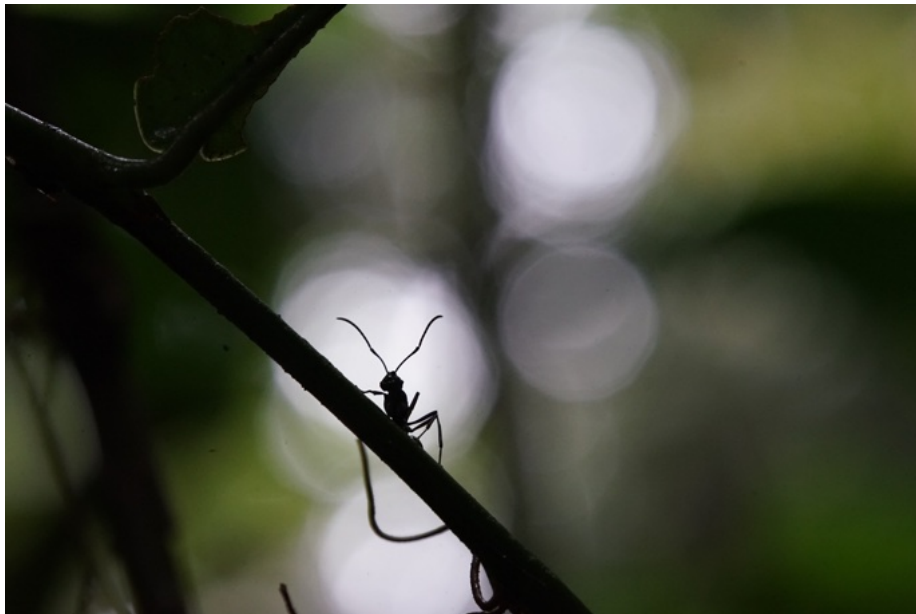


# Små myrer, store muligheder



*Ida Cecilie Jensen, ph.d.-afhandling: Exploring the Microbial Associates of Ants and Their Applications in Agriculture*

De fleste kan genkende en myre ved blot et øjekast. Alligevel er det de færreste der ved, at myrerne har levet på Jorden i mere end 150 millioner år, og at de bestemt ikke har spildt tiden. Myrerne har i sandhed været myreflittige, og de har blandt andet, brugt tiden på at udvikle løsninger som vi med fordel kan lade os inspirere af. Min forskning viser, at myrerne og de mikrober de lever tæt sammen med, har potentialet til at kunne hjælpe os med at løse nogle af vor tids største udfordringer: Udviklingen af bæredygtige alternativer til kemiske pesticider og jagten på nye antibiotika.

## Jordens sande herskerinder

Tissemyrer. Pissemmyrer. Sorte myrer, gule myrer, røde myrer. Ja, kært barn har mange navne, og med mere end 15.000 beskrevne myrearter og ca. 20 billioner (20.000.000.000.000.000) myrer på verdensplan, er det måske ikke så sært, at vores sprog er fuld af navne for myrer og ord inspireret af myrer. Måske sidder du netop nu med myrekryb, bare ved tanken om alle de myrer? Selvom myren for mange mennesker bare er et skadedyr, er det ikke svært at forestille sig at myrerne med deres enorme antal, også spiller vigtige roller i vores økosystemer. De spiser andre insekter, nogle spiser planter, spreder frø, indgår i mutualismer med bladlus, og nogle huser ovenikøbet andre insekter som biller og sommerfuglelarver i deres myretuer. Det bedste eksempel på hvor komplekst netværket af interaktioner mellem myrer og andre organismer er, ser vi hos hærmynen, *Eciton burchelli*. Denne ene myreart interagerer med mere end 557 andre arter, deriblandt mere end 200 forskellige fuglearter. Så på trods af myrernes beskedne størrelse, har de stor indflydelse på verden omkring dem.

I dag findes myrerne på alle kontinenter med undtagelse af Antarktis. Det betyder også at myrerne gennem mere end 150 millioner år har tilpasset sig mange forskellige miljøer. Fællesnævneren for alle 15.000 myrearter er, at de alle lever i tætte samfund, der ofte består af mange tusinde eller millioner individer. Men med store samfund, kommer også store udfordringer.

## **To alen af ét stykke**

Bliver man spurgt om at nævne et dyr, der minder om os mennesker, er det nok de færreste, der nævner myren. For ved første øjekast, ligner vi overhovedet ikke hinanden. Men hopper man en tur i helikopteren, eller måske et charterfly sydpå, så opdager man hurtigt, at vores menneskesamfund med biler, veje og store byer, fra flyvinduet ligner myrernes samfund til forveksling. Med vores store, komplekse samfund, har vi og myrerne en fælles udfordring: Sygdomme.

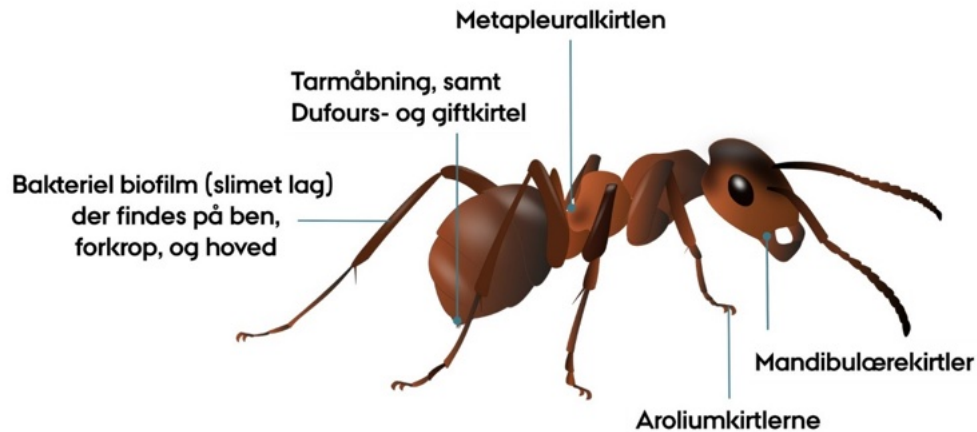
Lever man i sociale samfund, er man mere udsat for sygdomme, da det er særligt udfordrende at stoppe sygdomsspredningen, når man lever tæt sammen med andre. Myrer lever også tæt sammen i sociale samfund, men da de ikke kan bære mundbind, har de i stedet brugt mere end 150 millioner år, på at udvikle andre effektive værn mod sygdommene og deres spredning. Det inkluderer blandt andet: 1. Grundig rengøring af myrerne selv og deres tuekammerater, 2. Desinficering af dem selv, deres tuekammerater, og tuens gange ved hjælp af myresyre og andre kirtelsekreter, og 3. Samliv og samarbejde med antibiotikaproducerende mikroorganismer.

## **Små omvandrende apoteker**

Myrerne har særligt to våben mod sygdomme; Det første er deres metapleuralkirtel. En lille kirtel der sidder på myrernes ryg, og som passivt udskiller en blanding af forskellige antibiotiske stoffer. Det er en kirtel, som er helt unik for myrerne, og de bruger den blandt andet når de vasker sig selv eller deres tuekammerater. Udover metapleuralkirtlen, har myrerne et væld af andre kirtler, både på deres bagkrop, ben, fødder, og i deres mund, som også kan producere forskellige kemiske stoffer med antibiotisk effekt. Det andet er deres samarbejde med mange forskellige antibiotikaproducerende mikroorganismer, som lever både indeni og udenpå myrerne. Præcis ligesom vi mennesker har tarmbakterier, der hjælper vores fordøjelse, og bakterier på huden, der holder huden sund og beskytter os mod skadelige bakterier. Myrernes metapleuralkirtel og deres samarbejde med mikrober, har én ting til fælles. Begge dele er en cocktail af antibiotika. Metapleuralkirtlen producerer mange forskellige antibiotika, og det samme gør de mikrober der lever på myrerne. Til sammen, giver det et nærmest skudsikkert skjold mod sygdomme, for det er meget svært for sygdomsfremkaldende bakterier og svampe at udvikle resistens mod 10, 20, potentielt flere hundrede forskellige antibiotika på én gang. Og det er hér, vi mennesker kunne tage ved lære.

Når vi mennesker udvikler pesticider til at beskytte vores afgrøder mod plantesygdomme, eller medicin mod sygdomsfremkaldende bakterier og svampe, så har vi historisk set gjort brug af få, bredspektrede antibiotika, der meget ofte kun indeholder et enkelt antibiotikum hver, men til gengæld kan bruges mod mange forskellige mikrober. Men når vi primært udsætter de sygdomsfremkaldende mikrober for et enkelt antibiotikum, så er det meget nemmere for mikroberne at udvikle resistens. På den måde bliver det sværere og sværere at beskytte vores afgrøder og os selv mod sygdomme. Tænk hvis vi i stedet for nogle få effektive pesticider og

antibiotika, havde et uendeligt skatkammer, omhyggeligt udviklet og testet gennem mere end 150 millioner år. Myrerne og deres mikrober har potentialet til at gøre drømmen om et uendeligt skatkammer af pesticider og antibiotika til virkelighed.



**Figur 1.** Myrerne har mange kirtler, der kan producere antibiotiske stoffer. Samtidigt lever der mikrober på myrernes ben, krop, og hoved, og nogle af disse producerer også antibiotiske stoffer.

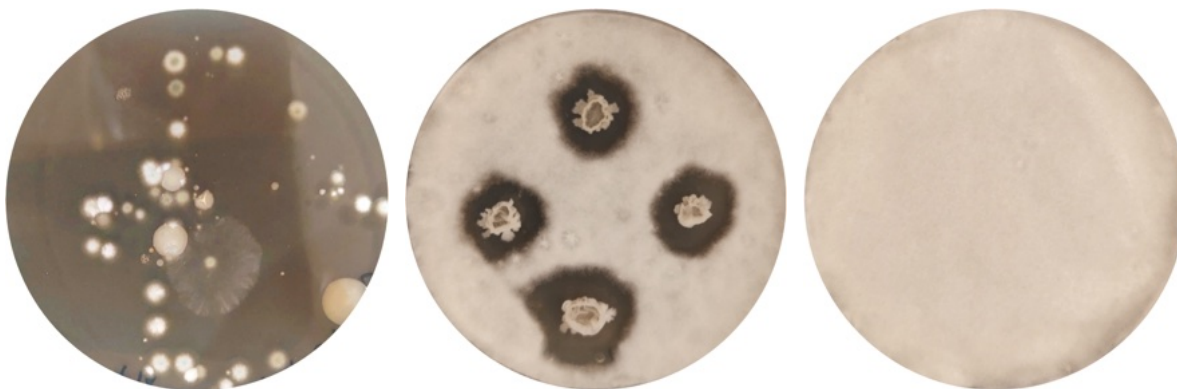
### Fra Oldtidens Kina til fremtidens verden

For omtrent 1700 år siden opdagede kinesiske frugtavlere noget mærkværdigt; Når der boede vævermyrer i deres citrusræer, fik de pænere frugter og en bedre høst. Den erkendelse ledte til, at flere frugtavlere ville have myrer i deres træer, og inden længe kunne man på lokale markeder købe sække med myrer, så man kunne sætte dem ud sine citrusræer. Siden dengang har forskning fra hele verden vist at mange forskellige myrearter er effektive til at bekæmpe skadedyr i afgrøder som æbler, mango, kaffe og kakao. I nyere tid, har flere studier endda vist, at når der er myrer i frugttræerne, så er der også mindre sygdom som svamp og råd på både træer og frugter. Men hvordan kan myrer bekæmpe plantesygdomme? I min ph.d. har jeg undersøgt netop dét; Hvordan myrer er i stand til at mindske mængden af plantesygdomme på forskellige afgrøder.

På trods af myrernes mangfoldighed og store antal, ved vi forsvindende lidt om de bakterier og svampe der lever på myrerne og i deres tuer. I min forskning, har jeg derfor lavet den første store kortlægning af mikrobiomet hos både danske skovmyrer (*Formica polyctena*) og senegalesiske vævermyrer (*Oecophylla longinoda*). Målet har været at forstå, hvor almindeligt det er, at myrerne huser antibiotikaproducerende mikrober, om myrerne spreder mikroberne til deres omgivelser via mikrobielle fodspor, og hvorvidt mikroberne kan bruges til at bekæmpe plantesygdomme.

Jeg startede derfor min ph.d. med at indsamle skovmyrer i Danmark og vævermyrer i Senegal, der repræsenterer to meget forskellige myrer, der er tilpasset meget forskellige miljøer. Skovmyrerne er karakteristiske, fordi de både er forholdsvis store efter danske myrestandarder, og samtidigt bygger store nåletuer, som er nemme at spotte i skovene. Tuen er cirka lige så stor under jorden, som over jorden, så en stor del af myrernes tid bliver brugt nede i jorden. De tropiske vævermyrer er helt anderledes. De lever i troperne, blandt andet Vestafrika, og de bygger deres reder oppe i træerne. Her "væver" de blade sammen med silke fra deres myrelarver, så bladene danner lukkede hulrum. Vævermyrerne er således kun meget sjældent nede på jorden. Skovmyrerne og vævermyrerne er altså meget forskellige, lever på meget forskellig vis, og netop det kunne have indflydelse på hvilke mikroorganismer, der lever sammen med dem.

Mine undersøgelser viser, at begge myrearter huser antibiotikaproducerende bakterier på deres fødder og kroppe, og at de efterlader mikrobielle fodspor blot ved at gå hen over en overflade. En række af de myrefodbakterier og svampe jeg isolerede, viste sig at kunne hæmme væksten af flere alvorlige plantesygdomme, herunder svampe som æbleråd, gråskimmel, og mangoråd. Sidstnævnte er særligt interessant, da myrerne jeg undersøgte i Senegal helt naturligt, lever i mangoplantager, og deres mikrobielle fodspor kan således være med til at beskytte træerne mod mangoråd.



**Figur 2.** Billedet til venstre viser de mikrobielle fodspor fra en enkelt vævermyrer. Hver af de små mikrober fra myrens fodspor er efterfølgende blevet isoleret, så effekten af de enkelte mikrober kunne testes mod forskellige plantesygdomme. Andet billedet hvis den hæmmende effekt af en af vævermyrernes fodbakterier (de fire hvide pletter), her testet mod mangosygdommen, mangoråd (*Colletotrichum gloeosporioides*) (den hvide svamp der gror på det meste af agarpladen). De mørke ringe omkring bakterien er svampefrie inhiberingszoner, der viser at bakterien producerer antibiotiske stoffer, der slår svampen ihjel. Til sammenligning, viser det sidste billede en agarplade med mangoråd, men uden myrebakterier.

Myrernes mikrober kan altså være med til at mindske mængden af sygdom på de planter myrerne patruljerer. Men hvor vigtig en rolle spiller mikroberne i forhold til myrernes egne kemiske stoffer? For at undersøge det, lavede vi i min forskningsgruppe et forsøg, hvor vi fjernede myrernes ydre mikrobiom ved at overfladesterilisere dem med UVC-lys, og testede derefter myrernes effekt på plantesygdomme. Resultaterne viste, at myrernes beskyttende effekt i høj grad skyldes deres mikrober: Når skovmyrerne blev overfladesteriliseret, havde de kun meget lille effekt på plantesygdommene. Vi gik derfor skridtet videre, og testede om nogle af myrebakterierne, kunne sprøjtes på plukkede æbler, og derved beskytte æblerne mod råd. Her, viste myrebakterierne sig at være lige så effektive som traditionelle fungicider, en enkelt af bakterierne var endda meget bedre. Med mikrobernes imponerende effekt mod plantesygdomme, blev vi nysgerrige på om myrernes mikrober også kunne beskytte mennesker mod sygdomme. Vi testede derfor om nogle af myrernes fodbakterier også kunne hæmme en række sygdomsfremkaldende mikrober som *E. coli* og Stafylokokker, der er særligt resistente overfor antibiotika. Resultaterne var klare: Myrernes mikrober viste endnu engang tydelig effekt, hvilket understreger deres store potentiale.

Min forskning viser således, at myrerne gennem mere end 150 millioner års evolution har udviklet et biologisk skatkammer af løsninger, der også kan gavne os. Myrernes mikrober kan både bruges til at udvikle bæredygtige alternativer til kemiske pesticider og blive en vigtig brik i opdagelsen af nye antibiotika. På den måde kan ét lille skridt for myrerne, blive til innovative kvantespring for os mennesker.