STANISŁAW DOMAŃSKI, STEFAN KOWALSKI, TADEUSZ KOWALSKI

Grzyby nadrzewne występujące w przebudowywanych drzewostanach objętych szkodliwym oddziaływaniem emisji przemysłowych w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym [1]

Грибы заселяющие деревья
в перестроенных древостоях повреждённых промышленными эмиссиями
в Верхнесилезском промышленном округе

Wood-inhabiting in the converted forest stands injured by air pollutants
in the Upper Silesia Industrial Region

1. WSTĘP

Emisje przemysłowe, jak wiadomo, w znacznym stopniu wpływają na zwiększenie dyspozycji chorobowej roślin, gdyż ich główne składniki SO_2, HF, NO_2 i inne, oraz substancje trujące powstałe w wyniku reakcji fotochemicznych, jak np. ozon i PAN peroxy-acetylnitrate) powodują liczne zmiany w procesach biochemicznych i różne zakłócenia funkcji fizjologicznych roślin (20). Ozon między innymi hamuje syntezę celulozy i składników ścian komórkowych (18, 19), a przyspiesza biosyntezę antocyjanów (11). Oprócz gazów, które powodują największe uszkodzenia roślin, w pewnym stopniu na ich osłabienie wpływają również pyły bądź to przez zmianę pH gleby, bądź też przez zmianę właściwości powierzchni aparatu asymilacyjnego (5, 20).

Wpływom zanieczyszczeń przemysłowych ulega jednak również i czynnik chorobotwórczy — patogen, którym w przypadku drzew leśnych jest najczęściej grzyb pasożytniczy. Jak wpływa środowisko rejonów przemysłowych na grzyby, wiemy dotychczas bardzo mało. Jednym z najbardziej widocznych objawów działania zanieczyszczeń powietrza na grzyby są spotykane w lasach okręgów przemysłowych, zwłaszcza blisko źródeł emisji, owocniki grzybów o nienormalnych patologicznych kształtach (1, 3, 6, 7, 8, 13).

Z dotychczasowych badań przeprowadzonych w Górnośląskim Okręgu

[1] Badania prowadzono w problemie węzłowym 09.2, a od 1976 roku w problemie węzłowym 09.10.

Przemysłowym (4, 14) wynika jednak również, że grzyby pasożytnicze wytwarzają dość często normalne owocniki w strefie lasów przede wszystkim średnio zanieczyszczonych przez emisje przemysłowe. Stwierdzono je na około 80—85% drzew zamarłych lub chorych, przy czym większość workowców (*Ascomycotina*) wytwarzała w tych warunkach przeważnie tylko zarodnikowanie konidialne.

Celem niniejszych badań było z jednej strony sprawdzenie przydatności poszczególnych gatunków drzew do przebudowy uszkodzonych przez emisje drzewostanów sosnowych oraz zbadanie wpływu trzech różnych form rębni (zupełnej znormalizowanej i smugowej oraz rębni częściowej) i dwóch sposobów przygotowania gleby (orką pełną oraz na talerzach) na wzrost, rozwój i zdrowotność posadzonych gatunków drzew oraz ich podatność na różne szkodliwe czynniki biotyczne, w naszym przypadku grzyby pasożytnicze. Z drugiej strony również ważnym zadaniem tych badań było ustalenie najważniejszych grzybów pasożytniczych i warunków, w jakich mogą one zagrażać drzewom użytym do przebudowy. Zebrane informacje i korelacje mają posłużyć do opracowania zasad ochrony drzew przed chorobami powodowanymi przez te grzyby.

2. TEREN, MATERIAŁY I METODY BADAŃ

Badania prowadzono w latach 1971—1979 na stałych powierzchniach doświadczalnych wybranych do badań kompleksowych przez Zakład Gospodarki Leśnej Rejonów Przemysłowych Instytutu Badawczego Leśnictwa z siedzibą w Katowicach. Wszystkie powierzchnie znajdowały się w typie siedliskowym boru świeżego w 6—15-letnich uprawach i młodnikach rosnących głównie w nadl. Katowice i Świerklaniec pod okapem uszkodzonych przez emisję starych sosen (3 powierzchnie) i na powierzchni otwartej na miejscu wyciętych około 100-letnich drzewostanów sosnowych (18 powierzchni), w strefie lasów silnie uszkodzonych (III) lub średnio uszkodzonych (II) przez emisje przemysłowe, oraz dla celów kontrolnych w strefie lasów nie uszkodzonych przez emisje (0) (3 powierzchnie w nadl. Kłobuck) (9, 16). W latach 1971—1975 badania te prowadzono na 18 półhektarowych powierzchniach wyznaczonych w mieszanych młodnikach założonych przez administrację lasów państwowych. W skład tych młodników wchodziło w różnym stopniu zmieszania 12 gatunków drzew liściastych i iglastych, których większość uznawana jest za względnie odporne na przemysłowe zanieczyszczenia atmosfery. W latach 1976—1979 natomiast badania prowadzono na 5 powierzchniach testowych i 1 powierzchni kombinowanej, podzielonych na 4-arowe kwadratowe poletka, na których w układzie bloków losowanych w 4 powtórzeniach posadzono wybrane gatunki drzew w liczbie po 100 na poletku. Obserwacje terenowe prowadzono systematycznie przeważnie 2-4 razy w okresie wegetacyjnym, głównie na wiosnę i w jesieni. Ogółem przeanalizowano stan zdrowotny prawie 54 tys. drzew. Grzyby zasiedlające prawie 6500 (około 12%) chorych lub zamarłych drzew zidentyfikowano na podstawie mikroskopowego badania obecnych na nich owocni-

ków, w głównej mierze jednak na podstawie ponad 30 tys. izolatów otrzymanych z chorych lub martwych organów drzew na pożywce agarowo-maltozowej.

3. WYNIKI

Czynnikami wpływającymi na uszkodzenie i osłabienie drzew na badanych powierzchniach były głównie emisje przemysłowe, szczególnie SO_2, którego stężenie w strefie lasów średnio (II) uszkodzonych przez emisje dochodziło do 0,066 mg/m^3 powietrza (16), następnie opad pyłu, który wynosi 101—158 t/km^2/rok, a także przymrozki późne. W mniejszym stopniu drzewa były uszkadzane przez owady, zające i myszowate. W pewnym stopniu osłabienie i predyspozycję drzew na choroby powodowało również niezbyt staranne ich sadzenie i pielęgnowanie.

Zmienione emisjami przemysłowymi środowisko, wpływające z jednej strony na roślinę gospodarza, a z drugiej na grzyby pasożytnicze, stwarzało, jak to wynika z niniejszych badań, korzystne warunki dla uaktywnienia się licznych grzybów tak zwanych pasożytów słabości i pasożytów ranowych. Grzyby te dokonywały prawdziwej inwazji przede wszystkim na części nadziemne młodych drzew, na których powodowały przeważnie najpierw lokalną, a następnie często obwodową zgorzel kory. Charakterystycznym zjawiskiem na powierzchniach badawczych było współdziałanie zespołu zwykle 4—6 gatunków grzybów w zamieraniu pędów i gałązek, a tym samym aparatu asymilacyjnego młodego drzewa. Były to *Alternaria alternata, Aureobasidium pullulans, Botrytis cinerea, Coniothyrium fuckelii, Epicoccum purpurascens* i częściej na drzewach iglastych,*Sclerophoma pithyophila* (tab. 1). Zespoły tych grzybów tylko w początkowej fazie choroby drzewa działały same. W późniejszej fazie dołączały do nich inne, przeważnie specyficzne dla gatunku drzewa grzyby, a mianowicie: na *Acer pseudoplatanus* głównie *Valsa ambiens,* na *Alnus incana — Valsa diatrypa* i *Tympanis alnea,* na *Betula verrucosa — Fusicoccum betulae* i *Melanconis stilbostoma,* na *Fagus silvatica — Fenastella vestita* i *Pezicula cinnamomea,* na *Quercus robur — Colpoma quercinum, Fusicoccum quercus* i *Valsa intermedia,* na *Quercus rubra — Diaporthe leiphaemia* i *Valsa intermedia,* przy czym *D. leiphaemia* i *P. cinnamomea* wytwarzały tylko stadium konidialne (tab. 1).

Niektóre z tych grzybów przesuwały się często w dół pnia, albo też podobnie jak jeszcze inne wymienione w tab. 2 gatunki, samodzielnie rozpoczynały chorobę drzewa, zakażając je w odziomku często tuż nad szyją korzeniową i wtedy powodowały zgorzele kory lub nerkozy lokalne, prowadzenie do powstawania raków drzewnych lub nekrozy obwodowe połączone dość często z patologicznym przewężeniem u podstawy drzewa głównie *Larix decidua, Pinus nigra* i *P. sylvestris* (12, 14). Jak wynika z tab. 2, głównymi sprawcami nekroz w szyi korzeniowej i na pniu drzewa na powierzchniach badawczych były przeważnie grzyby z rodzaju *Pezicula* i współdziałający z nimi na drzewach iglastych *Phomopsis occulta,* zaś na *Alnus incana* i *Betula verrucosa — Cryptospora suffosa,* a na dębach — *Diaporthe leiphaemia, Phomopsis quercella* oraz *Colpoma*

Ważniejsze grzyby stwierdzone na chorych, zamierających lub martwych pędach, gałązkach i wyjątkowo igłach lub liściach drzew w 6—15-letnich uprawach i młodnikach na powierzchniach badawczych w GOP

Tabela 1

Grzyby	Drzewa na których stwierdzono grzyby w %									
	Acer platanoides	Acer pseudoplatanus	Alnus incana	Betula verrucosa	Fagus silvatica	Larix decidua	Pinus nigra	Pinus sylvestris	Quercus robur	Quercus rubra
Alternaria alternata (Fr.) Keissl.	11	8	24	5	26	70	23	1,0	15	4
Aureobasidium pullulans (De Bary) Arnaud		8	8	3		9	9	0,5		
Botrytis cinerea Pers. ex Fr.	26	27	9	1	7	15	13	0,4	3	9
Cenangium ferruginosum Fr. ex Fr.								3,0		
Colpoma quercinum (Pers.) Wallr.									31	
Coniothyrium fuckelii Sacc.	5		30	1	23	30	11	32	9	
Diaporthe leiphaemia (Fr.) Sacc.									21	21
Epicoccum purpurascens Ehrenb. ex Schlacht.	11		41	3	34	61	14	1	13	5
Fenestella vestita (Fr.) Wint.			11	6	37				14	9
Fusicoccum betulae Cke				58						
F. quercus Oud.									19	4
Melanconis stilbostoma (Fr.) Tul.				19						
Microsphaera alphitoides Griff. et Maubl.									71,4 (w 1977 r.)	
Nectria cinnabarina (Tode ex Fr.) Fr.	5	8	1,5							
Pezicula cinnamomea (DC) Sacc.			22	6	35				8	29
Sclerophoma pityophila (Cda) Höhn				1	11	70	16	10	6	2
Scleroderris lagerbergii Gremmen							78 (w 1979 r.)	2		
Tympanis alnea (Pers.) Fr.			15							
Valsa ambiens (Pers.) Wint.		38								
Valsa diatrypa Fr.			22							
Valsa intermedia Nitsch.		6	8						11	16

Tabela 2

Ważniejsze grzyby stwierdzone w latach 1976—1979 na pniach i odziomkach martwych drzew w 6—16-letnich uprawach i młodnikach przebudowywanych na powierzchniach badawczych GOP

Grzyby	Drzewa na których stwierdzono grzyby, %									
	Alnus incana	Betula verrucosa	Fagus silvatica	Larix decidua	Larix leptolepis	Pinus nigra	Pinus sylvestris	Pinus strobus	Quercus robur	Quercus rubra
Cenangium ferruginosum						6				
Colpoma quercinum									15	3
Cronartium ribicola Fisch.								48		
Cryptospora suffusa (Fr.) Tul.	64	13								
Diaporthe leiphaemia									53	30
Hypoxylon fuscum Pers. ex Fr.	32									
Leucostoma kunzei (Fr.) Munk ex Kern.				23	5			9		
Peniophora cinerea (Fr.) Cke	7	2								
Peniophora erikssonii Boid.	23									
Pestalozzia hartigii Kühn				3		5	6			
Pezicula cinnamomea	32	11	38						14	36
P. livida (Berk. et Br.) Rehm				24	6	8	13	14		
Phacidiopycnis pseudotsugae (Wilson) Hahn				15		3	3			
Phomopsis occulta Trav.				13	3	20	15	3		
Phomopsis quercella Trav.									9	34
Pseudopatellina conigena v. Höhn								29		
Rhizoctonia solani Kühn						10	14			
Stereum sanguinolentum (A. et S. ex Fr.) Fr.					7					

quercinum, grzyb który stwierdzono na zamierających lub martwych drzewach tylko *Quercus robur*.

W 1979 r. zaobserwowano na 8—10-letnich drzewach *P. nigra* typową dla tego drzewa poza naturalnym zasięgiem epifitozę wywołaną przez *Scleroderris lagerbergii*. Specyficzne objawy zamierania pączków, igieł i ubiegłorocznych pędów oraz owocnikowanie workowe patogena wystąpiły przeważnie na gałęziach drzew, których w zimie 1978/79 zostały przywalone grubą warstwą śniegu. Sporadycznie obserwowano objawy tej choroby również na *P. sylvestris* i *P. strobus*.

Sprawcami zamierania licznych drzew *P. strobus* w odziomku tuż nad szyją korzeniową były natomiast przede wszystkim grzyby *Cronartium ribicola* i *Pseudopatellina conigena*, z którymi współdziałały nierzadko inne gatunki podane w tabl. 2.

Alnus incana na niektórych badanych powierzchniach zamierała głównie z objawami występowania workowca *Hypoxylon fuscum*, który powodował w części odziomkowej intensywną białą zgniliznę drewna. Występowanie tego grzyba związane było często z żerowaniem larw przeziernika olchowca (*Synanthedon spheciformis*). W końcowej fazie choroby cała nadziemna część takich drzew była opanowana bardzo często przez grzyby podstawkowe *Penicphora cinera* i *P. erikssonii*, wywołujące zgniliznę w drewnie.

Oprócz emisji przemysłowych także przymrozki późne powodowały na badanych powierzchniach znaczne osłabienie i zwiększenie podatności drzew na infekcję przez różne grzyby chorobotwórcze. Szczególnie podatne na te przymrozki były *L. decidua*, *Quercus rubra* i w mniejszym stopniu *Q. robur*. Spowodowały one drastyczne uszkodzenia w trzeciej dekadzie maja 1977 r., kiedy to temperatura w ciągu trzech kolejnych nocy obniżyła się do 5—7°C poniżej 0°. Prócz zamarznięcia młodych liści i pędów zaobserwowano bowiem na obu dębach pęknięcia mrozowe kory i długości od 2—70 cm, w ilości 1—8 na jednym drzewie, przeważnie w dolnej części pnia do wysokości około 80 do 200 cm. Odsłonięte drewno bielaste takich drzew ulegało zakażeniu przez różne grzyby (tab. 3), wśród których najliczniej reprezentowany był grzyb *Bjerkandera adusta*, znany od dawna jako pasożyt ranowy, który powodował intensywną białą zgniliznę drewna bielastego i najczęściej dobijał badane drzewa, zwłaszcza *Q. rubra*.

W okresie badań znaczenie grzybów korzeniowych w procesie zamierania młodych drzew było różne. Choroba i zamieranie drzew najmłodszych, 5—8-letnich, na ogół tylko w nielicznych przypadkach rozpoczynało się od nekrozy spowodowanej przez grzyby korzeniowe. Grzyby te przeważnie dopiero wtórnie zasiedlały korzenie zamierające w następstwie nekrozy nadziemnej części drzewa, głównie strzały w części odziomkowej. Jak wynika z tab. 4, korzenie tych drzew zasiedlane były przede wszystkim przez *Nectria radicicola* (st. conid.: *Cylindrocarpon destructans* (Zins.) Scholten) i nie zidentyfikowany grzyb podstawkowy nr 9441. Grzyb ten również izolowany z cienkich (1—2 mm) korzeni i z zamierających mikoryz drzew *Larix decidua*, silnie osłabionych i zahamowanym we wzroście, zwłaszcza kiedy rosły na glebie uprawionej w talerze. Wyniki badań wskazują, że również grzyb *Hypoxylon fuscum*

Tabela 3

Grzyby, które najliczniej zakaziły drewno bielaste młodych dębów odsłonięte na skutek mrozowych pęknięć kory wywołanych przymrozkami późnymi w maju 1977 r. na powierzchni testowej w Repecku, oddz. 99

Grzyby	Drzewa (%)			
	Quercus robur		Quercus rubra	
	z mrozowymi pęknięciami kory	zakażone	z mrozowymi pęknięciami kory	zakażone
Altenaria alternata	48,7	14,6	76,4	10,0
Bjerkandera adusta (Willd. ex Fr.) P. Karst		16,2		56,6
Chondrostereum purpureum (Pers ex Fr.) Pouz		0,5		2,5
Colpoma quercinum		2,7		
Coniothyrium fuckelii		4,3		4,6
Epicoccum purpurascens		3,8		1,8
Fusarium poae (Peck) Wollenw.		3,8		2,5
F. sporotrichoides Sherb.		5,9		3,2
F. stilboides Wollenw.		3,8		3,2
Fusicoccum quercus		5,4		1,1
Pezicula cinnamomea		11,9		4,6
Phomopsis quercella		4,3		7,8
Polypirus ciliatus Fr. ex Fr.		1,1		2,1
Schizophyllum commune Fr.		2,7		4,3
Stereum hirsutum (Willd. ex Fr.) S. F. Gray		0,5		2,1
Trametes versicolor (L. ex Fr.) Lloyd		0,5		2,1

był izolowany z cienkich korzeni dość gwałtownie zamierających drzew *Alnus incana*.

Natomiast najgroźniejsze zwykle dla drzew grzyby korzeniowe, *Armillariella mellea* i *Heterobasidion annosus*, powodowały w większym stopniu śmierć 10—15-letnich drzew w młodnikach rosnących zarówno na powierzchni otwartej, gdzie nie wykarczowano pniaków po ściętych starych sosnach, jak i pod okapem drzewostanów sosnowych, a także, przede wszystkim *H. annosus*, w strefie lasów średnio zagrożonych emisjami przemysłowymi (2). Jak wynika z tab. 4 *H. annosus* zabijał na badanych powierzchniach w różnym stopniu wszystkie gatunki drzew, najwięcej *Q. rubra* i *A. incana*, zwłaszcza pod okapem starszych sosen w obrębie Panewniki i *B. verrucosa* na otwartej przestrzeni w nadleśnictwie Świerklaniec. W sumie był on z górą 18 razy częstszy na martwych i chorych drzewach niż *A. mellea*, natomiast na trzech powierzchniach badawczych położonych w strefie lasów nie uszkodzonych przez emisje w nadleśnictwie Kłobuck działalność patogeniczna tego grzyba była z kolei ponad 30 razy słabsza od patogenicznej działalności *A. mellea*, której mogły sprzyjać obecne na tych trzech powierzchniach nie wykarczowane pniaki *Quercus robur*.

Tabela 4

Grzyby patogeniczne najliczniej stwierdzone w korzeniach zamierających lub zamarłych drzew w 6—15-letnich uprawach i młodnikach przebudowywanych na powierzchniach badawczych w GOP

Grzyby	Strefa lasów uszkodzonych przez emisje	Drzewa na których stwierdzono grzyby, %										
		Acer platanoides	Acer pseudoplatanus	Alnus incana	Betula verrucosa	Fagus silvatica	Larix decidua	Pinus nigra	Pinus sylvestris	Pinus strobus	Quercus robur	Quercus rubra
Armillariella mellea (Vahl. ex Fr.)	II, III			0,5			0,4	0,5	0,0		0,1	
P. Karst	0						2,6		47,5			
Fusarium spp.	II, III				6,6	16,4	4,4	12,2	7,1	12,6	7,1	1,7
Heterobasidion annosus (Fr.) Bref	II, III	0,3	0,1	4,3	5,9	0,3	2,2	2,8	3,2	2,0	0,1	6,6
	0				0,2				4,5			
Hypholoma fasciculare (Huds. ex Fr.)	II, III	0,1		0,5	0,2	0,3	0,4		0,3			0,4
Kummer	0								0,2			
Hypoxylon fuscum	II, III			2,5								
Nectria radicicola Gerlach et Nilsson	II, III	0,2		1,2	13,3	50,0	49,4			24,0	28,6	52,6
	0								0,2			
Resinicium bicolor (Alb. et Schw.	II, III			0,8	0,6		0,8	0,3	0,8			0,6
ex Fr.) Parm.	0								0,2			
Rhizoctonia solani Kühn	II, III							9,5	13,7			
Izolat No. 9441 (Basidiomycotina)	II, III			5,7	26,6	16,6	13,8			4,0		1,7

W okresie badań stwierdzono ogółem ponad 100 gatunków grzybów, które zasiedlały osłabione drzewa. Wśród nich było stosunkowo dużo różnych gatunków grzybów workowych *(Ascomycotina)* i grzybów niedoskonałych *(Deuteromycotina)*, które powodowały przeważnie choroby nadziemnych części drzew. Stosunkowo najliczniej zamierały z objawami ich działalności drzewa *L. decidua* (w 47%) i *Q. rubra* (w 39%), natomiast najmniej chorych lub martwych drzew stwierdzono na poletkach z *A. incana* (3%) i *B. verrucosa* (6%), przy czym 1,5—2 razy częściej chorowały lub zamierały drzewa na poletkach z uprawą gleby na talerzach niż na poletkach z pełną uprawą gleby oraz na poletkach odnowionych w rębni zupełnej (20%) niż w rębni częściowej (10,5%).

4. OMÓWIENIE WYNIKÓW

W toku 9-letnich badań stwierdzono stosunkowo dużo, można by nawet zaryzykować pogląd, że niemal pełną listę grzybów (4), które w mniejszych lub większych zespołach zakażały i zasiedlały drzewa osłabione przede wszystkim działaniem emisji przemysłowych w młodnikach powstałych z przebudowy drzewostanów sosnowych. Wykrycie tych grzybów było możliwe nie tylko dzięki systematycznym przeglądom drzew na powierzchniach badawczych, ale również dzięki zastosowanym metodom ich rozpoznawania w dużej mierze po grzybni wyizolowanej, w terenie lub laboratorium, na pożywkę z chorych lub martwych organów drzew, na których brak było przede wszystkim owocników. Takie postępowanie umożliwiło również określenie rzeczywistego nasilenia występowania grzybów pasożytniczych na badanych powierzchniach. Dotyczy to szczególnie grzybów korzeniowych *A. mellea* i *H. annosus*. Białą grzybnię pod korą odziomka zamarłych drzew można zaobserwować bowiem nie tylko na drzewach zamarłych zwłaszcza na skutek porażenia przez opieńkę, ale również można ją tam spotkać — chociaż strukturalnie dość odmienną i możliwą do makroskopowego rozpoznania chyba tylko przez specjalistę — na martwych drzewach zasiedlanych przez *H. annosus* (3), *Hirschioporus abietinus* (Dicks. ex Fr.) Donk, *H. fusco-violaceus* (Ehrenb. ex Fr.) Donk, *Fomitopsis pinicolla* (Sw. ex Fr.) P. Karst., a nawet w szyi korzeniowej pod korą młodych drzew *Q. rubra* zamarłych na skutek zakażenia przez *Bjerkandera adusta*, jak to zdołano ustalić na badanych powierzchniach doświadczalnych. Dopiero zbadanie grzybni wyizolowanej na pożywkę ze zgniłego drewna pokrytego taką białą grzybnią umożliwia poprawne zidentyfikowanie grzyba. Podobnie nie można ustalić z naukową pewnością faktycznego stopnia zakażenia drzew w drzewostanie przez *H. annosus*, stosując metodę rozpoznawania jego obecności tylko po owocnikach wyrosłych w szyi korzeniowej martwego drzewa. Gdyby zastosowano taką metodę, z pominięciem metody izolacji grzyba na pożywkę z wszystkich drzew z chorymi korzeniami, uzyskano by wynik 6 do około 15 razy niższy od faktycznego nasilenia jego występowania na badanych powierzchniach (2). Poza tym prawie na pewno nie rozpoznano by tego grzyba jako sprawcy zamierania, z różną częstotliwością, prawie wszystkich gatunków drzew liściastych i iglastych użytych do przebudowy (tab. 4) oraz znacznie wyższej szkodliwości *H. annosus* od wywołanej przez opieńkę (2) i powiązania tej szkodliwości przeważnie z obecnością

lub brakiem pniaków sosnowych celowo nie wykarczowanych lub wykarczowanych przed założeniem badanych młodników (2).

Podobną różnicę w występowaniu obu tych grzybów na korzyść *H. annosus* stwierdzono, stosując również metodę izolacji, w dwóch kilkuhektarowych, w dużej mierze jednogatunkowych i zamierających drzewostanów, nie przebudowywanych według jakiejś racjonalnej zasady w III strefie zagrożenia emisjami przemysłowymi: w 9—40-letnim drzewostanie w nadleśnictwie Szczakowa (oddział 126). i 21-letnim młodniku brzozowym w nadleśnictwie Świerklaniec (oddział 155). Procent drzew zabitych przez *A. mellea* oraz drzew zabitych przez *H. annosus* i pozbawionych prawie zupełnie owocników, określony tą metodą, wynosił, odpowiednio, w Szczakowej 15 i 31, w Świerklańcu 10 i 45 (3).

Gdyby nie zastosowano metody izolacji, nie udałoby się także ustalić zjawiska uaktywnienia się licznych grzygów pasożytów słabości i pasożytów ranowych oraz ich zespołowej inwazji i współdziałania w procesie stopniowego zamierania osłabionych drzew, rozpoczynającego się przede wszystkim od zgorzeli pędów i gałązek w koronie i przesuwającego się następnie w dół drzewa.

Pierwszej próby w tej dziedzinie w GOP dokonali w 1973 r., w tzw. roku osutkowym, T. Kowalski i M. Budnik (13) i wykazali, stosując właśnie metodę izolacji, że powszechnie tam zjawisko „wiosennej brązowatości" igieł sosny powodowane było w nieprzebudowanych młodnikach sosnowych przez zespół grzybów: *Coniothyrium fuckelii* (na 30% drzew), *Cytospora acuum* Cooke et Ellis (26%), *Sclerophoma pityophila* (10%), *Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chev. (9%) i *Cenangium ferruginosum* (4%), przy czym *L. pinastri* częściej występowało w strefie średniego zanieczyszczenia emisjami (w około 10,5% przypadków) niż w strefie silnego skażenia emisjami przemysłowymi (około 6,5%), pozostałe grzyby natomiast w prawie jednakowym nasileniu w obu tych strefach skażenia powietrza.

W trakcie badań odkryto także niektóre choroby grzybowe, które albo — w świetle powszechnie panujących poglądów — nie powinny tak licznie lub w formie epifitozyjnej lub w ogóle występować w rejonach przemysłowych, albo po raz pierwszy zostały zaobserwowane w GOP lub w ogóle w kraju. W pierwszym przypadku chodzi o wymienioną wyżej, nie notowaną nigdzie dotychczas w rejonach przemysłowych, znacznie wyższą aktywność *H. annosus* niż *A. mellea*, dalej o mącznika dębu (*Microsphaera alphitoides*), który w 1977 r. wystąpił masowo, ale tylko na liściach *Q. robur*, oraz o rdzę *Cronartium ribicola*, której masowy pojaw w tym terenie trudno wyjaśnić, gdyż w sąsiedztwie powierzchni doświadczalnych nie ma krzewów *Ribes spp.*, niezbędnych do wyprodukowania zarodników podstawkowych, które zakażają z kolei wejmutkę. Można przypuszczać w tej sytuacji, że najprawdopodobniej sadzonki zakażone tym grzybem przywieziono już ze szkółki zadrzewieniowej.

Natomiast po raz pierwszy zaobserwowano w naszym kraju epifitozę, jaką wywołał na *P. nigra* workowiec *Scleroderris lagerbergii* i to w okolicznościach świadczących, że warunki związane z przykryciem powierzchni badawczej grubą warstwą śniegu sprzyjały masowemu pojawieniu się choroby, co nie jest spostrzeżeniem nowym (15). Również po raz pierwszy mamy do czynienia z chorobą *A. incana*. Sądząc z jej obrazu

i przebiegu, można być prawie przekonanym o słuszności poglądów Heptinga (10), że grzyb *Hypoxylon fuscum*, wywołujący w drewnie *Alnus spp.* intensywną białą zgniliznę, jest pasożytem słabości i może przyczynić się do zabijania osłabionych drzew tego gatunku.

Po raz pierwszy podjęto też próbę zbadania podatności na grzyby pasożytnicze młodników, które powstały w trakcie przebudowy drzewostanów sosnowych z zastosowaniem albo rębni zupełnej albo rębni częściowej. Otrzymane wyniki, przemawiające za stosowaniem przebudowy rębnią częściową, trzeba jednak przyjąć z pewną rezerwą. Na niższą predyspozycję młodych drzew, rosnących pod okapem starszych sosen, na zakażenie przez grzyby pasożytnicze miały bowiem niewątpliwie pewien wpływ mniejsze uszkodzenia mrozowe, a zwłaszcza znikoma ilość najgroźniejszych dla życia młodych dębów pęknięć kory i związana z tym o wiele niższa liczba zakażeń ich odsłoniętego drewna bielastego przez pasożyty ranowe, przede wszystkim przez *Bjerkandera adusta*, który prawie całkowicie wyeliminował, zwłaszcza *Q rubra*, z rosnących na otwartej przestrzeni młodników powstałych z przebudowy drzewostanów sosnowych rębnią zupełną.

Otrzymane wyniki, a zwłaszcza duże zróżnicowanie gatunkowe grzybów zakażających zwykle w kilkugatunkowych zespołach poszczególne drzewa, oraz powszechność ich zarodnikowania konidialnego prawie przez cały rok, w dużym stopniu utrudniają opracowanie odpowiednich metod zapobiegających zakażeniu drzew przez grzyby w lasach GOP. Stąd działanie zmierzające do zmniejszenia do sanitarnego minimum szkód powodowanych przez grzyby pasożytnicze powinno opierać się przede wszystkim na środkach hylotechnicznych obniżających predyspozycję drzew na choroby i polegać na stosowaniu takich zabiegów z dziedziny profilaktyki dyspozycyjnej, wynikających częściowo z przedstawionych tu wyników badań, aby zapewnić młodnikom powstałym z przebudowy drzewostanów sosnowych możliwie optymalne warunki dla wzrostu i rozwoju przy równoczesnym jednak zmniejszeniu do niezbędnego minimum przede wszystkim stężenia szkodliwych substancji toksycznych, emitowanych do atmosfery przez zakłady przemysłowe. Dotychczasowe badania zdają się wskazywać, że dopiero stopniowe i konsekwentne realizowanie przez zakłady przemysłowe tego właśnie postulatu będzie miało istotne znaczenie dla podniesienia zdrowotności lasów przebudowywanych w GOP.

5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Badania, przeprowadzone w latach 1971—1979 w 6—15-letnich różnogatunkowych młodnikach powstałych z przebudowy ok. 100-letnich drzewostanów sosnowych w nadl. Świerklaniec w II i III strefie zagrożenia emisjami przemysłowymi, można podsumować następująco:

1. Stwierdzono ponad 100 gatunków grzybów, głównie workowców i grzybów niedoskonałych, a wśród nich liczne pasożyty słabości i pasożyty ranowe, zakażające osłabione drzewa.

2. Zwłaszcza w strefie lasów średnio zagrożonych emisjami specyficzne zespoły tych grzybów dokonywały prawdziwej inwazji przede wszystkich na części nadziemne młodych drzew, powodując najpierw

nekrozy i zgorzele aparatu asymilacyjnego, przesuwające się zwykle w dół drzewa, oraz nekrozy przewężeniowe i raki w odziomku i w szyi korzeniowej.

3. Przymrozki wiosenne w maju 1977 r. spowodowały silne uszkodzenia *Q. rubra* i w słabszym stopniu *Q, robur,* zwłaszcza pęknięcia kory wystawiające drewno bielaste na zakażenie przez pasożyty ranowe, szczególnie *Bjerkandera adusta.*

4. Stosunkowo najliczniej chorowały lub zamierały z objawami działalności grzybów *L. decidua* i *Q. rubra,* najmniej, na razie, *A. incana* i *B. verrucosa.*

5. Około 2 razy liczniej chorowały lub zamierały drzewa rosnące na powierzchniach z przygotowaniem gleby na talerzach niż na powierzchniach z pełną uprawą gleby oraz na powierzchniach odnowionych w rębni zupełnej niż w rębni częściowej.

6. *A. mellea* i *H. annosus* powodowały w większym stopniu zakażenie korzeni i śmierć 10—15-letnich drzew rosnących pod okapem starszych sosen oraz na powierzchniach otwartych, na których obecne były niewykarczowane pniaki.

7. *H. annosus* był najczęstszy na zamarłych drzewach prawie wszystkich gatunków użytych do przebudowy, zwłaszcza w strefie lasów średnio uszkodzonych przez emisje, natomiast *A. mellea* na powierzchniach badawczych w strefie lasów wolnych od emisji.

8. Rzeczywisty stan porażenia drzew przez grzyby pasożytnicze, m. in. przez *H. annosus,* w młodnikach uszkodzonych przez emisje przemysłowe można określić jedynie stosując metodę izolowania grzybni z martwych i chorych drzew na pożywkę.

9. Stosunkowo najskuteczniejszą metodą zapobiegającą chorobom grzybowym w młodnikach powstałych z przebudowy drzewostanów sosnowych w GOP mogą okazać się chyba jedynie zabiegi z dziedziny profilaktyki dyspozycyjnej zapewniające im dobre warunki wzrostu i rozwoju przy równoczesnym jednak zmniejszeniu do minimum zanieczyszczenia środowiska emisjami przemysłowymi.

LITERATURA

1. Domański S.: Grzyby występujące w drzewostanach objętych szkodliwym oddziaływaniem emisji przemysłowych w Górnośląskim i Krakowskim Okręgu Przemysłowym. III. Grzyby zasiedlające nadziemne części drzew w drzewostanach nieprzebudowanych w latach 1970—1975. Acta Agr. Silv. Ser. Silv. 1976 Vol. 16.
2. Domański S.: Fungi occurring in forests injured by air pollutants in the Upper Silesia and Cracow Industrial Regions in Poland. VI. Higher fungi colonizing the roots of trees in converted forest stands. Acta Soc. Bot. Pol. 1978 Vol. 47 nr 3.
3. Domański S., Kowalski S., Kowalski T.: Grzyby występujące w drzewostanach objętych szkodliwym oddziaływaniem emisji przemysłowych w Górnośląskim i Krakowskim Okręgu Przemysłowym. IV. Grzyby wyższe powodujące choroby korzeni w nieprzebudowanych drzewostanach w latach 1971—1975. Acta Agr. Silv. Ser. Silv. 1976 Vol. 16.

4. Domański S., Kowalski S., Kowalski T.: Grzyby występujące w drzewostanach objętych szkodliwym oddziaływaniem emisji przemysłowych w Górnośląskim i Krakowskim Okręgu Przemysłowym. V. Grzyby zasiedlające nadziemne części drzew w przebudowywanych drzewostanach w latach 1971—1975. Acta Mycol. 1977 Vol. 13 z. 2.

5. Eršov M.F.: O fotosinteze čistych i zapylennych list'ev lipy melkolistnoj i vjaza melkolistnego. Dokl. Akad. Nauk SSSR 1957 T. 112 vyp. 6.

6. Grzywacz A.: Wpływ przemysłowych zanieczyszczeń powietrza na grzyby chorobotwórcze. Sylwan 1971 R. 115 nr 6.

7. Grzywacz A.: Sensivity of *Fomes annosus* (Fr.) Cooke and *Schizophyllum commune* Fr. to air pollution with sulphur dioxide. Acta Soc. Bot. Pol. 1973 Vol. 42.

8. Grzywacz A., Ważny J.: The impact of industrial air pollutants on the occurrence of several important pathogenic fungi of forest trees in Poland. Eur. J. For. Pathol. 1973 Vol. 3 H. 3.

9. Hawryś Z., Niemtur S., Cielińska M., Krawczyk M.: Założenie i prowadzenie blokowych doświadczeń testowych nad zadrzewieniem tzw. strefy nieleśnej. Maszynopis IBL Katowice 1976.

10. Hepting G. H.: Diseases of forest and shade tres of the United States. U. S. Departament of Agriculture, Forest Service — Agriculture. Washington 1971.

11. Koukol J., Dugger W. M. Jr.: The stimulatory effect of ozon on anthocyanin biosynthesis. Plant Physiol. 1965 Vol. 40 Suppl. 60.

12. Kowalski T.: Grzyby zasiedlające przewężenia w okolicy szyi korzeniowej *Pinus silvestris* i *Pinus nigra* w uprawach doświadczalnych w Pniowcu (GOP). Phytopath Pol. (w druku).

13. Kowalski T., Budnik M.: Grzyby występujące w drzewostanach objętych szkodliwym oddziaływaniem emisji przemysłowych w Górnośląskim i Krakowskim Okręgu rzemysłowym. II. Grzyby wyizolowane z plam infekcyjnych na żywych igłach sosnowych. Acta Mycol. 1977 Vol 13 z. 1.

14. Kowalski T.: Grzyby nadrzewne występujące w uprawach leśnych w różnych wariantach przebudowy drzewostanów sosnowych w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym na przykładzie powierzchni doświadczalnej IBL w Pniowcu (nadl. Świerklaniec). Maszynopis Inst. Ochr. Lasu AR Kraków 1979.

15. Kujala V.: Über die Kleinpilze der Koniferen in Finnland. Metsätiet. Tutkimusl. Julk. 1950 Vol 38 nr 4.

16. Latocha E., Latocha I., Gębora R.: Badania wzrostu i rozwoju upraw i młodników pochodzących z przebudowy drzewostanów sosnowych w GOP i KOP. Maszynopis IBL Katowice 1976.

17. Miller J. H.: A Monograph of the World Species of *Hypoxylon*. Athens: Univ. Georgia Press 1961.

18. Ordin L., Skoe B. P., Inhibition of Metabolism in Avena Coleoptile Tissue by Fluoride 1, 2, 3. Plant Physiol. 1963 Vol. 38 No. 4.

19. Ordin L., Skoe B. P.: Ozone Effect on Cell Wall Metabolism of Avena Coleoptile Section 1, 2, 3. Plant Physiol. 1964 Vol. 39 No 5.

20. Prewysz-Kwinto J., Staszewski T.: Zmiany ultrastruktury komórki pod wpływem zanieczyszczeń powietrza. Wiad. Bot. 1980 T. 24 z. 1.

21 Schnaider Z., Ordon S.: Wydzielanie się posuszu w drzewostanach sosnowych objętych wpływem emisji przemysłowych na terenie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Sylwan 1978 R. 122 nr 3.
22. Steinhübel G.: Učinok prachovej vrstvy na prehrievanie listovej čepele pri priamej insolàccii. Biologia R. 21 čis. 4.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 18 marca 1980 r.

Краткое содержание

Исследования проводились в 1971—1979 гг. на 24 постоянных опытных участках, на которых произрастал 6—15-летний молодняк под пологом старых сосен и на открытом пространстве в зоне сильно (III) или средне (II) повреждённых промышленными эмиссиями лесах, а также, для контрольных целей, в зоне свободной от загрязнения воздуха (0). В состав этих молодняков входило 12 различных видов лиственных и хвойных деревьев, большинство которых признано резистентными на промышленные загрязнения воздуха.

Из до сих пор проведенных исследований следует, что в изменённых промышленными эмиссиями условиях среды активизировались многочисленные паразиты слабости и раневые паразиты Особенно в зоне среднего загрязнения лесов, чаще всего ассоциации состоящие из 4—5 видов грибов совершали настоящие нашествия, прежде всего, на наземные части молодых деревьев, на которых вызывали (1) некроз и солнцепек листьев и побегов (табл. 1), (2) некроз побегов и ветвей, продвигающиеся вниз дерева, а также одновременно (3) некроз сужения и рак в комле, часто вблизи комлевой шеи (табл. 2).

Весенние заморозки, которые отмечались в этом районе в конце мая 1977 г., вызвали очень сильные повреждения дуба красного и дуба черешчатого, на которых отмечено многочисленные трещины коры, экспонирующие заболонную древесину на заражение раневыми паразитами.

Болезнь и замирание молодых 5—8-летних деревьев реже начинались заражением вызванным корневыми грибами, главным образом, через *Nectria radicicola* и неопределённый базидиомицетный гриб № 9441. Зато *Armillariella mellea* и *Heterobasidion annosus* вызывали в большинстве случаев заражение корней и гибель 10—15-летних деревьев растущих под пологом старших сосен и на открытых участках, на которых не проведено корчевания пней. *H. annosus* часто встречался, прежде всего, в зоне среднего повреждения эмиссиями, зато *A. mellea* встречалась в зоне лесов свободных от эмиссий.

Вообще отмечено более 100 видов грибов, главным образом, *Ascomycotina* и *Deuteromycotina*. Относительно наиболее часто болели или гибли с проявлениями деятельности грибов деревья *Larix decidua* (в 47%) и *Quercus rubra* (в 39%), а очень редко *Alnus incana* (в 3%) и *Betula verrucosa* (в 6%), причём 1,5—2 раза чаще болели или гибли деревья растущие на опытных участках с частичной обработкой почвы, чем на участках с полной обработкой почвы, а также на участках обновлённых в сплошной рубке (в 20%), чем в равномерной рубке (в 10,5%).

Это большое многообразие видов в ассоциациях грибов, заражающих деревья, а также всеобщность их спорообразования через большую часть года очень затрудняет разработку и применение эффективных методов предохраняющих заражение. Исследования указывают, по всей вероятности, что лишь постепенное и последовательное уменьшение до необходимого минимума промышленных эмиссий в воздухе будет иметь существенное значение для увеличения жизнеспособности перестроенных лесов Верхнесилезского промышленного округа.

Summary

Studies were carried out in 1971—1979 on 24 permanent study plots selected within 6—15 years old plantations growing both under the canopy of older Scotch pines and in an open area within the zone of stands strongly (III) or moderately (II) injured by air pollutants, the control being a pollution-free zone (0). Plantations consisted of 12 different species of deciduous and coniferous trees the majority of which are considered relatively more resistant to industrial air pollutants.

The results we have received so far indicated that in the environment conditions transformed by industrial emissions a number of weakness- and wound-parasites were activated. Particularly within zone of forest moderately injured four to five specific associations of fungi brought about the real invasion on overground portions of young trees and caused (1) foliage and twig blights (table 2), diebacks as well as simultaneous girdling necrosis or canker in the butt often near the root collar (tables 1 and 2).

Spring frosts which occurend in this region in late May 1977 resulted in a very severe damage to *Quercus rubra* and *Q. robur* on which numerous bark cracks were observed, exposing the sapwood to infection by wound parasites, especially *Bjerkandera adusta* (table 3). Disease and death of the youngest 5—8 years old trees rarely originated from infection caused by root fungi, most frequently by *Nectria radicicola,* and an unidentified basidiomycete fungus No. 9441. However, *Armillariellla mellea* and *Heterobasidion annosus* were responsible for a more intensive infection of roots and the death of 10—15 years old trees growing under the canopy of older pines and in an open area with no stumps being excavated. *H. annosus* was found to be most frequent within zone of forests moderately injured by industrial emissions, while *A. mellea* in the pollution-free zone.

A total of over 100 species of fungi were found, mostly *Ascomycotina* and *Deuteromycotina.* A relatively highest incidence of diseases or deaths with symptoms of fungus activities was noted in *Larix decidua* (in 47%) and *Quercus rubra* (in 39%), the lowest one in *Alnus incana* (in 3%) and *Betula verrucosa* (in 6%), trees growing in the study plots with soil prepared for patch planting were 1,5—2 times more frequently infected than those on plots with complete deep ploughing, like the trees on plots converted after clearing than those after shelterwood felling.

Such a great diversity of species in the tree-infesting fungus associations and their abundant conidial sporulation for the greater part of the year makes it difficult to work out reliable methods of protection from fungal infection. The investigations seem to indicate that above all gradual and systematic reduction to indispensable minimum of the industrial air pollution will contribute to the rise of health state of converted forests in the Upper Silesia Industrial Region.