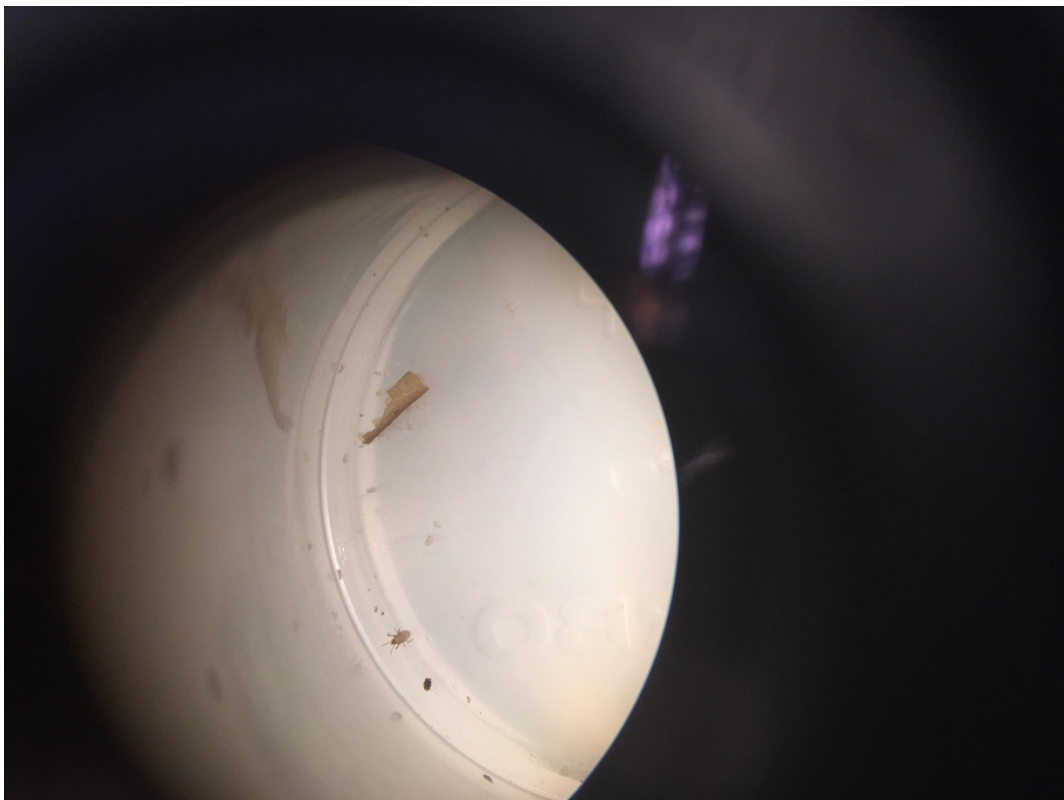


Kan rovkvalstren överleva svensk vinter? – Övervintringsstudier på *Stratiolaelaps* *scimitus* och *Neoseiulus cucumeris*

Clara Kjellström



Självständigt arbete • 15hp

Agronom mark/växt
Institutionen för ekologi
Uppsala 2019

Kan rovkvalstren överleva svensk vinter?

– Övervintringsstudier på *Stratiolaelaps scimitus* och
Neoseiulus cucumeris

Clara Kjellström

Handledare: Mattias Jonsson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi
Examinator: Maria Viketoft, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i biologi
Kursansvarig inst.: **Institutionen för vatten och miljö**
Kurskod: EX0894
Program/utbildning: Agronom mark/växt

Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2019
Omslagsbild: Clara Kjellström
Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: *Stratiolaelaps scimitus*, *Neoseiulus cucumeris*, köldhärdighet

Abstract

Keywords: Stratiolaelaps scimitus, Neoseiulus cucumeris, cold hardiness

Predatory mites have been used as biological control agents in Sweden since the 1970's, primarily in greenhouse cultivation. There is a risk that the mites establish in the environment. Therefore, a risk analysis needs to be performed. In Sweden, the winter acts as an establishment barrier. Therefore, the cold hardiness is important for determining the establishment potential. A smaller literature review and a lethal temperature experiment was performed for two commonly used mites.. LT50 (lethal temperature, the temperature when 50 % of the population dies) for *Stratiolaelaps scimitus* was estimated to -5.2 C°. The literature review showed that 1.2 % of *Neoseiulus cucumeris* survives a ten weeks period of 2 C° temperature. In total, I concluded that the two species could probably not survive in Sweden. However, more studies are required.

Sammanfattning

Nyckelord: Stratiolaelaps scimitus, Neoseiulus cucumeris, köldhärdighet

Rovkvalster har använts inom tillsättande biologisk bekämpning i Sverige sedan 1970-talet, främst i växthus. Eftersom det finns en risk att kvalstren sprids i miljön behöver risken för en eventuell etablering undersökas. I Sveriges fungerar vintern som en etableringsbarriär, därför spelar övervintringsförmågan stor roll för en arts etableringspotential. En litteraturstudie på kvalsterarterna *Stratiolaelaps scimitus* och *Neoseiulus cucumeris* utfördes, samt ett mindre experiment på lethal temperature (vid vilken temperatur en andel av en population dör) av *Stratiolaelaps scimitus*. LT50 (vid vilken temperatur 50 % av en population dör) för *Stratiolaelaps scimitus* efter 24 timmar bestämdes till $-5,2\text{ C}^\circ$. Litteraturstudien visade att 1,2 % av en population av *Neoseiulus cucumeris* överlever en tidsperiod av 10 veckor vid 2 C° temperatur. Sammantaget bedömdes att de båda kvalsterarterna troligtvis inte kan överleva i Sverige, men mer studier krävs.

Tack

Jag vill tacka mina kursare och familj för all hjälp och stöd under mitt arbete, och sist men inte minst min handledare Mattias Jonsson för all hjälp och oändliga tålamod.

Innehållsförteckning

| | |
|---|-----------|
| Abstract | 1 |
| 1 Inledning/Introduction | 6 |
| 1.1 Syfte | 6 |
| 1.2 Biologisk bekämpning | 6 |
| 1.3 Risker och säkerhet vid införande av främmande arter | 7 |
| 1.3.1 Risker | 7 |
| 1.3.2 Riskutvärdering | 8 |
| 1.4 Rovkvalster och dess användning | 9 |
| 1.4.1 Användning | 9 |
| 1.4.2 <i>Stratiolaelaps scimitus</i> | 9 |
| 1.4.3 <i>Neoseiulus cucumeris</i> | 10 |
| 1.5 Köldhärdighet | 11 |
| 1.5.1 Köldtoleransstrategier | 11 |
| 1.5.2 Bestämning av Köldtolerans och köldtoleransstrategi | 12 |
| 1.6 Svenskt vinterklimat | 13 |
| 2 Material och metoder | 15 |
| 2.1 Mätning av Lethal temperature | 15 |
| 3 Resultat | 18 |
| 3.1 Vinteröverlevnad hos <i>Neoseiulus cucumeris</i> | 18 |
| 3.2 Vinteröverlevnad hos <i>Stratiolaelaps scimitus</i> | 19 |
| 3.2.1 Resultat temperaturexperiment | 19 |
| 3.2.2 Resultat litteratursökning | 20 |
| 4 Diskussion | 21 |
| 4.1 <i>Kan arterna överleva i Sverige</i> | 21 |
| 4.2 Felkällor | 22 |
| 4.3 Vad skulle en etablering leda till? | 23 |
| Appendix 1 | 24 |
| Refenslista | 25 |

1 Inledning/Introduction

1.1 Syfte

De eventuella riskerna med användning av exotiska arter inom biologisk bekämpning behöver utredas. I Sveriges kalla klimat är förmågan att övervintra avgörande för risken att arten etablerar sig. Syftet med uppsatsen är att utreda om rov kvalsterarterna *Stratiolaelaps scimitus* och *Neoseiulus cucumeris* kan etablera sig i Sverige och vilka risker det innebär för det övriga ekosystemet. Detta genom en mindre experimentell studie av Lethal temperature (uttrycks i LT_x och är den temperatur där x andel av populationen) av populationen dör (Leather et al. 1995) och en litteraturstudie.

Frågeställning Kan *Stratiolaelaps scimitus* och *Neoseiulus cucumeris* överleva en svensk vinter och vad skulle en etablering leda till?

1.2 Biologisk bekämpning

Biologisk bekämpning innebär att man minskar en population skadegörare och deras påverkan med hjälp av andra, levande organismer (Eilenberg et al. 2001). Vanligaste ordningen inom biologisk bekämpning globalt är steklar, *Hymenoptera*, följd av kvalster, *Acari* och sedan skalbaggar, *Coloptera* (van Lenteren 2012), men även mindre organismer som svampätande bakterier och nematoder kan användas (Jonsson 2019).

Biologisk bekämpning brukar delas in i tre olika metoder; Klassisk biologisk bekämpning, tillsättande biologisk bekämpning och bevarande biologisk bekämpning (Thacker 2002). Enligt Thacker är syftet med klassisk biologisk kontroll att introducera naturliga fiender till en skadegörare ifrån det område den kommer från och etablera den i den nya miljön, för att på

så vis reglera skadegöraren. I tillsättande biologisk bekämpning tillsätts organismerna i en redan existerande population eller som ny art, men syftet är inte att arten ska etablera sig utan endast reglera skadegöraren under en period (Jonsson 2019). I bevarande biologisk bekämpning tillsätts inga exotiska naturliga fiender, syftet är istället att skapa en bra miljö för redan existerande naturliga fiender. Exempel på bevarande biologisk bekämpning är att anlägga blomsterremsor vid fält, på så sätt kan exempelvis parasitoider samla nektar vilket krävs för att de ska fullfölja sin livscykel (Thacker 2002). I Sverige har tillsättande och bevarande metoden använts sedan 1970-talet i växthus, antagligen eftersom det är enkelt att hålla kvar och kontrollera nyttoorganismerna i det slutna system ett växthus är (Johansson 2011).

Användning av biologisk bekämpning är vanligt förekommande i växthusodling eftersom det är ett slutet system och att den biologiska kontrollorganismen överlever växthusklimatet, framför allt i grönsaksodling. I prydnadsväxtodling används främst biologisk bekämpning på hösten och våren, då förhållanden är mest gynnsamma – det är varken för varmt, vilket leder till att de biologiska medlen har svårt att hinna med, eller för mörkt och kallt för att de naturliga fienderna ska trivas (Jansson 2019).

1.3 Risker och säkerhet vid införande av främmande arter

1.3.1 Risker

Som tidigare nämnts kan klassisk och tillsättande biologisk bekämpning innebära att främmande arter tillsätts i en ny miljö. Detta medför flera risker som ibland kan vara svåra att förutse och ibland kan vara oväntade och påverka andra delar av ekosystemet (Simberloff and Stiling 1996).

Miljömässigt kan problem uppstå om icke-målarter påverkas (De Clercq et al. 2011) genom exempelvis predation och parasitering, eller genom konkurrens om resurser vilket kan vara svårsmätbara parametrar (Simberloff and Stiling 1996). Dessutom kan de tillsätta naturliga fienderna föra med sig sjukdomar och hybridisera med andra arter (De Clercq et al. 2011). Hur icke-målarter påverkas varierar från några procents förändringar av en population av icke-målarter på en lokal nivå till storskaliga, permanenta effekter, vilket i sin tur kan påverka ekosystemet.

Ett exempel är införandet av mungo i Hawaii och Fuji för att kontrollera råttor, vilket i sin tur har minskat förekomsten av vissa fågelarter (Simberloff and Stiling 1996). Andra trofiska nivåer kan även påverkas, exempelvis genom hyperparasitism (De Clercq et al. 2011). De biologiska kontrollorganismernas förmåga att själva sprida sig och även utvecklas evolutionärt gör det svårt att förutspå effekterna på miljön (Simberloff and Stiling 1996). Det finns få fall där människor och djur påverkats negativt av biologisk kontroll, dock förekommer exempelvis allergi mot rovkvalster vilket kan vara ett problem för personalen som arbetar i växthus (De Clercq et al. 2011). Ett annat exempel är införanden av nyckelpigan *Harmonia axyridis* som invaderar husbyggnader och kan orsaka flertalet allergiska reaktioner. Växter kan påverkas av tillsatta arter, både direkt genom att vissa av de tillsatta naturliga fienderna är fakultativa växtätare (t.ex. vissa skinnbaggar), men även indirekt genom att de tillsatta arterna påverkar annan, redan befintlig biologisk kontroll (De Clercq et al. 2011). Dock kan i vissa fall även den biologiska mångfalden påverkas positivt av klassisk eller tillsättande biologisk kämpning då den kan reglera en skadegörare som annars tar över (De Clercq et al. 2011)

1.3.2 Riskutvärdering

För att förhindra negativa sidoeffekter vid utsläppande av naturliga fiender, krävs riskvärderingar innan introduktion. Riskvärderingarna bör göra det möjligt att förutse om en art kan vara skadlig, och huruvida den bidrar till effektiv biologisk kontroll (Van Lenteren et al. 2003). I Storbritannien finns fall där det antagits att arter från varma klimat inte klarar av att överleva en engelsk vinter, men sedan etablerat sig. Detta har utmanat det gamla antagandet att arter från tropiska och sub-tropiska klimat inte kan övervintra (Bale 2005).

Enligt Van Lenteren et al. (2003) bör regleringar och riskvärderingar utreda följande ämnen;

- Hur organismen i det biologiska bekämpningsmedlet kan karaktäriseras och identifieras genom exempelvis DNA-teknik,
- Vilka hälsorisker som det biologiska bekämpningsmedlet kan orsaka,
- Risker för miljön, denna fråga är avgörande i värderingen och
- Bekämpningsmedlets effektivitet, dvs förmågan att ge en reduktion av skadeorganismer, direkt och indirekt skördeminskning och skördeökning

En arts etableringspotential avgör till stor grad om icke-målsarter

påverkas, och beror på abiotiska, biotiska och en kombination av dessa faktorer. De egenskaper som främst avgör om en art kan skada miljön är artens spridningsförmåga, etableringspotential och sannolikheten att den tillsatta arten attackerar icke-målarter (Van Lenteren et al. 2003). En art behöver kunna föröka sig i habitat för att kunna etablera sig över större områden. (Van Lenteren et al. 2003). Enligt Bale (2005) är risken för långvariga effekter låg ifall arten inte etablerar sig i miljön. Vårdintervallet har en stor betydelse för hur bra en art sprider och etablerar sig och vilka risker det har för omgivningen (De Clercq et al. 2011) eftersom ett brett värdspektrum ökar sannolikheten att icke-målarter kan angripas.

1.4 Rovkvalster och dess användning

1.4.1 Användning

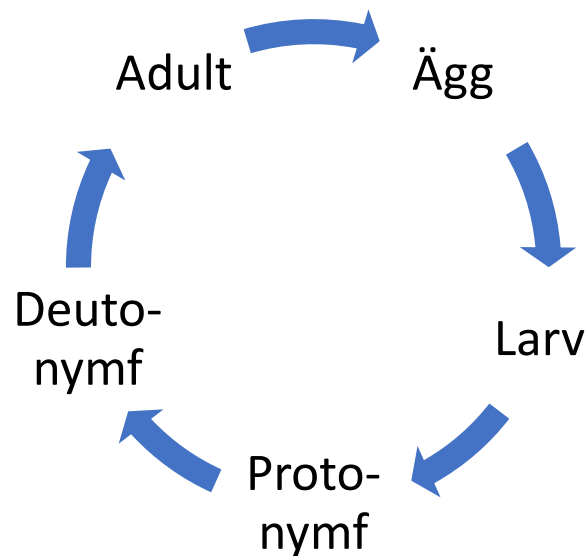
Globalt är kvalster (Acari) den näst vanligaste organismgruppen i tillsättande biologisk kontroll (van Lenteren 2012). Rovkvalster (lat. Mesostigmata) är spindeldjur som äter andra kvalster och även i vissa fall mindre insekter som ofta är skadegörare, exempelvis trips och mygglarver (Jordbruksverket 2018). Detta gör dem lämpliga som biologiska bekämpningsorganismer, främst i slutna miljöer som växthus. Rovkvalster är små och sprider sig inte heller aktivt över stora avstånd, och kan effektivt uppfödats i större mängder (van Lenteren 2012). Det finns idag inga siffror över hur stor användningen är av rovkvalster inom biologisk bekämpning i Sverige, men de har använts sedan 1970-talet (Johansson 2011).

Tillsättning av rovkvalster i växthus har inte, till skillnad från klassisk biologisk bekämpning, som mål att arten ska etablera sig i miljön. En icke avsedd etablering av arten i en omgivning kan snarare ses som något som kan vara potentiellt skadligt (Bale 2005).

1.4.2 *Stratiolaelaps scimitus*

Stratiolaelaps scimitus (Acari: Laelapidae) (även kallad *Hypoaspis miles* och *Stratiolaelaps miles*) är ett jordlevande, polyfagt rovkvalster (Cabrera et al. 2005). Kvalstret är ljusbrunt i färgen och är 1-1,5 mm stort (Noren 1994, Lindesro 2018) och klarar att överleva länge utan tillgång till föda

(Wright and Chambers 1994). I Sverige säljs rovsqualstret under namnet Hypoaspis och används för att bekämpa sorgmyggor i växthusodling (Lindesro, 2019) och kan även användas för att kontrollera trips (Cabrerá et al. 2005). *Stratiolaelaps scimitus* genomgår en livscykel med fem stadier (se figur 1) (Wright and Chambers 1994). Livscykeln har en längd på 34 dagar vid 15 C° och vid en temperatur av 28 C° 28 dagar. 60 % av kvalstren överlever 142 dagar vid tillgång till mat (Wright and Chambers 1994).



Figur 1 Livscykel för *Stratiolaelaps scimitus* och *Neoseiulus cucumeris*

1.4.3 *Neoseiulus cucumeris*

Neoseiulus cucumeris (Acarai: Phytoseidae) (även kallad *Typhlodromus cucumeris*, *Amblyseius cucumeris* m.fl.) har används i stor utsträckning sedan 1980-talet och har globalt en stor ekonomisk betydelse. Kvalstret kännetecknas av sin droppformade kropp, adulterna har en storlek på 0,5 – 1 mm och är genomskinliga med en lätt bärnstensfärg (Kakkar and Kumar 2016). Kvalstret förekommer i stora delar av världen, inklusive i subarktiska klimat som Nordamerika och Europa (Morewood 1993). Rovkvalstret har ett brett värdspektrum som utgörs av främst andra mjukhudade, små evertebrater som trips, mjöllöss och andra kvalster (Kakkar and Kumar 2016). Idag säljs arten bland annat som produkten Thripex och används mot trips och jordgubbskvalster i Sverige (Lindesro 2018).

Arten går, liksom *Stratiolaelaps scimitus*, igenom en livscykel med fem

stadier; Ägg, larv, protonymf, deutonymf och adult (Figur 1). Kvalstret kan livnära sig på pollen när ingen annan föda finns vilket gör det möjligt för arten att finnas kvar i en miljö utan bytesdjur (Kakkar and Kumar 2016).

1.5 Köldhärdighet

Köldhärdighet (Cold hardiness) är en organisms förmåga att överleva låga temperaturer. Det är ingen konstant förmåga, utan varierar under året beroende på säsong för att förhindra köldskador. Den tillfälliga ökningen av köldhärdighet innebär köldacklimatisering (Leather et al. 1995).

Enligt Leather et al. (1995) finns det flera definitioner av hibernation (vintervila), ett är ett fysiskt tillstånd med mindre eller avstannad tillväxt för att klara av att överleva temperaturer som inte är optimala för bra levnadsförhållanden. Det finns flera klasser av hibernation, där diapaus är den mest utvecklade. Diapaus kännetecknas av att den föregås av någon form av förberedelsefas där vissa förhållanden exempelvis temperatur och fotoperiod krävs för att induceras. Diapausen bryts inte heller på direkten när det återigen blir bra förhållanden. Under diapaus pågår inte heller någon form av metabolism i djuret. Sambandet mellan diapaus och köldtolerans är inte fullt klarlagt, men troligen induceras diapaus av fotoperiod och köldtolerans av temperatur, vilket gör sambandet svårutrett.

1.5.1 Köldtoleransstrategier

Strategierna för köldhärdighet kan delas in i två huvudgrupper; Frystolerans och frysintolerans, beroende på om de klarar av extracellulär isbildning eller inte (Leather et al. 1995).

Frystolerans innebär att djuret klarar av isbildning i kroppsvätskor och vävnader (Leather et al. 1995). Frystoleranta arter undviker att skadas av isbildning genom så kallad iskärnbildning som främjar att isbildningen sker extracellulärt, vilket minskar skadorna av isbildningen (Bale 1996).

För att sänka fryspunkten genomgår frysintoleranta arter en process som kallas supercooling, där den naturliga fryspunkten i insekten sänks genom bl.a. produktion av antifrys-proteiner och sockerarter. Dock har det diskuterats ifall den klassiska klassificeringen med frystoleranta och -intoleranta arter kan gälla övergripande för alla insekter, eftersom den tidigare klassificeringen främst gällt evertebrater som lever i mer extrema,

kalla miljöer som i polara och alpina regioner (Bale 1996). Därför finns en ny klassificering där köldtolerans och köldintolerans har specificerats och tre nya kategorier lagts till; frystolerant (freeze tolerant), frysundvikande (cold avoiding), köldtolerant (cold tolerant), köldkänslig (chill susceptibility) och opportunistiskt överlevande (opportunistic survival) (Bale 1996).

1.5.2 Bestämning av Köldtolerans och köldtoleransstrategi

Enligt (Bale and Walters 2002) kan insekters och kvalsters köldhärdighet i fält uppskattas genom att bestämma tre parametrar; SCP (super cooling point), Lethal temperature och Lethal time.

Supercooling point, SCP är den lägsta temperaturen en organism kan ha utan att börja frysa, det vill säga vid den temperatur som en underkyld vätska i djuret fryser spontant (Leather et al. 1995). Detta innebär att det bildas is i en organism. När man bestämmer en arts frystoleransstrategi är ofta bestämning av SCP ett första steg (Sinclair et al. 2015). En insekt som är frysintolerant har hög grad av överlevnad vid en temperatur över SCP, frystoleranta arter kan överleva en temperatur under SCP, men att en art är frystolerant innebär inte att den överlever – den kan dö av andra orsaker som stora temperaturändringar (Bale 1996).

Det finns olika metoder att bestämma SCP. Enligt Sinclair et al. (2015) bestäms SCP genom att stoppa djuret i en termokupol och sänka temperaturen tills alla individer fryser, och sedan mäta vid vilken temperatur exoterm värme avgetts på grund av den latent värme som avges vid kristalliseringen. Kvalstens storlek kan göra det svårt att mäta SCP, enligt Bale and Walters (2002) kan en differentialsanningkalorimeter användas för att mäta när den exoterma värmen avges och avläsa SCP.

Lethal temperature (LTemp) uttrycks i LT_x och är den temperatur där x andel av populationen (uttrycks i procent) av populationen dör (Leather et al. 1995). LLT, Lower Lethal Temperature, beskriver vid vilken temperatur alla individer dör (Sinclair et al. 2015). LT mäts genom att en eller flera prover utsätts för en serie temperaturer (Sinclair et al. 2015). I experiment går temperaturen ned med en bestämd hastighet (0,5-1 C°/minut) till testtemperaturen, som hålls konstant i en minut, och sedan går upp till

starttemperatur med samma hastighet (Bale 2005, Sinclair et al. 2015) genom att kvalstren stoppas i exempelvis eppendorf-tuber och sedan stoppas i ett alkoholbad (Bale and Walters 2002). Dödligheten bestäms direkt och efter 24 timmar då kvalstren förs tillbaka till sin förvaringstemperatur för återhämtning (Bale and Walters 2002, Sinclair et al. 2015).

Lethal time

Enligt (Bale 2005) mäts LTime genom att proverna utsätts för en temperatur av -5°, 0° och 5° i ökande tidsintervall, dödligheten mäts sedan efter 24 timmar.

I försök som utfördes i Storbritannien fanns det ett starkt samband mellan LT50 vid 5 C° (dvs efter vilken tid som 50 % av populationen dör vid 5 C°) och vinteröverlevnad i fält (Bale 2005). I Sverige är temperaturen lägre över vintern, men ett liknande samband borde kunna gälla för överlevnaden i Sverige vid en lägre temperatur.

Enligt Bales metod kan kvalster förvaras i en temperatur av 10 C° för att inducera acklimatisering i kvalstren (Bale 2005).

1.6 Svenskt vinterklimat

Klimatet och temperaturen är varierande – både årstidsmässigt och lokalt. Under normalperioden 1961-1990 var medeltemperaturen i januari 0 C° vid Skånes sydkust och -17 i inre Norrland (SMHI 2009). Medeltemperaturen och normaldygnets minimedeltemperatur varierar över Sverige, men medeltemperaturen är generellt under 0 C° förutom i sydligaste Skåne (se tabell). Den största andelen av växthusföretagen i Sverige finns i Götaland följt av Svealand (Persson 2017).

Tabell 1 Dygnets medel- och minimedeltemperatur i Sverige 1961-1990 (SMHI 2019).

| Medeltemperaturer | December | | Januari | | Februari | |
|-------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
| | Medel ¹ | Min ² | Medel ¹ | Min ² | Medel ¹ | Min ² |
| Götaland | 2 C° - -2 C° | 0 C° - -5 C° | 0 - -4 C° | -2 C° - -7 C° | -0 C° - -4 C° | -2 C° - -7 C° |
| Svealand | 0 C° - -8 C | -3 C° - -12 C° | -3 C° - -11 C° | -4 C° - -16 C° | -4 C° - -9 C° | -5 C° - -16 C° |

| | | | | | | |
|----------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------|
| Norrland | -1 C° -- 14 C | -2 C° -- 20 C° | -4 C° -- 16 C° | -3 C° -- 13 C° | -3 C° -- 16 C° | -7 C° -- 20 C° |
|----------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------|

1 = Normaldygnets medeltemperatur

2 = Normaldygnets minitemperatur

2 Material och metoder

För att undersöka vinterhärdigheten av *S. scimitus* och *N. cumeris* genomfördes en mätning av lethal temperature av *S. scimitus* och en mindre litteraturstudie på båda arter.

2.1 Mätning av Lethal temperature

Syftet med experimentet var att bestämma Lethal temperature för kvalsterarterna (se kap 1.4.2). På grund av begränsningar i utrustning och tid modifierades försöket genom att temperaturhastigheten vid uppgång och nedgång istället för 1 C° minut sänktes med 1/3 C°. Försöket utfördes dessutom endast på *S. scimitus* på grund av tidsbrist.

I försöket användes *Stratiolaelaps scimitus* ifrån Lindesro som kom i en flaska av 25 000 individer med både ägg, nymf och adult, samt förvaringsmaterial i vetekli och matkvalster av arten *Thyrophagus putrescentiae*.

Kvalstren förvarades i en temperatur av cirka 12,5 C° med en fotoperiod av 18L:6D och en luftfuktighet över 70 % i värmeskåp. Den lägre temperaturen valdes för att inducera acklimatisering. En beställning av kvalster gjordes varje vecka, och kvalstren testades när leveransen var max en vecka gamla. Eftersom kvalstren levererades en gång per vecka, innebar det att de hade olika skick efter leveransen. För att förhindra att detta påverkade resultatet, gick temperaturserien från högt till lågt och sedan i motsatt ordning (se tabell 2) med mål att de två upprepningarna skulle vara olika långt ifrån intervall.

För varje temperatur genomfördes två upprepningar med 30 replikat vardera. En kontroll av 10 replikat utfördes för att undersöka ifall kvalstren dog pga av hantering.

Tabell 2 Tidschema för undersökta temperaturer av kvalster

| | | |
|---------------|-----|-----|
| Tidschema | | |
| 8/5 Leverans | | |
| 10/5 | 5 | |
| 13/3 | | |
| 14/5 | 0 | |
| 15/5 | -5 | |
| 16/5 | -10 | |
| 17/5 | -10 | |
| 20/5 Leverans | | |
| 21/5 | -5 | -15 |
| 22/5 | 0 | -20 |
| 23/5 | | -20 |
| 24/5 | | -15 |

Cylinderformade plaströr ca \emptyset 1,5*4 cm användes för förvaring av kvalstren. Den större storleken användes för att en termologg skulle passa i röret. Kvalstren stoppades individuellt i rören med hjälp av pensel, och lupp användes för förstoring. För att upprätthålla fuktigheten stoppades lite fuktat filterpapper ner i röret.

Temperaturexponering

Ett temperaturprogram ställdes in i värmeskåpet med en starttemperatur på 10 C°, temperaturen sjönk sedan till måltemperaturen med en hastighet av $1/3 \text{ C}^\circ \text{ min}^{-1}$, för att sedan hållas i en minut vid den temperaturen och slutligen återgå till starttemperaturen i samma hastighet. En temperaturlogg stoppades i ett av rören och utanför att mäta temperaturen. Termologgens värden användes sedan för att bedöma vilken temperatur kvalstren utsatts för.

Överlevnad

Efter temperaturexponeringen bestämdes överlevnaden genom att kvalstren undersöktes i lupp. De delades in i tre klasser; Rörliga, kvalster som rörde sig måttligt (exempelvis som rörde ett ben men inte var fullt rörliga) och orörliga. Kvalster som rörde sig måttligt bedömdes som döda. Medelvärdet för överlevnaden för de båda upprepningarna beräknades

sedan.

Först kontrollerades om insekterna var vid liv genom att undersöka om de rörde sig, rörde sig lite eller var orörliga. Endast rörliga kvalster antogs vara levande. Sedan förvaras de i ca 24 h i värmeskåpet i en temperatur av 12.5 C°, sedan undersöks överlevnaden en gång till på samma sätt som tidigare på båda grupper.

3 Resultat

3.1 Vinteröverlevnad hos *Neoseiulus cucumeris*

På grund av tidsbrist genomfördes inte försök av Lethal temperature på *Neoseiulus cucumeris* eftersom det var svårt att skilja kvalstret ifrån matkvalster och vetekliet de kom i då de hade ungefär samma färg och inte förekom i så stor mängd. Arten är frysintolerant vilket innebär att den dör vid en temperatur lägre än SCP (Morewood 1992) och har en förmåga att gå in i diapaus vid acklimatiserade förhållanden som är beroende av främst fotoperioden men även temperatur (Morewood 1993). Övervintringsexperiment har visat att arten har en SCP mellan -19,4 °C till -27,1 °C beroende på utvecklingsstadium. Arten överlever en temperatur på -12,5 °C under en tidsperiod lägre än 90 minuter och klarar av att leva i ett par dagar i temperaturer mellan -1 °C - -9 °C (Morewood 1993). Tröskeltemperaturen för utveckling är 7,7 °C. Försök i tio veckors kylförvaring visar att 63 % av arten överlever vid 9 °C temperatur, 1,2 % vid 2 °C och 0 % vid -8 °C (Gillespie and Ramey 1988). Naturvårdsverket bedömer att arten inte kan övervintra i svenskt klimat (opublicerat material) (Naturvårdsverket 2017).

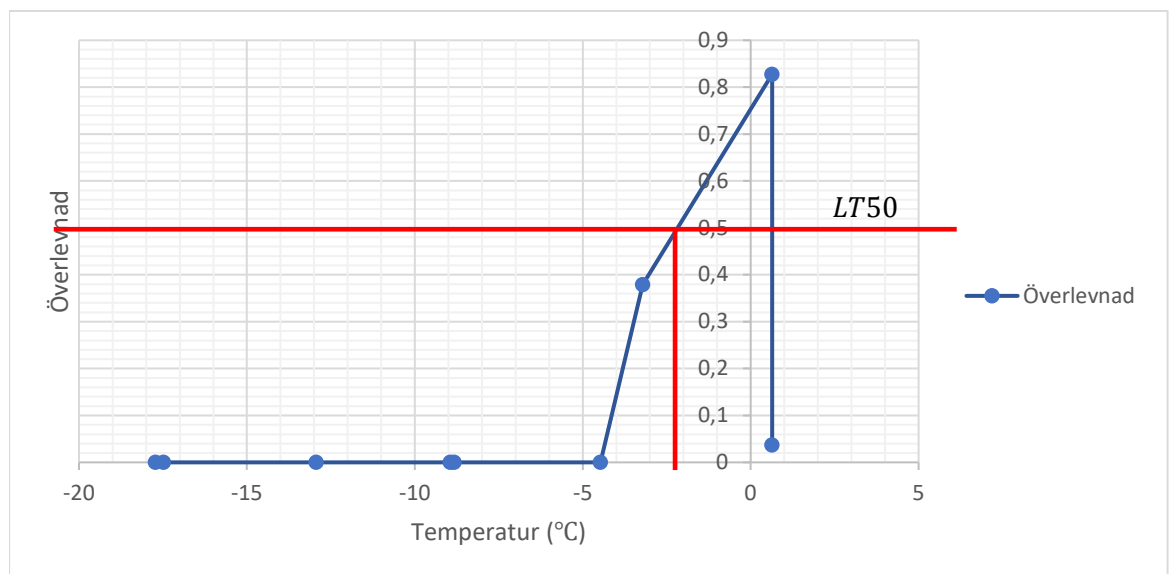
Arten är frysintolerant vilket innebär att den dör vid en temperatur lägre än SCP (Morewood 1992) och har en förmåga att gå in i diapaus vid acklimatiserade förhållanden som är beroende av främst fotoperioden men även temperatur (Morewood 1993). Övervintringsexperiment har visat att arten har en SCP mellan -19,4 °C till -27,1 °C beroende på utvecklingsstadium. Arten överlever en temperatur på -12,5 °C under en tidsperiod lägre än 90 minuter och klarar av att leva i ett par dagar i temperaturer mellan -1 °C- -9 °C (Morewood 1993). Tröskeltemperaturen för utveckling är 7,7 °C. Försök i tio veckors kylförvaring visar att 63 % av arten överlever vid 9 °C temperatur, 1,2 % vid 2 °C och 0 % vid -8 °C (Gillespie

and Ramey 1988). Naturvårdsverket bedömer att arten inte kan övervintra i svenskt klimat (opublicerat material) (Naturvårdsverket 2017).

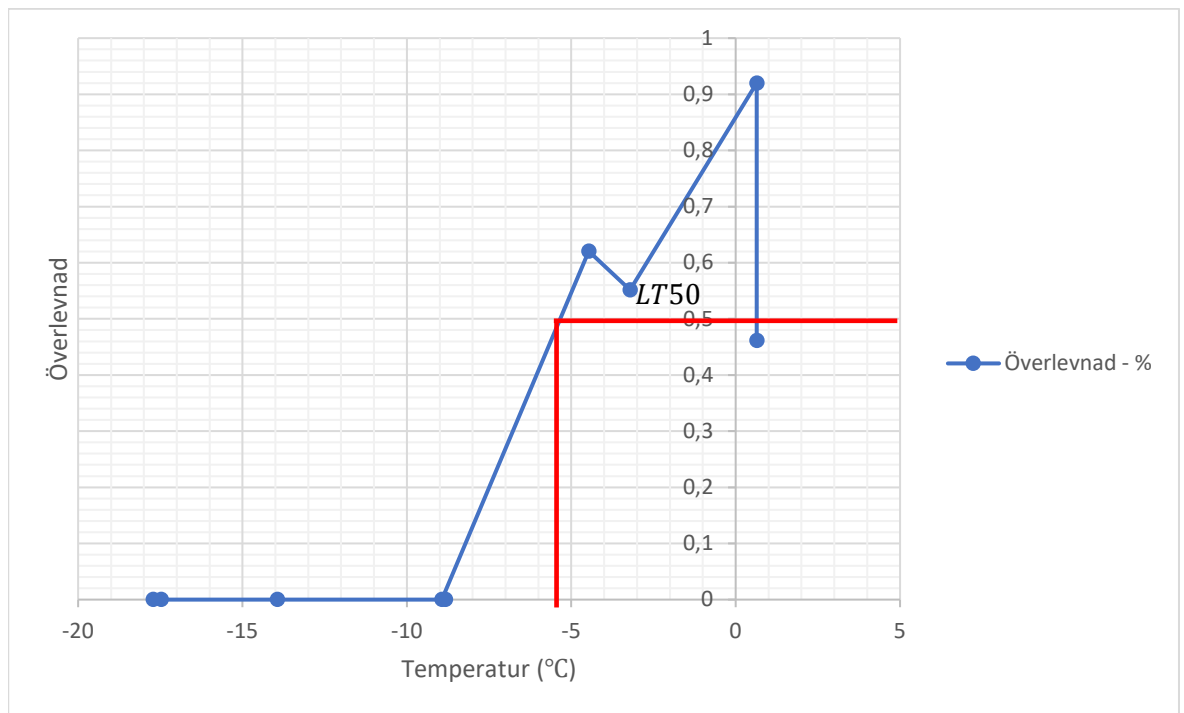
3.2 Vinteröverlevnad hos *Stratiolaelaps scimitus*

3.2.1 Resultat temperaturexperiment

LT50 hos *Stratiolaelaps scimitus* direkt efter försök uppmättes till $-2,2$ °C (se figur 2). *LT50* efter 24 timmar var lägre, $-5,2$ °C (se tabell 2). *LLT*, lower lethal temperature, uppmättes till $-4,5$ °C (se figur 2) direkt efter avslutat försök och $-8,9$ °C efter 24 timmar. Variation förekom mellan de två upprepningarna av experimentet som gjordes; direkt timmar efter försök varierade mellan $-1,6$ °C till att vara omätbar och efter 24 timmar mellan $-3,9$ °C till $-5,2$ °C (se appendix). Vid 0 °C noterades en överlevnadsdip direkt efter försöket och efter 24 timmar. Det första replikatet som gjordes hade en låg överlevnad på 5 % (direkt) och 45 % (24 timmar). Eftersom detta värdet låg utanför det normala antogs det inte vara representativt. Det tre kontrollerna som utfördes, där kvalstren hanterades på samma sätt som *LT50*-försöket utan att genomföra en temperatursänkning, visade att kvalstren inte dog av hanteringen.



Figur 2 Diagram över överlevnad när *Stratiolaelaps scimitus* utsätts för en serie temperaturer direkt efter. *LT50* är $-2,2$ °C, *LLT* $-4,5$ °C.



Figur 3 Överlevnad hos *Stratiolaelaps scimitus* 24 h efter utsättning av en serie temperaturer mellan 0 - -20 C. LT50 är -5,2 °C, LTT är -8,9 °C

3.2.2 Resultat litteratursökning

S. scimitus livscykel har en längd på ca 34 dagar vid 18 °C och ca 9 dagar vid 28 °C och kräver en tröskeltemperatur över 10–12 °C för att fullfölja sin livscykel (Wright and Chambers 1994). Naturvårdsverket (opublicerat material) bedömer att att arten inte kan överleva i svenskt vinterklimat (Naturvårdsverket 2017).

4 Diskussion

4.1 *Kan arterna överleva i Sverige*

Det finns inga data som tydligt visar att *S. scimitus* och *N. cucumeris* kan överleva svensk vinter – dock finns det inte heller några data som visar att risken för en eventuell övervintring är obefintlig, eftersom experiment vid svenska förhållanden så här långt har saknats förutom experimentet nedan.

Neoseiulus cucumeris

Det som talar för att *N. cucumeris* kan överleva är artens förmåga att gå in i diapaus och att den har en låg SCP. Dock visar studier att 1,2 % av populationen överlever 10 veckors förvaring vid 2 °C (Gillespie and Ramey 1988) vilket talar emot att arten kan överleva. Medeltemperaturen i Götaland, där flest växthusföretag ligger (Persson 2017), brukar vara under 2 °C under december till mars (se tabell 1). Ett scenario är att de få procenten som överlever lyckas reproducera sig under sommaren. Mitt samlade antagande är att man borde kunna anta att *N. cucumeris* med största sannolikhet inte ska kunna övervintra och etableras i Sverige – ifall det vore möjligt borde den redan ha etablerats.

Stratiolaelaps scimitus

S. scimitus LT_{50} uppskattades direkt efter utsättning till -2,2 °C och efter 24 timmar -5,2 °C. Detta tyder på att arten har någon form av återhämtningsförmåga efter att ha utsatts för låga temperaturer. Detta är lägre än medeltemperaturen i Götland som ligger mellan 2 °C - -4 °C mellan januari till mars (se tabell 1), men dygnets minitemperatur är lägre - den ligger mellan 0 - -7 °C (SMHI 2009). Eftersom arten kräver en temperatur av 10-12 °C (Wright and Chambers 1994) för att slutföra sin

livscykel, och LT_{50} är högre än normaldygnets minitemperatur över stora delar av Sverige, är det troligt att arten inte kan övervintra eftersom man kan anta att det kan komma minst en köldknäpp varje vinter då kvalstret dör. Intressant nog så skedde det en "dipp" vid mätningen av 0 °C. Detta kan bero på fel i mätningen av C°, eftersom den låga mätningen uppmättes vid den första upprepningen av 0 °C. Eventuellt skulle det vara möjligt för arten, som är jordlevande (Cabrera et al. 2005), och kan överleva länge utan föda, kunna överleva under ett tjockt snötäcke. Det saknas idag mer omfattande studier där både supercooling point, lethal time och lethal temperature undersöks vilket krävs för att kunna förutse en organisms förmåga att överleva i fält. Detta gäller även andra kvalsterarter och biologisk kontroll på marknaden.

4.2 Felkällor

Enligt (Bale 2005) ska temperaturen vid ett Lethal temperature-experiment sjunka med $1\text{ }^{\circ}\text{C}\text{ min}^{-1}$, men på grund av praktiska skäl valdes en lägre hastighet. Detta på grund av avsaknad av utrustning som alkoholbad som möjliggör en snabbare, mer reglerad nedsänkning. Det är möjligt att den långsammare temperatursänkningen i min studie gjorde att kvalstren hann acklimatisera sig mer och på så vis tålde lägre temperaturer. Detta gör att resultatet inte utan vidare kan jämföras med andra lethal temperature-experiment, utan resultatet i experimentet kan mer ses som en indikation. Variationen mellan upprepningarna tyder även på en del felkällor (se appendix). För att bestämma LT_{50} med större säkerhet borde flera experiment från samma population ske samtidigt, i samma utvecklingsstadium och med ett kontrollerat alkoholbad. Att måttligt rörliga kvalster bedömdes som döda kan betraktas som en felkälla ifall kvalstret sedan återhämtar sig.

Vid den första försöksomgången vid 0 °C uppmättes väldigt låg överlevnad vilket gjorde att LT_{50} fick två uppmätta värden (-2,2 °C, 0,62 °C resp. -5,2 °C resp -3,9 °C). Dock så var överlevnaden vid den andra upprepningen betydligt större vilket låg i linje med den övriga överlevnaden. Möjligtvis skedde det något vid hanteringen av de första kvalstren som gjorde att de dog, eller att de inte var acklimatiserade, alternativt att de bedömdes annorlunda tidigt i experimentet. Eftersom värdet var så pass annorlunda övriga värden, bedömde jag att värden var

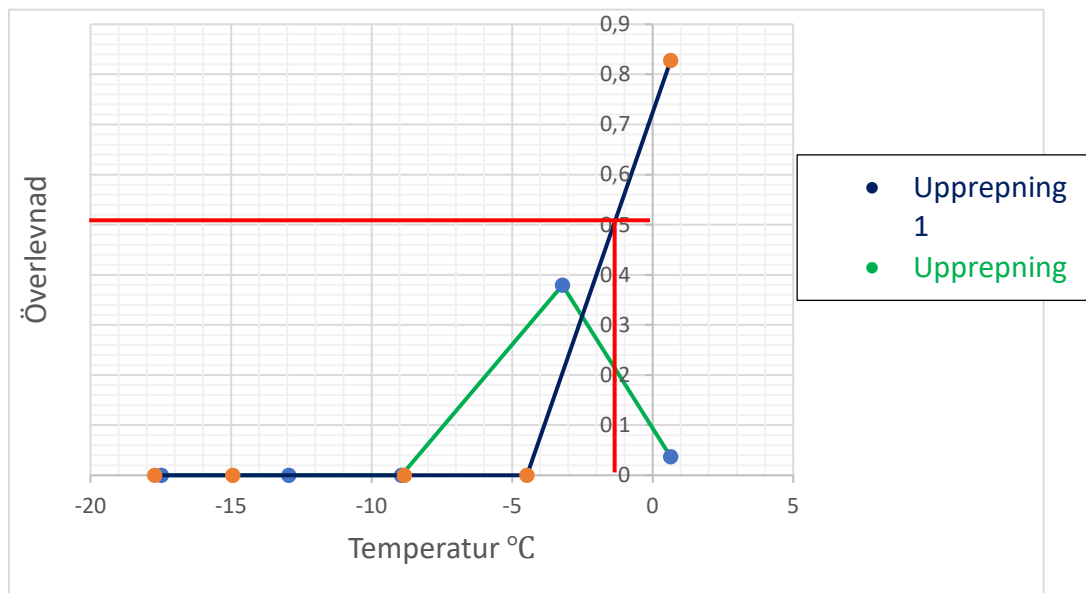
en extrem och bestämd LT50 till det lägre värdet. Optimalt borde överlevnaden för 0 °C undersökas ytterligare en gång.

4.3 Vad skulle en etablering leda till?

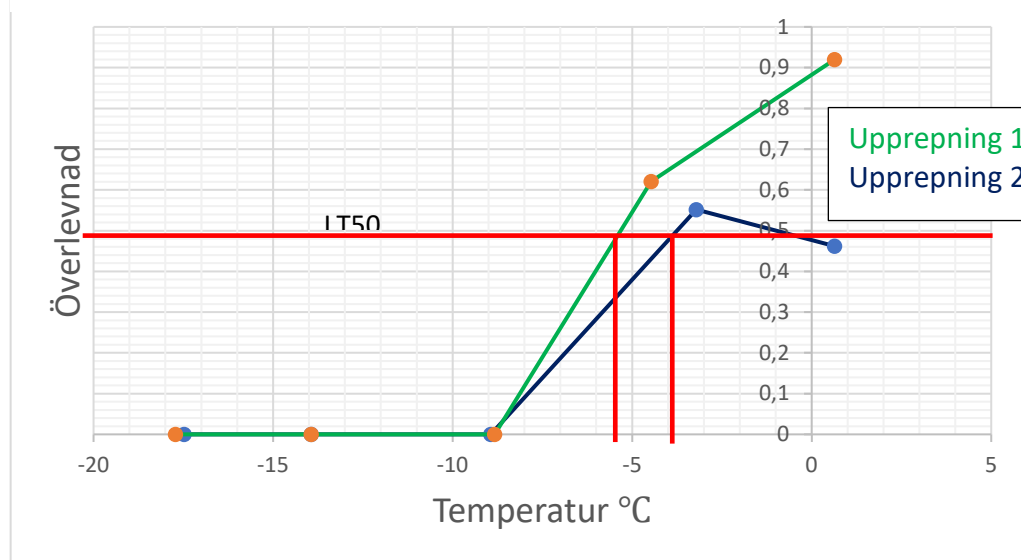
Båda arter är generalister vilket är en hög riskfaktor när etableringspotentialen uppskattas (De Clercq et al. 2011). En etablering skulle alltså kunna få till konsekvens att icke-mållarter angrips. rent hypotetiskt skulle de exempelvis kunna predatera på en organism som en annan predator är beroende av, vilket i sin tur skulle kunna påverka regleringen av en annan skadegörare. Det är även möjligt att svårförutsedda effekter i andra trofiska nivåer i ekosystemet, vilket kan vara svårt att härleda orsaken till. Den biologiska mångfalden skulle även kunna påverkas av en etablering.

Som tidigare nämnts kan de pågående klimatförändringarna göra att vintrarna inte blir lika kalla med de minusgrader som krävs för att kvalstren ska frysa ihjäl. Detta skulle kunna leda till att fler evertetrater kan överleva – både skadegörare och tillsatta naturliga fiender. Denna utmaning kan leda till ett ökat behov av riskvärderingar och flera utmaningar när nyttan av att släppa ut nyttoorganismer – både ekonomiska och risken att en införd art påverkar den biologiska mångfalden negativt – med riskerna i att släppa ut exotisk biokontroll.

Appendix 1



Figur 3 Diagram som beskriver överlevnad hos *Stratioelaps scimitus* som utsätts för en serie temperaturer direkt efter utsättning av temperatur för de två uppreppingarna



Figur 4 Diagram som beskriver överlevnad hos *Stratioelaps scimitus* 24 timmar efter utsättning för de två uppreppingarna

Refenslista

Bale, J. (2005). Effects of temperature on the establishment of non-native biocontrol agents: The predictive power of laboratory data. 593-602

Bale, J. S. (1996). "Insect cold hardiness: A matter of life and death." European Journal of Entomology **93**(3): 369-382.

Bale, J. S. and K. F. A. Walters (2002). Assessment Methodologies for Establishment Potential of Non-Native Arthropods. University of Birmingham.

Cabrera, A. R., Cloyd, R.A., Zeborski, E.R (2005). "Development and reproduction of *Stratiolaelaps scimitus* (Acari : Laelapidae) with fungus gnat larvae (Diptera : Sciaridae), potworms (*Oligochaeta* : *Enchytraeidae*) or *Sancassania* aff. *sphaerogaster* (Acari : *Acaridae*) as the sole food source." Experimental and Applied Acarology **36**(1-2): 71-81.

De Clercq, P., Mason, P., Babendreier, D. (2011). "Benefits and risks of exotic biological control agents." Biocontrol **56**(4): 681-698.

Eilenberg, J., Hajek, A., Lomer, C. et al. (2001). "Suggestions for unifying the terminology in biological control." Biocontrol **46**(4): 387-400.

Gillespie, D. and C. Ramey (1988). "Life history and cold storage of *Amblyseius cucumeris* (Acarina: Phytoseiidae)." Journal of Entomological Society.

Gillespie, D. R. and A. Ramey (1988). *J. Entomol. Soc. B. C.*

Jansson, J. (2019). Mejlkommunikation

Johansson, B. (2011) Biologiskt växtskydd mot skadedjur i växthus. s 3-4

Jonsson, M. (2019). "Vad är biologisk bekämpning?". Retrieved 2019-04-01, 2019, from <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/kompetenscentrum-for-biologisk-bekampning-cbc/om-biologisk-bekampning/>.

Jordbruksverket (2018). "Rovkvalster." Retrieved 04-11, 2019, from <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/ettriktodlingslandskap/mangfaldp-aslatten/nyttodjur/rovkvalster.4.373db8e013d4008b3a180002793.html>.

Kakkar, G. and V. Kumar (2016) common name: cucumber mite (suggested common name)
scientific name: *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Arachnida: Mesostigmata: Phytoseiidae).

Leather, S. R., Walters, K.F.A., Bale, J.S. (1995). The Ecology of Insect Overwintering, Cambridge University Press.

Lindesro (2018). "Hypoaspis." from <http://lindesro.se/produktblad/Entomite%20Hypoaspis%20miles.pdf>.

Lindesro (2018). "Thripex."

Morewood, W. D. (1992). "(Cold hardiness of *Phytoseiulus-persimilis* Athias-Henriot and *Amblyseius-cucumeris* (Odemans) (Acarina, Phytoseiidae)." Canadian Entomologist **124**(6): 1015-1025.

Morewood, W. D. (1993). "Diapause and cold hardiness of phytoseiid mites (Acarina, Phytoseiidae)." European Journal of Entomology **90**(1): 3-10.

Naturvårdsverket (2017). Underlag för riskvärdering gällande arten *Neoseiulus cucumeris* för användning som biologiskt bekämpningsmedel i Sverige. (Opublicerad)

Naturvårdsverket (2017). Underlag för riskvärdering gällande arten *Stratiolaelaps scimitus* för användning som biologiskt bekämpningsmedel i Sverige. Naturvårdsverket. (Opublicerad).

Noren, Å. (1994). "Hypoaspis miles - ett rovkvalster för bekämpning av jordlevande skadedjur."

Persson, J. (2017). "Trädgårdsodlingens branschstruktur 2014." from http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Tradgar dsodling/Statistikrapport/Statistikrapport_201702/201702..pdf.

Simberloff, D. and P. Stiling (1996). "How Risky is Biological Control?" Ecology **77**: 1965-1974.

Sinclair, B. J., Alvarado, L. E. C., Fergusson, L. V, (2015). "An invitation to measure insect cold tolerance: Methods, approaches, and workflow." Journal of Thermal Biology **53**: 180-197.

SMHI (2009). "Sveriges klimat." Retrieved 2009-05-17, from <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/sveriges-klimat-1.6867>.

Thacker, J. R. M. (2002). An Introduction to Arthropod Pest Control, Cambridge University Press.

van Lenteren, J. C. (2012). "The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake." Biocontrol **57**(1): 1-20.

van Lenteren, J. C., Babendreier, D., Bigler, F., Burgio, G., Hokkanen, H. M. T., Kuske, S., Loomans, A. J. M., Menzler-Hokkanen, I., Van Rijn, P. C. J., Thomas, M. B., Tommasini, M. G., Zeng, Q. Q. (2003). "Environmental risk assessment of exotic natural enemies used in inundative biological control." Biocontrol **48**(1): 3-38.

Wright, E. M. and R. J. Chambers (1994). "The biology of the predatory mite *Hypoaspis-Miles* (acari, Lealepidae), a potential biological-control agent of *Bradysia-Paupera* (Dipt, Sciaridae)". Entomophaga **39**(2): 225-235.