

# Inhalt

## Organismus und Umwelt (Einführende Kapitel)

<b>1.</b>	<b>Komplexe Wechselbeziehungen zwischen Organismus und Umwelt . . . . .</b>	<b>11</b>
1.1.	Umweltfaktoren und ihre ökologische Bedeutung . . . . .	11
1.2.	Zellstoffwechsel und Umwelt . . . . .	18
1.2.1.	Grundzüge des Stoffwechsels . . . . .	18
1.2.2.	Strategien der Adaptationen . . . . .	21
1.3.	Adaptationen des mikrobiellen Stoffwechsels . . . . .	22
1.3.1.	Alarmone. . . . .	22
1.3.2.	Chemo- und Phototaxis (Die Bedeutung der Proteinmodifizierung). . . . .	24
1.4.	Streß und Streßmetabolismus. . . . .	27
1.4.1.	Reaktionen der Organismen auf Stressoren . . . . .	27
1.4.2.	Wirkung von Streß auf Proteinsynthese und Proteinabbau . . . . .	31
<b>2.</b>	<b>Umweltfaktor Licht — Die Photokontrolle der Genexpression . . . . .</b>	<b>35</b>
2.1.	Das Phytochrom-System . . . . .	35
2.2.	Photokontrolle der Chloroplastendifferenzierung. . . . .	40
2.3.	Ökologische Bedeutung der akzessorischen Pigmente . . . . .	47
2.4.	Lichtabhängigkeit des Nitratmetabolismus . . . . .	49
2.5.	Wirkung von Licht auf tierische Organismen . . . . .	50
<b>3.</b>	<b>Sekundärstoffwechsel und Coevolution . . . . .</b>	<b>50</b>
3.1.	Der Sekundärstoffwechsel in pflanzlichen und tierischen Organismen. Das Problem der chemischen Konvergenz. . . . .	50
3.2.	Coevolution und sekundäre Naturstoffe. . . . .	56

## Biochemische Adaptationsmechanismen an abiotische Umweltfaktoren

<b>4.</b>	<b>Biochemische Adaptationen an klimatische Umweltfaktoren . . . . .</b>	<b>59</b>
4.1.	Die ökologische Bedeutung der Photosynthesetypen. Das Problem des verfügbaren Kohlendioxids bei Pflanzen . . . . .	59
4.1.1.	Allgemeine Betrachtungen . . . . .	59
4.1.2.	C <sub>3</sub> -Pflanzen . . . . .	61
4.1.3.	C <sub>4</sub> -Pflanzen . . . . .	63
4.1.4.	C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub> -Intermediäre. . . . .	70
4.1.5.	CAM-Pflanzen . . . . .	71
4.1.6.	Nichtautotrophe CO <sub>2</sub> -Fixierung in höheren Pflanzen . . . . .	74
4.2.	Biochemische Adaptationen an fakultative Anaerobiose. Das Problem des verfügbaren Sauerstoffs . . . . .	75
4.2.1.	Anpassung an das verfügbare Sauerstoffangebot bei tierischen Organismen . . . . .	75
4.2.2.	Anpassung an das verfügbare Sauerstoffangebot bei pflanzlichen Organismen . . . . .	80
4.3.	Biochemische Adaptation an Trockenheit. . . . .	83
4.3.1.	Biochemische Adaptation bei Tieren: Die Sommerruhe der Lungenfische und Amphibien — ein Problem der Stickstoffexkretion . . . . .	83
4.3.2.	Biochemische Adaptation bei Pflanzen . . . . .	86
4.4.	Biochemische Adaptation an die Temperatur . . . . .	88
4.4.1.	Allgemeine Betrachtungen . . . . .	88

4.4.2.	Leben bei höheren Temperaturen. Das Problem der Thermobiose . . . . .	95
4.4.3.	Leben bei tieferen Temperaturen . . . . .	98
<b>5.</b>	<b>Biochemische Adaptationen an edaphische und chemische Umweltfaktoren.</b> . . . .	<b>102</b>
5.1.	Biochemische Adaptation an Salinität . . . . .	102
5.1.1.	Biochemische Adaptation bei Tieren . . . . .	103
5.1.2.	Biochemische Adaptation bei Mikroorganismen . . . . .	106
5.1.3.	Biochemische Adaptation bei Pflanzen . . . . .	107
5.2.	Biochemische Adaptation an schwermetallhaltige Böden (Metallophyten). . . . .	117
5.2.1.	Allgemeine Betrachtungen . . . . .	117
5.2.2.	Wirkung von Schwermetallen auf nichtangepaßte Pflanzen . . . . .	123
5.2.3.	Wirkung von Schwermetallen auf angepaßte Pflanzen . . . . .	123
5.2.4.	Biochemische Adaptationen für einzelne Elemente . . . . .	126
5.3.	Biochemische Adaptationen an selenhaltige Böden (Selenophyten) . . . . .	132
5.3.1.	Allgemeine Betrachtungen . . . . .	132
5.3.2.	Biochemische Adaptationen bei Pflanzen . . . . .	134
5.4.	Adaptation an fluorhaltige Böden (Fluorophyten) . . . . .	136
5.5.	Biochemische Adaptationen an nährstoffarme Biotope . . . . .	138
5.5.1.	Mineralstoffernährung auf Hochmooren (Hochmoorpflanzen) . . . . .	138
5.5.2.	Verwertung tierischer Nahrung durch carnivore (insektivore) Pflanzen . . . . .	140
5.6.	Biochemische Adaptation an Wasserstreß (Eine Zusammenfassung) . . . . .	144

### **Biochemische Wechselwirkungen im Lebensraum von Pflanzen und Tieren (Interaktionen der Organismen)**

<b>6.</b>	<b>Biochemische Wechselwirkungen zwischen höheren Pflanzen.</b> . . . . .	<b>150</b>
6.1.	Allelopathie. . . . .	150
6.1.1.	Allgemeine Betrachtungen . . . . .	150
6.1.2.	Allelopathisch wirkende Verbindungen (Allelopathica) . . . . .	154
6.1.3.	Allelopathische Wirkungen . . . . .	154
6.1.4.	Wirkungsmechanismen allelopathischer Verbindungen . . . . .	162
6.2.	Standortsveränderungen durch ökochemische Leistungen höherer Pflanzen . . . . .	164
6.2.1.	Weitere Bedeutung von Wurzelexsudaten. . . . .	164
6.2.2.	Aufnahme organischer Fremdstoffe (Xenobiotika) . . . . .	167
<b>7.</b>	<b>Biochemische Wechselwirkungen zwischen höheren Pflanzen und Tieren</b> . . . . .	<b>167</b>
7.1.	Ökobilchemische Beziehungen während der Bestäubung von Blütenpflanzen . . . . .	167
7.1.1.	Blütenpigmente — optische Signale bei Blütenpflanzen. . . . .	168
7.1.1.1.	Carotinoide . . . . .	170
7.1.1.2.	Flavonoide . . . . .	172
7.1.1.3.	Chinone . . . . .	175
7.1.1.4.	Betalaine . . . . .	175
7.1.1.5.	Pigmente in Früchten . . . . .	176
7.1.2.	Geruchsstoffe — chemische Signale bei Blütenpflanzen. . . . .	178
7.1.3.	Pollen und Nektar (Pollen- und Nektarblumen) . . . . .	179
7.1.4.	Blumenöl (Ölblumen) . . . . .	180
7.2.	Ökologische Bedeutung ausgewählter sekundärer Naturstoffe . . . . .	181
7.2.1.	Allgemeine Betrachtungen . . . . .	181
7.2.2.	Insektenrepellentien (-deterrentien) . . . . .	183
7.2.3.	Insektenattraktantien . . . . .	191
7.2.4.	Abwehrstoffe gegen andere Herbivoren . . . . .	194
7.3.	Die Bedeutung der Cyanogenese in natürlichen Populationen . . . . .	195
7.3.1.	Biosynthese und Abbau cyanogener Glycoside. . . . .	197
7.3.2.	Ökobilchemische Bedeutung der Cyanogenese. . . . .	199
7.3.3.	HCN-Bildung bei Tieren . . . . .	200
7.4.	Pflanzliche Insektizide (Bioinsektizide) . . . . .	201
7.5.	Hormonale Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und Tieren . . . . .	205

7.5.1.	Insektenhäutungshormone in Pflanzen (Phytoecdysone) . . . . .	206
7.5.2.	Jugendhormon in Pflanzen . . . . .	207
7.5.3.	Pflanzliche Östrogene . . . . .	208
<b>8.</b>	<b>Biochemische Wechselwirkungen zwischen höheren und niederen Pflanzen.</b> . . . .	<b>210</b>
8.1.	Phytoalexine und phytoalexinähnliche Naturstoffe . . . . .	214
8.1.1.	Bedeutung der Phytoalexine . . . . .	214
8.1.2.	Vorkommen, Struktur und Wirkung der Phytoalexine . . . . .	214
8.1.3.	Induktion und Biosynthese der Phytoalexine . . . . .	216
8.1.4.	Metabolismus der Phytoalexine durch Mikroorganismen . . . . .	219
8.1.5.	Präinfektionelle Abwehrstoffe . . . . .	221
8.2.	Phytopathogene Toxine aus Mikroorganismen . . . . .	221
<b>9.</b>	<b>Biochemische Wechselwirkungen zwischen Tieren</b> . . . . .	<b>226</b>
9.1.	Pigmente — Anlockung und Abwehr. . . . .	226
9.1.1.	Strukturfarben (Schemochrome). . . . .	226
9.1.2.	Pigmentfarben (Biochrome). . . . .	227
9.1.2.1.	Carotinoide . . . . .	227
9.1.2.2.	Chinone . . . . .	230
9.1.2.3.	Flavonoide . . . . .	230
9.1.2.4.	Tetrapyrrole . . . . .	230
9.1.2.5.	Pterine. . . . .	231
9.1.2.6.	Phenoxazone . . . . .	231
9.1.2.7.	Melanine und Indigoide (Indolpigmente) . . . . .	232
9.2.	Ökologische Bedeutung der Biolumineszenz . . . . .	233
9.2.1.	Biochemische Reaktionen der Biolumineszenz . . . . .	234
9.2.2.	Ökobilchemische Funktion der Biolumineszenz . . . . .	238
9.2.3.	Ultraschwache Photonemission biologischer Systeme . . . . .	239
9.3.	Pheromone — Chemische Kommunikationssignale (Ein Kapitel Biokommunikation)	240
9.3.1.	Allgemeine Betrachtungen . . . . .	240
9.3.2.	Sexualpheromone . . . . .	243
9.3.3.	Pheromone bei sozialen Insekten ( <i>Apis mellifica</i> ). . . . .	251
9.3.4.	Aggregationspheromone (Populationslockstoffe) . . . . .	252
9.3.5.	Spurpheromone . . . . .	254
9.3.6.	Alarmpheromone . . . . .	256
9.3.7.	Pheromonwirkung bei der Bestäubung von <i>Ophrys</i> . . . . .	257
9.4.	Tierische Toxine — Abwehr und Angriff . . . . .	259
9.4.1.	Allgemeine Betrachtungen . . . . .	259
9.4.2.	Coelenterata . . . . .	261
9.4.3.	Mollusca . . . . .	262
9.4.4.	Echinodermata . . . . .	264
9.4.5.	Insecta. . . . .	265
9.4.5.1.	Orthoptera . . . . .	265
9.4.5.2.	Hymenoptera . . . . .	268
9.4.5.3.	Lepidoptera . . . . .	269
9.4.6.	Pisces . . . . .	271
9.4.7.	Amphibia. . . . .	272
9.4.8.	Reptilia . . . . .	274
9.5.	Weitere Beispiele ökobilchemischer Leistungen ausgewählter Tierarten. . . . .	275
9.5.1.	Die chemische Ökologie bestimmter Käferarten . . . . .	276
9.5.1.1.	Schwimmkäfer . . . . .	276
9.5.1.2.	Laufkäfer. . . . .	279
9.5.2.	Die chemische Ökologie bestimmter Spinnenarten . . . . .	280
<b>10.</b>	<b>Ökobilchemische Beziehungen bei verschiedenen Formen der Vergesellschaftung.</b> . . . .	<b>281</b>
10.1.	Karposen (Topische und phorische Beziehungen). . . . .	282
10.2.	Symbiosen (Trophische Beziehungen). . . . .	284
10.2.1.	Symbiosen zwischen Tieren . . . . .	284

**10      Inhaltsverzeichnis**

10.2.2.	Symbiosen zwischen Tieren und niederen Pflanzen . . . . .	285
10.2.2.1.	Symbiose zwischen Ameisen und Pilzen . . . . .	286
10.2.2.2.	Symbiose zwischen Termiten und Mikroorganismen . . . . .	286
10.2.2.3.	Symbiose zwischen tierischen Organismen und Algen bzw. Algenchloroplasten . . . . .	287
10.2.3.	Symbiose zwischen Pflanzen . . . . .	291
10.2.3.1.	Flechten . . . . .	291
10.2.3.2.	Symbiose zwischen Azolla und Cyanobakterien . . . . .	295
10.2.3.3.	Symbiose zwischen höheren Pflanzen und Bakterien. Das Problem der Stickstoffbindung . . . . .	296
10.2.3.4.	Mycorrhiza . . . . .	298
	<b>Literaturverzeichnis . . . . .</b>	<b>299</b>
	<b>Sachregister . . . . .</b>	<b>343</b>