

Robert Jankowiak<sup>1</sup>✉, Robert Rossa<sup>1</sup>, Piotr Bilański<sup>1</sup>

## Wstępne badania nad patogenicznością trzech grzybów siniznowych związanych z *Tetropium* spp. na świerku pospolitym w Polsce

A preliminary study on the pathogenicity of three blue-stain fungi associated with *Tetropium* spp. to Norway spruce in Poland

**Abstract.** To evaluate pathogenicity of some fungi associated with *Tetropium* spp. (Coleoptera: Cerambycidae): *Grosmannia piceiperda*, *Grosmannia penicillata* and *Ophiostoma tetropii* the inoculation of Norway spruce (*Picea abies*) trees experiment was performed. The inoculation densities were 400 and 800 points/m<sup>2</sup> in a 60 cm wide band at breast height. The effects of inoculation were examined 23 weeks after treatment. Two trees inoculated with *G. piceiperda* were dying at harvest. Inoculation with *G. piceiperda* produced significantly greater phloem and sapwood lesions in comparison with other fungi and control. Moreover, the percentage of occluded sapwood was also highest following *G. piceiperda* inoculations at 800 points/m<sup>2</sup>. *Ophiostoma tetropii*, however, produced more occlusions than *G. piceiperda* at 400 points/m<sup>2</sup>. These preliminary results suggest that *G. piceiperda* is pathogenic and may contribute to the mortality of spruces infested by *Tetropium* beetles.

**Key words:** ophiostomatoid fungi, *Picea abies*, *Tetropium*

### 1. Wstęp

Ściga lśniąca *Tetropium castaneum* L. i ściga matowa *Tetropium fuscum* F. występują w drzewostanach sosnowych i świerkowych w całej Polsce. Obydwa gatunki są ważnymi szkodnikami leśnymi, choć znaczenie gospodarcze *T. fuscum* jest większe (Evans et al. 2004). Kózki te zwykle atakują chore i niedawno obumarłe drzewa, szczególnie te, które wcześniej zostały już zasiedlone przez inne kambiofagi (na przykład *Ips typographus* L.). Jednakże, podczas masowych pojawów tych owadów, chrząszcze mogą zasiedlać i zabijać także zdrowe drzewa (Dominik et Starzyk 1989). W ostatnich latach w północnej i północno-wschodniej części naszego kraju wzmożona obecność ścig, głównie ścigi matowej, przyczynia się do zwiększonego wydzielania się drzew w starszych i średniowiekowych drzewostanach świerkowych (Kolk et al. 2006).

Zagadnienia dotyczące związków grzybów z owadami rodzaju *Tetropium* są mało poznane. Dotychczasowe badania wskazują, że chrząszcze *Tetropium* spp. mogą przenosić następujące grzyby: *Ceratocystis polonica* (Siemaszko) C. Moreau, *Grosmannia penicillata* (Grosmann) Goid., *Ophiostoma kryptum* Jacobs & Kirisits, *O. minus* (Hedgc.) Syd. & P. Syd., *O. piceae* (Münch) Syd. & P. Syd., *O. stenoceras* (Robak) Nannf. i *O. tetropii* Mathiesen (Mathiesen 1950, Mathiesen-Käärik 1953, Kotýnková-Sychrová 1966, Jacobs et Kirisits 2003, Jacobs et al. 2003, Kirisits 2004). Ostatnio w południowej Polsce Jankowiak i Kolařík (niepubl.) wyizolowali z chrząszczy i żerowisk *Tetropium* spp. o wiele bardziej zróżnicowane zespoły grzybów. Z badań tych wynika, że w Polsce do najbardziej stałych komponentów tego zespołu należą następujące gatunki grzybów: *Grosmannia cucullata* (H. Solheim) Zipel, Z.W. de Beer & M.J. Wingf., *G. piceiperda* (Rumbold)

<sup>1</sup> Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja, Wydział Leśny, Al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków, R. Jankowiak – Katedra Fitopatologii Leśnej, R. Rossa – Katedra Entomologii Leśnej, P. Bilański – Katedra Ochrony Lasu i Klimatologii Leśnej. ✉ Fax +48 12 411 97 15; e-mail: rljankow@cyf-kr.edu.pl

Goid., *O. piceae* i *O. tetropii*. Wśród nich do najczęstszych symbiontów *Tetropium* spp. należy grzyb *O. tetropii*.

Wyniki nielicznych doświadczeń infekcyjnych wskazują, że *G. piceiperda* wykazuje względnie wysoki stopień wirulencji w stosunku do świerka pospolitego *Picea abies* (L.) H. Karst. (Harding 1989, Solheim 1993, Sallé et al. 2005). Wysoka patogeniczność tego gatunku została także potwierdzona w eksperymencie przeprowadzonym przez Jankowiaka i Kolaříka (niepubl.), w którym zakażano 2-letnie sadzonki świerka pospolitego. Z drugiej strony, badania Kirisitsa (1998) pokazały, że austriackie izolaty grzyba *G. piceiperda* były słabo patogeniczne. Opinie na temat właściwości patogenicznych grzyba *O. tetropii* są także rozbieżne. Niektóre eksperymenty wykazały, że jest to gatunek słabo patogeniczny w stosunku do sadzonek świerka pospolitego (Summary of Brown Spruce Longhorn 2006, Jankowiak et Kolařík, niepubl.), inne zaś udokumentowały że grzyb ten może odgrywać ważną rolę w zamieraniu świerka (Sallé et al. 2005). Jednakże brak jest w literaturze światowej informacji o potencjalnej patogeniczności grzybów wyizolowanych z chrząszczy i żerowisk owadów z rodzaju *Tetropium*. Poza tym, patogeniczność grzybów należących do *Ophiostoma* sensu lato w stosunku do świerka pospolitego nie była jeszcze badana w Polsce.

Z tych względów podjęto niniejsze, wstępne badania, w celu oszacowania patogeniczności trzech gatunków grzybów siniznowych *G. piceiperda*, *G. penicillata* i *O. tetropii*, które są najczęściej związane z *Tetropium* spp. w Polsce.

## 2. Materiały i metody

Badania przeprowadzono w drzewostanie świerkowym zlokalizowanym w Nadleśnictwie Mielec (50°19'25" N, 21°29'39" E). W drzewostanie tym wybrano osiem 40-letnich drzew, charakteryzujących się podobnymi rozmiarami i wyglądem. Pierśnica drzew wynosiła od 8,5 do 13,0 cm, a wysokość nie przekraczała 15,5 m. Każde drzewo stanowiło odrębną kombinację doświadczenia. Sześć drzew zainokulowano następującymi grzybami: *G. piceiperda* (izolat nr G. picei/0178) – 2 drzewa, *G. penicillata* (G. penici/0771) – 2 drzewa i *O. tetropii* (O. t/299) – 2 drzewa. Pozostałe 2 drzewa stanowiły kombinację kontrolną. Dla każdej pary drzew zastosowano dwie gęstości inokulacji: 400 lub 800 punktów infekcyjnych na 1 m<sup>2</sup> kory. Taki sam poziom gęstości inokulacji stosowali inni autorzy (Solheim 1988, Kirisits 1998). Infekcje przeprowadzono w

obrębie pasa o szerokości 60 cm na wysokości pierśnicy drzew.

Inokulację drzew przeprowadzono 28 maja 2007 roku. Użyto 2-tygodniowych kultur poszczególnych gatunków grzybów rosnących na 2% pożywce agarowo-maltozowej (MEA, agar 20 g/l, maltoza 20 g/l), a w kombinacji kontrolnej – sterylnej pożywki MEA. Izolaty grzybów użyte w eksperymencie wyodrębniono w 2006 roku z żerowisk *Tetropium* spp. i przechowywano w Katedrze Fitopatologii Leśnej Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Izolaty te zostały wyselekcjonowane na podstawie wcześniejszego doświadczenia infekcyjnego przeprowadzonego w Katedrze Fitopatologii Leśnej z użyciem 2-letnich sadzonek świerka (Jankowiak et Kolařík, niepubl.).

Każde drzewo inokulowano techniką opisaną przez Horntvedta i in. (1983). Krażki grzybni, o średnicy 3 mm, umieszczano w otworach o średnicy 5 mm, wywierconych świdrem przyrostowym i sięgających około 1 cm w głąb drewna bielastego. W przypadku drzew kontrolnych w wywierconych otworach umieszczano krawki sterylnej pożywki MEA. Otwory te były następnie zatykane sterylnymi drewnianymi koreczkami. Otwory inokulacyjne były zlokalizowane w horyzontalnych pierścieniach oddalonych od siebie o 10 cm (przy gęstości inokulacyjnej 400 punktów infekcyjnych na 1 m<sup>2</sup>) lub 5 cm (przy gęstości inokulacyjnej 800 punktów infekcyjnych na 1 m<sup>2</sup>). Odległość między poszczególnymi punktami infekcyjnymi wynosiła 5 cm.

W październiku, 23 tygodnie od rozpoczęcia eksperymentu, dokonano oceny stanu koron drzew na podstawie stopnia ich przerzedzenia oraz zmian w barwie igieł. Następnie drzewa ścięto. Ze ściętych drzew wycięto wałki (o długości 1,2 m) zawierające pas inokulacyjny i przewieziono je do laboratorium Katedry Fitopatologii Leśnej. W ciągu 48 godzin od ścięcia drzew, z wałków zdarto korę i dokonano szacunkowej oceny udziału zmarłego łyka w skali od 1 do 6, podobnie jak Kirisits (1998).

Dla każdego punktu infekcyjnego dokonano także pomiaru długości i szerokości nekroz widocznych na odsłoniętej powierzchni drewna bielastego. Bardzo często (szczególnie w kombinacji z *G. piceiperda*) nekrozy pomiędzy punktami infekcyjnymi łączyły się ze sobą wzdłuż włókien drewna. W takim przypadku długość nekroz była mierzona tylko dla dwóch zewnętrznych pierścieni inokulacyjnych. Dla oszacowania całkowitej długości nekrozy pomiary te były następnie podwajane. W przypadku drzew zakażanych grzybami *G. piceiperda* i *G. penicillata*, przy gęstości inokulacyjnej 800 punktów infekcyjnych na 1 m<sup>2</sup>, nekrozy łączyły się także w poprzek włókien drewna, wówczas ich szerokość nie była mierzona.

Z każdego wałka wycięto ponadto dwa krążki o grubości około 5 mm. Krążki te pobrano 10 cm powyżej i poniżej środka pasa inokulacyjnego. Na krążkach wyróżniano strefy suche i obszary żywego bielu. Suche strefy miały wygląd wysuszonych, białawych plam i wyraźnie różniły się od żywego (mokrego) bielu, który miał barwę ciemniejszą. Każdy krążek był fotografowany, a powierzchnia suchych i żywych stref drewna bielastego była obliczana za pomocą programu ImageJ 1.32j (<http://rsb.info.nih.gov/ij/>).

Reizolacja grzybów użytych w doświadczeniu została przeprowadzona z 30 punktów infekcyjnych na każdym drzewie. W tym celu z obrębu każdego punktu infekcyjnego, pobrano dwa fragmenty drewna bielastego o wielkości  $4 \times 4$  mm i umieszczono je na 2% pożywce agarowo-maltozowej z dodatkiem tetracykliny (200 mg/l) oraz cykloheksamidu (100 mg/l). Ogółem na pożywkę wyłożono 480 fragmentów drewna. Wyrastające kolonie grzybów identyfikowano na podstawie cech morfologicznych.

W celu określenia różnic między długością i szerokością nekroz pomiędzy poszczególnymi kombinacjami zastosowano test Kruskala-Wallisa zawarty w programie STATISTICA® 6.0 (StatSoft, Inc., USA) będący nieparametrycznym odpowiednikiem analizy wariancji. Za poziom istotności przyjęto  $p < 0,05$ .

### 3. Wyniki

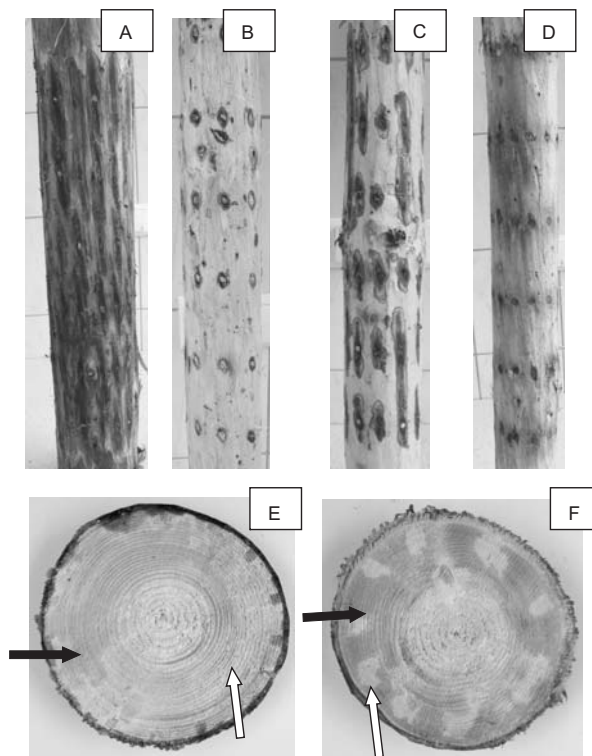
Z 360 fragmentów drewna bielastego pozyskanych z sześciu drzew zakażanych grzybami uzyskano 254 izolaty grzybów *G. piceiperda*, *G. penicillata* i *O. tetropii*. Żaden z tych grzybów nie został stwierdzony na fragmentach pozyskanych z drzew kontrolnych.

Dwa drzewa zakażone grzybem *G. piceiperda* wykazały objawy zamierania. Korony tych drzew charakteryzowały się silnym przeredzeniem, pędy i igły były silnie skrócone, igły zaś były przebarwione na kolor żółty. Drzewa infekowane grzybami *G. penicillata* i *O. tetropii* oraz drzewa kontrolne nie wykazywały żadnych objawów chorobowych w koronie.

Po zdjęciu kory na wszystkich analizowanych wałkach były widoczne nekrozy składające się z obumarłych komórek łyka i drewna bielastego. Nekrotyczne tkanki rozchodziły się z punktów infekcyjnych i miały ciemno-brunatny zabarwienie oraz romboidalny kształt (ryc. 1A-D).

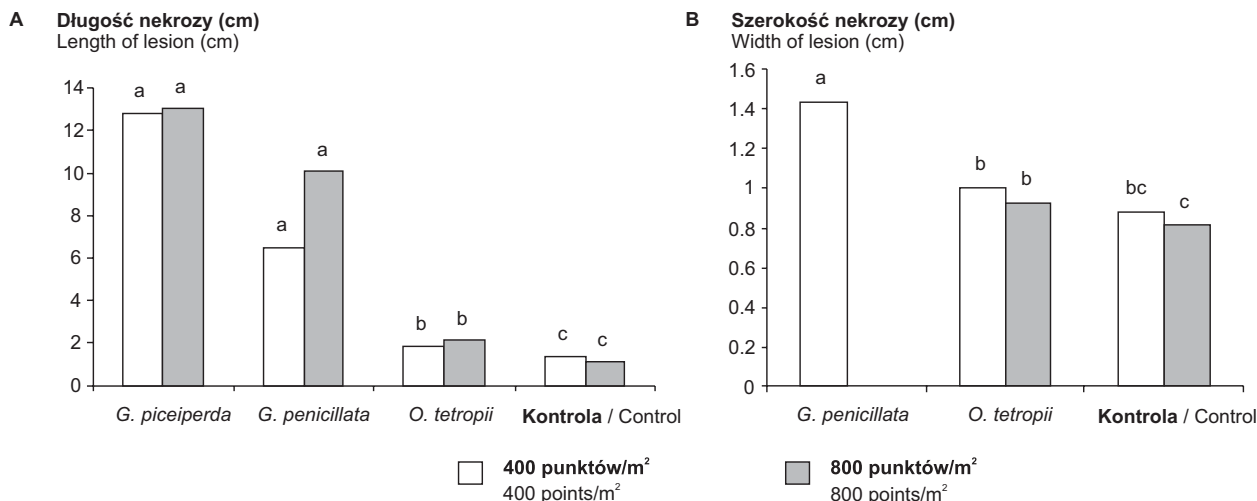
Rozmiar nekroz powstałych na powierzchni drewna bielastego świerków w sposób istotny zależał od gatunku grzyba (ryc. 2AB). W kombinacji z grzybem *O. tetropii* oraz w kombinacji kontrolnej nekrozy były stosunkowo niewielkie, podczas gdy rozmiar nekroz

wywoływanych przez *G. piceiperda* i *G. penicillata* był wyraźnie większy (ryc. 1A-D). Jednakże nie wykryto żadnych zależności między kombinacjami tym samym gatunkiem grzyba a gęstością inokulacyjną (ryc. 2A). Inokulacja drzew grzybem *G. piceiperda* (400 i 800 punktów infekcyjnych na  $1 \text{ m}^2$ ) i *G. penicillata* (800 punktów infekcyjnych na  $1 \text{ m}^2$ ) spowodowała pojawienie się długich nekroz łyka i drewna bielastego zlokalizowanych wokół punktów infekcyjnych wzdłuż włókien (ryc. 2A). Dodatkowo na tych drzewach nekrozy te



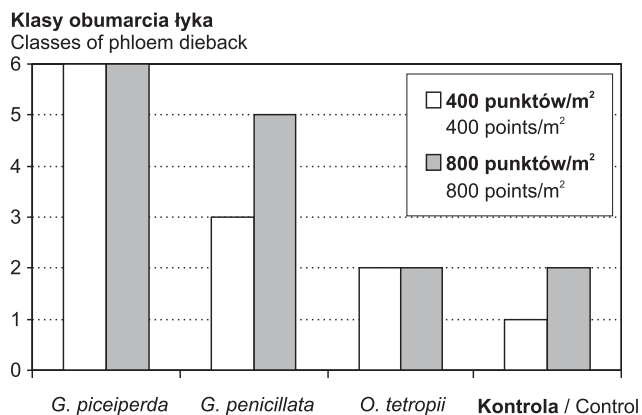
**Rycina 1. Nekrozy na powierzchni drewna bielastego świerków przy gęstości inokulacji 400 punktów infekcyjnych na  $\text{m}^2$ . Nekrozy spowodowane przez *Grosmannia piceiperda* (A), *Ophiostoma tetropii* (B), *G. penicillata* (C) oraz kombinacja kontrolna (D). Dyski pobrane ze świerka pospolitego inokulowanego grzybem *G. piceiperda* (E) oraz z drzewa kontrolnego (F) przy gęstości inokulacji 800 punktów infekcyjnych na  $\text{m}^2$ . Suche strefy w bielu oraz obszary zdrowego bielu widoczne poniżej punktów infekcyjnych. Białe strzałki – strefy suche, czarne strzałki – obszary zdrowego bielu**

Figure 1. Lesions observed on the sapwood surface of Norway spruce at 400 inoculation points/ $\text{m}^2$ . Lesions caused by inoculation with *Grosmannia piceiperda* (A), *Ophiostoma tetropii* (B), *G. penicillata* (C), and control (D). Stem discs collected from Norway spruce inoculated with *G. piceiperda* (E) and control (F) at a density of 800 inoculation points/ $\text{m}^2$  showing healthy and occluded sapwood area underneath the inoculations points. The white arrow – the occluded areas, the black arrow – the area of healthy sapwood



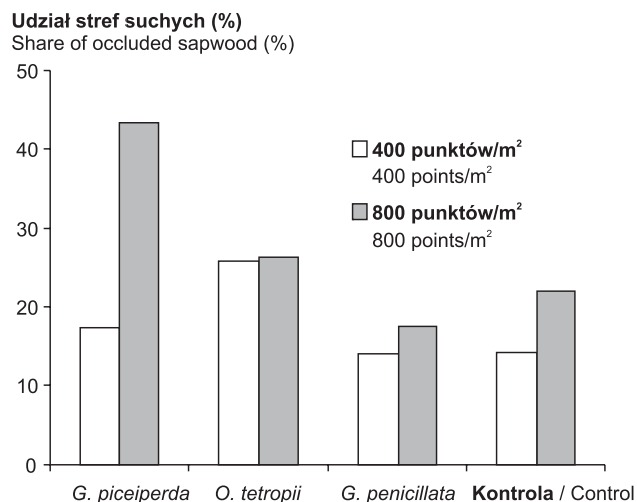
**Rycina 2. Średnia długość (A) i średnia szerokość nekroz (B) na powierzchni drewna bielastego świerków zakażanych trzema grzybami siniznowymi przy gęstości inokulacyjnej 400 i 800 punktów infekcyjnych na 1 m<sup>2</sup>. Kombinacja oznaczona tą samą literą nie była statystycznie istotna (na podstawie testu Kruskala-Wallisa, p=0.05)**

Figure 2. Mean length (A) and mean width (B) of lesions on the sapwood surface of Norway spruce inoculated with three different blue-stain causing fungi at 400 and 800 inoculation points/m<sup>2</sup>. The same letter indicates insignificant difference (in accordance to the Kruskal-Wallis test at p=0.05)



**Rycina 3. Udział (%) zabitego łyka wewnątrz pasa inokulacyjnego: 1) tylko małe nekrozy, 2) < 20% zabitego łyka, 3) 21-40%, 4) 41-60%, 5) 60-80%, 6) > 81% zabitego łyka**

Figure 3. Percentage of dead phloem within inoculation band: 1) small necroses only, 2) < 20% dead, 3) 21-40%, 4) 41-60%, 5) 60-80%, 6) > 81% phloem dead



**Rycina 4. Udział (%) suchych stref powstałych w biele świerków zainokulowanych *G. piceiperda*, *O. tetropii*, *G. penicillata* oraz w kombinacji kontrolnej przy gęstości inokulacyjnej 400 i 800 punktów infekcyjnych na m<sup>2</sup>**

Figure 4. Percentage of occluded sapwood in Norway spruce trees following inoculations with *G. piceiperda*, *O. tetropii*, *G. penicillata* or controls at 400 and 800 inoculation points/m<sup>2</sup>

łączyły się także w poprzek włókien, co przyczyniło się do obumarcia całego łyka wewnątrz pasa inokulacyjnego. *Ophiostoma tetropii* spowodował zamarcie o wiele mniejszych obszarów łyka niż *G. piceiperda* i *G. penicillata*. Podobne zjawisko wystąpiło w przypadku drzew kontrolnych (ryc. 3).

Na krążkach pobranych ze wszystkich drzew obserwowano suche strefy, które były zlokalizowane w drewnie bielastym pod punktami infekcyjnymi (ryc. 1EF). Wielkość suchej strefy w sposób istotny zależała od gatunku grzyba. Udział suchych stref powodowanych przez *G. piceiperda*, przy gęstości inokulacyjnej wynoszącej 800 punktów infekcyjnych na 1 m<sup>2</sup>, był wyraźnie większy niż udział suchych stref powstałych w kombinacjach z innymi grzybami oraz w kombinacji kontrolnej (ryc. 4). Przy tej gęstości inokulacyjnej także wielkość suchych stref powodowanych przez *O. tetropii* była stosunkowo znaczna. Przy niższej gęstości inokulacyjnej grzyb ten generował nawet więcej suchych stref w drewnie bielastym świerków niż *G. piceiperda*. Wielkość suchych stref obserwowanych w drewnie bielastym inokulowanych świerków wzrastała wraz ze wzrostem gęstości inokulacyjnej (ryc. 4).

#### 4. Dyskusja

Podczas wstępnych badań ustalono, że trzy gatunki grzybów siniznowych związane z *Tetropium* spp., po sztucznym wprowadzeniu do żywych świerków, skutecznie skolonizowały różne tkanki drzew. Grzyby te w zainfekowanych miejscach spowodowały charakterystyczne nekrozy łyka i drewna bielastego. Wygląd i umiejscowienie nekroz były podobne do tych, które powstały na świerkach zakażanych tymi samymi gatunkami grzybów w innych doświadczeniach infekcyjnych (Horntvedt et al. 1983, Solheim 1988, Harding 1989, Kirisits 1998, Krokene et Solheim 1998, Sallé et al. 2005).

Niniejsze badania mogą sugerować, że badane grzyby odznaczają się różnym stopniem patogeniczności. Najbardziej patogeniczny był *G. piceiperda*. Drzewa zakażone tym grzybem jako jedyne wykazywały objawy zamierania. *G. piceiperda* spowodował obumarcie łyka wewnątrz całego pasa inokulacyjnego oraz indukował najdłuższe nekrozy. Poza tym, grzyb ten przy gęstości inokulacyjnej 800 punktów infekcyjnych na 1 m<sup>2</sup>, spowodował powstanie największej ilości suchych stref w drewnie bielastym świerków. Wielkość tych stref była podobna do otrzymanej we Francji przez Sallé i in. (2005). Obecne badania wskazują także, że grzyb ten szybciej kolonizuje łyko niż drewno bielaste świerków. Podobne wyniki uzyskał Jankowiak (2005),

który stwierdził, że *G. piceiperda* jest jednym z najpospolitszych grzybów zasiedlających łyko świerków zaatakowanych przez *I. typographus*.

Stosunkowo wysoka patogeniczność *G. piceiperda* w obecnych badaniach jest sprzeczna z rezultatami badań austriackich (Kirisits 1998), lecz jest zgodna z wynikami doświadczeń infekcyjnych przeprowadzonych w Danii (Harding 1989) i Francji (Sallé et al. 2005). Wysoki stopień patogeniczności grzyba został potwierdzony także w badaniach przeprowadzonych na sadzonkach świerka, w których użyto tego samego izolatu (Jankowiak et Kolařík, niepubl.). Rozbieżne wyniki badań mogą wskazywać, że patogeniczność *G. piceiperda* może być różna w zależności od pochodzenia badanego izolatu. Podobne zjawisko obserwowano także dla innych grzybów siniznowych, takich jak *Leptographium wingfieldii* M. Morelet (Lieutier et al. 2004) i *Ceratocystis polonica* (Kirisits et Anglberger 1999, Krokene et Solheim 2001). Sallé i in. (2005) sugerują także, że izolaty *G. piceiperda* wykazują zmienność zależną od warunków środowiska, takich jak klimat czy typ gleby. Być może odmienne warunki środowiska, w jakich prowadzono różne badania, istotnie wpłynęły na rezultat inokulacji drzew.

Według skandynawskich badaczy wysoka wirulencja *G. piceiperda* w stosunku do świerka pospolitego wiąże się z szybkim wzrostem tego grzyba w warunkach niskiej zawartości tlenu w drewnie (Solheim et Krokene 1998). Solheim (1993) sugeruje, że zdolność wzrostu w takich warunkach jest cechą charakterystyczną dla silnie wirulentnych grzybów siniznowych. Na podstawie przeprowadzonego w USA doświadczenia infekcyjnego Solheim i Krokene (1998) uważają, że *G. piceiperda* odznacza się wysoką wirulencją w stosunku do *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco i średnią w stosunku do *P. abies*. Niniejsze badania oraz eksperyment wykonany przez Sallé i in. (2005) również wykazały wysoką patogeniczność *G. piceiperda*. Wysoką wirulencję potwierdzają także badania Jankowiaka (2005), w których *G. piceiperda* był pospolicie stwierdzany w łyku drzew zaatakowanych przez *I. typographus* we wczesnych stadiach sukcesji grzybów związanych z tym gatunkiem kornika (Jankowiak 2005).

W niniejszych badaniach izolaty *O. tetropii*, w porównaniu do izolatów *G. piceiperda*, indukowały wyraźnie krótsze nekrozy. Podczas trwania eksperymentu *O. tetropii* nie był także zdolny do zabicia świerków. Sugeruje to, że jest on mniej patogeniczny w stosunku do świerka pospolitego niż *G. piceiperda*. Niska patogeniczność *O. tetropii* w tych badaniach nie znajduje odzwierciedlenia w doświadczeniu infekcyjnym przeprowadzonym przez Sallé i in. (2005), ale potwierdzają ją badania polskie (Jankowiak et Kolařík, niepubl.) i kanadyjskie (Summary of Brown Spruce

Longhorn 2006). Jest rzeczą interesującą, że gatunek ten powodował zakłócenie funkcjonowania bielu w podobnym zakresie jak *G. piceiperda*. Tak duże różnice w zasiedleniu różnych tkanek świerka pospolitego przez *O. tetropii* mogą świadczyć o jego większej zdolności do kolonizowania drewna bielastego niż łyka.

Podobne różnice były także obserwowane w przypadku innych grzybów. Na przykład *Ophiostoma ptedutsugae* (Rumb.) von Arx, który jest związany z *Dendroctonus ponderosae* Hopkins, rozwijał się znacznie szybciej w łyku niż w bielu *P. menziesii* (Neal et Ross 1999). Wydaje się, że *O. tetropii* i *G. piceiperda* zasiedlają drewno bielaste świerków w podobnym tempie. Wyniki te potwierdzają badania Sallé i in. (2005), w których te dwa gatunki grzybów spowodowały zamarcie bielu w podobnym stopniu. Fakt, że *O. tetropii* kolonizuje łyko w ograniczonym zakresie, sugeruje, że jest on o wiele słabszym patogenem niż *G. piceiperda*. Jednak wyniki niniejszych badań należy traktować jako wstępne, ponieważ przeprowadzono je na niewielkiej liczbie drzew. Konieczne są dalsze badania nad patogennością tych dwóch gatunków grzybów z wykorzystaniem większej liczby zakażanych drzew.

W przeciwieństwie do *O. tetropii*, grzyb *G. penicillata* wydaje się być lepiej przystosowany do kolonizacji łyka niż drewna. Solheim (1988) i Jankowiak (2005) odnotowali analogiczne zjawisko podczas badań nad grzybami siniznowymi związanymi z *I. typographus*. W tych badaniach *G. penicillata* często zasiedlał łyko, a *C. polonica* biel badanych świerków. Także inne doświadczenia infekcyjne (Hornthvedt et al. 1983, Harding 1989, Jankowiak et Kolařík niepublik.) wskazują, że *G. penicillata* nie jest zdolny do opanowania drewna bielastego żywych świerków.

## 5. Podsumowanie

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że grzyby związane z owadami rodzaju *Tetropium* odznaczają się różnym stopniem patogenności w stosunku do świerka pospolitego. Wśród nich jedynie *Grosmannia piceiperda* był silnie patogeniczny, co może sugerować, że grzyb ten może pomagać owadom z rodzaju *Tetropium* przełamywać mechanizmy odpornościowe żywych drzew, szczególnie podczas wzmoczonego występowania tych owadów w drzewostanach świerkowych.

Obecne doświadczenie należy traktować jako pierwszy etap w badaniach nad patogennością grzybów związanych z *Tetropium* spp. w Polsce. Następne badania infekcyjne powinny objąć większą liczbę

drzew, dzięki czemu uzyskamy pełniejszy obraz powiązań pomiędzy tymi owadami a grzybami.

## Literatura

- Summary of Brown Spruce Longhorn Beetle Research Projects (BSLB). 2006. Natural Resources Canada - Canadian Forest Service, May 2006. <http://cfs.nrcan.gc.ca/index/summarybslb>, dostęp z dnia 15.05.2008.
- Dominik J., Starzyk J. R. 1989: Owady niszczące drewno. PWRiL, Warszawa.
- Evans H.F., Moraal L.G., Pajares J.A. 2004: Biology, Ecology and Economic Importance of Buprestidae and Cerambycidae. [W:] Bark and wood boring insects in living trees in Europe, A Synthesis. (F. Lieutier, K.R. Day, A. Battisti, J.C Grégoire, H. Evans red.) Dordrecht, Kluwer, 447-474.
- Harding S. 1989: The influence of mutualistic blue stain fungi on bark beetle population dynamics. Ph.D. thesis. Department of Zoology, Royal Veterinary & Agricultural University. Copenhagen, Denmark.
- Hornthvedt R., Christiansen E. Solheim H., Wang S. 1983: Artificial inoculation with *Ips typographus* - associated blue-stain fungi can kill healthy Norway spruce trees. *Meddelelser fra Norsk Institutt for Skogforskning*, 38(4): 1-20.
- Jacobs K., Kirisits T. 2003: *Ophiostoma kryptum*, sp. nov. from *Larix decidua* and *Picea abies* in Europe, similar to *O. minus*. *Mycological Research*, 107: 1231-124.
- 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.
- 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: 37-55.
- Kirisits T. 1998: Pathogenicity of three blue-stain fungi associated with the bark beetle *Ips typographus* to Norway spruce in Austria. *Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde*, 7: 191- 201.
- Kirisits T. 2004: Untersuchungen über die Assoziierung von Bläuepilzen mit dem Lärchenbock (*Tetropium gabrieli*). *Forstschutz Aktuell*, 32: 24-29.
- Kirisits T., Anglberger H. 1999: Report on a strain of the pathogenic blue-stain fungus *Ceratocystis polonica* with low virulence. *Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde*, 8: 157-167.
- Kolk A., Woreta D. Tarwacki G., Wolski R., Sierota Z., Małecka M., Pudełko M. 2006: Prognoza występowania ważniejszych szkodników leśnych i chorób infekcyjnych w Polsce w 2006 roku. Syntetyczna informacja wykonana w ramach tematu BLP- 212. Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa.
- Kotýnková-Sychrová E. 1966: Mykoflora chodeb kůrovců v Československu. *Česká Mykologie*, 20: 45-53.

- Krokene P., Solheim H. 1998: Assessing the virulence of four bark beetle-associated blue-stain fungi using Norway spruce seedlings. *Plant Pathology*, 47: 537-540.
- Krokene P., Solheim H. 2001: Loss of pathogenicity in the blue-stain fungus *Ceratocystis polonica*. *Plant Pathology*, 50: 497-502.
- Lieutier F., Yart A., Ye H., Sauvard D., Gallois V. 2004: Variations in growth and virulence of *Leptographium wingfieldii* Morelet, a fungus associated with the bark beetle *Tomicus piniperda* L., *Annals of Forest Science*, 61: 45-53.
- Mathiesen A. 1950: Übe einige mit Borkenkäfern assoziierten Bläuepilze in Schweden. *Oikos*, 2: 275-308.
- Mathiesen-Käärik 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.
- Neal T. A., Ross D. W. 1999: Pathogenicity to western larch (*Larix occidentalis*) of two fungi, *Ophiostoma pseudotsugae* and *Leptographium abietinum*, associated with the Douglas fir beetle (Coleoptera: Scolytidae). *Agricultural and Forest Entomology*, 1: 203-207.
- Sallé A., Monclus R., Yart A., Garcia J., Romary P., Lieutier F. 2005: Fungal flora associated with *Ips typographus*: frequency, virulence, and ability to stimulate the host defence reaction in relation to insect population levels. *Canadian Journal of Forest Research*, 35: 365-373.
- Solheim H. 1988: Pathogenicity of some *Ips typographus*-associated blue-stain fungi to Norway spruce. *Meddelelser fra Norsk Institutt for Skogforskning*, 40: 1-11.
- Solheim H. 1993: Ecological aspects of fungi associated with the spruce bark beetle *Ips typographus* in Norway. [W:] *Ceratocystis and Ophiostoma*. Taxonomy, ecology and pathogenicity. (M.J. Wingfield, K.A. Seifert, J.F. Webber red.). St Paul, MN: American Phytopathological Society: 235-242.
- Solheim H., Krokene P. 1998: Growth and virulence of *Ceratocystis rufippeni* and three blue-stain fungi isolated from the Douglas-fir beetle. *Canadian Journal of Botany*, 76: 1763-1769.

Praca finansowana przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, projekt nr 2PO6L 008 28.