

Spis treści

Lista współautorów

XV

Dedykacja

XVIII

Podziękowanie

XIX

1. Wstęp (J.N.B. Bell i M. Treshow)

1

2. Rys historyczny (M. Treshow i J.N.B. Bell)

7

2.1. Najwcześniejsze obawy

8

2.2. Dwutlenek siarki

9

2.3. Fluorki atmosferyczne

11

2.4. Zanieczyszczenie fotochemiczne

12

2.5. Normy jakości powietrza

15

2.6. Kwaśne deszcze

16

2.7. Kraje uprzemysławiające się

18

2.8. Najważniejsze etapy badań zanieczyszczeń

19

2.8.1. Dwutlenek siarki

19

2.8.2. Zanieczyszczenia substancjami utleniającymi

19

2.8.3. Komory fumigacyjne

20

2.8.4. Era informacji

20

2.8.5. Normy jakości powietrza

21

2.8.6. Meteorologia

22

2.8.7. Urządzenia pomiarowe

22

2.8.8. Interakcje

23

2.8.9. Zmieniające się obawy

23

2.9. Wnioski

24

Bibliografia

25

3. Emisje, dyspersje i transformacje atmosferyczne (R.N. Colville)	29
3.1. Przegląd	29
3.2. Źródła zanieczyszczeń powietrza	30
3.2.1. Spalanie paliw	30
3.2.2. Procesy chemiczne	31
3.2.3. Inne rodzaje emisji	32
3.2.4. Trendy w emisjach	33
3.2.5. Inwentaryzacje emisji	36
3.3. Dyspersja atmosferyczna	38
3.3.1. Adwekcja i turbulencja	39
3.3.2. Model rozkładu Gaussa	39
3.4. Transformacje atmosferyczne	42
3.4.1. Tworzenie się substancji fotoutleniających	42
3.4.2. Tworzenie się mocnego kwasu	44
3.4.3. Zanieczyszczenie powietrza pyłami	46
3.4.4. Modelowanie wtórnych substancji zanieczyszczających	47
3.5. Uwagi końcowe i wnioski	48
Bibliografia	49
4. Depozycja zanieczyszczeń i przyswajanie ich przez rośliny (D. Fowler)	51
4.1. Wprowadzenie	51
4.2. Proces wymiany gazowej u roślin	53
4.3. Zanieczyszczenia	56
4.3.1. Cząstki pyłów	57
4.4. Silnie reaktywne gazy zanieczyszczające (HNO_3 , HCl , HF)	59
4.5. Zanieczyszczenia gazowe deponowane na powierzchni roślin i pobierane lub emitowane przez aparaty szparkowe (SO_2 , NH_3 , O_3)	60
4.5.1. Depozycja SO_2	60
4.5.2. Wymiana NH_3 między powierzchnią Ziemi i atmosferą	64
4.5.3. Depozycja ozonu	68
4.6. Depozycja NO_2 na roślinach	70
4.7. Depozycja aerozoli na roślinach	72
4.8. Depozycja kropelek pary wodnej z chmur	74
Bibliografia	75
5. Wpływ utleniaczy na poziomach: biochemicznym, komórkowym i fizjologicznym ze szczególnym odniesieniem do ozonu (S.P. Long i S.L. Naidu)	79
5.1. Wprowadzenie	79
5.2. Włączanie w metabolizm	80
5.3. Reakcje ozonu i innych utleniaczy w apoplacie	81
5.4. Wyczuwanie, co się dzieje na zewnątrz komórki	85
5.5. Obrona komórki i apoplastu przed utleniaczami	88
5.6. Indukcja ścieżek obrony	90
5.7. Fotosynteza	91
5.8. Wnioski	95
Bibliografia	97

6. Wpływ utleniaczy na poziomie organizmu i zbiorowiska roślinnego (<i>M.R. Ashmore</i>)	101
6.1. Wprowadzenie	101
6.2. Uszkodzenia widoczne	102
6.3. Biomonitoring utleniaczy	104
6.4. Wpływ na produkcję rolną	104
6.5. Wpływ na żywotność lasów i produkcję leśną	107
6.6. Wpływ na bioróżnorodność	111
6.7. Międzygatunkowe zmiany we wrażliwości	115
6.8. Zależność ekspozycja-reakcja	118
6.9. Zastosowanie koncepcji przepływu	122
6.10. Ekonomiczne skutki działania ozonu	124
6.11. Wpływ ozonu poza Europą i Ameryką Północną	125
6.12. Wpływ ozonu w przyszłości	127
Bibliografia	128
7. Tlenki azotu: stare problemy i nowe wyzwania (<i>T.A. Mansfield</i>)	133
7.1. Wprowadzenie	133
7.2. Przystawianie NO_x	134
7.3. Atmosferyczny NO_x a apoplast	136
7.4. Wpływ na metabolizm	137
7.5. Kiedy NO_x jest szkodliwym zanieczyszczeniem?	142
7.6. Wnioski	145
Bibliografia	146
8. Wpływ dwutlenku siarki (<i>A.H. Legge i S.V. Krupa</i>)	151
8.1. Wprowadzenie	151
8.2. Źródła tła SO_2 i koncentracje w otoczeniu	152
8.3. Wybrane przykłady wpływu SO_2 z otoczenia na rośliny	152
8.4. Objawy ekspozycji liści na SO_2	157
8.5. Mechanizmy uszkodzeń liści i detoksykacja	162
8.6. Wpływ na fizjologię i metabolizm roślin	163
8.7. Akumulacja i rozmieszczenie w roślinach siarki pochodzącej z atmosfery	164
8.8. Zależności dawka-reakcja	165
8.9. Niedobór siarki u roślin	168
8.10. Wpływ na poziomie zbiorowisk roślinnych i ekosystemów	169
8.11. Ewolucja odporności u roślin	170
8.12. Wnioski	172
Podziękowania	172
Bibliografia	173
9. Wpływ fluorków (<i>D.C. McCune i L.H. Weinstein</i>)	181
9.1. Występowanie fluorków	181
9.2. Akumulacja fluorków	181
9.3. Wpływ na metabolizm	183

9.4.	Charakterystyczne objawy	185
9.4.1.	Objawy widoczne	185
9.4.2.	Czynniki wpływające na wrażliwość	186
9.5.	Wzrost i rozwój – plon	187
9.6.	Efekty ekologiczne	188
9.7.	Zagadnienia praktyczne	188
9.8.	Podsumowanie	190
	Bibliografia	190
10.	Wpływ lotnych związków organicznych (C.D. Collins i J.N.B. Bell)	193
10.1.	Wprowadzenie	193
10.2.	Etylen	193
10.3.	Pozostałe lotne związki organiczne	200
10.3.1.	Kwas trichlorooctowy (TCA)	201
10.3.2.	Nitrofenole	202
10.3.3.	Mechanizmy tolerancji	204
10.4.	Wnioski	204
	Bibliografia	205
11.	Wpływ zanieczyszczeń pyłowych (A. Farmer)	209
11.1.	Zanieczyszczenia pyłowe	209
11.1.1.	Źródła pyłów	209
11.1.2.	Rozmiar cząstek pyłów	210
11.1.3.	Chemizm cząstek pyłów	211
11.1.4.	Poziomy depozycji	211
11.2.	Sposoby wpływu na roślinność	212
11.2.1.	Depozycja na powierzchniach liści	213
11.2.2.	Wnikanie przez szparki	213
11.2.3.	Depozycja na podłożu	214
11.3.	Wpływ pyłów na roślinność	214
11.3.1.	Wprowadzenie	214
11.3.2.	Wpływ na procesy fizjologiczne	214
11.3.3.	Uszkodzenia	215
11.3.4.	Wzrost i reprodukcja	215
11.3.5.	Wpływ wtórny	216
11.3.6.	Zmiany w chemizmie podłoża	216
11.4.	Użycie roślinności do walki z zanieczyszczeniami pyłowymi	219
11.5.	Wnioski	219
	Bibliografia	220
12.	Skutki wzrostu depozycji azotu (R. Bobbink i L.P.M. Lamers)	223
12.1.	Wprowadzenie	223
12.2.	Wpływ wzbogacenia w azot na torfowiska wysokie	226
12.3.	Konsekwencje zwiększonego dopływu azotu na wrzosowiska	232
12.3.1.	Suche wrzosowiska nizinne	233
12.3.2.	Wyżynne wrzosowiska z <i>C. vulgaris</i>	240

12.4. Wpływ atmosferycznych depozycji azotu na wielogatunkowe murawy	242
12.4.1. Murawy wapieniolubne	243
12.4.2. Murawy acidofilne	248
12.5. Uwagi końcowe	251
Bibliografia	254
13. Wpływ kwaśnej depozycji mokrej (T.W. Ashenden)	263
13.1. Wprowadzenie	263
13.2. Istota kwaśnej depozycji	263
13.2.1. Deszcz, grad i śnieg	263
13.2.2. Mgiełki, mgły i chmury	264
13.2.3. Koncentracje w kropelkach wody po depozycji	264
13.3. Widoczne uszkodzenia liści	265
13.4. Wpływ na wzrost i produktywność	266
13.4.1. Rośliny uprawne	266
13.4.2. Drzewa	266
13.4.3. Roślinność rodzima	267
13.4.4. Wpływ na podział asymilatów	269
13.5. Wpływ na rozmnażanie	269
13.6. Zmiany w wymianie gazów i pary wodnej	270
13.7. Niewidoczne uszkodzenia powierzchni liści	271
13.7.1. Struktura wosku	271
13.7.2. Zwilżalność liścia	271
13.7.3. Transpiracja kutikularna	272
13.7.4. Charakterystyka odbić spektralnych	272
13.8. Nawożenie dolistne i wymywanie	272
13.9. Rola siarczanów i azotanów w depozycji mokrej	273
Bibliografia	274
14. Wpływ mieszanin zanieczyszczeń (A. Fangmeier, J. Bender, H.-J. Weigel i H.-J. Jäger)	279
14.1. Wprowadzenie	279
14.2. Scenariusze dla konkretnych zanieczyszczeń	280
14.3. Klasyfikacja interakcji i wymagania analityczne	282
14.4. Mechanizmy wpływu pojedynczych substancji zanieczyszczających	284
14.5. Interakcje dwóch substancji zanieczyszczających	286
14.5.1. Ozon i dwutlenek siarki	286
14.5.2. Ozon i gazowy amoniak	288
14.5.3. Ozon i dwutlenek azotu	289
14.5.4. Ozon i depozycja kwaśna	290
14.5.5. Dwutlenek siarki i dwutlenek azotu	291
14.5.6. Dwutlenek siarki i amoniak	292
14.5.7. Dwutlenek siarki i fluorowodór	293
14.5.8. Kwaśna mgiełka/deszcz i dwutlenek siarki	293
14.6. Interakcje więcej niż dwóch zanieczyszczeń	293
14.6.1. Interakcje ozonu, dwutlenku siarki i dwutlenku azotu	294
14.6.2. Metale ciężkie w kombinacji z gazowymi zanieczyszczeniami powietrza	294

14.6.3. Kwaśne deszcze w kombinacji z więcej niż jednym zanieczyszczeniem gazowym	295
14.6.4. Porównanie roślin rosnących w powietrzu filtrowanym i niefiltrowanym	296
14.7. Wnioski	298
Bibliografia	298
15. Degradacja lasów a zanieczyszczenie powietrza: ocena stanu zdrowotnego lasów Europy, półn.-wsch. części USA i pld.-wsch. Kanady (J.L. Innes i J.M. Skelly)	305
15.1. Wprowadzenie	305
15.2. Raporty o stanie zdrowotnym lasów – wschodnia część Ameryki Północnej	309
15.2.1. Badania kanadyjskie – ARNEWS	311
15.2.2. Badania amerykańsko-kanadyjskie – NAMP	313
15.2.3. USA – monitoring stanu zdrowotnego lasów	316
15.3. Raporty o stanie zdrowotnym lasów – Europa	316
15.3.1. Badania w Europie (United Nations Economic Commission for Europe, UNECE, oraz European Union, EU)	318
15.3.2. Europejskie badania narodowe	321
15.3.3. Badania przyrostów lasów prowadzone przez European Forestry Institute	322
15.3.4. Ocena światowych zasobów leśnych w 2000 roku	323
15.4. Wnioski	324
Bibliografia	324
16. Wpływ depozycji kwaśnej na ekosystemy wodne (R. Harriman, R.W. Battarbee i D.T. Monteith)	329
16.1. Wprowadzenie	329
16.1.1. Rys historyczny	330
16.1.2. Dowody na długotrwałe zakwaszenie	331
16.1.3. Polityka kontroli emisji	332
16.2. Wpływ na jakość wód	333
16.2.1. Reakcje na zanieczyszczenia chemiczne	333
16.2.2. Zagospodarowanie przestrzenne i zmiany klimatyczne	333
16.2.3. Trendy długookresowe i modelowanie	333
16.3. Wpływ na organizmy wodne	333
16.3.1. Ryby	334
16.3.2. Bezkręgowce	335
16.3.3. Glony i makrofity	339
16.4. Zakwaszenie w przyszłości	339
16.4.1. Zasięg poprawy chemicznej i biologicznej jakości wód	341
Bibliografia	341
17. Efekty oddziaływań na mszaki i porosty (J.W. Bates)	345
17.1. Charakterystyka ogólna	345
17.2. Dowody w terenie na degradację związaną ze wzrostem koncentracji SO ₂	346
17.2.1. Rys historyczny	346
17.2.2. Bujność i plenność	348

17.2.3. Badania kartograficzne	349
17.2.4. Współczesne badania siedlisk	352
17.2.5. Transplanty	354
17.2.6. Zawartość siarki	355
17.3. Fizjologiczne i biochemiczne efekty oddziaływania SO ₂	355
17.3.1. Reakcje na długotrwałą fumigację	356
17.3.2. Metaboliczne i ultrastrukturalne skutki oddziaływania SO ₂	357
17.3.3. Mechanizmy tolerancji na SO ₂	362
17.4. Reakcje na inne substancje zanieczyszczające	365
17.4.1. Reakcje na NO _x	366
17.4.2. Reakcje na NH ₃	367
17.4.3. Reakcje na O ₃ i PAN (azotan nadlenoacetylowy)	368
17.4.4. Reakcje na fluorki	370
17.5. Rekolonizacja w miarę zmniejszania się koncentracji SO ₂	371
17.6. Bfoidynkacja zanieczyszczeń SO ₂	373
Bibliografia	375
18. Modyfikujący wpływ warunków środowiskowych na reakcje roślin (G. Mills)	385
18.1. Wprowadzenie	385
18.2. Modyfikujący efekt pojedynczych czynników środowiskowych	386
18.2.1. Czynniki klimatyczne	386
18.2.2. Czynniki glebowe	391
18.3. Wzrost wrażliwości na SO ₂ w warunkach zimowych: przykład interakcji wieloczynnikowych	396
18.4. Wnioski	397
Bibliografia	398
19. Interakcje między substancją zanieczyszczającą a stresem abiotycznym (A.W. Davison i J.D. Barnes)	403
19.1. Znaczenie stresu abiotycznego	404
19.2. SO ₂ i stres zimowy	404
19.3. Depozycja kwaśna, degradacja lasów i uszkodzenia zimowe	409
19.4. Degradacja świerka czerwonego i depozycja kwaśna w północno-wschodniej części USA	411
19.5. Interakcje między deficytem wody a substancją zanieczyszczającą	413
19.6. Wzbogacenie w azot i uszkodzenia zimowe	417
Bibliografia	419
20. Wpływ substancji zanieczyszczających pochodzenia atmosferycznego na stres biotyczny (W. Flückiger, S. Braun i E. Hiltbrunner)	425
20.1. Wprowadzenie	425
20.2. Interakcje między owadami roślinożernymi, patogenami i roślinami żywicielami	427
20.3. Owady	427
20.3.1. Obserwacje polowe	427
20.3.2. Eksperymentalne dowody na występowanie interakcji	428

20.3.3. Biochemiczne dowody na występowanie interakcji	433
20.4. Nicienie	435
20.5. Interakcje między patogenami, roślinami i substancjami zanieczyszczającymi pochodzenia atmosferycznego	435
20.6. Grzyby	436
20.6.1. Obserwacje terenowe	436
20.6.2. Badania eksperymentalne związków między roślinami i grzybami	437
20.7. Choroby bakteryjne i wirusowe	442
20.8. Czynniki wpływające na zmianę relacji między gospodarzem i patogenami	443
20.8.1. Powierzchnie liści	443
20.8.2. Stosunki wodne	444
20.8.3. Biochemiczne dowody na występowanie interakcji	444
20.9. Potencjalne skutki ekonomiczne	445
20.10. Wnioski i perspektywy	446
Bibliografia	447
21. Efekty zanieczyszczeń powietrza w krajach rozwijających się (F.M. Marshall)	457
21.1. Trendy w zanieczyszczeniu powietrza – koncentracje i rozkład	457
21.2. Rolnictwo	459
21.3. Bezpośrednie dowody szkodliwego wpływu zanieczyszczenia powietrza na uprawy rolne	460
21.3.1. Ozon	460
21.3.2. Dwutlenek siarki	461
21.3.3. Dwutlenek azotu	463
21.4. Priorytety dalszych badań	463
Podziękowania	466
Bibliografia	466
22. Wytyczne dotyczące jakości powietrza i ich rola w polityce kontroli zanieczyszczeń (M.R. Ashmore)	469
22.1. Wprowadzenie	469
22.2. Definicje	470
22.3. Podstawowe problemy w definiowaniu wytycznych	471
22.4. Odniesienie do relacji ekspozycja–reakcja	473
22.5. Rozwój wytycznych dotyczących jakości powietrza	474
22.6. Ozon	476
22.7. Dwutlenek siarki	479
22.8. Depozycja azotu	480
22.9. Wnioski	482
Bibliografia	482
23. Zanieczyszczenia powietrza a zmiana klimatu (V.C. Runeckles)	485
23.1. Wprowadzenie	485
23.2. Antropogeniczne gazy cieplarniane a zmiana klimatu	487
23.3. Reakcja roślin na wzrost zawartości dwutlenku węgla i wzrost temperatury	489

23.3.1. Dwutlenek węgla	489
23.3.2. Temperatura	492
23.3.3. Interakcje CO ₂ -temperatura	494
23.4. Reakcja roślin na wzrost promieniowania UV-B (280–320 nm)	496
23.5. Interakcje CO ₂ -temperatura-promienie UV-B	497
23.6. Substancje zanieczyszczające pochodzenia atmosferycznego a zmienność czynników klimatu	497
23.6.1. Ozon	498
23.6.2. Dwutlenek siarki	503
23.6.3. Tlenki azotu	504
23.6.4. Inne substancje zanieczyszczające pochodzenia atmosferycznego	505
23.7. Spójrzanie na XXI wiek	505
Bibliografia	506
24. Wnioski i wskazówki na przyszłość (J.N.B. Bell)	513

Dodatek **519**

Ashenden, Trevor Centre for Ecology and Hydrology, Bangor Research Unit, University College of North Wales, Deiniol, 521, Bangor, Gwynedd, LL5 7UP, UK.

Ashmore, Michael Department of Environmental Science, University of Bradford, West Yorkshire BD7 1DP, UK.

Barnes, Jeremy Department of Agriculture and Environmental Science, Newcastle University, Radley Building, Newcastle upon Tyne, NE1 7RU, UK.

Bates, Jeffrey Department of Biological Sciences, Imperial College of Science, Technology and Medicine, Silwood Park, Ascot, Berkshire, SL5 7PY, UK.

Battarbee, Richard Geography Department, University College London, Gower Street, London, WC1E 6BT, UK.

Bell, Nigel Department of Biological Sciences, Imperial College of Science, Technology and Medicine, Silwood Park, Ascot, Berkshire, SL5 7PY, UK.

Bender, Juergen Institute for Agroecology, Federal Agricultural Research Centre (FAL), Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig, Germany.

Bohlink, Roland Department of Plant Ecology & Evolutionary Biology, P.O. Box 300.84, 3508 TB Utrecht-NL, The Netherlands.

Braun, Sabine Institute for Applied Plant Biology, Sandgrubenstrasse 25, CH4124, Schönenbuch, Switzerland.