

STEFAN KOWALSKI

Wpływ przygotowania gleby na mikotrofizm drzew w drzewostanach przebudowanych w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym

Влияние приготовления почвы на микотрофизм деревьев в перестроенных
древостоях Верхнесилезского промышленного округа

Effect of soil preparation on mycotrophy of trees in converted stands
of the Upper-Silesian Industrial Region

1. WSTĘP

Wzrastające skażenie powietrza emisjami przemysłowymi jest jednym z głównych powodów, że lasy na coraz większych powierzchniach ulegają w różnym stopniu uszkodzeniom. Jak podaje B o s i a k (2), w Polsce w 1983 r. było ponad 634 tys. ha lasu uszkodzonych przez przemysł, z czego prawie 38% przypadało na lasy OZLP w Katowicach. Powstaje więc problem przebudowy na dużych obszarach, głównie drzewostanów sosnowych zamierających na skutek skażenia emisjami przemysłowymi. W programie przebudowy drzewostanów uwzględniany jest nie tylko dobór gatunków drzew bardziej tolerancyjnych w stosunku do emisji przemysłowych, ale również prowadzone są badania nad różnymi sposobami zagospodarowania lasu i przygotowania gleby (8). Te zabiegi hodowlane wpływają również na kształtowanie się mikotrofizmu drzew, których normalny rozwój fizjologiczny w dużym stopniu uzależniony jest od obfitej i właściwie wykształconej mikoryzy (9, 10).

Zanieczyszczenia przemysłowe nie tylko wpływają na roślinę, ale i na glebę, co w konsekwencji prowadzi między innymi do różnych zakłóceń w mikotrofizmie (6). Jest więc ważne z naukowego i praktycznego punktu widzenia poznanie zmian ilościowych i jakościowych zachodzących w mikotrofizmie różnych gatunków drzew leśnych pod wpływem różnego sposobu przygotowania gleby. Informacje te mogą być wykorzystane przy formułowaniu programu przebudowy drzewostanów i rekultywacji gleb na powierzchniach leśnych uszkodzonych przez przemysł.

2. MATERIAŁY I METODY

Badania prowadzono na powierzchni doświadczalnej założonej przez Zakład Gospodarki Leśnej Rejonów Przemysłowych IBL, na siedlisku boru świeżego, w nadl. Świenkianiec, w oddz. 58, w II strefie skażenia emisjami przemysłowymi (8). Średnie stężenie SO_2 na tym terenie wynosiło $0,061 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ powietrza, opad pyłu zaś $110,4 \text{ t/km}^2$ rocznie (12). Założenia metodyczne i szczegółowy opis powierzchni badawczej podaje Latocha (8).

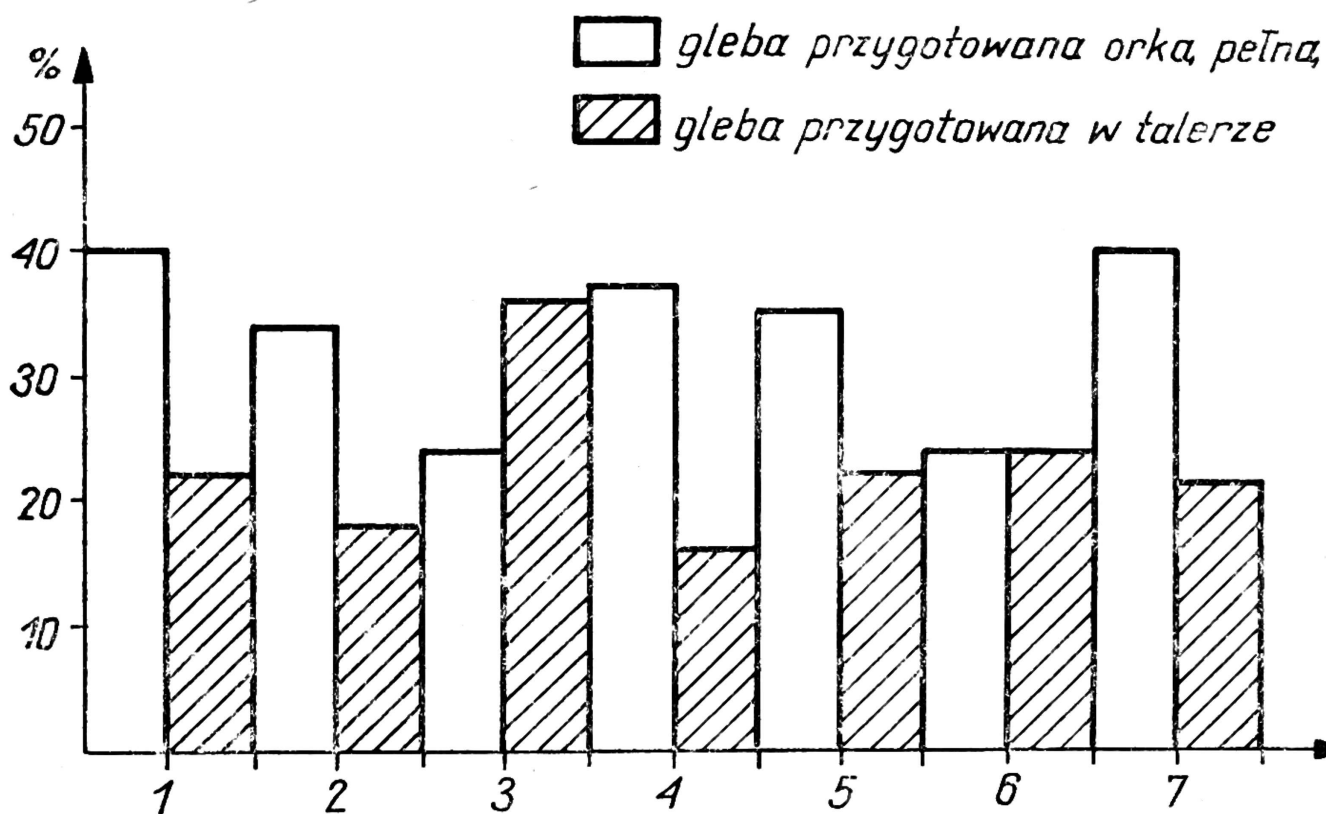
Po ścięciu ok. 90-letniego starodrzewu sosnowego, glebę pod nowe nasadzenia przygotowano w jednym wariantcie orką pełną, a w drugim wariantcie w talerze. Tak przygotowana gleba różniła się wyraźnie zawartością metali ciężkich, których średnie stężenie w górnej 45 cm warstwie gleby wg Biedroń i Latochy (1) wynosiło w pierwszym przypadku 20,9 ppm Zn, 21,7 ppm Pb, 2,1 ppm Mn i 2,2 ppm Mg, w drugim odpowiednio 32,4; 61,5; 3,3 i 6,1 ppm.

Na poletkach doświadczalnych wysadzono między innymi 2-letnie sadzonki sosny pospolitej, sosny czarnej, sosny wejmutki, modrzewia europejskiego i olszy szarej oraz 3-letnie sadzonki brzozy brodawkowatej i dębu czerwonego. Po 6 latach uprawy tych drzew zbadano ich mikotrofizm. W tym celu na każdym poletku pobierano korzenie z mikoryzami spod 6 drzew. W celu porównania nasilenia infekcji mikoryzowej u poszczególnych gatunków drzew określono na 30 trzycentymetrowych odcinkach korzeni ogólną liczbę mikoryz żywych oraz badano je morfologicznie i anatomicznie. Posługując się kluczem Dominika (5) segregowano mikoryzy na poszczególne rodzaje i określano ich zmienność zachodzącą pod wpływem zanieczyszczenia powietrza i różnego sposobu uprawy gleby.

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Ogółem zbadano 3382 mikoryzy u drzew rosnących na glebie przygotowanej orką pełną i 3384 mikoryzy u drzew rosnących na glebie przygotowanej w talerze. Stwierdzono, że procentowy udział mikoryz żywych u większości badanych drzew był od 13% do 21% wyższy, gdy rosły one na glebie przygotowanej orką pełną (ryc. 1). Wyjątek pod tym względem stanowiły dąb czerwony i sosna wejmutka. W pierwszym przypadku stwierdzono podobny udział mikoryz żywych niezależnie od sposobu przygotowania gleby, w drugim na glebie przygotowanej w talerze stwierdzono o 12% więcej mikoryz żywych niż na glebie przygotowanej orką pełną (ryc. 1). Pod względem ilościowym, na glebie przygotowanej orką pełną mikotrofizm drzew liściastych był 2 do 5 razy wyższy niż mikotrofizm badanych sosen, a na glebie przygotowanej w talerze różnice były jeszcze większe i wynosiły od 1,5 do 10 razy.

Niezależnie od sposobu przygotowania gleby u badanych drzew stwierdzono małe zróżnicowanie jakościowe mikoryz (tab.). U trzech badanych gatunków sosen i u modrzewia dominowały stosunkowo prymitywne mikoryzy rodzaju Ab o bardzo skąpej, często fragmentarycznej opilśni. Mikoryzy te były zwykle zdeformowane, a w obrębie tego rodzaju stwier-



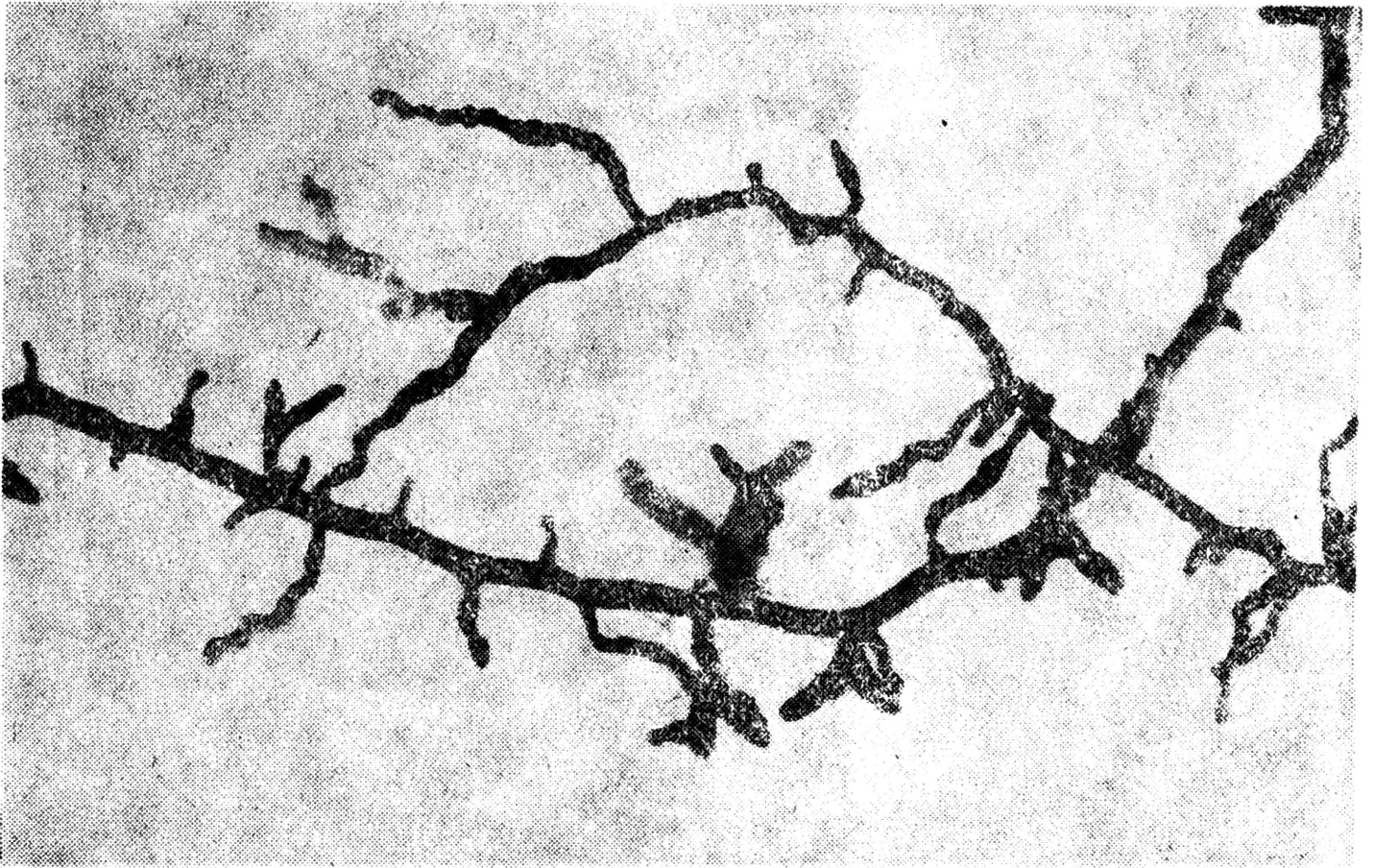
Ryc. 1. % mikoryz żywych w stosunku do ogólnej liczby mikoryz badanego gatunku drzewa rosnącego na glebie przygotowanej orką pełną i w talerze. 1 — sosna pospolita; 2 — sosna czarna; 3 — sosna wejmutka; 4 — modrzew europejski; 5 — brzoza brodawkowata; 6 — dąb czerwony; 7 — olsza szara

dzono, głównie na glebie przygotowanej w talerze, najwięcej mikoryz martwych (tab.). U brzozy i u olszy dominowały mikoryzy ektendotroficzne (tab.). U obu gatunków drzew na glebie przygotowanej orką pełną były to najlepiej rozwinięte mikoryzy z wszystkich badanych. Mikoryzy rodzaju Bd stwierdzono tylko u sosny wejmutki i u modrzewia europejskiego, a mikoryzy Cb jedynie u dębu czerwonego. Mikoryzy rodzaju Bd były dobrze rozwinięte niezależnie od sposobu uprawy gleby, a mikoryzy Cb były dobrze rozwinięte jedynie na glebie przygotowanej orką pełną. Mikoryzy rodzaju Ga — tworzone przez *Cenococcum graniforme* stwierdzono u wszystkich badanych gatunków drzew z wyjątkiem olszy szarej. Ten rodzaj mikoryzy był dominujący u sosny pospolitej i u dębu czerwonego na glebie przygotowanej w talerze (tab.), jednak większość mikoryz była martwa, podczas gdy mikoryzy rodzaju Ga u drzew rosnących na glebie przygotowanej orką pełną w większości żywe i dobrze rozwinięte (tab.). Opis morfologiczny tych mikoryz podaje K o w a l s k i (6).

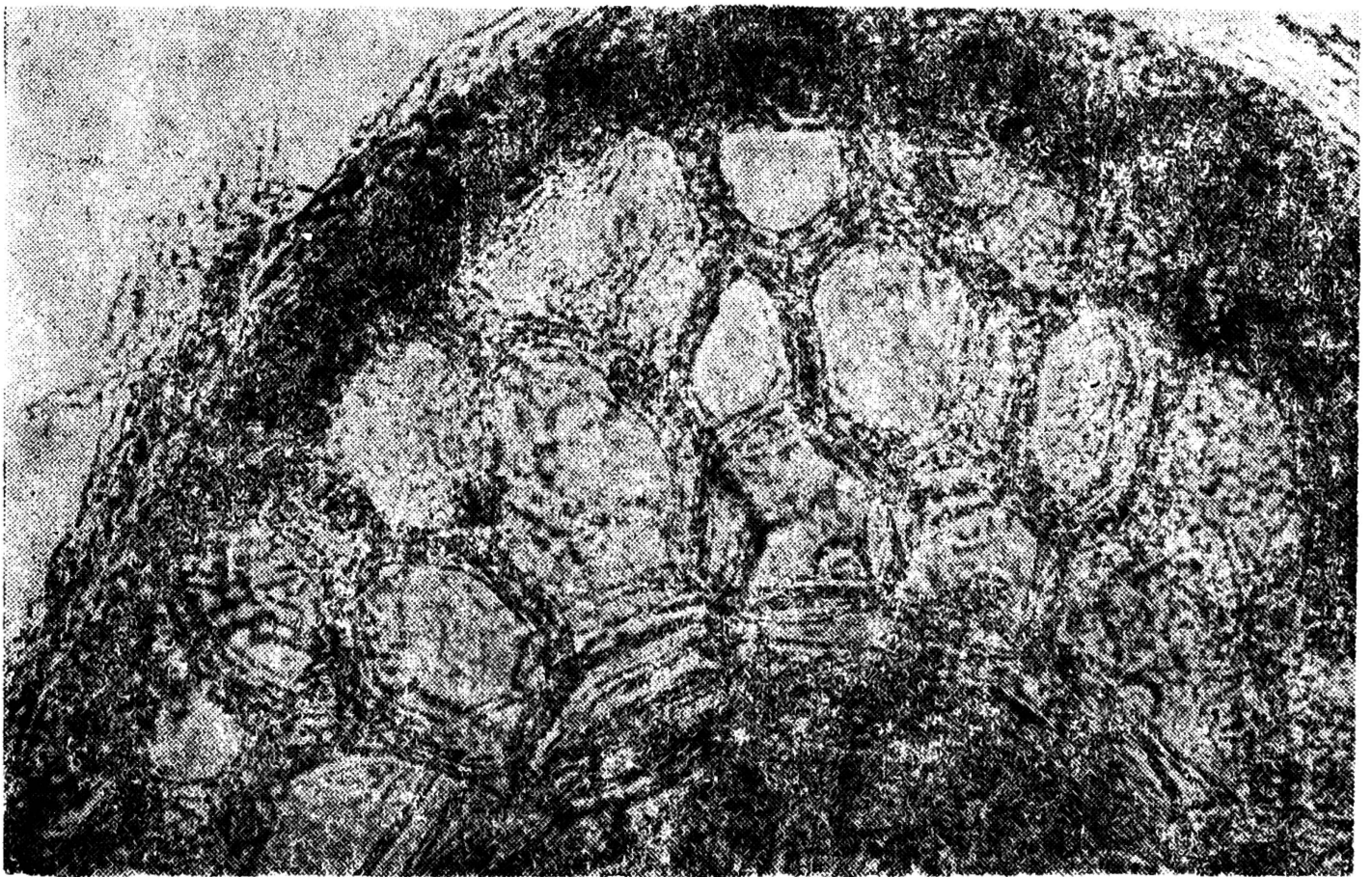
Z przeprowadzonych badań wynika, że sposób przygotowania gleby ma duży wpływ na kształtowanie się mikotrofizmu drzew. Gorszy stan mikotrofizmu badanych drzew na glebie przygotowanej w talerze, w porównaniu z mikotrofizmem drzew na orce pełnej, w II strefie skażenia emisjami był pod względem procentowego udziału mikoryz żywych podobny do mikotrofizmu drzew rosnących w III strefie skażenia emisjami na glebie przygotowanej orką pełną (6). Być może, że właśnie większe stę-

**Spektrum mikoryzowe 8—10-letnich sadzonek różnych gatunków drzew rosnących
na glebie przygotowanej orką pełną (a) i w talerzach (b) w strefie średniego
skażenia emisjami przemysłowymi**

Rodzaj mikoryzy	Udział mikoryz żywych w mikotrofizmie 0/0 martwych													
	sosny pospolitej		sosny czarnej		sosny wejmutki		modrzewia europejskiego		brzozy brodawko- watej		dębu czerwonego		olszy szarej	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Ab	50	7	45	23	47	51	31	5	17	26	0	6	5	
	30	0	39	49	44	28	52							
Bd					41	11	7							
					25	7	4							
Cb														
Ga	14	45	16	13	6	3	1	28	41	18	54	70	50	
	0	48	0	12	3	0	2	18	54	30	49	30	50	
ektendo- torficzne	6			3			0							
	0			0			3							



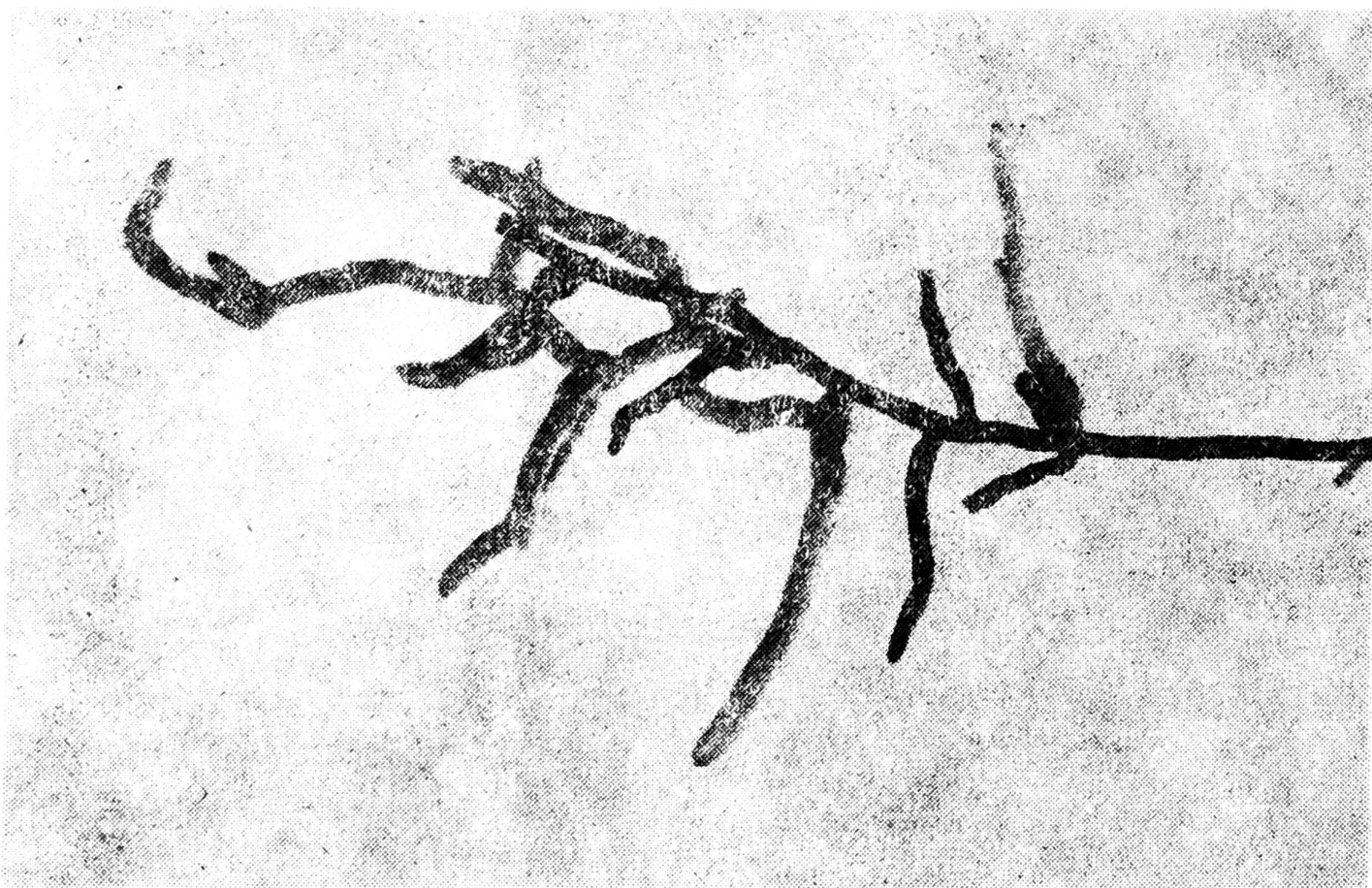
Ryc. 2. Żywe (jasne) i martwe (ciemne) mikoryzy ektotroficzne rodzaju *Ab* u sosny pospolitej rosnącej na glebie przygotowanej orką pełną. Pow. ok. 15x.



Ryc. 3. Przekrój poprzeczny żywej mikoryzy ektotroficznej rodzaju *Ab* u sosny czarnej, na glebie przygotowanej orką pełną. Pow. 400x.



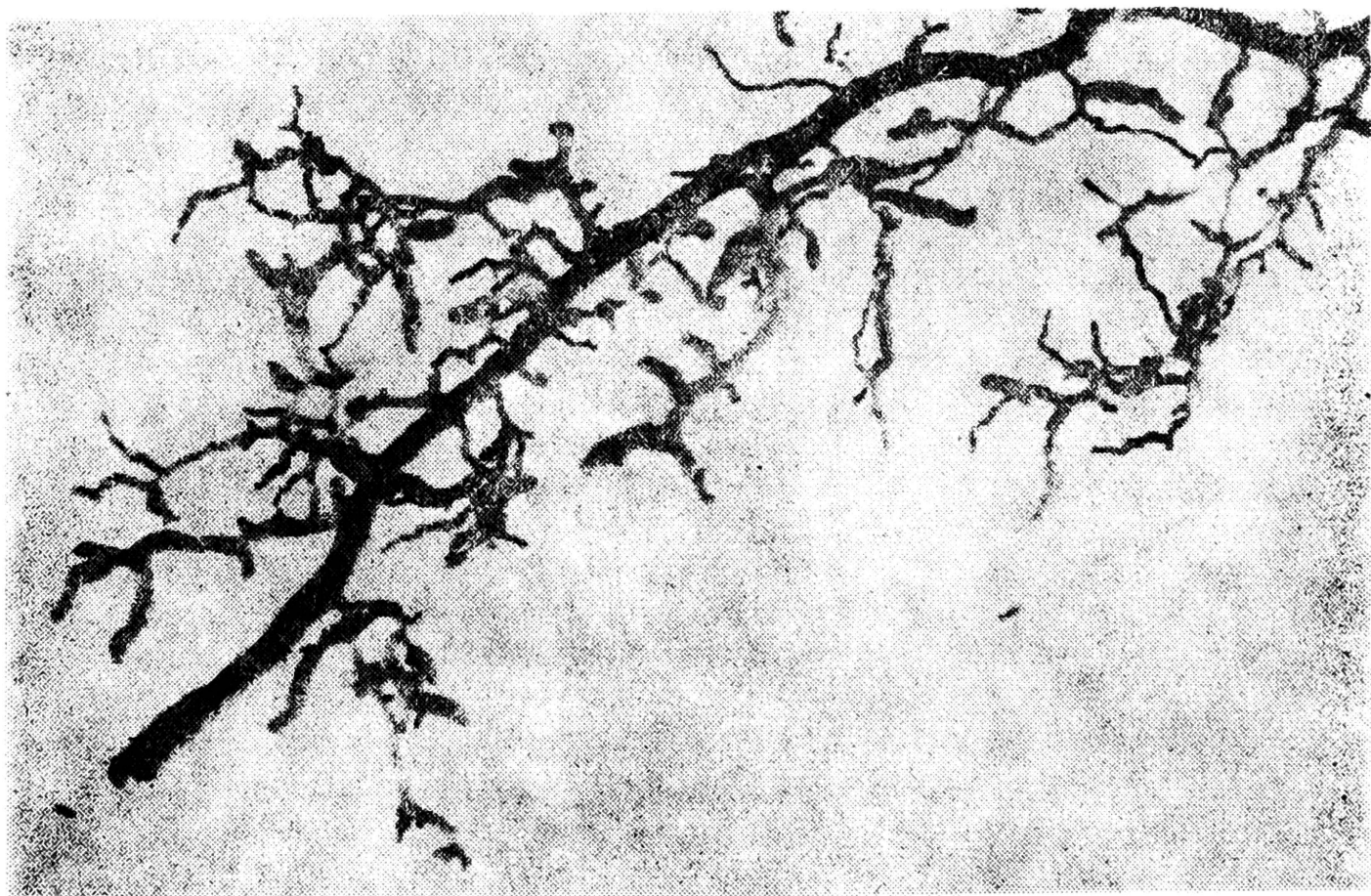
Ryc. 4. Przekrój poprzeczny martwej mikoryzy rodzaju *Ab* u sosny czarnej. Widoczne zdeformowane komórki miękiszu kory pierwotnej wypełnione nie strawionymi strzępkami grzyba. Pow. 400x.



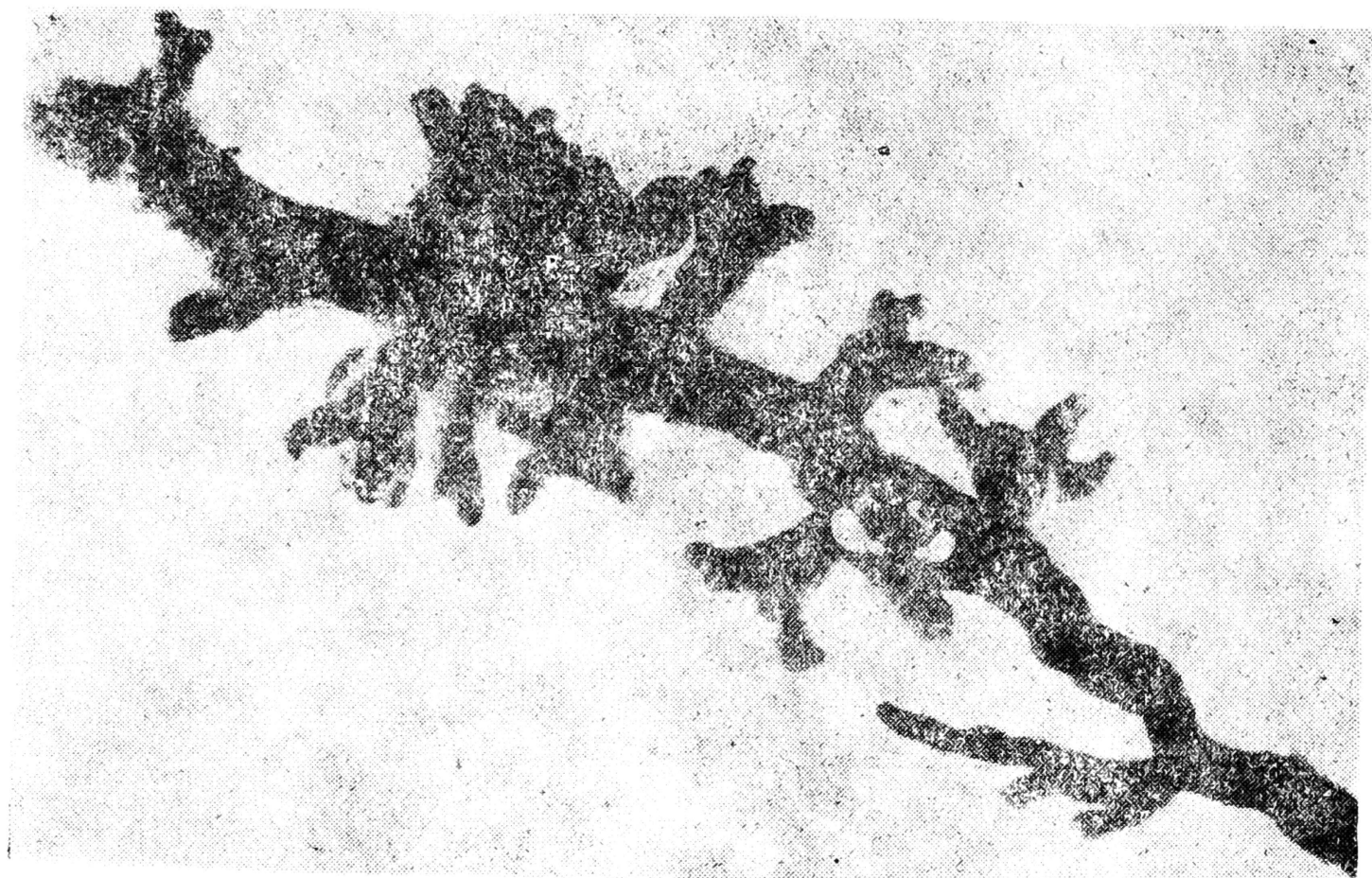
Ryc. 5. Mikoryzy ektotroficzne rodzaju *Ab* u modrzewia europejskiego rosnącego na glebie przygotowanej orką pełną. Pow. ok. 15x.



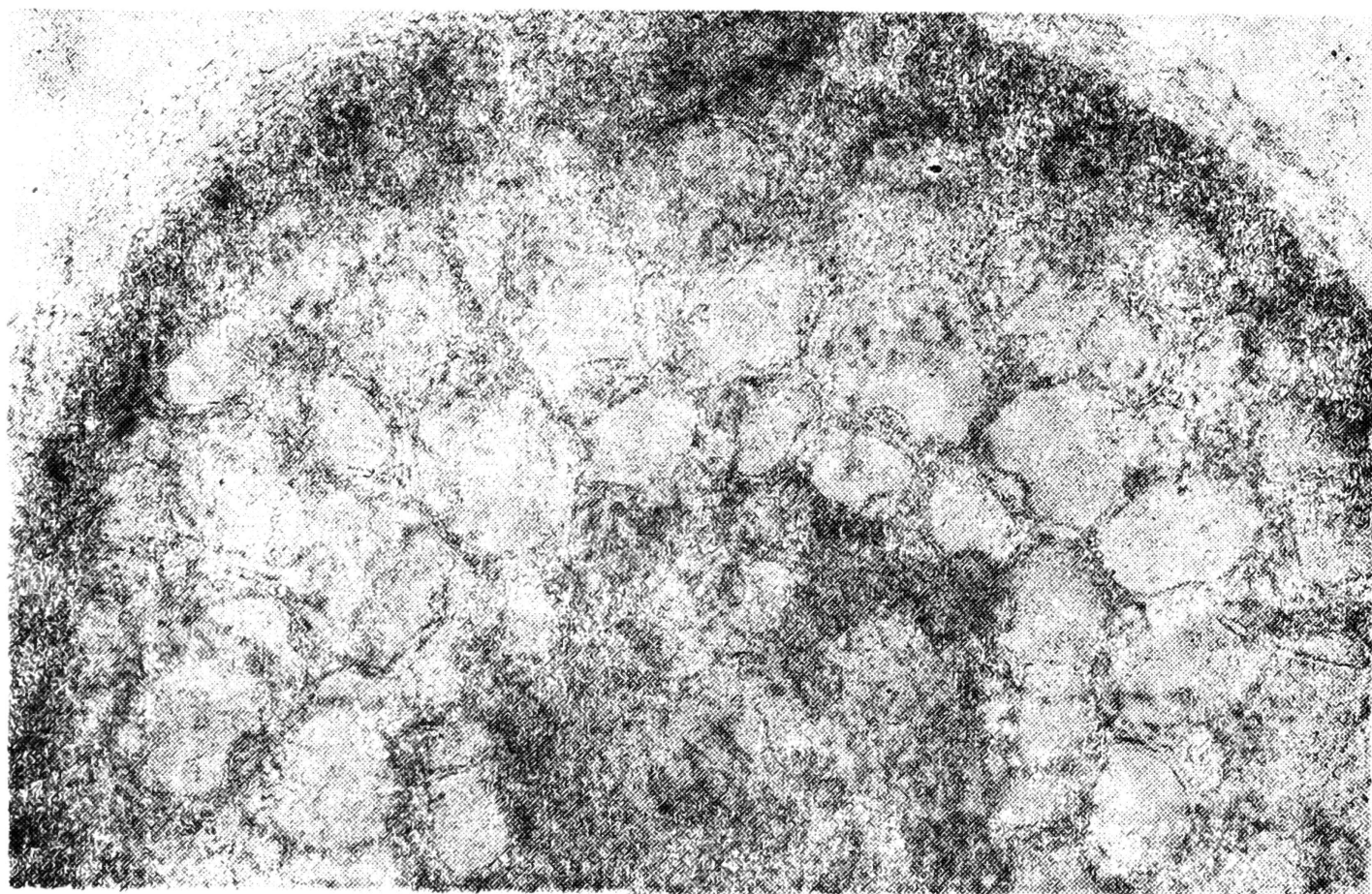
Ryc. 6. Przekrój poprzeczny żywej mikryzy ektrotroficznej rodzaju Ab u modrzewia europejskiego. Widoczna dobrze wykształcona sieć Hartiga i szczątkowa opilśn. Pow. 400x.



Ryc. 7. Żywe (grubsze) i martwe (cienkie) mikoryzy ektendotroficzne u brzozy brodawkowatej rosnącej na glebie przygotowanej orką pełną. Pow. ok. 15x.



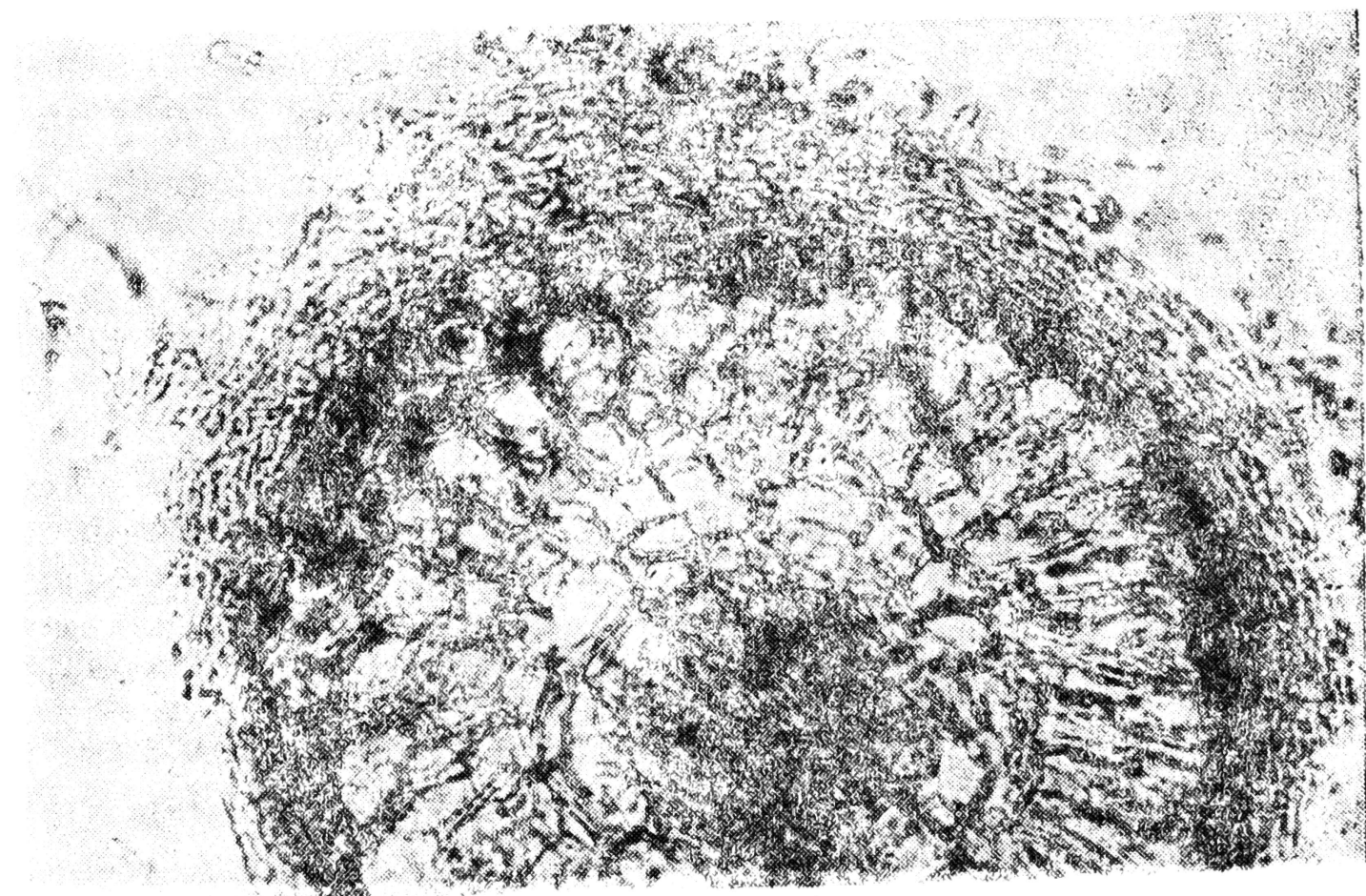
Ryc. 8. Mikoryzy ektotroficzne rodzaju *Bd* u sosny wejmutki rosnącej na glebie przygotowanej w talerze. Pow. ok. 15x.



Ryc. 9. Przekrój poprzeczny mikoryzy żywej rodzaju *Bd* u sosny wejmutki. Widoczna dobrze wykształcona sieć Hartiga i mufka grzybniowa. Pow. 400x.



Ryc. 10. Mikoryzy ectotroficzne rodzaju *Cb* u dębu czerwonego, na glebie przygotowanej orką pełną. Widoczna luźna wełnista opilsść. Pow. ok. 15x.



Ryc. 11. Przekrój poprzeczny mikoryzy żywej rodzaju *Cb* u dębu czerwonego. Widoczna gruba mufka grzybniowa o powierzchni silnie strzępiastej. Sieć Hartiga dobrze rozwinięta, sięga do endodermy. Pow. 250x.

żenie w glebie metali ciężkich wpływa ujemnie na mikoryzę. Już samo zmniejszenie mikoryzy lub jej brak na korzeniach drzew leśnych osłabia je i jest ważnym czynnikiem przyczynowym syndromu zamierania lasu (11). Z badań L a t o c h y (8) wynika, że drzewa rosnące na glebie przygotowanej orką pełną wykazywały lepszą żywotność niż drzewa, które rosły na glebie przygotowanej w talerze. Drzewa wszystkich gatunków posadzone na talerzach zamierały lub chorowały ponad 1,5 razy częściej niż na poletkach z pełną uprawą gleby (3, 7). Można więc przyjąć, że znacznie słabsze zaopatrzenie w mikoryzy drzew rosnących na glebie przygotowanej w talerze było jednym z czynników powodujących ich osłabienie i zwiększało podatność drzew na choroby powodowane przez patogeny słabości. Jest więc ważne z praktycznego punktu widzenia, aby drzewa użyte do przebudowy drzewostanów w rejonach przemysłowych, zwłaszcza w pierwszym młodocianym okresie, były zaopatrzone w obfitą i funkcjonalną mikoryzę, która korzystnie wpływałaby na stan fizjologiczny rośliny. Z przeprowadzonych badań wynika, że uprawa gleby orką pełną w terenach skażonych emisjami przemysłowymi znacznie korzystniej wpływa na mikotrofizm drzew w przebudowywanych drzewostanach niż uprawa gleby w talerze. Nie można jednak nie docenić faktu, że w jednym i w drugim przypadku spektrum mikoryzowe badanych drzew było bardzo wąskie, a dominowanie stosunkowo prymitywnej mikoryzy rodzaju *Ab*, która zdaniem Dominika (4) w drzewostanach zdrowych stanowi jedynie skromną domieszkę, oraz zbyt obfite występowanie mikoryzy *Ga* świadczy o zakłóceniach jakie zachodzą w mikrobiologicznym środowisku glebowym pod wpływem emisji przemysłowych.

Z Katedry Fitopatologii Leśnej
Akademii Rolniczej w Krakowie

LITERATURA

1. Biedroń J., Latocha E.: Wpływ orki pełnej na zawartość niektórych metali ciężkich w glebach rejonu przemysłowego. *Sylvan* 1979 R. 123 nr 12.
2. Bosiak A.: Stan zagrożenia środowiska leśnego w Polsce. *Las Pol.* 1984 nr 8.
3. Domański S., Kowalski S., Kowalski T.: Grzyby nadrzewne występujące w przebudowywanych drzewostanach objętych szkodliwym oddziaływaniem emisji przemysłowych w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym. *Sylvan* 1981 R. 125 nr 5.
4. Dominik T.: Badania nad grzybami mikoryzowymi w drzewostanach wymierających na glebach porolnych. *Pr. IBL* 1963 nr 257.
5. Dominik T.: Key to ectotrophic mycorrhizae. *Fol. For. Pol., Ser. A* 1969 z. 15.
6. Kowalski S.: Mycotrophy of trees in converted stands remaining under strong pressure of industrial pollution. *Z. Ang. Bot.* (w druku).
7. Kowalski T.: Grzyby występujące w drzewostanach objętych szkodliwym oddziaływaniem emisji przemysłowych w Górnośląskim i Krakowskim Okręgu Przemysłowym. VII. Grzyby nadrzewne występujące w uprawach leśnych w

przebudowanym drzewostanie sosnowym w Pniowcu w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym. Acta Agr. Silv., Ser. Silv. 1981 Vol. 20.

8. L a t o c h a E.: Wpływ przygotowania gleby i rębni na wzrost sadzonek w rejonach przemysłowych. Pr. IBL 1982 nr 602.
9. M a r x D. H.: The role of mycorrhizae in forest production. TAPPI Conf. Pap., Annu. Meet., Feb. 14—16, Atlanta 1977.
10. P a c h l e w s k i R.: Grzyby symbiotyczne i mikoryza sosny (*Pinus silvestris L.*). Pr. IBL 1983 nr 615.
11. S c h ü t t P. et al.: Der Wald stirbt an Stress. München: C. Bertelsmann Verlag 1984.
12. Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Katowicach: Badania zanieczyszczenia atmosfery w strefach zagrożenia lasów województwa katowickiego. Katowice, kwiecień 1976.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 2 września 1986 r.

Краткое содержание

Исследования проводились в местообитании свежего бора, в зоне среднего загрязнения промышленными эмиссиями. После удаления около 90-летнего перестойного соснового лесонасаждения, повреждённого промышленными эмиссиями, почву для новых насаждений приготовлено глубокой вспашкой до глубины 50 см и в лунки почвенным сверлом. В первом случае раньше удаляли пни и слой перегноя зараженный тяжёлыми металлами, а в другом случае только разрыхляли почву без её полного перемешивания. В так приготовленную почву сажали двухлетние саженцы сосны обыкновенной, сосны чёрной, сосны веймутовой, лиственницы европейской и ольхи серой, а также трёхлетние саженцы берёзы бородавчатой и дуба красного. После 6-летней культуры этих деревьев изучено их микотрофизм. В результате проведенных исследований отмечено, что процентная частота живых микориз у большинства изученных видов деревьев составляла 13⁰/₀ до 21⁰/₀ больше, в случае, когда деревья произрастали на почве приготовленной глубокой вспашкой (рис. 1). Исключением в этом отношении был дуб красный и сосна веймутова. В первом случае констатировано похожую частоту живых микориз на почве приготовленной глубокой вспашкой и в лунки, а во втором случае, на почве приготовленной в лунки отмечено на 12⁰/₀ больше живых микориз чем на почве приготовленной глубокой вспашкой (рис. 1). На обеих поверхностях с различным способом приготовления почвы отмечено небольшую качественно неоднородность микориз (табл.). У трёх исследованных видов сосен и у лиственницы доминировали микоризы типа Ab сочней скупой, часто фрагментарной корневой мантии. Эти микоризы чаще были деформированы и у этого рода констатировано наиболее мёртвых микориз. У деревьев растущих на почве приготовленной луночным способом микоризы рода Ab не имели корневой мантии. Ч берёзы и ольхи доминировали эктендотрофные микоризы (табл.). У обоих видов деревьев, на почве приготовленной глубокой вспашкой, это были наилучше развитые микоризы из всех изученных. Микоризы рода Ga — образованные с грибом *Senocosium graniforme* отмечено у всех изучаемых видов деревьев за исключением ольхи серой. Этот тип мико-

ризы был доминирующим у сосны обыкновенной и дуба красного на почве приготовленной луночным способом (табл.). Однако, большинство микориз этого типа было мёртвых, а у живых микориз наблюдались часто далеко продвинутые некрогенные процессы. На почве приготовленной глубокой вспашкой микоризы типа Га в большинстве были живые и хорошо развиты. Из проведенных исследований следует, что обработка почвы глубокой вспашкой значительно лучше повлияла на микотрофизм деревьев в перестроенном древостое, находящемся под влиянием промышленных загрязнений, чем обработка почвы луночным способом.

Summary

The studies were conducted on fresh coniferous forest site in zone of moderate industrial pollution. After the removal of about 90-year-old Scotch pine stand, damaged by the industrial emissions, two methods of preparation of soil for planting were used. One method consisted in full plowing to the depth of 50 cm after the removal of stumps and top humus soil contaminated with heavy metals, and in the other method the soil was scarified in spots using a planting auger. The planting stock was as follows: 2-year-old *Pinus sylvestris*, *P. nigra*, *P. strobus*, *Larix decidua*, and *Alnus incana*, and 3-year-old *Betula verrucosa* and *Quercus rubra*. The mycotrophy of trees was studied 6 years after the planting. It was discovered that with the exception of *Q. rubra* and *P. strobus* the percentage of living mycorrhizae was by 13% to 21% higher in case of trees planted on soils prepared by full plowing (fig. 1). In case of *P. strobus* the percentage of living mycorrhizae on sites prepared in spots was by 12% higher than on plowed sites, while in case of *Q. rubra* this percentage was similar for both types of site preparation. A small quality differentiation was observed in mycorrhizae present on both sites of different type of soil preparation (table). Mycorrhizae of type Ab with scant, frequently fragmentary mantle dominated on larch and all three pine species tested. These mycorrhizae were frequently deformed, and within this type the percentage of dead mycorrhiza was highets. In case of tres growing on sites prepared with planting auger in spots the mycorrhizae of type Ab were entirely devoid of fungal mantle. Ectendotrophic mycorrhiza dominated on birch and alder (table). On sites prepared by full plowing they were the best developed mycorrhiza out of all investigated. Mycorrhiza of type Ga, formed with fungus *Cenococcum graniforme*, were found on all tree species under investigations with exception of grey alder. This type of mycorrhizae dominated on Scotch pine and red oak on size prepared in spots (table). However, most of mycorrhiza of this type were dead, while in living mycorrhiza far advanced necrogenic processes were observed. On sites fully plowed mycorrhizae of type Ga were alive and well developed by and large. The results obtained revealed that site preparation consisting of full plowing had a considerably more favourable effect on mycotrophy of trees in converted stands being under influence of industrial pollutants than site preparation in spots around the places where the trees were to be planted.