

Nye veje til bæredygtig skadedyrsbekæmpelse i landbruget

Længe har syntetisk fremstillede pesticider været vores primære værn mod skadedyr i landbruget. En mere bæredygtig bekæmpelsesmetode med naturligt forekommende bakterier er måske en vej frem.

Af Katrine Bitsch Thomsen, Nadieh de Jonge og Torsten Nygård Kristensen, Institut for Kemi og Biovidenskab, Aalborg Universitet

Det er estimeret, at der i 2050 vil være cirka 10 milliarder mennesker på kloden, hvilket vil medføre en stigning i fødevarerbehovet på op mod 70 procent. Med flere mennesker vokser behovet for en større fødevarerproduktion. Samtidig står vi med udfordringer knyttet til tab af biodiversitet, markante næringsstofbelastninger, udvaskning af pesticider og en akut klimakrise. Komplexiteten i disse kriser er enorm og kræver nytænkning på mange niveauer. En mere plantebaseret kost kan afhjælpe nogle af udfordringerne, og i den sammenhæng udgør skadedyr, der forvolder skader på afgrøder, blandt andet ved at de spiser dem og bidrager til spredning af plantevira, et kæmpe problem. På global skala forårsager skadedyr et tab af fødevarer på op mod 40 procent, og derfor er effektiv skadedyrsbekæmpelse



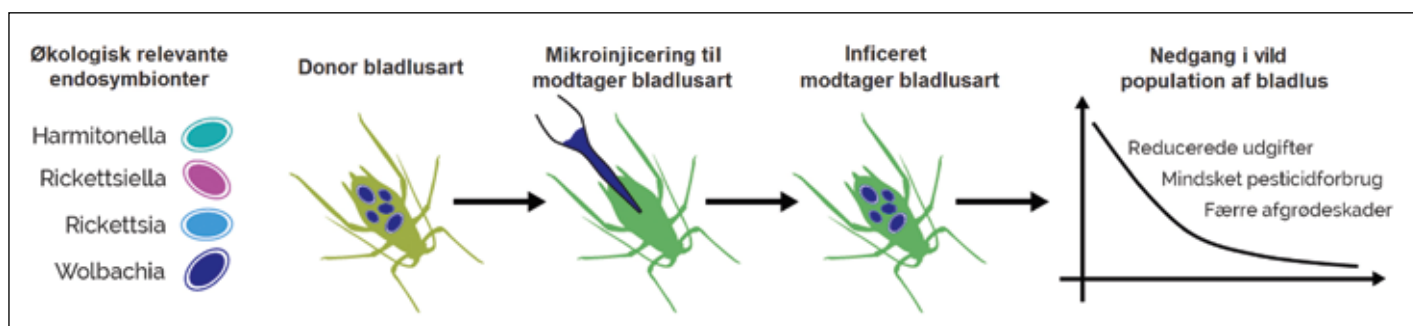
Foto: Perron A. Ross, Melbourne Universitet, Australien.

Figur 2. Ferskenbladlus, hvor bladlusen til højre på billedet er inficeret med endosymbionten *Rickettsiella viridis*, mens bladlusen til venstre ikke er inficeret. Bemærk den markante farveforskel, som skyldes infektionen med endosymbionten.

essentiell for optimering af den fremtidige fødevarerproduktion. En effektiv og meget anvendt type af skadedyrsbekæmpelse i landbruget har siden 1940'erne været brug af syntetisk fremstillede pesticider, som har været afgørende for

at øge udbytter og dermed sikre billige høj kvalitetsprodukter, hvilket har bidraget til at sikre velstand og reducere sult og hungersnød lokalt og globalt.

Den omfattende anvendelse af pesticider i planteproduktionen har dog også ►



Figur 1. Processen, hvor interessante endosymbionter overføres fra en bladlusart, som naturligt har dem, til en anden bladlusart, der ikke har endosymbionterne. Dette sker ved at samle kropsvæske med endosymbionter fra donorbladlus og injicere dem ind i modtagerbladlusen. Når endosymbionter etablerer sig i den inficerede modtagerbladlusart, kan det føre til en nedgang i bestanden af bladlus. Denne nedgang forventes at bidrage til økonomiske besparelser, mindre brug af pesticider, og færre skader på afgrøderne.

bidraget til forurening af grundvandet, fald i biodiversitet og negativ indvirkning på økosystemer generelt. Samtidig har det markante brug af bestemte aktive stoffer forårsaget, at mange skadedyrspopulationer har udviklet resistens over for pesticiderne, hvorved anvendte doser løbende er øget, og nye pesticidprodukter er kontinuert blevet udviklet. Grundet mange pesticiders skadelige påvirkning af miljøet har EU-landene forpligtet sig til at udfase en lang række pesticidtyper og halvere forbruget af aktivt stof inden 2030. Dette skaber et behov for udvikling af alternative metoder til bæredygtig ukrudts- og skadedyrsbekæmpelse. I denne artikel har vi særlig fokus på bekæmpelse af insekter, som udgør et problem i landbrugs- og gartnerierhvervene.

Bæredygtige alternativer til pesticider

Et alternativ til brug af syntetisk fremstillede pesticider er biopesticider, som er bekæmpelsesmidler udvundet fra naturlige kilder som bakterier og planter. I forhold til syntetisk fremstillede pesticider har disse produkter en mild effekt på miljøet, men anvendelse af metoden forudsætter en høj grad af indsigt i de specifikke stoffer, og de er generelt mindre virkningsfulde end syntetiske produkter.

En anden metode er ”Sterile insect techniques”. Metoden bygger på at masseproducere hanner af et givent skadedyr (typisk insekter), som er gjort sterile ved at eksponere dem for fotonbestraling. Sterile hanner slippes derefter fri i stort antal i områder, hvor arten udgør et problem for landbrugsproduktion eller fordi den er vektor for en virus, der for eksempel forårsager humane sygdomme. Princippet er så, at de sterile hanner konkurrerer med naturlige ikke sterile

hanner om adgang til hunner. Dette resulterer i, at mange parringer ikke bidrager med afkom og at populationen derfor kolliderer eller reduceres markant i størrelse. Teknikken har med succes været anvendt til at kontrollere flere arter af frugtfluer i blandt andet Australien, USA og Mexico.

I denne artikel vil vi give et indblik i ny forskning fra vores gruppe, hvor vi arbejder med, hvordan manipulation med bakterier, der lever i skadedyr (såkaldte endosymbionter), kan udnyttes og bidrage til udfasning af pesticider eller supplere brugen af dem. Målet med dette er at opnå behandlingsteknikker, der ikke belaster miljøet og biodiversitet i lige så høj grad som syntetisk fremstillede pesticider. Metoden har stort potentiale til at bidrage med at nå EU’s målsætning om at reducere brugen af pesticider og dermed til at reducere forurening forårsaget af deres anvendelse.

Endosymbionter som naturlige allierede i kampen mod skadedyr

I vores forskning undersøger vi muligheder for at manipulere med endosymbionter og teknikens potentiale i forbindelse med kontrol af skadedyr og dermed skader på afgrøder forårsaget af herbivori og overførsel af plantevirus.

Endosymbionter er typisk bakterier, der lever i cellerne på organismer (ofte insekter), i et symbiotisk forhold involverende fordele for både endosymbiont og vært. Sådanne relationer mellem arter udvikles via evolutionære processer, der strækker sig over tusinder til millioner af år. I denne proces kan endosymbionterne blive helt afgørende for insektværtens succes, og bidrage til for eksempel tilgængelighed og udnyttelse af næringsstoffer, reproduktion, og

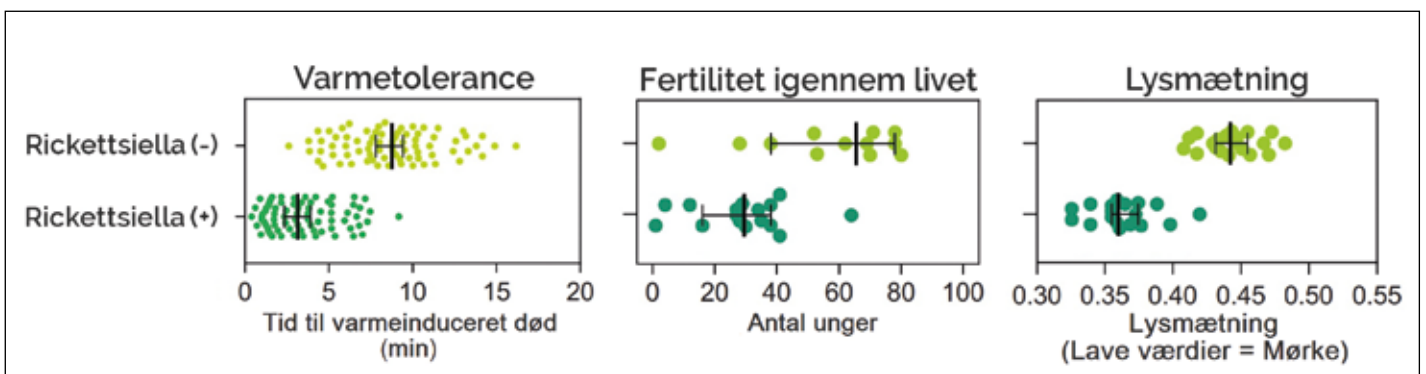
de kan påvirke deres evne til at modstå abiotiske eller biotiske stressorer.

Det er tidligere vist, at manipulationen af endosymbionter i myg kan udnyttes til at kontrollere overførslen af denguevirus fra myg til mennesker. I tilfældet med myggene overførtes en endosymbiont, kaldet *Wolbachia*, fra bananfluer til myg. Introduktionen af *Wolbachia* til disse myg har reduceret mygpopulationer og deres evne til at sprede sygdomsfremkaldende virus. Metoden er således med stor succes blevet benyttet i blandt andet Australien, Singapore og Malaysia, hvor den har vist sig meget effektiv som et alternativ våben i kampen mod blandt andet denguefeber.

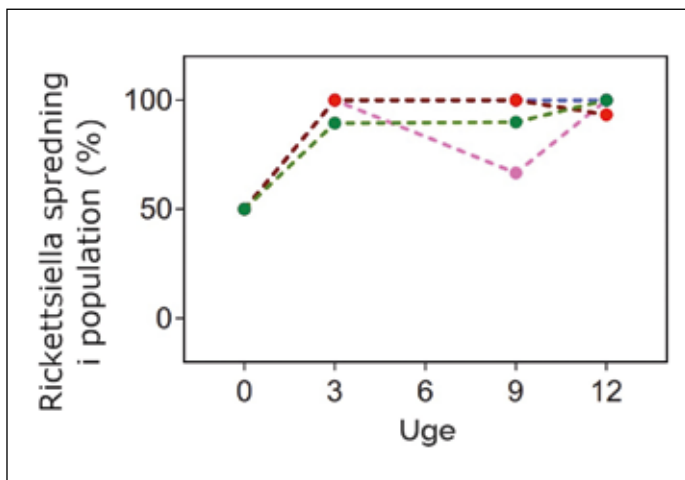
Vi er i gang med, sammen med australske samarbejdspartnere, at benytte den samme tilgang til at kontrollere skadedyr i landbruget og nye resultater viser, at teknikken har et stort potentiale i forbindelse med kontrol af bladlus, og dermed at den kan udgøre et alternativ/supplement til bekæmpelse med traditionelle pesticider.

Ferskenbladlus - en global pest som koster kassen

Vi har arbejdet med en art af bladlus kaldet ferskenbladlus (*Myzus persicae*), som globalt er et af de økonomisk belastende skadedyr. Det, vi har gjort, er at overføre en naturlig endosymbiont kaldet *Rickettsiella* fra en anden bladlusart (ærtebladlus) til ferskenbladlusen gennem en teknik kaldet mikroinjektion. Med denne teknik overføres *Rickettsiella* via en meget tynd pipettespids fra donor (en ærtebladlus) til modtager (en ferskenbladlus) (figur 1). Første observationer fra disse studier viser, at *Rickettsiella* fik bladlusene til at skifte farve (figur 2, side 15), ligesom de halverede deres reproduktion og blev mindre tolerante overfor varmemstress (figur 3).



Figur 3. Figureerne viser eksempler på effekter af infektion med endosymbionten *Rickettsiella viridis* på ferskenbladlus. ”Rickettsiella (-)” repræsenterer bladlus uden endosymbionten, mens ”Rickettsiella (+)” repræsenterer bladlus med endosymbionten. Til venstre vises, hvor lang tid bladlusene kan overleve ved en høj temperatur (et mål for varmemstressolerance). I midten ses det totale antal afkom, bladlusene får igennem livet, og til højre hvor mørkegrønne bladlusene er. Resultaterne viser således, at bladlus med endosymbionter producerer færre afkom, bliver mørkere og har en lavere tolerance over for varme. Hver prik i figurene udgør et individ og median og spredning er repræsenteret med vertikale linjer.



Figur 4. Grafen viser spredningen af endosymbionten *Rickettsiella* i populationer af ferskenbladlus over tid. 50 procent af individerne i populationerne er inficeret ved forsøgets start. De fire farver repræsenterer forskellige populationer. Grafen viser, at det relative antal af bladlus med infektionen stiger markant i løbet af tre uger, hvorefter den forbliver relativt stabil.

Samtidig så vi, at for bladlus, der bærer *Rickettsiella*, overføres bakterierne ikke kun til deres eget afkom, men også til andre bladlus, der lever af og på den samme plante; der er altså tale om både vertikal og horisontal transmission. Den kontinuerlige og effektive spredning af *Rickettsiella* gør, at frekvensen af bladlus med *Rickettsiella* hurtigt stiger i en population, samtidig med at den samlede population af bladlus reduceres i antal, fordi deres evne til at overleve og reproducere reduceres (figur 4).

Resultaterne fra disse laboratoriebaserede undersøgelser tyder altså på, at vi ved at introducere en endosymbiont til ferskenbladlus, såsom *Rickettsiella*, kan undertrykke bladluspopulationer og dermed forventeligt reducere omfanget af de skader, som de forårsager på vores afgrøder. Andre forskningsgrupper har vist, at tætheden af endosymbionten *Buchnera* i melonbladlus (*Aphis gossypii*) har stor indvirkning på bladlusenes følsomhed over for pesticiderne imidacloprid og sulfoxaflor (begge potente nervegifte). Så ved at regulere tætheden og sammensætningen af bestemte endosymbionter tyder det på, at vi kan påvirke følsomheden overfor givne pesticider, så en mindre dosis kan være tilstrækkelig til at kontrollere en opblomstring af en population på et kritisk tidspunkt i vækstsæsonen. Så altså - hvis pesticider er påkrævet, kan vi bruge mindre af dem.

Vi undersøger i øjeblikket ligeledes, om endosymbiont-bakterier i ferskenbladlus kan blokere for overførslen af skadelige plantevirus, på samme måde som vi så med myggene og overførsel af denguevirus. Første resultater er lovende, men det er endnu for tidligt at drage konklusioner.

Fra laboratoriet til feltet

Vi har store forventninger til, hvordan de teknikker som kort er beskrevet her, kan forfines og udnyttes som endnu værktøj til bæredygtig bekæmpelse af bladlus og på sigt andre skadedyr. Vi er nu i en fase, hvor vi skal lave forsøg under produktionsforhold i drivhuse og på friland, hvilket vil give indsigt i, om de lovende resultater fra laboratoriet kan overføres til "den virkelige verden", samt undersøge om den forventede reduktion i antallet af ferskenbladlus, når vi manipulerer med endosymbionter, rent faktisk bidrager til et større udbytte af de afgrøder, vi undersøger. Som en del af dette arbejde indgår også en risikovurdering, der undersøger, om endosymbiont manipulationer påvirker bladlusenes interaktioner med andre dyr, og om de introducerede endosymbionter overføres til andre dyr og planter. Viden opnået fra andre arter indikerer, at der er en meget begrænset risiko. I denne sammenhæng er det vigtigt at holde sig for øje, at endosymbionterne allerede er i naturen og at alternativet, nemlig at fortsætte med intensiv brug af syntetiske pesticider, udover at være politisk uønsket, har stor negativ effekt på økosystemers funktionalitet.

Vi forventer, at vores radikalt anderledes tilgang til bæredygtig bekæmpelse af bladlus på den lange bane kan bidrage til en økonomisk og miljømæssig bæredygtig bekæmpelse af skadedyr. Det kræver masser af forskning at komme dertil og et lidt andet syn på bekæmpelse, hvor der vil være mere fokus på de mikroorganismer, der lever inde i værten end på selve skadedyret.

Tak til Villum Fonden (bevilling 40841) og Carlsbergfondet (bevilling CF22-1230) for støtte til vores forskning.

E-mail:

Torsten Nygård Kristensen: tnk@bio.aau.dk

Kilde

Gu X, Ross PA, Gill A, Yang Q, Ansermin E, Sharma S, Soleimannejada S, Sharma K, Callahana, A., Browna C, Uminaa PA, Kristensen TN, and Hoffmann AA2023. A rapidly spreading deleterious aphid endosymbiont that uses horizontal as well as vertical transmission. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2023;120(18):e2217278120. doi:10.1073/pnas.2217278120.

Programmerbar slangepumpe



- Intuitivt grafisk interface med touch-screen betjening.
- Avanceret modulbaseret programmering til opsætning af egne komplekse fylde- og væskeoverførselsopgaver.
- Flowhastighed på 0,16 ul/min - 3000 ml/min.



KONTAKT OS PÅ 3679 0000 ELLER INFO@DRIFTON.DK - SE MERE PÅ DRIFTON.DK