

ROBERT JANKOWIAK

Grzyby z grupy *Ophiostoma sensu lato* związane z kózkowatymi *Monochamus sutor* (L.) i *Rhagium inquisitor* (L.) w południowej Polsce

Ophiostoma sensu lato species associated with the cerambycid beetles *Monochamus sutor* (L.) and *Rhagium inquisitor* (L.) in southern Poland

ABSTRACT

Jankowiak R. 2010. Grzyby z grupy *Ophiostoma sensu lato* związane z kózkowatymi *Monochamus sutor* (L.) i *Rhagium inquisitor* (L.) w południowej Polsce. Sylwan 154 (6): 381-387.

The study identified ophiostomatoid species associated with *Monochamus sutor* and *Rhagium inquisitor* on Norway spruce and Scots pine in Poland. 249 cultures, representing 10 species of *Ophiostoma sensu lato* or their asexual states, were isolated.

KEY WORDS

ophiostomatoid fungi, cerambycid beetles, Norway spruce, Scots pine

ADDRESSES

Robert Jankowiak – e-mail: rljankow@cyf-kr.edu.pl

Katedra Fitopatologii Leśnej, Uniwersytet Rolniczy; Al. 29 Listopada 46; 31-425 Kraków

Wstęp

Żerdzianka szewc (*Monochamus sutor* L.) należy do groźnych szkodników technicznych i fizjologicznych świerka pospolitego (*Picea abies* (L.) Karst.). Owad ten występuje głównie w górskich lasach świerkowych, osłabionych przez działanie różnych czynników abiotycznych i biotycznych. Larwy żerują najpierw w korze i łyku, a później w drewnie, gdzie wytwarzają długie na 15 cm i szerokie na 8 cm chodniki. Żerdzianka szewc w trakcie rójki dokonuje także żeru uzupełniającego, który odbywa na korze młodych pędów. W przeciwieństwie do *M. sutor*, rębacz pstry (*Rhagium inquisitor* L.) zwykle opada zamierające bądź martwe już drzewa, szczególnie te, które wcześniej były zaatakowane przez korniki lub porażone przez patogeniczne grzyby. Owad ten jest najczęściej spotykany na sośnie zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) i świerku pospolitym, gdzie tworzy chodniki na granicy łyka i miazgi [Dominik, Starzyk 1983].

Korniki (*Coleoptera: Scolytidae*) żerujące na świerkach i sosnach są znane ze współzycia z grzybami, szczególnie tymi należącymi do *Ophiostoma sensu lato* i *Ceratocystis*. Grzyby te należą do grupy potocznie zwanej w literaturze anglojęzycznej „ophiostomatoid fungi” i są uważane za organizmy o dużym znaczeniu gospodarczym. Powodują siniznę drewna świeżo pozyskanego surowca drzewnego, jak i przyczyniają się do zamierania drzew żywych [Kirisits 2004]. Związek pomiędzy grzybami z rodzaju *Ophiostoma* i owadami niszczącymi drewno jest słabo poznany. Większość badań z tego zakresu dotyczy powiązań owadów z rodzaju *Tetropium* i *Monochamus* z grzybami ofiostomatoidalnymi [Mathiensen 1950; Mathiensen-Käärik 1953; Kotýnková-Sychrová 1966; Wingfield 1987; Jacobs, Wingfield 2001; Jacobs, Kirisits 2003; Jacobs i in. 2003; Jankowiak, Kolařík 2010]. Chrząższe *M. sutor* przenoszą na swoim ciele zarodniki

Leptographium lundbergii Lagerb. & Melin i *Grosmannia penicillata* (Grosmann) Goid. [Mathiensen 1950; Mathiesen-Käärik 1953], podczas gdy *R. inquisitor* jest wektorem dla *Ophiostoma allantosporum* (H. D. Griffin) M. Villarreal, *Ophiostoma piliferum* (Fr.) Syd. & P. Syd. i *G. penicillata* [Mathiensen 1950; Mathiesen-Käärik 1953; Griffin 1968].

W trakcie obecnej pracy dokonano izolacji grzybów z żywych larw i chrząszczy zebranych na powierzchniach badawczych w południowej Polsce. Celem badań było poznanie grzybów z grupy *Ophiostoma sensu lato* powiązanych z kózkowatymi *M. sutor* i *R. inquisitor*. Uzyskane rezultaty pozwolą przyczynić się do zrozumienia roli tych owadów w rozprzestrzenianiu grzybów ofiostomatoidalnych w środowisku leśnym.

Materiał i metody

POWIERZCHNIE BADAWCZE. Badania prowadzono na czterech powierzchniach badawczych zlokalizowanych w południowej Polsce. Powierzchnie te wybrano na podstawie składu gatunkowego drzewostanu i licznego występowania kózkowatych. Dwie z nich (Mielec, Żurada) znajdowały się w 60-letnich drzewostanach sosnowych z niewielką domieszką brzozy brodawkowatej (*Betula verrucosa* Ehrh.) i modrzewia europejskiego (*Larix decidua* Mill.). Pozostałe powierzchnie badawcze (Wojkowa, Kamienica) zlokalizowano w 90-letnim drzewostanie świerkowym z 40% domieszką jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.).

IZOLACJA GRZYBÓW Z CHRZĄSZCZY. Chrząszcze *M. sutor* i *R. inquisitor* były zbierane w czerwcu 2005 i 2006 roku z wyłożonych na powierzchniach badawczych wałków sosnowych i świerkowych. Okazy pobierano za pomocą sterylnej pincety i przekładano do pojemników typu Eppendorf (1,5 ml). Ogółem zebrano 92 chrząszcze, wśród których 61 reprezentowało *R. inquisitor*, zaś 31 – *M. sutor*. Rębacz był zebrany na wszystkich powierzchniach badawczych, zaś żerdziankę znaleziono jedynie na powierzchniach badawczych w Wojkowej i Kamienicy.

W laboratorium każdy chrząszcz był moczony przez 30 sekund w wodzie sterylnej. Po osuszeniu na bibułach, rozgniatano go skalpelem i wykładano na selektywną pożywkę dla grzybów z rodzaju *Ophiostoma* (20 g maltoza, 20 g agar i 1000 ml destylowanej wody, 0,05% cycloheksamid i 0,04% tetracykliny) rozlaną i zestaloną w płytkach Petriego. Ten typ pożywki był użyty we wszystkich izolacjach i hodowlach grzybów. Rozgniecione chrząszcze były rozprowadzane na powierzchni pożywki i codziennie monitorowane pod kątem wzrostu grzybów. Inkubacja grzybów następowała w temperaturze pokojowej bez dostępu światła. Wyrastające kolonie grzybów były następnie odszczepiane na 2% pożywkę agarowo-maltozową.

IZOLACJA GRZYBÓW Z LARW. Larwy zbierano w czerwcu i lipcu 2006 roku z sosen i świerków na czterech powierzchniach badawczych. W tym celu wałki o długości 40 cm zasiedlone przez żerdziankę i rębacza były wycinane z uprzednio ściętych drzew. Na każdej powierzchni badawczej ścięto 4 drzewa. Były to drzewa zamierające lub martwe. W laboratorium z wałków odrywano korę i za pomocą skalpela wyjmowano larwy z chodników i przekładano do pojemników typu Eppendorf. Ogółem zebrano 177 larwy, z których 128 reprezentowało *R. inquisitor*, zaś 49 należało do *M. sutor*. Larwy rębacza stwierdzono na wszystkich powierzchniach badawczych, zaś żerdzianka była zebrana w Wojkowej i Kamienicy. Dalsze procedury były te same jak w przypadku chrząszczy.

IDENTYFIKACJA GRZYBÓW. Grzyby identyfikowano na podstawie cech morfologicznych, zaś wytworzone przez nie struktury porównywano z zamieszczonymi w literaturze opisami gatunków z rodzaju *Ophiostoma* [Mathiensen 1951; Upadhyay 1981; Solheim 1986; Jacobs, Wingfield 2001]. Dodatkowo przyrównywano uzyskane izolaty ze znanymi kulturami zgromadzonymi

w kolekcji Katedry Fitopatologii Leśnej Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Identyfikacja oparta na kryteriach morfologicznych była także potwierdzona przez sekwencjonowanie DNA niektórych szczepów (604/06, 482/07, 483/07, 01547/07), dwóch nieznanymi gatunków z rodzaju *Ophiostoma*. Amplifikacji poddano trzy regiony genomu: ITS (ITS1-5.8 S-ITS2), (LSU) rRNA i gen kodujący β -tubulinę. Amplifikacje przeprowadzono z wykorzystaniem starterów ITS1 i NL4 według metodyki opisaną przez Kolařka i in. [2006]. Otrzymane sekwencje były następnie porównywane z sekwencjami gatunków z rodzaju *Ophiostoma* zgromadzonymi w GenBanku (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) przy użyciu opcji „blast similarity search”.

Wyniki

IDENTYFIKACJA GRZYBÓW NALEŻĄCYCH DO *OPHIOSTOMA SENSU LATO*. Na podstawie cech morfologicznych otrzymanych izolatów, zidentyfikowano 10 gatunków należących do grupy *Ophiostoma sensu lato*. Były to: *G. penicillata*, *G. piceiperda* (Rumbold) Goid., *Ophiostoma minus* (Hedgec.) Syd. & P. Syd., *O. piceae* (Münch) Syd. & P. Syd., *O. tetropii* Math.-Käärrik, *Graphium fimbriisporum* (M. Morelet) K. Jacobs, Kirisits & M. J. Wingf., *L. lundbergii*, *L. procerum* (W. B. Kendr.) M. J. Wingf. i dwa nieznanne gatunki z rodzaju *Ophiostoma*. Badania molekularne pokazały, że *Ophiostoma* sp. 1 jest prawdopodobnie nowym dla nauki gatunkiem silnie spokrewnionym z *O. rectangulosporium* Ohtaka, Masuya & Yamaoka. Stwierdzono 99% podobieństwa z sekwencjami ITSr DNA tego grzyba zgromadzonymi w bazie danych NCBI. W przypadku *Ophiostoma* sp. 2 analiza filogenetyczna wykazała, że takson ten także należy do rodzaju *Ophiostoma*, i że wykazuje 97% podobieństwa z sekwencjami ITSr DNA grzyba *O. allantosporium* zgromadzonymi w bazie danych NCBI. Obydwa gatunki wytwarzały w kulturach jedynie stadia niedoskonałe. *Ophiostoma* sp. 1 wytwarzał stadium konidialne typu *Sporothrix*, zaś *Ophiostoma* sp. 2 produkował stadium konidialne typu *Pesotum*.

GRZYBY WYZIOLOWANE Z *R. INQUISITOR*. W wyniku izolacji z 90 larw oraz 61 chrząszczy *R. inquisitor* uzyskano odpowiednio 89 i 42 izolaty. Wśród wyizolowanych kultur wyróżniono dziewięć gatunków: *G. penicillata*, *G. piceiperda*, *O. minus*, *O. piceae*, *O. tetropii*, *G. fimbriisporum*, *L. lundbergii*, *L. procerum* i *Ophiostoma* sp. 1 (tab.).

Częstotliwość izolacji wielu gatunków grzybów zależała od miejsca pochodzenia larw. Takie grzyby jak *Ophiostoma minus*, *O. piceae*, *L. procerum* i *Ophiostoma* sp. 1 były stwierdzone na larwach i chrząszczach zebranych w drzewostanach sosnowych, zaś *G. penicillata*, *G. piceiperda*, *O. piceae*, *O. tetropii*, *G. fimbriisporum* i *L. lundbergii* były wykryte w populacjach *R. inquisitor* występujących w drzewostanach świerkowych. Larwy *R. inquisitor* zebrane w drzewostanach sosnowych najczęściej zasiedlone były przez *O. piceae*, którego wyizolowano z prawie 49% larw. Drugim pod względem częstotliwości izolowania grzybem był *Ophiostoma* sp. 1, który został stwierdzony na ponad 10% larw. Na chrząszczach stwierdzono obecność jedynie dwóch gatunków grzybów – *O. minus* i *O. piceae*. Były one izolowane odpowiednio z 30 i 16,7% chrząszczy (tab.).

Wśród pięciu gatunków grzybów stwierdzonych na larwach *R. inquisitor* zebranych w drzewostanach świerkowych, *O. piceae* był gatunkiem najczęściej izolowanym (28,8% larw). *G. piceiperda* i *G. fimbriisporum* były izolowane z 6% larw. Podobnie jak w przypadku larw, *O. piceae* dominował w izolacjach z chrząszczy rębacza. Gatunek ten został stwierdzony na prawie 68% chrząszczy. Stosunkowo duża częstotliwość występowania cechowała także *G. piceiperda*, który został wyizolowany z 19,4% chrząszczy (tab.).

GRZYBY WYZIOLOWANE Z *M. SUTOR*. W wyniku izolacji z 49 larw oraz 31 chrząszczy żerdzianki uzyskano 117 izolaty grzybów. Wśród wyizolowanych kultur stwierdzono pięć gatunków grzybów należących do grupy *Ophiostoma sensu lato*. Były to następujące gatunki grzybów: *G. penicil-*

Tabela.

Grzyby wyodrębnione z larw i chrząszczy *Rhagium inquisitor* i *Monochamus sator* zebranych z *Pinus sylvestris* i *Picea abies*
 Fungal species detected from adults and larvae of *Rhagium inquisitor* and *Monochamus sator* collected from *Pinus sylvestris* and *Picea abies*

Grzyby	Liczba i częstość* izolatów					
	<i>R. inquisitor</i>			<i>M. sator</i>		
	<i>P. sylvestris</i>		<i>P. abies</i>	<i>P. abies</i>		<i>chrząszcze</i>
larwy	chrząszcze	larwy	chrząszcze	larwy	chrząszcze	
<i>Graphium fimbriatorum</i> (M. Morelet) K. Jacobs, Kirisits & M. J. Wingf.			3 (6,0)		7 (14,3)	
<i>Grosmanmia penicillata</i> (Grossmann) Goid.			2 (6,7)		14 (28,6)	
<i>Grosmanmia piceperda</i> (Rumbold) Goid.			20 (4,0)	6 (19,4)	32 (65,3)	5 (16,1)
<i>Leptographium lundbergii</i> Lagerb. & Melin			1 (2,0)			
<i>Leptographium procerum</i> (W. B. Kendr.) M. J. Wingf.	2 (2,6)					
<i>Ophiostoma minus</i> (Hedgec.) Syd. & P. Syd.	1 (1,3)	9 (30,0)				
<i>Ophiostoma piceae</i> (Münch) Syd. & P. Syd.	38 (48,7)	5 (16,7)	14 (28,0)	21 (67,7)	25 (51,0)	17 (54,8)
<i>Ophiostoma tetropii</i> Math.-Kärrik				1 (3,2)		
<i>Ophiostoma</i> sp. 1	8 (10,5)					
<i>Ophiostoma</i> sp. 2					1 (2,0)	17 (54,8)
Bogactwo gatunkowe	4	2	5	3	4	3
Liczba izolatów	49	14	40	28	79	39
Liczba badanych larw/chrząszczy	78	30	50	31	49	31

* liczba larw lub chrząszczy, z których wyizolowano dany gatunek grzyba podzielona przez całkowitą liczbę larw lub chrząszczy [%]
 * number of larvae or beetles from which the respective fungus was isolated divided by total number of larvae/beetles [%]

lata, *G. piceiperda*, *O. piceae*, *G. fimbriisporum* i *Ophiostoma* sp. 2. Larwy najczęściej zasiedlone były przez *G. piceiperda* i *O. piceae*, które wyizolowano z ponad połowy larw. Częstotliwość występowania przekraczającą 25% larw charakteryzowała także *G. penicillata*. Grzyby wyizolowane z chrząszczy żerdzianki były reprezentowane jedynie przez trzy gatunki: *G. piceiperda*, *O. piceae* i *Ophiostoma* sp. 2. Najczęściej (54,8% przypadków) izolowanymi gatunkami były *G. piceiperda* i *Ophiostoma* sp. 2 (tab.).

Dyskusja

Na podstawie cech morfologicznych i porównania sekwencji DNA niektórych gatunków grzybów zidentyfikowano 10 gatunków grzybów związanych z *M. sutor* i *R. inquisitor*. Grzyby te należały do czterech rodzajów *Grosmannia*, *Ophiostoma*, *Graphium* i *Leptographium*. Wśród wyróżnionych gatunków, dwa prawdopodobnie reprezentują nowe dla nauki taksony i będą niebawem opisane w odrębnych publikacjach. Zidentyfikowane gatunki grzybów są znane ze współżycia z kornikami żerującymi na sośnie i świerku w Polsce [Jankowiak 2005, 2006a, b, 2008; Jankowiak i in. 2009] i innych krajach europejskich [Kirisits 2004]. Prawdopodobnie posiadanie wspólnych symbiontów grzybowych przez kózkowate i korniki związane jest z zajmowaniem tej samej niszy ekologicznej przez te grupy owadów. Dlatego mikrobiota związana z *R. inquisitor* i *M. sutor* jest bardzo podobna do mikrobioty korników występujących na sośnie i świerku.

Otrzymany w prezentowanych badaniach zespół grzybów towarzyszących żerdziance i rębaczowi był o wiele bardziej zróżnicowany niż uzyskane przez innych badaczy [Mathiensen 1950; Mathiesen-Käärik 1953; Griffin 1968]. W pracach tych wyróżniono jedynie trzy gatunki grzybów związane z *R. inquisitor*: *O. allantosporum*, *O. piliferum* i *G. penicillata*, podczas gdy w obecnych badaniach dodatkowo izolowano także osiem innych grzybów: *G. piceiperda*, *O. minus*, *O. piceae*, *O. tetropii*, *G. fimbriisporum*, *L. lundbergii*, *L. procerum* i *Ophiostoma* sp. 1. W prezentowanych badaniach wykazano, że chrząszcze żerdzianki mogą być potencjalnym wektorem dla *G. piceiperda*, *O. piceae*, *G. fimbriisporum* i *Ophiostoma* sp. 2. Dotychczas wiadomo było, że owad ten może przenosić jedynie zarodniki *L. lundbergii* i *G. penicillata* [Mathiensen 1950; Mathiesen-Käärik 1953].

Wśród stwierdzonych grzybów tylko *G. piceiperda*, *O. piceae* i *Ophiostoma* sp. 2 były często izolowane z chrząszczy i larw *M. sutor*. Grzyb *O. piceae* był dominatem w tych izolacjach i zdaje się być najważniejszym symbiontem grzybowym dla *M. sutor* w Polsce. Grzyb ten także należał do najczęstszych gatunków towarzyszących *Tetropium* spp. na świerku w Polsce, co może sugerować, że *O. piceae* jest najliczniejszym gatunkiem grzyba należącego do *Ophiostoma sensu lato* związanego z kózkowatymi w Polsce [Jankowiak, Kolařík 2010]. *O. piceae* jest związany z wieloma gatunkami korników żerujących na drzewach iglastych w Europie [Kirisits 2004]. Drugim gatunkiem, który często występował w larwach i chrząszczach *M. sutor*, była *G. piceiperda*. Podobnie jak *O. piceae*, gatunek ten związany jest z szerokim zakresem owadów, najczęściej z *Dryocoetes autographus* (Ratz.), *Hylurgops palliatus* (Gyll.) i *Ips amitinus* (Eichh.) na świerku pospolitym w Europie [Kirisits 2004; Jankowiak i in. 2009]. Trzeci z często izolowanych gatunków – *Ophiostoma* sp. 2 – nie był jeszcze odnotowany w powiązaniu z innymi gatunkami owadów, co może wskazywać, że jest to specyficzny symbiont *M. sutor*. Analiza filogenetyczna wskazuje, że takson ten jest silnie spokrewniony z *O. allantosporum*. Według Griffina [1968] gatunek ten jest związany z *R. inquisitor* w Kanadzie.

Skład gatunkowy i częstotliwość izolowania grzybów z larw i chrząszczy *R. inquisitor* zależały od składu gatunkowego drzewostanu, z którego pobierano owady do analizy. Stwierdzono, że populacje *R. inquisitor* żyjące w lasach sosnowych są związane z *O. piceae*, *O. minus*, *L. procerum* i *Ophiostoma* sp. 1, zaś takie grzyby jak *G. penicillata*, *G. piceiperda*, *O. piceae*, *G. fimbriisporum*

i *O. tetropii* zostały odnotowane z larw i chrząszczy zebranych z drzewostanów świerkowych. Chrząszcze *R. inquisitor* żyjące w lasach sosnowych mogą przenosić zarodniki grzybów (najczęściej *O. piceae* i *O. minus*), które są pospolicie związane z różnymi gatunkami korników zasiedlającymi sosny. Podobne relacje mogą występować w drzewostanach świerkowych, gdzie *R. inquisitor* może często transportować takie grzyby jak *G. piceiperda* i *O. piceae*. Podobne zależności wykryto także dla grzybów ofiostomatoidalnych związanych z *Tetropium* spp. na sosnie zwyczajnej i świerku pospolitym w Polsce [Jankowiak, Kolařík 2010] oraz dla wielu gatunków korników [Kirisits 2004]. Wydaje się, że głównym czynnikiem wpływającym na skład mikrobioty owadów podkorowych w Europie jest roślina-gospodarz.

G. penicillata, *O. tetropii*, *G. fimbriisporum*, *L. lundbergii*, *L. procerum* i *Ophiostoma* sp. 1 były izolowane z larw i chrząszczy *M. sutor* i *R. inquisitor* z bardzo niską częstością występowania. Może to sugerować, że grzyby te należą do przypadkowych i sporadycznych symbiontów tych owadów.

Podsumowanie

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że grzyby związane z *M. sutor* i *R. inquisitor* są związane z wieloma gatunkami grzybów z *Ophiostoma sensu lato*. *O. piceae*, *G. piceiperda* i *Ophiostoma* sp. 2 wydają się być pospolitymi symbiontami grzybowymi *M. sutor*, podczas gdy *O. piceae*, *O. minus* i *G. piceiperda* są stałymi elementami mikrobioty *R. inquisitor*. Badania wykazały także, że roślina żywicielska (sosna, świerk), na której rozwija się *R. inquisitor*, może istotnie różnicować skład mikrobioty tego owada.

Podziękowania

Autor składa podziękowania dr. Miroslawowi Kolaříkowi (Instytut Mikrobiologii Czeskiej Akademii Nauk) za pomoc w identyfikacji niektórych gatunków grzybów z rodzaju *Ophiostoma* z użyciem technik molekularnych.

Literatura

- Dominik J., Starzyk R. J. 1983. Owady niszczące drewno. PWRiL, Warszawa.
- Griffin H. D. 1968. The genus *Ceratocystis* in Ontario. Canadian Journal of Botany, 46: 689-718.
- Jacobs K., Kirisits T. 2003. *Ophiostoma kryptum*, sp. nov. from *Larix decidua* and *Picea abies* in Europe, similar to *O. minus*. Mycological Research 107: 123-124.
- Jacobs K., Seifert K. A., Harrison K. J., Kirisits T. 2003. Identity and phylogenetic relationships of ophiostomatoid fungi associated with invasive and native *Tetropium* species (Coleoptera: Cerambycidae) in Atlantic Canada. Canadian Journal of Botany 81: 316-329.
- Jacobs K., Wingfield M. J. 2001. *Leptographium* species: Tree pathogens, insect associates and agents of blue-stain. St. Paul, Minnesota, APS Press.
- Jankowiak R. 2005. Fungi associated with *Ips typographus* on *Picea abies* in Southern Poland and their succession into the phloem and sapwood of beetle-infested trees and logs. Forest Pathology 35: 1-19.
- Jankowiak R. 2006a. Fungi associated with *Tomicus piniperda* in Poland and assessing their virulence using Scots pine seedlings. Annals of Forest Science 63: 801-808.
- Jankowiak R. 2006b. Mycobiota associated with *Hylurgops palliatus* (Gyll.) on *Pinus sylvestris* L. in Poland. Acta Societatis Botanicorum Poloniae 75: 333-338.
- Jankowiak R. 2008. Fungi associated with *Tomicus minor* on *Pinus sylvestris* in Poland and their succession into the sapwood of beetle-infested windblown trees. Canadian Journal of Forest Research 10: 2579-2588.
- Jankowiak R., Kacprzyk M., Młynarczyk M. 2009. Diversity of ophiostomatoid fungi associated with bark beetles colonizing branches of *Picea abies* in southern Poland. Biologia 64/6: 1170-1177.
- Jankowiak R., Kolařík M. 2010. Diversity and pathogenicity of ophiostomatoid fungi associated with *Tetropium* species (Coleoptera: Cerambycidae) colonizing *Picea abies* in Poland. Folia Microbiologica (w druku).
- Jankowiak R., Rossa R. 2007. Filamentous fungi associated with *Monochamus galloprovincialis* and *Acanthocinus aedilis* (Coleoptera: Cerambycidae) in Scots pine. Polish Botanical Journal 52: 140-143.
- Kirisits T. 2004. Fungal associates of European bark beetles with special emphasis on the ophiostomatoid fungi.

- W: Lieutier F., Day K. R., Battisti A., Grégoire J. C., Evans H. [red.]. Bark and wood boring insects in living trees in Europe – Synthesis. Dordrecht, Kluwer. 185-223.
- Kolařík M., Slávková E., Pažoutová S. 2006. The taxonomic and ecological characterization of the clinically important heterobasidiomycete *Fugomyces cyanescens* and its association with bark beetles. Czech Mycology 58: 81-98.
- Kotýnková-Sychrová E. 1966. Mykoflóra chodeb kůrovců v Československu. Czech Mycology 20: 45-53.
- Mathiesen A. 1950. Über einige mit Borkenkäfern assoziierten Bläuepilze in Schweden. Oikos 2: 275-308.
- Mathiesen A. 1951. Einige neue *Ophiostoma*-Arten in Schweden. Svensk Botanisk Tidskrift 45: 203-232.
- Mathiesen-Käärík A. 1953. Eine Übersicht über die gewöhnlichsten mit Borkenkäfern assoziierten Bläuepilze in Schweden und einige für Schweden neue Bläuepilze. Meddn. St. Skogforsk. Inst. 43: 1-74 .
- Solheim H. 1986. Species of *Ophiostomataceae* isolated from *Picea abies* infested by the bark beetle *Ips typographus*. Nordic Journal of Botany 6: 199-207.
- Upadhyay H. 1981. A monograph of *Ceratocystis* and *Ceratocystiopsis*. The University of Georgia Press, Athens.
- Wingfield M. J. 1987. Fungi associated with the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, and cerambycid beetles in Wisconsin. Mycologia 9: 325-328.

SUMMARY

Ophiostoma sensu lato species associated with the cerambycid beetles *Monochamus sutor* (L.) and *Rhagium inquisitor* (L.) in southern Poland

Bark beetles (*Coleoptera: Scolytinae*) infesting *Picea abies* and *Pinus sylvestris* are known to be associated with fungi, especially species of *Ophiostoma sensu lato*. Little is known about the fungi associated with cerambycid beetles (*Coleoptera: Cerambycidae*). In this study, the ophiostomatoid fungi associated with *Monochamus sutor* and *Rhagium inquisitor* colonizing Norway spruce and Scots pine were investigated. Fungi were isolated from adult beetles and larvae collected at four sites in southern Poland. In total, 249 fungal isolates including 10 species of *Ophiostoma sensu lato* or their asexual states, were obtained. Among these, *Ophiostoma piceae*, *Grosmannia piceiperda* and *Ophiostoma* sp. 2 appeared to be specifically associated with *M. sutor* while *R. inquisitor* was efficiency vector of *O. piceae*, *O. minus* and *G. piceiperda*. The other six ophiostomatoid species, *G. penicillata*, *O. tetropii*, *G. fimbriisporum*, *L. lundbergii*, *L. procerum* and *Ophiostoma* sp. 1 were isolated at very low frequencies from adult and larvae of *M. sutor* and *R. inquisitor*. This suggests that these fungi seemed to be sporadic and causal associates of these cerambycid beetles. During the study it was also found that fungal species on *R. inquisitor* in pine stands differed from those species in spruce forests.