

Anna ŻÓŁCIAK\*

## INOKULACJA PNIĄKÓW SOSNOWYCH PREPARATAMI BIOLOGICZNYMI Z *PHLEBIOPSIS GIGANTEA*

SCOTS PINE STUMPS INOCULATION WITH *PHLEBIOPSIS GIGANTEA* BIOLOGICAL PREPARATIONS

**Abstract.** Initial field experiment was made in order to test wood-decomposing fungus *Phlebiopsis gigantea* (Fr.: Fr.) Jülich for biological control of *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. sensu lato. Field experiment with application of Finnish (containing Finnish strain P.g.<sub>1</sub>; in form of a dry powder containing c. 10<sup>7</sup> oidia/g) and Polish (containing Polish strains: P.g.<sub>2</sub> and P.g.<sub>3</sub>; in form of beech sawdust with growing mycelium) biological preparations of *P. gigantea* on Scots pine stumps (*Pinus sylvestris* L.) was performed. After 6 months, result of the treatment was macroscopically evaluated on 100 stumps, on the basis of mycelium presence on a cut surface and under a bark. It was found a white mycelium under the bark on 50 stumps sprayed by Finnish preparation, on 24 stumps treated with Polish preparation containing strain P.g.<sub>2</sub> and 11 stumps treated with Polish preparation containing strain P.g.<sub>3</sub>. After ca 27 months, 20 stumps were rooted out and cut into sections. Samples of wood sections were then used to check the presence of *P. gigantea* mycelium under laboratory conditions (pieces of wood were incubated on malt-agar medium). The deepest colonization of stump's wood with this fungus was present in 114 cm deep (from the surface of stump) after ca 27 months after treatment.

**Key words:** colonization of stumps inoculation, *Heterobasidion annosum*.

---

\* Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Fitopatologii Leśnej, Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej nr 3, 05-090 Raszyn, Polska; e-mail: A.Zolciak@ibles.waw.pl

## 1. WSTĘP

Stosowanie grzyba *Phlebiopsis gigantea* (Fr.: Fr.) Jülich [= *Phanerochaete gigantea* (Fr.: Fr.) Rattan et al.] do inokulacji pniaków pozwala na skuteczne ograniczanie chorób systemów korzeniowych drzew leśnych powodowanych przede wszystkim przez *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. sensu lato (Rishbeth 1963, Korhonen i in. 1994, Sierota 1995, Pratt i in. 2000, Nicolotti i in. 1999, Roy i in. 2003). Preparat z tym grzybem jest stosowany w Polsce od dawna na skalę gospodarczą w drzewostanach sosnowych na terenach zagrożonych występowaniem huby korzeni, szczególnie na gruntach porolnych (Rykowski i Sierota 1977, Sierota 1995, 2001, Sierota i Małecka 2004, Sierota i in. 2007).

Na rynku europejskim jest dostępny preparat z grzybem *P. gigantea* produkcji fińskiej. Zgodnie z zaleceniami producenta, można go stosować zarówno na pniaki sosnowe, jak i świerkowe. W doświadczeniach polowych uzyskano 97–99% skuteczność tego preparatu w ograniczaniu huby korzeni (Korhonen i in. 1994). Preparat testowano także do zabezpieczania pniaków świerkowych w Szwecji (Westlund i Nohrstedt 2000, Pettersson i in. 2003, Berglund i Rönnerberg 2004, Thor 2005, Lygis 2005).

W literaturze przedmiotu jest niewiele informacji na temat tempa rozwoju grzyba w pniakach. Korhonen i in. (1994) uważają, że grzybnia *P. gigantea* jest w stanie rozwinąć się nawet do 20 cm w głąb pniaka po 3 miesiącach od zabiegu. Według Sieroty (1995) grzybnia może rozprzestrzenić się w strefie drewna korzeni na odległość 1,4 m od inokulowanego pniaka o średnicy około 40 cm w ciągu 4,5 miesiąca. Po upływie 12 miesięcy system korzeniowy jest zasiedlony przez grzyb całkowicie (do głębokości 1 m) i w znacznym stopniu rozłożony. Sierota (1997a) podaje, że po 3 miesiącach od inokulacji pniaków w warunkach laboratoryjnych ubytek suchej masy korzeni może wynosić do 52%, zależnie od wyjściowej wilgotności kamery.

Celem niniejszej pracy\* była wstępna ocena udatności inokulacji pniaków sosnowych grzybnią i zarodnikami *P. gigantea*, znajdującymi się w preparatach biologicznych produkcji fińskiej i polskiej, oraz określenie głębokości wnikania grzybni *P. gigantea* (trzech izolatów grzyba użytych w preparatach: fińskiego i dwóch polskich) w drewno pniaków po około 27 miesiącach od przeprowadzenia zabiegu. Dalsza analiza skuteczności zabiegu w drzewostanie pod kątem wpływu na rozmiar zagrożenia hubą korzeni będzie przeprowadzona po 5 i po 10 latach od jego wykonania.

---

\* Praca powstała w ramach tematu BLP 245 finansowanego przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych (nie podano nazw handlowych preparatów ze względu na wyłącznie badawczy charakter pracy)

## 2. MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły izolaty *P. gigantea* znajdujące się w preparatach biologicznych: produkcji fińskiej (izolat *P.g.1*) i polskiej (izolaty: *P.g.2* i *P.g.3*) oraz pniaki sosnowe uzyskane po ścięciu drzew.

Preparat fiński otrzymano dzięki uprzejmości firmy Verdera Oy. Zawiera on zliofilizowane zarodniki *P. gigantea* oraz substancję nośną (Korhonen i in. 1994). Zaleca się stosować go do opryskiwania pniaków sosnowych i świerkowych w postaci roztworu wodnego o stężeniu 0,1%.

Preparat polski wykonano w ZFL IBL w warunkach laboratoryjnych, według metody Rykowskiego i Sieroty (1977). Zawiera on aktywną grzybnię rozwijającą się na trocinach bukowych. W doświadczeniach testowano preparat polski zawierający izolat *P.g.2* oraz preparat polski z izolatem *P.g.3*. Izolaty pochodziły z Muzeum Kultur ZFL IBL.

W maju 2003 r. w leśnictwie Poręby (Nadleśnictwo Mińsk) w drzewostanie sosnowym w wieku 49 lat (oddz. 24 c) wykonano trzebież późną. Pniaki sosnowe powstałe w wyniku cięć potraktowano preparatami z grzybem *P. gigantea*:

– 72 pniaki opryskano roztworem wodnym preparatu fińskiego w dawce 1g preparatu/1l wody, po około 15–20 minutach po ścięciu drzewa (36 pniaków przykryto ściółką, 36 – pozostawiono odkryte);

– 147 pniaków smarowano zawiesiną uzyskaną z preparatu polskiego, z czego 61 pniaków preparatem zawierającym izolat *P.g.2* oraz 86 pniaków preparatem z izolatem *P.g.3*. Pniaki nacinano pilarką, po czym aplikowano preparat w dawce 200 g/5 l wody. Dziesięć pniaków pozostawiono dla kontroli bez zabezpieczenia preparatami.

Po 6 miesiącach od wykonania zabiegu przeprowadzono wstępną ocenę udatności inokulacji na 100 losowo wybranych pniakach (na podstawie obecności grzybni pod korą oraz owocowania na pniaku). Analizowano 50 pniaków traktowanych preparatem fińskim: 25 – bez przykrycia i 25 – z przykryciem oraz 50 pniaków, posmarowanych preparatem polskim: z izolatem *P.g.2* – 25 pniaków i z izolatem *P.g.3* – 25 pniaków. Z kilku pniaków każdego wariantu pobrano próbki w celu wyszczerpienia fragmentów na pożywkę maltozowo-agarową i uzyskania grzybni *P. gigantea* świadczącej o zasiedleniu drewna danego pniaka przez grzyb, czyli pozytywnym efekcie zabiegu.

Po około 27 miesiącach od przeprowadzenia zabiegu wykopano 20 pniaków (wraz z korzeniami): 5 – opryskiwanych preparatem fińskim z izolatem *P.g.1*, 5 – traktowanych preparatem polskim z izolatem *P.g.2* i 10 – z izolatem *P.g.3*. Pniaki przewieziono do laboratorium w celu wykonania reizolacji grzyba *P. gigantea* i tym samym potwierdzenia skuteczności zabiegu. W tym samym czasie z 40 pniaków (po 10 pniaków w przypadku zabezpieczenia pniaków preparatem z izolatem *P.g.1*, *P.g.2*, *P.g.3* i dla kontroli), które pozostawiono w drzewostanie, odcięto wierzchnie krążki drewna w celu stwierdzenia w warunkach laboratoryjnych obecności grzybni *P. gigantea* w drewnie.

Wykopane pniaki wraz z korzeniami obmyto w laboratorium wodą i pocięto na 4–12 cm krążki (w zależności od wielkości i formy danego pniaka), które oceniano makroskopowo pod względem ich skolonizowania przez *P. gigantea*. Po dezynfekowaniu powierzchniowym drewna pobierano inokula i przenoszono do płytek Petriego na pożywkę maltozowo-agarową. Ogółem przeniesiono 905 inokulów, a uzyskane z nich czyste kultury (po 2,5 -tygodniowej inkubacji w temp. 24°C) zidentyfikowano mikroskopowo.

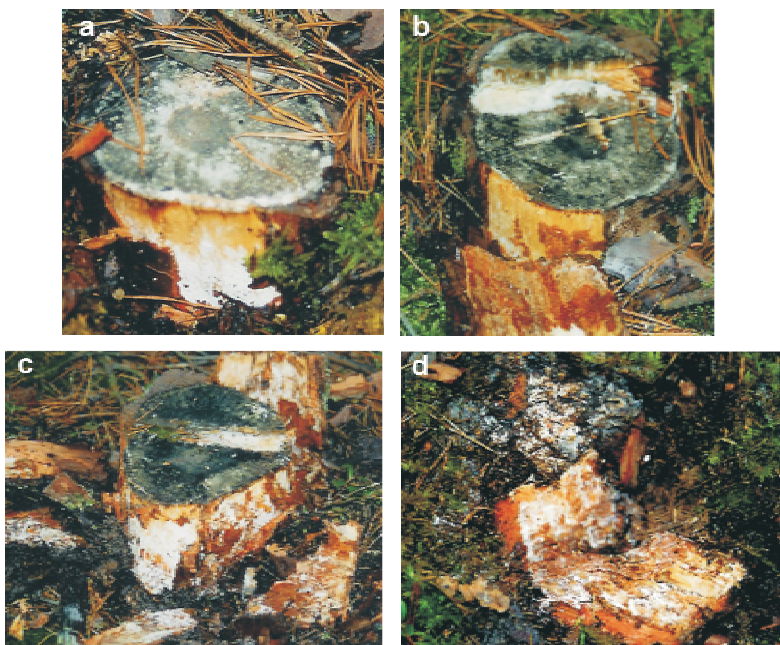
Podobnie jak z pniakami postępowano z krążkami drewna pozyskanymi z pniaków pozostawionych w drzewostanie. Dezynfekowano drewno, pobierano po 5 inokulów z jednego krążka i przenoszono na pożywkę do płytek Petriego. W sumie przeniesiono 200 inokulów. Po około 2,5-tygodniowym okresie inkubacji w temperaturze 24°C, uzyskane z inokulów czyste kultury grzybów zidentyfikowano mikroskopowo.

Dla kultur *P. gigantea*, wyizolowanych z drewna z pozyskanych pniaków i korzeni oraz z krążków (z pniaków, które pozostawiono w drzewostanie) przeprowadzono testy porównawcze. Czyste kultury izolatów *P.g.1* (czystą kulturę *P.g.1* uzyskano z zarodników pobranych z fińskiego preparatu), *P.g.2*, *P.g.3* hodowano w kulturach łączonych z kulturami *P. gigantea* uzyskanymi z drewna w celu stwierdzenia zgodności grzybni.

### 3. WYNIKI

Obecność grzybni pod korą wszystkich analizowanych pniaków stwierdzono po 6 miesiącach od ich zabezpieczenia (fot. 1). Drewno pniaków było twarde, nie rozłożone, podobnie korzenie.

Po 6 miesiącach od przeprowadzenia zabiegu preparatem fińskim na 21 pniakach opryskiwanych bez przykrywania stwierdzono grzybnię pod korą, na czterech odnotowano grzybnię pod korą i na powierzchni ścięcia. Na wszystkich 25 pniakach przykrywanych ściółką stwierdzono obecność grzybni pod korą i na powierzchni ścięcia w postaci owocnika. Na 23 pniakach traktowanych polskim preparatem zawierającym izolat *P.g.2* i przykrywanych ściółką stwierdzono grzybnię pod korą i na powierzchni ścięcia, na jednym – mimo braku przykrycia (uszkodzone prawdopodobnie w trakcie prac zrywkowych) uformował się owocnik (fot. 2), na jednym nie stwierdzono obecności grzybni ani owocnika. W przypadku pniaków traktowanych preparatem z izolatem *P.g.3* na 5 pniakach nakrytych ściółką stwierdzono grzybnię pod korą i owocniki, na 1 – tylko grzybnię *P. gigantea* pod korą, na jednym pniaku bez przykrycia stwierdzono owocnik i grzybnię pod korą, także na jednym – tylko owocnik oraz na trzech pniakach bez przykrycia – tylko grzybnię pod korą. Na pozostałych badanych pniakach stwierdzono brak okrycia i brak zarówno grzybni, jak i owocników. Stwierdzono także owocniki *P. gigantea* na dwóch pniakach w wariacie kontrolnym. Z pobranych w terenie próbek drewna



**Fot. 1. Pniaki sosnowe po 6 miesiącach od zastosowania preparatu fińskiego: bez przykrycia (widoczna biała grzybnia *P. gigantea* pod korą pniaka – a oraz owocniki uformowane pod zrzazem – b, c), z przykryciem (owocnik na powierzchni pniaka oraz biała grzybnia pod korą – d)**  
Photo 1. Pine stumps 6 months after application of Finnish preparation: without cover (white mycelium of *P. gigantea* under stump's bark – a; basidiocarp of *P. gigantea* fruiting under the cutting – b,c), with cover (basidiocarp of *P. gigantea* fruiting on stump and white mycelium under the bark – d)



**Fot. 2. Pniak sosnowy po 6 miesiącach od zastosowania preparatu polskiego (przykrycie zniszczone prawdopodobnie w trakcie prac zrywkowych; widoczne owocniki grzyba na powierzchni ścięcia oraz na powierzchni bocznej pniaka)**  
Photo 2. Pine stump 6 months after application of Polish preparation (the cover might be destroyed during the logging activities in the stand; basidiocarp of *P. gigantea* fruiting in the front and in the side area of the stump)

wyzolowano grzybnię *P. gigantea*, co potwierdza rozwój grzybni w drewnie w wyniku zabiegu zarówno preparatem polskim, jak i fińskim.

Z 5 pniaków wykopanych po około 27 miesiącach od zabiegu zabezpieczenia preparatem fińskim uzyskano czyste kultury *P. gigantea* (tab. 1 a, fot. 3). W przypadku wydobytych z ziemi pniaków zabezpieczanych polskim preparatem zawierającym izolat *P.g.*<sub>2</sub> z pniaka nr 8 nie wyizolowano grzyba *P. gigantea*, natomiast z pniaka nr 7 tylko z górnej jego części (tab. 1 b). W przypadku pniaków inokulowanych preparatem zawierającym izolat *P.g.*<sub>3</sub> z trzech (nr 11, 13 i 15) wyizolowano grzybnię *P. gigantea*, natomiast z dwóch (nr 12 i 14) – grzybnię *H. annosum* sensu lato (tab. 1 c). Widoczny na fotografii 4 rozkład drewna pniaków nr 6, 9 i 11 jest spowodowany przez grzybnię *P. gigantea*, natomiast pniaka nr 12 – przez *H. annosum* sensu lato.

**Tabela 1. Gatunki grzybów wyizolowane z pniaków sosnowych**

Table 1. Fungi species isolated from pine stumps

**a) pniaki zabezpieczone preparatem produkcji fińskiej z izolatem *P.g.*<sub>1</sub>**  
stumps treated with preparation of Finnish production with *P.g.*<sub>1</sub> isolate

Nr pniaka Number of stump	Krażki drewna, korzenie Wood disc, roots	Liczba inokulów Number of inoculums	Gatunek (rodzaj) grzyba Fungus species	
1	krążek I disc I	20	19× <i>P. gigantea</i>	1× <i>Penicillium</i> sp.
	krążek II disc II	20	20× <i>P. gigantea</i>	-
	korzeń root	10	10× <i>P. gigantea</i>	-
2	krążki I, II discs I, II	40	40×20× <i>P. gigantea</i>	-
	krążek III disc III	15	15× <i>P. gigantea</i>	-
3	krążek I disc I	20	15× <i>P. gigantea</i>	5× <i>Trichoderma</i> sp.
	krążek II disc I	20	10× <i>P. gigantea</i>	10× <i>Trichoderma</i> sp.
	korzeń root	15	15× <i>P. gigantea</i>	-
4	krążek I disc I	20	15× <i>P. gigantea</i>	3× <i>Trichoderma</i> sp. 2×biała grzybnia nie zarodn. 2×non-sporulating white mycelium
	krążek II disc II	20	16× <i>P. gigantea</i>	4× <i>Trichoderma</i> sp.
	krążek III disc III	20	15× <i>P. gigantea</i>	5× <i>Trichoderma</i> sp.
	krążek IV disc IV	10	10× <i>P. gigantea</i>	-
5	krążek I disc I	20	15× <i>P. gigantea</i>	2× <i>Trichoderma</i> sp. 1× <i>Penicillium</i> sp. 2×biała grzybnia nie zarodn. 2×non-sporulating white mycelium
	krążek II disc II	20	17× <i>P. gigantea</i>	3×biała grzybnia nie zarodn. 3×non-sporulating white mycelium
	korzeń root	5	-	5×biała grzybnia nie zarodn. 5×non-sporulating white mycelium
<b>Ogółem</b> Total		275		



**b) pniaki zabezpieczane preparatem produkcji polskiej z izolatem *P.g.*<sub>2</sub>**  
 stumps preserved with preparation of Polish production with *P.g.*<sub>2</sub> isolate

Nr pniaka Number of stump	Krażki drewna Wood discs	Liczba inokulów Number of inoculums	Gatunek (rodzaj) grzyba Fungus species	
6	krążek I disc I	20	19× <i>P. gigantea</i>	1× <i>Penicillium</i> sp.
	krążek II disc II	20	19× <i>P. gigantea</i>	1× <i>Mucor</i> sp.
	krążki III–VII discs III–IV	50	50×10× <i>P. gigantea</i>	-
7	krążek I disc I	20	20× <i>P. gigantea</i>	-
	krążek II disc II	10	-	4× <i>Trichoderma</i> sp. 1× <i>Mucor</i> sp. 5×biała grzybnia nie zarodnik. 5×non-sporulating white mycelium
	krążek III disc III	10	-	2× <i>Mucor</i> sp. 8× <i>Trichoderma</i> sp.
	krążek IV disc IV	5	-	5×biała grzybnia nie zarodnik. 5×non-sporulating white mycelium
8	krążek I, II disc I, II	20	-	20×10× <i>Trichoderma</i> sp.
9	krążek I disc I	20	-	8× <i>Penicillium</i> sp. 5× <i>Verticillium</i> sp. 7×biała grzybnia nie zarodnik. 7×non-sporulating white mycelium
	krążki II, IV, V discs II, IV, V	60	60×20× <i>P. gigantea</i>	-
	krążek III disc III	20	15× <i>P. gigantea</i>	5×biała grzybnia nie zarodnik. 5×non-sporulating white mycelium
10	krążki I–III, V discs I–III, V	60	60×20× <i>P. gigantea</i>	-
	krążek IV disc IV	20	17× <i>P. gigantea</i>	3× <i>Trichoderma</i> sp.
	krążek VI disc VI	20	18× <i>P. gigantea</i>	2× <i>Mucor</i> sp.
<b>Ogółem</b> Total		315		

**c) pniaki zabezpieczane preparatem produkcji polskiej z izolatem *P.g.*<sub>3</sub>**  
 stumps treated with preparation of Polish production with *P.g.*<sub>2</sub> isolate

Nr pniaka Number of stump	Krażki drewna, korzenie Wood discs, roots	Liczba inokulów Number of inoculums	Gatunek (rodzaj) grzyba Fungus species	
11	krążki I, II discs I, II	20	2×10× <i>P. gigantea</i>	-
	krążek III disc III	10	5× <i>P. gigantea</i>	5× <i>Trichoderma</i> sp.
	krążek IV disc IV	10	10× <i>P. gigantea</i>	
12	krążki I–III, korzeń discs I–III, root	20	-	20×5× <i>Heterobasidion</i> sp.
13	krążek I, II disc I, II	20	2×10× <i>P. gigantea</i>	-
	krążek III disc III	10	-	5× <i>Trichoderma</i> sp. 2× <i>Penicillium</i> sp. 3×biała grzybnia nie zarodnik. 3×non-sporulating white mycelium

**Tabela 1 c.d.**  
Table 1, continuation

14	<b>krążek I</b> disc I	10	-	5× <i>Heterobasidion</i> sp. 5× <i>Trichoderma</i> sp.
	<b>krążki II-IV</b> discs II-IV	30	-	3×10× <i>Heterobasidion</i> sp.
15	<b>krążki I-VI,</b> <b>korzeń</b> discs I-IV, root	70	7×10× <i>P. gigantea</i>	-
<b>Pniaki dodatkowe</b> additional stumps				
16	<b>krążki I-V,</b> <b>korzenie I, II</b> discs I-V, roots I, II	35	35×5× <i>P. gigantea</i>	-
17	<b>krążki I-III</b> discs I-III	15	15×5× <i>P. gigantea</i>	-
18	<b>krążki I-IV</b> discs I-IV	20	-	-
19	<b>krążki I-IV, korzeń</b> discs I-IV, root	25	25×5× <i>P. gigantea</i>	-
20	<b>krążki I-III, korzeń</b> discs I-III, root	20	20×5× <i>P. gigantea</i>	-
<b>Ogółem</b> Total		315		

Z pniaków sosnowych opryskiwanych fińskim preparatem, obok *P. gigantea* izolowano grzyby z rodzaju *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp. oraz białą grzybnię niezarodnikującą (tab. 1 a). Z pniaków zabezpieczanych polskim preparatem zawierającym izolat *P.g.*<sub>2</sub> uzyskano obok *P. gigantea* kultury grzybów z rodzaju *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Verticillium* sp., *Mucor* sp. oraz białą grzybnię niezarodnikującą (tab. 1 b). Z drewna dwóch pniaków zabezpieczanych polskim preparatem zawierającym izolat *P.g.*<sub>3</sub> uzyskano obok *P. gigantea* grzyby z rodzaju *Penicillium* sp. i *Trichoderma* sp. oraz białą grzybnię niezarodnikującą (tab. 1 c). Z pniaka nr 15 wyizolowano tylko *P. gigantea*, z pniaka nr 12 otrzymano tylko grzybnię grzyba z rodzaju *H. annosum* sensu lato, a z pniaka nr 14 uzyskano grzybnię grzybów *H. annosum* sensu lato i *Trichoderma* sp.

Z drewna pozyskanych dodatkowo pniaków (nr 16–20, tab. 1 c) traktowanych polskim preparatem zawierającym izolat *P.g.*<sub>3</sub> otrzymano czyste kultury *P. gigantea*, z wyjątkiem pniaka nr 18, na którym stwierdzono liczne żery owadów i brak oznak świadczących o rozkładzie drewna.

Grzybnia *P. gigantea* wnikała maksymalnie do głębokości: 80 cm (licząc od powierzchni ściecia pniaka, tab. 2) w przypadku zastosowania preparatu fińskiego, 114 cm w przypadku użycia preparatu polskiego z izolatem *P.g.*<sub>2</sub> i 92 cm w przypadku preparatu polskiego z izolatem *P.g.*<sub>3</sub> (około 27 miesięcy od zabiegu).

Wyniki testów porównawczych na zgodność grzybni dla izolatów *P. gigantea*, (uzyskanych z krążków drewna pniaków) były pozytywne, z wyjątkiem grzybni uzyskanej z krążków (I–III) pniaka nr 17, która porównywana z grzybnią izolatu *P.g.*<sub>3</sub> nie wykazywała takiej zgodności, tzn. wytworzyła się wyraźna granica w miejscu zetknięcia się grzybni (fot. 5 a, b). Z drewna pniaka zabezpieczanego preparatem z izolatem *P.g.*<sub>3</sub> wyizolowano grzybnię *P. gigantea*, ale nie była to grzybnia wprowadzonego izolatu *P.g.*<sub>3</sub>.



**Tabela 2. Głębokość wnikania grzybni *P. gigantea* do drewna pniaków i korzeni po około 27 miesiącach**Table 2. Depth of *P. gigantea* mycelium penetration of pine stumps' and roots wood after ca 27 months

Nr pniaka Number of stump	Średnica pniaka Stump diameter (cm)	Długość pniaka (głębokość penetracji <i>P. gigantea</i> ) Stump height (depth of <i>P. gigantea</i> penetration) (cm)	Obecność grzybni <i>P. gigantea</i> na korzeniach (+/-) Presence of <i>P. gigantea</i> mycelium on the roots
---------------------------------	---	---	---

**Fiński preparat z izolatem *P.g.*<sub>1</sub>**Finnish preparation with isolate *P.g.*<sub>1</sub>

1	12	72 (72)	+
2	12	43 (15)	-
3	12	80 (80)	+
4	10	30 (30)	+
5	12	40 (40)	-

**Polski preparat z izolatem *P.g.*<sub>2</sub>**Polish preparation with isolate *P.g.*<sub>2</sub>

6	13	114 (114)	+
7	12	107 (8)	-
8	11	76 (-)*	-
9	12	85 (85)	-
10	13	126 (53)	-

**Polski preparat z izolatem *P.g.*<sub>3</sub>**Polish preparation with isolate *P.g.*<sub>3</sub>

11	13	74 (74)	+
12	14	45 (-)	-
13	11	33 (12)	-
14	12	72 (-)	-
15	12	90 (90)	+
16	13	92 (92)	+
17	11	66 (21)	-
18	13	113 (-)	-
19	11	43 (43)	-
20	12	84 (84)	+

\* (-) brak grzybni *P. gigantea*\* (-) no *P. gigantea* mycelium

Z wierzchnich krążków drewna, uzyskanych z pniaków zabezpieczanych poszczególnymi preparatami wyizolowano *P. gigantea* z drewna 20 pniaków: zabezpieczanych preparatem fińskim – z sześciu pniaków, polskim zawierającym izolat *P.g.*<sub>2</sub> – z trzech, *P.g.*<sub>3</sub> – z siedmiu oraz z kontroli z czterech pniaków (tab. 3).

Wyniki testów porównawczych w większości przypadków były pozytywne (tab. 4), z wyjątkiem łączenia poszczególnych grzybni: z grzybnią *P.g.*<sub>p28</sub> (tab. 4 a), z grzybnią *P.g.*<sub>p39</sub> i z grzybnią *P.g.*<sub>p40</sub> (tab. 4 b) oraz łączenia z grzybniami wyizolowanych z drewna pniaków kontrolnych (tab. 4 d).



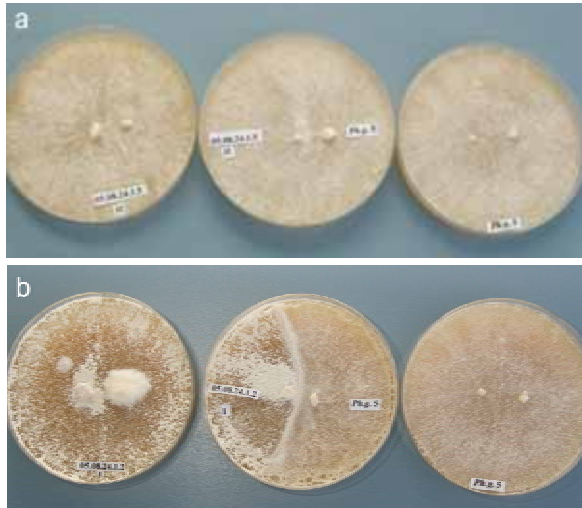
**Fot. 3. Pniak sosnowy nr 1 (po ok. 27 miesiącach od zastosowania preparatu fińskiego, po pocięciu na przekrojach widoczny rozkład drewna) (fot. D. Gierż).**

Photo 3. Pine stump number 1 (after ca 27 months from application of Finnish preparation, wood decomposition is noticeable on the crosscuts) (Author: D. Gierż)



Fot. 4. Pniaki sosnowe: a – nr 6, b – nr 9, c – nr 11, d – nr 12 (po ok. 27 miesiącach od zastosowania preparatu polskiego, po pocięciu na sekcje, na przekrojach widoczny rozkład drewna)

Photo 4. Pine stumps: a – no 6, b – no 9, c – no 11, d – no 12 (after ca 27 months from application of Polish preparation, wood decomposition is noticeable on the crosscuts)



Fot. 5. Przykład pozytywnej reakcji grzybni *P. gigantea*, wyizolowanej z krążka II, pochodzącego z pniaka nr 20 z grzybnią izolatu *P.g.*<sub>3</sub> użytego w polskim preparacie (a) oraz negatywnej – krążek I pniaka nr 17 (b) [od lewej strony – szalka 1 (kontrola) – grzybnia rozrastająca się z dwóch inokulów należących do tego samego izolatu, szalka 2 – porównanie grzybni wyizolowanej pniaka z grzybnią należącą do izolatu *P.g.*<sub>3</sub>, szalka 3 (kontrola) – grzybnia rozrastająca się z dwóch inokulów należących do tego samego izolatu *P.g.*<sub>3</sub>]

Photo 5. Positive reaction of *P. gigantea* mycelium isolated from disc 2, cut from stump no 20, with mycelium isolate *P.g.*<sub>3</sub>, applied in Polish preparation (a) and negative one – disc 1 from stump no 17 (b) [from the left – dish 1 (control) – mycelium growing from two inoculums belonging to the same isolate, dish 2 – comparison of mycelium isolated from a stump with mycelium belonging to the isolate *P.g.*<sub>3</sub>, dish 3 (control) – mycelium growing from two inoculums belonging to the same isolate *P.g.*<sub>3</sub>]

Tabela 3. Gatunki grzybów uzyskane z inokulów, pobranych z wierzchnich krążków drewna z pniaków pozostawionych w drzewostanie

Table 3. Fungi species obtained from inoculums took from upper wood discs of stumps left in the stand

a) pniaki zabezpieczone fińskim preparatem izolatem *P.g.*<sub>1</sub>

a) stumps treated with preparation of Finnish production with *P.g.*<sub>1</sub> isolate

Nr pniaka Number of stump	Gatunek (rodzaj) grzyba, zidentyfikowany na podstawie grzybni, która wyrosła z: Fungus species identified from mycelium from:	
	inokulum na pożywce inoculum on medium	drewna krążka w wilgotnej kamerze wood disc in moist wet chamber
21	2× <i>P. gigantea</i> , 2×brak wzrostu (2×no growth), 1× <i>Trichoderma</i> sp.	biała grzybnia nie zarodnikująca non-sporulating white mycelium
22	2× <i>P. gigantea</i> , 3×brak wzrostu (3×no growth)	-
23	3× <i>Penicillium</i> sp., 2× <i>Trichoderma</i> sp.	
24	2× <i>P. gigantea</i> , 3×brak wzrostu (3×no growth)	
25	2× <i>Penicillium</i> sp., 1× <i>Trichoderma</i> sp., 2× <i>Candida</i> sp.	biała grzybnia nie zarodnikująca non-sporulating white mycelium
26	2× <i>Penicillium</i> sp., 2× <i>Trichoderma</i> sp., 1× <i>Candida</i> sp.	-
27	3× <i>P. gigantea</i> , 2×brak wzrostu (2×no growth)	
28	2× <i>P. gigantea</i> , 3×brak wzrostu (3×no growth)	-
29	2× <i>Penicillium</i> sp., 1× <i>Trichoderma</i> sp., <i>Mucor</i> sp.	biała grzybnia nie zarodnikująca non-sporulating white mycelium
30	3× <i>P. gigantea</i> , 2×brak wzrostu (2×no growth)	-



**b) pniaki zabezpieczane polskim preparatem z izolatem *P.g.*<sub>2</sub>**  
 stumps treated with preparation of Polish production with *P.g.*<sub>2</sub> isolate

Nr pniaka Number of stump	Gatunek (rodzaj) grzyba, zidentyfikowany na podstawie grzybni, która wyrosła z: Fungus species identified from mycelium from:	
	inokulum na pożywce inoculum on medium	drewna krążka w wilgotnej kamerze wood disc in moist wet chamber
31	3× <i>Candida</i> sp., 2× <i>Trichoderma</i> sp.	-
32	4× <i>Penicillium</i> sp., 1× <i>Trichoderma</i> sp.	biała grzybnia nie zarodnikująca non-sporulating white mycelium
33	2× <i>P. gigantea</i> , 3× <i>Penicillium</i> sp.	
34	5× <i>Trichoderma</i> sp.	<i>Trichoderma</i> sp.
35	4× <i>P. gigantea</i> , 1×brak wzrostu( 1×no growth)	biała grzybnia nie zarodnikująca non-sporulating white mycelium
36	4× <i>Penicillium</i> sp., 1× <i>Candida</i> sp.	
37	3× <i>Penicillium</i> sp., 2× <i>Trichoderma</i> sp.	<i>Trichoderma</i> sp.
38	5×biała grzybnia nie zarodnikująca 5×non-sporulating white mycelium	biała grzybnia nie zarodnikująca non-sporulating white mycelium
39	5× <i>Trichoderma</i> sp.	
40	3× <i>P. gigantea</i> , 2× <i>Trichoderma</i> sp.,	

**c) pniaki zabezpieczane polskim preparatem z izolatem *P.g.*<sub>3</sub>**  
 stumps treated with preparation of Polish production with *P.g.*<sub>3</sub> isolate

Nr pniaka Number of stump	Gatunek (rodzaj) grzyba, zidentyfikowany na podstawie grzybni, która wyrosła z: Fungus species identified from mycelium from:	
	inokulum na pożywce inoculum on medium	drewna krążka w wilgotnej kamerze from wood disc in moist wet chamber
41	1× <i>Trichoderma</i> sp., 2× <i>P. gigantea</i> 2×biała grzybnia nie zarodnikująca 2×non-sporulating white mycelium	-
42	5× <i>P. gigantea</i>	biała grzybnia nie zarodnikująca non-sporulating white mycelium
43, 44	10 (2×5× <i>P. gigantea</i> )	
45	5×biała grzybnia nie zarodnikująca 5×non-sporulating white mycelium	-
46	5× <i>Trichoderma</i> sp.	biała grzybnia nie zarodnikująca non-sporulating white mycelium
47	2× <i>P. gigantea</i> , 1× <i>Mucor</i> sp., 2× <i>Candida</i> sp.	
48	1× <i>P. gigantea</i> , 3× <i>Penicillium</i> sp., 1× <i>Trichoderma</i> sp.	
49	2× <i>P. gigantea</i> , 3×biała grzybnia nie zarodnikująca (3×non-sporulating white mycelium)	-
50	3× <i>Penicillium</i> sp., 2× <i>Trichoderma</i> sp.,	

**d) kontrola**  
 control

Nr pniaka Number of stump	Gatunek (rodzaj) grzyba, zidentyfikowany na podstawie grzybni, która wyrosła z: Fungus species identified from mycelium from:	
	inokulum na pożywce inoculum on medium	drewna krążka w wilgotnej kamerze wood disc in moist wet chamber
51, 53	10× 5×biała grzybnia nie zarodnikująca 10× 5×non-sporulating white mycelium	biała grzybnia nie zarodnikująca non-sporulating white mycelium
52	5× <i>Penicillium</i> sp.	
54	5× <i>Heterobasidion</i> sp.	-
55, 58, 59	15×5× <i>P. gigantea</i>	
56	5× <i>P. gigantea</i>	
57	5×brak wzrostu (5×no growth)	biała grzybnia nie zarodnikująca non-sporulating white mycelium
60	5×brak wzrostu (5×no growth)	-

**Tabela 4. Porównanie kultur *P. gigantea* wyizolowanych z pniaków z izolatami *P. gigantea* użytymi w preparatach**

Table 4. Comparison of *P. gigantea* cultures isolated from stumps with isolated of *P. gigantea* used in the preparation

**a) pniaki zabezpieczone preparatem fińskim zawierającym izolat *P.g.*<sub>1</sub>**

a) stumps treated with preparation of Finnish production with *P.g.*<sub>1</sub> isolate

Izolat Isolate	<i>P.g.</i> <sub>1</sub>	<i>P.g.</i> <sub>2</sub>	<i>P.g.</i> <sub>3</sub>	<i>P.g.</i> <sub>p21</sub>	<i>P.g.</i> <sub>p22</sub>	<i>P.g.</i> <sub>p24</sub>	<i>P.g.</i> <sub>p27</sub>	<i>P.g.</i> <sub>p28</sub>	<i>P.g.</i> <sub>p30</sub>
<i>P.g.</i> <sub>1</sub>	+	-	-	+	+	+	+	-?	+
<i>P.g.</i> <sub>2</sub>	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>P.g.</i> <sub>3</sub>	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>P.g.</i> <sub>p21</sub>	+	-	-	+	+	+	+	-	+
<i>P.g.</i> <sub>p22</sub>	+	-	-	+	+	+	+	-	+
<i>P.g.</i> <sub>p24</sub>	+	-	-	+	+	+	+	-	+
<i>P.g.</i> <sub>p27</sub>	+	-	-	+	+	+	+	-	+
<i>P.g.</i> <sub>p28</sub>	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>P.g.</i> <sub>p30</sub>	+	-	-	+	+	+	+	-	+

**b) pniaki zabezpieczone preparatem polskim zawierającym izolat *P.g.*<sub>2</sub>**

b) stumps treated with preparation of Polish production with *P.g.*<sub>2</sub> isolate

Izolat Isolate	<i>P.g.</i> <sub>1</sub>	<i>P.g.</i> <sub>2</sub>	<i>P.g.</i> <sub>3</sub>	<i>P.g.</i> <sub>p33</sub>	<i>P.g.</i> <sub>p35</sub>	<i>P.g.</i> <sub>p39</sub>	<i>P.g.</i> <sub>p40</sub>
<i>P.g.</i> <sub>1</sub>	+	-	-	-	-	-	-
<i>P.g.</i> <sub>2</sub>	-	+	-	+	+	+	-?
<i>P.g.</i> <sub>3</sub>	-	-	+	-	-	-	-
<i>P.g.</i> <sub>p33</sub>	-	+	-	+	+	-?	-?
<i>P.g.</i> <sub>p35</sub>	-	+	-	+	+	-?	-?
<i>P.g.</i> <sub>p39</sub>	-	+	-	+	-?	+	-?
<i>P.g.</i> <sub>p40</sub>	-	-?	-?	-?	-?	-?	+

**c) pniaki zabezpieczone preparatem polskim zawierającym izolat *P.g.*<sub>3</sub>**

c) stumps treated with preparation of Polish production with *P.g.*<sub>3</sub> isolate

Izolat Isolate	<i>P.g.</i> <sub>1</sub>	<i>P.g.</i> <sub>2</sub>	<i>P.g.</i> <sub>3</sub>	<i>P.g.</i> <sub>p41</sub>	<i>P.g.</i> <sub>p42</sub>	<i>P.g.</i> <sub>p43</sub>	<i>P.g.</i> <sub>p44</sub>	<i>P.g.</i> <sub>p47</sub>	<i>P.g.</i> <sub>p49</sub>
<i>P.g.</i> <sub>1</sub>	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P.g.</i> <sub>2</sub>	-	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>P.g.</i> <sub>3</sub>	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>P.g.</i> <sub>p41</sub>	-	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>P.g.</i> <sub>p42</sub>	-	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>P.g.</i> <sub>p43</sub>	-	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>P.g.</i> <sub>p44</sub>	-	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>P.g.</i> <sub>p47</sub>	-	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>P.g.</i> <sub>p49</sub>	-	+	-	+	+	+	+	+	+

**Oznaczenia: *P.g.*<sub>1</sub> – izolat *P. gigantea* użyty w preparacie fińskim, *P.g.*<sub>2</sub>, *P.g.*<sub>3</sub> – izolaty *P. gigantea* użyte w preparacie polskim, *P.g.*<sub>p21</sub>, *P.g.*<sub>p22</sub>, *P.g.*<sub>p24</sub>, *P.g.*<sub>p27</sub>, *P.g.*<sub>p28</sub>, *P.g.*<sub>p30</sub>, *P.g.*<sub>p33</sub>, *P.g.*<sub>p35</sub>, *P.g.*<sub>p39</sub> – *P.g.*<sub>p44</sub>, *P.g.*<sub>p47</sub>, *P.g.*<sub>p49</sub> – czyste kultury *P. gigantea* wyizolowane z pniaków nr 21, 22, 24, 27, 28, 30, 33, 35, 39–44, 47, 49; ‘+’ zgodność grzybni, ‘-’ brak zgodności grzybni;**

Designations: *P.g.*<sub>1</sub> – *P. gigantea* isolate used in Finnish preparation, *P.g.*<sub>2</sub>, *P.g.*<sub>3</sub> – isolates used in Polish preparation, *P.g.*<sub>p21</sub>, *P.g.*<sub>p22</sub>, *P.g.*<sub>p24</sub>, *P.g.*<sub>p27</sub>, *P.g.*<sub>p28</sub>, *P.g.*<sub>p30</sub>, *P.g.*<sub>p33</sub>, *P.g.*<sub>p35</sub>, *P.g.*<sub>p39</sub> – *P.g.*<sub>p44</sub>, *P.g.*<sub>p47</sub>, *P.g.*<sub>p49</sub> – *P. gigantea* pure cultures isolated from stumps number 21, 22, 24, 27, 28, 30, 33, 35, 39–44, 47, 49;

‘+’ mycelium compatibility, ‘-’ mycelium incompatibility



**d) pniaki stanowiące kontrolę**

d) control stumps

Izolat Isolate	Pniaki kontrolne Control stumps			
	K <sub>p55</sub>	K <sub>p56</sub>	K <sub>p58</sub>	K <sub>p59</sub>
<i>P.g.</i> <sub>1</sub>	-	-	-	-
<i>P.g.</i> <sub>2</sub>	-	-	-	-
<i>P.g.</i> <sub>3</sub>	-	-	-	-

Pniaki kontrolne Control stumps	K <sub>p55</sub>	K <sub>p56</sub>	K <sub>p58</sub>	K <sub>p59</sub>
K <sub>p55</sub>	+	-	-	-
K <sub>p56</sub>	-	+	-	-
K <sub>p58</sub>	-	-	+	-
K <sub>p59</sub>	-	-	-	+

**Oznaczenia:** *P.g.*<sub>1</sub> – izolat *P. gigantea* użyty w preparacie fińskim, *P.g.*<sub>2</sub>, *P.g.*<sub>3</sub> – izolaty *P. gigantea* użyte w preparacie polskim; ‘+’ zgodność grzybni, ‘-’ brak zgodności grzybni; K<sub>p55</sub>, K<sub>p56</sub>, K<sub>p58</sub>, K<sub>p59</sub> – czyste kultury *P. gigantea* wyizolowane z pniaków nr 55, 56, 58, 59

Designations: *P.g.*<sub>1</sub> – *P. gigantea* isolate used in Finnish preparation, *P.g.*<sub>2</sub>, *P.g.*<sub>3</sub> – isolates used in Polish preparation; ‘+’ mycelium compatibility, ‘-’ mycelium incompatibility; K<sub>p55</sub>, K<sub>p56</sub>, K<sub>p58</sub>, K<sub>p59</sub> – *P. gigantea* pure cultures isolated from stumps number 55, 56, 58, 59

#### 4. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Uzyskane wstępne wyniki badań potwierdzają doniesienia innych autorów, że *P. gigantea* szybko i skutecznie kolonizuje pniaki sosny zwyczajnej (Rishbeth 1951, 1959, Meredith 1959, 1960, Sierota 1995).

Ocena zabiegu dokonana po 6 miesiącach na podstawie wyglądu pniaków i obecności na nich grzybni lub owocnika *P. gigantea* wskazywała na 100% udatność. Po około dwóch latach, w wyniku analizy laboratoryjnej wykopanych pniaków stwierdzono, że w drewnie niektórych pniaków obok lub zamiast grzybni *P. gigantea* rozwinęła się grzybnia *H. annosum* sensu lato. Przypadki takie mają miejsce w drzewostanie, gdy patogen jest obecny w systemach korzeniowych przed wykonaniem zabiegu ochronnego (Sierota 1995, 1997 b). W przypadku jednego pniaka zabezpieczonego preparatem polskim zawierającym izolat *P.g.*<sub>3</sub>, z drewna wyizolowano grzyb *P. gigantea*, ale nie była to grzybnia izolatu *P.g.*<sub>3</sub>. Oznacza to, że pniak został zasiedlony w sposób spontaniczny przez zarodniki *P. gigantea* obecne w drzewostanie, a rozwijająca się grzybnia tego izolatu w sposób bardziej aktywny zajęła wolną niszę pokarmową. Zjawiska tego rodzaju stały się podstawą zabiegu “rozproszonego”, proponowanego do stosowania w LP (Sierota i Małecka 2004). W pniakach kontrolnych (nr 55, 56, 58, 59), z których uzyskano czyste

kultury grzyba *P. gigantea*, nie rozwinęła się grzybnia, należąca do izolatów: *P.g.1*, *P.g.2*, czy *P.g.3*. (tab. 5 d). Można analogicznie wnioskować, że na powierzchni tych pniaków rozwinęła się grzybnia z zarodników *P. gigantea* obecnych w drzewostanie, np. z owocników uformowanych na pniakach, znajdujących się w sąsiedztwie (na terenie N-ctwa Mińsk pniaki sosnowe po ściętych drzewach są zabezpieczane preparatem produkowanym przez jedną z firm zarejestrowanych na polskim rynku). Naturalną infekcję pniaków kontrolnych przez zarodniki *P. gigantea* na swoich powierzchniach doświadczalnych stwierdził także Łakomy (2001).

Nie stwierdzono wyraźnych różnic między preparatem fińskim a polskim w przebiegu procesu zasiedlania pniaków sosnowych przez poszczególne grzybnie. Stwierdzono natomiast różnice w zasiedlaniu drewna przez polskie izolaty. Fakt, że w drewnie pniaków traktowanych preparatem polskim z izolatem *P.g.3* rozwinęła się grzybnia *H. annosum* sensu lato, może świadczyć o niesprzyjających okolicznościach dla rozwoju grzybni *P. gigantea* i o większej aktywności patogena w trakcie zasiedlania drewna pniaków. Łakomy (2001) stwierdził na swoich powierzchniach badawczych, mimo zabezpieczania pniaków preparatami, niewielki procent pniaków zainfekowanych przez *H. annosum* i to bez względu na preparat, czyli bez względu na znajdujący się w nim izolat *P. gigantea*.

Preparat polski – ze względu na swoją formę (grzybnia, zarodniki, trociny) – daje większe możliwości ochrony dla wzrostu *P. gigantea* w początkowym okresie rozwoju strzępek grzybni w drewnie pniaka niż preparat fiński. Zliofilizowane zarodniki znajdujące się w preparacie fińskim stają się aktywne dopiero po dodaniu wody i potrzebują czasu na skiełkowanie i wytworzenie strzępek grzybni, co wymaga odpowiednich warunków wilgotnościowych w czasie zabiegu. Zakłócenie tych warunków, np. wskutek suszy, może spowodować zamieranie grzybni. Zalecane przykrywanie pniaka ściółką w przypadku stosowania preparatu polskiego stwarza zarówno ochronę przed utratą wilgoci, jak i ułatwia zasiedlenie powierzchni ścięcia pniaka przez zarodniki innych grzybów, w tym sprawcy huby korzeni.

*Autorka składa podziękowania: Panu Nadleśniczemu mgr inż. Piotrowi Serafinowowi oraz Panu Leśniczemu mgr inż. Dariuszowi Gierzowi i Panom Podleśniczym z Nadleśnictwa Mińsk, Pani dr inż. Monice Maleckiej z IBL za pomoc w realizacji prac terenowych oraz Pani mgr Marinie Niemi z firmy Verdera Oy za przekazanie próbek preparatu biologicznego produkcji fińskiej z grzybem *Phlebiopsis gigantea*.*

SCOTS PINE STUMPS INOCULATION WITH *PHLEBIOPSIS GIGANTEA*  
BIOLOGICAL PREPARATIONS

## Summary

The study has been carried out in Mińsk Forest District's (located at 52°19'N and 21°30'E) in a 49-year-old Scots pine stand affected by *Heterobasidion annosum* sensu lato. In May 2003, the pine stumps – result of a thinning – were inoculated by application of Finnish and Polish biological preparations containing *Phlebiopsis gigantea* strains (Finnish strain *P.g.*<sub>1</sub> and Polish strains: *P.g.*<sub>2</sub> and *P.g.*<sub>3</sub>). The Finnish preparation was in form of a dry powder containing c. 10<sup>7</sup> oidia/g, Polish preparations were in form of beech sawdust with growing mycelium. 72 stumps were sprayed with Finnish preparation (half of stumps without cover on a cut surface and half of stumps with cover), 147 stumps were treated with Polish preparation (all of them with cover on a cut surface). After 6 months, result of the treatment was macroscopically evaluated on 100 stumps, on the basis of mycelium presence under the bark and on the cut surface. It was found the white mycelium of *P. gigantea* under the bark and on the cut surface on 25 stumps sprayed with Finnish preparation, with cover and on 4 stumps without cover and – under the bark only on 21 stumps (photo 1). The white mycelium of fungus was observed under the bark and on the cut surface on 24 stumps treated with Polish preparation containing strain *P.g.*<sub>2</sub> and on 6 stumps treated with Polish preparation containing strain *P.g.*<sub>3</sub> (photo 2). It was not noticed the white mycelium on 15 stumps: on one stump treated with Polish preparation containing strain *P.g.*<sub>2</sub> and on 14 stumps treated with Polish preparation containing strain *P.g.*<sub>3</sub>. After ca 27 months, 20 stumps were rooted out: 5 treated with Finnish preparation, and 5 and 10 treated with Polish preparation with isolate *P.g.*<sub>2</sub> and *P.g.*<sub>3</sub>, respectively (photo 3, 4). Next, stumps were cut into sections and analyzed under the laboratory conditions to determine the depth of *P. gigantea* mycelium penetration of the stumps. Re-isolations made from wood sections confirmed the presence of *P. gigantea* mycelium (Table 1). The mycelium of this fungus was found in case:

- of Finnish preparation at maximum 80 cm deep from the upper part of the stump,
- of Polish preparation containing strain *P.g.*<sub>2</sub> at maximum 114 cm deep from the upper part of the stump,
- of Polish preparation containing strain *P.g.*<sub>3</sub> at maximum 92 cm deep from the upper part of the stump (Table 2).

(transl. M. P.)

## LITERATURA

- Berglund M., Rönnerberg J. 2004: Effectiveness of treatment of Norway spruce stumps with *Phlebiopsis gigantea* at different rates of coverage for the control of *Heterobasidion*. For. Pathol., 34 (4): 233.
- Korhonen K., Lipponen K., Bendz M., Johansson M., Ryen I., Venn K., Seiskari P., Niemi M. 1994: Control of *Heterobasidion annosum* by stump treatment with Rotstop, a new commercial formulation of *Phlebiopsis gigantea*. [W:] Proceedings of the 8 th IUFRO International Conference on Root and Butt Rots. 9-16 August 1993, Wik, Sweden and Haikko, Finland, Uppsala, Sweden (eds.: M. Johansson, J. Stenlid). Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. 657-685.
- Łakomy P. 2001: Comparison on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stump treatment with PG and Rotstop based on *Phlebiopsis gigantea* (Fr.: Fr.) Jülich. Forestry, 4. 139-146.

- Lygis V. 2005. Root rot in north-temperate forest stands: biology, management and communities of associated fungi. Doctor's dissertation.
- Meredith D. S. 1959: The infection of pine stumps by *Fomes annosum* and other fungi. Ann. Bot., 23: 455–476.
- Meredith D. S. 1960: Further observations on fungi inhabiting pine stumps. Ann. Bot., 24: 63–78.
- Nicolotti G., Gonthier P., Varese G. C. 1999: Effectiveness of some biocontrol and chemical treatments against *Heterobasidion annosum* on Norway spruce stumps. Europ. J. For. Pathol., 29(5): 339.
- Pettersson M., Rönnerberg J. 2003: Effect of thinning and *Phlebiopsis gigantea* stump treatment on the growth of *Heterobasidion parviporum* inoculated in *Picea abies*. Scand. J. For. Res., 18 (4): 362-367.
- Pratt J. E., Niemi M., Sierota Z. H. 2000: Comparison of three products based on *Phlebiopsis gigantea* for the control of *Heterobasidion annosum* in Europe. Biocon. Sci. Technol., 10 (4): 467-477.
- Rishbeth J. 1951: Observations on the biology of *Fomes annosus*, with particular reference to East Anglian pine plantations. III. Natural and experimental infection of pines and some factors affecting severity of the disease. Ann. Bot., 15: 221–247.
- Rishbeth J. 1959: Dispersal of *Fomes annosus* Fr. and *Peniophora gigantea* (Fr.) Masee. Trans. Brit. Mycol. Soc., 42: 243-260.
- Rishbeth J. 1963: Stump protection against *Fomes annosus*. III. Inoculation with *Peniophora gigantea*. Ann. App. Biol., 52: 63–77.
- Roy G., Laflamme G., Bussières G., Dessureault M. 2003: Field tests on biological control of *Heterobasidion annosum* by *Phaeothea dimorphospora* in comparison with *Phlebia gigantea*. For. Pathol., 33 (2): 127-140.
- Rykowski K., Sierota Z. 1977: Badania nad przygotowaniem do produkcji biopreparatu z grzybem *Phlebia gigantea* (Fr.) Donk. Prace Inst. Bad. Leśn., 534: 73–90.
- Sierota Z. 1995: Rola grzyba *Phlebiopsis gigantea* (Fr.: Fr.) Jülich w ograniczaniu huby korzeni w drzewostanach sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na gruntach porolnych. Pr. Inst. Bad. Leśn., 810: 1-180.
- Sierota Z. 1997 a: Dry weight loss of wood after the inoculation of Scots pine stumps with *Phlebiopsis gigantea*. Eur. J. For. Pathol., 27: 179-185.
- Sierota Z. 1997 b: An analysis of the root rot spread in a Scots pine stand growing in post agricultural land. Fol. For. Pol. ser. A – Forestry, 39: 27-37.
- Sierota Z., Małecka M., 2004: Modyfikacja biologicznej metody ochrony przed hubą korzeni i porównanie kosztów z metodą tradycyjną. Sylwan, 4: 34-39.
- Sierota Z. 2001: Choroby lasu. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, 1-156.
- Sierota Z., Małecka M., Pratt J. 2007: Eindämmung des Wurzelpilzes *Heterobasidion annosum* in Beständen mit Gemeiner Kiefer in Ackeraufforstungen. Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie, 41: 29-35.
- Thor M. 2005: *Heterobasidion* root rot in Norway spruce: modelling incidence, control efficacy and economic consequences in Swedish forestry. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala 2005.
- Westlund A., Nohrstedt H.-Ö. 2000: Effects of stump-treatment substances for root-rot control on ground vegetation and soil properties in a *Picea abies* forest in Sweden. Scand. J. For. Res., 15 (5): 550-560.