

2820-7788

Ulrich Kutschera

Prinzipien der Pflanzenphysiologie

2. Auflage

Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg · Berlin

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|----|
| 1 | Einleitung: Kurze Geschichte der Pflanzenphysiologie | 1 |
| 1.1 | Die Vorläufer der modernen Physiologen | 1 |
| 1.2 | Lebenskraft und Naturphilosophie | 2 |
| 1.3 | Die Begründung der Experimentalphysiologie durch J. Sachs und W. Pfeffer | 4 |
| 1.4 | Definition und Ziele der modernen Pflanzenphysiologie | 8 |
| 1.5 | Stellung der Pflanzen im Fünf-Reiche-System der Organismen | 8 |
| 2 | Die Pflanzenphysiologie als induktive Naturwissenschaft | 11 |
| 2.1 | Das Experiment | 11 |
| 2.2 | Prinzip der Faktorenanalyse | 12 |
| 2.3 | Intakte Systeme und In vitro-Analyse | 14 |
| 2.4 | Hypothesen, Theorien und Modelle | 15 |
| 2.5 | Das internationale Einheitensystem in der Pflanzenphysiologie | 16 |
| 3 | Die Pflanze als überzellulärer Organismus | 18 |
| 3.1 | Zell-Evolution und Ursprung der Eucyte | 19 |
| 3.2 | Tier- und Pflanzenzelle: Gemeinsame Merkmale | 20 |
| 3.3 | Merkmale der typischen Pflanzenzelle | 23 |
| 3.4 | Die Zellwand: Biosynthese und chemische Zusammensetzung | 27 |
| 3.5 | Dicke und Architektur der Zellwände | 31 |
| 3.6 | Gewebespannung, Plasmodesmen und Organismustheorie | 34 |
| 4 | Wasserhaushalt der Pflanzenzelle: Diffusion, Osmose, Wasserpotential | 38 |
| 4.1 | Der Wassergehalt und die Lebensfähigkeit der Pflanze | 39 |
| 4.2 | Eigenschaften des Wassers | 40 |
| 4.3 | Diffusion und Osmose | 40 |
| 4.4 | Osmotisches Zustandsdiagramm der Pflanzenzelle | 43 |
| 4.5 | Aquaporine | 45 |
| 4.6 | Saugkraft und Wasserpotential | 46 |
| 4.7 | Das Wasserpotential der Erde und der Luft | 47 |
| 5 | Wassertransport | 50 |
| 5.1 | Die drei Wasserleitsysteme | 50 |
| 5.2 | Der Wasserfluss durch das Hydrosystem | 52 |
| 5.3 | Antriebskräfte für den Wasserferntransport: Übersicht | 53 |
| 5.4 | Wassertransport in Keimpflanzen: Der Wurzeldruck | 53 |
| 5.5 | Die Kohäsionstheorie | 55 |
| 5.6 | Wassertransport vor Laubausbruch | 59 |
| 5.7 | Kapillarität und Wasserfluss | 60 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 6 | Translokation organischer Substanzen | 62 |
| 6.1 | Übergang vom Import- zum Exportgewebe | 62 |
| 6.2 | Siebröhren: kernlose Spezialisten für den Zuckertransport | 64 |
| 6.3 | Mechanismus des Siebröhrentransports | 66 |
| 6.4 | Saccharose, das Grundnahrungsmittel der Pflanze | 69 |
| 7 | Energetik des Stoffwechsels: ATP, Enzyme und Genexpression | 71 |
| 7.1 | Hauptsätze der Thermodynamik | 72 |
| 7.2 | Die freie Standardenergie | 72 |
| 7.3 | ATP, der universelle chemische Träger der freien Energie in der Zelle | 73 |
| 7.4 | Enzyme: Definition | 76 |
| 7.5 | Eigenschaften und Einteilung der Enzyme | 78 |
| 7.6 | Cosubstrate und prosthetische Gruppen | 79 |
| 7.7 | Experimentelle Bestimmung der Enzymaktivität | 80 |
| 7.8 | Regulation der Enzymaktivität in der intakten Zelle | 82 |
| 7.9 | Informationsübertragung durch Nucleinsäuren | 83 |
| 7.10 | Genexpression und Proteinbiosynthese | 84 |
| 7.11 | Proteine: Endprodukte der Genexpression | 87 |
| 7.12 | Experimentelle Analyse der Genexpression und des Proteoms | 88 |
| 7.13 | Das Genom der höheren Pflanze | 92 |
| 8 | Keimung | 94 |
| 8.1 | Anatomischer Bau der Samen | 94 |
| 8.2 | Lebensdauer der Samen | 97 |
| 8.3 | Beschreibung der Keimung | 97 |
| 8.4 | Quieszenz, Dормanz und Keimstimulus | 98 |
| 8.5 | Biophysik der Keimung | 98 |
| 8.6 | Das Keimungspotential | 101 |
| 8.7 | Die Keimung der Getreidekaryopse | 102 |
| 8.8 | Keimlingsentwicklung | 104 |
| 9 | Zellatmung | 106 |
| 9.1 | Sauerstoffverbrauch und Thermogenese | 107 |
| 9.2 | Die Atmungsintensität | 107 |
| 9.3 | Bilanz der Atmung: Übersicht | 108 |
| 9.4 | Mobilisierung der Reservestoffe und Bereitstellung von Acetyl-Coenzym A | 110 |
| 9.5 | Glykolyse und Gärung | 113 |
| 9.6 | Regulation und Kompartimentierung der Glykolyse | 116 |
| 9.7 | Citrat-Zyklus | 117 |
| 9.8 | Fett-Kohlenhydrat-Transformation | 118 |
| 9.9 | Redox-Prozesse und Atmungskette: Allgemeine Grundlagen | 119 |
| 9.10 | Die Atmungskette: Energiebilanz | 121 |
| 9.11 | Oxidative Phosphorylierung: Die ATP-Synthase | 123 |
| 9.12 | Elektronentransportkette und cyanidresistente Atmung | 124 |
| 9.13 | Effizienz der Zellatmung | 125 |
| 9.14 | Der oxidative Pentosephosphatzzyklus | 126 |

| | |
|--|-----|
| 10 Photosynthese | 128 |
| 10.1 Heterotrophe und photoautotrophe Organismen | 129 |
| 10.2 Photosynthesemessungen im Freiland | 131 |
| 10.3 Das Licht und die Pflanze | 132 |
| 10.4 Photosynthesepigmente | 133 |
| 10.5 Absorptionsspektrum der Pigmente und Wirkungsspektrum der Photosynthese | 135 |
| 10.6 Lichtabsorption: Fluoreszenz von Chlorophyll | 137 |
| 10.7 Experimente mit isolierten Chloroplasten: Licht- und Dunkelreaktion | 139 |
| 10.8 Photolyse des Wassers und Elektronentransportkette | 142 |
| 10.9 Modell der Lichtreaktion der Photosynthese | 145 |
| 10.10 Quantenbedarf der Photosynthese und Photophosphorylierung | 147 |
| 10.11 Photosystem II und Sauerstoffproduktion | 148 |
| 10.12 Sekundärreaktion: Übersicht | 150 |
| 10.13 Der Calvin-Zyklus | 151 |
| 10.14 Regulation der Kohlendioxid-Assimilation | 154 |
| 10.15 Biosynthese von Stärke und Saccharose | 155 |
| 10.16 Photorespiration | 156 |
| 10.17 Photosynthese bei Starklicht: C4-Pflanzen | 159 |
| 10.18 Photosynthese bei Trockenheit: CAM-Pflanzen | 162 |
| 10.19 Photosynthese des Blattes | 164 |
| 10.20 Photosynthese und Zellatmung | 168 |
| 10.21 Nachwachsende Rohstoffe | 169 |
| | |
| 11 Wachstum und Entwicklung | 172 |
| 11.1 Das Wachstum der Tierzelle | 173 |
| 11.2 Das Wachstum der Pflanzenzelle | 174 |
| 11.3 Beschreibung des Organwachstums | 178 |
| 11.4 Die drei Perioden der Zellstreckung | 182 |
| 11.5 Biophysik der Zellstreckung | 183 |
| 11.6 Zellwandextensibilität, Turgordruck und Osmoregulation | 186 |
| 11.7 Entwicklungszyklus und Generationswechsel | 190 |
| | |
| 12 Phytohormone | 193 |
| 12.1 Auxine | 194 |
| 12.2 Gibberelline | 202 |
| 12.3 Ethylen | 207 |
| 12.4 Cytokinine | 211 |
| 12.5 Abscisinsäure | 214 |
| 12.6 Brassinosteroide, Salicylsäure und Jasmonate | 217 |
| 12.7 Molekularer Wirkungsmechanismus der Phytohormone | 218 |
| | |
| 13 Photomorphogenese | 221 |
| 13.1 Phytochrome und Cryptochrom | 222 |
| 13.2 Entdeckung des Phytochroms | 223 |
| 13.3 Struktur des Phytochroms | 224 |
| 13.4 Vorkommen von Phytochrom | 225 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 13.5 | Photobiologische Unkrautbekämpfung | 226 |
| 13.6 | Beschreibung der Photomorphogenese | 227 |
| 13.7 | Photomorphogenese der Keimpflanze | 228 |
| 13.8 | Wirkungsmechanismus von Phytochrom | 232 |
| 13.9 | Die Rolle des Phytochroms unter natürlichen Umweltbedingungen | 235 |
| 13.10 | Das Ergrünern der Stängel und Blätter | 238 |
| 14 | Pflanzenernährung | 242 |
| 14.1 | Experimentelle Analyse des Nährstoffbedarfs | 242 |
| 14.2 | Die essentiellen Nährelemente der Pflanze | 243 |
| 14.3 | Mechanismus der Ionenaufnahme | 245 |
| 14.4 | Interaktion Wurzel-Boden | 247 |
| 14.5 | Funktion der Nährelemente | 248 |
| 14.6 | Phytoremediation | 251 |
| 15 | Assimilation von Stickstoff und Schwefel | 252 |
| 15.1 | Stickstoffkreislauf und Nitratassimilation | 253 |
| 15.2 | Stickstoff-Fixierung | 255 |
| 15.3 | Symbiotische Stickstoff-Fixierung bei Leguminosen | 257 |
| 15.5 | Gründung und Biotechnologie | 259 |
| 15.6 | Assimilation von Sulfat | 259 |
| 16 | Blütenbildung und Seneszenz | 261 |
| 16.1 | Blütenbildung: Allgemeine Definitionen | 262 |
| 16.2 | Photoperiodismus | 263 |
| 16.3 | Lichtperzeption und Blüh-Hormon | 265 |
| 16.4 | Blühinduktion in der Natur | 267 |
| 16.5 | Vernalisation | 268 |
| 16.6 | Lebensdauer der Pflanze | 269 |
| 16.7 | Die Organseneszenz | 270 |
| 16.8 | Cytokinine und Blattalterung | 272 |
| 16.9 | Die Seneszenz der Blüte | 273 |
| 16.10 | Apoptose: der programmierte Zelltod | 275 |
| 17 | Interaktion Pflanze – Tierwelt: Sekundärstoffe | 277 |
| 17.1 | Sekundärstoffe: Definition und Einteilung | 277 |
| 17.2 | Terpene | 278 |
| 17.3 | Phenole | 281 |
| 17.4 | Stickstoffhaltige Sekundärstoffe | 285 |
| 17.5 | Ernteverluste durch Schadinsekten | 287 |
| 17.6 | Pflanzliche Duftstoffe und Insektenabwehr | 288 |

| | |
|--|-----|
| 18 Bewegungsvorgänge | 290 |
| 18.1 Induzierte Bewegungen: Reiz und Reaktion | 291 |
| 18.2 Nastien: Definition und Übersicht | 293 |
| 18.3 Oszillatorische Bewegungen | 293 |
| 18.4 Rasche, einmal ablaufende Bewegungen | 296 |
| 18.5 Tropismen: Definition und Übersicht | 299 |
| 18.6 Gravitropismus | 300 |
| 18.7 Phototropismus | 307 |
| 18.8 Hydrotropismus | 311 |
| 18.9 Taxien | 311 |
| 18.10 Intrazelluläre Bewegungen | 312 |
| 18.11 Endogene Bewegungen | 315 |
| 18.12 Mechanische Bewegungen | 318 |
| Verzeichnis der Abkürzungen und Symbole | 323 |
| Literaturhinweise | 325 |
| Register | 328 |