

STEFAN KOWALSKI, LESZEK WOJNOWSKI

Dynamika rozwoju opieńkowej zgnilizny korzeni w uprawie doświadczalnej z sadzonkami sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) niemikoryzowanymi i mikoryzowanymi grzybami *Hebeloma crustuliniforme* i *Laccaria bicolor*

Armillaria root rot dynamics in the experimental plantation with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings non-mycorrhized and mycorrhized with the fungi *Hebeloma crustuliniforme* and *Laccaria bicolor*

ABSTRACT

Kowalski S., Wojnowski L. 2009. Dynamika rozwoju opieńkowej zgnilizny korzeni w uprawie doświadczalnej z sadzonkami sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) niemikoryzowanymi i mikoryzowanymi grzybami *Hebeloma crustuliniforme* i *Laccaria bicolor*. Sylwan 1: 31-38.

The objective of the research was to study the *Armillaria* root rot dynamics in the experimental plantation with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings non-mycorrhized and mycorrhized with the fungi *Hebeloma crustuliniforme* and *Laccaria bicolor*. It was demonstrated that eight years after planting, the container-grown pine seedlings mycorrhized with the fungi *H. crustuliniforme* were affected by the *Armillaria* root rot disease in relatively lesser degree in comparison with the seedlings subjected to such treatment.

KEY WORDS

Pinus sylvestris, ectomycorrhizae, biological protection, *Armillaria* root rot

ADDRESSES

Stefan Kowalski – Katedra Fitopatologii Leśnej; Uniwersytet Rolniczy;
Al. 29 Listopada 46; 31-425 Kraków; e-mail: rikowals@cyf-kr.edu.pl

Leszek Wojnowski – Nadleśnictwo Rudy Raciborskie;
ul. Rogera 1; 47-430 Rudy

Wstęp

Występowanie opieńki w uprawach sosnowych pochodzących ze sztucznego odnowienia jest w Polsce od wielu lat poważnym problemem hodowlano-ochronnym [Mańka 2005]. Rozmiar szkód nasila się zwłaszcza w uprawach drzew gatunków iglastych, zakładanych w wyniku usunięcia drzewostanów liściastych i mieszanych zajmujących bogate siedliska [Rykowski 1985; Sierota 2001; Żółciak 2005]. W wieku uprawy porażenie korzeni drzew przez tego patogena jesienią prowadzi do zamierania pędów wraz z pączkami, zaś infekcje wiosenne powodują, że pędy tegoroczne tracą turgor, wiotczeją, więdną i w okresie lata zamierają [Łakomy 1998]. Zagrożenie infekcyjne sadzonek w uprawie jest zwielowokrotnione po uszkodzeniu ryzomorf macierzystych, czego nie można uniknąć przygotowując glebę pod przyszłą uprawę orką w pasy. Uszkodzone ryzomorfy w wyniku procesów regeneracyjnych cechuje bardzo duża zdolność porażania drzew gatunków iglastych, zwłaszcza gdy ich wyjściową bazę pokarmową stanowi

drewno korzeni i pniaków drzew liściastych [Rykowski i in. 1988; Rykowski 1990; Żółciak, Sierota 1997].

Wielkość powierzchni drzewostanów z opieńkową zgnilizną korzeni z roku na rok ulega zmianie, chociaż od szeregu lat utrzymuje się w Polsce na stosunkowo wysokim poziomie. W 2007 roku nastąpił nieznaczny w stosunku do roku ubiegłego wzrost (12%) zasięgu zagrożenia tą chorobą, która została stwierdzona na powierzchni ponad 131 tys. ha drzewostanów iglastych i liściastych wszystkich klas wieku [Sierota i in. 2008].

Objawem pierwotnym tej choroby jest nekroza korzeni, ale pierwszymi widocznymi objawami porażenia są przebarwienia organów asymilacyjnych do koloru jasnozielonego, żółtego, rudego i czerwonego oraz skarlenie pędów i igieł. U drzew iglastych w korzeniach i w dolnych partiach porażonych pni powstają wycieki żywicy powodując tworzenie się nieregularnych guzów ziemno-żywiczych. Na zamierających i martwych drzewach można stwierdzić pod korą, w części odziomkowej, obecność grubych, białych płatów grzybni, a w glebie i na korzeniach ciemnobrunatnych sznurów grzybniowych – ryzomorf, zaś wokół zamarłych drzew lub pniaków liczne owocniki tego patogena. Drewno korzeni i porażonej części pnia ulega białej zgniliznie. W wyniku infekcji kolejnych, sąsiadujących ze sobą drzew, tworzą się ogniska choroby i w następstwie tego luki. Uprawy silnie porażone przepadają i wymagają ponownego odnowienia.

Zmienność i biologiczna plastyczność grzyba skłaniała do wyróżniania szczepów, ras fizjologicznych lub form biologicznych o odmiennych właściwościach ekologicznych, fizjologicznych i patogenicznych. Obecnie w Europie wyróżniono 5 gatunków opieniek o zróżnicowanej patogenności [Korhonen 1978], zaś w Polsce, w drzewostanach sosnowych zarówno młodszych jak i starszych klas wieku, głównym patogenem powodującym opieńkową zgnilizną korzeni jest *Armillaria ostoyae* [Żółciak 2003, 2005].

Choroba jest w dużej mierze rezultatem gospodarki zrębowej i zastępowania drzewostanów liściastych i mieszanych drzewostanami iglastymi, a odnowienia naturalnego – odnowieniem sztucznym [Rykowski 1985], stąd jej zwalczanie jest niezwykle trudne. Metody hodowlane, które w praktyce leśnej są najczęściej stosowane, polegają na unikaniu czynności sprzyjających chorobie oraz na budowaniu wyższej odporności drzewostanu [Mańka 2005; Żółciak 2005], zaś metody biologiczne wykorzystują zjawisko konkurencji pokarmowej, działania antybiotycznego lub hiperpasożytnictwa [Łakomy 2004]. Z oceny odporności różnych polskich pochodzeń sosny zwyczajnej na atak *A. ostoyae* w warunkach naturalnych wynika, że najbardziej odporna jest zazwyczaj sosna miejscowego pochodzenia. Uwarunkowanej genetycznie odporności sosny należy upatrywać raczej w cechach indywidualnych drzew, a nie w wartości genetycznej populacji [Rykowski i in. 1988].

Wprowadzanie na uprawy leśne sadzonek mikoryzowanych może mieć, jak się wydaje, znaczenie raczej pośrednie dla kształtowania ich odporności w chorobie opieńkowej, ale dobrze wpisuje się w kompleks metod hodowlanych stosowanych w ograniczaniu rozwoju tej choroby. Lepiej odżywione sadzonki o wyższej witalności powinny wykazywać większą odporność również w stosunku do tego patogena. Do tej pory brak jednak metodycznych badań, które mogłyby tę hipotezę zweryfikować. Funkcje ochronne mikoryz w kontakcie rośliny z patogenem w warunkach środowiska glebowego są złożone i wielopłaszczyznowe. Wiadomo również, że w metabolitach grzybów ektomikoryzowych mogą znajdować się substancje biologiczne hamujące wzrost grzybów patogenicznych, co w stosunku do wielu grzybów wykazano w testach *in vitro* [Rudawska 1990; Kowalski i in. 1996]. Znane są również przykłady ochrony systemu korzeniowego sosny przed grzybami patogenicznymi w kontekście grzybów mikoryzowych [Werner, Napierała 1995].

W Lasach Państwowych od kilku lat wdrażana jest polska technologia sterowanej mikoryzacji sadzonek drzew leśnych, zaś jej wyniki zarówno w szkółkach, jak i uprawach leśnych wskazują na korzystniejsze parametry fizjologiczno rozwojowe tych sadzonek w porównaniu z sadzonkami niemikoryzowanymi [Kowalski 2007]. Pojawiła się więc możliwość zbadania czy zabieg sterowanej mikoryzacji sadzonek drzew leśnych może przyczynić się do większej ich przeżywalności w uprawie zagrożonej chorobą opieńkową.

Material badawczy i metody

Badania przeprowadzono na terenie Nadleśnictwa Rudy Raciborskie w uprawie doświadczalnej nr 3/2000 o powierzchni 0,95 ha, założonej przez Szablę [2004] oddziale 214c Leśnictwa Stanica. Uprawę założono po usunięciu 110 letniego drzewostanu sosnowego III bonitacji z udziałem dębu (60 lat) oraz dębu i buka (130 lat), na glebie bielcowo-rdzawej z oznakami oddolnego oglejenia w poziomie IICgg, wytworzonej na piaskach fluwiogłacjalnych naniesionych na glinę zwałową z domieszką żwiru. Skład mechaniczny części ziemistych miał charakter piasku luźnego, słabogliniastego, a w najniższym poziomie gliny lekkiej z wkładkami gliny średniej. Odczyn był silnie kwaśny w całym profilu (pH w H₂O 4,4 – 4,0, pH w KCl 3,2 – 4,3) z wyjątkiem poziomu IICgg, gdzie występował odczyn kwaśny. Zawartość (mg/100g gleby) wymiennego Ca wahała się od 4,9194 do 10,028, K – od 0,922 do 2,984, a Mg – od 0,184 do 0,903. Wartości te należy uznać za niską zawartość wymienionych pierwiastków w badanych poziomach. W runie leśnym występowała *Vaccinium vitis-idea*, *Rubus idaeus*, *Pteridium aquilinum*, *Rubus plicatus*, *Trientalis europaea*. W obrębie badanej powierzchni nie stwierdzono różnic pod względem warunków siedliskowych i sklasyfikowano jako siedlisko lasu mieszanego świeżego [Krzaklewski i in. 2000].

Uprawę założono wczesną wiosną w 2000 roku według opracowanego planu rozmieszczenia poszczególnych poletek doświadczalnych, a sadzonki sadzono w glebę przygotowaną przez wyoranie pasów. W każdej kombinacji doświadczalnej wysadzano po 900 sadzonek w trzech losowo rozmieszczonych powtórzeniach (3×300), w więźbie 0,60×1,7 m. Poszczególne kwatery rozdzielono pasami krzewów, złożonych z jarząba pospolitego, róży pomarszczonej i kaliny.

Kombinacje doświadczalne w uprawie stanowiły:

A. Sadzonki z zakrytym systemem korzeniowym:

- szczepione grzybem *Hebeloma crustuliniforme*;
- szczepione grzybem *Laccaria bicolor*;
- niepoddane zabiegowi sterowanej mikoryzacji;

B. Sadzonki z nagim systemem korzeniowym ze szkółki gruntowej.

Sadzonki z zakrytym systemem korzeniowym sadzono w szparkę o kształcie bryłki korzeniowej wykrojonej w glebie specjalnym kosturem, a sadzonki z nagim systemem korzeniowym w jamkę wykopaną szpadlem.

W szóstym roku uprawy przeprowadzono badania podatności sosny na opieńkową zgniliznę korzeni. W tym celu policzono wszystkie drzewka na poszczególnych poletkach doświadczalnych, określono ich stan zdrowotny z oznaczeniem sprawcy ewentualnych wypadów. Zlokalizowano luki i pozostawiono po zrębie pniaki z objawami infekcji opieńkowej.

Wyniki

Stosunkowo najwięcej sadzonek zamarło w dwóch pierwszych sezonach wegetacyjnych. W tym okresie liczba zmarłych sadzonek mikoryzowanych zarówno grzybem *H. crustuliniforme*, jak

i *L. bicolor* była podobna i wynosiła jedynie 9,9% w stosunku do liczby wysadzonych sadzonek. Natomiast procent zmarłych sadzonek w grupie sadzonek wysadzonych z zakrytym systemem korzeniowym, ale niepoddanych zabiegowi sterowanej mikoryzacji i sadzonek z nagim systemem korzeniowym był wyraźnie wyższy. W pierwszym przypadku wynosił 20,1%, a w drugim aż 31,7% (tab.). W tym okresie nie zgromadzono jednak przekonujących dowodów, które pozwoliłyby na przyczynowe powiązanie powstałych wypadów z chorobotwórczą działalnością opieńki, chociaż część zmarłych sadzonek mogła mieć związek z tą chorobą, bo w uprawie znajdowały się pniaki zarówno drzew iglastych, jak i liściastych z objawami porażenia przez tego patogena. Od roku 2002 do lipca 2006 roku liczba zmarłych sadzonek wysadzonych z nagim systemem korzeniowym była dwukrotnie wyższa w porównaniu z sadzonkami mikoryzowanymi grzybem *H. crustuliniforme* (tab.). W tym przypadku większość powstałych wypadów można przypisać chorobotwórczej działalności wspomnianego patogena. Prowadzone w lipcu i w sierpniu 2006 szczegółowe badania nad występowaniem opieńkowej zgnilizny korzeni w uprawie doświadczalnej wykazały, że na poletkach w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych występują sosny z objawami porażenia przez opieńkę w różnym stadiach zaawansowania choroby. W tym przypadku stosunkowo najwięcej sadzonek chorych stwierdzono pośród sadzonek sosny mikoryzowanej *L. bicolor* i sadzonek wysadzonych z zakrytym systemem korzeniowym, ale niepoddanych zabiegowi sterowanej mikoryzacji (tab.). Od września 2006 roku do kwietnia 2008 roku choroba rozwijała się bardzo dynamicznie i w tym okresie stosunkowo najwięcej sadzonek zamarło na poletkach z sosną mikoryzowaną grzybem *L. bicolor* (tab.). Procentowy udział sadzonek zmarłych od 2002 roku do kwietnia 2008 roku był stosunkowo najniższy w grupie sadzonek poddanych zabiegowi sterowanej mikoryzacji z grzybem *H. crustuliniforme* i wynosił jedynie 10,9% (tab.). W okresie 8 lat w uprawie doświadczalnej najmniej zamarło sadzonek w grupie poddanych zabiegowi sterowanej mikoryzacji z grzybem *H. crustuliniforme*, bo jedynie 19,8%, a najwięcej w grupie sadzonek wysadzonych z nagim systemem korzeniowym, bo aż 43,2% (tab.).

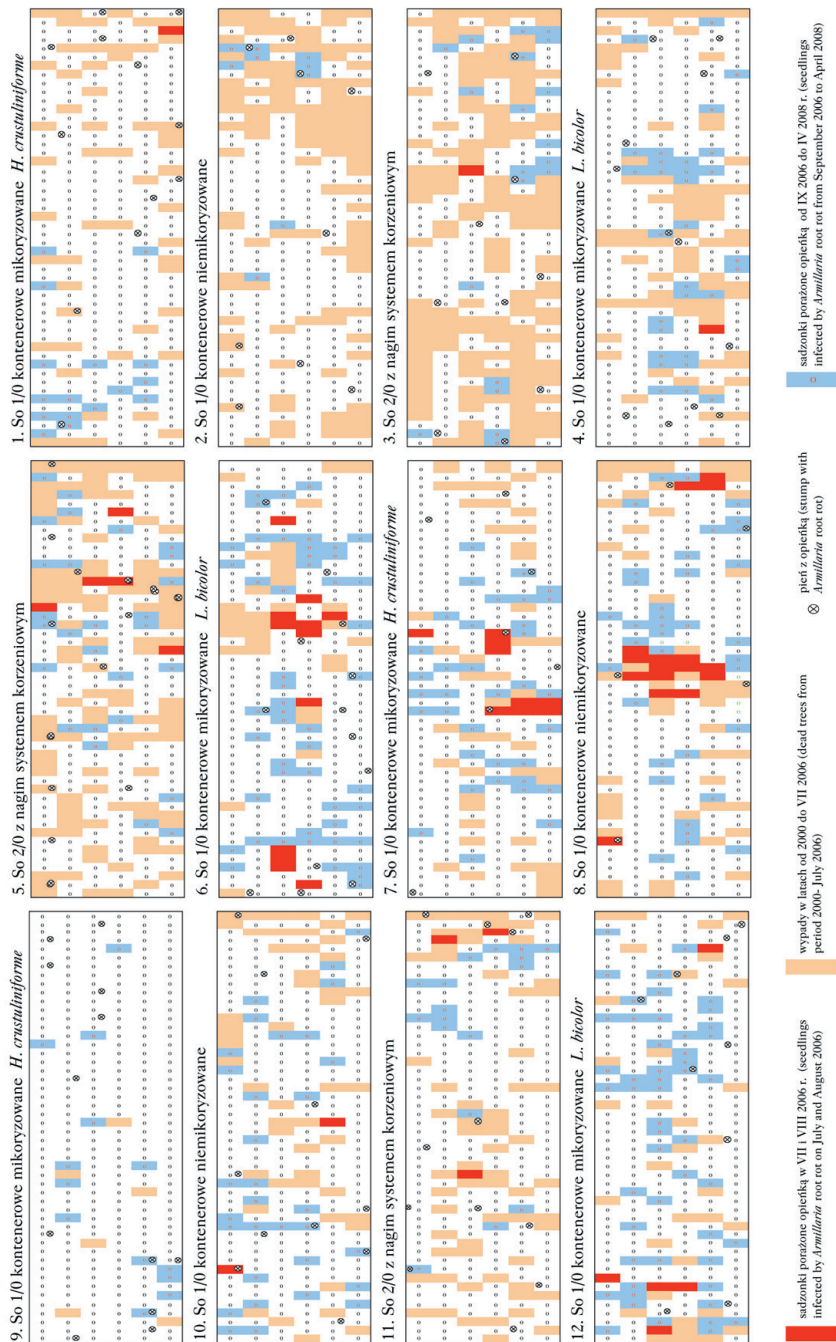
Tabela.

Dynamika zamierania mikoryzowanych i niemikoryzowanych sadzonek sosny zwyczajnej
Mortality dynamics of mycorrhized and non-mycorrhized Scots pine seedlings

Rodzaj materiału sadzeniowego (symbol hodowlany)	Liczba sadzonek zmarłych w dwóch pierwszych sezonach wegetac. w latach od 2002 do VII 2006		Liczba sadzonek chorych i zmarłych na opieńkę w VII i VIII 2006 do IX 2008		Razem zmarłych w latach od 2002 do IV 2008	
	liczba	%*	liczba	%	liczba	%
Sol1/0KM <i>H. crustuliniforme</i>	89	15	10	64	89	10,9
Sol1/0KM <i>L. bicolor</i>	89	18	18	131	167	20,6
Sol1/0K niemikoryzowane	181	25	18	78	121	16,8
Sol2/0 ze szkółki gruntowej	285	31	9	64	104	16,9
					389	43,2

* procent (%) sadzonek zmarłych obliczono w stosunku do liczby sadzonek żywych pozostających w uprawie na początku 2002 roku; KM – sadzonki kontenerowe poddane zabiegowi sterowanej mikoryzacji
* frequency (%) of seedlings was calculated in relation of alive seedlings that stayed in cultivation in 2002; KM – container seedlings subjected to controlled mycorrhization

Istotną rolę w porażeniu drzewek w uprawie odgrywały, jak się wydaje, pozostawione ścięte pniaki. Zwłaszcza, gdy wyjściową bazę pokarmową ryzomorf stanowiło drewno korzeni i pniaków drzew liściastych pokrytych grzybnią. Rozmieszczenie pniaków w poszczególnych kwaterach przedstawia rycina. Analizując szkice z kwater, można zauważyć, że choroba w bliskim sąsiedztwie pniaków rozwijała się intensywniej i sukcesywnie rozprzestrzeniła na



Ryc.

Zestawienie ogólne wypadków oraz porażonych i nieporażonych przez opieńkę sadzonek w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych
 Total specification of dead, infected and non-infected seedlings by *Armillaria* root rot in individual experimental combinations

całą uprawę (ryc.). Do lipca 2006 roku stosunkowo najwięcej sadzonek zamarło na kwaterach nr 3, 5 i 2. Na dwóch pierwszych z nich wysadzone były sadzonki z nagim systemem korzeniowym, a na kwaterze nr 2 sadzonki z zakrytym systemem korzeniowym, ale niepoddane zabiegowi sterowanej mikoryzacji (ryc.).

Mimo że wpływ choroby był wyraźny na całej uprawie, można było zauważyć, że nasilenie występowania choroby było stosunkowo najintensywniejsze w środkowym bloku, w którym zlokalizowano kwatery nr 5, 6, 7 i 8 (ryc.). Od lipca 2006 roku do kwietnia 2008 roku stosunkowo najwięcej sadzonek chorowało na opieńkę na kwaterach, na których wysadzono sadzonki mikoryzowane grzybem *L. bicolor* (ryc.). W ramach 3 bloków doświadczalnych, w których zlokalizowano po 4 kwatery, w każdym z tych bloków na kwaterach, na których rosły sadzonki mikoryzowane grzybem *H. crustuliniforme* (kwatery nr 1, 7 i 9), po 8 latach pozostało stosunkowo najwięcej sadzonek żywych, zaś na kwaterze nr 9 sadzonek porażonych przez opieńkę było najmniej i występowały w pojedynczym rozproszeniu (ryc.).

Analizując otrzymane wyniki należy mieć na uwadze fakt, że sadzonki były wysadzone w uprawie leśnej silnie zagrożonej od choroby opieńkowej i to w wyorane bruzdy, a więc w środowisko silnie kontaminowane potencjałem infekcyjnym ryzomorf. Jak się wydaje ten potencjał infekcyjny w poszczególnych blokach doświadczalnych mógł być różny. W bloku środkowym (kwatery 5-8) zamarło stosunkowo najwięcej sadzonek, ale jednocześnie w bloku I (kwatery 1-4) w dwóch pierwszych latach badań wypadły były stosunkowo największe, co mogło mieć wpływ na dalszy przebieg choroby drzew pozostałych. W bloku III (kwatery 9-12) pozostało stosunkowo najwięcej drzew żywych, a rozwój choroby opieńkowej nasilił się stosunkowo późno, bo dopiero w siódmym roku uprawy (ryc.). W każdym bloku doświadczalnym pozostało najwięcej drzewek żywych mikoryzowanych *H. crustuliniforme*, ale jak się wydaje ta większa odporność w dużym stopniu ma charakter odporności związanej z warunkami środowiska i może mieć znaczenie przy stosunkowo niskim potencjale infekcyjnym patogena. W przypadku wysokiego potencjału infekcyjnego sadzonki porażane są w podobny sposób jak te, które nie były poddane zabiegowi sterowanej mikoryzacji.

Nie bez znaczenia pozostaje rodzaj symbionta użytego do zabiegu sterowanej mikoryzacji sadzonek przeznaczonych do wysadzenia w uprawy zagrożone chorobą opieńkową. Jak wynika z badań jedynie sadzonki mikoryzowane grzybem *H. crustuliniforme* wykazywały pewien stopień odporności w stosunku do tego patogena natomiast sadzonki mikoryzowane grzybem *L. bicolor* były dość silnie porażane. Przeprowadzone badania z uwagi na ograniczony charakter tak przestrzenny jak i czasowy nie upoważniają do wysuwania daleko idących wniosków praktycznych jednak mogą być inspiracją do poszukiwania metod produkcji materiału sadzeniowego, w większym jak do tej pory stopniu, przydatnego do odnawiania upraw zagrożonych chorobą opieńkową.

Literatura

- Kowalski S. [red.] 2007. Ektomikoryzy. Nowe biotechnologie w polskim szkółkarstwie leśnym. CILP, Warszawa.
- Kowalski S., Rębisz A., Wojewoda W. 1996. Badania stosunków biotycznych pomiędzy wybranymi grzybami mikoryzowymi i patogenicznymi. (W:) Mańka M. (red.). Choroby roślin a środowisko. PTFit., Poznań. 51-57.
- Korhonen K. 1978. Interfertility and clonal size in the *Armillaria mellea* complex. Karstena. 18: 31-42.
- Krzaklewski W., Barszcz J., Pietrzykowski M., Pająk M. 2000. Charakterystyka gleb i ocena warunków siedliskowych powierzchni doświadczalnych Katedry Fitopatologii Leśnej AR w Krakowie w nadleśnictwach: Rudy Raciborskie, Chrzanów i Świerklaniec. Katedra Ekologii Lasu AR w Krakowie.
- Łakomy P. 1998. Monitoring huby korzeni i opieńkowej zgnilizny korzeni w wybranych uprawach sosnowych krainy Wielkopolsko-Pomorskiej. Roczniki AR w Poznaniu, Rozprawy Nauk. 283: 1-81.
- Łakomy P. 2004. Środowiskowe uwarunkowania zasiedlenia pniaków drzew liściastych przez wybrane gatunki grzybów saprotroficznych oraz grzyby rodzaju *Armillaria*. Roczniki AR w Poznaniu, Rozprawy Nauk. 355: 5-164.

- Mańka K. 2005. Fitopatologia Leśna. PWRiL Warszawa
- Rudawska M. 1990. Some mechanism of resistance of mycorrhizae to pathogenic infection. Bull. Finn. Forest Res. Inst. 360: 191-199.
- Rykowski K. 1985. Niektóre troficzne uwarunkowania patogeniczności *Armillaria mellea* (Vahl) Quel. w uprawach sosnowych. Prace IBL. 640: 1-140.
- Rykowski K. 1990. Opieńkowa zgnilizna korzeni. Choroby drzew leśnych 4.
- Rykowski K., Sierota Z., Żółciak A. 1988. Ocena odporności 7-letnich potomstw sosny zwyczajnej polskich proveniencji w zależności od zagrożenia infekcyjnego od opieńki (*Armillaria mellea* (Vahl) Quel.) w warunkach uprawy. Prace IBL 668: 58-92.
- Sierota Z. 2001. Choroby lasu. CILP, Warszawa.
- Sierota Z., Małecka M., Stocka T. 2008. Cz. III: Choroby infekcyjne. W: Krótkoterminowa prognoza występowania ważniejszych szkodników i chorób infekcyjnych drzew leśnych w Polsce w 2008 roku. Sękocin Stary, IBL, Analizy i Raporty 10: 141-142.
- Szabla K. 2004. Wpływ biopreparatów z grzybami ektomikoryzowymi na kształtowanie się mikoryz, wzrost i rozwój sadzonek wybranych gatunków drzew leśnych w szkółce kontenerowej i w uprawach w różnych warunkach środowiskowych. Dysertacja doktorska, AR w Krakowie, Wydz. Leśny, s. 206 + aneks.
- Werner A., Napierała A. 1995. Protection against attack of *Heterobasidium annosum* on Scots pine seedlings by mycorrhizal fungi. (W:) Mańka M. (red.). Proc. 3rd Conf. EFPP: Environmental biotic factors in integrated plant disease control. The Pol. Phytopath. Soc., Poznań 1995. 605-609.
- Żółciak A. 2003. Rozmieszczenie grzybów z rodzaju *Armillaria* w Polsce oraz ich rośliny żywicielskie. Prace IBL 3: 7-22.
- Żółciak A. 2005. Opieńki. CILP, Warszawa.
- Żółciak A., Sierota Z. 1997. Zabiegi hodowlane a zagrożenie drzewostanów przez patogeny korzeni. Prace IBL., seria B. 31: 71-84.

SUMMARY

Armillaria root rot dynamics in the experimental plantation with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings non-mycorrhized and mycorrhized with the fungi *Hebeloma crustuliniforme* and *Laccaria bicolor*

The occurrence of *Armillaria* root rot disease in pine plantations has been for many years a serious problem for forest management and protection in Poland. The extent of damage has been intensified especially in coniferous plantations established as a result of the removal of broad-leaved and mixed forests occupying fertile habitats. The disease is, to a greater degree, the consequence of clear-cut management and replacement of broad-leaved and mixed stands with pure coniferous forests, and natural regeneration – with artificial planting, so the control of the disease is an extremely difficult task.

The use of mycorrhized seedlings in forest plantations as seems to have rather an indirect effect on their resistance to the *Armillaria* root rot disease, however, it is effective in the context of silvicultural methods applied in reducing disease development. Seedlings with high nutrient content and vitality should reveal higher resistance also to this pathogen.

The research was conducted in the territory of the Rudy Raciborskie Forest District in the experimental plantation established in spring in 2000 after the removal of a 110 year-old pine stand in admixture with of oak (60 years), and oak and beech (30 years) in the Stanica Forestry, comp. 214c.

900 seedlings of Scots pine were planted in each experimental combination in three randomly distributed replications (300 seedlings in each replication), and in plantations the following experimental combinations were tested:

- A. Container-grown pine seedlings:
– mycorrhized with the fungi *Hebeloma crustuliniforme*,

- mycorrhized with the *Laccaria bicolor*;
- not subjected to controlled mycorrhization treatment.

B. Bare-root seedlings from the field nursery.

The results showed that in the first two growing seasons, the highest mortality was in the group of outplanted bare-root seedlings (31.7%) and container-grown seedlings not subjected to controlled mycorrhization treatment (20.1%). The lowest mortality (only 9.9%) was in the group of seedlings mycorrhized with the fungi *H. crustuliniforme* and *L. bicolor* (Table). No reliable evidence, however, was collected in this period allowing linking seedling mortality with the pathogenic activity of *Armillaria*. From 2002 to July 2006, the number of dead bare-root seedlings was twice as high in comparison with the seedlings mycorrhized with the fungus *H. crustuliniforme*. In this case, the mortality of most seedlings could be attributed to the pathogenic activity of *Armillaria*. In July and August 2006, the highest number of seedlings affected by the root rot disease was detected in the group of seedlings mycorrhized with *L. bicolor* and in the group of bare-root seedlings to which controlled mycorrhization was not applied (Table). From September 2006 to April 2008, the disease developed especially dynamically and the mortality in this period was relatively highest on plots with pine seedlings mycorrhized with the fungus *L. bicolor*. During eight years, the lowest number of seedlings (19.8%) affected by *Armillaria* root rot was in the group with seedlings to which controlled mycorrhization with the *H. crustuliniforme* was applied. The highest (as much as 43.2%) was observed in the group of bare-root seedlings outplanted into the experimental plot (Table).

The greatest number of live trees mycorrhized *H. crustuliniforme* remained in each of four seedbeds located within three experimental blocks, however it seems that the nature of this increased resistance was, to a large degree, associated with the environmental conditions and can be important when the infection potential of the pathogen is low. When the infection potential is high, seedlings are infected in the same way, as those not subjected to controlled mycorrhization treatment (Fig.). The type of symbiont used in the controlled mycorrhization treatment was of no less importance. The research confirmed that only seedlings mycorrhized with the *H. crustuliniforme* revealed some level of resistance to *Armillaria* root rot, while seedlings mycorrhized with the *L. bicolor* were infected to a large degree. Due to the limited time and area of research, no far-going practical conclusions can be drawn from them, however, it can be an inspiration for seeking production methods for seedlings more suitable for the renewal of plantations threatened by *Armillaria* root rot disease.