

ЧУЖЕРОДНЫЕ ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ БЕЛАРУСИ

Определено 134 вида фитопатогенных микромицетов, чужеродных для Беларуси. Некоторые из них отмечены как чужеродные в соседних государствах: Литве (24 вида), России (6 видов), Латвии и Украине (по 5 видов). Показано, что для отдельных видов фитопатогенов круг растений-хозяев расширяется. Установлено, что чужеродные виды фитопатогенных микромицетов трофически связаны в основном с чужеродными для республики видами растений, реже – с аборигенными. Например, массовое заболевание листьев груши ржавчиной началось после того, как в республике был широко интродуцирован второй (основной) хозяин патогена – можжевельник казацкий (*Juniperus sabina* L.). Наибольшее разнообразие чужеродных видов фитопатогенных микромицетов приурочено к центрам интродукции растений, агроценозам и другим антропогенно трансформированным территориям. Приведенные данные представляют интерес для анализа динамики инвазивных процессов среди фитопатогенных микромицетов и разработки профилактических мер.

Ключевые слова: чужеродные фитопатогенные микромицеты; грибы; растения-хозяева; консорты; Беларусь.

The article is determined 134 species of pathogenic micromycetes alien to Belarus. Some of them are marked as foreign in the neighboring countries: Lithuania (24 species), Russia (6 species), Latvia and Ukraine (5 species). It is shown that for certain types of plant pathogens host range is expanding. It was established that alien species of pathogenic micromycetes trophically mainly associated with alien plant species for the country, at least – with the natives. For example, mass disease leaves pear rust began after the republic have been widely grown second (main) plant host of this pathogen – *Juniperus sabina* L. Greatest diversity of alien species pathogenic micromycetes confined to the centers of plant introduction, agrocenoses and others anthropogenically transformed territories. These data are of interest to analyze the dynamics of invasive processes among pathogenic micromycetes and development of preventive measures.

Key words: alien phytopathogenic micromycetes; fungi; host plants; consorts; Belarus.

Одним из основных компонентов биоразнообразия на Земле являются грибы и грибоподобные организмы – вторая по численности группа эукариот (после насекомых). По оценкам ведущих микологов, общее количество их видов близко к 1,5 млн, из которых на сегодняшний день описано менее 10 % [1]. Особенно слабо изучено видовое разнообразие, экология, география, закономерности распространения микроскопических грибов и грибоподобных организмов, поражающих растения. Недостаточное знание их географии создает трудности в определении того, какие из них являются чужеродными для определенной территории, поэтому они, как правило, неполно представлены в базах данных чужеродных видов [2–7]. Однако последствия от вторжения и дальнейшего распространения чужеродных фитопатогенных микромицетов в растительных сообществах бывают катастрофичны, так как возникают массовые заболевания и нередко гибель растений [8].

Под чужеродными в настоящей работе понимаются таксоны микроскопических фитопатогенных грибов и грибоподобных организмов, которые присутствуют на территории Беларуси в результате преднамеренного или случайного заноса человеком либо попавшие в республику без помощи человека из ближнего или дальнего зарубежья.

Беларусь, занимающая пограничное положение в различных схемах природного районирования и расположенная на пересечении важнейших транспортных путей, развивается в условиях активной хозяйственной деятельности человека и характеризуется высокой степенью синантропизации растительного покрова. Фитопатогенные микромицеты как группа, тесно связанная с растениями-хозяевами, при этом получают возможность более широкого распространения, а кроме того, имеют реальную перспективу расширения спектра питающих растений за счет аборигенных видов флоры. Все это представляет потенциальную угрозу для стабильности как природных, так и искусственных фитоценозов. Многие чужеродные виды, которые в настоящее время не отнесены к инвазивным, могут стать таковыми в будущем, пройдя адаптивные изменения на генетическом уровне, заняв через некоторое время оптимальные местообитания при изменении климатических или фитоценологических условий, заносе новых генотипов или других необходимых для инвазий компонентов (например, консортов).

В связи с осознанием новой проблемы усилиями европейских биологов была создана международная база данных DAISIE, в которую наряду с чужеродными растениями и животными вошли также грибы и грибоподобные организмы, преимущественно фитопатогенные [2, 3].

К сожалению, в Беларуси недостаточно объективных данных, позволяющих оценить масштабы и значимость данной проблемы на современном этапе развития страны, который характеризуется значительным расширением межгосударственного сотрудничества, повышением туристической привлекательности, увеличением транспортных и миграционных потоков грузов, товаров и людей. Наши исследования, выполненные в рамках проекта «Оценить роль антропогенно нарушенных территорий как потенциальных источников проникновения и спонтанного распространения чужеродных видов растений и фитопатогенных грибов», отчасти восполняют этот пробел.

Анализируя проблему чужеродных видов в приложении к фитопатогенным микромицетам, можно выделить несколько аспектов, связанных с проникновением несвойственных организмов в сложившиеся фитоценозы.

Прежде всего, фитопатогенные микромицеты ассоциированы с питающими растениями-хозяевами и могут распространяться вместе с ними [8, 9]. Перенос возможен с помощью контаминированных или инфицированных семян и нередко с зараженными растениями или их частями с помощью человека [8–10]. При этом необходимо принимать во внимание, что трофические связи микромицетов могут быть специфичны в разной степени: на уровне популяции, вида, рода, семейства, класса, отдела высших растений. Например, все мучнисторосяные грибы развиваются только на покрытосеменных растениях, среди них *Blumeria graminis* (DC.) Speer – только на злаках, *Sphaerotheca pannosa* (Wallr.) Lév. – на представителях семейства Rosaceae. Отсюда возможность распространения чужеродных видов микромицетов либо только с чужеродными видами растений-хозяев (в случае их узкой специализации), либо (если среди аборигенных растений имеются виды, восприимчивые к поражению) чужеродные микромицеты, занесенные с питающим субстратом, могут распространиться и на аборигенные виды растений, причиняя им вред. В этом случае чужеродные виды растений становятся распространителями фитопатогенов и дополнительными источниками инфекции для местных видов растений – дикорастущих, декоративных, сельскохозяйственных.

Одним из основных природных путей миграции новых патогенов является перенос пропагул (спор, фрагментов мицелия) из других регионов по воздуху [9]. Известно, что массы спор грибов обнаруживаются на высоте нескольких тысяч метров над поверхностью земли и при отсутствии физических преград (горы, обширные водные бассейны) могут быть перенесены на огромные расстояния [8, 10]. Подобным примером среди чужеродных фитопатогенных микромицетов, интенсивное развитие которых нанесло ощутимый ущерб сельскому хозяйству в конце XX – начале XXI в., на территории Беларуси в том числе, можно назвать грибоподобный организм *Pseudoperonospora cubensis* Rostowz., который в 1980-х гг. вызвал одновременное массовое поражение листьев огурца в странах Западной и Восточной Европы, Азии. Было высказано предположение, что причиной вспышки явилась массовая воздушная миграция конидий с территории стран Средиземноморья, где круглогодичная культура огурца привела к накоплению инфекционного начала [11].

И наконец, свою роль играет расширение ареалов микромицетов, связанное с изменением экологии, прежде всего, очевидно, с годичной суммой температур и осадков. Так, виды, типичные для южных регионов, появляются на северо-западе России (например, *Fusarium graminearum* Schwabe, *Puccinia tritici* Oerst. – на пшенице) [10], в Беларуси и других странах Европы (например, *Euoidium lycopersici* (Cooke & Masee) U. Braun & R. T. A. Cook и полифаг *Fusarium oxysporum* Schltdl. – на *Lycopersicon esculentum* Mill.) [12, 13].

В новых условиях обитания мигранты подвергаются действию комплекса факторов – экологических, генетических (субстрат) и т. д. и адаптируются к новым условиям. Конкретные условия окружающей среды могут приводить к периодическим вспышкам развития новых видов патогенов и, как следствие, к накоплению инфекционного потенциала либо к депрессивному состоянию патогена. С эпидемиологических позиций интерес представляют миграции патогенов с дикорастущих растений – резерватов инфекции. К ним относятся, например, грибы рода *Fusarium*, обладающие широкой специализацией [10].

К сожалению, сведения о географии и первичных ареалах многих видов фитопатогенных микромицетов далеко не полные, поэтому заключение о чужеродности вида может быть сделано с известной оговоркой и возможными коррективами. Нельзя не принимать во внимание и тот факт, что в Беларуси видовое разнообразие этой группы организмов изучено явно недостаточно, особенно на дикорастущих растениях. Существует мало опубликованных сведений в мониторинговом режиме как по видовому составу, так и по распространению фитопатогенов, данные по многим видам рассеяны в различных небольших публикациях. Поэтому первая регистрация местонахождения фитопатогенных микромицетов может быть связана как с действительным заносом патогена, так и с недостаточностью базовых исследований.

В целом необходимо отметить, что проблема выявления на территории Беларуси чужеродных видов имеет определенные сложности в связи с особенностями биологии и путями миграции фитопатогенов. На основании вышесказанного для выявления чужеродных фитопатогенов в настоящем исследовании в качестве основного критерия выбраны межвидовые отношения микромицетов и растений-хозяев.

С этих позиций можно отметить, что на территории Беларуси сложились либо находятся в стадии становления консорции, в которых консортами-детерминантами являются чужеродные или аборигенные виды растений, а в качестве отдельных консортов выступают фитопатогенные микромицеты (гетеротрофы с осмотрофным типом питания). Консортивные связи фитопатогенных микромицетов

с консортами-детерминантами характеризуются как топические (местообитание) и трофические (питание). Консорции с участием чужеродных видов фитопатогенных микромицетов в Беларуси можно разделить на несколько типов, основными из которых являются следующие:

- консорт-детерминант – чужеродный вид растения, с которым связаны один или несколько видов фитопатогенных микромицетов, являющихся чужеродными для данной территории. Например, картофель (*Solanum tuberosum* L.) поражается грибоподобным организмом *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary; кукуруза обыкновенная (*Zea mays* L.) – грибом *Ustilago maydis* (DC.) Corda, возбудителем пузырчатой головни. В составе таких консорций могут быть также фитопатогенные микромицеты, являющиеся аборигенными для данной территории, перешедшие с аборигенных видов растений-хозяев;
- консорт-детерминант – аборигенный вид растения, с которым связаны чужеродные фитопатогенные микромицеты. Например, аборигенный для Беларуси крыжовник обыкновенный (*Grossularia reclinata* (L.) Mill.) поражается чужеродным мучнисторосяным грибом *Sphaerotheca mors-uvae* (Schuw.) Berk. et Curt.

Мониторинг круга питающих растений чужеродных видов фитопатогенных микромицетов в Беларуси показал тенденции к его расширению: отмечено участие одного и того же патогена в составе многих консорций. Например, мучнисторосяный гриб *Microsphaera jaczewskii* U. Braun отмечен не только на *Syringa vulgaris* L., но и на *S. villosa* Vahl. и *S. josikaea* J. Jacq. ex Rchb.; грибоподобный организм *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary развивается в условиях Беларуси на *Lycopersicon esculentum* Mill., *Solanum tuberosum* L. и *Petunia* × *atkinsiana* D. Don ex Loudon; возбудитель американской мучнистой росы крыжовника и смородины (*Sphaerotheca mors-uvae* (Schuw.) Berk. et Curt.) поражает кроме *Grossularia reclinata* (L.) Mill. также аборигенный вид *Ribes nigrum* L. и чужеродный *Ribes alpinum* L.

Примером микромицета, начавшего интенсивно распространяться в Беларуси на аборигенном виде растения-хозяина, является двуххозяйный ржавчинный гриб *Gymnosporangium sabinae* (Dics.) G. Winter., вызывающий массовое поражение листьев груши обыкновенной. Еще в 1960-х гг. ареал этого гриба захватывал юг Украины, Кавказ, Молдову, но не включал территорию Беларуси [14]. По-видимому, распространение патогена стало возможным в связи с интродукцией его основного хозяина – можжевельника казацкого (*Juniperus sabina* L.), чужеродного для Беларуси вида, который стал широко использоваться для озеленения.

В распространении чужеродных видов фитопатогенных микромицетов наблюдается определенная закономерность. Установлено, что они трофически связаны в основном с чужеродными для республики видами растений, реже – с аборигенными. Наибольшее разнообразие чужеродных видов фитопатогенных микромицетов, развивающихся в консорциях чужеродных видов растений, отмечается в центрах интродукции и акклиматизации хозяйственно полезных неаборигенных растений (ботанические сады, питомники, приусадебные участки и т. п.), а также на полигонах твердых бытовых отходов, дорожных магистралях, агрофитоценозах. Из данных местообитаний происходит спонтанное распространение инвазивных видов патогенов совместно с консортами-детерминантами либо независимо от них в результате расширения круга хозяев из числа аборигенных видов (вхождение в новые консорции).

На основе имеющихся данных о более чем 450 видах фитопатогенов [15–18] и названных подходов нами для Беларуси установлено 134 вида чужеродных фитопатогенных микромицетов: **ООМУСОТА:** *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary на *Lycopersicon esculentum* Mill., *Solanum tuberosum* L. и *Petunia* × *atkinsiana* D. Don ex Loudon; *Ph. nicotianae* B. de Haan var. *parasitica* (Dast.) Waterhouse на *Lycopersicon esculentum* Mill.; *Basidiophora entospora* Roze & Cornu на *Conyza canadensis* (L.) Cronq.; *Plasmopara viticola* Berl. et de Toni на *Vitis vinifera* L.; *P. obducens* (J. Schrot.) J. Schrot. на *Impatiens balsamina* L.; *Hyaloperonospora berteroae* (Gäum.) Göker, Riethm., Voglmayr, Weiss & Oberw. на *Berteroa incana* (L.) DC.; *H. niessliana* (Berl.) Constant. на *Alliaria petiolata* (Bieb.) Cavara & Grande; *H. parasitica* (Pers.) Constant. на *Capsella bursa-pastoris* Medik.; *H. sisymbrii-loeselii* (Gäum.) Göker, Riethm., Voglmayr, Weiss & Oberw. на *Sisymbrium loeselii* L.; *Paraperonospora tanacetii* (Gäum.) Constant. на *Tanacetum vulgare* L.; *Perofascia lepidii* (McAlpine) Constant. на *Lepidium ruderae* L.; *Peronospora affinis* (Rossm.) Ronh. на *Fumaria officinalis* L.; *P. chelidonii* Miyabe на *Chelidonium majus* L.; *P. cochleariae* Gäum. на *Armoracia rusticana* P. G. Gaertn., B. Mey & Scherb.; *P. elsholtziae* T. R. Liu & C. K. Pai на *Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Hyl.; *P. erysimi* Gäum. на *Erysimum cheiranthoides* L.; *P. fagopyri* I. Tanaka на *Fagopyrum esculentum* Moench; *P. farinosa* (Fr.) Fr. на *Chenopodium album* L.; *P. farinosa* f. sp. *betae* Byford на *Beta vulgaris* L.; *P. flava* Gäum. на *Linaria vulgaris* Mill.; *P. hyoscyami* f. sp. *tabacina* Scalicky на *Nicotiana alata* Link & Otto; *P. lobulariae* Ubrizsy & Voros на *Lobularia maritima* (L.) Desv.; *P. manshurica* (Naum) Syd. на *Glycine hispida* (Moench) Maxim.; *P. meliloti* Syd. на *Melilotus albus* Medik. и *M. officinalis* (L.) Poll; *P. polygoni-convolvuli* A. Gust. на *Fallopia convolvulus* L.; *P. sisymbrii-officinalis* Gäum. на *Velarum officinale* (L.) Rchb.; *P. sisymbrii-sophiae* Gäum. на *Descurainia sophiae* (L.) Webb ex Prantl; *P. viciae pisi* Boerema & Verh. на *Pisum arvense* L.

и *P. sativum* L.; *Pseudoperonospora cubensis* Rostovz. на *Cucumis sativus* L.; *Bremia lapsanae* Syd. на *Lapsana communis* L.; *Wilsoniana bliti* (Biv.) Thines на *Amaranthus retroflexus* L.

ASCOMYCOTA: *Erysiphe betae* (Vanha) Weltz. на *Beta vulgaris* L.; *E. catalpae* Sim. на *Catalpa bignonioides* Walt.; *E. howeana* U. Braun на *Oenothera biennis* L.; *E. lycopsidis* Jheng et Chen. на *Anchusa officinalis* L. и *Lycopsis arvensis* L.; *Golovinomyces echinopsis* (U. Braun) Gel. на *Echinops ritro* L. и *E. sphaerocephalus* L.; *G. orontii* (Costagne) V. P. Heluta на *Physalis alkekengi* L.; *Microsphaera jaczewskii* U. Braun на *Syringa vulgaris* L., *S. villosa* Vahl. и *S. josikaea* J. Jacq. ex Rchb.; *M. palczewskii* Jacz. на *Caragana arborescens* Lam.; *M. pseudacaciae* (Marcz.) U. Braun на *Robinia pseudacacia* L.; *M. vanbruntiana* Ger. на *Sambucus racemosa* L.; *Sphaerotheca mors-uvae* (Schuw.) Berk. et Curt. на *Grossularia reclinata* (L.) Mill., *Ribes nigrum* L. и *R. alpinum* L.; *S. verbenae* Sav. et Negru на *Verbena hybrida* Voss.; *Uncinula flexuosa* Peck на *Aesculus hippocastanum* L.; *U. necator* (Schw.) Burr. на *Vitis vinifera* L.; *Leveillula helichrysi* V. P. Heluta et Simonian на *Helichrysum arenarium* (L.) DC.

BASIDIOMYCOTA: *Entyloma calendulae* (Oudem.) de Bary на *Calendula officinalis* L.; *E. gaillardianum* Vánky на *Gaillardia aristata* Pursh.; *Macalpinomyces neglectus* (Niessl) Vánky на *Setaria glauca* (L.) Beauv.; *Ustilago maydis* (DC.) Corda на *Zea mays* L.; *U. nuda* (C. N. Jensen) Rostr. на *Hordeum distichon* L.; *Coleosporium petasitis* (DC.) Lév. на *Petasites hybridus* (L.) Gaertn.; *Cumminsia mirabilissima* (Peck) Nannf. на *Mahonia aquifolium* (Pursh.) Nutt.; *Gymnosporangium sabiniae* (Dics.) G. Winter. на *Pyrus communis* L.; *Uromyces beticola* (Belynyck) Boerema, Loer. & Hamers на *Beta vulgaris* L.; *U. sojae* (P. Henn.) Syd. на *Glycine hispida* (Moench) Maxim.; *Puccinia carthami* Cda на *Carthamus tinctorius* L.; *P. chrysanthemi* Roze на *Glebionis segetum* (L.) Fourr.; *P. conii* Fuck. ex Lagerh. на *Conium maculatum* L.; *P. cyani* (Schleich.) Pass. на *Centaurea cyanus* L.; *P. echinopsis* DC. на *Echinops ritro* L.; *P. helianthi* Schw. на *Helianthus annuus* L.; *P. komarovii* Tranz. на *Impatiens parviflora* DC.; *P. suaveolens* Pers. на *Cirsium arvense* Mill.

DEUTEROMYCOTA: *Botrytis elliptica* (Berk.) Cooke на *Lilium album* L.; *B. fabae* Sardina на *Vicia faba* L.; *B. paeoniae* And. на *Paeonia* sp.; *B. tulipae* (Lib.) Lind на *Tulipa* sp.; *Ramularia archangelica* Sacc. на *Archangelica officinalis* Hoffm.; *R. armoraciae* Fuck. на *Armoracia rusticana* L.; *R. aromatica* (Sacc.) Höhn. на *Acorus calamus* L.; *R. coryandri* Moesz. на *Coryandrum sativum* L.; *R. lapsanae* (Desm.) Sacc. на *Lapsana communis* L.; *R. levistici* Oudem. на *Levisticum officinalis* Hill.; *R. paeoniae* Voglino на *Paeonia* sp.; *R. pastinacae* (Karst.) Lindr. et Vester на *Pastinaca sativa* L.; *R. rhei* All. на *Rheum palmatum* L.; *Alternaria brassicae* (Berkeley) Saccardo на *Brassica cauliflora* Lizg. и *B. capitata* Lizg.; *A. brassicicola* (Schw.) Wiltshire на *Raphanus sativus* L., *Brassica cauliflora* Lizg., *B. capitata* Lizg. и *B. juncea* (L.) Czern.; *A. dauci* (Kühn.) J. W. Groves & Skolko на *Daucus sativus* (Hoffm.) Roehl.; *A. helianthi* Hansf. на *Helianthus annuus* L.; *A. mali* Roberts. на *Malus domestica* L.; *A. nobilis* (Vize) E. G. Simmons на *Dianthus barbatus* L.; *A. solani* Sorauer на *Solanum tuberosum* L., *S. retroflexum* Dunal и *Lycopersicon esculentum* Mill.; *A. japonica* Yoshii на *Raphanus sativus* L. var. *oleifera* Metzg.; *A. panax* Whetzel. на *Panax ginseng* A. Meg.; *A. petroselini* (Neergaard) E. G. Simmons на *Petroselinum crispum* (Mill.) A. W. Hill; *A. calendulae* Ondřej, Čas. Slez. на *Calendula officinalis* L.; *A. zinniae* M. B. Ellis на *Zinnia elegans* Jacq.; *A. helianthificiens* E. G. Simmons на *Helianthus annuus* L.; *Ceratophorum setosum* Kirch. на *Lupinus polyphyllus* Lindl.; *Cercospora althaeina* Sacc. на *Althea officinalis* L.; *C. beticola* Sacc. на *Beta vulgaris* L.; *C. cruenta* Sacc. на *Glycine hispida* (Moench) Maxim.; *C. leonuri* Stev. et Solh. на *Leonurus quinquelobatus* Gilib.; *C. carotae* (Pass.) Kazn. & Siemaszko на *Daucus sativus* (Hoffm.) Roehl.; *C. chrysanthemi* Heald et Wolf. на *Chrysanthemum indicum* L.; *C. ligustri* Roum. на *Ligustrum vulgare* L.; *C. zinniae* Ellis & G. Martin на *Zinnia elegans* Jacq.; *Cladosporium cucumerinum* Ell. et Arth. на *Cucumis sativus* L.; *Passalora depressa* (Berk. & Broome) Sacc. на *Petroselinum crispum* (Mill.) Nym.; *P. fulva* (Cooke) U. Braun & Crous на *Lycopersicon esculentum* Mill.; *Ulocladium consortiale* (Thüm.) E. G. Simmons на *Cucumis sativus* L.; *Sphaceloma symphoricarpi* Barrus & Horsfall на *Symphoricarpos rivularis* Suksdorf; *Septomyxa negundinis* All. на *Acer negundo* L.; *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. на *Malus domestica* Borkh.; *Cylindrosporium cydoniae* (Mont.) Schoschiaschwili на *Cydonia oblonga* Mill.; *C. maculans* (Bereng.) Jacz. на *Morus alba* L.; *Marssonina juglandis* P. Magn. на *Juglans mandshurica* Maxim. и *J. regia* L.; *Ascochyta cucumis* Fautr. et Roum. на *Cucumis sativus* L.; *A. fagopyri* Bres. на *Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.; *A. hyosciami* Pat. на *Hyoscyamus niger* L.; *A. sojaycola* Abr. на *Glycine hispida* (Moench) Maxim.; *A. syringae* Bres. на *Syringa vulgaris* L.; *Phoma anethi* (Pers.) Sacc. на *Anethum graveolens* L.; *Phyllosticta atropae* Tassi на *Atropa bella-donna* L.; *Ph. paeoniae* Bell. на *Paeonia* sp.; *Ph. castaneae* Ellis & Everh. и *Ph. paviae* Desm. на *Aesculus hippocastanum* L.; *Ph. physaleos* Sacc. на *Physalis alkekengi* L.; *Phyllosticta* sp. 1 на *Hydrangea arborescens* L.; *Phyllosticta* sp. 2 на *Buxus sempervirens* L.; *Phyllosticta* sp. 3 на *Ipomoea purpurea* Roth.; *Septoria lycopersici* Spagozzini на *Lycopersicon esculentum* Mill.; *S. lupini* Harkn. на *Lupinus polyphyllus* Lindl.; *S. stenactidis* Vill. на *Phalacrologoma annuum* (L.) Dumort.; *S. callistephi* Gloyer на *Callistephus chinensis* Nees; *S. chelidonii* Desm. на *Chelidonium majus* L.; *S. hydrangeae* Bizz. на *Hydrangea arborescens* L.; *S. melanosa* Elenk. на *Vitis vinifera* L.;

S. nodorum (Berk.) Berk. на *Triticum aestivum* L. и \times *Triticosecale*; *S. tanacetii* Niessl на *Tanacetum vulgare* L.; *S. tritici* Rob. et Desm. на *Triticum aestivum* L. и \times *Triticosecale*; *Leptothyrium pomi* (Mont. & Fr.) Sacc. на *Malus domestica* Borkh.

Анализ сходства видового состава чужеродных фитопатогенных микромицетов Беларуси и пяти сопредельных государств показал, что в Беларуси выявлено:

- 24 вида фитопатогенов, являющихся также чужеродными для Литвы (*Peronospora cochleariae* Gäum., *P. fagopyri* I. Tanaka, *P. farinosa* f. sp. *betae* Byford, *P. hyoscyami* f. sp. *tabacina* Scalicky, *P. viciae* f. sp. *pisi* Boerema & Verh., *Pseudoperonospora cubensis* Rostovz., *Plasmopara viticola* Berl. et de Toni, *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, *Erysiphe betae* (Vanha) Weltz., *Golovinomyces orontii* (Costagne) V. P. Heluta, *Microsphaera palczewskii* Jacz., *Sphaerotheca mors-uvae* (Schuw.) Berk. et Curt., *Uncinula flexuosa* Peck, *U. necator* (Schw.) Burr., *Entyloma calendulae* (Oudem.) de Bary, *E. gaillardianum* Vánky, *Ustilago maydis* (DC.) Corda, *U. nuda* (C. N. Jensen) Rostr., *Cumminsia mirabilissima* (Peck) Nannf., *Gymnosporangium sabiniae* (Dics.) G. Winter., *Uromyces beticola* (Belynyck) Boerema, Loer. & Hamers, *Puccinia chrysanthemi* Roze, *P. helianthi* Schw., *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.);

- 22 вида, чужеродных для Польши (*Cumminsia mirabilissima* (Peck) Nannf., *Entyloma calendulae* (Oudem.) de Bary, *E. gaillardianum* Vánky, *Erysiphe betae* (Vanha) Weltz., *E. catalpae* Sim., *E. howeana* U. Braun, *Uncinula flexuosa* Peck, *U. necator* (Schw.) Burr., *Microsphaera palczewskii* Jacz., *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., *Marssonina juglandis* P. Magn., *Sphaerotheca mors-uvae* (Schuw.) Berk. et Curt., *Puccinia chrysanthemi* Roze, *P. helianthi* Schw., *P. komarovii* Tranz., *Ustilago maydis* (DC.) Corda, *Peronospora farinosa* f. sp. *betae* Byford, *P. hyoscyami* f. sp. *tabacina* Scalicky, *P. viciae* f. sp. *pisi* Boerema & Verh., *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, *Pseudoperonospora cubensis* Rostovz., *Plasmopara viticola* Berl. et de Toni);

- 6 видов, чужеродных для России (*Microsphaera palczewskii* Jacz., *M. vanbruntiana* Ger., *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., *Puccinia komarovii* Tranz., *Sphaerotheca mors-uvae* (Schuw.) Berk. et Curt., *Marssonina juglandis* P. Magn.);

- по 5 видов, чужеродных для Латвии (*Microsphaera palczewskii* Jacz., *M. jaczewskii* U. Braun, *Sphaerotheca mors-uvae* (Schuw.) Berk. et Curt., *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, *Pseudoperonospora cubensis* Rostovz.) и Украины (*Microsphaera palczewskii* Jacz., *M. vanbruntiana* Ger., *Sphaerotheca mors-uvae* (Schuw.) Berk. et Curt., *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., *Puccinia komarovii* Tranz.).

Таким образом, нами создана база данных (в том числе карты распространения в Беларуси) для анализа динамики инвазивных процессов среди фитопатогенных микромицетов, установлены основные закономерности их распространения, что является предпосылкой для изучения источников и путей миграции чужеродных микромицетов, а также разработки мер по ограничению и предотвращению инвазий.

Авторы выражают благодарность доценту кафедры ботаники БГУ М. А. Джусу за предоставленные для анализа данные о чужеродных для Беларуси видах растений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Hawksworth D. L. The magnitude of fungal diversity: the 1,5 million species estimate revisited // Mycol. Res. 2001. Vol. 105. P. 1422–1432.
2. DAISIE: Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe [Electronic resource]. URL: <http://www.europe-aliens.org> (date of access: 19.06.2015).
3. Desprez-Loustau M.-L. Alien Fungi of Europe // Handbook of Alien Species in Europe. Invading Nature – Springer Series in Invasion Ecology. 2009. Vol. 3. P. 15–28.
4. Беломесяцева Д. Б., Гапиенко О. С., Звягинцев В. Б., Жданович С. А. Инвазивные виды фитопатогенных организмов в Беларуси и сопредельных странах // Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. Минск, 2013. Вып. 42. С. 87–98.
5. Поликсенова В. Д., Храпцов А. К. К вопросу о чужеродных видах фитопатогенных микромицетов в Беларуси // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 22–26 окт. 2012 г.) : сб. науч. работ / под общ. ред. В. И. Парфенова. Минск, 2012. С. 488–491.
6. Поликсенова В. Д., Храпцов А. К. Чужеродные виды фитопатогенных микромицетов в Беларуси // Современная микология в России : материалы 3-го Съезда микологов России (Москва, 10–12 окт. 2012 г.) : в 5 т. М., 2012. Т. 3. С. 303–304.
7. Федорович М. Н., Поликсенова В. Д. Грибы рода *Alternaria* как компонент чужеродной микобиоты Беларуси // Современная микология в России : материалы 3-го Съезда микологов России (Москва, 10–12 окт. 2012 г.) : в 5 т. М., 2012. Т. 3. С. 107.
8. Горленко М. В. Миграции фитопатогенных микроорганизмов. М., 1975.
9. Ингольд Ц. Пути и способы распространения грибов. М., 1958.
10. Левитин М. М., Новожилов К. В., Афанасенко О. С., Михайлов Л. А., Мироненко Н. В., Гагкаяева Т. Ю., Ганнибал Ф. Б. Миграции фитопатогенных грибов и ареалы популяций // Микология сегодня : в 2 т. М., 2011. Т. 2. С. 261–274.
11. Дьяков Ю. Т. Популяционная биология фитопатогенных грибов. М., 1998.
12. Поликсенова В. Д. Ретроспективный обзор болезней томата в Беларуси и перспектива развития фитопатологической ситуации // Защита растений на рубеже XXI века : материалы науч.-практ. конф., посвящ. 30-летию БелНИИЗР (Минск – Прилуки, 19–21 февр. 2001 г.). Минск, 2001. С. 225–228.

13. Поликсенова В. Д. Микозы томата: возбудители заболеваний, устойчивость растений. Минск, 2008.
14. Грушевой С. Е. Сельскохозяйственная фитопатология. М., 1965.
15. Бибиков Ю. А., Стефанович А. И., Поликсенова В. Д., Черник В. В. Флора и микобиота Минской области // Вестн. Белорус. гос. ун-та. Сер. 2, Химия. Биология. География. 2001. № 3. С. 68–73.
16. Современное состояние биоразнообразия растений и микромицетов как основа мониторинга ресурсов растительного мира центрального региона Белорусской гряды : отчет о НИР (заключ.). Ч. 2. Микромицеты / Белорус. гос. ун-т ; рук. темы В. Д. Поликсенова. Минск, 2010. 192 с. № ГР 20063149.
17. Поликсенова В. Д., Черник В. В. Развитие исследований по разнообразию и ресурсной оценке растений и микромицетов // Вестн. БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. 2011. № 3. С. 46–51.
18. Поликсенова В. Д., Черник В. В., Джус М. А., Сауткина Т. А., Тихомиров В. Н., Храпцов А. К., Лемеза Н. А., Сидорова С. Г., Стадниченко М. А., Федорович М. Н. Современное состояние разнообразия растений и фитопатогенных микромицетов центрального региона Белорусской гряды // Вестн. БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. 2012. № 2. С. 57–62.

Поступила в редакцию 25.06.2015.

Валентина Дмитриевна Поликсенова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой ботаники биологического факультета БГУ.

Александр Константинович Храпцов – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники биологического факультета БГУ.

УДК 595.752.2:575.174.015.3

М. М. ВОРОБЬЕВА, Н. В. ВОРОНОВА, С. В. БУГА

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ УРОВНЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО СХОДСТВА ИНВАЗИВНЫХ И АБОРИГЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ АЛЫЧОВОЙ ТЛИ (*BRACHYCAUDUS DIVARICATAE* SHAP., 1956)

Представлены предварительные результаты изучения генетической вариабельности STR-маркеров (short tandem repeats) в инвазивных и аборигенных популяциях тли *Brachycaudus divaricatae* Shap., являющейся опасным вредителем алычи (*Prunus divaricata* Ldb s. l.). Для сравнения образцов, коллектированных на территории первичного (Армения) и вторичного (Беларусь) ареалов, были использованы 7 микросателлитных локусов. В результате установлено, что тли из Беларуси обладают меньшим уровнем генетической вариабельности, чем из Армении, однако эти различия незначительны. Таким образом, экспансия *B. divaricatae* на новые территории проходит без существенной потери генетической вариабельности.

Ключевые слова: *Brachycaudus divaricatae*; тли; генетическая вариабельность; инвайдеры; алычовая тля; микросателлитные локусы; STR-анализ.

The article presents the preliminary results of studying the STR-markers variability of invasive and aboriginal populations of *Brachycaudus divaricatae* Shap., which is a dangerous pest of cherry plum (*Prunus divaricata* Ldb s. l.). Seven STR loci were used for comparison of samples collected in Armenia and Belarus. It's found that aphids collected on the territory of Belarus have the less level of the genetic variability than Armenian ones. But these differences were not significant. It means that the expansion of *B. divaricatae* in novel territory occurs without significant loss of the genetic variability.

Key words: *Brachycaudus divaricatae*; aphids; genetic variability; invasive species; cherry-plum aphid; microsatellite loci; STR-analysis.

В конце 1990-х – начале 2000-х гг. человечество столкнулось с обострением экологической проблемы биологических инвазий – интенсификацией процессов вторжения чужеродных для региональных фаун таксонов. Новые виды-вселенцы ежегодно регистрируются как в Европе, так и в странах Нового Света, Австралии, Восточной Азии. Процесс, который на первый взгляд должен приводить к увеличению биологического разнообразия, пополняя сложившиеся региональные сообщества новыми видами, на деле несет тяжелые последствия, усиливая межвидовую конкуренцию, что опасно для аборигенных и прежде всего эндемичных видов, поскольку зачастую ставит их на грань угрозы исчезновения [1].

Среди видов-инвайдеров особое место занимают вредители растений, в первую очередь культивируемых и других хозяйственно ценных. Инвазии фитофагов на новые территории облегчаются широкой интродукцией их кормовых растений и трансграничным перемещением посадочного материала. Многие из них, в частности тли (*Insecta: Aphidoidea*), быстро адаптируются к новым условиям, нередко меняя вариант биологического цикла и спектр кормовых растений. Поскольку они способны переносить большое число патогенных для растений вирусов, их инвазии представляют большую проблему для растениеводства.

К числу инвайдеров, в настоящее время успешно освоивших территорию Беларуси, принадлежит алычовая тля (*Brachycaudus divaricatae* Shaposhnikov, 1956), которая вредит алыче (*Prunus divaricata* Ldb s. l.) и ее садовым формам. *B. divaricatae* является фитофагом *P. divaricata*, и ее естественно-исторически сложившийся ареал не мог выходить за пределы территории природного произрастания алычи – Закавказья и прилегающих регионов Малой, Передней и Средней Азии. В последующем