

Inhalt

I.	Organismus und Umwelt	15
1.	Komplexe Wechselbeziehungen zwischen Organismus und Umwelt	15
1.1.	Umweltfaktoren und ihre ökologische Bedeutung	15
1.2.	Zellstoffwechsel und Umwelt	24
1.2.1.	Grundzüge des Stoffwechsels	24
1.2.2.	Strategien der Anpassung der Organismen an variable Umweltbedingungen	27
1.3.	Adaptationen des mikrobiellen Stoffwechsels	30
1.3.1.	Alarmone	32
1.3.2.	Chemo- und Phototaxis	34
1.3.3.	Archaeobakterien: Bewohner extremer Biotope	38
1.4.	Streß und pflanzlicher Streßmetabolismus	42
1.4.1.	Streß – Anpassung – Resistenz	42
1.4.2.	Streß, Phytohormone und andere Streßmodulatoren	48
1.4.3.	Kombinationswirkungen und Streß	54
1.4.4.	Wirkung von Streß auf Proteinsynthese und Proteinabbau	58
II.	Biochemische Adaptationen an abiotische Umweltfaktoren	63
2.	Umweltfaktor Licht – Die Photokontrolle der Genexpression	63
2.1.	Das Phytochrom-System	64
2.2.	Photokontrolle der Chloroplastendifferenzierung	69
2.3.	Photokontrolle des Stickstoffmetabolismus	77
2.4.	Ökologische Bedeutung der akzessorischen Pigmente	78
2.5.	Wirkung von Licht auf tierische Organismen	81
3.	Die ökologische Bedeutung der Photosynthesetypen. Das Problem des verfügbaren Kohlendioxids bei Pflanzen	81
3.1.	Allgemeine Betrachtungen	81
3.2.	C ₃ -Pflanzen	86
3.3.	C ₄ -Pflanzen	87
3.4.	C ₃ -C ₄ -Intermediäre	96
3.5.	CAM-Pflanzen. Der diurnale Säurerhythmus.	97
3.6.	Nichtautotrophe CO ₂ -Fixierung in höheren Pflanzen	101
4.	Biochemische Adaptationen an fakultative Anaerobiose. Das Problem des verfügbaren Sauerstoffs	102
4.1.	Die Bedeutung des „aktivierten“ Sauerstoffs	102
4.2.	Oxidativer Streß	108

10 Inhalt

4.3.	Biochemische Adaptationen an Sauerstoffmangel	110
4.3.1.	Anpassungen an das verfügbare Sauerstoffangebot bei tierischen Organismen	111
4.3.2.	Anpassungen an das verfügbare Sauerstoffangebot bei pflanzlichen Organismen	117
4.3.3.	Synthese von anaeroben Streßproteinen (ASP)	122
5.	Luftverunreinigungen als Stressoren bei Pflanzen. Das Problem des Schwefeldioxids	123
5.1.	Allgemeine Betrachtungen	123
5.2.	Biomembranen, Stomata und die Aufnahme von Schadstoffen	125
5.3.	Einfluß von Luftschadstoffen (SO ₂) auf den pflanzlichen Stoffwechsel	129
5.3.1.	Chlorophyllgehalt	129
5.3.2.	Photosyntheserate	130
5.3.3.	Energieinhalt	130
5.3.4.	Enzymaktivitäten	130
6.	Biochemische Adaptationen an die Temperatur	133
6.1.	Allgemeine Betrachtungen	133
6.2.	Synthese von Hitzeschockproteinen (HSP)	140
6.3.	Leben bei höheren Temperaturen. Das Problem der Thermobiose	143
6.4.	Leben bei tieferen Temperaturen	145
6.4.1.	Anpassungen bei Mikroorganismen	146
6.4.2.	Anpassungen bei pflanzlichen Organismen	146
6.4.3.	Anpassungen bei tierischen Organismen	152
7.	Biochemische Adaptationen an Wasserstreß. Das Problem des verfügbaren Wassers	154
7.1.	Allgemeine Betrachtungen	154
7.2.	Vorkommen und Bedeutung intrazellulärer Osmolytika (kompatible Substanzen)	155
7.3.	Anpassungen bei tierischen Organismen	162
7.3.1.	Die Sommerruhe bei Lungenfischen und Amphibien – ein Problem der Stickstoffexkretion	162
7.3.2.	Die Schlaflethargie bei Wüstentieren	165
7.4.	Anpassungen bei pflanzlichen Organismen	166
7.4.1.	Trockenstreß und Austrocknungsresistenz	166
7.4.2.	Proteinstoffwechsel und Streßproteinsynthese	169
8.	Biochemische Adaptationen an Salinität	170
8.1.	Allgemeine Betrachtungen	170
8.2.	Anpassungen bei Tieren	171
8.3.	Anpassungen bei Pflanzen	174
8.3.1.	Modifikation der Ionenaufnahme und des -transports	176
8.3.2.	Zelluläre Salzregulationsmechanismen	179
8.4.	Anpassungen bei Mikroorganismen	185
9.	Biochemische Adaptationen an chemische Elemente	187
9.1.	Biochemische Adaptationen an Schwermetalle (Metallophyten)	187
9.1.1.	Allgemeine Betrachtungen	187
9.1.2.	Wirkungen von Schwermetallen auf nichtangepaßte Pflanzen	193
9.1.3.	Wirkungen von Schwermetallen auf angepaßte Pflanzen	194

	Inhalt	11
9.1.4.	Synthese von Metallothioneinen und Phytochelatinen	197
9.1.5.	Anpassungen an einzelne Schwermetalle (Zink, Nickel, Kupfer, Kobalt, Chrom, Uran, Blei, Eisen, Cadmium, Vanadium, Quecksilber)	201
9.2.	Biochemische Adaptationen an Arsen	208
9.3.	Biochemische Adaptationen an Aluminium	209
9.4.	Biochemische Adaptationen an Selen (Selenophyten)	210
9.4.1.	Allgemeine Betrachtungen	210
9.4.2.	Anpassungen bei Pflanzen	212
9.5.	Biochemische Adaptationen an Fluor (Fluorophyten)	214
10.	Biochemische Adaptationen an Nährstoffmangel	216
10.1.	Stoffwechselregulation im „Hungerzustand“	216
10.2.	Biochemische Adaptationen an nährstoffarme Biotope	217
10.2.1.	Mineralstoffernährung auf Hochmooren (Hochmoorpflanzen)	217
10.2.2.	Verwertung tierischer Nahrung durch carnivore (insektivore) Pflanzen	220
11.	Biochemische Adaptationen an Wundstreß	225
11.1.	Allgemeine Betrachtungen	225
11.2.	Synthese von Wundstreßproteinen	225
11.2.1.	Proteinaseinhibitoren (PI)	225
11.2.2.	Hydroxyprolinreiche Zellwandproteine	226
11.2.3.	Enzyme	226
11.3.	Wundstreß-Signale	227
III.	Biochemische Wechselwirkungen im Lebensraum von Pflanzen und Tieren (Allelochemische Interaktionen der Organismen)	228
12.	Der Sekundärstoffwechsel in pflanzlichen und tierischen Organismen	228
12.1.	Ökologische Bedeutung sekundärer Naturstoffe: Allelochemikalien, Semiochemikalien – <i>Allomone</i> , <i>Kairomone</i>	228
12.2.	Sekundäre Naturstoffe und Coevolution	235
13.	Biochemische Wechselwirkungen zwischen höheren Pflanzen	237
13.1.	Allelopathie – chemische Konkurrenzhemmung zwischen Pflanzen	237
13.1.1.	Allgemeine Betrachtungen	237
13.1.2.	Allelopathisch wirkende Verbindungen (Allelopathika)	242
13.1.3.	Allelopathische Wirkungen	242
13.1.4.	Wirkungsmechanismen allelopathischer Verbindungen	250
13.2.	Standortveränderungen durch ökochemische Leistungen höherer Pflanzen	252
13.2.1.	Weitere Bedeutung von Wurzelexsudaten	252
13.2.2.	Aufnahme organischer Fremdstoffe (Xenobiotika) durch Pflanzen	254
14.	Biochemische Wechselwirkungen zwischen höheren Pflanzen und Tieren	256
14.1.	Ökobilchemische Beziehungen während der Bestäubung von Blütenpflanzen	256
14.1.1.	Blütenpigmente – optische Signale bei Blütenpflanzen	257
14.1.2.	Pigmente in Früchten	267
14.1.3.	Geruchsstoffe – chemische Signale bei Blütenpflanzen	267
14.1.4.	Pollen und Nektar (Pollen- und Nektarblumen)	269
14.1.5.	Blumenöl (Ölblumen)	270

14.2.	Ökobiliochemische (interspezifische) Bedeutung sekundärer Pflanzenstoffe	271
14.2.1.	Allgemeine Betrachtungen	271
14.2.2.	Insektenrepellenzien (Insektendeterrenzien)	273
14.2.3.	Insektenattraktanzien	285
14.2.4.	Abwehrstoffe gegen andere Herbivoren	288
14.3.	Die Bedeutung der Cyanogenese in natürlichen Populationen	290
14.3.1.	Biosynthese und Abbau cyanogener Glycoside	292
14.3.2.	Ökobiliochemische Funktion der Cyanogenese	294
14.3.3.	HCN-Bildung bei Tieren	295
14.4.	Pflanzliche Insektizide (Bioinsektizide)	296
14.5.	Hormonale Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und Tieren	303
14.5.1.	Insektenhäutungshormone in Pflanzen – Phytoecdysone	304
14.5.2.	Juvenilhormon in Pflanzen	306
14.5.3.	Pflanzliche Estrogene – Phytoestrogene	307
14.6.	Phototoxische Verbindungen als Allelochemikalien	309
14.7.	Algentoxine und ihre Verbreitung über die Nahrungskette	310
15.	Biochemische Wechselwirkungen zwischen höheren und niederen Pflanzen.	
	Das Problem der Wirt-Parasit-Beziehungen	314
15.1.	Allgemeine Betrachtungen	314
15.2.	Das pflanzliche Abwehrsystem	320
15.2.1.	Modifizierung der pflanzlichen Zellwand	320
15.2.2.	Synthese von Thioninen	321
15.2.3.	Exkretion hydrolytischer Enzyme	321
15.2.4.	Synthese neuer Proteine (PR-Proteine und Proteinaseinhibitoren)	322
15.2.5.	Hypersensitive Reaktion (HR)	323
15.2.6.	Synthese von post- und präinfektionellen Abwehrstoffen	324
15.3.	Phytoalexine und phytoalexinähnliche Naturstoffe	325
15.3.1.	Ökobiliochemische Bedeutung der Phytoalexine	325
15.3.2.	Vorkommen, Struktur und Wirkung der Phytoalexine	326
15.3.3.	Induktion und Biosynthese der Phytoalexine	330
15.3.4.	Metabolismus der Phytoalexine durch Mikroorganismen	339
15.4.	Präinfektionelle Abwehrstoffe	341
15.5.	Phytopathogene Toxine aus Mikroorganismen	344
15.5.1.	Wirtsspezifische Toxine	346
15.5.2.	Wirtsunspezifische Toxine	347
16.	Biochemische Wechselwirkungen zwischen Tieren	351
16.1.	Pigmente – Anlockung und Abwehr	351
16.1.1.	Strukturfarben (Schemochrome)	351
16.1.2.	Pigmentfarben (Biochrome)	352
16.2.	Ökologische Bedeutung der Biolumineszenz	359
16.2.1.	Biochemische Reaktionen der Biolumineszenz	360
16.2.2.	Ökobiliochemische Funktion der Biolumineszenz	365
16.2.3.	Ultraschwache Photonenemission biologischer Systeme	366
16.3.	Pheromone – chemische Kommunikationsmittel (Ein Kapitel Biokommunikation)	367
16.3.1.	Allgemeine Betrachtungen	367
16.3.2.	Sexualpheromone	372
16.3.3.	Pheromone bei sozialen Insekten (<i>Apis mellifica</i>)	381
16.3.4.	Aggregationspheromone (Populationslockstoffe)	383

16.3.5.	Spurpheromone	386
16.3.6.	Alarmpheromone	388
16.3.7.	Pheromonwirkung bei der Bestäubung von <i>Ophrys</i>	391
16.4.	Tierische Toxine – Abwehr und Angriff	394
16.4.1.	Allgemeine Betrachtungen	394
16.4.2.	Porifera	397
16.4.3.	Coelenterata	399
16.4.4.	Arthropoda (z. B. Arachnida, Insecta)	403
16.4.5.	Mollusca	412
16.4.6.	Echinodermata	416
16.4.7.	Pisces	416
16.4.8.	Amphibia	421
16.4.9.	Reptilia	422
16.5.	Weitere Beispiele ökobiochemischer Leistungen ausgewählter Tierarten	425
16.5.1.	Die chemische Ökologie bestimmter Käferarten	425
16.5.2.	Die chemische Ökologie bestimmter Spinnenarten	431
16.6.	Regulation der Populationsdichte phytophager Insekten durch Allelochemikalien (Die Funktion von Eiablagehemmstoffen)	432
17.	Ökobiochemische Beziehungen bei verschiedenen Formen der Vergesellschaftung	434
17.1.	Karposen (Topische und phorische Beziehungen)	435
17.2.	Symbiosen (Trophische Beziehungen)	438
17.2.1.	Symbiosen zwischen Tieren	438
17.2.2.	Symbiosen zwischen Tieren und niederen Pflanzen	439
17.2.2.1.	Symbiose zwischen Ameisen und Pilzen	439
17.2.2.2.	Symbiose zwischen Termiten und Mikroorganismen	440
17.2.2.3.	Symbiose zwischen tierischen Organismen und Algen bzw. Algenchloroplasten	441
17.2.3.	Symbiose zwischen Pflanzen	447
17.2.3.1.	Flechten	447
17.2.3.2.	Symbiosen zwischen Azolla und Cyanobakterien	452
17.2.3.3.	Symbiose zwischen höheren Pflanzen und Bakterien. Das Problem der Stickstoffbindung	453
17.2.3.4.	Mycorrhiza	456

Literaturverzeichnis

Sachregister