

SAMEN STA JE STERK: HOE BODEMSCHIMMELS ORCHIDEËN BETER LATEN GROEIEN

Marcel van der HEIJDEN

afdeling Systeemoecologie, Vrije Universiteit Amsterdam

Summary

Orchids live in a close relationship with soil fungi (*Rhizoctonia*) which provide them with sugars and other nutrients. The germination of tiny orchid seeds (4-11 micrograms) is wholly dependent on these fungi, as they hardly contain any nutrient reserves. Consequently, the presence of soil fungi is essential for orchid populations to survive or move into new biotopes.

The symbiosis between plants and soil fungi is called "mycorrhiza" and is quite common: more than 80 % of all plants form such mycorrhiza's, where the fungi supply the plant with nutrients they extract from the soil in exchange for sugars. The specific orchid mycorrhiza fungi are saprophytes which can extract sugars and other nutrients from their environment. Orchid mycorrhiza is therefore quite different from other plant/fungi symbiosis and it appears that it is mainly the orchids which benefit from the partnership. Some orchid species have hardly any chlorophyll (*Neottia nidus-avis*, *Corallorrhiza trifida*) and they parasitize on soil fungi to obtain sugars as well as other nutrients. The fungi, in turn, obtain sugars from a mycorrhiza with tree roots, e.g. *Armillaria mellea* (Honey Mushroom).

These intricate interactions are a fascinating example of Nature's complexity.

Zusammenfassung

Orchideen leben in einer engen Beziehung zu Bodenpilzen (*Rhizoctonia*), die die Orchideen mit Zucker und andere Nutrienten versorgen. Die Keimung der winzigen Orchideensamen (4-11 Mikrogramm) ist völlig von diesen Pilzen abhängig, weil die Samen kaum Nährstoffreserven enthalten. Deshalb ist das Vorhandensein von Bodenpilzen von wesentlicher Bedeutung für das Überleben von Orchideenpopulationen oder um neue Biotopen besiedeln zu können. Die Symbiose zwischen Pflanzen und Bodenpilzen heißt "Mykorrhiza" und kommt häufig vor: mehr als 80% aller Pflanzen bilden Mykorrhizen. Die Pilzen versorgen die Pflanze mit Nährstoffen, die sie dem Boden entziehen, und bekommen dafür Zucker von der Pflanze.

Die für Orchideen spezifische Mykorrhiza-Pilzen sind Saprophyten, die Zucker und andere Nährstoffe ihrer Umgebung entnehmen können. Orchideen-Mykorrhiza ist darum sehr verschieden von anderen Symbiosen zwischen Pflanzen und Pilzen und es hat den Anschein, dass vor allem die Orchideen aus dieser Partnerschaft Gewinn ziehen. Manche Orchideenarten besitzen kaum Chlorophyll (*Neottia nidus-avis*, *Corallorrhiza trifida*) und

sie parasitieren auf Bodenpilzen um Zucker und andere Nährstoffe zu bekommen. Die Pilzen erhalten den Zucker aus einem Mykorrhiza mit Baumwurzeln, z.B. *Armillaria mellea* (gemeiner Hallimasch). Diese komplizierten Wechselwirkungen sind ein faszinierendes Beispiel der Kompliziertheit der Natur.

Orchideeën zijn bekend en geliefd om hun vormen en kleurentrijkdom. De aanblik van een fleurig soortenrijk grasland vol met orchideeën is een fascinatie voor het oog van menig natuurliefhebber. Minder bekend is dat dit alles niet tot stand zou kunnen komen zonder de hulp van bodemschimmels. Orchideeën leven namelijk in een innige relatie met specifieke bodemschimmels, *Rhizoctonia* genaamd. Deze bodemschimmels voorzien orchideeën van suikers en allerlei nutriënten die ze uit de bodem opnemen. Voor kieming in hun natuurlijke biotoop zijn orchideeën geheel afhankelijk van deze bodemschimmels. Dit is niet zo verwonderlijk want de zaadjes van orchideeën zijn stoffijn (een orchideeëenzaadje weegt tussen de 4 en 11 microgram) en bevatten daardoor nauwelijks hulpstoffen voor de kieming. De aanwezigheid en hulp van deze bodemschimmels is dus van essentieel belang voor de vestiging van orchideeën in nieuwe biotopen of voor het overleven van orchideeënpopulaties in reeds bestaande levensgemeenschappen. Bij de bescherming van orchideeën dient men zich er dus ook van te vergewissen dat de juiste bodemschimmels aanwezig zijn.

Mycorrhiza-schimmels

De associatie tussen orchideeën en bodemschimmels wordt ook wel “mycorrhiza” genoemd. Mycorrhiza staat voor “schimmelwortel” en is afgeleid van het Grieks. Samenlevingsverbanden tussen planten en schimmels komen veel voor in het plantenrijk en zijn zeker niet beperkt tot orchideeën. Meer dan 80% van alle planten op aarde vormen mycorrhiza's en leven dus samen met schimmels. Paddenstoelen in het bos zijn vaak de vruchtlichamen van mycorrhiza-schimmels. Bekende voorbeelden zijn de vliegenschwam, het Eekhoorntjesbrood, of de smakelijke en zeer zeldzame cantharel. Deze mycorrhiza-schimmels leven onder andere samen met respectievelijk de berk, de eik en de den. De wortels van deze bomen zijn vaak helemaal ingekapseld door schimmeldraden en deze vormen als het ware een mantel rondom de worteltjes. Soms is het mogelijk meer dan 20 verschillende soorten mycorrhiza-schimmels te vinden aan een boom. In principe neemt de schimmel een groot deel van de plantenvoeding voor zijn rekening. De voedingsstoffen (veelal stikstof en fosfaat) worden uit de bodem gehaald door een uitgebreid netwerk van schimmeldraden, het mycelium genaamd. Men kan de witte draden van dit mycelium vaak zien, als men een stuk humus in het bos oplicht. In beukenbossen is dit bijvoorbeeld vaak goed zichtbaar. In ruil voor deze voedingsstoffen krijgt de mycorrhiza-schimmel suikers van de plant. Zowel de plant als de schimmel profiteren dus van elkaar en zo'n associatie wordt ook wel een mutualistische symbiose genoemd. De schimmels die samenleven met bomen behoren bijna altijd tot de steeltjeszwammen (Basidiomyceten) en de zakjeszwammen (Ascomyceten). Dit type mycorrhiza's wordt ook wel “ecto-mycorrhiza” genoemd omdat de schimmels vooral aan de buitenkant van de wortel zitten. Vele kruiden, grassen en tropische bomen leven ook met mycorrhiza-schimmels samen. In dit geval behoren de schimmels tot de *Glomales*, een groep schimmels die vooral ondergrondse sporen maken en geen mooie paddenstoelen produceren, zoals bij de

steeltjes- en zakjeszwammen. Deze mycorrhiza-schimmels worden ook wel “endo-mycorrhiza’s” genoemd omdat ze voor een belangrijk deel in de wortel groeien. Mycorrhiza-schimmels behorende tot de *Glomales* zijn al erg oud. Plantenwortels met mycorrhiza’s erin zijn gevonden in het Devoon (zo’n 400 miljoen jaar geleden) en er is zelfs een fossiel van *Glomales*-achtige sporen gevonden in het Ordovicium, 450 miljoen jaar geleden. Planten hebben ongeveer in dezelfde periode het land vanuit het water gekoloniseerd en verscheidene onderzoekers denken zelfs dat mycorrhiza-schimmels de planten hebben meeg geholpen bij de kolonisatie. Recent onderzoek heeft daarnaast aangetoond dat de mycorrhiza-schimmels een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan de soortenrijkdom van graslanden. Het blijkt namelijk dat de kruidachtigen in grasland veel meer profiteren van mycorrhiza-schimmels in vergelijking tot de meestal dominante grassen. Door het verhoogde samenleven tussen grassen en kruidachtigen gaat de soortenrijkdom in graslanden omhoog. Voor de bescherming van de biodiversiteit op aarde zouden mycorrhiza-schimmels dus wel eens erg belangrijk kunnen zijn.

Mycorrhiza’s bij orchideeën

Zoals reeds vermeld is, zijn de kiemplantjes van orchideeën geheel aangewezen op voedingsstoffen die door de mycorrhiza-schimmels worden aangeleverd. De meeste mycorrhiza-schimmels in relatie met orchideeën zijn saprophyten die gemakkelijk suikers en andere voedingsstoffen kunnen opnemen uit hun milieu. Deze voedingsstoffen kunnen dus worden afgegeven aan de orchidee. Het blijkt bijvoorbeeld dat de groei van het protocorm, het orchideeën-kiemplantje, positief gerelateerd is aan het aantal klompjes schimmeldraden dat zich in de cellen van het protocorm bevindt. Alleen onder kunstmatige condities op voedingsmedia met de toevoeging van specifieke suikers kan men kiemplantjes van orchideeën laten opgroeien zonder mycorrhiza-schimmels. Deze techniek wordt veel door orchideeënkwekers toegepast. De volwassen orchideeën kunnen ook voedingsstoffen krijgen van de mycorrhiza-schimmels. Het is echter nog onbekend in hoeverre dit de overleving van adulte planten beïnvloedt. In tegenstelling tot andere mycorrhiza’s is het onduidelijk in hoeverre de schimmel van de orchidee profiteert. Mogelijk scheidt de orchidee stoffen af die voor de schimmel aantrekkelijk zijn. Ook kunnen de mycorrhiza-schimmels suikers opnemen uit de wortels van groene, fotosynthetiserende orchideeën. De identiteit van de schimmel kan erg belangrijk zijn. Sommige orchideeënsoorten kunnen slechts overleven met één enkele specifieke soort mycorrhiza-schimmel. De aanwezigheid van een andere schimmel kan ertoe leiden dat het kiemplantje zich niet kan ontwikkelen of geparasiteerd wordt en dus sterft. Het is voor veel orchideeën-soorten nog niet goed bekend in hoeverre ze specifiek met een bepaalde schimmel samenleven. Onderzoek hiernaar is belangrijk omdat het ook aan de bescherming van orchideeën zou kunnen bijdragen. Het is natuurlijk onzinnig om natuurgebieden orchidee-vriendelijk te beheren wanneer blijkt dat de juiste mycorrhiza-schimmels ontbreken.



De morfologie van schimmels die mycorrhiza's vormen, is vaak hetzelfde. Gebaseerd op de vegetatieve, asexuele kenmerken worden deze schimmels "rhizoctonia" genaamd. Aangezien seksuele kenmerken vaak ontbreken, is het moeilijk om de schimmels in een bepaalde groep in te delen. Recent genetisch onderzoek heeft hier verandering in kunnen brengen en heeft aangetoond dat vele schimmels die vroeger als rhizoctonia geïdentificeerd werden en "veel op elkaar leken" genetisch gezien grote verschillen vertonen. Wel blijkt dat (bijna) alle rhizoctonia tot de steeltjeszwammen (Basidiomyceten) behoren.

Het samenlevingsverband tussen orchideeën en mycorrhiza-schimmels is speciaal en moeilijk te vergelijken met mycorrhiza's bij andere planten. Het lijkt er bij orchideeën namelijk op dat het vooral de orchideeën zijn die profiteren van de mycorrhiza-schimmels.

Orchideeën zonder bladgroen

Een aantal orchideeën zonder bladgroen houdt er een wel heel bijzondere strategie op na. Ze parasiteren namelijk op schimmels. Deze orchideeën bezitten nauwelijks bladgroen en ze verkrijgen suikers en andere voedingsstoffen van de schimmels. Bekende voorbeelden zijn het Vogelnestje (*Neottia nidus-avis*) en de Koraalwortel (*Corallorrhiza trifida*). Planten die geen bladgroen bezitten en parasiteren op schimmels worden ook wel myco-heterotrophe planten genoemd. Wereldwijd zijn er ongeveer 400 plantensoorten die dit doen, voornamelijk orchideeën en een aantal heide-achtigen zoals stofzaad (*Monotropa hypopitys*). Vaak parasiteren deze planten op saprophytische bodemschimmels. Een groot aantal soorten parasiteert echter ook op ecto-mycorrhiza-schimmels. Van de Koraalwortel is dit bijvoorbeeld bekend. Dit leidt tot een wel heel bijzondere relatie: de bomen in het bos, zoals de beuk of de spar voeden deze mycorrhiza-schimmels met suikers die dan vervolgens door de parasiterende orchidee worden opgenomen. De bomen voeden dus als het ware deze orchideeën zonder bladgroen. Interessant is dat ook de honingzwam (*Armillaria mellea*) als mycorrhiza-schimmel kan dienen voor enkele orchideeën zonder bladgroen. De Honingzwam is een geduchte boomparasiet, die soms behoorlijk kan huishouden onder verzwakte bomen in het bos.

Het blijkt dat myco-heterotrophe planten een grote specificiteit bezitten. Ze kunnen namelijk maar op een klein aantal soorten schimmels parasiteren. Soms zijn ze zelfs aangepast aan één enkel schimmel-genotype, wat duidt op een grote waardspecificiteit. Hierin verschillen ze van de groene orchideeën, waarbij een aantal soorten met een groot aantal mycorrhiza-schimmels kan samenleven. Deze groene orchideeën zijn dus veel minder specifiek. Het is niet zo vreemd dat orchideeën zonder bladgroen zo'n grote specificiteit bezitten. Omdat het echte parasieten zijn, zullen schimmels steeds proberen ze te ontwijken of mechanismen op te bouwen waardoor de orchideeën de schimmeldraden niet kunnen infecteren. Dit leidt vervolgens tot specificiteit. Het bestaan van zulke ingewikkelde interacties is fascinerend en het geeft aan hoe complex de natuur in elkaar steekt. Orchideeën zijn dan ook een prima voorbeeld om de natuur in al zijn bijzondere facetten te bestuderen.

Foto op pag. 92: *Neottia nidus-avis*, Vogelnestje (foto: D.W. Kapteyn den Boumeester)

Literatuur

Smith & Read (1997). *The Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, London.
Heijden, van der & Sanders (2002). *Mycorrhizal Ecology*, Springer Verlag, Heidelberg.

Marcel van der Heijden
Institute of Ecological Sciences
Dept. of Systems Ecology, room A111
Faculty of Biology, Vrije Universiteit
De Boelelaan 1087=20
NL-1081 HV Amsterdam
heijden@bio.vu.nl