

ZBIGNIEW SIEROTA, HANNA KWAŚNA

## Ocena mikologiczna zmian zachodzących w glebie gruntu porolnego po dodaniu trocin iglastych

A mycological assessment of changes occurring in the post-agricultural land soil after adding softwood sawdust

### Wstęp

**D**rzewostany rosnące na gruntach porolnych i nieużytkach zajmują obecnie 13,7% powierzchni leśnej kraju; w niektórych regionalnych dyrekcjach LP ich areał (łącznie z lasami niepaństwowymi) przekracza 100 tys. ha (Olsztyn, Białystok, Poznań, Toruń). Udział dawnych gleb uprawianych rolniczo w strukturze terenów zalesianych po drugiej wojnie światowej jest dominujący; w lasach państwowych wynosi 84,4% [27].

Drzewostany powstałe w wyniku zalesień gruntów porolnych cechuje uproszczona struktura gatunkowa (występuje przede wszystkim sosna, świerk i brzoza), wiekowa i przestrzenna (duże kompleksy leśne w tej samej klasie wieku) oraz znaczna podatność na oddziaływanie biotycznych czynników stresowych. Głównym sprawcą szkód gospodarczych w lasach jest patogen: korzeniowiec wieloletni – *Heterobasidion annosum*, sprawca choroby – huby korzeni. Obecnie drzewostany na powierzchni około 200 tys. ha są porażone przez tego grzyba, zaś potencjalne zagrożenie odnosi się do obszaru ponad 1 mln ha [28]. Krajowy program zwiększania lesistości przewiduje wzrost udziału powierzchni lasów w 2020 roku do 30%, co oznacza konieczność zalesienia powierzchni ponad 600 tys. ha gruntów porolnych – gleb odłogujących lub przekazywanych przez rolnictwo gleb najniższych klas jakości [27].

Gleby uprawiane rolniczo różnią się zasadniczo pod względem fizycznych, chemicznych i biologicznych właściwości od gleb leśnych. Gleby rolnicze charakteryzuje występowanie silnie zagęszczonej warstwy, tzw. podeszwy płuznej, utrudniającej podsiąkanie wody do warstw powierzchniowych, brak ścioty, korzeni i pniaków, podwyższony udział azotu, zbliżony do obojętnego odczyn oraz odmienny skład i aktywność zbiorowisk organizmów glebowych [28, 38]. Brak w glebie porolnej tkanek zawierających ligninę i hemicelulozy,

podstawowych źródeł energii dla wielu grzybów, ogranicza procesy tworzenia specyficznej struktury gleby leśnej i wpływa na ich aktywność biologiczną [24, 26, 37, 38, 39]. Gleby porolne cechuje zwykle duża zasobność pod względem azotu (przez co stosunek węgla do azotu w warstwie ornej jest **niższy** niż w glebie leśnej), niedobór fosforu i potasu oraz mała zasobność substancji organicznej w warstwie na głębokości 20-25 cm [2, 12, 35, 39]. Warunki te faworyzują organizmy z takich grup systematycznych jak bakterie, promienowce, sinice, zielenice i okrzemki kosztem grzybów [24, 29, 33].

W glebach uprawnych w składzie zbiorowisk grzybów występują głównie gatunki z rodzajów *Absidia*, *Aspergillus*, *Cylindrocarpon*, *Fusarium*, *Humicola*, *Mucor*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Scopulariopsis* [8, 10, 34]. Szczególnie licznie reprezentowane są grzyby z rodzaju *Penicillium* spp., łatwo rozkładające celulozę w środowisku obojętnym. W ograniczonej natomiast liczbie występują grzyby charakteryzujące się zdolnościami antagonistycznymi względem wielu patogenów czy grzyby wchodzące z korzeniami drzew w układy ektomikoryzowe [13, 16, 28].

Działania w celu zmiany niekorzystnego dla drzew leśnych składu chemicznego gleb zdegradowanych, skażonych przez imisje przemysłowe czy gleb inicjalnych oraz ich struktury mechanicznej, jak również stymulujących procesy biologiczne w glebie, były podejmowane wielokrotnie. Stosowano substraty organiczne: korę, trociny czy podsypki humusowe. Postępowanie takie miało na celu nie tylko zwiększenie aktywności zbiorowisk grzybów, saprofagicznej fauny glebowej czy nicieni w celu sprawniejszej dekompozycji materii organicznej i zahamowania procesów mineralizacji charakterystycznych dla gleb porolnych, lecz także polepszanie cech hodowlanych sadzonek [3, 5, 11, 35, 36, 37].

Badania realizowane w Zakładzie Fitopatologii Leśnej IBL w tym zakresie mają na celu określenie wpływu trocin iglastych, wprowadzonych do gleby odłogujących kilka lat gruntów porolnych, na przyspieszenie procesu ich transformacji w kierunku gleb leśnych. Oczekuje się, że nastąpią korzystne zmiany składu zbiorowisk grzybów, w kierunku ograniczającym aktywność patogenów korzeni, przede wszystkim *H. annosum*, jak również zmiany składu chemicznego gleby. Badania zapoczątkowano w 1995 roku na terenie Nadleśnictw Głębocki Bród i Nidzica, na odłogujących przez różny okres (od 3 do 15 lat) gruntach porolnych, przeznaczonych do zalesienia w 1996 r.

W pracy prezentowane są wyniki analizy mikologicznej i chemicznej przed dodaniem świeżych trocin iglastych do gleby przeznaczonej do zalesienia po 6-letnim okresie odłogowania (Nadl. Głębocki Bród, leś. Gulbin, oddz. 320a) oraz po 1 i 2 latach od tego zabiegu.

## Materiały i metody

Jesienią 1995 r., z wytyczonych 4 poletek (każde o pow. 25 m<sup>2</sup>), z sześciu miejsc pobrano próbki gleby i po uśrednieniu część próby przeznaczono do oznaczenia składu mechanicznego gleby i niektórych jej właściwości chemicznych. Z pozostałej części próby izolowano grzyby metodą płytek glebowych Warcupa w modyfikacji Mańki [21]. Liczbę jednostek tworzących grzybnię (zarodników, strzępek) określano w uśrednionej próbce 0,008g gleby.

W tym samym okresie (jesienią 1995) na poletkach przeznaczonych do zabiegu rozsypano warstwę około 5 cm świeżych trocin iglastych (odpowiadającą 500 m<sup>3</sup>/ha), które przeorano



na głębokość około 35 cm. Wiosną 1996 roku wykonano ponownie przeorywanie gleby oraz jej bronowanie. W odpowiednich wariantach doświadczenia wysadzono sadzonki sosny zwyczajnej i brzozy brodawkowatej. Jesienią 1996 oraz 1997 roku z tych samych miejsc na powierzchni pobrano próbki gleby oraz po uśrednieniu wykonano analizy chemiczne i mikologiczne gleby jak poprzednio. Wyniki tych badań, jak również szczegółowe listy frekwencyjne składu zbiorowisk grzybów w glebach odłogujących 6 i 15 lat, przedstawiono w odrębnych publikacjach [19, 20, 31, 32].

## Wyniki

### Ocena parametrów chemicznych gleby

Zbliżony do alkalicznego odczyn gleby (6,0 pH<sub>KCl</sub>), głównie na skutek stosowania przez ostatni okres wapnowania (143,5 mg Ca na 100 g gleby), po wykonaniu zabiegu trocinowania zmniejszył się po roku do 5,2 pH<sub>KCl</sub>, zaś w następnym roku ponownie wzrósł do 5,7 pH<sub>KCl</sub> (tab. 1). Przy niemal nie zmieniającej się zawartości azotu (N%) w podłożu, zawartość węgla (C%) po zabiegu wzrosła wielokrotnie. Wartość wskaźnika C/N=13,8 przed zabiegiem, na poziomie wartości charakterystycznych dla gleb porolnych, wzrosła do 38,3 po jednym roku oraz do 32,9 po dwóch latach rozkładu trocin w glebie. Zawartość fosforu zmniejszała się systematycznie z 2,4 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> do 2,1 i 1,6 mg/100 g gleby, podczas gdy zawartość potasu wzrastała, wynosząc w kolejnych latach 5,0, 7,0 i 7,2 mg K/100 g gleby. Zawartość wapnia i magnezu, po zmniejszeniu udziału po roku od zabiegu, w kolejnym roku znacząco wzrosła (w przypadku magnezu dwukrotnie).

TABELA 1  
Zmiany wartości niektórych parametrów chemicznych gleby w kolejnych latach

Parametr	1995	1996	1997
pH w H <sub>2</sub> O	7,0	6,1	6,3
pH w KCl	6,0	5,2	5,7
C%	0,98	3,26	2,24
N%	0,071	0,085	0,068
C/N	13,8	38,3	32,9
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	2,4	2,1	1,6
K (mg/100g)	5,0	7,0	7,2
Ca (mg/100g)	143,5	85,0	124,0
Mg (mg/100g)	9,2	7,2	15,0

### Analiza mikologiczna gleby

W analizowanej glebie porolnej przed wykonaniem zabiegu stwierdzono 232 izolaty grzybów reprezentowanych przez 40 gatunków (tab. 2). Przeważały grzyby z rodzaju *Penicillium* spp. (najliczniej *P. janczewskii*, *P. adametzii*, *P. jensenii*) oraz *Trichoderma harzianum* i *Pseudogymnoascus roseus*.

TABELA 2  
Najczęściej stwierdzone gatunki grzybów w zbiorowisku oraz liczba izolatów (*n*) w kolejnych latach oceny

Gleba przed dodaniem trocin	Gleba z trocinami		<i>n</i>		
	n po 1 roku	n po 2 latach			
<i>Penicillium janczewskii</i> Zaleski	40	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai	184	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai	51
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai	25	<i>T. pubescens</i> Bissett	30	<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	10
<i>Pseudogymnoascus roseus</i> Raillo	20	<i>Penicillium herquei</i> Bain & Sartory	29	<i>Mortierella vinacea</i> Dixon-Steward	8
<i>Penicillium adametzii</i> Zaleski	17	<i>T. virens</i> (Mil.Gid. et Fost.) V.Arxa	24	<i>Paecilomyces marquandii</i> (Mass) Hughes	7
<i>P. jensenii</i> Zaleski	13	<i>P. vinaceum</i> Gillmann & Abbott	12	<i>Mortierella zonata</i> Linnemann	5
<i>P. steckii</i> Zaleski	11	<i>P. ochrochloron</i> Biourge	8	<i>P. vinaceum</i> Gillmann & Abbott	5
<i>P. canescens</i> Sopp	10	<i>T. koningii</i> Oudemans	8	<i>P. janczewskii</i> Zaleski	4
<i>P. vinaceum</i> Gillmann & Abbott	9	<i>P. steckii</i> Zaleski	8	<i>P. citrinum</i> Thom	3
<i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tiraboshii	6	<i>Absidia coerulea</i> Bainier	7		
Nie zarodnikujący IBL6	6	<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht.	5		
Liczba gatunków	40		23		33
Liczba izolatów razem	232		342		129



Po roku od wprowadzenia do gleby trocin sosnowych liczba gatunków zmniejszyła się do 23, wzrosła natomiast do 342 liczba izolatów. W zbiorowisku zdecydowanie dominowały *Trichoderma harzianum* i *T. pubescens*, a także *T. virens*. Mniej liczne i należące do innych niż poprzednio gatunków były grzyby rodzaju *Penicillium* – *P. herquei*, *P. vinaceum*, *P. ochrochloron*.

Po dwóch latach zabiegu, jakkolwiek liczba stwierdzonych gatunków wzrosła do 33, jednak liczebność izolatów była stosunkowo niska i wynosiła 129. Nadal dominującym gatunkiem była *Trichoderma harzianum*, stwierdzono także m.in. obecność *Penicillium chrysogenum*, *Mortierella vinacea*, *Paecilomyces marquandii*. Szczegółowe zestawienia składu gatunkowego i liczebności poszczególnych zbiorowisk grzybów są zamieszczone w odrębnych opracowaniach autorów [19, 20, 31].

## Omówienie wyników i dyskusja

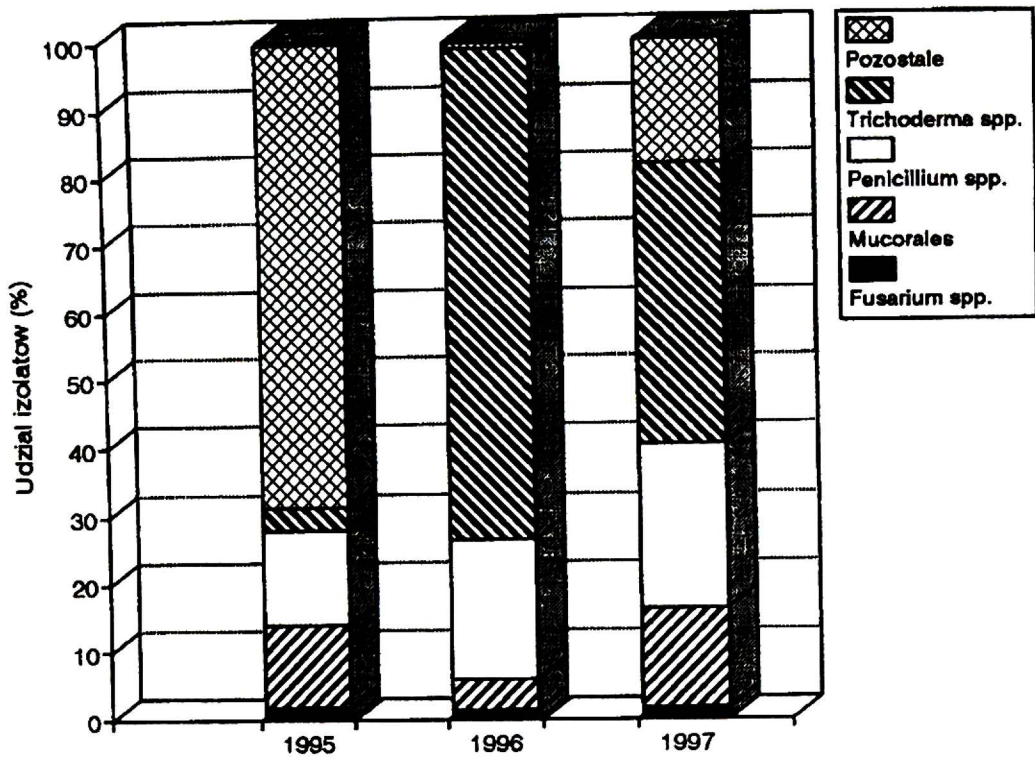
Wprowadzenie trocin do gleby, ich zaoranie oraz poddanie dekompozycji przez kolejne 2 lata miało istotny wpływ na zmiany zawartości niektórych pierwiastków w glebie oraz jej aktywności biologicznej. Nastąpiły istotne zmiany składu gatunkowego zbiorowisk oraz udziału poszczególnych gatunków grzybów. Obfitość bazy pokarmowej w postaci świeżych trocin iglastych zaktywizowało grzyby z rodzaju *Trichoderma*, charakteryzującymi się zdolnościami zasiedlania wolnych nisz ekologicznych na zasadzie pierwszeństwa [4, 13]. Konkurencja między nimi a pozostałymi grzybami doprowadziła do eliminacji wielu gatunków dotychczas wykorzystujących dostępne składniki pokarmowe w glebie (ryc.). Gatunki *T. harzianum* i *T. pubescens* przed zabiegiem były nielicznie reprezentowane (łącznie 3,5% izolatów), natomiast po roku od wprowadzenia trocin zdominowały one zbiorowisko grzybowe (72,2%). Ustąpiły natomiast gatunki poprzednio najliczniej reprezentowane, takie jak: *P. janczewskii* i *Pseudogymnoascus roseus*.

Przewaga grzybów z rodzaju *Trichoderma* doprowadziła do ustąpienia wielu gatunków z rodzaju *Penicillium* (zmniejszenie udziału z 14,0% do 20,5%) oraz zmian w składzie gatunkowym. Uaktywniły się takie gatunki, jak *P. herquei* i *P. ochrochloron*, których nie stwierdzano w tej glebie przed zabiegiem [19, 31]. Pomimo licznej obecności grzybów z rodzaju *Trichoderma*, znanych antagonistów wielu patogenów glebowych, nadal stwierdzano występowanie *Fusarium oxysporum*, jakkolwiek w ograniczonej liczebności - w kolejnych latach odpowiednio: 1,8, 1,5 i 1,6% (ryc.).

Po dwóch latach od zabiegu pojawiły się liczniej grzyby z rodzaju *Mucor* - wzrost frekwencji z 4,7 do 14,7%. Udział grzybów z rodzaju *Penicillium* nie uległ większym zmianom (wzrost do 24,0%), jakkolwiek ponownie zaznaczyły się różnice w składzie gatunkowym: stwierdzono występowanie *P. chrysogenum*, *P. vinaceum*, *P. janczewskii*. Znacznie wzrosła (do 17%) liczebność i skład gatunkowy innych grzybów w zbiorowisku [31], oznaczonych na rycinie jako pozostałe.

Biorąc pod uwagę wzrost liczebności *Mucorales*, *Trichoderma* spp. oraz *Penicillium* spp., struktura zbiorowisk grzybowych w glebie porolnej po wprowadzeniu do niej trocin iglastych przypomina strukturę zbiorowisk w glebach lasów iglastych w Polsce [17, 22] i innych krajach [1, 7, 41], chociaż różnią się one pod względem gatunków *Trichoderma*. W





RYC. Zmiany w składzie zbiorowisk grzybów zasiedlających glebę porolną w 1995 roku oraz po pierwszym roku (1996) i dwóch latach (1997) od wprowadzenia trocin sosnowych

glebach lasów iglastych są to najczęściej *T. viride* oraz *T. polysporum* [14, 17, 22, 34]. W glebie porolnej natomiast, po dodaniu trocin sosnowych, stwierdzono głównie: *T. harzianum*. Innym licznie reprezentowanym gatunkiem była *T. pubescens*.

Interesujące jest to, że jeszcze przed dodaniem trocin w glebie porolnej stwierdzono występowanie grzybów z rodzaju *Trichoderma*. Panuje bowiem przekonanie, że jedną z przyczyn wzmożonego zagrożenia zalesień na gruntach porolnych ze strony patogenów korzeni jest brak w środowisku glebowym grzybów antagonistycznych [13, 16, 28]. Antagonistyczne właściwości grzybów z rodzaju *Trichoderma* w stosunku do innych grzybów znane są powszechnie. Jednak dopiero po osiągnięciu wysokiej frekwencji w glebie eliminują one z podłoża te patogeny glebowe, które są pasożytami względnymi oraz niektóre grzyby rozkładające drewno [6, 11, 18, 29, 30]. Efekt antagonistyczny *Trichoderma* w środowisku związany jest z obfitym zarodnikowaniem, szybkim wzrostem, zdolnością wytwarzania antybiotycznie działających metabolitów oraz możliwościami zasiedlania różnych substratów (konkurencja pokarmowa i przestrzenna). Grzybnia *Trichoderma* wykazuje także zdolności pasożytowania na innych grzybach, otaczając spiralnie strzępki i wnikając do ich wnętrza [9].

Optymalne pH dla *Trichoderma harzianum* to 3,7-4,7. W podłożu o większym odczynie następuje zahamowanie kiełkowania zarodników grzyba oraz wytwarzania aktywnie działających metabolitów [29], co może tłumaczyć spadek frekwencji izolatów tego grzyba. Warunki takie zaistniały w opisywanym doświadczeniu – wysoki poziom wapnia i odczyn zbliżony do alkalicznego nie sprzyjały rozwojowi tego grzyba, faworyzowały natomiast inne gatunki grzybów. Po wprowadzeniu trocin, na skutek uwalniania związków metabolicznych, oraz w trakcie rozkładu drobin drewna nastąpiło chwilowe zmniejszenie odczynu

gleby, faworyzujące rozwój *Trichoderma* [38]. Ponowny wzrost odczynu gleby wiąże się prawdopodobnie ze wzrastającą zawartością  $\text{Ca}^{+2}$  na skutek rozkładu struktur drewna trocin, gdyż pierwiastek ten stanowi u sosny około 40% suchej masy drewna [15].

Grzyby z rodzaju *Penicillium* i *Trichoderma* rozkładają celulozę i ligninę zawartą w strukturze drewna trocin. W dalszej kolejności substrat był zasiedlany przez grzyby z rzędu *Mucorales*, które mogą rozkładać tylko białka co powoduje, że należą do końcowych kolonizatorów substratu. Wzrastający udział grzybów z tego rzędu sugeruje, że nie jest to końcowy etap dekompozycji trocin. Sukcesja grzybów w glebie jest regulowana ilością oraz formą węgla w podłożu, co zależy w dużym stopniu od warunków, w jakich dochodzi do rozkładu materii organicznej [23].

Uzyskane wyniki wykazały, że w glebach uprawianych rolniczo a następnie odłogujących, nieznaczny udział grzybów antagonistycznych względem wielu patogenów korzeni może ulec zwiększeniu po dodaniu trocin iglastych – substratu zawierającego celulozę i ligninę. Wzbogacenie gleby porolnej trocinami iglastymi (w danych warunkach glebowych i przy zastosowaniu odpowiedniej ilości trocin) uaktywniło przede wszystkim wzrost grzybów z rodzaju *Trichoderma*. Wytwarzane przez nie enzymy kataboliczne oraz liczne związki o charakterze antybiotycznym pozwoliły na wypełnienie wolnych nisz ekologicznych (świeżych trocin) oraz na wyparcie dotychczasowych grzybowych komponentów środowiska glebowego, wśród nich wielu gatunków patogenów korzeni. Liczna nadal (po dwóch latach) obecność grzybów antagonistycznych – przy równoczesnym zachowaniu (a nawet wzmaganiu) pożądanej różnorodności ilościowej i jakościowej zbiorowisk – stwarza oczekiwane warunki skutecznego oddziaływania ochronnego przed infekcją korzeni u wprowadzonych sadzonek sosny i brzozy ze strony *H. annosum*. Zabieg dodawania trocin iglastych do gleby porolnej wydaje się być skutecznym postępowaniem profilaktycznym w projektowanych zalesieniach gruntów odłogujących w Polsce.

Z Zakładu Fitopatologii Leśnej  
Instytutu Badawczego Leśnictwa

Podziękowanie  
Autorzy dziękują serdecznie kierownictwu Nadleśnictwa Głęboki Bród  
za umożliwienie prowadzenia badań oraz wszechstronną pomoc  
w przygotowaniu powierzchni doświadczalnych.

## Literatura

1. **Bääth E., Söderström B.**, 1980. Degradation of macromolecules by microfungi isolated from different podzolic soil horizons. *Can. J. Bot.*, 58: 422-425.
2. **Baule H., Fricker C.**, 1971. Nawożenie drzew leśnych. PWRiL, Warszawa.
3. **Bellon S., Buraczyk W.**, 1994. Możliwości wykorzystania trocin sosnowych w szkółkarstwie leśnym. *Las Pol.*, 17: 14-15.
4. **Bliss D.E.**, 1951. The destruction of *Armillaria mellea* in citrus soil. *Phytopathology*, 41.



5. **Brzeski M.W., Szczech M.**, 1997. Effect of soil amendment with coniferous sawdust on microorganisms and nematodes. W: Proc. VIII Conf. Pol. Phytopath. Soc. Skierniewice.
6. **Chet I.**, 1987. *Trichoderma* - application, mode of action and potential as biocontrol agent of soilborne plant pathogenic fungi. W: Innovate Approaches to Plant Disease Control (I. Chet ed.) Wiley, NY: 137-160.
7. **Christensen M.**, 1969. Soil microfungi of dry to mesic conifer-hardwood forests in Northern Wisconsin. *Ecology*, 50: 9-27.
8. **Domsch K.H., Gams W.**, 1970. [Transl.] Fungi in agricultural soils. 1972. Longman, London.
9. **Domsch K.H., Gams W., Anderson T.H.**, 1980. Compendium of soil fungi. Acad. Press London, NY, Toronto, Sydney, Amsterdam.
10. **Dorenda M.**, 1974. Badanie fitopatologicznego aspektu mikoflory kształtującej się w środowisku uprawnym pod wpływem zmianowania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 160: 113-150.
11. **Duda B., Sierota Z.**, 1987. Survival of Scots pine seedlings after biological and chemical control of damping-off in plastic greenhouses. *Eur. J. For. Path.*, 2: 110-117.
12. **Federov M.W.**, 1960. Biologische Bindung des atmosphärischen Stickstoffs. Verl. d. Wissensch., Berlin.
13. **Garrett S.D.**, 1970. Pathogenic root-infecting fungi. Cambridge.
14. **Goldarb B., Nelson E.E., Hansen E.M.**, 1989. *Trichoderma* species from Douglas-fir stumps and roots infested with *Phellinus weirii* in Western Cascade Mountains of Oregon. *Mycologia*, 81: 134-138.
15. **Kollmann F.**, 1951: Technologie des Holzes und Holzwerkstoffe. Berlin.
16. **Krupa S.V., Dommergues Y.R.** (eds.) 1979. Ecology of root pathogens. Elsevier, Amsterdam-New York.
17. **Kwaśna H.**, 1995. Fungal communities in soil beneath Scots pine and their stumps. Effect of fungi on *Heterobasidion annosum* and *Armillaria ostoyae* growth. *Acta Mycol.*, 30: 193-205.
18. **Kwaśna H.**, 1997. Fungi on the surface of roots of Scots pine and its stumps and their effect on *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. and *Armillaria ostoyae* (Romang.) Herink growth. *Roczn. Nauk Roln.*, ser. E, 26: 109-123.
19. **Kwaśna H., Sierota Z.**, 1999. Variability of fungal communities 2 years after pine sawdust adding into 3- and 6-years barren post agricultural soil. *Mycol. Res.* (w druku).
20. **Kwaśna H., Sierota Z.**, 1999. Structure of fungal communities in barren post agricultural soil 1- and 2-years after pine sawdust application. *Phyt. Pol.* (w druku).



21. **Mańka K.**, 1964. Próby dalszego udoskonalenia zmodyfikowanej metody Warcupa izolowania grzybów z gleby. *Prace Kom. Nauk Roln. i Leśn. PTPN*, 17: 30-42.
22. **Mańka M., Łakomy P., Maćkowiak S.**, 1993. Effect of thinning in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands growing on forest land on suppressiveness of soil to *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. and *Armillaria obscura* (Szcaeff.) Herink. *Phytopath. Pol.* 6: 55-60.
23. **Moorhead D.L., Reynolds J.F.**, 1992. Modeling the contributions of decomposer fungi to nutrient cycling. W: *The Fungal Community* (G.G. Carroll & D.T.M. Wicklow, eds.). M. Dekker Inc. NY: 691-714.
24. **Pacewiczowa T., Trzcińska M.**, 1981. Badanie wpływu nawożenia azotowego na aktywność biologiczną próchnic leśnych w drzewostanach sosnowych. Raport Inst. Bad. Leśn., Warszawa.
25. **Redfem D.B.**, 1989. Factors affecting infection of Sitka spruce by *Heterobasidion annosum* and the implications for disease development. *Proc. 7th Int. Conf. Root Butt Rots. IUFRO, B.C./Canada*: 297-307.
26. **Richards B.N.**, 1979. Wstęp do ekologii gleby. PWN, Warszawa.
27. **Rozwałka Z., Fonder W.**, 1996. Zalesianie gruntów porolnych w ujęciu historycznym. *Post. Techn. w Leśn.* 58: 7-21.
28. **Rykowski K.**, 1990. Problemy ochrony lasu na gruntach porolnych. *Sylwan* 3-12: 75-88.
29. **Sierota Z.**, 1976. Influence of acidity on the growth of *Trichoderma viride* Pers.exFr. and on the inhibitory effect of its filtrates against *Fomes annosum* (Fr.) Cke in artificial cultures. *Eur. J. For. Path.*, 5: 302-311.
30. **Sierota Z.**, 1982. Badania antagonizmu *Trichoderma viride* w stosunku do huby korzeni *Heterobasidion annosum* w środowisku glebowym. *Prace IBL* 612: 81-101.
31. **Sierota Z., Kwaśna H.** Effect of pine sawdust on structure of soil fungi communities in the soils of post agricultural land. *Acta Mycol.*, 33: 77-90.
32. **Sierota Z., Kwaśna H.** Changes in fungal communities in abandoned farmland soil enriched with pine sawdust. *Fol. For. Pol. Ser. A - Forestry* 40: 85-94
33. **Smyk B.**, 1984. Mikroorganizmy a produktywność biologiczna gleb. *Studia Ośr. Dok. Fizjograf.*, 12: 49-95.
34. **Söderström B.E., Bääth E.**, 1978. Soil microfungi in 3 Swedish coniferous forests. *Holoarct. Ecol.* 1: 62-72.
35. **Szujecki A.**, 1990. Ekologiczne aspekty odtwarzania ekosystemów leśnych na gruntach porolnych. *Sylwan*, 134 (3-12): 23-40.
36. **Szujecki A., Mazur S., Szyszko J., Perliński S., Tracz H.**, 1979. Cele i możliwości zoomielioracji zalesionych gruntów porolnych. *Mat. I Sympozjum Ochrony Ekosystemów Leśnych SGGW Warszawa*: 91-100.

37. **Tracz H.**, 1993. Problemy udziału *Diplopoda* w dekompozycji materii organicznej borów świeżych. Rozpr. Nauk. Monogr. Wyd. SGGW, Warszawa.
38. **Trojanowski J., Heider K.**, 1975. Degradation of phenolic compounds by soft rot and white rot fungi. In: Kilbertus G. et al. (ed.) Biodegradation et humification: 417-418.
39. **Tuszyński M.**, 1990. Właściwości gleb porolnych a gospodarka leśna. Sylwan, 134 (3-12): 41-50.
40. **Wenzel G.**, 1969. Zusammenhänge zwischen Ernährungszustand und Rotfaulebefall der Fichte (*Picea abies* Karst.). Landw. Forsch. 25: 92-95.
41. **Wicklów M.C, Bollen W.B., Denison W.C.**, 1974. Comparison of soil microfungi in 40-year-old stands of pure alder, pure conifer and alder-conifer mixtures. Soil. Biol. Bioch. 6: 73-78.

## Summary

### A mycological assessment of changes occurring in the post-agricultural land soil after adding softwood sawdust

The report presents the results of chemical and mycological analyses of post-agricultural soil left without cultivation for 6 years, and 1 and 2 years after mixing it with fresh softwood sawdust at the amount of 500 m<sup>3</sup>/1 ha. Before the treatment the soil acidity was 6.0 pH KCl because of a high content of Ca (143.5 mg/100 g), while C/N was 13.8. The soil contained mostly such species as *Penicillium janczewskii*, *Trichoderma harzianum*, and *Pseudogymnoascus roseus*.

After one year since introduction of sawdust the pH<sub>KCl</sub> index dropped to 5.2, while C/N increased to 38.3. The share of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ca, and Mg decreased, while that of potassium increased. The aggregations of fungi were dominated by the *Trichoderma* genus (an increase from 3,5 to 72.2% isolates), while decreasing was the share of *Penicillium* (from 14.0 to 20.5%), and Mucorales (from 12,3 to 4,7%).

After 2 years of sawdust decomposition the soil acidity slightly increased (up to 5.7 pH<sub>KCl</sub>), similarly as the amount of Ca, K, and Mg. However the C/N ratio and the P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> content decreased. The aggregation was still dominated by *Trichoderma harzianum* (24.0%), while the share of Mucorales, *Penicillium* spp. and other species increased in comparison to the preceding year. This reveals an ongoing process of sawdust decomposition in the soil, and a shaping of the aggregation composition being favourable for the species diversity. It is expected that the domination of the *Trichoderma* genus fungi will raise the environmental resistance in the fallow agricultural grounds modified with sawdust as directed against the *Heterobasidion annosum* pathogen being the malefactor of root decline in the post-agricultural afforestation in course.