

Lebensstil der Pilze

Teil 2: Die pilzliche Kolonie

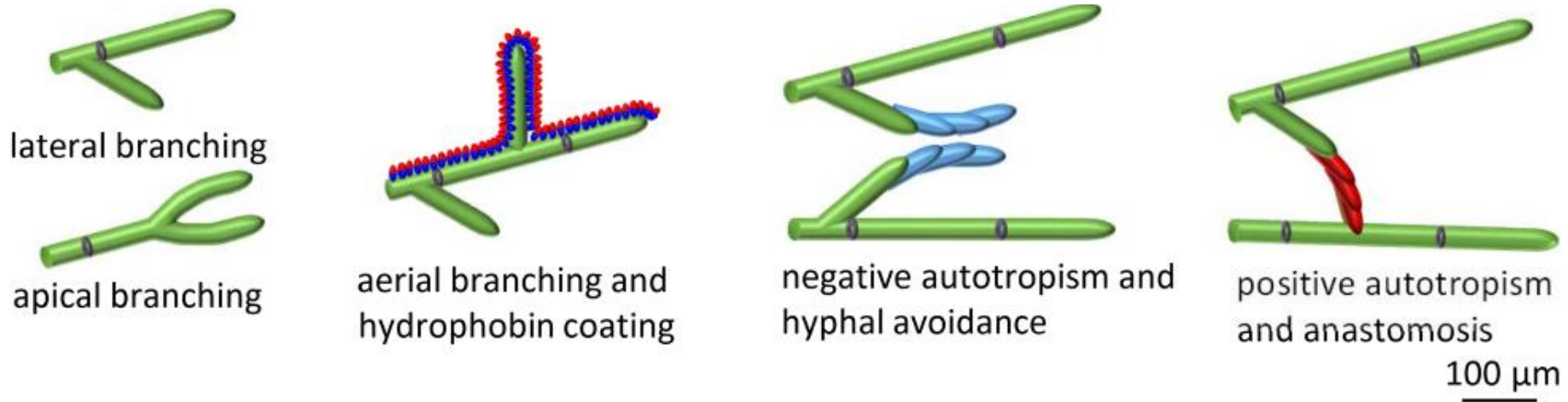
Von der Hyphe zum Myzel: Kolonien von filamentösen Pilzen



Phycomyces blakesleeanus

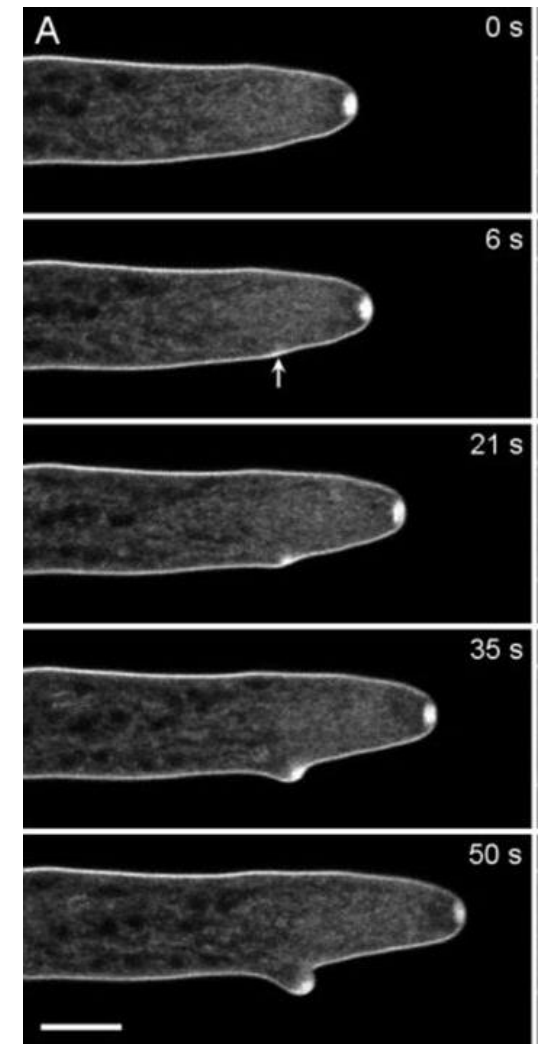
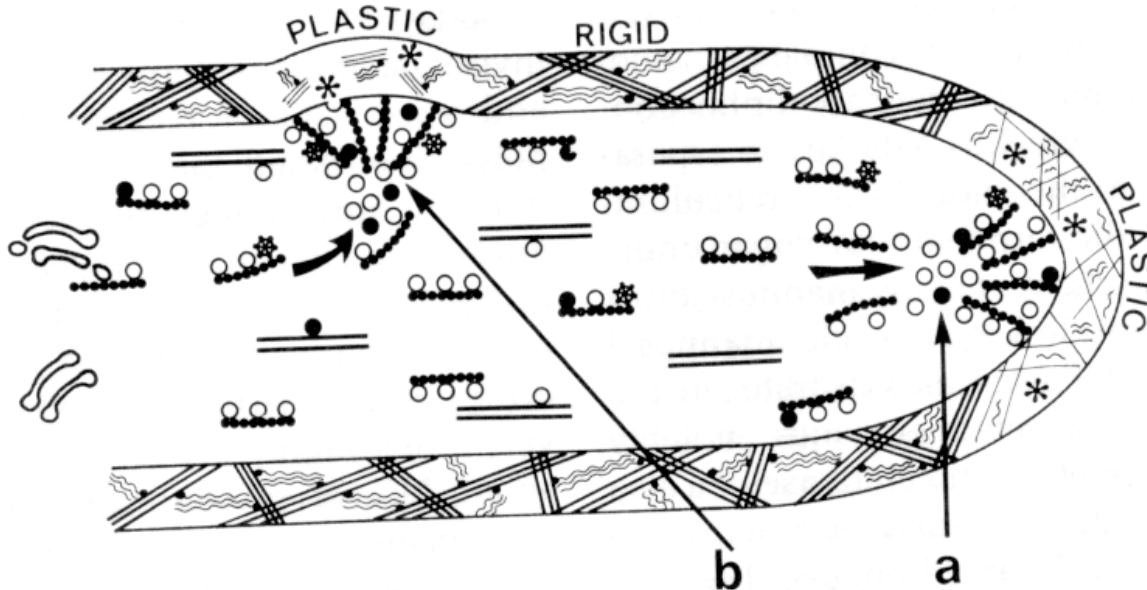
Von der Hyphe zum Myzel

Verzweigungen, Autotropismus und Fusion von Hyphen



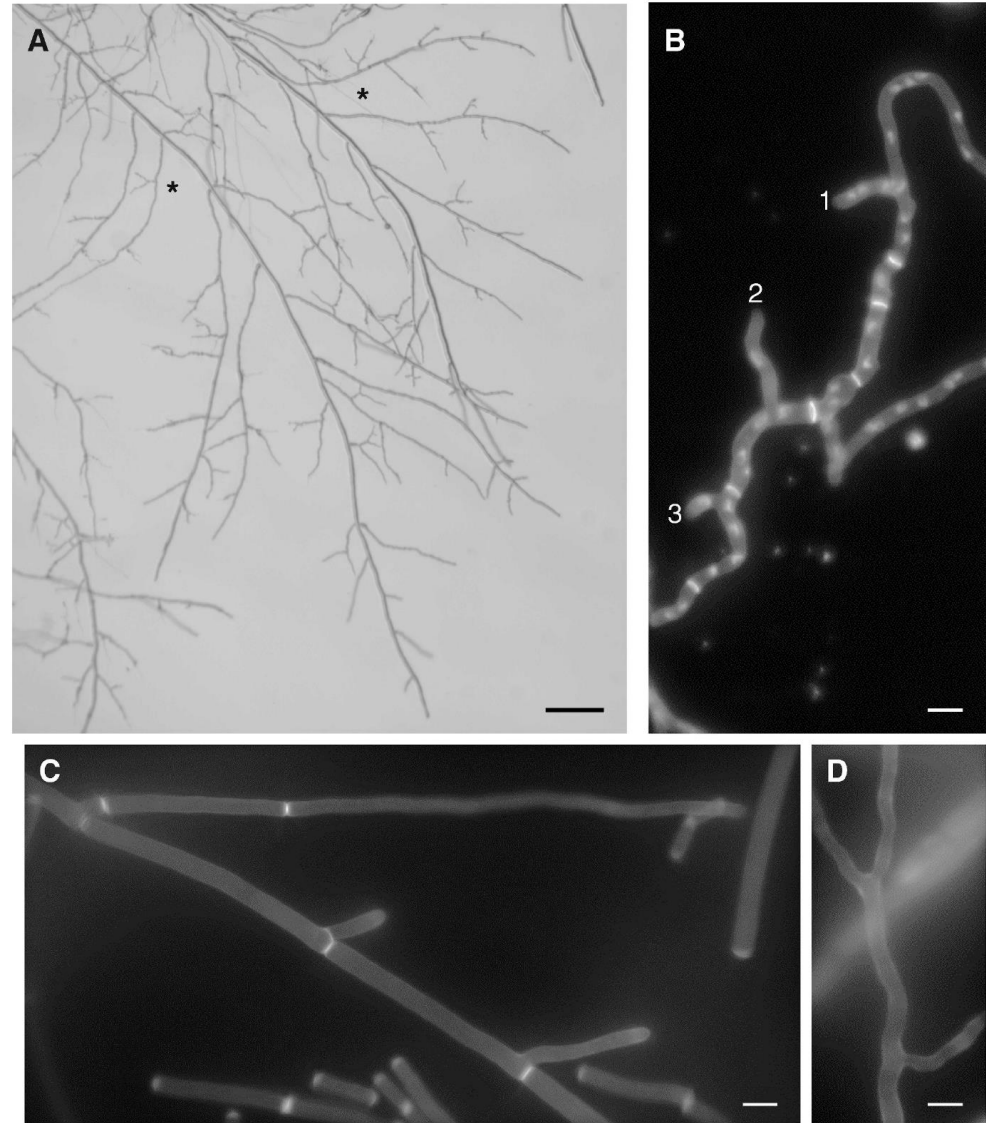
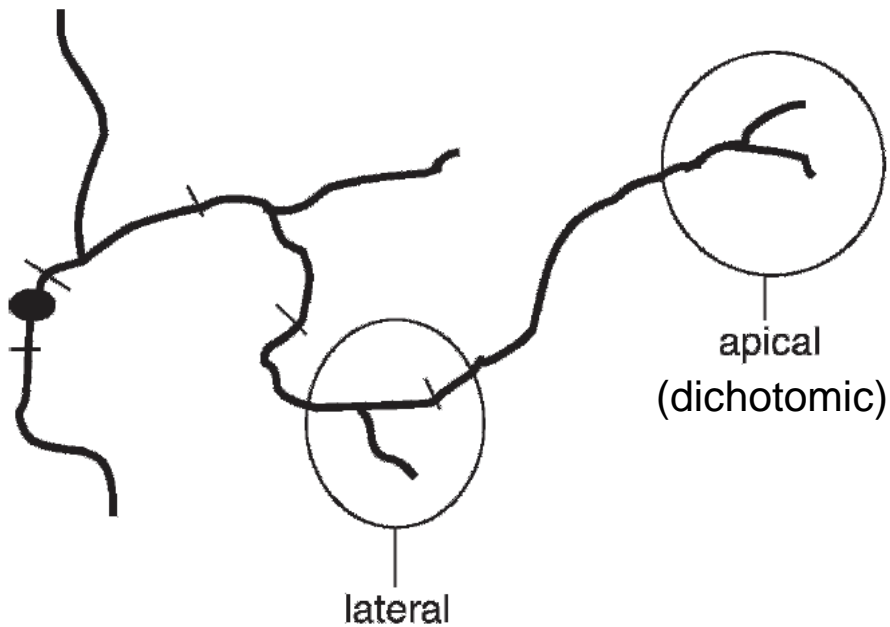
Von der Hyphe zum Myzel

Bildung von Verzweigungen (Branches)



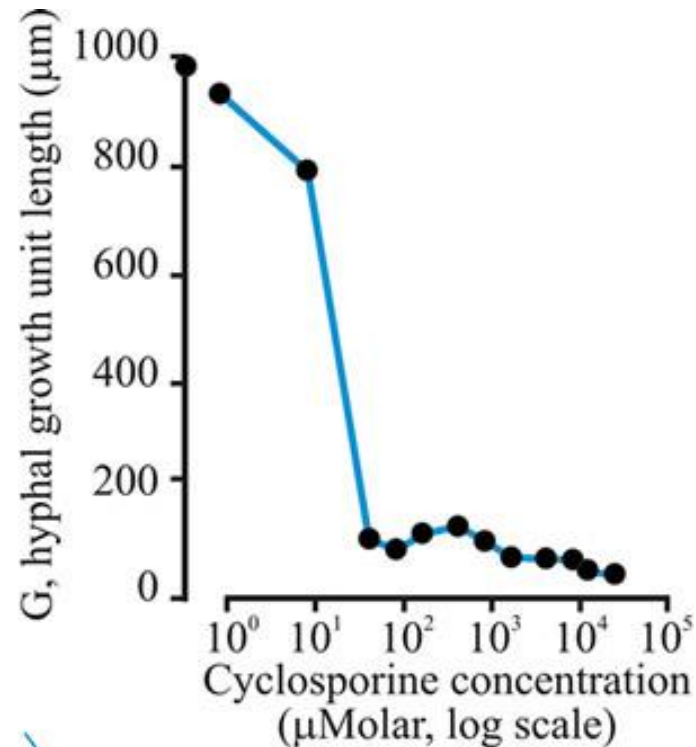
Von der Hyphe zum Myzel

Verzweigungsmuster

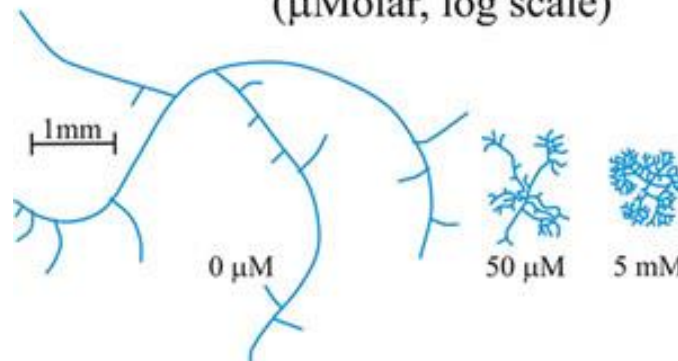


Von der Hyphe zum Myzel

Regulation des Verzweigungsmusters



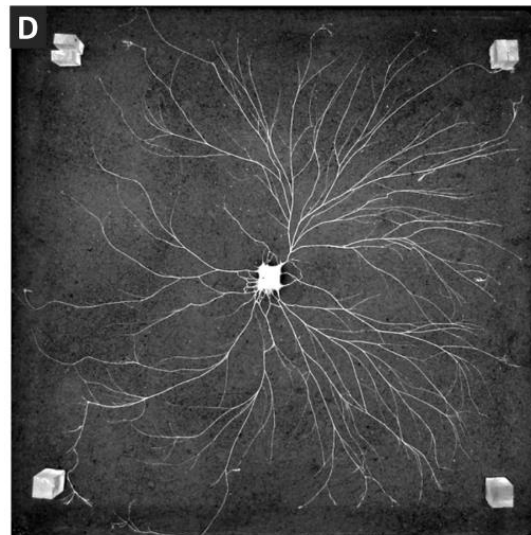
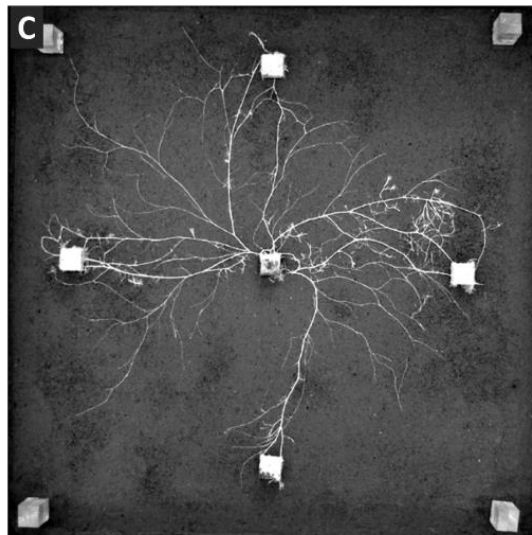
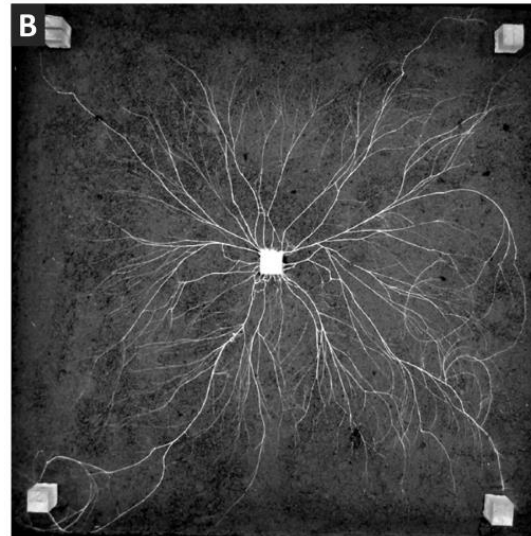
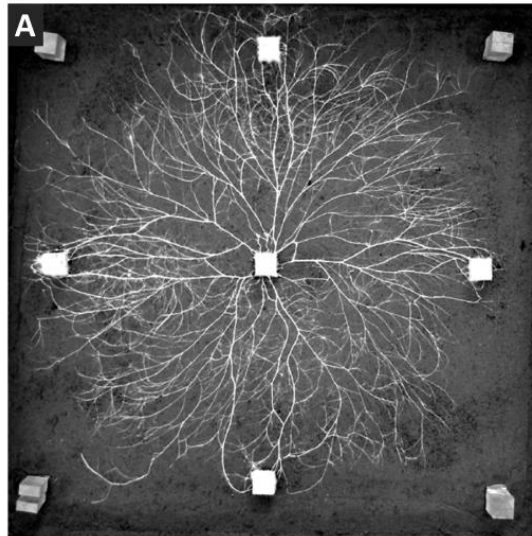
Neurospora crassa



Von der Hyphe zum Myzel

Regulation des Verzweigungsmusters

+ Holzblöcke (Nahrung)

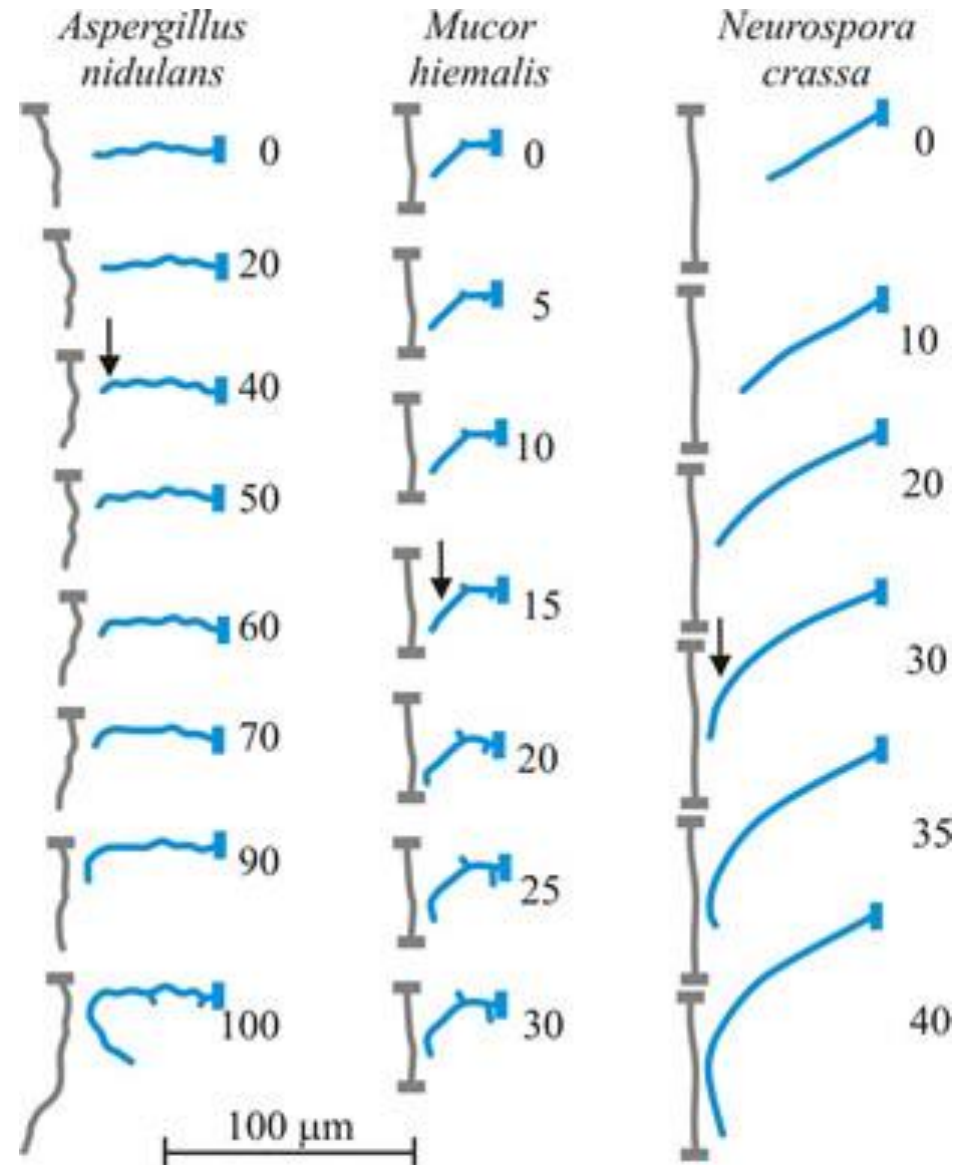


+ Collembolen
(Springschwänze)

Fricker et al 2017

Von der Hyphe zum Myzel

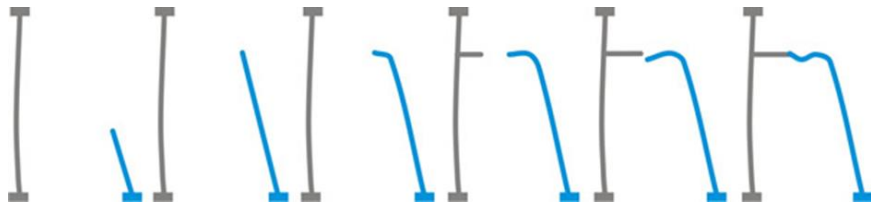
Negativer Autotropismus



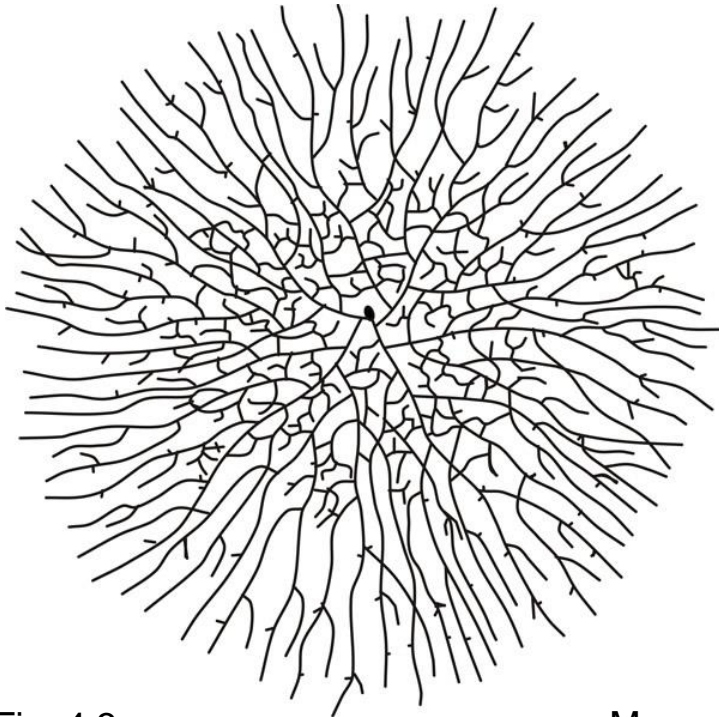
Von der Hyphe zum Myzel

Positiver Autotropismus und Anastomose

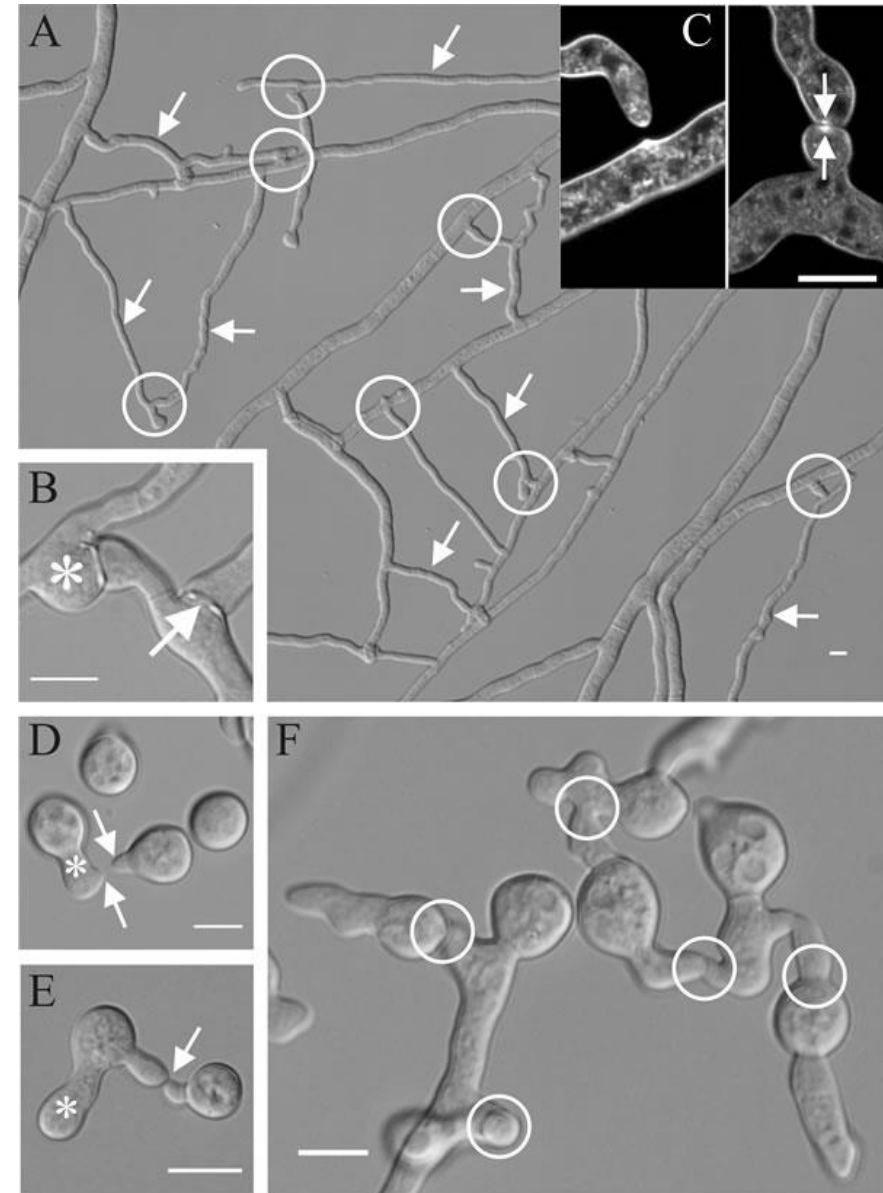
Neurospora crassa



Moore Fig. 4.17



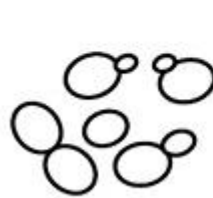
Moore Fig. 4.3



Moore Fig. 5.12

Pseudohyphenen und Dimorphismus

Candida albicans



Yeast

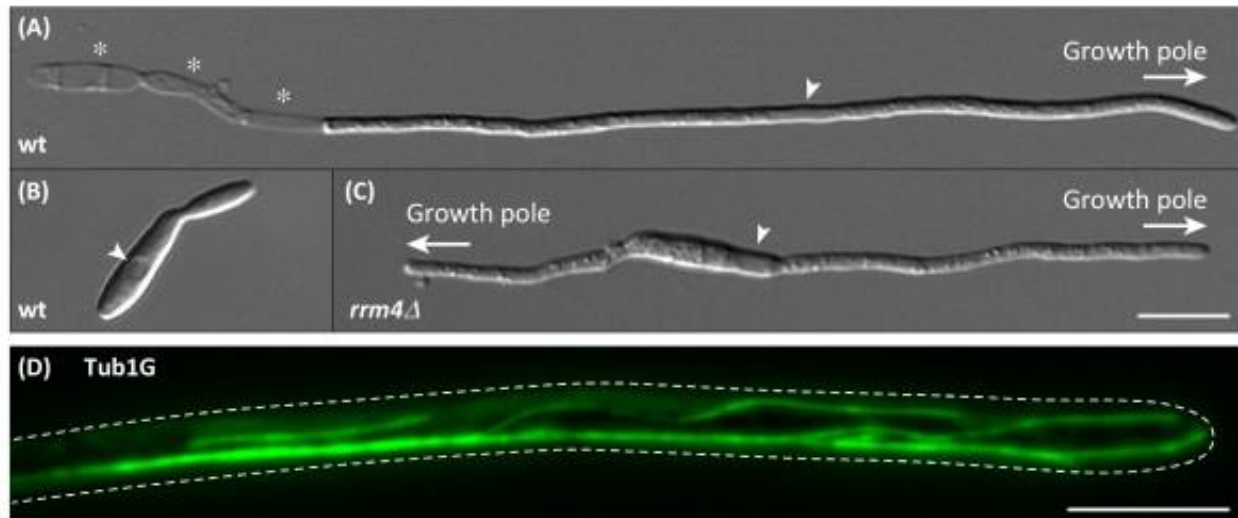


Pseudohyphae



Hyphae

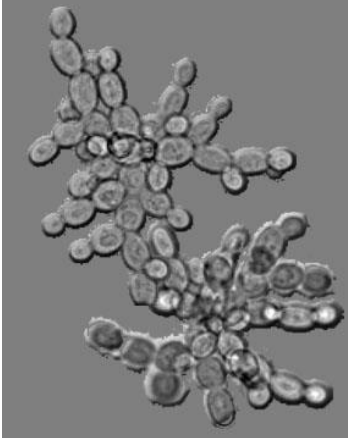
Ustilago maydis



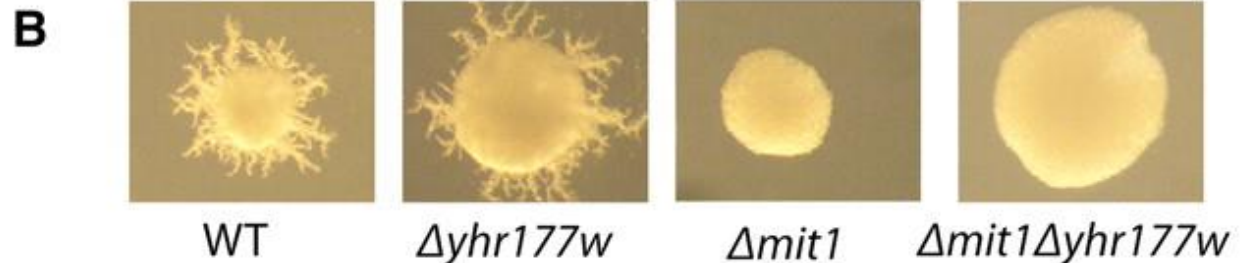
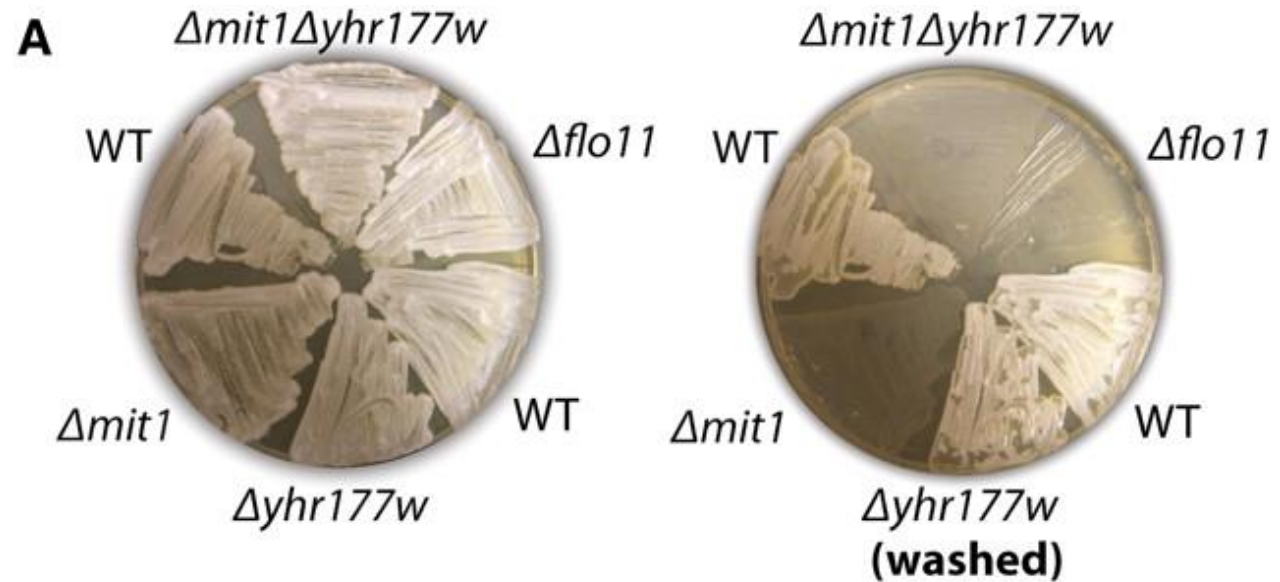
Pseudohyphenen und Dimorphismus

Saccharomyces cerevisiae

"Snowflakes"

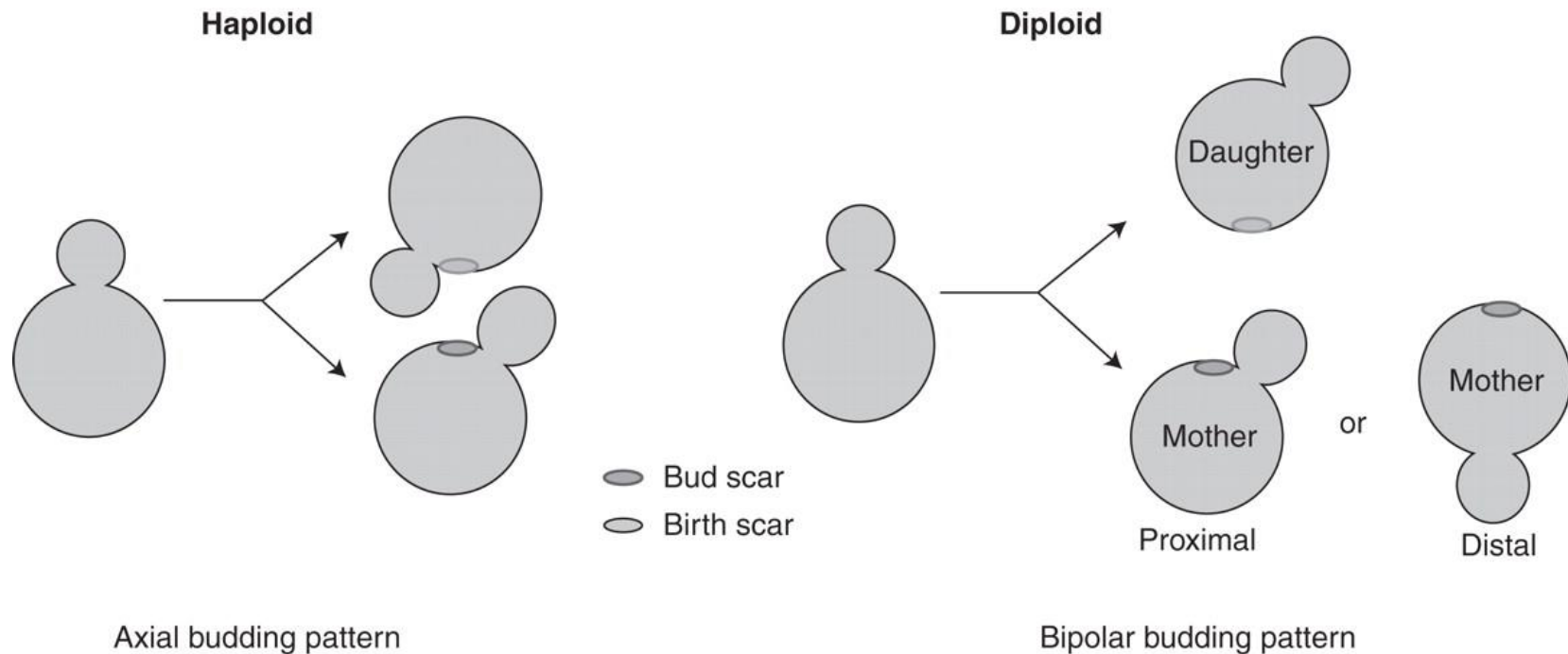


Pseudohyphae



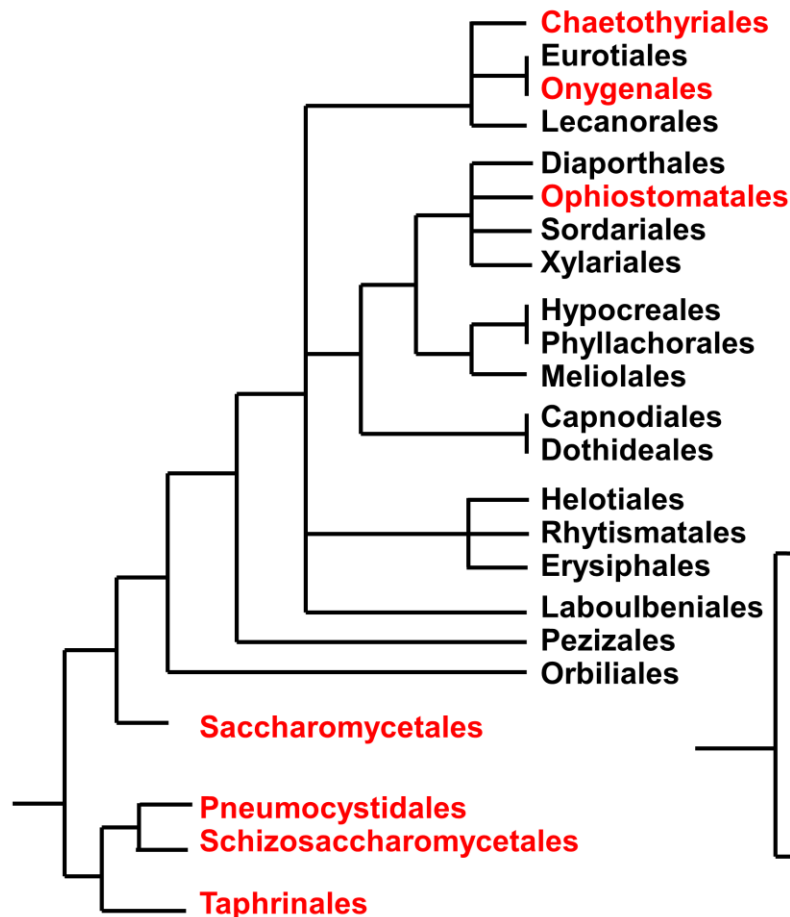
Polarität während Hefewachstum

Sprosshefe (*Saccharomyces cerevisiae*)

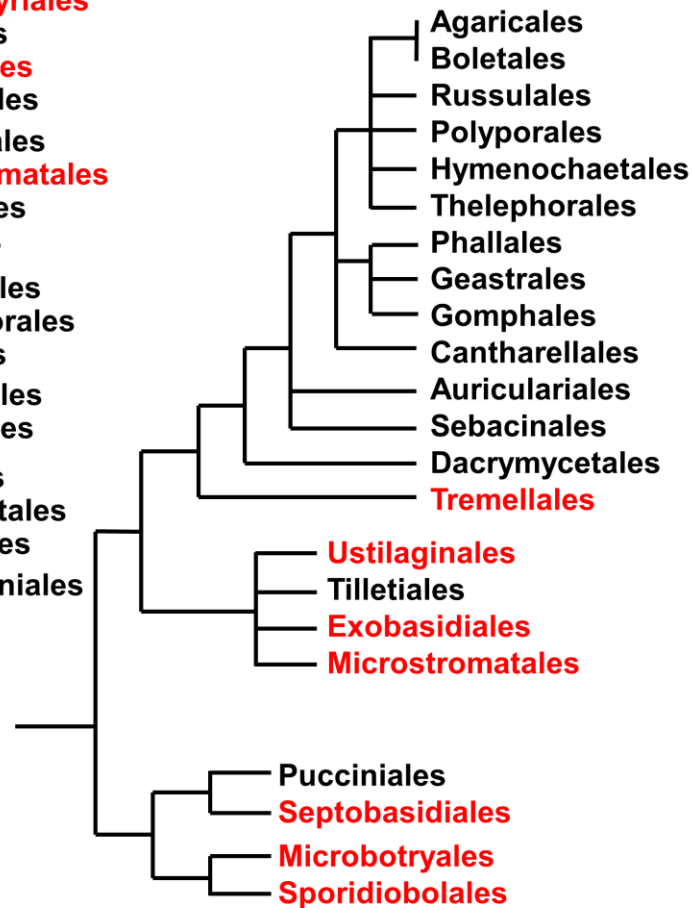


Pilze mit Hefestadien

Ascomycota

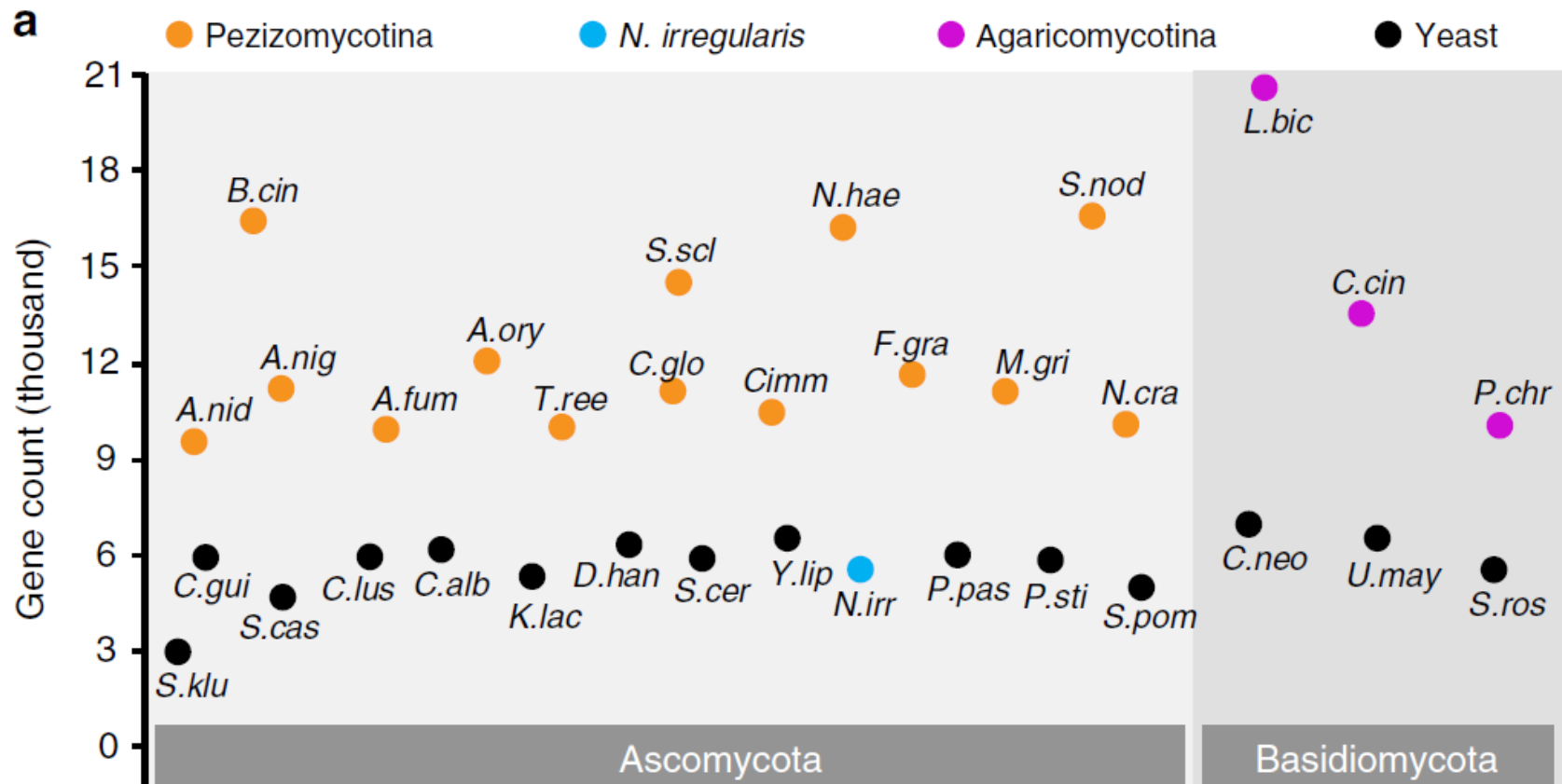


Basidiomycota



Pilze mit Hefestadien

Anzahl proteinkodierender Gene



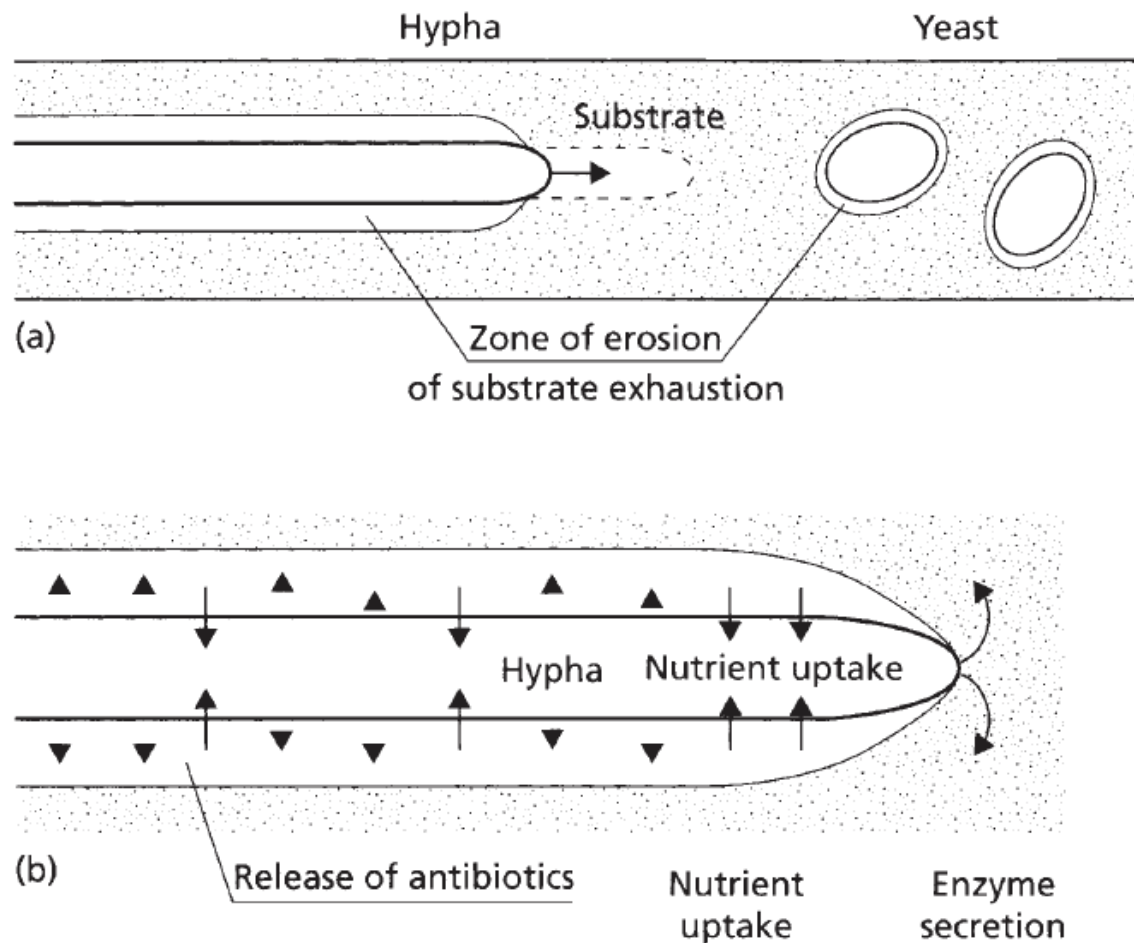
S.cer: *Saccharomyces cerevisiae* *C.alb*: *Candida albicans* *P.pas*: *Pichia pastoris*

S.pom: *Saccharomyces pombe* *C.neo*: *Cryptococcus neoformans* *U.may*: *Ustilago maydis*

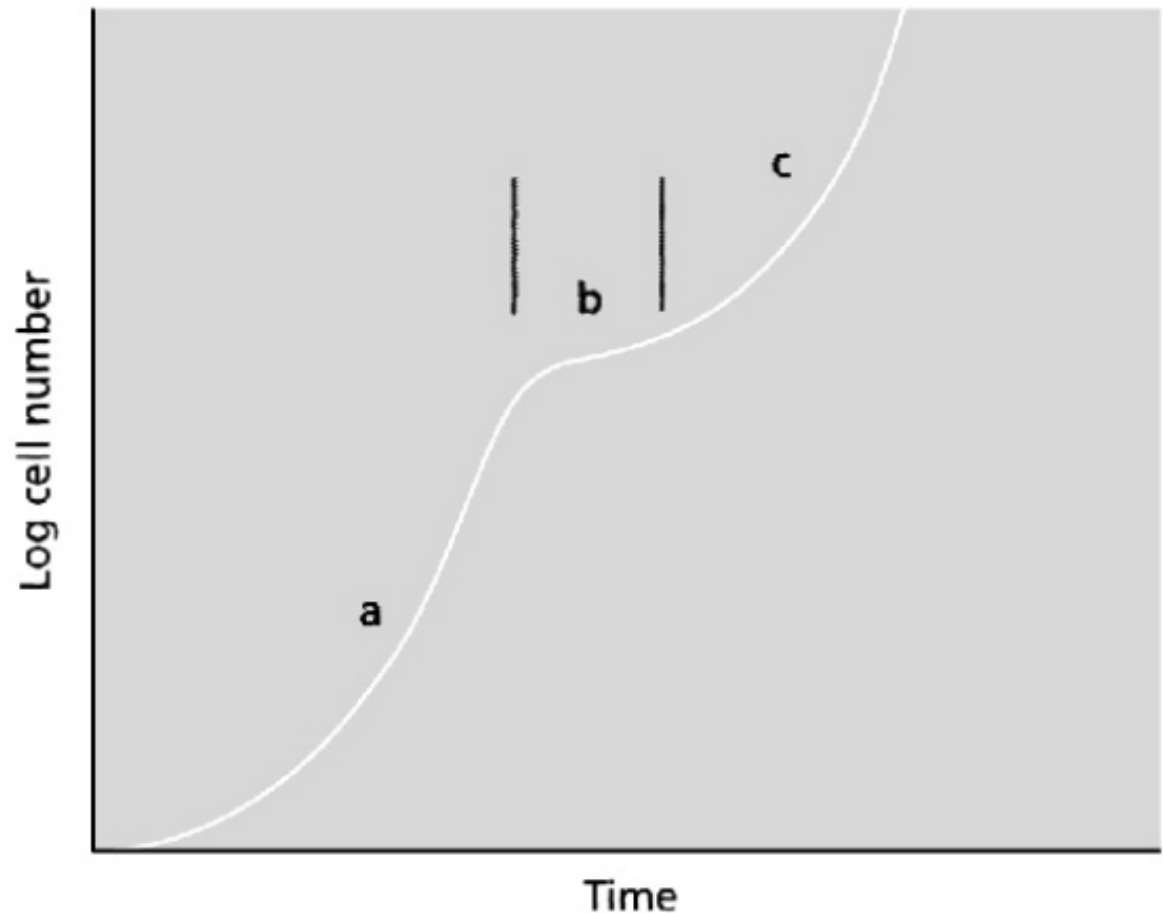
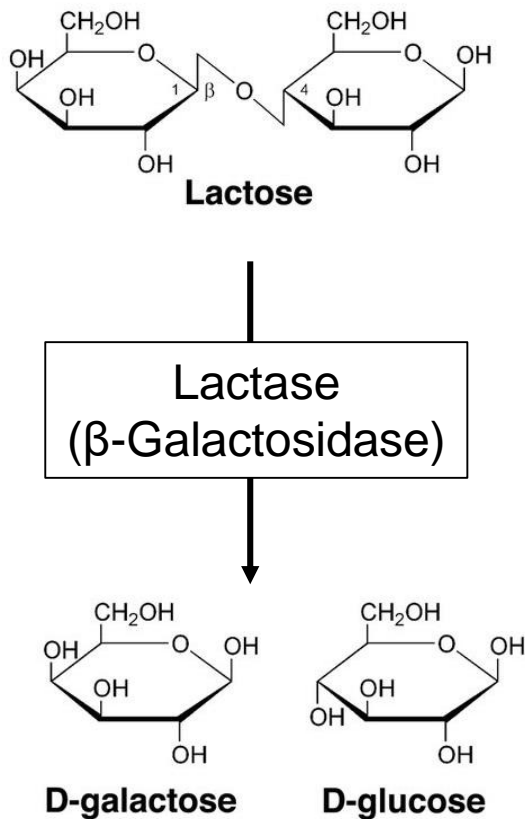
Lebensstil der Pilze

Teil 3: Ernährungsweise der Pilze

Lokalisierung von Enzymsekretion, Nahrungsaufnahme und Abwehr von Nahrungskonkurrenten



Induktion von Nahrungs-Abbauenzymen und/oder -Transportern



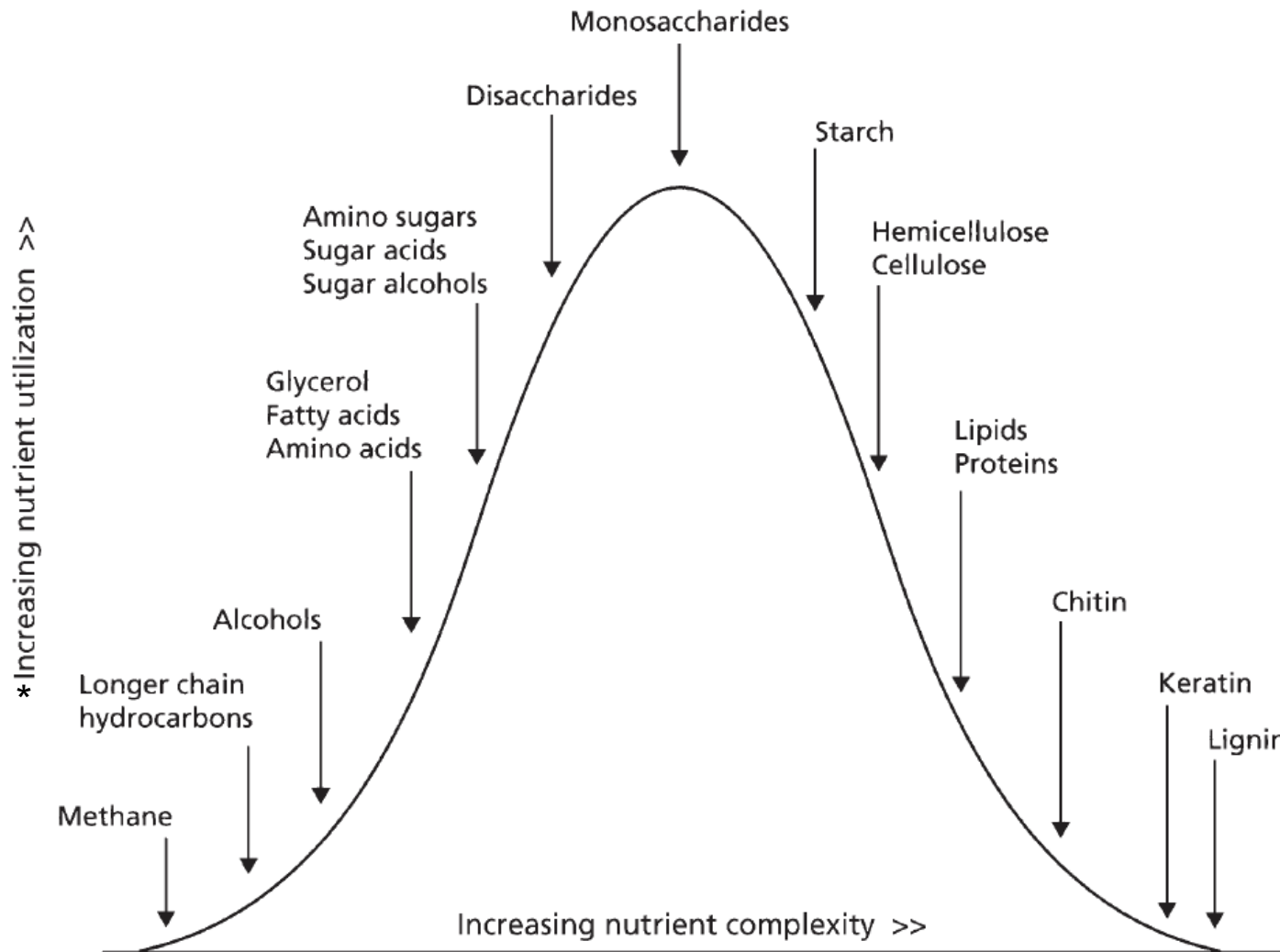
Minimale pilzliche Nahrungskomponenten

Table 6.1 A chemically defined liquid culture medium for fungi.

<i>Chemical</i>	<i>Quantity</i>
NaNO ₃ or NH ₄ NO ₃ or L-asparagine at equivalent nitrogen content	2 g
KH ₂ PO ₄ (alone or in a buffered mixture with K ₂ HPO ₄)	1 g
MgSO ₄	0.5 g
KCl	0.5 g
CaCl ₂	0.5 g
FeSO ₄ , ZnSO ₄ , CuSO ₄	0.005–0.01 g each
Sucrose or glucose	20 g
Distilled water	1 liter

Note: Common supplements required by fungi include the vitamins **biotin** (10 µg) or **thiamine** (100 µg).

Pilzliche C-Quellen: Präferenzen und Komplexität



*Zahl der Pilze, die dieses Substrat verwerten können

Deacon Fig. 6.1

Pilzliche C-Quellen: Präferenzen und Komplexität

2-4 Tage



Zygomycota
e.g. *Pilobolus* sp.

5-10 Tage

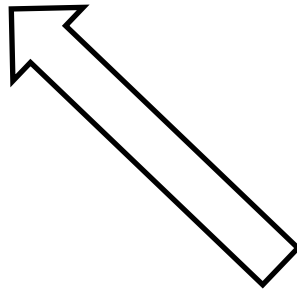


Ascomycota
e.g. *Ascobolus* sp.

11-14 Tage



Basidiomycota
e.g. *Coprinopsis* sp.



Frische 'Pferdeäpfel'

Grad der Assimilierbarkeit und Persistenz	Substrat	Hauptquelle	Pilze, die zum Abbau befähigt befähigt sind
Schnell assimilierbar, nicht persistent	Glukose, Fruktose, Mannose (andere Hexosen), Xylose	lebende oder tote Pflanzen, Tiere oder Bakterien	alle Pilze ausser einigen Oomyceten
	Succrose, Maltose, etc.	lebende oder tote Pflanzen, Tiere oder Bakterien	wahrscheinlich die meisten Pilze mit einigen Ausnahmen (Chytridiomyceten, Zygomyceten und einige Ascomyceten)
	Organische Säuren	lebende oder tote Pflanzen, Tiere oder Bakterien	einige Pilze, aber spezifisch
relativ gut assimilierbar, mittlere Persistenz	Stärke, Inulin	Pflanzliches Gewebe	die meisten Pilze
	Glykogen	tierische Gewebe, mikrobielle Zellen	wahrscheinlich die meisten Pilze
	Hemicellulose	pflanzliche Zellwand, hauptsächlich höhere Algen	viele Pilze, wahrscheinlich marine Ascomyceten
	Pektine	pflanzliche Zellwand	viele Pilze
	Lipide (Fette und Oele)	tierisches und pflanzliches Gewebe, tierische Sekrete	einige Pilze
	Proteine	lebende oder tote Pflanzen, Tiere oder Bakterien	viele Pilze

Pilzliche C-Quellen I

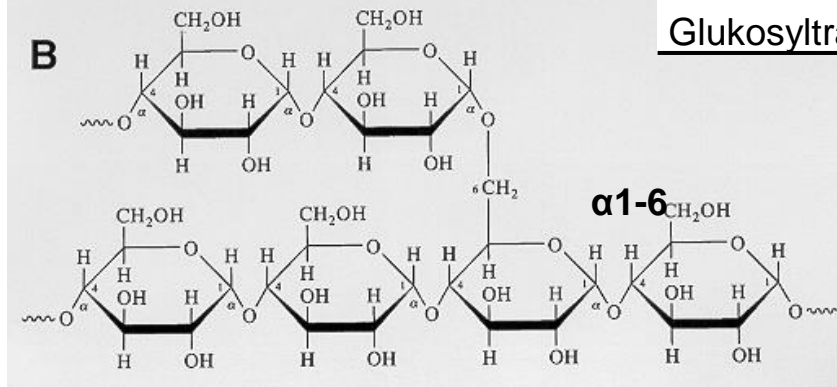
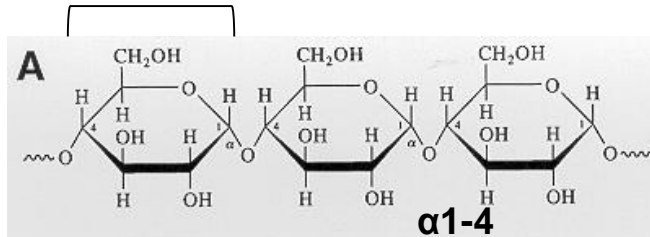
Grad der Assimilierbarkeit und Persistenz	Substrat	Hauptquelle	Pilze, die zum Abbau befähigt sind
langsam oder sehr langsam assimilierbar, mittlere bis grosse Persistenz	Cellulose	pflanzliche Zellwände	viele Pilze, jedoch wenige Zygomyceten
	Kutin	pflanzliche Kutikula	wenig bekannt, Kutinasen wahrscheinlich häufig bei Ascomyceten
	Lignin	pflanzliche Zellwand	viele Basidiomyceten, einige Ascomyceten (Xylariaceae)
	Chitin	Exoskelett von Arthropoden, pilzliche Zellwand	viele Bodenpilze, Ascomyceten, welche lebende Arthropoden besiedeln
	Keratin	Haar, Fell, Federn, Horn, Huf	viele Ascomyceten
	Wachse	pflanzliche Kutikula	viele Pilze, welche Blattoberflächen besiedeln

Pilzliche C-Quellen II

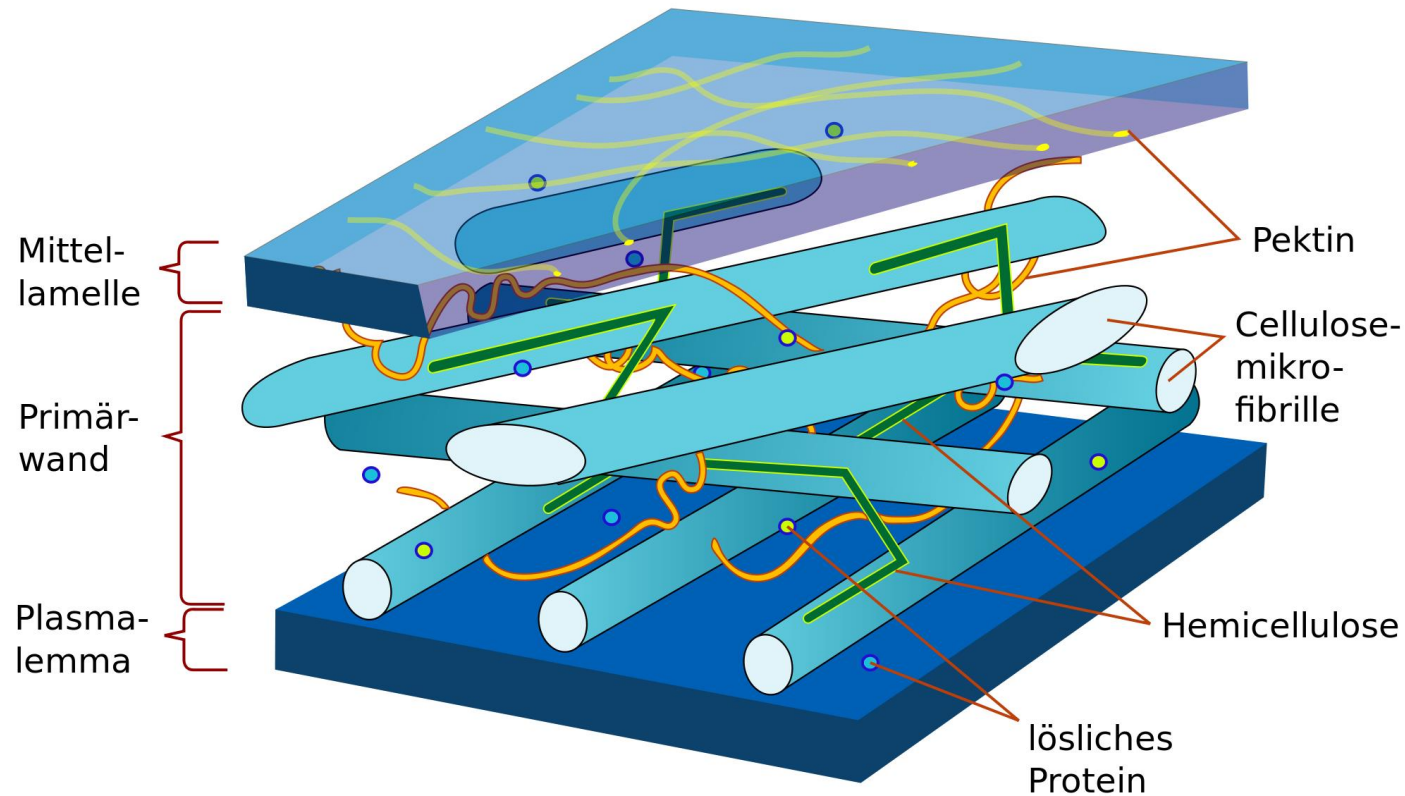
Abbau von Stärke

Enzym	Aktivität Hydrolysierte Bindung	Produkt
α -Amylase (α -1,4-D-Glukan Glukanhydrolase)	Endo α -1,4-Bindungen	α -D-Glukose, Maltose, Maltotriose, Dextrin
Amyloglucosidase (α -1,4-D-Glukan Glukohydrolase)	Exo α -1,4-Bindungen, auch α - 1,6-Bindungen	β -D-Glukose
α -Glukosidase	Exo α -1,4-Bindungen	α -D-Glukose
Isoamylase	Endo α -1,6-Bindungen	α -1,4-Glukane unterschiedlicher Kettenlänge
Phosphorylase (α -1,4-D- Glukan:Orthophosphat α -D- Glukosyltransferase)	Exo α -1,4-Bindungen	Glukose-1-Phosphat

D-Glucose

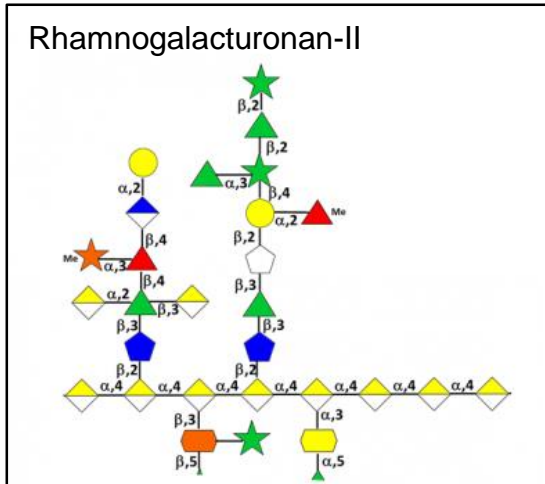
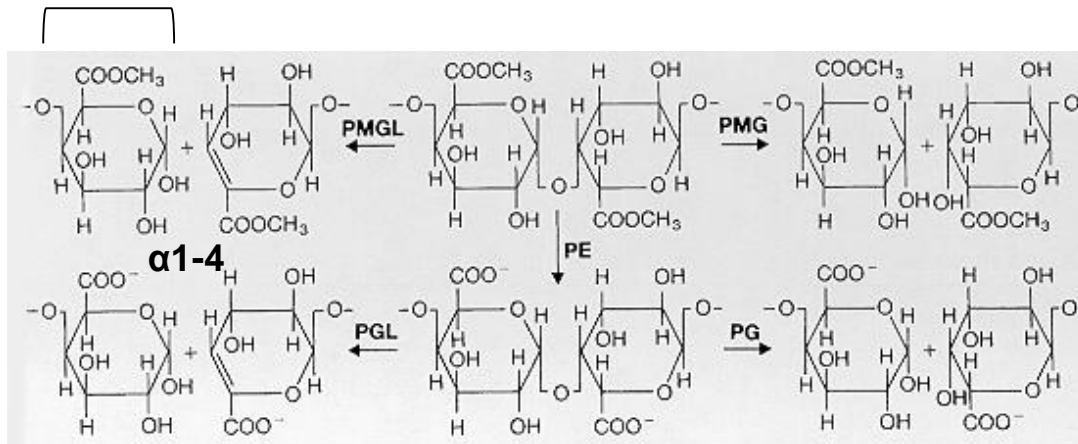


Schematischer Aufbau der Pflanzenzellwand



Abbau von Pektin

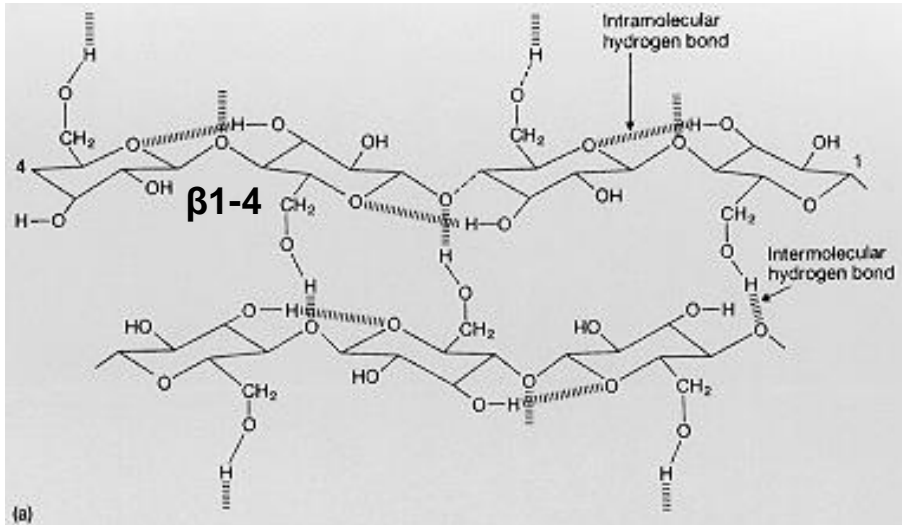
D-Galacturonsäure



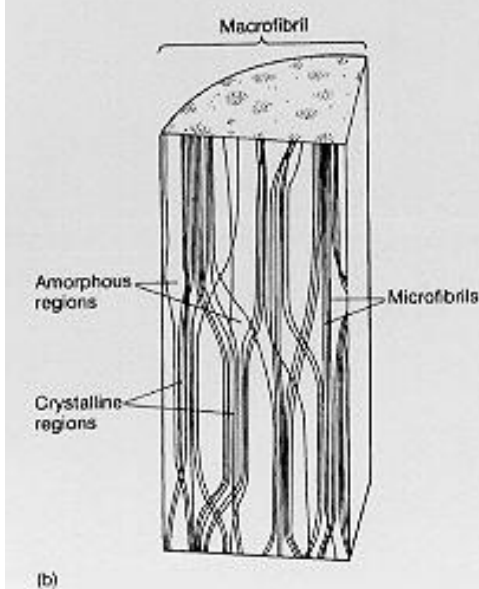
Enzym	Substrat	Reaktion oder hydrolysierte Bindung
Pektinesterase (PE) (Pektinmethylesterase)	Pektin	Hydrolyse des Methylesters
Polymethylgalakturonase (PMG) Endo PMG Exo PMG	Pektin	Hydrolyse der α -1-4-Bindung
Polymethylgalakturonatlyase (PMGL) Endo PMGL Exo PMGL	Pektin	Spaltung der α -1-4-Bindung durch Transeliminatio
Polygalakturonase (PG) Endo PG Exo PG1 Exo PG2	Pektinsäure	Hydrolyse der α -1-4-Bindung
Polygalakturonatlyase (PGL) Endo PGL Exo PGL	Pektinsäure	Spaltung der α -1-4-Bindung durch Transeliminatio

Struktur von Cellulose

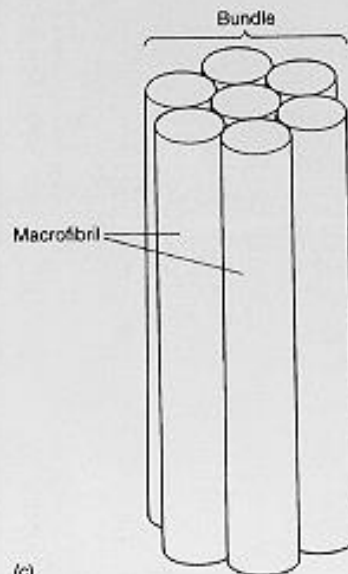
D-Glucose



(a)

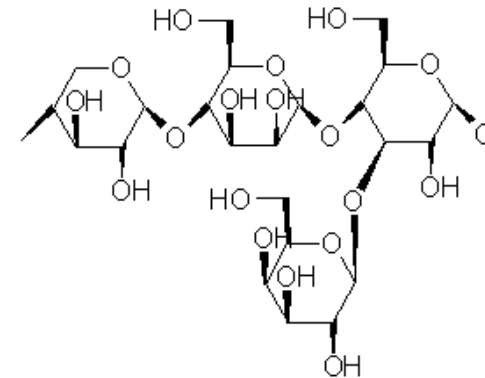


(b)



(c)

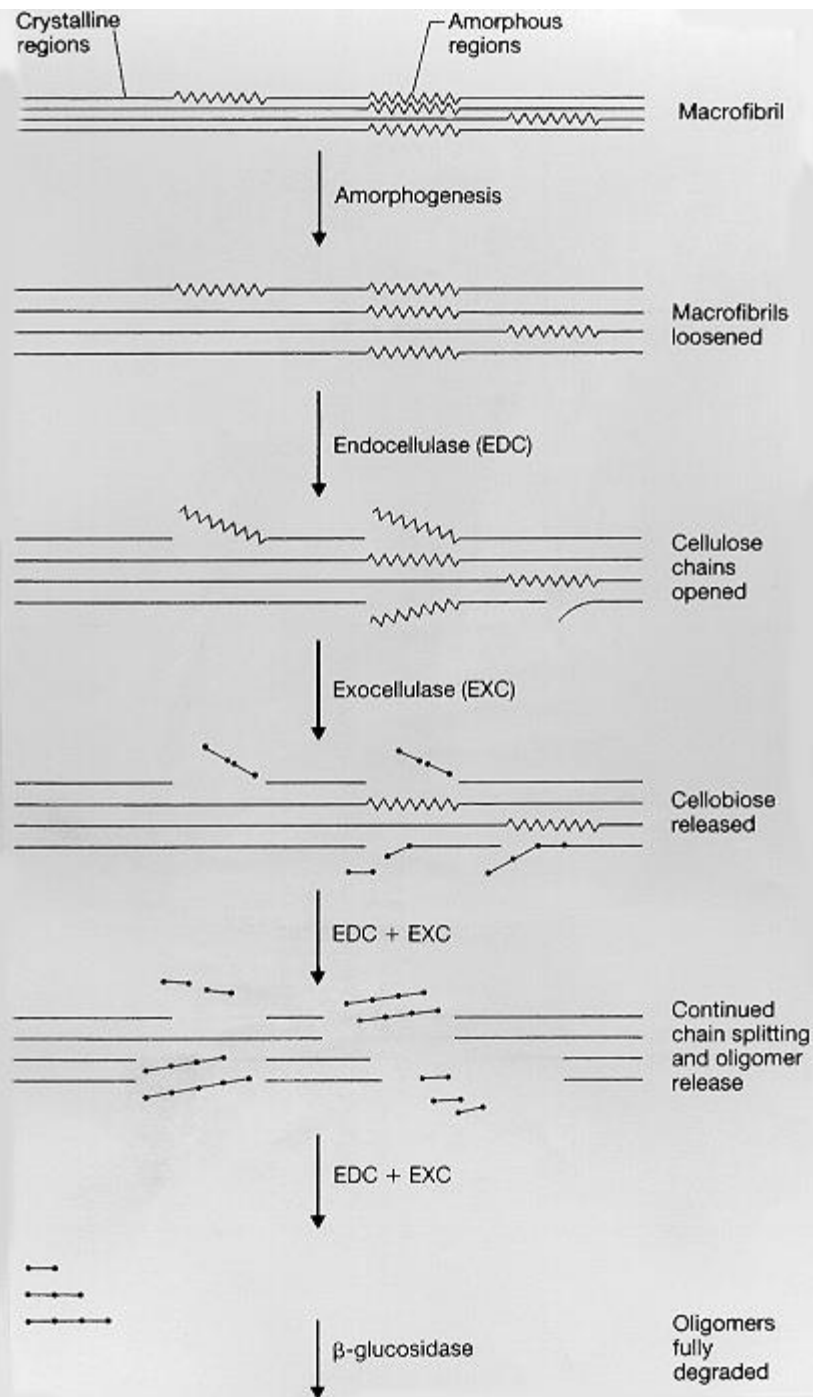
Hemicellulose (ein Heteroglykan)



- Xylose - β (1,4) - Mannose - β (1,4) - Glucose -
- α (1,3) - Galactose

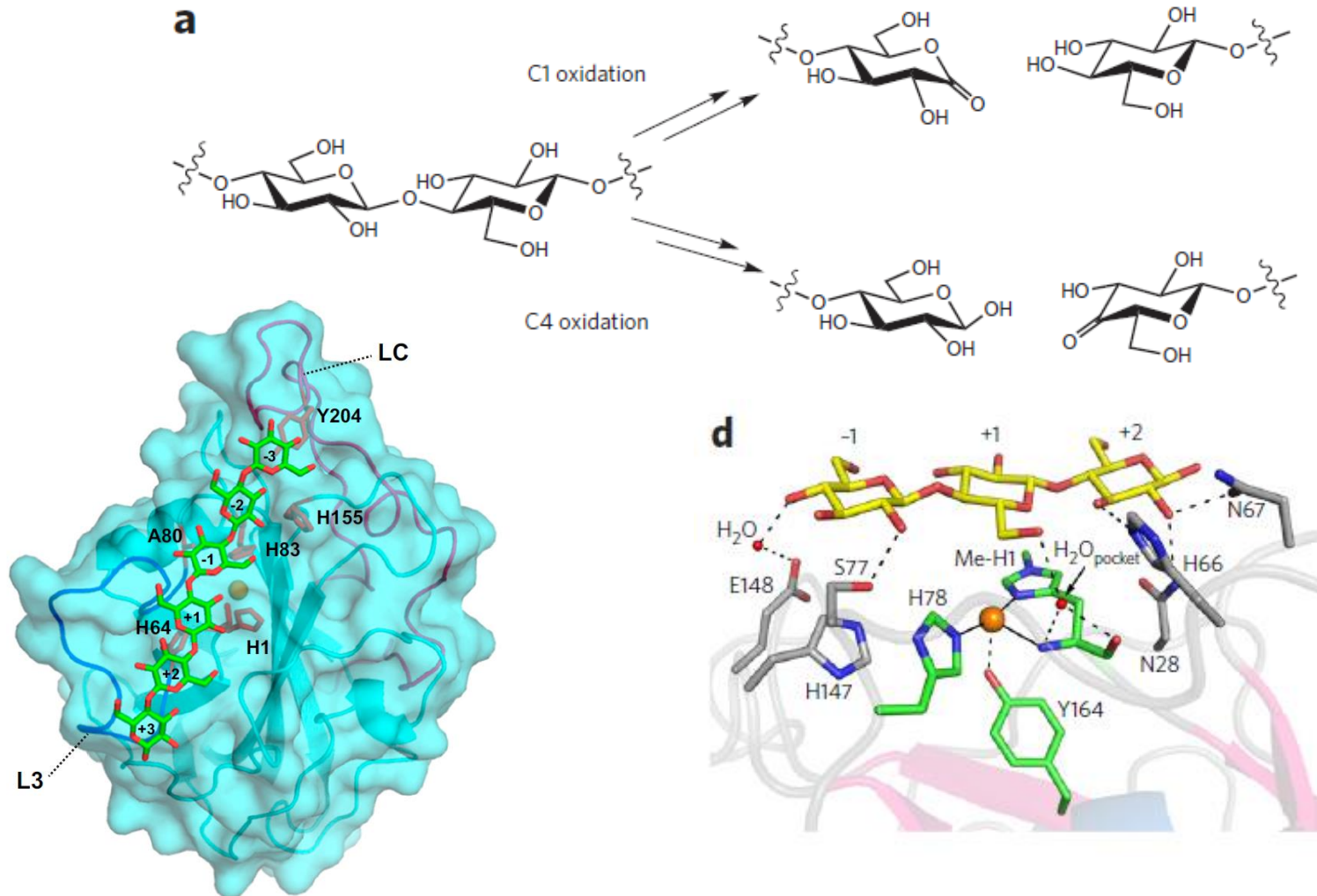
Enzyme des Cellulose-Abbaus

Enzym	Substrat	Reaktion oder hydrolysierte Bindung
Endocellulase	Cellulose	Interne Hydrolyse von β 1-4-Bindungen
Exocellulase (Cellobiohydrolase)	Cellulose	Hydrolyse terminale β 1-4-Bindungen, Freisetzung von Cellobiose
β -Glukosidase	Cellulo-oligosaccharide inklusive Cellobiose	Entfernt Glukose vom nicht-reduzierenden Ende
Glukan β 1-4 Glukosidase	β 1-4-D-Glukan	Entfernt Glukose Einheiten

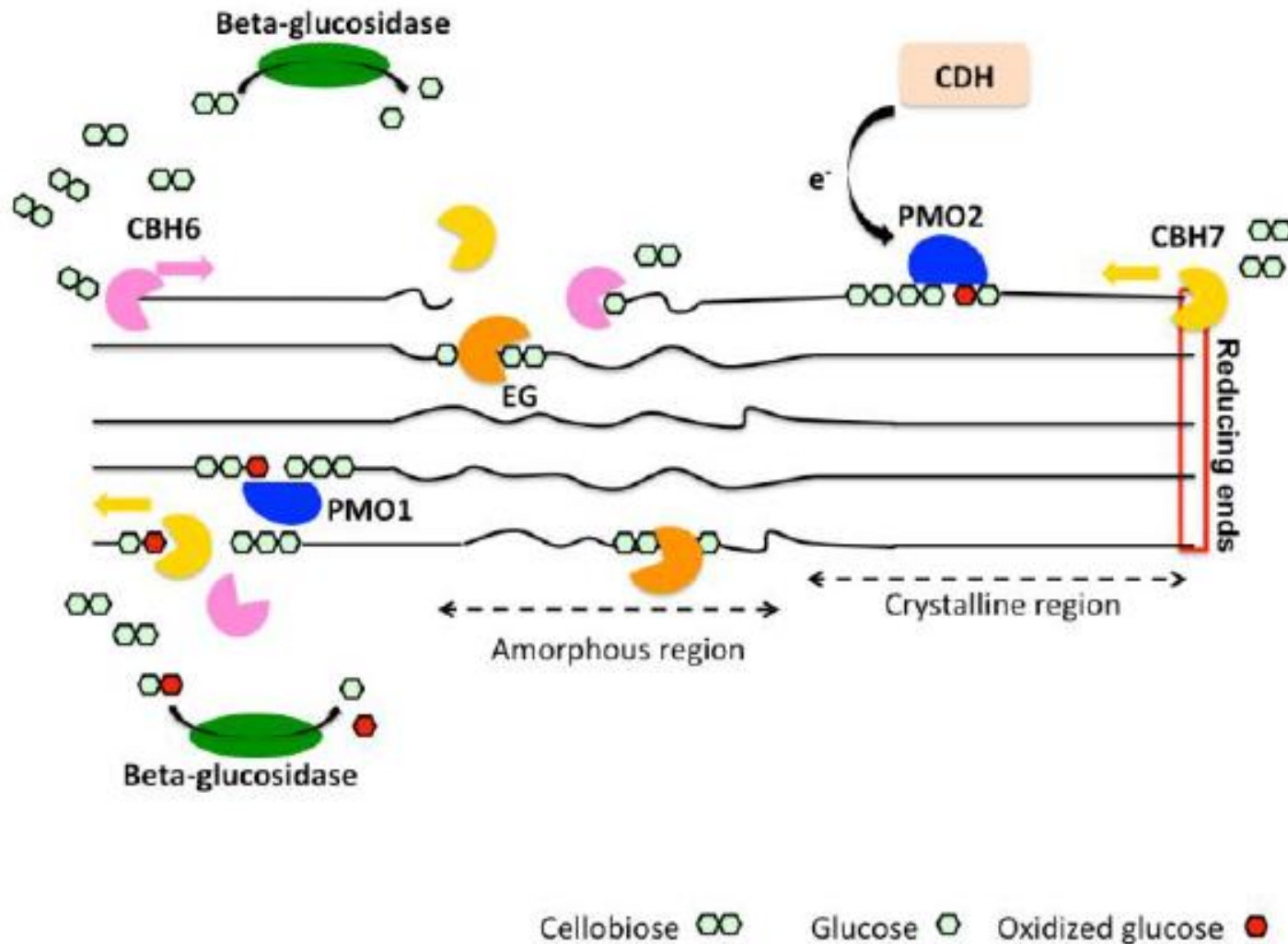


Mechanismus des Cellulose- Abbaus

Oxidation von Cellulose durch Lytische Polysaccharide MonoOxigenasen (LPMOs)

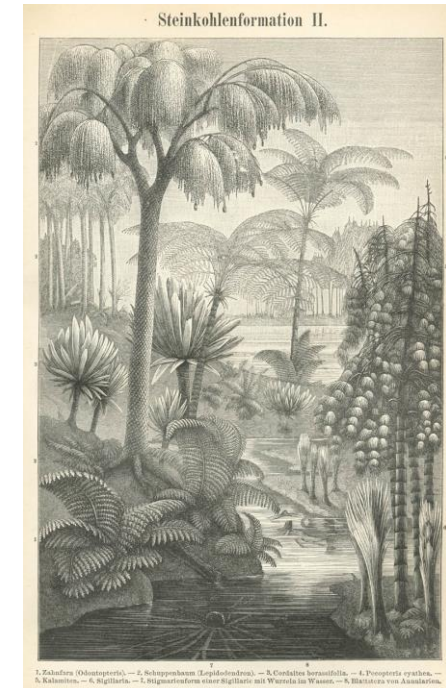
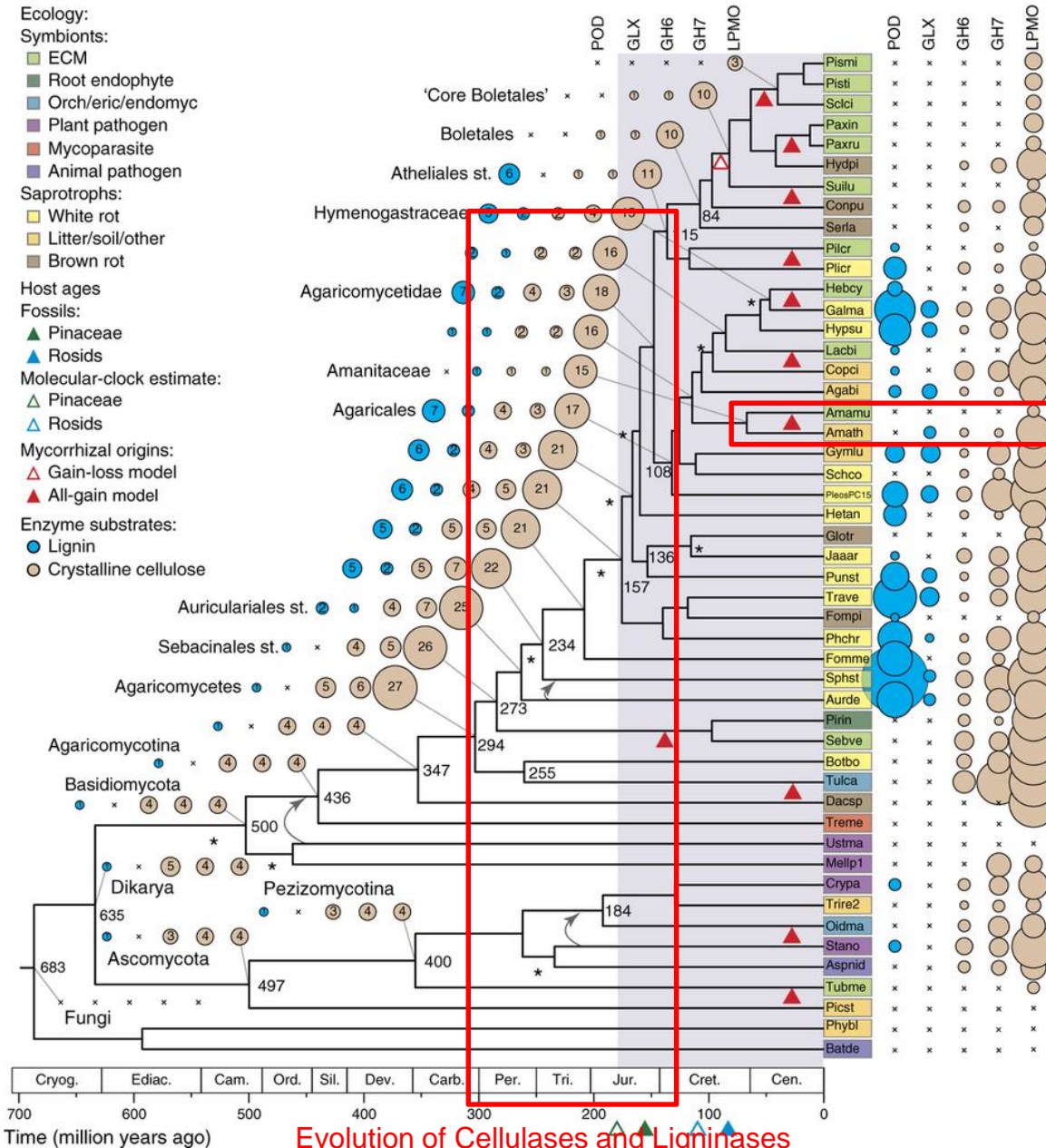


Klassischer vs. oxidativer Abbau von Cellulose

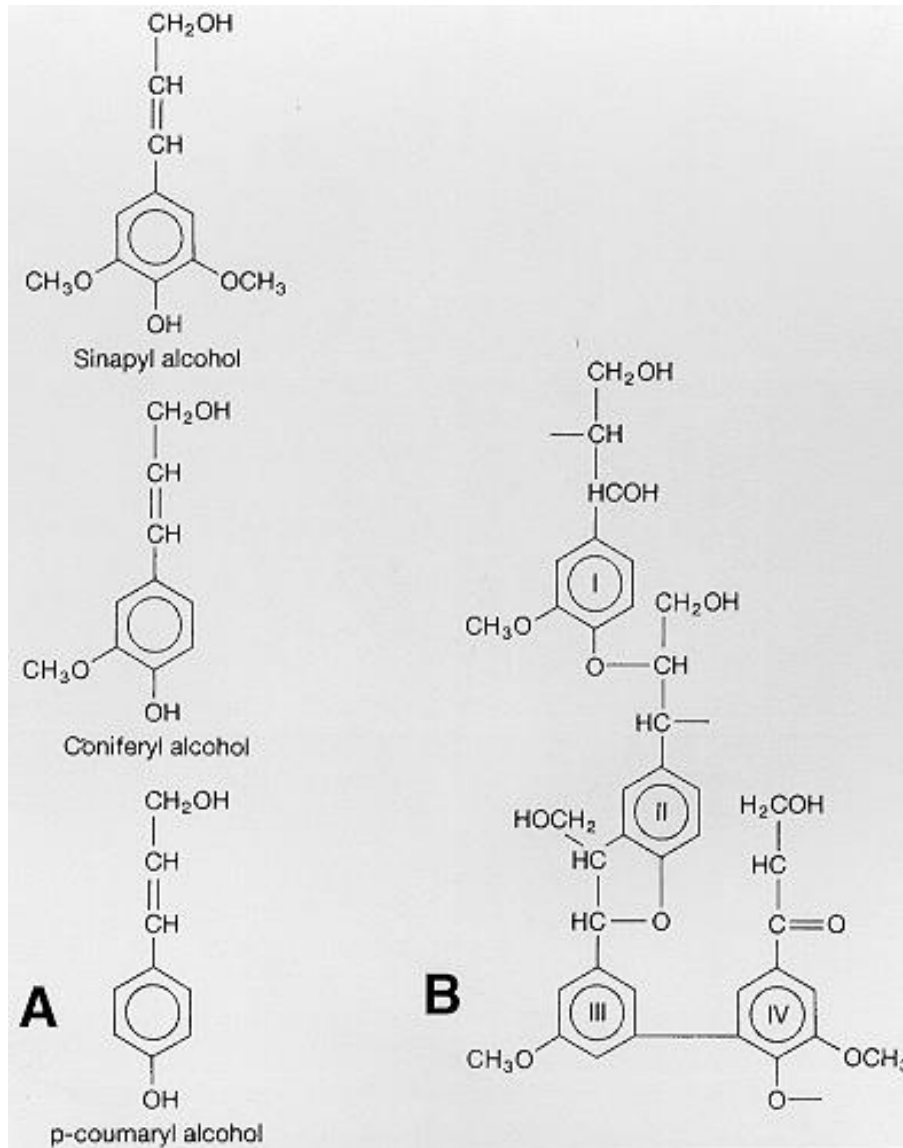


Evolution der Basidiomycota: Abbau von Cellulose

Secondary loss of Ligninases/Cellulases in Mycorrhiza



Struktur von Lignin



Weissfäule

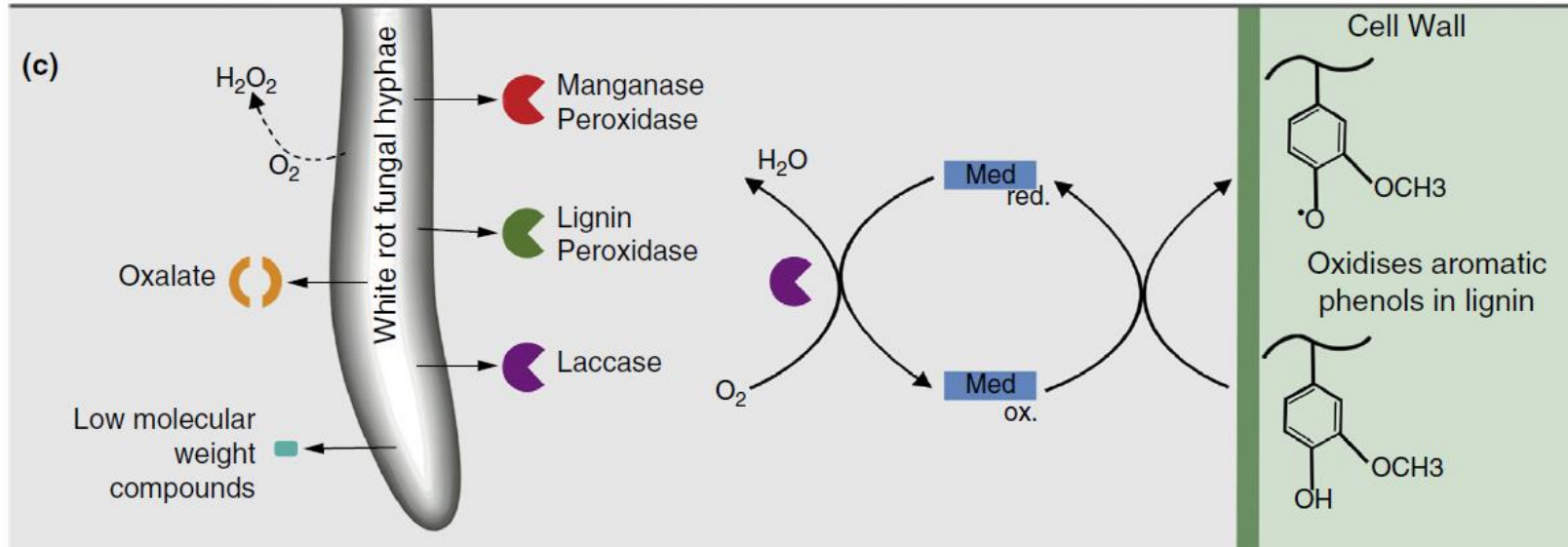


Braunfäule

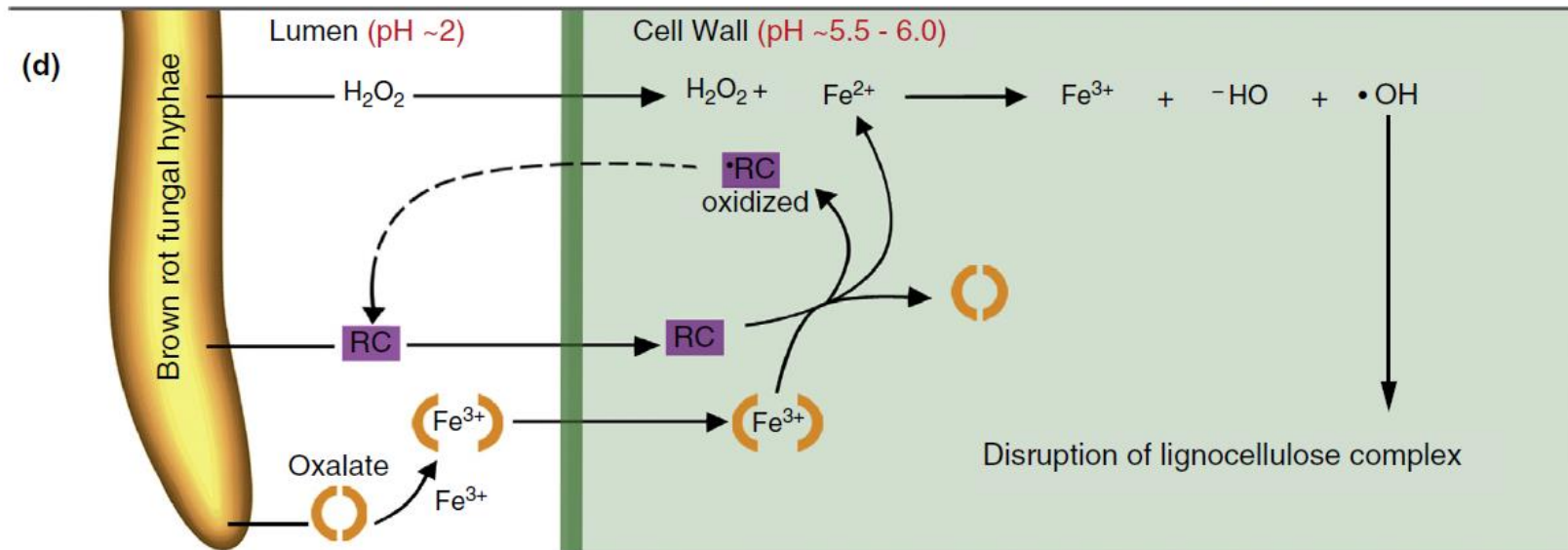


Abbau von Lignin

Weissfäulepilze

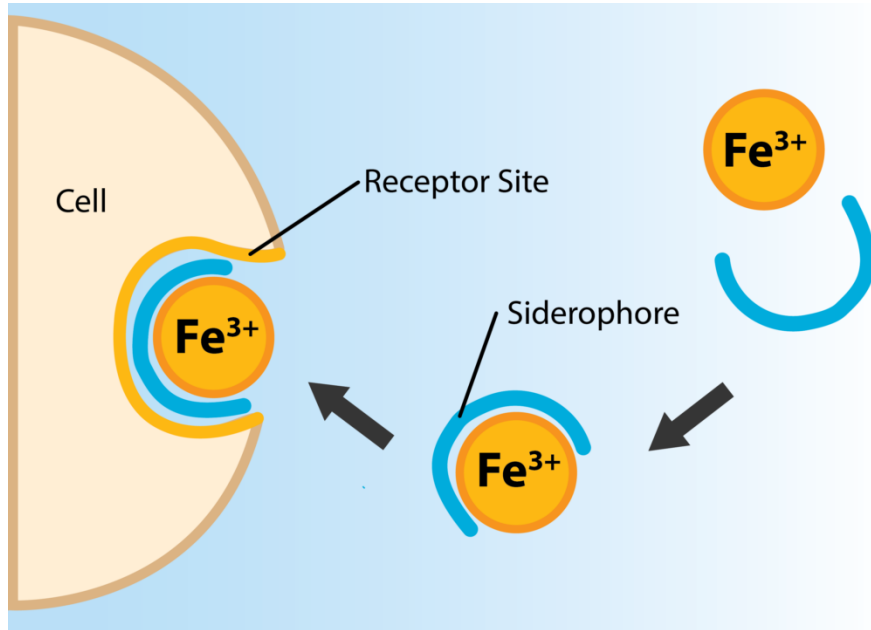
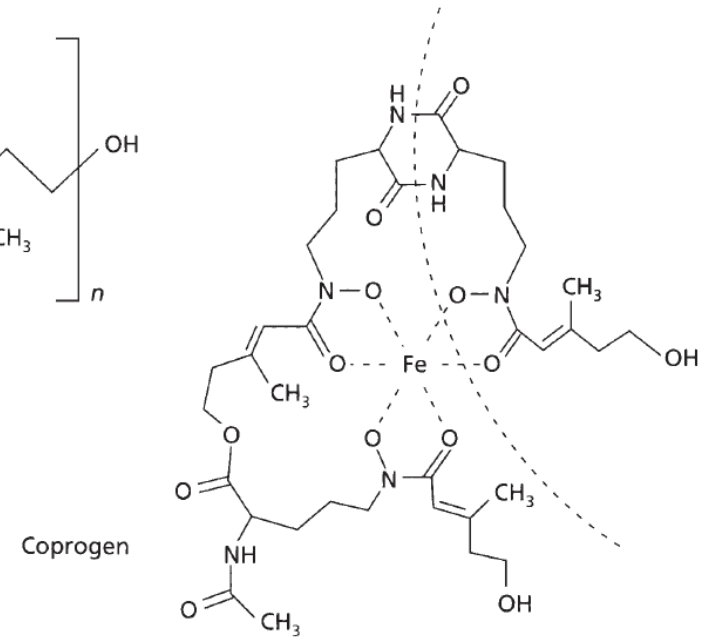
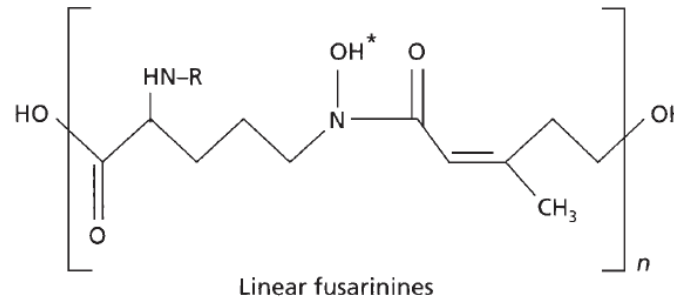


Braunfäulepilze

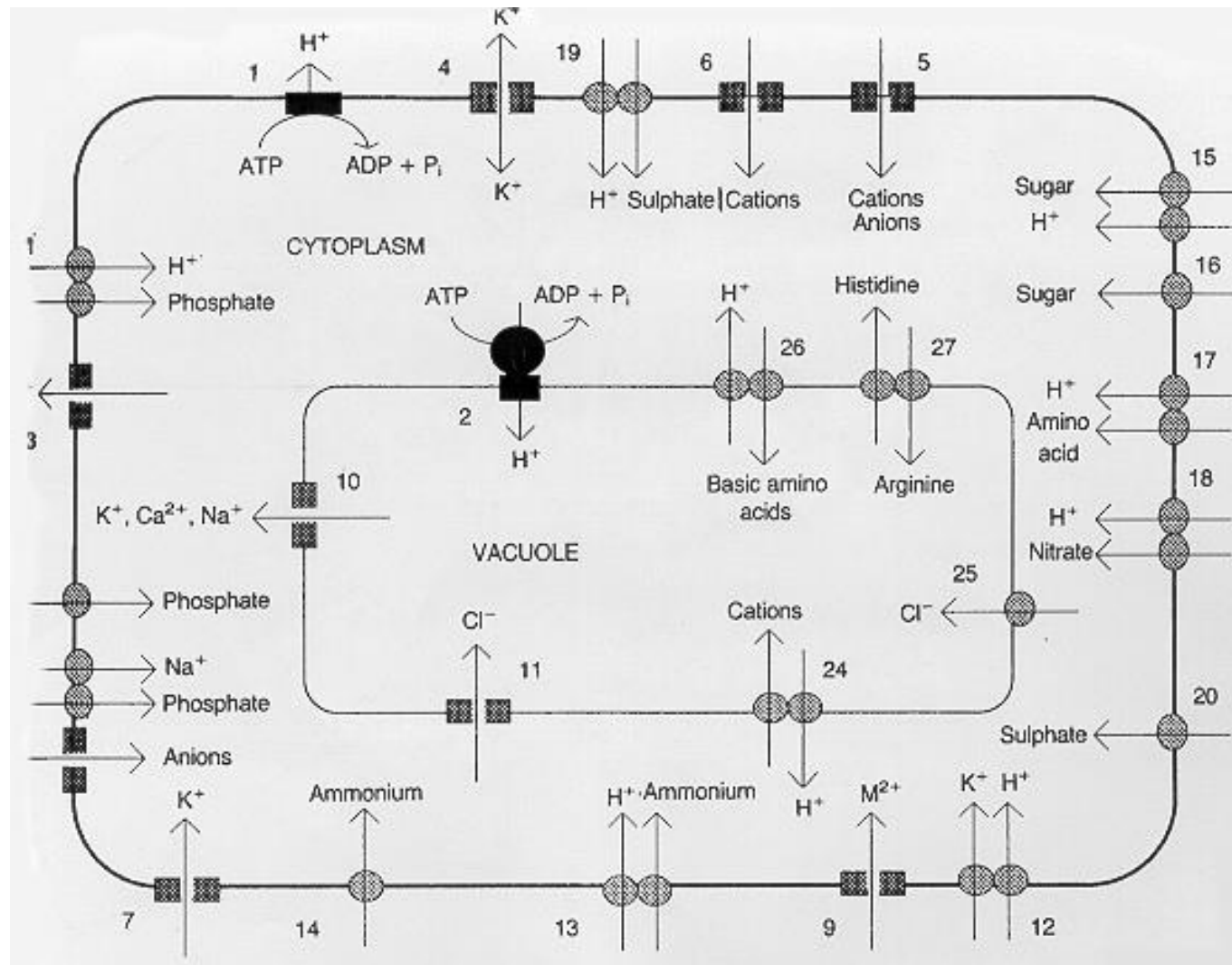


Spurenelemente

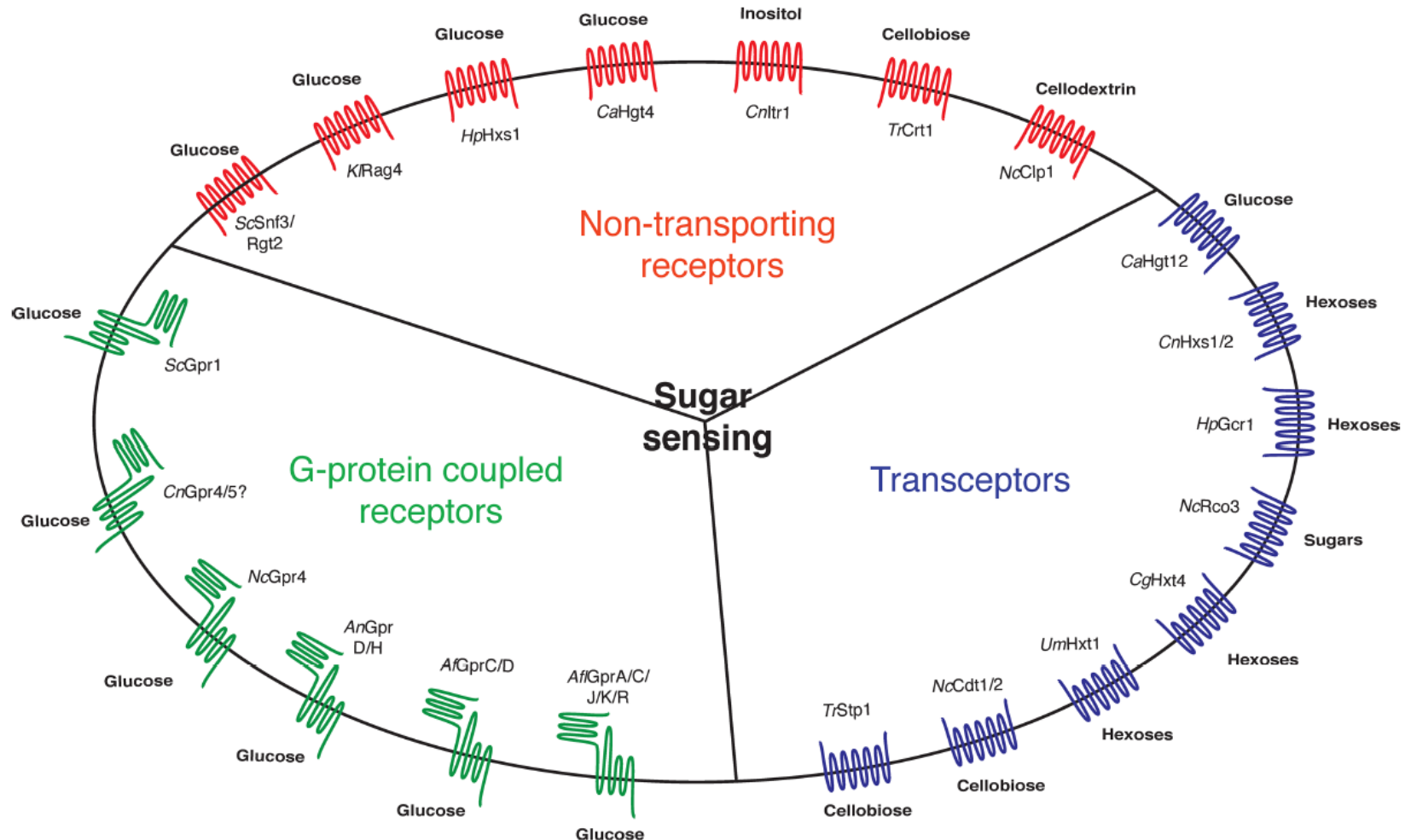
Pilzliche Siderophore



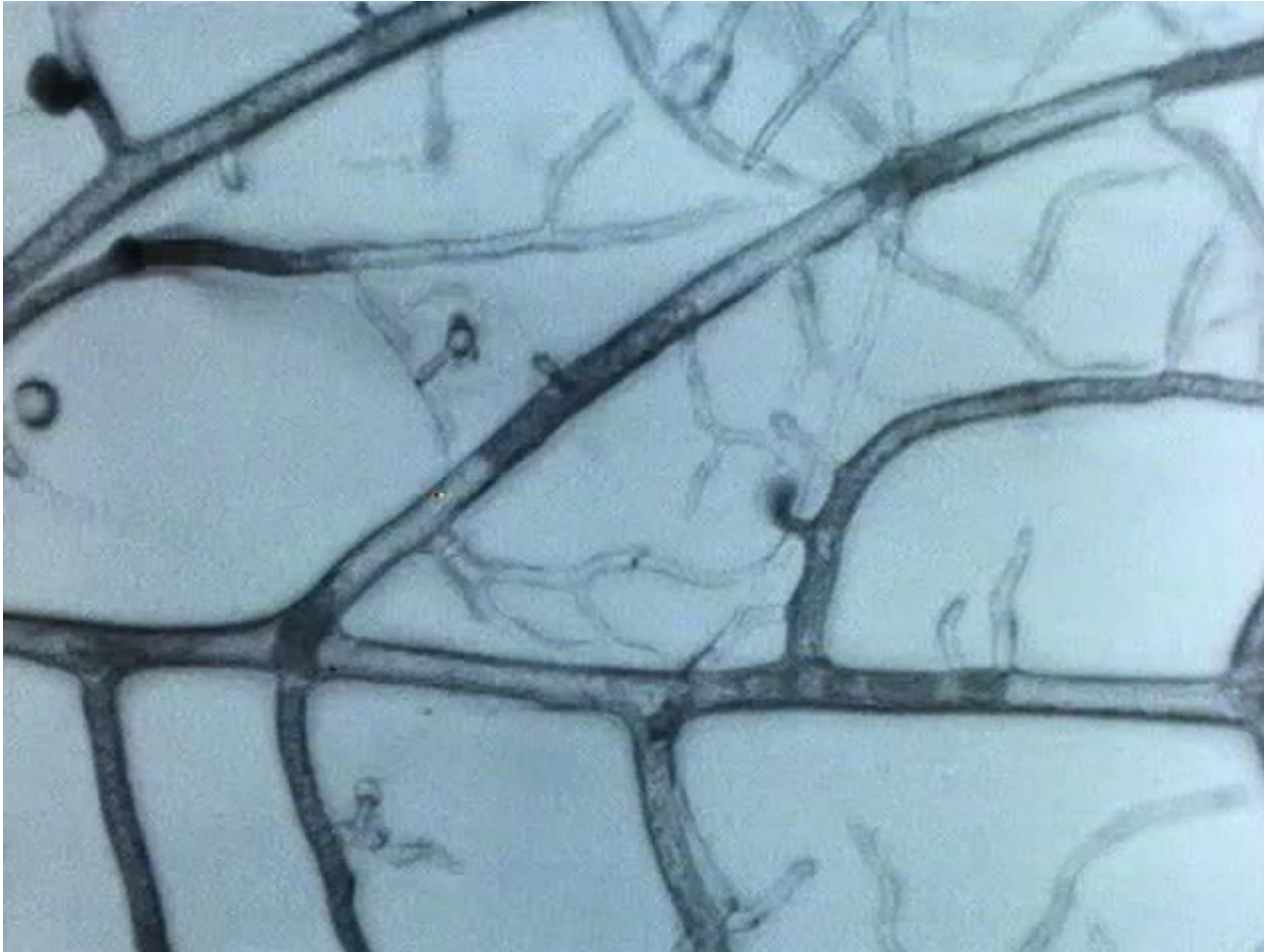
Membran-Transportsysteme der Hefe *Saccharomyces cerevisiae*



Membran-Transportsysteme und -Rezeptoren in Pilzen



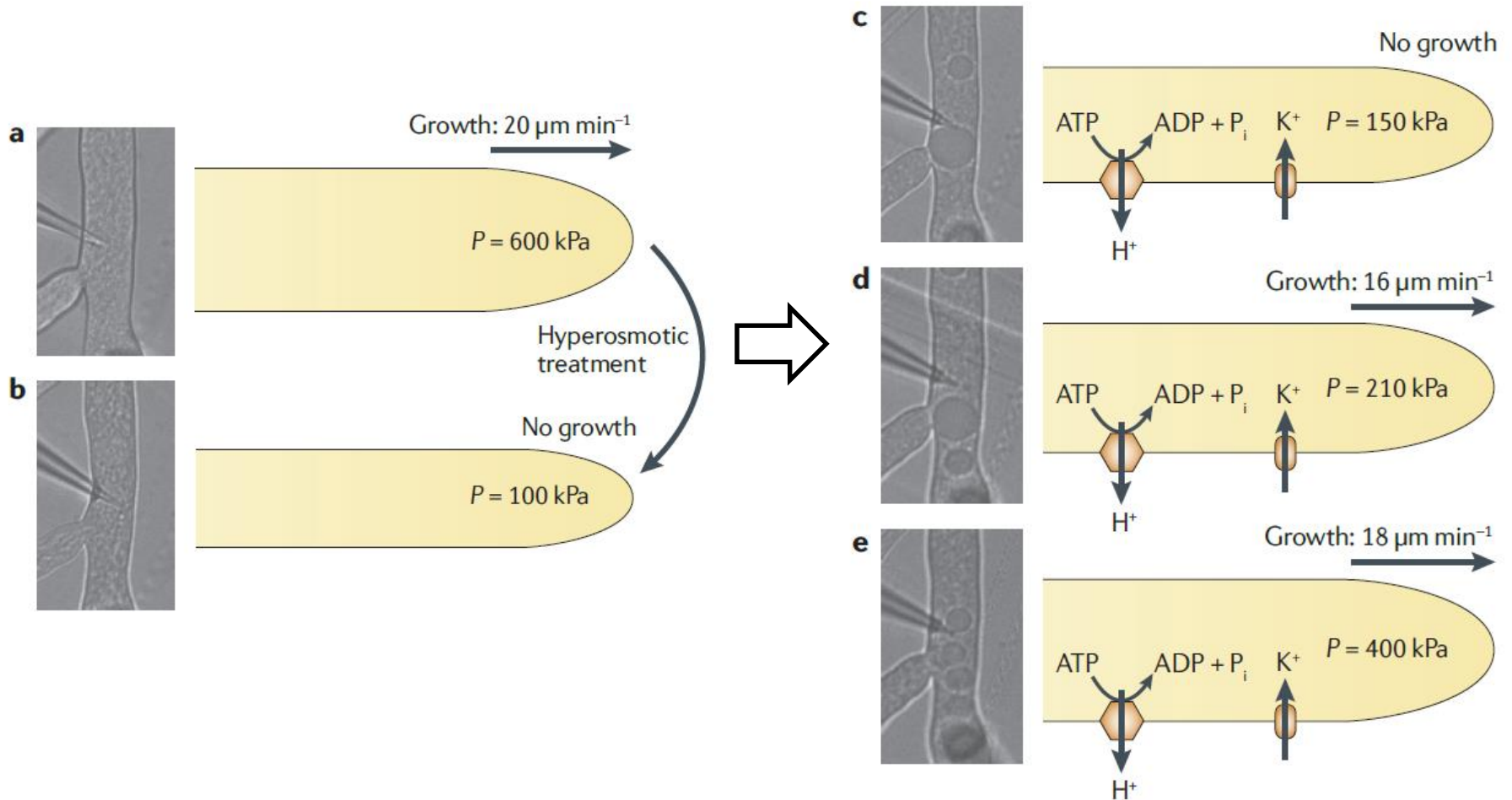
Stofftransport im Myzel



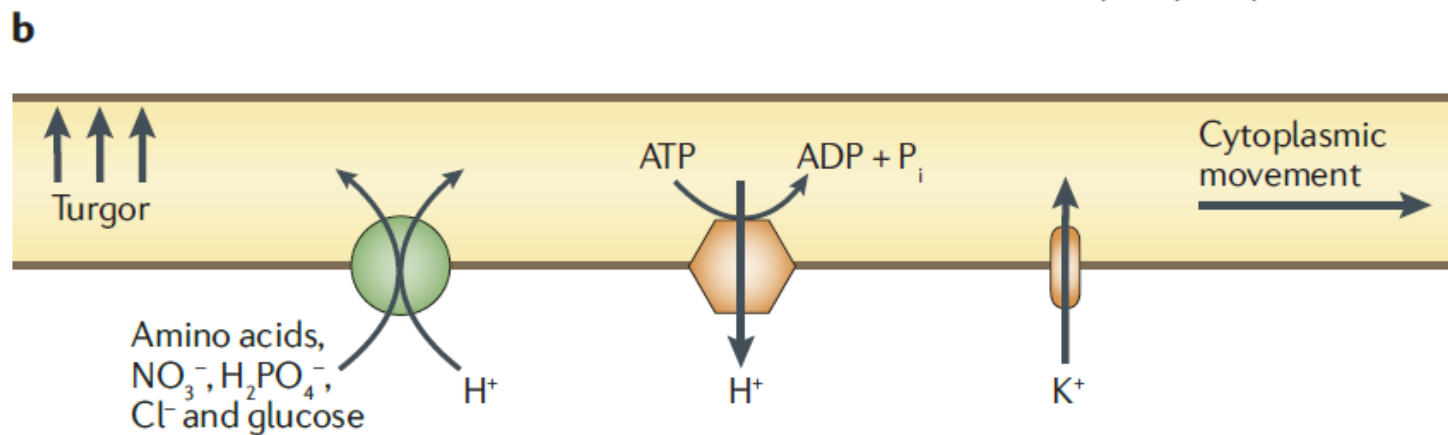
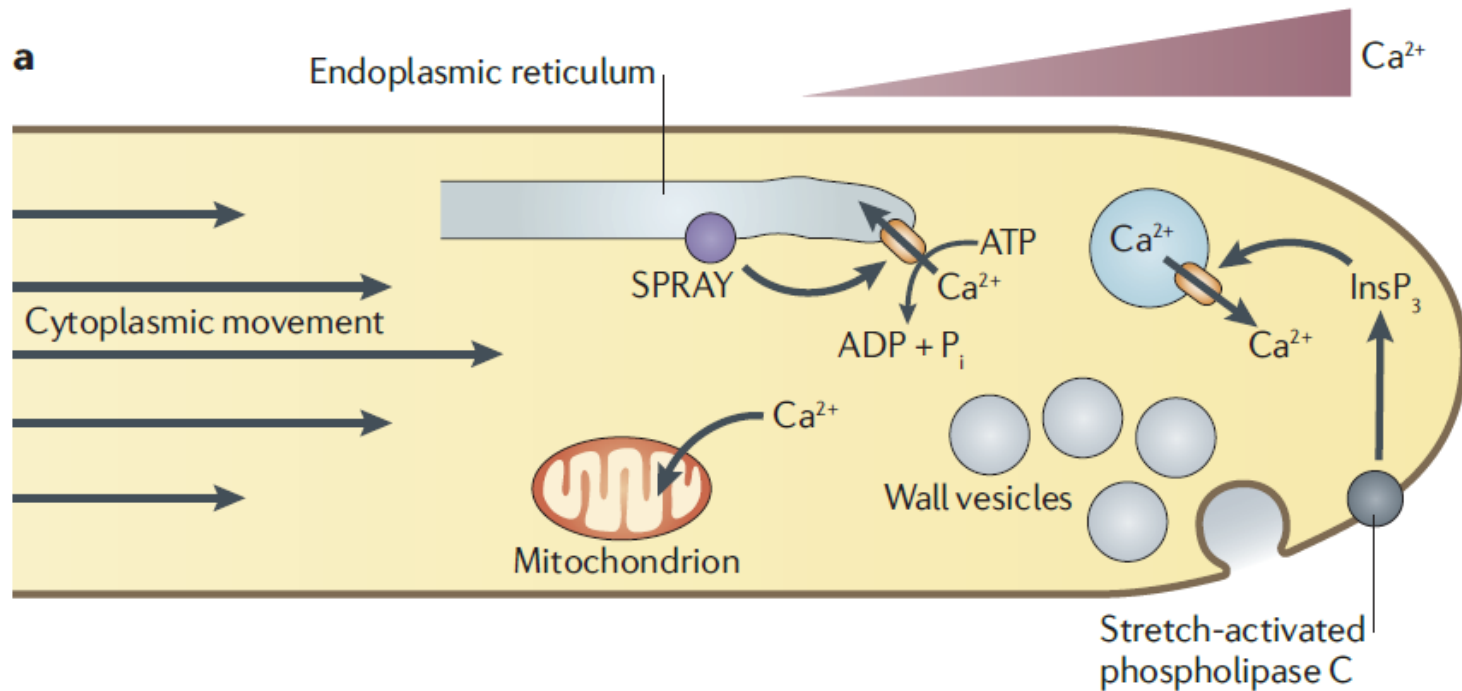
Coenozytisches Myzel

Stofftransport im Myzel

Neurospora crassa



Stofftransport im Myzel



Take home messages

- Die Netzwerke (Myzelien) von filamentösen Pilzen entstehen durch Verzweigung und Fusion (Anastomose) der Hyphen.
- Viele pathogene Pilze sind dimorph d.h. haben eine hefeartige und eine filamentöse Wachstumsphase.
- Die hauptsächliche C-Quelle von Pilzen ist die pflanzliche Zellwand d.h. Cellulose. Basidiomycota haben sich auf den Abbau von Lignocellulose (Holz) spezialisiert.
- Niedermolekulare Nahrung wird durch Transporter in die pilzliche Zelle aufgenommen und durch zytoplasmatischen Fluss im Myzel verteilt.
- Pilze besitzen Sensoren in der Plasmamembran, um ihren Metabolismus dem Nahrungsangebot anzupassen.

Further literature



Available online at www.sciencedirect.com
ScienceDirect

Current Opinion in
Chemical Biology



Lignocellulose degradation mechanisms across the Tree of Life
Simon M Cragg¹, Gregg T Beckham², Neil C Bruce³,
Timothy DH Bugg⁴, Daniel L Distel⁵, Paul Dupree⁶,
Amaia Green Etxabe¹, Barry S Goodell⁷, Jody Jell
John E McGeehan¹, Simon J McQueen-Mason³,
... Walton¹⁰, Joy EM Watts¹ and Martin Zim



The Mycelium as a Network

MARK D. FRICKER,¹ LUKE L. M. HEATON,^{1,2}
NICK S. JONES,² and LYNNE BODDY³

¹Department of Plant Sciences, University of Oxford, Oxford, OX1 3RB, United Kingdom;
²Department, Imperial College, Queen's Gate, London SW7 2AZ, United Kingdom;
³Cardiff School of Biosciences, Cardiff University, Cardiff CF10 3AX, United Kingdom



Nutrient Sensing at the Plasma Membrane of Fungal Cells

PATRICK VAN DIJCK,^{1,2} NEIL ANDREW BROWN,³
GUSTAVO H. GOLDMAN,⁴ JULIAN RUTHERFORD,⁵
CHAOYANG XUE,⁶ and GRIET VAN ZEEBROECK^{1,2}
¹Plant Biology KU Leuven, Flanders, Belgium; ²Laboratory of Molecular Cell Biology,
³Plant Biology KU Leuven, Flanders, Belgium; ⁴Plant Biology and Crop Science,
⁵Plant Biology KU Leuven, Flanders, Belgium; ⁶Pharmaceuticals de Ribeirão