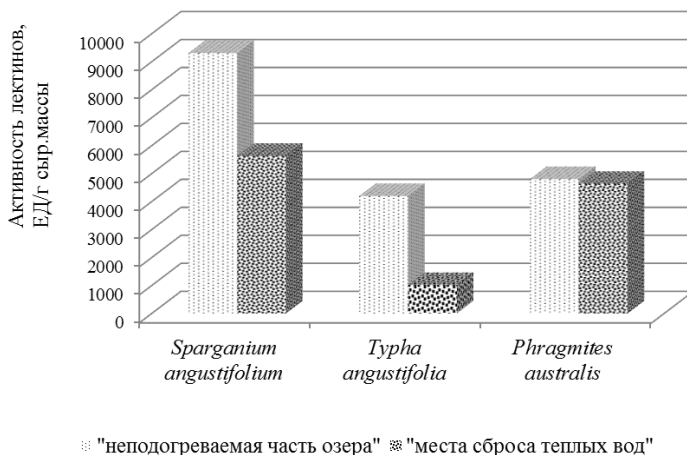
Согласно данным таблицы 1, максимальная активность данных белков была характерна в основном для корней и корневищ исследованных растений, минимальная – для листьев и цветов. Диапазон вариабельности показателей активности данных белков составлял: для листьев – от 63,5 (аир обыкновенный) до 8135,6 Ед/мг сырой массы (сабельник болотный); для корней – от 247,1 (окопник лекарственный) до 23703,7 Ед/мг сырой массы (сабельник болотный).

В среднем, наибольшей активностью лектинов в корнях характеризовались представители гигрогелофитов из группы гигрофитов, относящихся к наземным болотным растениям, которые приспособлены к сильно переувлажненным или обводненным местообитаниям; а также некоторые аэрогидрофиты из группы гидрофитов, у которых побеги частично возвышаются над поверхностью воды, остальная часть находится в воде [4].

Для выяснения роли эндогенных лектинов в механизмах устойчивости некоторых представителей макрофитов при антропогенном воздействии, исследовали характер метаболизма данных белков в растениях ежеголовника узколистного – *Sparganium angustifolium*, рогоза узколистного – *Typha angustifolia* и тростника обыкновенного – *Phragmites australis*, собранных в районе озера Белое, которое является водоемом-охладителем Березовской ГРЭС (Брестская область, Беларусь), в градиенте температур 4–6° С в не подогреваемой части озера и в местах сброса теплых вод (рис. 1).

**Таблица 1.** Активность эндогенных лектинов у представителей различных экологических групп макрофитов [4]

Наименование растения	Локализация	Активность лектинов, Ед/г сырой массы
<b>ГИГРОФИТЫ</b>		
<b>Гигрогелофиты средне- и высокорослые (высота побегов 20-100 см и 100-250 см)</b>		
Семейство Ароидные ( <i>Araceae</i> Juss.)		
Аир обыкновенный ( <i>Acorus calamus</i> L.)	корневища	6421,1 ± 100,7
	листья	63,5 ± 8,1
	цветы	1684,2 ± 89,2
Семейство Розоцветные ( <i>Rosaceae</i> Juss.)		
Сабельник болотный ( <i>Comarum palustre</i> L.)	корни	23703,7 ± 820,7
	листья	8135,6 ± 120,5
<b>Эугигрофиты средне- и высокорослые (высота побегов 20-100 см и 100-250 см)</b>		
Семейство Бурачниковые – <i>Boraginaceae</i> Juss.		
Окопник лекарственный ( <i>Symphytum officinale</i> L.)	корни	247,1 ± 25,3
	листья	592,6 ± 13,8
Семейство Касатиковые ( <i>Iridaceae</i> Juss.)		
Касатик желтый ( <i>Iris pseudacorus</i> L.)	корни	4383,5 ± 220,9
	листья	1230,8 ± 87,9
Семейство Ситниковые ( <i>Juncaceae</i> Juss.)		
Ситник развесистый ( <i>Juncus effusus</i> L.)	корни	5885,0 ± 190,3
<b>ГИДРОФИТЫ</b>		
<b>Эугидрофиты</b>		
Семейство Ежеголовниковые ( <i>Sparganiaceae</i> Rudolphi)		
Ежеголовник узколистный ( <i>Sparganium angustifolium</i> Michx.)	корни	895,4 ± 79,0
<b>Аэрогидрофиты средне- и высокорослые (высота побегов 20-100 и 100-250 см)</b>		
Семейство Частуховые ( <i>Alismataceae</i> Vent.)		
Частуха подорожниковая ( <i>Alisma plantago-aquatica</i> L.)	корни	4025,2 ± 370,8
	листья	1706,7 ± 50,0
Стрелолист обыкновенный ( <i>Sagittaria sagittifolia</i> L.)	листья	3683,5 ± 175,3
Семейство Осоковые ( <i>Cyperaceae</i> Juss.)		
Осока острая ( <i>Carex acuta</i> L.)	листья	1325,7 ± 105,3
Осока заячья ( <i>Carex ovalis</i> Good.)	листья	280,7 ± 15,7
Болотница болотная ( <i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. et Schult.)	листья	2191,7 ± 37,6
Схеноплектус озерный ( <i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla)	корни	6564,1 ± 350,0
Семейство Злаки ( <i>Gramineae</i> Juss.)		
Манник большой <i>Glyceria maxima</i> (C.Hartm.) Holmb.	листья	602,3 ± 23,7
Тростник обыкновенный ( <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin.ex Steud.)	корни	893,5 ± 107,6
Семейство Погозовые ( <i>Typhaceae</i> Juss.)		
Рогоз узколистный ( <i>Typha angustifolia</i> L.)	корни	4609,0 ± 318,3
Рогоз широколистный ( <i>Typha latifolia</i> L.)	корни	4605,0 ± 263,0



**Рис. 1.** Активность лектинов водных растений в градиенте температуры воды озера Белое, являющегося водоемом-охладителем Березовской ГРЭС.

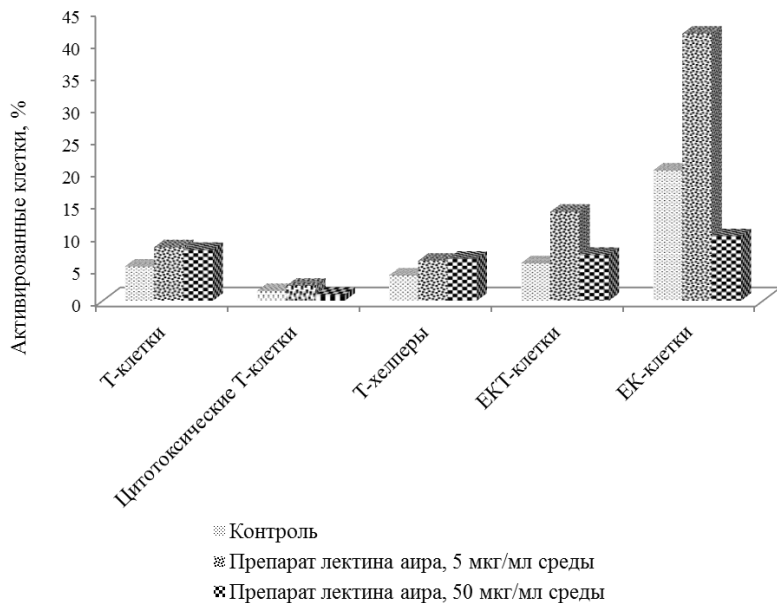
Ответная реакция представителей макрофитов разных систематических групп на изменение температуры окружающей среды была видоспецифичной, но, вместе с тем, имела и общие черты (рис. 1). Так, у рогоза узколистного, произраставшего в местах сброса теплых вод, показатель активности лектинов был ниже, чем у растений, собранных в не подогреваемой части озера (разность  $d$  между вариантами существенна при 5% уровне значимости;  $d > НСР_{0,05}$ , равное 1657,8 Ед/г сырой массы). Аналогичные температурозависимые сдвиги активности лектинов, но в виде тенденции, наблюдались и у растений ежеголовника узколистного: в местах сброса теплых вод данный показатель составлял  $5628,2 \pm 804,0$  Ед/г сырой массы, тогда как в не подогреваемой части озера –  $9303,0 \pm 1860$ , Ед/г сырой массы. В этих же условиях показатель активности лектинов у тростника обыкновенного почти не изменялся.

Можно полагать, что наблюдаемые аутоэкологические особенности метаболизма лектинов исследованных видов макрофитов при тепловом воздействии отражают специфику физиолого-биохимических процессов в тканях растений и обусловлены различным диапазоном их толерантности и экологической пластичности [17, 18].

Не исключено, что лектины указанных макрофитов вовлечены в процессы их адаптации к тепловому стрессу, и могут быть использованы в качестве маркеров неспецифической устойчивости водных растений к антропогенным воздействиям.

С целью выяснения возможности практического использования лектинов водных растений для медицины, исследовали в экспериментах *in vitro* влия-

ние препарата манозоспецифичного лектина из корневищ аира обыкновенного, которые зарегистрированы в Государственной фармакопее Республики Беларусь [19], на функциональный статус различных популяций лимфоцитов (рис. 2) и метаболическую активность клеток рака молочной железы человека (табл. 2).



**Рис. 2.** Влияние препарата лектина из корневищ аира на активность иммунокомпетентных клеток человека

Согласно данным рисунка 2, в указанных условиях проведения эксперимента наблюдалось стимулирующее действие препарата лектина из аира на ЕК-клетки, но незначительная лектин-индуцированная активация различных популяций Т-лимфоцитов. Причем, при его высокой концентрации стимулирующий эффект на ЕК-клетки был значительно ниже, чем при низкой.

Полученный результат позволяет предполагать в целом относительно слабое иммуностимулирующее действие препарата АСА на различные популяции лимфоцитов человека. Вместе с тем, отмечено его ингибирующее действие на активность АХЭ в клетках РМЖ, различающихся по молекулярно-генетическому подтипу (табл. 2).

Следует отметить, что активность фермента АХЭ является информативным показателем степени злокачественности клеток солидных опухолей [14]. Известно, что основная функция АХЭ в возбудимых тканях – осуществление

холинэргической нейротрансмиссии. Однако имеется большой экспериментальный материал, свидетельствующий о том, что АХЭ экспрессируется во многих типах невозбудимых тканей и играет существенную роль в пролиферации, дифференцировке и миграции клеток [21]. Показана важная роль холинэстераз в неопластической трансформации клеток. Например, гены холинэстераз амплифицируются в клетках карциномы яичников [21]. В неопластических образованиях (в клетках менингиомы и глиомы) активность АХЭ в несколько раз выше, чем в клетках соседней здоровой ткани [22]. АХЭ проявляет аномальные свойства в карциномах мочевого пузыря и злокачественных новообразованиях молочной железы [23, 24].

**Таблица 2.** Влияние препарата маннозоспецифичного лектина АСА на активность АХЭ клеток РМЖ различных молекулярно-генетических подтипов (люминального Б, Нег-позитивного, трижды-негативного)

Вариант опыта	Активность АХЭ, отн.ед. /мг белка·мин		
	Люминальный Б	Нег-позитивный	Трижды-негативный
Контроль	2,28 ± 0,20	0,51 ± 0,05	4,26 ± 0,43
АСА	0,45 ± 0,04	0,35 ± 0,04	1,54 ± 0,16
АС	0,61 ± 0,05	0,30 ± 0,03	1,63 ± 0,13
CVF	0,74 ± 0,04	0,22 ± 0,02	2,67 ± 0,21

Согласно данным таблицы 2, в клетках РМЖ люминального Б подтипа препарат АСА ингибировал активность АХЭ на 80%, цитостатики группы АС – на 73% и цитостатики группы CVF – на 68%. В злокачественно трансформированных клетках молочной железы Нег-позитивного подтипа препарат АСА ингибировали активность АХЭ на 31%, цитостатики группы АС – на 41% и цитостатики группы CVF – на 57%. В клетках наиболее агрессивного трижды-негативного подтипа опухоли препарат АСА ингибировал активность АХЭ на 64%, цитостатики группы АС – на 62% и цитостатики группы CVF – на 34%.

Величина показателя активности АХЭ зависит, по-видимому, и от молекулярно-генетического подтипа злокачественных опухолей, в частности, молочной железы, обусловленного резким увеличением на поверхности трансформированных клеток количества рецепторов эстрогенов и прогестерона, а также фактора HER-2/neu. В этой связи выделяют следующие молекулярно-генетические подтипы: люминальный А с частотой встречаемости 30–45%, обладающий иммуногистохимическими (ИГХ) маркерами {ER(+)/и/или PR(+)/Нег-2/neu(-)}, высокой степенью дифференцировки, низким пролиферативным индексом и, вследствие этого, менее агрессивным; люминальный Б с частотой встречаемости 14–18%, обладающий ИГХ маркерами {ER(+)/и/или PR(+)/Нег-2/neu(+)}, низкой степенью дифференцировки, высоким пролиферативным индексом, агрессивностью и выраженной экспрессией антиапоптотического белка Bcl2 [25]; Нег-позитивный с частотой встречаемо-

сти 8-15%, не обладающий маркерами {ER(-)/PR(-)}, содержащий фактор Her-2/neu(+), высоким пролиферативным индексом, низкой дифференцировкой; трижды-негативный с частотой встречаемости 27-39%, не обладающий ИГХ маркерами {ER(-)/PR(-)/Her-2/neu(-)}, низкой дифференцировкой, высоким пролиферативным индексом и очень высокой агрессивностью [26].

Анализ полученных выше результатов позволяет предполагать, что ингибирующее действие препарата маннозоспецифичного лектина АСА на клетки РМЖ исследованных молекулярно-генетических подтипов обусловлено различным уровнем экспрессии к данному лектину углеводных детерминант в составе рецепторов опухолевых клеток вследствие нарушения характера гликозилирования гликоконъюгатов, что может быть представлено в следующей последовательности: Люм Б > Тр-н > Her+. Не исключено, что преимущественное взаимодействие препарата маннозоспецифичного АСА с клетками РМЖ люминального Б подтипа может быть связано с увеличением в составе их рецепторов количества функциональных групп  $\alpha$ -D-маннозы, по сравнению с трижды-негативным и Her-позитивным подтипами [27–31].

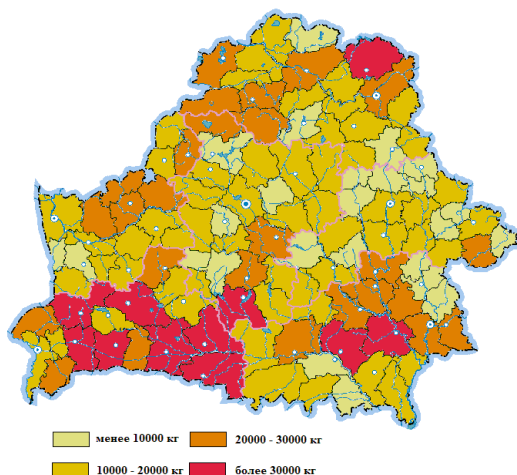
Полученные результаты позволяют рассматривать препарат маннозоспецифичного лектина из айра в качестве потенциально перспективного средства для комплексной диагностики опухолей молочной железы человека.

**Таблица 3.** Запасы и рекомендуемые объемы заготовки *Acorus calamus* на территории Республики Беларусь

Область	Биологический запас, кг	Эксплуатационный запас, кг	Рекомендуемый объем ежегодных заготовок, кг
Брестская	442175	221088	31584
Витебская	361300	180650	25807
Гомельская	384225	159990	22856
Гродненская	294135	147068	21010
Минская	353845	176922	25275
Могилевская	233915	103346	14764
Итого по республике	2069595	989064	141296

По результатам ресурсной оценки были определены запасы айра обыкновенного как лекарственного сырья и рекомендуемые объемы его ежегодных заготовок в Республике Беларусь. Согласно данным таблицы 3, биологический запас лекарственного сырья айра обыкновенного составляет 2070 т, эксплуатационный запас – 989 т, а рекомендуемые объемы ежегодных заготовок сырья – 141 т. Наибольшие запасы данного макрофита сконцентрированы на территории Брестской области, а наименьшие запасы отмечены в Могилевской области.

Изучение пространственного распределения биологического запаса *Acorus calamus* позволило выявить центры концентрации на территории республики Беларусь (рис. 3).



**Рис. 3.** Пространственное распределение биологического запаса аира обыкновенного.

Перспективными районами для заготовки сырья данного вида (более 30000 кг) являются: Дрогичинский (47355 кг), Кобринский (39680 кг), Пружанский (38660 кг), Пинский (38090 кг), Ивацевичский (35510 кг), Столинский (33130 кг) и Лунинецкий (30625 кг) районы Брестской области; Городокский район (32430 кг) Витебской области; Речицкий (39265 кг) и Калинковичский (35330 кг) районы Гомельской области; Солигорский район (38225 кг) Минской области.

**Заклучение.** Представители макрофитной растительности содержат в своем составе физиологически активные белки лектины. Показано, что лектины вовлекаются в процессы адаптации гидро- и гиgroфитов к условиям существования в прибрежно-водных биоценозах, в том числе, к перепаду температур в акватории озера Белое, являющегося водоемом-охладителем Березовской ГРЭС, что позволяет рассматривать данные белки в качестве молекулярных маркеров устойчивости водных растений. Установлено, что препарат маннозо-специфичного лектина из корневищ *Acorus calamus* обладает умеренным иммуностимулирующим действием в отношении различных популяций лимфоцитов. Предполагается, что препарат АСА характеризуется способностью выявлять гетерогенность углеводных детерминант поверхности клеток РМЖ человека в зависимости от их молекулярно-генетического подтипа.

Показано, что в Республике Беларусь имеется достаточная сырьевая база для региональных заготовок аира обыкновенного и производства лекарственных препаратов на его основе. Результаты проведенного эколого-биохимического исследования макрофитов свидетельствуют о перспективности создания заготовительных баз сырья аира обыкновенного и использования его в лекарственных целях.

## Литература

1. Садчиков А. П., Кудряшов М. А. Экология прибрежно-водной растительности Москва: НИА-Природа, РЭФИА, 2004. 220 с.
2. Сборник нормативных документов по вопросам охраны окружающей среды / Сост. Войтов И. В., Кожевников Р. К. Минск, ОДО «Лоранж-2», 2001. Вып. 31. 172 с.
3. Власов Б. П., Гигевич Г. С. Использование высших водных растений для оценки и контроля за состоянием водной среды: Методические рекомендации. Минск: БГУ, 2002. 84 с.
4. Гигевич Г. С., Власов Б. П., Вынаев Г. В. Высшие водные растения Беларуси. Минск: БГЦ, 2001. 231 с.
5. Луцик М. Д., Панасюк Е. Н., Луцик А. Д. Лектины. Львов: Вища школа, 1981. 155 с.
6. Шакирова Ф. М., Безрукова М. В. // Журнал общей биологии. 2007. Т.68. № 2. С.100–125.
7. Sattsangi P. P., Sattsangi S. // Prep. Biochem. 1984/1985. V.14. № 5. P. 471–483.
8. Bains J.S., Dhuna V., Singh J., Kamboj S.S. et al. // Int. Immunopharmacol. 2005. V. 5. Iss.9. P.1470–1478.
9. Bradford M.M. // Anal.Biochem. 1976. V. 72. № 1–2. P. 248–254.
10. Caruso A, Licenziati S, Corulli M, Canaris AD, De Francesco MA, Fiorentini S, Peroni L, Fallacara F, Dima F, Balsari A, Turano A. // Cytometry. 1997. V. 27. № 1. P. 71–76.
11. Mardiney M, Brown MR, Fleisher TA. // Cytometry. 1996. V. 26. P. 305–310.
12. Clausen J, et al. // Immunobiology. 2003. V. 207. N 2. P. 85–93.
13. Ruiz-Espejo F., Cabezas-Herrera J., Illana J. // Breast cancer research and treatment. 2002 V.72 P. 11–22.
14. Шуканова Н. А. Способ определения у больного чувствительности клеток рака молочной железы к химиопрепарату или к группе химиопрепаратов. Патент Республики Беларусь, № 17447 от 07.05.2013.
15. Методика определения запасов лекарственных растений. М., 1986. 2 с.
16. Мاستибротская И. П., Масловский О. М., Родионов П. А. // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сборник научных трудов Института леса НАН Беларуси. Гомель, 2010. Вып. 70. С. 76–88.
17. Капитонова О. А., Платунова Г. Р., Капитонов В. И. Рогозы Вятско-Камского края. Ижевск: Удмуртский университет, 2012. 190 с.
18. Абрамова К. И. Аутоэкологические особенности альгицидной и санирующей активности рогоза узколистного (*Typha angustifolia* L.) в условиях нагрузки по нитратному азоту // Дисс. ... канд.биол.наук. Нижний Новгород, 2009. 207 с.
19. Государственная фармакопея Республики Беларусь. Т.2. Общие и частные фармакопейные статьи. Минск, 2007. С.301.
20. Barbosa M. // Surg. Neurol. 2001. V. 55. N 2. P. 106–112.
21. Zakut H. // J. Clin. Invest. 1990. V. 86. P. 900–908.
22. Mack A., Robitzki A. // Prog. Neurobiol. 2000. V. 60. P. 607–628.
23. Zakut H. // Cancer. 1988. V. 61. N 4. P.727–737.
24. Soreq H., Lapidot-Lifson Y., Zakut H. // Cancer Cells. 1991. V. 3. P. 511–516.
25. Онкомаркеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [laboratory.rusmedserv.com/files/25\\_oncomarkery.pdf](http://laboratory.rusmedserv.com/files/25_oncomarkery.pdf). – Дата доступа: 09.01.2014.
26. O'Brien K. M. // Clin. Cancer Res. 2010. № 16. P. 6100–6110.
27. Галич И. П., Евтушенко Н. В. // Онкология. 2003. Т. 5. № 1. С.4–9.
28. Пащенко, С. Н. // Онкология. 2002. Т.4. С.21–24.
29. Furmanski P. // Cancer Res. 1984. N 41. P. 4087–4092.
30. Macartney J. C. // J.Pathol. 1986. V.150. P.135–144.
31. Луцик, М. М. // Цитология и генетика. 2011. № 2. С. 3–9.



О. Л. КАНДЕЛИНСКАЯ, Е. Р. ГРИЩЕНКО, И. П. СЫСОЙ, Н. А. ШУКАНОВА,  
Т. В. ШМАН, В. И. РАЗЛУЦКИЙ  
**ЛЕКТИНЫ МАКРОФИТОВ: УЧАСТИЕ В МЕХАНИЗМАХ АДАПТАЦИИ  
И ВОЗМОЖНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

**Резюме**

Установлено, что представители макрофитной растительности содержат в своем составе физиологически активные белки лектины. Показано, что лектины вовлекаются в процессы адаптации представителей гидро- и гигрофитов к условиям существования в определенных прибрежно-водных биоценозах, в том числе, к перепаду температур в акватории озера Белое, являющегося водоемом-охладителем Березовской ГРЭС, что позволяет рассматривать данные белки в качестве молекулярных маркеров устойчивости водных растений. Установлено, что препарат маннозоспецифичного лектина из корневищ *Acorus calamus* обладает умеренным иммуностимулирующим действием в отношении различных популяций лимфоцитов. Предполагается, что препарат АСА характеризуется способностью выявлять гетерогенность углеводных детерминант поверхности клеток РМЖ человека в зависимости от их молекулярно-генетического подтипа. Результаты эколого-биохимического исследования представителей макрофитной растительности свидетельствуют о перспективности создания в Республике Беларусь региональных заготовительных баз растительного сырья аира обыкновенного для использования его в медицинских целях.

O. L. KANDELINSKAYA, E. R. GRISCHENKO, I. P. SISOI, N. A. SHUKANOVA,  
T. V. SHNAM, T. B. SHMAN, V. I. RAZLUTSKY  
**LECTINS OF SOME MACROPHYTE PLANTS: PARTICIPATION IN THE  
ADAPTATION AND THE POSSIBILITY OF USING**

**Summary**

It is found that members of macrophyte plants contain in their composition such the physiologically active proteins as lectins. It is shown that lectins are involved in the processes of adaptation of representatives of hydro- and hygrophytes to living conditions in certain coastal aquatic biological communities including temperature difference in the waters of Beloe Lake, which is a cooling pond of Berezovskaya GRES which allows us to consider these proteins as molecular resistance markers of aquatic plants. It has been established that the preparation mannose-binding lectin of *Acorus calamus* rhizomes (ACA) has mild immunostimulatory effect for different populations of lymphocytes. It is assumed that ACA characterized by the ability to detect the heterogeneity of cell surface carbohydrate determinants of human breast cancer based on their molecular genetic subtypes. It is shown that in Belarus there is a sufficient resource base of *Acorus calamus* for regional procurement and production of drugs based on it.

*Поступила в редакцию 01.10.2015 г.*

О. Л. КАНДЕЛИНСКАЯ<sup>1</sup>, Е. Р. ГРИЩЕНКО<sup>1</sup>, К. Ю. РИПИНСКАЯ<sup>1</sup>,  
З. М. АЛЕЩЕНКОВА<sup>2</sup>, Л. Е. КАРТЫЖОВА<sup>2</sup>, В. Н. КУПЦОВ<sup>2</sup>,  
Н. С. КУПЦОВ<sup>3</sup>

## РОЛЬ ЛЕКТИНОВ В РЕГУЛЯЦИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОБОВО-РИЗОБИАЛЬНОГО СИМБИОЗА У ЛЮПИНА

<sup>1</sup> ГНУ «Институт экспериментальной ботаники  
им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси»

<sup>2</sup> Институт микробиологии НАН Беларуси

<sup>3</sup> Центральный ботанический сад НАН Беларуси

**Введение.** Люпин, как и другие зернобобовые культуры, благодаря своим уникальным свойствам, таким как способность к биологической фиксации азота и повышению плодородия почв, высокому содержанию сбалансированного по аминокислотному составу белка в семенах и экологической пластичности, играет важнейшую роль в мировом земледелии [1].

Однако потенциал продуктивности бобовых, в том числе люпина, реализуется не в полной мере вследствие ряда взаимосвязанных причин, из которых весьма существенной представляется недостаточная эффективность бобово-ризобиального симбиоза. В современных технологиях возделывания указанных сельскохозяйственных культур недооценивается значение различных аспектов регуляции растительно-микробных взаимоотношений и, прежде всего, особенности взаимодействия микро- и макросимбионта.

Вместе с тем, приемы, базирующиеся на сохранении и приумножении симбиотического потенциала бобовых, создании комплементарных растительно-микробных систем, позволили бы обеспечить сбалансированные консорциумы микроорганизмов в ризосфере растений, что является важнейшим условием экологически безопасного повышения их устойчивости к действию неблагоприятных факторов среды биотической и абиотической природы, стабилизации продуктивности и качества сельскохозяйственной продукции.

Одним из возможных подходов для решения подобного рода проблем является создание симбиотических систем путем модификации процессов узнавания и симбиотических взаимоотношений между макро- и микросимбионтами. В качестве инструмента для реализации этого могут быть использованы различные биомолекулы, в частности, гликопротеины семейства лектинов, которые, являясь полифункциональными биорегуляторами, способны выполнять сигнальные функции и обеспечивать высокий уровень интеграции физиологических процессов растения-хозяина и клубеньковых бактерий рода *Rhizobium* [2–5].

В 80-х годах XX века было установлено, что на ранних этапах становления симбиоза кооперирование партнеров происходит с участием лектинов растений и полисахаридов микроорганизмов, локализованных на поверхности их клеточных стенок [6]. Позднее было показано, что лектины макросим-

бионта участвуют в процессе адсорбции клубеньковых бактерий на корнях растений [7]. На основании этих и последующих многолетних исследований сформировалась точка зрения, согласно которой лектины принимают участие в реализации программ инвазии и клубенькообразования, способствуют усилению конкурентной способности интродуцируемых в почву штаммов и их симбиотических свойств, оказывают влияние не только на избирательность взаимодействия макро – и микросимбионта в бобово-ризобиальном симбиозе, но и на уровень вирулентности, специфичности и симбиотической активности клубеньковых бактерий, их аккумулярование и фиксацию на поверхности корневых волосков [4, 5].

Несомненно, существенным является сама возможность обеспечения подобного взаимодействия, обусловленная спецификой строения лектинов, которые обладают свойством специфично и обратимо связывать углеводные лиганды биополимеров без изменения их ковалентной структуры [8]. Анализ большого массива данных литературы позволяет заключить, что лектины вовлечены в интегральные процессы жизнеобеспечения всех без исключения живых существ. При этом реализация их регуляторных функций может осуществляться на различных уровнях: от процессов, связанных с межклеточными взаимоотношениями внутри организма, либо между организмами, принадлежащими к различным систематическим группам; участия в организации внутри- и межклеточных передачах сигнала до регуляции деления, растяжения, дифференцировки клеток и др.

Сопровождение симбиотических взаимоотношений является, по-видимому, одной из важнейших функций лектинов зернобобовых, от которой во многом зависит полноценное становление эффективного бобово-ризобиального симбиоза, поскольку наиболее «критическим» этапом при формировании симбиоза в системе «бобовое растение-ризобии» считается взаимное «узнавание». При этом в ризосфере растения-хозяина еще до инвазии клубеньковых бактерий происходит интенсивный обмен сигналами между макро- и микросимбионтами. Предполагается, что специфичность взаимодействия и, в конечном итоге, степень развития и функциональная активность азотфиксирующей системы клубеньков зависит более всего от генотипа растения-хозяина и его сигнальных биомолекул, участвующих в инициации симбиоза. К таковым относят и лектины бобовых, которые, благодаря своим углеводсвязывающим сайтам, способны выполнять функции одного из факторов специфичности и, как полагают, вовлечены в механизмы обеспечения избирательности взаимодействия растений с ризобиями [9–12].

В последние годы в контексте современной парадигмы сельскохозяйственного производства, вектором которой является постепенный переход от интенсивных химических технологий к экологически безопасным, основанным на реализации биологического потенциала растений с помощью биорегуляторов природного происхождения, активно исследуется возможность практического использования лектинов бобовых, в частности, сои, для оптимизации ее

продуктивности [13]. Однако подобный подход нуждается в значительном научном обосновании.

Целью данной работы являлось исследование роли лектинов в процессах формирования эффективного симбиоза между растениями люпина и симбиотическими бактериями рода *Rhizobium*.

**Материалы и методы.** Объектом исследования являлись семена люпина узколистного – *Lupinus angustifolius* L. сорта Миртан. Растения выращивали в условиях мелкоделяночных полевых опытов на территории Центрального ботанического сада НАН Беларуси. Размеры делянок составляли 1 м<sup>2</sup>, почва опытного участка была дерново-подзолистой, повторность опытов 3-кратная.

Для предпосевной обработки семян люпина использовали жидкий инокулят симбиотических бактерий *Rhizobium lupini* с титром клеток не менее 1·10<sup>9</sup> КОЕ/мл, предварительно активированных препаратом лектина люпина узколистного сорта Миртан (*Lupinus angustifolius* agglutinin – LAA) по разработанной нами методике (не приводится, поскольку находится в стадии патентования).

Предпосевную обработку семян проводили из расчета 20 мл на 1 кг семян и последующего энергичного перемешивания до восстановления сыпучести семян по следующей схеме:

- вариант «контроль, вода»
- вариант «LAA»
- вариант «инокулят»
- вариант «инокулят+LAA».

Эффективность обработки оценивали по показателям нодулирующей и азотфиксирующей активности ризобий, урожайности семян. Учитывали также такие элементы продуктивности как количество бобов с 1 растения, количество семян в 1 бобе, массу 1000 семян.

Азотфиксирующую активность клубеньков определяли в фазе бутонизации – цветения растений по ацетиленовому методу на газовом хроматографе Хром-4 с аппаратно-программным комплексом UniChrom 4.x-5. Результаты выражали в мкг N/ 1 растение за 30 мин [14].

Выделение препарата лектина из семян люпина узколистного проводили по методу Sattangi, предусматривающему экстракцию лектина из растительного сырья ацетоном, высаливание сульфатом аммония, диализ против 60% этанола и хроматографические методы. Полученный препарат LAA лиофилизировали [15]. Количество препарата LAA, использованного для обработки ризобий, подбиралось из расчета 10 мг/т семян.

Гемагглютинирующую активность препарата LAA определяли с использованием нетрипсинизированных эритроцитов кролика посредством микротитрования на иммунологических планшетах с U-образными лунками с последующим добавлением в них 2,5% суспензии эритроцитов кролика. Реакцию проводили при комнатной температуре и результат (гемагглютинацию) регистрировали через 2 часа после начала титрования. Активность препарата

ЛАА выражали в величинах, обратных минимальной концентрации белка, при которой отмечали реакцию гемагглютинации (Ед/мг белка)<sup>-1</sup> [16].

Концентрацию белка определяли по методу Bradford [17]. Содержание белка в зрелых семенах оценивали по методу Несслера [18].

Анализ аминокислотного состава тотального белка семян определяли на автоматическом анализаторе Agasus (Германия) по стандартной методике.

Статистическая обработка данных производилась с использованием программы Excel, а также по Доспехову [19].

**Результаты и их обсуждение.** Показано, что предпосевная обработка семян люпина по описанной выше схеме оказывала в целом стимулирующее действие на процесс роста растений в фазах бутонизации и цветения (табл. 1).

**Таблица 1.** Влияние предпосевной обработки семян люпина узколистного ризобиями, активированными препаратом ЛАА, на рост растений в процессе вегетации

Вариант опыта	Период вегетации			
	Бутонизация		Цветение	
	Высота 1 растения, см	Масса надземной части 1 растения, г	Высота 1 растения, см	Масса надземной части 1 растения, г
Контроль, вода	38,1 ± 1,7	10,1 ± 1,0	57,9 ± 1,3	29,9 ± 1,6
ЛАА	42,8 ± 1,0*	12,5 ± 0,9*	60,0 ± 1,2*	31,6 ± 1,7*
Инокулят	41,2 ± 1,4*	12,4 ± 1,0*	61,0 ± 1,0*	32,6 ± 1,4*
Инокулят+ЛАА	45,0 ± 1,0*	14,0 ± 0,7*	63,2 ± 0,8*	37,0 ± 1,9*
НСР <sub>0,05</sub>	1,8	1,3	1,5	1,9

Примечание: \* разность между контролем и опытными вариантами существенна при 5% уровне значимости ( $d > \text{НСР}_{0,05}$ ).

Согласно данным таблицы 1, предпосевная обработка семян люпина экзогенным препаратом ЛАА оказывала в целом положительное действие на рост растений и процесс нодуляции, что, предположительно, связано с возможной лектин-индуцированной стимуляцией симбиотической активности спонтанной микрофлоры, в том числе местных штаммов ризобий. Более выраженный ростстимулирующий эффект наблюдался при использовании интродуцированных ризобий, особенно в варианте с использованием ризобий, обработанных препаратом ЛАА, что сопровождалось увеличением высоты растений и массы стебля (табл. 1).

Оценивая полученные данные, следует отметить, что, поскольку лектины обладают митогенными свойствами, предпосевная обработка препаратом ЛАА, по-видимому, стимулировала процессы деления в активно растущих тканях, что согласуется с данными, полученными ранее о вовлеченности лектинов в процессы деления, растяжения и дифференциации клеток, в связи с чем они способны принимать участие в регуляции морфофизиологических процессов растений [20–23]. Кроме того, препарат лектина в варианте «Инокулят+ ЛАА», возможно, оказывает регуляторное действие на метаболизм ризобий, модифицируя симбиотические свойства и вирулентность микро-

симбонта [13]. Так, показано, что предлагаемый агроприем стимулировал процесс нодуляции (табл. 2).

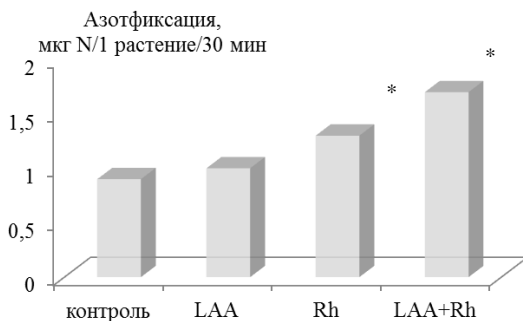
**Таблица 2.** Влияние предпосевной обработки семян люпина ризобиями, активированными препаратом LAA, на процесс нодуляции и элементы продуктивности (фаза цветения)

Вариант опыта	Количество клубеньков, шт.	Масса клубеньков, мг	Масса 1000 семян, г	Содержание белка в семенах, %
Контроль	44,1 ± 2,1	744 ± 34,2	121,0 ± 0,6	29,6 ± 0,5
LAA	50,8 ± 2,7*	905 ± 65,4*	130,6 ± 0,9*	30,1 ± 0,2
Инокулят	29,0 ± 1,4*	500 ± 22,4	124,1 ± 0,8*	27,3 ± 0,2
Инокулят+LAA	54,6 ± 2,9*	847 ± 37,2*	127,5 ± 0,7*	27,1 ± 0,1
НСР <sub>0,05</sub>	4,1	62,4	1,2	0,6

Примечание: \* разность между контролем и опытными вариантами существенна при 5% уровне значимости ( $d > \text{НСР}_{0,05}$ ).

Согласно данным таблицы 2, под влиянием ризобий, активированных препаратом LAA, эффект стимуляции процесса нодуляции был выражен особенно ярко, что, возможно, связано с LAA-индуцированной вирулентностью и стимуляцией симбиотической активности микросимбионта.

Однако, наблюдаемая под действием препарата LAA стимуляция процесса нодуляции не сопровождалась заметной активацией азотфиксации в клубеньках (рис. 1).



**Рис. 1.** Влияние предпосевной обработки семян люпина узколистного сорта Миртан ризобиями совместно с препаратом LAA на азотфиксирующую активность клубеньков на стадии бутонизации-цветения. Знаком \* обозначено, что разность между контролем и опытными вариантами существенна при 5% уровне значимости ( $d > \text{НСР}_{0,05}$ , равной 0,3).

Согласно данным рисунка 1, под влиянием предпосевной обработки семян у растений люпина наблюдалось увеличение азотфиксирующей активно-

сти в клубеньках в вариантах с интродуцированными ризобиями, а также с ризобиями, активированными препаратом LAA.

Возможно, LAA-индуцированная стимуляция клубенькообразования не обязательно связана с формированием азотфиксирующих, или настоящих, клубеньков. Не исключено, что в ризосферной зоне предобработанных LAA растений отсутствовали истинно вирулентные культуры клубеньковых бактерий, формирующие настоящие клубеньки, но в основном те, которые обладают так называемой туморогенной активностью, когда формируются псевдоклубеньки, не способные фиксировать азот. В то же время, в наших экспериментах в присутствии вирулентных штаммов интродуцированных ризобий, а также активированных препаратом LAA, у люпина формировались функционально активные азотфиксирующие клубеньки.

**Таблица 3.** Аминокислотный состав суммарного белка зрелых семян люпина под влиянием предпосевной обработки семян люпина сорта Миртан ризобиями, активированными препаратом LAA (в % от общего белка)

Аминокислоты	Контроль	LAA	Инокулят	Инокулят + LAA
Незаменимые				
Тре	3,45	3,37	3,41	3,33
Вал	3,46	3,59	3,41	3,63
Мет	0,44	0,48	0,38	0,50
Иле	3,6	3,77	3,69	3,85
Лей	6,80	6,81	6,77	6,90
Фен	4,19	3,98	4,21	4,45
Лиз	4,6	4,83	4,67	4,36
Сумма	26,56	26,83	26,54	27,02
Заменимые				
Асп	11,2	10,91	11,03	10,75
Глу	21,55	21,13	21,55	21,29
Сер	5,22	5,20	5,27	5,14
Про	4,25	4,30	4,21	4,49
Цис	0,79	0,72	0,74	0,75
Гли	4,13	4,02	4,06	3,99
Ала	3,48	3,47	3,44	3,45
Тир	3,82	3,65	3,81	3,92
Гис	3,16	3,27	3,27	3,16
Арг	10,81	11,36	11,01	10,87
Сумма	68,33	68,06	68,27	67,81
Арг+Гис	13,97	15,06	14,28	14,03
Мет+Цис	1,23	1,2	1,12	1,25
Фен+Тир	8,01	7,63	8,02	8,37
Общая сумма	94,89	94,89	94,81	94,83

Показатели количества бобов на 1 растении и количества семян в бобе практически не изменялись (данные не приводятся). Вместе с тем, следует отметить положительное действие предпосевной обработки растений ризо-

биями, активированными препаратом LAA, на показатель массы 1000 семян без существенного изменения содержания белка в них (табл. 2).

Поскольку увеличение количества семян у бобовых нередко сопровождается снижением показателя содержания белка в них [25], наблюдаемый эффект позволяет предполагать, что под влиянием предпосевной обработки семян люпина ризобиями, активированными препаратом LAA, имеет место стабилизация семенной продуктивности. Не исключено также, что препарат LAA оказывал позитивное действие также и на процесс аттракции питательных веществ, стимулируя поток ассимилятов из листьев к семенам, что способствовало увеличению массы 1000 семян без значимого ухудшения их качества по аминокислотному составу тотальных белков.

Анализ аминокислотного состава белков семян не выявил существенных изменений соотношения заменимых и незаменимых аминокислот (табл. 3).

В соответствии с данными таблицы 3, можно отметить, что показатели содержания незаменимых аминокислот почти не изменялись. Параметры содержания незаменимых аминокислот, а также интегральных показателей суммы аминокислот аргинина и гистидина, серосодержащих аминокислот метионина и цистеина, фенилаланина и тирозина, имеющих значение для обеспечения оптимального объема протеина, особенно актуальны при оценке качества кормов для молодняка сельскохозяйственных животных и высокомолочных жвачных [25].

**Заключение.** Полученные результаты позволяют предполагать, что лектин люпина принимает участие в формировании симбиотических взаимоотношений между растением хозяином и ризобияльной микрофлорой, оказывая регуляторное действие на вирулентность и конкурентоспособность интродуцированных штаммов ризобий и функциональную активность азотфиксирующего аппарата клубеньков. Предпосевная обработка растений люпина инокулятом на основе симбиотических бактерий *Rhizobium lupini*, активированных LAA, оказывала позитивное действие на продукционный процесс, рост растений и отдельные элементы структуры урожая. Увеличение массы 1000 семян не сопровождалось снижением содержания белка в них и его качества. Не исключено, что лектин люпина обладает способностью модифицировать как свойства микросимбионта, так и морфофизиологический статус самого растения, что открывает определенные перспективы для разработки новых экологически безопасных подходов к направленной регуляции азотфиксирующей активности симбиотической системы бобовых и продукционного процесса в целом.

#### Литература

1. Зотиков В. И., Наумкина Т. С. // Вестник ОрелГАУ. №3. 2007. С. 11–14.
2. Коць С. Я., Береговенко С. К., Кириченко Е. В. Особенности взаимодействия растений и азотфиксирующих микроорганизмов. Киев: Наук.думка, 2007. 316 С.
3. Шакирова Ф. М., Безрукова М. В. // Журнал общей биологии. 2007. Т.68. № 2. С.100–125.



4. Сытников Д. М., Коць С. Я. // Физиология и биохимия культ.растений. 2009. Т. 41. № 4. С.279–296.
5. Сытников Д. М. // Вісник ОНУ. 2012. Т. 17. Вып.4 (29). С.45–54.
6. Dazzo F. V., Truchet G. L., Sherwood J. T. et al. // Appl. Environ. Microbiol. 1984. V.48. N 6. P.1140–1150.
7. Libeiro A. R., Lopez-Garsia S. L., Vazquez T. E. E. et al. // FEMS Microbiol.Lett. 2000. V.188. N 2. P.177–184.
8. Луцик М. Д., Панасюк Е. Н., Луцик А. Д. Лектины. Львов: Вища школа, 1981. 155 С.
9. Бабоша А. В. // Журнал общей биологии. 2008. Т.69. № 5. С.379–396.
10. Коць С. Я., Сытников Д. М. // Физиология и биохимия культ. растений. 2007. Т. 39. № 6. С.463–475.
11. Кириченко Е. В., Титова Л. В., Жемойда А. В., Омельчук С. В. // Физиология и биохимия культурных растений. 2004. Т.36. № 5. С.390–397.
12. Баймиев А. Х., Чемерис А. В., Баймиев Ан. Х. и др. // Генетика. 2001. № 37. С. 215–222.
13. Сытников Д. М., Кругова Е. Д., Мандровская Н. М. // Биотехнология. 2011. Т. 4. № 6. С.42–50.
14. Умаров М. М. // Почвоведение. 1976. № 11. С. 119–123.
15. Sattangi P. P., Sattangu S. // Prep. Biochem. 1984/1985. V.14. N 5. P.471–483.
16. Бабоша А. В., Ладыгина М. Е. // Физиолого-биохимические и биофизические методы диагностики степени устойчивости растений к патогенам и другим факторам / Под ред. Ладыгиной М. Е. М.: МГУ, 1992. С.43–52.
17. Bradford M. M. // Anal.Biochem. 1976. Vol. 8. P. 248–254.
18. Чмелева З. В., Тютюрев С. Л. // Сельскохозяйственная биология. 1974. Т. 9. № 4. С.616–631.
19. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта Москва: Колос, 1979. 416 с.
20. Марков Е. Ю., Хавкин Э. Е. // Физиология растений. 1983. Т. 30. № 5. С.852–867.
21. Шакирова Ф. М., Безрукова М. В. // Журн. общей биологии. 2007. Т. 68. № 2. С. 98–114.
22. Ямалева А. А. Лектины растений и их биологическая роль. Уфа: Башкирский университет, 2001. 204 с.
23. Шаяхметов И. Ф., Шакирова Ф. М., Хайруллин Р. М. // Физиология и биохимия культ. растений. 1994. Т. 26. № 1. С. 68–71.
24. Соболев А. М. Запасание белка в семенах растений. Москва: Наука, 1985. 112 С.
25. Пономаренко Ю. А. Питательные и антипитательные вещества в кормах. Минск: Экоперспектива, 2007. 960 с.

О. Л. КАНДЕЛИНСКАЯ, Е. Р. ГРИЩЕНКО, К. Ю. РИПИНСКАЯ, З. М. АЛЕЩЕНКОВА,  
Л. Е. КАРТЪЖОВА, В. Н. КУПЦОВ, Н. С. КУПЦОВ,  
**РОЛЬ ЛЕКТИНОВ В РЕГУЛЯЦИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОБОВО-  
РИЗОБИАЛЬНОГО СИМБИОЗА У ЛЮПИНА**

#### Резюме

Исследовали влияние предпосевной обработки растений люпина инокулятом на основе симбиотических бактерий *Rhizobium lupini*, активированных препаратом экзогенного лектина люпина узколистного, на процесс нодуляции, симбиотической азотфиксации в клубеньках, элементы продуктивности и качество белка семян. Показано ростстимулирующее действие указанного способа обработки на рост и развитие растений, продукци-

онный процесс и отдельные элементы структуры урожая. Увеличение массы 1000 семян не сопровождалось снижением содержания белка в них и его качества. Полученные результаты позволяют предполагать, что лектин люпина принимает участие в формировании симбиотических взаимоотношений между растением хозяином и ризобияльной микрофлорой, оказывая регуляторное действие на функциональную активность азотфиксирующего аппарата и морфофизиологический статус макросимбионта.

O. L. KANDELINSKAYA, E. R. GRISCHENKO, K. Ju. RIPINSKAYA,  
Z. M. ALESCHENKOVA, L. E. KARTIZHOVA, V. N. KUPTSOV, N. S. KUPTSOV,  
**ROLE OF LECTINS IN REGULATION OF LEGUME-RHIZOBIUM SYMBIOSIS  
EFFICIENCY IN LUPIN**

**Summary**

The effect of *Rhizobium lupini* activated by lupine lectin on the process of nodulation, symbiotic nitrogen fixation in the nodules, the elements of productivity and quality of seed protein has been studied. We showed the growth-stimulating effect of this pretreatment on the growth and development of plants, production process and some elements of the structure of the crop. The increase in weight of 1000 seeds is not accompanied by a reduction of total protein content and its aminoacid composition. The results suggest that the lectin of lupine takes part in the formation of the symbiotic relationship between host plants and *Rhizobium* microbiota exerting regulatory effects on the functional activity of nitrogen-fixing apparatus and morphophysiological status of macrosymbiont.

*Поступила в редакцию 21.08.2015 г.*

УДК 631.95:551.5(476)

Н. А. КОПЫЛОВА, Н. А. ЛАМАН

## ПОЛУЧЕНИЕ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ СТАНДАРТА ЛИКОПИНА ДЛЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

*Институт экспериментальной ботаники  
им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси*

**Введение.** Ликопин – соединение тетратерпенового ряда, относящееся к классу каротинов, найдено в высших растениях, водорослях, микроорганизмах, а также в тканях некоторых рыб и ракообразных. Важной особенностью этого соединения является молекулярная структура – цепочки сопряженных двойных связей и система обобщественных  $\pi$ -электронов, благодаря которой происходит связывание синглетного кислорода и ингибирование образования свободных радикалов, оказывающих негативное действие на организм. Благодаря выраженным антиоксидантным свойствам, ликопин находит широкое применение в качестве лечебно-профилактического средства, в том числе и для уменьшения риска развития злокачественных новообразований [1, 2].

Известны растения, которые могут служить источником природного ликопина в климатических условиях Беларуси – это плоды (гипантии) различных видов шиповника и томаты. Среди экзотических для средних широт видов – розовый грейпфрут, розовая гуава, папайя, арбуз, момордика (*Momordica cochinchinensis* Spreng).

Поскольку основным источником потребления ликопина для населения Беларуси являются томаты и изготовленные из них продукты (пасты, соусы, кетчупы, сок), актуальной задачей становится выведение сортов, отличающихся высоким содержанием ликопина в плодах [3, 4].

Для контроля количества ликопина в растительных тканях наиболее удобным, быстрым и точным методом является высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), позволяющая за короткое время проанализировать большое количество образцов. Одним из условий точности и воспроизводимости анализа является наличие качественных стандартов ликопина. Известно, что ликопин, как и все каротиноиды, крайне чувствителен к действию света и кислорода воздуха. Нередки случаи, когда зарубежные препараты содержат окисленный ликопин (срок от оформления заказа до его получения составляет около двух месяцев). Кроме того, препараты ликопина дороги, что снижает рентабельность проводимых исследований. В связи с этим, нами разработан несложный и доступный способ получения стандарта ликопина для ВЭЖХ в условиях лаборатории.

**Материалы и методы исследования.** Определение содержания ликопина в растительных тканях проводили на хроматографе «Цвет 4000», Россия.

*Параметры хроматографирования:*

Режим – изократический;

Подвижная фаза – ацетонитрил: этилацетат: метанол: вода = 85: 7: 7: 1.  
Расход подвижной фазы – 500 мкл/мин; аналитическая длина волны – 470 нм.

*Колонка:*

Размеры – 4 × 150 мм

Сорбент – Separon SGX C<sub>18</sub>

Размеры частиц – 7 μм

Количественное определение проводили методом абсолютной калибровки.

*Подготовка и анализ проб.* Спелый плод томата массой около 70–100 г измельчали, жидкую фракцию отжимали через 4 слоя капрона и отбрасывали. 500 мг отжима (включая кожицу, но без семян) 4-кратно экстрагировали тетрагидрофураном (ТГФ). Объединенный экстракт фильтровали через шприцевой фильтр, концентрировали (выпаривали в токе азота) до объема 1 мл, удаляли водную фазу, затем доводили до 10 мл ацетонитрилом. Полученные пробы анализировали на хроматографе «Цвет 4000». Концентрацию ликопина определяли по калибровочной кривой, построенной с использованием стандарта ликопина, полученного в лаборатории.

**Результаты и их обсуждение.** Первоначальной задачей исследования был выбор источника получения ликопина. С этой целью нами проанализированы следующие объекты: препарат «Ликоред» (Индия, Джагсонпалфармасьютикалз Лтд), кетчупы «Махеев», «Чумак», томатные пасты «Краснодарская», «АВС», «Чумак», томаты свежие и замороженные, красный сладкий перец.

Наиболее подходящей для экстракции ликопина в данных условиях оказалась томатная паста «Чумак». Кетчупы, пасты «Краснодарская» и «АВС» содержали большие количества примесей, в том числе синтетические красители, которые мешали идентификации пиков ликопина; в свежих томатах и перце содержание ликопина было намного ниже, чем в пастах и кетчупах; при использовании препарата «Ликоред» пробоподготовку и анализ сильно затрудняло высокое содержание липидов.

После выбора источника экстракции нами выполнены исследования по подбору системы органических растворителей, обеспечивающей наиболее полную экстракцию ликопина и его отделение от β-каротина.

Одной из основных проблем, с которыми пришлось столкнуться при получении стандарта ликопина, является отделение ликопина от β-каротина. Как известно, оба соединения являются углеводородами со сходными свойствами, имеют близкие R<sub>f</sub>. Для изучения условий разделения ликопина и β-каротина использовали колоночную хроматографию на силикагеле 60 и тонкослойную хроматографию (ТСХ) на пластинах Silufol (Kavalier, Чехословакия) 150×150 мм. Исследованы следующие системы органических растворителей: 1) ПЭ (петролейный эфир):А (ацетон) = 99:1; 2) ПЭ:А = 98:2; 3) ПЭ:А=97:3; 4) ПЭ:А=95:5; 5) ПЭ:А:изопропанол = 98:2:2; 6) ПЭ:А:уксусная кислота = 98:2: 0,1; 7) ПЭ: бензол: изопропанол = 60: 2: 1; 8) ПЭ: бензол: изопропанол= 60: 10: 1; 9) ПЭ: бензол: изопропанол= 60: 5: 1;

10) ПЭ : бензол = 60:2; 11) ПЭ: изопропанол : метанол = 100 : 2: 0,2 ; 12) ПЭ: изопропанол = 100 : 0,2; 13) ПЭ: изопропанол = 100 : 0,4; 14) ПЭ: изопропанол = 100 : 0,5; 15) ПЭ: вода : изопропанол = 100 : 1: 1; 16) ПЭ: А: вода = 99 : 1 : 1; 17) ПЭ: А: вода = 99 : 1 : 0,1; 18) ПЭ: А : циклогексанол = 98: 2: 0,1.

Хорошее разделение ликопина и  $\beta$ -каротина наблюдали при ТСХ с использованием систем ПЭ: бензол: изопропанол; ПЭ: изопропанол; ПЭ: метанол (таблица 1).

**Таблица 1.** Разделение ликопина и  $\beta$ -каротина методом ТСХ с использованием различных систем органических растворителей.

Система растворителей	Ликопин, $R_f$	$\beta$ -каротин, $R_f$
ПЭ: Бензол: Изопропанол = 60: 10: 1	0,56	0,84
ПЭ: Бензол: Изопропанол = 60: 5: 1	0,38	0,77
ПЭ: Бензол: Изопропанол = 60: 2: 1	0,41	0,68
ПЭ: Изопропанол = 100 : 0,2	0,15	0,47
ПЭ: Изопропанол = 100 : 0,4	0,22	0,54
ПЭ: Изопропанол = 100 : 0,5	0,41	0,73
ПЭ : Метанол = 100 : 0,2	0,38	0,70

Однако при переходе к фракционированию ликопина методом колоночной хроматографии с использованием данных систем растворителей необходимая степень очистки не достигалась. Анализ методом ВЭЖХ ликопиновых фракций показал, что все они содержат значительные примеси  $\beta$ -каротина.

При поиске наиболее эффективных способов экстракции ликопина лучшие результаты получены при использовании тетрагидрофурана (ТГФ). Для экстракции ликопина использовали также этилацетат, петролейный эфир, системы растворителей этилацетат: ацетонитрил = 1:1; ПЭ : тетрагидрофуран = 4 : 1; ПЭ : (ацетонитрил : вода (1:1); ПЭ: изопропанол; ПЭ: ацетон = 98:2. Наиболее полная экстракция ликопина достигалась при использовании чистого тетрагидрофурана. При 3–4-кратной экстракции происходило практически полное обесцвечивание образца. Кроме того, в ходе экстракции ликопин и  $\beta$ -каротин переходили в различное физическое состояние, что позволило разработать схему их разделения (при выпаривании экстракта и отделении водной фазы ликопин переходил в кристаллическую форму, тогда как  $\beta$ -каротин имел вид маслянистой массы, которая легко смывалась другими органическими растворителями).

Разработанная нами схема получения стандарта ликопина для ВЭЖХ представлена на рисунке 1. Содержание ликопина при анализе на хроматографе «Цвет 4000» составляет около 98%; около 2% –  $\beta$ -каротин и другие примеси.

### Схема получения стандарта ликопина



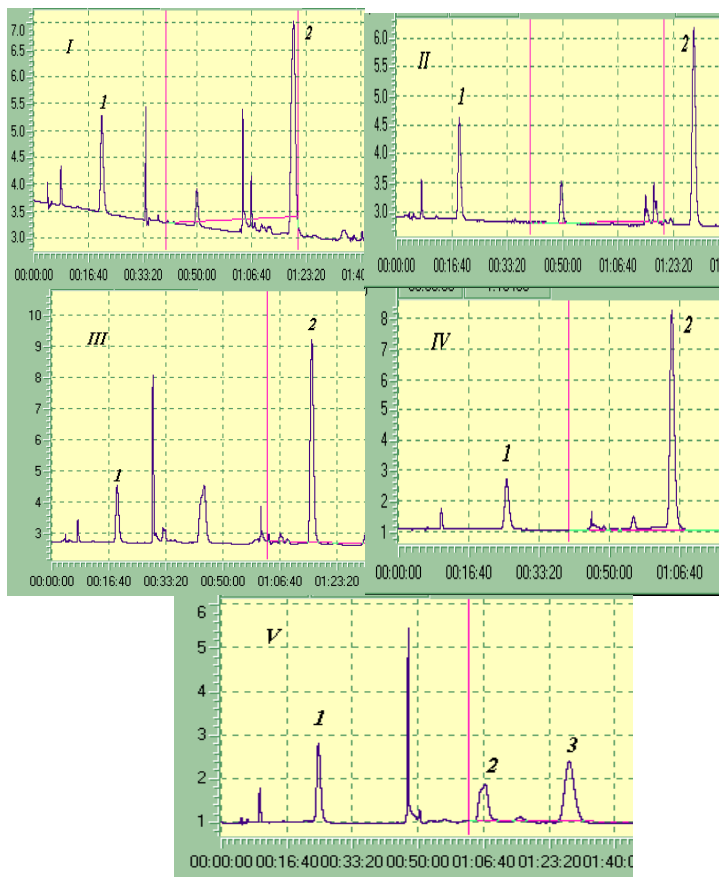
**Рис. 1.** Получение стандарта ликопина для ВЭЖХ в лабораторных условиях.

Пример использования разработанной нами методики определения каротиноидов в плодах методом ВЭЖХ.

*Определение содержания ликопина в отжиме плодов томатов белорусской селекции.*

Известно, что основную долю каротиноидов томатов составляют ликопин,  $\beta$ -каротин и, в меньшей степени, лютеин. Мы провели определение ликопина в отжиме плодов 5 сортов белорусской селекции. Жидкая фракция

плодов отделялась и отбрасывалась. Результаты представлены в таблице 2 и на рисунке 2.



**Рис. 2.** Хроматограммы каротиноидного состава плодов томатов. На оси абсцисс указано время в минутах, на оси ординат – сигнал спектрофотометрического детектора. Сорта: I – Ранний 310; II – Эллипс; III – Кроха; IV – Пожар; V – Оранжевый. Пики: 1 – стандарт ликопина (концентрация 5,4 мкг/мл), 2 – ликопин в экстракте, 3 –  $\beta$ -каротин.

**Таблица 2.** Содержание ликопина в твердом отжиме плодов томатов

Сорт	Окраска плода	Содержание ликопина, мг/100 г
Ранний 310	Красная	34,4
Эллипс	Оранжево-красная	23,5
Кроха	Ярко-красная	52,2
Пожар	Ярко-красная	51,2
Оранже-1	Желто-оранжевая	11,3

Полученные результаты хорошо согласуются с литературными данными о повышенном содержании ликопина в ярко-красноплодных томатах. Плоды с желто-оранжевой окраской (Оранже-1) содержат меньше ликопина, но больше  $\beta$ -каротина. Кроме того, высокое содержание ликопина во всех вариантах (согласно литературным источникам, в среднем содержание ликопина в плодах томатов варьирует в пределах 0,72 – 20 мг/100 г сырой массы) говорит о том, что он локализуется главным образом в кожце и твердой фракции плода, исключая семена. По данным H.Al-Wandawi и др.[5], M.D'Souza и др., S.Sharma и N.Le Maguer [6, 7], в кожце содержится в 3–5 раз больше ликопина, чем в мякоти плода.

**Заключение.** Разработан способ получения стандарта ликопина в лабораторных условиях с высокой степенью очистки с использованием методов экстракции, тонкослойной и высокоэффективной жидкостной хроматографии. Определено содержание ликопина в сортах томатов белорусской селекции.

#### Литература

1. Basu A., Imrhan V. // Eur J Clin Nutr . 2007. Vol. 61. N. 3. P. 295–303.
2. Khan N., Afaq F., Mukhtar H. Cancer chemoprevention through dietary antioxidants: progress and promise // Antioxid. Redox Signal. 2008. Vol. 10, N. 3. P. 475–510.
3. Кильчевский А. В., Сычева Е. Ю. // Наука и инновации : научно-практический журнал. 2010, № 7. С. 10–13.
4. Генетические основы селекции растений. Т.4. Биотехнология в селекции растений. Геномика и генетическая инженерия. Глава 11. Молекулярные технологии в селекции томатов. С. 301–314 / Под ред. А. В. Кильчевского, Л. В. Хотылевой. Минск, 2014.
5. Al-Wandawi H., Abdul-Rahman M. // J.Agric. Food Chem. 1985. Vol.33. P.804–807.
6. D'Souza M. C., Singha S., Ingle M. // Hort Science. 1992. Vol. 27. P.465–466.
7. Sharma S. K., Le Maguer N. // Ital. Food Sci. 1996. Vol.2. P.107–113.



N. A. KOPYLOVA, N. A. LAMAN  
**ELABORATION OF LYCOPENE STANDART FOR HPLC UNDER LABORATORY  
CONDITIONS**

**Summary**

The scheme of standard lycopene for HPLC obtaining is developed.

Content of lycopene in the analysis by the chromatograph "Tsvet 4000" with a wavelength of 470 nm is about 98%, about 2% –  $\beta$ -carotene and other impurities.

Н. А. КОПЫЛОВА, Н. А. ЛАМАН  
**ПОЛУЧЕНИЕ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ СТАНДАРТА ЛИКОПИНА  
ДЛЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ**

**Резюме**

Разработана схема получения стандарта ликопина для ВЭЖХ (содержание препарата при анализе на хроматографе «Цвет 4000» при длине волны 470 нм составляет около 98%; около 2% –  $\beta$ -каротин и другие примеси).

Д. С. МОРОЗ, Л. В. ОБУХОВСКАЯ, Т. Н. КУДЕЛИНА,  
А. В. КАЗАКЕВИЧ, О. В. МОЛЧАН.

**БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ ТОМАТА (*LYCOPERSICON  
ESCULENTUM* MILL.) ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ РАСТЕНИЙ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕТОДИОДНОЙ ДОСВЕТКИ**

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

**Введение.** Томаты являются наиболее популярной тепличной культурой [1]. Свое широкое распространение они получили благодаря высокой пищевой и биологической ценности плодов. Известно, что плоды томата содержат ряд биологически активных веществ: органические кислоты, пектины, витамины С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, а также каротиноиды, в том числе β-каротин и ликопин [2]. Последний характеризуется высокой антирадикальной активностью и является фактором, снижающим риск возникновения онкологических заболеваний [3, 4].

Качественный состав плодов определяется как сортовыми и гибридными особенностями, так и условиями выращивания, в первую очередь, световым режимом [5–8]. Хорошо известна зависимость продукционного процесса растений от уровня освещенности [5, 6]. При этом качественный состав света оказывает воздействие на синтез и накопление продуктов первичного и вторичного метаболизма растений. Установлено, что при освещении красным светом в клетке увеличивается количество углеводов, синим – аминокислот и органических кислот [9]. Эта закономерность была подтверждена и при изучении длительного воздействия на растения монохроматического света. При этом было показано, что интенсивность светового потока определенной длины волны также имеет немаловажное значение: в листьях редиса, выращенного на синем свете высокой интенсивности, наблюдали такое же соотношение белковых и углеводных продуктов, как при красном свете низкой интенсивности [10]. Известно, что накопление витаминов, синтез фитогормонов и продуктов вторичного метаболизма находится под контролем света определенных длин волн [8, 10, 11]. При этом влияние спектрального состава на метаболизм зависит от стадии развития растения, а также является видо- и сортоспецифичным [12].

Установлено, что увеличение доли синего света положительно сказывается на качестве плодов томатов черри – повышается содержание ликопина, растворимых белков, сахаров (в том числе сахарозы), свободных аминокислот, витамина С, антоцианов, в то время как рост относительного содержания красного света в спектре приводил к повышению количества титруемых кислот [13, 14]. При светодиодной досветке растений томата сортов «Комеет F<sub>1</sub>» и «Starbuck F<sub>1</sub>» не было получено увеличения сухой массы, однако, в це-

лом качество плодов улучшилось, в первую очередь, за счет большего содержания сахаров и меньшего – нитратов [15].

Таким образом, очевидно, что разработка и использование специализированного источника света с регулируемым спектральным составом, интенсивностью и длительностью излучения в соответствии с потребностями конкретного сорта растения позволит не только увеличить урожайность, но и улучшить качество плодов. Хотя исследователи давно высказывали идею о необходимости такого источника света [8], появление облучателя нового типа стало возможным лишь в последнее время благодаря развитию светодиодных технологий.

Современные светодиодные облучатели (СДО) обладают рядом особенностей и преимуществ по сравнению с традиционными источниками света. Светодиоды (СД) излучают свет в узком диапазоне (20–30 нм), что позволяет формировать спектр избирательного действия, необходимого для получения конкретного результата (направленный синтез первичных и вторичных метаболитов). К настоящему времени разработаны СД с излучением в зоне видимого спектра, инфракрасного (ИК) и ультрафиолетового (УФ) диапазонов [16, 17]. СД по энергоэффективности превосходят люминесцентные и лампы накаливания и не уступают газоразрядным лампам, а в ближайшее десятилетие, скорее всего, превзойдут их [18, 19]. Важной особенностью работы СД является также разделение светового и теплового потоков излучения, в результате чего последний легко аккумулируется и отводится специальными элементами и затем может повторно использоваться. Таким образом, СД-освещение практически не влияет на температурный режим растения и не приводит к его перегреву [20]. Продолжительность работы СД составляет более 50 тысяч часов [17], что значительно больше, чем у любого другого источника света. Это позволяет сократить расходы на переустановку, замену и утилизацию оборудования. Еще одним свойством СД является небольшой угол освещения – около 30°, что обеспечивает простоту конструкции облучателя и экономию энергии за счет направленного освещения объекта [16]. СД очень компактны, имеют небольшой вес, поэтому конструкции на их основе очень удобны в использовании – их можно крепить к любой поверхности [21]. СДО безопасны и экологичны в эксплуатации: снижена возможность перегрева, отсутствует стекло, не содержится ни ртуть, ни свинец [22, 23].

Исследования показали, что СДО могут обеспечить должный уровень освещенности и качество света для выращивания растений и получения высоких урожаев, в том числе и томатов [24, 25, 26]. При этом требования к спектральному составу могут различаться не только у разных видов, но даже у разных сортов одной культуры. Например, сорт томата «Geysir» оказался нечувствительным к замене традиционного облучения на объемное светодиодное, тогда как для сорта «Espero» наблюдали повышение урожайности на 45 % [26]. Не было выявлено также различий в урожайности при культивировании растений томата с объемным светодиодным или верхним досвечиванием дугowymi натриевыми лампами (ДнаГ) [27]. Но расход электроэнергии на

единицу конечной продукции при использовании СДО был значительно ниже. Также было показано улучшение качества плодов томата при использовании боковых СДО [25].

Цель данной работы – сравнительная оценка качественного состава плодов растений томата (*Lycopersicon esculentum* Mill.) сорта «Тореро», культивируемых на опытном участке теплицы при боковой светодиодной и традиционной досветке лампами ДНаТ.

**Материалы и методы исследования.** Объектом исследования были плоды растений томата *Lycopersicon esculentum* Mill., сорт «Тореро», культивируемых по стандартной технологии агрегатопоники [28]. В теплицах Минской овощной фабрики были оборудованы два опытных участка, освещаемых расположенными между рядами растений боковыми СДО (рис. 1). В качестве контроля использовали плоды растений томата, освещаемых лампами ДНаТ. Варианты освещения представлены в таблице 1.



**Рис. 1.** Опытный участок производственной теплицы с боковыми СДО.

**Таблица 1.** Варианты досветки растений томата

Вариант	Тип осветителя	Ярус томата	Доля от общей плотности потока фотонов (ППФ), %				ППФ, мкмоль/м <sup>2</sup> · с	Соотношение С:К
			С *	З	К	ДК		
Контроль	ДНАТ	1	17,9	33,2	30,7	18,2	209,7	1:1,7
		2	13,3	32,2	28,7	25,8	86,2	1:2,2
Вариант 1	СДО	1	17,8	20,4	49,9	11,9	75,98	1:2,8
		2	17,3	24,5	42,3	15,9	110,1	1:2,5
Вариант 2	СДО	1	17,9	21,7	43,8	16,6	101,5	1:2,5
		2	18,5	24,8	39,4	17,3	143,9	1:2,1

\* Примечание: С – синий 400–500 нм, З – зеленый 501–600 нм, К – красный 601–700 нм, ДК – дальний красный 701–800 нм).

Для анализа качественного состава использовали плоды, достигшие 5 стадии зрелости: имеющие красную окраску [29]. Качественный состав плодов определяли по следующим показателям: сухой вес – высушивая образцы в сушильном шкафу до постоянного веса; кислотность – титрованием 0,1 н NaOH водного экстракта плодов [30]; содержание сахаров – фотометрически в водных экстрактах [31, 32]. Исходя из полученных данных, рассчитывали сахарно-кислотный индекс и коэффициент сахаристости [33]. Спиртовые экстракты высушенных образцов использовали при исследовании антирадикальной активности [34] и содержания суммы фенольных соединений [35]. Фенольные соединения определяли методом Фолина-Чикольтеу. Антирадикальную активность оценивали по реакции с DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил). Каротиноиды (β-каротин, ликопин) экстрагировали ацетон-гексановой смесью (4:6) и измеряли оптическую плотность полученных экстрактов [36]. Витамин С определяли фотометрически по реакции с 2,6-дихлорфенолиндофенолом [37]. Данные представлены средними арифметическими значениями со стандартными ошибками. Для оценки достоверности различий между значениями использовали двухвыборочный F-тест. Статистическую обработку результатов проводили при помощи пакета Excel.

**Результаты и их обсуждение.** Основными параметрами, определяющими пищевую ценность и вкусовые качества плодов томата, являются сухой вес, общий титр кислотности и содержание сахаров. На основании этих показателей рассчитываются сахарно-кислотный индекс (отношение сахара к кислоте) и коэффициент сахаристости (отношение содержания сахаров к сухому весу). В таблице 2 представлены данные, полученные при анализе плодов томата, выращенных при досветке СДО и ДНАТ.

В целом сорт «Тореро» характеризуется высокими вкусовыми качествами: коэффициент сахаристости 63,4-66,1%, сахарно-кислотный индекс 8,9-10,8. Как видно из представленных данных, по большинству показателей варианты не различаются между собой и не имеют достоверных отличий от контроля. Это связано с тем, что данные показатели в первую очередь детер-

минированы генетически и в меньшей степени зависят от условий выращивания [38]. Нами выявлено незначительное увеличение титра кислотности плодов варианта 1 (соотношение С:К 1:2,5), что обусловлено спектром излучения СДО. Поскольку содержание сахаров в плодах растений томата, культивируемых при досветке СДО достоверно не отличается от контрольного, больший титр кислотности обуславливает у плодов растений варианта 1 несколько меньший сахарно-кислотный индекс. Так как вкусовые свойства томатов определяются содержанием именно органических кислот, повышение титра кислотности является положительным качеством, которого можно добиться за счет регуляции спектрального состава света.

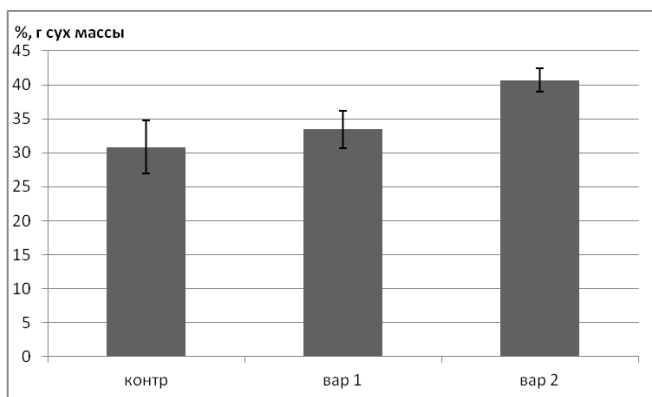
**Таблица 2.** Параметры, определяющие пищевую ценность и вкусовые качества плодов томата

Показатель	Вариант		
	контроль	1	2
Сухое вещество, мг/г сырого веса	49,38 ± 2,07	47,63 ± 1,45	49,55 ± 1,12
Титруемая кислотность, % в пересчете на яблочную кислоту	0,300 ± 0,016	0,352 ± 0,006*	0,324 ± 0,019
Общая сумма сахаров, %	3,25 ± 0,26	3,15 ± 0,14	3,14 ± 0,13
Сахарно-кислотный индекс, отн. ед.	10,8	8,9	9,7
Коэффициент сахаристости, %	65,8	66,1	63,4

Примечание: \* – значения, достоверно отличающиеся от контрольного,  $P < 0,05$ ).

Было проведено также исследование содержания в плодах томата соединений, обладающих антирадикальной активностью. На рисунке 2 представлены полученные результаты. Экстракт, полученный из плодов растений, культивируемых при освещении СДО варианта 2, содержал на 24 % больше соединений с антирадикальной активностью по сравнению с контрольным вариантом. Скорее всего, повышенная антирадикальная активность данного экстракта обусловлена более высоким уровнем накопления фенольных соединений и каротиноидов. Кроме того, антиоксидантной активностью характеризуется также витамин С. Результаты определения содержания этих веществ в исследуемых плодах томата представлены в таблице 3.

По большинству показателей плоды растений томата, выращенных при светодиодной досветке, не уступают или превосходят плоды, выращенные при освещении лампами ДНаТ. Так, по содержанию витамина С значимых различий между вариантами выявлено не было. В целом оно соответствует значениям, характерным для плодов томата [39].



**Рис. 2.** Антирадикальная активность экстрактов плодов растений томата, выращенных при различных вариантах досветки.

**Таблица 3.** Содержание веществ с антирадикальной активностью в плодах томата

Показатель	Вариант		
	контроль	1	2
Содержание суммы фенольных соединений, мг/г	2,19 ± 0,09	2,63 ± 0,13 *	2,38 ± 0,09
Содержание ликопина, мкг/мл	2,07 ± 0,14	2,24 ± 0,20	3,26 ± 0,25 *
Содержание β-каротина, мкг/мл	1,14 ± 0,10	1,10 ± 0,11	1,50 ± 0,07 *
Содержание витамина С, мкг/г сырого веса	14,43 ± 1,86	14,23 ± 0,95	15,52 ± 1,12

Примечание: \* – значения, достоверно отличающиеся от контрольного,  $P < 0,05$ .

По другим показателям были выявлены некоторые различия между исследуемыми вариантами и контролем. Так, плоды растений варианта 1 содержали достоверно больше фенольных соединений по сравнению с контрольными. Это может быть связано с особенностями спектрального состава излучения СДО. Несмотря на то, что обычно антирадикальную активность растений связывают именно с ними [40], в данном варианте она увеличилась не значительно. Согласно Shanna et al. [41], основная антиоксидантная активность плодов томата обусловлена каротиноидами и витамином С. Это объясняет большую антирадикальную активность плодов в варианте 2, содержащих значительное количество каротиноидов. Так, по содержанию ликопина они на 31–37 % превосходят плоды контрольного варианта и варианта 1, а по содержанию β-каротина – на 24–27 %. Вероятно, повышенное накопление

каротиноидов в плодах связано с более высокой ППФ на нижнем ярусе – 144 мкмоль/м<sup>2</sup> · с по сравнению с вариантом 1 и контролем – 110 и 86 мкмоль/м<sup>2</sup> · с, соответственно. Хорошо известно, что каротиноиды выполняют, в том числе, и фотопротекторную функцию [42], в связи с чем увеличение ППФ может стимулировать их накопление.

**Заключение.** В результате исследования качественного состава плодов томата было установлено, что использование СДО позволяет увеличить содержание биологически активных веществ с сохранением высоких вкусовых качеств. Так, по сухому весу и содержанию сахаров плоды томатов, освещаемых СДО, не уступают, а по титру кислотности даже превосходят плоды томатов, культивируемых с использованием ламп ДНаТ. Кроме того, такое освещение способствует накоплению фенольных соединений.

Увеличение освещенности нижних ярусов растений томатов варианта 2 за счет объемного освещения СДО, приводит к большему накоплению в плодах каротиноидов, в том числе ликопина и β-каротина. Это, в свою очередь, способствует значительному увеличению антирадикальной активности. Поскольку β-каротин является предшественником витамина А и участвует в антиоксидантной защите организма [43], а ликопин способствует снижению риска возникновения онкологических, сердечно-сосудистых и офтальмологических заболеваний [2–4], увеличение содержания этих соединений значительно повышает биологическую ценность плодов томата.

Таким образом, за счет оптимизации спектрального состава и уровня освещенности нижних ярусов растений томата, где происходит созревание плодов, можно добиться улучшения качества и повышения биологической ценности продукции.

### Литература

1. “Production of Tomato by countries”. Food and Agriculture Organization. 2012. “Food and Agricultural Organization” // Режим доступа: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> Дата доступа: 3.08.2015.
2. Reboul E. et al. // In: Men. J. Nutr., 2005. Vol. 135. (4), P. 790–4.
3. Yang K., Lule U., Xiao-Lin D. // Food Rev. International. 2006. Vol. 22. P. 309–333.
4. Devaraj S. et al. // J Am Coll Nutr. 2008. Vol. 27(2). P. 267–273.
5. Лисовский Г. М., Долгушев В. А. // Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1986. 128 с.
6. Ничипорович А. А. // Светотехника. 1981. Т 2. С. 18–21.
7. Федюнькин Д. В. и др. // Минск: Наука и техника, 1988. 214 с.
8. Шульгин И. А. // Ленинград: Гидрометиздат, 1973. 252 с.
9. Воскресенская Н. П. // Москва: Наука, 1965. 309 с.
10. Тихомиров А. А., Лисовский Г. М., Сидько Ф. Я. // Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1991. 168 с.
11. Карнарчук Р. А. // Физиол. растений. 1987. Т. 34 (3). С. 765–773.
12. Urbonaviciute, G. Samuoliene // Materials of International young scientist conference «The vital nature sign» (Kaunas, 18 may 2007). P. 6–8.
13. Liu X-Y et. al // China vegetables. 2010. 22, № 1. 21–27
14. Qiang C. et al. // Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. 2009. 25, № 5. P. 156–161
15. Kowalczyk K. et al. // Acta Horticulturae. 2012. 956 (VII). P. 395–401



16. Никифоров С. Г. // О больших светодиодных экранах и вывесках [Электронный ресурс]. 2005. № 12. Режим доступа: [www.screens.ru/rus/atv\\_systems\\_magazine.html](http://www.screens.ru/rus/atv_systems_magazine.html). – Дата доступа: 09.03.2010.
17. Zukauskas A., Shur M. S., Gaska R. // NY. A Wiley-Interscience Publication 2002. 207 p.
18. Юнович А. Э. // Светотехника. 2007. № 6. С. 13–17.
19. Bourget C. M. // HortScience. 2008. Vol. 43. P. 1944–1946.
20. Plant Grow Light Options // Progressive gardening Trade Association. 2010. Mode of access : <http://progressivegardening.com/plantgrowinglights.html>. – Date of access : 12.01.2011.
21. Erokhin A. N. et al. // Advances in Space Research. 2006. Vol. 38. P. 1240–1247.
22. Olle M., Virsile A. // Agricultural and food science. 2013. Vol. 22. P. 223–234.
23. Преимущества светодиодных светильников // Светодиодное и энергосберегающее освещение [Электронный ресурс]. 2014. Режим доступа: <http://led-light.by/page/advantage> Дата доступа: 31.01.2014.
24. Мороз Д. С. // Молодежь в науке – 2012. 2013. Ч. 4. С. 55–58.
25. Light by LUXEON Newsletter / Phillips Lumileds 2008. Mode of access : <http://www.lumileds.com/newsletter/>. – Date of access : 05.12.2013.
26. Gunnlaugsson B., Adalsteinsson S. // Acta Horticulturae. 2006. Vol. 711. P. 71–76.
27. Gomez C. et al. // Hort Technology. 2013. Vol. 23. P. 93–98.
28. Ронеп Й. // Гавриш. 2006. №3. С. 14–17.
29. Алпатьев А.В. // М.:Колос. 1976. 304 с.
30. ГОСТ 25555.0-82 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности (с Изменениями N 1, 2) // М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. С. 54–57.
31. Вешняков В. А., Хабаров Ю. Г., Камакина Н. Д. // Химия растительного сырья. 2008. №4. С. 47–50.
32. Методы биохимического исследования растений // Ленинград:Колос. 1972. 456 с.
33. Мачулкина В. А. и др. // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2014. № 3. С. 6–9.
34. Brand-Williams W. et al. // LWT. 1995. Vol. 28. P. 25–30.
35. Singleton V. L., Rossi J. A. // Am. J. Enol. Vitic. 1965. Vol. 16. P. 144–158.
36. Nagata M., Yamashita I. // J. Japan Soc. Food Sci. Technol. 1992. Vol. 39(10). P. 925–928.
37. Чупахина Г. Н. // Специальный практикум по биохимии и физиологии растений. Калининград, 1981. С. 14–16.
38. Carli P. et al. // BMC Plant Biology 2011. 11:58. Mode of access : <http://www.biomedcentral.com/1471-2229/11/58> Date of access : 3.08.2016.
39. Hossai M. E. et al. // Bangladesh Res. Publ. J. 2010. Vol. 4. P. 235–243.
40. Jacobo-Velázquez D. A., Cisneros-Zevallos L. // J. Food Sci. 2009. Vol. 74(9). P. 107–113.
41. Shanna M. E., Tilberry S., Valerie N. X.. J. Food Sci. 2002. Vol. 37. P. 434–456.
42. Telfer A. // Photochem Photobiol. Sci 2005. Vol. 4. P. 950–956.
43. Fortmann S.P et al. // Annals of Internal Medicine. 2013. Mode of access : [http://www.conferenciasindromemetabolico.org/wp-content/uploads/2014/01/Vitamin\\_Mineral.pdf](http://www.conferenciasindromemetabolico.org/wp-content/uploads/2014/01/Vitamin_Mineral.pdf). – Date of access: 01.06.2015.

Д. С. МОРОЗ, Л. В. ОБУХОВСКАЯ, Т. Н. КУДЕЛИНА,  
А. В. КАЗАКЕВИЧ, О. В. МОЛЧАН  
**БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ ТОМАТА (*LYCOPERSICON  
ESCULENTUM* MILL.) ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ РАСТЕНИЙ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕТОДИОДНОЙ ДОСВЕТКИ**

**Резюме**

Статья посвящена изучению воздействия светодиодной досветки томата (*Lycopersicon esculentum* Mill.) на качественный состав их плодов. Получены данные, подтверждающие, что оптимизация спектрального состава и увеличения уровня освещенности нижних ярусов растений томата, где происходит созревание плодов, при использовании светодиодных облучателей позволяет добиться улучшения качества продукции, ее биологической ценности.

D. S. MOROZ, L. V. OBUHOVSKAYA, T. N. KUDELINA,  
A. V. KAZAKEVICH, O. V. MOLCHAN  
**FRUIT BIOCHEMICAL COMPOSITION OF TOMATO (*LYCOPERSICON  
ESCULENTUM* MILL.) UNDER CULTIVATING PLANTS WITH LED LIGHTING**

**Summary**

The paper studies the impact of LED supplementary lighting tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) on the fruit qualitative composition. It was shown, that the spectral composition optimization and light level of the lower tomato plants tiers, where is the ripening of the fruit , using LED allow improve product quality, its biological value .

*Поступила в редакцию 29.09.2015 г.*

**ОСОБЕННОСТИ УСКОРЕННОГО СТАРЕНИЯ СЕМЯН КУКУРУЗЫ  
ПРИ ОБРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ  
СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА**

*<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, Минск*

*<sup>2</sup>ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича  
НАН Беларуси», Минск*

**Введение.** Кукуруза одна из зерновых культур, лидирующая в мире по валовому сбору урожая. Она незаменима в кормопроизводстве многих стран, в том числе и Беларуси. Без выращивания кукурузы на кормовые цели сегодня нельзя представить белорусское животноводство, в связи с чем посевные площади данной культуры ежегодно увеличиваются.

Известно, что для получения высоких урожаев кукурузы необходим высококачественный посевной материал [1]. Семена кукурузы по своим биолого-морфологическим особенностям во многом отличаются от других зерновых культур, что требует дополнительных усилий по их подготовке к хранению и посеву [2]. Характерной особенностью зерновки кукурузы является наличие крупного зародыша, масса которого составляет 10–14%. Зерновка покрыта семенной и плодовой оболочками, которые вследствие губчатого строения в области зародыша не представляют значительного препятствия для поступления в него воды. В связи с таким морфологическим строением зародыш быстрее поглощает и отдает влагу, чем остальные части зерновки. Высокая способность зародыша зерна кукурузы поглощать влагу объясняет его большую гигроскопичность не только в процессе прорастания, но и при хранении. Разная способность зародыша и остальной части зерновки поглощать воду ведет к быстрому повышению его влажности и к активному развитию болезнетворных микроорганизмов, что часто является причиной снижения всхожести [3]. Кроме того, при повышенной влажности зародыша интенсифицируются процессы дыхания, в результате чего расходуются запасные питательные вещества. Все это ведет к снижению энергии прорастания семян и способности сформировать здоровый полноценный проросток.

Хранение семян в течение нескольких недель или даже дней в неблагоприятных условиях может вызвать необратимое ухудшение их качества. Семена кукурузы сортов белорусской и зарубежной селекции имеют различную устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды. Снижение энергии прорастания в значительной мере определяется также сортовыми особенностями, предпосевной обработкой, условиями окружающей среды до хранения и во время хранения семян.

В этой связи существует потребность в исследовании физиологического и биохимического ответа прорастающих семян при внедрении новых технологий, использующих тепловые, электромагнитные и другие физические воздействия с целью увеличения их всхожести, энергии прорастания и в конечном итоге повышения урожайности и качества урожая. Методы,

используемые для оценки физиологического качества семян, должны быть объективными и воспроизводимыми, обеспечивать возможность работать с большим количеством образцов и быть непродолжительными во времени.

Эффективным и информативным способом, позволяющим оценивать качество посевного материала и изучать метаболические изменения, происходящие в семенах под действием неблагоприятных условий окружающей среды, является метод ускоренного старения [4]. В основе механизма ускоренного старения семян лежит дегградация клеточных мембран, что ведет к потере контроля проницаемости, ослабление дыхания и повреждение механизмов энергоснабжения и биосинтеза. В результате замедляется прорастание семян и снижается их способность к хранению.

Метод заключается в том, что скорость прорастания и всхожесть семян оцениваются после их кратковременного хранения при повышенных температуре и влажности воздуха [5]. Семена высокого качества лучше переносят эти экстремальные условия, медленнее повреждаются и обладают большей полевой всхожестью [6, 7]. Однако сложно подобрать такие параметры ускоренного старения, которые были бы применимы для оценки семян одного вида и даже одного сорта. На качество семян влияет множество факторов, начиная от условий формирования на материнском растении и заканчивая условиями уборки, транспортировки и хранения. Поэтому при использовании метода необходимо отработать подходы, позволяющие варьировать параметрами влажности, температуры и длительности инкубирования семян при анализе конкретных партий [8].

Ранее были разработаны методы ускоренного старения семян таких культур как рапс, пшеница, ячмень и др. Показано, что для каждой культуры условия ускоренного старения определяются морфологическими, биохимическими, сортовыми особенностями семян [10].

В связи с этим, целью данной работы являлось определение параметров влажности, температуры, а также периода хранения, при которых снижаются энергия прорастания и всхожесть семян кукурузы, для последующей оценки минимизации повреждений посевного материала с помощью электрофизических методов.

**Материалы (объекты) и методы исследования.** Объектом исследования служили семена и проростки кукурузы (*Zea mays* L.) белорусской селекции сорта «Полесский 212 СВ» с исходной всхожестью 87% и влажностью 12,7%.

Часть семян предварительно была обработана электромагнитным полем сверхвысокочастотного диапазона (ЭМП СВЧ) в течение 15 мин, при мощности 10 мВт на лабораторной установке для предпосевной обработки семян в НИУ «Институт ядерных проблем» БГУ [9].

Семена были откалиброваны, промыты и высушены. Для выравнивания семян по влажности их выдерживали в течение 56 часов в герметично закрытой емкости при температуре 20–22 °С и относительной влажности 35%.

*Условия проведения теста на ускоренное старение.* Семена кукурузы размещали в эксикаторе над насыщенным раствором хлористого натрия

и выдерживали 21 день при температуре 40<sup>0</sup>С и 75%-ной влажности воздуха. Через каждые 3 дня отбирали пробы для определения энергии прорастания, всхожести и электропроводности водного эксудата семян [10]. Каждую пробу семян подсушивали на открытом воздухе до исходного уровня влажности – 12,7%. Определение всхожести подсушенных семян проводилось по ГОСТу 12038-84 [11]. Контролем служили семена, не подвергавшиеся ускоренному старению.

Оценку целостности семенных оболочек и клеточных мембран зерновок осуществляли по выходу электролитов в раствор кондуктометрическим методом [10–12]. Контрольные и опытные семена, подвергшиеся неблагоприятному воздействию (ускоренное старение), разделяли на навески по 7 г в 4-х кратной повторности. Далее семена помещали в пробирки с деионизированной водой на 5 часов. Измерение электропроводности проводили при температуре 20 °С кондуктометром Hanna HI 9932 [9].

Статистическая обработка данных проводилась с использованием функций описательной статистики компьютерной программы Microsoft Office Excel. Диаграммы построены в программе Microsoft Office Excel.

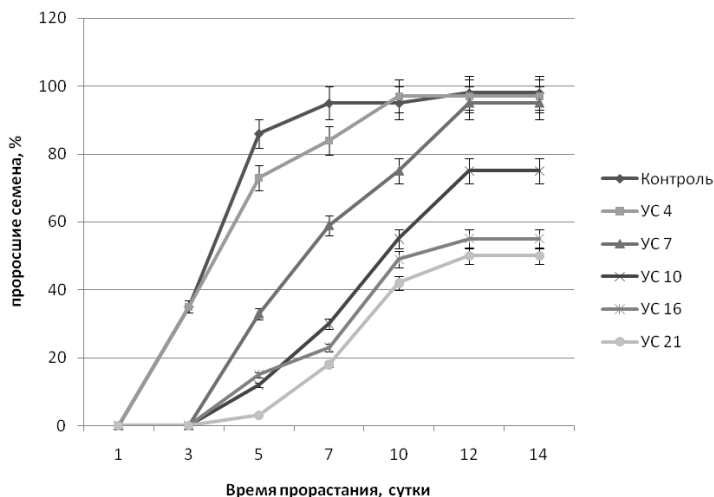
**Результаты и их обсуждение.** В результате проведенных лабораторных исследований установлено, что семена кукурузы сорта «Полесский 212 СВ» с исходной всхожестью 87% и влажностью 12,7% достаточно долго сохраняют высокую всхожесть в условиях ускоренного старения (УС). Анализируя данные, приведенные в таблице, можно сделать вывод, что семена данного сорта имеют высокое качество, так как их всхожесть сохраняется до 10 дней при действии неблагоприятных факторов (высокой температуры и влажности) и при этом формируются нормально развитые проростки.

**Таблица.** Всхожесть семян кукурузы сорта «Полесский 212 СВ» в условиях ускоренного старения, %

Вариант опыта	Нормально развитые проростки	Ненормально развитые проростки	Непроросшие семена
Контроль	97 ± 2	0	2 ± 1
УС 4 дня	97 ± 2	0	2 ± 1
УС 7 дней	95 ± 3	2 ± 1	2 ± 1
УС 10 дней	75 ± 5	5 ± 2	20 ± 7
УС 16 дней	55 ± 6	7 ± 3	38 ± 3
УС 21 день	50 ± 6	8 ± 3	42 ± 2

По мере увеличения времени нахождения семян в условиях ускоренного старения их качество ухудшалось – замедлилась скорость прорастания, снизилась всхожесть и зарегистрировано большое количество не проросших семян. На 21-й день проведения теста на устойчивость к высокой температуре и влажности воздуха (УС) наблюдалось минимальное число проросших семян – 50% и максимальное непроросших – 42% и морфологически аномальных проростков (см. табл.).

Кроме того, показано, что после выдерживания семян кукурузы в условиях ускоренного старения в период с 4-го по 21-й день, динамика их прорастания, которую оценивали по времени появления проростков, значительно замедляется. На 7-й день прорастания семян, подвергшихся ускоренному старению, количество проростков уменьшалось с 82% до 20% в зависимости от времени инкубации в неблагоприятных условиях (рис. 1).



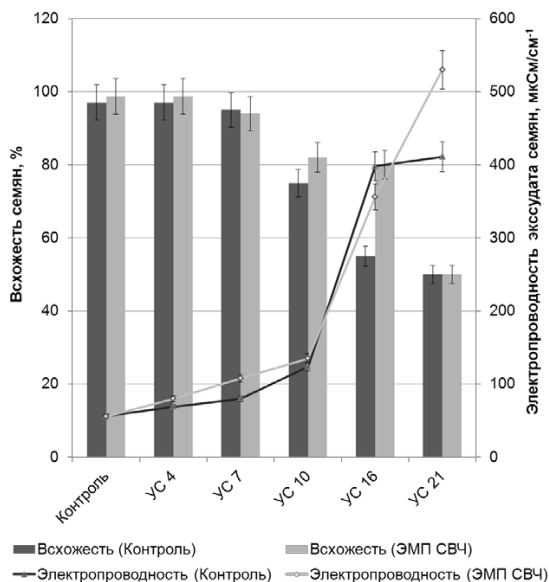
УС – продолжительность инкубации семян в условиях ускоренного старения (от 4 до 21 суток)

**Рис. 1.** Динамика прорастания семян кукурузы при различной длительности ускоренного старения семян.

В результате дегенерации семян кукурузы наблюдается замедление скорости прорастания и снижение всхожести, что отражает изменения в их метаболической активности, включающей деградацию клеточных мембран и повышение их проницаемости [10–13]. Косвенным показателем этих процессов служит изменение электропроводности экссудата из семян, которая определяется кондуктометрическим методом по выходу в раствор клеточных метаболитов, в том числе и электролитов, например, таких как сахарофосфаты, аминокислоты, ионы  $K^+$ . Способность семян сохранять и восстанавливать целостность мембран предотвращает выход электролитов и свидетельствует о высоком их качестве [12–14].

При сопоставлении данных по всхожести семян в условиях ускоренного старения и выходу электролитов в раствор в эти сроки наблюдали прямо пропорциональную зависимость – у семян, не обработанных ЭМП СВЧ, снижение всхожести сопровождается увеличением выхода электролитов

в раствор (рис. 2). На 7-ой день ускоренного старения их всхожесть еще сохраняется на уровне близком к контролю – 95%, но при этом скорость прорастания замедляется (рис. 1), а электропроводность растворов из семян увеличивается с  $56,2 \pm 3,8$  до  $80 \pm 4,1$  мкСм, что указывает на начало процесса детериорации. Уменьшение всхожести семян до 75% сопровождается резким повышением электропроводности раствора – до  $398,0 \pm 3,0$  мкСм. На 21-ый день ускоренного старения наблюдается минимальная их всхожесть (50%) и максимальные значения электропроводности –  $411,0 \pm 4,5$  мкСм.



УС – продолжительность инкубации семян в условиях УС (от 4 до 21 суток)

**Рис. 2.** Зависимость электропроводности и всхожести семян кукурузы от времени ускоренного старения.

В то же время у семян, предварительно обработанных ЭМП СВЧ, высокая всхожесть сохраняется дольше по сравнению с необработанными семенами: на 16-ый день ускоренного старения обнаруживается еще 80% всхожих семян, и только на 21-ый день всхожесть падает до уровня контрольного варианта (рис. 2). Выход электролитов у обработанных ЭМП СВЧ семян в условиях ускоренного старения в течение первых 10 дней проведения теста был выше по сравнению с электропроводностью экссудатов контрольных семян. В литературных источниках встречаются противоречивые результаты исследований как об увеличении выхода электролитов из семян [15, 16], так

и об снижении электропроводности экссудатов семян [17] при обработке в разных режимах СВЧ. В данном случае, по нашему мнению, результаты опытов во многом зависят от продолжительности обработки семян СВЧ и используемых режимов.

На 16-й день проведения эксперимента электропроводность раствора контрольных семян оказалась выше, чем семян, обработанных ЭМП СВЧ. Данный факт объясняется тем, что практически половина семян в контрольном варианте погибла (55% всхожести) и утечка электролитов из тканей происходила уже в виде простой диффузии. В то же время всхожесть обработанных семян сохранялась еще на уровне 80% – клеточные мембраны, и, возможно, работа водных и ионных каналов, создавали барьер выходу метаболитов, в том числе и ионов, из жизнеспособных семян.

На 21-й день проведения теста на ускоренное старение электропроводность экссудатов семян кукурузы из опытного варианта превышала на 28,9% значение показателя в контрольном варианте, хотя число всхожих семян в этих вариантах было практически одинаковым. Полученные в результате исследования данные требуют дополнительного изучения, анализа и обсуждения возможных механизмов действия ЭМП СВЧ на сохранение качества семян кукурузы в неблагоприятных условиях хранения.

**Заключение.** Подобраны условия для проведения теста на ускоренное старение семян кукурузы, представляющего собой их инкубацию при повышенной влажности – 75% и температуре воздуха – 40°C, что позволяет моделировать длительный период хранения семян в неблагоприятных условиях. Оценены изменения физиологического качества семян кукурузы, находившихся в неблагоприятных условиях хранения, при предобработке их электромагнитным полем сверхвысокочастотного диапазона (ЭМП СВЧ). Установлено, что у контрольных семян всхожесть снижается до 75% уже на 10-й день неблагоприятных условий хранения и одновременно существенно возрастает электропроводность экссудатов из семян, а на 16-й день теста всхожесть падает до 55% и практически в 2 раза увеличивается выход электролитов, на 11,8% превышая электропроводность экссудатов обработанных семян. Предпосевная обработка ЭМП СВЧ семян кукурузы сорта «Полесский 212 СВ» на фоне условий ускоренного старения оказывает положительное влияние на сохранение их всхожести. На 16-й день нахождения в искусственно созданных неблагоприятных условиях хранения обработанные семена еще способны сохранять жизнеспособность, что подтверждается их всхожестью на уровне 80% и более низким выходом электролитов из тканей в сравнении с контрольными.

#### Литература

1. Семькин В. А., Пигоров И. Я., Оксененко И. А. // Современные наукоемкие технологии. 2008. № 4. С. 58–60
2. Блинова К. Ф. Кукуруза // Ботанико-фармакогностический словарь: Справ. пособие / Под ред. К. Ф. Блиновой, Г. П. Яковлева. М.: Высш. школа, 1990. С. 201.



3. Блинкова М. В. Хранение семян кукурузы и подготовка их к посеву / <http://agrolib.ru/> "AgroLib.ru.агрономии".
4. Варгапетян Б. Б. // Физиология растений. 2005. Т. 52, № 6. С. 931–953.
5. Алексейчук Г. Н., Ламан Н. А. Механизм старения семян при неблагоприятных условиях хранения // Ботаника (исследования): Сб.науч.трудов. Минск: Право и экономика. 2008. Вып. 36. С. 311–325.
6. Лихачев Б. С., Захарова Л. Г. // Научно-технический Бюллетень ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова. 1985. Вып. 152. С. 26–30.
7. TeKrony D. M. // Journal of seed technology. 1995. Vol. 8. P. 55–60.
8. Meriaux B. [et al.] // Seed Science and Technology. 2007. Vol. 35. P. 722–732.
9. Karpovich V. A., Rodionova V. N. Patent RB №5580 Way of presowing seed processing of vegetable or cereals. Vid. 23.06.2003g.
10. Алексейчук Г. Н. Сила роста семян зерновых культур и ее оценка методом ускоренного старения // Минск: Право и экономика. 2009. 43 с.
11. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.
12. Association of Official Seed Analysts/ Seed Vigor Testing Handbook / Contribution No 32 to the Handbook of Seed Nesting. USA, 1983. 88 p.
13. McDonald M. B. // SeedSci&Technology. 1999. Vol. 27, №1. P. 177–237
14. Vieira D., Krzyzanowski F.C. Electrical conductivity test, in Seed Vigor: Concepts and Tests // F. C. Krzyzanowski, R. D. Vieira, and J. V. FrançaNeto, Eds., pp. 4.1–4.26, Abbrates, London, UK, 1999.
15. Калацкая Ж. Н., Ламан Н. А., Дубовик В. В. Физиолого-биохимическая оценка воздействия микроволнового поля низкой интенсивности на физиологическое качество семян рапса //Клеточная биология и биотехнология растений: тезисы докладов Международной научно-практической конференции (13–15 февраля 2013, БГУ, г. Минск). 2013. С. 167.
16. Ramalingam Radhakrishnan, Bollipo Dyana Ranjitha Kumari. // Indian Journal of Biochemistry & Biophysics. Vol. 50, August 2013. P. 312–317.
17. Vashisth A., Nagarajan S. // Indian Journal of Biochemistry & Biophysics. Vol. 47. 2010. P. 311–318.

**Н. В. ПУШКИНА, В. П. КУРЧЕНКО, Ж. Н. КАЛАЦКАЯ  
ОСОБЕННОСТИ УСКОРЕННОГО СТАРЕНИЯ СЕМЯН КУКУРУЗЫ  
ПРИ ОБРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ  
СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА**

**Резюме**

Подобраны условия проведения теста на ускоренное старение семян кукурузы (*Zea mays* L.) при повышенной влажности – 75% и температуре воздуха - 40°C, что позволяет моделировать длительный период их хранения в неблагоприятных условиях. Оценены изменения физиологического качества семян кукурузы в неблагоприятных условиях хранения при предварительной их обработке электромагнитным полем сверхвысокочастотного диапазона (ЭМП СВЧ). В исследованиях показано, что предпосевная обработка ЭМП СВЧ на фоне условий ускоренного старения семян оказывает положительное влияние на сохранение их всхожести. На 16-й день нахождения в неблагоприятных условиях хранения обработанные семена еще способны сохранять жизнеспособность, что подтверждается их всхожестью на уровне 80% и более низким выходом электролитов из тканей в сравнении с контрольными.

N. V. PUSHKINA, V. P. KURCHENKO, J. N. KALATSKAYA  
**CHARACTERISTICS OF THE MAIZE SEEDS ACCELERATED AGEING EXPOSED  
TO THE MICROWAVE ELECTROMAGNETIC FIELD**

**Summary**

The conditions of the accelerated aging test for maize seeds (*Zea mays* L.) are appropriated at high humidity – 75% and high temperature - 40°C, which allows to simulate a long period of storage in unfavorable conditions. Physiological changes in maize seeds quality exposed to microwave electromagnetic field under accelerated ageing conditions has been estimated. The studies showed that seed vigour and germination during their deterioration was maintained in pre-treatment microwave electromagnetic field seeds. On the 16-day at the adverse storage conditions, a higher germination percentage (80%) and lower leachate conductivity of seeds exposed to the microwave electromagnetic field compared to untreated control seeds was observed.

*Поступила в редакцию 15.07.2015 г.*

УДК 634.739.3:736(476)

Ж. А. РУПАСОВА<sup>1</sup>, И. И. ЛИШТВАН<sup>2</sup>, А. П. ЯКОВЛЕВ<sup>1</sup>,  
Т. И. ВАСИЛЕВСКАЯ<sup>1</sup>, Н. Б. КРИНИЦКАЯ<sup>1</sup>, Л. В. ГОНЧАРОВА<sup>1</sup>

**ВЛИЯНИЕ РОСТРЕГУЛИРУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ  
НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ КЛЮКВЫ  
КРУПНОПЛОДНОЙ (*O. MACROCARPUS* (AIT.) PERS.)  
НА ВЫРАБОТАННОМ УЧАСТКЕ ТОРФЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
НА СЕВЕРЕ БЕЛАРУСИ**

<sup>1</sup>ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», Минск

<sup>2</sup>Институт природопользования НАН Беларуси, Минск

Введение. Одним из рациональных путей восстановления природного потенциала выведенных из хозяйственного оборота площадей выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений, занимающих свыше 255 тыс. га территории республики, является создание на этих малопродуктивных землях локальных фитоценозов ягодных растений сем. *Ericaceae*, в том числе представителей рода *Oxycoccus*. Нашими более ранними исследованиями на этих малопродуктивных сильнокислых землях была показана высокая отзывчивость вересковых на внесение небольших доз полного минерального удобрения [5, 6]. Вместе с тем работы В. Е. Волчкова и И. В. Бордока [2–4] с представителями данного семейства на мелиорированных торфах в юго-восточной части Беларуси свидетельствуют также о высокой эффективности некорневых обработок микроудобрениями, способствующих заметной активизации ростовых и биопродукционных процессов. Однако при этом не было изучено их влияние на биохимический состав плодов вересковых, что и побудило нас к проведению исследований в данном направлении. В этой связи в 2011–2014 гг. в одном из северных районов Беларуси было испытано действие трех рострегулирующих препаратов на содержание в плодах клюквы крупноплодной ряда действующих веществ разной химической природы.

**Объекты и методы исследования.** В условиях сезонов 2013–2014 гг. на выработанном участке торфяного месторождения «Журавлевское» (Докшицкий р-н Витебской обл.) было исследовано влияние на основные биохимические характеристики плодов двух модельных сортов *O. macrocarpus* (Ait.) Pers., – раннеспелого *Ben Lear* и позднеспелого *Stevens* трех рострегулирующих препаратов, содержащих микроэлементы, в том числе разработанного на основе гуминовых веществ учеными Института природопользования НАН Беларуси жидкого комплексного микроудобрения «ЭлеГум-Комплекс», содержащего в г/л – Cu – 2,0, Mn – 2,0, Zn – 2,5, B – 2,5; разработанного специально для некорневой обработки вересковых препарата «Волат-6», содержащего в хелатной форме в мл/л – Fe – 5,0, Mn – 4,0, Cu – 1,0, Co – 0,4, B – 2,0, Mo – 0,4, а также хелатного макро-микроудобрения «КомплеМетСо», содержащего в г/л – N – 5,6, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 79, K<sub>2</sub>O – 166, S – 5,8, Zn – 15, Cu – 9, B – 4,5, Mn – 10, Mo – 0,15, Co – 0,05.

Полевые опыты были заложены на участке сильнокислого ( $\text{pH}_{\text{КС1}} - 2,8$ ), малоплодородного (содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{K}_2\text{O}$  не более 12–15 и 11–21 мг/кг соответственно), полностью лишённого растительности остаточного слоя донного торфа средней степени разложения, представленного сфагново-древесно-пушицевой ассоциацией. Схема опыта включала 4 варианта в пятикратной повторности: 1 – контроль, без обработок; 2 – некорневые обработки препаратом «КомплеМетСо» из расчёта 5 мл на 1 л воды, 3 – некорневые обработки препаратом «ЭлеГум-Комплекс» из расчёта 7,5 мл на 1 л воды, 4 – некорневые обработки препаратом «Волат-6» из расчёта 2 мл на 1 л воды. Количество растений клюквы крупноплодной на каждой опытной делянке составляло 25 кустов пятилетнего возраста. В соответствующих вариантах полевого опыта в конце вегетационного периода 2013 г., а также в фазы бутонизации и закладки цветковых почек в 2014 г. осуществляли трехкратную некорневую подкормку вегетирующих растений путем опрыскивания 1,5 л рабочего раствора испытывавшихся препаратов.

Повариантно в свежих усредненных пробах зрелых плодов определяли содержание: сухих веществ – по ГОСТ 8756.2–82 [9]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [8]; титруемых кислот (общей кислотности) – объемным методом [8]. В высушенных при температуре 50–60°C усредненных пробах плодов определяли: суммарное содержание растворимых сахаров – ускоренным полумикрометодом [10]; суммы антоциановых пигментов – по методу Т. Swain, W.E. Hillis [14], с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю. Г. Скориковой и Э. А. Шафтан [13]; собственно антоцианов и суммы катехинов (с использованием ванилинового реактива) – фотоколориметрическим методом [1, 8]; суммы флавонолов (в пересчете на рутин) – фотоколориметрическим методом [8]; гидроксикоричных кислот (в пересчете на хлорогеновую) – спектрофотометрическим методом при длине волны 325 нм [7].

Все аналитические определения выполнены в 3-кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы *Excel*.

### **Результаты и их обсуждение.**

В результате исследований было установлено, что испытывавшиеся препараты оказывали существенное, причем неоднозначное влияние на питательную и витаминную ценность плодов модельных сортов клюквы крупноплодной, о чем свидетельствуют весьма широкие диапазоны варьирования в рамках эксперимента содержания в них определявшихся соединений (табл. 1 и 2).

**Таблица 1.** Содержание сухих веществ, органических кислот и растворимых сахаров (в сухом веществе) в плодах *O. microsatrus* (Ait.) Pers. в вариантах полевого опыта

Вариант опыта	Сухие вещества, %		Свободные орг. кислоты, %		Аскорбиновая кислота, мг-%		
	X ± st	t Cr	X ± st	t Cr	X ± st	t Cr	
<b>Сорт Ben Lear</b>							
1 – контроль	12,5 ± 0,1		19,2 ± 0,2		285,8 ± 10,3		
2 – «КомплеМетСо»	13,1 ± 0,2	2,8*	18,2 ± 0,1	-6,0*	286,9 ± 7,5	0,1	
3 – «ЭлеГум-Комплексе»	12,9 ± 0,1	3,3*	18,6 ± 0,1	-3,9*	346,7 ± 10,0	4,2*	
4 – «Волат – 6»	13,4 ± 0,1	6,0*	17,8 ± 0,1	-8,5*	300,1 ± 4,8	1,3	
<b>Сорт Stevens</b>							
1 – контроль	12,8 ± 0,1		23,6 ± 0,1		318,9 ± 10,2		
2 – «КомплеМетСо»	13,2 ± 0,1	4,1*	20,2 ± 0,1	-37,6*	299,2 ± 4,9	-1,7	
3 – «ЭлеГум-Комплексе»	12,7 ± 0,2	-0,4	21,5 ± 0,1	-21,3*	386,5 ± 5,1	5,9*	
4 – «Волат – 6»	13,1 ± 0,1	3,9*	22,5 ± 0,1	-12,2*	377,6 ± 7,6	4,6*	
<b>Растворимые сахара, %</b>							
<b>Сахаросислотный индекс</b>							
<b>Вариант опыта</b>							
Гидроксикоричные кислоты, мг-%		<b>Сорт Ben Lear</b>					
		X ± st	t Cr	X ± st	t Cr	X ± st	t Cr
1 – контроль		621,3 ± 9,0		30,3 ± 0,3		1,6 ± 0,01	
2 – «КомплеМетСо»		865,7 ± 10,4	17,7*	32,0 ± 0,5	2,8*	1,8 ± 0,02	7,6*
3 – «ЭлеГум-Комплексе»		978,2 ± 8,6	28,7*	31,2 ± 0,7	1,0	1,7 ± 0,02	4,9*
4 – «Волат – 6»		737,7 ± 8,6	9,4*	32,0 ± 0,5	2,8*	1,8 ± 0,03	8,3*
<b>Сорт Stevens</b>							
1 – контроль		806,3 ± 9,3		30,3 ± 0,3		1,3 ± 0,01	
2 – «КомплеМетСо»		856,0 ± 4,0	4,9*	31,5 ± 0,1	3,5*	1,6 ± 0,01	18,7*
3 – «ЭлеГум-Комплексе»		842,0 ± 4,0	3,5*	32,8 ± 0,3	5,3*	1,5 ± 0,02	10,2*
4 – «Волат – 6»		879,0 ± 10,0	5,3*	32,0 ± 0,5	2,8*	1,4 ± 0,03	4,8*

Примечание: \* - означает статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с контролем при p<0,05

**Таблица 2.** Содержание основных групп биофлавоноидов в сухой массе плодов *O. montanum* (Ait.) Pers. в вариантах полевого опыта, мг/%

Вариант опыта	Собственно антоцианы		Лейкоантоцианы		Сумма антоциановых пигментов	
	X ± st	t <sub>Cr</sub>	X ± st	t <sub>Cr</sub>	X ± st	t <sub>Cr</sub>
<b>Сорт Ben Lear</b>						
1 – контроль	2900,0 ± 26,5		5056,0 ± 71,2		7956,0 ± 45,0	
2 – «КомплеМетСо»	3300,0 ± 34,6	9,2*	4864,0 ± 96,8	-1,6	8164,0 ± 33,3	3,1*
3 – «ЭлеГум-Комплекс»	3820,0 ± 20,0	27,7*	5306,0 ± 53,2	2,9*	9126,0 ± 45,0	18,4*
4 – «Волат – 6»	2820,0 ± 17,3	-2,5	3888,0 ± 27,7	-15,3*	6708,0 ± 45,0	-19,6*
<b>Сорт Stevens</b>						
1 – контроль	3184,7 ± 19,9		5216,8 ± 17,4		8401,5 ± 30,8	
2 – «КомплеМетСо»	2135,0 ± 20,2	-37,0*	5023,7 ± 60,5	-3,1*	7158,7 ± 80,3	-14,5*
3 – «ЭлеГум-Комплекс»	2765,0 ± 40,4	-9,3*	4697,0 ± 93,0	-5,5*	7462,0 ± 52,5	-15,4*
4 – «Волат – 6»	2642,5 ± 26,7	-16,3*	5304,8 ± 106,8	0,8	7947,3 ± 80,3	-5,3*
<b>Сумма биофлавоноидов</b>						
<b>Вариант опыта</b>						
<b>Катехины</b>			<b>Флавонолы</b>			
<b>Сорт Ben Lear</b>						
	X ± st	t <sub>Cr</sub>	X ± st	t <sub>Cr</sub>	X ± st	t <sub>Cr</sub>
1 – контроль	2782,0 ± 52,0		2141,9 ± 11,3		12879,9 ± 28,4	
2 – «КомплеМетСо»	3029,0 ± 26,0	4,2*	2155,0 ± 62,5	0,2	13348,0 ± 120,4	3,8*
3 – «ЭлеГум-Комплекс»	3328,0 ± 34,4	8,8*	2194,3 ± 32,8	1,5	14648,3 ± 57,7	27,5*
4 – «Волат – 6»	2015,0 ± 34,4	-12,3*	1624,4 ± 28,6	-16,8*	10347,4 ± 107,6	-22,8*
<b>Сорт Stevens</b>						
1 – контроль	2973,3 ± 7,9		1925,9 ± 18,0		13300,7 ± 51,2	
2 – «КомплеМетСо»	2957,5 ± 26,3	-0,6	2101,5 ± 38,2	4,2*	12217,6 ± 96,9	-9,9*
3 – «ЭлеГум-Комплекс»	2730,0 ± 26,3	-8,9*	2009,8 ± 29,3,3	2,9*	12201,8 ± 112,0	-8,9*
4 – «Волат – 6»	3003,0 ± 52,5	0,6	2353,6 ± 33,3	11,3*	13304,0 ± 39,3	0,1

Примечание: \* - означает статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с контролем при p<0,05

**Таблица 3.** Относительные различия с контролем характеристик биохимического состава плодов *O. macrocarpis* (Ait.) Pers. в вариантах полевого опыта с некорневыми обработками растений рострегулирующими препаратами, %

Показатель	Сорт <i>Ben Lear</i>			Сорт <i>Stevens</i>		
	Вариант опыта			Вариант опыта		
	«КомплеМетСо»	«ЭлеГум-Комплексо»	«Волат-6»	«КомплеМетСо»	«ЭлеГум-Комплексо»	«Волат-6»
Сухие вещества	<b>+4,8</b>	<b>+3,2</b>	<b>+7,2</b>	<b>+3,1</b>	-	<b>+2,3</b>
Свободные органические кислоты	-5,2	-3,1	-7,3	-14,4	-8,9	-4,7
Аскорбиновая кислота	-	<b>+21,3</b>	-	-	<b>+21,2</b>	<b>+18,4</b>
Гидроксикоричные кислоты	<b>+39,3</b>	<b>+57,4</b>	<b>+18,7</b>	<b>+6,2</b>	<b>+4,4</b>	<b>+9,0</b>
Растворимые сахара	<b>+5,6</b>	-	<b>+5,6</b>	<b>+4,0</b>	<b>+8,3</b>	<b>+5,6</b>
Сахарокислотный индекс	<b>+12,5</b>	<b>+6,3</b>	<b>+12,5</b>	<b>+23,1</b>	<b>+15,4</b>	<b>+7,7</b>
Собственно антоцианы	<b>+13,8</b>	<b>+31,7</b>	-	-33,0	-13,2	-17,0
Лейкоантоцианы	-	<b>+5,0</b>	-23,1	-3,7	-10,0	-
Сумма антоциановых пигментов	<b>+2,6</b>	<b>+14,7</b>	-15,7	-14,8	-11,2	-5,4
Катехины	<b>+8,9</b>	<b>+19,6</b>	-27,6	-	-8,2	-
Флавонолы	-	-	-24,2	<b>+9,1</b>	<b>+4,4</b>	<b>+22,2</b>
Сумма биофлавоноидов	<b>+3,6</b>	<b>+13,7</b>	-19,7	-8,1	-8,3	-

Примечание: прочерк (-) означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента различий с контролем при  $p < 0,05$

Так, для содержания в плодах сухих веществ данные диапазоны состав- ляли: у раннеспелого сорта 12,5–13,4%, у позднеспелого 12,7–13,2% при со- держании в их сухой массе свободных органических кислот соответственно 17,8–19,2% и 20,2–23,6%, аскорбиновой кислоты – 285,8–346,7 мг% и 299,2– 386,5 мг%, гидроксикоричных кислот – 621,3–978,2 мг% и 806,3–879,0 мг%, растворимых сахаров – 30,3–32,0% и 30,3–32,8%, значений сахарокислотного индекса – 1,6–1,8 и 1,3–1,6, общего содержания биофлавоноидов (Р- витаминов) – 10347,4–14648,3 мг% и 12201,8–13304,0 мг%, в том числе анто- циановых пигментов – 6708–9126 мг% и 7158,7–8401,5 мг% (из них соб- ственно антоцианов – 2820–3820 мг% и 2135–3184,7 мг%, лейкоантоцианов – 3888–5306 мг%), катехинов – 2015–3328 мг% и 2730–3003 мг%, флавоно- лов – 1624,4–2194,3 мг% и 1925,9–2353,6 мг%.

Как следует из таблицы 3, на фоне индивидуальных особенностей влия- ния каждого из испытывавшихся препаратов на биохимический состав пло- дов опытных растений, в характере ответной реакции последних на их при- менение отчетливо проявились сортовые различия. Тем не менее все без исключения препараты оказывали выраженное ингибирующее действие на биосинтез в плодах свободных органических кислот, обусловившее сниже- ние их содержания, относительно контроля, у сорта *Ben Lear* на 3–7%, у сор- та *Stevens* на 5–14%, при наиболее выразительных различиях в первом случае на фоне применения препарата «Волат-6», во втором – «КомплеМетСо». Вместе с тем применение всех препаратов способствовало незначительной активизации накопления в плодах обоих сортов клюквы крупноплодной су- хих веществ (на 2–7%) и растворимых сахаров (на 4–8%), что при показан- ном выше снижении в них содержания титруемых кислот обусловило замет- ное увеличение, по сравнению с контролем, показателя сахарокислотного индекса – на 6–13% у раннеспелого сорта и на 8–23% у позднеспелого, что косвенно свидетельствовало об улучшении их органолептических свойств, особенно при использовании препарата «КомплеМетСо». Позитивное влия- ние последнего на сахаристость плодов было выявлено и в наших более ран- них исследованиях на культуре яблони [12]. Наряду с этим все препараты оказали стимулирующее влияние на биосинтез в плодах и гидроксикоричных кислот, более выраженное у раннеспелого сорта, особенно на фоне примене- ния «ЭлеГум-Комплекс», что проявилось в увеличении их содержания, отно- сительно контроля, соответственно на 19–57% и 4–9%.

Кроме обозначенных эффектов, наблюдавшихся при использовании всех испытывавшихся препаратов, в характере их влияния на остальные характе- ристики биохимического состава плодов отчетливо проявились присущие каждому из них индивидуальные особенности. Так, некорневые обработки растений препаратом «КомплеМетСо» не отразились на содержании аскор- биновой кислоты в плодах обоих сортов клюквы, но при этом оказали неод- нозначное влияние на биосинтез в них компонентов Р-витаминного комплек- са. При этом у раннеспелого сорта, на фоне отсутствия влияния препарата на содержание в плодах лейкоантоцианов и флавонолов, было отмечено увели-



чение, относительно контроля, содержания в них собственно антоцианов и катехинов на 14 и 9% соответственно, что обусловило достоверное увеличение общего количества биофлавоноидов почти на 4%. В плодах позднеспелого сорта, напротив, на фоне отсутствия изменений в содержании катехинов и увеличения содержания флавонолов на 9%, было показано выраженное ингибирование биосинтеза и собственно антоцианов, и лейкоантоцианов соответственно на 33 и 4%, обусловившее снижение в них общего количества биофлавоноидов на 8%, по сравнению с контролем.

Аналогичный характер сортовых различий ответной реакции опытных растений был выявлен при некорневых обработках растений препаратом «ЭлеГум-Комплекс» (табл. 3). Так, на фоне одинакового у обоих сортов клюквы увеличения содержания в плодах аскорбиновой кислоты (на 21%, относительно контроля), как и в предыдущем случае, у них были выявлены неоднозначные, причем более выразительные изменения в составе Р-витаминного комплекса. Так, в плодах раннеспелого сорта, при отсутствии достоверного влияния препарата на содержание флавонолов, имела место существенная активизация биосинтеза собственно антоцианов, лейкоантоцианов и катехинов (соответственно на 32, 5 и 20%, относительно контроля), обусловившая увеличение в них общего количества биофлавоноидов почти на 14%. При этом в плодах позднеспелого сорта, напротив, на фоне незначительного (не более чем на 5%) усиления накопления флавонолов, наблюдалось ингибирование биосинтеза антоциановых пигментов и катехинов (на 8-13%), что обусловило снижение в них общего содержания биофлавоноидов, как и при обработке препаратом «КомплеМет Со», более чем на 8%, по сравнению с контролем.

Подобно препарату «КомплеМетСо», использование препарата «Волат-б» не оказало достоверного влияния на содержание аскорбиновой кислоты в плодах сорта *Ben Lear*, но существенно (более чем на 18%) активизировало ее накопление в плодах сорта *Stevens*. При этом на фоне его применения наблюдалось обеднение плодов обоих таксонов клюквы антоциановыми пигментами на 5–16%, по сравнению с контролем, более выраженное у раннеспелого сорта, у которого это происходило за счет ингибирования биосинтеза только лейкоантоцианов, тогда как у сорта *Stevens* – только собственно антоцианов. Наряду с этим обработки растений данным препаратом способствовали значительному снижению в плодах раннеспелого сорта содержания и флавонолов, и катехинов на 24–28%, относительно контроля, что обусловило снижение в них общего количества биофлавоноидов почти на 20%. Несмотря на показанное выше положительное влияние препарата «Волат-б» на органолептические свойства плодов клюквы, принимая в внимание исключительно высокую Р-витаминную ценность биофлавоноидов, представляется нецелесообразным его использование на раннеспелых сортах данного интродукта. Что касается позднеспелого сорта, то применение данного препарата не оказало достоверного влияния не только на содержание в его плодах лейкоантоцианов, но и обладающих с ними химическим сродством катехи-

нов. Вместе с тем оно способствовало существенной активизации флавонолов, что проявилось в увеличении их содержания на 22%, по сравнению с контролем, что в полной мере компенсировало потери собственно антоцианов. Наличие взаимоисключающих тенденций в накоплении этих групп биофлавоноидов обусловило поддержание общего количества биофлавоноидов в плодах сорта *Stevens* на уровне контроля.

Нетрудно убедиться в неоднозначном характере влияния испытывавшихся препаратов на биохимический состав плодов опытных растений, на фоне выраженных сортовых различий их ответной реакции на их применение. С целью выявления препарата, оказавшего в эксперименте наиболее выраженное положительное влияние на интегральный уровень питательной и витаминной ценности плодов каждого сорта клюквы крупноплодной, относительно контроля, нами был использован собственный запатентованный методический прием [11], основанный на сопоставлении в вариантах с применением каждого из них относительных размеров, амплитуд и соотношений статистически достоверных положительных и отрицательных отклонений от контрольных значений исследуемых характеристик биохимического состава плодов. По величине суммарной амплитуды выявленных отклонений, независимо от их знака, можно было судить о выразительности различий каждого тестируемого варианта опыта с контролем по совокупности всех исследуемых признаков, что позволяло провести их ранжирование в порядке снижения степени данных различий. Соотношение же относительных размеров совокупностей положительных и отрицательных различий с контролем являлось критерием наличия либо отсутствия преимуществ каждого тестируемого варианта, по сравнению с контролем, условно принятым за единицу, в биохимическом составе плодов в целом. Соответственно значения данного соотношения, превышавшие 1, свидетельствовали о наличии указанных преимуществ, тогда как значения, уступавшие 1, напротив, позволяли сделать вывод об их отсутствии.

Представленные в таблице 4 данные, характеризующие направленность и степень выразительности сдвигов в биохимическом составе плодов клюквы в вариантах опыта с применением обработок, относительно контроля, показали наличие заметных межсортовых и межвариантных различий данных характеристик, свидетельствующих о неидентичности ответной реакции опытных растений на испытывавшиеся рострегулирующие препараты. Амплитуда данных различий у раннеспелого сорта клюквы оказалась заметно шире, чем у позднеспелого (соответственно 96,3–176,0% против 92,3–119,5%), что однозначно свидетельствовало о большей восприимчивости первого из них к действию испытывавшихся препаратов. Но если в первом случае наиболее выразительные различия с контролем по совокупности признаков, независимо от их ориентации, отмечены на фоне применения препаратов «Волат-6» и особенно «ЭлеГум-Комплекс», то во втором – при использовании «ЭлеГум-Комплекс» и «КомплеМетСо», что указывает на разную степень проявления ответной реакции на них сортов с разными сроками созревания плодов. При

этом у раннеспелого сорта на фоне обработок препаратом «Волат-6» относительные размеры совокупностей положительных различий с контролем в биохимическом составе плодов уступали таковым отрицательных, что свидетельствовало о снижении интегрального уровня их питательной и витаминной ценности по анализируемому набору признаков, тогда как при применении препаратов «ЭлеГум-Комплекс» и «КомплеМетСо» наблюдалась противоположная этой картина, свидетельствующая об улучшении качества плодов. В отличие от раннеспелого, у позднеспелого сорта, напротив, при использовании препарата «Волат-6» совокупность положительных сдвигов в биохимическом составе плодов, относительно контроля, напротив, существенно доминировала над таковой отрицательных, тогда как на фоне применения двух других препаратов отмечен обратный эффект.

**Таблица 4.** Относительные размеры, амплитуды и соотношения разноориентированных различий с контролем в биохимическом составе плодов *O. microcarpus* (Ait.) Pers. в вариантах полевого опыта с некорневыми обработками растений рострегулирующими препаратами, %

Вариант опыта	Положительные сдвиги	Отрицательные сдвиги	Амплитуда	Отношение положительных к отрицательным
<b>Сорт <i>Ben Lear</i></b>				
2 – «КомплеМетСо»	91,1	5,2	96,3	<b>17,5</b>
3 - «ЭлеГум-Комплекс»	172,9	3,1	176,0	<b>55,8</b>
4 – «Волат – 6»	44,0	117,6	161,6	0,4
<b>Сорт <i>Stevens</i></b>				
2 – «КомплеМетСо»	45,5	74,0	119,5	0,6
3 - «ЭлеГум-Комплекс»	53,7	59,8	113,5	0,9
4 – «Волат – 6»	65,2	27,1	92,3	<b>2,4</b>

Количественная оценка изменениям интегрального уровня питательной и витаминной ценности плодов исследуемых сортов клюквы крупноплодной под действием испытывавшихся препаратов была дана на основании повариантного сравнения соотношения относительных размеров положительных и отрицательных сдвигов в биохимическом составе плодов, относительно контроля. Она показала, что у сорта *Ben Lear* наиболее высокие значения данного соотношения, превышавшие контрольный уровень в 55,8 и 17,5 раза, установлены на фоне обработок препаратами «ЭлеГум-Комплекс» и в 3,2 раза меньшей степени при использовании «КомплеМетСо». Некорневые обработки препаратом «Волат-6», напротив, привели к снижению интегрального уровня питательной и витаминной ценности плодов данного сорта в 2,5 раза, относительно контроля. У позднеспелого же сорта, напротив, только на фоне применения этого препарата наблюдалось улучшение в 2,5 раза качества плодов по совокупности анализируемых признаков, тогда как при использо-

вании двух других препаратов оно в 1,1–1,7 раза уступало таковому в контроле, особенно «КомплеМетСо», что свидетельствовало о неэффективности их применения.

**Заключение.** В результате исследования влияния некорневых обработок тремя рострегулирующими препаратами, содержащими микроэлементы – «КомплеМетСо», «ЭлеГум-Комплекс» и «Волат-6», на биохимический состав плодов раннеспелого (*Ben Lear*) и позднеспелого (*Stevens*) сортов клюквы крупноплодной в полевом эксперименте на участке выбывшего из промышленной эксплуатации торфяного месторождения на севере республики установлено следующее. На фоне выраженных сортовых различий ответной реакции растений на применение препаратов все они без исключения оказывали выраженное ингибирующее действие на биосинтез в плодах свободных органических кислот при активизации накопления сухих веществ, гидроксикоричных кислот и растворимых сахаров и улучшении их органолептических свойств. Кроме обозначенных эффектов, в характере влияния испытывавшихся препаратов на остальные характеристики биохимического состава плодов отчетливо проявились присущие каждому из них индивидуальные особенности. На фоне обработок препаратами «ЭлеГум-Комплекс» и «КомплеМетСо» в их изменении установлено доминирование позитивных тенденций у раннеспелого сорта и негативных у позднеспелого сорта, тогда как при использовании препарата «Волат-6» наблюдалась противоположная этой картина.

Наиболее выразительный характер ответной реакции растений клюквы на применение препаратов установлен у раннеспелого сорта, у которого на фоне обработок препаратами «ЭлеГум-Комплекс» и «КомплеМетСо» наблюдалось увеличение интегрального уровня питательной и витаминной ценности плодов, относительно контроля, соответственно в 55,8 и 17,5 раза, тогда как при использовании препарата «Волат-6» – его снижение в 2,5 раза. У позднеспелого сорта, напротив, только на фоне применения препарата «Волат-6» наблюдалось улучшение в 2,5 раза качества плодов по совокупности анализируемых признаков, тогда как при использовании двух других препаратов оно в 1,1–1,7 раза уступало таковому в контроле, особенно при использовании «КомплеМетСо».

#### Литература

1. Андреева В. Ю., Калинкина Г. И., Коломиец Н. Э., Исайкина Н. В. // Фармация, 2013, № 3, С. 19–21.
2. Бордок И. В. // Сборник научных трудов Института леса НАН Беларуси, Гомель, 2006, Вып. 65, С. 269–277.
3. Бордок И. В. // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: материалы VI Междунар. науч. конф., Минск, 2009, С. 19.
4. Волчков В. Е., Бордок И. В. // Сборник научных трудов Института леса НАН Беларуси, Гомель, 2009, Вып. 69, С. 743–752.
5. Голубика высокорослая. Оценка адаптационного потенциала при интродукции в условиях Беларуси /под ред. В. И. Парфенова, Минск, 2007, 442 с.

6. Культивирование клюквы крупноплодной и голубики топяной на выработанных торфяниках севера Беларуси / под ред. В.И. Парфенова, Минск, 2002, 188 с.
7. Марсов Н. Г. Фитохимическое изучение и биологическая активность брусники, клюквы и черники. /Дисс. канд. фармацевт. наук, Пермь, 2006, С. 99–101.
8. Методы биохимического исследования растений / под общ. ред. А. И. Ермакова, М., 1987, 430 с.
9. Методы определения сухих веществ: ГОСТ 8756.2-82, введен 01.01.1983, М., 1982, 5 с.
10. Плешков, Б. П. Практикум по биохимии растений, М., 1985, С. 110–112 .
11. Способ ранжирования таксонов растения: пат. 17648 Респ. Беларусь, МПК А 01 Н 1/04, А 01 G 1/00 // Афіцыйны бюл. Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці, 2013, № 5, С. 61–62.
12. Рябцева Т. В., Рупасова Ж. А. // Плодоводство: сб. науч. тр., Самохваловичи, 2012, С. 36–52.
13. Скорикова Ю. Г., Шафтан Э. А. // Тр. 3 Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод, Свердловск, 1968, С. 451–461.
14. Swain T., Hillis W. // Journal Sci. Food Agric., 1959, Vol. 10, № 1, P. 63

Ж. А. РУПАСОВА, И. И. ЛИШТВАН, А. П. ЯКОВЛЕВ, Т. И. ВАСИЛЕВСКАЯ,  
 Н. П. КРИНИЦКАЯ, Л. В. ГОНЧАРОВА  
**ВЛИЯНИЕ РОСТРЕГУЛИРУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ  
 СОСТАВ ПЛОДОВ КЛЮКВЫ КРУПНОПЛОДНОЙ (*O. MACROCARPUS* (AIT.)  
 PERS.) НА ВЫРАБОТАННОМ УЧАСТКЕ ТОРФЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
 НА СЕВЕРЕ БЕЛАРУСИ**

**Резюме**

Показано влияние некорневых обработок рострегулирующими препаратами, содержащими микроэлементы – «КомплеМетСо», «ЭлеГум-Комплекс» и «Волат-6» на биохимический состав плодов раннеспелого (*Ben Lear*) и позднеспелого (*Stevens*) сортов клюквы крупноплодной в полевом эксперименте на выработанном участке торфяного месторождения на севере республики. У раннеспелого сорта установлено увеличение, относительно контроля, интегрального уровня питательной и витаминной ценности плодов в 55,8 и 17,5 раза на фоне обработок препаратами «ЭлеГум-Комплекс» и «КомплеМетСо» и его снижение в 2,5 раза при использовании препарата «Волат-6». У позднеспелого сорта, напротив, только на фоне применения препарата «Волат-6» наблюдалось его увеличение в 2,5 раза и снижение в 1,1–1,7 раза при использовании двух других препаратов.

ZH. A. RUPASOVA, I. I. LISHTVAN, A. P. YAKOVLYEV, T. I. VASILEUSKAYA,  
 N. P. KRYNITSKAYA, L. V. GONCHAROVA  
**INFLUENCE OF DRUGS GROWTH-REGULATORY BIOCHEMICAL  
 COMPOSITION OF FRUITS VACCINIUM MACROCARPON (*O. MACROCARPUS*  
 (AIT.) PERS.) IN THE AREA DEVELOP PEAT DEPOSITS IN THE NORTH  
 OF BELARUS**

**Summary**

The effect of foliar treatments growth-regulatory preparations containing microelements are "KompleMetCo", "EleGum-Complex" and "Volat-6" on the biochemical composition of fruits of an early (*Ben Lear*) and late (*Stevens*) large-fruited varieties of cranberries in a field ex-

periment on peat-cut deposit in the north of the country. We found an increase in early-maturing varieties, relative to a control, the integral level of nutritional and vitamin value of fruits in 55.8 and 17.5 times against the background of treatment root fertilizer "EleGum-Complex" and "KompleMetCo" and its reduction by 2.5 times when using root fertilizer "Volat-6". In late-maturing varieties, on the contrary, only against the background of the root fertilizer "Volat-6" from an increase of 2.5 times and a reduction in the 1.1–1.7 times using the other two fertilizer.

*Поступила в редакцию 31.07.2015 г.*

Т. Г. ЯНЧЕВСКАЯ, О. А. КОВАЛЁВА  
**КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ СВОБОДНЫХ ФИТОГОРМОНОВ  
В РАСТЕНИЯХ КАРТОФЕЛЯ (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) ПРИ УФ  
ОБЛУЧЕНИИ**

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф Купревича  
НАН Беларуси», Минск*

**Введение.** Ранее проведенные нами исследования [1] показали, что ультрафиолетовая радиация (УФР) через интенсификацию ряда морфофизиологических параметров приводила к стимулированию процесса ризогенеза и увеличению клубневого коэффициента размножения картофеля. Это является важным показателем в практическом отношении и может найти свое использование в первичном семеноводстве картофеля. Известно, что инициация ризогенеза на черенковых регенерантах растений может быть связана с изменением эндогенного уровня ауксинов в зоне корнеобразования [2]. В литературе широко обсуждается вопрос о связи процесса ризогенеза, индуцированного природными или синтетическими ауксинами, с активацией ряда ферментных систем, в частности, активностью оксидоредуктаз. Утверждается, что повышение активности пероксидазы в растительных тканях – типичная ответная реакция на возрастание в них эндогенного уровня ауксинов [3]. Изменение активности пероксидаз прямо пропорционально коррелирует с процессами ризогенеза у регенерантов растений. Для выяснения вклада в процессы ризогенеза эндогенного уровня фитогормонов - индолилуксусной кислоты (ИУК), цитокининов (ЗР – зеатин + зеатинрибозид), абсцизовой кислоты (АБК) необходимо изучить изменения количественного содержания фитогормонов у растений картофеля, что и явилось задачей настоящей статьи.

**Материалы (объекты) и методы исследований.** Объектом исследования служили растения картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорт Скарб (белорусской селекции), полученный *in vitro* (РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»), которые черенковали и затем высаживали в пластиковые контейнеры с ионообменным субстратом ТРИОНА® [4], сбалансированном по элементам питания для картофеля. Растения выращивали на биотехнических комплексах БТК-1 [5] в контролируемых условиях с искусственным освещением (лампы ДнаЗ-400 при  $\lambda_{\text{max}} = 594\text{--}600$  нм, освещенность 24000 лк, фотопериод 16/8 ч), при влажности воздуха 75–80% и температуре: днем –  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , ночью –  $17 \pm 2^\circ\text{C}$ . Регенеранты в возрасте 14 сут облучали УФР от лампы ДРТ-1000 ( $\lambda = 240\text{--}320$  нм; 128 Вт). Однократная доза облучения, которую оценивали по УФР-дозиметру ДАУ-81, составляла 120 Дж/м<sup>2</sup> или  $1,2 \cdot 10^5$  эрг/м<sup>2</sup>. Эксперимент выполняли в соответствии с представленной схемой (табл. 1).

**Таблица 1.** Схема УФ облучения растений картофеля

Время облучения	Вариант опыта			
	Доза облучения УФР (Дж/м <sup>2</sup> )			
	Контроль	I	II	III
1-е сутки	–	120	240	360

Количественное определение содержания фитогормонов в регенерантах картофеля осуществляли с помощью твердофазного ИФА по Кудояровой [6] с использованием наборов для ИФА фирмы «Виконт» (Уфа). Все анализы проводились в трехкратной повторности. Статистическую обработку результатов проводили с помощью электронных таблиц MS Excel 2010 и прикладного пакета STATISTICA 6.0. Экспериментальные данные представлены в виде среднеарифметических значений и их стандартных ошибок ( $M \pm m$ ) с учетом числа биологических повторностей. Достоверность оценивали по критерию Стьюдента [7].

**Результаты исследований.** Как известно, адаптация растений представляет собой сложный, многокомпонентный процесс, включающий как специфические, так и неспецифические реакции. При изучении механизмов неспецифического реагирования особое внимание уделяется фитогормонам, поскольку ответ растений на неблагоприятные факторы, прежде всего, связан с изменениями в балансе эндогенных фитогормонов: понижением уровня одних и повышением – других. Анализировать изменения, происходящие с фитогормонами при выращивании растений в контролируемых условиях при искусственном освещении, в том числе и при ультрафиолетовом (УФ) облучении, довольно сложно по нескольким причинам. Во-первых, фитогормоны затрагивают многие стороны обмена веществ; во-вторых, следует учитывать сложные взаимодействия между всеми группами гормонов. Поэтому на первый взгляд кажущиеся простыми изменения в уровне гормонов при УФ облучении на деле могут отражать изменения многих сторон клеточного метаболизма. Учитывая эти особенности, мы изучили динамику содержания ИУК, ЗР и АБК в растениях картофеля среднераннего сорта Скарб при УФ облучении на ранних стадиях онтогенеза (3-и, 7-е, 14-е и 21-е сутки после облучения). Выбор сроков анализа обусловлен исследованной нами ранее динамикой ризогенеза [1]. Проведенные исследования показали, что абсолютное содержание фитогормонов в меристемных регенерантах картофеля на ранних стадиях вегетативного онтогенеза было различно. Максимальное количество приходилось на ауксины, особенно в период 7 – 14 сутки вегетации растений (табл. 2).

**Таблица 2.** Содержание свободной ИУК в листьях черенковых регенерантов картофеля сорта Скарб (мкг/г сырой массы) при УФ облучении

Вариант опыта	Сутки после облучения			
	3	7	14	21
Контроль	0,012 ± 0,002	0,352 ± 0,022	0,400 ± 0,015	0,294 ± 0,012
+ УФР 120 Дж/м <sup>2</sup>	0,362 ± 0,021	1,800 ± 0,045	1,120 ± 0,050	0,680 ± 0,032
+ УФР 240 Дж/м <sup>2</sup>	0,370 ± 0,014	2,130 ± 0,320	1,200 ± 0,060	0,716 ± 0,034
+ УФР 360 Дж/м <sup>2</sup>	0,440 ± 0,035	3,050 ± 0,268	1,560 ± 0,075	0,784 ± 0,036

Примечание: P=0,95



Содержание свободной ИУК в опытных (облученных УФР) растениях картофеля на 3-и сутки после облучения на порядок превосходит показатели контрольных растений. К 7-м суткам у опытных растений содержание свободной ИУК превышает контроль в 6 раз при облучении 120 Дж/м<sup>2</sup>, в 7 раз при дозе 240 Дж/м<sup>2</sup> и в 10 раз при дозе 360 Дж/м<sup>2</sup>. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют в пользу того, что УФР облучение вызывает увеличение накопления ИУК.

**Таблица 3.** Содержание ЗР в листьях черенковых регенерантов картофеля сорта Скарб (нг/г сырой массы) при УФ облучении

Вариант опыта	Сутки после облучения			
	3	7	14	21
Контроль	2,6 ± 0,2	4,2 ± 0,1	10,8 ± 0,2	12,2 ± 0,4
+ УФР 120 Дж/м <sup>2</sup>	2,3 ± 0,2*	26,4 ± 1,2	44,6 ± 1,7	48,4 ± 2,0
+ УФР 240 Дж/м <sup>2</sup>	2,2 ± 0,2*	30,6 ± 1,5	48,2 ± 2,0	51,2 ± 2,0
+ УФР 360 Дж/м <sup>2</sup>	1,8 ± 0,1	32,0 ± 1,6	50,0 ± 1,5	60,0 ± 2,2

Примечание: \* – различия с контролем несущественны при P=0,95

Содержание цитокининов было ниже по сравнению с ИУК (табл. 3). Но следует отметить, что в суточной динамике наблюдается постепенное увеличение содержания ЗР как в контрольных образцах, так и в опытных. На 3-и сутки у облученных меристемных регенерантов отмечено меньшее, чем в контроле, содержание ЗР, но начиная с 7-х суток, в опытных образцах под действием УФР содержание цитокинина (ЗР) резко увеличивается и превышает контроль в несколько раз.

Как известно, в процессах регуляции важнейшее значение придается соотношению групп фитогормонов с различной направленностью физиологического действия [1]. В табл. 4 показано соотношение ауксинов и цитокининов (ЗР / ИУК) в листьях меристемных регенерантов картофеля (нг/г сырой массы). Известно, что если соотношение ЗР / ИУК низкое – то в растении идут процессы ризогенеза, а если высокое – геммагенеза (образуются меристемы побегов; «гемма» – почка растения) [1].

**Таблица 4.** Соотношение ЗР / ИУК в листьях меристемных регенерантов картофеля сорта Скарб при УФ облучении

Вариант опыта	Сутки после облучения			
	3	7	14	21
Контроль	0,216	0,011	0,027	0,041
+ УФР 120 Дж/м <sup>2</sup>	0,006	0,014	0,039	0,070
+ УФР 240 Дж/м <sup>2</sup>	0,005	0,014	0,040	0,071
+ УФР 360 Дж/м <sup>2</sup>	0,004	0,010	0,032	0,076

Примечание: P=0,95

Исходя из представленных данных (табл. 4), можно отметить, что на третьи сутки наибольшее соотношение ЗР/ИУК отмечается в контроле. Затем

в контрольных образцах происходит снижение соотношения ЗР / ИУК (на 7-е сут), а далее – увеличение. У растений облученных УФР вариантов происходит еще более выраженное увеличение соотношения ЗР / ИУК в период 3–21 сут, что может вызывать активацию процессов ризогенеза у облученных УФР растений уже на 3-и сутки. У контрольных растений только к 7-м суткам это соотношение уменьшается.

Таким образом, высокое соотношение гормонов (ЗР / ИУК) у контрольных растений в раннем возрасте (3-и сутки) не позволяет интенсифицировать процесс ризогенеза. И лишь при действии УФР происходит изменение этого соотношения и уже в возрасте 3-х суток наблюдается стимуляция корнеобразования [8]. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют в пользу того, что УФ облучение вызывает увеличение содержания фитогормонов, в частности, ИУК, что и приводит к стимуляции процесса ризогенеза.

На всем протяжении нашего эксперимента уровень АБК возрастал как в контроле, так и в опыте (табл. 5). Однако следует отметить, что если у облученных растений содержание АБК увеличивалось относительно контроля в 10–13 раз, то в контроле изменение содержания этого фитогормона за период 3–21 сутки было 2–7-кратным.

**Таблица 5.** Содержание АБК в листьях меристемных регенерантов картофеля сорта Скарб (нг/г сырой массы) при УФ облучении

Вариант опыта	Сутки после облучения			
	3	7	14	21
Контроль	2,3 ± 0,1	6,2 ± 0,3	10,2 ± 0,5	16,8 ± 0,8
+ УФР 120 Дж/м <sup>2</sup>	23,3 ± 1,1	63,3 ± 2,3	82,0 ± 3,0	95,0 ± 4,2
+ УФР 240 Дж/м <sup>2</sup>	26,0 ± 1,3	62,2 ± 2,2	84,0 ± 4,0	102,0 ± 5,0
+ УФР 360 Дж/м <sup>2</sup>	32,0 ± 1,4	76,4 ± 3,4	94,0 ± 4,2	116,0 ± 5,3

Примечание: P=0,95

УФ облучение в условиях нашего эксперимента вызывало дозозависимое увеличение содержания АБК. Известно, что АБК играет важную роль в защитно-приспособительных реакциях растений на действие неблагоприятных факторов, участвует в механизмах стресса (УФР может рассматриваться как стрессор), и на воздействие этих факторов отвечает быстрым накоплением в тканях растений [1]. Кроме этого, АБК участвует в регуляции водного обмена, обеспечивая защиту растения от излишней потери воды, что хорошо согласуется с полученными нами ранее данными по увеличению массы листа при УФ облучении [8]. Повышение уровней содержания АБК при УФ облучении, возможно, предохраняет растение от излишней потери воды и тем самым способствует его выживанию, поскольку хорошо известна роль АБК в регуляции устьичной проводимости [1]. Увеличение количества АБК может быть обусловлено также активизацией ее биосинтеза или освобождением из связанного состояния (или компарментов), хотя конкретные

механизмы функционирования АБК при различных видах стресса остаются пока невыясненными.

**Заключение.** В ходе проведенного исследования было показано, что УФР облучение вызывает как изменение содержания в растениях основных групп фитогормонов, так и изменение их соотношения. На примере меристемных регенерантов картофеля среднераннего сорта Скарб установлено, что на ранних стадиях развития растений УФ облучение стимулирует в листьях биосинтез ауксинов (ИУК), дозозависимое увеличение содержания АБК и изменяет содержание цитокининов (ЗР). Изменения баланса фитогормонов, вызываемые УФР исследуемого нами диапазона, представляют собой одну из наиболее важных неспецифических (общих) реакций растений на действие УФР и в определенной степени объясняют механизм стимулирования роста и развития регенерантов картофеля под действием УФ.

#### Литература

1. Янчевская Т. Г. // Физиология растений и генетика. 2015. Т. 47, № 3. С. 287–295.
2. Гуськов А. В., Земская В. А. // Физиология растений. 1985. Т. 32, № 6. С. 1137–1144.
3. Гуськов А. В. // Итоги науки и техники. Сер. Физиология растений. 1991. Т. 8. С. 151–160.
4. Патент РБ № 5891. Способ круглогодичного получения мини-клубней картофеля в защищенном грунте / Т. Г. Янчевская, В. А. Бобров, А. Л. Ольшаникова: Заявл. 10.10.2003.
5. Патент РБ № 2579. Устройство для круглогодичного выращивания безвирусных мини-клубней и рассады картофеля / Т. Г. Янчевская, В. А. Бобров, С. А. Пешков: Заявл. 25.08.2005.
6. Кудоярова Г. Р., Чередова В. П., Гюли-Заде В. П. // Физиология растений. 1988. Т. 35, № 5. С. 888–892.
7. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск: Высш. школа, 1973. С. 28–50.
8. Алехина Н. Д. Физиология растений. Учебник для студентов вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 640 с.

Т. Г. ЯНЧЕВСКАЯ, О. А. КОВАЛЁВА

#### **КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ СВОБОДНЫХ ФИТОГОРМОНОВ В РАСТЕНИЯХ КАРТОФЕЛЯ (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) ПРИ УФ ОБЛУЧЕНИИ**

##### **Резюме**

Показано, что под воздействием УФ облучения в растениях изменяется не только содержание основных групп фитогормонов, но и их соотношения. Установлено, что на ранних стадиях развития растений УФ облучение вызывает активацию биосинтеза ауксинов (ИУК), дозозависимое увеличение содержания АБК и изменяет содержание цитокининов (ЗР). Вызываемое УФР изменение баланса фитогормонов представляет собой одну из наиболее важных неспецифических (общих) реакций растений на действие УФР изученного нами диапазона и объясняет механизм стимулирования роста и развития регенерантов картофеля под действием УФ.

T. G. YANCHEVSKAYA, O. A. KOVALYOVA  
**FREE PHYTOHORMONES QUANTITATIVE CHANGES IN POTATO PLANTS  
(*SOLANUM TUBEROSUM* L.) UNDER UV IRRADIATION**

**Summary**

It was shown that ultraviolet irradiation causes a change in the content of the main types of phytohormones and their relationship. It was established that in the early stages of UV irradiation induces activation of the biosynthesis of auxin, dose-dependent increase in abscisic acid and cytokinins content changes. Caused by ultraviolet radiation changes the balance of plant hormones represent one of the most important non-specific reactions of plants to the action of the studied range of ultraviolet radiation and explains the mechanism of growth and development of potato regenerated under the influence of ultraviolet light.

*Поступила в редакцию 29.06.2015 г.*

Т. Г. ЯНЧЕВСКАЯ, О. А. КОВАЛЁВА, А. Н. ГРИЦ, А. Л. ОЛЬШАНИКОВА,  
Т. Б. МАКАРОВА, Е. Н. ОЛЕШУК, Е. Н. КАРАСЁВА  
**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *HOSTA* TRATT.  
IN VIVO ПРИ АДАПТАЦИИ**

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича  
НАН Беларуси», Минск*

**Введение.** В мировом ассортименте декоративно-лиственных растений хосты занимают одно из ведущих мест [1]. Представители рода *Hosta* Tratt. (*Funkia* Spreng.) – корневищные многолетники открытого грунта, широко используемые в озеленении и дизайне [2]. Хосты отличаются высокими декоративными качествами благодаря разнообразию листьев, имеющих форму от узколанцетной до широкояйцевидной, зеленую или голубовато-сизую, пеструю и другую окраску. Цветки в кистевидных соцветиях, воронковидные или колокольчато-воронковидные, сиреневые или фиолетовые различных оттенков, иногда белые [3, 4].

Районы природного распространения – умеренно теплые области Восточной Азии (Дальний Восток, Япония, Китай, Корея). Разными авторами выделяется от 40 до 50 видов хост и около 6000 сортов и форм [5, 6]. В Европу функции были завезены в конце XVIII–начале XIX века из Японии, где издавна в культуре выращивались некоторые виды и садовые клоны [7].

В США и странах Западной Европы хосты очень популярны, в последние годы возрос к ним интерес и в нашей стране. Коллекции хост есть в ряде ботанических садов и дендропарков, однако исследования биологии и экологии этой культуры пока немногочисленны [5].

Для Беларуси изучение тенелюбивых интродуцентов является проблемой острой и необходимой, поскольку ассортимент декоративных травянистых растений, которые могут высаживаться под пологом деревьев в парковых и рекреационных зонах, требует расширения. Хоста могла бы занять эту экологическую нишу в парках и скверах. В связи с этим, исследование адаптивного потенциала рода *Hosta* и его реализация в различных почвенно-климатических условиях являются весьма актуальными.

**Материалы (объекты) и методы исследований.** В нашей работе на ионообменном субстрате, сбалансированном по оптимуму минерального питания и значениям рН, осуществляли закладку искусственных маточных плантаций хосты двух видов: *Hosta lancifolia* и *Undulata variegata* с целью физиолого-биохимической оценки состояния интродуцентов и изучения условий их адаптации и интенсивного роста.

Хоста ланцетолистная (*Hosta lancifolia*) – листья ланцетные, длиной до 15–17 см, шириной 6–10 см. Высота растения 35–40 см. Цветоносы до 80 см длиной. Цветки лавандовые (рис. 1).



**Рис. 1.** Растения хосты вида *Hosta lancifolia*.

Хоста волнистая (*Undulata ariegata*) – листья продолговато-яйцевидные, волнистые по краю, с широкой белой центральной частью. Цветки светло-лавандовые. Цветонос 80 см. Куст компактный, низкорослый, быстро разрастается (рис. 2).



**Рис. 2** Растения хосты вида *Undulata variegata*.

Все растения хосты выращивали на биотехнических комплексах БТК-1 в контролируемых условиях под лампами ДНаТ-400 (освещенность 8000 лк) и люминесцентными лампами Osram Fluora (освещенность 1 000 лк) при влажности воздуха 75–80% и температуре: днем –  $20\pm 2^\circ\text{C}$ , ночью –  $17\pm 2^\circ\text{C}$ . Полив растений проводился дистиллированной водой.

Активность пероксидазы изучали микрометодом [8]. Содержание белка в образцах определяли с помощью метода Бредфорда [9]. Проведение SDS электрофоретического анализа в ПААГ в денатурирующих условиях осуществляли по Laemmli [10]. Статистическую обработку результатов проводили с помощью электронных таблиц MS Excel 2010 и прикладного пакета STATISTICA 6.0. Экспериментальные данные представлены среднearифметическими значениями и их стандартными ошибками ( $M\pm m$ ) с учетом числа биологических повторностей. Достоверность оценивали по критерию Стьюдента [11]. Электрофоретические профили растворимых белков обрабатывали и анализировали с помощью программы TotalLab Control Centre v.2.01 и Gel-Pro Analyzer v.4.0.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Растения хосты видов *Hosta lancifolia* и *Undulata variegata*, полученные из ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», были высажены в горшки с ионообменным субстратом ТРИОНА (рН 6,0) и торфом «Двина» (рН 6,1) по вариантам: 1 – высота растений 25–30 см ; 2 – высота растений 16–24 см; 3 – высота растений 2–15 см.

Нами были изучены режимы оптимизации минерального питания для массового размножения хосты (рис. 3).



**Рис. 3.** Маточная искусственная плантация растений хосты, заложенная в защищенном грунте на ионообменном субстрате и торфогрунте «Двина» в условиях одинакового по спектральному составу облучения.

Поскольку хоста является декоративно-лиственным растением, в первую очередь наибольший интерес представляет развитие вегетативной сферы. Морфометрические параметры растений хосты при пересадке приведены в таблице 1.

**Таблица 1.** Морфометрические параметры растений хосты при пересадке по вариантам (1–3) с разными морфометрическими признаками

Параметры растения	<i>Undulata variegata</i>			<i>Hosta lancifolia</i>		
	Вариант			Вариант		
	1	2	3	1	2	3
Высота растений, см	33,3±1,7	24,0±1,1	16,0±1,1	31,3±1,3	23,3±1,3	15,8±0,8
Ширина куста, см	32,6±2,3	21,0±1,1	7,6±0,6	36,3±0,6	24,6±0,6	7,8±0,3
Число листьев, шт.	7,6±0,6	5,3±0,6	3,6±0,6	16,0 ±1,1	7,6±0,6	5±1,1
Длина листа, см	11,6±1,7	9,0±0,5	5,8±0,3	13,5±0,5	8,9±0,2	5,8±0,3
Ширина листа, см	5,1±0,3	2,8±0,1	2,4±0,1	5,5±0,5	4,3±0,4	2,5±0,06
Длина корней, см	23±1,1	18,1±0,8	13,6±1,7	17,6±1,3	17,3±0,6	7,3±0,6
Масса корней, г	13,9±0,4	5,7±0,1	1,6±0,1	14,8±0,3	5,9±0,2	0,6±0,1
Масса листьев, г	4,4±0,4	1,3±0,1	0,56±0,06	9,1±0,2	2±0,2	0,49±0,02
Масса черешков, г	5,8±0,2	1,6±0,1	0,52±0,1	17±0,2	1,3±0,1	0,48±0,1
Масса растения, г	23,8±0,8	9,0±0,2	2,7±0,3	40,8±0,8	9,4±0,3	1,6±0,04

Через 30 суток для оценки параметров вегетативных органов растений нами проводились измерения высоты и диаметра куста, длины и ширины листовых пластинок (табл. 2 и 3) у интродуцентов, выращенных на субстрате ТРИОНА и торфогрунте «Двина» (рис. 4).

Представленные данные (табл. 2 и 3) свидетельствуют о том, что наиболее активно процессы роста происходили у растений хосты, выращиваемой на субстрате ТРИОНА. Развитие растений вида *Undulata variegata* преобладало над *Hosta lancifolia* по таким морфометрическим параметрам как высота растений, ширина куста, количество листьев, в то же время растения *Hosta lancifolia* отличались максимальным количеством листьев во всех вариантах, что по-видимому, связано с видовыми особенностями интродуцентов. При сравнении роста растений хосты на корнеобитаемых средах различного состава (субстрат ТРИОНА и торфогрунт «Двина»), можно отметить, что такие параметры, характеризующие декоративную ценность хосты, как длина и ширина листьев, преобладают на ионообменном субстрате ТРИОНА. Причем, во втором и третьем варианте, где использовались наименее развитые растения (низкие, с небольшим количеством листьев), растения также развивались более интенсивно на ионообменном субстрате ТРИОНА.



**Таблица 2.** Морфометрические параметры растений хосты, выращенных на различных субстратах

Параметры растения	<i>Undulata Variegata</i>			<i>Hosta lancifolia</i>		
	Вариант			Вариант		
	1	2	3	1	2	3
Высота растений, см	37,8±0,8	30±2,2	22,8±0,3	39,8±0,8	27,8±1,9	20,5±0,3
Ширина куста, см	41±1,1	33,6±2,8	21,5±0,5	34,6±1,7	33,5±1,7	21,2±0,2
Число листьев, шт	8,6 ±1,3	8±1,1	7,3±0,6	10±1,1	7,3±0,6	7±0,4
Длина листа, см	15,3±0,5	15±0,2	11,4±0,2	14,5±0,5	12,8±0,8	9±0,3
Ширина листа, см	7±0,2	6,2±0,2	4,5±0,1	6,5±0,2	5,6±0,2	4±0,1



**Рис. 4.** Растения *Hosta lancifolia*, выращенные на субстрате ТРИОНА (слева) и торфогрунте «Двина» (справа).

**Таблица 3.** Морфометрические параметры растений хосты, выращенной на торфогрунте «Двина»

Параметры растения	<i>Undulata variegata</i>			<i>Hosta lancifolia</i>		
	Вариант			Вариант		
	1	2	3	1	2	3
Высота растений, см	40,5±0,5	28,6±0,6	21,5±0,5	30±1,1	26,5±2,4	21,9±0,1
Ширина куста, см	42±2,2	26,6±0,6	20±1,1	30,3±1,3	28,3±1,3	22,8±0,8
Число листьев, шт.	9,3±1,3	5,3±0,6	5,6±0,6	12±1,1	8,3±0,6	7,6±0,6
Длина листа, см	14,1±1,4	9,8±0,3	8,9±0,2	12,7±0,3	12,4±0,4	9,4±0,5
Ширина листа, см	6,8±0,3	5±0,2	3,6±0,1	5,3±0,3	5±0,1	4±0,2

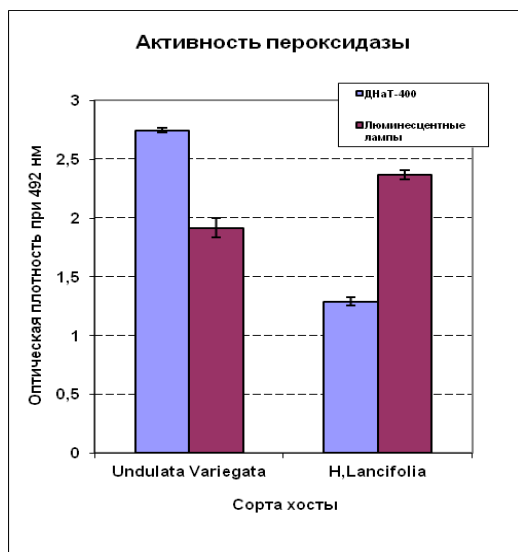
Для характеристики действия света различного спектрального состава на процессы адаптации и ускоренного размножения хосты в условиях *in vivo* были проанализированы морфометрические и физиолого-биохимические параметры растений, выращенных на субстрате ТРИОНА при различных источниках света (люминесцентные лампы Osram Fluora и натриевые ДНаТ-400). Данные представлены в таблицах 4 и 5, на рисунках 5–10.

**Таблица 4.** Онтогенетическая динамика морфологических параметров растений хосты при различных источниках света

Возраст растения	Источник света	Вид	Высота куста, см	Ширина куста, см	Длина листа, см	Ширина листа, см	Число листьев, шт.
30 сут	ДНаТ – 400	<i>Undulata variegata</i>	20,5±1,4	31,3±8,7	14,5±0,5	6,2±0,4	3,2±0,2
		<i>H.lancifolia</i>	20,6±3,9	33,6±9,1	13,6±0,6	5,2±0,2	4,2±1,9
60 сут	Osram Fluora	<i>Undulata variegata</i>	22,0±1,1	32,3±1,7	14,7±1,4	6,4±0,2	3,5±1,1
		<i>H.lancifolia</i>	21,5±0,5	34,2±1,1	13,9±1,7	5,5±0,3	4,5±1,7
60 сут	ДНаТ – 400	<i>Undulata variegata</i>	25,0±1,1	39,0±1,1	15,3±0,6	8,6±0,1	6,0±1,1
		<i>H.lancifolia</i>	22,5±0,5	35,1±1,1	14,8±0,32	6,4±0,1	7,0 ±0,6
60 сут	Osram Fluora	<i>Undulata variegata</i>	28,5±0,5	42,3±0,6	16,5±0,5	9,4±0,1	7,3±1,1
		<i>H.lancifolia</i>	23,5±0,5	40,3±1,7	15±0,5	5,6±0,2	8,0±1,1
90 сут	ДНаТ – 400	<i>Undulata variegata</i>	31,1±0,5	43,6±1,7	15,8±0,8	10,9±1,1	7,1±0,6
		<i>H.lancifolia</i>	25,4±0,2	37,6±0,1	16,0±1,4	10,5±1,5	8,0±0,3
90 сут	Osram Fluora	<i>Undulata variegata</i>	37,5±0,3	44,0±1,2	18,5±1,1	14,7±1,6	8,3±0,7
		<i>H.lancifolia</i>	27,5±0,5	44,5±1,4	17,5±1,6	13,0±1,3	9,5±0,5

Исходя из полученных экспериментальных данных (табл. 4), у растений хосты обоих видов наиболее интенсивные рост и развитие наблюдались при выращивании под люминесцентными лампами Osram Fluora, на что указывают существенные отличия их по длине, ширине, числу листьев, высоте куста от растений, выращенных под лампами ДНаТ. Такая реакция на освещение данными источниками подтверждает характеристику видов *Hosta lancifolia* и *Ungulata variegata* как тенелюбивых растений.

Показателем стрессоустойчивости и степени адаптации растений хосты, выращиваемых в условиях *in vivo* при различных источниках света может служить активность оксидатредуктазной системы и, в частности, изменение активности пероксидаз в листьях в зависимости от используемого источника освещения.



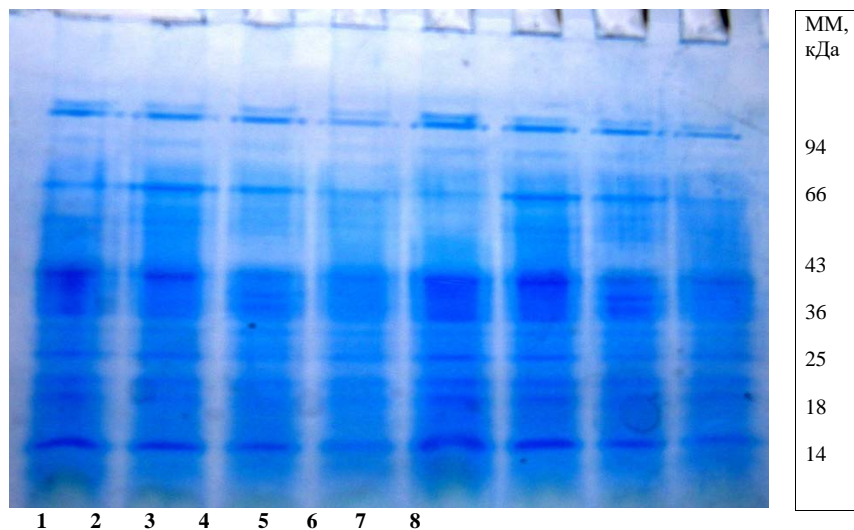
**Рис. 5.** Активность пероксидазы в растворимой фракции листьев растений хосты видов *Undulata variegata* и *Hosta lancifolia*, выращиваемых при различных источниках света (ДНаТ-400 и люминесцентные лампы Osram Fluora).

Как видно из полученных данных (рис. 5), освещение, интенсивность и излучаемый спектр значительно влияют на состояние одного из ведущих ферментов окислительного стресса – пероксидазы, которая во многих случаях определяет ростовые и адаптационные возможности растений. В данном случае установлена видоспецифическая зависимость адаптационного потенциала растений двух видов хосты от различных вариантов освещения. В частности, для вида *Undulata variegata* нахождение под лампами ДНаТ-400 является стрессовым фактором, приводящим к высокой активности пероксидазы, в то время как для вида *Hosta lancifolia* освещение лампами ДНаТ-400 является оптимальным с точки зрения «комфорта» и отсутствия стресса. В то же время при использовании люминесцентных ламп зависимость показателей активности пероксидазы исследуемых видов хосты от источника освещения имеет противоположный характер.

Таким образом, согласно полученным нами экспериментальным данным, виды *Undulata variegata* и *Hosta lancifolia* различаются по чувствительности к различным источникам света, причем видовые различия чувствительности растений хосты обоих видов для ДНаТ-400 значительно выше, чем для люминесцентных ламп Osram Fluora.

Для сопоставления с данными по активности пероксидазы и оценки общего состояния растений при адаптации *in vivo* и выращивании при раз-

личных источниках света в листьях исследуемых видов хосты был также проведен электрофоретический анализ белков (рис. 6–10, табл. 5).



**Рис. 6.** Электрофоретическое разделение растворимых цитоплазматических белков двух видов хосты при выращивании в различных условиях освещенности:

*Undulata viriegata* (люминесцентные лампы: треки 1,5 лампы ДНАТ-400: треки 2,6);  
*Hosta lancifolia* (ДНАТ-400 – треки 3,7; люминесцентные лампы: треки 4, 8)

**Таблица 5.** Компьютерный анализ электрофореграммы растворимых цитоплазматических белков листьев различных видов хосты при выращивании под действием света различного спектрального состава (использование программы TOTAL.LAB)

MW	Lane 2 Band	Lane 3 Band	MW	Lane 4 Band	MW	Lane 5 Band	MW	Lane 6 Band	MW	Lane 7 Band	MW	Lane 8 Band	MW
101	1	1	127	1	127	1	126	1	124	1	123	1	126
97	2	2	95	2	101	2	123	2	101	2	120	2	121
94	3	3	92	3	94	3	99	3	97	3	96	3	94
66	4	4	74	4	91	4	93	4	92	4	91	4	90
43	5	5	63	5	78	5	91	5	90	5	89	5	88
35	6	6	40	6	76	6	83	6	82	6	80	6	85
25	7	7	35	7	68	7	60	7	57	7	67	7	54
18	8	8	32	8	60	8	40	8	39	8	56	8	35
14	9	9	28	9	40	9	39	9	35	9	43	9	30
	10	10	25	10	35	10	37	10	30	10	39	10	25
	11	11	22	11	28	11	36	11	24	11	35	11	21
	12	12	18	12	25	12	35	12	22	12	33	12	14
	13	13	16	13	22	13	30	13	21	13	32		
	14			14	18	14	24	14	18	14	30		
	15			15	17	15	22	15	16	15	28		
				16	15	16	18	16	14	16	25		
								17	13	17	21		
										18	19		
										19	18		
										20	14		

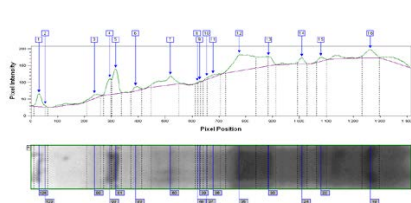


Рис. 7. Спектрограмма компьютерной обработки трека № 5 (рис. 6).

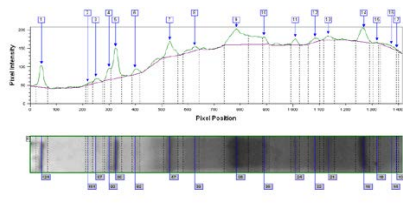


Рис. 8. Спектрограмма компьютерной обработки трека № 6 (рис. 6).

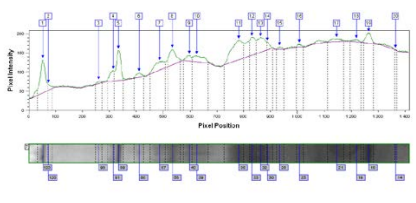


Рис. 9. Спектрограмма компьютерной обработки трека № 7 (рис.6).

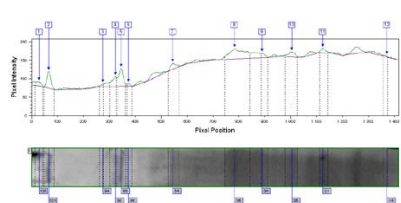


Рис.10. Спектрограмма компьютерной обработки трека № 8 (рис.6).

Как видно из представленных данных, у растений вида *Hosta lancifolia* полипептиды Мм 93 кДа и 33 кДа содержатся в большем количестве при выращивании под лампами ДНАТ-400.

Таким образом, вариации в изменении содержания различных полипептидов наблюдаются при обоих типах освещения.

**Закключение.** В результате выполненной работы установлено, что у растений хосты, выращиваемой на субстрате ТРИОНА, процессы роста проходили более активно, чем на торфогрунте «Двина». Наиболее чувствительными к условиям выращивания морфометрическими параметрами у хосты вида *Undulata variegata* были высота растений и ширина куста, а у растений вида *Hosta lancifolia* - максимальное количество листьев. Возможно, это связано с видовыми особенностями интродуцентов и их адаптационным потенциалом.

У растений хосты обоих видов наиболее интенсивные рост и развитие наблюдались при выращивании под люминесцентными лампами Osram Fluora, на что указывают существенные отличия их по длине, ширине, числу листьев, высоте куста от растений, выращенных под лампами ДНАТ. Такая реакция на освещение данными источниками подтверждает характеристику видов *Hosta lancifolia* и *Ungulata variegata* как тенелюбивых растений.

Результаты определения активности пероксидазы как основного компонента супероксидсинтазной сигнальной системы и электрофоретического разделения растворимых белков листьев хосты видов *Undulata viriegata*

и *Hosta lancifolia* в зависимости от режима освещенности (ДНАТ-400, люминесцентные лампы Osram Fluora), свидетельствуют о значительном физиологическом и биохимическом влиянии спектров излучаемого искусственного освещения на процессы адаптации растений хосты. Вариации в изменении содержания различных полипептидов наблюдаются при обоих типах освещения, хотя наименее стресс выражен при люминесцентном освещении.

#### Литература

1. Аврорин Н. А. Декоративные травянистые растения. Л.: Наука, 1977. Т. 2. С. 105–110.
2. Вавилов С. И., Шаумян Л. С. Большая советская энциклопедия. Изд-во Большая советская энциклопедия, 1958. Т. 28. 635 с.
3. Голиков К. А. Этот прекрасный сад. М.: Изд-во МГУ, 2008. 292 с.
4. Химина Н. И. Хосты. М.:Кладезь-Букс, 2005. 96 с.
5. Aden Paul. The Hosta book. Cambridge: Timber Press, 2000 P.24–36.
6. Schmid W. G. The genus hosta. Giboshi zoku. Portland, Oregon : Timber press, 1993. P. 13–15.
7. Лисовская, А. В. Цветоводство открытого грунта. Йошкар-ола: Марийское книжное издательство, 1994. С. 131–132.
8. Хайрулин Р. М., Юсупова З. Р., Трошина Н. Б. // Физиология растений. 2000. Т. 47, № 1. С. 114–119.
9. Bradford M. // Anal. Biochem. 1976. Vol. 72. P. 248 - 254.
10. Laemmli U. K. // J. Nature. 1970. Vol. 227. P. 680-685.
11. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика Мн.: В.Ш. 1973. С. 28–50.

Т. Г. ЯНЧЕВСКАЯ, О. А. КОВАЛЁВА, А. Н. ГРИЦ, А. Л. ОЛЫШАНИКОВА,  
Т. Б. МАКАРОВА  
**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ  
РОДА *HOSTA* TRATT. *IN VIVO* ПРИ АДАПТАЦИИ**

#### Резюме

В работе изучались условия адаптации и интенсивного роста хосты *Hosta lancifolia* и *Undulata variegata* на ионообменном субстрате, сбалансированном по оптимуму минерального питания и значениям pH, а также проведена физиолого-биохимическая оценка состояния интродуцентов. Установлено, что наиболее активно процессы роста происходили у растений хосты, выращиваемой на субстрате ТРИОНА. Показана видоспецифическая зависимость адаптационного потенциала растений хосты от различных вариантов освещения.

T. G. YANCHEVSKAYA, O. A. KOVALYOVA, A. N. GRITS, A. L. OLSHANYKOVA,  
T. B. MAKAROVA  
**PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS  
OF *HOSTA* TRATT. PLANTS *IN VIVO* IN ADAPTATION**

#### Summary

We studied the conditions of adaptation and rapid growth of *Hosta lancifolia* and *Undulata variegata* plants cultivated on ion exchange substrate at optimum mineral nutrition and pH

values balanced and carried out the physiological and biochemical assessments of introduce plants. It was found that the most active growth processes take place in plants hosts grown on the substrate TRYONA. It is shown that the adaptive capacity of hosta species depend on the various lighting options.

*Поступила в редакцию 29.06.2015 г.*

## Юбиляры

### АЛЕКСАНДР ВИКТОРОВИЧ ПУГАЧЕВСКИЙ (к 60-летию со дня рождения)



3 ноября 2015 года исполняется 60 лет со дня рождения известного ученого-фитоценолога, специалиста в области лесоведения и экологии лесных экосистем, директора Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси Александра Викторовича Пугачевского. А. В. Пугачевский – представитель современного поколения ученых, в научных интересах и стиле научного руководства которого органично соединились заложенные предшественниками классические традиции известных в стране научных школ и лучшие качества ученого и организатора научных процессов, способного решать сложные задачи и проблемы, выдвинутые перед наукой новым временем.

А. В. Пугачевский родился в г. Дисна Миорского района Витебской области в семье служащих. В 1972 г. закончил среднюю школу № 92 г. Минска и поступил на лесохозяйственный факультет Белорусского технологического института им. С. М. Кирова, который закончил с отличием в 1977 году и получил квалификацию – инженер лесного хозяйства. После окончания Института А. В. Пугачевский в течение 5 лет работает на кафедре лесоводства в должности лаборанта. Одновременно, с 1977 по 1981 гг. без отрыва от производства он проходит аспирантуру в Ботаническом институте им. В. Л. Комарова АН СССР и в 1986 году успешно защищает диссертационную работу «Структура и динамика численности ценопопуляций ели в основных типах еловых лесов южной тайги» по специальности «ботаника», выполненную под руководством профессора В. Г. Карпова.

С 1982 года деятельность А. В. Пугачевского связана с Институтом экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича, где он прошел путь от инженера лаборатории древесных растений до директора Института.

1986-й год – начало активного участия А. В. Пугачевского в разработке программы и проведении научных исследований эколого-биологических особенностей, структуры и продуктивности лесных биогеоценозов в условиях антропогенного воздействия различной интенсивности. Под его руководством развернуты и сформированы насчитывающие около 500 стационарных объектов локальные сети лесного мониторинга



«Минск» и «Новополоцк», на которых с 1992 года ведется регулярное наблюдение за состоянием лесов в этих наиболее напряженных в экологическом отношении регионах Беларуси. В 1995 году Александр Викторович становится координатором от белорусской стороны международных проектов «Мониторинг здоровья леса» и «Влияние воздушного загрязнения и климата на структуру и функционирование лесных экосистем Восточной Европы». При его участии подготовлены обоснования учреждения ряда заказников и памятников природы, созданы научные основы и разработана нормативно-техническая документация для вовлечения в промышленную эксплуатацию и воспроизводство ресурсов древесины карельской березы и резонансной ели.

С 1995 года А. В. Пугачевский возглавляет лабораторию продуктивности и устойчивости лесных экосистем. Основные направления научных исследований лаборатории ориентированы на решение проблем лесоведения и лесного хозяйства, разработку эколого-биологических основ адаптации и повышения устойчивости древесных растений и их сообществ к неблагоприятным условиям среды, прогнозирование и нормирование антропогенных нагрузок на лесные экосистемы, изучение динамики и направленности сукцессионных процессов в растительном покрове. Наряду с этим сохранились и получили дальнейшее развитие основные направления исследований, проводимых ранее лабораторией. Среди них следует выделить такие как развитие общей и прикладной теории устойчивости лесных экосистем; выявление закономерностей формирования, структуры и продуктивности древостоев в связи с изменчивостью эдафических и климатических условий, антропогенным воздействием; разработка научных основ сохранения биоразнообразия, воспроизводства, рационального использования и охраны растительного мира; технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды.

В работах, выполненных с участием и под руководством А. В. Пугачевского, сформулированы основные положения общей теории устойчивости лесных экосистем, определены формы и фазы нарушения устойчивости, дана характеристика изменений в структурных элементах лесных сообществ на организменном, популяционном, фитоценологическом и экосистемном уровнях, показаны особенности деградации лесов, охарактеризованы дигрессивные и демутационные процессы в лесах, поврежденных антропогенными и стихийными природными факторами, роль этих факторов в динамике лесных экосистем; на основе анализа влияния гелиофизических факторов на климат, формирование древостоев и жизнедеятельность стволовых вредителей леса разработан долгосрочный прогноз массового усыхания ели в Беларуси.

Александр Викторович постоянно работает над повышением уровня своей квалификации. В 1988 году заканчивает народный университет «Методы прикладной математики в управлении производством и научных исследованиях», проходит стажировки при Вычислительном центре Российской академии наук и на факультете лесного хозяйства Шведского сельскохозяйственного университета, заканчивает курсы подготовки эксперта по лесному мониторингу при Литовском институте леса и по американской технологии мониторинга лесов в рамках программы Forest Health Monitoring (1995 г.), курсы «Инновационный менеджмент» при институте подготовки научных кадров НАН Беларуси (2006 г.).

А. В. Пугачевский является одним из разработчиков Государственной программы Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь и ее координатором по Национальной академии наук Беларуси.

Научно-исследовательскую работу А. В. Пугачевский успешно совмещает с активной научно-организационной деятельностью. В период 1988–1995 гг. Александр Викторович избирался председателем совета молодых ученых Института, в 1988 году – научный секретарь проекта ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАН). В настоящее время является председателем ученого совета ИЭБ НАН Беларуси, руководителем рабочей группы НАН Беларуси по реализации Государственной программы обеспечения функ-

ционирования и развития Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь на 2011-2015 годы, членом рабочей группы Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь по разработке новой редакции Лесного кодекса Беларуси, членом Государственного экспертного совета по вопросам экологии и природопользования Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь, членом Межведомственного координационного совета Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (при Министерстве природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ), членом Координационного совета по реализации Соглашения между Правительством Республики Беларусь, Правительством Республики Польша и Правительством Украины о создании трехстороннего биосферного резервата «Западное Полесье», членом Научно-технических советов Министерства лесного хозяйства, Национальных парков «Припятский» и «Нарочанский», Березинского биосферного заповедника, Государственной научно-технической программы «Природные ресурсы и окружающая среда», членом Научного совета по гербарному делу при НАН Беларуси, членом Президиума Белорусского ботанического общества и Белорусского общества лесоводов, членом редколлегии периодического издания «Ботаника (исследования)», журналов «Лесное и охотничье хозяйство» и «Растительные ресурсы» (Российская Федерация, Санкт-Петербург), организатором четырех международных научных конференций, посвященных проблемам мониторинга и оценки состояния лесов и растительного мира (1998, 2003, 2008, 2013), а также международного научного семинара, посвященного проблемам состояния, использования и охраны болот (2015).

Под руководством А. В. Пугачевского проходят аспирантскую подготовку молодые специалисты, трое из которых уже успешно защитили кандидатские диссертации по специальностям «ботаника», «экология», «лесоведение и лесоводство, лесные пожары и борьба с ними».

А. В. Пугачевский – автор и соавтор более 300 научных публикаций, в числе которых получившие признание специалистов «Ценопопуляции ели: структура, динамика, факторы регуляции» (1992); «Разработка научных основ построения лесного кадастра, методов дешифрирования и использования материалов дистанционной диагностики для изучения и картографирования структуры лесного покрова и насыщения классификатора кадастра» (1994); «Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия» (1999); «Биосферно-совместимое использование лесных и болотных экосистем (мировые тенденции и опыт Беларуси)» (2003); «Стратегия сохранения биологического и ландшафтного разнообразия бассейна Днепра» (2004); «Экологически ориентированное лесное хозяйство – основа устойчивого лесопользования» (2010) и другие.

А. В. Пугачевским внесен весомый вклад в подготовку проектов законов, подзаконных актов, технических кодексов устоявшихся практик и других природоохранных документов. Среди наиболее важных разработок инновационного характера, выполненных А. В. Пугачевским или под его руководством: – концепция экологического каркаса лесных территорий и комплекс методик и технологических приемов по ее интеграции в практику лесного хозяйства; стратегия адаптации лесного хозяйства Беларуси к изменению климата до 2050 года; подсистема мониторинга растительного мира в Национальной системе мониторинга окружающей среды Республики Беларусь; комплекс разработок по развитию системы особо охраняемых природных территорий, реализованных в многочисленных обоснованиях создания или преобразования заказников республиканского и местного значения; система мероприятий по сохранению и восстановлению численности редких и исчезающих видов растений (ТКП Минприроды).

За значительный вклад в формирование научных основ ведения лесного хозяйства, направленных на сохранение биологического разнообразия, разработку мер по адаптации лесного хозяйства к изменению климата, развитие системы и методов мониторинга, обширные исследования лесов в зонах интенсивного антропогенного воздей-

ствия А. В. Пугачевский награжден Почетными грамотами Института, Национальной академии наук, Министерства лесного хозяйства, нагрудным знаком Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды «Ганаровы экалаг», нагрудным знаком «Юбілейны медаль «У гонар 80-годдзя Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі».

*Свое 60-летие Александр Викторович Пугачевский встречает в расцвете творческих сил. Коллектив Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси и Редакция сборника научных трудов «Ботаника (исследования)» желают юбиляру крепкого здоровья, многих лет плодотворной деятельности, новых научных достижений и талантливых учеников!*

**ВЛАДИЛЕН ЛАЗАРЕВИЧ КАЛЕР**  
(к 90-летию со дня рождения)



11 ноября 2015 года исполнилось 90 лет доктору биологических наук Владилену Лазаревичу Калеру – известному ученому в области биофизики, биохимии и физиологии растений, участнику Великой Отечественной войны.

Свой неординарный жизненный путь Владилен Лазаревич образно излагает в своих воспоминаниях, часть из которых приводится ниже:

«22 июня 1941 года фашисты напали на Советский Союз. Кандидатов наук начали сразу эвакуировать в тыл, родители и трое братьев были эвакуированы из Минска в Куйбышевскую область деревню Зуевка. На место прибыли 3 июля 1941 года, мне было тогда 15 лет. Некоторое время я работал в кузнице. Затем отца, кандидата химических наук, перевели работать с село Новый Буян заведовать химической лабораторией на спиртзаводе, на который потом взяли и меня в должности лаборанта. Когда мне исполнилось 18 лет, меня призвали в ряды Советской Армии. В это время в городе Куйбышеве формировался зенитный артиллерийский полк для защиты городов от вражеской авиации и наземных средств обстрела, и меня зачислили в этот полк. Первым

городом, куда перебазировался наш полк, был Смоленск. Батарея была установлена на сопке, называемой «смоленским пупком». Эту сопку видно даже и сейчас из поезда Минск-Москва, когда проезжаешь Смоленск. Полк состоял из 12 батарей в каждой по четыре орудия. Каждое орудие обслуживало 6 бойцов, в том числе и командир орудия. Меня сначала назначили заряжающим, но я в то время был маленького роста и не доставал до зарядного устройства, чтобы вложить снаряд, поэтому меня перевели в наводчики. Потом получилось так, что командира нашего орудия отозвали на Курскую дугу, где он и погиб. В марте 1943 года, когда встал вопрос о назначении командира, я попросил, чтобы назначили меня, т.к. я интересовался и изучил тактику ведения обстрела. Испытания прошел успешно и стал командиром орудия. Однажды приехала из высшего командования комиссия. Расчет стоял в шеренге, я по росту был последним. Подошел генерал-майор и спросил: «это сын полка?», на что получил ответ: «нет – это наш командир орудия». Он был удивлен и сказал, что хотел бы проверить, насколько я соответствую этому званию, и я продемонстрировал свое умение и услышал – «молодец сынок!». От такой похвалы мне показалось, что я сразу вырос на несколько сантиметров. Так командиром орудия я оставался до конца войны. В боях под Смоленском защищали железнодорожное депо, далее в составе 1-го Белорусского фронта участвовал в освобождении Люблина и Варшавы, контролировал стратегические объекты, участвовал в артподготовке наступлений, в арприкрытии советских разведгрупп. При взятии Варшавы батарея находилась в 1,5 км от Вислы. Полк дислоцировался в Польше до конца войны. Потом часть в составе 73-его гвардейского зенитно-артиллерийского полка находилась 5 лет в городе Вильнюсе».

За боевые заслуги Владилен Лазаревич награжден Орденом Красного Знамени, медалями «За боевые заслуги», «За освобождение Варшавы», «За победу над Германией», рядом юбилейных наград.

После демобилизации (1950г) В. Л. Калер поступил на химический факультет БГУ и в 1955 году окончил его с отличием по специальности «химик-неорганик». В этом же году был направлен на работу в должности заведующего центральной заводской лабораторией Минского авторемонтного завода, где активно занимался химией и технологией очистки промышленных сточных вод.

Через два года Владилен Дазаревич был приглашен на работу в Лабораторию изотопов АН БССР на должность главного инженера, где состоялось знакомство и научное сотрудничество с Т. Н. Годневым и А. А. Шлыком. В 1961 г. В. Л. Калер защищает кандидатскую диссертацию на тему «Исследование роли протохлорофиллида как предшественника хлорофилла в зеленом листе».

В связи с реорганизацией научных учреждений в АН БССР в пятидесятые - шестидесятые годы, с начала 1964 г. Владилен Лазаревич переводится на должность старшего научного сотрудника лаборатории физиологических основ минерального питания растений Института экспериментальной ботаники АН БССР, а в 1969 г. переходит в лабораторию биохимии растений этого же института.

В 1986 году В. Л. Калер избирается главным научным сотрудником Института физиологии и биофизики растений АН Таджикской ССР (имелись значимые научные контакты) и переезжает в г. Душанбе. В 1994 году в связи с обострением обстановки в Таджикистане вернулся в Минск и с 1996 г. работал ведущим научным сотрудником лаборатории биохимии и биотехнологии Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси. В 1997 году переведен в Центральный ботанический сад НАН Беларуси, где до 2009 года работал главным научным сотрудником лаборатории биохимии и биотехнологии растений, включенной в состав ЦБС.

На всех этапах научной деятельности исследовательская работа доктора биологических наук В. Л. Калера характеризуется актуальностью и эффективностью. В 1962 году им получено авторское свидетельство на изобретение электрокоагуляционного способа очистки промышленных сточных вод, удостоенного после внедрения с высоким экономическим эффектом на ряде промышленных предприятий золотой медали и диплома почета ВДНХ СССР. Способ был запатентован в Англии, Италии, Франции. В 1964 году Владиленом Лазаревичем совместно с В. С. Солдатовым были заложены основы и начата работа по созданию искусственной почвы на базе ионообменных материалов.

Направление научных исследований в последующие годы – изучение механизмов управления биосинтезом хлорофилла в листе высших растений. Сложная динамика системы биосинтеза на молекулярном уровне потребовала применения методов математического моделирования. Идентификация и верификация модели требовали постановки планированных натуральных экспериментов. Результаты исследований обобщены в докторской диссертации «Авторегуляция биосинтеза хлорофилла в высших растениях», защищенной в 1971 году. В.Л.Калером подготовлено 5 кандидатов и 1 доктор биологических наук, он автор и соавтор более 160 научных публикаций и монографии.

Научная общественность Отделения биологических наук выражает глубокую благодарность В. Л. Калеру за значительный вклад в развитие научных исследований в области биофизики и математического моделирования растений, подготовку научных кадров и поздравляет с его знаменательным юбилеем в год 70-летия победы в Великой Отечественной войне. Желаем здоровья и благополучия Владилену Лазаревичу, нашему коллеге и наставнику.

*В. Н. Решетников, Е. В. Спиридович, О. В. Чижик,  
А. Г. Шутова, А. А. Кузовкова, Т. И. Фоменко,  
И. П. Кондрацкая, А. В. Зубарев, Е. А. Войцеховская*

**НИКОЛАЙ ФЕДОРОВИЧ ЛОВЧИЙ**  
(к 85-летию со дня рождения)



1 ноября 2015 года исполнилось 85 лет известному белорусскому ученому – геоботанику, почвоведу, экологу, доктору биологических наук, лауреату Государственной премии Беларуси Николаю Федоровичу Ловчому.

Н. Ф. Ловчий родился в д. Каменка Шкловского района Могилевской области. После окончания 10 классов Яковлевичской СШ (Оршанский район, Витебская область) поступил на лесохозяйственный факультет Белорусского лесотехнического института им. С. М. Кирова, который с отличием окончил в 1954 г.

После окончания Института и 3-летней работы в лесном хозяйстве в должностях инженера лесного хозяйства и учебного мастера кафедры лесных культур Н. Ф. Ловчий поступает в аспирантуру при кафедре почвоведения и ботаники Белорусского лесотехнического института, где с 1957 по 1960 г. проходит обучение под руководством академика АН БССР П. П. Рогового и в 1963 году на

Ученом совете института успешно защищает кандидатскую диссертацию «Процессы заболачивания почв и их влияние на произрастание лесных насаждений».

Главные вехи научного творчества и становления как крупного высококвалифицированного специалиста в области фитоценологии, экологии растительных сообществ, геоботанического картографирования пройдены Николаем Федоровичем Ловчим в стенах Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси (ранее – Институте биологии АН БССР), где им пройден путь от младшего научного сотрудника лаборатории геоботаники до заведующего лабораторией почвенной энзимологии. В докторской диссертации Н. Ф. Ловчего «Эколого-географический анализ и кадастровая оценка типов сосновых лесов Белоруссии», которую он успешно защитил в 1991 г., дан глубокий эколого-фитоценологический анализ структуры и продуктивности сосновых лесов Беларуси, выявлены зональные особенности их формирования, исследованы закономерности роста и продуктивности в связи с почвенными условиями.

Н. Ф. Ловчим опубликовано около 180 научных работ, в том числе 9 крупных монографий, последняя из которых была опубликована в 2012 году.

В 1972 г. Николаю Федоровичу Ловчому в составе группы сотрудников лаборатории геоботаники за цикл работ по изучению структуры растительного покрова Беларуси и рационального использования растительных ресурсов присуждена Государственная премия БССР в области науки.

Николай Федорович известен и как активный популяризатор биологической науки. Ко многим известным энциклопедическим изданиям, в том числе «Беларускай Савецкай Энцыклапедыі» и «Энцыклапедыі прыроды Беларусі» им подготовлено и написано более 30 научно-популярных статей.

За успешную научно-исследовательскую работу, внедрение научных разработок в практику, крупный вклад в развитие ботанической науки и большую общественную работу Н. Ф. Ловчий награждался почетными грамотами Президиума Верховного Совета БССР, ЦК ЛКСМБ, Минлесхоза БССР, Президиума АН БССР и Института. В связи с 80-

летием со дня рождения Президиумом НАН Беларуси награжден нагрудным знаком «Юбилейный медаль «У гонар 80-годдзя НАН Беларусі».

После ухода на заслуженный отдых Николай Федорович Ловчий остается в курсе научной жизни Института, являясь активным членом Ученого совета по защите диссертаций.

Николай Федорович не только уважаемый талантливый ученый, но и человек, как говорят, с «золотыми руками». Его увлечением восторгается весь коллектив Института, плетенные им корзины, сувенирные лапти, подаренные многим сотрудникам, радуют глаз. Он глубокий знаток отечественной, и особенно белорусской, поэзии, знает много стихов и с удовольствием их декламирует. Мы гордимся тем, что в нашем коллективе работал такой одаренный, талантливый человек.

От всей души желаем юбиляру крепкого здоровья, бодрости еще на долгие годы, успехов, большого семейного и личного счастья.

*В. И. Парфенов, А. В. Пучило, С. Ю. Шустова,  
С. А. Новик, Н. А. Зеленкевич*

**ЭММА ПЕТРОВНА ЯРОШЕВИЧ**  
(к 80-летию со дня рождения)



В январе 2015 года исполнилось 80 лет со дня рождения известного белорусского геоботаника и фенолога, кандидата биологических наук Ярошевич Эммы Петровны.

Э. П. Ярошевич родилась в г. Гомеле 24 января 1935 года в семье служащих. В период Великой Отечественной войны находилась в детском доме г. Хвалынска Саратовской области. Отец погиб на фронте. В 1953 году окончила среднюю школу № 21 г. Минска. В этом же году поступила в Белорусский государственный университет им. В. И. Ленина на биолого-почвенный факультет. В 1958 году, успешно закончив БГУ, получает диплом биолога-ботаника и начинает свой трудовой путь в должности старшего агронома Государственной инспекции по карантину сельскохозяйственных растений Министерства сельского хозяйства БССР.

С 1961 по 1964 гг. Эмма Петровна была командирована в Монгольскую Народную Республику, где в составе советской экспедиции исполняла обязанности старшего геоботаника. В этот период в Улан-Баторском государственном университете ею была подготовлена группа специалистов-геоботаников. За высокопрофессиональную работу и активную деятельность в монголо-советской экспедиции Ярошевич Э. П. была награждена Почетной Грамотой Великого Хурала.

В 1964 году, вернувшись из экспедиции, Эмма Петровна поступает на работу в отдел геоботаники Института экспериментальной ботаники и микробиологии Академии наук БССР (ныне ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси») младшим научным сотрудником. Учеба в аспирантуре Института по специальности «геоботаника» завершилась в 1971 году успешной защитой кандидатской диссертации на тему: «Живой напочвенный покров сосновых лесов и его значение в аккумуляции зольных элементов и азота в Белоруссии».

С первых шагов в науке Эмма Петровна проявила себя как ответственный, скрупулезный, настойчивый исследователь, для которого точность и качество были главными критериями проаемых ею исследований. Эти качества побудили руководство лаборатории геоботаники привлечь молодого научного сотрудника к участию в выполнении такой государственно важной научно-исследовательской темы как «Составление карты растительности Белорусской ССР», по завершению которой Эмма Петровна вошла в число соавторов Карты растительности республики М 1:1000000 и монографии «Растительный покров БССР» (1969).

По материалам многолетних исследований Э. П. Ярошевич в 1974 году в соавторстве с академиком И. Д. Юркевичем издает обобщенную монографию «Биологическая продуктивность типов и ассоциаций сосновых лесов (по исследованиям в БССР)», а также публикует крупную научную работу «Современное состояние, типологическая структура и размещение лесов по бассейнам основных рек Полесья».

В сфере научных интересов Эммы Петровны значительное место занимали фенологические наблюдения за ритмом развития растений. По результатам выполнения научно-исследовательской темы «Изучение сезонного и многолетнего развития древесных, кустарниковых и травянистых растений Белоруссии», ответственным исполнителем которой была Э. П. Ярошевич, ею в соавторстве с И. Д. Юркевичем и Д. С. Голодом издается унифицированное методическое пособие «Фенологические исследования древесных и травянистых растений», в которое вошли справочные таблицы сроков плодоношения



рано- и поздноцветущих форм дуба черешчатого и граба обыкновенного, позволяющие планировать оптимальные сроки сбора семян и плодов этих пород, что нашло широкое применение в практике лесного хозяйства. На основе принципов фитофенопрогнозирования с использованием перспективных методов информационно-логического анализа и температурно-фенологических номограмм были разработаны рекомендации по оптимизации и планированию сроков заготовки плодов и семян широколиственных и мелколиственных древесных пород, которые применяются и теперь в лесном хозяйстве республики.

Э. П. Ярошевич внесла заметный вклад в развитие отечественной геоботанической и фенологической науки. Многие ее научные исследования успешно применялись в лесном хозяйстве. Ею за период научной деятельности опубликовано более 80 научных работ, в том числе 4 монографии (в соавторстве), являющихся важным вкладом в развитие исследований в области лесоведения и геоботаники.

Э. П. Ярошевич успешно совмещала научную деятельность с общественной. Она неоднократно избиралась членом МК Института, председателем ревизионной комиссии Белорусского республиканского ботанического общества. В течение 15 лет была ученым секретарем Научного совета АН БССР по проблеме «Биологические основы рационального использования, преобразования и охраны растительного мира», членом фенологической комиссии ГО СССР, членом методического совета Республиканской станции юных натуралистов.

Длительное время возглавляя тематическую группу в лаборатории геоботаники, Эмма Петровна зарекомендовала себя грамотным, ответственным и авторитетным руководителем и организатором научных исследований, чутким, коммуникабельным и отзывчивым человеком.

В 1986–1987 гг. Эмма Петровна принимала активное участие в радиоэкологических исследованиях природно-растительных комплексов Беларуси, подвергшихся загрязнению радиоактивными выбросами в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

За успешную научно-исследовательскую работу, внедрение научных разработок в практику и высокие показатели в социалистическом соревновании, значительный вклад в развитие ботанической науки и большую общественную работу неоднократно награждалась грамотами Института, благодарностями, премиями.

Женское обаяние, доброжелательность, отзывчивость, присущие Эмме Петровне Ярошевич, снискали любовь и уважение сотрудников не только лаборатории геоботаники, но и всего коллектива Института. Желаем юбиляру крепкого здоровья, бодрости, долголетия, личного счастья.

*В. И. Парфенов, С. А. Новик, С. Ю. Шустова*

**ВАСИЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ САВЕЛЬЕВ**  
(к 75-летию со дня рождения)



Василий Васильевич Савельев родился 1 апреля 1940 года в деревне Холмы Велижского района Смоленской области в семье крестьян. Все свое детство провел в родной деревне. Жизнь в деревне и любовь к лесу определили его дальнейший жизненный путь.

В 1962 году, после службы в Советской Армии, он поступил в Белорусский технологический Институт им. С. М. Кирова, который закончил в 1967 году по специальности инженер лесного хозяйства. В этом же году он начал свою трудовую деятельность инженером-таксатором в 3-ей Минской лесоустроительной экспедиции В/О «Леспроект». За шесть лет он объездил половину Советского Союза, устраивал леса Беларуси, Забайкалья, Тюменской области. В одной из лесоустроительных партий в должности инженера-таксатора принимал активное участие в устройстве лесов вокруг оз. Байкал.

С января 1973 года и по нынешнее время, с небольшим перерывом, Василий Васильевич работает в Институте экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси. Сначала в должности инженера лаборатории древесных растений, затем с 1974 г. – младшим научным сотрудником, с 1988 – научным сотрудником, в 1991 г. избирается на должность старшего научного сотрудника.

В 1984 г. под руководством академика АН БССР Н.Д. Нестеровича Василий Васильевич защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Рост семян и продуктивность культурфитоценозов сосны обыкновенной при внесении минеральных удобрений». В диссертационной работе получены новые данные о влиянии разных форм калийного удобрения на прорастание семян, рост, отпад и сохранность семян сосны, а также на рост средневозрастных культурфитоценозов. Выявлено действие калийных удобрений на почву, живой напочвенный покров, подстилку в сосновых лесах Беларуси, а также на физиологические процессы в хвое сосны.

Сразу после аварии на Чернобыльской АЭС В. В. Савельев принял активное участие в обследовании южной части территории природно-растительных комплексов Республики Беларусь с целью выявления радиационной обстановки и закладки постоянной реперной сети по изучению миграции радионуклидов в почве и накоплению их разными видами растений. В дальнейшем участвовал в разработке и выполнении Государственной научной программы радиационных исследований.

С 1992 по 1998 гг. Василий Васильевич свою работу по радиоэкологическому мониторингу почв и растительности чернобыльской зоны продолжил сначала в должности ведущего научного сотрудника, а затем заведующего научным отделом Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Под его руководством в заповеднике была развернута сеть пробных площадей в лесных, луговых и болотных экосистемах, на которых до сих пор проводятся исследования по аккумуляции радионуклидов растительностью и миграции их в почве. Одновременно в научном центре заповедника им проводилась работа по акклиматизации теплолюбивых культур (различных сортов абрикосов, персиков, винограда, орехов и пр.).

В 1998 году Василий Васильевич вернулся в родной Институт экспериментальной ботаники, в котором до сих пор работает на должности старшего научного сотрудника.

В течение последних 15 лет при его непосредственном участии выполнена оценка запасов карельской березы и резонансной древесины ели в лесах Беларуси и разработаны рекомендации по использованию ценной древесины в лесном хозяйстве. Проведена оцен-

ка и даны рекомендации по сохранению защитных зеленых насаждений и уходу за ними на сельскохозяйственных землях. С 2007 по 2014 годы осуществлена закладка сети пробных площадей (более 150 объектов по всей территории Беларуси) по оценке влияния климатических факторов на прирост деревьев сосны, ели и ольхи черной. Полученные к настоящему времени материалы послужили основой для создания дендрохронологического банка данных Беларуси, разработки мастер-хронологий и дендрохронологического районирования Беларуси. В последние годы научная деятельность В. В. Савельева тесно связана с изучением особенностей формирования прироста деревьев в условиях климатических изменений и оценкой аварийного состояния деревьев в условиях антропогенного пресса.

По результатам научных исследований В. В. Савельевым опубликовано свыше 70 научных работ, в том числе 3 монографии, подготовлено 5 рекомендаций производству.

Кроме научной работы Василий Васильевич много времени уделял и общественной работе. Неоднократно избирался членом профсоюзного комитета Института, на протяжении многих лет был бессменным профоргом лаборатории.

За успехи в научной и общественной работе неоднократно поощрялся Почетными грамотами и грамотами Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, Государственной инспекции охраны животного и растительного мира при Президенте Республики Беларусь, ИЭБ НАН Беларуси. Неоднократно премировался дирекцией за высокие производственные показатели.

Коллективы лаборатории продуктивности и устойчивости растительных сообществ и сектора мониторинга растительного мира сердечно поздравляют Василия Васильевича с его 75-летием и желают крепкого здоровья, неубывающего оптимизма и радости в жизни!

*А. В. Пугачевский, А. В. Судник, М. В. Ермохин*

## ИОСИФ МИХАЙЛОВИЧ СТЕПАНОВИЧ (к 60-летию со дня рождения)



3 февраля 2015 года исполнилось 60 лет известному геоботанику и экологу, доктору биологических наук Иосифу Михайловичу Степановичу.

И. М. Степанович родился в д. Лицевичи Вилейского района Минской области. В 1977 г. окончил Минский государственный педагогический институт им. А. М. Горького (факультет естествознания). После окончания института работал директором Вилейского дома пионеров и школьников. С 1977 по 1979 гг. служил в рядах Советской армии. В 1979 г. Иосиф Михайлович поступает на работу в лабораторию геоботаники Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича Академии наук Белорусской ССР, где прошел все ступеньки служебной лестницы – от лаборанта до ведущего научного сотрудника и заведующего лабораторией.

Окончив в 1987 г. аспирантуру при ИЭБ им. В. Ф. Купревича АН БССР в 1988 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию «Геоботаническая структура, продуктивность и хозяйственная оценка луговой растительности бассейна р. Вилии (в пределах БССР)», выполненную под руководством основателя белорусской геоботанической школы академика И. Д. Юркевича. Изучая растительность лугов, Иосиф Михайлович прошел стажировку в ведущих научных центрах: Ботаническом институте им. В. Л. Комарова АН СССР (г. Ленинград, 1986 и 1987 г.), Ботаническом институте и Ботаническом саду Грейфсвальдского университета им. Э. М. Арндта (Германия, 1998 г.), Ботаническом институте Чешской академии наук (Приюница у Праги, 1998 г.). После окончания докторантуры при Институте экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси Иосиф Михайлович в 2001 г. успешно защитил докторскую диссертацию на тему: «Синтаксономия и синдинамика луговой растительности Беларуси».

И. М. Степанович участвовал в разработке и выполнении более 40 госбюджетных и договорных тем и реализации ряда международных и конкурсных научных проектов, в частности, проекта «Синтаксономия растительности Беларуси» (1994–1995), поддержанного Международным научным фондом (ISF); проектов «Разработка планов управления низинными мезотрофными болотами Беларуси с целью сохранения биологического разнообразия» (1999–2001) и «Природные ценности долины реки Буг: состояние, угрозы, сохранение» (1999–2000); паневропейского проекта «Ключевые ботанические территории Беларуси» (2003–2005); а также проекта «Верховые болота Беларуси» (2004–2005) с участием волонтеров из разных стран мира. Являлся научным руководителем и ответственным исполнителем заданий Государственных программ: «Изучить основные закономерности формирования, динамику и направления смен биоразнообразия растительного покрова Беларуси, обусловленные антропогенными нагрузками», «Геоботаническая структура и оценка современного состояния растительности Национального парка «Нарочанский»; «Подготовить научное (ландшафтно-геоботаническое и эколого-фитоценологическое) обоснование создания биосферного резервата в Гродненской области в районе Августовской пущи». В 1995 г. И. М. Степанович участвует в создании Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (блок «Мониторинг растительного мира»).

С 2000 года бесменно возглавляет проведение мониторинга луговой и лугово-болотной растительности Беларуси, являясь научным руководителем и ответственным исполнителем задания: «Проведение мониторинга луговой и лугово-болотной растительности» Государственных программ «Обеспечение функционирования и развития НСМОС в Республике Беларусь» (2006–2010 гг. и 2011–2015 гг.) и задания «Синтаксономическая структура и созологическая оценка растительности Беларуси» Государственной программы научных исследований «Химические технологии и материалы, природно-ресурсный потенциал» (2013–2015 гг.).

В научных исследованиях основное внимание И.М.Степанович концентрирует на ключевой проблеме геоботаники и фитоценологии – классификации растительности. Им предложен интегрированный подход в синтаксономических исследованиях и разработана универсальная система синтаксонов естественной травянистой (луговой, лугово-болотной, прибрежно-водной, пустошной) растительности Беларуси, а также положения об устойчивости и основной фитоценологической роли доминантов-эдификаторов, о ландшафтной стенопотности–эвритопности растительных сообществ, раскрыт ряд зависимостей продуктивности и биохимического состава травостоя от экологических факторов.

На основе огромного экспериментального материала И.М.Степановичем опубликовано более 200 печатных работ, в т. ч. 7 монографий, 9 брошюр и 7 геоботанических карт (в соавторстве); сделано 39 внедрений в практику народного хозяйства. Под руководством И. М. Степановича подготовлены и успешно защищены 3 магистерских и 1 кандидатская диссертации.

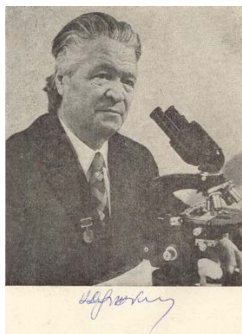
Иосиф Михайлович успешно совмещает научную деятельность с педагогической – на кафедре общей биологии в Белорусском государственном педагогическом университете им. М. Танка передает молодежи свои обширные познания в области ботаники и экологии, пишет и редактирует для студентов учебники и методические пособия. Студенты в благодарность за их достойное обучение в 2009 году наградили Иосифа Михайловича Дипломом выпускников факультета природоведения БГПУ им. М. Танка в номинации «Респект и уважение».

Иосиф Михайлович – грамотный организатор научных исследований, фанатик своего дела, трудолюбивый и ответственный руководитель. В течение многих лет являясь активным членом общественного объединения «Товариства беларускай мовы», последовательно отстаивает место белорусского языка в научной литературе. За успешную научно-исследовательскую работу, внедрение научных разработок в практику, крупный вклад в развитие ботанической науки и большую общественную работу (в течение нескольких лет являлся председателем профкома Института) И. М. Степанович неоднократно награждался грамотами Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси, благодарностями, премиями. От всей души желаем юбиляру крепкого здоровья, бодрости на долгие годы, творческих успехов, личного счастья.

*А. В. Пугачевский, С. А. Новик, С. Ю. Шустова*

## Памятные даты

### НИКОЛАЙ АФАНАСЬЕВИЧ ДОРОЖКИН (1905–1993) К 110-летию со дня рождения



14 декабря 2015 года исполняется 110 лет со дня рождения Н. А. Дорожкина, известного фитопатолога и миколога, академика Академии наук БССР, лауреата Государственной премии СССР, заслуженного деятеля науки БССР, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, участника партизанского движения в годы Великой Отечественной войны.

Около 60 лет Николай Афанасьевич возглавлял в Беларуси научные исследования по биоэкологии и видовому составу возбудителей болезней картофеля, злаковых, бобовых, овощных, плодово-ягодных культур, вел разработку теоретических вопросов иммунитета сельскохозяйственных растений, являлся одним из создателей комплексных систем защиты их от болезней. Академик Н. А. Дорожкин опубликовал свыше 600 научных работ, в том числе около 40 монографий, брошюр, справочников и сборников. Они внесли достойный вклад в фундаментальную биологическую науку и практику сельского хозяйства. Им создана широко известная в мире школа фитопатологов и микологов. Под его руководством защищено 68 кандидатских и докторских диссертаций.

Академик Н. А. Дорожкин – ученый широкого профиля – фитопатолог, миколог, иммунолог, картофелевод, умелый и талантливый организатор науки и высшего образования республики, чья жизнь является примером самоотверженного служения науке и народу. Его научные труды и практические рекомендации внесли большой вклад в теорию и практику сельскохозяйственного производства. Среди них широко известны монографии «Галаўнёвыя захворванні зернявых культур і меры барацьбы з імі», «Параённая характарыстыка захворванняў бульбы ў БССР» (1948), «Рак картофеля і меры барацьбы з ім» (1949), «Болезни картофеля» (1955), «Патогенные грибы на бобовых травах в Белоруссии» (1990), «Фитопатология картофеля и томатов» (1981), «Болезни люпина» (1965), «Болезни бобовых культур БССР» (1978), «Методы повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к болезням», «Прогрессивная технология возделывания картофеля» (1976, 1982), «Фитофтороз картофеля и томатов» (1976), «Клубневые гнили картофеля при хранении и меры борьбы с ними (рекомендации)» (1977) и др. Результаты исследований Н. А. Дорожкина и его учеников по болезням картофеля были переведены и изданы в Чехословакии, ГДР, Англии и Китае.

Учитывая огромный материальный ущерб, причиняемый народному хозяйству фитопатогенными микроорганизмами, и тот факт, что наиболее эффективной и экономически выгодной мерой борьбы с ними является создание болезнеустойчивых сортов, Н. А. Дорожкин в своих исследованиях сосредоточил внимание на наиболее актуальных вопросах иммунитета. Под его руководством и при непосредственном участии изучены внутривидовая специализация и расовый состав возбудителей фитофтороза, ранней сухой пятнистости, ризоктониоза и других болезней картофеля, разработаны методы оценки селекционного материала, что позволило руководимому им в 1959–1974 гг. Белорусскому НИИ картофелеводства и овощеводства в селекционной работе по картофелю выйти на передовые позиции в СССР. Эти методы нашли широкое применение в научных учреждениях не только нашей страны, но и за рубежом. Академик Н. А. Дорожкин – соав-

тор таких известных белорусских сортов картофеля как Огонек, Белорусский ранний, Лошицкий, Темп, Разваристый, Белорусский крахмалистый, Кандидат, Павлянка, широко районированных не только в Беларуси, но и за ее пределы.

В 1974 году группе селекционеров, семеноводов и фитопатологов во главе с академиком Н. А. Дорожкиным и П. А. Альсмиком за выведение, размножение и внедрение в производство высокопродуктивных сортов картофеля присуждена Государственная премия СССР. Николай Афанасьевич более 30 лет готовил кадры специалистов-биологов в Белорусском государственном университете им. В. И. Ленина, будучи профессором и заведующим кафедрой систематики растений.

Академик Н. А. Дорожкин успешно сочетал научную, производственную, педагогическую работу с обширной общественной деятельностью. Он был членом Комиссии АН СССР по научным основам сельского хозяйства, членом бюро Отделения биологических наук АН БССР, вице-президентом Белорусского республиканского ботанического общества, более 20 лет являлся членом правления республиканского общества «Знание», членом редколлегий журналов «Микология и фитопатология» (АН СССР), «Весці АН БССР», «Сельское хозяйство Белоруссии», сборника «Ботаника» (АН БССР).

Научные достижения академика Н. А. Дорожкина и его учеников неоднократно экспонировались на Выставках достижений народного хозяйства СССР и БССР и удостоены пяти золотых и одной серебряной медалей, двух Почетных дипломов. За разработку и внедрение научных методов в широкую практику, подготовку научных кадров высшей квалификации Н. А. Дорожкину присвоено звание заслуженного деятеля науки БССР.

Заслуги Н. А. Дорожкина отмечены высокими правительственными наградами – двумя орденами Трудового Красного Знамени, (1951, 1966), орденом Октябрьской Революции (1971), орденом Знак Почета (1949), Отечественной войны II степени, медалями «За отвагу» (1944), «Партизану Отечественной войны» I степени и «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.». Он также награжден 5 Почетными грамотами и Грамотой Верховного Совета БССР.

Николая Афанасьевича отличали чуткость и заботливость в отношении учеников, к нему можно было всегда обратиться за помощью. Жизненный путь Н. А. Дорожкина является примером преданного служения науке. Его наследие – большой вклад в развитие отечественной фитопатологии, иммунологии и защиты растений. Все кто работал с ним в Институте экспериментальной ботаники НАН Беларуси, сохранили теплые и светлые воспоминания об этом неординарном, умном и чутком человеке.

*А. В. Пугачевский, Н. А. Ламан, В. И. Парфенов, О. С. Гапченко*

**СЕРГЕЙ МИХАЙЛОВИЧ МАШТАКОВ (1905–1970)**  
**К 110-летию со дня рождения**



Профессор С. М. Маштаков является одним из представителей замечательной плеяды белорусских ученых, творческий путь которых в науке связан со становлением отдельных ее научных направлений в Беларуси и Национальной академии наук. Вклад профессора С. М. Маштакова в развитие физиологии и биохимии растений, подготовку научных кадров может быть оценен одной образной фразой – создание оригинальной научной школы.

Родился С. М. Маштаков 24 октября 1905 года в селе Николаевский городок Саратовской области в крестьянской семье. Как указывал в своей автобиографии Сергей Михайлович, семья была зажиточной. До Великой Октябрьской революции его отец имел недвижимое имущество: два дома в селе и 40 десятин земли, часть которой сдавал в аренду. После революции отец принадлежал к группе маломощных середняков и наемной рабочей силой не пользовался. В 1929 году родители были лишены избирательных прав за то, что сдавали часть своего дома под квартиру жильцам. Одна-

ко в том же году они были восстановлены в избирательных правах.

Время, начиная с 1912 года и по 1930 год включительно, было для С. М. Маштакова периодом непрерывной учебы. В 1919 году Сергей Михайлович окончил семилетнюю школу, затем учеба в Тимирязевском сельскохозяйственном техникуме по месту жительства, а с 1926 по 1930 год – в Саратовском сельскохозяйственном институте.

После окончания института С. М. Маштаков непродолжительное время работал на производстве в совхозах зернотреста, а с января 1932 года и до последних дней жизни его творческий путь был связан с научно-исследовательской и преподавательской деятельностью.

В январе 1932 года Сергей Михайлович переезжает в Москву и поступает на работу в лабораторию физиологии растений НИИ инсектофунгицидов сначала в должности младшего, а затем старшего научного сотрудника.

В 1936 году в результате слияния двух институтов – НИИ инсектофунгицидов и НИИ удобрений в единый - НИИ удобрений и инсектофунгицидов (НИИУИФ) лаборатория физиологии растений была ликвидирована. В этом же году С. М. Маштаков переходит на работу старшим научным сотрудником по физиологии растений в Центральную лабораторию по изучению вирусных и бактериальных заболеваний ВИЗРА.

В 1937 году Сергей Михайлович был приглашен на работу во Всесоюзный НИИ каучуконосов (г. Москва) на должность заместителя заведующего лабораторией физиологии растений, а с 1938 по 1940 годы – заведовал этой лабораторией. В этот период Сергеем Михайловичем выполнены экспериментальные исследования и подготовлена кандидатская диссертация на тему «Качественные изменения каучука в корнях кок-сагыза в обеснование сроков уборки урожая». В личном деле С. М. Маштакова имеется выписка из протокола заседания Ученого совета Омского сельскохозяйственного института от 28 декабря 1939 года, который на основании защиты диссертации постановил присвоить С. М. Маштакову ученую степень кандидата биологических наук.

В конце 1940 года по решению Министерства сельского хозяйства СССР С. М. Маштаков был переведен на вузовскую работу. С сентября 1940 по сентябрь 1944 года он работал на кафедре ботаники Свердловского сельскохозяйственного инсти-



туда, которую организовал и в первый год возглавлял, а затем работал в должности доцента. Во время работы в Свердловском сельскохозяйственном институте Сергей Михайлович выполнял также работу по совместительству в других учреждениях: читал лекции по общей ботанике в Уральском лесотехническом институте, работал старшим сотрудником Белорусской академии наук (во время эвакуации академии) и старшим научным сотрудником Свердловской полеводческой опытной станции. В 1942 году решением ВАК СССР С. М. Маштакову присвоено ученое звание доцента по кафедре «ботаника».

В 1944 году Сергей Михайлович приглашается в Уральский государственный университет для работы в должности заведующего кафедрой высших растений биологического факультета. Одновременно он читал лекции по общей ботанике на геологическом факультете и по совместительству работал доцентом кафедры биологических наук Уральского лесотехнического института.

Ректорат Уральского государственного университета предложил С. М. Маштакову занять должность декана биологического факультета, однако Сергея Михайловича не покидало желание продолжить научно-исследовательскую работу по каучуконосам и он принимает предложение директора ВИРа академика И. Г. Эйхельда перейти на работу во Всесоюзный институт растениеводства.

В 1945 году Сергей Михайлович уходит из университета и временно прикомандировывается к ВАСХНИЛ (г. Москва), где работает до 1946 года старшим научным сотрудником Свердловского филиала ВИР. Поскольку вопрос с предоставлением С. М. Маштакову квартиры в г. Ленинграде затянулся, он по согласованию с дирекцией ВИРа поступает на работу в лабораторию каучуконосного сырья Института натурального каучука (г. Москва), где проработал с мая 1946 по сентябрь 1948 года в должности старшего научного сотрудника по физиологии растений.

В 1948 году С. М. Маштаков обращается с письмом на имя Президента АН БССР академика Н. И. Гращенкова, в котором просит сообщить о возможности работать в качестве руководителя лаборатории физиологии растений в организуемом в АН БССР Отделе по каучуконосным растениям. Вопрос о его трудоустройстве решается положительно и в 1948 году Сергей Михайлович переезжает в Минск и утверждается в должности заведующего лабораторией физиологии и биохимии кок-сагыза Института мелиорации, болотного и водного хозяйства АН БССР, в котором проработал до 1955 года.

В 1956 году в связи с реорганизацией структуры Института мелиорации, болотного и водного хозяйства, а также по ходатайству директора Института биологии академика Н. В. Турбина Сергей Михайлович переходит на работу в этот институт и назначается заместителем директора по научной работе. В Институте биологии наряду с научно-организационной деятельностью С. М. Маштаков продолжал научно-исследовательскую работу и в 1958 году подготовил обоснование об организации в Институте биологии АН БССР лаборатории стимуляторов роста и гербицидов на базе существовавшей группы экологической физиологии растений. Постановлением Президиума АН БССР от 14 марта 1958 года С. М. Маштаков утверждается в должности заведующего этой лабораторией. В феврале 1959 года он подает заявление с просьбой об освобождении от обязанностей заместителя директора Института по научной работе и сосредотачивает основное внимание на изучении механизмов избирательного действия гербицидов и регуляторов роста, их практического применения. Через несколько лет направление научной деятельности лаборатории было уточнено и она получила название лаборатория химической регуляции роста и развития растений. С. М. Маштаков возглавлял лабораторию до дня своей кончины – 27 августа 1970 года.

Научную деятельность С. М. Маштакова можно разделить на три основных этапа.

Начальный этап связан с работой в лаборатории физиологии растений НИИ удобрений и инсектофунгицидов. Исследования Сергея Михайловича были посвящены изучению действия инсектофунгицидов и гербицидов на растения. Им был разработан лабораторный метод, который позволял устанавливать сравнительную токсичность изучаемых препаратов по отношению к растительным объектам. Кроме того, изучалось действие ряда гербицидов на

растения, что позволило выделить наиболее эффективные из них - хлорпроизводные. С использованием физиологических методов – определения дыхательного коэффициента, интенсивности дыхания, корневого давления, гуттации С. М. Маштакову удалось показать отдельные стороны механизма действия изучаемых гербицидов на растения.

Следующий продолжительный период работы С. М. Маштакова связан с исследованиями в области физиологии каучуконосных растений, преимущественно особенностей биосинтеза каучука в растениях. Несомненной заслугой Сергея Михайловича является установление закономерностей изменения качества каучука в онтогенезе растений и в зависимости от условий произрастания. Благодаря усовершенствованию соответствующих методов С. М. Маштакову удалось показать, что в процессе роста и развития растений молекулярный вес и степень полимеризации каучука неуклонно повышаются. Однако указанный процесс происходит по-разному в зависимости от условий произрастания.

Изучая процессы превращения веществ во время покоя растений, Сергей Михайлович установил ряд новых положений относительно их количественных и качественных изменений, в том числе и каучука. Оригинальным является установление факта последующего синтеза каучука при подвяливание корней и их последующей сушке.

Совершенно новыми, имеющими большое научное и практическое значение, являются анатомо-морфологические исследования окультуренных и диких зарослевых форм кок-сагыза. Сопоставляя отдельные анатомические показатели с каучуконосностью латекса и корней, С. М. Маштаков установил важные коррелятивные связи между структурными и биохимическими признаками с одной стороны и каучуконосностью – с другой. Им установлено, что каучуконосность корней определяется как степенью развития млечной системы, так и содержанием каучука в латексе. Кроме того, было показано, что каучуконосность диких зарослевых форм более высокая, чем окультуренного кок-сагыза.

Многолетний экспериментальный материал по каучуконосам Сергей Михайлович обобщил в докторской диссертации на тему «Накопление каучука в растениях кок-сагыза в связи с его биологическими особенностями и условиями произрастания», которую он успешно защитил 27 апреля 1955 года на заседании Ученого совета Ботанического института им. В. Л. Комарова АН СССР. Оппонентами по диссертации были известные ученые-физиологи растений, доктора наук А. А. Прокофьев, А. А. Ничипорович, И. Н. Коновалов.

В 1956 году Ученый совет Института биологии АН БССР ходатайствует перед ВАК СССР о присвоении доктору биологических наук С. М. Маштакову ученого звания профессора. Следует отметить, что вопрос о присуждении ученого звания профессор принимался тайным голосованием на заседании Совета по защите диссертаций Института биологии АН БССР. Интересным представляется состав Совета, в который входили практически все в то время ведущие белорусские ученые-биологи. Так, в 1956 году в его составе были доктора наук: Броневицкий А. Ю., Булыгин И. А., Ветохин И. А., Винберг Г. Г., Годнев Т. Н., Голуб Д. М., Жебрак А. Р., Купревич В. Ф., Леонов В. А., Марков Д. А., Маштаков С. М., Нестерович Н. Д., Сержанин И. Н., Томин М. П., Турбин Н. В., Черкасова Л. С., кандидаты наук: Долбик М. С., Заливская Е. И., Колесников М. С., Мироненко А. В., Михайловская В. А., Рахтеенко И. Н., Смольский Н. В., Трухановский Д. С., Терентьев В. М., Шлык А. А.

Второй этап научной деятельности С. М. Маштакова связан с работой в Институте мелиорации, болотного и водного хозяйства АН БССР. В этот период им выполнены исследования по обоснованию приемов управления питанием растений на торфяно-болотных почвах. Здесь в первую очередь следует отметить детальные исследования влияния на рост и развитие растений микроэлементов и, особенно, меди. Сергей Михайлович предложил наиболее эффективные пути снабжения растений медными удобрениями, а также впервые показал как распределяется по органам и тканям поступивший в растения микроэлемент. Одновременно были исследованы морфоструктурные и биохимические изменения, которые происходили у растений под влиянием медных удобрений и показано значение меди как катализатора в реакциях окисления.

Третий этап научной деятельности С. М. Маштакова связан с организацией в 1958 году лаборатории стимуляторов роста и гербицидов. Сохранились записи, сделанные С. М. Маштаковым в 1962 году, об основных направлениях и штатном составе лаборатории. В перспективном плане исследований лаборатории по проблеме «Стимуляция и угнетение физиологических процессов у растений» Сергеем Михайловичем были намечены к разработке следующие направления:

1. Физиолого-биохимические основы применения и повышения эффективности действия регуляторов роста растений.

2. Изменение обмена веществ у растений под влиянием регуляторов роста с целью установления механизма их действия.

3. Пути детоксикации регуляторов роста в растениях.

4. Изучение физиологического действия на растения новых регуляторов роста.

В этот период в лаборатории проходили обучение два аспиранта: на втором году обучения – А. П. Волынец и на первом году обучения – З. П. Паршакова.

Данный этап научной деятельности С. М. Маштакова по единодушной оценке специалистов характеризуется совершенно новой оригинальной постановкой исследований по физиолого-биохимической характеристике устойчивости генетически различных форм культурных растений к гербицидам. Именно здесь проявилась незаурядная интуиция Сергея Михайловича как ученого, его логика в обосновании целей и методов экспериментального исследования, способность анализировать экспериментальный материал и выявлять наиболее перспективные пути дальнейших исследований. Поражает его умение вести подбор биологических объектов, распределять широкий набор гербицидов и регуляторов роста на четкие экспериментальные модели, когда в одном случае используются и обсуждаются механизмы действия гербицидов как соединений, различающихся только по одному заместителю в фенольном кольце (2,4-дихлорфеноксиуксусная и 2-метил-, 4-хлорфенокси-уксусные кислоты). В другой модели исследуется возможная обусловленность физиологической активности соединения боковым алифатическим радикалом, либо наличием фенольного кольца (2,4-дихлорфеноксиуксусная и просто трихлоруксусная кислота).

Особенно хочется подчеркнуть высокую эрудицию и капитальный характер исследований С. М. Маштакова, поскольку его основная идея о наличии неодинаковой ответной реакции генотипов на действие гербицидов и регуляторов роста в пределах вида была встречена достаточно скептически и подвергалась критике со стороны многих ученых физиологов растений, работавших тогда в институте. Сегодня различная реакция сортов и гибридов на воздействие гербицидами и регуляторами роста воспринимается как хорошо экспериментально обоснованный факт, требующий обязательного учета при проведении исследований и подготовке рекомендаций. Например, если обратиться к специальной литературе, то Институт защиты растений в Мюнстере (Германия) на посевах озимой пшеницы в условиях Западной Европы рекомендует применять для сорта Боксер 0,5 л/га хлорхолинхлорида, для сортов Аквила, Арес, Канцлер – 1,0–1,5 л/га, для сортов Доломит, Окапи, Ректор – 2–2,5 л/га. Пятикратное различие по дозе регулятора роста в зависимости от чувствительности сорта – вот результат теоретических изысканий по проблеме и их практическое воплощение, пионером в решении которых был именно С. М. Маштаков.

Исследования, проводившиеся под руководством С. М. Маштакова, характеризовались привлечением новых для того времени методов и экспериментальных установок. Это аппараты Варбурга для изучения дыхания, окислительного и фотосинтетического фосфорилирования, центрифуги с охлаждением для выделения и изучения отдельных органелл клетки – хлоропластов и митохондрий, двухмерная хроматография для идентификации и количественного содержания эндогенных регуляторов роста и фитогормонов. Основные результаты экспериментальных работ С. М. Маштакова изложены в монографиях «Физиологическое действие гербицидов на сорта культурных растений» (1967), «Физиологическое действие некоторых гербицидов на растения» (1971), а также в многочисленных статьях, опубликованных в самых престижных союзных журналах.

Исследования С. М. Маштакова всегда были ориентированы на завершение в форме конкретного технологического приема, на решение важной народнохозяйственной задачи. Им подготовлены и изданы многочисленные рекомендации. Наиболее известные из них: «Применение 2,4Д и 2М-4Х на посевах кукурузы на торфяно-болотных почвах», «Дифференцированное использование гербицидов в посевах районированных сортов льна-долгунца», «Применение некоторых синтетических препаратов для укоренения черенков древесных пород», «Одновременное использование трихлорацетата натрия и далапона в качестве гербицидов и десикантов на посевах кормового люпина», «Применение хлорохлорида на посевах пшеницы и картофеля».

С. М. Маштаковым обоснована принципиальная возможность повышения содержания биоактивных веществ в растениях с помощью химических регуляторов роста. С этой проблемой пришлось соприкоснуться десять лет назад на 3-й Международной конференции «Регуляторы роста и развития растений», которая проходила в Москве. Вспоминается об этом потому, что в очередной раз было получено доказательство удивительной интуиции С. М. Маштакова в определении наиболее перспективных направлений исследований. Вспомнилось, как 25 лет до этой конференции Сергей Михайлович после первых экспериментов, показавших существенные изменения в составе и содержании флавоноидов у обработанных гербицидами растений желтого люпина, сразу же сформулировал название статьи как перспективной для разработки проблемы, торопил с ее оформлением и настаивал на публикации в самом престижном журнале. Статья под названием «О возможности химической регуляции биосинтеза флавоноидов у растений гербицидами» вышла в Докладах АН СССР в 1970 году. В ней подчеркнуто, что обработка растений гербицидами изменяет направленность обмена веществ, в силу чего изменяется химический состав растения и может происходить увеличение содержания веществ, определяющих хозяйственную ценность растительного сырья.

Через 25 лет после выхода статьи одно из заседаний на Международной конференции по регуляторам роста (1995 г., Москва) оценивалось как «бенефис» профессора С. С. Шаина из Всесоюзного НИИ лекарственных и ароматических веществ, который (вместе с сотрудниками) продемонстрировал возможность управления биопродуктивностью по накоплению гликозидов у наперстянок шерстистой и пурпуровой, повышению содержания дубильных веществ в флешах чайного куста, изменению состава эфирных масел у различных сортов мяты путем обработки растений регуляторами роста. При этом выход фармакологически ценного сырья, например у наперстянки, увеличивался на 62–85%. Вот эффективное практическое применение регуляторов роста, впервые открытое и оцененное С. М. Маштаковым, но, к сожалению, доведенное до использования в производстве не его учениками.

Предметом особой заслуги профессора С. М. Маштакова является подготовка высококвалифицированных научных кадров. Сергей Михайлович был личностью, человеком исключительной честности и принципиальности, необыкновенно энергичным и трудолюбивым, высокой требовательности к себе и всем, кто работал рядом с ним. Многие из этих качеств передались его ученикам, да они и не могли не передаться. Сергей Михайлович всегда генерировал, как теперь выражаются, биологическое поле положительной энергии очень высокого напряжения. Попадая в это поле, человек на всю жизнь получал импульс неутолимой жажды к экспериментальным исследованиям, любви к науке, способности сохранять самообладание в критических ситуациях и находить выходы из них. Может быть благодаря именно этому, все ученики Сергея Михайловича и работавшие рядом с ним сотрудники не только не потерялись в жизненных водоворотах, а росли и самовыражались как личности. Фактически за 10 лет под руководством Сергея Михайловича выполнено и защищено 2 докторских и 12 кандидатских диссертаций.

Одна из первых сотрудниц лаборатории С. М. Маштакова, его заместитель Вера Павловна Деева, доктор наук, профессор, работала главным научным сотрудником Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси. Первый аспирант – Александр Потапович Вольнец, доктор наук, профессор, ныне главный научный сотрудник, многие годы заведовал лабораторией физиологии большого растения ИЭБ

НАН Беларуси. Аспиранты С. М. Маштакова – Зоя Петровна Паршакова, кандидат наук, работала доцентом Минского педагогического института; Петр Адамович Мошук, кандидат наук, доцент Брестского университета, долгое время работал в должности декана биолого-химического факультета; Александр Федорович Гуз, кандидат наук, доцент, преподавал в Витебском государственном педагогическом университете им. П. М. Машерова; Регина Александровна Прохорчик, кандидат наук, до ухода на заслуженный отдых была ведущим научным сотрудником ИЭБ НАН Беларуси; а Инесса Ивановна Паромчик, кандидат наук, – ведущим научным сотрудником Центрального ботанического сада НАН Беларуси; Веслав Александрович Войнило, кандидат наук, доцент, до последних дней жизни работал ученым секретарем Отделения биологических наук НАН Беларуси; Владимир Алексеевич Щербаков, кандидат наук, долгое время работал Главным ученым секретарем Президиума Академии аграрных наук РБ, член-корреспондент Академии аграрных наук РБ; Николай Афанасьевич Ламан, доктор наук, профессор, академик НАН Беларуси, директор Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича в 2000–2010 годы; ныне заведующий лабораторией, Валентина Николаевна Столович, кандидат наук, работала заведующей лабораторией Института рыбного хозяйства НАН Беларуси.

Те, кто юными пришли в лабораторию еще при жизни С. М. Маштакова, стали затем зрелыми научными сотрудниками и долгое время работали в различных учреждениях – ученики учеников Сергея Михайловича. Это кандидат наук, доцент Зоя Ивановна Шелег, кандидаты наук Лидия Алексеевна Пшеничная, Надежда Васильевна Санько и многие другие.

Без ложной скромности и с гордостью все перечисленные выше сотрудники могут заявить – мы представители оригинальной научной школы, созданной профессором С. М. Маштаковым. Каждый из учеников, на своем рабочем месте, в силу умения и преданных возможностей развивал и продолжает развивать идеи своего учителя, старается передать работающим рядом сотрудникам и уже своим ученикам лучшие традиции маштаковской научной школы.

Характеризуя С. М. Маштакова как крупного ученого и незаурядную личность, нельзя не отметить его большой вклад в организацию и координацию научных исследований в Беларуси и Западном регионе. Являясь на протяжении многих лет председателем Регионального научного совета по проблемам физиологии и биохимии растений Беларуси и Прибалтийских республик АН СССР, С. М. Маштаков снискал большое уважение коллег, на долгие годы заложил благоприятные условия плодотворного научного сотрудничества в регионе. Сергей Михайлович установил и поддерживал самые тесные научные контакты с коллегами, проводившими исследования по проблеме избирательного действия гербицидов и регуляторов роста из Института физиологии растений им. К. А. Тимирязева (г. Москва), Института ботаники АН Литвы, Института физиологии растений АН Украины, Латвийской сельскохозяйственной академии, Института биологии Башкирского филиала АН СССР (г. Уфа) и др.

Быстро бежит время – уже 45 лет нет с нами дорогого всем Сергея Михайловича – коллеги и учителя. Вместе с тем, именно время все более и более рельефно подчеркивает незаурядность таланта профессора С. М. Маштакова. Достаточно отметить, что главным образом благодаря научному вкладу и авторитету Сергея Михайловича, Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича стал и на протяжении 25 лет вплоть до распада СССР являлся головным в стране учреждением по проблеме избирательного действия гербицидов и регуляторов роста на растения.

Профессор С. М. Маштаков продолжает жить в своих трудах, в своих учениках, в учениках своих учеников как выдающийся представитель белорусской научной элиты периода пятидесятых-семидесятых годов XX века.

*Н. А. Ламан  
академик НАН Беларуси*

## ВЛАДИМИР ВЛАДИМИРОВИЧ АДАМОВ (1875–1939)

В 2015 году исполнилось 140 лет со дня рождения одного из основателей белорусской ботанической науки (флористики, систематики растений, геоботаники и дендрологии) профессора Владимира Владимировича Адамова. Судьба этого ученого, как и многих представителей белорусской науки, которые работали в непростых условиях репрессий и притеснений в первой половине XX-го века, очень непростая. Многие факты его биографии и научной деятельности ещё до конца не изучены или мало известны, однако вклад, который он внес в формирование ботанической науки Беларуси довольно весомый.

Родился В. В. Адамов в г. Санкт-Петербурге 31 мая (12 июня) 1875 года в семье землевладельца В. С. Адамова. В 1899 году он окончил Императорский Санкт-Петербургский университет. Во время учебы в университете проявил себя как интересующийся систематикой растений ботаник и флорист. В 1898 г. проводил исследования в Курской (Шигровский и Жиздринский уезды), Тульской и Тверской губерниях. Его гербарий хранится в Санкт-Петербургском университете (SPBU). Изучал флору Средней Азии, обрабатывал гербарные коллекции.

В своей первой (1900 г.) флористической работе В. В. Адамов подробно изучил *Sagittaria natans* Pall. (sub nom. *S. alpina* Willd.) и доказал его наличие в Европейской части России. Его интерес к водным и околоводным растениям проявился и в дальнейшем, когда он описал новый вид частухи – *Alisma submersum* (1924 г.). Описание было сделано на основании двадцатилетних наблюдений автора за растениями в озере Летцы в окр. д. Бол. Летцы Витебского района. Адамов не вполне был уверен в самостоятельности вида, но заметил отличия наземных и водных форм частухи, который в настоящее время синонимизируется с *Alisma gramineum* Lej.

После окончания университета В. В. Адамов, вероятно, переехал в семейное владение в д. Большие Лётцы, где им принадлежало 1200 десятин земли, был двухэтажный дом. Здесь он (с 1900 г.) создал опытно-акклиматизационный питомник, который в последствии стал называться ботаническим садом (с 1912 г.). В устройстве ботанического сада ему помогали известные в то время ученые – Я. К. Кессельринг, К. Н. Вагнер, Х. Гоби, Р. Ф. Ниман, А. Д. Воейков, В. Вильморен и др. Растения и семена присылались из Петербургского университета, ботанического сада Российской Академии наук в Санкт-Петербурге, Женевого альпийского сада, учреждений Варшавы, Парижа, Вильно, Кенигсберга, питомника Регеля и Кессельринга в С-Петербурге, питомника Игнатичи (около Минска), Отделения императорского общества плодоводства (Помологическое общество) и др. В 1910 г. в саду произрастало 344 древесных, 664 травянистых и полукустарниковых видов растений. Большая часть коллекции была создана в 1912 году. В конце 1924 года в саду насчитывалось уже около 400 видов древесных растений, имелась коллекция многолетних травянистых растений (более 2000 видов). В саду была теплица с 300 видами экзотических растений, имелась коллекция семян (более 1000 видов). Сад считался одним из крупнейших в Беларуси в тот период. В. В. Адамов также работал по вопросам художественного оформления образцовых имений и усадеб того времени (имений Юрьево и Белый Колодезь), участвовал в пополнении «Гербария русской флоры» под руководством профессора В. А. Кузнецова.

В Больших Летцах В. В. Адамов собрал не только крупнейшие на тот период коллекции живых растений, но и активно интересовался и собирал коллекции растений альбиносов, пестролистных, плакучих и иных форм древесных растений, различные хозяйственно-ценные растения, выпускал каталоги сада. В имении был ботанический музей, гербарий. Сад был известен далеко за пределами Беларуси.

В 1907 г. по инициативе В. В. Адамова в Больших Летцах был создан Летчанский земледельческий кружок с целью распространения земледельческого просвещения среди местного населения.

В 1910 г. В. В. Адамов продолжил образование в Кенигсбергском университете, затем в Париже (до 1913 г.). По возвращении на родину он читал лекции и вел занятия на высших сельскохозяйственных курсах в Санкт-Петербурге, в т. ч. и по изучению лекарственных растений во время I мировой войны. Курсы читались и слушателям в Больших Летцах, участвовал В. В. Адамов делопроизводителем и членом исполкома «Особого отдела» в фронтовых действиях.

В 1917 г. В. В. Адамов познакомился с белорусским поэтом – Максимом Богдановичем, который показал ему слуцкие пояса, знакомил его с белорусской поэзией.

В предреволюционные годы (около 1916 г.) он почти постоянно жил в Больших Летцах, помогал крестьянам, обучал детей грамоте, однако после революции В. В. Адамов был лишен имущества, одно время бедствовал, стало трудно поддерживать в надлежащем состоянии ботанический сад. В 1918 г. он обратился с предложением принять своё имущество в ведение Витебского союза увечных воинов и организовать трудовую земледельческую колонию. Ботанический сад и имение с 1918 г. перешли в ведение Агрономического подотдела губернского земельного отдела, сам В. В. Адамов был назначен заведующим садом с несколькими помощниками в его штате. Здесь же по инициативе В. В. Адамова была образована заповедная зона площадью до 18 десятин земли.

В. В. Адамов несмотря на все перипетии этого времени преданно служил ботанической науке, искренне и с энтузиазмом работал в Витебске над созданием ботанических садов и их надлежащем содержании, пополнении коллекций. В Витебске в это время был довольно большой гербарий, собранный школьным персоналом со всех волостей Витебской губернии, который требовал обработки и сохранности. В. В. Адамов был увлеченным коллекционером растений, собирал виды с полезными свойствами и пытался внедрить их в культуру для нужд населения, отбирал ценные формы растений, агитировал население в «пользу ботаники», прилагал усилия по сохранению живых коллекций и гербария в Витебске. В 1920 г. обращался к В. Л. Комарову с просьбой предоставить черенки и другой материал для ботанических садов в Витебске, учебно-показательного школьного сада.

Ботанический сад и парк в Больших Летцах в 1923 г. были переданы Витебскому сельхозтехникуму, а часть растений (около 200 видов) в 1919 г. была перевезена в Витебск для организации ботанического сада на месте владений Х. Гуревич. В это время В. В. Адамов занимался преподавательской деятельностью в г. Витебске, во время службы в губземотделе организовал экспедицию по изучению лугов вдоль малых рек Витебщины.

С 1923 г. при Институте белорусской культуры (создан в 1922 г.) существовала кафедра ботаники при секции природоведения и природоведческий музей. Первым заведующим кафедрой ботаники стал В. В. Адамов. Музей действовал вплоть до 1928 г., когда Инбелкульт был преобразован в Академию наук БССР. В. В. Адамов фактически стоял у истоков создания белорусского гербария и изучения флоры суверенной Беларуси.

С 1923 г. В. В. Адамов переехал в г. Минск. Здесь он руководил ботанико-ликнеметрическим отделением Минской болотной исследовательской станции при Всесоюзном научно-исследовательском болотном институте, образованном в 1925 г. на базе ликвидированного Белорусского Института сельского и лесного хозяйства. Публикует статьи по сорным растениям на Комаровском болоте, «Определитель важнейших родов и видов злаков в нецветущем состоянии» и др.

Также В. В. Адамов заведовал секцией натурализации Белорусского отделения Всесоюзного института прикладной ботаники (открыт в 1925 г. в д. Лошица под Минском). Им была выведена морозоустойчивая форма чуфы, изучен большой ассортимент каучуконосных растений.

Некоторое время В. В. Адамов преподавал в Горках после объединения Института сельского и лесного хозяйства с Горецким сельскохозяйственным институтом в Белорусскую государственную академию сельского хозяйства.

В 1924–1925 гг. В. В. Адамов опубликовал очерки о наиболее интересных усадьбах и парках Витебщины – «Фатынскі сад і гаспадарка», «Бачэйкаўскі сад і палац», «Бешанковіцкі сад», где замечает, что некоторые из них варварски разрушаются. В 1924 г. В. В. Адамов объехал выше описанные и другие имения Витебщины, собрал уцелевшие оранжерейные и фруктовые растения, а затем передал их садовнику партшколы в г. Витебске. В. В. Адамову было очень болезненно видеть разрушение ценных ботанических объектов, которые формировались на протяжении многих лет. По инициативе В. В. Адамова были продолжены исследования растений-альбиносов А. А. Полланом. Пестролист-ные формы изучал В. Л. Рыжков.

В конце 1920-ых гг. он был руководителем геоботанических экспедиций Управления мелиорации Наркомзема Белоруссии. Совершил поездки в Минскую и Гомельскую области, где в своих публикациях довольно подробно описывает не только растительность исследованных районов, но и природу в целом.

В 1930 и 1932 годах Адамов опубликовал работы о белорусских берёзах, где описаны их новые формы и разновидности. Последняя работа о берёзах вышла за границы и без его ведома, что было чревато последствиями. Вместе с М.Н. Гончариком в 1930 г. В. В. Адамов описывает живые насаждения Всебелорусской выставки сельского хозяйства и промышленности, коллекции растений Минской болотной станции. По рекомендациям В. В. Адамова на низинных болотах Беларуси были высажены культуры каучуконосов, за счет которых существовало около 200 колхозов в республике в 1930-ые гг.

К большому сожалению многие из подготовленных к публикации работ В. В. Адамова - «Американская крупноплодная клюква и её культура», «Клюква и близкие к ней плодовые растения семейства Вересковые», «Дягиль лекарственный», «Дубы БССР» и другие остались неопубликованными.

В 1934 г. В. В. Адамов отдыхал в Крыму и затем изъявил желание остаться работать в Никитском ботаническом саду, куда он был принят на работу в этом же году профессор-дендрологом. В библиотеке сада работала и его жена. Желание В. В. Адамова переехать в Крым, возможно, было одним из шагов, чтобы уйти от преследований, однако он уже к этому времени был и тяжело болен. С 1935 г. В.В. Адамов был переведен на должность референта-консультанта и затем уволен по сокращению штатов в 1938 г., был инвалидом 2-ой группы.

Последние годы Адамов был вынужден жить в деревне Никита, его здоровье было слабым, о чем свидетельствуют его письма к В.Л. Комарову в 1938 г.

Умер В. В. Адамов 16 сентября 1939 г. в г. Севастополе, похоронен на городском кладбище в Феодосии. Библиотека ученого была передана в дар библиотеке Никитского сада.

В. В. Адамов является автором 35 научных работ. На усадебном доме учёного, сохранившемся в Больших Лётцах, установлена мемориальная доска.

### Литература

Подлипский М. А. Ботаник Владимир Адамов. Витебск: Вит. обл. Типография, 2000. 32 с.

*Д. В. Дубовик*



## СОДЕРЖАНИЕ

### *Флора и систематика*

- ГОЛУБКОВ В. В., БЕЛЫЙ П. Н., ЦУРИКОВ А. Г.  
**ОБЗОР И РЕВИЗИЯ ЛИШАЙНИКОВ РОДА *HYPOTRACHYNA* (VAINIO) HALE (PARMELIACEAE, LICHENIZED ASCOMYCOTA) В БЕЛАРУСИ..... 3**
- ДУБОВИК Д. В., САВЧУК С. С., СКУРАТОВИЧ А. Н., ЛЕБЕДЬКО В. Н.  
**НОВЫЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ РЕДКИХ И ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ФЛОРЫ БЕЛАРУСИ..... 14**
- ДУБОВИК Д. В., СЕМЕНИЩЕНКОВ Ю. А., СКУРАТОВИЧ А. Н., ЛЕБЕДЬКО В. Н.  
**К ВОПРОСУ О ВЫЯВЛЕНИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА ТРАНСГРАНИЧНОЙ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСЬ – БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ РОССИИ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОМ РАЙОНИРОВАНИИ ..... 29**
- МЯЛИК А. Н.  
**ДОПОЛНЕНИЯ К ФЛОРЕ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ..... 53**
- РЫКОВСКИЙ Г. Ф., САКОВИЧ А. А., ШАБЕТА М. С.  
**АПОФИТЫ В СОСТАВЕ БРИОФЛОРЫ БЕЛАРУСИ ..... 66**
- РЫКОВСКИЙ Г. Ф., ШАБЕТА М. С.  
**СОВРЕМЕННАЯ ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА БРИОФЛОРЫ БЕЛАРУСИ ..... 85**
- Флористические находки*
- ГАРБАРУК Д. К., КУДИН М. В., ТУРЧИН Л. М.  
**НОВЫЕ ВИДЫ ОХРАНЯЕМЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА..... 103**
- ДУБОВИК Д. В., ЦВИРКО Р. В., ЖИЛИНСКИЙ Д. Ю.  
***JUNCUS STYGIUS* L. (JUNCACEAE JUSS.) СИТНИК ГРЯЗНОВОДНЫЙ - ПОВТОРНО ОБНАРУЖЕННЫЙ ВИД ВО ФЛОРЕ БЕЛАРУСИ..... 108**

ЛЕБЕДЬКО В. Н., САВЧУК С. С.  
**VIOLA MONTANA L. В БЕЛАРУСИ..... 110**

САКОВИЧ А. А., РЫКОВСКИЙ Г. Ф.  
**BRYUM KUNZEI НОРЕ ET HORNSCH. –  
НОВЫЙ ВИД ДЛЯ БРИОФЛОРЫ БЕЛАРУСИ..... 115**

VASJUKOV V. M.  
**NEW GENUS SUKHORUKOVIA (CHENOPODIACEAE) ..... 119**

### *Фитоценология*

ДУДКИНА Л. А., ПУГАЧЕВСКИЙ А. В.  
**ОСОБЕННОСТИ ФЛОРИСТИЧЕСКОГО  
СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ  
ЗАБРОШЕННЫХ ДЕРЕВЕНЬ НА ПРИМЕРЕ  
БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА ..... 124**

ЕРМОХИН М. В., САВЕЛЬЕВ В. В.  
**БЕЛОРУССКИЙ БАНК  
ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ..... 133**

ЛЕВКОВСКАЯ М. В.  
**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЖИВОГО  
НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СОСНЯКОВ МШИСТЫХ  
В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ  
РУБОК УХОДА..... 141**

ЦВИРКО Р. В.  
**СООБЩЕСТВА СОСНЯКОВ АССОЦИАЦИИ *CLADONIO  
RANGIFERINAE – PINETUM SYLVESTRIS* JURASEK 1928  
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ..... 150**

### *Микология и фитопатология*

БЕЛОМЕСЯЦЕВА Д. Б., ГАПИЕНКО О. С., ЗВЯГИНЦЕВ В. Б.,  
ЖДАНОВИЧ С. А., ЯРМОЛОВИЧ В. А., МАРЦУТА С. С.,  
ШАБАШОВА Т. Г.  
**ДИАГНОСТИКА БОЛЕЗНЕЙ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ЛЕСНЫХ  
НАСАЖДЕНИЯХ, ПИТОМНИКАХ И ДЕНДРОПАРКАХ  
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ..... 163**

ГАПИЕНКО О. С., ШАБАШОВА Т. Ш., БЕЛОМЕСЯЦЕВА Д. Б.  
**ХАРАКТЕРИСТИКА МАКРОМИЦЕТОВ И МИКРОМИЦЕТОВ  
ЭДАФОТОПОВ ДУБОВЫХ ЛЕСОВ ЖОРНОВСКОЙ ЛОС** ..... 174

КОРИНЯК С. И., ЛЕБЕДЬКО В. Н.  
**ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ  
НА ОХРАНЯЕМЫХ ВИДАХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ -  
SCORZONERA GLABRA RUPR  
И COTONEASTER MELANOCARPUS LODD.** ..... 186

САЗОНОВ А. А.  
**ОЦЕНКА ПОРАЖЕННОСТИ ЗРЕЛЫХ И ПРИСПЕВАЮЩИХ  
ДУБРАВ БЕЛАРУСИ СТВОЛОВЫМИ ГНИЛИЯМИ** ..... 195

### *Экология и физиология растений*

АНОХИНА В. С., РОМАНЧУК И. Ю., САУК И. Б., ШАШКО Ю. К.,  
КАНДЕЛИНСКАЯ О. Л., ГРИЩЕНКО Е. Л., ШАРПИО Т. П.  
**ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАЦЕЛЛЮЛЯРНЫХ МЕТАБОЛИТОВ  
ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM*  
НА СОДЕРЖАНИЕ АЛКАЛОИДОВ И АКТИВНОСТЬ  
ЛЕКТИНОВ В ПРОРОСТКАХ ГЕНОТИПОВ ЛЮПИНА  
УЗКОЛИСТНОГО (*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L.)** ..... 206

БУДКЕВИЧ Т. А., ЗАБОЛОТНЫЙ А. И., РАДЮК М. С.,  
ЦЫГАНОВ В. Е.  
**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ  
ПРЕДПОСЫЛКИ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
АЗОТФИКСИРУЮЩЕГО АППАРАТА ЗЕРНОБОБОВЫХ  
КУЛЬТУР ПРИ КАДМИЕВОМ СТРЕССЕ**..... 221

БУЛАТОВА А. А., ШАПЧИЦ М. П.,  
КОРИК Е. О., ЛЕОНЧИК Е. В., СЕМАК И. В.  
**МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ  
КАЛЛУСНОЙ И СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬТУР  
*IRIS PSEUDACORUS***..... 234

ВОЛЫНЕЦ А. П.  
**РОСТСТИМУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ И ЭФФЕКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭНДОГЕННЫХ ФЕНОЛЬНЫХ  
СОЕДИНЕНИЙ С ФИТОГОРМОНАМИ** ..... 241

ДОМАШ В. И., КАНДЕЛИНСКАЯ О. Л., ИВАНОВ О. А., ШАРПИО Т. П., ГРИЩЕНКО Е. Р., ЗАБРЕЙКО С. А., СУДНИК А. В. <b>ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПРОТЕОЛИЗА И ЛЕКТИНОВ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИЯХ, ПРИМЫКАЮЩИХ К АВТОМАГИСТРАЛЯМ.....</b>	<b>249</b>
КАБАШНИКОВА Л. Ф., САВЧЕНКО Г. Е., АБРАМЧИК Л. М., ЕВДОКИМОВА О. В., МАКАРОВ В. Н., СЕРДЮЧЕНКО Е. В., ЗЕНЕВИЧ Л. А., КОНДРАТЬЕВА В. В. <b>ПРОТЕКТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ <math>\beta</math>-АМИНОМАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ НА ПРОРОСТКИ ЯЧМЕНЯ (<i>HORDEUM VULGARE L.</i>) ПРИ БИОТИЧЕСКОМ СТРЕССЕ .....</b>	<b>259</b>
КАНДЕЛИНСКАЯ О. Л., ГРИЩЕНКО Е. Р., СЫСОЙ И. П., ШУКАНОВА Н. А., ШМАН Т. В., РАЗЛУЦКИЙ В. И., БЕЛЫЙ П. Н. <b>ЛЕКТИНЫ МАКРОФИТОВ : УЧАСТИЕ В МЕХАНИЗМАХ АДАПТАЦИИ И ВОЗМОЖНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ .....</b>	<b>270</b>
КАНДЕЛИНСКАЯ О. Л., ГРИЩЕНКО Е. Р., РИПИНСКАЯ К. Ю., АЛЕЩЕНКОВА З. М., КАРТЫЖОВА Л. Е., КУПЦОВ В. Н., КУПЦОВ Н. С. <b>РОЛЬ ЛЕКТИНОВ В РЕГУЛЯЦИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОБОВО-РИЗОБИАЛЬНОГО СИМБИОЗА У ЛЮПИНА.....</b>	<b>282</b>
КОПЫЛОВА Н. А., ЛАМАН Н. А. <b>МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ СТАНДАРТА ЛИКОПИНА ДЛЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ.....</b>	<b>291</b>
МОРОЗ Д. С., ОБУХОВСКАЯ Л. В., КУДЕЛИНА Т. Н., КАЗАКЕВИЧ А. В., МОЛЧАН О. В. <b>БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ ТОМАТА (<i>LYCOPERSICON ESCULENTUM MILL.</i>) ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ РАСТЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕТОДИОДНОЙ ДОСВЕТКИ.....</b>	<b>298</b>
ПУШКИНА Н. В., КУРЧЕНКО В. П., КАЛАЦКАЯ Ж. Н. <b>ОСОБЕННОСТИ УСКОРЕННОГО СТАРЕНИЯ СЕМЯН КУКУРУЗЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА.....</b>	<b>307</b>

РУПАСОВА Ж. А., ЛИШТВАН И. И., ЯКОВЛЕВ А. П.,  
ВАСИЛЕВСКАЯ Т. И., КРИНИЦКАЯ Н. Б., ГОНЧАРОВА Л. В.  
**ВЛИЯНИЕ РОСТРЕГУЛИРУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ  
НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ КЛЮКВЫ  
КРУПНОПЛОДНОЙ (*O. MACROCARPUS* (AIT.) PERS.)  
НА ВЫРАБОТАННОМ УЧАСТКЕ ТОРФЯНОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА СЕВЕРЕ БЕЛАРУСИ.....** 315

ЯНЧЕВСКАЯ Т. Г., КОВАЛЁВА О. А.  
**КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ СВОБОДНЫХ  
ФИТОГОРМОНОВ В РАСТЕНИЯХ КАРТОФЕЛЯ  
(*SOLANUM TUBEROSUM* L.) ПРИ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОМ  
ОБЛУЧЕНИИ .....** 327

ЯНЧЕВСКАЯ Т. Г., КОВАЛЁВА О. А., ГРИЦ А. Н.,  
ОЛЬШАНИКОВА А. Л., МАКАРОВА Т. Б., ОЛЕШУК Е. Н.,  
КАРАСЁВА Е. Н.  
**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
РАСТЕНИЙ ХОСТЫ (*FUNKIA*) *IN VIVO*  
ПРИ АДАПТАЦИИ.....** 333

### *Юбиляры*

**АЛЕКСАНДР ВИКТОРОВИЧ ПУГАЧЕВСКИЙ**  
(к 60-летию со дня рождения) ..... 344

**ВЛАДИЛЕН ЛАЗАРЕВИЧ КАЛЕР**  
(к 90-летию со дня рождения) ..... 348

**НИКОЛАЙ ФЕДОРОВИЧ ЛОВЧИЙ**  
(к 85-летию со дня рождения)..... 350

**ЭММА ПЕТРОВНА ЯРОШЕВИЧ**  
(к 80-летию со дня рождения) ..... 352

**ВАСИЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ САВЕЛЬЕВ**  
(к 75-летию со дня рождения) ..... 354

**ИОСИФ МИХАЙЛОВИЧ СТЕПАНОВИЧ**  
(к 60-летию со дня рождения) ..... 356

*Памятные даты*

<b>НИКОЛАЙ АФАНАСЬЕВИЧ ДОРОЖКИН (1905–1993)</b>	
<b>К 110-летию со дня рождения .....</b>	<b>358</b>
<b>СЕРГЕЙ МИХАЙЛОВИЧ МАШТАКОВ (1905–1970)</b>	
<b>К 110-летию со дня рождения .....</b>	<b>360</b>
<b>ВЛАДИМИР ВЛАДИМИРОВИЧ АДАМОВ (1875–1939)</b>	
<b>К 140-летию со дня рождения .....</b>	<b>366</b>

*Научное издание*

**БОТАНИКА  
(ИССЛЕДОВАНИЯ)**

Выпуск 44

Редактор А. С. Чаранкова  
Компьютерная верстка А. С. Куликова

Подписано в печать 22.12.2015. Формат 60×84/16.  
Бумага офсетная. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 17,27. Уч.-изд. л. 15,38.  
Тираж 200 экз. Заказ 1518.

Издатель РНИУП «Институт радиологии»  
МЧС Республики Беларусь.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/95 от 25.11.2013.

Отпечатано в БОРБИЦ РНИУП «Институт радиологии»  
МЧС Республики Беларусь.  
Ул. Шпилевского, 59, помещ. 7Н, 220112, г. Минск.