

ГИФОМИЦЕТЫ В КОНСОЦИИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

The data about the mycobiotic taxonomic structure of the *Pinus sylvestris* consortium in Belarus were given. 157 species of hyphomycetes were identified. The number of the species of *Dematiaceae* related to *Moniliaceae* as 1 : 2. The biggest genus was *Penicillium* Link (includes 27 species). On the basis of the substrate preference the examined fungi belonged to 3 fundamental ecological groups. The hyphomycetes developed on the above-ground parts of pine, on tree-waste and in rhizosphere were separated. Most species were saprotrophs and only 6 species were biotrophs. The diseases of *P. sylvestris* caused by the micromycetes were described.

Введение. Гифомицеты (*Hyphomycetes*) ранее выделялись в отдельный класс, а в настоящее время обычно рассматриваются как составная часть анаморфных (митоспоровых) грибов. К гифомицетам относятся многие паразиты высших растений. Исключительно важное значение имеют также относящиеся к этому классу сапротрофы, разлагающие и разрушающие растительные остатки и иной субстрат естественного происхождения.

Для таксономии гифомицетов основными признаками являются морфологические. Они включают тип конидиеносца и конидиомы, расположение конидиогенных клеток, особенности конидиогенеза и характер конидий. Комбинация этих признаков определяет родовую принадлежность вида. Как показал В. А. Мельник, в таксономии гифомицетов видны 2 подхода. Первый из них основан на априорно признаваемой приуроченности грибов к определенному роду растений. Такой принцип дифференциации имеет большое значение при работе с фитопатогенными гифомицетами. Иной подход, особенно при исследовании сапротрофных видов гифомицетов, – широкое использование всей совокупности морфологических признаков, особенно если они достаточно богаты. Различиям в систематической принадлежности растений, на которых встречаются эти грибы, в таких случаях придают меньшее значение, а иногда даже вовсе не принимают во внимание. Главенствующим в таксономии микромицетов в настоящее время является морфогенетический критерий [1].

В данной статье мы постараемся показать общую картину развития гифомицетов в консорции сосны обыкновенной и раскрыть роль различных экологических групп гифомицетов в жизни леса.

Материалы и методы. В 2000–2007 гг. в ходе научно-исследовательских работ по установлению видового состава микромицетов, развивающихся на хвойных культурах (проект БРФФИ Б06-2 71 и грант на выполнение диссертационной работы по постановлению Бюро Президиума НАН Беларуси № 157 от 11.04.07), были проведены микофлористические исследования в различных ботанико-географи-

ческих подзонах республики. В ходе маршрутных обследований проводился отбор проб ризосферы, корней и надземных частей растений сосны. При документировании и обработке гербарных образцов использовались общепринятые методы [2, 3]. Выделение микромицетов из ризосферы и непосредственно из тканей растения проводилось следующими методами: метод почвенных разведений для определения количества грибных спор и фрагментов мицелия в 1 г сухой почвы путем прямого микроскопирования или высева на полноценную питательную среду для подсчета колоний; метод прямого посева почвы на агаризованную питательную среду для определения более полного видового состава почвенных микромицетов; метод мацерации корней Н. А. Наумова [2, 4] для выделения эндофитов из корневых тканей. Идентификация микромицетов проводилась в соответствии с культуральными и морфологическими признаками по определителям В. А. Мельника, М. В. Элліса [1, 4, 5, 6]. При определении таксономического положения возбудителей мы базировались на системе, опубликованной в «Словаре грибов Айнсворта и Бисби» [7].

Результаты и их обсуждение. Согласно полученным в ходе исследований данным, в консорции сосны обыкновенной встречается 331 вид микромицетов. Большая часть из них относится к гифомицетам – 47,5%. Далее следуют аскомицеты – 31,5% и целомиицеты – 14,8%. Значительно меньше зигомицетов – 4,7% и последнее место по количеству видов занимают ржавчинные грибы – всего 1,5% от общего числа микромицетов в консорции сосны обыкновенной (рис. 1). В целом достаточно выражена специализированность микобиоты, около половины всех видов приурочены в своем развитии к хвойным породам из них примерно треть – непосредственно к сосне.

Из этого общего числа видов микромицетов нами было идентифицировано 157 видов гифомицетов. Таким образом, можно сказать, что в наших лесах гифомицеты составляют наиболее значительную часть всех микроскопических грибов, связанных в своем развитии с сосной обыкновенной.

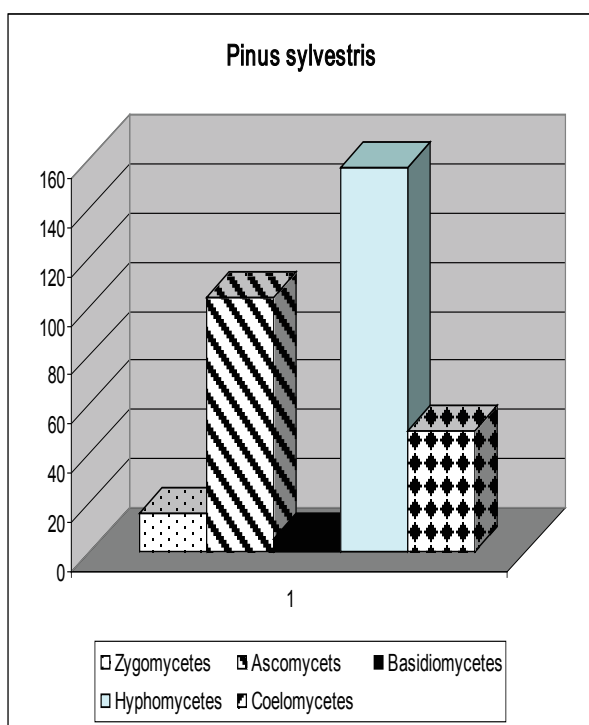


Рис. 1. Таксономический состав микофлоры в консорции сосны

Ниже нами приводится список выявленных гифомицетов с указанием типа субстрата.

Alternaria alternata (Fr.) K. Eissl., *Antennatula pinophila* Fr. (на отмерших ветвях), *Arthrobotrys arthrobotryoides* (Berl.) Lindau (на отмерших ветвях), *A. conoidea* Drechsler (на опавшей хвое), *Aureobasidium pullulans* (de Bary) G. Arnaud (на отмерших ветвях), *Bactrodesmium betulicola* M. B. Ellis (на отмерших ветвях), *B. obliquum* V. Sutton (на отмерших ветвях), *Botrytis cinerea* Pers. (на живой хвое), *Brachysporium nigrum* (Link) S. Hughes (на коре живых ветвей), *Chalara affinis* Sacc. (на опавшей хвое), *Ch. austriaca* (Fautrey et Lamb.) Nag Raj et W. B. Kendr. (на опавшей хвое), *Ch. cylindrosperma* (Corda) S. Hughes (на опавшей хвое), *Ch. fusidioides* (Corda) Rabenh. (на опавшей хвое), *Ch. piceae-abietis* Hol.-Jech. (на опавшей хвое), *Cheiramyces microscopica* (P. Karst.) S. Hughes (на отмерших ветвях), *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G. A. de Vries (на живой хвое), *Cryptocoryneum condensatum* (Wallr.) E. W. Mason & S. Hughes (на отмерших ветвях), *Dactylaria lepida* Minter (на опавшей хвое), *Dendrostilbella byssina* (Pers.) Hohn. (на опавшей хвое), *Endophragmiella pinicola* (M. B. Ellis) S. Hughes (на опавшей хвое), *Epicoecium purpurascens* Ehrenb. ex Schlecht. (на отмерших ветвях), *Excipularia fusispora* (Berk. et Broome) Sacc. (на отмерших ветвях), *Fusidium griseum* Ditmar (на опавшей хвое), *Harpographium fasciculatum* Sacc. (на опавшей хвое), *Hormiactella asetosa* Hol.-Jech. (на отмерших ветвях), *Chloridium virescens* (Pers. ex Pers.) W. Gams et Hol.-Jech. v. ar. *chlamydosporum* (J. F. H. Beyma

W. Gams et Hol.-Jech. (на опавшей хвое), *Leptographium lundbergii* Lagerb. & Melin (син. *Verticicladiella truncate*) (на отмерших ветвях), *Monodictys lepraria* (Berk.) M. B. Ellis (на отмерших ветвях), *M. levis* (Wiltshire) S. Hughes (на отмерших ветвях), *Pseudocercospora deightonii* Minter (на живой хвое), *Ramichloridium anceps* (Sacc. et Ellis) de Hoog (на опавшей хвое), *Septonema fasciculare* (Corda) S. Hughes (на отмерших ветвях), *Seimatosporium foliicola* (Berk.) Shoemaker (на отмерших ветвях), *Sesquicillium candelabrum* (Bonord.) W. Gams (син. *Verticillium candelabrum*) (на живой хвое), *Sphaeridium candidum* Sacc. & Roum. (на опавшей хвое), *Trichoderma hamatum* (Bonord.) Vainier, (на опавших шишках), *Sympodiella acicola* W. B. Kendr. (на опавшей хвое), *Thysanophora penicillioides* (Roum.) W. B. Kendr. (на опавшей хвое), *Trimmatostroma scutellare* (Berk. & Broome) M. B. Ellis (на коре и шишках), *Trinacrium subtile* Riess (на отмерших ветвях), *Verticicladium* sp. (на опавшей хвое), *Xylomyces pinicola* D. Hawksw. (на отмерших ветвях) (рис. 2-4).



Рис. 2. *Thysanophora penicillioides*

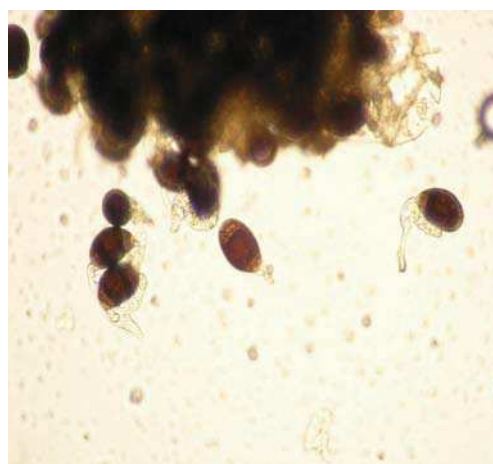


Рис. 3. *Bactrodesmium obliquum*

Таким образом, почти 40 видов гифомицетов колонизируют различные живые и отмирающие наземные части растений *Pinus sylvestris*.

Еще 115 видов гифомицетов развивается в ризосфере сосны или выделяется непосредственно с поверхности корней или (в некоторых случаях) из глубины корневых тканей.

Соотношение типов субстрата приведено на рис. 5.

Ниже нами приводится перечень видов грибов, выделенных с поверхности и (или) из тканей корней сосны.

Acremonium butyri (J. F. H. Beyma) W. Gams, *A. roseogriseum* (S. B. Saksena) W. Gams, *A. strictum* W. Gams, *Aspergillus candidus* Link, *A. flavus* Link, *A. niger* Tiegh. (рис. 4), *A. ustus* (Bainier) Thom & Church, *A. wentii* Wehmer, *Botryosporium diffusum* (Grev.) C orda, *B. piluliferum* Sacc. & Marchal, *Botrytis cinerea* Pers.: F r., *B. epigaea* Link, *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link, *C. oxysporum* Berk. et M . A. C urtis, *Fusarium merismoides* Corda, *F. oxysporum* Schlecht., *Gliocladium penicilloides* Corda, *G. roseum* Bainier, *G. virens* J. H. Mill., G iddens & A . A. Foster, *Gonytrichum macrocladum* (Sacc.) S. Hughes, *Haplaria grisea* Schwein., *Humicola nigrescens* Omvik, *Monilia brunnea* (Abbott) G ilman, *Oidiodendron maius* G. L. Barron, *O. tenuissimum* (Peck) S. Hughes, *Paecilomyces carneus* (Duché et R. Heim) W . Br. et S m., *P. lilacinus* (Thom) Samson, *P. marquandii* (Masse) S . Hughes, *P. variotii* Bainier, *Penicillium atramentosum* Thom, *P. chartarum* Cooke, *P. citreoviride* Biourge, *P. cyaneum* (Bainier & Sartory) Biourge ex Thom, *P. decumbens* Thom, *P. duclauxii* (Delacr.) D ierckx, *P. expansum* Link, *P. frequentans* Westling, *P. giganteum* R. Y. Roy & G. N. Singh, *P. implicatum* Biourge, *P. jensenii* K. M. Zalesky, *P. lanosum* Westling, *P. lividum* Westling, *P. miczynskii* K. M. Zalesky, *P. nigricans* Bainier ex Thom, *P. oxalicum* Currie & Thom, *P. purpurogenum* Stoll, *P. raciborskii* K. M. Za-

lessky, *P. rugulosum* Thom, *P. soppii* K. M. Zalesky, *P. spinulosum* Thom, *P. tardum* Thom, *P. thomii* Maire, *P. variabile* Sopp, *P. velutinum* Beyma, *P. verruculosum* Peyronel, *P. waksmanii* K. M. Zalesky, *Phaeoisaria clavulata* (Grove) E. W. Mason & S . Hughes, *Rhinochlaidiella atrovirens* Nannf., *Scopulariopsis brevicaulis* (Sacc.) Bainier, *Thielaviopsis basicola* (Berk. & B roome) Ferraris, *Tolypocladium* sp., *Trichoderma hamatum* (Bonord.) Bainier, *T. koningii* Oudem., *T. viride* Pers., *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold, *V. album* (Preuss) P idopl., *V. lecanii* (Zimm.) V iegas.

Как видно из вышеприведенных списков, количество видов темноокрашенных дематиевых гифомицетов и гифомицетов монилиоидных, присутствующих в консорции сосны обыкновенной, соотносится как 1 : 2.



Рис. 4. *Aspergillus niger*

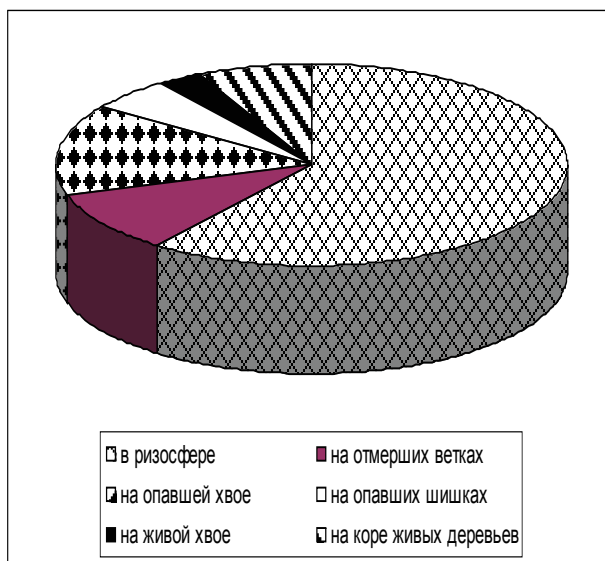


Рис. 5. Соотношение различных типов субстрата на котором развиваются гифомицеты

Значительное превалирование монилиоидных грибов связано в первую очередь с наличием в микобиоте представителей 6 крупных родов: *Aspergillus* E. M. Fries, *Gliocladium* Corda, *Paecilomyces* Bainier, *Penicillium* Link, *Trichoderma* Persoon и *Verticillium* Nees ex Wallroth. Так, например, нами было выделено в культуру 27 видов рода *Penicillium*. Это различие в количественном составе темно- и светлоокрашенных гифомицетов представляет собой очень характерное именно для ризосферы хвойных пород на дерново-подзолистых почвах явление [8, 9, 10].

В ходе проведенных исследований была также выявлена закономерность, выражающаяся в наличии взаимосвязи между общей структурой комплекса гифомицетов и фитосанитарным состоянием сосновых насаждений. Данная закономерность проявляется в устойчивой корреляции между рядом сапротрофных видов грибов, относящихся к условному классу монилиальных и наличием видов патогенов. В то же время наиболее патогенные заболевания сопро-

вождаются элиминацией ряда дематиевых сапротрофов из состава микоценоза. Существование подобной зависимости было обнаружено на примере развития возбудителя обыкновенного шютте сосны – гриба *Lophodermium seditiosum* Minter, Staley et Miller.

Статистически достоверно, что в сборах, включающих возбудителей наиболее вредоносных болезней сосны, не встречаются такие виды сапротрофов, как *Chalara affinis* Sacc. (на опавшей хвое), *Cheiromycella microscopica* (P. Karst.) S. Hughes (на коре отмерших ветвей), *Endophragmiella pinicola* (M. B. Ellis) S. Hughes (на опавшей хвое), *Harpographium fasciculatum* Sacc. (на опавшей хвое), *Hormiactella asetosa* Hol.-Jech. (на коре отмерших ветвей), *Septonema fasciculare* (Corda) S. Hughes (на коре отмерших ветвей), *Sesquicillium candelabrum* (Bonord.) W. Gams (на хвое), *Thysanophora penicillioides* (Roum.) W. B. Kendr.

Сопутствующими развитию *Lophodermium seditiosum* являются представители родов *Aspergillus* E. M. Fries, *Gliocladium* Corda, *Paecilomyces* Bainier, *Penicillium* Link, *Trichoderma* Persoon и *Verticillium* Nees.

Заключение. В ходе наших исследований, охвативших все 3 ботанико-географические зоны республики, было установлено, что наиболее значительную по количеству видов часть микобиоты сосны обыкновенной составляют гифомицеты.

Количество видов дематиевых и монилиоидных гифомицетов соотносится как 1 : 2. Это связано с развитием на корнях сосны представителей таких родов, как *Penicillium*.

Подавляющее большинство гифомицетов являются сапротрофами и развиваются на отмирающих частях растений сосны, на поверхности корней и в ризосфере в целом.

Количество видов-биотрофов в этой группе грибов крайне ограничено. К ним относятся *Brachysporium nigrum*, *Pseudocercospora deightonii* и *Sesquicillium candelabrum*. На живых растениях могут при благоприятных для них условиях обильно развиваться такие виды гифомицетов, как *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum* и *Cladosporium cladosporioides*. Данные виды грибов могут выступать возбудителями поражения всходов и сеянцев хвойных пород.

В некоторых случаях, как правило, на ослабленных сеянцах 1-го года *C. cladosporioides* может вызывать поражение по типу кладоспо-

риоза или темно-оливковой плесени. Симптомом этой болезни является потемнение хвоинок, которые приобретают буровато-фиолетовый оттенок, засыхают и на них развивается плодоношение кладоспориума. В свою очередь *B. cinerea* может выступать как возбудитель серой плесени сеянцев сосны. Заболевание характеризуется образованием на хвое и стебельках сеянцев светло-серой паутинистой грибницы, им обычно поражаются сеянцы, культивируемые под полиэтиленовой пленкой, где нарушен режим полива и проветривания, а также в перегущенных посадках [11].

Литература

1. Мельник, В. А. Определитель грибов России. Класс *Hyphomycetes*. Сем. *Dematiaceae* / В. А. Мельник. – СПб.: Наука, 2000. – 371 с.
2. Билай, В. И. Методы экспериментальной микологии / В. И. Билай. – Киев: Наукова думка, 1982. – 551 с.
3. Билай, В. И. Определитель токсинобразующих микромицетов / В. И. Билай, З. А. Курбацкая. – Киев: Наукова думка, 1990. – 236 с.
4. Arx, J. A. v on. T he genera o f f ungi sporulating in pur e c ulture / J. A. von Arx. – 3rd ed. – Vaduz: Cramer, 1981. – 424 p.
5. Ellis, M. B. Dematiaceous Hyphomycetes / M. B. Ellis. – Kew: CAB., 1971. – 608 p.
6. Ellis, M. B. M ore D ematiaceous Hyphomycetes / M. B. Ellis. – Kew: CAB., 1976. – 507 p.
7. Ainsworth and Bisby's dictionary of t he fungi / P. M. Kirk [et al.]. – 9th ed. – Wallingford: CAB International, 2001. – 655 p.
8. Беломесяцева, Д. Б. Митоспоровые грибы в дерново-подзолистых почвах сосняков и ельников Минской возвышенности / Д. Б. Беломесяцева, Т. Г. Шабашова // Ботаника (Исследования). – Минск, 2005. – Вып. 33. – С. 146–153.
9. Борисова, В. Н. Гифомицеты лесной подстилки в различных экосистемах / В. Н. Борисова. – Киев: Наукова думка, 1987. – 260 с.
10. Великанов, Л. Л. Грибы почвы и подстилки в лесных биогеоценозах / Л. Л. Великанов, И. И. Сидорова // Итоги науки и техники. – М., 1988. – Т. 6. – С. 143.
11. Федоров, Н. И. Лесная фитопатология / Н. И. Федоров. – Минск, 2004. – 462 с.