

Zgnilizny odziomkowe sosny zwyczajnej i ich warunki rozwojowe

Część II. Wpływ warunków glebowych w leśnictwie Dobrygość
(nadleśnictwo Rychtal)

Butt rots of Scotch Pine and the conditions of their development
II. Influence of soil conditions in Forestry Dobrygość
(Forests of Rychtal, West-Poland)

S. DOMAŃSKI i W. DZIĘCIOŁOWSKI

WSTĘP

Praca niniejsza przedstawia właściwie nie drugi, ale już trzeci etap badań poświęconych zagadnieniu zgnilizn odziomkowych w starszych drzewostanach sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.). Dla wyjaśnienia podaje się, że zgnilizny odziomkowe są to zgnilizny występujące w dolnej odziomkowej części pnia żywego drzewa. U sosny z reguły występują one w drewnie twardzielowym. W pierwszej pracy (D o m a ń s k i, 1952) ustalono przede wszystkim sprawców powyższych zgnilizn w drzewostanach rosnących w leśnictwie Jezioro w Wielkopolskim Parku Narodowym w Ludwikowie. Głównym sprawcą okazał się grzyb *Polyporus circinatus* Fr. (*P. tomentosus* var. *circinatus* F r.), zwany hubą filcowatą. Na 367 zbędanych wtedy odziomków ze zgnilizną — 260 zawierało zgniliznę wywołaną przez ten grzyb. Badania drugiego etapu (D o m a ń s k i, 1953) wykazały między innymi, że infekcja drzew przez *P. circinatus* w Jeziorach następuje głównie na końcach korzeni wglębnych.

Praca niniejsza ma na celu: 1) stwierdzenie sprawców zgnilizn odziomkowych, które występują w starszych drzewostanach rosnących w innych okolicach kraju, głównie dlatego, by przekonać się, czy układ stosunków, stwierdzony w dwóch pierwszych pracach, nie jest przypadkowo specyficzny tylko dla terenów WPN w Ludwikowie oraz 2) poznanie bliżej warunków, towarzyszących występowaniu zgnilizn odziomkowych.

Stronę fitopatologiczną opracował pierwszy z autorów, badania gleboznawcze przeprowadził drugi.

Szczególnie serdeczne podziękowanie składają autorzy prof. drowi K. Z a l e s k i e m u i prof. drowi M. K w i n i c h i d z e przede wszystkim za rady i wskazówki udzielone w trakcie badań gleboznawczych oraz za przejrzenie rękopisu i poprawki w nim poczynione.

TEREN BADAŃ ORAZ NIEKTÓRE METODY BADAWCZE

Terenem badań był około 90-letni drzewostan sosnowy, rosnący w leśnictwie Dobrygość (nadleśnictwo Rychtal) w typie lasoboru. W skład jego wchodziła sosna z pojedynczą domieszką brzozy (*Betula verrucosa* Ehrh.), dębu (*Quercus sessilis* Ehrh.), sporadycznie buka (*Fagus sylvatica* L.). W runie leśnym przeważała borówka czernica (*Vaccinium myrtillus* L.), orlica pospolita (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.), a od południa w zagłębieniu jeżyny: popielica (*Rubus caesius* L.) i bukietowa (*R. thyrsoides* Wimm.), na wzniesieniu natomiast miejscami żarnowiec (*Sarothamnus scoparius* L.).

Badania odbywały się na prostokątnym pasie o wymiarach 255×65 m (1,66 ha), na którym w jesieni 1951 roku przeprowadzono zręb zupełny. Po wykonaniu zrębu, w celu określenia sprawców występujących tam zgnilizn odziomkowych, wycięto z dolnego końca pnia drzew o chorych odziomkach po jednym krążku grubości około 10 cm. Następnie wszystkie drzewa ze zdrowymi i chorymi odziomkami w ogólnej liczbie 670 zostały naniesione na szkic, na którym przy punktach oznaczających drzewa z chorymi odziomkami umieszczono kolejny numer oraz stadium występującej w nich zgnilizny. Do określania stadium rozwojowego zgnilizny stosowano schemat podany w poprzedniej pracy (Domański, 1952).

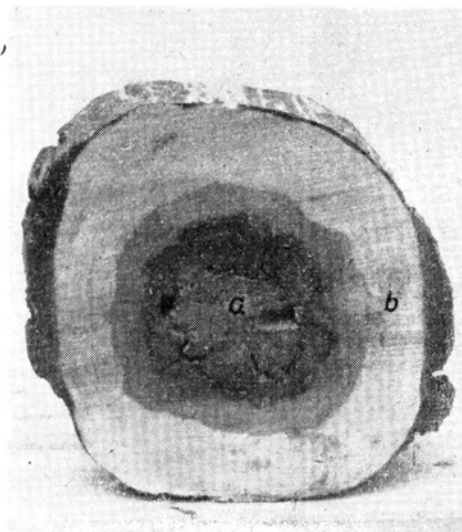
Po wykarczowaniu pozostałych po ścięciu drzew pniaków, przeprowadzono ocenę stopnia rozwoju oraz budowy systemów korzeniowych większości drzew, stosując do tego celu schemat podany w jednym z dalszych rozdziałów tej publikacji. Równocześnie notowano także stan zdrowotny korzeni powierzchniowych, korzenia palowego oraz bocznych korzeni wgłębnych, pobierając z chorych korzeni pewną ilość próbek w celu ustalenia sprawcy ich choroby. Sprawcę zgnilizn odziomkowych i korzeni oznaczano przede wszystkim metodą pożywkową, stosując jako pożywkę agar maltozowy o pH 5.5 z zawartością 2% agaru i 3—4% ekstraktu słodowego.

MAKROSKOPOWY OPIS ZGNILIZN ORAZ ICH SPRAWCY

Występujące w badanym drzewostanie zgnilizny odziomkowe drewna twardzielowego można podzielić w zależności od zabarwienia na trzy grupy. Do pierwszej z nich należały zgnilizny typu brunatnego, charakterystyczne dla ogólnie przytaczanych sprawców zgnilizn odziomkowych: *Polyporus circinatus* Fr., *P. Schweinitzii* Fr. (ryc. 1), *Sparassis crispa* Wulf i *Fomes pini* Karst.

Do drugiej grupy zaliczono zgnilizny typu brunatnego, posiadające jednak mniejsze lub większe nieregularne wysepki rozłożonego drewna zabarwione na kolor siny, sinoczarny lub czarny.

Trzecią grupę stanowiły zgnilizny o sinej, sinoczarnej lub czarnej barwie, nietypowej — według źródeł dostępnych autorowi — dla żadnego z ogólnie przytaczanych sprawców zgnilizn odziomkowych. W dal-



Ryc. 1. Poprzeczny przekrój odziomka sosny nr 28: końcowe (III) stadium zgnilizny, wywołanej przez *Polyporus, Schweinitzii* Fr.

a — zgnilizna drewna twardego, b — zdrowy biel

szym ciągu niniejszego opracowania zgnilizny te nazywać się będzie czarnymi zgniliznami w zależności od mniej lub więcej czarnego zabarwienia, jakie przyjmują one ostatecznie w końcowym stadium swego rozwoju.

Tabela I podaje sprawców powyższych trzech rodzajów zgnilizn. Wynika z niej, że największą rolę w wywoływaniu zgnilizn odziomkowych w badanym drzewostanie odgrywał grzyb *Polyporus circinatus*. Poraził on 129 drzew, co stanowiło 19,5% ogółu zbadanych, a 85,2% wszystkich (158) sosen z chorymi odziomkami. Do wymienionej liczby drzew z odziomkami zawierającymi zgniliznę *P. circinatus* wliczono także te drzewa z czarną zgnilizną w odziomku, u których rozłożony twardeł posiadał poza barwą cechy typowe dla zgnilizny powodowanej przez ten grzyb, a zwłaszcza drobnokieszonkową strukturę oraz tendencję do rozpadu wzdłuż słoików rocznych. Proces tworzenia się bowiem czarnej zgnilizny był przeważnie poprzedzony procesem rozkładu drewna twardego, głównie przez *P. circinatus*, a sporadycznie i przez *Sparassis crispa* oraz *P. Schweinitzii*. Grzyby te torowały drogę grzybom z rodziny *Dematiceae* i *Mucedinaceae* do odziomka pnia. Wskazują na to już choćby dwa wypadki wyosobnienia gatunków *Torula* sp. I i *Haplographium* sp. z po-

T a b e l a I

Drzewostan w oddziale 30 leśnictwa Dobrygość: ilości sosen ze zgnilizną odziomkową, zestawione według gatunków wyosobnionych z nich grzybów

L. p.	Gatunki grzybów wyosobnionych ze zgnilizny	Miejsce infekcji	Ilość drzew ze zgnilizną odziomkową			
			ogół.	w stadium		
				I	II	III
<i>A. Zgnilizny brunatne</i>						
1	<i>Polyporus circinatus</i>	korzenie	110	72	35	3
2	<i>P. circinatus</i> + <i>Torula</i> sp. I	„	1	—	1	—
3	<i>P. Schweinitzii</i> + <i>Haplographium</i> sp.	„	1	—	—	1
4	<i>Sparassis crispa</i>	„	2	—	—	2
5	<i>Fomes pini</i>	pień	7	5	2	—
6	<i>Corticium</i> sp. (?)	„	1	1	—	—
7	Niezidentyfikowany	?	2	2	—	—
<i>B. Zgnilizny brunatne z wyspami czarnej zgnilizny (na pierwszym miejscu podano sprawcę zgnilizny brunatnej, na dalszych grzyby wyosobnione z wysp czarnej zgnilizny).</i>						
8	<i>P. circinatus</i> + <i>Cenococcum</i> sp. + <i>Gliocladium</i> sp. II	korzenie	3	—	—	3
9	<i>P. circinatus</i> + <i>Cenococcum</i> sp. + <i>Gliocladium</i> sp. I + <i>Torula</i> sp. II	„	1	—	—	1
10	<i>P. circinatus</i> + <i>Torula</i> sp. I + <i>Torula</i> sp. II + <i>Verticillium</i> sp. II	„	1	—	—	1
11	<i>P. circinatus</i> + <i>Haplographium</i> sp. + <i>Trichoderma</i> sp. II	„	1	—	—	1
12	<i>P. circinatus</i> + <i>Torula</i> sp. I	„	1	—	—	1
13	<i>Sparassis crispa</i> + <i>Cenococcum</i> sp.	„	1	—	—	1
<i>C. Czarne zgnilizny</i>						
a) Zgniłe drewno o strukturze typowej dla zgnilizny powodowanej przez <i>P. circinatus</i>						
14	<i>Cenococcum</i> sp. + <i>Gliocladium</i> sp. II (?)	korzenie	3	—	—	3
15	<i>Cenococcum</i> sp. + <i>Gliocladium</i> sp. II (?) + <i>Septonema</i> sp.	„	1	—	—	1
16	<i>Gliocladium</i> sp. II (?) + <i>Septonema</i> sp. + <i>Nematoloma fasciculare</i> H u d s.	„	1	—	—	1
17	<i>Haplographium</i> sp. + <i>N. fasciculare</i>	„	1	—	—	1
18	<i>Haplographium</i> sp. + <i>Torula</i> sp. I	„	1	—	—	1
19	Niezidentyfikowany	„	7	—	6	1
b) Zgniłe drewno o innej strukturze						
20	<i>Cenococcum</i> sp. + <i>Gliocladium</i> sp. II (?)	korzenie	1	—	—	1
21	<i>Cenococcum</i> sp. + <i>Gliocladium</i> sp. II (?) + <i>Trichoderma</i> sp. II	„	1	—	—	1
22	Niezidentyfikowany	„	10	10	—	—
R a z e m			158	90	44	24

średniego (II) stadium zgnilizny, wywołanej przez *P. circinatus* bądź przez *P. Schweinitzii* i nie wykazującej jeszcze zupełnie obecności wysp o sinej czy czarnej barwie. Poza tym w odziomkach drzew, wymienionych w tabeli I pod B, sine lub czarne zabarwienie zgnilego drewna, spowodowane przez posuwające się od strony korzeni grzyby z rodziny *Dematiaceae*, rozszerzało się zawsze w zgniliźnie wywołanej uprzednio w odziomku przez *P. circinatus* lub *Sparassis crispa*.

Odcień zabarwienia czarnej zgnilizny zależał przede wszystkim od stopnia rozłożenia drewna przez *Polyporus circinatus* bądź przez *Sparassis crispa*. W wypadku gdy było ono w początkowym (I) stadium rozkładu, opanowujące je wtórnie grzyby z rodziny *Dematiaceae* nadawały mu odcień bardziej siny. W miarę jednak jak drewno ulegało silniejszemu rozkładowi, barwa czarnej zgnilizny zmieniała się na szarą, sino brudną, a w końcu brudnoczarną.

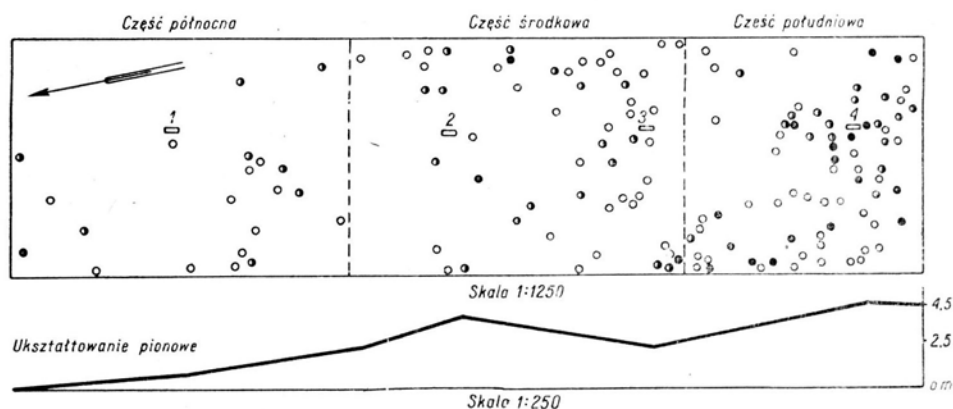
Prócz tego prawie że normalnego procesu powstawania czarnej zgnilizny niektóre obserwacje każą przypuszczać, że wymienione w tabeli I grzyby z rodziny *Dematiaceae* miały również zdolność samodzielnego rozkładania drewna twardzielowego. Wskazywałyby na to: 1) sina „strefa inwazyjna“ o szer. 2—20 mm, otaczająca zawsze wysepki czarnej zgnilizny i niekiedy wchodząca nieregularnymi językami w drewno nie opanowane przez *P. circinatus* w odziomkach niektórych drzew oraz 2) występowanie czarnej zgnilizny o innej strukturze zgnilego drewna niż struktura zgnilizny, którą wywoływały w twardzeliu przytoczone w tabeli I grzyby — sprawcy zgnilizn typu brunatnego.

Reasumując trzeba stwierdzić, że główny udział (148 drzew = 93,7%) w zgniliznach odziomkowych w badanym drzewostanie miały zgnilizny wywołane przez grzyby atakujące drzewa od strony korzeni. Dla uproszczenia nazwano je oddolnymi zgniliznami odziomkowymi w odróżnieniu od odgórnych zgnilizn odziomkowych, spowodowanych przez grzyby atakujące drzewa od strony pnia. Wśród sprawców tych zgnilizn w przytłaczającej większości stwierdzono *Polyporus circinatus*. Z powyższych względów ocenę warunków rozwojowych ograniczono w tym wypadku wyłącznie do zbadania warunków glebowych oraz prześledzenia ich wpływu na rozwój korzeni i na przebieg ich pierwotnej infekcji oraz wtórnej — odziomków, przede wszystkim zaś przez *P. circinatus*.

ROZMIESZCZENIE DRZEW Z ODDOLNYMI ZGNILIZNAMI ODZIOMKOWYMI W BADANYM DRZEWOSTANIE

Było ono decydującą sprawą przy wyborze powyższego drzewostanu jako terenu badań. Dla uwydatnienia różnic w opanowaniu poszczególnych części drzewostanu przez zgnilizny odziomkowe podzielono go na trzy części: północną, środkową — obie po 0,61 ha powierzchni — i południową o powierzchni 0,44 ha.

Tabela II podaje zestawienie ilościowe, a rycina 2 — rozmieszczenia drzew z chorymi odziomkami na wyżej wymienionych trzech częściach drzewostanu.



Ryc. 2. Drzewostan w oddz. 30 leśn. Dobrygość: szkic pokazujący ukształtowanie pionowe oraz rozmieszczenie czterech dołów glebowych i 148 sosen z oddolnymi zgniliznami odziomkowymi.

Doly glebowe nr 1—4 (prostokąty 1—4), sosna ze zgnilizną w początkowym (I) stadium (kółko), sosna ze zgnilizną w pośrednim (II) stadium (kółko czarno-białe), sosna ze zgnilizną w końcowym (III) stadium rozwojowym (kółko czarne)

Jak widać z ryciny 2 i tabeli II udział oddolnych zgnilizn odziomkowych zwiększał się znacznie pod względem ilościowym i jakościowym w miarę przesuwania się z północnej ku południowej części drzewosta-

Tabela II

Drzewostan w oddziale 30 leśnictwa Dobrygość; bezwzględne i procentowe ilości sosen zdrowych i z oddolną zgnilizną odziomkową w poszczególnych trzech jego częściach

Część drzewostanu	Ilość sosen		
	ogółem	z oddolną zgnilizną	
		bezwzględna	w %
Północna	249	21	8
Środkowa	257	53	21
Południowa	164	74	45
Razem	670	148	22

nu. Cyfrowo różnice pod względem jakościowym przedstawiały się w ten sposób, że w sumie drzew ze zgnilizną w pośrednim (II) i końcowym (III) stadium rozwojowym było w przeliczeniu na 1 ha prawie sześciokrotnie więcej (84 drzewa) w południowej niż w północnej części drzewostanu (15 drzew). Podobnie przedstawiało się rozmieszczenie czarnych zgnilizn.

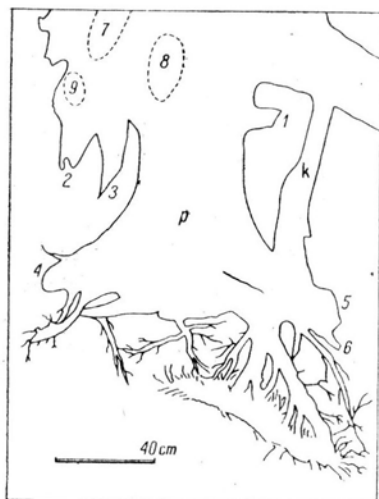
Na 34 drzewa, zawierające w odziomkach czarną zgniliznę w różnych stadiach rozwojowych, w północnej części występowało 5, w środkowej 9, a w południowej 20, co w przeliczeniu na 1 ha wynosiło kolejno 8,15 i 45.

BUDOWA I STAN ZDROWOTNY SYSTEMU KORZENIOWEGO A ZDROWOTNOŚĆ ODZIOMKÓW

Między rozmieszczeniem zgnilizn odziomkowych w badanym drzewostanie a stopniem rozwoju systemu korzeniowego, ściślej mówiąc korzenia palowego, istniała dość wyraźna zależność. Tabela III charakteryzuje stopień rozwoju oraz stan zdrowotny systemu korzeniowego w poszczególnych częściach drzewostanu. Schemat, za pomocą którego oceniano stopień rozwoju systemu korzeniowego, przedstawiono poniżej.

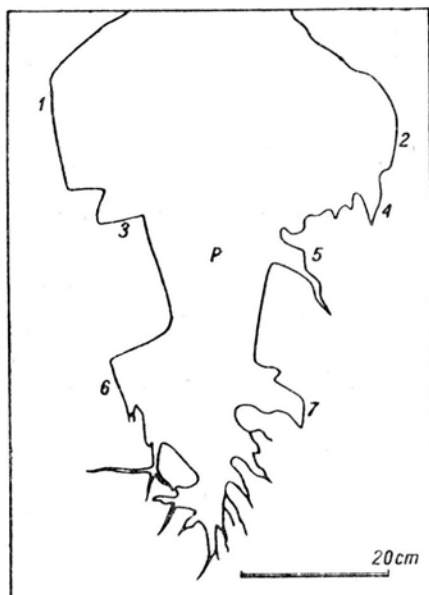


Ryc. 3. System korzeniowy klasy 1 u sosny nr 104:
p — korzeń palowy; s — szczyt korzeniowy; 1, 2 — korzenie powierzchniowe; 3, 4, 6 — żywe boczne korzenie wgłębne, 5 — boczny korzeń wgłębny obumarły na końcu, na skutek infekcji, wywołanej przez *Fomes annosus*; a — odnoga korzenia palowego obumarła na skutek infekcji, wywołanej przez ten sam grzyb, b — żywa odnoga korzenia palowego z odciętymi zakończeniami.



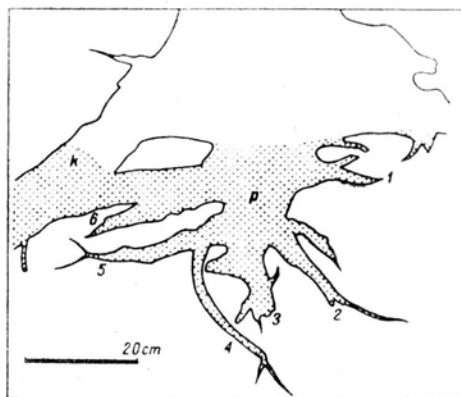
Ryc. 4. Walcowaty korzeń palowy (w systemie korzeniowym klasy 1) u sosny nr 124 w północnej części drzewostanu: p — korzeń palowy; k — boczny korzeń wglębny;

w punktach 1, 4, 5, 6 odcięte boczne odnogi korzenia palowego, w punktach 2 i 3 natomiast boczne korzenie wglębne, podczas gdy w punktach 7, 8 i 9 zostały odcięte korzenie powierzchniowe



Ryc. 5. Stożkowaty korzeń palowy (w systemie korzeniowym klasy 2) u sosny nr 132 w środkowej części drzewostanu:

p — korzeń palowy; w punktach 1 i 2 odcięte korzenie powierzchniowe, w punktach 3 i 4 boczne korzenie wglębne, w punktach 5, 6 i 7 natomiast boczne odnogi korzenia palowego

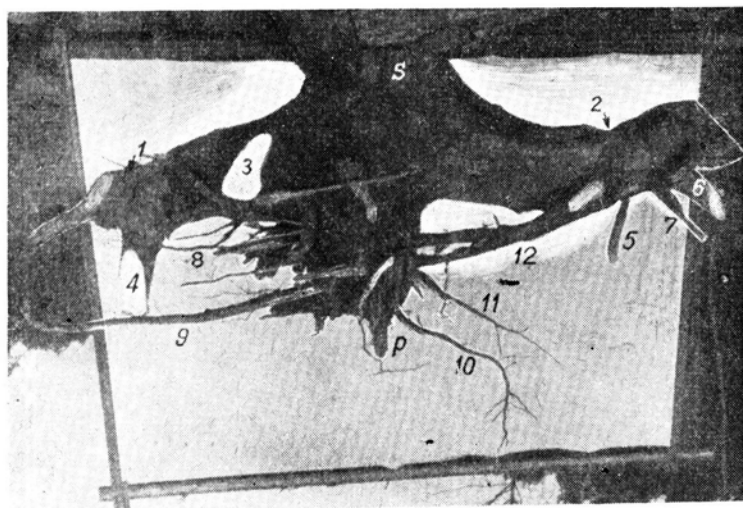


Ryc. 6. Burakowaty korzeń palowy (w systemie korzeniowym klasy 2) u sosny nr 39:

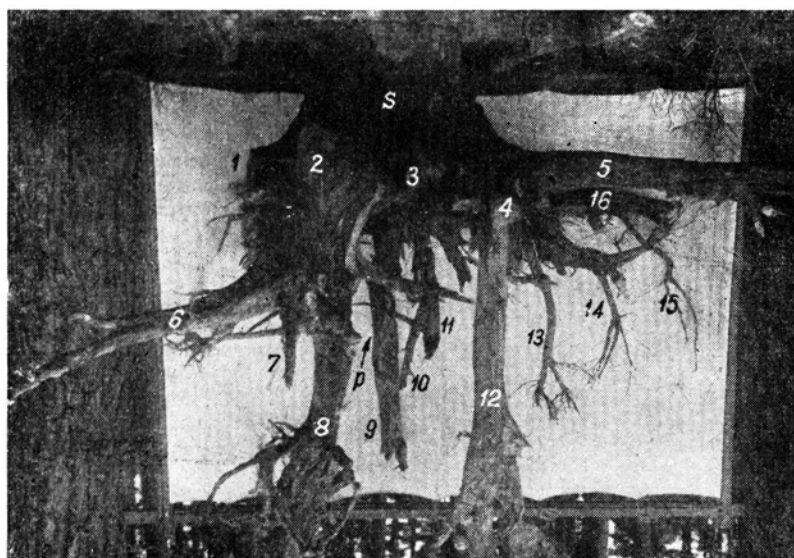
p — korzeń palowy; k — boczny korzeń wglębny o ukośnym przebiegu, 1, 2, 3, 4, 5 i 6 — boczne odnogi korzenia palowego

Partie systemu korzeniowego zakropkowane były martwe

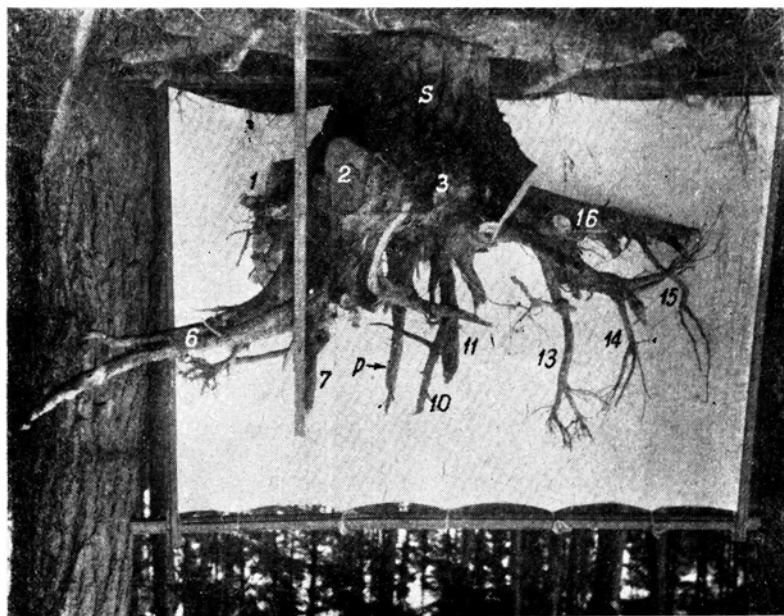
Uwaga. Ryciny 4, 5, 6 i 10 zostały przerysowane przez kalkę z fotografii, które nie nadawały się do reprodukcji



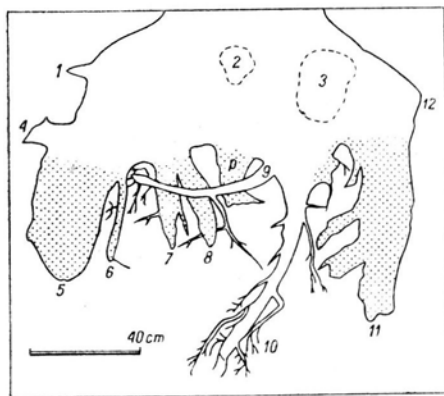
Ryc. 7. System korzeniowy klasy 3 u sosny nr 25 w południowej części drzewostanu: p — obumarły na końcu korzeń palowy; s — szyja korzeniowa; 1, 2 — główne korzenie powierzchniowe z odciętymi zakończeniami; 3 — ślad po odciętym korzeniu powierzchniowym; 4, 5, 6, 7 — boczne korzenie wglębne z odciętymi martwymi końcami; 8, 9, 10, 11, 12 — żywe boczne odnogi korzenia palowego o poziomym lub ukośnym przebiegu nad warstwą gleby, w której obumarły jego końce.



Ryc. 8. System korzeniowy klasy 3 u sosny nr 105 w południowej części drzewostanu: p — korzeń palowy, zasłonięty przez boczny korzeń wglębny nr 9, s — szyja korzeniowa; w punktach 1, 2, 3, 4 odcięto korzenie powierzchniowe; 5, 16 — żywe główne korzenie powierzchniowe, 6, 13, 14, 15 — żywe boczne korzenie wglębne, 7, 8, 9, 10, 11, 12 — martwe boczne korzenie wglębne



Ryc. 9. System korzeniowy sosny nr 105 po usunięciu niektórych bocznych korzeni głębokich:
p — martwy korzeń palowy; reszta oznaczeń jak na ryc. 8



Ryc. 10. System korzeniowy klasy 3 u sosny nr 29 w południowej części drzewostanu:

p — kikut obumarłego korzenia palowego; w punktach 1, 2, 3, 4, 12 — odcięto korzenie powierzchniowe; 5, 6, 7, 8, 9, 10 i 11 — boczne korzenie głębokie.

Partie zakropkowane były w chwili badania drzewa martwe

System korzeniowy klasy 1: z bardzo silnym, głębokim, najczęściej walcowatym korzeniem palowym lub kilkoma głębokimi i grubymi korzeniami głębokimi zamiast korzenia palowego. Rozgałęzienie korzenia palowego następuje poniżej głębokości 1 m (ryc. 3 i 4).

System korzeniowy klasy 2: ze średnio rozwiniętym korzeniem palowym zwykle kształtu burakowego, sercowatego lub stożkowego, rozgałęziającym się płycej niż na głębokości 1 m; boczne korzenie wgłębne przeważnie silnie rozwinięte, niekiedy o przebiegu poziomym lub skośnym (ryc. 5 i 6).

System korzeniowy klasy 3: z bardzo słabo rozwiniętym, cienkim i krótkim korzeniem palowym; często zamiast niego — kilka mniej lub więcej ukośnie lub poziomo przebiegających, bardzo słabo rozwiniętych korzeni wgłębnych lub zwykły wiecheć cienkich korzeni rozgałęziających się w różnych kierunkach. Stosunkowo silniejsze boczne korzenie wgłębne często o przebiegu ukośnym lub poziomym (ryc. 7—10).

Należy przy tym podkreślić, że u drzew z systemem korzeniowym klasy 2, a zwłaszcza 3, zawsze prawie istniała dość duża dysproporcja między stopniem rozwoju korzenia palowego i bocznych korzeni wgłębnych. Najlepiej ilustrują to ryciny 8 i 9, na których przedstawiono system korzeniowy sosny nr 105.

Tabela III

Drzewostan w oddziale 30 leśnictwa Dobrygość; bezwzględne i procentowe ilości drzew zestawione według klas i zdrowotności systemu korzeniowego

Część drzewostanu		Ilości sosen z systemem korzeniowym klasy							
		1		2		3		Ogółem	
		bezwzgl.	%	bezwzgl.	%	bezwzgl.	%	bezwzgl.	%
Północna	A	189	76	32	13	28	11	249	100
	B	10	5	10	31	16	57	36	14
Środkowa	A	85	48	59	34	32	11	176	100
	B	3	4	24	41	21	66	48	27
Południowa	A	34	26	56	43	41	31	131	100
	B	3	9	32	57	31	76	66	50
Razem	A	308	55	147	26	101	18	—	—
	B	16	5	66	45	68	67	—	—

Uwagi:

A — ogólna ilość i procent drzew w danej części drzewostanu

B — ilość oraz procent drzew o chorym systemie korzeni wgłębnych, obliczony w stosunku do ogólnej ilości drzew w danej części drzewostanu (oznaczonej przez A)

Z tabeli III widać, że: 1) w miarę przechodzenia z północnej części drzewostanu na południową zmniejszał się bardzo wyraźnie procent drzew o silnie wykształconym korzeniu palowym, a wzrastał procent drzew o średnio i bardzo słabo wykształconym oraz 2) w każdej części drzewostanu system korzeniowy z silnie wykształconym korzeniem palowym wykazywał zawsze bardzo wysoką zdrowotność, natomiast system korzenio-

wy ze średnio i słabo wykształconym korzeniem palowym odznaczał się bardzo niską zdrowotnością, zwłaszcza korzeni wgłębnych.

Nie było to bez wpływu na stan zdrowotny odziomków przede wszystkim ze względu na to, że gatunki grzybów wyosobnionych z chorych korzeni niewiele odbiegały według tabeli IV od gatunków, wyosobnionych z chorych odziomków. Poza tym — jak widać z tabeli V — pierwotna infekcja drzew przez głównego sprawcę zgnilizny — *P. circinatus* rozpoczynała się przeważnie od końców korzeni wgłębnych, a zwłaszcza korzenia palowego.

Tabela IV

Ilościowe zestawienie grzybów, wyosobnionych z pewnej ilości chorych i martwych korzeni wgłębnych sosen w oddziale 30 leśnictwa Dobrygość

L. p.	Gatunek grzyba	Ilościowy wynik diagnozy pożywk.		
		z brunatnej lub białej zgnilizny	z czarnej zgnilizny	Razem
1	<i>Polyporus circinatus</i>	31	—	31
2	<i>Fomes annosus</i>	14	—	14
3	<i>Armillaria mellea</i> (Vahl.) Quél.	5	—	5
4	<i>Nematoloma fasciculare</i>	—	1	1
5	<i>Cenococcum</i> sp.	4	7	11
6	<i>Gliocladium</i> sp. I (?)	4	4	8
7	<i>Gliocladium</i> sp. II (?)	—	2	2
8	<i>Penicillium</i> sp.	1	—	1
9	<i>Stemphylium</i> sp. I	—	1	1
10	<i>Stemphylium</i> sp. II	—	1	1
11	<i>Torula</i> sp. I	4	9	13
12	<i>Torula</i> sp. II	2	—	2
13	<i>Trichoderma</i> sp. I	1	—	1
14	<i>Trichoderma</i> sp. II (?)	2	—	2

Jeśli teraz drzewo posiadało głęboki, silnie zbudowany korzeń palowy, to zakażenie jego następowało — przede wszystkim jak to już podkreślano — o wiele rzadziej i z nielicznymi wyjątkami w późniejszym wieku niż u drzew nie posiadających takiego korzenia, o czym można było wnioskować ze słabego stopnia opanowania go przez zgniliznę. Po zakażeniu przez grzyb duża masa drewna takiego korzenia i stosunkowo wielka odległość, jaka dzieliła odziomek pnia od punktu pierwotnej infekcji następującej w takim wypadku gdzieś na głębokości około 1,5 m (drzewa nr 92, 55, 69, 100, 74, 120 według kolejności przyjętej w tabeli V), opóźniały moment wtórnej infekcji wywoływanej w odziomku przez grzybnie, która posunęła się wzwyż od korzenia palowego. Wyjątek zachodził wtedy, kiedy infekcja ta nastąpiła na bocznych odnogach korzenia palowego, wyrastających z niego na niewielkiej głębokości (0,3 — 0,5 m),

względnie — gdy infekcję tę wywołał *Fomes annosus* lub *Armillaria mellea*. Infekcja korzeni przez te dwa ostatnie grzyby stwarza wprawdzie niebezpieczeństwo dla życia drzewa, ale prawie nigdy nie grozi wywołaniem zgnilizny odziomkowej w strzale żywej sosny (Rishbeth 1951, Domański 1952).

Znacznie większe niebezpieczeństwo wywołania oddolnej zgnilizny odziomkowej zachodziło w wypadku pierwotnej infekcji na korzeniu palowym klasy 2, największe natomiast — u drzew o cienkim, płytkim, jakby niedorozwiniętym korzeniu palowym klasy 3. Przede wszystkim — jak to już wspomniano — niebezpieczeństwo infekcji w warunkach wzrostu takiego korzenia było o wiele większe, przy czym następowała ona przeważnie o wiele wcześniej niż w warunkach wzrostu systemu korzeniowego klasy 1. Poza tym niewielka masa takiego korzenia i nieznaczna jego długość pozwalały *P. circinatus* i posuwającym się przeważnie za nim grzybom z rodziny *Dematiaceae* i *Mucedinaceae* szybciej go rozłożyć i w ten sposób prędzej osiągnąć twardziel odziomka niż w wypadku systemu korzeniowego klasy 1. Głównie tym wszystkim względom należy przypisać obecność największej ilości zgnilizn odziomkowych w ogóle, a czarnych zgnilizn w szczególności, zwłaszcza w południowej części drzewostanu, gdzie drzew z systemem korzeniowym kl. 3 było najwięcej.

Poza tym jednak obniżająca się zdrowotność systemów klasy 2 i 3 w środkowej, a zwłaszcza w południowej części drzewostanu (tab. III), nasuwa przypuszczenie, że w miarę przesuwania się w kierunku południowej części drzewostanu musiały potęgować się warunki predysponujące powyższe klasy systemu korzeniowego do opanowania przez grzyby. Nie jest również wykluczone, że warunki glebowe, powodujące niedorozwój przede wszystkim korzenia palowego, stanowiły równocześnie w obu tych częściach drzewostanu u pewnej, wzrastającej w kierunku południowego krańca drzewostanu, liczby drzew pierwotną przyczynę zamierania takich słabo wykształconych korzeni. Z tych względów infekcja ze strony grzybów patogenicznych byłaby w takich wypadkach zjawiskiem wtórnym, następującym na martwych korzeniach. Dlatego też na przykład grzyby, sprawcy czarnej zgnilizny, mogłyby dostać się do odziomka takich drzew bez współudziału *P. circinatus*. Nie było to jednak zjawiskiem nagminnym. W przeciwnym bowiem razie procent drzew o chorym systemie korzeniowym klasy 2, a zwłaszcza 3, musiałby oscylować we wszystkich częściach drzewostanu około 100.

WARUNKI TERENOWE I GLEBOWE W BADANYM DRZEWOSTANIE ORAZ ICH WPŁYW NA WYSTĄPIENIE ODDOLNYCH ZGNILIZN ODZIOMKOWYCH

Oddział 30 leśnictwa Dobrygość położony jest w pradolinie Proсны na lekko sfalowanym terenie (ryc. 2) ze skłonem w kierunku rozciągającej się na wschodzie doliny tej rzeki.

T a b e l a V

Drzewostan w oddziale 30 lesnictwa Dobrygój: klasa i zdrowotność systemu korzeniowego a stan zdrowotny odziomków u niektórych drzew

Nr drzewa	Część drzewostanu	Klasa systemu korzeniow.	Stan zdrowotny korzenia palowego	Stan zdrowotny odziomka	Pochodzenie zgnilizny odziomkowej
84	Póln.	1	końcowe odnogi na głęb. 1,1 m martwe ze zgnilizną <i>Fomes annosus</i>	zdrowy	—
91		1	jw. na głęb. 1,0 m	zdrowy	—
92		1	jw. na głęb. 1,8 m ze zgnilizną <i>Polyporus circinatus</i>	zdrowy	—
64		2	martwy z czarną zgnilizną	II stadium zgnilizny <i>P. circinatus</i>	z korzenia palowego
104		2	jak nr 84 na głęb. 1,5 m	zdrowy	—
67		3	martwy z czarną zgnilizną	II st. czarnej zgnilizny	z korzenia palowego
68		3	" " "	III " "	" "
49	Środk.	1	zdrowy z wyj. cienkich martwych odnóg bocznych na głęb. 0,5 m ze zgnilizną <i>P. circinatus</i>	I st. zgnilizny <i>P. circinatus</i>	z bocznych odnóg korzenia palowego
50		1	jw. na głęb. 0,3—0,4 m	zdrowy	—
55		1	końcowe odnogi martwe na gł. 1,3 m ze zgnil. <i>P. circinatus</i>	zdrowy	—
61		1	jak nr 49 na głęb. 0,3 m	II st. zgnilizny <i>P. circinatus</i>	z bocz. odnóg korz. pal.
62		1	końcowe odnogi martwe na gł. 1,5 m	zdrowy	—
74		1	końcowe odnogi martwe	zdrowy	—
100		1	jak nr 84	zdrowy	—
106		1	zdrowy z wyj. poziomej odnogi bocznej na głęb. 0,3 m	II st. czarnej zgnilizny	z bocz. odnogi korz. pal.
107		1	końcowe odnogi martwe na gł. 1,2 m	zdrowy	—
39		2	martwy z czarną zgnilizną	II st. zgnilizny <i>P. circinatus</i>	z korzenia palowego
46		2	kilka końcowych odnóg martwych	II st. zgnilizny <i>P. circinatus</i>	" "
70		2	martwy z czarną zgnilizną	zdrowy	—
71		2	" " "	zdrowy	—
36		3	" " "	III st. czarnej zgnilizny	z korzenia palowego
43		3	brak danych	II st. zgnilizny <i>P. circinatus</i>	z bocz. korzeni wgłęb.
60		3	martwy z czarną zgnilizną	II st. zgnilizny <i>P. circinatus</i>	z korzenia palowego

T a b e l a VI

Opis i skład mechaniczny gleby w drzewostanie sosnowym w odziale 30 w leśnictwie Dobrygość

Część drzewostanu	Nr dołu charakteryzującego część drzewostanu	Opis gleby, jej skład mechaniczny oraz odczyn (pH)																																													
Pn	1	A₀ — 2 cm A₁ — miąższości ok. 15 cm z zaciekami do 25 cm, szarobrunatny; piasek słabo gliniasty, droбноziarnisty; stopniowo przechodzi w poziom następny. A₂ — miąższości ok. 45 cm, białawożółty z brunatnymi plamami; piasek luźny, droбноziarnisty. B — od góry żółty piasek luźny, z warstwowaniem żelazistym, na głęb. 110 cm słabo oglejony. W miarę wzrastania głębokości zwiększa się domieszka części spławialnych. Od głębokości przeciętnej 150—200 cm do 265 cm warstwa iltu; poniżej żółto-brunatny, gruboziarnisty piasek luźny, świeży.																																													
		<table><tr><th rowspan="2">Głębokość w cm</th><th colspan="5">Skład mechaniczny w %</th><th rowspan="2">pH</th></tr><tr><th>części spławialne < 0,02 mm</th><th>pył drobny 0,02—0,05 mm</th><th>pył średni 0,05—0,1 mm</th><th>piasek 0,1—1,0 mm</th><th>części szkieletowe > 1,0 mm</th></tr><tr><td>10</td><td>7,0</td><td>7,0</td><td>9,0</td><td>77,0</td><td>2,2</td><td>4,2</td></tr><tr><td>50</td><td>3,0</td><td>5,0</td><td>11,0</td><td>81,0</td><td>0,2</td><td>4,3</td></tr><tr><td>120</td><td>9,0</td><td>8,0</td><td>10,0</td><td>73,0</td><td>2,2</td><td>6,3</td></tr><tr><td>190</td><td>64,0</td><td>3,0</td><td>7,0</td><td>6,0</td><td>—</td><td>7,5</td></tr><tr><td>270</td><td>4,0</td><td>6,0</td><td>10,0</td><td>80,0</td><td>0,7</td><td>—</td></tr></table>	Głębokość w cm	Skład mechaniczny w %					pH	części spławialne < 0,02 mm	pył drobny 0,02—0,05 mm	pył średni 0,05—0,1 mm	piasek 0,1—1,0 mm	części szkieletowe > 1,0 mm	10	7,0	7,0	9,0	77,0	2,2	4,2	50	3,0	5,0	11,0	81,0	0,2	4,3	120	9,0	8,0	10,0	73,0	2,2	6,3	190	64,0	3,0	7,0	6,0	—	7,5	270	4,0	6,0	10,0	80,0
Głębokość w cm	Skład mechaniczny w %					pH																																									
	części spławialne < 0,02 mm	pył drobny 0,02—0,05 mm	pył średni 0,05—0,1 mm	piasek 0,1—1,0 mm	części szkieletowe > 1,0 mm																																										
10	7,0	7,0	9,0	77,0	2,2	4,2																																									
50	3,0	5,0	11,0	81,0	0,2	4,3																																									
120	9,0	8,0	10,0	73,0	2,2	6,3																																									
190	64,0	3,0	7,0	6,0	—	7,5																																									
270	4,0	6,0	10,0	80,0	0,7	—																																									
Śr	2	A₀ — 2 cm A₁ — miąższości 20 cm, szarobrunatny; piasek słabo gliniasty, różnoziarnisty; stopniowo przechodzi w poziom następny. A₂ — miąższości 60 cm; żółtawy; piasek luźny, droбноziarnisty. B — miąższości 80 cm, rdzawy; piasek słabo gliniasty, różnoziarnisty, miejscami od 120 cm z dużą domieszką żwiru i kamieni (do 40%), bardzo wilgotny. Od 140 cm do 210 cm żółtawy piasek luźny, droбноziarnisty. Poniżej warstwa gliny pylastej z wstawką (grub. 30 cm) piasku drobnoróżnoziarnistego. Od wschodniej strony na głęb. 120 cm i niżej duża domieszka żwiru i kamieni.																																													
		<table><tr><th colspan="6">Skład mechaniczny w %</th><th>pH</th></tr><tr><td>10</td><td>8,5</td><td>8,0</td><td>17,0</td><td>66,5</td><td>5,0</td><td>4,6</td></tr><tr><td>50</td><td>4,0</td><td>14,0</td><td>35,0</td><td>47,0</td><td>1,0</td><td>4,8</td></tr><tr><td>120</td><td>4,5</td><td>3,0</td><td>4,0</td><td>88,5</td><td>0,5</td><td>5,5</td></tr><tr><td>190</td><td>4,0</td><td>5,0</td><td>21,0</td><td>70,0</td><td>2,4</td><td>6,5</td></tr><tr><td>270</td><td>40,0</td><td>16,0</td><td>19,0</td><td>25,0</td><td>1,3</td><td>—</td></tr></table>	Skład mechaniczny w %						pH	10	8,5	8,0	17,0	66,5	5,0	4,6	50	4,0	14,0	35,0	47,0	1,0	4,8	120	4,5	3,0	4,0	88,5	0,5	5,5	190	4,0	5,0	21,0	70,0	2,4	6,5	270	40,0	16,0	19,0	25,0	1,3	—			
Skład mechaniczny w %						pH																																									
10	8,5	8,0	17,0	66,5	5,0	4,6																																									
50	4,0	14,0	35,0	47,0	1,0	4,8																																									
120	4,5	3,0	4,0	88,5	0,5	5,5																																									
190	4,0	5,0	21,0	70,0	2,4	6,5																																									
270	40,0	16,0	19,0	25,0	1,3	—																																									

Tabela VI (c. d.)

Część drzewostanu	Nr dołu charakteryzującego część drzewostanu	Opis gleby, jej skład mechaniczny oraz odczyn (pH)																																																	
	3	A₀ — 2 cm A₁ — miąższości 25 cm, czarnobrunatny; piasek lekko gliniasty, różnoziarnisty; stopniowo przechodzi w poziom następny. A₂ — miąższości 45 cm, żółty; piasek luźny, różnoziarnisty. B — miąższości 80 cm, jasnobrunatny; glina lekka z wstawkami piaszczystymi i wyraźnymi żelazistymi plamami. Wzdłuż korzeni oglejenie. Od 150 cm rdzawy piasek słabo gliniasty; niżej piasek luźny z domieszką żwiru. Na głębokości 70 cm i niżej od wschodniej strony występuje warstwa łu pylastego, a od zachodniej na tej samej głębokości miejscami piasek luźny, różnoziarnisty, żelazisty z dużą domieszką żwiru i kamieni. <table><tr><th></th><th colspan="5">Skład mechaniczny w %</th><th>pH</th></tr><tr><td>10</td><td>16,0</td><td>10,0</td><td>11,0</td><td>63,0</td><td>1,0</td><td>4,3</td></tr><tr><td>50</td><td>4,0</td><td>3,0</td><td>7,0</td><td>86,0</td><td>0,8</td><td>4,8</td></tr><tr><td>125</td><td>34,0</td><td>12,0</td><td>10,0</td><td>47,5</td><td>1,8</td><td>5,1</td></tr><tr><td>190</td><td>6,0</td><td>4,0</td><td>4,0</td><td>86,0</td><td>44,1</td><td>5,0</td></tr><tr><td>270</td><td>3,0</td><td>—</td><td>6,0</td><td>91,0</td><td>16,8</td><td>5,0</td></tr></table>		Skład mechaniczny w %					pH	10	16,0	10,0	11,0	63,0	1,0	4,3	50	4,0	3,0	7,0	86,0	0,8	4,8	125	34,0	12,0	10,0	47,5	1,8	5,1	190	6,0	4,0	4,0	86,0	44,1	5,0	270	3,0	—	6,0	91,0	16,8	5,0							
	Skład mechaniczny w %					pH																																													
10	16,0	10,0	11,0	63,0	1,0	4,3																																													
50	4,0	3,0	7,0	86,0	0,8	4,8																																													
125	34,0	12,0	10,0	47,5	1,8	5,1																																													
190	6,0	4,0	4,0	86,0	44,1	5,0																																													
270	3,0	—	6,0	91,0	16,8	5,0																																													
Pd	4	A₀ — 2 cm A₁ — miąższości 20 cm, szarobrunatny; piasek słabo gliniasty, różnoziarnisty z małą domieszką żwiru. Stopniowo przechodzi w słabo zaznaczony poziom następny. A₂ — miąższości 15 cm, jasnobrunatny; piasek słabo gliniasty, żwirowaty. B — miąższości 35—60 cm, rdzawy; piasek słabo gliniasty, żwirowaty, żelazisty, w stanie wilgotnym lepki, w stanie suchym silnie spoisty i twardy. Od 70—95 cm żółtawy piasek luźny. Na głębokości 110 cm warstwa żwiru. Od 180 cm białawy piasek luźny, gruboróżnoziarnisty, wilgotny. W całym profilu domieszka kamieni. W kierunku zachodnim domieszka żwiru i żelaza znacznie się zmniejsza. <table><tr><th></th><th colspan="5">Skład mechaniczny w %</th><th>pH</th></tr><tr><td>10</td><td>9,0</td><td>5,0</td><td>7,0</td><td>79,0</td><td>7,9</td><td>5,5</td></tr><tr><td>50</td><td>7,5</td><td>2,0</td><td>5,0</td><td>85,5</td><td>17,6-38,4</td><td>5,8—6,8</td></tr><tr><td>100</td><td>3,0</td><td>2,5</td><td>14,0</td><td>80,5</td><td>0,9</td><td>4,0—6,8</td></tr><tr><td>150</td><td>7,0</td><td>1,0</td><td>3,0</td><td>89,0</td><td>18,5</td><td>7,0</td></tr><tr><td>190</td><td>3,0</td><td>2,0</td><td>5,0</td><td>90,0</td><td>39,8</td><td>6,0</td></tr><tr><td>270</td><td>2,5</td><td>7,0</td><td>18,0</td><td>72,5</td><td>10,4</td><td>6,5</td></tr></table>		Skład mechaniczny w %					pH	10	9,0	5,0	7,0	79,0	7,9	5,5	50	7,5	2,0	5,0	85,5	17,6-38,4	5,8—6,8	100	3,0	2,5	14,0	80,5	0,9	4,0—6,8	150	7,0	1,0	3,0	89,0	18,5	7,0	190	3,0	2,0	5,0	90,0	39,8	6,0	270	2,5	7,0	18,0	72,5	10,4	6,5
	Skład mechaniczny w %					pH																																													
10	9,0	5,0	7,0	79,0	7,9	5,5																																													
50	7,5	2,0	5,0	85,5	17,6-38,4	5,8—6,8																																													
100	3,0	2,5	14,0	80,5	0,9	4,0—6,8																																													
150	7,0	1,0	3,0	89,0	18,5	7,0																																													
190	3,0	2,0	5,0	90,0	39,8	6,0																																													
270	2,5	7,0	18,0	72,5	10,4	6,5																																													

W celu zbadania własności gleby wykopano w badanym drzewostanie cztery doły glebowe oraz wykonano 42 wiercenia. Po opisaniu profilu glebowego z każdego dołu oraz z niektórych charakterystycznych wierceń pobrano dla oznaczenia składu mechanicznego i odczynu po pięć prób z głębokości 10, 50, 120, 190 i 270 cm. Skład mechaniczny oznaczono areometryczną metodą Prószyńskiego, a pH gleby pomierzono częściowo metodą Terlikowskiego, częściowo zaś metodą Gillespiego.

W celu obliczenia przestworów wolnych, a równocześnie i wilgotności gleby, pobierano małym pierścieniem Kopecky'ego w każdym dole do hermetycznie zamykanych naczynek z miedzianej blachy po trzy próby z każdej warstwy na głębokości 10, 50, 120 i 190 cm.

Do stwierdzenia oporu, jaki w badanym drzewostanie stawiała gleba rozwijającym się w niej korzeniom wgłębnym, użyto metody Kaczyńskiego, która za miarę oporu przyjmuje głębokość pogrążania się w glebie pięciu cylindrycznych prętów przy obciążeniu 10 kg, trwającym 30 sekund. Ogółem, wykonano powyższą metodą 198 prób, i to w ten sposób, że na każdą z głębokości 10, 50, 120 i 190 cm przypadło po 6—9 prób wykonanych w poszczególnym dole glebowym oraz po 3 — 7 prób w czterech punktach kontrolnych wybranych po jednym dla każdego dołu w pewnej od niego odległości i w takim miejscu, gdzie profil glebowy wykazywał podobny skład mechaniczny, jak w dole.

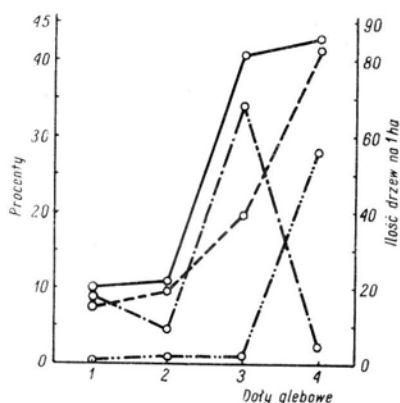
Gleby występujące w oddziale 30 należy zaliczyć do typu bielcowego o średnim stopniu zbielicowania i słabo wykształconych poziomach. Odwapnienie i woda gruntowa — poniżej 350 cm.

Szczegółowy opis gleby oraz wyniki analizy mechanicznej podano w tabeli VI. Widać z niej, że w badanym drzewostanie w oddziale 30 gleba do głębokości przeważnie 120 cm była dość różnorodna, tak pod względem składu chemicznego, jak i złożenia. Mimo tego jednak w każdej części drzewostanu można wyróżnić pewien przeważający jej rodzaj. I tak w najzdrowszych częściach drzewostanu — w północnej oraz środkowej — w pasie poprzecznym, który charakteryzuje dół nr 2, przeważał luźny piasek niałowy względnie naglinowy o miąższości 150—350 cm, miejscami zaś 120 cm. Środkową część drzewostanu w poprzecznym pasie charakteryzowanym przez dół nr 3 cechowała przeważnie górna warstwa piasku o miąższości około 70—80 cm, spoczywająca na warstwie lekkiej lub średniej gliny o miąższości również około 70—80 cm. Dla południowej części drzewostanu typową była warstwa żelazistego kamienisto-zwirowatego piasku, sięgająca z niewielkimi przerwami do głębokości około 180 cm, zwłaszcza w miejscu najwyższego wzniesienia terenu, gdzie równocześnie występowało najliczniejsze skupienie drzew z odziomkami zawierającymi zgniliznę w pośrednim (II) i końcowym (III) stadium rozwojowym (ryc. 2).

W celu szczegółowego rozpatrzenia zależności między właściwościami gleb w badanym drzewostanie a występowaniem w nim oddolnych zgnilizn odziomkowych sporządzono na samym wstępie wykres podany na ryc. 11. Przebieg na nim poszczególnych krzywych wskazuje, że największej zgnilizn odziomkowych wystąpiło w tych częściach drzewostanu, w których system korzeni wgłębnych większości drzew już na niewielkiej głębokości musiał rozwijać się w glebie zawierającej dużo części spławialnych, a przede wszystkim — szkieletowych. Zwłaszcza gleby zawierające dużo części szkieletowych miały szczególnie silny wpływ na wystąpienie zgnilizn odziomkowych.

Ryc. 11. Drzewostan w oddz. 30 leśn. Dobrygość: procent części szkieletowych i spławialnych od głęb. 35—70 cm a procent oddolnych zgnilizn odziomkowych, w przeliczeniu na 1 ha w poszczególnych częściach drzewostanu:

- % cz. szkieletowych w glebie od głęb. 35 cm
- - - % cz. spławialnych w glebie od głęb. 70 cm
- ilość drzew z początkowym (I) stadium zgnilizny w odziomku (w przeliczeniu na 1 ha)
- ilość drzew z pośrednim (II) i końcowym (III) stadium zgnilizny w odziomku (w przeliczeniu na 1 ha)



Udział części szkieletowych czy spławialnych w składzie mechanicznym gleby w południowej czy środkowej części drzewostanu, w pasie charakteryzowanym przez dół nr 3, miał nie tyle bezpośrednie, ile pośrednie znaczenie w procesie chorobotwórczym, prowadzącym w końcowym efekcie do wystąpienia zgnilizny *P. circinatus* w odziomkach rosnących tam sosen. Stosunkowo bowiem wielkie ilości obu powyższych frakcji glebowych nadały glebom, zalegającym tam na dużej powierzchni terenu w sferze rozwoju korzeni wgłębnych, specyficzne właściwości, które następnie wytworzyły całokształt warunków koniecznych do mniej lub więcej epifitozyjnego wystąpienia zgnilizn odziomkowych w obu tych częściach drzewostanu. Właśnie to dość wysokie i niezbyt różne pod względem ilościowym wystąpienie zgnilizn odziomkowych u sosen rosnących na tych dwu zupełnie różnych glebach — gliniastej i piaszczystej z dużą domieszką kamieni i żwiru — jest w tym wypadku bardzo charakterystyczne. Równie charakterystyczna dla obu tych gleb była wspólna cecha określona w poprzednim rozdziale jako jeden z głównych czynników ułatwiających powstanie zgnilizny w odziomku, a mianowicie: stwarzanie warunków do rozwoju płytkiego i słabo wykształconego korzenia palowego. Olbrzymia bowiem większość drzew, które w poszczególnych

częściach drzewostanu posiadały system korzeniowy klasy 2 i 3 (tab. III), natrafiła przy rozwijaniu swych korzeni wgłębnych albo na lokalne wstawki (w północnej części), albo na zwarte warstwy gleby gliniastej (w środkowej części charakteryzowanej przez dół nr 3) czy żelazistego kamienisto-żwirowatego piasku (w południowej części drzewostanu).

W związku z tym musiały istnieć dwie możliwości: albo a) obie powyższe gleby powinny być posiadać przynajmniej jedną z własności kształtującą się w nich, która równocześnie w obu tych glebach miała zasadnicze znaczenie dla pierwotnej infekcji wywoływanej zwłaszcza na korzeniu palowym, albo b) w obu powyższych glebach ten sam proces chorobowy, a przynajmniej jeden z zasadniczych jego etapów, jakim było tworzenie się płytkiego i słabo rozwiniętego korzenia palowego, był wynikiem działania dwóch zupełnie różnych kompleksów czynników. Tak w wypadku a) jak w wypadku b) wchodzące w grę właściwości gleby musiały kształtować się w obu powyższych glebach odmiennie niż na głębokiej glebie piaszczystej w północnej i środkowej części drzewostanu, charakteryzowanej przez dół nr 2, gdzie większość rosnących tam sosen miała głęboki, silnie rozwinięty korzeń palowy i zdrowy odziomek.

W celu orientowania się w prawdopodobieństwie istnienia w badanym drzewostanie obu tych możliwości (a i b) rozpatrzmy tabelę VII, gdzie podano wyniki pomiarów pH gleby oraz tabelę VIII, w której zestawiono wyniki pomiarów wilgotności, ilości przestworów wolnych i oporu gleby.

Jak widać z tabeli VII układ pH gleby w badanym drzewostanie nie był tak bardzo charakterystyczny, by można go było uznać za czynnik decydujący o specyficznym stopniu porażenia korzeni wgłębnych, a następnie i odziomków, zaobserwowanym w poszczególnych trzech częściach drzewostanu. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt stwierdzenia obojętnej reakcji gleby w trzech wypadkach na pięć pomiarów (wartości podkreślone w tabeli VII) wykonanych w południowej części drzewostanu na głębokości około 50—100 cm na powierzchni jednego ara w miejscu najliczniejszego wystąpienia zgnilizn *Polyporus circinatus* w pośrednim i końcowym stadium rozwojowym.

Podobnie wilgotność oraz ilość przestworów wolnych w poszczególnych czterech badanych profilach glebowych nie układały się według tabeli VIII w taki sposób, by można tym dwom właściwościom gleby przypisać zasadniczy i główny wpływ na różny stopień porażenia korzeni wgłębnych, a następnie odziomków w poszczególnych częściach drzewostanu. Obie powyższe własności gleby miały bowiem w obu najsilniej porażonych częściach drzewostanu wartości bardzo odmienne.

Jedynie wykonana metodą Kaczyńskiego próba pomiaru oporu gleby i jej wyniki podane w tabeli VIII, zwłaszcza w rubryce 11, kształtowały się w ten sposób, że mogą nasuwać przypuszczenie, iż właśnie różnice

Tabela VII

Zestawienie wartości pH gleby na głębokości do 100 cm w drzewostanie sosnowym w oddziale 30 leśnictwa Dobrygość według pomiarów w listopadzie 1951 i w kwietniu 1952 roku

Punkty pomiaru	Wartość pH gleby w części drzewostanu								
	północnej			środkowej			południowej		
	n a g ł ę b o k o ś c i w c m								
	10	50	100	10	50	100	10	50	100
1	4,4	4,6	5,7	4,2	4,2	5,4	5,1	4,5	5,3
2	4,3	4,3	5,6	4,3	4,8	5,1	4,9	4,8	5,8
3	4,7	4,5	5,6	4,4	4,2	5,2	4,6	5,3	6,9
4	4,7	4,7	5,1	4,5	5,2	5,6	4,9	4,9	5,6
5	4,2	4,3	4,6	4,5	5,0	7,2	4,6	6,8	5,7
6	4,6	4,4	5,7	4,0	4,9	5,5	4,7	5,5	5,9
7	4,4	4,6	5,7	4,6	4,8	5,5	5,2	4,5	5,3
8	3,5	4,5	4,7	4,9	4,5	6,5	4,4	4,5	5,7
9	—	5,4	5,9	4,6	—	4,6	4,9	5,4	7,0
10	4,6	—	6,3	4,5	—	5,8	4,7	5,2	5,7
11	4,6	—	6,1	4,5	—	7,0	4,5	5,2	5,2
12	4,4	—	5,0	4,7	—	6,1	5,3	—	5,8
13	5,4	—	5,7	—	4,1	5,5	4,6	—	6,1
14	—	—	—	—	5,5	5,7	—	—	5,8
15	—	—	—	—	—	5,5	—	—	—
Przecięt.	4,5	4,6	5,5	4,5	4,7	5,7	4,8	5,3	5,8

w wartościach tego czynnika w poszczególnych częściach drzewostanu mogły mieć wpływ przynajmniej w niektórych wypadkach na różne kształtowanie się tam systemu korzeni wgłębnych, co w razie silnego zahamowania wzrostu tych korzeni w głąb gleby mogło być jedną z głównych przyczyn, które stwarzały odpowiednie warunki w celu wywołania stanu odpowiedniej predyspozycji, a następnie opanowania ich przez grzyby wywołujące zgnilizny odziomkowe.

Cyfry podane w rubryce 11 tabeli VIII dowodzą, że zarówno warstwa gliny zalegająca w dole nr 3 od głębokości około 70 cm, jak i warstwa żelazistego kamienisto-żwirowatego piasku, zalegająca już od głębokości około 35 cm w dole nr 4, stawiały pogrążającym się w nich pretom metalowym przyrządu Kaczyńskiego prawie identycznie silny opór, zupełnie jednak różny od oporu warstw sąsiednich i oporu stwierdzonego w sferze rozwoju korzeni wgłębnych w profilach glebowych dołów nr 1 i 2.

Z cyfr podanych dla punktów kontrolnych w rubryce 13 tej samej tabeli wynika jednak, że nie wszędzie tak było. W całym bowiem profilu glebowym dołu kontrolnego w południowej części drzewostanu, mimo obecności w glebie dużej ilości żwiru i kamieni zwłaszcza na głębokość

T a b e l a V I I I
Zestawienie wyników badań nad niektórymi własnościami gleby w trzech częściach drzewostanu
w oddziale 30 leśnictwa Dobrygosc

Część drzewostanu	nr dołu	Głębokość w cm	Wilgotność gleby w % w dniu			Ilość przestworów wolnych w %					Opór gleby, wyrażony głębokością pograżenia się prętów metalowych przyrządu Kaczynskiego w glebie w dniu 20.VIII.52			
						zajętych przez powietrze								
			15.IV.52	15.VII.52	20.VIII.52	Ogółem	15.IV.52	15.VII.52	20.VIII.52	w mm	przy wilgotno- ści w %	w punkcie kontrolnym	w mm	przy wilgotno- ści w %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Pn	1	10	7,98	6,92	7,22	52,11	44,13	45,19	44,89	11,8	5,50	9,7	8,93	
		50	5,98	5,08	4,08	43,04	37,06	37,96	38,96	17,9	5,99	2,5	2,17	
		120	9,86	6,48	4,50	36,60	26,74	30,12	32,10	16,3	4,68	4,2	4,32	
		190	13,10	15,08	9,59	26,85	13,75	11,77	17,26	1,1	9,67	0,5	9,51	
Śr	2	10	8,85	6,61	4,68	47,60	38,75	40,99	42,92	7,5	6,90	6,2	2,47	
		50	14,14	11,51	5,44	48,97	34,83	37,46	43,53	27,5	7,33	21,6	3,54	
		120	5,70	6,84	6,02	43,09	37,39	36,25	37,07	28,9	7,36	5,4	4,68	
		190	8,53	8,52	9,78	39,42	30,89	30,90	29,64	26,4	6,04	39,2	13,53	
	3	10	15,23	9,52	7,17	55,91	40,68	46,39	48,71	10,2	7,20	4,8	7,15	
		50	9,50	7,37	1,68	50,41	40,91	43,04	48,75	10,0	1,66	7,2	1,70	
		120	10,62	10,11	10,50	31,99	21,37	21,88	21,43	0,7	10,56	0,5	10,46	
		190	9,62	9,76	9,52	31,64	22,02	21,88	22,14	18,7	9,50	24,3	9,54	
Pd	4	10	7,20	4,09	4,89	54,77	47,57	50,68	49,90	10,6	4,87	33,3	4,92	
		50	7,09	4,18	2,67	46,96	39,87	42,78	44,32	2,7	2,64	27,3	2,70	
		120	7,33	4,74	1,43	44,09	36,76	39,35	42,68	25,6	1,41	65,0	1,45	
		190	2,60	4,74	2,38	44,86	42,26	40,12	42,39	18,6	2,47	24,3	2,30	

30 — 100 cm, pomiar przyrządem Kaczyńskiego dał wyniki zasadniczo różne od wyników otrzymanych w dole nr 4.

Jakie niebezpieczeństwo kryje w sobie wzrost korzeni wglębnych w spoistych warstwach gleby, można było się o tym przekonać w sposób nie podlegający dyskusji u sosny nr 104 (ryc. 3). Część bowiem końców korzenia palowego (a) tego drzewa oraz jeden z grubych bocznych korzeni wglębnych (5), wyrastający z szyi korzeniowej tuż obok korzenia palowego, natrafiły na głębokości około 1 m na wstawkę gliny, w której pręty metalowe przyrządu Kaczyńskiego pograżały się przeciętnie do głębokości 2,5 mm. Jak wskazuje ryc. 3 wzrost tych korzeni w głąb i na grubość uległ w tym miejscu silnemu zahamowaniu, natomiast rozgałęziły się one silnie, tworząc liczne cienkie odnogi boczne, i wreszcie obumarły na skutek infekcji ze strony *Fomes annosus*. W tym samym czasie partia końców korzenia palowego (b), która we wzroście w głąb natrafiła na warstwę luźnego piasku, rozwinęła się w bardzo silny i zdrowy korzeń przebiegający początkowo ukośnie, a później pionowo w głąb gleby do głębokości poniżej 3 m. Pręty metalowe przyrządu Kaczyńskiego pograżały się w tym piasku do głębokości od 9 do 39 mm.

Na podstawie podanego faktu oraz na podstawie tego, co powiedziano wyżej o układzie wartości pH, wilgotności i ilości przestworów wolnych w badanym drzewostanie — rozwój płytkiego korzenia palowego wskutek bardzo silnego oporu warstwy gliniastej w środkowej części drzewostanu w poprzecznym pasie — charakteryzowanym przez dół nr 3 — można uznać za jeden z czynników stwarzających odpowiednie warunki dla rozwoju infekcji, głównie dzięki *Polyporus circinatus*.

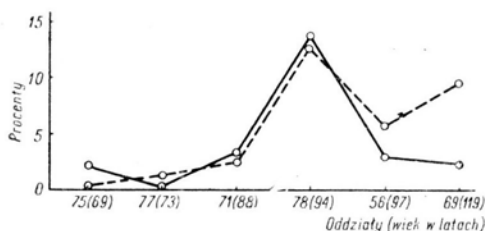
Trudniej natomiast powiedzieć to o żelazistym piasku z dużą domieszką kamieni i żwiru w południowej części drzewostanu. Bardzo możliwe jest, że w wypadku tym wchodzi w grę szereg czynników glebowych stwarzających specyficzne warunki, które hamują rozwój korzeni wglębnych w głąb, mimo że opór tej gleby, zmierzony przyrządem Kaczyńskiego, często nie odbiegał od oporu gleby piaszczystej, występującej w najzdrowszych częściach badanego drzewostanu.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Jak wynika z niniejszych dociekań głównym sprawcą zgnilizn odziomkowych w drzewostanie badanym w leśnictwie Dobrygość, podobnie jak w drzewostanach dość odległego od niego leśnictwa Jeziory (WPN w Ludwikowie), okazał się *Polyporus circinatus*, przy czym na obu powyższych terenach pierwotna infekcja następowała identycznie przede wszystkim na końcach korzenia palowego, a następnie na bocznych korzeniach wglębnych.

Poza tym, podobnie jak w leśnictwie Dobrygość, największy wpływ na rozwój zgnilizn odziomkowych w drzewostanach sosnowych w leśni-

ctwie Jezioro miały również gleby: gliniasta oraz piaszczysta z dużą domieszką części szkieletowych (ryc. 12). Drzewostany w oddziałach 58, 69, 71 i 75 rosły bowiem na płytkich piaskach naglinowych. Wykazały one też stosunkowo wysokie i wzrastające wraz z wiekiem opanowanie przez



Ryc. 12. Drzewostany sosnowe w oddziałach 56, 69, 71, 77 i 78 leśn. Jezioro: procent części szkieletowych w profilu glebowym a procent drzew z oddolnymi zgniliznami odziomkowymi:

- przeciętny procent cz. szkieletowych w profilu glebowym
- procent drzew z oddolną zgnilizną odziomkową w końcowym (III) stadium rozwojowym

zgnilizny odziomkowe, głównie przez *P. circinatus*. Drzewostan w oddziale 78 rósł przeważnie na kamienisto-żwirowatym piasku. Mimo że nie był najstarszy, miał nieproporcjonalnie wysoki odsetek drzew ze zgnilizną w odziomku. Drzewostan w oddziale 77 natomiast rósł na głębokim piasku naglinowym i równocześnie miał wyjątkowo niski procent drzew zawierających zgniliznę *P. circinatus* w odziomku.

Opisany stan rzeczy był rezultatem analogicznego jak w leśnictwie Dobrygość oddziaływania powyższych gleb na morfologię i stan zdrowotny systemu korzeniowego. Na głębokich, świeżych, luźnych piaskach naglinowych w oddziale 77 leśnictwa Jezioro korzeń palowy był silnie rozwinięty. Na płytkich piaskach naglinowych natomiast korzenie wgłębne z chwilą dotarcia do warstwy gliniastej rozgałęziały się w niej silnie i zazwyczaj kończyły tam swój wzrost. Wskutek tego były one tym krótsze im głębiej występowała spoista warstwa gliny.

Powyższy wpływ gleby należy tłumaczyć według Vatera (1927) i Waghoffa (1938) tym, że system korzeniowy sosny jest bardzo czuły na opór gleby i posiada na ogół bardzo małą zdolność przezwyciężania oporu silnie złożonych i spoistych warstw gliniastych czy też kamienisto-żwirowatych. Zwłaszcza na glebach kamienisto-żwirowatych korzeń palowy szybko ginie, a system korzeni wgłębnych składa się z mniej lub więcej licznych nieregularnych bocznych korzeni wgłębnych, dochodzących najwyżej do głębokości 1 m.

Wraz z ukształtowaniem zmieniała się także — analogicznie jak w leśnictwie Dobrygość — zdrowotność systemu wgłębnych korzeni sosen

w Jeziorach. Zalegająca na niewielkiej głębokości gliniasta czy kamienisto-żwirowata warstwa iluwialna predestynowała rozwijające się w niej korzenie wgłębne na wczesną (około 50 roku życia) infekcję ze strony *Polyporus circinatus*, podczas gdy na głębokich piaskach luźnych, umożliwiających stały i nieustanny wzrost korzeni wgłębnych w głąb gleby, infekcja występowała rzadziej i w późniejszym wieku drzewa. Nie jest wykluczone, że korzenie wgłębne sosen rosnących w leśnictwach Dobrygość i Jeziora, zatrzymane w swym wzroście w głąb najczęściej w gliniastej czy kamienisto-żwirowatej warstwie iluwialnej zalegającej na niewielkiej głębokości, pod wpływem akumulujących się tam zasad wymywanych z górnych warstw gleby, może o wiele szybciej osiągać swój wiek dojrzały i szybciej także starzeją się oraz traci naturalną odporność, niż dzieje się to w luźnych glebach piaszczystych, które nie stwarzają dla nich podobnych warunków rozwojowych.

Z drugiej zaś strony często zbliżony do neutralnego lub nawet zasadowego odczyn takiej gleby może wywierać nieodpowiedni wpływ na zdrowotność korzeni, bądź przez zmniejszenie ich odporności, wywołanej może słabszym pobieraniem wapnia, fosforu czy potasu (S ü c h t i n g, J e s s e n, M a u r m a n n, 1937), bądź mniejszą ilością wytwarzanej w tych warunkach żywicy i słabszą działalnością meristematyczną (R i s h b e t h, 1951), bądź też przez korzystniejsze oddziaływanie na rozwój grzybów pasożytniczych. To ostatnie uwarunkowane być może — jak przypuszcza G a r r e t (1937) przy *Ophiobolus graminis* — pochłanianiem przez gleby zasadowe dwutlenku węgla, na skutek czego rozwój grzybów pasożytniczych wzdłuż korzeni nie ulega zahamowaniu. Poza tym większy wpływ gleb zasadowych na rozwój grzybów pasożytniczych tłumaczy się też mniejszą konkurencją ze strony innych grzybów, a zwłaszcza — jak przy *Fomes annosus* — grzyba *Trichoderma viride*, który jest antagonistą w stosunku do *F. annosus*.

To, że na żelazistym piasku kamienisto-żwirowatym opanowanie drzew przez *Polyporus circinatus* pod względem ilościowym i jakościowym było zwłaszcza w leśnictwie Dobrygość większe niż w glebie gliniastej, należy najprawdopodobniej przypisać następującym powodom: pH tej gleby w sferze rozwoju korzeni wgłębnych częściej osiągało wartości obojętne niż wartości gleby gliniastej, dlatego też omówione wyżej oddziaływanie tego czynnika na rozwój patogenicznej działalności grzyba mogło być tutaj stosunkowo silniejsze. Następnie gleba piaszczysta z dużą domieszką części szkieletowych w południowej części drzewostanu miała w ciągu całego okresu wegetacyjnego mniejszą wilgotność niż gleba gliniasta w środkowej części drzewostanu. A w analogicznych warunkach w Anglii drzewostany tsugi (*Tsuga* sp.) rosnące na niżej położonych terenach są również mniej porażane przez wywołujące zgnilizny odziomkowe *F. anno-*

sus i *A. mellea* niż drzewostany rosnące na wysokich położeniach (Report..., 1951). Podobnie zresztą *Rishbeth* (1951) skonstatował, że korzenie badanych przez niego młodych sosen były bardziej odporne na infekcję ze strony *F. annosus* w warunkach obfitej niż słabej wilgotności. Mniejsza wilgotność gleby jest ściśle związana z większą zawartością powietrza w glebie, co dla grzybów pasożytniczych wywołujących zgnilizny drewna — jako organizmów aerobowych — nie może być bez znaczenia.

STRESZCZENIE I WNIOSKI

Terenem badań był około 90-letni drzewostan sosnowy, rosnący w leśnictwie Dobrygość w typie lasoboru, liczący ogółem 670 drzew i wycięty w jesieni 1951 roku. Główny materiał do badań stanowiły krążki grubości około 10 cm, wycięte ze świeżych chorych pniaków pozostałych po ścięciu drzew. Po wykarczowaniu tych pniaków określono stopień rozwoju systemu korzeniowego u większości drzew, używając do tego celu trzystopniowej skali. Sprawców zgnilizn odziomkowych określano metodą pożywkową na agarze maltozowym. Z własności gleb zbadano skład mechaniczny, pH, wilgotność, ilość przestworów wolnych. Wykonano również próby pomiaru oporu, jaki stawiała gleba rozwijającym się w niej korzeniom wgłębnym.

Wnioski z badań można ująć następująco:

1. Na ogółem 158 drzew z chorymi odziomkami 90 posiadało zgniliznę w początkowym (I), 44 — w pośrednim (II), a 24 — w końcowym (III) stadium rozwoju.

2. Na podstawie barwy podzielono zgnilizny na trzy grupy: a) brunatne, b) brunatne z sinymi lub czarnymi wyspami zgniłego drewna oraz c) czarne zgnilizny.

3. Spośród odziomków z brunatną zgnilizną wyosobniono: *Polyporus circinatus* Fr. — z 110 drzew, *P. circinatus* + *Torula* sp. I — z 1, *Polyporus Schweinitzii* Fr. + *Haplographium* sp. — z 1, *Sparassis crispa* — z 2, *Fomes pini* Karst. — z 7, *Corticium* sp. (?) — z 1; nie zidentyfikowano sprawcy zgnilizny w początkowym stadium rozwojowym u dwóch drzew.

4. Zgnilizny brunatne z sinymi lub czarnymi wyspami w zgniłym drewnie w odziomkach 8 drzew zostały spowodowane pierwotnie przez *P. circinatus* (7 drzew) i *Sp. crispa* (1 drzewo), a następnie wtórnie zanieczyszczone przez pewne powtarzające się zespoły grzybów glebowych z rodziny *Dematiaceae* i *Mucedinaceae*.

5. Czarne zgnilizny, jakie stwierdzono u 26 drzew stanowiły przeważnie zgniliznę *P. circinatus*, całkowicie wtórnie opanowaną przez identyczne jak wyżej zespoły grzybów glebowych.

6. U większości drzew ze zgnilizną odziomkową *P. circinatus* pierwotna infekcja następowała przede wszystkim w systemie korzeni wgłębnych, a zwłaszcza na końcach korzenia palowego.

7. Możliwość wywołania infekcji na końcach korzenia palowego przez *P. circinatus* wzrastała w glebach sprzyjających rozwojowi krótkiego i słabego korzenia palowego (w żelazistym piasku kamienistożwirowatym i w glebie gliniastej), a natomiast była znikoma w głębokim, świeżym piasku, gdzie drzewa miały warunki do wytworzenia silnego i głębokiego korzenia palowego.

8. Większość wyników badań i obserwacji wskazuje na to, że jednym z najważniejszych czynników wywołujących predyspozycję korzeni wgłębnych na infekcję ze strony *P. circinatus* było prawdopodobnie zahamowanie ich wzrostu na stosunkowo niewielkiej głębokości spowodowane przez silny opór zwłaszcza warstwy gliniastej.

Stacja Ochrony Lasu i Fitopatologii
oraz Stacja Gleboznawcza
Poznańskiej WSR w Siemianicach

(Wpłynęło dn. 10.VIII.1954 r.)

SUMMARY

The investigations presented in this paper were conducted in Forestry Dobrygość (District of Poznań, West-Poland) on one 90-years old Scotch pine stand growing on the surface of 1.66 ha, which was wholly cleared up. Besides several research methods, to pathological study served the disks taken from the fallen butts, and from its affected roots, which were with each tree carefully digged out. Each rootstock of healthy, as well as of diseased pine, was evaluated and classified after its development to one of 3 degrees of the s. c. development scale.

The environment conditions, especially soil characters were thoroughly studied, namely: external descriptions, mechanical analysis, pH-values, relative moisture contents, amounts of interparticle spaces and soil-profiles composition.

Totally 670 trees were examined, 158 of whom, that is 23.5 per cent, have shown the butt rot mainly of the heartwood. The rots were in different stages of decomposition. Three types of rots were distinguished: a) the redbrown resp. the yellow-brown rots, b) the red-brown resp. the yellow-brown rots with blue stained spots and c) the black rots.

From the first (a) one were isolated: the false velvet top fungus (*Polyporus circinatus* Fr.) — from 110 trees, both the false velvet top fungus and *Torula* sp. I — from 1, sparassis (*Sparassis crispa* Wulf) — from 2, both the velvet top fungus (*Polyporus Schweinitzii* Fr. and *Haplographium* sp. — from 1, the ring scale fungus (*Trametes pini* (Thore Fr.) — from 7, *Corticium* sp. (?) — from 1, unidentified fungi — from 2 trees.

The causal agencies of the second type of rots (b) were the false velvet top fungus (7 trees) and sparassis (1 tree) and several species of *De-*

matiaceae and *Mucedinaceae*, which infected the heartwood previously decayed by the both fungi above and produced in it the blue or black stains.

The black rots (c) (28 trees) showed similarity mostly to the structure of decay, caused by the false velvet top fungus (13 trees) or to decay with cracking appearance (2 trees). The specific species of *Dematiaceae* and *Mucedinaceae* were isolated only from them.

The investigations of roots systems confirmed, that infection by the false velvet top fungus begins on the deep roots and mainly on the taproot. It was also stated, that the occurrence of primary infection, caused by the false velvet top fungus on the taproot was greater, the weaker and the shorter was developed the taproot and also the smaller was the soil moisture and the greater the soil aeration.

According to the statements made above the greater part of trees with butt rots appeared in southern higher-situated part of examined Scotch pine stand where was found in great area in the soil ca 60 thick layer of ferrigenous sand with admixture of gravel and stones; this layer was present at the 35 to 180 cm depth. The taproot, developed in this layer, was thin, shallow and mostly dead.

Relatively less trees with butt rots appeared in the central, something lowered part of stand, on a clay, where many trees developed the cordated or beet-like taproot.

The least trees with butt rots were found in the northern part of stand, where the soil exhibited 150—350 cm thick layer of fresh sand, lying on a loam, what favoured the development of vigorous and deep taproots with the greater part of the trees.

Applying the obtained results to practice in order to increase generally the resistance of Scotch pine to butt rot (caused by the false velvet top fungus) and other disorders, it seems it may be advised not to plant the Scotch pine on a clay or on a sand-soil with too great amount of gravel and stones.

L I T E R A T U R A

- Albert R., Penschuk H., 1926. Über den Einfluss verschiedener Holzarten auf den Lockerheitsgrad des Bodens, „Ztsch. f. Forst-und Jagdwesen“ 58: 181—187.
- Büsgen M., 1927. Waldbäume. Dritte Auflage bearbeitet von E. Münch, Jena, str. 425.
- Domański S., 1952. Zgnilizny odziomkowe sosny zwyczajnej i próba oceny ich warunków rozwojowych, „Sylwan“ XCVI, 1: 5—30.
- Domański S., 1953. Badania nad przyczynami powstawania posuszu w starszych drzewostanach sosnowych w Wielkopolskim Parku Narodowym w Ludwikowie. Inst. Bad. Leśn. nr 93, Warszawa, str. 83.
- Garrett S. D., 1936. Soil conditions and the take-all disease of wheat, „Am. Appl. Biol.“ 23: 667—699.
- Garrett S. D., 1937. Soil conditions and the take-all disease of wheat. II. The relation between soil reaction and soil aeration, „Am. Appl. Biol.“ 24: 747—751.
- Garrett S. D., 1944. Root disease Fungi, Waltham, str. 177.
- Gilman J. C., 1945. A manual of soil fungi. Ames, Iowa, str. 240.

- Hilf H. H., 1927. Studien über die Wurzel ausbreitung von Fichte, Buche und Kiefer, in geschlossenen älteren Beständen, insbesondere auf Sandböden. Hannover.
- Liese J., 1926. Beiträge zur Kenntnis des Wurzelsystems der Kiefer (*Pinus silvestris*), „Ztschr. f. Forst- und Jagdwesen“, 58: 129—181.
- Liese J., 1930. Beobachtungen über Stamm- und Stockfäulen unserer Waldbäume, „Ztschr. f. Forst- und Jagdwesen“, 62: 579—591.
- Loew O., 1903. The physiological role of mineral nutrients in plants, „U. S. Dept. Agr. Bur. Plant Industr. Bull.“ 45.
- Musierowicz A., 1951. Gleboznawstwo ogólne, Warszawa.
- Němec A., Kvapil K., 1926. Studien über einige chemische Eigenschaften der Profile von Waldböden, „Ztschr. f. Forst- und Jagdwesen“, 58: 461—523.
- Report on forest research for the year ending March, 1950, H. M. Stationery Office, 1951 (R. A. M. XXX: 590—591. 1951).
- 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. N. S.“ 15: 222—246.
- Rishbeth J., 1951. Butt rot by *Fomes annosus* Fr. in East Anglian Conifer plantations and its relation to tree killing, „Forestry“ XXIV: 114—120.
- Süchting W., Jessen W., Maurmann G., 1937. Wuchsleitung und Nährstoffaufnahme junger Holzpflanzen (Lärche, Kiefer, Fichte, Buche) in Abhängigkeit von Bodenreaktion und Düngung, „Ztschr. f. die Bodenkunde und Pflanzenernährung“, 5: 338—374.
- Terlikowski F., 1949. Gleboznawstwo ogólne, Fizyka gleby, Poznań.
- True R. H., 1922. The significance of calcium for higher green plants, „Science“, 55: 1—6.
- Vater H., 1927. Die Bewurzelung der Kiefer, Fichte und Buche, „Tharandt. Forstl. Jahrb.“, 65.
- Wagenhoff A., 1938. Untersuchungen über Entwicklung des Wurzelsystems der Kiefer auf diluvialen Sandböden, „Ztschr. f. Forst- und Jagdwesen“, 70: 449—494.
- Wanin S. J., 1934. Lesnaja Fitopatologija, Leningrad.
- Wiedemann E., 1942. Die schlechtesten Ostdeutschen Kiefernbestände, Berlin.
- Williams W. P., 1939. Poczwowiedzenie, Moskwa.