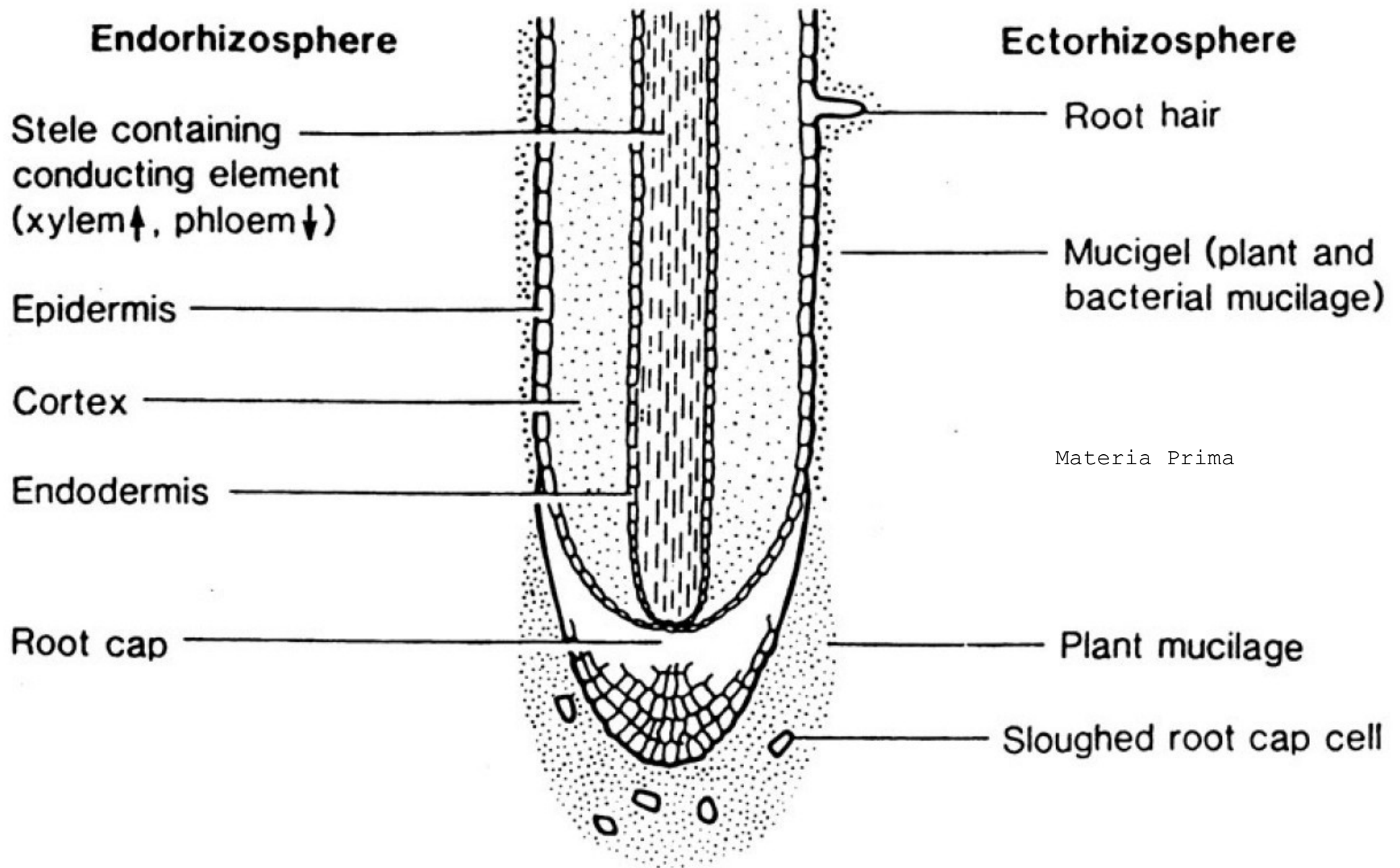


Wurzelexudate und Allelopathie

- Allelopathie s.l.
- Trophische Induktion
- Pufferung des chemischen Milieus
- Verfügbarkeit

Rhizosphäre



Ca. 20% des photosynthetisch fixierten Kohlenstoffs werden über die Wurzeln exudiert; 64-86% werden davon durch Mikroorganismen abgebaut.

Rhizosphäre und Bulkerde

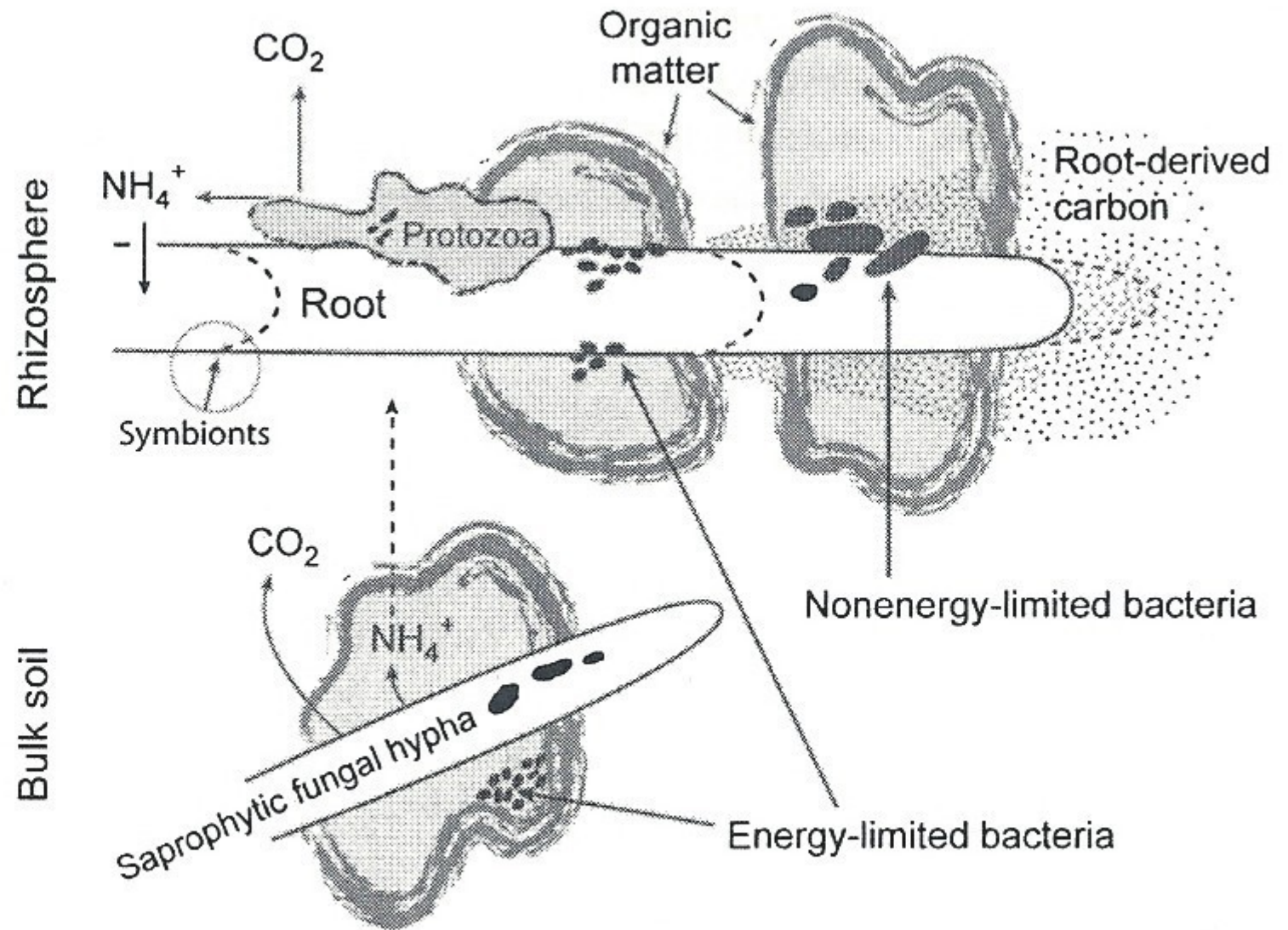


FIGURE 3.3 Model of proposed interactions in the rhizosphere and in the bulk soil.

Exudationsmechanismen

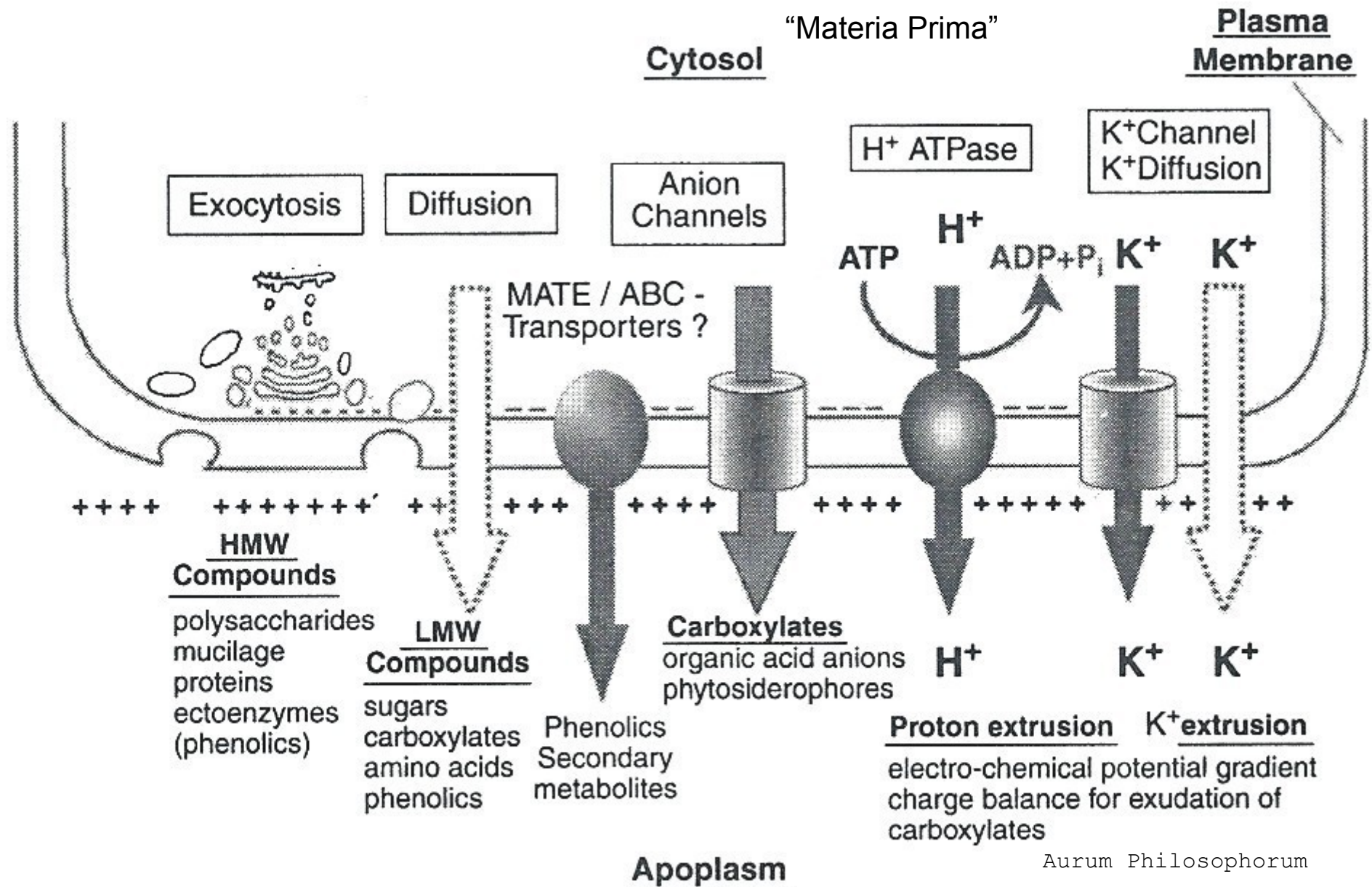
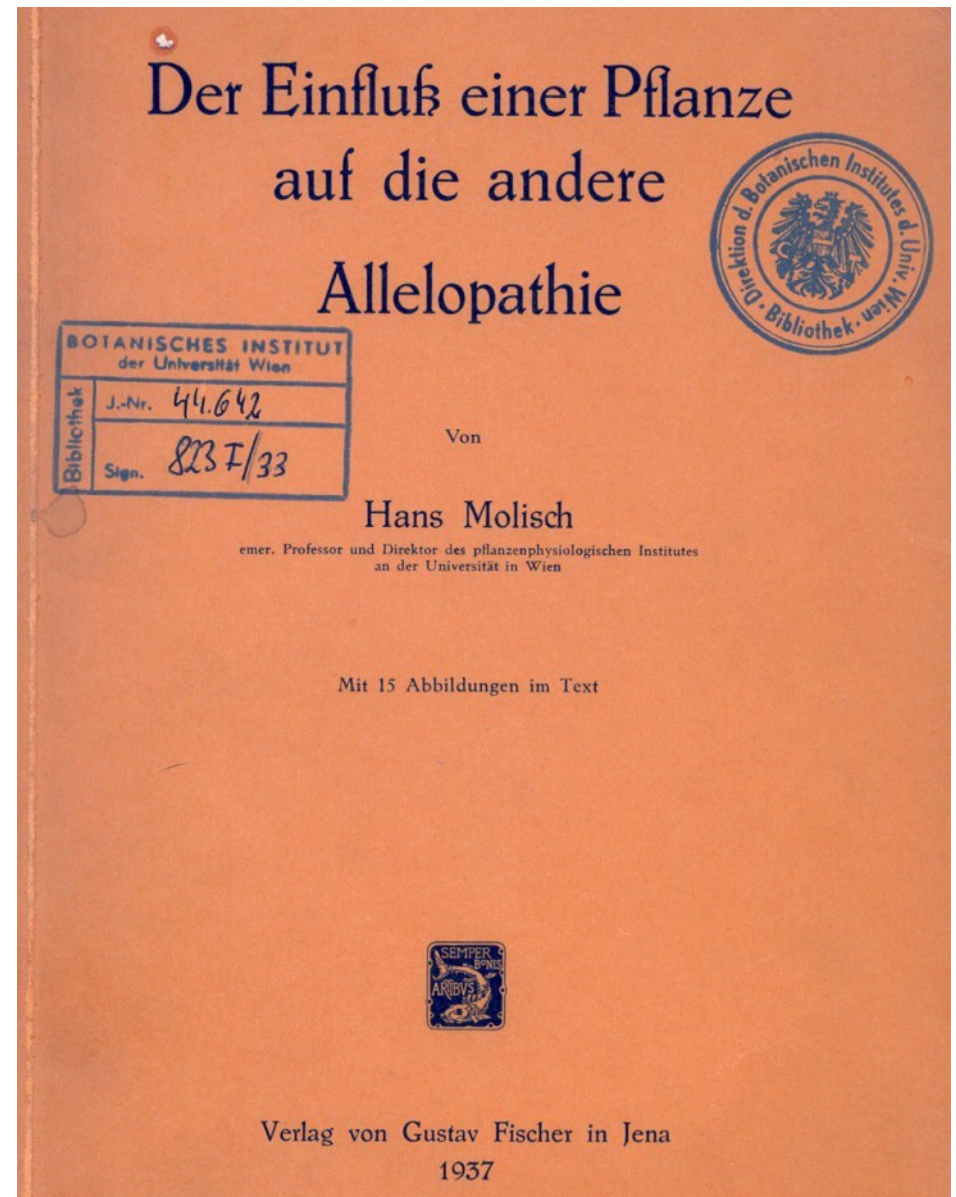


FIGURE 2.2 Model for mechanisms involved in the release of root exudates.

Hans Molisch



1856 – 1937



“Auxine” und “Dormine”, “Hormone” und “Toxine”

Allelopathie: Auxine und Dormine

Allelopathie bezeichnet das positive oder hemmende Einwirken eines Organismus auf einen anderen mittels chemischer Substanzen, um deren Wachstum/Keimung etc. zu fördern oder zu hemmen.

Hormone und Gifte

“Nur die Wirkung macht das Gift...” Dosis-Wirkungsbeziehungen, *Hormesis*

Einfluss von Apfelloft auf Erbsenkeimlinge

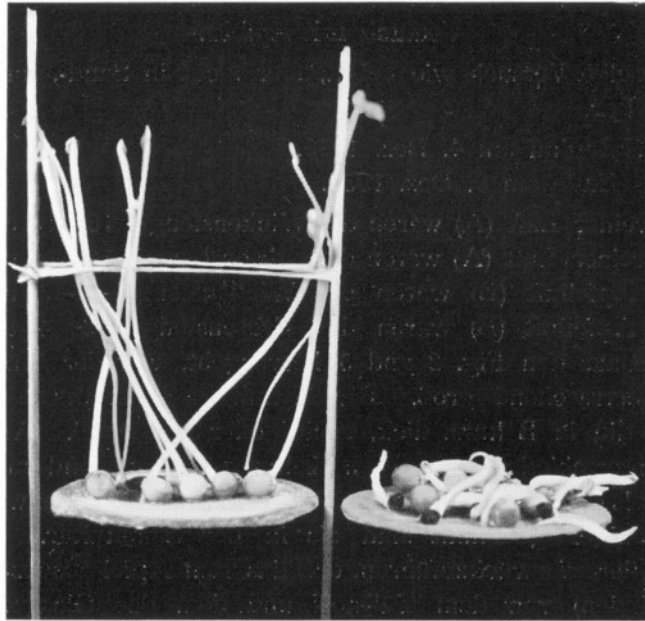
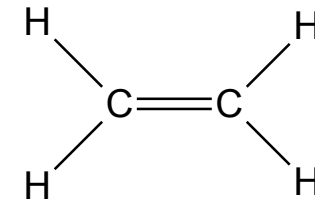


Fig. 3. Keimlinge der Erbse in reiner Luft, links. Keimlinge der Erbse in Apfelloft, rechts. Wasserkultur.



Ethylen

Ethen ist ein Phytohormon (Pflanzenhormon). Es wird von Pflanzen ausgehend von der Aminosäure Methionin synthetisiert, teilweise stimuliert durch das Phytohormon Auxin. Als Hormon beeinflusst es das Keimwachstum und die Seneszenz bei Pflanzen. Es bewirkt die Fruchtreifung, die Entwicklung der Blüten, den Abwurf der Blätter im Herbst sowie das Absterben von Pflanzenteilen

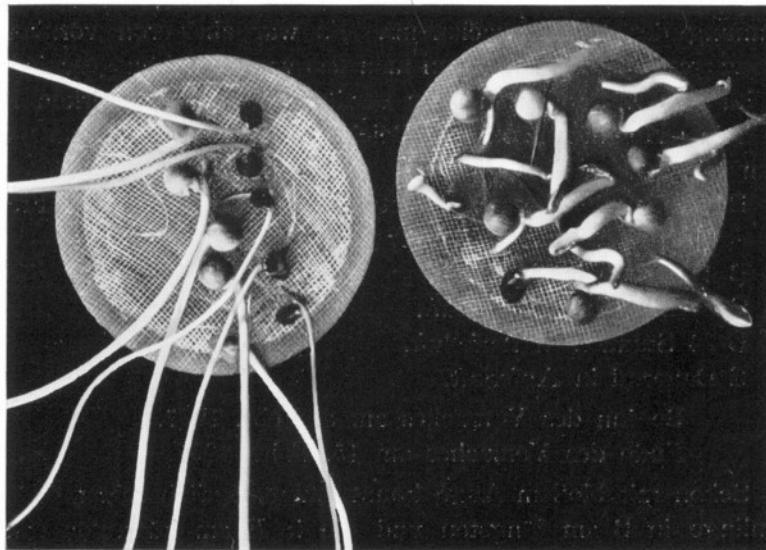
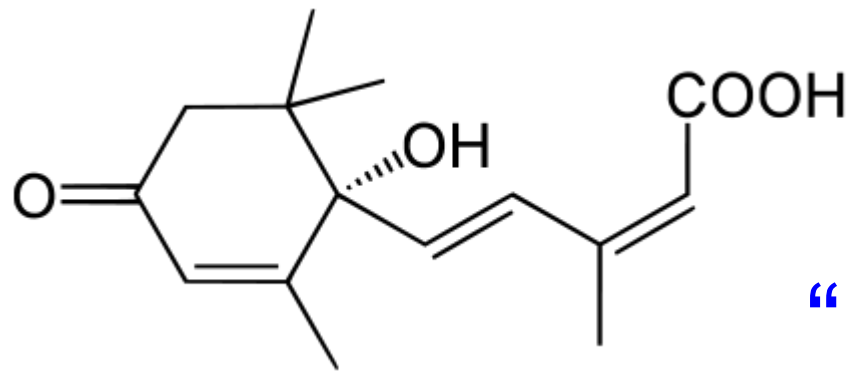


Fig. 4. Derselbe Versuch wie bei Fig. 3, aber von oben photographiert.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Ethylen>
#Biologische_Wirkung



“Dormin”



Planta 2. IX. 1970, Volume 93, Issue 3, pp 243-256

Abscisinsäure und Keimungshemmung in der Tomatenfrucht

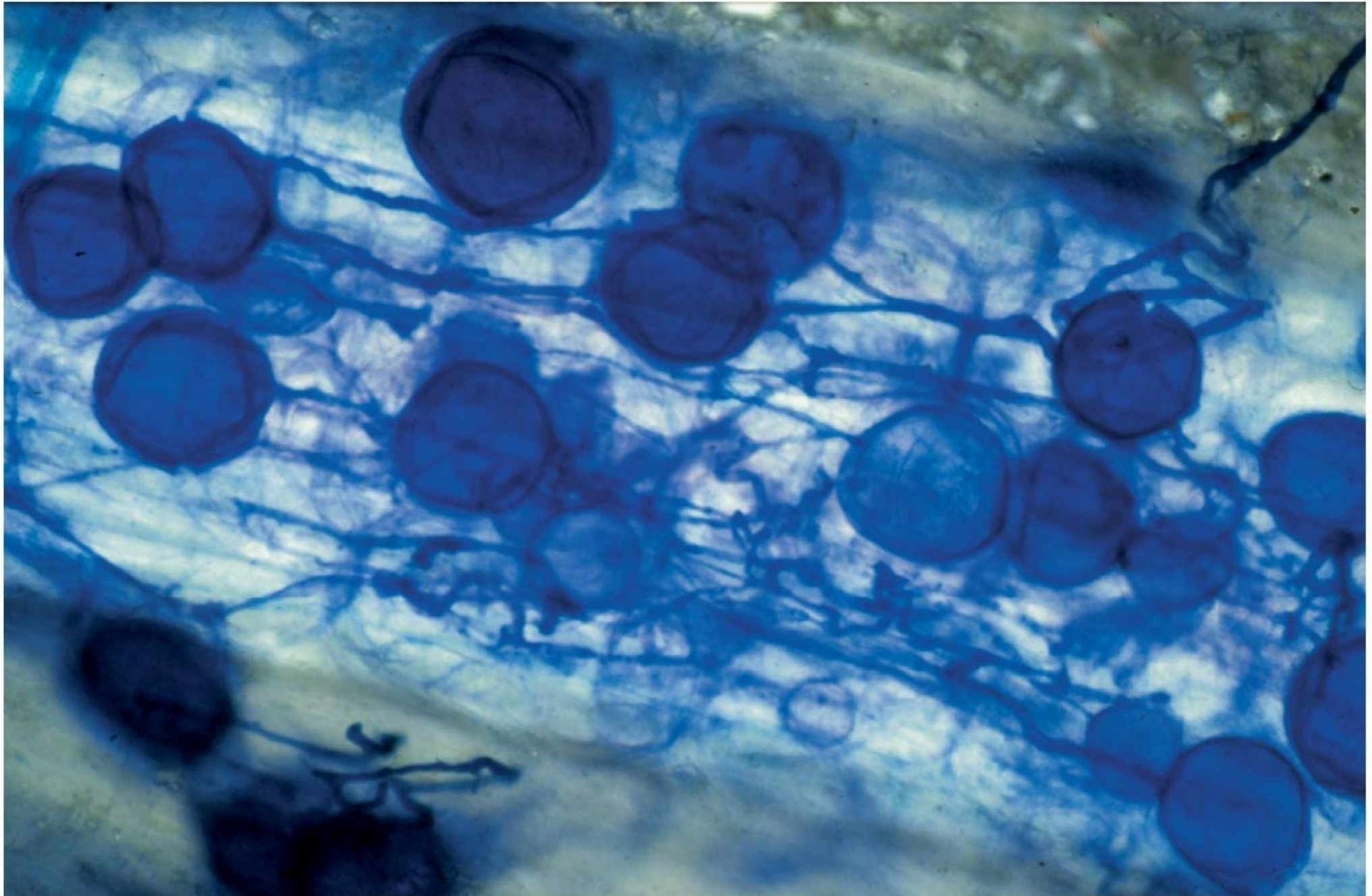
K. Dörfeling

Summary

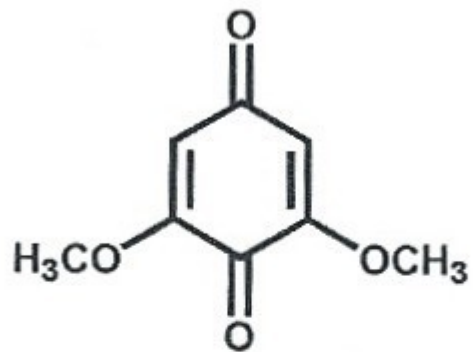
The germination inhibiting effect of the juice from ripe tomato fruit tissue surrounding the seeds was analysed. The most important factor seem to be osmotic substances contained in the sap. Isotonic solutions of sucrose, glucose and Na₂SO₄ inhibit germination of tomato seeds completely. The osmotic inhibition is increased by a ether soluble acid germination inhibitor (“Blastokolin” according to Köckemann, 1934), which was identified as abscisic acid (ABA). ABA alone cannot be responsible for the inhibition of germination, since concentrations of synthetic racemic ABA corresponding to the natural concentration of ABA in the fruit flesh have only a slight inhibitory effect in vitro. Moreover, volatile germination inhibitors are present, but their exact importance and chemical nature was not analysed. The results are discussed in the light of earlier papers concerning the problem of germination inhibition in fruits.

http://de.wikipedia.org/wiki/Abscisinsäure#Allgemeine_Wirkungen

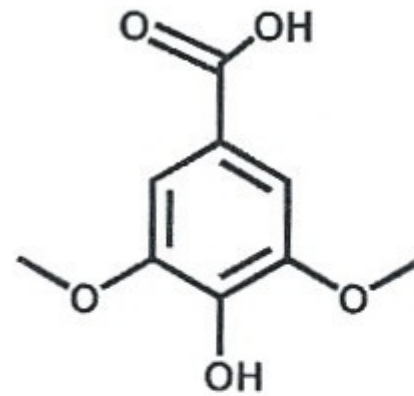
Arbuskuläre Mykorrhiza (Glomeromycota)



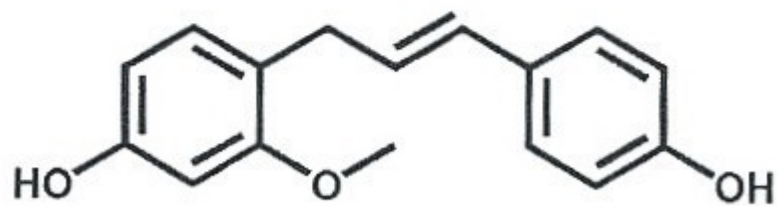
Haustorium inducing factors



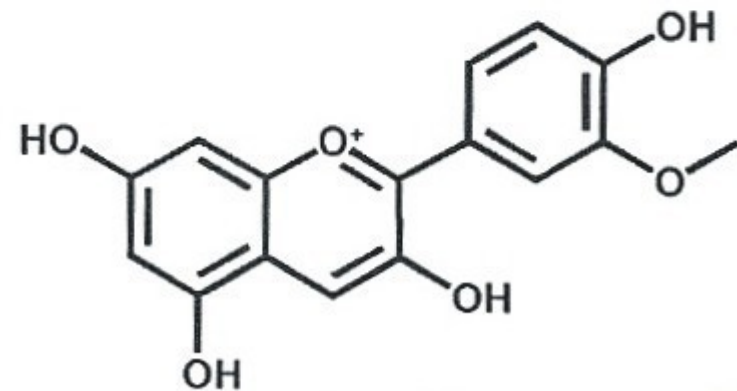
2,6-dimethoxy-p-benzoquinone



syringic acid



xenognosin A



peonidin

Parasitische Pflanzen

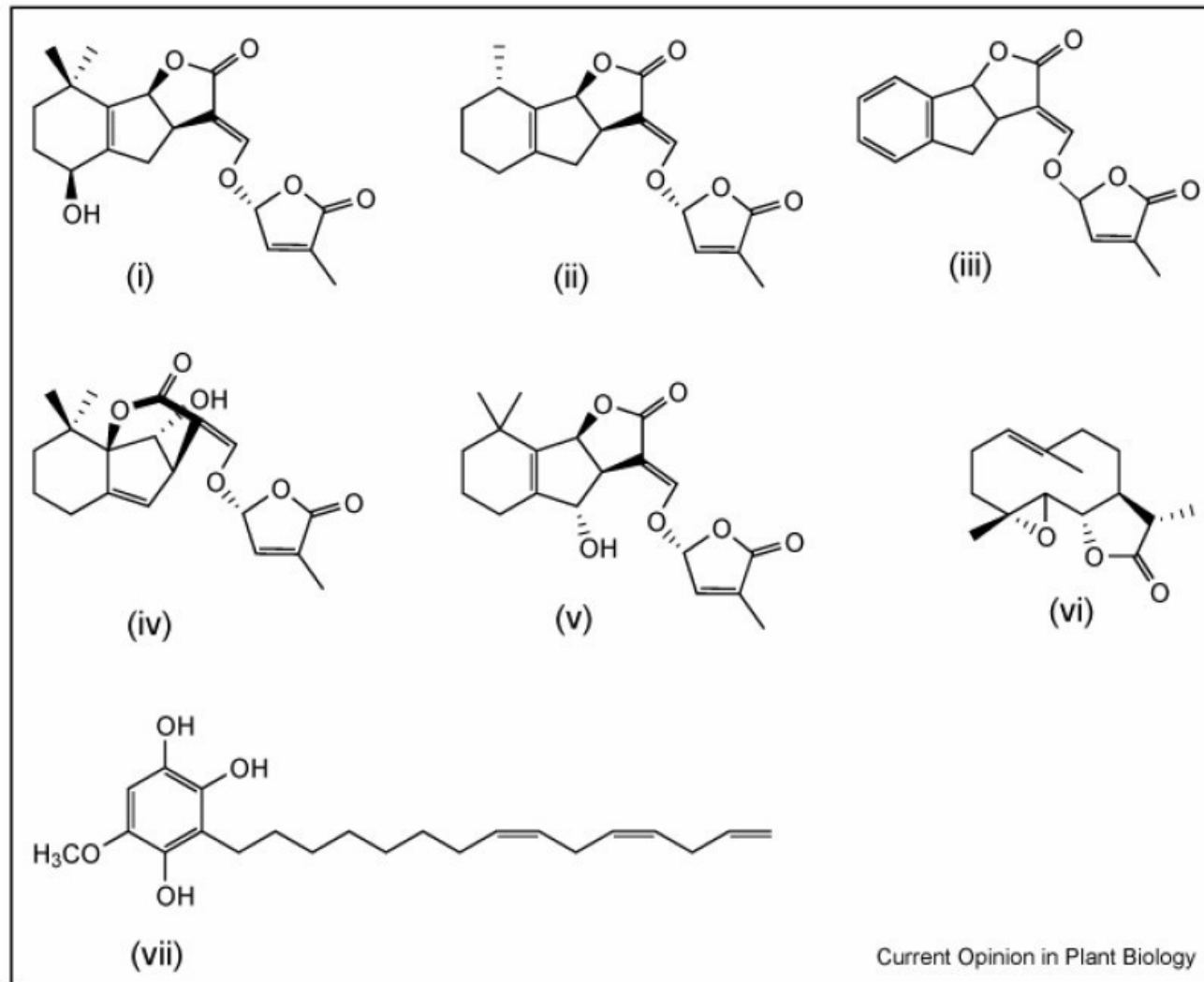


Striga



Orobanche

Strigole



Current Opinion in Plant Biology

Germination stimulants of parasitic weed seeds. (i) (+)-Strigol, a germination stimulant for *Striga* spp., has been isolated from root exudates of the false host cotton, from the true hosts sorghum and maize, and from *in-vitro*-cultured *Menispermum dauricum* and *Stephania cepharantha*. (ii) Sorgolactone, a germination stimulant for *Striga* spp., has been isolated from the root exudate of the host plant sorghum. (iii) The synthetic germination stimulant GR24. (iv) Alectrol, a germination stimulant for *Striga* and *Orobanche* spp., has been isolated from the root exudates of the hosts cowpea and red clover. (v) Orobanchol, a germination stimulant for *Orobanche* spp., has been isolated from root exudate of host red clover. (vi) Dihydroparthenolide, sesquiterpene lactone that induces the germination of *Striga* and *Orobanche* spp. (vii) Dihydrosorgoleone, a germination stimulant of *Striga* spp., has been isolated from the root exudate of the host sorghum [9,13,21,23*]. The structure of (iv) is still under debate [13].

Signal für Mykorrhizapilze

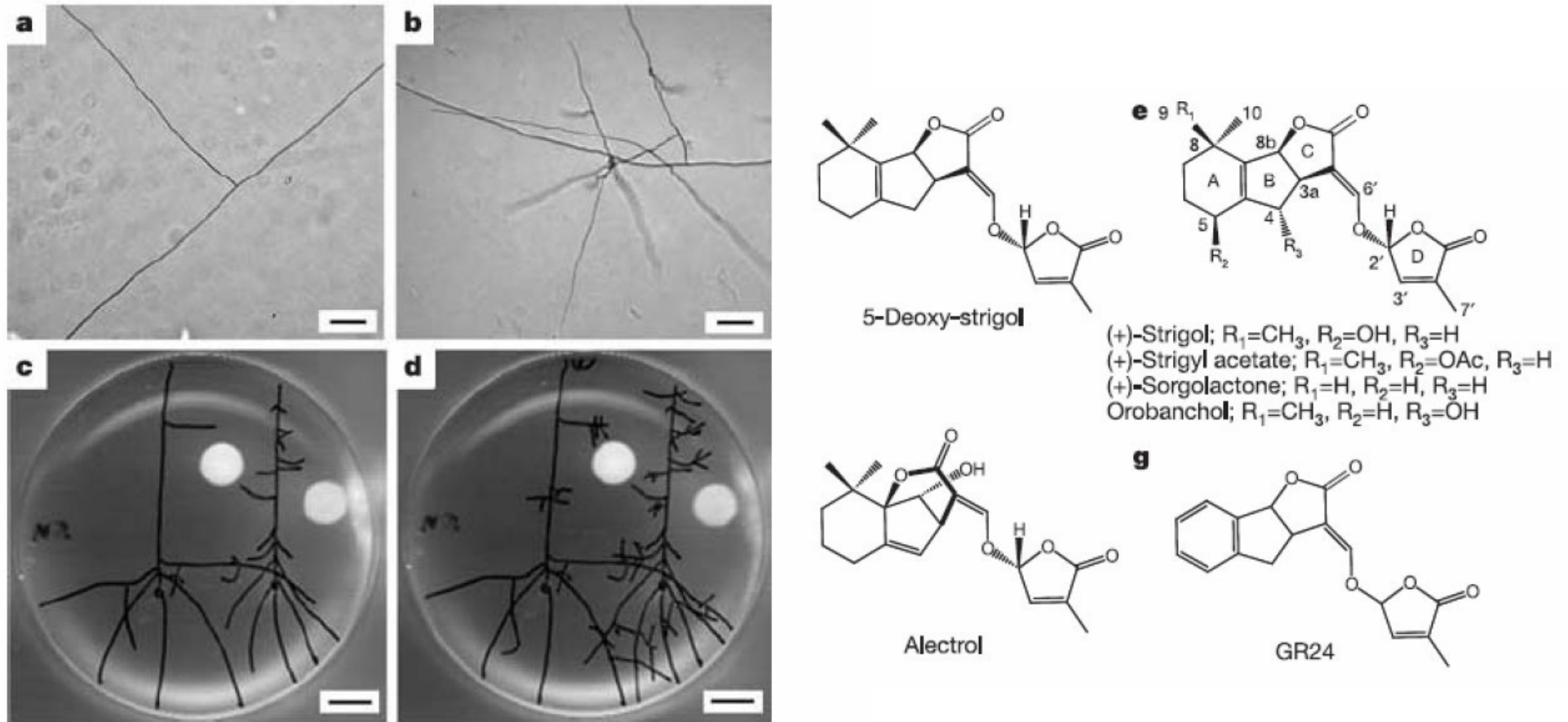


Figure 1 | Hyphal branching of *G. margarita* induced by lipophilic fractions from root exudates of *L. japonicus* using the paper disk diffusion method. **a, Control hypha (70% ethanol in water). **b**, Hyphal branching from a secondary hypha upon treatment with the ethyl acetate extracts (15 μ g per disk). Scale bars, 300 μ m. **c**, **d**, Tracings of hyphal branches directly traced on a Petri dish at 0 h (**c**) and 24 h (**d**) after treatment with the ethyl acetate soluble-neutral fraction (15 μ g per disk). Extensive formation of hyphal branches from secondary and primary hyphae was induced. Scale bars, 6 mm.**

Signal für Mykorrhizapilze

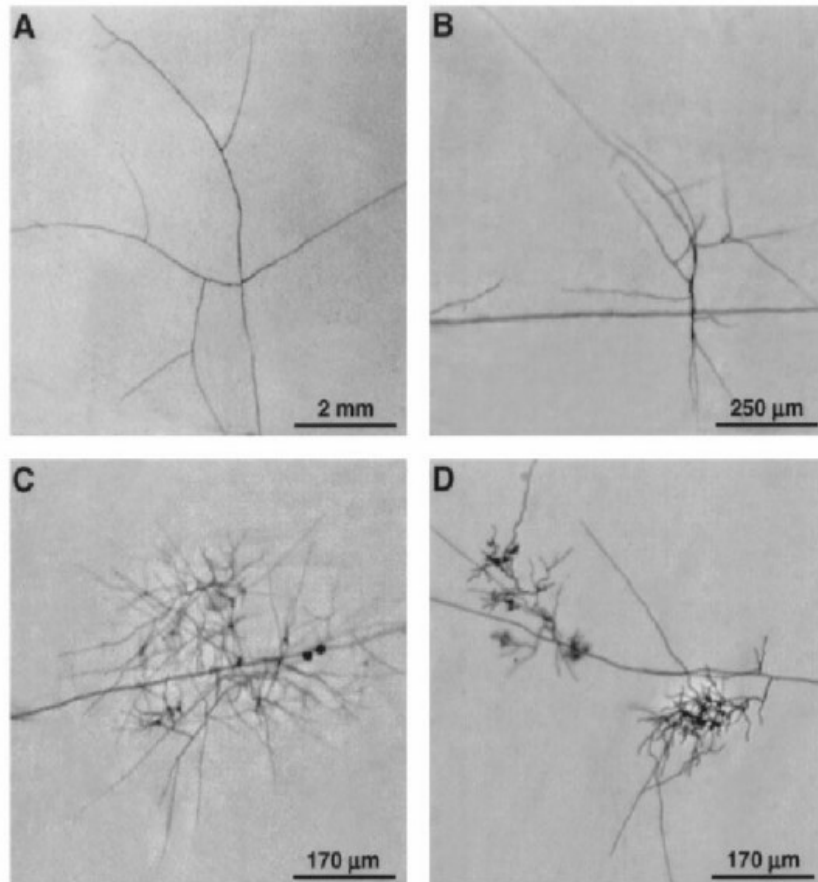
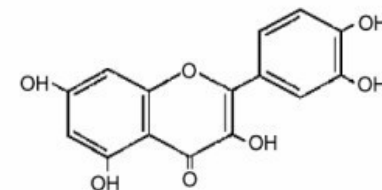
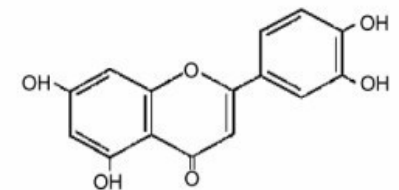


Fig. 4. Actual micrographs of magnified portions of the branching patterns depicted in Fig. 3. Individual branching clusters are shown so that the three dimensional spread of hyphae can be observed. (A) +1 branching (1:1000 dilution). (B) +2 branching (1:100 dilution). (C) +3 branching (1:10 dilution). (D) +4 branching (concentrated exudate fraction).

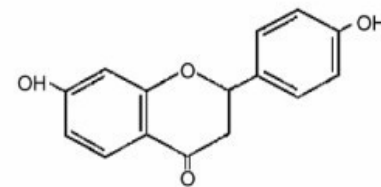
Fig. 1 Flavonoid molecules that promote germination of arbuscular mycorrhizal fungal spores/hyphal growth (A,C,D), induce nod genes in rhizobia (B,C,D) or stimulate growth of rhizobia (A).



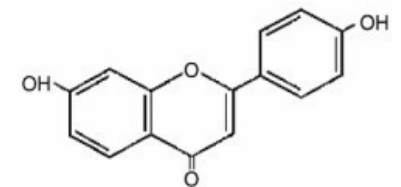
A. Quercetin



B. Luteolin

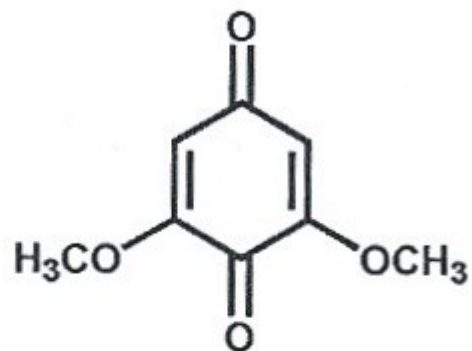


C. 4',7-dihydroxyflavanone

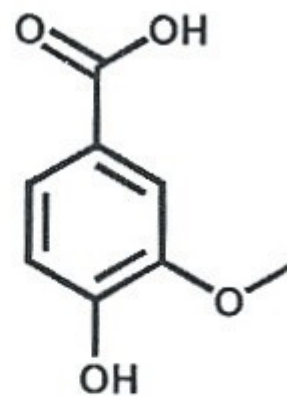


D. 4',7-dihydroxyflavone

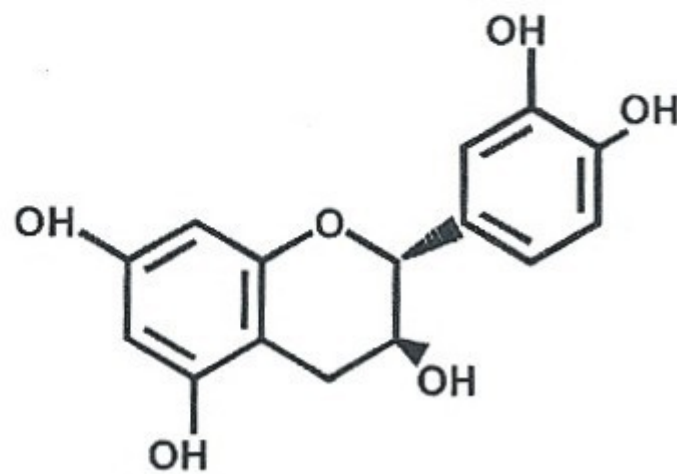
Phytotoxic allelochemicals



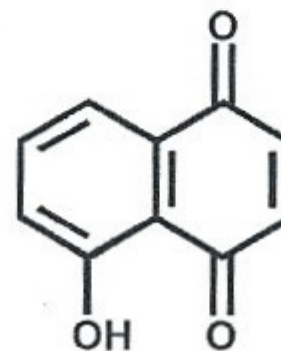
2,6-dimethoxy-p-benzoquinone



vanillic acid



catechin



juglone

Hormesis

„Dosis sola venenum facit“ (Paracelsus 1493-1541)

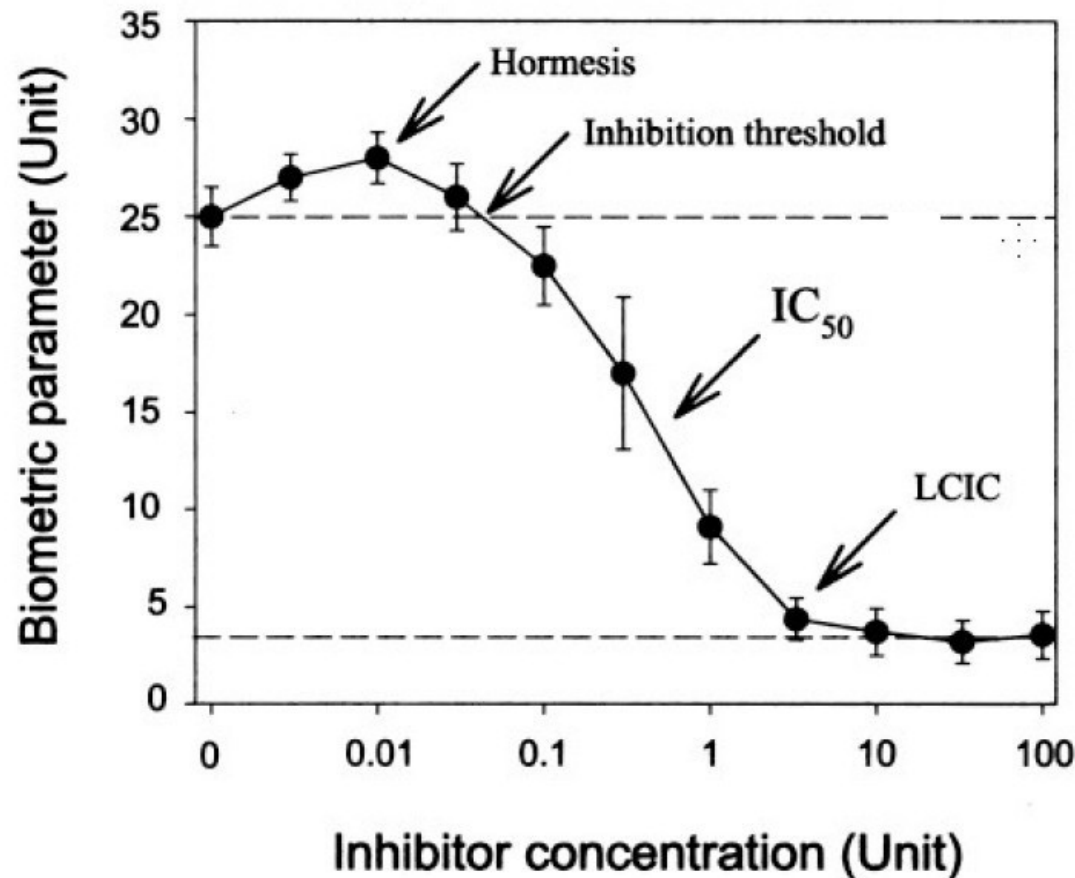


Figure 1. Typical dose-response curve. Hormesis consists of a stimulation of the dependent parameter at low concentration of a phytotoxin. Inhibition threshold is the highest concentration at which no inhibition is observed. IC₅₀ is the concentration at which 50% inhibition is observed. This part of the curve often has the most variations in the replicates. LCIC is the lowest-complete inhibition concentration.

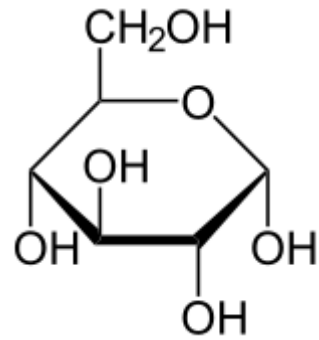
Southam und Ehrlich (1932)

Trophische Induktion

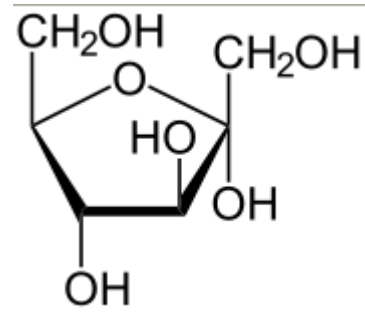
Exudate/Lysate wirken als

1. Attraktoren für Organismen
2. Induktoren für spezifische Proteinexpression, welche die Enzymgarnitur für die Nutzung von Substraten ermöglicht
3. Aktivatoren von präformierten Stoffwechselwegen
4. Signale für Translokation von Substanzen (C-Skelette nach “unten”)

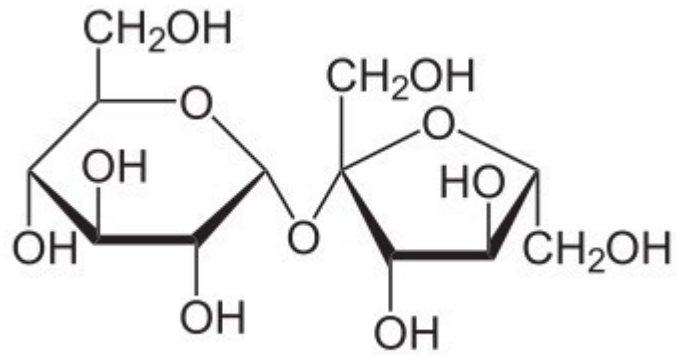
Zucker



Glukose

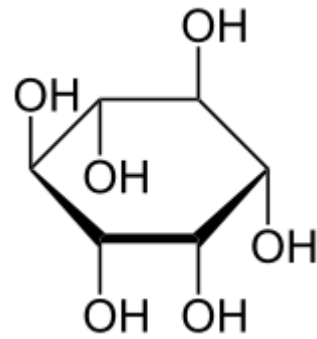


Fruktose



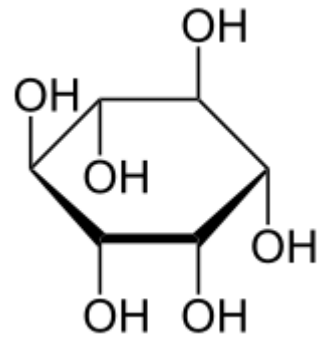
Saccharose

Zuckeralkohole



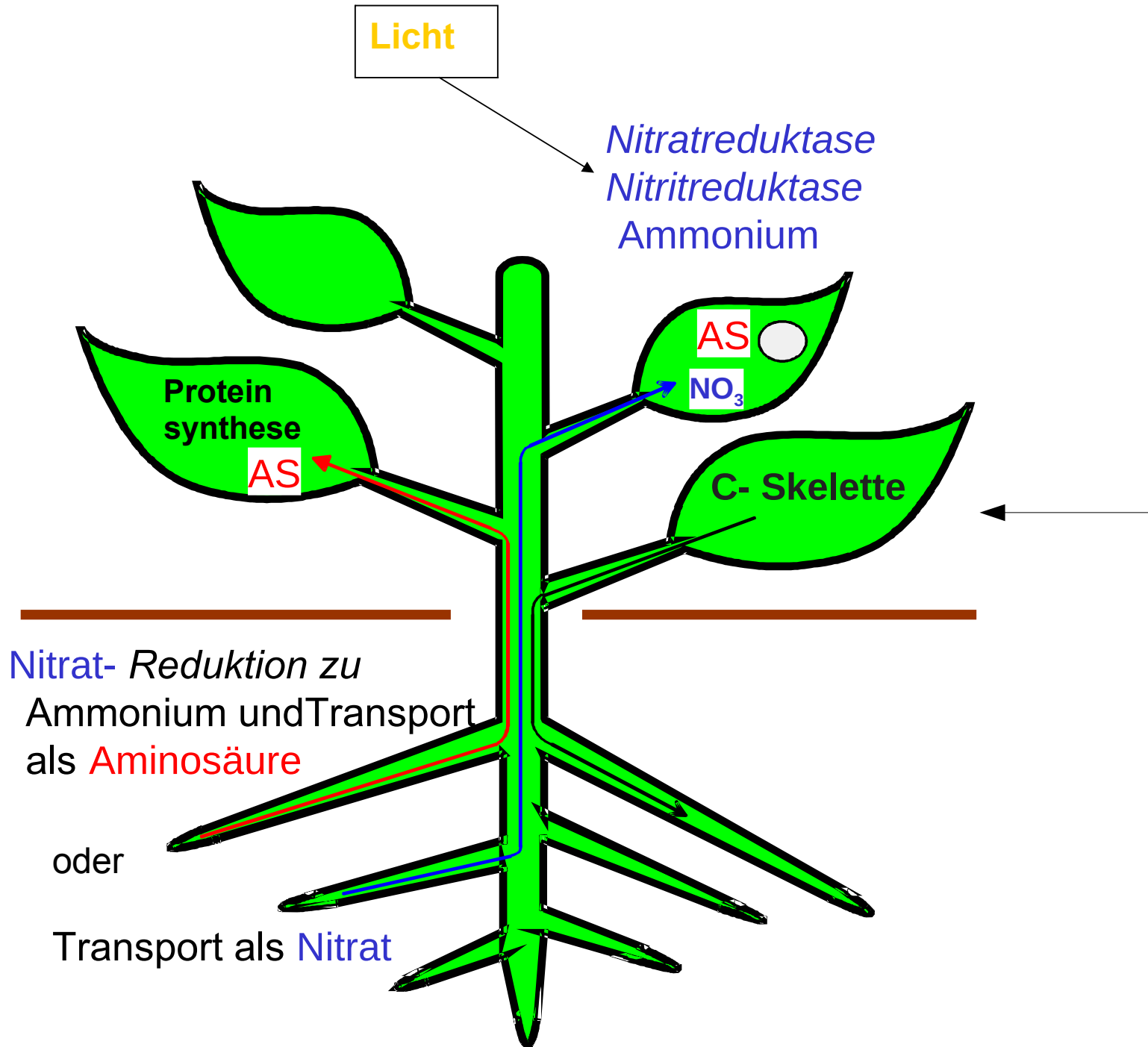
myo-Inosit

Zuckeralkohole

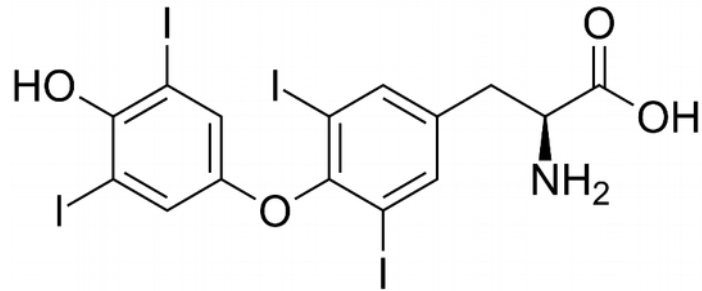


myo-Inosit

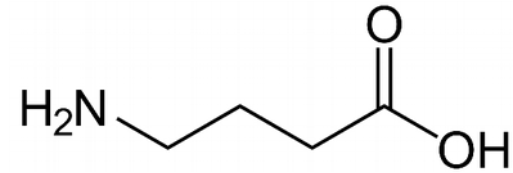
N-Aufnahme in die Pflanze, Aminosäure als Signal



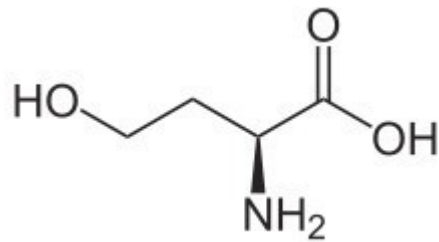
Nichtproteinogene Aminosäuren



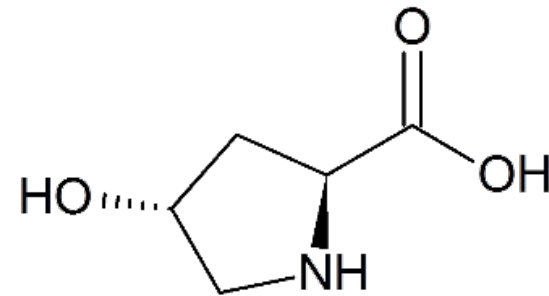
Thyroxin



Gaba (gamma-aminobuttersäure)

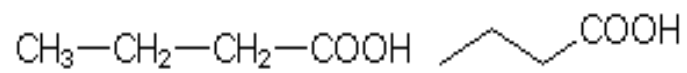


Homoserin



L-4-Hydroxyprolin

Fettsäuren



Buttersäure (C₄)



Laurinsäure (C₁₂)



Palmitinsäure (C₁₆)

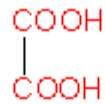


Stearinsäure (C₁₈)

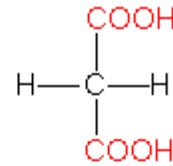
Organische Säuren



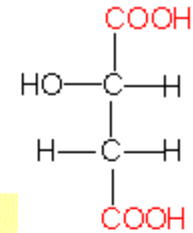
formic.acid



oxalic.acid



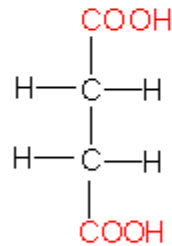
malonic.acid



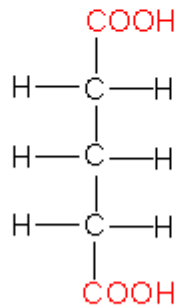
malic.acid



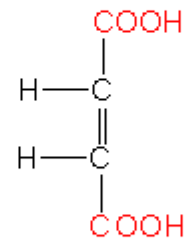
acetic.acid



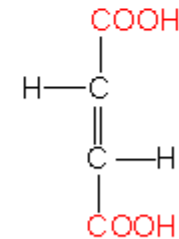
succinic.acid



glutaric.acid



maleic.acid



fumaric.acid

Chemisches Mikroklima und Puffersysteme

- Verfügbarkeiten: Siderophore, Chelatoren
- pH Puffer
- RP Puffer
- Hydratationspuffer
- Oxidationspuffer (Antioxidantien)
- Gefrierpuffer
<http://de.wikipedia.org/wiki/Anti-Frost-Protein>
- Hitzeschutz (chaperones)
- Schutzsubstanzen, Schadschubstanzen
- Stabilisatoren, Cytostatika
<http://de.wikipedia.org/wiki/Zytostatikum>

Proteoid Cluster Wurzeln

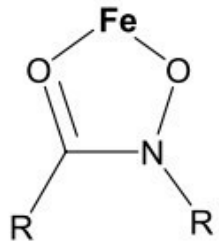
Proteoidwurzeln sind dicht gedrängt wachsende Wurzeln, die von manchen Pflanzen bei Phosphat-Mangel gebildet werden, um die Phosphat-Aufnahme zu verbessern.

Proteoidwurzeln haben ihren Namen von der Familie der Proteaceae, bei denen dieses Phänomen erstmals beobachtet wurde. Diese Familie wächst auf den sehr phosphorarmen Böden Australiens. Die Wurzeln werden im Gegensatz zu den meisten anderen Pflanzen dicht beieinander in einem kleinen Bodenvolumen gebildet. **Durch die Bildung großer Mengen von Organischen Säuren (meist Citronensäure), die als Wurzelexsudate in den Boden abgegeben werden, wird der pH-Wert der Bodenlösung in diesem kleinen Volumen herabgesetzt und so die Löslichkeit von Phosphaten deutlich erhöht...**

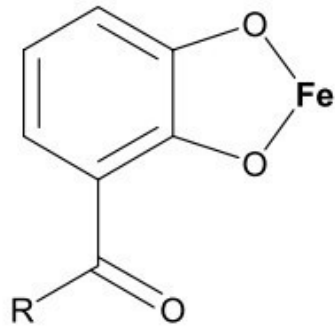


—————▶ “soil miner plant”

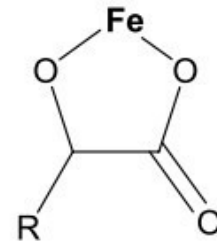
Siderophore



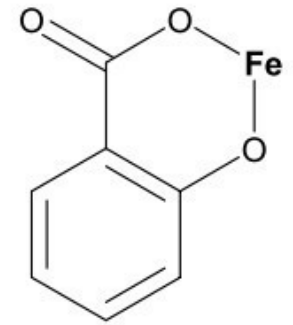
Hydroxamate



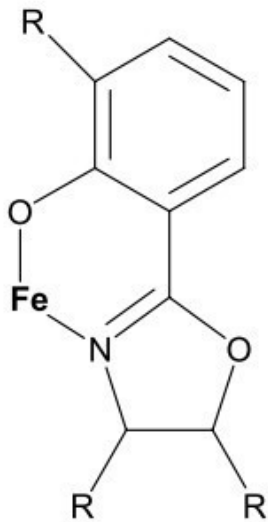
Catechol



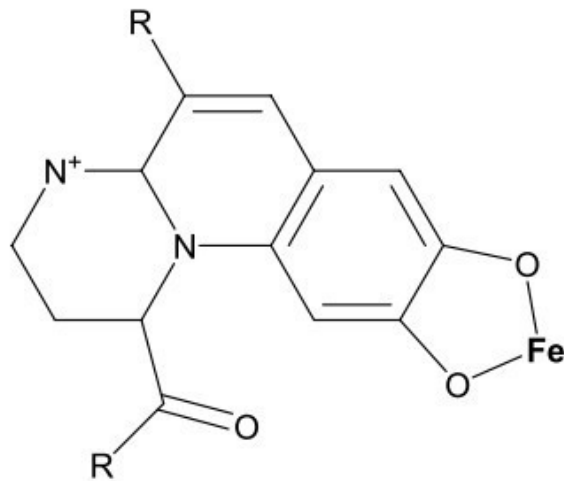
α -Hydroxysäure
(Zitronensäure)



Salicylsäure



Mycobactine

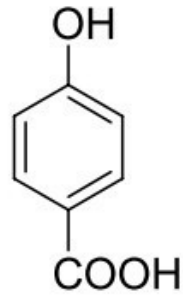


Pseudobactine

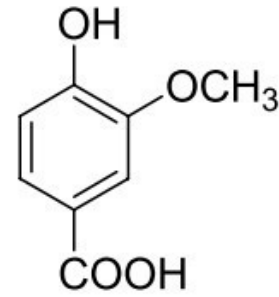
Phenolische Säuren



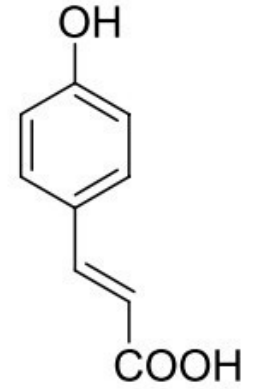
Benzoessäure



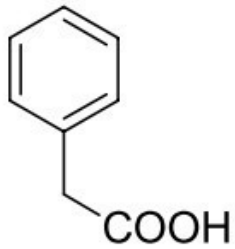
p-Hydroxybenzoessäure



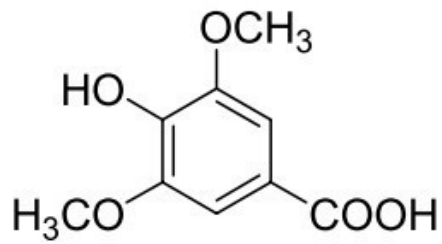
Vanillinsäure



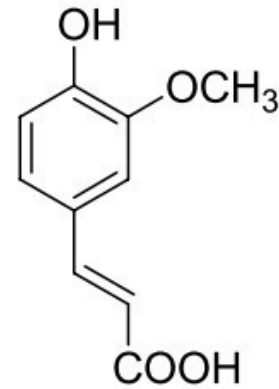
p-Cumarsäure



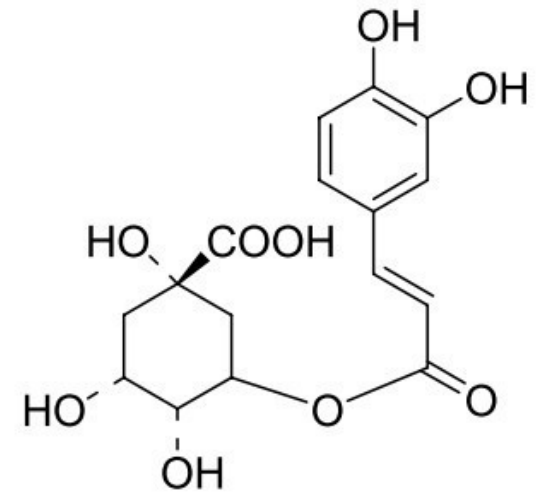
Phenylessigsäure



Syringasäure

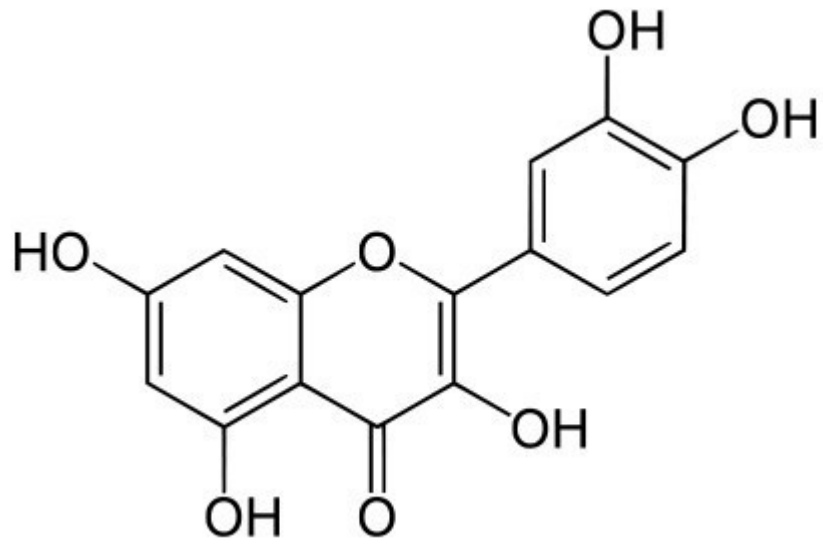


Ferulasäure

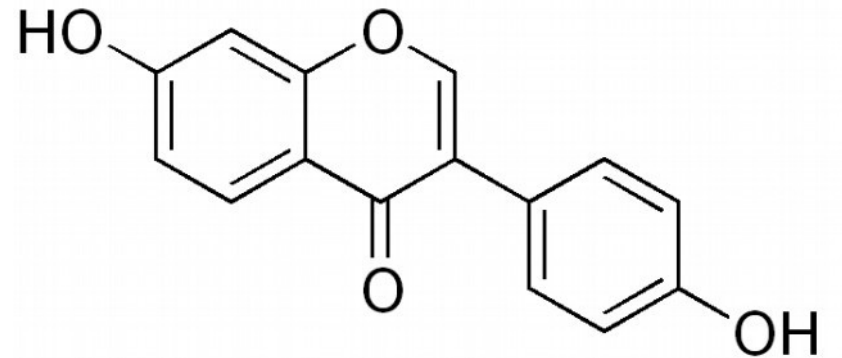


Chlorogensäure

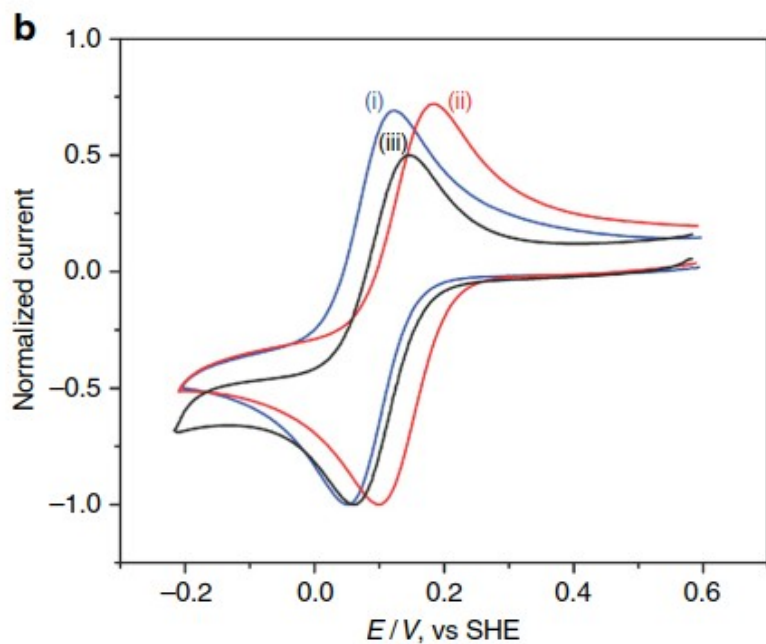
Verschiedene Phenole



Quercetin



Daidzaidin



Light-induced switching of the redox potential of a solution containing 0.2 mM FeTPPClO₄

ARTICLE

DOI: 10.1038/s41467-018-07023-1

OPEN

Light-controlled switching of the spin state of iron(III)

Sreejith Shankar^{1,2}, Morten Peters¹, Kim Steinborn¹, Bahne Krahwinkel¹, Frank D. Sönnichsen¹, Dirk Grote³, Wolfram Sander³, Thomas Lohmiller^{4,5}, Olaf Rüdiger⁴ & Rainer Herges¹

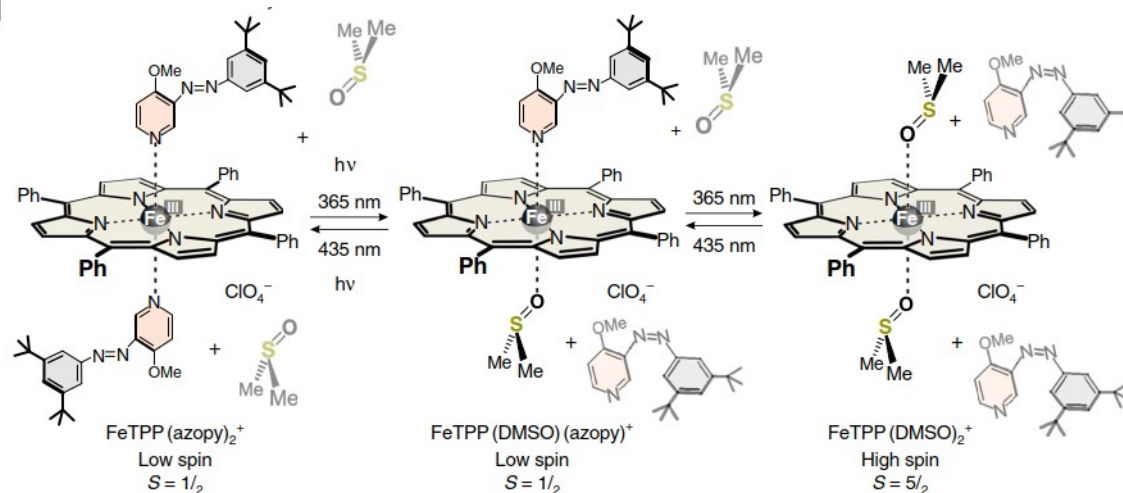


Fig. 5 Light-induced spin switching of iron(III) porphyrin (FeTPP⁺) using azopy as a PDL. The composition of the solution is calculated from the binding constants K_1' , K_2' and K_1 , K_2 , and is listed for the photostationary states (PSS) at 435 and 365 nm in Table 1. The calculations are based on the assumption that *cis* azopyridine does not coordinate to FeTPP⁺, and that FeTPP(DMSO)(azopy)⁺ is a low-spin complex

Hypothesen für Verfügbarkeit: N- Mangelsituationen

Nach der **Preferential Substrate Utilization (Conservation) Hypothese** (Merckx et al., 1987; Lekkerkerk et al., 1990; Liljeroth et al., 1990) bevorzugen MO leicht abbaubare Substanzen des SOM (DOC) und setzen geringere Mengen schwer abbaubare Substanzen des SOM (z.B. Humus) um. Das führt zu einer **verminderten Remineralisierung** und einer negative Rückkopplung auf das Pflanzenwachstum. Liegen im Boden also N-limitierte Bedingungen vor, wird wahrscheinlich auch der DOC von den MO langsamer abgebaut.

Andererseits besagt die **Priming Hypothese** (Dalenberg & Jager, 1989; Körner & Arnone, 1992; Billes et al., 1993; Zak et al., 1993; Kuzyakov et al., 2000), dass die *N-Verfügbarkeit unter N-limitierten (C-reichen) Bedingungen verbessert* werden kann, indem die **enzymatische Aktivität und das Wachstum der MO und damit der Abbau des SOM erhöht** wird (Wang & Bakken, 1997). So wird wahrscheinlich weniger C von den Pflanzen resorbiert, da die MO den verfügbaren DOC durch die bessere N-Versorgung schneller metabolisieren.

Die **Competition Hypothese** schließlich besagt, dass die Boden-MO mit der Wurzel um Nährstoffe konkurrieren (diese **immobilisieren**). Eine erhöhte MO-Biomasse entzieht den Pflanzen notwendige Nährstoffe, was zu einer negativen Rückkopplung des Pflanzenwachstums führt. Der SOM bleibt dabei mehr oder weniger unverändert. Auch in diesem Fall könnte der DOC langsamer abgebaut werden und deshalb zu einer höheren Resorption führen (Kaye & Hart, 1997).