

Problemy ochrony roślin występujące w agrocenozach zanieczyszczonych związkami siarki

Zdzisław Przybylski

*Instytut Ochrony Roślin w Poznaniu
Terenowa Stacja Doświadczalna w Rzeszowie
ul. Langiewicza 28, 31-101 Rzeszów*

Słowa kluczowe: agrocenoza, związki siarki, ochrona roślin, owady

Emisja siarki w krajach europejskich

Żywiłowy rozwój przemysłu po drugiej wojnie światowej burzył w miarę ustabilizowany porządek w środowisku przyrodniczym i stworzył niezwykle zagrożenie dla jego biologicznej równowagi. Niewłaściwe wykorzystanie zdobyczy nauki i techniki w imię postępu gospodarczego doprowadziło do dewastacji ekologicznej w wielu rejonach Europy, a także w naszym kraju. Obok niewątpliwych korzyści dla rozwoju cywilizacji, w społeczeństwach narastał niepokój i stawiano pytanie: w jakim stopniu emisje przemysłowe niszczą środowisko przyrodnicze, w którym żyje człowiek. Odpowiedzią na nie był znany nam Raport U Thanta, który nie ograniczał się tylko do ogólnego problemu stałego pogarszania się środowiska przyrodniczego, ale dotyczył wielu ważnych zagadnień bardzo szczegółowych, jak zanieczyszczenia wód, degradacji gleb, skażenia powietrza atmosferycznego, w konsekwencji prowadzących do stopniowej zmiany klimatu. Zanieczyszczenia przemysłowe naruszają bowiem równowagę nie tylko w środowisku przy samej powierzchni ziemi, ale również na dużych wysokościach, oddziałując na przebieg zjawisk atmosferycznych, tj. temperaturę powietrza, prędkość wiatru oraz ilość energii słonecznej wchłanianej i odbijanej od powierzchni ziemi.

Spośród składników zanieczyszczających środowisko przyrodnicze najpoważniejsze znaczenie mają związki siarki nie tylko ze względu na znaczną szkodliwość

dla biocenozy, ale także na ich szybkie przemieszczanie od źródeł emisji. Raport Szwedzko-Polskiego Towarzystwa Ochrony Przyrody ocenia, że w 1900 roku ogólna emisja siarki w Europie wyniosła 8,0 mln ton, natomiast w 1988 roku osiągnęła 25,0 mln ton. W krajach europejskich znaczący udział w emisji siarki miały w kolejności: ZSRR — 5,1 mln ton, Niemiecka Republika Demokratyczna — 2,5 mln ton, Polska — 2,27 mln ton, Wielka Brytania — 1,84 mln ton, Hiszpania — 1,58 mln ton, Czechosłowacja — 1,45 mln ton oraz Republika Federalna Niemiec — 1,02 mln ton. W przeliczeniu na km² powierzchni, Polska zajmowała trzecie miejsce po NRD i Czechosłowacji. W 1989 roku Europa łącznie ze Związkiem Radzieckim wyemitowała do atmosfery 30,0 mln ton siarki, Ameryka Północna 16 mln ton. Zawartość dwutlenku siarki w atmosferze pochodząca z działalności człowieka w tym czasie była dziesięciokrotnie większa od ilości siarki dostającej się do powietrza atmosferycznego w wyniku naturalnych procesów występujących na naszym globie.

Skutki zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego związkami siarki są wielostronne i działają toksycznie nie tylko na rośliny, ale także na zwierzęta i człowieka. U ludzi atakują one narządy oddechowe, co prowadzi do nieżytów oskrzeli, a w wypadku zaabsorbowania siarki na cząsteczkach pyłu wnika ona głębiej, przedostając się do płuc. U osób długo zamieszkujących w pobliżu zakładów emitujących dwutlenek siarki wzrasta zachorowalność na choroby dróg oddechowych i układu krążenia oraz śmiertelność spowodowana tymi chorobami [5, 16].

Nie można pominąć również olbrzymich strat ekonomicznych, jakie wywoływane są w gospodarce narodowej w wyniku osadzania się na powierzchni metali, materiałów budowlanych, tworzyw sztucznych wilgotnego powietrza zawierającego siarkę. W sprzyjających warunkach tworzący się kwas siarkowy powoduje korozję wspomnianych wyżej materiałów. Przedstawiony w 1968 roku przez Dyрекcję Budownictwa i Prac Publicznych Ministerstwa Wyposażenia i Budynków Mieszkalnych we Francji raport określił straty roczne tylko w budownictwie na 1,9 mld nowych franków. W 1970 roku łączne straty w rolnictwie spowodowane przez hutę aluminium w Saint-Jean-de-Mauroenne także we Francji obliczone zostały na 1,5 mln nowych franków [5]. Według Beavera [2], straty ekonomiczne, jakie poniosło w ciągu jednego roku społeczeństwo francuskie wskutek chorób wywołanych przez skażone środowisko przyrodnicze, określono na około 100 nowych franków na jednego mieszkańca. W Polsce obliczenia tego rodzaju strat w skali całego kraju nie prowadzono, że były one wysokie, świadczą materiały przedstawione na sympozjum I Ogólnopolskiego Przeglądu Filmów „Człowiek i jego środowisko” w Katowicach. Tylko w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym przybliżone straty jedynie w produkcji zwierzęcej wynosiły rocznie w pierwszych latach siedemdziesiątych 1 mld złotych [6].

W wielu rejonach Europy przekraczane były dopuszczalne normy w zakresie zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego przez związki siarki. Konsekwencją tego były między innymi widoczne uszkodzenia lasów. W niektórych krajach Europy, jak

w Wielkiej Brytanii, Niemczech, Polsce, Norwegii i Holandii ponad 50% powierzchni lasów miało charakterystyczne uszkodzenia liści lub igieł drzew szpilkowych [18].

W Polsce od 1992 roku notowany jest stopniowy spadek emisji gazowych zanieczyszczeń przez zakłady przemysłowe [17]. Do dużych ośrodków przemysłowych zanieczyszczających od wielu lat środowisko przyrodnicze w naszym kraju należały także kopalnie i Zakłady Przetwórcze Siarki koło Tarnobrzega. W latach siedemdziesiątych zakłady te emitowały do atmosfery średniorocznie 38,5 tys. ton SO_2 , 21,9 tys. ton SO_3 oraz 160 ton H_2SO_4 [12]. Szczególną szkodliwość dla środowiska przyrodniczego wykazuje dwutlenek siarki, który będąc dwa razy cięższy od powietrza, wolno opada w dół i osadza się na powierzchni roślin i gleby. Gaz ten z powierzchni liści może przedostawać się przez szparki oddechowe do przestrzeni międzykomórkowych, gdzie wypiera tlen i dwutlenek węgla, co w zasadniczy sposób osłabia czynności życiowe roślin. Następuje powolny rozkład chlorofilu, co prowadzi do zahamowania asymilacji, następuje zamieranie liści, a u drzew także poszczególnych pędów i łodyg [1]. Nawet przy niedużej zawartości dwutlenku siarki w powietrzu występują chroniczne zaburzenia w fotosyntezie, oddychaniu i gospodarce wodnej. Konsekwencją tego jest wolniejszy wzrost rośliny, drzewa owocowe kwitną słabo, w tym część kwiatów ulega uszkodzeniu.

Kompleksowe badania nad wpływem zanieczyszczonej związkami siarki agrocechozy na rośliny i entomofaunę w rejonie Zakładów Przetwórczych Siarki rozpoczęto w 1966 roku [12]. Nieustanne zanieczyszczanie powietrza atmosferycznego doprowadziło do poważnego zniszczenia krajobrazu rolniczego, szczególnie w odległości do kilku kilometrów od Zakładów Przetwórczych Siarki. Skażone związkami siarki gleby uległy znacznej degradacji. Wykonana w 1992 roku kolejna analiza chemiczna gleby w różnych odległościach od emitorów Zakładów Chemicznych wykazała utrzymujący się nadal stan silnego zakwaszenia oraz wysokiej zawartości w glebie siarki ogólnej i siarki siarczanowej. Zjawisko to dotyczyło szczególnie pierwszej strefy zanieczyszczeń, tj. w odległości do 2 km od zakładów, gdzie zawartość siarki całkowitej (S) wynosiła $525,0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ oraz siarki siarczanowej (S- SO_4) $83,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. W odległości do 2,0 km od Zakładów Chemicznych całkowicie wyginęły sady czereśniowe, a ponad 60% drzew jabłoniowych miało uszkodzone pędy szczytowe. Wiele jabłoni wskutek osłabienia asymilacji stopniowo ginęło, szczególnie po mroźnych zimach. Niewidoczne, choć niekorzystne zmiany w rozwoju drzew zachodziły również u gatunków uznanych za względnie odporne na zanieczyszczenia związkami siarki. Badania takie przeprowadzono między innymi na wiśni, dębie i brzozie. Obliczenia statystyczne otrzymanych wyników badań średniej masy liści pobranych losowo po 100 sztuk w czterech powtórzeniach z korony drzew tego samego wieku wykazały istotną różnicę między kontrolą a obiektem zanieczyszczonym związkami siarki (tab. 1).

Szczególnie przygnębiające wrażenie wywoływało zjawisko masowego opadania zdrowych, zielonych i w pełni rozwiniętych liści wolno stojących wśród pól drzew

Tabela 1. Długotrwałe oddziaływanie związków siarki na niektóre gatunki drzew liściastych w rejonie Zakładów Przetwórczych Siarki w porównaniu z obiektem kontrolnym

Gatunek drzewa	Miejscowość	Średnia wielkość liścia		
		długość [cm]	szerokość [cm]	masa [g]
Wiśnia	Chmielów (I strefa zanieczyszczeń)	6,72	3,42	3,40*
	Nowa Dęba (kontrola)	7,92	3,65	4,25
	NIR _{0,005}	1,07	0,88	0,19
Dąb	Chmielów (I strefa zanieczyszczeń)	9,60*	5,62*	4,45*
	Nowa Dęba (kontrola)	11,50	6,98	5,70
	NIR _{0,005}	1,13	0,91	0,83
Brzoza	Chmielów (I strefa zanieczyszczeń)	3,97*	3,20*	1,12*
	Nowa Dęba (kontrola)	5,47	4,35	1,92
	NIR _{0,005}	1,06	1,075	0,21

liściastych, które masowo leżały wokół każdego drzewa. Przyczyną tego było przejście w ciągu nocy szerokiego strumienia skażonego powietrza uwalnianego przez Zakłady Przetwórcze Siarki. Zwiększona koncentracja tlenków siarki ogranicza jednocześnie rozwój mikroorganizmów oraz chorób roślin pochodzenia grzybowego. W sadach jabłoniowych zlokalizowanych w strefie silnego zanieczyszczenia związkami siarki obserwowano wyraźne ograniczenie porażenia jabłoni odmiany McIntosh oraz Boiken przez parcha jabłoniowego (*Venturia inaequalis* Aderh). Zjawisko to potwierdzone zostało również przez Saundersa [15], który stwierdził przy zwiększonej koncentracji SO₂ wstrzymanie rozwoju takich znanych chorób roślin uprawnych, jak *Botritis cinerea* Pers, *Phytophthora infestans* de Bary oraz *Didymellina macrospora* Kleb.

Negatywny wpływ na rośliny miała również zanieczyszczona gleba. Przekroczone dopuszczalne stężenie jonów wodorowych w kompleksie sorpcyjnym gleby wpływało niekorzystnie na wzrost i rozwój roślin zbożowych. W odległości do 3,0 km od Zakładów Przetwórczych Siarki — wiosną — następowały zmiany w zabarwieniu liści pszenicy ozimej. Rośliny ginęły w różnych fazach rozwojowych, odsłaniając białe placie zdegradowanej gleby. Przeprowadzone szczegółowe badania nad wpływem zanieczyszczonej agrocenozy na plantacje pszenicy ozimej wykazały, iż w pierwszej strefie zanieczyszczeń przeciętne uzyskiwane plony były średnio o 1,1 tony niższe z hektara w stosunku do plantacji kontrolnych, położonych w odległości około 10 km od zanieczyszczonej strefy. Straty w plonach pszenicy wynikały z następujących przyczyn:

- wczesnego zamierania liści podflagowych i flagowych zbóż, co bezpośrednio wpływało na obniżenie wysokości źdźbła oraz długości kłosa;
- zmniejszenie średniej liczby ziaren w kłosie i średniej masy 1000 ziaren.

Szczegółowe wyniki przeprowadzonych w tym zakresie badań przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Średnie wielkości badanej cechy rośliny pszenicy ozimej uprawianej w rejonie Zakładów Przetwórczych Siarki w porównaniu z obiektem kontrolnym (średnie ze 100 roślin)

Badane cechy	Odległość od Zakładu Chemicznego	
	0,5–1,0 km	10,0 km (kontrola)
Rośliny (faza: koniec kwitnienia)		
Wysokość rośliny [cm]	80,0	97,2
Długość kłosa [cm]	7,9	9,8
Długość liścia flagowego [cm]	8,0	9,7
Długość liścia podflagowego [cm]	20,4	20,2
Liczba liści flagowych zniszczonych na 100 roślin [szt.]	68,0	12,0
Liczba liści podflagowych zniszczonych na 100 roślin [szt.]	86,0	12,0
Ciężar masy zielonej jednej rośliny [g]	44,0	106,0
Rośliny (faza: pełna dojrzałość)		
Masa 100 kłosów [g]	102,0	162,0
Liczba ziaren w kłosie [szt.]	24,0	31,0
Masa 1000 ziaren [g]	39,8	43,6
Masa ziarna ze 100 kłosów [g]	90,0	138,0
Nasiona poślednie [%]	1,3	0,6
Siła kiełkowania nasion [%]	98,0	98,0

Występowanie ważniejszych szkodników sadów i zbóż w agrocenozie zanieczyszczonej związkami siarki

Wieloletnie badania i obserwacje wykazały stopniowe niekorzystne zmiany zachodzące w entomofaunie pól uprawnych i sadów w strefie zanieczyszczonej związkami siarki. W takiej sytuacji nie jest możliwe korzystanie z jednolitego programu chemicznej ochrony roślin, opracowanego dla całego województwa, a nawet dla powiatu. Niebranie pod uwagę tego faktu prowadzi do nieuzasadnionych zabiegów chemicznych, a zatem dodatkowego zanieczyszczenia agrocenozy oraz zwiększenia strat ekonomicznych.

Oto niektóre przykłady dotyczące bezpośredniego wpływu zanieczyszczeń przemysłowych na występowanie entomofauny w sadach i na plantacjach zbóż w strefie oddziaływania emitowanych związków siarki, w odległości do 3,0 km od Zakładów Przetwórczych Siarki. Otrzymywane wyniki badań porównywano z obiektami kontrolnymi, oddalonymi od Zakładów około 30,0 km. W sadach jabłoniowych, na drzewach w wieku od 25 do 30 lat, w strefie zanieczyszczonej tylko sporadycznie stwierdzono niewielkie złoża jaj przędziorka owocowca (*Panonychus ulmi* Koch.) i rubinow-

ca owocowca (*Briobia rubiocolus* Scheuten). Na jabłoniach kontrolnych szkodniki te występowały masowo. Należy zaznaczyć, że do badań typowano jedynie sady nieobjęte chemiczną ochroną przed szkodnikami i chorobami. Podobnie, w niedalekiej odległości od Zakładów Chemicznych nie występowały również zimujące stadia tak groźnych szkodników, jak prządki pierścienicy (*Malacosoma neustria* L.), kuprówki rudnicy (*Euproctis chrysorrhoea* L.), brudnicy nieparki (*Lymantria dispar* L.), namiotnika jabłoniowego (*Hyponomeuta malinellus* Zell.) oraz zwójkowatych (*Tortricidae*). Zjawisko to dotyczyło również owadów drapieżnych. Wymienione wyżej szkodniki stwierdzano tak w stadium zimującym, jak i w okresie wegetacji jedynie w sadach na obiekcie kontrolnym. Spośród szkodników, których występowanie zarówno w stadium zimującym, jak i w okresie wegetacji stwierdzano w dużym nasileniu w zanieczyszczonej agrocenozie, należy wymienić mszyce (*Aphididae*), miódówkę jabłoniową (*Psylla mali* Schmidb), misecznika dwuguzka (*Lecanium bituberculatum* Targ), skorupika jabłoniowego (*Lepidosaphes ulmi* L.) oraz w średnim nasileniu kwieciaka jabłkowca (*Anthonomus pomorum* L.). W miarę oddalania się od zanieczyszczonej strefy związkami siarki, tj. powyżej 3,0 km, następowały stopniowe zmiany w liczebności populacji szkodników, jak i gatunku owadów występujących w sadach. Stwierdzano stopniowy pojaw zwójkówek oraz gąsienic namiotnika jabłoniowego. Wyraźnie wzrastała liczebność przedziorków, malała natomiast liczba kolonii mszyc.

Równie interesujące są wyniki badań nad wpływem związków siarki na szkodliwą entomofaunę zbóż oraz innych roślin uprawnych. W rejonie południowo-wschodniej Polski, spośród szkodników zbóż, istotne znaczenie gospodarcze ma mszyca zbożowa (*Sitobion avenae* F.) oraz wciornastek zbożowy (*Haplothrips aculeatus* Fabr.). Przeprowadzone czteroletnie badania ściśle wykazały, iż mszyce oraz wciornastki stanowią w zanieczyszczonej agrocenozie poważne zagrożenie dla zbóż, nawet w latach, gdy gatunki te na plantacjach kontrolnych występują w bardzo małym nasileniu. Mszyca zbożowa na plantacjach kontrolnych rzadko osiągała próg ekonomicznej szkodliwości, który wynosi od 5 do 10 sztuk na jeden kłos. Należy podkreślić, iż bez względu, czy mszyca zbożowa w danym roku występowała w dużym lub małym nasileniu, zawsze stwierdzano statystycznie istotną różnicę między obiektem zanieczyszczonym związkami siarki a plantacjami kontrolnymi [tab. 3]. Podobne wyniki badań otrzymywano dla wciornastka zbożowego.

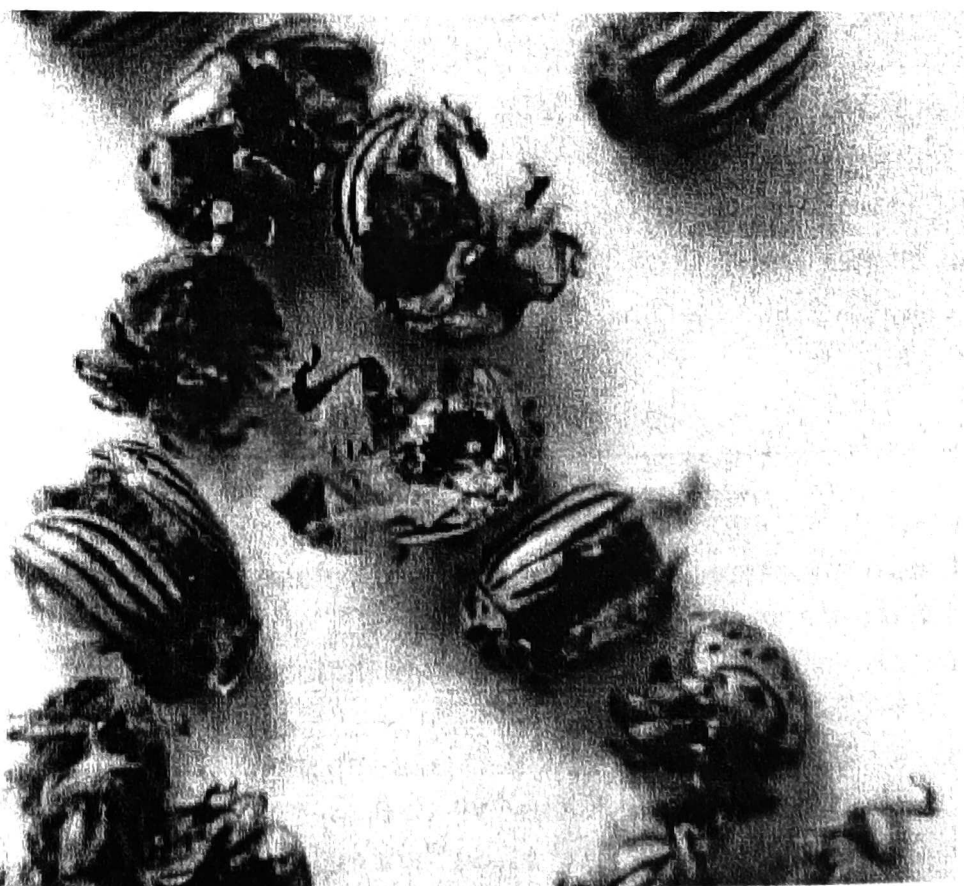
Tabela 3. Występowanie mszycy zbożowej (*Sitobion avenae* F) na kłosach pszenicy jarej w rejonie Zakładów Przetwórczych Siarki w porównaniu z obiektem kontrolnym (faza rozwoju rośliny — pełne kłoszenie) w latach 1987–1990

Obiekt	Średnia liczba mszyc na 100 kłosów			
	1987	1988	1989	1990
Chmielów (I strefa zanieczyszczeń)	166,30*	33,50*	64,00*	247,00*
Zarębki (kontrola)	30,7	9,0	11,25	90,00
NIR _{0,005}	69,32	23,17	28,45	70,00

Tabela 4. Średnia masa larwy stonki ziemniaczanej oraz larwy w stadium L4 w rejonie Zakładów Przetwórczych Siarki w porównaniu z obiektem kontrolnym w 1993 roku

Obiekty	Masa [g]	
	chrząszcza	larwy
Chmielów (I strefa zanieczyszczeń)	0,112*	0,137*
Zarębki (kontrola)	0,120	0,145
NIR _{0,005}	0,0045	0,03457

Niezwykle interesujące wyniki badań uzyskano w wypadku stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Szkodnik ten występował w poszczególnych latach na każdej plantacji ziemniaków w zanieczyszczonej związkami siarki strefie, bez względu na odległość od Zakładów Przetwórczych Siarki. Nie znaczy to jednak, iż u tego szkodnika brak jest jakichkolwiek negatywnych objawów spowodowanych wpływem skażonej agrocenozy. Przeprowadzone ściśle badania na plantacjach zanieczyszczonych oraz w laboratorium instytutu wykazały statystycznie istotną różnicę w stosunku do obiektu kontrolnego w zakresie kilku ważnych zjawisk [14]. Należy tutaj wymienić przede wszystkim zmniejszenie średniej liczby jaj w złożu oraz liczby larw wylęgłych w stosunku do liczby złożonych jaj, a także obniżenie przeciętnej masy ciała larwy w stadium L4 oraz chrząszcza po przepoczwarczeniu się larw w zanieczyszczonej związkami siarki glebie (tab. 4). Niezwykle ciekawym, chyba rzadko spotykanym zjawiskiem u stonki ziemniaczanej było stwierdzenie w badaniach laboratoryjnych kaniibalizmu wśród chrząszczy głodujących w obiekcie zanieczyszczonym siarką (rys.1).



Rysunek 1. Zjawisko kaniibalizmu u stonki ziemniaczanej

Podsumowanie

Przedstawione w dużym skrócie wyniki badań nad wpływem zanieczyszczonej związkami siarki agrocenozy na niektóre gatunki roślin oraz entomofaunę pól uprawnych i sadów stanowią tylko niewielki wycinek ogromnego problemu, jakim jest postępujące zagrożenie środowiska biotycznego wraz z rozwojem produkcji przemysłowej. Obok trudnych do oszacowania strat materialnych oraz negatywnych zjawisk w środowisku przyrodniczym pojawił się także niezwykle ważny czynnik zdrowia ludzkiego. W tej sytuacji od dość dawna podkreślano znaczenie lasów, nie tylko z punktu widzenia ich wartości gospodarczej, ale także jako leśnych stref odgradzających ośrodki przemysłowe od skupisk ludzkich i obszarów rolniczych. Ich znaczenie dla zmniejszenia stopnia zanieczyszczenia agrocenoz związkami siarki jest znaczący i nie budzi żadnych wątpliwości [7, 9]. Tego rodzaju działania w naszym kraju były bardzo nieliczne. Wynikało to być może z przeświadczenia, że nowoczesna technika stworzyła „nowe środowisko” uniezależniające człowieka od pierwotnego naturalnego środowiska przyrodniczego. W Polsce, pomimo systematycznego obniżania się emisji dwutlenku siarki z zakładów przemysłowych, nadal notuje się przekroczenie norm emisji tego związku w różnych rejonach kraju [18]. Sytuacja taka stwarza także szereg problemów w produkcji roślinnej, w tym realizacji jednolitego programu ochrony roślin uprawnych przed agrofagami. Integrowane metody ochrony roślin są bowiem oparte w dużym stopniu na biologiczno-ekologicznych podstawach [11]. Przesłanki te w wypadku zanieczyszczonych emisjami przemysłowym i agrocenoz powinny być szczególnie brane pod uwagę. Stan środowiska w rejonie dużych zakładów przemysłowych daleko odbiega od przeciętnych warunków, jakie istnieją w nieskażonych ekosystemach wiejskich. Należy jeszcze raz podkreślić, że w przeliczeniu na jednego mieszkańca Polska emituje więcej tlenków siarki niż którykolwiek kraj OECD w Europie; emisja ta jest trzykrotnie wyższa niż w najbardziej zanieczyszczonym kraju europejskim [20].

Literatura

- [1] Agrawal S.B., Agrawal M. 1991. Effect of sulphur dioxide exposure on chlorophyll content and nitrogenase activity of *Vicia faba* L. plants. *Bulletin of environmental contamination and toxicology* USA. 47: 770–774.
- [2] Beaver R. 1972. Le cout des effets de la pollution atmosphérique. *Pollution Atmosphérique* 56: 324–329.
- [3] Białobok S., Karolewski P. 1978. Ocena odporności sosny zwyczajnej na działanie SO₂ i O₃. *Arboretum Kórnickie* XXII: 299–310.
- [4] Cholet R., Pilet P.E. 1968. Action du fluor et du sulfite sur les aiguilles du *Pinus silvestris*. *Institute de Biologie et de Physiologie Végétales. Université de Lousanne*: 18–27.

- [5] Dumont J.J., Folz M. 1972. Le cout des effets de la pollution atmosphérique. *Pollution Atmosphérique* 56: 339–349.
- [6] Jarzębski S. 1972. Wpływ przemysłu na środowisko. Materiały na Sympozjum I Ogólnopolskiego Przeglądu Filmów „Człowiek i jego środowisko”. Katowice: 19–31.
- [7] Keller T. 1971. Auswirkungen der Luftverunreinigungen auf die vegetation. *Berichte Rapports* 67: 161–168.
- [8] Król A. 1974. Wpływ Tarnobrzесьkiego Zagłębia na lasy. *Aura* 2: 7–8.
- [9] Lesiński J. 1974. Lasy ochronne. *Aura* 1: 6–9.
- [10] Pellissier M. 1972. La pollution atmosphérique et ses effets sur la végétation. Service de protection de l'environnement du Gouvernement du Quebec et de l'Université du Quebec: 11–40.
- [11] Pruszyński S. 1998. Rozwój ochrony roślin po II wojnie światowej z uwzględnieniem wymogów ochrony środowiska. Degradacja środowiska naturalnego w rolniczej działalności z uwzględnieniem ochrony roślin — mity i fakty. Inst. Ochrony Roślin: 7–20.
- [12] Przybylski Z. 1974. Resultats d'observations relatives á l'influence des gaz et vapeurs de soufre sür les arbres fruitiers, arbustres et arthropodes aux alentours des usines et mines de soufre dans la region de Tarnobrzeg. *Environmental Pollution*. 6: 67–74.
- [13] Przybylski Z. 1990. The occurrence of *Sitobion avenae* F. on wheat in the agroecosystem polluted by sulphur compounds in 1987–1988. *Arch. Phytopath. Pflanz.* (26)5: 473–479.
- [14] Przybylski Z. 1996. Study of the impact of sulphur compounds polluted agrocenosis on the starving insects of colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say). *Arch. Phytopath. Pflanz.* (30): 222–340.
- [15] Saunders J.W. 1973. Effects of Atmospheric Pollution on Loaf Surface Microflora. Research Unit. University of Manchester. *Pestic Sel.* 4: 589–593.
- [16] Siuta J. 1980. Siarka w biosferze. PWRiL Warszawa.
- [17] Stan środowiska w Polsce. Raport Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska. 1998. Warszawa: 26–34.
- [18] Szwedzko-Polskie Towarzystwo Ochrony Środowiska i Urząd Ochrony Przyrody — Ponadgraniczne zagrożenie środowiska. 1989. Sztokholm: 4–42.
- [19] Wateresiewicz M. 1976. Niektóre aspekty oddziaływania dwutlenku siarki na rośliny. Materiały na Naukową Sesję Jubileuszową. PAN, Zabrze: 74–83.
- [20] Wiąckowski S.K. 2000. Przyrodnicze podstawy inżynierii środowiska. Wydawca S.K. Wiąckowski, Kielce: 539–552.

Plant protection problems occurring in agroecosystems polluted by sulphur compounds

Key words: plant protection, agroecosystems, sulphur compounds, insects

Summary

The paper presents some problems that occur in chemical plant protection in the regions polluted by industrial emissions. An example of this problem may be the results of many years' research conducted in this field in the agroecosystem polluted by sulphur compounds in the region of sulphur factory, near Tarnobrzeg. They showed serious disturbances in ecological balance leading to irreversible changes in the fauna of cultivated plant. This phenomenon concerns mainly the area in the distance of 3 km from chemical factories. Many species of insects have died on the meadows directly affected by the emissions of sulphur compounds. This problem concerned also the useful insects. However, the insects developing under cover of leaves and particularly those which feed on plant juice, e.g. aphids, occurred in great numbers both in meadows and in corn. In integrated methods of plant protection these problems should be taken into consideration, especially when plant protection programmes are worked out for the regions polluted by industrial emission.