



Schimmels verweven het leven, wat weten we ervan?

NIBI conferentie VMBO + havo/vwo OB 21 mei 2022

Aldert Gutter

Nederlandse Mycologische Vereniging (NMV)



Universiteit Utrecht: UBV-Mycologiecursus



Biologie in het Werkveld

www.allesoverpaddenstoelen.nl

aldert@allesoverpaddenstoelen.nl

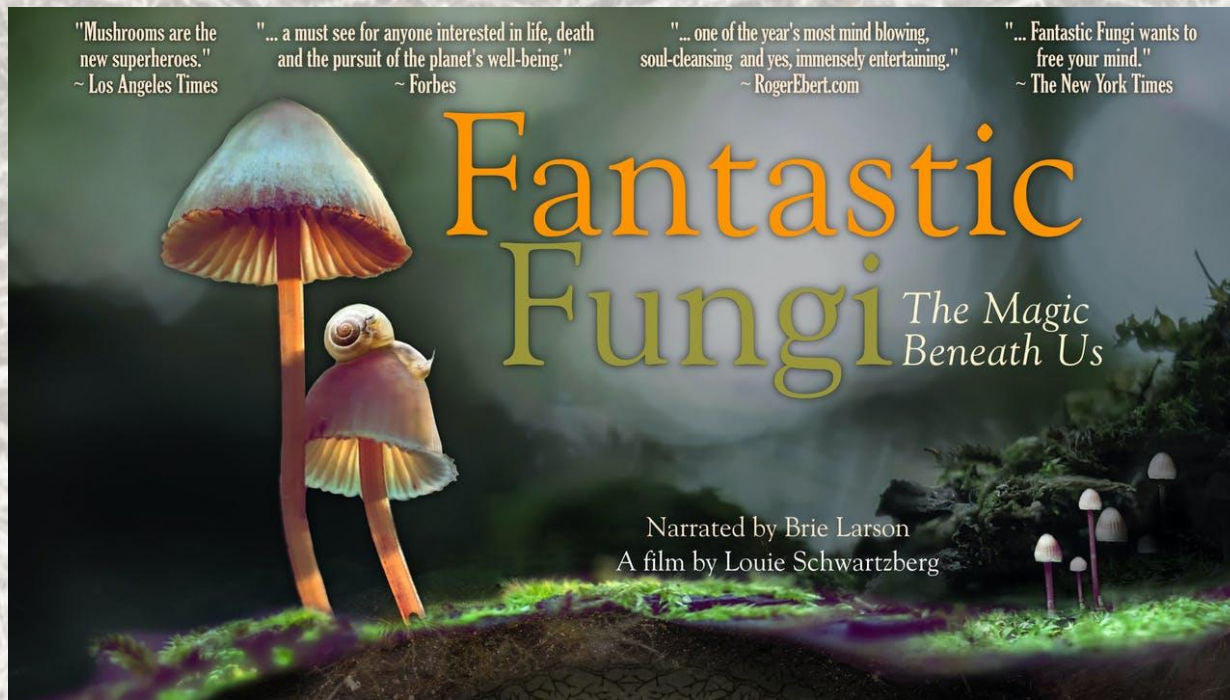


Universiteit Utrecht



In de herfst van 1963 werd mijn interesse voor paddenstoelen gewekt !

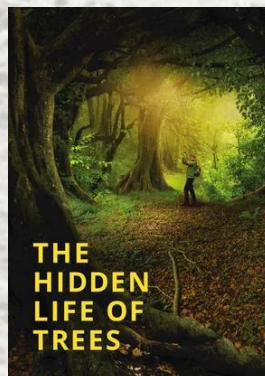
foto: Bert Gutter



Merlin Sheldrake, 2020.
Verweven leven. De verborgen wereld van schimmels.



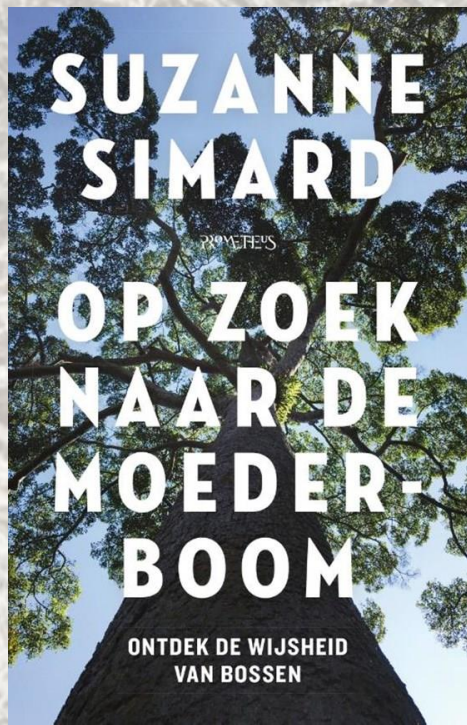
Peter Wohlleben, 2018.
Het verborgen leven van bomen. Wat ze voelen, hoe ze communiceren - ontdekkingen uit een onbekende wereld.



Als film uitgebracht in 2020.



Jeff Lowenfels, 2021.
Mycorrhizale schimmels en hun toepassing.

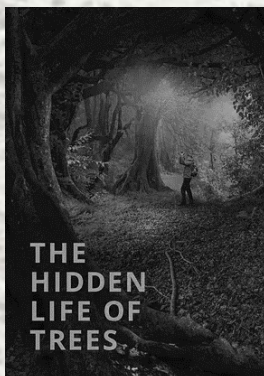


Suzanne Simard, 2021.
*Op zoek naar de moederboom.
 Ontdek de wijsheid van bossen.*

Op haar allereerste
 publicatie in *Nature* (1997)
 is de term **Wood-Wide Web**
 geënt.



Peter Wohlleben, 2018.
*Het verborgen leven van bomen.
 Wat ze voelen, hoe ze communiceren -
 ontdekkingen uit een onbekende wereld.*



Als film uitgebracht in 2020.



Merlin Sheldrake, 2020.
*Verweven leven. De verborgen
 wereld van schimmels.*



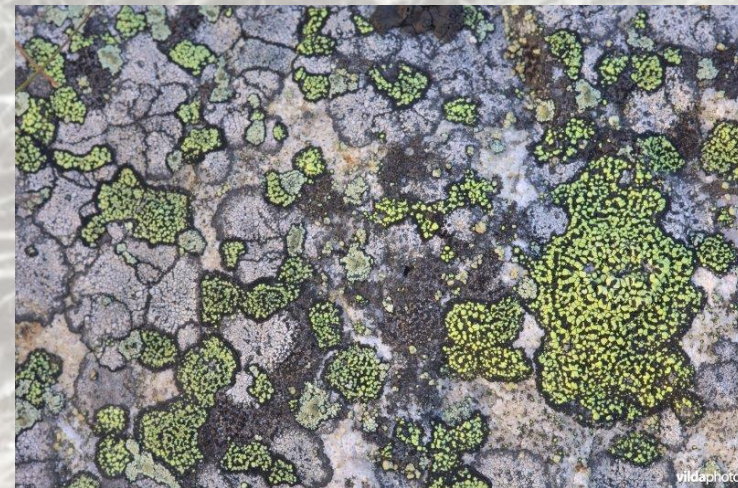
Jeff Lowenfels, 2021.
Mycorrhizale schimmels en hun toepassing.

Het ecologisch belang van schimmels:

- In alle ecosystemen op aarde nemen schimmels een sleutelpositie in;
- 90% van alle planten hebben mycorrhizae (470 m.j. zorgden mycorrhiza-schimmels ervoor dat eerst mossen en daarna vaatplanten op het land konden gaan groeien, zij hebben zo de evolutie van de landplanten gestuurd;
- 100% van alle 60.000 orchideeënsoorten zijn afhankelijk van schimmels;
- In 100% van alle planten leven schimmels als endofyten;
- 600 m.j. koloniseerden de korstmossen als eerste het land en ontgonnen dankzij chemische uitscheidingsproducten de gesteenten;
- 6% van het landoppervlak wordt nog steeds bedekt door korstmossen;
- Schimmels werken niet alleen als opruimers, maar ook als ontginners, ondersteuners, beschermers en leveranciers en zij geven bovendien vorm aan een uitgebreid communicatienetwerk;
- Gezonde ecosystemen slaan dankzij schimmelnetwerken enorme hoeveelheden CO₂ in de bodem op.



Ectomycorrhiza in barnsteen (Eoceen)



Het **belang** en de **impact** van enkele **Kwastschimmels** (een schimmelgeslacht als voorbeeld)



(bron: Pharmacuetical Journal)

Voedingsmiddelenindustrie: citroenzuur (E330)
(*Aspergillus niger*)

Levensmiddelen: vitamine C en bacteriewerende stoffen
(*theomycine*, *aspergillinezuur* en *kojinezuur*) in sojasaus,
miso, sake en meer (*Aspergillus oryzae*)

Afbraak van polyester (*Aspergillus tubingensis*)

Voedselaantasting: (met dodelijke impact!)
alfatoxine in pinda's/pindakaas: (o.a. *Aspergillus flavus*)
op kiemend graan in veevoer: (*Aspergillus clavatus*)

Pathogeen bij vogels en zoogdieren, ook de mens: (ernstige zenuwaandoeningen
en altijd dodelijke afloop: verscheidene *mycotoxinen* (o.a. *Aspergillus fumigatus*);
in Afrika een belangrijke doodsoorzaak bij longontsteking van AIDS-patiënten!



Azolenresistentie: dé grootste bedreiging van de komende decennia!!
(*Aspergillus* spp. en diverse andere pathogene schimmels, waaronder
Candida auris, een “ziekenhuisschimmel” én opkomende wereldwijde
bedreiging waartegen geen medicijnen bestaan)

eos
WETENSCHAP [\(link\)](#)
Superschimmel op vrije voeten



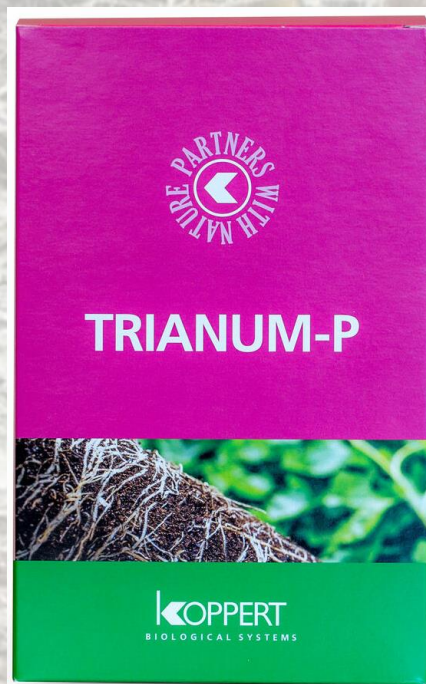
Toepassing in de akkerbouw: *Trichoderma harzianum*

(aanvulling op: biologische bestrijding in de theorie bij mens en milieu)



Toepassing in de wijnbouw:

Trichoderma asperellum en *T. gamsii*



Druivenblad aangetast door ESCA



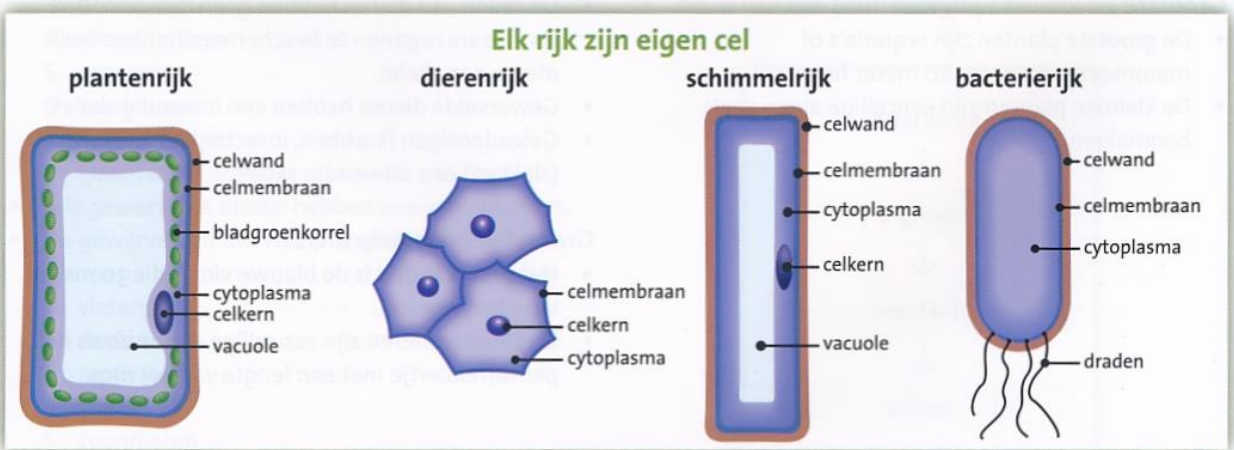
Toepassing van TRIANUM voorkomt uitval door voet- en wortelschimmels

Claim: in 45 dagen wordt het lijk volledig verteerd, er blijven geen giftige stoffen over.

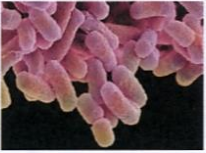
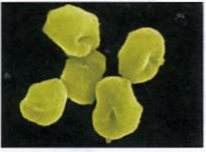
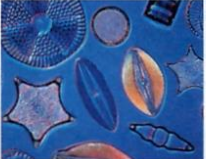
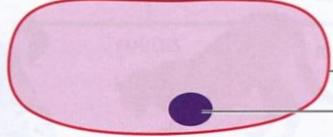
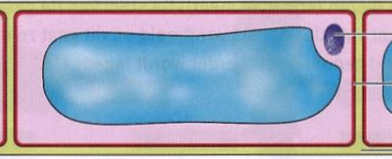
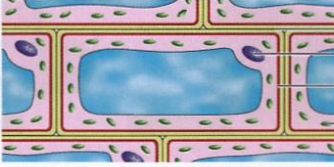
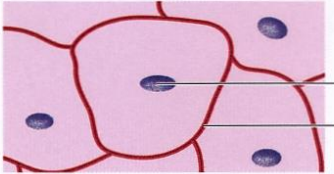


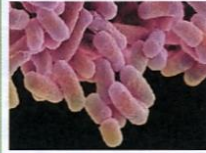
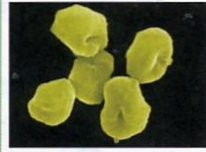
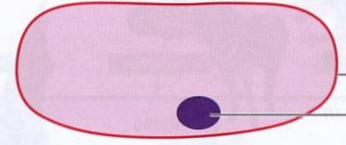
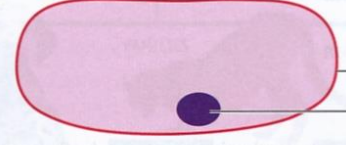
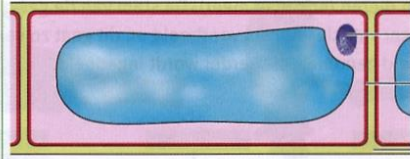
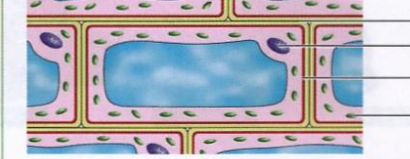
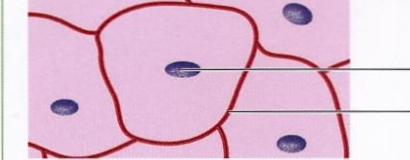
Wat leren we onze leerlingen ??

Nectar VMBO GT 3 leerboek, p.36 (4^e editie, 2016)



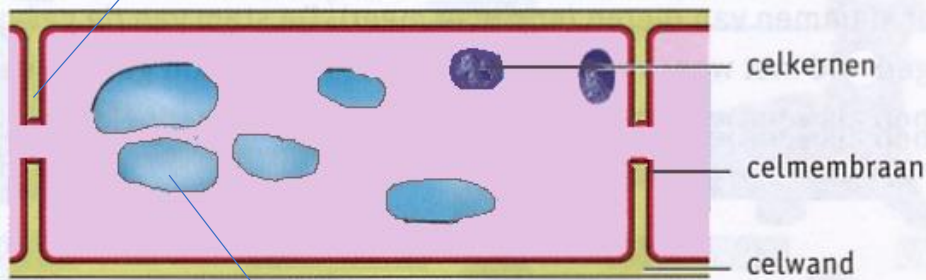
Afb. 2 Kenmerken van de zeven rijken.

HOOFDGROEP	RIJK	CELKENMERKEN	ORGANISME
PROKARYOTEN	Bacteriën	 	eencellig
	Archaea		eencellig
EUKARYOTEN	Chromista	 - soms een celwand - soms bladgroenkorrels	een- of meercellig
	Protozoa	 	eencellig
	Schimmels	 	een- of meercellig
	Planten	 	een- of meercellig
	Dieren	 	meercellig

HOOFDGROEP	RIJK	CELKENMERKEN	ORGANISME
PROKARYOTEN	Bacteriën	 	eencellig
	Archaea		eencellig
EUKARYOTEN	Chromista	  • soms een celwand • soms bladgroenkorrels	een- of meercellig
	Protozoa	 	eencellig
	Schimmels	 	een- of meercellig
	Planten	  celwand celkern celmembraan bladgroenkorrel	een- of meercellig
	Dieren	  celkern celmembraan	meercellig

septum met opening ('dolipore')

Schimmels



een- of meercellig

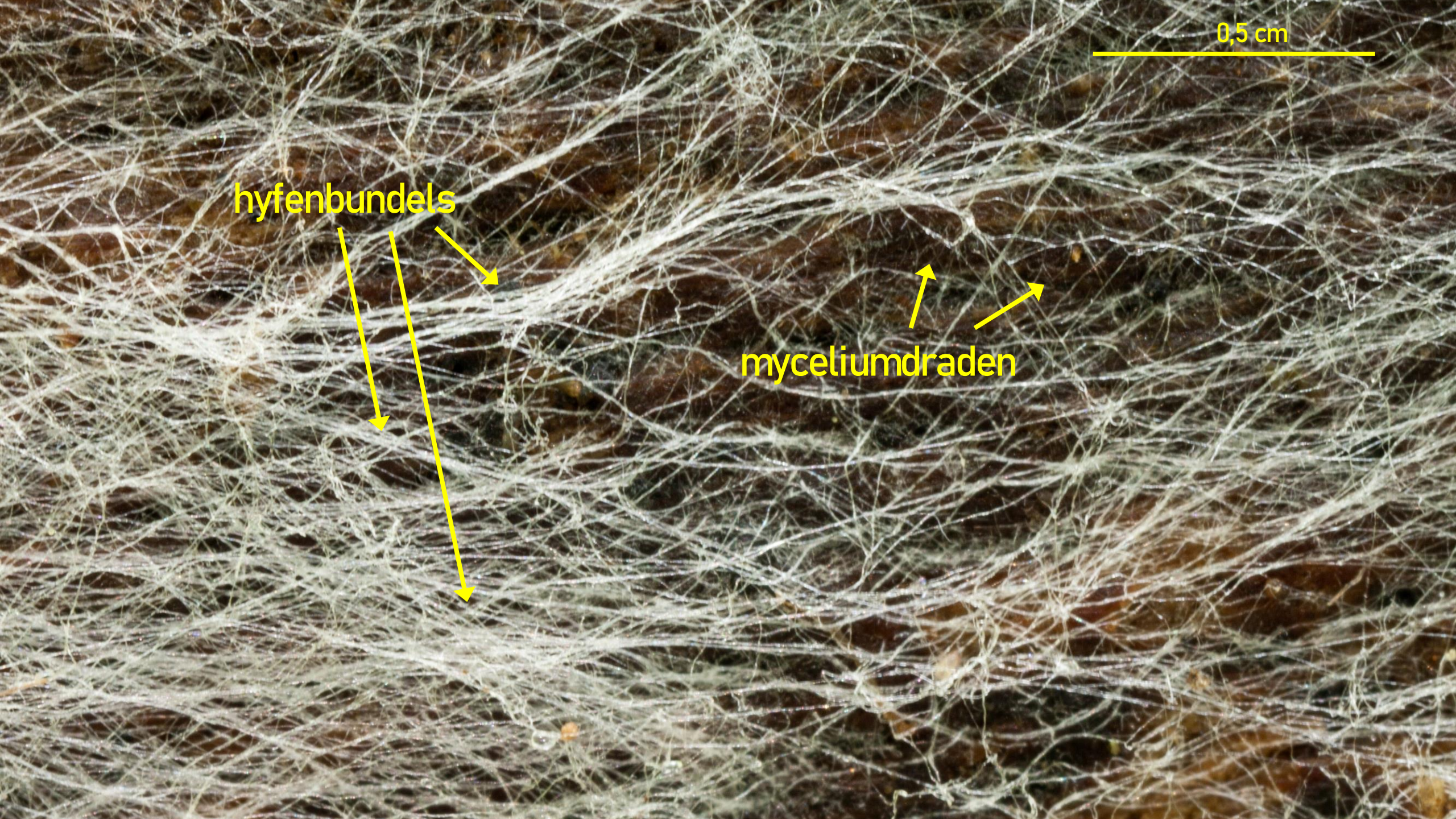
geen of vele kleine vacuolen

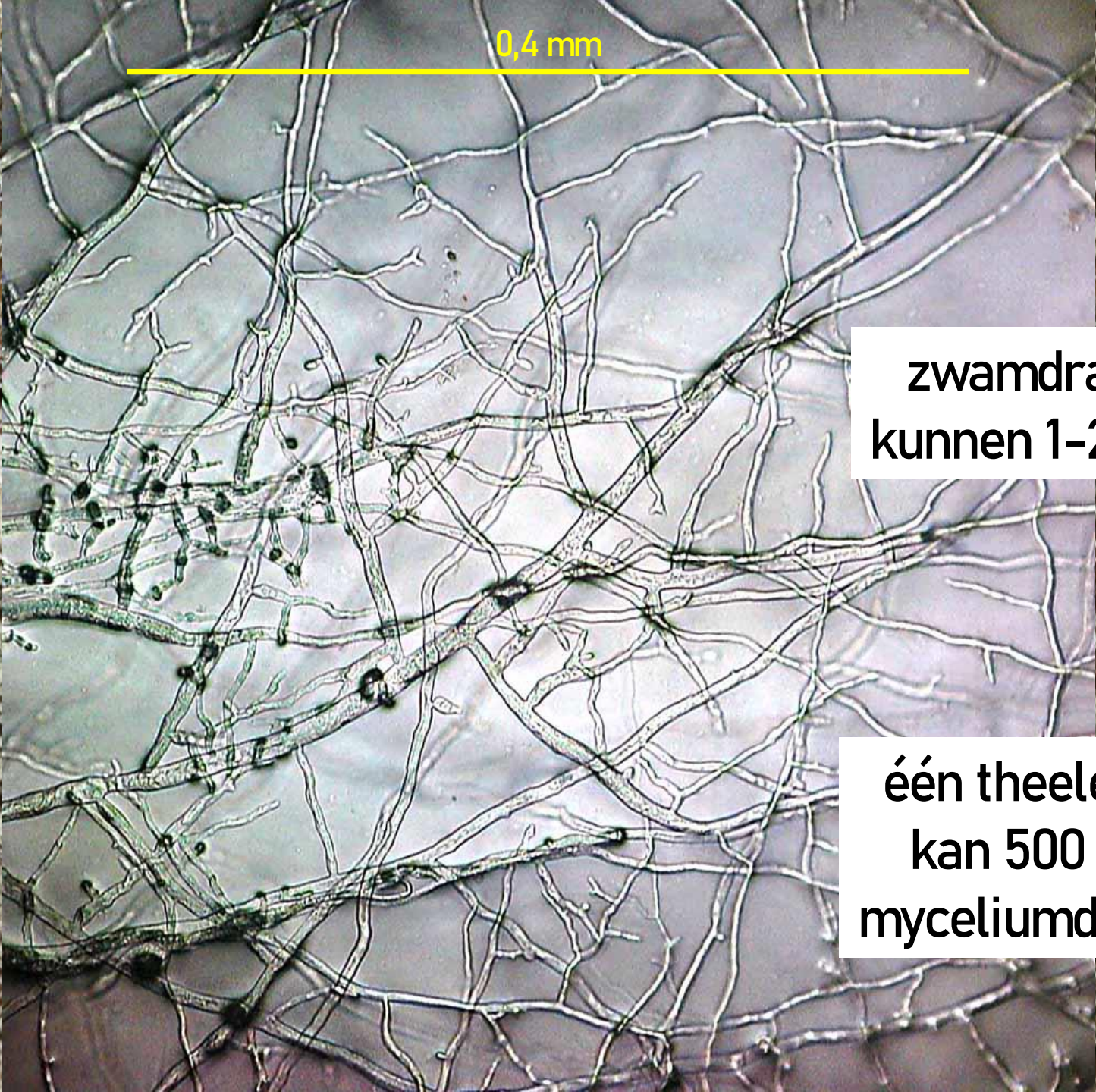
Gesepteerde schimmels zijn **tweekernig**
Overige schimmels zijn **veelkernig**

0,5 cm

hyfenbundels

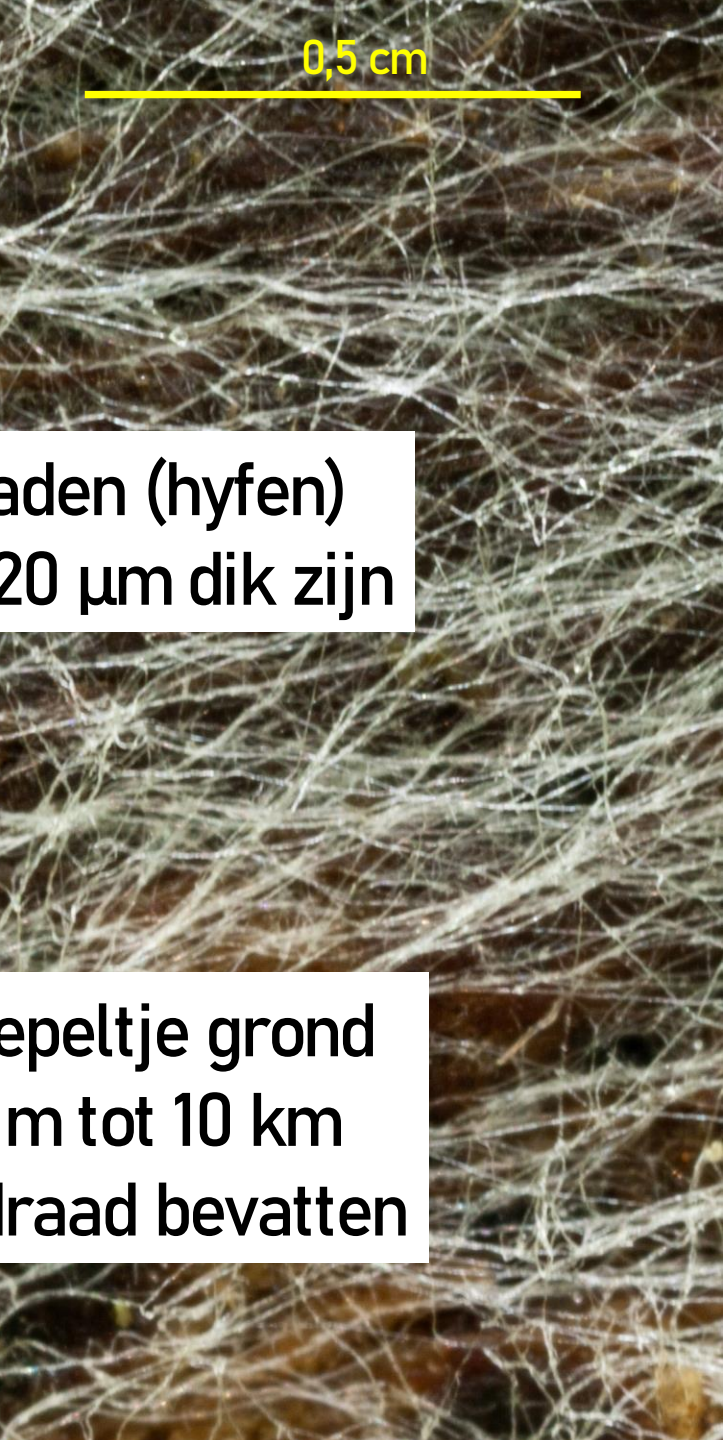
myceliumdraden





0,4 mm

A microscopic view of a dense network of white, thread-like fungal hyphae against a light blue background. A yellow horizontal scale bar is positioned at the top.



0,5 cm

A macroscopic view of a dense, tangled mass of white fungal mycelium growing on a dark brown substrate. A yellow horizontal scale bar is positioned at the top.

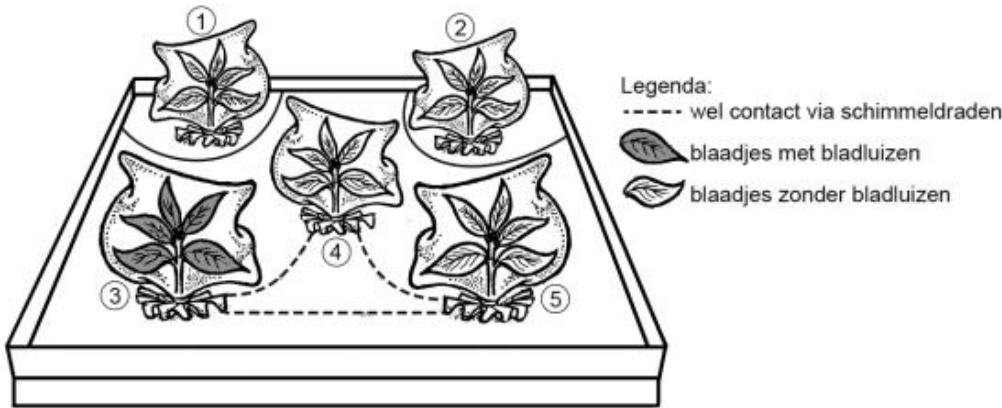
zwamdraden (hyfen)
kunnen 1-20 μm dik zijn

één theelepeltje grond
kan 500 m tot 10 km
myceliumdraad bevatten

Netwerk van schimmeldraden

Planten maken signaalstoffen als ze door bladluizen worden aangevallen. Bepaalde cellen in de plant reageren op zo'n signaalstof door geurstoffen te maken die aan de lucht worden afgegeven. Deze geurstoffen lokken vervolgens insecten die bladluizen eten. Onderzoekers hebben ontdekt dat signaalstoffen van sommige planten via ondergrondse schimmeldraden bij andere planten terechtkomen. De schimmeldraden groeien om de wortels van de planten heen. De schimmeldraden van meerdere planten zijn met elkaar verbonden in een netwerk.

- 2p 17 Enkele onderzoekers hebben het volgende experiment uitgevoerd. Vijf planten van dezelfde soort groeien samen in een bak, totdat er een netwerk van schimmeldraden tussen hun wortels is ontstaan. Daarna worden plant 1 en 2 losgemaakt van het netwerk van schimmeldraden. Alleen de planten 3, 4 en 5 zijn dan nog verbonden door het netwerk. Vervolgens wordt om elke plant een plastic zak gebonden. De zak van plant 3 bevat bladluizen, de zakken van de andere planten niet.



Na enige tijd wordt de lucht in de zakken onderzocht op geurstoffen. Op de **uitwerkbijlage** staat een tabel.
→ Kruis bij elke plant in deze tabel aan of de zak wel of geen geurstoffen bevat.

Examen VMBO-GL en TL 2018 tijdvak 2

Netwerk van schimmeldraden

- 17 maximumscore 2
de juist ingevulde tabel:

in de zak van	wel geurstoffen	geen geurstoffen
plant 2		X
plant 3	X	
plant 4	X	

- indien drie kruisjes juist ingevuld
- indien twee kruisjes juist ingevuld
- indien minder dan twee kruisjes juist ingevuld

2
1
0

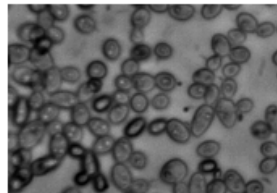
Allemaal schimmels

Schimmels zijn – net als dieren – afhankelijk van andere organismen voor het opnemen van energierijke stoffen. Schimmels worden daarbij in drie groepen verdeeld:

- parasieten: deze nemen stoffen op uit andere organismen en zijn nadelig voor deze organismen;
- saprofyten: deze nemen stoffen op uit dode resten van organismen;
- symbionten: deze nemen stoffen op uit plantenwortels, en geven in ruil daarvoor water en mineralen af aan de plant.

- 1p 39 Veel schimmels zijn saprofyten.
Zijn saprofyten consumenten, producenten of reducenten?
- A consumenten
 - B producenten
 - C reducenten

Gisten zijn eencellige schimmels. De bekendste gistsoort is bakkergist, die wordt gebruikt bij het maken van brood. De cellen van bakkergist zijn bolvormig en planten zich voort door deling. Gisten gebruiken suiker als brandstof. Uit suiker maken ze alcohol en koolstofdioxide.



gist (400x)

- 1p 40 Heeft een gistcel een celwand? En heeft een gistcel een celkern?
- A alleen een celkern
 - B alleen een celwand
 - C zowel een celkern als een celwand
- 1p 41 Is bij het maken van de foto van gist een hulpmiddel zoals een loop of een microscoop gebruikt?
- A nee
 - B ja, een loop
 - C ja, een microscoop
- 1p 42 In een krant stond een bericht dat een hert dronken in een bos was aangetroffen. De schrijver beweerde dat dit hert veel rottend fruit had gegeten. De suikers van het fruit waren afgebroken door gisten.
→ Leg uit dat een dier dronken kan worden als het veel rottend fruit eet.

Examen VMBO-KB 2018 tijdvak 1, vr. 39 t/m 49

('saprofyt' moet zijn: 'saprotroof')

Joepie!

Dat is nou jammer...

Bakkergist plant zich voort d.m.v. knopvorming en dat kan na een mitose, maar ook na een meiose! Gistcellen kunnen éénkernig, maar ook meerkernig zijn, diploïd en haploïd. En . . .
. . . gistcellen kunnen fuseren!

Denk niet langer zoö- of fytocentrisch, maar mycocentrisch !

Schimmels in de biologieles

Decennia lang stonden dieren (FAUNA) en planten (FLORA) in de biologieles centraal...

Linneaus kende ook alleen maar planten en dieren; schimmels werden in zijn *Systema naturae* (1735) tot de wormen gerekend, pas vanaf de tweede druk in 1740 werden ze tot de planten gerekend!

Thans is de betekenis van de schimmels voor ecosystemen en de bos- en landbouw zodanig doorgedrongen dat het gerechtvaardigd is de FUNGA centraal te gaan zetten!

Denk vanaf nu **mycocentrisch** !

Hoe ?

- microscopiepracticum 'champignons'
- schimmels op brood kweken
- oesterzwammengroeipakket in de klas
- verpakkingsmaterialen laten zien
- plantjes met en zonder mycorrhiza kweken
- video's groeiende paddenstoelen / schimmeldraden
- video *Cordiceps* op mier e.d.
- naar buiten gaan!

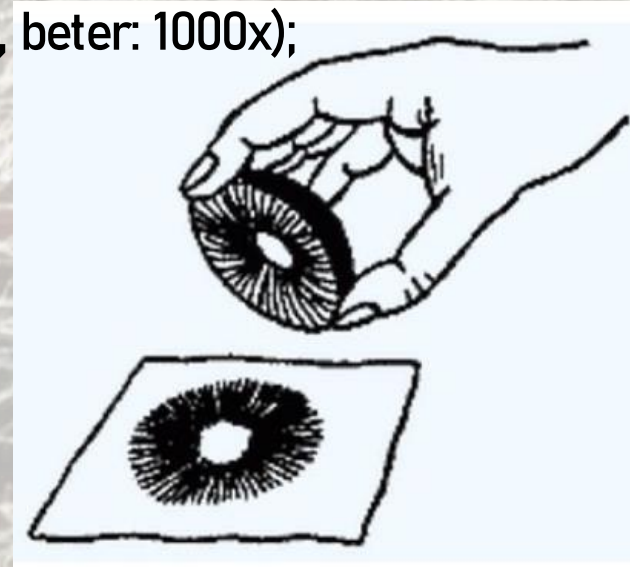
Schimmels in de biologie-buiten-les

Wat kun je doen ?

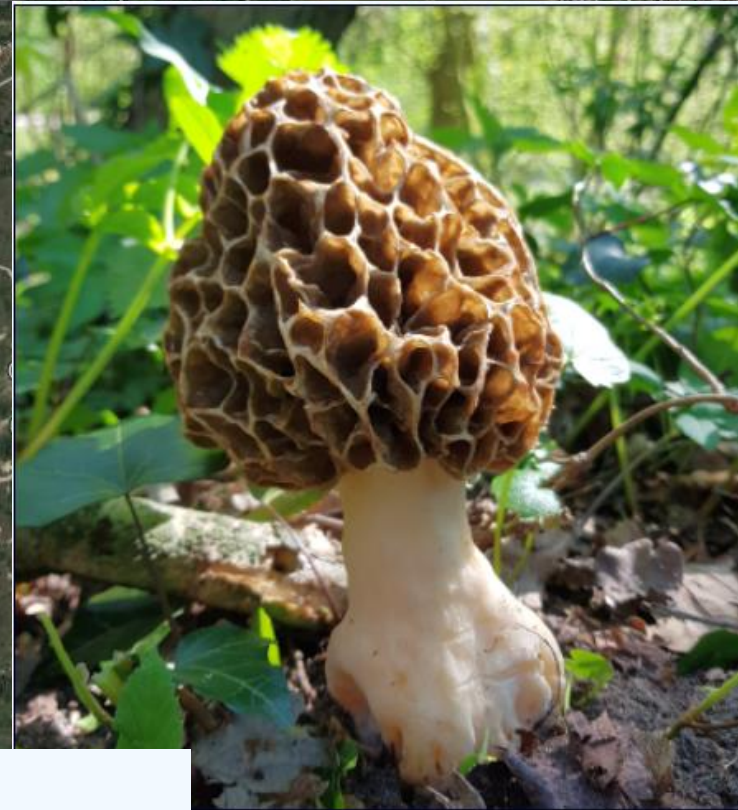
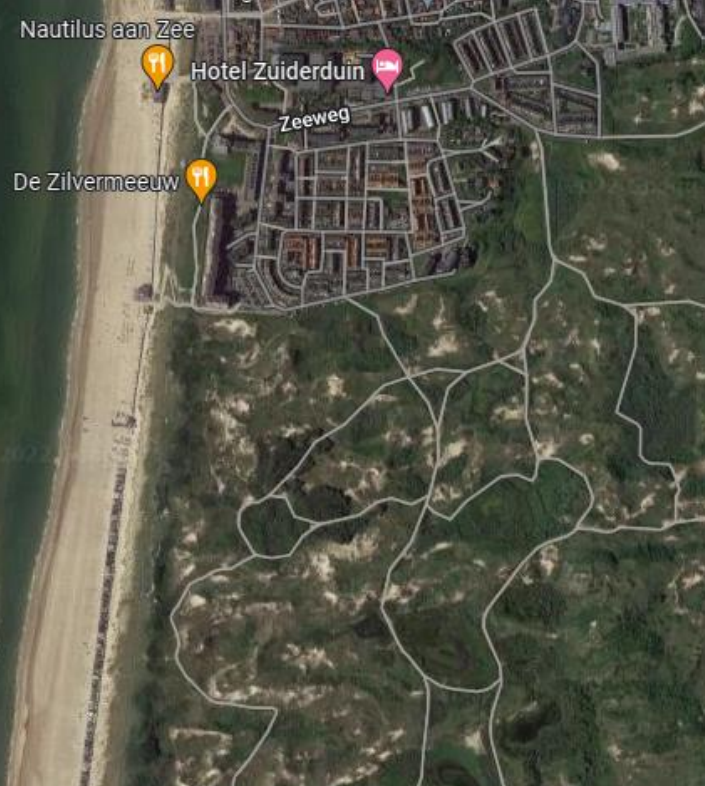
- Laat paddenstoelen [zoeken](#) in groepjes van twee;
- Laat de gevonden paddenstoel(en) [natekenen](#) en [beschrijven](#) (foto's/filmpjes maken mág, tekenen móet!);
- Laat er een [naam](#) voor verzinnen (de naam moet iets zeggen over vorm/kleur/geur/smaak/ecologie);
- Laat de resultaten [presenteren](#) (verplichte aspecten: wat zijn belangrijke kenmerken en waarom deze naam?);
- Laat een filmpje maken van de [speurtocht naar paddenstoelen](#) (Waar zoek je ze? Hoe vind je ze? etc);
- Lastig, maar leerzaam: meegebrachte paddenstoelen op school een [sporenfiguur](#) laten vormen;
- [Sporenkleur](#) bepalen en [sporen microscopisch bekijken](#) en natekenen (minimaal 600x, beter: 1000x);
- Verslag/pres(en)tatie/video: wat hebben we [ontdekt/geleerd](#)?
- Zorg ervoor dat ook de [ecologie](#) centraal staat!

Tip: Gebruik in het veld [geen paddenstoelengids](#) of [zoekkaart](#)!

Uiteraard kun je in de klas wel naslagwerken gebruiken.



Naar buiten!



Gewone morielje (*Morchella esculenta*)

Foto: Gerard Koopmanschap

Hoed eivormig tot rondachtig met regelmatige, afzonderlijk gevormde holtes die geheel door ribben omsloten zijn. Jonge exemplaren kunnen wit, beige of donkerbruin zijn, maar nooit grijs; bij ouder worden kleurt de paddenstoel geel. De ribben zijn altijd licht gekleurd en grotendeels gaaf, soms zitten er onduidelijke korstjes op die afveegbaar zijn. De hoedrand is recht aan de steel aangehecht. Steel hol, naar onder vaak verbreed en glad. Steelkleur witachtig tot geel-wit, zwak oranje verkleurend bij beschadiging. Die verkleuring verdwijnt na enkele uren weer.

Groeit op kalkhoudende bodems, met name op zware klei (maar ook wel op kalkrijk zand en löss) bij diverse loofbomen, waaronder es, iep, populier, eik, meidoorn en appel, vooral in de IJsselmeerpolders, maar ook bekend uit de duinen bij Castricum en van Zuid-Limburg.



Morchella dunensis

Foto: Gerard Koopmanschap

Hoed bolrond met grillig gevormde holtes die in elkaar over lijken te lopen en niet volledig door de ribben omsloten zijn. Jonge exemplaren vuilwit tot grijsbruin; door het rijpen van de sporen worden oude exemplaren helemaal geel. De ribben zijn altijd licht gekleurd en glad, zelden met afveegbare korstjes. De hoedrand is sterk naar de steel toe gekromd, waardoor een tamelijk diep geultje ('sinus') zichtbaar is. Steel hol en glad, conisch en sterk verbreed aan de soms sterk geplooid basis. Steelkleur witachtig tot geel-wit.

Geur krachtig spermatisch.

Groeit in kalkrijk (duin)zand bij (kruip)wilg, populier of appel; in Nederland in 2020 voor het eerst gevonden in Flevoland en in de duinen bij Castricum. De noordelijkst bekend vindplaats tot nu toe was Duinkerken.



Naar buiten!



Paddenstoelen van de zeereep



witte duinen



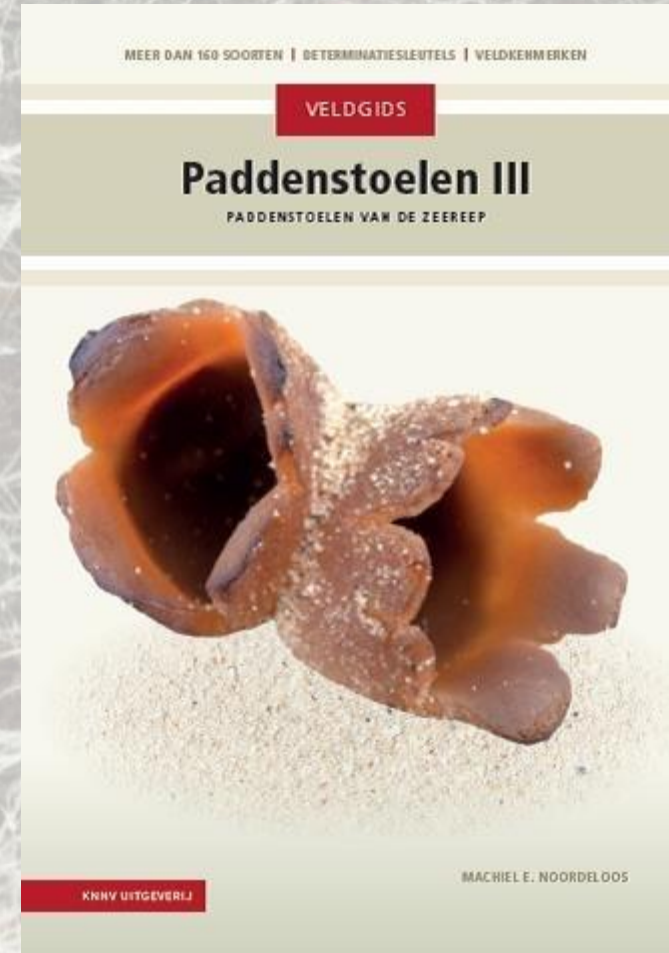
grijze duinen



Duinfranjehoed



Zeeduinchampignon





witte duinen



grijze duinen



Duinstinkzwam



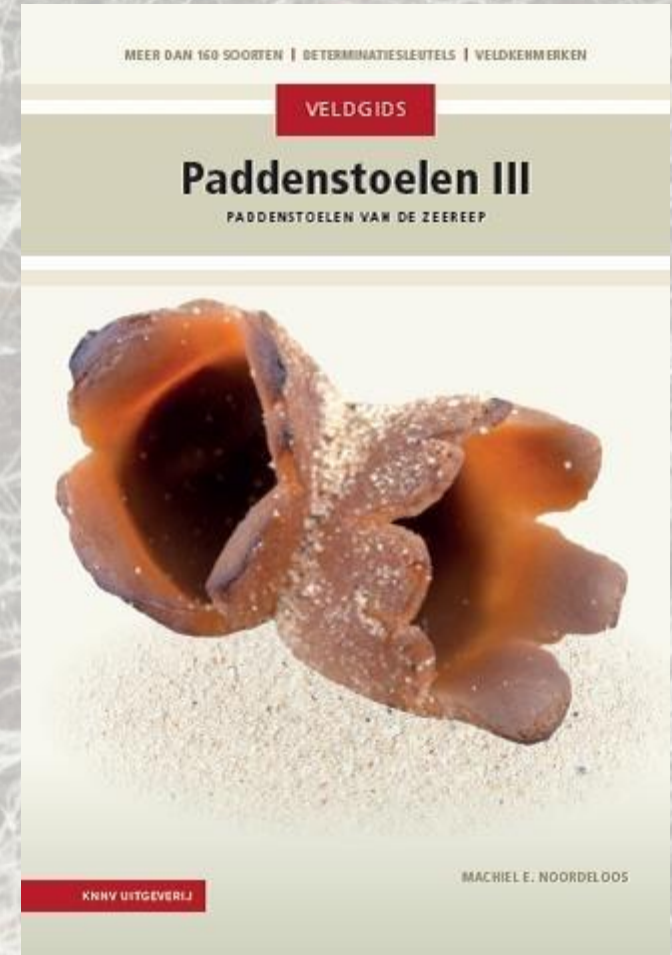
Gesteelde stuifbal



Zandtulpje



Brede aardtong



Paddenstoelen van de zeereep

www.mycologen.nl/onderzoek/meetnet/

NDFF Verspreidingsatlas

www.verspreidingsatlas.nl/projecten/nmv/zeereep/

NMV Kilometerhokken voor het Verspreidingsonderzoek Zeereoppaddenstoelen 2021

2021

Bekijk de gegevens van eerdere jaren: > 2016 2017 2018 2019 2020

Kaart

Satelliet

OSM

TopKaart

Grijs

Relief

Infrarood

Bonne (1949)



Westbeemster



Nog te reserveren hokken: 769

Eénmaal gereserveerd: 34

Tweemaal gereserveerd: 0

Lijsten ontvangen: 0