

Figur 1. Æglæggende hunner af almindelig ædelgranlus på nordmannsgran. De sorte kugler med hvid uld er voksne hunner, de orange små kugler er æg lagt af hunnerne.



**Almindelig ædelgranlus**  
***Adelges nordmannianae***

# BIOLOGISK BEKÆMPELSE af almindelig ædelgranlus på danske juletræer

I et forskningsprojekt støttet af Miljøteknologisk udviklings- og demonstrationsprogram (MUDP) har vi undersøgt muligheden for at introducere fluen *Leucopis hennigrata* til Danmark. Håbet er, at det naturlige rovdyr kan nedbringe tætheden af ædelgranlus på danske juletræer.



Af Mathias Just Justesen, Københavns Universitet

Den almindelige ædelgranlus (figur 1) er ikke naturligt hjemmehørende i Danmark og kommer oprindeligt fra Kaukasus, hvor nordmannsgran har sin naturlige udbredelse. Man mener, at lusen i løbet af 1800-tallet ved et uheld er blevet flyttet til Nordeuropa. Dette er sket uden de naturlige rovdyr er flyttet med, og derfor klarer arten sig ekstra godt under danske forhold, hvor den er kendt for at kunne forvolde stor økonomisk skade for juletræsproducenterne.

Tidligere har man med relativ stor succes bekæmpet almindelige ædelgranlus ved brug af pesticider, men juletræsproducenterne i Nordeuropa står over for en udfordring,

da man ønsker at nedbringe brugen af pesticider. I vores studie har vi derfor undersøgt, om fluen *Leucopis hennigrata* (figur 2), et naturligt rovdyr på ædelgranlus i Kaukasus og Central Europa, må indføres i Danmark. Desuden har vi vurderet, om en indførelse vil forventes at nedbringe bestanden af ædelgranlus i juletræerne.

Denne flue blev udvalgt på baggrund af et studie gennemført af Hans Peter Ravn og kollegaer i 2012. I dette studie gennemgik de alt tilgængelig litteratur og fandt, at *L. hennigrata* havde størst potentiale som biologisk kontrolagent mod alm. ædelgranlus. Dette blev vurderet på baggrund af:

- 1) *L. hennigrata* er det rovdyr, som er beskrevet mest på almindelige ædelgranlus.



Figur 2. Billedet viser en hun af *Leucopis hennigrata* i færd med at lægge æg på en almindelig ædelgranluskoloni i Georgien.

- 2) *L. hennigrata* har kun en generation om året, hvilket tidligere forskning har vist øger sandsynligheden for en succesfuld introduktion.
- 3) Andre studier har succesfuldt brugt *Leucopis*-arter til at kontrollere andre "ædelgranlus"-arter.

Selve den voksne *L. hennigrata* flue er omkring 2 mm lang og er ikke selv i stand til at spise lus (figur 2). Fluen lægger dog æg på ædelgranluskolonier i foråret, og den larve der klækker (figur 3) er på trods af at være blind, et glubsk rovdyr på de ubevægelige lus.

Det er længe kendt, at ikke-hjemmehørende skadedyr ofte bliver meget problematiske, fordi deres naturlige rovdyr mangler til at regulere deres bestande. Man har

derfor i årtier bekæmpet ikke-hjemmehørende skadedyr, ved at efterintroducere rovdyr af skadedyret fra den naturlige udbredelse. Denne proces kaldes *klassisk biologisk bekæmpelse*. Da man startede med klassisk biologisk bekæmpelse, var der ingen regler eller reguleringer, og man flyttede derfor mange arter uden at teste dem i håb om at maksimere sandsynligheden for en effekt. Denne tilgang medførte desværre nogle uheldige eksempler, hvor de introducerede rovdyr ikke kun spiste den ønskede organisme, men også utilsigtede hjemmehørende arter. Dette havde store negative konsekvenser for økosystemet. Det har medført, at man i dag skal teste to ting, inden man kan flytte et potentielt rovdyr fra et land til et andet:

- 1) Hvor god er det rovdyr, man ønsker at introducere, til at spise det skadedyr, man har problemer med? Dette bliver kaldt *rovdyrets effektivitet*.
- 2) Spiser rovdyret kun den ønskede organisme, eller har arten et bredt fødevalg, hvorfor der vil være risiko for angreb på utilsigtede arter? Dette bliver kaldt *rovdyrets specificitet*.

Vi har undersøgt disse to spørgsmål for markfluen *Leucopis hennigrata* i Schweiz og Georgien.

### Effektiviteten

Vi testede effektiviteten af *L. hennigrata* i laboratoriet og i naturen.

I felten indsamlede vi kviste med kolonier af ædelgranlus både i Schweiz og i Georgien. Disse grene blev klippet af og taget med hjem til laboratoriet, hvor vi under et stereolup opgjorde mængden af rovdyr. Resultaterne fra Schweiz (figur 4 tv.) viste, at i forårsperioden, hvor ædelgranlussen lægger æg, var det mest almindelige rovdyr *L. hennigrata*. I slutnin-



Figur 3. Billede af *Leucopis hennigrata* larve i færd med at spise almindelig ædelgranlus på nordmannsgran. De sorte kugler med hvid uld er voksne ædelgranlus, de orange små kugler er æg. Den sorte cirkel viser ægget fra *L. hennigrata*.

gen af april udgjorde *L. hennigrata* faktisk over 60% af alle de rovdyr vi indsamlede i Schweiz. Resultaterne fra Georgien var mere varierende. På nogle lokaliteter var det billen *Laricobius caucasicus* eller en ukendt art af galmyg, der var de mest almindelige rovdyr, mens det på andre var *L. hennigrata*.

I laboratoriet isolerede vi i petriskåle (figur 4 th.) *L. hennigrata* larver med et kendt antal æg fra alm. ædelgranlus. Dette blev gjort for at vurdere, hvor mange æg larverne er i stand til at spise. Efter 24 timers isolation gentalte vi æggene og vurderede hvor mange æg, der var blevet spist (kun skallen er tilbage). Vores resultater viste, at larverne kunne spise op mod 100 æg om dagen. Observationer af larverne under forsøget viste, at de blinde larver havde svært ved at finde æggene og derfor brugte meget tid på at bevæge sig rundt. Derfor er antallet af spiste æg under naturlige forhold formentlig højere, da larverne hér findes ved høje tætheder af æg og derfor vil bruge mindre tid på at lede efter føden. Desuden observerede vi også, at larverne punkterede æg uden at spise dem færdige, hvilket igen betyder, at antallet af dræbte ædelgranlus per dag kan være endnu højere.

## Specificiteten

Vi testede specificiteten af *L. hennigrata* i laboratoriet og i naturen.

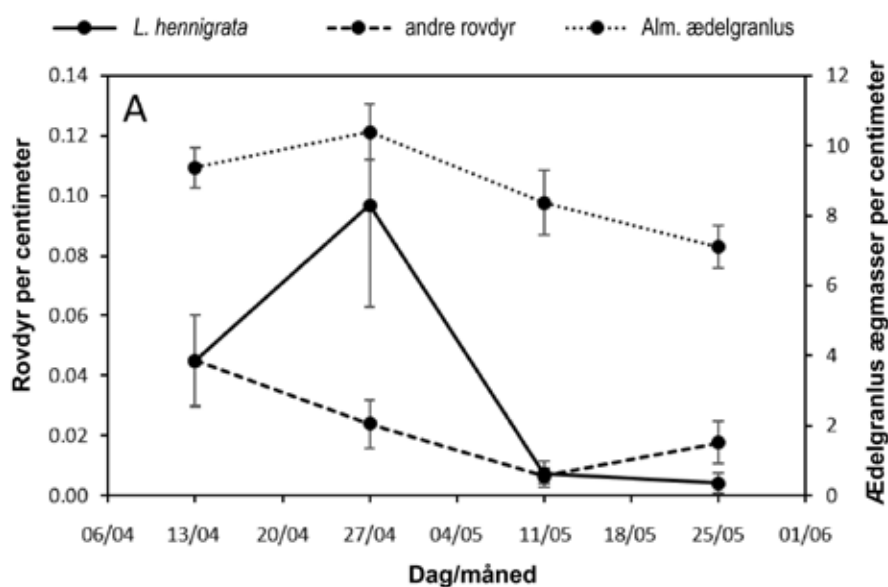
I laboratoriet har vi forsøgt at tvinge *L. hennigrata* fluer til at lægge æg på forskellige andre arter af indsamlede lus. Derefter har vi fulgt eventuelle larvers udvikling på disse lus. Det blev konkret gjort ved at klippe grene med lusekolonier af, fjerne alle rovdyr-larver og æg og dernæst placere grenene i et insektbur (figur 5 øv. th.) sammen med 15-30 voksne fluer. Vores resultater viste, at fluen

godt ville lægge æg på andre arter (figur 5). Især ville den gerne lægge æg på ulden ædelgranbladlus (*Mindarus abietinus*). En del af forklaringen på, at æglægning fandt sted på andre slags lus, er formentlig, at hunnerne har ophobet æg i deres ovarier og er blevet nødsaget til at lægge dem. Dette bekræftes af, at der også blev lagt æg i vores kontrolbehandling (grene uden lus). Vi observerede at de klækkede *L. hennigrata* larver kunne spise æggene af flere forskellige lus, men kun på ulden ædelgranbladlus observerede vi, at larverne til sidst forpuppede sig. På de andre kolonier, døde larverne inden de forpuppede sig.

Specificiteten af *L. hennigrata* i naturen blev testet ved at gennemgå lusekolonier af andre arter end alm. ædelgranlus, der var placeret tæt på lokaliteter hvor *L. hennigrata* var blevet observeret på alm. ædelgranlus. Vi indsamlede i alt 151 kviste fordelt på lærk, ædelgran og gran, med 3 forskellige arter af lus, hvoraf den ene var ulden ædelgranbladlus. På ingen af disse kolonier blev der observeret æg eller larver af *L. hennigrata*. Andre studier har også undersøgt forskellige lusekolonier for rovdyr, og en gennemgang af alle disse studier viste at, *L. hennigrata*, udover et tilfælde fra Tyrkiet, kun er kendt fra alm. ædelgranlus.

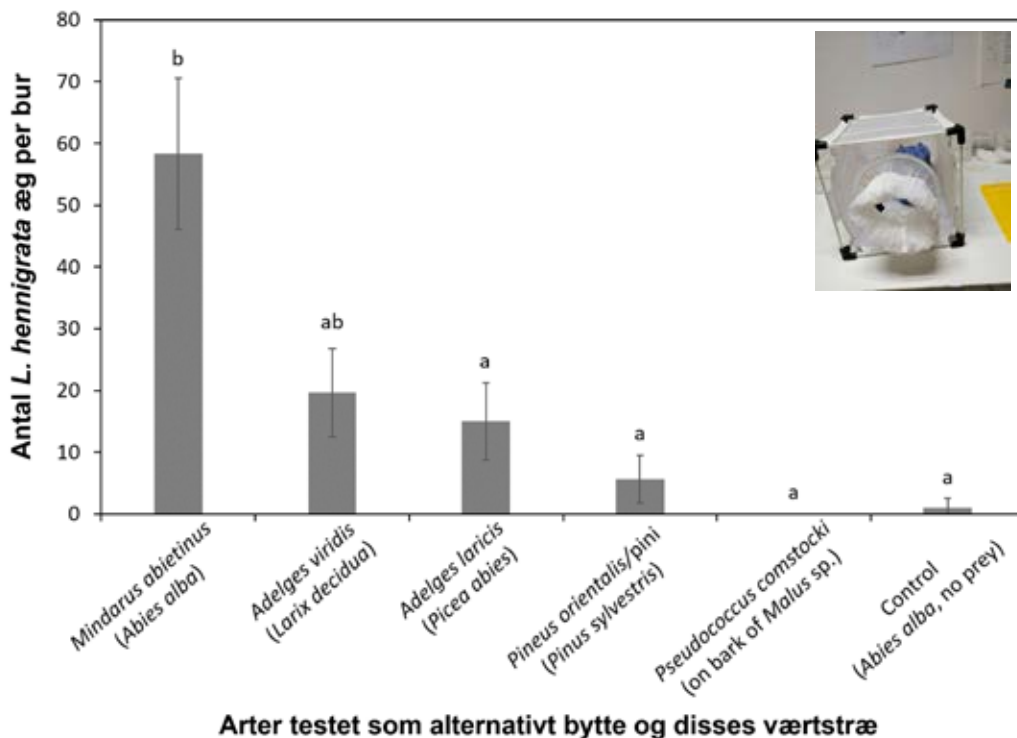
## Andre resultater

Vi testede også, ved brug af DNA, om det var den samme art af *Leucopis*, der fandtes i Georgien, Tyrkiet, Schweiz og England. Vores resultater viste, at der var genetiske forskelle, hvilket tyder på, at populationerne i Europa er isoleret fra dem i Georgien, men resultaterne bekræftede, at der var tale om den samme art. Dette blev også bekræftet af en høstflue ekspert fra USA, der undersøgte de mandlige kønsorganer på fluerne.



Figur 4. Tv: Gennemsnittet med standardafvigelse af *Leucopis hennigrata* (sort linje) og andre rovdyr (stiplet linje) indsamlet på *Abies alba* kviste med høje tætheder af ædelgranlus i Schweiz. Den prikkede linje viser tætheden af ædelgranlus. Th.: Eksempel på *L. hennigrata* larver isoleret med æg fra ædelgranlus.

Figur taget fra studiet "Evaluation of *Leucopis hennigrata* (Diptera: Chamaemyiidae) as a classical biological control agent of *Adelges nordmannianae* (Homoptera: Adelgidae) in northern Europe".



Figur 5. Gennemsnittet med standardafvigelse af antal *Leucopis hennigrata* æg per bur (tre bure). I hvert bur var lusene isoleret med 15-30 voksne fluer. Søjler med samme bogstaver ikke signifikant forskellige. Øverst til højre ses et eksempel på et bur. Figur taget fra studiet "Evaluation of *Leucopis hennigrata* as a classical biological control agent of *Adelges nordmannianae* in northern Europe".

## Konklusion

Vores resultater viste, at *L. hennigrata* er et meget vigtigt rovdyr (høj effektivitet) på æggene af ædelgranlus. Dette blev bekræftet både i laboratoriet, hvor vi observerede at *L. hennigrata* dagligt indtager over 100 æg, men også i naturen, hvor *L. hennigrata* var det mest almindelige rovdyr af alm. ædelgranlus.

Derudover finder vi det usandsynligt at *L. hennigrata*, skulle angribe utilsigtede arter, hvis den blev introduceret til Danmark. Dette skyldes, at *L. hennigrata*-larver generelt havde svært ved at udvikle sig på andre arter, og at vi i vores undersøgelser af disse arter i naturen ikke fandt nogen *L. hennigrata*. Desuden findes arten allerede i England og et godt stykke op i Tyskland, og man vil derfor forvente, at arten naturligt spreder sig til Danmark inden for de næste par årtier. På baggrund af overstående, vurderer vi, at *L. hennigrata* vil kunne have en betydelig negativ effekt på populationsstørrelsen af alm. Ædelgranlus, og at risikoen for, at utilsigtede arter angribes, er lav.

Næste skridt vil være at ansøge om tilladelse til at importere rovdyret og udsætte det. Man vil starte med få udsætningslokaliteter, hvor man grundigt monitorer effekten af arten. Hvis der observeres en målbar effekt, vil større udsætninger af *L. hennigrata* i Danmark potentielt kunne nedbringe brugen af pesticider i forbindelse med produktion af juletræer.

Hvis du er mere interesseret i studiet, kan det fremsendes ved kontakt til forfatteren på majj@ign.ku.dk.

Kilde på studiet:

Justesen, M. J., Seehausen, M. L., Havill, N. P., Kenis, M., Gaimari, S. D., Matchutadze, Zembrzusi, D. & Ravn, H. P. (2023). Evaluation of *Leucopis hennigrata* (Diptera: Chamaemyiidae) as a classical biological control agent of *Adelges nordmannianae* (Hemiptera: Adelgidae) in northern Europe. *Biological Control*, 183, 105264. 📄

## Dokumenteret herkomst

### Din sikkerhed for en vellykket juletræsproduktion

- Teknisk og genetisk topkvalitet
- Bredt herkomstprogram
- Stor ekspertise og tæt samarbejde



SUSÅ PLANTESKOLE

Borupvej 62 • DK-4683 Rønnede  
Tlf. +45 20 14 60 52 • www.susaaplanteskole.dk



Skov & Landskab



Johansens  
Planteskole

Med rødder i viden

Damhusvej 103 • DK-7080 Børkop  
Tlf +45 75 86 62 22 • johansens-planteskole.dk