

Inhaltsverzeichnis

1	Das System: Die pflanzliche Zelle und ihre Kompartimente	1
Methoden der Cytochemie für die Analyse der Beziehung: Struktur-Funktion – Organellen: Funktionelle Substrukturen		
2	Die Katalysatoren: Enzyme	20
Kinetik der Enzymkatalyse – Das Fließgleichgewicht: eine Stoffwechsel-situation – Das Enzym erniedrigt die Aktivierungsenthalpie – Die Bio-Katalysatoren sind Proteine		
3	Informationsfluß und Regulation	39
3-1	Replikation: die Verdopplung der DNA	40
Die Struktur der Nukleinsäuren: ein Polymeres mit Informationsbereichen – Replikation bei Prokaryonten – Für die Erhaltung der Information ist ein DNA-Reparaturmechanismus notwendig – DNA-Rekombination: Sexual-prozesse auch bei Prokaryonten – Modifikation von DNA: eine Spezifizierung – RNA-abhängige DNA-Polymerasen – RNA-abhängige RNA-Polymerase – Replikation in Eukaryonten: ein vom Zell-Zyklus abhängiger Vorgang – Replikation in Mitochondrien und Chloroplasten: Analogien zur DNA-Duplizierung in Bakterien – Transgenosis: Übertragung, stabiler Einbau und Expression fremder Information		
3-2	Transkription: Die Überschreibung der Information von DNA auf RNA . . .	53
RNA-Polymerasen in Eukaryonten: multiple Formen – RNA-Synthese am Nukleolus: Bildung von hochmolekularen Vorläufern der rRNA – Synthese von tRNA: Bildung von Vorläufern im Kern – mRNA wird im Nukleo-plasma an Euchromatin gebildet – Modifikation von RNA – Transkription in Mitochondrien und Chloroplasten ist ähnlich wie bei Prokaryonten		
3-3	Translation: Die Übersetzung der Information von RNA auf Protein	58
Protein-Synthese an den Ribosomen – Aminoacyl-tRNA-Synthetase ge-währleistet die Präzision der Translation – Codon-Anticodon-Bindung und Nukleinsäure-Protein-Wechselwirkung für die Expression des genetischen Codes		
3-4	Kontrolle über Transkription und Translation	66
3-5	Regulation des Stoffwechsels	69
Die Zelle kann die Enzymmenge und die Enzymaktivität regulieren – Allo-stere Enzyme dienen der Feinregulation des Stoffwechsels – Die Regulation durch Kompartimentierung		

4	Energiefluß: Aufbau, Speicherung und Verwendung von chemischem Potential	72
4-1	Die Komponenten der ET-Ketten	74
4-2	Funktion und Aufbau der mitochondrialen ET-Kette	79
	Die Elektronentransportkette in pflanzlichen Mitochondrien – Die ET-Kette der pflanzlichen Mitochondrien enthält zusätzlich eine Cyanid-unempfindliche Endoxidase	
4-3	Photosynthese und ET der Thylakoide	82
	Aufbau der ET-Kette der Thylakoide	
4-4	ET-abhängige Phosphorylierung	87
	Prozeß der Energiekonservierung – Topographie der ET-Membranen	
4-5	Vergleich mit anderen membrangebundenen ET-Ketten	94
	Substanzfluß: Synopsis für Kapitel 5, 6 und 7	97
5	Heterotrophe Ernährung	99
5-1	Mobilisierung der Reservekohlenhydrate	99
	Stärke und Glykogen sind verzweigte α -Glucane – Beim Abbau von Stärke oder Glykogen müssen zwei Arten von Enzymen kooperieren – Am Abbau der Stärke in Pflanzen sind mindestens vier Enzyme beteiligt – Die Samen stärkespeichernder Kulturgräser dienen als Modellsystem für <i>in vivo</i> -Untersuchungen über die Mobilisierung von Reservestoffen während der Keimung – Der Abbau von Glykogen in Pilzen (und Säugetieren) verläuft anders als der Stärke-Abbau bei Pflanzen – Der Abbau von Speicherglykogen ist bei Pilzen sorgfältig reguliert – Viele Organismen transportieren Glucose als universellen Nährstoff in die Zelle – Beim Abbau von Glucose in der Glykolyse wird chemische Energie gewonnen – Einige Schlüsselmetaboliten der Zelle regulieren den Substanzfluß in die Glykolyse – Pyruvat kann in den Mitochondrien vollständig verbrannt werden – Der Citrat-Zyklus ist auch Ausgangspunkt für viele Synthesen der Zelle – Anaplerotische (auffüllende) Reaktionen halten den Spiegel an Zwischenstufen des Citrat-Zyklus konstant	
5-2	Mobilisierung der Reservefette	125
	Die Speicherorgane der Pflanze können auch Fette als Reservestoffe enthalten – Die Mobilisierung der Reservefette beginnt mit der Verseifung durch Lipase – Die Enzyme des Fettsäure-Abbaus sind in Organellen zusammengefaßt – Das Glyoxysom: funktionale Einheit des Stoffwechsels in Kooperation mit anderen Organellen – In keimenden Samen findet neben der β -Oxidation von Fettsäuren auch eine α -Oxidation statt – Die cис-ungesättigten Fettsäuren der Reservefette machen bei der β -Oxidation Schwierigkeiten – Pflanzen können auch Fettsäuren mit einer ungeraden Zahl von Kohlenstoffatomen vollständig abbauen – Der Glyoxylat-Zyklus ist eine notwendige Voraussetzung für das Wachstum von Mikroorganismen auf Acetat	

5-3	Mobilisierung von Reserveprotein	135
<p>Eine Einteilung der Speicherproteine ausschließlich aufgrund physikalisch-chemischer Eigenschaften ist historisch bedingt – Die Speicherproteine der Zelle sind in Organellen lokalisiert – Keimlinge enthalten verschiedene proteolytische Enzyme – Mit Proteinkörpern sind proteolytische Enzyme assoziiert – Die hormonale Regulation der Proteinmobilisierung: das System Gerstenkeimling – Aminosäuren werden bevorzugt zur Enzym-Synthese verwendet, können aber auch abgebaut werden – Proteinase-Inhibitoren: möglicherweise ein biochemischer Schutzmechanismus der Pflanzen</p>		
6	Photoautotrophe Ernährung, Syntheseleistungen der Organellen	142
6-1	Photoassimilation von CO_2	142
<p>Photoassimilierung und Respiration sind formal gegenläufige Prozesse – Die Carboxylierung von Ribulosebisphosphat ist die Primärreaktion der CO_2-Fixierung – 3-Phosphoglycerat, das Primärprodukt der CO_2-Fixierung, wird zu Glycerinaldehydphosphat reduziert – Die regenerierende Phase: aus 5 C_3 mach 3 C_5 – In Chloroplasten entstehen außer Kohlenhydraten auch andere Primärprodukte der CO_2-Assimilierung</p>		
6-2	Bildung der Transport- und Speicherform des Assimilats	156
<p>Im Licht wird Saccharose in den Blättern synthetisiert und in andere Teile der Pflanze transportiert – In Chloroplasten entsteht Saccharose aus UDP-Glucose, Stärke aber aus ADP-Glucose – In reifenden Samen differenzieren Proplastiden zu Amyloplasten – Zwei Typen von Enzymen kooperieren bei der Synthese von Stärke – Wie wird die Chloroplasten-Stärke im Dunkeln abgebaut? – Die Biosynthese von Glykogen in Pilzen (und Säugetieren) verläuft analog der Stärkebildung in Pflanzen; die Regulation dieses Stoffwechselweges ist jedoch grundlegend verschieden</p>		
6-3	Photorespiration	163
<p>Photorespiration ist die lichtstimulierte O_2-Aufnahme und CO_2-Abgabe – Photorespiration bedeutet nicht nur CO_2-Verlust, sondern ist vielleicht der Hauptweg zur Bildung von Glycin und Serin</p>		
6-4	Kooperation zweier Chloroplastentypen bei C_4 -Pflanzen	169
<p>Bei bestimmten Pflanzen ist der Carboxylierung von Ribulosebisphosphat eine andere CO_2-Fixierungsreaktion vorgeschaltet (Hatch-Slack-Weg)</p>		
6-5	Stoffwechsel von C_4 -Säuren bei Crassulaceen	177
<p>Der Säurestoffwechsel bei Crassulaceen ist biochemisch mit dem Stoffwechsel der C_4-Säuren verwandt – Alle grünen Pflanzen zeigen einen Isotopeneffekt bei der Fixierung von CO_2</p>		
6-6	Assimilatorische Nitrat-Reduktion (Anhang: N_2 -Reduktion)	180
<p>Grüne Pflanzen und Pilze können Nitrat reduzieren und alle Stickstoffverbindungen aufbauen – Nitrat-Reduktase katalysiert die Reaktion Nitrit</p>		

→ NH_4^+ scheinbar in einem Schritt – Nitrat-Reduktase, das erste Enzym des Nitratstoffwechsels, sollte reguliert sein – Der letzte Schritt der assimulatorischen Nitrat-Reduktion ist der Einbau von NH_4^+ in organische Stickstoffverbindungen – Die Reduktion von molekularem Stickstoff ist von fundamentaler Bedeutung in der Versorgung aller Organismen mit organischen Stickstoffverbindungen („Nahrungskette“) – Nur Bakterien, frei oder in Symbiose lebend, können N_2 reduzieren – Eine genaue Untersuchung der Nitrogenase liefert wertvolle Informationen über die Biochemie der Stickstoff-Fixierung – Heterotrophe Bakterien und Blaualgen erzeugen ATP und reduziertes Ferredoxin für die N_2 -Fixierung auf verschiedene Weise

6-7	Assimilatorische Sulfat-Reduktion	190
	Der Kreislauf des Schwefels – Die Biochemie der Sulfat-Reduktion ist nur in groben Zügen geklärt – Der Chloroplast kann den Schwefel des Cysteins zur Methioninbildung verwenden	
6-8	<i>De novo</i> -Synthese der Strukturlipide in Chloroplasten	197
	Chloroplasten und Mitochondrien enthalten Lipide, die vorwiegend als Membrankomponente Bedeutung besitzen – Für Chloroplasten wurde die <i>de novo</i> -Synthese von Fettsäuren aus Acetat-Einheiten bewiesen – Wie kommen Chloroplasten zu Acetyl-SCoA? – Malonyl-SCoA, der zweite Partner bei der Neusynthese von Fettsäuren, entsteht durch CO_2 -Anlagerung an Acetyl-SCoA – Die Einführung von Doppelbindungen ist mit dem Aufbau der Fettsäure gekoppelt – <i>De novo</i> -Synthese versus Verlängerung vorgebildeter Fettsäuren um Acetat-Einheiten – Zur Synthese der Lipide werden die an das Acyl-Trägerprotein gebundenen ungesättigten Fettsäuren auf freie Hydroxylgruppen in Glycerin übertragen – Wichtige Pigmente für die Lichtabsorption und die Elektronentransportkette der Thylakoide werden auch aus Acetat-Einheiten aufgebaut	
7	Cytoplasmatische Syntheseleistungen	211
7-1	Biosynthese aus Acetat-Einheiten: Fette, Phosphatide und Isoprenoide . . .	211
	Im Cytoplasma läuft die <i>de novo</i> -Synthese von Fettsäuren an einem Multi-enzymkomplex ab – Die Produkte der Fettsäure-Synthase können weiter verlängert werden und/oder Doppelbindungen erhalten – Über die Bildung der „seltenen“ Fettsäuren oder der Polyacetylenverbindungen ist wenig bekannt – Coenzym A-Derivate der Fettsäuren werden für die Lipidbildung an den Mikrosomen benutzt – Auch Wachse und Cutine leiten sich nach Struktur und Biosynthese von Fettsäuren ab – Acetogenine: auch aromatische Verbindungen können aus Acetat-Einheiten aufgebaut werden – Isoprenoide sind eine heterogene Klasse von Naturstoffen, die nach einem einheitlichen Prinzip aus Acetat-Einheiten aufgebaut werden – Die Bildung von Isopentenylpyrophosphat aus drei Acetat-Einheiten – Isopentenylpyrophosphat reagiert wiederholt mit einem Allylkation – Schwanz-an-Schwanz-Dimerisierungen bei der Bildung der Steroide ($\text{C}_{15} + \text{C}_{15}$) oder der Carotinoide ($\text{C}_{20} + \text{C}_{20}$) – Polyprenole und Polyisoprene	

7-2	Synthese der Aminosäuren	236
	Die Aufnahme von Amin-Stickstoff über Glutamat-Dehydrogenase und Transaminasen – Das Kohlenstoffskelett von Aspartat oder Glutamat ist der Ausgangspunkt für die Synthese zahlreicher Aminosäuren – Valin und Isoleucin werden aus den um zwei C-Atome kürzeren α -Ketosäuren aufgebaut; dies geschieht durch Kondensation mit einer C ₂ -Einheit und anschließender Alkylumlagerung – Für die Bildung von Lysin existieren zwei prinzipiell verschiedene Aufbauwege – Glutamat als Vorstufe einer Reihe von C ₅ -Aminosäuren – Die C-Atome des Histidins stammen von Ribose bzw. aus dem Purinring von ATP – Die Biosynthese der aromatischen Aminosäuren über den Shikimisäure-Weg nimmt bei Produkten des Kohlenhydratstoffwechsels ihren Ausgang	
7-3	Von Aminosäuren ausgehender Stoffwechsel	256
	Homologe Aminosäuren können durch einen C ₁ -Kettenverlängerungsmechanismus entstehen – Weitere Möglichkeiten der C ₁ -Kettenverlängerung – Cystein und Homocystein als Vorläufer schwefelhaltiger Aminosäurederivate – Ornithin als Vorläufer von Tropan- und Pyrrolizidin-Alkaloiden – Allgemeine Überlegungen zur Funktion von Phenylpropan-körpern als Vorläufer von C ₆ C ₂ -, C ₆ C ₁ -Derivaten, Chinonen, Flavonoiden, Stilbenen und Lignin – Von Zimtsäure zweigen eine Reihe von Biosynthesewegen ab – Durch Kettenverkürzung entstehen aus aromatischen Aminosäuren Aldoxime und Phenylessigsäuren mit einem C ₆ -C ₂ -Skelett – Die Biosynthese von Isochinolin- und Amaryllidaceen-Alkaloiden geht von aromatischen Aminosäuren aus – Benzoësäuren leiten sich von Zimtsäuren des gleichen Substitutionstyps ab – Anthranilsäure ist nicht nur Vorläufer von Tryptophan sondern auch eine Komponente von Alkaloid-Biosynthesen-Biosynthesen, die von Chorisminsäure ausgehen – Die Bildung von Benzo-chinonen aus aromatischen Aminosäuren	
7-4	Biosynthese der Nukleotide, Porphyrine und anderer N-Heterozyklen	280
	Aspartat und Carbamylphosphat sind Vorläufer für die Synthese der Pyrimidine – Das Purinskelett wird in einer komplexen Reaktionssequenz aus vielen kleinen Bausteinen zusammengefügt – Für die Bildung der Desoxy-ribonukleotide muß auf der Stufe der Ribonukleosiddiphosphate reduziert werden – Heterozyklische Ringsysteme sind auch Bestandteile einiger Coenzyme – Strukturen verschiedener Tetrapyrrol-Systeme, die als prosthetische Gruppen in Chromoproteiden fungieren – Die Pyrrolringe des Porphyrinskelettes werden aus Succinyl-SCoA und Glycin aufgebaut	
7-5	Cytoplasmatische Kohlenhydrat-Synthesen	296
	Die Gluconeogenese ist die Neubildung von Glucose und deren Folgeprodukten aus Oxalacetat – Bei Pilzen und keimenden Samen hat die Gluconeogenese die gleiche physiologische Funktion – Überlegungen zur physiologischen Funktion der Gluconeogenese beim grünen Blatt während der Dunkelperiode – Der oxidative Hexosephosphat-Pentosephosphat-Zyklus ist einer der wichtigen Prozesse, die an die Gluconeogenese anschließen –	

Der oxidative Hexosephosphat-Pentosephosphat-Zyklus im Cytoplasma hat zwei wesentliche physiologische Funktionen – Pflanzen synthetisieren eine große Vielfalt nukleotidgebundener Zucker – Pilze haben ganz andere Strukturpolysaccharide als Pflanzen; aber auch sie werden über nukleotidgebundene Zwischenstufen synthetisiert – Die Reservepolysaccharide der Algen können von jenen höherer Pflanzen verschieden sein – Algen haben auch ganz charakteristische Strukturpolysaccharide – Die Biosynthese verzweigtkettiger Zucker: Beispiele für weitgehende strukturelle Modifikationen nukleotidgebundener Kohlenhydrate – Nukleosiddiphosphatgebundene Zucker sind nicht immer der Glykosyl-Donor beim Aufbau glykosidischer Bindungen – Einige Beispiele für die Vielfalt struktureller Modifikationen von Zuckern, die nicht an Nukleosiddiphosphat gebunden sind

8 Biologische Membranen und Zellwände	318
8-1 Membranen	318
Die Kompartimentierung von Enzymen ist für das Funktionieren der eukaryontischen Zelle stets vorteilhaft und vielfach auch notwendig – Eine Lipid-Doppelschicht bildet eine viskose Matrix, in die globuläre Proteine beweglich eingelagert sind – Aussagen des Modells einer Mosaikstruktur der Lipide und Proteine in Membranen	
8-2 Zellwände	323
Die chemische Zusammensetzung der Zellwand von Pilzen ist ein taxonomisches Merkmal – Die chemische Zusammensetzung der Zellwand von Pflanzen ändert sich im Verlauf der Differenzierung – Wie sind die Komponenten in der Zellwand angeordnet? – Eine elegante Anwendung moderner analytischer Technik: die Strukturaufklärung der Primärwand von <i>Acer pseudo-platanus</i> – Das Modell für den Aufbau einer Zellwand erlaubt Voraussagen über das Prinzip der Zellwand-Biosynthese und des Zell-Wachstums – Pflanze - Pathogen Wechselwirkung: Angriff und Abwehr mit Enzymen als Waffe – Protoplasten pflanzlicher Zellen sind ein aussichtsreiches Studienobjekt für verschiedene biologische Disziplinen	
Appendix 1: Prochirale Substrate (Aspekte der Stereochemie)	339
Appendix 2: Strukturformeln von Hemmstoffen und Hilfsverbindungen	346
Literatur	349
Sachverzeichnis	355