

Spis treści

Rozdział 1

Wstęp	1
1.1. Czego czytelnik powinien się spodziewać po tej książce?	1
1.2. O metodzie naukowej	3
1.3. Ekologia współczesna	12
Literatura uzupełniająca	18

Rozdział 2

Życie biosfery	23
2.1. Żywy organizm	23
2.2. Żywa biosfera	24
2.3. Ekologia jako program badawczy biologii	25
2.4. Planeta Ziemia	26
2.4.1. Ziemia we wszechświecie	26
2.4.2. Planety Układu Słonecznego	29
2.4.3. Środowisko kosmiczne	31
2.4.4. Ruch Ziemi wokół Słońca, pory roku	33
2.4.5. Ruch obrotowy Ziemi wokół osi	34
2.4.6. Magnetosfera Ziemi	34
2.4.7. Hipoteza Milankovica	35
2.5. Ziemia pod nogami	38
2.5.1. Co jest w środku	38
2.5.2. „A jednak się rusza”	39
2.6. Cyrkulacja atmosferyczna i cykl hydrologiczny	44
Literatura uzupełniająca	48

Rozdział 3

Biogeneza i historia biosfery	49
3.1. Powstanie życia na Ziemi	49
3.1.1. Co to jest: życie	49
3.1.2. Hipotezy o powstaniu życia na Ziemi	51
3.1.3. „Od dołu”: badania geologiczne i paleontologiczne	53
3.1.4. „Od góry”: badania porównawcze współczesnych organizmów	58
3.1.5. Hipotezy i eksperymenty „tu i teraz”	61
3.1.6. Od minerałów do praorganizmu	62
3.1.7. Świat RNA	68
3.1.8. Powstanie współczesnych form życiowych	70
3.2. Prehistoria życia i paleoekologia	71
3.3. Wielkie wymierania	74

3.3.1. Dokumenty paleontologiczne	75
3.3.2. Przyczyny katastrof	81
3.3.3. Zderzenia z meteorytami	81
3.3.4. Okresowość wymierań?	84
3.3.5. Wulkanizm i inne konkurencyjne hipotezy	85
Literatura uzupełniająca	87

Rozdział 4

Metabolizm biosfery	89
4.1. Cykl redoks	89
4.2. Heterotrofia	95
4.3. Autotrofia	96
4.4. Pobieranie azotu i siarki	100
4.5. Oddychanie	101
4.6. Ewolucja systemów metabolicznych	105
4.6.1. Ekosystemy cieplic głębinowych	105
4.6.2. Głęboka biosfera	108
4.6.3. Ewolucja fotosyntezy	109
Literatura uzupełniająca	112

Rozdział 5

Produkcja pierwotna biosfery	113
5.1. Energetyka produkcji biomasy	113
5.2. Metody pomiaru produkcji pierwotnej	117
5.2.1. Metody żniwne	119
5.2.2. Pomiar fizjologiczne	121
5.2.3. Metoda kowariancji wirów	122
5.2.4. Metody pośrednie	123
5.3. Od czego zależy tempo produkcji pierwotnej?	129
5.4. Produkcja pierwotna w oceanach	131
5.5. Produkcja pierwotna na lądach	134
5.6. Bilans energetyczny biosfery	139
Literatura uzupełniająca	143

Rozdział 6

Dekompozycja, czyli rozkład biomasy	145
6.1. Istota procesu	145
6.2. Dekompozycja dokonywana przez rośliny	147
6.3. Dekompozycja dokonywana przez konsumentów	147
6.4. Destruenci, detrytusożercy, saprofagi, „reducenci”	148
6.5. Procesy dekompozycji w wodach	149
6.6. Procesy dekompozycji na lądach	151
6.7. Od czego zależy tempo dekompozycji i jak się je mierzy?	152
6.8. Niedomknięte bilanse: deponowanie materii organicznej	164
Literatura uzupełniająca	165

Rozdział 7

Cykle biogeochemiczne **167**

7.1. Krążenie pierwiastków w biosferze	167
7.2. Cykl węgla	169
7.3. Bilans węgla a klimat globalny	183
7.3.1. Klimat się zmienia	183
7.3.2. Przyczyny zmian klimatu	185
7.3.3. Gazy cieplarniane	188
7.3.4. Spodziewane skutki wzrostu zawartości CO ₂ w atmosferze	192
7.4. Cykl azotu	195
7.5. Cykl siarki	202
7.6. Cykl fosforu	208
7.7. Żelazo	210
Literatura uzupełniająca	211

Rozdział 8

Ekosystem **213**

8.1. Warunki życia w oceanie i na lądzie	213
8.2. Biomy Ziemi	216
8.2.1. Zróżnicowanie biosfery	216
8.2.2. Gleba	218
8.3. Biosfera, biom, ekosystem	222
8.4. Pojęcie ekosystemu: problemy terminologiczne	231
8.5. Struktura troficzna ekosystemu	235
8.6. Modele ekosystemów	240
8.7. Bioenergetyka ekologiczna	244
Literatura uzupełniająca	247

Rozdział 9

Jezioro, las, step, ocean **249**

9.1. Cztery przykłady	249
9.2. Jezioro	250
9.3. Las strefy umiarkowanej	264
9.3.1. Badania ekosystemów leśnych	264
9.3.2. Lasy Puszczy Niepołomickiej	265
9.3.3. Lasy naturalne i lasy użytkowe	277
9.4. Step	288
9.4.1. Ekosystem trawiasty	288
9.4.2. Suchy step karaganowo-ostnicowy w Mongolii	290
9.4.3. Wpływ gryzoni na obieg materii i produktywność stepu	292
9.5. Ocean	295
9.5.1. Ekosystem globalny	295
9.5.2. Biomy morskie	296
9.5.3. Prądy wstępujące (upwellingi)	297
9.5.4. El Niño	299
Literatura uzupełniająca	302

Rozdział 10

Funkcjonowanie ekosystemów — w poszukiwaniu ogólnych zasad

303

10.1. Struktura sieci troficznej i przepływ energii w ekosystemach	303
10.2. Przepływ energii i materii między poziomami troficznymi	308
10.3. Analiza sieci troficznych	324
10.4. Od czego zależy długość łańcuchów troficznych	327
10.5. Regulacja ekosystemu: „z góry” czy „z dołu”?	329
10.6. Jak powstaje ekosystem	331
10.7. Stabilność ekosystemów	335
10.8. Trwałość biosfery	347
Literatura uzupełniająca	355

Rozdział 11

Różnorodność biosfery

357

11.1. Zagadka różnorodności biosfery	357
11.2. Zróżnicowanie form życiowych	360
11.2.1. Źródła zmienności organizmów żywych	360
11.2.2. Każdy organizm jest unikatem	361
11.2.3. Różnorodność gatunkowa	363
11.2.4. Różnorodność prebiotyczna i wczesna ewolucja form życiowych	364
11.2.5. Nieciągłość zmienności	365
11.3. Zmiany liczby gatunków w historii biosfery	366
11.4. Ile gatunków żyje obecnie na Ziemi?	374
11.4.1. Stan znajomości współczesnej flory i fauny	374
11.4.2. Próby oszacowania rzeczywistej liczby gatunków	378
11.5. Przestrzenna zmienność różnorodności gatunkowej w biosferze	386
11.5.1. Geograficzne wzorce różnorodności gatunkowej	386
11.5.2. Przyczyny geograficznego zróżnicowania liczby gatunków	393
11.5.3. Zależność liczby gatunków od wielkości arealu	405
11.6. Znaczenie globalnej różnorodności gatunkowej i jej zagrożenia	409
11.6.1. Wymierania plejstoceńskie i współczesne	409
11.6.2. Pożytki z różnorodności biologicznej	418
Literatura uzupełniająca	421

Rozdział 12

Organizm wśród organizmów

423

12.1. Środowisko biotyczne	423
12.2. Ewolucja interakcji międzygatunkowych	424
12.3. Konkurencja	429
12.3.1. Model konkurencji	429
12.3.2. Eksperymentalne badania nad konkurencją	439
12.3.3. Znaczenie konkurencji międzygatunkowej dla różnorodności biosfery	450
12.4. Eksploatacja	451

12.4.1. Niesymetryczne interakcje międzygatunkowe	451
12.4.2. Pasożytnictwo	451
12.4.3. Drapieżnictwo	457
12.4.4. Roślinożerność	471
12.5. Mutualizm	476
12.5.1. Symbiozy metaboliczne	476
12.5.2. Zoogamia i zoochoria	487
12.5.3. Przymierze obronne	496
12.5.4. Komensalizm	497
12.5.5. Znaczenie mutualizmu dla różnorodności biosfery	498
Literatura uzupełniająca	500

Rozdział 13

Różnorodność gatunkowa w skali lokalnej	501
13.1. Struktura różnorodności	501
13.1.1. Składowe różnorodności gatunkowej	501
13.1.2. Powtarzalność składu gatunkowego	506
13.2. Zespół i biocenoza	507
13.2.1. Czy to, czym zajmuje się ekologia, w ogóle istnieje?	507
13.2.2. Burzliwe dzieje kilku pojęć	511
13.2.3. Wzorce i mechanizmy	515
13.3. Powtarzalne wzorce w strukturze zespołów	515
13.3.1. Wzorec I: Redundancja biocenoz. Gatunków jest zawsze „za dużo”, o wiele więcej niż kategorii troficznych realizujących funkcje ekosystemu	515
13.3.2. Wzorec II: Wielkość populacji gatunków wchodzących w skład zespołów ma charakterystyczny rozkład: mało dużych, dużo małych	519
13.3.3. Wzorec III: Wielkości ciała gatunków wchodzących w skład zespołów mają charakterystyczne rozkłady: mało dużych, dużo małych	526
13.3.4. Wzorec IV: Gatunki wchodzące w skład zespołu w sposób charakterystyczny różnią się od siebie („zasada ograniczonego podobieństwa”)	534
13.3.5. Wzorec V: Z danej puli gatunków w podobnych warunkach mogą się tworzyć różne zespoły, ale ich skład nie jest przypadkowy	541
13.3.6. Wzorec VI: Konwergencja zespołów	544
13.3.7. Co wynika z analizy powtarzalnych wzorców w strukturze zespołów?	548
13.4. Dynamika biocenoz	551
13.4.1. Wzorce zmian struktury biocenozy w czasie: sukcesja	551
13.4.2. Sukcesja: proces deterministyczny czy losowy?	558
13.4.3. Równowaga w biocenozie	562
13.4.4. Mechanizm zrównoważenia liczby gatunków w zespole — model biogeografii wysp	562
13.5. Znaczenie lokalnej różnorodności gatunkowej	565
13.5.1. Czy różnorodność gwarantuje stabilność? Rozważania teoretyczne	565

13.5.2. Potwierdzenia eksperymentalne	568
13.5.3. Czy różnorodność jest dobra dla ekosystemu?	571
Literatura uzupełniająca	572

Rozdział 14

Ekologia gatunku **573**

14.1. Populacja jednogatunkowa	573
14.1.1. Poziomy organizacji życia	573
14.1.2. Dynamika populacji	575
14.1.3. Wpływ czynników niezależnych od zagęszczenia na dynamikę populacji	577
14.2. Regulacja liczebności populacji	579
14.2.1. Czynniki zależne od zagęszczenia	579
14.2.2. Konkurencja wewnątrzgatunkowa — podział zasobów	587
14.2.3. Samoprzerzedzenie	588
14.2.4. Terytorializm	592
14.2.5. Stabilizujący wpływ zmienności indywidualnej	594
14.2.6. Warunki przetrwania gatunku	597
14.2.7. Populacja populacji, czyli metapopulacja	599
14.3. Demografia	604
14.3.1. Losy poszczególnych osobników	604
14.3.2. Wskaźnik zastępowania	605
14.3.3. Tabela życia dla kohorty	607
14.3.4. Macierz projekcji	622
14.3.5. Związki między współczynnikami dynamiki populacji	626
14.4. Strategie ewolucyjne gatunków	628
14.4.1. Historie życiowe	628
14.4.2. Kształtowanie strategii życiowej przez dobór naturalny	631
14.4.3. Organizm w środowisku — bioenergetyka ekologiczna	635
Literatura uzupełniająca	646

Epilog **649**

Dodatek 1

Zastosowanie badań satelitarnych w ekologii **653**

D1.1. Satelity do użytku codziennego: GPS	653
D1.2. Radiotelemetria satelitarna	656
D1.3. Metody teledetekcji satelitarnej	658
D1.4. Dostęp do danych satelitarnych	671
D1.5. Lotem trutnia	672
Literatura uzupełniająca	673

Dodatek 2

Przewodnik po metodach statystyki wielowymiarowej **675**

Przykłady zastosowań statystyki wielowymiarowej w ekologii	686
Literatura uzupełniająca	687

Dodatek 3	
Metody molekularne w ekologii	689
D3.1. „Ekologia molekularna”	689
D3.2. Markery genetyczne	691
D3.3. Warsztat molekularny w ekologii	692
D3.4. Wybrane przykłady zastosowań metod molekularnych w różnych obszarach ekologii	696
D3.4.1. Struktura i funkcjonowanie ekosystemów	696
D3.4.2. Ekologia gatunku, populacji i osobnika	700
Literatura uzupełniająca	703
Słownik wybranych pojęć z zakresu ekologii	705
Źródła ilustracji	757
Indeks rzeczowy	765
Indeks nazw organizmów	785

oprac. BPK