

BOGDAN KLUCZYŃSKI

## Oddziaływanie fluoru i jego związków na rośliny

Procesowi spalania węgla towarzyszy wydzielanie się, obok tak pospolitych zanieczyszczeń powietrza jak pyły lub dwutlenek siarki, nieznacznych ilości związków fluoru. Pomimo powszechnego charakteru tego procesu uwalniany z niego fluor nie stanowi dużego niebezpieczeństwa dla środowiska. Poważne natomiast zagrożenie lokalne powodują: huty aluminium, szkła i stali, fabryki nawozów fosforowych, materiałów ogniotrwałych, emalii oraz cegielnie. Najbardziej uciążliwe dla otoczenia są huty aluminium i fabryki nawozów fosforowych. Jest to spowodowane zarówno największą ilością wyzwolonego fluoru na tonę gotowego produktu, jak też olbrzymią mocą przerobową tych zakładów. Ponieważ produkcja obu tych gałęzi wytwórczości datuje się od połowy XIX wieku (Mormul i Olszewski 1969), można orientacyjnie mówić o ponad stuletnim problemie szkód wyrządzanych przez emisje fluoru.

Wyziewy fluorowe znane są ze swej wysokiej toksyczności. Greckie słowo *ftorios* na określenie fluoru, znaczy tyle co „niszczący”. Przemysł emituje fluor w postaci gazów (głównie fluorowodoru HF), pyłów (fluoroków) i par. Roślinność absorbuje go i kumuluje w swych organach. Powoduje to w konsekwencji jej uszkodzenie, zahamowanie wzrostu, niekształcenie, częstokroć zaś całkowite zamieranie.

Sumaryczne stężenie związków fluoru (gazów, pyłów i par) w ciągu doby nie powinno przekraczać  $0,01 \text{ mg/m}^3$  powietrza, a jednorazowe w ciągu 20 minut —  $0,02 \text{ mg/m}^3$  (Just 1972, Głowiak i inni 1973). Fluorowódor (cyt. za: Świebodą 1964, Godzikiem i Piskornikiem 1969, Hindawim 1970, Dziubkiem 1973) oddziałuje toksycznie na tkankę roślinną już od stężenia  $0,1 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  powietrza (czyli  $0,0001 \text{ mg/m}^3$  lub  $0,0000001 \text{ mg/l}$ ). W emitowanych zanieczyszczeniach (Szalonek 1967) stężenia gazowych związków fluoru wynoszą do ponad  $100 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ , przeciętnie zaś kilka  $\text{ } \mu\text{g/m}^3$ , przy czym nawet w krótkich odstępach czasu występują znaczne ich wahania. Wykonane metodą aspiracyjną w sąsiedztwie fabryki nawozów fosforowych pomiary Dziubka (1973) wykazały stężenia do  $0,0027 \text{ mg F/l}$  powietrza, a w sąsiedztwie huty aluminium do  $0,009 \text{ mg/l}$ . Nawet bardzo wysoka norma dopuszczalnych stężeń ( $0,03 \text{ mg/m}^3$ ) jest w praktyce znacznie przekraczana. Przekroczenia progu toksyczności fluorowodoru dla roślin ( $0,1 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ) są, jak się okazuje po przeliczeniu przytoczonych wyżej pomiarów Dziubka, co najmniej kilkadziesiąt tysięcykrotnie!



Uszkodzenia i szkody spowodowane przez fluor (Bovay 1969, De Cormis 1970, Dässler i inni 1972) są podobne do szkód wywołanych działaniem dwutlenku siarki, a także chloru i innych gazów (poza ozonem i związkami organicznymi w postaci gazu). Podobieństwa te są porównywalne przy 10-1000 razy mniejszej zawartości fluoru niż  $\text{SO}_2$  w powietrzu, przy czym objawy uszkodzeń fluorowych występują po dłuższym okresie czasu.

Akumulacja gazowych związków fluoru odbywa się w komórkach i w tkankach roślinnych w różnym nasileniu. Stwierdzono (Hill cyt. za Piskornikiem i Godzikiem 1970), że zawartość fluoru w liściach może być do miliona razy wyższa niż jego stężenia w powietrzu. W normalnych warunkach rośliny zawierają nieznaczne ilości tego pierwiastka pobranego głównie z gleby, gdzie najczęściej występuje w formie niedostępnej dla nich. Zawartość F w roślinach wolnych od skażeń (cyt. za Dziubkiem i innymi 1970) kształtuje się w granicach od ilości śladowych do 0,6 mg, wyjątkowo do 1 mg na 100 g suchej masy (0,6 - 1,0 mg<sup>0/0</sup> albo 6 - 10 ppm). Godzik i Piskornik (1970) podają za Garberem wyższą górną granicę naturalnej koncentracji fluoru w roślinie (0,05 - 2,0 mg<sup>0/0</sup>). W terenach zanieczyszczonych ilości te wzrastają czasem do 1000 mg<sup>0/0</sup> w przeliczeniu na suchą masę. W skażonej paszy Dziubek (1970) stwierdził zawartość fluoru w granicach 1,7 - 24,2 mg<sup>0/0</sup> (17 - 242 ppm). Ten sam autor wespół z innymi (1970) przeanalizował 119 próbek pobranych z poszczególnych części morfologicznych roślin łąkowych, pastwiskowych, zbóż, okopowych, warzyw i drzew rosnących w najbliższej okolicy huty aluminium. Odnotował wówczas zawartości fluoru w szerokich granicach 1,3 - 1000,0 mg<sup>0/0</sup> (13 - 10000 ppm), przy czym na największe liczebności prób (31,1<sup>0/0</sup> i 21,0<sup>0/0</sup>) przypadają odpowiednio zawartości 100 i 210 ppm.

Według Świebody (1964) zawartość związków fluoru w glebie jest zazwyczaj dość duża. Są to jednak głównie związki nierozpuszczalne w wodzie i rośliny przyswajają je w nieznacznych ilościach (z wyjątkiem dobrze przyswajanego NaF). Prócz tego same korzenie ograniczają ich pobieranie, szczególnie przy kwaśnym odczynie gleby. De Cormis (1970) podaje, że niemożliwe jest absorbowanie przez rośliny fluoru z gleby, jeśli nawet występuje w niej w dużych ilościach, a tym bardziej powodowanie tą drogą nekrozy liści. Według niego, z gleby do nadziemnej części rośliny fluor praktycznie nie przenika. Brewer i inni (1959) podają, że w normalnych warunkach liście drzew cytrusowych zawierają do 10 ppm fluoru w stosunku do suchej masy, podczas gdy hodowane na pożywkach z dodatkiem fluoru (stężenie F do 25 ppm) — od 34 do 59 ppm. Już te poziomy stężenie fluoru mają negatywny wpływ na wzrost i plonowanie przy czym nie stwierdzono, czy przyczyną tych zaburzeń jest zatrucie systemu korzeniowego czy też nadziemnej części drzewek



cytrusowych. Koncentracja  $F=100$  ppm w pożywce powodowała śmierć roślin. Podczas krótkotrwałego działania  $F$  z powietrza w stężeniu 50 000 razy wyższym stwierdzono w liściach niższe zawartości fluoru od podanych wyżej 34 - 59 ppm. Eksperymenty Brewera a także Dainesa (cyt. za Brewerem 1959) dowiodły, że fluor pobrany z podłoża gromadzi się głównie w korzeniach, pobrany z powietrza — w liściach. Navara (1969) badając reakcję *Pisum sativum* L. na podawany do pożywki Knoppa fluor (0,20 g/l) w postaci NaF stwierdził nie tylko zachwianie procesów fizjologicznych (oddychanie, transpiracja), ale także wyraźne uszkodzenia liści.

Paluch i Szalonek (1970) zwracają uwagę na wyraźną korelację między stężeniem fluoru w roślinach i w powietrzu. Ze wzrostem odległości od źródła emisji zaznacza się wyraźny spadek zawartości fluoru w organach asymilacyjnych roślin, przy czym bywa on już znaczny przy niewielkim wzroście odległości.

Zmiany patologiczne nie zawsze idą w parze ze stężeniem fluoru w roślinie. Świadczy o tym chociażby fakt odnalezienia liści (De Cormis 1970) zawierających silne, dochodzące niekiedy do 800 ppm, dawki  $F$  i nie zdradzających objawów nekrozy, podczas gdy liście *Gentiana lutea* L. są już bardzo uszkodzane przy zawartości 40 - 50 ppm. U niektórych gatunków roślin odmienna odporność wynika z różnic w intensywności pobierania, u innych — z różnic w prędkości przenikania fluoru. W trakcie badań nad wpływem HF na mietczyki zaobserwowano, że u odmian odporniejszych na ten gaz zawartość fluoru jest wyższa. Stwierdzono także, że po pewnym czasie zawartość pobranego fluoru spada nawet do 50%. W związku z tym wysunięto przypuszczenie, że roślina może wyzalać fluor w postaci produktów lotnych, na przykład fluorooctanu lub fluorku winylu.

Roślina absorbuje fluor z powietrza za pomocą organów asymilacyjnych. Po wniknięciu do tkanek roślinnych odkłada się głównie w warstwie komórek epidermy. Może też być akumulowany na powierzchni liści. Analiza pojedynczej komórki wykazała, że najwięcej fluoru zatrzymuje się w jej ścianach, nieco mniej w chloroplastach i we frakcji białek rozpuszczalnych w wodzie, najmniej — w mitochondriach i we frakcji rybosomalnej. Większość zaabsorbowanego fluoru (cyt. za Piskornikiem i Godzikim 1970) lokalizuje się w wierzchołkowych i brzeżnych partiach organów asymilacyjnych. Stosunkowo nieznaczne ilości przypadają na łądygę i ogonki liściowe. Najwięcej fluoru (Jamrich 1972) gromadzi się nie w miejscu nekrozy, lecz w części przejściowej między tkanką nekrotyczną a jeszcze zdrową. Fluor z tkanki martwej niejako przepływa do zdrowej.

Fotosynteza i oddychanie są procesami szczególnie czułymi na zanieczyszczenia powietrza. Ujawnia się to wyraźnie przy stężeniach powodujących widoczne uszkodzenia liści. Badając wpływ HF na fotosyntezę,



a zwłaszcza na oddychanie uzyskiwano często sprzeczne wyniki (cyt. za Piskornikiem i Godzikiem 1970). Wyższe dawki HF powodowały najczęściej wzrost intensywności oddychania po pojawieniu się uszkodzeń. W innych badaniach (Navaresa 1969), przy zastosowaniu wysokich stężeń fluorków w pożywkach, obserwowano początkowo stymulację oddychania, a po wystąpieniu zewnętrznych objawów uszkodzeń — zahamowanie procesu. Zastosowanie wysokich stężeń HF przez krótki okres czasu powoduje całkowite zahamowanie fotosyntezy, a powrót do normalnego poziomu wymaga znacznie dłuższego czasu niż po działaniu  $\text{SO}_2$ . Zjawisko to tłumaczy się zróżnicowaną szybkością dezaktywacji  $\text{SO}_2$  i HF (ulatnianie oraz przemieszczanie się fluoru do brzeżnych partii liści). Związki fluoru hamują również aktywność wielu enzymów.

Ponieważ wiele czynników fitotoksycznych zmniejsza syntezę celulozy i innych składników ścian komórkowych przypuszcza się, że w tym zjawisku może tkwić przyczyna obserwowanego zahamowania wzrostu całych roślin. Stopień nasilenia symptomów zatrucia (uszkodzenia, nekrozy) fluorowodorem lub dwutlenkiem siarki nie zawsze odpowiada rozmiarom redukcji wzrostu i plonowania (Pollanschütz 1969). Poważna redukcja wzrostu może mieć miejsce przed pojawieniem się wyraźnych symptomów chorobowych (głównie u iglastych).

Szparki są główną drogą wnikania do rośliny czynnika toksycznego. Według Katza, Thomasa, Kissera i Zahna (cyt. za Piskornikiem i Godzikiem 1970) spadek wrażliwości roślin w nocy oraz w warunkach obniżonego turgoru (pogoda sucha i słoneczna) przypisuje się zamykaniu szparek. Wszystkie czynniki stymulujące otwieranie szparek zwiększają wrażliwość roślin na uszkodzenia. Tymczasem na podstawie sztucznego gazowania roślin Navaresa (1972) stwierdził, że wrażliwość roślin na fluor jest większa w nocy niż w ciągu dnia. Przejawiło się to w intensywności transpiracji ogólnej. Zimmermann i Hitchcock (1956) stwierdzili brak korelacji między liczbą szparek na powierzchni liści a wrażliwością na  $\text{SO}_2$  i HF. Ich zdaniem odmienna wrażliwość roślin wynika raczej z różnic w składzie chemicznym poszczególnych gatunków lub odmian, a nie ze sposobu w jaki czynnik fitotoksyczny do nich wnika.

Fluor wywiera niekorzystny wpływ na bilans wodny rośliny, głównie z powodu wadliwej pracy szparek. W roślinie lub na jej powierzchni fluor zachowuje swą cechę rozpuszczalności w wodzie.

Nateżenie szkód od fluoru zależy ściśle od okresu wzrostu i rozwoju rośliny. Stwierdzono (Dziubek 1973), że pora kwitnienia czy wyrastania w źdźbło jest okresem szczególnej wrażliwości roślin.

Są prace (Stanisławski, Thomas cyt. za Świebodą 1964), które podają sposoby nawet znacznego łagodzenia u roślin szkód od fluoru poprzez opryskiwanie ich specyficznymi środkami ochronnymi (wapnem, emulsją tłuszczową itp.).

Każdy gatunek rośliny (Kisser 1968), a ściślej biorąc różne jego



genotypy, wykazują zróżnicowaną wrażliwość na poszczególne składniki zanieczyszczeń, ich stężenia oraz czas oddziaływania. Jako przykład mogą posłużyć badania Rohmedera i Schönborna (1965), które wykazały, że świerk — drzewo zaliczane do wrażliwych na fluor — posiada klony odznaczające się szczególną odpornością na jego oddziaływanie. W jednakowych warunkach doświadczalnych szczepy tych klonów tolerowały dużo wyższe stężenia HF aniżeli siewki lub szczepy odpornych drzew liściastych oraz zwykłych świerków użytych do prób. Wspomniani autorzy konkludują, że jest to odporność dziedziczna.

Szkodliwe działanie fluoru najwyraźniej zaznacza się na drzewach, zwłaszcza starszych, bowiem młode egzemplarze są odporniejsze. Nie bez wpływu na taki stan rzeczy ma fakt utrzymywania się wyższych koncentracji fluoru w warstwie powietrza powyżej 2,5 m. Szalonek (1968) stwierdziła, że w najbliższym rejonie źródła emisji poziom skażenia powietrza fluorem na wysokości 2,5 m nad powierzchnią ziemi był średnio o około 34% wyższy niż na wysokości 0,5 m. Natomiast zależność między położeniem rośliny nad powierzchnią gruntu a ilością zaabsorbowanego fluoru badał Knabe (1968). Stwierdził, że na przykład na wysokości 12,3 m zawartości fluoru w roślinach doniczkowych były od 168 do 360% wyższe niż przy samej ziemi.

Spowodowane działaniem fluoru nekrozy szpilek drzew iglastych oraz organów asymilacyjnych roślin jednoliściennych obejmują najpierw zazwyczaj wierzchołkowe części tkanek, a następnie rozszerzają się ku ich nasadzie. U dwuliściennych spotyka się najczęściej nekrozy międzyżyłkowych lub brzeżnych części liścia, przy czym przenikają one przez całą grubość blaszki liściowej. Plamy nekrotyczne (Miciński i inni 1971) przybierają najczęściej barwę jasnobrązową lub brązową, często z żółtą lub czerwobrązową obwódką. U szpilek drzew iglastych zabarwienie może mieć barwę czerwoną; wówczas cały pęd ma czerwony wygląd. Uszkodzone liście, szpilki lub nawet całe pędy najczęściej opadają przedwcześnie. Zewnętrzne objawy uszkodzeń wielu gatunków roślin, a zwłaszcza drzew, od związków fluoru są dość dobrze poznane i przez wielu autorów opisane (Zimmerman i Hitchcock 1956, Brewer i inni 1959, Woropaj 1962, Świeboda 1964, Rohmeder i Schönborn 1965, Barkman 1969, Bolay i inni 1969, Bovay 1969, Buck 1969, Godzik i Piskornik 1969, Rippel i Janovicová 1969, Robak 1969, Spierings 1969, Bossavy 1970 a, b, De Cormis 1970, Dziubeki i inni 1970, Hindawi 1970, Piskornik i Godzik 1970, Dochinger 1971, Miciński i inni 1971, Dässler i inni 1972, Jamrich 1972, Navara 1972).

Na podstawie badań terenowych oraz sztucznego gazowania fluorem przedstawiano już niejednokrotnie stopień odporności wielu drzew, krzewów, roślin zielnych i uprawowych. Zaczerpnięte stąd informacje przedstawia tabela 1



Tabela 1

Alfabetyczne zestawienie roślin odpornych (+), średnio odpornych ( $\pm$ ) i wrażliwych (-) na działanie związków fluoru według niektórych źródeł  
 Alphabetical list of plants which are resistant (+) medium resistant ( $\pm$ ) and susceptible (-) to the action of fluorine compounds as reported by some authors

Lp. No.	Gatunek (odmiana) Species (variety)	Klasa odporności Grade of resistance	Źródła References
1	2	3	4
A. Drzewa i krzewy (Trees and shrubs)			
1	<i>Abies alba</i> Mill.	$\pm$	Rohmeder i Schönborn (1965), Bovay (1969)
		-	Robak (1969), Wentzel (1969), Bossavy (1970b)
2	<i>A. concolor</i> Engelm.	+	Robak (1969)
3	<i>A. grandis</i> Lindl.	$\pm$	Rohmeder i Schönborn (1965)
4	<i>A. nobilis</i> Lindl.	+	Robak (1969)
5	<i>A. nordmanniana</i> Spach	+	Robak (1969)
6	<i>Acer campestre</i> L.	+	Dässler i inni (1972)
		$\pm$	Dässler i inni (1972), Dochinger (1973), Kluczyński (1975)
		-	Dziubek i inni (1970)
7	<i>A. ginnala</i> Maxim.	$\pm$	Dässler i inni (1972)
8	<i>A. monspessulanum</i> L.	-	Bovay (1969)
9	<i>A. negundo</i> L.	$\pm$	Woropaj (1962), Dässler i inni (1972), Kluczyński (1975)
		-	Dochinger (1973), Bugała i Kluczyński (1976)
10	<i>A. platanoides</i> L.	+	Dässler i inni (1972)
		-	Kluczyński (1975)
11	<i>A. pseudoplatanus</i> L.	$\pm$	Rohmeder i Schönborn (1965)
		-	Kluczyński (1975)
12	<i>A. saccharinum</i> L.	$\pm$	Świeboda (1964), Dochinger (1971, 1973)
13	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	$\pm$	Dässler i inni (1972)
14	<i>A. parviflora</i> Walt.	$\pm$	Dässler i inni (1972)
15	<i>Ailanthus altissima</i> Swingle	+	Dochinger (1973)
		$\pm$	Dässler i inni (1972)
16	<i>Alnus glutinosa</i> Gaertn.	+	Woropaj (1962), Dochinger (1971, 1973)
		$\pm$	Rohmeder i Schönborn (1965), Dässler i inni (1972), Kluczyński (1975)
17	<i>A. incana</i> Moench	$\pm$	Rohmeder i Schönborn (1965), Bugała i Kluczyński (1976)
		-	Dässler i inni (1972)
18	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	+	Dässler i inni (1972)
		$\pm$	Dässler i inni (1972)
19	<i>Andromeda floribunda</i> Benth.	+	Dässler i inni (1972)
20	<i>Berberis thunbergii</i> DC.	$\pm$	Dässler i inni (1972)



d.c. tab. 1

1	2	3	4
21	<i>B. vulgaris</i> L.	± -	Dässler i inni (1972) Bovay (1969), Dziubek i inni (1970), Dässler i inni (1972)
22	<i>Betula lutea</i> Michx.	±	Świeboda (1964)
23	<i>B. verrucosa</i> Ehrh.	+ ±	Woropaj (1962), Kluczyński (1975) Rohmeder i Schönborn (1965), Dochinger (1971, 1973), Dässler i inni (1972)
24	<i>B. verrucosa</i> 'Gracilis'	+	Dochinger (1973)
25	<i>B. verrucosa</i> 'Youngii'	+	Dochinger (1971)
26	<i>Buxus sempervirens</i> L.	± -	Dässler i inni (1972) Dässler i inni (1972)
27	<i>Caragana arborescens</i> Lam.	+ -	Kluczyński (1975) Dässler i inni (1972)
28	<i>Carpinus betulus</i> L.	± -	Dochinger (1971, 1973) Bovay (1969), Wentzel (1969), Dässler i inni (1972)
29	<i>Castanea sativa</i> Mill.	± -	Dochinger (1973) Dochinger (1971), Dässler i inni (1972)
30	<i>Catalpa bignonioides</i> Don	+ ±	Dochinger (1971) Dässler i inni (1972)
31	<i>Chamaecyparis pisifera</i> Endl.	+	Dässler i inni (1972)
32	<i>Clematis vitalba</i> L.	±	Dziubek i inni (1970)
33	<i>Colutea media</i> Willd.	+	Kluczyński (1975)
34	<i>Cornus alba</i> L.	+	Kluczyński (1975)
35	<i>C. alba</i> var. <i>sibirica</i> Loud.	±	Dässler i inni (1972)
36	<i>C. mas</i> L.	+	Dochinger (1973)
37	<i>C. sanguinea</i> L.	±	Kluczyński (1975)
38	<i>Corylus avellana</i> L.	±	Dochinger (1971, 1973)
39	<i>Cotoneaster bullata</i> Bois.	+	Dässler i inni (1972)
40	<i>C. dammeri</i> Schn.	+	Dässler i inni (1972)
41	<i>C. dielsiana</i> Pritz.	±	Bugała i Kluczyński (1976)
42	<i>C. multiflora</i> Bge.	±	Dässler i inni (1972)
43	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	+ ±	Woropaj (1962) Dässler i inni (1972)
44	<i>C. oxyacantha</i> L.	+ -	Kluczyński (1975) Dässler i inni (1972)
45	<i>Cydonia japonica</i> Pers.	±	Dziubek i inni (1970), Dässler i inni (1972)
46	<i>C. oblonga</i> 'Maliformis'	+	Dziubek i inni (1970)
47	<i>C. vulgaris</i> Pers.	±	Dässler i inni (1972)
48	<i>Cytisus scoparius</i> Link	+ ±	Kluczyński (1975) Dässler i inni (1972)
49	<i>Deutzia scabra</i> Thunb.	±	Dässler i inni (1972)
50	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	+	Dässler i inni (1972), Dochinger (1973), Bugała i Kluczyński (1976)
51	<i>E. commutata</i> Bernh.	+	Dässler i inni (1972)



1	2	3	4
52	<i>Euonymus europaea</i> L.	+	Woropaj (1962), Dässler i inni (1972)
53	<i>Fagus silvatica</i> L.	±	Rohmeder i Schönborn (1965), Dochinger (1971, 1973), Dässler i inni (1972)
		-	Wentzel (1969)
54	<i>Forsythia intermedia</i> Zab.	+	Dässler i inni (1972)
55	<i>F. viridissima</i> Lindl.	±	Dziubek i inni (1970)
56	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	±	Rohmeder i Schönborn (1965), Wentzel (1969), Dochinger (1971, 1973), Dässler i inni (1972)
57	<i>F. pennsylvanica</i> Marsh.	±	Dochinger (1971, 1973)
58	<i>F. velutina</i> Torr.	+	Dochinger (1971)
59	<i>F. velutina</i> 'Modesto'	+	Dochinger (1973)
60	<i>Halimodendron halodendron</i> Voss	±	Dässler i inni (1972)
61	<i>Hedera helix</i> L.	±	Dziubek i inni (1970)
62	<i>Hibiscus rosa sinensis</i> L.	+	Zimmerman i Hitchcock (1956)
63	<i>Hippophaë rhamnoides</i> L.	+	Dziubek i inni (1970), Bugała i Kluczyński (1976)
64	<i>Hydrangea paniculata</i> Sieb.	±	Dässler i inni (1972)
65	<i>Ilex aquifolium</i> L.	±	Dochinger (1971, 1973)
66	<i>Juglans nigra</i> L.	±	Dochinger (1971, 1973)
67	<i>J. regia</i> L.	±	Dochinger (1971, 1973)
		-	Dziubek i inni (1970), Dässler i inni (1972)
68	<i>Juniperus chinensis</i> L.	±	Dässler i inni (1972)
69	<i>J. communis</i> L.	+	Wentzel (1969)
70	<i>J. communis</i> 'Hibernica'	+	Kluczyński (1975)
71	<i>J. sabina</i> L.	±	Kluczyński (1975)
72	<i>J. squamata</i> var. <i>meyeri</i> Rehd.	+	Dässler i inni (1972)
73	<i>Laburnum anagyroides</i> Med.	+	Dässler i inni (1972)
		±	Dässler i inni (1972)
74	<i>Larix decidua</i> Mill.	+	Robak (1969)
		±	Kluczyński (1975)
		-	Rohmeder i Schönborn (1965), Wentzel (1969), Dässler i inni (1972)
75	<i>L. leptolepis</i> Gord.	+	Robak (1969), Dässler i inni (1972)
		±	Dässler i inni (1972)
		-	Dässler i inni (1972)
76	<i>L. occidentalis</i> Nutt.	-	Dochinger (1973)
77	<i>L. sibirica</i> Ledeb.	±	Bovay (1969)
78	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	+	Dässler i inni (1972)
		±	Kluczyński (1975)
79	<i>Lonicera alpigena</i> L.	-	Bovay (1969)
80	<i>L. tatarica</i> L.	-	Woropaj (1962), Dässler i inni (1972)
		±	Dässler i inni (1972)
		-	Dässler i inni (1972)



d.c. tab. 1

1	2	3	4
81	<i>Lycium halimifolium</i> Mill.	+	Dässler i inni (1972)
82	<i>Mahonia aquifolium</i> L.	-	Dziubek i inni (1970)
83	<i>Malus pumila</i> Mill.	±	Dziubek i inni (1970), Miciński i inni (1971)
84	<i>M. purpurea</i> 'Eleyi'	±	Dässler i inni (1972)
85	<i>Morus rubra</i> L.	±	Dochinger (1971, 1973)
86	<i>Philadelphus coronarius</i> L.	+	Dässler i inni (1972)
87	<i>Physocarpus intermedius</i> Schneid.	±	Bugała i Kluczyński (1976)
88	<i>P. opulifolius</i> Maxim.	±	Bugała i Kluczyński (1976)
		-	Dässler i inni (1972), Kluczyński (1975)
89	<i>Picea abies</i> Karst.	±	Kluczyński (1975)
		-	Rohmeder i Schönborn (1965), Robak (1969), Wentzel (1969), Bossavy (1970b), Dässler i inni (1972)
90	<i>P. engelmannii</i> Engelm.	+	Świeboda (1964)
		-	Robak (1969)
91	<i>P. glauca</i> Voss	+	Dochinger (1973)
92	<i>P. omorica</i> Purk.	-	Robak (1969), Dässler i inni (1972)
93	<i>P. pungens</i> Engelm.	-	Dässler i inni (1972), Dochinger (1973)
94	<i>P. pungens</i> 'Argentea'	±	Kluczyński (1975)
95	<i>Pinus contorta</i> Loudon	±	Dässler i inni (1972)
		-	Dochinger (1973)
96	<i>P. mugo</i> Turra	±	Dässler i inni (1972)
97	<i>P. mugo</i> var. <i>mughus</i> Zenari	-	Dochinger (1973)
98	<i>P. nigra</i> Arn.	+	Wentzel (1969), Bossavy (1970b)
		±	Rohmeder i Schönborn (1965)
		-	De Cormis (1970), Dässler i inni (1972), Bugała i Kluczyński (1976)
99	<i>P. peuce</i> Griseb.	±	Dässler i inni (1972)
100	<i>P. pinaster</i> Ait.	-	Bossavy (1970b)
101	<i>P. ponderosa</i> Dougl.	+	Świeboda (1964)
		-	Dochinger (1973)
102	<i>P. silvestris</i> L.	±	Rohmeder i Schönborn (1965), Wentzel (1969), Bossavy (1970b), Kluczyński (1975)
		-	Świeboda (1964), De Cormis (1970), Dziubek i inni (1970), Miciński i inni (1971), Dässler i inni (1972), Dochinger (1973)
103	<i>P. strobus</i> L.	+	Świeboda (1964)
		±	Rohmeder i Schönborn (1965)
		-	Wentzel (1969)
		-	Dässler i inni (1972), Dochinger (1973)
104	<i>P. taeda</i> L.	-	Dochinger (1973)



1	2	3	4
105	<i>Platanus</i> × <i>acerifolia</i> Willd.	+	Dochinger (1971)
		±	Dässler i inni (1972)
106	<i>P. orientalis</i> L.	±	Dochinger (1971, 1973)
107	<i>Populus alba</i> L.	+	Bugała i Kluczyński (1976)
		±	Woropaj (1962), Bugała i Kluczyński (1976)
108	<i>P. balsamifera</i> L.	±	Bugała i Kluczyński (1976)
109	<i>P.</i> × <i>berolinensis</i> Dipp.	+	Bugała i Kluczyński (1976)
110	<i>P.</i> × <i>canadensis</i> 'Bietigham'	±	Bugała i Kluczyński (1976)
111	<i>P.</i> × <i>canadensis</i> 'Eugenei'	±	Dochinger (1973)
112	<i>P.</i> × <i>canadensis</i> 'Forndorf'	±	Bugała i Kluczyński (1976)
113	<i>P.</i> × <i>canadensis</i> 'Gerlica'	±	Bugała i Kluczyński (1976)
114	<i>P.</i> × <i>canadensis</i> 'Heidemij'	-	Bugała i Kluczyński (1976)
115	<i>P.</i> × <i>canadensis</i> 'I-214'	±	Bugała i Kluczyński (1976)
116	<i>P.</i> × <i>canadensis</i> 'I-262'	±	Bugała i Kluczyński (1976)
117	<i>P.</i> × <i>canadensis</i> 'I-274'	±	Bugała i Kluczyński (1976)
118	<i>P.</i> × <i>canadensis</i> 'Löns'	±	Bugała i Kluczyński (1976)
119	<i>P.</i> × <i>canadensis</i> 'Marilandica'	±	Kluczyński (1975), Bugała i Kluczyński (1976)
120	<i>P.</i> × <i>canadensis</i> 'Regenere de Suisse'	-	Bugała i Kluczyński (1976)
121	<i>P.</i> × <i>canadensis</i> 'Robusta'	±	Kluczyński (1975)
122	<i>P.</i> × <i>canadensis</i> 'Serotina'	±	Kluczyński (1975)
123	<i>P.</i> × <i>canadensis</i> 'Virginiana de Frignicourt'	±	Bugała i Kluczyński (1976)
124	<i>P. candicans</i> Ait.	+	Bugała i Kluczyński (1976)
		±	Dässler i inni (1972)
125	<i>P.</i> × <i>canescens</i> Sm.	+	Bugała i Kluczyński (1976)
		-	Woropaj (1962)
126	<i>P. deltoides</i> × <i>nigra</i>	±	Bugała i Kluczyński (1976)
127	<i>P.</i> 'Hybrida 194'	±	Kluczyński (1975)
128	<i>P.</i> 'Hybrida 275'	±	Kluczyński (1975), Bugała i Kluczyński (1976)
129	<i>P.</i> 'Hybrida 277'	±	Kluczyński (1975)
130	<i>P.</i> 'Kórnik 5'	+	Bugała i Kluczyński (1976)
131	<i>P.</i> 'Kórnik 41'	±	Bugała i Kluczyński (1976)
132	<i>P. nigra</i> L.	±	Dziubek i inni (1970), Dochinger (1971), Miciński i inni (1971)
		-	Woropaj (1962), Kluczyński (1975), Bugała i Kluczyński (1976)
133	<i>P. nigra</i> 'Italica'	±	Dziubek i inni (1970), Dochinger (1973)
134	<i>P.</i> 'Oxford'	±	Bugała i Kluczyński (1976)
135	<i>P.</i> × <i>petrowskyana</i> Schroed.	+	Bugała i Kluczyński (1976)
136	<i>P. regenerata</i> Harff.	-	Dässler i inni (1972)
137	<i>P. simonii</i> Carr.	±	Bugała i Kluczyński (1976)
138	<i>P. tacamahaca</i> Mill.	±	Kluczyński (1975), Bugała i Kluczyński (1976)



d.c. tab. 1

1	2	3	4
139	<i>P. tacamahaca</i> × <i>trichocarpa</i>	±	Bugała i Kluczyński (1976)
140	<i>P. tremula</i> L.	+	Woropaj (1962), De Cormis (1970)
		±	Dochinger (1971), Bugała i Kluczyński (1976)
		—	Bugała i Kluczyński (1976)
141	<i>P. tremuloides</i> Michx.	±	Dochinger (1973)
142	<i>Prunus americana</i> Marsh.	—	Dochinger (1973)
143	<i>P. armeniaca</i> L.	—	Dziubek i inni (1970)
144	<i>P. avium</i> L.	+	Dziubek i inni (1970)
145	<i>P. cerasifera</i> Ehrh.	+	Dochinger (1973)
		±	Dässler i inni (1972)
146	<i>P. cerasifera</i> 'Atropurpurea'	±	Dässler i inni (1972)
147	<i>P. cerasifera</i> var. <i>divaricata</i> Bailey	±	Kluczyński (1975)
148	<i>P. domestica</i> L.	—	Dziubek i inni (1970)
149	<i>P. domestica</i> 'Bradshaw'	—	Dochinger (1973)
150	<i>P. mahaleb</i> L.	+	Kluczyński (1975)
		—	Dziubek i inni (1970)
151	<i>P. padus</i> L.	+	Woropaj (1962)
152	<i>P. persica</i> Batsch	—	Wentzel (1969), Dziubek i inni (1970), Miciński i inni (1971)
153	<i>P. serotina</i> Ehrh.	+	Woropaj (1962)
		±	Dässler i inni (1972), Kluczyński (1975)
		—	Dässler i inni (1972)
154	<i>P. serrulata</i> Lindl.	+	Dochinger (1973)
155	<i>P. spinosa</i> L.	±	Dässler i inni (1972)
		—	Dziubek i inni (1970), Dässler i inni (1972), Kluczyński (1975)
156	<i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco	—	Rohmeder i Schönborn (1965), Robak (1969), Wentzel (1969), Dochinger (1973)
157	<i>Ptelea trifoliata</i> L.	±	Dässler i inni (1972)
158	<i>Pyracantha coccinea</i> Roem.	+	Dässler i inni (1972)
159	<i>Pyrus communis</i> L.	±	Dziubek i inni (1970), Miciński i inni (1971), Kluczyński (1975)
160	<i>Quercus petraea</i> Liebl.	±	Kluczyński (1975)
161	<i>Q. robur</i> L.	+	Dässler i inni (1972)
		±	Dochinger (1971, 1973)
		—	Kluczyński (1975)
162	<i>Q. rubra</i> L.	+	Wentzel (1969)
		±	Dässler i inni (1972)
		—	Kluczyński (1975)
163	<i>Q. virginiana</i> Mill.	+	Świeboda (1964)
164	<i>Rhamnus cathartica</i> L.	+	Dziubek i inni (1970)
165	<i>R. cathartica</i> var. <i>pubescens</i> Bean	±	Woropaj (1962)
166	<i>Rhododendron japonicum</i> Suring.	—	Dässler i inni (1972)



1	2	3	4
167	<i>R. obtusum</i> Planch.	±	Zimmerman i Hitchcock (1956)
168	<i>Rhodotypos scandens</i> Mak.	±	Dässler i inni (1972)
169	<i>Rhus glabra</i> L.	±	Dochinger (1973)
170	<i>R. typhina</i> L.	-	Dässler i inni (1972), Kluczyński (1975)
171	<i>Ribes alpinum</i> L.	-	Dässler i inni (1972)
172	<i>R. aureum</i> Pursh	±	Dässler i inni (1972)
173	<i>R. nigrum</i> L.	+	Dziubek i inni (1970)
174	<i>R. rubrum</i> L.	+	Dziubek i inni (1970)
175	<i>R. sanguineum</i> Pursh	±	Dässler i inni (1972)
176	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	+	Dässler i inni (1972)
177	<i>Rosa</i> 'Baccus'	+	Wentzel (1969), Kluczyński (1975)
178	<i>R. canina</i> L.	±	Dziubek i inni (1970), Dochinger (1971, 1973), Dässler i inni (1972)
179	<i>R.</i> 'Gabrielle Privat'	+	Dässler i inni (1972)
180	<i>R. polyantha hybrida</i> Hort.	-	Kluczyński (1975)
181	<i>R. rugosa</i> Thunb.	+	Dässler i inni (1972), Bugała i Kluczyński (1976)
182	<i>Rubus caesius</i> L.	±	Kluczyński (1975)
183	<i>R. idaeus</i> L.	±	Woropaj (1962)
184	<i>Sambucus nigra</i> L.	+	Dziubek i inni (1970)
185	<i>S. racemosa</i> L.	+	- Dässler i inni (1972)
186	<i>Salix acutifolia</i> Willd.	+	Woropaj (1962), Dochinger (1971, 1973)
187	<i>S. alba</i> L.	+	Wentzel (1969)
188	<i>S. alba</i> 'Tristis'	+	Dässler i inni (1972), Dochinger (1973)
189	<i>S. aquatica</i> Sm.	±	Kluczyński (1975)
190	<i>S. caprea</i> L.	+	Kluczyński (1975)
191	<i>S. cinerea</i> L.	±	Kluczyński (1975), Bugała i Kluczyński (1976)
192	<i>S. elaeagnos</i> Scop.	+	Dässler i inni (1972)
193	<i>S. fragilis</i> L.	+	Dässler i inni (1972)
194	<i>S. matsudana</i> 'Tortuosa'	±	Woropaj (1962), Bugała i Kluczyński (1976)
195	<i>S. rosmarinifolia</i> L.	+	Dässler i inni (1972)
196	<i>Sorbus aria</i> Crantz	±	Woropaj (1962)
197	<i>S. aucuparia</i> L.	+	Dässler i inni (1972)
		+	Dochinger (1971, 1973)



d.c. tab. 1

1	2	3	4
		±	Świeboda (1964)
		-	Woropaj (1962), Dässler i inni (1972), Kluczyński (1975)
198	<i>S. domestica</i> L.	+	Dochinger (1971, 1973)
199	<i>S. intermedia</i> Pers.	±	Kluczyński (1975)
200	<i>Spiraea</i> × <i>arguta</i> Zab.	+	Kluczyński (1975)
201	<i>S.</i> × <i>bumalda</i> 'Anthony Waterer'	+	Dässler i inni (1972)
202	<i>S. menziesii</i> Hook.	±	Bugała i Kluczyński (1976)
		-	Dässler i inni (1972), Kluczyński (1975)
203	<i>S. salicifolia</i> L.	±	Bugała i Kluczyński (1976)
		-	Kluczyński (1975)
204	<i>S. vanhouttei</i> Zab.	±	Zimmerman i Hitchcock (1956), Dässler i inni (1972)
		-	Dässler i inni (1972)
205	<i>Symphoricarpos albus</i> Blake	+	Woropaj (1962)
		±	Dässler i inni (1972), Kluczyński (1975)
		-	Bugała i Kluczyński (1976)
206	<i>Syringa amurensis</i> var. <i>japonica</i> Fr. et Sav.	+	Dässler i inni (1972)
		±	Dässler i inni (1972)
207	<i>S. vulgaris</i> L.	+	Dässler i inni (1972)
		±	Dziubek i inni (1970)
208	<i>Tamarix gallica</i> L.	+	Kluczyński (1975)
		±	Bugała i Kluczyński (1976)
209	<i>T. tetrandra</i> Pall.	+	Dässler i inni (1972), Bugała i Kluczyński (1976)
		±	Kluczyński (1975)
210	<i>Taxus baccata</i> L.	+	Wentzel (1969), Kluczyński (1975)
		-	Dässler i inni (1972)
211	<i>T. cuspidata</i> Sieb. et Zucc.	±	Dochinger (1973)
212	<i>Thuja occidentalis</i> L.	±	Świeboda (1964), Kluczyński (1975)
213	<i>T. orientalis</i> L.	-	Świeboda (1964)
214	<i>T. plicata</i> Don	+	Rohmeder i Schönborn (1965)
215	<i>Tilia americana</i> L.	+	Dochinger (1971, 1973)
216	<i>T. cordata</i> Mill.	+	Dochinger (1971, 1973)
		-	Dziubek i inni (1970), Dässler i inni (1972), Kluczyński (1975)
217	<i>T. europaea</i> L.	±	Dochinger (1973)
218	<i>Tsuga heterophylla</i> Sarg.	+	Robak (1969)
219	<i>Ulmus americana</i> L.	+	Dochinger (1971, 1973)
220	<i>U. carpinifolia</i> Gleditsch	+	Dochinger (1971)
		±	Dässler i inni (1972)
221	<i>U. glabra</i> Huds.	±	Dässler i inni (1972)
222	<i>U. laevis</i> Pall.	+	Woropaj (1962), Bugała i Kluczyński (1976)
223	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.	±	Zimmerman i Hitchcock (1956)



1	2	3	4
224	<i>V. myrtillus</i> L.	—	Świeboda (1964)
225	<i>Viburnum carlesii</i> Hemsl.	±	Dässler i inni (1972)
226	<i>V. lantana</i> L.	+	Woropaj (1962), Dässler i inni (1972)
227	<i>V. opulus</i> L.	±	Kluczyński (1975)
228	<i>Vitis labrusca</i> L.	—	Zimmerman i Hitchcock (1956)
229	<i>V. vinifera</i> L.	—	Bovay (1969), Dziubek i inni (1970), Miciński i inni (1971), Dässler i inni (1972)
230	<i>Weigela hybrida</i> Jaeq.	+	Dässler i inni (1972)

## B. Pozostałe rośliny (Other plants)

231	<i>Achillea millefolium</i> L.	+	Dziubek i inni (1970)
232	<i>Alyssum saxatilis</i> L.	+	Dziubek i inni (1970)
233	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	+	Zimmerman i Hitchcock (1956)
		—	Bovay (1969)
234	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	—	Dziubek i inni (1970)
235	<i>Apium graveolens</i> L.	+	Zimmerman i Hitchcock (1956)
236	<i>Arabis caucasica</i> Schlecht.	+	Dziubek i inni (1970)
237	<i>Arachis hypogaea</i> L.	±	Zimmerman i Hitchcock (1956)
238	<i>Arrhenatherum elatius</i> P.B.	—	Bovay (1969), Dziubek i inni (1970)
239	<i>Artemisia absinthium</i> L.	+	Dziubek i inni (1970)
240	<i>Aubrieta deltoidea</i> DC.	+	Dziubek i inni (1970)
241	<i>Beta vulgaris</i> L.	±	Dziubek i inni (1970), Miciński i inni (1971)
242	<i>Capsella bursa-pastoris</i> Med.	+	Dziubek i inni (1970)
243	<i>Cardaria draba</i> Desv.	+	Dziubek i inni (1970)
244	<i>Chenopodium album</i> L.	±	Zimmerman i Hitchcock (1956)
		—	Bovay (1969)
245	<i>C. murale</i> L.	—	Bovay (1969)
246	<i>Chrysanthemum indicum</i> L.	+	Dziubek i inni (1970)
247	<i>C. leucanthemum</i> L.	+	Dziubek i inni (1970)
248	<i>Colchicum autumnale</i> L.	—	Bovay (1969), Dziubek i inni (1970)
249	<i>Coleus blumei</i> Benth.	+	Zimmerman i Hitchcock (1956)
250	<i>Conwallaria maialis</i> L.	—	Bovay (1969), Dziubek i inni (1970)
251	<i>Cucurbita pepo</i> L.	+	Zimmerman i Hitchcock (1956)
252	<i>C. sativus</i> L.	+	Zimmerman i Hitchcock (1956)
253	<i>Dactylis glomerata</i> L.	—	Bovay (1969), Dziubek i inni (1970)
254	<i>Erucastrum gallicum</i> O.E. Schulz	+	Dziubek i inni (1970)
255	<i>Fagopyrum sagittatum</i> Gilib.	—	Zimmerman i Hitchcock (1956)
256	<i>Festuca pratensis</i> Huds.	—	Dziubek i inni (1970)
257	<i>Fritillaria imperialis</i> L.	—	Bovay (1969), Dziubek i inni (1970)
258	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	+	Zimmerman i Hitchcock (1956)
259	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	+	Zimmerman i Hitchcock (1956)
260	<i>Humulus lupulus</i> L.	±	Dässler i inni (1972)



d.c. tab. 1

1	2	3	4
261	<i>Hypericum calycinum</i> L.	—	Dziubek i inni (1970)
262	<i>H. maculatum</i> Cr.	—	Bovay (1969), Dziubek i inni (1970)
263	<i>H. perforatum</i> L.	—	Bovay (1969), Dziubek i inni (1970)
264	<i>Ipomoea batatas</i> Lam.	—	Zimmerman i Hitchcock (1956)
265	<i>Iris germanica</i> L.	—	Bovay (1969), Dziubek i inni (1970)
266	<i>Lactuca sativa</i> L.	+	Zimmerman i Hitchcock (1956)
267	<i>Lilium martagon</i> L.	—	Świeboda (1964)
268	<i>L. regale</i> Wils.	—	Zimmerman i Hitchcock (1956)
269	<i>L. speciosum</i> 'rubrum'	+	Zimmerman i Hitchcock (1956)
270	<i>Lotus corniculatus</i> L.	±	Dziubek i inni (1970)
271	<i>Lycopersicon esculentum</i> Miller	+	Zimmerman i Hitchcock (1956)
272	<i>Majanthemum bifolium</i> F.W. Schm.	—	Świeboda (1964), Dziubek i inni (1970)
273	<i>Medicago sativa</i> L.	+	Zimmerman i Hitchcock (1956)
		±	Dziubek i inni (1970)
274	<i>Muscari comosum</i> Mill.	—	Bovay (1969), Dziubek i inni (1970)
275	<i>Myosotis arvensis</i> Hill.	+	Dziubek i inni (1970)
276	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	+	Zimmerman i Hitchcock (1956)
277	<i>Onobrychis montana</i> Lam. et DC.	+	Dziubek i inni (1970)
278	<i>Orchis militaris</i> L.	—	Bovay (1969), Dziubek i inni (1970)
279	<i>Paris quadrifolia</i> L.	—	Świeboda (1964)
280	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	—	Świeboda (1964)
281	<i>Piqueria trinervia</i> Cav.	—	Zimmerman i Hitchcock (1956)
282	<i>Poa annua</i> L.	—	Bovay (1969)
283	<i>Polygonum sachalinense</i> Schm.	—	Świeboda (1964)
284	<i>Portulaca oleracea</i> L.	+	Zimmerman i Hitchcock (1956)
285	<i>Potentilla fruticosa</i> L.	—	Dässler i inni (1972)
286	<i>Ranunculus acer</i> L.	—	Dziubek i inni (1970)
287	<i>Theum rabarbarum</i> L.	—	Dziubek i inni (1970)
288	<i>Rumex acetosa</i> L.	—	Dziubek i inni (1970)
289	<i>R. obtusifolius</i> L.	—	Dziubek i inni (1970)
290	<i>Silene inflata</i> Sm.	—	Bovay (1969), Dziubek i inni (1970)
291	<i>S. vulgaris</i> Garcke	—	Bovay (1969)
292	<i>Sinapis arvensis</i> L.	—	Bovay (1969)
293	<i>Solanum melongena</i> L.	+	Zimmerman i Hitchcock (1956)
294	<i>S. nigrum</i> L.	+	Zimmerman i Hitchcock (1956)
295	<i>S. Pseudo-Capsicum</i> L.	—	Zimmerman i Hitchcock (1956)
296	<i>S. tuberosum</i> L.	±	Dziubek i inni (1970), Miciński i inni (1971)
297	<i>Stellaria media</i> Vill.	—	Bovay (1969), Dziubek i inni (1970)
298	<i>Taraxacum officinale</i> Web.	+	Zimmerman i Hitchcock (1956)
299	<i>T. palustre</i> Lam. et DC.	+	Dziubek i inni (1970)
300	<i>Viola tricolor</i> L.	±	Dziubek i inni (1970)
301	<i>Zea mays</i> L.	—	Zimmerman i Hitchcock (1956)



Rośliny sklasyfikowano według przyjętych umownie 3 klas: odporne, średnio odporne i wrażliwe. W związku z tym odporność roślin określona w literaturze inną skalą niż 3-stopniowa musiała być, z pewnym przybliżeniem, zaliczona do jednej z trzech powyższych klas. Ze zrozumiałych powodów w tabeli podano wyłącznie rośliny z określoną nazwą gatunkową lub odmianową.

Nie znamy zbyt wiele roślin testowych na wpływy fluoru. Wyjątkowo przydatną do tego celu jest flora alpejska (De Cormis 1970). Z roślin także u nas uprawianych lub dziko rosnących (Paluch i Szalonek 1970) rolę wskaźnikową w odniesieniu do fluoru mogą spełniać: mchy i porosty, mieczyki, kosańce, tulipany, winorośl, morele, brzoskwinie, śliwy. Wysokie stężenia bez ostrych objawów uszkodzeń znoszą kalarepa i jarmuż.

Instytut Dendrologii  
Kórnik k. Poznania

#### LITERATURA

1. Barkman J. J. — 1969. The influence of air pollution on bryophytes and lichens. W: Air Pollution: 197 - 209. Centre Agr. Pub. Doc. Wageningen.
2. Bolay A. i inni — 1969. Interaction entre la fumure et la causticité des immissions fluorées. W: Air Pollution: 143 - 160. Centre Agr. Pub. Doc. Wageningen.
3. Bossavy J. — 1970 a. Les polluants atmosphériques leurs effets sur la végétation. Rev. for. franç. 5: 533 - 544.
4. Bossavy J. — 1970 b. Wpływ zanieczyszczeń atmosfery na lasy iglaste. Ochr. Pow. 5: 14 - 16.
5. Bovay E. — 1969. Effets de l'anhydride sulfureux et des composés fluorés sur la végétation. W: Air Pollution: 111 - 135. Centre Agr. Pub. Doc. Wageningen.
6. Brewer R. F. i inni — 1959. Effect of fluorine additions to substrate on navel orange trees grown in solution cultures. Soil Sci. 87: 183 - 188.
7. Buck M. — 1969. Untersuchungen über die Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen. W: Air Pollution: 53 - 73. Centre Agr. Pub. Doc. Wageningen.
8. Bugała W., Kluczyński B. — 1976. Badanie odporności drzew i krzewów na działanie związków fluoru w warunkach najbardziej zagrożonych stref przy Hucie Aluminium „Konin”. Praca w przygotowaniu. Inst. Dendrologii PAN, Kórnik.
9. Dässler H. G. i inni — 1972. Zur Widerstandsfähigkeit von Gehölzen gegenüber Fluorverbindungen und Schwefeldioxid. Flora 161: 289 - 302.
10. De Cormis L. — 1970. Zanieczyszczenie atmosfery a roślinność. Ochr. Pow. 5: 10 - 13.
11. Dochinger L. S. — 1971. The symptoms of air pollution injuries to broad-leaved forest trees. 5 th IUFRO Congress, Gainesville. Sec. 24 — Fume Damage.
12. Dochinger L. S. — 1973. Trees for polluted air. U.S. Dep. Agr. For. Serv. Misc. Pub. No. 1230.
13. Dziubek T. — 1970. Wpływ paszy skażonej fluorkami na organizm świnki morskiej. Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn. Pozn. Tow. Przyj. Nauk. XXIX: 103 - 117.
14. Dziubek T. — 1973. Fluor jako czynnik destrukcyjny w środowisku przy-



- rodniczym. Materiały z Sesji Nauk. „Ochrona środowiska przyrodniczego w Wielkopolsce”: 72 - 77. PTPN i AR, Poznań.
15. Dziubek T. i inni — 1970. Wstępne badania nad szkodliwym oddziaływaniem związków fluoru na vegetację roślin w najbliższej okolicy huty aluminium. Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn. Pozn. Tow. Przyj. Nauk. XXIX: 119 - 140.
  16. Głowiak B. i inni — 1973. Inżynieria ochrony atmosfery. Skrypt Politech. Wrocław. Wrocław, ss. 484.
  17. Godzik S., Piskornik Z. — 1969. Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza na rośliny. Cz. I. Wiad. Bot. XIII, 4: 239 - 248.
  18. Hindawi I. J. — 1970. Air pollution injury to vegetation. U. S. Dep. Health, Educ., Welf. National Air Poll. Contr. Adm. Pub. No. AP - 71. Raleigh, North Carolina.
  19. Jamrich V. — 1972. Lokalizácia, akumulácia a väzba fluoru ako továrenskej imisie v pletivách orgánov borovice sosny (*Pinus silvestris* L.). Zborn. Ved. Prac Lesn. Fak. VŠLD vo Zvolene, XIV, 1: 89 - 99.
  20. Just J. — 1972. Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego jako problem gospodarczy, przyrodniczy i zdrowotny. Gaz, Woda i Tech. Sanit. XLVI, 6: 195 - 198.
  21. Kissler J. — 1968. Physiologische Probleme der Einwirkung von Luftverunreinigungen auf die Vegetation. Materiały VI Międzynarodowej Konf. „Wpływ zanieczyszczeń powietrza na lasy”: 27 - 43. Katowice.
  22. Kluczyński B. — 1975. Wpływ związków fluoru na stan zdrowotny drzew i krzewów przy Hucie Aluminium „Konin”. Arbor. Kórnickie 20: 317 - 343.
  23. Knabe W. — 1968. Experimentelle Prüfung der Fluoranreicherung in Nadeln und Blättern von Pflanzen in Abhängigkeit von deren Expositionshöhe über Grund. Materiały VI Międzynarodowej Konf. „Wpływ zanieczyszczeń powietrza na lasy”: 101 - 116. Katowice.
  24. Miciński B. i inni — 1971. Szkodliwość związków fluoru emitowanych do atmosfery dla roślinności najbliższego otoczenia na przykładzie Huty Aluminium w Koninie. Biul. IOR 50: 463 - 485. Poznań.
  25. Mormul R., Olszewski H. (red.) — 1969. Encyklopedia „Przyroda i Technika”. Zagadnienia wiedzy współczesnej. Wyd. III. Wiedza Pow. Warszawa.
  26. Navara J. — 1969. Beitrag zur Kenntnis der Wasserhaushalt der Pflanzen bei Anwesenheit des Fluors im Substrat. W: Air Pollution: 91 - 97. Centre Agr. Pub. Doc. Wageningen.
  27. Navara J. — 1972. Zmeny v intenzite transpirácie a poškodenie rastlin pri pôsobení fluóru z ovzdušia. Biológia (Bratislava). A, 27, 7: 545 - 559.
  28. Paluch J., Szalonek I. — 1970. Zanieczyszczenie powietrza związkami fluoru. Ochr. Pow. 5: 1 - 5.
  29. Piskornik Z., Godzik S. — 1970. Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza na rośliny. Cz. II. Wiad. Bot. XIV, 2: 91 - 102.
  30. Pollanschütz J. — 1969. Beobachtungen über die Empfindlichkeit verschiedener Baumarten gegenüber Immissionen von SO<sub>2</sub>, HF und Magnesitstaub. W: Air Pollution: 371 - 377. Centre Agr. Pub. Doc. Wageningen.
  31. Rippel A., Janovicová J. — 1969. Der Einfluss von Fluorexhalaten auf die Pflanzenwelt in der Umgebung eines Aluminiumwerkes. W: Air Pollution: 173 - 178. Centre Agr. Pub. Doc. Wageningen.
  32. Robak H. — 1969. Aluminium plants and conifers in Norway. W: Air Pollution: 27 - 31. Centre Agr. Pub. Doc. Wageningen.
  33. Rohmeder E., Schönborn A. — 1965. Untersuchungen an phänotypisch relativ fluorresistenten Waldbäumen. Sonderdruck aus „Fluor — Wirkungen”, Forschungsberichte 14. Deutsche Forschungsgemeinschaft.



34. Spierings F. H. F. G. — 1969. A special type of leaf injury caused by hydrogen fluoride fumigation of narcissus and nerine. W: Air Pollution: 87 - 89. Centre Agr. Pub. Doc. Wageningen.
35. Szalonek I. — 1968. Die durch Fluor hervorgerufene Luftverunreinigung, und die Pflanzenbeschädigung in der Nähe eines Emailierwerk. Materiały VI Międzynarodowej Konf. „Wpływ zanieczyszczeń powietrza na lasy”: 117 - 125. Katowice.
36. Świeboda M. — 1964. Niektóre zagadnienia wpływu na lasy przemysłowych zanieczyszczeń powietrza związkami fluoru. Sylwan CVIII, 6: 45 - 54.
37. Wentzel K. F. — 1969. Empfindlichkeit und Resistenzunterschiede der Pflanzen gegenüber Luftverunreinigung. W: Air Pollution: 357 - 370. Centre Agr. Pub. Doc. Wageningen.
38. Woropaj R. — 1962. Badania wstępne nad wpływem aerozolu przemysłowego na florę lasów w otoczeniu Poznańskich Zakładów Nawozów Fosforowych w Luboniu. Praca magisterska. Zakład Dendr. WSR. Poznań.
39. Zimmerman P. W., Hitchcock A. E. — 1956. Susceptibility of plants to hydrofluoric acid and sulfur dioxide gases. Centr. Boyce Thompson Inst. 18: 263 - 279.

BOGDAN KLUCZYŃSKI

*The action of fluor and its compounds on plants*

## Summary

The paper contains a brief synthesis of data available from the literature and own studies on the influence of fluor and its compounds on plants. The basic part of the paper consists of a list of 301 plants (separately for trees and shrubs and separately for other plants) the resistance of which to fluor compounds has been estimated (Table 1). The information on resistance has been collected either from field observations or from cabin studies (artificial gassing of plants). The plants have been assigned to three classes: resistant, medium resistant and susceptible. When the resistance has been reported on a more detailed scale than a 3 point one, the data was compressed with some approximation to these three classes. In the list only plants are included with a definite specific or varietal name.

BOGDAN КЛЮЧИŃСКИ

*Воздействие фтора и его соединений на растения*

## Резюме

Работа содержит сжатый обзор имеющихся до сих пор данных о влиянии фтора и его соединений на растения. Основную часть статьи составляет список, включающий 301 растений (отдельно деревья и кустарники, отдельно травы), для которых известна их устойчивость к воздействию, соединений фтора или по литературным источникам, или по материалам собственных исследований (табл. 1). Полученная автором информация является результатом исследований, проведенных в поле или в кабинках (искусственная газация растений). Растения разделены на три класса: устойчивые, среднеустойчивые, чувствительные. Устойчивость растений, определенная по иной шкале, чем принятая трехступенная, с некоторым приближением отнесена к одному из указанных трех классов. В таблицу внесены только те растения, которые определены до вида или разновидности.