

STEFAN ZĄBCZYŃSKI

Olkusz

WPŁYW ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA NA GLEBY I KSZTAŁTOWANIE SIĘ PRODUKCJI ROLNICZEJ *)

Wraz z rozwojem przemysłu następuje coraz większe zanieczyszczenie powietrza pyłami i gazami. Stan taki wywiera pogłębienie negatywnego wpływu na środowisko przyrodnicze. Wpływ ten szczególnie jest widoczny ze swymi skutkami w drzewostanie leśnym. W miarę wzrostu natężenia emisji pyłów i gazów ulegają zniekształceniu dalsze elementy środowiska przyrodniczego. Wpływ ten oddziałuje również na gleby oraz rośliny uprawne, szczególnie wtedy, gdy zanieczyszczenie powietrza jest bardzo duże lub nawet mniejsze, lecz długotrwałe.

Jak groźne w skutkach jest zanieczyszczenie powietrza pyłami i gazami w drzewostanie leśnym, może posłużyć za przykład powiat olkuski w woj. krakowskim, gdzie na zanieczyszczenie powietrza wpływa kilka zakładów przemysłowych. Do zakładów najwięcej zanieczyszczających powietrze należą: Zakłady Górniczo — Hutnicze Bolesław, Fabryka Papieru i Celulozy w Kluczach, Zakłady w Sierszy, Jaworzynie i Trzebini.

Uszkodzenie drzewostanu leśnego w tym rejonie zaobserwowano przed około 20 laty, szczególnie na pędach młodych sosen. Od tego czasu szkody narastają i zwiększa się ciągle posusz drzew.

Tabela 1
Usunięty posusz w lasach (14)

Lp.	Rok	Ilość posuszu m ³
1	1957	1483
2	1958	1532
3	1959	2526
4	1960	4395
5	1961	7615
6	1962	11578
7	1963	18500
8	1969	30000

*) Referat wygłoszony na zebraniu zespołu tematyczno-wdrożeniowego ekonomiki działów i galezi produkcji rolniczej Komitetu Ekonomiki Rolnictwa Wydziału V PAN w dn. 4.VI.1970 r.

Tabela 1 obrazuje zniszczenia do roku 1963, obecnie stan ten wzrósł bardzo poważnie i wynosi około 30000 m³ posuszu rocznie (15). Najszybszemu uszkodzeniu ulega jodła, sosna pospolita i świerk.

W 1963 r. Nadleśnictwa przeprowadziły badania stopnia uszkodzeń w lasach olkuskich i stwierdziły:

nieznaczne uszkodzenie na powierzchni	5500 ha,
średnie uszkodzenie na powierzchni	8600 ha,
silne uszkodzenie na powierzchni	3800 ha.

Przyrost masy drzewnej zmalał w lasach słabo uszkodzonych o około 30%, w lasach średnio uszkodzonych o około 50%, a w silnie uszkodzonych zanikł zupełnie (15). Wymienione straty zostały określone tylko w rejonie Olkusza, zagrożenie lasów sięga jednak dalej. W Ojcowskim Parku Narodowym, odległym od Olkusza w kierunku wschodnim o 25 km, jest uszkodzonych około 1000 ha pięknego lasu, w tym znaczna część jest zaliczona do strefy II zagrożenia (15).

Gwałtowny wzrost szkód w drzewostanie leśnym spowodował, że Okręgowy Zarząd Lasów Państwowych wysunął roszczenia o odszkodowanie na kwotę 1700 tys. zł w 1961 r. W następnych zaś latach według szacunków ustalono, że na obszarze powiatu olkuskiego roczne straty masy drzewnej oraz spadek wartości surowca wynikający z zanikania żywicy, obniżenia klasy drewna, zmniejszenia produkcji owoców leśnych, zbioru grzybów, a także straty w drzewostanie i ptactwie leśnym wynoszą ponad 24 miliony złotych.

Przyczyną tych uszkodzeń są zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego pyłami i gazami, szczególnie związki cynku, kadmu, arsenu, antymonu, tlenek węgla, dwutlenek siarki i inne.

Z jednego tylko zakładu przemysłowego ZGH w Bolesławiu roczna emisja pyłów i gazów wynosi 12072 t/rok (14). Szczegółowo obrazuje to tabela 2.

Tabela 2

Emisja pyłów i gazów (14)

Lp.	Substancja	Emisja	
		g/sek	t/rok
1	Pył nietoksyczny	55,723	1755
2	Cynk	40,122	1260
3	Ołów	10,459	329
4	Kadm	0,436	13,7
5	Dwutlenek siarki	274,980	8660
6	Kwas siarkowy	1,710	53,8
7	Arsenowodór	0,030	0,945
8	Razem	383,460	12072,445

Są to jak widać ilości bardzo duże. Szkodliwość ich dla otoczenia nie jest jednakowa. Wszystkie substancje przyczyniają się do znacznego zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego i oddziałują ujemnie na otoczenie.

O rodzaju zanieczyszczeń i stopniu ich szkodliwości decydują przede wszystkim następujące zespoły czynników (5):

- 1) charakter przemysłu w danym rejonie, stosowana technologia produkcji i sprawność urządzeń oczyszczających powietrze,
- 2) skład gatunkowy drzewostanów, stopień lesistości rejonu, jego rzeźba oraz warunki klimatyczne i glebowe.

Mikroklimat lasów sprzyja akumulacji składników zapylenia i zadytmiania powietrza.

Oprócz zanieczyszczania powietrza pyłami i gazami oraz wynikającymi stąd skutkami, duże szkody wyrządzają Zakłady Górnicze powodując zaburzenia w stosunkach wodnych, zmiany struktury geologicznej warstw przypowierzchniowych oraz niszczą glebę.

Skutki oddziaływania przemysłu na lasy można ująć w następujących czterech punktach:

- 1) obniżenie produktywności siedliska leśnego,
- 2) pogorszenie stanu sanitarnego lasu,
- 3) uszkodzenie leśnych urządzeń technicznych i gospodarczych,
- 4) ograniczenie pozaprodukcyjnych funkcji lasu.

W niniejszej pracy pragnę ukazać skutki zanieczyszczenia powietrza na gleby i rośliny uprawne. Mimo wielu badań na ten temat, nie ma wypracowanych metod nad usuwaniem skutków i niekorzystnego wpływu na gleby i rośliny uprawne przez zanieczyszczone powietrze.

Jeżeli jednak poruszam zagadnienie lasów, to dlatego, że przecież lasy mają kolosalny wpływ na rolnictwo i jego produkcję. Lasy mają wpływ na opady atmosferyczne, na siłę i kierunki wiatrów; obecność lasów tworzy bardzo często korzystny mikroklimat. Las wpływa na temperaturę powietrza, zmniejsza wahania dobowe i roczne, łagodzi temperatury skrajne, las także wpływa nie tylko na ilość opadów atmosferycznych, ale wpływa także na ich rozkład w ciągu roku. Tak więc zniszczenie lasów zagraża bezpośrednio bądź pośrednio także rolnictwu, obniżając jego produktywność. Trzeba także dodać, że zniszczenie lasów grozi ujemnymi skutkami i dla zdrowia ludzkiego. Dla powiatu olkuskiego, który wzięłam za przykład, wyniszczenie lasów przez zanieczyszczone powietrze pyłami i gazami przemysłowymi może mieć wprost katastrofalne skutki i uczynić go w dużej części pustynią przekraczającą kilkakrotnie dzisiejszą „Pustynię Błędowską”.

W miarę rozwoju przemysłu i wzrostu natężenia emisji dymów i pyłów przy dużym zanieczyszczeniu powietrza daje się zauważyć jego wpływ na gleby i rośliny uprawne.

Profesor Skawina (1) określa, że wpływ omawianego zjawiska na gleby jest trudny do jakościowego i ilościowego ujęcia, przede wszystkim ze względu na skomplikowany mechanizm procesów biochemicznych wywoływanych przez emitowanie pyłów i gazów. I podaje on dalej, że w ogólnym ujęciu można wyróżnić dwie formy oddziaływania zanieczyszczenia powietrza na gleby.

1. Pośrednie — związane z wpływem przemysłowego zanieczyszczenia powietrza na funkcję jednego czy całego zespołu czynników procesu glebotwórczego (np. biosfera, klimat). Polega ona przede wszystkim na chronicznym uszkodzaniu aparatu asymilacyjnego roślin przez gazy przemysłowe. Negatywne skutki oddziaływania dopiero po długim okresie czasu mogą być przenoszone również na glebę.

2. Bezpośrednie — wywołane emisją w glebie zanieczyszczeniem powietrza, które ujawnia się, gdy jest ona dostatecznie duża. Oddziaływanie bezpośrednie może wywołać w glebie skutki negatywne, pozytywne lub okresowo pozytywne z przejściem do negatywnych. Może tu nastąpić zmiana odczynu, składu chemicznego, zawartości mikro- czy makropierwiastków, co pociąga za sobą szereg zmian właściwości biochemicznych i fizycznych gleby, odbijających się na jej żyzności, na sposobie użytkowania i zagospodarowania.

Zanieczyszczenie powietrza pyłami i gazami w niektórych rejonach kraju jest bardzo duże, a zatem oddziaływanie tak na gleby, jak i na rośliny dochodzi do dużych rozmiarów.

Z obliczeń F. Szwagrzyka (10) wynika, że około 150 mln ton węgla rocznie ulega rozproszeniu nad terytorium Polski, w tym dużo CO_2 . Węgiel polski zawiera średnio 1% siarki, czyli rozpraszamy rocznie około 1,0 mln ton siarki. Natomiast węglem brunatnym wyrzuca się w powietrze około 700 tys. ton siarki. Produkcja miedzi daje do atmosfery 19,0 mln ton pyłów (około 4 mln m^3). W powiecie olkuskim w rejonie ZGH opad pyłów i gazów osiąga wartość 150—460 $\text{t}/\text{km}^2/\text{rok}$. Samego tylko cynku opad wynosi do 38,8 $\text{t}/\text{km}^2/\text{rok}$ oraz około 2,86 $\text{t}/\text{km}^2/\text{rok}$ ołowiu. Uruchamiany obecnie oddział produkcji kwasu siarkowego wpłynie niewątpliwie jeszcze więcej na zwiększenie zanieczyszczenia powietrza w tym rejonie.

Bardzo duże zanieczyszczenie powietrza pyłami i gazami jest w rejonie Nowej Huty. Głównym składnikiem gazowym emitowanym do atmosfery jest tu SO_2 , a głównymi składnikami pyłów są wapń, krzem, żelazo, glin, magnez, sól i inne. Badane gleby w tym rejonie wykazały zawartość magnezu ogólnego od 1200 do 2100 mg/kg s.m. Odczyn badanych gleb wynosił od pH 4,8 do 7,4. Były również znacznie podwyższone i inne skład-

niki gleby w stosunku do zawartości przeciętnej w glebach innych rejonów (9).

Zanieczyszczenie powietrza jest duże w okolicy prawie każdego większego zakładu przemysłowego. W rejonie Grzybowa na terenie Zagłębia Siarkowego zapylenie powietrza w roku 1967/68 dochodziło do $338 \text{ t/km}^2/\text{rok}$ (6).

Na terenie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego roczna emisja gazów przekracza 200 mld m^3 , a pyłów ponad 1 mln ton (2).

Rzecz jasna, że tak duże opady pyłów i gazów wpływają na przemiany glebowe, a także bezpośrednio na rośliny.

Skawina i Wachalewski podają (2), że w badanych glebach Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego wieloletnia emisja pyłów przemysłowych jest wyraźnie wykrywalna w zmianach składu chemicznego gleb, szczególnie na głębokości do 20 cm. W różnych badanych punktach kwasowość gleb wahała się od pH 4,5, a nawet niżej — do pH 7,9; zawartość miedzi do $320 \text{ mg/kg s.m. gleby}$, ołowiu do 600 mg, a cynku do $6300 \text{ mg/kg s.m. gleby}$.

Wraz z opadami pyłów następuje emitowanie związków cynku, ołowiu, antymonu, tlenku węgla, dwutlenku siarki oraz kwasu siarkowego. W naszych okręgach przemysłowych zanieczyszczanie gazowe powietrza składa się głównie z SO_2 oraz CO i CO_2 . Źródłem SO_2 są przede wszystkim procesy spalania paliw (5). Emisja dwutlenku siarki na 1 tonę spalonego paliwa stałego wynosiła u nas w 1959 r. przeciętnie około 34 kg. Jeżeli w tym roku przeciętnie spalono około 60 mln ton paliw stałych, to wprowadzono równocześnie do atmosfery około 2 mln ton SO_2 , co odpowiada około 3 mln ton H_2SO_4 (5). Gdyby to było równomiernie rozprowadzone wraz z opadami na całym obszarze Polski, uczyniłoby dawkę około 100 kg kwasu siarkowego na 1 ha. A przecież emisja SO_2 jest skupiona na obszarze kilku okręgów, co stwarza warunki dla rocznej emisji sięgającej nawet kilku ton $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{ha}$ (5).

Na terenie GOP badania wykazały, że duże ilości związków rozpuszczalnych w wodzie zostały wprowadzone do gleby wraz z opadami atmosferycznymi (1).

Wraz z pyłami są również emitowane do gleby bardzo duże ilości związków nierozpuszczalnych w wodzie, takich jak molibden, mangan, chrom, nikiel, ołów, miedź, kobalt, bor, cynk, arsen.

Wieloletnia emisja pyłów przemysłowych jest już wyraźnie wykrywalna w zmianach chemicznego składu gleb. Szczególnie uderzający jest wzrost zawartości cynku w porównaniu z warstwami głębszymi na głębokości do 20 cm.

W niektórych glebach znajdujących się w pobliżu zakładów cynkowych przyrost ten dochodzi nawet do $4,4 \text{ g Zn/kg s.m. gleby}$. Skawina i Wa-

chalewski określają, że emisja powyżej 3,0 g/m² na dobę jest bardzo dużym lub nawet katastrofalnym stopniem zanieczyszczenia powietrza (2) i takie tereny zaliczają oni do 3 strefy o największym zanieczyszczeniu powietrza.

Paluch i Karweta (3) prowadzili badania na terenie dotychczas nie uprzemysłowionym otoczonym kompleksem leśnym, w którym uruchomiono kombinat przerabiający rudy cynku, ołowiu i kadmu. Budowa w rejonie nie posiadającym innych większych zakładów przemysłowych pozwoliła na rozpoczęcie wieloletnich badań w celu prześledzenia w miarę rozbudowy zakładów i nieuniknionego zanieczyszczenia powietrza zmian zachodzących w przyziemnych warstwach atmosfery, w glebie, vegetacji roślin i wydajności plonów.

Przedstawione wstępne dane z powyższych badań, dotyczące akumulacji cynku i ołowiu w glebie i roślinach w rejonie zakładów, obejmują dwuletnie wyniki obserwacji.

Gleby badanego rejonu charakteryzują się dużą różnorodnością pod względem ogólnej zawartości cynku i ołowiu oraz ich form przyswajalnych. Ogólna zawartość cynku waha się w granicach 15—1600 mg/kg gleby, ołowiu — 40—3600 mg/kg gleby. Przyswajalne formy cynku i ołowiu w badanych glebach występują od śladów do 31,3 mg Pb/kg i 23,43 mg Zn/kg gleby. Przyswajalność waha się od prawie zera na glebach o odczynie obojętnym i lekko alkalicznym do 95% na glebach bardzo kwaśnych. Już jednoroczna emisja zanieczyszczeń z huty cynku i ołowiu spowodowała wykrywalne zmiany w składzie chemicznym gleb.

Stwierdzono wyraźną korelację pomiędzy zawartością przyswajalnego ołowiu w glebie i pobieraniem jego przez rośliny. W stosunku do cynku taka zależność jest wyrażona słabiej. Badane rośliny w omawianym rejonie mają podwyższoną zawartość cynku i ołowiu (tab. 3 i 4).

Tabela 3

Zawartość cynku i ołowiu w roślinach w rejonie huty cynku (3)

Nr pkt	Roślina	Cynk ng/l g s.m.			Ołów ng/kg s.m.		
		1966r.	1967r.	różnica	1966r.	1967r.	różnica
1	Babka lancetowata	134	151	+17	11,9	19,2	+ 7,3
6	Koniczyna biała	121	128	+ 7	7,0	25,7	+18,7
11	Sosna — igliwie						
	jednoroczne	35	45	+10	5,7	12,2	+ 6,5
	— igliwie						
	dwuletnie	86	137	+51	17,2	86,5	+69,3
	— igliwie						
	trzyletnie		177			86,0	
14	Babka lancetowata	118	136	+18	6,2	9,6	+ 3,3
18	Zyto	179	129	-50	9,2	18,9	+ 9,7

Tabela 4

Pobieranie przez rośliny cynku i ołowiu w zależności od zawartości ich w glebie (3)

Nr pkt	Głębokość cm	pH		Zawartość całkowita cynku mg/kg s.m. gleby	Cynk przyswajalny gleby	Zawartość całkowita ołowiu mg/kg gleby	Ołów przyswajalny mg/kg	Roślina uprawna	Ołów mg/kg s.m. liści	Cynk mg/kg s.m. liści
		KCl	H ₂ O							
4	0—5	5,8	6,3	446	7,82	652	2,70	ziemniaki	52,20	112
	5—30	5,9	6,4	417	6,70	712	1,90			
	30—40	6,1	6,3	323	4,57	575	1,60			
3	0—5	6,3	6,7	1600	1,60	3605	1,90	ziemniaki	29,90	53
	5—25	6,2	6,6	1502	1,33	3580	2,70			
	25—40	6,8	6,8	1360	0,38	3080	0,85			
8	0—5	6,3	6,2	61	0,35	69	0,35	ziemniaki	8,10	59
	5—30	6,9	6,8	86	0,14	67	0,25			
	30—40	7,2	7,3	38	0,10	48				
16	0—5	4,9	5,7	165	11,10	107	0,60	ziemniaki	6,60	53
	5—30	5,1	5,7	170	10,11	142	1,10			
	30—40	4,8	5,5	195	10,63	87	0,85			
2	0—5	4,7	5,2	81	12,60	107	0,60	owies	8,10	97
	5—30	4,5	5,2	68	11,50	95	12,30			
	30—40	4,4	4,7	27	6,17	76	13,30			
5	0—5	5,0	5,4	204	10,57	440	11,80	owies	7,70	177
	5—30	4,9	5,2	179	14,41	420	11,00			
	30—40	4,7	5,3	186	9,90	414	15,65			
17	0—5	5,4	6,1	91	6,08	91	1,10	owies	2,20	46
	5—30	4,9	5,2	72	7,53	81	0,60			
	30—40	5,2	5,8	74	5,01	104	0,35			
1	0—5	4,5	5,1	365	22,43	737	31,30	babka lancetow.	11,90	134
	5—25	5,0	5,1	278	17,77	610	25,00			
	25—40	5,6	5,6	52	2,56	142	6,60			
14	0—5	6,0	6,3	174	2,82	143	1,20	babka lancetow.	6,25	118
	5—25	5,2	5,9	143	9,93	161	2,40			
	25—35	4,9	5,9	35	4,00	37	1,30			

Zawartość cynku i ołowiu w roślinach zależy w dużym stopniu od okresu wegetacyjnego. Na przykład u sosny najwyższą zawartość cynku stwierdzono w szpilkach trzyletnich (starszych drzewek nie badano).

J. Szalonek i M. Warteresiewicz (7) w swych badaniach stwierdzili, że rośliny rosnące w powietrzu czystym odznaczały się większym wzrostem i ciężarem niż rośliny rosnące w powietrzu zanieczyszczonym, choć

nie wykazywały one żadnych widocznych uszkodzeń. W zasięgu działania zanieczyszczeń powietrza w promieniu 2—3 km od zakładu przemysłowego plon ziemniaków obniżył się o 35—47%. Dalej stwierdzają oni, że przemysłowe zanieczyszczenie powietrza wyraźnie obniża plony roślin, przekreślając czasem w niektórych rejonach możliwość uprawy bardziej wrażliwych gatunków. M. Warteresiewicz podaje (4) wyniki doświadczeń z roślinami trzech gatunków, to jest lucerna, fasola i ziemniaki w rejonie emisji dwutlenku siarki oraz pyłów o dużej ilości cynku i ołowiu. W okresie wegetacyjnym wykonano pomiary zanieczyszczenia powietrza dwutlenku siarki i oznaczono wielkości opadu pyłu oraz przeprowadzono obserwacje roślin. Wykonano również oznaczenia ilości chlorofilu oraz utratę wody liści wybranych roślin. Zanieczyszczenie powietrza występujące w punktach doświadczalnych wpłynęło na wzrost badanych roślin. Szczególnie w pierwszym roku, gdy rośliny zostały bardzo silnie uszkodzone, spadek plonów był bardzo znaczny i wynosił dla ziemniaków 70%, dla lucerny 60%, dla fasoli 50%. W drugim roku rośliny zostały uszkodzone w słabszym stopniu, co wpłynęło na stosunkowo mniejsze obniżenie wysokości plonów. Natomiast w rejonie drugiej huty cynku większe straty wystąpiły w drugim roku, co związane było z znacznie silniejszym uszkodzeniem roślin (tab. 5).

Tabela 5

Plony badanych roślin (4)

Nr pkt obserwacyjnego	Plony w % w porównaniu z punktem kontrolnym					
	ziemniaki		lucerna z. masą		fasola zielona	
	1965 r.	1966 r.	1965 r.	1966 r.	1965 r.	1966 r.
Punkt kontrolny	100	100	100	100	100	100
H. Cynku I pkt 1	32,0	42,0	42,2	68,4	50,2	56,0
H. Cynku I pkt 2	41,2	60,0	48,2	72,6	56,0	60,6
H. Cynku I pkt 3	98,0	95,0	96,8	98,0	97,6	98,9
H. Cynku II pkt 1	75,0	50,0	78,8	51,2	74,6	65,8
H. Cynku II pkt 2	93,0	82,0	98,0	99,8	98,2	97,9

Tak samo okazał się niekorzystny wpływ zanieczyszczeń powietrza na warzywa. Plony sałaty i szpinaku obniżyły się o około 20%, buraków 20—40% w stosunku do roślin kontrolnych (8). Najniższe plony buraków otrzymano w punkcie charakteryzującym się największym zanieczyszczeniem powietrza.

Zanieczyszczenie powietrza SO_2 spowodowało zwiększenie zawartości siarczanów oraz siarki ogólnej i popiołu w liściach badanych roślin (tab. 6).

Tabela 6

Zawartość siarki w badanych roślinach (8)

Punkt obserwacyjny	Salata		Szpinak		Buraki	
	mg SO ₄ 100 g s.m.	%	mg SO ₄ 100 g s.m.	%	mg SO ₄ 100 g s.m.	%
Kontrolny	375	100	660	100	1080	100
Zabrze I	410	108	660	100	2000	185
Zabrze II	820	218	740	112	3710	343
Zabrze III	620	165	880	133	2080	192

Zmniejszenie plonów w rejonach o dużej emisji pyłów i gazów przez zakłady przemysłowe do powietrza jak twierdzą Warteresiewicz (4) i Greszta (9), następuje wskutek zmniejszonej asymilacji. Warteresiewicz w swych badaniach wykazuje, że w przeprowadzonych badaniach nad zawartością chlorofilu rośliny z terenów silnie zadymionych miały mniejszą ilość chlorofilu od roślin z terenów nie zadymionych. I tak na przykład lucerna z punktu kontrolnego zawierała 7,81 mg chlorofilu na gram suchej masy, natomiast z rejonu Huty Cynku 3,24 mg/g s.m., u gorczycy białej z punktu kontrolnego 6,25 mg/s.m. z rejonu Huty Cynku tylko 1,94 mg/g s.m. Również Bojarski, Kamieniecki i Skawina podają (5), że stężenie SO₂ w powietrzu wywołuje w roślinach szereg różnorodnych zmian, powstałych przede wszystkim w wyniku zaburzeń biochemicznych. Do najbardziej znanych należy obniżenie intensywności procesów fotosyntezy oddychania, jak również zmian w gospodarce wodnej rośliny.

Stwierdzono również na terenach zadymionych dużą utratę wody przez liście uszkodzone.

Warteresiewicz podaje (4), że utrata wody przez liście uszkodzone pszenicy wynosiła 50%; gorczycy białej nawet 70%, podczas gdy wartości kontrolne wynoszą odpowiednio 30 i 40%. Świadczy to, że uszkodzone liście z terenów o większym zanieczyszczeniu powietrza wykazują intensywniejszą utratę wody niż liście z obszaru kontrolnego.

O skutkach zanieczyszczenia powietrza pyłami i gazami przemysłowymi wpływającymi na produkcję rolniczą mówią również naukowcy czechosłowaccy J. Kozel i V. Maly (11). Ich badania wykazały, że średnia zawartość SO₂ w pyłe zanieczyszczeń osadzonych na roślinach wahała się od 6,20 do 9,60 procent w 1961 r., od 5,94 do 8,99% w roku 1962, od 4,93 do 7,53% w 1963 r.

W przeprowadzonych przez nich badaniach na roślinach uprawnych w rejonach o silnym zanieczyszczeniu powietrza zaobserwowano zmniejszone plony badanych roślin.

Jęczmień jary na poletku doświadczalnym w sąsiedztwie zakładów przemysłowych dawał plony mniejsze o 26,89% w 1961 r. w porównaniu z doświadczeniami oddalonymi od zakładów przemysłowych, o 27,55% w 1962 r. i o 22,59% w 1963 r.

Plony owsa były niższe o 21,13% w 1961 r., o 25,48% w 1962 r. i o 31,00% w 1963 r.

Kukurydza na kiszonkę dała niższe plony o 27,9% zielonej masy w 1961 r. i 46% w 1963 r. Plon buraków cukrowych był niższy o 35,2%.

Straty powstałe wskutek zanieczyszczenia powietrza pyłami i gazami odcenia się również i w innych krajach. Na przykład w 1963 r. w Wielkiej Brytanii komisja zajmująca się zanieczyszczaniem powietrza przedstawiła parlamentowi raport (17), w którym oceniono straty powstałe wskutek zanieczyszczenia powietrza na sumę 162,5 mln funtów, w tym w rolnictwie na 10 mln funtów. Poza tym są straty pośrednie, jak zmniejszenie wydajności pracy, zasiłki chorobowe itp. W raporcie stwierdzono również, że gdyby wydajność pracy spadła tylko o 1%, oznaczałoby to ogólne straty 15 mln funtów rocznie. Ogólne straty wywołane zanieczyszczeniem powietrza w Anglii zostały ocenione bardzo ostrożnie na 250 mln funtów i odpowiadają emisji pyłów 2,8 mln ton rocznie i emisji gazu SO_2 do 5,2 mln ton rocznie.

Emisję pyłów w NRF w roku 1952 oceniono na 1,9 mln ton przy stratach 1,5 miliarda marek rocznie. Zakładając, że pył może być uważany za zanieczyszczenie charakterystyczne i że odpowiadają mu proporcjonalnie inne zanieczyszczenia, uzyskuje się w Anglii stratę rzędu 90 funtów/tonę pyłu, czyli około 270 dolarów/tonę, a w Niemczech 780 marek/tonę. Dużo większe są straty w okręgach przemysłowych USA. W Los Angeles szacuje się je na około 400 dolarów/tonę (17).

Uwzględniając mniejsze skupienie przemysłu w Polsce niż na zachodzie i mniejszą gęstość zaludnienia Juda i Budziński (17) przyjmują, że straty wywołane zanieczyszczeniem powietrza odpowiadającym emisji 1 tony pyłów są rzędu 4—5 tys. zł/tonę. Czyli dla emisji rzędu około 1,9 mln ton ogółem straty sięgają około 8—10 miliardów zł rocznie.

Opierając się na powyższym stwierdzeniu, można przyjąć, że w jednym tylko zakładzie ZGH Bolesław w powiecie olkuskim emisja pyłów rzędu około 1983 tony/rok i 8736 mln m^3 gazów przy stratach jak wymieniałem na wstępie, w lasach wynosi około 24 mln zł nie wliczając innych szkód, w tym i z rolnictwa, emisja 1 tony pyłów przekracza ponad 5 tys. zł/tonę.

W ostatnich latach zakład ten wypłacił okolicznym rolnikom kwotę 889 tys. zł odszkodowania tytułem tak zwanych „szkód dymnych”, w wyniku badań komisyjnych, które potwierdziły uszkodzenie roślin wskutek

*Dopuszczalne zanieczyszczenia powietrza pyłami i gazami**
(Dz. U. PRL Nr 42 z dnia 8.X, 1966 r.)

Dla obszarów specjalnie chronionych

Lp.	Nazwa substancji	Średnio w ciągu doby	Jednorazowo w ciągu 20 min.
1	Dwutlenek siarki (SO ₂)	0,075	0,25
2	Kwas siarkowy (H ₂ SO ₄)	0,05	0,15
3	Tlenki azotu (N ₂ O ₅)	0,05	0,15
4	Siarkowodór (H ₂ S)	0,008	0,008
5	Tlenek węgla (CO)	0,5	3,0
6	Benzyna	0,75	2,5
7	Pył nietoksyczny o wielkości ziarn pon. 20 mikr.	0,075	0,2

Dla obszarów chronionych

Lp.	Nazwa substancji	Średnio w ciągu doby	Jednorazowo w ciągu 20 min.
1	Dwutlenek siarki (SO ₂)	0,35	0,9
2	Kwas siarkowy (H ₂ SO ₄)	0,1	0,3
3	Tlenki azotu (N ₂ O ₅)	0,2	0,6
4	Siarkowodór (H ₂ S)	0,02	0,06
5	Dwusiarczan węgla (CS ₂)	0,015	0,045
6	Pył nietoksyczny o wielk. ziarn. pon. 20 mikronów	0,2	0,6

zapylenia. Wypłacone odszkodowania są minimalne i sporadyczne. Zgłaszane pretensje są jedynie w wypadku widocznej straty naocznej. Nikt jednak dotąd nie zajmował się określeniem strat w zmniejszonych plocach. Zakłady bronią się przed ujawnieniem skutków wywołanych zapyleniem powietrza z wiadomych przyczyn. Nie w tym jednak rzecz. Wy-

*) Dopuszczalna ilość pyłu opadającego nie może przekraczać:

1) dla obszarów specjalnie chronionych — średnio 40 t/km²/rok, maksymalnie w ciągu miesiąca 6,5 t/km².

2) dla obszarów chronionych — średnio 250 t/km²/rok.

Ilość rozpuszczalnych w wodzie związków wprowadzonych do gleby z opadami atmosferycznymi w 1964 r. (1)

Nr pkt	Miejscowość	pH wody			Roczna emisja w kg/ha						
		max	min.	średnio*	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	CaO	NH ₃	NO ₃	ZnO
1	Pszczyna	5.0	6.5	5.7	33,6	7,4	22,1	60,8	24,8	16,8	2,4
2	Kobiór	4,9	6,3	6,2	32,8	26,6	23,3	63,7	30,8	20,1	3,5
3	Wyry	4,7	6,9	5,5	28,3	7,0	21,6	61,5	19,0	15,7	2,5
4	Katowice Panewn.	5,1	6,6	5,7	37,0	7,3	30,7	96,6	24,4	15,7	5,4
5	Katowice Brynów	4,8	6,1	5,5	39,1	14,5	69,1	121,1	47,3	14,0	8,3
6	Szopienice I	4,6	5,8	5,0	25,3	8,0	57,7	162,8	27,9	18,6	49,3
7	Szopienice II	5,1	6,5	5,7	12,7	7,8	54,4	241,8	11,1	42,4	6,6
8	Michałko- wice I	5,5	6,6	6,1	53,6	19,0	112,8	444,9	32,4	21,7	4,6
9	Michałko- wice II	5,1	6,6	5,9	43,8	53,8	30,2	193,1	92,8	38,9	4,7
10	Chorzów	5,2	6,4	5,9	49,4	11,5	103,3	193,8	12,9	16,4	3,6
11	Michałko- wice III	6,2	7,2	6,7	46,8	9,4	216,3	357,6	18,0	34,8	0,4
12	Maciejkowice	5,2	6,4	5,8	34,3	11,5	41,1	202,3	19,5	23,2	9,1
13	Brzozowice Kam.	5,9	6,5	6,2	43,7	12,6	40,4	147,4	13,9	10,6	5,8
14	Siemonia	4,7	6,6	5,9	42,2	55,9	39,8	98,1	38,9	16,5	3,9
15	Ożarówce	4,7	6,0	5,3	21,6	11,9	33,2	94,2	16,9	16,2	4,5
16	Dębieńko	4,5	6,0	5,1	39,3	6,2	29,7	88,5	38,9	29,9	4,1
17	Dębieńko II	4,7	6,1	5,4	27,7	5,2	17,2	49,1	25,4	18,9	1,0
18	Dębieńko III	4,9	5,6	5,2	39,7	0,2	11,2	74,6	24,1	22,7	1,4
19	Knurów I	4,7	5,9	5,2	46,0	17,8	63,8	109,1	67,6	24,7	2,4
20	Knurów II	4,8	6,2	5,2	23,0	2,8	17,6	63,4	17,9	23,9	1,0
21	Knurów III	5,3	5,9	5,5	26,4	6,7	15,5	49,1	35,6	23,5	1,4
22	Łaziska I	4,9	6,9	6,0	38,0	8,3	110,7	225,0	20,2	29,9	0,7
23	Łaziska II	4,6	6,7	6,1	39,3	6,8	121,8	273,4	14,2	29,8	1,2
24	Łaziska III	4,8	6,5	5,7	35,1	4,2	30,5	101,8	20,8	16,8	2,7
25	Czeladź	5,6	6,9	6,3	46,4	15,6	28,9	187,9	31,5	18,1	3,0
26	Gołonóg	5,6	6,2	5,9	42,2	12,0	49,5	118,7	12,8	15,4	4,6
27	Łosień	5,1	6,4	5,8	39,3	16,6	26,1	132,2	20,8	19,8	4,8
28	Wypaleniska	5,1	6,0	5,6	42,3	11,5	24,6	76,9	11,5	17,0	4,9

*) W okresie pomiarów.

Zawartość Cu, Pb, Zn w glebach GOP (2)

Nr pkt pomiar- owego	Miejscowość	Głębokość w cm									
		0—20					25—40				
		pH w:		zawartość w mg/kg s.m. gleby			pH w:		zawartość w mg/kg s.m. gleby		
		H ₂ O	KCl	Cu	Pb	Zn	H ₂ O	KCl	Cu	Pb	Zn
1	Pszczyna	7,2	6,0	60	50	100	7,1	5,9	45	30	100
2	Kobiór	6,4	5,3	40	200	100	5,5	5,1	40	50	100
3	Wyry	7,1	6,1	100	100	600	6,4	5,6	70	100	100
4	Katowice Panewn.	7,1	6,4	65	30	1700	6,4	5,7	35	200	900
6	Szopienice I	7,3	6,8	320	600	6300	7,7	7,1	200	300	1900
7	Szopienice II	7,5	6,9	120	300	2600	7,5	7,1	40	200	900
8	Michałkowice I	7,5	7,1	145	500	4600	7,6	7,3	150	300	2400
9	Michałko- wice II	7,3	6,7	120	300	1700	7,5	7,9	90	200	1200
10	Chorzów	7,9	6,3	80	300	1700	7,4	6,9	100	300	1500
12	Michałko- wice III	8,4	7,9	230	300	1700	8,6	7,9	170	300	1000
13	Maciejkowice	7,3	6,8	140	400	2500	7,3	6,5	80	100	900
14	Brzozowice Kam.	7,2	6,6	90	500	5000	7,5	6,9	120	400	3500
15	Siemonia	7,5	7,1	110	300	2300	7,6	7,0	140	300	2000
16	Ożarówce	6,0	5,2	45	50	100	5,7	4,6	40	30	100
17	Dubieńsko	6,1	5,1	60	200	800	6,1	5,2	110	200	300
19	Dubieńsko III	5,6	4,5	40	100	100	5,9	4,8	60	200	100
20	Knurów I	7,5	6,9	50	200	900	7,5	6,6	40	200	700
21	Knurów II	6,1	5,2	70	200	200	5,9	4,9	90	100	200
22	Knurów III	6,0	5,1	40	100	200	6,0	5,1	40	200	200
23	Łaziska I	7,4	6,9	140	200	100	7,4	6,8	80	100	100
24	Łaziska II	7,5	7,0	150	200	100	7,5	7,1	130	100	100
25	Łaziska III	7,0	6,3	80	70	100	7,3	6,4	80	100	100
27	Gołonóg	7,5	7,2	40	200	300	7,5	7,3	25	100	200
28	Łosień	7,7	7,4	70	200	1700	7,7	7,3	65	200	1300
29	Wypaleniska	6,0	5,4	60	100	400	6,3	5,6	60	100	400

daje mi się, że badania naukowe winny iść w kierunku określenia strat z jednoczesnym wypracowaniem metod likwidacji tych szkód w produkcji rolniczej. I tak w zakresie uprawy roli winny być wypracowane metody agrotechniczne, które likwidowałyby niekorzystne przemiany gle-

bowe oraz na podstawie doświadczeń wprowadzane do uprawy roślin czy odmiany poszczególnych gatunków roślin odporne na zanieczyszczenie powietrza pyłami i gazami.

Jest również rzeczą znamioną, że w rejonie najbliższym zasięgu ZGH zwierzęta gospodarskie i drób nie mogą być chowane i użytkowane przez tak długi okres, jak to jest w rejonach, gdzie nie ma zanieczyszczenia powietrza pyłami i gazami. Badaniem wpływu zanieczyszczeń na stan zdrowia zwierząt nikt się dotąd nie zajmował.

Biorąc w dalszym ciągu za przykład powiat olkuski, trzeba również poruszyć kwestię zdrowotności ludzi. Lekarze olkuskiego szpitala stwierdzają, że większa jest śmiertelność ludzi na niektóre choroby w rejonach o nasilonym zapyleniu powietrza przez przemysł. Lekarz medycyny W. Batko w swej pracy doktorskiej (18) stwierdza na podstawie przeprowadzonych badań w ZGH Bolesław robotników tamtejszego zakładu, że na choroby zawodowe powstałe wskutek zapylenia powietrza w 1962 r. było zachorowań 1,1 %, a w 1963 r. już 3,4 % na ogólną ilość zachorowań 8,69 % pracowników w tym roku. Dalej stwierdza on również, że zwiększa się także liczba wypadków w każdym roku powstałych wskutek chorób zawodowych, a tym samym częściowej niesprawności zatrudnionych ludzi.

Reasumując to wszystko należy stwierdzić: że zanieczyszczenie powietrza pyłami i gazami przemysłowymi wywiera ujemne skutki na istniejący drzewostan i środowisko przyrodnicze, oddziałuje niekorzystnie na gleby, rośliny uprawne, zagraża również i zdrowiu ludzkiemu.

Wnioski

1. W celu wypracowania metod i sposobów likwidacji ujemnych wpływów zanieczyszczenia powietrza na gleby i rośliny uprawne należy prowadzić systematyczne badania w rejonach zakładów przemysłowych, a w szczególności odnośnie zawartości emitowanych związków przez gleby i rośliny uprawne.

2. W celu ochrony przed zapyleniem dalszych terenów należy tworzyć pasy zieleni ochronnej wokół zakładów przemysłowych emitujących pyły i gazy, a drzewostan leśny uzupełniać bardziej odpornymi gatunkami.

3. Zasada, że nowo budowane zakłady przemysłowe muszą być wyposażone w skuteczne urządzenia odpylające i neutralizujące emitowane gazy powinna być bezwzględnie przestrzegana. Zakłady nie posiadające urządzeń odpylających winny być w nie niezwłocznie zaopatrzone.

4. Należy przyspieszyć i uefektywnić badania nad urządzeniami do neutralizacji gazów emitowanych przez zakłady przemysłowe oraz uruchomić produkcję tych urządzeń.

5. Dotychczasowy rachunek ekonomiczny oparty na kryteriach efektów produkcji przemysłowej należy zrewidować i zastąpić rachunkiem

kompleksowym, uwzględniając również straty w produkcji rolniczej i w zasobach przyrody. Należy opracować odpowiednie kryteria i wskaźniki tego nowego rachunku.

6. Zamieszkałą ludność w strefie stałego zanieczyszczania powietrza należy objąć przymusowym badaniem lekarskim oraz pouczyć ją o stosowaniu racjonalnego odżywiania, przestrzegania higieny osobistej i stosowania właściwego odpoczynku po pracy.

LITERATURA

1. T. Skawina: Charakterystyka zmian glebowych wywołanych przez zanieczyszczenie powietrza w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym. Zeszyty Naukowe AGH w Krakowie. Zeszyt specjalny, nr 12, 1967 r.
2. T. Skawina, T. Wąchalewski: Pierwiastki śladowe w glebach przemysłowych GOP. Zakład Badań Naukowych GOP-PAN. Sympozjum rekultywacji terenów. Biuletyn, nr 5.
3. J. Paluch, St. Karweta: Die Akkumulierung Von Zink und Blei im Boden und in Pflanzen. Zakład Badań Naukowych GOP-PAN. Materiały VI Międzynarodowej Konferencji. Katowice 1968 r.
4. M. Warteresiewicz: Einfluss Der Luftverunreinigungen auf Pflanzen in der Nahe einiger Zinkhütten. Zakład Badań Naukowych GOP-PAN. Materiały VI Międzynarodowej Konferencji. Katowice 1968 r.
5. Z. Bojarski, Fr. Kamieniecki, T. Skawina: Charakterystyka i ocena szkodliwego oddziaływania przemysłu na lasy. Biuletyn, nr 55. Śląski Instytut Naukowy. Katowice 1965 r.
6. J. Siuta, T. Górski: Puławy. Wyniki pomiarów zanieczyszczeń atmosferycznych w rejonie Grzybowa. Praca nie publikowana.
7. J. Szalonek, M. Warteresiewicz: Wzrost i plonowanie ziemniaków w warunkach przemysłowego zanieczyszczenia powietrza. Biuletyn Zakładu Badań Naukowych GOP-PAN Zabrze, nr 8, 1966 r.
8. J. Szalonek, M. Warteresiewicz: Wpływ przemysłowych zanieczyszczeń powietrza na niektóre rośliny warzywne. Zakład Badań Naukowych GOP-PAN Zabrze. Biuletyn, nr 8, 1966 r.
9. J. Greszta i zespół: Badania nad szkodliwością działania pyłów i gazów przemysłowych na uprawy roślinne w okolicy Nowej Huty. Etap 1. Praca nie publikowana.
10. F. Szwagrzyk: Główne źródła zanieczyszczeń powietrza i wody w przemyśle ciężkim. Zeszyty Naukowe AGH. Ochrona powietrza przed zanieczyszczeniami. Kraków 1967 r.
11. J. Kozel, V. Mały: Skutki działania gazów na produkcję rolniczą. Zakłady Badań Naukowych GOP-PAN Zabrze. Biuletyn 5.
12. St. Kasina: Wstępne określenie sanitarnej strefy ochronnej ZGH Bolesław w Bolesławiu k/Olkusza. Biuletyn Służby Sanitarnej-Epidemiologicznej woj. Katowickiego. Rok XI, kwiecień--czewiec 1967, zeszyt nr 2/47.
13. Wyniki Badań Zanieczyszczenia Powietrza pyłami na terenie Ojcowskiego Parku Narodowego. Wojewódzka Stacja Sanitarnej-Epidemiologicznej w Krakowie. Praca nie publikowana.
14. Z. Baziuluch, L. Hawling: Strefa Ochrony Sanitarnej Zakładu Górniczo-Hutniczego Przemysłu Metali Nieżelaznych BIPROMET Katowice.

15. Referat Przewodniczącego PK FJN na Plenum dnia 21.12.1967 roku.
16. E. N. Willmer: Prof. Histologii Uniwersytetu w Cambridge. Gdzie się podziały motyle. Z rękopisu tłumaczenie prof. W. Szafera.
17. Juda Budziński: Zanieczyszczenie Atmosfery. PWN-T 1961.
18. W. Batko: Ocena Sanitarno-Higieniczna stanowisk pracy i stopnia zagrożenia załogi robotniczej ZGH w Bukownie 1965. Praca doktorska.