

Kommasköldlusen *Lepidosaphes ulmi* (Linnaeus) i svensk äppelodling

– Livscykel och naturliga fiender

Andersson Ragna



Foto: Ragna Andersson

Kommasköldlusen *Lepidosaphes ulmi* (Linnaeus) i svensk äppelodling

Andersson Ragna

Handledare: Miriam Frida Karlsson, Sveriges Lantbruksuniversitet Alnarp,
Växtskyddsbiologi

Examinator: Birgitta Rämert, Sveriges Lantbruksuniversitet Alnarp,
Växtskyddsbiologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i biologi

Kurskod: EX0493

Program/utbildning: Trädgårdsingenjörsprogrammet inriktning odling

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2013

Omslagsbild: Ragna Andersson

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Äppelodling, växtskydd, livscykel, kommasköldlus, *Lepidosaphes ulmi*, naturliga fiender, parasiter, nymf, crawlers, prognosmodell

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap
Växtskyddsbiologi

1. Sammanfattning

Lepidosaphes ulmi – kommasköldlusen har dykt upp som skadegörare i svenska äppelodlingar de senaste åren. Svenska äppelodlare har efterfrågat mer information kring kommasköldlusen och dess naturliga fiender, och därför gjordes denna litteraturstudie. Kommasköldlusen är en pansarsköldlus med ett hårt skyddande skal. Även äggen läggs under skalet och de är därför svåra att bekämpa. Endast kommasköldlusens nymfstadier saknar det hårda skalet. Enligt en prognosmodell framtagen i England, kläcks nymferna efter 3595 gradtimmar med en bastemperatur på över 8.7° C. En prognosmodell för kommasköldlusens äggkläckning och nymfstadie i Sverige kan underlätta bekämpningsarbetet, och har efterfrågats av odlarna.

Kommasköldlusen är spridd över hela världen och har många naturliga fiender. Dock krävs det mer information kring vilka naturliga fiender som finns i Sverige. Parasitstekeln *Aphytis mytilaspidis* är en fiende till kommasköldlusen, men om stekeln existerar i Sverige är osäkert. En mer vanligt förekommande predator i Sverige är tvestjärten. Vanlig tvestjärt *Forficula auricularia* är allätare och skulle kunna vara en viktig fiende till kommasköldlusen. Den finns utbredd i hela landet och det finns även metoder för att gynna dem i odling.

Sökord

Äppelodling, växtskydd, livscykel, kommasköldlus *Lepidosaphes ulmi*, naturliga fiender, parasiter, nymf, crawlers, prognosmodell.

1.1 Summary in English

In recent years the diaspidid insect oystershell scale *Lepidosaphes ulmi*, has increased as a pest insect in Swedish apple orchards. Hence the growers acquire more updated information and facts about the scale. This bachelor thesis was written for that cause.

As the scale wears a hard scale cover throughout most of its life cycle – even the eggs are laid under the cover – it is difficult to regulate. Only the newly born nymphs lack cover.

According to a British study on using predictive models, the nymphs' encloses after 3595 degree hours cooperative with a base temperature at 8.7°C. Predictive models based on sums of temperature are comprehensive and makes it easier for the growers in their pest control.

The oystershell scale is common worldwide in a variety of places. Nevertheless the information about the life cycle and natural enemies of the oystershell scale in Swedish and northern climate is scarce. Additional research has to be done about the scales lifecycle and their natural enemies in Sweden. Which natural enemies exist in Sweden is still uncertain, but the common earwig *Forficula auricularia* could be an important predator of the oystershell scale.

Keywords

Sweden, Orchard, apple, pest control, biological control, natural enemies, predators, *Lepidosaphes ulmi*, oystershell scale, apple mussel scale, life cycle.

Förord

Jag vill tacka min handledare Miriam Svensson för ett stort stöd under hela det här arbetet. Det har varit ovärderligt. Tack synonymordlistan och tack Martin Johansson för ditt tålamod.

Ragna Andersson 2013-05-22

Innehåll

1. Sammanfattning	1
1.1 Summary in English	1
Förord	2
2. Inledning.....	5
2.1 Syfte och mål.....	6
2.2 Frågeställning	6
2.3 Avgränsning	6
3. Metod	7
4. Resultat.....	8
4.1 Allmänt om löss.....	8
4.1.1 Skadebild.....	9
4.1.2 Biologi och livscykel.....	9
4.1.3 Migration.....	10
4.2 Naturliga fiender till växtlöss	11
4.2.1 Blomflugor.....	11
4.2.2 Nyckelpigor.....	12
4.2.3 Gallmyggor.....	13
4.2.4 Näbbskinnbaggar.....	13
4.2.5 Rovskalbaggar.....	13
4.2.6 Nätvingar.....	14
4.2.7 Tvestjärtar.....	14
4.2.8 Parasitsteklar.....	14
4.3 <i>Lepidosaphes ulmi</i> (Linnaeus) kommasköldlus	15
4.3.1 Utbredning och värdväxter.....	15
4.3.2 Skadebild.....	16
4.3.3 Biologi.....	16
4.3.3.1 Ägg.....	17
4.3.3.2 Nymfstadium.....	17
4.3.3.3 Prognosmetoder för äggkläckning och nymfstadie.....	19
4.3.3.4 Honor.....	20
4.4 Naturliga fiender.....	21

4.4.1 Sammanställning naturliga fiender.....	21
4.4.2 Svampar.....	23
4.4.3 Predatorer	23
4.4.3.3 Näbbskinnbaggar.....	23
4.4.3.4 Guldögonsländor	24
4.4.3.5 Tvestjärtar.....	24
4.4.3.6 Kvalster	25
4.4.4 Parasitsteklar	25
4.4.4.1 Aphytis mytilaspidis.....	25
4.4.4.2 Övriga parasitsteklar.....	26
5. Diskussion	28
6. Slutsats	34
Ordlista	35
Källor.....	36

2. Inledning

År 1987 fanns det 558 äppelodlare i Sverige, med en sammanlagd areal på 2587 hektar (odling på minst 0.25 hektar) (Jordbruksverket 2011). År 2011 hade fruktodlarna minskat till nästan hälften; 262 äppelföretag med en sammanlagd areal på 1371 hektar fruktodling. Dock är skörden per yta (arealenhet) hela 249 procent högre år 2011 än år 1987. År 2011 var den svenska äppelskörden ungefär 20 600 ton sammanlagt i landet, vilket blir cirka 15 ton äpplen per hektar. (Jordbruksverket 2011). Det är tydligt att odlingstekniken för äpple i Sverige har utvecklats mycket på bara tjugo år, och kommer att utvecklas i framtiden.

Sedan några år tillbaka bjuder forskare och anställda på Sveriges Lantbruksuniversitet in svenska äppelodlare, till en så kallad Äppelträff i Alnarp. Dessa möten sker en gång per år. Detta för att gemensamt diskutera framtida utveckling, arbete och forskning kring den svenska äppelproduktionen. Vid varje träff hålls också en workshop där man i grupper diskuterar olika frågeställningar som odlarna själva efterfrågar.

Under 2012¹ års workshop angav flera odlare problem med olika arter av löss, som blossat upp i många odlingar. Blodlus, kommasköldlus och äppleullus togs upp som några av de skadegörare i odling som uppkommit de senaste åren och som odlarna inte har haft problem med innan. Odlarna upplever att de inte har tillräckligt med information kring dessa löss, hur man odlingstekniskt kan minska angrepp av löss eller hur man gagnar naturliga fiender i odling.

Frågor och funderingar odlarna hade kring de olika lössen:

- **Blodlus.** Odlarna saknar kunskap om hur man upptäcker blodlusen i första nymfstadiet då lusen vandrar till en bra plats att sätta sig på. Hur ställer man diagnos? Hur bekämpar man dem? Vilka naturliga fiender har blodlusen: går det att gynna dem – t.ex. tvestjärten?
- **Kommasköldlus.** Mycket lite information finns kring kommasköldlusens livscykel, tid på året då nymferna lämnar honans skyddande skal, vilka naturliga fiender som finns, hur man gynnar dessa, eller vilka bekämpningsmedel som kan användas.

¹ Medverkade på Äppelträffen, 9 februari 2012, Alnarp. Förf. anm.

- **Äppleullus.** Det ska finnas en stekel som parasiterar ullusen. Hur gynnar man den stekeln? Hur ser ullössens livscykel ut och hur ser parasitstekelns livscykel ut som lever på ullusen?

Idag upplevs det finnas för lite eller föråldrad information kring de här lössen hos äppelodlare i Sverige. Det finns behov av en sammanställning av fakta. Odlarna vill ha information kring hur det ser ut i resten av Europa – om samma skadebild har uppstått och ifall man har hittat goda lösningar. Det är önskvärt att insamlade fakta kring lössen i framtiden också ska finnas överskådligt på en hemsida på nätet där odlarna lätt kan hitta information kring både odlingstekniska åtgärder, skade- och nyttodjur.

2.1 Syfte och mål

Detta kandidatarbete hoppas vara en hjälp för forskare, rådgivare och äppelodlare att bättre förstå samspelet mellan Kommasköldlusen *Lepidosaphes ulmi* (Linnaeus), och dess naturliga fiender. Syftet är att öka kompetensen kring samspelet mellan skade- och nyttodjur i fruktodling i Sverige. Målet är att ta fram fakta kring naturliga fiender, kommasköldlusens livscykel och hur dessa samspelar i odlingssäsongen.

2.2 Frågeställning

Hur ser livscykeln ut hos kommasköldlusen *L. ulmi*? Går det att räkna ut när på året det första nymfstadiet kläcks? Finns det fakta kring naturliga fiender hos kommasköldlusen i nordiskt klimat?

2.3 Avgränsning

Skadegörare i äppelodling är många och forskning kring några av dem, så som äppelvecklaren, *Cydia pomonella* (Linnaeus), rönnbärsmalen *Argyresthia conjugella* Zeller, och äppelstekeln, *Hoplocampa testudinea* (Klug) pågår vid Sveriges lantbruksuniversitet (Stiftelsen Lantbruksforskning 2012), varför kommasköldlusen *L. ulmi* har valts ut för detta arbete. Begränsningen har lagts på biologin hos kommasköldlusen, dess naturliga fiender och samspelet mellan dem.

Kommasköldlusens naturliga fiender som skulle kunna förekomma i Sverige har begränsats till referat från direkta fältobservationer. Naturliga fienders förekomst har även kontrollerats i Svensk Taxonomisk Databas *Dyntaxa*, i vilken arter finns benämnda som observerats i Sverige, men inte nödvändigtvis som naturliga fiender till *L. ulmi*.

I detta arbete ingår inga rekommenderade aktiva substanser eller bekämpningsmedel som påverkar kommasköldlusen eller dess naturliga fiender. Syftet med arbetet är att belysa naturliga fiender och skadedjur. Utbudet av godkända bekämpningsmedel varierar från år till år och skulle snabbt ge inaktuell information i detta arbete.

3. Metod

Kandidatarbetet är en litteraturstudie där fakta kring kommasköldlusen *L. ulmi* och dess naturliga fiender, tagits fram via vetenskapliga databaser som Web of Knowledge, OrgPrints och Cab Abstract. Faktablad, tidskrifter och böcker kring ämnet har hämtats från SLU Alnarps bibliotek. Inhämtning av information från Jordbruksverket har gjorts via Jordbruksverkets hemsida. För uppdaterad information kring taxonomin om växtlöss har den internationella databasen Integrated Taxonomic Information System *ITIS* använts. I vissa fall har svenska namn och svensk utbredning av insekter tagits fram genom internetdatabasen Svensk Taxonomisk Databas *Dyntaxa*. Taxonomi kring svampar har kontrollerats mot *CABI*, Centre for Agricultural Bioscience International's databas *Species Fungorum*. Därtill har taxonomin på steklar kontrollerats genom brittiska naturhistoriska museets *Universal Chalcidoidea Database*.

4. Resultat

4.1 Allmänt om löss

Oavsett taxonomi, kommer växtsugande insekter tillhörande ordningen Hemiptera i detta arbete att benämnas som växtlöss.

Växtlöss är små växtsugande insekter som finns spridda över hela världen, med cirka 4000 arter (Dixon 1973). De har mjuk kropp, membranliknande vingar (Dixon 1973) och tillhör ordningen Hemiptera (Gillot 1980); äkta skalbaggar (ITIS 2012). Hemiptera är ett gammalt släkte och en stor insektsgrupp med många underordningar och familjer. Fynd av fossil av släktet har hittats från den geologiska tiden Perm för 250 till 299 miljoner år sedan (Rosen 1990, Pavel Kindlmann). Många växtlöss tillhör underordningen Sternorrhyncha – växtlöss, som förr placerades i underordningen Homoptera (ITIS 2012). Homoptera visade sig sedan vara parafyletisk och gäller därför inte längre som underordning. Sternorrhyncha består idag av fem överfamiljer där bland annat överfamiljen bladlöss, Aphidoidea ingår. I sin tur ingår kommasköldlusen *L. ulmi* i överfamiljen Coccoidea.

Alla växtlöss i underordningen Sternorrhyncha, och många arter i ordningen Hemiptera lever på flytande vätska från växter (Gillot 1980). Att göra en allmän generalisering kring växtlöss är mycket svårt, då det finns oerhört många olika arter, med tillhörande olika taxonomiska grupper (Blackman & Eastop 1994). Deras livscyklar är högst varierande, mycket komplicerade och med tillhörande svår terminologi. Blackman & Eastop (1994) nämner dock några viktiga punkter som knyter samman många växtlöss:

- En cyklisk livscykel innebär ofta en generation sexuella morfer och därutöver flera generationer av partenogenetiska honor. Detta är ett primitivt, men därmed också, ett grundläggande drag hos löss.
- Beroende på vilken taxonomisk familj växtlusarten tillhör, kan både de sexuella och de partenogenetiska stadierna lägga ägg. Hos de mindre primitiva lusarterna, lägger endast de sexuella honorna ägg, övriga individer föder levande avkommor.
- Migration där växtlusen byter värdväxt förekommer hos de mer utvecklade lusarterna. Beroende på hur migrationen utvecklats historiskt, kan den därför se mycket olika ut hos olika arter.

4.1.1 Skadebild

Växtlöss är en av världens största skadeinsekter på odlade grödor runt om i världen (Gillot 1980, Dixon 1973, Rosen 1990). De flesta växter i tempererat klimat bli angripna av växtlöss, och då särskilt angiosperma växter (Dixon 1973). Växtlöss kan leva hela sin livscykel på en och samma art av värdväxt medan vissa växtlöss värdväxlar mellan två olika växtarter. Det finns också växtlöss som är högst polyfaga, och som angriper många olika arter av växter. Det är vanligt att just växtlöss på jordbruksgrödor värdväxlar mellan olika växter under en säsong (Dixon 1973).

Då växtlöss livnär sig på växtsafter, har de en snabel som de sticker ner till floemet för att suga i sig växtsaft (Dixon 1973). På grund av saftspänning – turgor – i växten, får lusen i sig växtsaften. Men lusen kan om den är tvungen, suga i sig saft om det inte finns någon turgor. Vid stora lusangrepp drabbas den angripna plantan av sämre tillväxt och kan till och med dö (Gillot 1980). Indirekta skador uppkommer av exempelvis lössens saliv som kan orsaka nekros i växtvävnaden (Gillot 1980). Växtlöss kan även sprida virus, svamp och andra växtsjukdomar (Gillot 1980). Dessa angrepp ger en sämre skörd på angripna grödor.

Växtlöss kan vara olika mycket mottagliga för bekämpning vid olika tidpunkter. I odlings- och bekämpningssammanhang kan det vara viktigt att ha kunskap kring växtlössens biologi och livscykel. Detta för att ha en optimal bekämpning vid rätt tidpunkt i växtlössens livscykel och inte skada naturliga fiender.

4.1.2 Biologi och livscykel

Växtlöss kan lägga både ägg (ovipari) och föda levande ungar (vivipari). Vissa växtlöss får sin avkomma genom asexuell förökning, så kallad partenogenes (Dixon 1973). Växtlöss kan också ha olika perioder i sin livscykel med både partogenesisk avkomma och avkomma genom sexuell förökning (Dixon 1973, Emden & Harrington 2007). Ofta är detta säsongsbetonat (Dixon 1973). Efter en sexuell befruktning är det vanligt att honan lägger ägg som ligger i dvala över vinterperioden (Dixon 1973). Men hos vissa arter av löss finns – vad man vet – ingen sexuell förökning. Inga hanar har då hittats; honorna lever i partenogenes under hela året och lägger inga övervintrande ägg (Dixon 1973, Emden & Harrington 2007).

Växtlöss förmås ha flera utvecklingsstadier under sin livscykel med både könliga och könlösa individer (Emden & Harrington 2007). Utvecklingsstadierna kan ha olika utseenden inom samma art (Dixon 1973). Antalet generationer under en säsong varierar. Vissa arter av växtlöss kan ge upphov till hela nio generationer under en säsong. Temperatur påverkar ofta hur många löss som föds och de flesta löss har en optimal temperatur där de lever (Dixon 1973, Emden & Harrington 2007). Arter av växtlöss kan likafullt, acklimatisera sig till klimatförändringar som exempelvis temperatursänkningar (Dixon 1973).

Växtlössens äggläggning och vintervila påverkas av externa faktorer som exempelvis värdväxtens vitalitet och tillväxt, temperatur och dagslängd. Vid konstant lång dagslängd lägger bland annat rotlöss på jordgubbar inga ägg (Dixon 1973). Växtlöss som lever i konstant mörker, som arter av stam- och rotlöss, kan få signaler om att gå i dvala av värdväxtens invintringsmekanism. Växtens avlövnning och mindre skotttillväxt på hösten kan ge frilevande löss tecken om att det är dags att lägga ägg inför vintern (Dixon 1973).

Hanar föds efter ett visst antal generationer hos vissa arter av växtlöss. Hos andra arter är det dagslängden som påverkar när hanar föds, där kort dag under hösten initierar fler hanar. Att det inte föds hanar under våren då det också är kort dag, förklarar Dixon (1973) med att växtlössens förmåga att föda sexuella hanar och honor utvecklas under säsong på grund av yttre påverkan. Dixon (1973) skriver dock att det råder oenighet kring detta. Enligt Emden & Harrington (2007) är det en inneboende "klocka" som styr utvecklingen av sexuella morfer.

4.1.3 Migration

Växtlöss kan föda vingade och vinglösa avkommor. Detta för att växtlössen ska kunna sprida sig mellan växter. Hög temperatur och långa dagar kan fördröja förekomsten av vingade löss (Dixon 1973). Det är inte antalet löss som ger vingade individer, utan att utrymmet mellan lössen blir för litet; att de sitter för nära varandra. En population bestående av endast två löss kan föda vingade emigrerande avkommor, om lössen upplever att de sitter för trångt tillsammans (Dixon 1973). Enligt Emden & Harrington (2010) är det en kombination av trängsel och plantans näringsammansättning som påverkar utvecklingen av vingade löss. Migration kan därför ske om värdväxten blir alltför svag för att populationen ska kunna överleva (Dixon 1973).

De vingade växtlössen emigrerar vanligen dagtid på förmiddagen eller tidig eftermiddag, då de tar hjälp av varm luft nära marken som stiger, i form av konvektionsströmmar

(Dixon 1973). Storleken på en växtlus gör att dess migration fungerar ungefär likadant som för fasta partiklar i luftströmmar: en växtlus flyger inte högre än 30 meter och dess flygfärd är ofta kort. De flyger fort upp för att snabbt sjunka ner igen under samma dag, på grund av att luften blir kallare under kvällen och nattetid. Växtlössen kan inte styra vart de hamnar, men kan flyga relativt långa sträckor då luftströmmars medelhastighet ligger på cirka tre kilometer i timmen. I försök med svart betbladlus har det visats att en lus kan klara sig upp till tolv timmar utan föda under flygning. Växtlusen vet att den har hittat rätt värdväxt genom att gå efter färg på blad eller hur värdväxten luktar. Många löss provsmakar växten. Polyfaga löss är mindre selektiva när de väljer värdväxt men verkar föredra ljusa, gula blad som indikerar ung tillväxt (Dixon 1973).

4.2 Naturliga fiender till växtlöss

De flesta fiender till växtlöss är insekter, som guldögonsländor och nyckelpigor, men till exempel fåglar kan också äta löss (Dixon 1973, Rotheray 2003). Löss drabbas även av svamp och kvalster (Dixon 1973, Rosen 1990). Naturliga fiender kan äta växtlöss direkt (predatorer) eller parasitera dem genom att lägga ägg inuti- eller under växtlusens skal (parasitoider) (Emden & Harrington 2007). Predatorer som äter växtlöss äter ofta flera olika arter (Dixon 1973). Parasiterade insekter är mycket mer artspecifika. För att en predator ska hitta lössen krävs det att lössen befinner sig på rätt ställe, eftersom en predator ofta är kopplad till ett specifikt habitat och inte letar löss i olika sorters miljöer. I sitt naturliga habitat söker sedan predatorm till synes helt slumpmässigt efter löss. Till exempel är nyckelpigor – som lägger sina ägg nära luskolonier – dåliga på att hitta löss och upptäcker dem inte förrän de får direktkontakt. Det får då inte heller vara en för liten luskoloni, då räcker inte maten till för nyckelpigans larv och nyckelpigehonan flyger vidare. Andra insekter som blomflugan, hittar lössen genom lukten av växtlössens honungsdagg (Dixon 1973).

4.2.1 Blomflugor. Diptera, Syrphidae. Den vuxna blomflugan är en viktig pollinatör och lever på pollen och nektar. Blomflugehonan lägger flera vita ägg nära luskolonin, och efter 2-3 dagar kläcks de första larverna som sedan livnär sig på växtlöss. Blomflugor lever som larv i tre utvecklingsstadier och byter skinn två gånger under denna period. Vid tredje larvstadiet kan larven ha ätit mer än 300 löss (Rotheray 2003, Jensen 2011). Beroende på tid på året övervintrar larven som puppa eller kläcks som vuxen fluga (Rotheray 2003). Många

blomflugelarver är aktiva på nätterna och vilar på dagarna. Ihoprullade blad kan fungera som viloplats. Se tabell 1 för exempel på svenska arter av blomflugelarver som äter växtlöss.

Tabell 1. Blomflugor och deras livscykel (Rotheray 2003).
Svenska artnamn genom Svensk Taxonomisk Databas (2013).

Art	Larvernas födoperioder	Antal generationer under säsong	Övervintrar som
<i>Syrphus ribesii</i> (Linnaeus) Gul solblomfluga	maj – juni juli – aug. sent aug. – okt.	2 - 3	3e larvstadiet
<i>Eupeodes luniger</i> (Meigen) (Syn. <i>Syrphus luniger</i>) Månfältblomfluga	maj – juni juli – aug. sent aug. – sept.	2 - 3	Puppa
<i>Platycheirus scutatus</i> (Meigen) Skogsfotblomfluga	maj – juni juli – aug. sent aug. – sept.	2 - 3	3e larvstadiet
<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer) Flyttblomfluga	(kvarstannande: maj-juni) juli – sept.	1 - 2	Vuxen*
<i>Epistrophe eligans</i> (Harris) Elegant brynblomfluga	maj – juni	1	3e larvstadiet
<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus) taggländfluga	juli – sept.	1 - 2	3e larvstadiet

* Släktet Flyttblomflugor övervintrar oftast inte i Sverige eller Norden (Sveriges Entomologiska Förening SEF 2012).

4.2.2 Nyckelpigor. Coleoptera, Coccinellidae. Dyntaxa (2012) har 79 olika arter registrerade i Sverige. Inte alla arter av nyckelpigor äter växtlöss; vissa är också strikt habitatbundna och förflyttar sig ogärna (Rotheray 2003). Nyckelpigans livscykel är holometabolisk vilket innebär att de har en fullständig metamorfos där nyckelpigans larv förpuppas innan den fullvuxna individen kläcks efter två till tre veckor (Jensen 2011). Nyckelpigans larv en viktig fiende till växtlöss då vuxna nyckelpigor kan äta växtlöss men främst livnär sig på pollen och nektar. Nyckelpigehonan lägger i Sverige upp till fyra-femhundra gulvita ägg i grupper om cirka 40 ägg, nära luskolonier (Jensen 2011). Äggen kläcks sedan efter två till tio dagar och larverna behöver äta cirka 800 löss för att utvecklas och förpuppas. Puppen kläcks med den fullvuxna nyckelpigan efter två till tre veckor och äter ca 150 löss under sin levnad (Jensen

2011). De flesta arter av nyckelpigor har en generation per år där larven lever från maj till juni (Rotheray 2003). Men det finns arter med två generationer under säsong från maj till september, som därför ger en längre period med larver. Ur biologisk bekämpningssynpunkt, är det bra med en lång säsong av naturliga fiender. De nyckelpigor i England som har två generationer larver under en säsong, och livnär sig på växtlöss är tiopräckig- (*Adalia decempunctata* Linnaeus), fjortonpräckig- (*Propylea quatuordecimpunctata* Linnaeus), samt sjupräckig nyckelpiga (*Coccinella septempunctata* Linnaeus) (Rotheray 2003). Huruvida dessa nyckelpigor också har två generationer med larver i Sverige, framgår inte.

4.2.3 Gallmyggor. Diptera, Cecidomyiidae. Gallmyggor är mycket små, smala myggor med tunna genomskinliga vingar. Många arter är växtätare och kan vara skadedjur i odling, men flera arter har också larver som livnär sig på löss och andra skadedjur (Rosen 1990, Jensen 2011). Dess larver kan både parasitera eller äta av sitt värdjur direkt. En av de mest kända gallmyggor som livnär sig på löss är *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) som lägger sina ägg intill bladluskolonier (Rotheray 2003). Om arten förekommer naturligt i Sverige är okänt. Arten ska vara vanligt förekommande upp till relativt nordliga breddgrader i Finland (Rimpiläinen 1979).

4.2.4 Näbbskinnbaggar. Hemiptera, Anthocoridae. Ordningen Hemiptera har många lusätande insekter, där en viktig familj är näbbskinnbaggarna (Rotheray 2003). Dessa insekter har stickande sugande mundelar vilket skiljer dem från skalbaggar (Coleoptera) som har bitande mundelar. Under sin livscykel har näbbskinnbaggar fem utvecklingsstadier. Både vuxna och larver av näbbskinnbaggar äter löss. De flesta näbbskinnbaggar har två generationer per säsong. Endast vuxna individer övervintrar och gör det under bark, lövhögar och liknande (Rotheray 2003).

4.2.5 Rovskalbaggar. Coleoptera, Carabidae (jordlöpare), Staphylinidae (kortvingar). Det finns många arter i dessa två familjer (Dyntaxa 2012), men inte alla arter äter löss (Rotheray 2003). Båda insektsfamiljerna lever på marken i lövkompost och döda trädstammar. De äter de insekter som kommer i dess väg. Enligt Jensen (2011) är rovskalbaggar matfriska och kan äta upp till tre gånger sin egen vikt under ett dygn. Vissa arter äter också svamp och plantmaterial (Rotheray 2003). De arter som äter löss är aktiva nattetid. Enligt Rotheray (2003) vet man inte om skalbaggarna klättrar i plantan för att komma åt löss, eller bara äter

dem som har trillat till marken. Jensen (2011) menar att rovskalbaggar kan jaga bytesdjur uppe i växten. Få arter av rovskalbaggar äter löss från familjen Diaspididae (pansarköldlöss), dit kommasköldlusen hör (Rosen 1990).

4.2.6 Nätvingar. Neuroptera. Vissa arter av nätvingar är rovdjur på växtlöss. Både larver och vissa vuxna stadier kan äta löss. Nätvingarnas honor lägger sina ägg på olika sätt; direkt på blad, på stammen eller i klasar hängandes på undersidor av blad (Rotheray 2003). Äggen kläcks efter cirka 7-18 dagar (Rotheray 2003, Jensen 2011). Larven livnär sig på växtlöss i 15-20 dagar och genomgår tre utvecklingsstadier under tiden. En larv kan äta upp till 200-500 bladlöss under sin utveckling (Jensen 2011). Familjen Chrysopidae (guldögonsländor) har arter som angriper växtlöss (Cross et. al 2010, Dixon 1973, Rotheray 2003). Nätvingar genomgår fullständig metamorfos där den fullvuxna larven spinner en kokong och kläcks som vuxen insekt efter tre veckor. Larven kan även övervintra i puppan (Rotheray 2003).

4.2.7 Tvestjärter. Dermaptera, Forficulidae. Tvestjärten är omnivor och äter därför både växter och djur, och då gärna löss (Rotheray 2003, Gobin et al. 2008, Jensen 2011, Manduric & Hansson 2012). Samtliga tvestjärtens utvecklingsstadier äter löss (Rotheray 2003). Ägg läggs i en jordhåla i marken under vintern och när nymferna föds tar honan hand om dem (Jensen 2011). Tvestjärter är aktiva nattetid (Jensen 2011, Manduric & Hansson 2012).

4.2.8 Parasitsteklar. Hymenoptera (infraordning Parasitica). Steklar är viktiga parasitoider på växtlöss (Dixon 1973, Rosen 1990, Cross et. al 2010, Jensen 2011). Parasitoider kan delas in i endoparasitoider som lever inuti värdjuret, och ektoparasitoider som lever utanpå sin värd (Nationalencyklopedin 2013). De flesta parasitoider tillhör ordningen steklar (Hymenoptera) (Cross et. al 2010). Kännetecknet för steklar och infraordningen parasitsteklar Parasitica, är deras getingmidja och genomskinliga vingar (Jensen 2011). Parasitsteklar har ett långt ägglägningsrör som används för att lägga sina ägg inuti eller ovanpå värdjuret. Vissa arter av parasitsteklar är mycket värdspecifika, andra är det inte (Cross et. al 2010). Parasitsteklarnas larver är helt beroende av värdjuret. Fullvuxna steklar kan äta växtlöss, men lever i de flesta fall av nektar och pollen (Jensen 2011). Många parasiter och parasitoider oavsett taxonomisk ordning, är mycket känsliga för pesticider (Cross et. al 2010).

Växtätande löss har utvecklats under lång tid att inte sända ut dofter som kan locka naturliga fiender till sig (Powell et al. 1998). Därför kan de naturliga fienderna istället använda sig av doften från växtlusens värdväxt. Doften av värdväxten förändras vid angrepp av växtlöss. Parasitstekeln *Aphelinus ervi* Haliday kan uppfatta den förändrade växtdoften, och på så sätt hitta växtlöss (Powell et al. 1998).

4.3 *Lepidosaphes ulmi* (Linnaeus) kommasköldlus

Kommasköldlusen *L. ulmi* är en så kallad pansarsköldlus (Dyntaxa 2013) som med hjälp av vaxutsöndringar får ett hårt skal av vaxfilament; en slags sköld, som skyddar kroppen (Dixon 1973, Rosen 1990, Pettersson 1992). Enligt Samarasinghe och Leroux (1966) har kommasköldlusen bytt latinskt namn flera gånger sedan Linné beskrev den 1758 som *Coccus ulmi*. ITIS (2013) anger följande taxonomiska indelning (svenska namn genom Dyntaxa 2012):

Ordning – Hemiptera (halvvingar)

Underordning – Sternorrhyncha (växtlöss)

Överfamilj – Coccoidea (sköldlöss)

Familj – Diaspididae (pansarsköldlöss)

Släkte – *Lepidosaphes*

Art – *Lepidosaphes ulmi*

Familjen pansarsköldlöss, Diaspididae, är troligtvis en mycket gammal familj som överlevt ända sedan den geologiska tidsåldern Jura (208-146 miljoner år sedan) (Rosen 1990).

4.3.1 Utbredning och värdväxter

Kommasköldlusen *L. ulmi* finns spridd över nästan hela världen men då främst i de tempererade zonerna (Rosen 1990). Samarasinghe & Leroux (1966) menar att kommasköldlusen uppträder utbrett över i stort sett hela världen förutom i tropiskt och arktiskt klimat. En mängd växter angrips; kommasköldlusen är polyfag och angriper både tropiska, subtropiska och tempererade växter (Rosen 1990). Växter som kokosnöt *Cocos*

nucifera, guava *Psidium guajava*, valnöt *Juglans regia*, oliv *Olea europaea*, är värdväxter åt kommasköldlusen, liksom fruktträd tillhörande rosaceafamiljen (*Prunus*, *Pyrus* och *Malus*) och andra fruktträd (Rosen 1990). Ljungväxter *Ericaceae*, havtorn *Hippophaë rhamnoides* L. (Fountain et al. 2011), svarttall *Pinus Nigra* J F Arnold (Erler & Tunç 2001) angrips. Träd som *Acer*, *Aesculus*, *Betula*, *Buxus*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Salix*, *Syringa* och *Ulmus* finns även de, representerade som värdväxter (Rosen 1992).

Sveriges Entomologiska Förening *SEF* (2005), anger att det finns cirka 75 olika arter av sköldlöss i Sverige. Vad gäller utbredningen av *L. ulmi* i Sverige redovisar *SEF* (2005) att växtlusen finns registrerad i alla landskap i södra och mellersta Sverige, med undantag för Närke och Dalarna. I norra Sverige återfinns kommasköldlusen upp till Gästrikland och Medelpad. Enligt Jordbruksverket (2011) finns kommasköldlusen spridd i hela äppelodlingsområdet, och orsakar angrepp varje år.

4.3.2 Skadebild

Som alla växtlöss suger kommasköldlusen växtsaft. Värdväxten kan genom lössen drabbas av skador som deformationer, förlora vigör och växtkraft och smittas av växtsjukdomar (Rosen 1990). Blir lössen tillräckligt många kan de ta död på hela växten. Sekundära skador kan vara sämre skotttillväxt och blomning. Möjligen kan även lössens saliv påverka växten negativt, men detta är inte tillräckligt undersökt (Rosen 1990). Vid stora angrepp på äpple av San-José sköldlusen *Quadraspidotus perniciosus* (Comstock), blev vattenuptaget och transpirationen hos träden störd som kan bero på lössens saliv. I sin tur påverkade rubbat vattenuptag och transpiration, fotosyntesen (Rosen 1990).

Då färre bekämpningsmedel är godkända idag, har fler skadedjur uppkommit i äppelodling (Aleksidze 1995). I exempelvis äppelodling i Georgien har kommasköldlusen dykt upp (Aleksidze 1995). Hos just äpple kan kommasköldlusen orsaka röda prickar på frukten, men det är sällan då lusen föredrar att sitta på stammen (Fountain et al. 2011), värdväxten blir mer påverkad av kommasköldlusen på stam och blad, och de kan täcka stora områden.

Jordbruksverket (2011) beskriver i en rapport om bekämpningsstrategier att vid angrepp av kommasköldlus i äppelodling i Sverige, blir skadan relativt stor till mycket stor.

4.3.3 Biologi

Familjen Diaspididae, dit *L. ulmi* hör, är troligtvis mycket gammal och finns spridd över nästan alla kontinenter (Rosen 1990). Beroende på vilken värdväxt och vart i världen

kommasköldlusen lever, kan de ha både sexuell och en icke sexuell livscykel, med eller utan hanar. Kommasköldlusen har en fakultativ viloperiod i form av ägg, och beroende på klimat kan de ha en till flera generationer under ett år. På norra halvklotet har de vanligen en generation och mer söderut kan de ha två generationer (Rosen 1990). I Europa verkar kommasköldlusen bestå av fyra olika "raser" (Katsoyannos & Stathas 1995). Den ras som angriper äpple är partenogenesisisk och har en generation per säsong. En ras har två generationer per säsong med båda honor och hanar. Rasen hittas på värdväxterna *Betula* och *Vaccinium*. Efterföljande ras har en eller två generationer per säsong och saknar viloperiod i äggstadiet. Rasen återfinns på äpple, päron och andra fruktträd runt medelhavet. Det finns även en fjärde, oviparisk ras, med en generation per säsong med obligat viloperiod. Rasen angriper poppel (*populus*) i franska Pyrenéerna (Katsoyannos & Stathas 1995).

Endast kommasköldlusens nymfer och hanar är mobila och kan röra sig (Rosen 1990). Hanar är sällsynta (Imms 1916, Samarasinghe & Leroux 1966, Rosen 1990) och uppkommer enbart där kommasköldlusen har fler generationer per säsong (Rosen 1990).

4.3.3.1 Ägg

Sammanlagt har kommasköldlusens livscykel fyra utvecklingsstadier; ägg, första nymfstadie, andra nymfstadie och slutligen vuxen imago (Farooq-Ahmad 2001). Kommasköldlusens ägg är mjölkvita till färgen och läggs på hösten för övervintring till våren året därpå (Samarasinghe & Leroux 1966). Äggen läggs under honans skyddande sköld. Några dagar innan kläckning ändrar äggen färg till en gulbrun nyans (Samarasinghe & Leroux 1966).

4.3.3.2 Nymfstadium

Kommasköldlusen har två nymfstadier oavsett om de föds levande eller från ägg innan de är färdigutvecklade (Samarasinghe & Leroux 1966, Rosen et al. 1990). Kommasköldlusens nymfstadier är aktiva små, kräm vita, avlånga larver och kallas ofta för "crawlers" (Samarasinghe & Leroux 1966). Storleken varierar från 0.29 till 0.34 mm i längd. De har sex ben och antenner vid ögonen, samt två långa fibertrådar vid analöppningen. Dessa kan användas som fallskärmar vid flygning eller som hjälpmedel om lusen hamnar på rygg. De flesta nymfer föds efter soluppgång tidigt på morgonen (Samarasinghe och Leroux 1966). Beroende på temperatur börjar nyfödda nymfer röra på sig olika snabbt; från några minuter upp till några timmar (Rosen 1990). Studier har visat att nymferna rör sig mot ljuset uppåt i träden på dagen, och nedför stammen vid mörker. Hanar letar efter en hona att para sig med,

medan nymfhonan endast letar efter föda; det vill säga en plats att suga sig fast på (Rosen 1990).

Nymferna är som mest aktiva vid temperaturer mellan 25° och 32° C (Rosen 1990). Under 13° C rör sig inte nymfen alls, och de avlider vid temperaturer över 43° C. Beroende på hur snabbt nymfen hittar en födoplats, vilken temperatur, vindhastighet, eller vilken luftfuktighet det är, kan nymferna vandra i flera dagar innan de sätter sig. Teoretiskt sett kan lusen vandra upp till 150 meter, men oftast handlar det om några enstaka meter (Rosen 1990).

Vandringsfasen är kritisk och många nymfer dör (Samarasinghe, Leroux 1966, Rosen 1990). Nymferna stimuleras även av underlaget och föredrar grova knöliga underlag när de ska placera sig (Rosen 1990).

Första nymfstadiet. När nymfen väl har satt sig och börjar växa, kan den inte längre förflytta sig eller byta födoplats (Rosen 1990). Nymfen spinner ett skyddande lager av tråd på kroppen och fyra timmar efter födointagets början är lusen helt täckt av ett vitt filtaktigt lager (Rosen 1990). Lusen bygger sedan upp ännu ett skal på dess bakre del, som i slutet av utvecklingsfasen hårdnar (Miller & Davidson 2005). Huvudet täcks inte av detta hårda skal, utan är mer vaxaktigt (Samarasinghe & Leroux 1966). Under slutet av första nymfstadiet slutar lusen att äta för att utvecklas ytterligare (Rosen 1990). När utvecklingen från första till andra nymfstadiet sker, skiftar mellan olika författare. Enligt Samarasinghe och Leroux (1966) i Kanada, Quebec, påbörjas andra nymfstadiet ungefär två veckor efter att kommasköldlusen har satt sig, då även huvudet hårdnar. Rosen (1990) beskriver att ben, ögon och antenner avvecklas och trillar av under slutet av första nymfstadiet och att lusens skal på baksidan hårdnar. Samarasinghe & Leroux (1966) lägger avsaknad av extremiteter och ögon till det andra nymfstadiet.

Andra nymfstadiet. Kommasköldlusen har vid andra nymfstadiet tappat ögon, ben, antenner, är krämfärgad och päronformat till utseendet (Samarasinghe & Leroux 1966). Det första hårda skalet släpper och ett nytt byggs upp underifrån och smälter ihop med det första (Samarasinghe & Leroux 1966, Rosen 1990, Miller & Davidson 2005). Huvudet täcks av ett membranliknande skal som smälter ihop med det bakre skalet (Samarasinghe & Leroux 1966). I slutet av andra nymfstadiet växer kommasköldlusen och dess skal på längden (Samarasinghe & Leroux 1966, Rosen 1990, Miller & Davidson 2005). I Kanada, Quebec pågår andra nymfstadiet cirka tre veckor innan nymfen är fullvuxen och helt täckt av hårt

vaxliknande skal (Samarasinghe & Leroux 1966). Den fullvuxna honan utvecklar ett tredje sista bakre skal och börjar sedan lägga ägg. Honan tillverkar vaxskalet av sekret från speciella körtlar – glander – på bakkroppen och blir avlång i formen på grund av rörelsemönstret från sida till sida när hon spinner skalet (Rosen 1990). Äggläggning pågår i en månad innan honan dör (Samarasinghe & Leroux 1966).

4.3.3.3 Prognosmetoder för äggkläckning och nymfstadie

Ägg och fullvuxna individer av *L. ulmi* är svåra att avlägsna och bekämpa kemiskt, på grund av den skyddande skölden. Det optimala är därför att bekämpa det första nymfstadiet när dessa vandrar iväg från honans sköld på våren. Det är arbetskrävande att visuellt försöka upptäcka och beräkna när dessa crawlers dyker upp i odling (Helsen et al. 1996). En värmsumma som talar om tidpunkt för äggkläckning och migrationen från honans sköld, kan därför underlätta bekämpningen. Två försök har gjorts med att ta fram en prognosmodell på när ägg av *L. ulmi* kläcks på våren. Fältdata av kläckning av kommasköldlusens ägg fanns mellan åren 1978 till 1994 från äppelodlingar i närheten av Hagen i Holland (Helsen et al. 1996). Fältsstudierna kompletterades med försök i laboratorium och en prognosmodell togs fram. Mellan år 2007 och 2009 jämfördes den holländska modellen med engelska förhållanden i ett försök i Kent, England där man sedan vidareutvecklade prognosmetoden (Fountain et al. 2011).

I maj-juni kläcks kommasköldlusens ägg och nymferna vandrar iväg från honans sköld (Helsen et al. 1996). Under vintern ligger äggen i dvala. För att äggen ska kläckas krävs en temperatur på över 8° C under en viss tidslängd. Detta kallas bastemperatur. Eftersom det finns tillfällen då temperaturen överstiger 8° C under en vinter i Holland och England, varierar också längden på kommasköldlusens vinterdvala. Därför baseras de framtagna prognosmodellerna på antal daggrader (Helsen et al. 1996, Fountain et al. 2011). Då många andra prognosmodeller för skadeinsekter börjar räknas från första januari sattes även samma startdatum i dessa två försök. I det holländska försöket jämfördes data från laboratorium med data från äppelodlingar och resultaten visade sig sammanfalla väl. De allra första kommasköldlusäggen kläcktes efter 151 graddagar med en temperatur över 8° C (Helsen et al. 1996). Äggkläckningen pågick i 78 dagar. Vid 220 graddagar hade 95 % av äggen kläckts. Hälften (50 %) var kläckta vid cirka 190 graddagar.

Även andra nymfstadiet går att bekämpa då de ännu inte utvecklat ett hårt skal över hela kroppen (Helsen et al. 1996). 90 % av nymferna i andra utvecklingsstadiet är färdigutvecklade och helt täckta av sin skyddande sköld efter 229 daggrader (151 + 78).

I det engelska försöket undersöktes hur väl ovanstående daggrader stämde överens på kommasköldlössen i engelsk äppelodling över tre år (2007 till 2009) (Fountain et al 2011). I England pågick migrationen av nymfstadiet under längre tid än den gjort i den holländska studien. Den holländska prognosmodellen markerade rätt i slutdatum för äggkläckningen, men indikerade för tidigt eller för sent (± 10 dagar) för när 50 % av äggen skulle komma att kläckas. Orsaken var att den ursprungliga prognosmodellen inte tog hänsyn till att utvecklingshastigheten av äggen ökade när temperaturen steg. Den holländska modellen utvecklades därför med en extra parameter för ökad utvecklingshastighet (Fountain et al. 2011).

Graddagar omvandlades till gradtimmar för att få en mer exakt prognos, och bastemperaturen ändrades från 8.0° C till 8.7° C. Genom att använda klisterremsor på trädstammarna överblickades migrationen av nymferna visuellt för kontroll. Resultatet från försöket i England visade att det krävs 3595 gradtimmar för att 5 % av äggen ska kläckas, 4531 gradtimmar för att hälften (50 %) ska kläckas samt 5443 gradtimmar för att 95 % av kommasköldlusäggen ska ha kläckts. Klisterremsor rekommenderas, ihop med prognosmodellen (Fountain et al 2011). Både Helsen et al. (1996) och Fountain et al. (2011) beskriver svårigheterna med att säkerställa helt exakt temperatur i en temperaturbaserad prognosmodell. Detta för att odlare ofta mäter den fria luftens temperatur som kan variera stort mot den faktiska temperaturen på trädstammen. Särskilt visade sig detta på trädstammarnas norra och södra sida (Fountain et al 2011).

4.3.3.4 Honor

De stillasittande vuxna honorna har ett karaktäristiskt skyddande skal av vaxfilament som täcker hela kroppen (Rosen 1990). Till skillnad mot andra växtlöss, suger löss från familjen Diaspididae inte växtsaft direkt i floemet, utan från växtcellerna. Därför producerar dessa löss ingen honungsdagg (Rosen 1990, Miller & Davidson 2005). Kommasköldlösshonan lägger sina ägg under skölden i augusti-september (Helsen et al. 1996). De kan lägga 50 till 150 ägg under sin livstid – i medeltal 80 stycken – med ett intervall på 1-10 ägg per dag (Rosen 1990, Helsen et al. 1996).

4.4 Naturliga fiender

4.4.1 Sammanställning naturliga fiender

Tabell 2. Tabell över funna predatorer av kommasköldlöss.

	Ordning	Familj	Art	Svenskt namn	Angripande stadium	Angriper			I Sverige
						Nymf	Vuxen	Ägg	
Insektspatogena svampar									
	Hypocreales Köttkärnsvampar	Plectosphaerellaceae	<i>Lecanicillium lecanii</i> (Zimm) Ascomycota - Sporsäckssvamp						Nej ¹
	Tremellales Gelésvampar	Tremellaceae	<i>Filobasidiella depauperata</i> (Petch) Basidiomycota- Basidiesvamp						Nej ¹
Naturliga fiender									
Coleoptera - Skalbaggar									
	Coccinellidae - Nyckelpigor		<i>Exochomus quadripustulatus</i> (Linnaeus)		Larv, adult	X	X	X	Ja
			<i>Exochomus nigromaculatus</i> (Linnaeus)		Larv, adult				Ja
			<i>Chilocorus bipustulatus</i> (Linnaeus)		Larv, adult				Ja
			<i>Chilocorus renipustulatus</i> (Scriba)	Njurfläckad nyckelpiga	Larv, adult				Ja
	Nitidulidae - Glansbaggar		<i>Cybocephalus fodori-minor</i> Endrödy-Younga						Nej ²
Hemiptera- Halvvingar									
	Anthocoridae - Näbbskinnbaggar		<i>Temnostethus dacicus</i> (Puton)						Nej ²
			<i>Temnostethus longirostris</i> (Horváth)						Nej ²
Neuroptera - Nätvingar									
	Chrysopidae - Guldögonsländor		<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens)						Ja
Dermaptera - Tvestjärtar									
	Forficulidae - Hjärtfottvestjärtar		<i>Forficula auricularia</i> (Linnaeus)	Vanlig tvestjärt	Nymf, adult	X	X	X	Ja
Acari- Kvalster									
	Hemisarcoptidae		<i>Hemisarcoptes malus</i> (Shimer)			X	X	X	Nej
	Meyerellidae		<i>Tydeus coccophagus</i> Ewing						Nej ²
	Acaridae		<i>Thyreophagus entomophagus</i> (Laboulbène)						Nej
	Tydeidae		<i>Lorryia sp.</i>						Ja

Mesostigmata- Rovkvalster							
Phytoseiidae	<i>Typhlodromus pomi</i> (Parrott)						Nej
	<i>Typhlodromus rhenanus</i> (Oudemans)						Nej
Ascidae	<i>Proctolaelaps pygmaeus</i> (Müller)						Nej
Hymenoptera- Steklar							
Aphelinidae - Växtlussteklar	<i>Aphytis mytilaspidis</i> (Le Baron)		Adult	X	X	X	Ja
	<i>Aphytis proclia</i> (Walker)						Ja
	<i>Aphelinus mali</i> (Haldeman)						Ja
	<i>Ablerus celcus</i>						Nej
	<i>Coccobius annulicornis</i> Ratzeburg						Nej
	<i>Encarsia citrina</i> (Craw)						Ja
Eulophidae - Finglanssteklar	<i>Encarsia perniciosi</i> (Tower)						Nej ²
	<i>Aprostocetus minutus</i> (Howard)						Nej ²
Encyrtidae - Sköldlussteklar	<i>Zaomma lambinus</i> Walker						Ja
	<i>Epitetracnemus intersectus</i> Fonscolombe						Ja
	<i>Habrolepis diaspidi</i> (Risbec)						Nej ²

¹ Art förekommer i Europa

² Släkte förekommer i Sverige

Dokumentation kring kommasköldlusens naturliga fiender finns tillgänglig, men ingen av dessa specificerar arter av naturliga fiender för svensk eller nordisk klimat, se tabell 2. I den mån insekter finns upptagna i Svensk Taxonomisk Databas har detta noteras i nedanstående kapitel.

4.4.2 Svampar

Växtlöss kan drabbas av insektspatogena svampar. Rosen (1990) uppger flera arter av insektsätande svampar, där endast två finns registrerade i Europa och som specifikt angriper kommasköldlusen: *Lecanicillium lecanii* (Syn. *Verticillium lecanii*) och *Filobasidiella depauperata* (Syn. *Asergillus depauperatus*) (Species Fungorum 2013).

4.4.3 Predatorer

4.4.3.1 Nyckelpigor

Coleoptera, *Coccinellidae* (tribus *Exochomus*). Vid försök i England med olika nyckelpigor i labb som matades med olika stadier av kommasköldlöss, kunde *Exochomus quadripustulatus* – svart nyckelpiga med röda fläckar – överleva på kommasköldlusen och räknas som en naturlig fiende av kommasköldlus i äppelodling (Farooq-Ahmad 2012). Naturliga fiender till *L. ulmi* undersöktes i äppelodlingsområdet i östra Georgien och tre olika arter av nyckelpigor visade sig vara viktiga predatorer: *Chilocorus bipustulatus*, *C. renipustulatus* – njurfläckad nyckelpiga och *Exochomus quadripustulatus* – svart nyckelpiga med röda fläckar (Aleksidze 1995). Dessa tre nyckelpigor finns registrerade i Svensk Taxonomisk Databas (2013). I Georgien har indundativ utsättning av nyckelpigor i odling gjorts, dock med varken lönsamt eller gott resultat (Aleksidze 1995). Naturliga fiender till kommasköldlusens och andra sköldlöss undersöktes under åren 1992 till 1994 i Turkiet. Övergivna fruktodlingar kontrollerades företrädesvis men också aktiva odlingar, samt vilda växter i naturen (Erlér & Tunç 2001). Nyckelpigan *C. bipustulatus* hittades livnära sig på kommasköldlusen och var den nyckelpigart som var mest effektiv: i äppelodling i Erzincan-provinsen i Turkiet sjönk träd-angrepp av kommasköldlus med 6-24% år 1981 (Aydoğdu & Toros 1987). Ytterligare en nyckelpigart som livnär sig på kommasköldlöss finns registrerad i Sverige: *E. nigromaculatus* (Rosen 1990, Dyntaxa 2013).

4.4.3.2 Glansbaggar

Coleoptera, *Nitidulidae*. I Turkiet angrep glansbaggen *Cybocephalus fodori-minor* specifikt kommasköldlusen (Erlér & Tunç 2001). Fynden gjordes på bland annat på Oleander *Nerium oleander*, päron *Pyrus communis* och på myrten *Myrtus communis* (Erlér & Tunç 2001).

4.4.3.3 Näbbskinbaggar

Hemiptera, *Anthocoridae*. Två näbbskinbaggar; *Temnostethus dacicus* och *Temnostethus longirostris* livnär sig på kommasköldlusen. Dessa två näbbskinbaggar hittades särskilt i fruktträd i odling i Turkiet (Erlér & Tunç 2001).

4.4.3.4 Guldögonsländor

Neuroptera, *Chrysopidae*. I Erler & Tunçs (2001) insamling i Turkiet återfanns en art av guldögonsländor; *Chrysoperla carnea* på bland annat *Citrus* sp. Guldögonsländan *C. carnea* finns registrerad i Dyntaxa (2013).

4.4.3.5 Tvestjärter

Dermaptera, *Forficulidae*. Det finns tre familjer av tvestjärter med fyra arter i Sverige (Dyntaxa 2013). *Forficula auricularia* är den vanligaste arten i Europa (Moerkens et al 2011, SEF 2013). Tvestjärten är omnivor (SEF 2013). Först efter tredje till fjärde utvecklingsstadiet klättrar nymferna upp i träden (Gobin et al. 2008). Skydd för tvestjärten sattes ut under ett år i en äppelodling i Belgien, som sedan samlades in och räknades. I försöket dök tvestjärtarna upp i trädkronorna först i maj, troligtvis på grund av att tvestjärtslarvens första stadie föds och håller till i håligheter i marken. Tvestjärten är en betydelsefull fiende för växtlöss med undantag för att de inte är aktiva i träden så tidigt på våren som olika arter av växtlössen kan vara (Gobin et al. 2008).

F. auricularia har fyra utvecklingsstadier: ägg, två nymfstadier och ett vuxenstadie.

Tvestjärten lägger sina ägg i hål i marken och efter att de har kläcks tar tvestjærtshonan hand om nymferna i hålan tills de har utvecklats tillräckligt. Nymferna lever sedan på marknivå (Gobin et al. 2008) och förekomsten av tvestjärter uppe i äppelträden är oförutsägbar (Moerkens et al 2011). Tvestjärten är därför sårbar för markberedning och det är värdefullt att hålla populationen stabil i marken. En prognosmodell förbättrar tvestjärtens chanser att inte skadas vid jordbearbetning och kemisk bekämpning i äppelodling. Ett prognosystem för vanlig tvestjært togs fram i Belgien år 2011 (Moerkens et al 2011). *F. auricularia* lägger sina ägg antingen en gång på hösten, eller två gånger; efter vintern och ytterligare en gång under sommaren. Om detta tyder på att det finns två olika sorter/ras av samma art, eller om det är två helt olika arter är oklart (Moerkens et al. 2011). Den framtagna prognosmodellen går dock att applicera på båda äggläggingsstrategierna. Modellen styrs av daggrader, eftersom tvestjärten i stor utsträckning är temperaturstyrd i sin livscykel. Prognosmodellen är tänkt att visa på optimal temperatur för varje av tvestjärtens olika utvecklingsstadier. Maxtemperaturen för tvestjärtens ägg ligger på 23° C, då äggen dör. Oavsett tid för äggläggning, utvecklas ägg och utvecklingsstadier av de två olika sorterna av tvestjärtarna lika snabbt. *F. auricularia* som lägger ägg på hösten, lägger äggen när jordtemperaturen går under 5.3° C. Från en jordtemperatur på cirka 5° C till 19° C utvecklas äggen. Nymferna har en optimal utvecklings-temperatur på 23° C (Moerkens et al. 2011).

4.4.3.6 Kvalster

Acari, *Hemisarcoptidae*. Hemisarcoptidae är en familj spindeldjur som lever i träd och buskar (Rosen 1990). Arter av Hemisarcoptidae har hittats i stora delar av världen, från Afrika, västra hemisfären, Ryssland, till Europa. Men identifikationen kring arter av kvalster är svår, vilket gör distributionen och utbredningen osäker (Rosen 1990). Det finns lite undersökt kring kvalsters biologi, utbredning och taxonomi (Rosen 1990). *Hemisarcoptes malus* var ett av de första spindeldjuren som upptäcktes i Nordamerika och har där använts som biologisk bekämpning då den tål minusgrader ner till -34° C (Rosen 1990). Kvalstret kan leva i symbios med en art av nyckelpiga; *Chilocorus stigma* eftersom fynden av kvalstret oftast gjorts tillsammans med nyckelpigan (Rosen 1990, Charles et al. 1998). *H. malus* är en viktig naturlig fiende till kommasköldlusen i Quebec, Kanada, enligt Samarasinghe & Leroux (1966). Rosen (1990) är osäker på hur bra *H. malus* fungerar som en naturlig fiende till kommasköldlusen, då det inte finns säkerställd fakta på området (Rosen 1990). Detta för att det finns för få studier, och de studier som finns har kraftigt varierande resultat.

Spindeldjur av *Hemisarcoptidae* lever under skalet på äggläggande löss ur familjen pansarsködlöss (Rosen 1990). Nymfer, larver och ägg parasiteras också, men inte i lika stor grad. Kvalstret är känsligt för bekämpningsmedel (Rosen 1990). *H. malus* har hittats i fruktodlingar i Europa, ibland annat i Holland (Erler & Tunç 2001), men sporadiskt (Karsemeijer 1973). *H. malus* finns inte registrerad i Svensk Taxonomisk Databas *Dyntaxa* (2012), inte heller i Integrated Taxonomic Information System *ITIS* (2012).

Andra kvalster som angriper kommasköldlus är: *Tydeus coccophagus*, *Typhlodromus pomi*, *Typhlodromus rhenanus*, *Thyreophagus entomophagus*, *Oppia nova*, *Lorryia* sp. (Samarasinghe & Leroux 1966) samt *Proctolaelaps pygmaeus* (Erler & Tunç 2001). Deras utbredning i Sverige är osäker.

4.4.4 Parasitsteklar

4.4.4.1 *Aphytis mytilaspidis*

A. mytilaspidis är en ektoparasit-stekel. I England angrips endast kommasköldlusen, men *A. mytilaspidis* ska kunna parasitera fler arter av sködlöss (Imms 1916). Hanar är mer sällsynta än honor och hittas sällan; i England sker därför deras fortplantning partenogenetiskt (Imms 1916). Stekeln är både parasitoid och predator. Den vuxna stekeln livnär sig på löss och lägger sina ägg precis under lusens sköld, det vill säga inte inuti själva lusen (Imms 1916,

Samarasinghe & Leroux 1966). Stekelhonan kontrollerar med antennerna på kommasköldlusen innan hon lägger sina ägg under dess sköld (Imms 1916). Under skalet kläcks och utvecklas stekellarven genom att suga ut lusen (Imms 1916). När stekellarven är färdigvuxen genomgår den ett puppstadium under lusens sköld. Fullt utvecklad, tar sig sedan själva stekeln ut från skölden (Imms 1916). I England kläcktes parasiterande ägg i ett försök, efter nio till elva dagar i en medeltemperatur på 17° C. Äggen kläcktes och de första larverna, syntes den 21 maj och alla individer var färdigutvecklade vid månadsskiftet juli-augusti. Larvstadiet i England är 23 dagar, upp till en månad långt, innan larven förpuppas. Puppstadiet varierar från 21 till 30 dagar, där väta och kyla kan förlänga det (Imms 1916). I Quebeç, Kanada har *A. mytilaspidis* tre generationer per år, där ett stadie övervintrar som puppa (Samarasinghe & Leroux 1966). I Quebeç finns stekelns larver i odling från mitten av juni, fram till augusti med överlappande generationer, men det kläcks *A. mytilaspidis*-steklar ända fram till september. Första generationen finns i fält från juni till mitten av juli och angriper kommasköldlusens andra nymfstadium. Andra generationen livnär sig på nyblivna adulta kommasköldlöss och finns sedan i fält under juli och augusti. Tredje och sista generationen livnär sig på äggläggande kommasköldlöss-honor. Stekeln övervintrar under skalet på de äggläggande honorna fram till maj året därpå. (Samarasinghe & Leroux 1916). Färdig insekt i England är kortlivad (Imms 1916). I England kläcks den fullvuxna stekeln i början av augusti och en månad framåt, men själva individen lever inte längre än en vecka (Imms 1916). Stekeln går/springer oftare än flyger och det är därför svårt att få dem att sprida sig och de sprids bäst med vinden. *A. mytilaspidis* är styrd av fototropism i sitt sökande efter byte, då det är vanligare att löss på yttre grenar angrips (Imms 1916).

Samarasinghe och Leroux (1966) menar att *A. mytilaspidis* är en viktig naturlig fiende till kommasköldlusen. Vid två insamlingar i Turkiet, var *A. mytilaspidis* också den insekt som hade störst inverkan på kommasköldlusen av alla insamlade predatorer (Erler & Tunçs 2001). I två turkiska fruktodlingar var 41-46 % och 0.7-19 % löss angripna, mellan åren 1981-1982 (Aydogdu & Toros 1987, Çiftçi 1986). I fruktodling i Holland har *A. mytilaspidis* funnits parasitera på kommasköldlöss (Karsemeijer 1973), samt på kommasköldlöss på pil (*Salix*) i Turkiet år 2002 (Japoshvili & Karaca 2002).

4.4.4.2 Övriga parasitsteklar

Många parasiter på växtlöss är steklar tillhörande ordningen Hymenoptera (Rosen 1990). Utöver *A. mytilaspidis*, som anges som en viktig parasitstekel på kommasköldlusen, finns fler

parasiterande steklar: *Aphytis proclia*, *Aphelinus mali*, *Aprostocetus minutus* (syn. *Tetrastichus minutus*), *Zaomma lambinus* (syn. *Apterencyrtus microphagus*) (Karsemeijer 1973, Japoshvili & Karaca 2002), *Epitetracnemus intersectus* (syn. *Anabrolepis zetterstedtii*, *Epitetracnemus zetterstedtii*) (Karsemeijer 1973, Rosen 1990, Erler & Tunç 2001, Japoshvili & Karaca 2002), *Ablerus celcus*, *Coccobius annulicornis* (syn. *Coccobius testaceus*), *Encarsia citrina* (syn. *Encarsia citrinus*), *Encarsia perniciosi* (Japoshvili & Karaca 2002) samt *Habrolepis diaspidi* (syn. *Habrolepis aspidioti*) (Rosen 1990). I Insamling av naturliga fiender i obesprutade äppelodlingar år 1973 i Holland, blev 26 % eller färre, kommasköldlöss angripna av parasitsteklarna *Zaomma lambinus* och *Epitetracnemus intersectus*, vilket tyder på att dessa två arter har svårt att ensamma bekämpa en koloni kommasköldlöss (Karsemeijer 1973).

Av ovanstående parasitsteklar finns följande registrerade i Sverige (Dyntaxa 2013): *Aphytis proclia*, *Aphelinus mali*, *Zaomma lambinus*, *Epitetracnemus intersectus* och *Encarsia citrina*.

5. Diskussion

L. ulmi finns spridd över hela världen. Klimat och miljö påverkar dess livscykel och värdväxter. På norra halvklotet har kommasköldlusen en generation per år (Rosen 1990) med fyra utvecklingsstadier (Farooq-Ahmad 2001): ägg, första nymfstadie, andra nymfstadie samt vuxen imago.

Kommasköldlusen är en pansarsköldlus med hårt skal och lusens ägg läggs under skalet (Dixon 1973). Skalet skyddar mot yttre påverkan; bara nymfstadiet saknar skyddande skal och är därför mest mottaglig av alla utvecklingsstadier för yttre bekämpning. En prognosmetod på utvecklingshastigheten och äggkläckning hos nymfstadiet – som utgår från graddagar – underlättar odlarens bekämpningsarbete. En prognosmodell som använder sig av gradtimmar för att beräkna kommasköldlusens äggkläckning i äppelodling, har utvecklats i England, se tabell 3 (Fountain et al. 2011).

Tabell 3. Prognosmodell för äggkläckning *L. ulmi* (Fountain et al. 2011)

Minimitemperatur: 8.7 °C Start 1 januari	
Procent äggkläckning	Antal gradtimmar
5 %	3595
50 %	4531
95 %	5443

Ytterligare ägg kläcktes, efter det att 95 % av nymferna hade kläckts, i upp till tio veckor efteråt (Fountain et al. 2011). Detta kan vara nyttigt information då migration pågår under relativt lång tid även efter att större delen av äggen kläckts och bekämpning är fortfarande möjlig.

Prognosmetoden har möjlighet att fungera i svensk äppelodling, då den inte är platsspecifik. Minimitemperaturen på 8.7 °C kan överensstämja med kommasköldlössens livscykel i svenskt klimat. Vid en jämförelse av prognosmodellen och temperatursummor från Kivik åren 2010-2011 (SMHIa 2013) skulle kommasköldlusens ägg kläckas i slutet av juni 2010, samt i början av juni 2011. I den engelska studien angavs kommasköldlusens äggkläckning påbörjas i början av maj år 2009 (Fountain et al. 2011), vilket är relativt stor skillnad mot temperatursumma och förmodad äggkläckning i Kivik åren 2010-2011. Därför kan man ifrågasätta användandet av den engelska prognosmodellen i svenskt klimat. Både år 2010 och

2011 var emellertid extrema år i Sverige, med kalla och långa vintrar med mycket snö (SMHIb,c,d,e 2013), och det är problematiskt att jämföra med dessa år. Att undersöka en större mängd temperaturdata över fler år i Sverige, vore en adekvat fortsättning i arbetet med en prognosmodell.

Att använda gradtimmar för att förutspå insekters utveckling är vanligt då insekter är växelvarma djur, vars utvecklingshastighet är korrelerat med temperaturen (Ekbom & Lindblad 2004). Det är också en metod som odlare själva kan använda sig av i bekämpningsarbetet. Att använda sig av prognosmodeller för att förutsäga kommasköldlusens äggkläckning verkar inte vara vanligt då endast två artiklar – från Holland och England – har hittats. Svårigheten med att använda sig av en temperaturbaserad prognosmodell är att mätstationer och odlare ofta mäter temperatur på den fria luften, som kan avvika mot den faktiska temperaturen på trädstammen där kommasköldlusen finns (Helsen et al. 1996, Fountain et al. 2011). Ett bra komplement till prognosmodellen är klisterremsor på träden för att få en bättre och utökad överblick av äggkläckning och migration (Fountain et al. 2011). Att utgå från den engelska modellen är en bra början, men det måste undersökas om modellen överensstämmer med nordiskt klimat. Ett steg mot ett svenskt/nordiskt prognosystem är att i fält, jämföra den engelska prognosmetoden i svenska temperaturförhållanden, tillsammans med klisterremsor på äppelträdens stammar som visuellt överblickar migration och äggkläckning. Kanske kan man inte enbart mäta temperaturen på den fria luften för kommasköldlusens äggkläckning. Det optimala hade möjligtvis varit att utveckla en prognosmodell där temperaturen på trädstammarna mäts.

Katsoyannos & Stathas (1995) beskriver att det i Europa finns olika raser av kommasköldlöss. Dessa raser har olika många generationer per säsong, med eller utan hanar, samt med eller utan viloperiod som äggstadier. Om det är så att det även finns olika raser av kommasköldlöss med olika lång viloperiod, behöver prognosmetoden anpassas efter dessa.

Lite eller ingen fakta har i det här arbetet hittats kring kommasköldlusens livscykel i Sverige eller i Norden. Många källor anger allmänt att kommasköldlusens ägg kläcks tidigt på våren. Informationen är sparsam och inte alltid specificerad så att det går att mäta eller applicera direkt till andra klimat. Äggen kläcks i maj-juni vid temperaturer på över 8° C enligt Helsen (1996). Detta är endast allmän information och torde variera mellan klimatzoner, länder och från år till år. År 2010 och 2011 gick temperaturen i Kivik Sverige över åtta grader först i

slutet, samt i början av juni (SMHib,c,d,e 2013) och det stämmer inte överens med ovanstående fakta. I Quebec, Kanada pågår nymfstadiet i cirka en månad från det att lusen har hittat födoplats (Samarasinghe & Leroux 1966). Även denna tidsaspekt borde förändras med temperaturen och är inte specificerad eller statistiskt mätbar. Frågan är också om klimatet i Kanada, Quebec är likställt med vårt nordiska klimat. Artikeln är gammal med tanke på eventuella klimatförändringar.

Flera av artiklarna kring kommasköldlusens livscykel och naturliga fiender har utgivits i Västasien; Turkiet och Georgien till exempel. Sammansättningen av fauna, naturliga fiender och klimat ser olika ut mellan Asien, Europa och Skandinavien (Carl 1996). Regioner i Turkiets där äpple odlas, odlas även bomull och citrus (Erler & Tunç 2001) vilka inte kan odlas kommersiellt på friland här i Skandinavien. Det är svårt att direkt översätta resultat kring kommasköldlusen från Västasien på ett skandinaviskt klimat. Kanske är det även problematiskt att applicera europeiska studier på nordiska förhållanden. Detta talar för att det behövs mer studier på kommasköldlusen i ett nordiskt klimat. Det tycks idag inte finnas tillräckligt med information för svenska odlare om kommasköldlusens livscykel, eller dess naturliga fiender och hur man gynnar dessa. Utifrån de fakta som har hittats går det inte direkt att ge svar på hur kommasköldlusens livscykel ser ut i Sverige.

L. ulmi har studerats under flera decennier, men trots detta är informationen kring förekomsten av hanar hos kommasköldlusen knapphändig. I nordiskt klimat verkar inga hanar utvecklas. Detta kan ha att göra med att hanar föds hos kommasköldöss som har flera generationer under en säsong (Rosen 1990). I övriga norra Europa uppträder inga hanar av kommasköldlusen på äpple (Fountain et al. 2011). Om hanar utvecklas eller finns spridda i resten av Europa framkommer inte tydligt. Kommasköldlusens fortplantning och livscykel är inte beroende av hanar. Hur stor påverkan hanar har för kommasköldlusen som skadedjur, beskrivs inte. Möjligen skulle hanarna underlätta spridningen av kommasköldlusen då de har vingar och kan flyga.

Få artiklar beskriver hur eller varför kommasköldlusen sprids. Varför är de vanliga i äppelodling? Hur sprids kommasköldlusen inom landet, mellan odlingar? Under arbetets gång har lite information hittas kring hur kommasköldlusen faktiskt sprids och uppfattningen fås att det ännu inte finns effektiva lösningar kring bekämpningen av växtlusen i Europa. Att ta reda på hur kommasköldlusen sprids är betydelsefullt. Ett steg skulle kunna vara att ta reda på

huruvida kommasköldlusen dyker upp i särskilda typer äppelodlingar. Upplever till exempel svenska ekologiska äppelodlare att de har samma problem med kommasköldlusen som konventionella odlare. Eller är angrepp av kommasköldlus koncentrerade till områden med ett specifikt klimat. Om detta sedan är statistiskt signifikant är viktigt att ta reda på.

Att ta reda på hur värdväxtens vitala status möjligen kan främja angrepp av kommasköldlusen hade varit intressant. Till exempel har flera träd i stads- och hårdgjord miljö i Malmö angrepp av kommasköldlöss. Att dessa träd är utsatta för stress med ansträngande växtmiljöer som påverkar vitaliteten är troligt. Kanske kan kommasköldlusen få bättre fäste på träd som redan är stressade och svaga, eller som har lösare vävnad på grund av snabb tillväxt eller obalanserad gödsling (Svensson 1985, Juhlin 2001). Om kommasköldlusen inte alltid har funnits i Sverige har de kanske spritts via importerade träd och grundstammar. Träd importeras, både för stadsmiljö och odling.

I ett vidare växtskyddsarbete skulle målet kunna vara att ha en webbaserad tjänst med prognosmodell på temperatursummor där odlare kan se hur långt över tid kommasköldlusens olika nymfstadier sträcker sig, tillsammans med tidpunkt för äggkläckning i sin region eller ort. Webbtjänsten skulle kunna erbjuda tydliga tabeller med kommasköldlusens spridning och livscykel, ställd mot dess naturliga fiender som är lättillgänglig för odlarna, exempelvis som en applikation till mobiltelefonen. Värdefull information skulle kunna vara vilka nyttodjur som finns i regionen, hur man gynnar deras livscykel med eventuella boplatser och värdväxter med exempelvis mellangrödor, fångstgrödor eller blomsterremsor.

Att undersöka kommasköldlusens naturliga fiender har gjorts i flera försök och studier. Ett stort antal naturliga fiender tas upp, åtskilliga är insekter själva från olika familjer, som gallmyggor, tvestjärtar och steklar. Det finns även andra fiender, till exempel två insektspatogena svampar i Europa; *L. lecanii* och *F. depauperata* (Rosen 1990) (Species Fungorum 2013), som ska angripa kommasköldlusen. Av de naturliga fiender som har tagits fram i detta arbete är det få som tillkännages exakt i vilket utvecklingsstadium de angriper kommasköldlusen. Inte heller hittas fakta med anknytning till vilket stadium av själva kommasköldlössen som angrips, se tabell 2. Kring flera av de naturliga fiender som tas upp i det här arbetet finns det ingen information om fienderna finns naturligt i Sverige, eller har närbesläktade arter här. Inte heller vid vilken tid på året de finns tillgängliga. Ett vidare arbete skulle vara att undersöka dessa och besläktade arters förekomst i Sverige, vid vilken tid på

året de är predatorer, om deras livscykel överensstämmer med kommasköldlusens livscykel och vilket stadium av kommasköldlöss som angrips. För att öka kunskapen kring naturliga fiender i Sverige skulle man kunna undersöka vilka befintliga insekter som existerar i svenska äppelodlingar idag, och ta reda på om dessa kan livnära sig på kommasköldlusen.

Sammantaget kan sägas att tre nyckelpigor, ett kvalster, en parasitstekel och vanlig tvestjärt, är möjliga naturliga fiender till kommasköldlusen i Sverige. Nyckelpigorna *E. quadripustulatus* – svart nyckelpiga med röda fläckar (Aleksidze 1995, Farooq-Ahmad 2012), *C. bipustulatus*, och *C. renipustulatus* (Aleksidze 1995) har visats angripa kommasköldlusen och finns registrerade i Dyntaxa (2013). Flera artiklar tar upp kvalstret *H. malus* som en viktig predator (Samarasinghe & Leroux, Karsemeijer 1973, Rosen 1990, Erler & Tunç 2001). Varken Integrated Taxonomic Information System (2012) eller Dyntaxa (2012) har dock *H. malus* i sina databaser. Om kvalstret finns naturligt i Sverige tycks därför vara osäkert. Vanlig tvestjärt, *Forficula auricularia*, är en möjlig fiende till kommasköldlusen. Detta för att den är vanligt förekommande i hela Europa och det finns metoder för att gynna den i odling med exempelvis viloplattor, då den är nattaktiv. Tvestjärten är allätare och inte beroende av kommasköldlusens som föda, vilket kan vara positivt då den kan överleva populationer av kommasköldlöss. Det är viktigt att gynna tvestjärtens utvecklingsstadium i marken, då förekomsten av dem uppe i träden kan vara ostabilt (Moerkens et al. 2011). Tvestjärten lägger sina ägg i hålor i marken och nymferna lever också där tills de är fullt utvecklade. Att markbereda vid rätt tidpunkt då inte tvestjärten skadas är centralt. Det finns en prognosmodell framtagen i Belgien för tvestjärtens utvecklingsstadier i marken (Moerkens et al. 2011) som skulle kunna användas i äppelodling.

En annan predator på kommasköldlusen är parasitstekeln *A. mytilaspidis* som både äter färdigutvecklade lushonor och lägger sina ägg under skalet på dem (Imms 1916, Samarasinghe & Leroux 1966). Enligt Samarasinghe & Leroux (1966) är stekeln den viktigaste predatoren av kommasköldlusen i Kanada. I fruktodlingar i Turkiet hade *A. mytilaspidis* störst påverkan på kommasköldlusen av de naturliga fiender som hittades (Erler & Tunç 2001). *A. mytilaspidis* finns registrerad i Dyntaxa (2013) men det är inte känt hur vanligt förekommande de är i odling eller naturen, hur man gynnar dem eller om deras livscykel är kompatibel med kommasköldlusen i vårt klimat. I England har försök visat att det är svårt att få *A. mytilaspidis* att sprida sig och den adulta stekeln lever inte längre än en vecka

(Imms 1916). Detta kan tyda på att stekeln har svårt att klara sig i nordiskt klimat och att det är svårt att få dem att sprida sig naturligt. Kanske är *A. mytilaspidis* inte verksam som naturlig fiende till kommasköldlusen i Norden.

Fakta kring hur de naturliga fiendernas livscyklar ser ut, i jämförelse med kommasköldlusens livscykel, är eftersträvansvärt för att kunna gynna naturliga fiender vid rätt tidpunkt och till exempel gynna naturliga fienders puppstadier eller viloperioder. Skydd av kartong eller wellpapp i äppelodling har visats sig vara bra för olika insekter, både under insekternas vinterdvala (Horton et al. 2002) och under säsong för att skydda nattaktiva predatorer som exempelvis tvestjärten. Nyckelpigan *E. quadripustulatus* lägger inte sina ägg i närheten av luskolonin, utan på helt andra ställen (Farooq-Ahmad 2012). Det påvisar att det är viktigt med naturliga platser nära odling och lusangrepp, där exempelvis nyckelpigan kan lägga sina ägg (Farooq-Ahmad 2012). En del insekter vars larver lever på växtlöss, behöver som fullvuxna individer blomnektar för att överleva varför det viktigt att veta naturliga fienders värdväxter och gynna dessa med exempelvis blomsterremsor.

Många grupper av naturliga fiender har hittats, men kanske finns det fler? Att undersöka kommasköldlusens mottaglighet för bakterier, virus eller exempelvis frilevande nematoder hade varit intressant. En grupp rovdjur som inte nämns i artiklarna är insektordningen trips, Thysanoptera. Kan trips vara en naturlig fiende till kommasköldlusen? Blomflugor *Syrphidae* är generellt predatorer av växtlöss, se kap. 4.4, men står inte nämnd i källorna som en fiende till just kommasköldlusen. Kan skalet på kommasköldlusen hindra blomflugorna?

Kanske är endast en naturlig fiende till kommasköldlusen inte lösningen i vårt klimat, utan en sammansättning av många predatorer som angriper kommasköldlusen i olika stadier och vid olika tidpunkter. Fortfarande finns det inte tillräckligt med kunskap kring hur de naturliga fienderna fungerar i odling; många predatorer är till exempel mycket känsliga för växtskyddsmedel (Cross et. al 2010). För odling av äpple kan det vara viktigt att titta på hur skadedjur och naturliga fiender samspelar där arten äpple *Malus domestica* Borkh. ursprungligen kommer från (Carl 1996). Den domesticerade arten av äpple, *M. domestica* kommer troligtvis från *Malus pumila* Mill. eller *Malus sieversii* (Ledeb.), båda med ursprung på gränsen mellan Europa, Asien och Centralasien (Carl 1996). I ett större perspektiv så är kunskapen kring djur och insekter ofta ihopkopplat med det hortikulturella. Något som kanske inte praktiseras med exempelvis olika universitet, utbildningar och fakulteter för respektive

ämnesområde. Med kommasköldlusen som angripare i odling och dess naturliga fiender, hade tvärvetenskapliga studier varit fördelaktiga och kanske ökat kunskaperna kring kommasköldlusen som skadedjur.

6. Slutsats

- Det behövs mer fakta kring kommasköldlusen i Sverige för att säkert kunna beskriva dess art och livscykel i vårt klimat.
- De prognosmodeller med temperatursummor för kommasköldlusens kläckning och första nymfstadie, som utvecklats i England år 2011 kan fungera och skulle kunna testas här i Sverige. Prognosmodellen är inte platspecifik.
- Det finns naturliga fiender till kommasköldlusen. Flera studier och försök visar på detta. Men i det här arbetet har inga fakta hittats, som specifikt undersökt kommasköldlusens livscykel eller dess naturliga fiender i nordiskt klimat. Det går inte säkert att säga vilka naturliga fiender kommasköldlusen har i detta klimat.
- Troligtvis kan nyckelpigorna, *E. quadripustulatus*, svart nyckelpiga med röda fläckar, *C. renipustulatus* och *Chilocorus bipustulatus*, samt vanlig tvestjärt *F. auricularia* vara naturliga fiender då dessa förekommer i artiklar som studerats. Dessa insekter finns också naturligt i Sverige. Men hur stor betydelse de har som predatorer till kommasköldlusen kan inte bevisas.
- Även kommasköldlusens andra nymfstadie går att bekämpa då den ännu inte är helt täckt av hårt skyddande skal.
- Att så många naturliga fiender har hittats i undersökningar, talar för att det är positivt att gynna naturliga fiender i odling, oavsett skadegörare.

Ordlista

Angiosperm – gömfröig växt, blomväxt

Daggrader – ett sätt att mäta insekters utveckling som är starkt temperaturberoende. En bastemperatur sätts, och varje dag temperaturen överskrider bastemperaturen adderas dygnets medeltemperatur till en temperatursumma.

Fakultativ – inte tvungen, valfri, en möjlighet bland flera

Holometabolisk – hos insekter. Fullständig utveckling

Imago – fullvuxen individ

Inundativ – mass-utsättning av biologisk bekämpning (insekter).

Metamorfos – förvandling, förändring av kroppsform ex. puppa

Morfer – utseende, variant av en art

Nekros – celldöd som ej är programmerad

Obligat – nödvändig, obligatorisk

Parafyletisk – taxonomisk grupp med gemensam härstamning men där någon utvecklingsgren inte räknas in

Parasit – organism som lever vid/nära/på andra organismer och livnär sig på dem

Parasitoid – organism som livnär sig på andra organismer så att de dör

Partenogenes – icke sexuell befruktning, jungfrufödelse, avkomma från obefruktade ägg

Turgor – saftspänning, det tryck cellsaften i växten har på cellväggen

Källor

- Aleksidze G. 1995. **Armored scale insects (Diaspididae), pests of fruit orchards and their control in the republic of Georgia.** *Israel Journal of Entomology*. 29: 187-190. [elektronisk 2012-12-11] <http://www.entomology.org.il/sites/default/files/pdfs/IJE-1995.Aleksidze.pdf>
- Aydoğdu S, Toros S. 1987. **The bio-ecology of *Lepidosaphes ulmi* L. with an emphasis to its relations to its natural enemies in Erzincan province.** *Bitki Koruma Bül.* 27:147-178
- Blackman R L, Eastop V F. 1994. **Aphids on the world's trees.** Cambridge. University Press. ISBN 0851988776
- Carl K. 1996. **Ecological studies and prospect for classical biological control of apple pest in Europe and elsewhere.** *ISHS Acta Horticulturae nr 422: International Conference on Integrated Fruit Production*. ISBN: 9789066057883. [elektronisk 2012-12-11] http://www.actahort.org/books/422/422_9.htm
- Centre for Agriculture and Biosciences International** *CABI Species Fungorum*. [elektronisk 2013-01-24] <http://www.speciesfungorum.org/>
- Charles J G, Allan D J, Wearing C H, Burnip G M, Shaw P W. 1998. **Releases of *Hemisarcoptes coccophagus* Meyer (Acari: Hemisarcoptidae), a predator of armored scale insects, in the South Island.** *The New Zealand entomologist* 21: 93-98 [elektronisk 2013-03-27] <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00779962.1998.9722044>
- Çiftçi K. 1986. ***Lepidosaphes ulmi* L. and its natural enemies on pome fruits in Antalya. Biological Control.** *Research Institute Publication* 4. Antalya, Turkiet
- Cross J V, Solomon M G, Babandriener D, Blommers L, Easterbrook M A, Jay C N, Jenser G, Jolly R L, Kuhlmann U, Lilley R, Olivella E, Toepfer S, Vidal S. 2010. **Biocontrol of Pests of Apples and Pears in Northern and Central Europe: 2. Parasitoids.** *Biocontrol Science and Technology*. 9(3): 277-314. [elektronisk 2012-04-12] <http://dx.doi.org/10.1080/09583159929569>
- Dixon A F G. 1973. **Biology of Aphids. The Institute of Biology's Studies in Biology no. 44.** The Camelot Express LTD. London & Southampton. ISBN 0713124210
- Ekbom B, Lindblad M. 2004. **Faktablad om växtskydd 118J: temperatursummor för att förutsäga insekters utvecklingshastighet.** Sveriges Lantbruksuniversitet. [elektronisk 2013-04-25] http://www.slu.se/Global/externwebben/nl-fak/ekologi/V%C3%A4xtskydd/faktablad/Faktablad_om_vaxtskydd_118J.pdf
- Emden H F van, Harrington R. 2007. **Aphids as crop pests.** Wallingford. CABI. ISBN 9780851998190. [elektronisk 2013-02-28] <http://www.cabi.org/CABeBooks/default.aspx?site=107&page=45&LoadModule=PDFHier&BookID=362>
- Erler F, Tunç I. 2001. **A Survey (1992–1996) of natural enemies of Diaspididae species in Antalya, Turkey.** *Phytoparasitica*. 29(4): 299-305
- Farooq-Ahmad K. 2012. **Development and Growth of *Exochomus quadripustulatus* (Coleoptera: Coccinellidae): a Predator of Mussel Scale *Lepidosaphes ulmi* (Homoptera: Diaspididae) on Apple.** *Pakistan Journal of Zoology*. 44(4): 1021-1028. [elektronisk 2013-01-21] http://zsp.com.pk/pdf44/1021-1028%2018_%20PJZ-921-

[12%20_1_%20REVISED%20Paper-II%20%5BText%5DDevelopt%20&%20Growth%20of%20Exochomus.pdf](#)

Fountain M T, Harris A L, Xu X, Cross J V. 2011. **Timing and efficacy of insecticides for control of mussel scale *Lepidosaphes ulmi*, on apple using predictive models.** *Crop Protection*. 31(1): 58-66. [elektronisk 2012-10-13] <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219411002973>

Gillot C. 1980. **Entomology**. New York. Plenum Press. ISBN 0306403668

Gobin B, Peusens G, Moerkens R, Leirs H. 2008. **Understanding earwig phenology in top fruit orchards.** *Ecofruit 13th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing*. Sid. 208-212. [elektronisk 2013-02-26] <http://orgprints.org/13678/1/208-212.pdf>

Helsen H HM Blommers L HM, Trapman M C.1996. **Timing observation and control of mussel scale *Lepidosaphes ulmi*.** *ISHS Acta Horticulturae 422: International Conference on Integrated Fruit Production*. [elektronisk 2013-01-24] http://www.actahort.org/books/422/422_23.htm

Horton D R, Broers D A, Hinojosa T, Lewis T M , Miliczky E R, Lewis R R. 2002. **Diversity and phenology of predatory arthropods overwintering in cardboard bands placed in pear and apple orchards of central Washington State.** *Entomological society of America*. [Elektronisk 2013-03-26] <http://naldc.nal.usda.gov/download/4182/PDF>

Imms A D. 1916. **Observations on the Insect Parasites of some Coccidae.** *Quarterly journal of microscopical science*. 61(3): 217-274 [elektronisk 2012-04-09] <http://jcs.biologists.org/content/s2-61/243/217.full.pdf+html>

Integrated Taxonomic Information System ITIS. www.itis.gov

Japoshvili Ü, Karaca. 2002. **Coccid (Homoptera: Coccoidea) species of Isparta province and their parasitoids from Turkey and Georgia.** *Turkish Journal of Zoology*. 26(4): 371-376. [elektronisk 2012-11-24] <http://journals.tubitak.gov.tr/zoology/issues/zoo-02-26-4/zoo-26-4-7-0202-2.pdf>

Jordbruksverket 2011. **Strategi för växtskyddsmedel – förslag till en arbetsmetod. Bilagor.** Rapport 2011:38.Bilaga 4a. ISSN 11023007. [elektronisk 2013-01-25] <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/rapporter/arsvis/2011/strategi-for-vaxtskyddsmedel-2.html>

Jordbruksverket.2012. **Trädgårdsproduktion 2011.** [elektroniskt 2012-12-07] http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik%2C%20fakta/Tradgardsodling/JO33/JO33SM1201_korrigerad_2/JO33SM1201_ikortadrag.htm

Juhlin P. 2001. **Kvävegödsling i fruktodling.** [elektroniskt 2013-05-22] http://www.vaxteko.nu/html/sll/juhlins_fruktodl_radgivning/utan_serietitel_j_f_r/UST00-33/UST00-33.HTM

Karsemeijer M M D.1973. **Observations on the enemies of the oyster shell scale, *Lepidosaphes ulmi*, on apple in the Netherlands.** *European Journal of Plant Pathology*. 79(3): 122-124. [elektronisk 2012-01-11] <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF01976687? LI=true>

Katsoyannos P, Stathas G J. 1995. **Phonology, embryonic diapause and importance of natural enemies of *Lepidosaphes ulmi* (L.) (Homoptera: Diaspididae) on olive trees in**

- Greece. *Israel Journal of Entomology*. 29: 199-206. [elektronisk 2013-03-13]
<http://www.entomology.org.il/sites/default/files/pdfs/IJE-1995.Katsoyannos.pdf>
- Kindlmann K, Dixon A F G , Michaud J P. 2010. **Aphid Biodiversity under Environmental Change Patterns and Processes**. Dordrecht. Springer Netherlands. ISBN 2010.
[elektronisk 2013-02-28] <http://www.springerlink.com/content/978-90-481-8600-6/contents/?MUD=MP>
- Kirsten Jensen. 2011. **Nyttodjur i odlingen. En kort beskrivning av de viktigaste grupperna av naturliga nyttodjur i Sverige**. Rapport 2011:19. Länsstyrelsen Västra Götalands län. [elektronisk 2013-01-22]
<http://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland/Sv/publikationer/2011/Pages/2011-19.aspx>
- Manduric S, Hansson O. 2012. **Gynna tvestjärter och få flitiga medarbetare**. Jordbruksverket. JO12:5 [elektroniskt 2013-02-07]
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo12_5.pdf
- Miller D R, Davidson J A. 2005. **Armored Scale Insect Pests of Trees and Shrubs: (Hemiptera: Diaspididae)**. Cornell University Press. ISBN 0801442796 [elektronisk 2013-03-04]
- Moerkens R, Gobin B, Peusens G, Helsen H, Hilton R, Dib H, Suckling D M, Leirs H. 2011. **Optimizing biocontrol using phenological day degree models: the European earwig in pipfruit orchards**. *Agricultural and Forest Entomology*. 13(3) 301-312. [elektronisk 2013-02-07] <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1461-9563.2011.00525.x/pdf>
- Nationalencyklopedin NE**. [elektronisk 2013-01-22] <http://www.ne.se/>
- Noyes J S**. 2013. *Universal Chalcidoidea Database*. [elektronisk 2013-02-07]
<http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>
- Pettersson M L. 1992. **Sköldlöss. Faktablad om växtskydd 98T. Trädgård**. SLU Växter/Växtskydd. Uppsala. [elektronisk 2013-06-06]
http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/faktablad_tradgard/FVT098/FVT098.HTM
- Powell W, Pennacchio F, Poppy G M, Tremblay E. 1998. **Strategies Involved in the Location of Hosts by the Parasitoid *Aphidius ervi* Haliday. (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae)**. *Biological control*. 11(2): 104 -112. [elektronisk 2012-12-11]
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964497905843>
- Richards A M. 1960. **Scale insect survey on apples 1959–60**. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 3(4): 693-698. [elektronisk 2013-01-24]
<http://dx.doi.org/10.1080/00288233.1960.10427149>
- Rimpiläinen M. 1979. **Massförökning av bladlusmyggen *Aphidoletes aphidimyza* för biologisk bekämpning av bladlöss i växthus**. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växt- och skogsskydd. Examensarbete. [elektronisk 2012-11-25]
http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/ex_arb_vaxt_skogsskydd/EVS79-03/EVS79-03.HTM
- Rosen D. 1990. **World Crop Pests 4A. Armored insects their biology, natural enemies and control**. Elsevier Science Publishers. ISBN 0444428542.
- Rosen D. 1990. **World Crop Pests 4B. Armored insects their biology, natural enemies and control**. Elsevier Science Publishers. ISBN 0444429026.
- Rotheray G E. 2003. **Aphid Predators. Naturlist' handbooks 11**. The Richmond Publishing Co. Ltd. ISBN 0855462698

Samarasinghe S, Leroux J. 1966. **The biology and dynamics of the Oyster Shell scale *Lepidosaphes ulmi* (L.) (Homoptera: Coccidae), on apple in Quebec.** *Annals of the entomological society of Québec*. Sid 206-259

SMHIa. **Klimatdata för miljöövervakning.** Temperatur och nederbördsdata. [elektronisk 2013-05-10] <http://luftweb.smhi.se>

SMHIb. **Vintern 2011 - Den andra kalla vintern i rad.** [elektronisk] <http://www.smhi.se/klimatdata/Arssammanstallningar/Vader/vintern-2011-den-andra-kalla-vintern-i-rad-1.18682>

SMHIc. **Vintersäsongen 2009/2010 i siffror.** [elektronisk 2013-05-22] <http://www.smhi.se/klimatdata/vintersasongen-2009-2010-i-siffro-1.9643>

SMHId. **Vintern 2010-2011 i siffror.** [elektronisk 2013-05-22] <http://www.smhi.se/klimatdata/vintern-2010-2011-i-siffror-1.15194>

SMHIe. **Vintern 2010-2011: Kallare än normalt.** [elektronisk 2013-05-22] <http://www.smhi.se/klimatdata/vintern-2010-2011-kallare-an-normalt-1.15195>

Stiftelsen Lantbruksforskning. 2012. **Forskning om de goda insekternas motstånd mot skadeinsekter i äppelodlingar.** Pressmeddelande från Stiftelsen Lantbruksforskning den 26 november 2012. [elektronisk 2013-01-22] <http://www.lantbruksforskning.se/?id=591&cid=10821&catid=2245&ShowArchive=1>

Svensk Taxonomisk Databas *Dyntaxa*. [elektronisk 2013-01-22] www.dyntaxa.org

Svensson B. 1985. **Växternas krav på näring.** Lantbruksstyrelsen/Jordbruksverket. 11. [elektronisk 2013-05-22] http://www.vaxteko.nu/html/sll/sjv/tradg_radg_inform/ODL11/ODL11.HTM

Sveriges Entomologiska Förening *SEF*. **Tvestjärtar (Dermaptera).** [elektronisk 2013-02-7] <http://www.sef.nu/insektsguiden/introduktion/tvestjartar/tvestjartar.html>

Sveriges Entomologiska Förening *SEF*. 2005. Carl-Axel Gertsson. **Insektsguiden; insektskatalog Sköldlöss.** [elektronisk 2013-01-23] <http://www.sef.nu/insektsguiden/introduktion/kataloger/Skoldloss3.pdf>