
Spis treści

Przedmowa	11
1. Wstęp	15
1.1. Czego czytelnik powinien się spodziewać po tej książce	15
1.2. O metodzie naukowej	16
1.3. Ekologia współczesna	22
Literatura uzupełniająca	26
2. Życie biosfery	29
2.1. Żywy organizm	29
2.2. Żywa biosfera	30
2.3. Ekologia jako program badawczy biologii	30
2.4. Planeta Ziemia	31
2.4.1. Ziemia we Wszechświecie	31
2.4.2. Planety Układu Słonecznego	33
2.4.3. Środowisko kosmiczne	35
2.4.4. Ruch Ziemi wokół Słońca, pory roku	36
2.4.5. Ruch obrotowy Ziemi wokół osi	37
2.4.6. Magnetosfera Ziemi	38
2.4.7. Hipoteza Milankoviča	39
2.5. Ziemia pod nogami	41
2.5.1. Co jest w środku	41
2.5.2. „A jednak się rusza”	42
2.6. Cyrkulacja atmosferyczna i cykl hydrologiczny	47
Literatura uzupełniająca	51
3. Biogeneza i historia biosfery	52
3.1. Powstanie życia na Ziemi	52
3.1.1. Co to jest: życie	52
3.1.2. Teoria Oparina	53
3.1.3. Eksperymenty z „syntetycznymi funkcjami życiowymi”	55
3.1.4. Współczesne hipotezy	56
3.1.5. Powstanie współczesnych form życiowych	61

3.2. Prehistoria życia i paleoekologia	62
3.3. Wielkie wymierania	67
3.3.1. Dokumenty paleontologiczne	67
3.3.2. Przyczyny katastrof	73
3.3.3. Zderzenia z meteorytami	73
3.3.4. Okresowość wymierań	76
3.3.5. Wulkanizm i inne hipotezy konkurencyjne	78
Literatura uzupełniająca	79

4. Metabolizm biosfery

4.1. Cykl redoks	80
4.2. Heterotrofia	86
4.3. Autotrofia	87
4.4. Pobieranie azotu i siarki	91
4.5. Oddychanie	92
4.6. Ewolucja systemów metabolicznych	96
4.6.1. Ekosystemy ciepłe głębinowych	96
4.6.2. Ewolucja fotosyntezy	98
Literatura uzupełniająca	101

5. Produkcja pierwotna biosfery

5.1. Energetyka produkcji biomasy	102
5.2. Metody pomiaru produkcji pierwotnej	106
5.2.1. Metody żniwne	108
5.2.2. Pomiary fizjologiczne	110
5.2.3. Metody pośrednie	112
5.3. Od czego zależy tempo produkcji pierwotnej	113
5.4. Produkcja pierwotna w oceanach	115
5.5. Produkcja pierwotna na lądach	119
5.6. Bilans energetyczny biosfery	122
Literatura uzupełniająca	124

6. Dekompozycja, czyli rozkład biomasy

6.1. Istota procesu	125
6.2. Dekompozycja dokonywana przez rośliny	127
6.3. Dekompozycja dokonywana przez konsumentów	127
6.4. Destruenci, detrytusożercy, saprofagi, „reducenci”	128
6.5. Procesy dekompozycji w wodach	129
6.6. Procesy dekompozycji na lądach	130
6.7. Od czego zależy tempo dekompozycji i jak się je mierzy	132
6.8. Niedomknięte bilanse: deponowanie materii organicznej	140
Literatura uzupełniająca	142

7. Cykle biogeochemiczne

7.1. Krążenie pierwiastków w biosferze	143
7.2. Cykl węgla	145
7.3. Bilans węgla a klimat globalny	147
7.3.1. Klimat się zmienia	147
7.3.2. Przyczyny zmian klimatu	150

7.3.3. Gazy cieplarniane	153
7.3.4. Spodziewane skutki wzrostu zawartości CO ₂ w atmosferze	159
7.3.5. Bilans węgla w biosferze: gdzie się podziewa CO ₂	160
7.3.6. Międzynarodowe badania globalnych zmian klimatycznych	160
7.4. Cykl azotu	161
7.5. Cykl siarki	168
7.6. Cykl fosforu	173
7.7. Żelazo	175
Literatura uzupełniająca	176
8. Ekosystem	177
8.1. Warunki życia w oceanie i na lądzie	177
8.2. Biomy Ziemi	179
8.2.1. Zróżnicowanie biosfery	179
8.2.2. Gleba	181
8.3. Biosfera, biom, ekosystem	185
8.4. Pojęcie ekosystemu: problemy terminologiczne	191
8.5. Struktura troficzna ekosystemu	194
8.6. Modele ekosystemów	199
8.7. Bioenergetyka ekologiczna	203
Literatura uzupełniająca	205
9. Jezioro, las, step, ocean	206
9.1. Cztery przykłady	206
9.2. Jezioro	207
9.3. Las strefy umiarkowanej	220
9.3.1. Badania ekosystemów leśnych	220
9.3.2. Las Puszczy Niepołomickiej	221
9.4. Step	234
9.4.1. Ekosystem trawiasty	234
9.4.2. Suchy step karaganowo-ostnicowy w Mongolii	235
9.4.3. Wpływ gryzoni na obieg materii i produktywność stepu	237
9.5. Ocean	240
9.5.1. Ekosystem globalny	240
9.5.2. „Biomy” morskie	240
9.5.3. Prądy wstępujące (upwellingi)	242
9.5.4. El Niño	244
Literatura uzupełniająca	246
10. Funkcjonowanie ekosystemów — w poszukiwaniu ogólnych zasad	247
10.1. Struktura sieci troficznej i przepływ energii w ekosystemach	247
10.2. Przepływ energii między poziomami troficznymi	253
10.3. Analiza sieci troficznych	255
10.4. Od czego zależy długość łańcuchów troficznych	258
10.5. Regulacja ekosystemu: „z góry”, czy „z dołu”	260
10.6. Jak powstaje ekosystem	261
10.7. Stabilność ekosystemów	265
10.8. Trwałość biosfery	276
Literatura uzupełniająca	282

11. Różnorodność biosfery	283
11.1. Zagadka różnorodności biosfery	283
11.2. Zróżnicowanie form życiowych	286
11.2.1. Źródła zmienności organizmów żywych	286
11.2.2. Każdy organizm jest unikatem	287
11.2.3. Różnorodność gatunkowa	289
11.2.4. Różnorodność prebiotyczna i wczesna ewolucja form życiowych	289
11.2.5. Nieciągłość zmienności	291
11.3. Zmiany liczby gatunków w historii biosfery	291
11.4. Ile gatunków żyje obecnie na Ziemi	299
11.4.1. Stan znajomości współczesnej flory i fauny	299
11.4.2. Próby oszacowania rzeczywistej liczby gatunków	302
11.5. Przestrzenna zmienność różnorodności gatunkowej w biosferze	309
11.5.1. Geograficzne wzorce różnorodności gatunkowej	309
11.5.2. Przyczyny geograficznego zróżnicowania liczby gatunków	314
11.5.3. Zależność liczby gatunków od wielkości arealu	320
11.6. Znaczenie globalnej różnorodności gatunkowej i jej zagrożenia	323
11.6.1. Wymierania plejstoceńskie i współczesne	323
11.6.2. Pożytki z różnorodności biologicznej	325
Literatura uzupełniająca	328
12. Organizm wśród organizmów	329
12.1. Środowisko biotyczne	329
12.2. Ewolucja interakcji międzygatunkowych	330
✓ 12.3. Konkurencja	334
✓ 12.3.1. Model konkurencji	335
12.3.2. Eksperymentalne badania nad konkurencją	344
12.3.3. Znaczenie konkurencji międzygatunkowej dla różnorodności biosfery	355
12.4. Eksploatacja	355
12.4.1. Niesymetryczne interakcje międzygatunkowe	355
✓ 12.4.2. Pasożytnictwo	356
✓ 12.4.3. Drapieżnictwo	360
✓ 12.4.4. Roślinożerność	372
✓ 12.5. Mutualizm	377
✓ 12.5.1. Symbiozy metaboliczne	377
✓ 12.5.2. Zoogamia i zoochoria	385
✓ 12.5.3. Przymierze obronne	392
✓ 12.5.4. Komensalizm	392
12.5.5. Znaczenie mutualizmu dla różnorodności biosfery	393
Literatura uzupełniająca	395
13. Różnorodność gatunkowa w skali lokalnej	396
13.1. Struktura różnorodności	396
13.1.1. Składowe różnorodności gatunkowej	396
13.1.2. Powtarzalność składu gatunkowego	398
✓ 13.2. Zespół i biocenoza	399
13.2.1. Czy to, czym zajmuje się ekologia, w ogóle istnieje	399

13.2.2.	Burzliwe dzieje kilku pojęć	403
13.2.3.	Wzorce i mechanizmy	407
13.3.	Powtarzalne wzorce w strukturze zespołów	407
13.3.1.	Wzorec I: Redundancja biocenoz. Gatunków jest zawsze „za dużo”, o wiele więcej niż kategorii troficznych realizujących funkcje ekosystemu	407
13.3.2.	Wzorec II: Wielkość populacji gatunków wchodzących w skład zespołów ma charakterystyczny rozkład: mało dużych, dużo małych	410
13.3.3.	Wzorec III: Wielkości ciała gatunków wchodzących w skład zespołów mają charakterystyczne rozkłady: mało dużych, dużo małych	418
13.3.4.	Wzorec IV: Gatunki wchodzące w skład zespołu w sposób charakterystyczny różnią się od siebie („zasada ograniczonego podobieństwa”)	425
13.3.5.	Wzorec V: Z danej puli gatunków, w podobnych warunkach, mogą się tworzyć różne zespoły, ale ich skład nie jest przypadkowy	432
13.3.6.	Wzorec VI: Konwergencja zespołów	434
13.3.7.	Co wynika z analizy powtarzalnych wzorców w strukturze zespołów	438
13.4.	Dynamika biocenoz	440
✓ 13.4.1.	Wzorce zmian struktury biocenozy w czasie: sukcesja	440
✓ 13.4.2.	Sukcesja: proces deterministyczny, czy losowy	446
✓ 13.4.3.	Równowaga w biocenozie	449
13.4.4.	Mechanizm zrównoważenia liczby gatunków w zespole — model biogeografii wysp	450
13.4.5.	Dynamika biocenoz — brak teorii a praktyka	452
13.5.	Znaczenie lokalnej różnorodności gatunkowej	453
13.5.1.	Czy różnorodność gwarantuje stabilność	453
13.5.2.	Rozważania teoretyczne	453
13.5.3.	Potwierdzenia eksperymentalne	456
13.5.4.	Czy różnorodność jest dobra dla ekosystemu	458
	Literatura uzupełniająca	458

14.	Ekologia gatunku	459
14.1.	Populacja jednogatunkowa	459
14.1.1.	Poziomy organizacji życia	459
14.1.2.	Dynamika populacji	460
14.1.3.	Wpływ czynników niezależnych od zagęszczenia na dynamikę populacji	462
14.2.	Regulacja populacji	465
✓ 14.2.1.	Czynniki zależne od zagęszczenia	465
✓ 14.2.2.	Konkurencja wewnątrzgatunkowa — podział zasobów	472
✓ 14.2.3.	Samoprzerzedzenie	473
✓ 14.2.4.	Terytorializm	477
✓ 14.2.5.	Stabilizujący wpływ zmienności fenotypowej	478
✓ 14.2.6.	Warunki przetrwania gatunku	481
14.3.	Demografia	483
14.3.1.	Losy poszczególnych osobników	483
14.3.2.	Wskaźnik zastępowania	484
14.3.3.	Tabela życia dla kohorty	492
14.3.4.	Macierz projekcji	499
14.3.5.	Związki między współczynnikami dynamiki populacji	503
14.4.	Strategie ewolucyjne gatunków	504
14.4.1.	Historie życiowe	504
14.4.2.	Kształtowanie strategii życiowej przez dobór naturalny	508
	Literatura uzupełniająca	512

Epilog	513
Dodatki	515
Dodatek 1. Zastosowanie badań satelitarnych w ekologii	515
Literatura uzupełniająca	523
Dodatek 2. Przewodnik po metodach statystyki wielowymiarowej	524
Literatura uzupełniająca	537
Źródła ilustracji	560
Indeks rzeczowy i indeks taksonomicznych nazw organizmów	566