

Inhaltsverzeichnis

Vorwort *V*

Einleitung *XXI*

Bau und Leistungen der Zellen

1. Cytologie 3

1.1. Zelltypen und Zellfeinbau 5

1.1.1. Die Zelle als universelles Bauelement der Organismen 5

1.1.2. Eucyte und Protocyte 8

1.1.2.1. Strukturelemente der Eucyte 8

1.1.2.2. Beispiele von Eucyten 12

1.1.2.3. Strukturelemente der Protocyte 19

1.2. Molekulare Architektur der Zelle 24

1.2.1. Proteine 25

1.2.2. Nukleinsäuren 33

1.2.3. Nucleoproteide 37

1.2.3.1. Ribosomen 37

1.2.3.2. Viren 38

1.2.4. Polysaccharide 40

1.2.5. Lipide und Biomembranen 41

1.3. Das innere Milieu der Zelle 47

1.3.1. Die Bedeutung des Wassers 47

1.3.2. Zellsäfte als wässrige Lösungen 48

1.3.3. Wasserstoffionenkonzentration und Pufferung 54

1.3.4. Dynamik des inneren Milieus 55

1.4. Zellorganellen 61

1.4.1. Der Zellkern in der Interphase 62

1.4.2. Die Plasten (Mitochondrien und Plastiden) 68

1.4.3. Die Cytomembranen (Zisternen, Vesikel, Vakuolen) 74

1.4.4. Cytoplasma-Filamente und Mikrotubuli 78

1.4.5. Die Zellwand 80

- 1.5. Energie- und Stoffwechsel 83
 - 1.5.1. Die energetischen Grundlagen 83
 - 1.5.2. Reaktionskinetik und enzymatische Katalyse 88
 - 1.5.3. Verwandlung und Übertragung der Energie in Zellen 94
 - 1.5.4. Der Stoffwechsel (Metabolismus) 110
- 1.6. Die Regulation von Zelleistungen 124
 - 1.6.1. Steuerung von Reaktionen durch Verschiebung der Gleichgewichtsverhältnisse 125
 - 1.6.2. Steuerung durch Veränderung von Milieubedingungen 126
 - 1.6.3. Steuerung durch Beeinflussung der Enzymaktivität 126
 - 1.6.4. Steuerung der Enzymsynthese 128
 - 1.6.5. Steuerung des Proteinumsatzes 129
- 1.7. Bioelektrizität 129
- 1.8. Mitose und Zellteilung 133
 - 1.8.1. Ablauf der Mitose 133
 - 1.8.2. Die Zellteilung (Cytokinese) 136
 - 1.8.3. Der Zellzyklus 137

Strukturen und Funktionen der Organismen

2. Genetik 141

- 2.1. Nukleinsäuren als genetisches Material 142
 - 2.1.1. Transformation 142
 - 2.1.2. Transfektion 143
- 2.2. Funktion des genetischen Materials 146
 - 2.2.1. Der genetische Code 146
 - 2.2.2. Transkription 149
 - 2.2.3. Translation 150
 - 2.2.4. Genwirkketten 156
- 2.3. Mutation 159
 - 2.3.1. Molekulare Basis 160
 - 2.3.2. Mutationstypen 162
 - 2.3.3. Rückmutationen 172
 - 2.3.4. Suppressor-Mutationen 172
 - 2.3.5. Reparatur der DNA 173
- 2.4. Rekombination 174
 - 2.4.1. Rekombination und Sexualität 174
 - 2.4.2. Mendelsche Gesetze 176

- 2.4.3. Koppelungsgruppen 179
- 2.4.4. Koppelungsbruch 179
- 2.4.5. Geschlechtschromosomen-gebundene Vererbung 180
- 2.4.6. Parasexualität 181

2.5. Extrachromosomale Vererbung 186

2.6. Zusammenwirken von chromosomalen
und extrachromosomalen Erbfaktoren 187

2.7. Regulation der Genaktivität 188

2.7.1. Bakterien 188

2.7.2. Höhere Pflanzen und Tiere 191

3. Fortpflanzung und Sexualität 195

3.1. Ungeschlechtliche Fortpflanzung 201

3.1.1. Monocyto gene Fortpflanzung (Agamogonie) 201

3.1.2. Polycyto gene Fortpflanzung (vegetative Fortpflanzung) 203

3.2. Geschlechtliche Fortpflanzung 206

3.2.1. Parasexualität bei Bakterien 207

3.2.2. Parasexualität bei Pilzen 207

3.2.3. Gametogamie bei Algen und Pilzen 207

3.2.4. Gameto- und Gamontogamie bei Protisten 209

3.2.5. Gametangiogamie und Somatogamie bei Pilzen 212

3.2.6. Gametogamie bei den Archegoniaten 215

3.2.7. Gametophytenbefruchtung 215

3.2.8. Befruchtungsbarrieren 226

3.2.9. Gamogonie der Metazoen 231

3.2.10. Rudimentäre Formen der Gamogonie bei Pflanzen 237

3.2.11. Rudimentäre Formen der Gamogonie bei Tieren 239

3.3. Generations- und Fortpflanzungswechsel 241

3.3.1. Primärer Generationswechsel 241

3.3.2. Sekundärer Generationswechsel der Metazoen 245

3.4. Geschlechtsverteilung 246

3.5. Geschlechtsbestimmung 249

3.5.1. Haplogenotypische Geschlechtsbestimmung bei
Thallophyten und Archegoniaten 249

3.5.2. Diplogenotypische Geschlechtsbestimmung 251

3.5.3. Modifikatorische (Phänotypische) Geschlechtsbestimmung 257

3.5.4. Geschlechtsdifferenzierung durch Sexualhormone 259

4. Entwicklung	263
4.1. Entwicklungsphasen	264
4.2. Entwicklungsphänomene	264
4.3. Polarität und Struktur von Sporen und Eiern	265
4.4. Zellvermehrung	267
4.5. Furchungstypen und Zellteilungsmuster	270
4.6. Auslösung der Entwicklung und Keimung	272
4.7. Zelldifferenzierung	274
4.7.1. Chromosomen- und Chromatinelimination und -diminution	276
4.7.2. Selektive Genamplifikation	277
4.7.3. Isolationsexperimente	277
4.7.4. Kerntransplantationen	281
4.7.5. Fusion somatischer Zellen	285
4.7.6. Differentielle Transkription genetischer Information	286
4.7.7. Differentielle Translation	290
4.7.8. Hormone und Genregulation	292
4.7.9. Chromatin und Genregulation	294
4.8. Lokalisierung des primären Differentials	294
4.9. Determination	297
4.10. Gradienten	298
4.11. Transdetermination	300
4.12. Morphogenese	301
4.12.1. Steuerung durch innere Faktoren	301
4.12.2. Induktion	307
4.12.3. Steuerung der Morphogenese durch Außenfaktoren	312
4.12.4. Steuerung durch kombinierte Wirkung von Außen- und Innenfaktoren	317
4.13. Organogenese	319
4.14. Wachstum	324
4.15. Regeneration	330
4.16. Senescenz und Tod	332
4.17. Pathologie der Entwicklung	335
4.17.1. Verschiedene Entwicklungsanomalien	335
4.17.2. Das Krebsproblem im Lichte der Entwicklungsbiologie	337

5. Bau und Funktion pflanzlicher und tierischer Organe 339

5.1. Struktur und Funktion pflanzlicher Gewebe und Organe 340

5.1.1. Bau der Gewebe und Organe bei Höheren Pflanzen 340

5.1.2. Bau und Entwicklungsweise der Kormophytenorgane 348

5.1.2.1. Sproßachse 349

5.1.2.2. Blatt 357

5.1.2.3. Wurzel 364

5.1.2.4. Bau der Angiospermenblüte 368

5.1.3. Funktion der pflanzlichen Gewebe und Organe 372

5.1.3.1. Photosynthese und Stickstoffaufnahme 373

5.1.3.2. Die Regulation der pflanzlichen Dissimilation 393

5.1.3.3. Pflanzliche Biosynthesen 395

5.1.3.4. Physiologie der Bewegungen bei Pflanzen 399

5.2. Struktur und Funktion tierischer Gewebe und Organe 408

5.2.1. Gewebeformen 408

5.2.1.1. Epithel- und Drüsengewebe 408

5.2.1.2. Stütz- und Bindegewebe einschließlich Blut und Speichergewebe 411

5.2.1.3. Muskelgewebe 415

5.2.1.4. Nervengewebe 420

5.2.2. Organsysteme 428

5.2.2.1. Organe des Stoffaustausches 428

5.2.2.2. Organe der Ernährung und des Stoffwechsels; Verdauung 439

5.2.2.3. Nervensysteme 450

5.2.2.4. Sinnesorgane 456

5.2.2.5. Fortbewegungsorgane 474

5.2.2.6. Körperdecke (Integument oder Haut) 480

6. Strukturelle und funktionelle Integration im Gesamtorganismus 487

6.1. Allgemeines Prinzip der Regelung und Koordination 488

6.2. Morphologische Integration 489

6.2.1. Symmetriellehre 489

6.2.2. Morphologische Organisationsstufen bei Pflanzen 493

6.2.2.1. Protophyten 493

6.2.2.2. Thalloyphyten 497

6.2.2.3. Kormophyten 500

6.2.3. Gestalt des tierischen Organismus 504

6.2.3.1. Baupläne ausgewählter Tierstämme 504

6.2.3.2. Anpassungen an Lebensweise und Lebensraum 515

6.2.3.3. Die optische (äußere) Gestalt 518

6.3. Funktionelle Integration 519

6.3.1. Allometrisches Wachstum 520

6.3.2. Gesamt-Energie- und -Stoffhaushalt 521

6.3.2.1. Der Energiefluß in der belebten Natur 521

6.3.2.2. Quantitative Aspekte der Energiegewinnung aus Nährstoffen 523

- 6.3.2.3. Stoffwechselumsatz und Körpergröße 526
- 6.3.2.4. Aktivitäts-Stoffwechsel und Ausnutzung der Nahrung 529
- 6.3.2.5. Thermoregulation 530
- 6.3.2.6. Qualitative Aspekte der Ernährung von heterotrophen Organismen 535
- 6.3.3. Wasser- und Mineralhaushalt; Osmo- und Ionenregulation 543
- 6.3.3.1. Mineralbedarf der Pflanzen 543
- 6.3.3.2. Mineralbedarf der Tiere 544
- 6.3.3.3. Osmo- und Ionenregulation bei Pflanzen 546
- 6.3.3.4. Osmo- und Ionenregulation bei Tieren 547
- 6.3.4. Transportvorgänge in Höheren Pflanzen und Tieren 553
- 6.3.4.1. Langstreckentransport bei Pflanzen 553
- 6.3.4.2. Ferntransport bei Tieren 560
- 6.3.5. Wechselwirkungen zwischen Teilen des Kormus bei Höheren Pflanzen 576
- 6.3.5.1. Transport von Phytohormonen im Kormus 576
- 6.3.5.2. Einige Beispiele für Wechselwirkungen zwischen den Teilen des Kormus 577
- 6.3.6. Hormonale Integration bei Tieren 582
- 6.3.6.1. Chemische Botenstoffe 582
- 6.3.6.2. Chemische Einteilung der Hormone 583
- 6.3.6.3. Morphologie der Hormonbildungsstätten 584
- 6.3.6.4. Neuro-endokrine Integration 584
- 6.3.6.5. Die Wirkungsweise tierischer Hormone 586
- 6.3.6.6. Allgemeine Möglichkeiten hormonaler Regelung und Steuerung 590
- 6.3.6.7. Hormonsysteme und hormonale Regulationsvorgänge bei wirbellosen Tieren 590
- 6.3.6.8. Hormonsysteme und hormonale Regulationsmechanismen bei Wirbeltieren 592
- 6.3.6.9. Wichtige Parahormone der Wirbeltiere 597
- 6.3.6.10. Korrelationen zwischen Pheromonen und hormonalen Regelkreisen 598
- 6.3.7. Neuronale Integration 598
- 6.3.7.1. Verarbeitung von Sinnesdaten im Zentralnervensystem 599
- 6.3.7.2. Bewegungssteuerung 603
- 6.3.7.3. Lernen und Gedächtnis 604
- 6.3.8. Biologische Rhythmen und biologische Zeitmessung 606
- 6.3.8.1. Die Tagesrhythmik 607
- 6.3.8.2. Biologische Zeitmessungen in der Gezeitenzone 613
- 6.3.9. Immunbiologie 615
- 6.3.9.1. Erscheinungsformen der Immunität 615
- 6.3.9.2. Eigenschaften der Antikörper 616
- 6.3.9.3. Makromolekulare Struktur der Antikörper 619
- 6.3.9.4. Biologie der Immunzellen 622
- 6.3.9.5. Das Immunsystem 626

7. Verhalten 629

- 7.1. Angeborenes Verhalten 630
- 7.1.1. Endogene Periodik des Verhaltens 630
- 7.1.2. Reflexe 631
- 7.1.3. Gleichgewichtshaltung und Raumorientierung 632
- 7.1.4. Reaktionsbereitschaft 634
- 7.1.5. Auslösende Reize, angeborener auslösender Mechanismus 636

- 7.1.6. Appetenzverhalten, instinktive Endhandlung 636
- 7.1.7. Bereitschaft (Antrieb) und Versorgungszustand 639
- 7.1.8. Bereitschaft (Antrieb) und instinktive Endhandlung 640
- 7.1.9. Antriebssenkende und antriebssteigernde Außenreize 641
- 7.1.10. Gegenseitige Hemmung zwischen Verhaltenstendenzen 641
- 7.1.11. Doppelte Quantifizierung, Leerlauf-Aktionen 642
- 7.1.12. Umorientiertes Verhalten, Intentionsbewegungen 643
- 7.1.13. Übersprungverhalten 644

- 7.2. Lernen (erfahrungsbedingte Programmierung des Verhaltens) 645
 - 7.2.1. Bedingte Reflexe 646
 - 7.2.2. Lernen auf Grund von guten Erfahrungen (Belohnungen) 646
 - 7.2.3. Lernen auf Grund von schlechten Erfahrungen (Strafen) 648
 - 7.2.4. Prägung 649
 - 7.2.5. Motorisches Lernen 651
 - 7.2.6. Soziale Anregung, Nachahmung 651
 - 7.2.7. Lernerfolg, Lernbereitschaft 652

- 7.3. Erkunden, Neugierde, Spielen 653
 - 7.3.1. Erkunden 654
 - 7.3.2. Neugierde 654
 - 7.3.3. Spielen 655

- 7.4. Engramm-Wirkungen im nicht gelernten Zusammenhang 657
 - 7.4.1. Anwendung von Orts- und Geländekenntnis 657
 - 7.4.2. Vergleich von Engramm und Wahrnehmung 658
 - 7.4.3. Zielbedingte Neukombination von Engrammen 659

- 7.5. Verhaltensbeziehungen zwischen Artgenossen (Tier-Soziologie) 659
 - 7.5.1. Soziale Auslöser, Ritualisierung 659
 - 7.5.2. Kampf, Drohung, Tötungshemmung 661
 - 7.5.3. Revierverhalten 663
 - 7.5.4. Paarbildung 664
 - 7.5.5. Eltern und Junge 665
 - 7.5.6. Rangordnung 666
 - 7.5.7. Gruppenbildung auf Grund individuellen Kennens 667
 - 7.5.8. Anonyme Gruppen und Staaten 668

Die Organismen in Populationen

8. Ökologie 673

- 8.1. Umweltfaktoren und ihre Wirkung auf Organismen, Autökologie 674
 - 8.1.1. Die Umwelt 674
 - 8.1.1.1. Allgemeine Eigenschaften der Umweltfaktoren 674
 - 8.1.1.2. Koppelung und Unabhängigkeit der Umweltfaktoren 677
 - 8.1.1.3. Die Sonderstellung der biotischen Faktoren 678
 - 8.1.2. Die Wirkung der Umwelt auf den Organismus 680

- 8.1.2.1. Reaktionen auf Einzelfaktoren 680
- 8.1.2.2. Wechselwirkungen zwischen einfachen Organismus-Umwelt-Beziehungen. Komplexe Beziehungen 686
- 8.1.2.3. Die ökologische Nische 687
- 8.1.2.4. Limitierende Faktoren 689
- 8.2. Populationen 690
 - 8.2.1. Populationsgröße. Anzahl und Biomasse. Populationsdichte 691
 - 8.2.2. Variabilität in der Population 692
 - 8.2.3. Populationsstruktur 692
 - 8.2.4. Zeitliche Veränderungen der Populationen. Populationsdynamik 694
 - 8.2.4.1. Grundelemente der Populationsveränderungen: Natalität und Mortalität 695
 - 8.2.4.2. Exponentielles Wachstum der Population 697
 - 8.2.4.3. Das Prinzip der dichteabhängigen Regulation der Populationsgröße 699
 - 8.2.4.4. Variabilität der Populationsdichte 700
 - 8.2.4.5. Extinktion 703
 - 8.2.5. Räumliche Veränderungen der Populationen 703
 - 8.2.5.1. Ausbreitungsmechanismen 704
 - 8.2.5.2. Populationsgrenze und Expansion 704
 - 8.2.5.3. Kolonisierung und ihre Beziehung zur Extinktion 704
 - 8.2.5.4. Wanderungen 705
- 8.3. Die Biozönose und das Ökosystem 708
 - 8.3.1. Einfache Wechselbeziehungen 710
 - 8.3.1.1. Konkurrenz 710
 - 8.3.1.2. Symbiose 712
 - 8.3.1.3. Feind-Beute-Beziehungen. Parasitismus 714
 - 8.3.1.4. Kommensalismus, Amensalismus, Neutralismus 717
 - 8.3.2. Komplexe Beziehungen 717
 - 8.3.2.1. Konkurrenz und Räuber-Beute 717
 - 8.3.2.2. Die Trophiestruktur des Ökosystems 719
 - 8.3.2.3. Komplexität und Stabilität 719
 - 8.3.2.4. Systemanalyse 720
 - 8.3.2.5. Die Mannigfaltigkeit der Arten im Ökosystem 720
 - 8.3.3. Stoff- und Energiehaushalt 722
 - 8.3.3.1. Stoffkreisläufe 722
 - 8.3.3.2. Abbau und Bodenbildung 726
 - 8.3.3.3. Energiehaushalt 727
 - 8.3.4. Sukzession 733

9. Biogeographie: Verbreitung der Pflanzen und Tiere 739

- 9.1. Historische Biogeographie 740
 - 9.1.1. Geschichte der Landverbindungen 740
 - 9.1.2. Disjunktionen 742
 - 9.1.3. Folgen langdauernder Isolation 742
 - 9.1.4. Die Gliederung des Festlandes 743
 - 9.1.5. Die Gliederung des Meeres 746

9.1.6.	Einfluß von Klimaschwankungen am Beispiel pleistozäner Arealveränderungen in Mitteleuropa	748
9.1.6.1.	Gegenwärtige Disjunktionen	748
9.1.6.2.	Arealbeschränkungen	749
9.1.6.3.	Eustatische Meeresspiegelschwankungen	750
9.1.6.4.	Formbildung	750
9.2.	Ökologische Biogeographie	751
9.2.1.	Dynamische Faktoren	751
9.2.1.1.	Passive (allochore) Ausbreitung	751
9.2.1.2.	Aktive (autochore) Ausbreitung	752
9.2.1.3.	Kombinierte Ausbreitung	753
9.2.1.4.	Schranken	753
9.2.2.	Existenzfaktoren	755
9.2.3.	Floren- und Faunenelemente, am Beispiel Mitteleuropas erläutert	755
9.2.4.	Klima- und Vegetationszonen	757
9.2.5.	Einfluß des Menschen auf Pflanzen- und Tierverbreitung	759
10.	Evolution	761
10.1.	Die Aussagen der Deszendenztheorie und die Aufgaben der Evolutionsforschung	761
10.1.1.	Methoden der Verwandtschaftsforschung	762
10.1.1.1.	Homologiebegriff	762
10.1.1.2.	Funktionswechsel	763
10.1.1.3.	Homologiekriterien	763
10.1.1.4.	Homologien und Korrelationsgesetz	765
10.1.1.5.	Verwandtschaftsforschung außerhalb der Morphologie	765
10.1.1.6.	Weiteres Material für die Erforschung der Evolution der Organismen	767
10.1.2.	Anpassung – Analogie und Konvergenz	771
10.1.3.	Die Bedeutung der Paläontologie für die Evolutionsforschung	773
10.1.3.1.	Fossiles Belegmaterial	773
10.1.3.2.	Fossile Abwandlungsreihen	774
10.1.3.3.	Fossile Übergangsformen	776
10.2.	Kausale Evolutionsforschung	778
10.2.1.	Theorien zur Entstehung von Anpassungscharakteren	778
10.2.1.1.	Lamarckismus	778
10.2.1.2.	Darwinismus	779
10.2.1.3.	Allgemeines zur Selektionstheorie	780
10.2.2.	Populationsgenetik	781
10.2.2.1.	Phänotypische Variabilität und Erbllichkeit	781
10.2.2.2.	Genotyp- und Genfrequenz. Das Hardy-Weinberg-Gesetz	782
10.2.2.3.	Inzucht	785
10.2.2.4.	Genetische Drift: Die Rolle der Populationsgröße	786
10.2.2.5.	Mutation	787
10.2.2.6.	Selektion	787
10.2.2.7.	Das Problem der Erhaltung genetischer Vielfalt	790
10.2.2.8.	Adaptivwert der Population und genetische Last. Die Harmonie des Genpools	793

- 10.2.3. Beispiele für das Wirken der Selektion 795
- 10.2.3.1. Ökologische Vorbemerkung 795
- 10.2.3.2. Drei Beispiele 796
- 10.2.4. Die Artbildung (Speziation) 797
- 10.2.4.1. Art und Artbegriff 797
- 10.2.4.2. Artbildungsmodi 798
- 10.2.4.3. Faktoren, die zur Artbildung führen 799
- 10.2.5. Die „transspezifische“ Evolution und die Typogenese 805
- 10.2.5.1. Die additive Typogenese 805
- 10.2.5.2. Die Bildung neuer „ökologischer Zonen“ und die adaptive Radiation 806
- 10.2.6. Dauergattungen oder „lebende Fossilien“ 810

11. Grundlagen und Ziele der biologischen Systematik. Stammbäume der Pflanzen und Tiere 813

12. Übersicht über das System der Organismen 823

- 12.1. Systematische Gliederung der Prokaryonten und Pflanzen 823
- 12.2. Systematische Gliederung der Tiere 830

13. Weiterführende Literatur 839

14. Sachverzeichnis 847

Tafeln I und II (Einstecktasche auf 3. Umschlagseite)