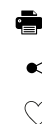


Økologi, Planter

Jordmikrobiomets funktioner

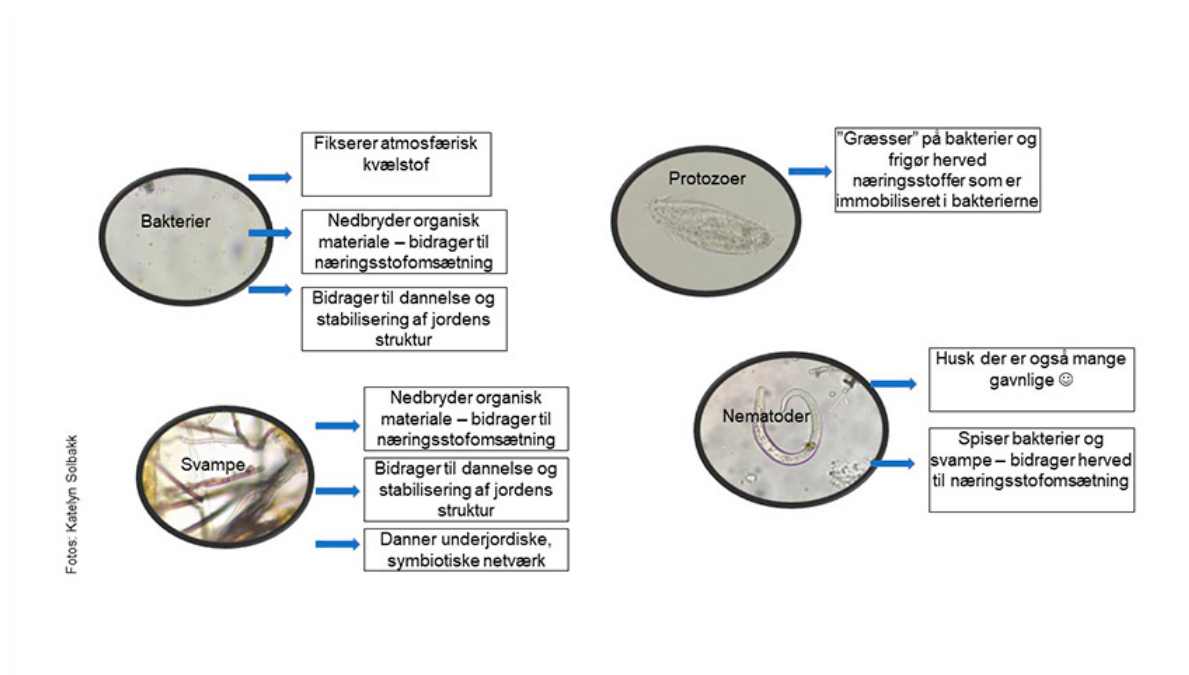
Jordens mikrobiom udgøres af mange mikroorganismer og har mange funktioner. Læs om en række af disse funktioner for bakterier, svampe, protozoer og nematoder.

Viden om



Overordnet er jordens mikrobiom afhængigt af abiotiske og biotiske faktorer som pH, kulstofindhold, jordstruktur, tekstur og vegetation, og varierer i samspil med gradienter der kan være i alle disse faktorer. Det er imidlertid interessant hvilke funktioner forskellige grupper af mikrolivet i jorden har og hvordan dyrkningspraksis eventuelt kan påvirke funktionerne i positiv eller negativ retning (Mishra et al., 2022).

I figur 1 er overordnede funktioner for bakterier, svampe, protozoer og nematoder nævnt. Nedenfor er hver gruppe beskrevet yderligere.



Figur 1. De overordnede funktioner for bakterier, svampe, protozoer og nematoder. Fotos: Katelyn Solbakk.

Bakterier

Bakterier er på størrelse med lerpartikler ($< 2 \mu\text{m}$) og siltpartikler ($2-50 \mu\text{m}$). Selvom bakterier er meget små, så udgør de alligevel både antalsmæssigt og volumenmæssigt den største del af jordens mikrobielle biomasse. De lever og vokser i en tynd vandfilm rundt om partiklerne, og nær rødderne i det område som kaldes rhizosfæren.

Fordi bakterierne er så små, kan de vokse og tilpasse sig det omgivende miljø hurtigere end større og mere komplekse organismer, som f.eks. svampe. Bakteriepopulationer kan leve under ikke-optimale forhold som f.eks. tørke- eller vandstress, og har evnen til at vokse kraftigt i antal så snart optimale forhold opstår.

De fleste bakterier i jorden foretrækker jorder med gode iltforhold. De kaldes aerobe bakterier, og bruger ilt til at nedbryde kulstofforbindelser. Et eksempel på en aerob bakterie er *Streptomyces*, som giver jorden sin gode "jordagtige" lugt.

Anaerobe bakterier foretrækker et miljø uden ilt. Anaerobe bakterier findes generelt i komprimeret jord, hvor ilt er begrænsende. Mange patogene bakterier foretrækker anaerobe jordforhold, og er kendt for at udkoncurrere aerobe bakterier i jorden.

Gramnegative og grampositive bakterier

Bakterier kan klassificeres på forskellig vis, og denne klassificering fortæller også noget om deres egenskaber. Gramnegative og grampositive bakterier er et eksempel på det. I laboratoriet kan man indfarve bakterier, og ud fra denne indfarvning klassificere bakterierne som "gramnegative" eller "grampositive". Farvningsmidlet fastgøres til bakteriens cellevægge.

Gramnegative bakterier er generelt de mindste bakterier og er følsomme over for tørke og vandstress. Grampositive bakterier er noget større, har tykkere cellevægge, negative ladninger på den udvendige cellevægs-overflade og har tendens til at modstå vandstress.

En anden måde at klassificere bakterier på er ved deres vækst og reproduktion. Autotrofe bakterier bruger kuldioxid for at få kulstof. Nogle autotrofe bakterier bruger sollys og kuldioxid direkte til at producere sukkerarter, mens andre er afhængige af andre kemiske reaktioner for at opnå energi. Alger og cyanobakterier er nogle eksempler på autotrofe bakterier. Heterotrofe bakterier får deres kulhydrater og/eller sukker fra det omgivende miljø eller den levende organisme eller celle, hvor de lever.

Klassificering af bakterier kan også gøres ved hjælp af DNA-sekventering.

Bakteriernes funktioner

Bakterier udfører mange vigtige økosystemtjenester i jorden, herunder medvirker de til at skabe forbedret jordstruktur og jordaggregering samt næringsstofomsætning. Bakterier er en stor og divers gruppe, og her nævnes kun enkelte eksempler på deres funktioner i jord.

Bakterier kan f.eks. være nedbrydere eller mutualister. Nedbryderne forbruger de letfordøjelige kulstofforbindelser og simple sukkerarter og binder opløselige næringsstoffer som kvælstof til deres cellemembraner. Af de mutualistiske bakterier er der fire bakterietyper, der omdanner atmosfærisk kvælstof til plantetilgængeligt kvælstof.

Der er tre typer jordbakterier, der fikserer kvælstof uden en plantevært og lever frit i jorden. Det er *Azotobacter*, *Azospirillum* og *Clostridium*. Mens den fjerde type, *Rhizobium*-bakterierne danner symbiose med bælgplanter via rodknolde, der kan fikse kvælstof, mens planten leverer kulstof til *Rhizobium*-bakterien i form af simple sukkerarter. I denne proces omdanner *Rhizobium*-bakterier således kvælstof fra atmosfæren og til plantetilgængeligt kvælstof.

De fleste jordbakterier klarer sig bedst i jorder med neutral pH og gode iltforhold. Generelt har bakterier en tendens til at dominere over svampe i dyrket eller forstyrret jord, fordi svampene foretrækker mere sure miljøer uden jordforstyrrelser. Bakterier dominerer også i oversvømmede marker, fordi de fleste svampe ikke overlever uden ilt.

Bakterier kan overleve under tørre eller oversvømmede forhold på grund af deres lille størrelse, høje antal og deres evne til at leve i små mikrosites i jorden, hvor miljøforholdene kan være gunstige.

Bakterier kan også blive patogener for planter, men det kommer nærværende artikel ikke ind på.

Svampe

Mens svampe er mindre i antal, svarer de til eller overstiger biomassen af bakterier på grund af, at de er større end bakterier. Svampe er mere specialiserede end bakterier. De har brug for en konstant fødekilde og vokser bedst under uforstyrrede jordforhold. De fleste svampe nedbryder lignin og svært omsætteligt organisk stof i jorden.

Nogle svampe omsætter simple sukkerarter. Svampe har det bedst ved lavt pH og i uforstyrret jord. Cirka 80 til 90 procent af alle planter danner symbiose med Mykorrhiza-svampe ved at danne et netværk af hyfer. Hyferne er ca. 1/60 diameteren af de fleste plante-rodhår, og hjælper planten med at få fat i kvælstof, fosfor, mikronæringsstoffer og vand i bytte for bl.a. sukkerproduceret af planten.



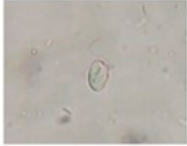
Der er fire hovedgrupper af jordsvampe: Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota og Deuteromycota.

Nærværende artikel kommer ikke nærmere ind på de forskellige grupper. De mest kendte svampe, når vi taler om jord, er Mykorrhiza. De hører under Deuteromycota.

Protozoer

Protozoer spiller også en vigtig rolle i jordens økosystem, hvor de spiser bakterier og i mindre grad svampe, og herved omdannes organisk kvælstof til ammonium som kan optages af planterne. Baseret på deres størrelse og fleksibilitet er de i stand til at "græsse" på bakterier som befinder sig i små porer i jorden. Populationen af protozoer i jorden afhænger af jordens vandpotentiale, jordens tekstur og jordens struktur.

Der er forskellige slags protozoer. Her nævnes flagellater, ciliater og amøber, som også er vist i figur 2.

Organisme	Eksempel
Flagellat	
Ciliat	
Skal-amøbe	
Nøgen amøbe	

Figur 2. Protozoer kan f.eks. være flagellater, ciliater og amøber. Foto: Katelyn Solbakk.

Flagellater trives bedst under tørre forhold og ciliater trives bedst under fugtige forhold. I dyrkede jorder og lerjorder er det mest flagellater og amøber der holder til, mens der i jorder med mere grov tekstur typisk findes flere skalamøber og ciliater, men stadig også flagellater.

Nematoder

Nematoder er små ormelignende organismer. Der er tusindvis af nematod-arter der lever i jorden. De fleste er gavnlige, mens andre er skadelige overfor planter. De skadelige nematoder æder typisk planterødder. De gavnlige nematoder spiser svampe, bakterier og andre jordorganismer, og hjælper med at holde aktiviteten af de skadelige nematoder nede. Som mange af jordens andre mikrober, så lever de fleste nematoder i det øverste jordlag (0-20 cm) og i rhizosfæren rundt om planterødderne. De lever i en tynd vandfilm omkring jordpartiklerne, og de har brug for vand for at bevæge sig.

Der er flest nematoder i en jord med god struktur og gode iltforhold. Nematoder bidrager til næringsstofomsætningen i jorden, når de spiser bakterier og svampe og andre jordorganismer og udskiller de næringsstoffer, de ikke selv bruger.

Antallet af nematoder afhænger af antallet af de organismer nematoderne spiser (f.eks. svampe og bakterier). Derfor kan mængden og typen af nematoder også bruges til at sige noget om, hvorvidt de andre organismer er til stede. Nematoder påvirkes også af jordens fysiske og kemiske miljø.

Nematoder ekstraheres let fra jord, og deres fødekilder kan bestemmes ved at se på deres munddele under et mikroskop. Ud fra dette kan nematoder inddeles efter deres fødegrundlag.

De fem grupper er:



1. Bakterie-ædende
2. Svampe-ædende
3. Altædende nematoder
4. Rov-nematoder
5. Planteædende nematoder.

Nematoder i hver af disse grupper har forskellige roller inden for jordens fødenet.

Et højt forhold mellem bakterie- og svampeædende nematoder indikerer, at næringsstofkredsløb forekommer hurtigt gennem bakteriel nedbrydning. Det kan også være tegn på høje kvælstoftilførsler eller nylig jordbearbejdning. En overvægt af svampeædende nematoder indikerer, at fødenettet domineres af svampe, og at biologisk næringsstofkredsløb vil være relativt langsomt, og jorden er relativt uforstyrret.

Lave populationer af altædende nematoder indikerer, at jordens biologi sandsynligvis vil blive påvirket af forurenende stoffer eller overdreven tilførsel af gødning, men også forstyrrelser gennem praksis som jordbearbejdning. En høj population af altædende- og rovdyr-nematoder indikerer, at jorden er biologisk kompleks og har en vis kapacitet til at undertrykke populationer af parasitære nematoder og andre jordbårne patogener.

Dyrkningsmetode og dyrkningspraksis har generelt indflydelse på mængde og diversitet i jordens mikrobielle liv. Der er imidlertid brug for mere viden om, hvor afgørende de forskellige mikroorganismer er for udbytte og kvalitet af afgrøderne.

Referencer

Mishra, A., Singh, L. & Singh, D. Unboxing the black box—one step forward to understand the soil microbiome: A systematic review. *Microb Ecol* (2022).

Om bakterier:

Factsheet Role of Soil Bacteria. Ohio State University Extension. [Role of Soil Bacteria | Ohioline \(osu.edu\)](#)

Om svampe

Factsheet Role of Soil Fungus. Ohio State University Extension. [Role of Soil Fungus | Ohioline \(osu.edu\)](#)

Om protozoer

[Soil Protozoa, a Microbial Indicator of Soil Health: A Review \(juniperpublishers.com\)](#)

Om nematoder

[Role of nematodes in Agriculture: Importance of nematodes in soil - Online Biology Notes](#)

[Soil microfauna – nematodes | AHDB](#)

Emneord

Jordbund

Økologi

Publiceret: 20. december 2022

Opdateret: 20. december 2022

Vil du vide mere?



Janne Aalborg Nielsen

Landskonsulent, Jord og Klima.

SEGES

jaan@seges.dk
+45 4034 9051

Støttet af

Fonden for **økologisk landbrug**



Innovationscenter for Økologisk Landbrug udvikler ny viden og løsninger til landmænd og rådgivere. Sammen udvikler vi et mere bæredygtigt landbrug.

SEGES Innovation P/S	Tlf.	8740 5000
Agro Food Park 15	Fax.	8740 5010
8200 Aarhus N	Email	info@seges.dk

