



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

**Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap**

**Biologisk bekämpning och omgivande lagar och regelverk i ekologisk
humleodling**

**Biological control and the surrounding laws and regulations within organic hop
production**

Oliwer Levin

Självständigt arbete • 15 hp
Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram
Alnarp 2020

Biologisk bekämpning och omgivande lagar och regelverk I ekologisk humleodling

Biological control and the surrounding laws and regulations within organic hop production

Oliwer Levin

Handledare: Johan A. Stenberg, SLU, Institutionen för växtskyddsbiologi

Btr handledare: Lotta Nordmark, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Paul Becher, SLU, Institutionen för växtskyddsbiologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i trädgårdsvetenskap, G2E

Kurskod: EX0844

Program/utbildning: Trädgårdsingenjör: odling

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2020

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

Nyckelord: *Phorodon humuli, Humulus lupulus, Humle, Biologisk bekämpning, Ekologisk odling, IPM.*

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

Förord

Jag skulle vilja tacka vänner och familj som stöttat mig oerhört under den tid som passerat, med tanke på rådande pandemi. Jag skulle även vilja tacka Manuel Geiser, som har visat sig vara en ovärderlig hjälp i detta arbete.

Oliwer Levin

Abbekås 2020-04-08

Sammanfattning

Det här arbetet undersöker hur möjligheten till att implementera biologisk bekämpning i en ekologisk humleodling begränsas av rådande regelverk, samt hur en integrerad växtskydds (IPM)- strategi skulle kunna utformas. Arbetet har genomförts som en litteraturstudie i samband med djupintervju med en internationell odlare av ekologisk humle.

Resultatet har visat att utsikten för att implementera biologisk bekämpning inom ekologisk odling i EU visar en tydlig riktning av förbättring. Det är dock fortfarande en lång väg kvar tills optimala förutsättningar för introducering och registrering av Biologiska bekämpningspreparat blir aktuella. Då lagstiftningar varierar länder emellan i EU, samt att reglerna kring dem är väldigt strikta, produceras det inte tillräckligt många studier med tillhörande resultat. Dessa studier är en av grunderna för en ökad tillgänglighet inom den biologiska växtskyddsaspekten.

Möjligheterna för implementering av IPM-strategi i en ekologisk humleodling är fullt möjlig att utföra. Detta genomför man med en korrekt utförd identifiering av potentiella och aktuella skadedjursangrepp, med tillhörande kunskapsbaserade förebyggande strategier. Genom en djupare förståelse över specifik skadedjurs livscykel och biologi kan en förebyggande och hållbar strategi uppföras utifrån konstaterade fakta.

Summary

This study investigates the possibilities of implementing biocontrol within a organic hop cultivation in accordance with existing regulations within EU, as well as how an integrated pest management (IPM)-strategy might be developed. The study was carried out as a literature study, with interview material from an international grower of organic hops.

The results showed that the possibilities of carrying out biocontrol in an organic hop cultivation within the EU shows a clear improvement in regard to the application and regulation of biological control agents. However, there's still ways to go until the optimal conditions are met with regards to the introduction and registration of BCAs. Since current laws vary between countries, and regulations tend to be very strict, this leads to a lack of studies that would advance the development of biological control agents. These studies are crucial, as they are part of the foundation that elevates the accessibility of implementing biocontrol within the area of pest management.

The results of this study also showed that the development for an IPM-strategy within organic cultivation of hops could prove crucial to the farmers. By constructing a knowledge-based and preventive strategy, with extensive gathering of data regarding potential and existing pest infestations, a sustainable strategy might be developed based on the obtained knowledge.

Innehållsförteckning

1. Introduktion.....	1
1.1 Bakgrund och syfte.....	1
1.2 Frågeställningar.....	1
1.3 Avgränsning.....	1
1.4 <i>Humulus lupulus</i> - Humle.....	2
1.5 Humleodling i Sverige dåtid till nutid.....	3
1.6 Humlebladlusen – <i>Phorodon humuli</i>.....	5
1.7 Ekologisk odling.....	6
2. Metod och material.....	8
3. Resultat.....	9
3.1. Biologisk bekämpning i ekologisk humleodling.....	9
3.2. Regelverk och lagstiftningar.....	11
3.2.1 EPPO, (European Public Prosecutor’s Office) Standard PM 6/04....	12
3.2.2 Produktion av BCA’s.....	13
3.3 IPM – strategi för ekologisk humleodling.....	14
3.4 Intervjumaterial – Manuel Geiser.....	16
4. Diskussion.....	18
4.1. Nuvarande regelverk och lagstiftningar.....	19
4.2. Upprättelse av IPM – strategi inom ekologisk humleodling.....	20
5. Referenslista.....	23

1. Introduktion

1.1 Bakgrund och syfte

Syftet med denna litteraturstudie är att analysera och sammanställa de praktiska samt teoretiska erfarenheter inom växtskydd och humleodling som förvärvats under arbetets lopp. Detta utförs genom intervju av en internationell humleodlare och genom fakta hämtat från vetenskapliga artiklar. Tanken är även att sammanställa de erfarenheter odlaren har upplevt gällande rådande regelverk som begränsar möjligheterna till biologisk bekämpning av primärt humlebladlusen inom ekologisk humleodling. Sedan kommer dessa erfarenheter att jämföras i kontrast mot konventionell odling för att lättare kunna väga för- och nackdelar. Resultatet skall vara relevant för både den småskalige ekologiska humleodlaren såväl som den konventionella humleodlaren.

1.2 Frågeställningar

* Hur och i vilken omfattning begränsar rådande regelverk och lagstiftningar möjligheten att utföra biologisk bekämpning i en ekologisk humleodling?

* Hur skulle en IPM-strategi kunna utformas för en ekologisk humleodling?

1.3 Avgränsning

Detta arbete kommer ha fokus på ekologisk odling av humle och biologisk bekämpning, samt de regelverk som omger dess produktion. Primärt fokus kommer att kretsa kring skadegöraren humlebladlusen (*Phorodon humuli*). Med tanke på att regelverken kring ekologisk humleodling kommer att granskas, så kommer även kontraster mellan ekologisk odling och konventionell odling att lyftas. Det finns många andra skadegörare som orsakar skador vid odling av humle, men humlebladlusen är den skadegörare som upplevs att vara den allra främsta bland dessa.

1.4 *Humulus lupulus* – Humle

Humulus lupulus är en perenn kulturväxt som tillhör familjen *Cannabaceae* varvid vi även finner en annan kulturväxt som är mycket närbesläktad med just humle, nämligen industrihampa (*Cannabis sativa*). Det är inte helt kartlagt varifrån humle tros ha sitt ursprung, men det förekommer vilda arter av humle i flera asiatiska länder, vilket ej går att återfinna någon annanstans (Yang et al., 2013). Undersökning tyder på att humle inte förekommer som en endemisk art i Sverige, men förvildats följande århundraden efter den införts som kulturväxt. Likt alla andra arter som återfinns inom släktet *Cannabaceae* så innehar humle kraftfulla kemiska substanser som nyttjats av människan genom tidernas gång (Strese and Tollin, 2015).

De åtråvärda kemiska substanser som återfinns i humlekottarnas körtlar, är positionerade längs hyllebladens bas vid kottens centrala axel. Dessa körtlar innehåller cirka 500 olika kemiska substanser varav bitterämnen, doftgivande eteriska oljor och tanniner är exempel på de substanserna av intresse. Dessa komponenter bidrar tillsammans att skapa de egenskaper som eftersöks vid ölbrygging. De tidigare nämnda "tanninerna" är de ämnen som ger upphov till humlens konserverande effekt, vilket har nyttjats av människan på olika sätt genom tiderna (Strese and Tollin, 2015). Det är dock viktigt att ha i åtanke att både andelen av dessa kemiska substanser samt dess kvalitet inte bara skiljer sig genetiskt mellan olika plantor, utan även påverkas utav olika miljöfaktorer såsom odlingsplats, odlingsätt, lagring, pollinering och skördetidpunkt. Något som är välkänt inom humleodlarkretsar är att valet av skördetidpunkten är en konst i sig själv. Detta med tanke på att det är under mognadsprocessen som dessa åtråvärda ämnen bildas i störst utsträckning och det är därför önskvärt att skörda humlen när den är helt mogen och torka den långsamt. Felaktigt skördefönster och lagring kan leda till en avsevärd förlust av dessa åtråvärda ämnen (Biendl et al., 2014).

Förutom att agera som en källa till både konserveringsändamål och som kryddväxt, så har även växtmaterialet långa fibrer som kan nyttjas till att framställa både textilier och exempelvis rep. Denna perenna medsols slingrande växt har uppgivits att kunna nå en höjd på hela 9 meter, om den har ett omgivande stöd att få slingra sig runt.

Framåt hösten så vissnar humleplantan helt ner och den övervintrar med hjälp utav sin stärkelsesrika rhizom (rotstockar). Detta möjliggör att humleplantan sedan framåt våren väldigt fort kan utveckla nya skott, som sedan kan växa till långa rankor. Det har konstaterats att under optimala förutsättningar så kan tillväxthastigheten nå en hastighet på hela 30 cm/dygn, vilket motsvarar över ett halvt kilo torrt växtmaterial. Likt resterande arter inom familjen *Cannabanaceae* är även humle dioika växter, m.a.o. växter där han och honblommor återfinns på olika individer. Även hanplantorna producerar rikligt med blommor, men dessa är inte åtråvärda vid framställning av öl, då de inte innehåller de lupulinkörtlar som eftersöks (Biendl et al., 2012)

1.5 Humleodling i Sverige dåtid till nutid

Humle har historiskt sett länge varit en viktig kulturväxt i Sverige. Humle är även den enda kulturväxt som varit lagstadgad i Sverige, som till exempel i kung Kristoffers landslag från 1440-talets mitt beskriver att var bonde innehar en skyldighet att er hålla en humlegård å 40 stånger. Däremot var kung Kristoffers landslag inte den första lagen att omfatta regleringar eller skyldigheter gällande humle i Sverige, utan bygger på tidigare lagar såsom Upplandslagen (år 1296) och Södermannalagen (år 1327). Under år 1474 utökades dock de 40 stånger humle till 200 st. (Karlsson Strese et al., 2010). vilket troligen var ett försök till att kompensera att en del bönder, trots rådande lagstiftning, inte odlade humle.

Det råder dock fortfarande tvivel i dagens läge hur den svenska humleodlingen kom till kraft samt vem som introducerade kunskapen om humlens vida användningsområden. Den generella förekomsten av humleplantor i Europa tros ha ökat hastigt efter att dess användning som tillsats i öl upptäcktes (Murakami et al., 2006). Då de mest kända humlesorterna 'Saaz', och 'Spalter' delar en praktiskt taget identisk genuppsättning, stöder detta faktum den hypotes om att införsel och förflyttning av humleplantor var omfattande under denna tidsperiod (Seefelder et al., 2000). Undersökning av humleplantor inom EU har visat en begränsad genetisk variation, medan skandinavisk humle däremot uppvisar en betydande genetisk variation. Detta tros ha sin förklaring i att det återfunna skandinaviska växtmaterialet är av äldre datum (Karlsson Strese et al., 2014).

Trots den omfattande kultivering av inhemsk humle, så var det ej tillräckligt för att täcka det behov som utvecklats sedan humlens introducering till vår kultur. Detta innebar att man behövde importera humle från länder som exempelvis Tyskland. Tyskland är än idag en av våra främsta källor för import av humle. Under Gustav Vasas tid jämfördes humle med salt och de båda ansågs vara en nödvändighet för folkbesörjningen. Det finns idag en hel del skrifter rörande vilken odlingspraxis som påstods varit aktuell under dessa tider, men dessa är inga tillförlitliga källor då de skrevs under en tid då humlen var en marginaliserad växt, vilket renderar en tvetydighet (Strese and Tollin, 2015). Litteratur från 1600-talet och framåt skildrar dock en mer beskrivande samt samstämmig bild i förhållande till tidsperiod. Detta kan bero på att texterna var tillgång för en större målgrupp.

I dagens läge importeras i stort sett all humle för tillverkning av öl av de stora ölbryggerierna i Sverige. Tyskland och USA är i dagens läge de största producenterna av humle, varav 75 – 80 % av världsproduktionen äger rum (Almaguer et al., 2014). Den importerade humlen som nyttjas till svensk ölbrygning härstammar främst från Tyskland. Under 2014 uppgick den totala odlingsarealen av humle till 26,500 hektar spritt över 14 länder inom EU, vilket står för 60 % av den totala humleodlingsytan världen över. Av följande 26,500 hektar återfinns ca 17,000 i Tyskland (European Commission, 2017).

En teori till varför den svenska humleodlingen avtagit de senaste hundra åren kan vara relaterat till det svenska klimatet då den optimala förutsättningen är ett mer tempererat klimat för att erhålla högre kvalitet. Värt att nämna är att, trots den exponentiella ökningen av mikrobryggerier samt ökat allmänt intresse för öl världen över, har humleproduktionen enbart fördubblats sen 1913 medan ölproduktionen ökat sjufaldigt. Anledningen till detta tros främst ha rot i faktorer såsom högre avkastning per hektar och förädlade sorter med högre halter av bitterämnen. Andra faktorer som inverkar är exempelvis uppkomsten av pastörisering som eliminerat behovet av att konservera ölen med hjälp av humle och att den moderna konsumenten föredrar ett mindre bittert öl (Almaguer et al., 2014).

1.6 Humlebladlusen - *Phorodon humuli*

Humlebladlusen (*Phorodon humuli*) tillhör familjen Aphididae och avser en av flera angripare som utgör ett väldigt stort hot för humleplantan. Detta då den hämmar plantans tillväxt signifikant, och även mindre angrepp kan utgöra ekonomisk förlust hos skördeutbytet då humlekottarna renderas oattraktiva på marknaden vid bladlusförekomst (Lorenzana et al., 2010). Bladluspopulationen har som störst utsträckning under juli månad då det klimatet är som mest optimalt för förökning, med tanke på den generella humiditet och den tempererade miljö som utgörs under denna månad. Vid kultivering av humle bör även omgivande växtlighet som bär stenfrukter undvikas eftersom dessa agerar vintervärdar för bladlösen samtidigt som de är värdväxter för andra skadedjur såsom *Drosophila suzukii*. Detta är dock ett omfattande problem med tanke på att bladlusen kan transportera sig upp emot 32 km mellan värdväxter, så att avlägsna angränsande värdväxter inom humleodlingens område kan vara av stor fördel men samtidigt svårt att genomföra i praktiken (Calderwood et al., 2015).

Dessa päronformade insekter återfinns främst på plantans blad där de förökar sig och livnär sig på humleplantans floem (vävnadssystem som transporterar socker och näringsämnen). Förutom att utgöra ett primärt hot mot plantans tillväxt och skördepotential orsakar även bladlusen sekundärinfektioner genom det sekret de utsöndrar (honungsdagg), vilket i sin tur skapar optimala förutsättningar för etablering av exempelvis sotdaggssvampar). I slutskedet orsakar dessa sugskador uttorkning av växtmaterialet och en nedsatt generell vitalitet hos plantan. Det är även vanligt att både spinnkvalster och humlebladlöss återfinns i humlekottarna, vilket kan rendera att skördematerialet blir obrukbart då uttorkningen leder till att kottarna sönderfaller (Wright et al., 2005).

1.7 Ekologisk odling

Ekologisk kultivering av grödor särskiljer sig från konventionell odling ur flertalet perspektiv. För att en odling skall kunna räknas som ekologisk måste den uppfylla vissa kriterier som utgår från EU-förordningar. Först när produktionen uppfyller dessa kriterier och har kontrollerats av ett oberoende kontrollorgan kan produkten certifieras. Den största skillnaden mellan konventionella odlingar och ekologiska odlingar är det faktum att en ekologisk odling riktas att omfamna växtplatsens naturliga förutsättningar i största grad och då följer mycket strikta restriktioner gällande nyttjande av kemiska bekämpningsmedel och mineralgödsling (Naturskyddsföreningen, 2020).

Att upprätta en ekologisk odling kan därmed vara skrämmande med tanke på att dessa regelverk kan försvåra vid angrepp av patogener eller skadedjur. Det finns däremot alternativa metoder den ekologiska odlaren kan tillämpa, som till exempel biologiska bekämpningsåtgärder där man nyttjar interaktioner mellan organismer. Ekologiskt jordbruk är även ett samlingsnamn för ett jordbrukssystem som nyttjar lokala förnyelsebara resurser för att eliminera tillsättning av främmande ämnen till jorden. En ekologisk odling kan därmed bidra till ett långsiktigt och hållbart system i kombination med ett bevarande av den biologiska mångfalden. Flertalet av dessa metoder som nyttjas har positiva inverknings, varav exempelvis grüngödsling förbättrar markens struktur samtidigt som markens inneboende näringsförråd utökas (Fogelfors et al., 2003).

Med tanke på att dessa metoder ofta är dyrare att tillämpa och skapar en högre arbetsbelastning, så föredras ofta den konventionella odlingen. Däremot, i takt med att samhället blir allt mer miljömedvetet och faktumet att en del av kostnaden kompenseras genom att ett högre pris kan sättas för slutprodukten, så syns en ökad omfattning av ekologiska odlingar i dagens läge. Trots de omständigheter en konvertering till ekologisk odling kan medföra så är den långsiktiga bilden mycket mer stabil. Detta då metoderna som implementeras bidrar till en stabilitet i förhållande till avkastning, eftersom markens inneboende bördighet, vattenhållning och struktur förebygger exempelvis erosion. Det bidrar även till en ökad motståndskraft gällande klimatförändringar. Däremot så råder det diskussion

gällande ekologisk kontra konventionellt odlade grödor i dagens läge, då forskning tyder på att ekologiskt producerade livsmedel har en större klimatpåverkan med tanke på behovet av större areal (Searchinger et al., 2018).

2. Metod & material

Detta arbete är utformat som en litteraturstudie med kompletterande intervju av en internationell odlare av ekologisk humle. Litteraturen är inhämtad från SLU bibliotekets sökmotor Primo, Web of Science, Google Scholar och införskaffade böcker, tidningsartiklar & avhandlingar. Med tanke på att detta arbete utförts under en tid drabbad av pandemi (Covid – 19) har intervjuer blivit begränsade. Istället för personlig kontakt har intervjuerna utförts via korrespondens (e-mail) och telefonsamtal. Materialet inhämtat från intervju av internationell odlare bygger på intervjumaterial från en ekologisk odling i sydöstra Tyskland nära staden Tettngang, varav Manuel Geiser, regional specialist inom växtskydd gällande ekologisk humleodling vid LTZ Augustenberg, Tyskland delade med sig av erfarenheter inom ämnena detta arbete avser att behandla. Dialogen mellan Manuel och mig utfördes på engelska, och de få språkluckor som uppkom löstes genom synonymer eller utförligare beskrivningar.

3. Resultat

3.1 Biologisk bekämpning i ekologisk humleodling

Litteraturstudien visade att Humle (*Humulus lupulus*) har visat en skiljande grad av känslighet och mottaglighet i relation till angrepp av *P.humuli* som varierar mellan sort, men även från individ till individ (Weihrauch and Moreth, 2005). Förklaringen till detta fenomen kan troligen förklaras genom en kombination av individernas specifika kemiska uppsättningar i växtmaterialet och dess inneboende näringsförråd. Forskning har visat att individer med höga halter av alfasyror och essentiella oljor förekommer mer attraktiva för *P.humuli* i kontrast mot individer med lägre halter (referens). Individer med höga halter av terpenerna karyofyllen och farnesin har visat sig vara särskilt attraktiva för *P.humuli* (Campbell et al., 1993).

Den synnerligen bästa metoden att tillämpa gällande bekämpning av just humlebladlusen i en ekologisk humleodling är genom att tillämpa naturliga predatorer såsom den sjuprickiga nyckelpigan (*Coccinella septempunctata*), rovkvalster (*Typhlodromus pyri*) och arter inom familjen *Chrysopidae* med flera. Ur ett ekonomiskt perspektiv kan kostnaderna för inköp av nyttodjur väga tyngre än förväntad skördeförlust, då det oftast är mer lönsamt att främja etableringen av existerande predatorer. Det är av stor vikt att undvika eventuella bekämpningsåtgärder mot rådande skadedjur för att åtgärda risken att både nyttodjur och skadedjur elimineras i samma svep (Singh, 2000).

Under de årstider nyttodjuren ej har tillgång till föda i form av skadedjur, alternativt om det förekommer en brist av dessa, livnär de sig främst på pollen från omgivande vegetation (Pettersson and Åkesson, 2011). Det kan därför vara av stor fördel att bevara omgivande vegetation med tidig blom såsom hassel (*Coryllus avellana*) & arter inom videsläktet (*Salix*), vilka producerar pollen under tidig vår. Förutom att skapa ett matförråd för växtplatsens nyttodjur, så främjas även pollinerande insekter. Genom att förse jordbrukslandskapet med övervintringsplatser såsom kvarlämnad, eller återförd vegetation skapas optimala förutsättningar för predatorer som exempelvis nyckelpigor att konsumera skadedjur omedelbart i samband med skadedjursangrepp. Förutom de predatorer som direkt angriper bladlusen existerar

även de nyttodjur som konsumerar den genomskinliga vätska bladlössen utsöndrar (honungsdagg), vilket förebygger sekundärinfektioner som svampangrepp. Genom att främja dessa olika typer av naturliga fiender kan en fullgod bekämpning uppnås (Van der Ent et al., 2017).

Generellt sett sägs att arter inom nyckelpigsläktet (*Coccinella*) är humlebladlusens mest primära och effektiva naturliga fiender. Enligt en undersökning i England 2003 visade det sig att nyckelpigan ej är den mest förekommande naturliga fienden, men generellt är den art av nyttodjur som tidigast anländer till växtplatsen under tidig vår (Barber et al., 2003). De arter som kunde observeras som stadigt förekommande vid växtplatser där nivåerna av *P.humuli* drastiskt sjönk var inom släktet (*Anthocoris*), varav näbbstinkfly var ständigt återkommande (Campbell, 1978). Dessa var dessutom de ända nyttodjur som kunde observeras inuti humlekottarna, där *P.humuli* annars frodas i en relativt skyddad miljö (Aveling, 1981). Undersökning har även visat att parasitism är väldigt sällan förekommande i själva humleodlingen, utan uppvisas i större grad hos skadedjurets vintervärd (Wright and James, 2002). I odlingar där både populationer av *P. humuli* & *Coccinella* varit synkroniserade ur en tillväxtpunkt, så överträffar *P. humuli* i relation till förökning i samtliga odlingar (Woods et al., 2014).

Moderna studier, gällande biologisk bekämpning, har visat en ökad närvaro av naturliga fiender vid implementering av årliga mellangrödor som övervintringsbonader, samtidigt som ökade nivåer av parasitoider har kunnat observeras (Campbell, 2018). Biologisk bekämpning ses ofta som begränsad gällande kontinuitet vid humleodlingar eftersom enbart rhizomen hos humleplantorna är perenna och bidrar därmed inte till tillgängligt växtmaterial för nyttodjuret under vinterhalvåret. Detta leder till att naturliga fiender åter måste koloniserar varje år utan medveten tillämpning av främjande åtgärder för nyttodjuret. I åtanke med avsaknad av återfört växtmaterial samt det faktum att humlens honplantor ej producerar varken pollen eller nektar renderar detta naturligt ett system som främjar bladlustillväxt och hindrar nyttodjurskolonisering (Woods et al., 2014).

3.2 Regelverk och lagstiftningar

Den internationella organisationen för biologisk och integrerad bekämpning (IOBC) definierar biologiska bekämpningspreparat (BCA) som ”Organismer vars primära funktion utgör en reducering inom en annan organisms population”. Dessa makro- eller mikroorganismer är starkt reglerade inom EU, både gällande import och faktiska utsläpp vid aktuell växtplats (Ward, 2016). Inom EU regleras godkännandet, utsläppandet på marknaden, användning och bekämpning av mikroorganismer ämnade som växtskyddsmedel eller biocider genom förordning 1107/2009. Denna förordning existerar för att säkerhetsställa en hög skyddsnivå för människor såväl som djurs hälsa samt för miljön.

Under specifika omständigheter där godkända metoder ej uppvisat effekt, och omfattande skördeförlust erfaras, kan tillåtelse av ännu ej godkänt preparat godkännas genom artikel 53 i förordning 1107/2009. Appliceringen av ansökt substitut får ej övergå tidsperioden á 120 dagar, och ansökande måste förse tillräcklig information för att användningen av ansökt preparat skall kunna godkännas. Kostnaden för ansökan måste betalas oavsett ansökan nekas eller godkänns (European Commission, 2013).

Den primära anledningen till att dessa organismer kontrolleras i denna omfattning är främst för att dessa organismer kan medföra skador i vårt ekosystem utan proper analys och undersökning av dess interaktioner med rådande miljö. Det är upp till medlemsstaterna inom EU att säkerhetsställa att ett växtskyddsmedel enbart godkänns om följande kriterier uppfylls i korrelation med rådets direktiv. Denna förordning har ersatt föregående direktiv (91/414/EEG), då det ej längre praktiskt kan appliceras gentemot dagens vetenskapliga och tekniska utveckling (European Commission, 1991).

Gällande insekter & andra makroorganismer ämnade att agera som biologisk bekämpning Invertebrate Biological Control Agents (IBCA's), existerar i dagsläget ingen gemensam europeisk lagstiftning, utan hanteringen skiljer sig åt länder sinsemellan och hanteras därmed generellt nationellt. För att en nematod, insekt eller spindeldjur skall godkännas som bekämpningsmedel krävs det att organismen

uppfyller kriterierna enligt förordning (2016:402) för att kunna importeras från länder utanför EU eller implementeras som biologisk bekämpning. Däremot kan dispens erhållas genom Naturvårdsverket då följande organism är ämnad att nyttjas ur ett forsknings- eller utvecklingssyfte (Miljödepartementet, 2016). Denna nya förordning som gäller från den första juli 2016 medför därmed att biologiska bekämpningsmedel bestående av nematoder, insekter eller spindeldjur (NIS) ej längre kräver ett godkännande via Kemikalieinspektionen. Det som primärt skiljer denna nya förordning från den föregående är det faktum att själva arten som ämnas att nyttjas som biologisk bekämpning prövas och inte den enskilda produkten. I dagsläget finns det hittills 24 stycken godkända arter, varav 4 stycken ej tidigare har nyttjats som bekämpningsmedel i Sverige. Denna nya förordning har även medfört möjligheten för enskilda odlare och odlarorganisationer att ansöka om godkännande (Naturvårdsverket, 2020).

3.2.1 EPPO, (European Public Prosecutor's Office) Standard PM 6/04

Med tanke på att kostnaderna oftast är för höga, och processen för godkännande av BCA's är alltför tidskrävande renderar detta svårigheter för mindre aktörer att utveckla nya produkter till marknaden. Under november månad år 2015, hölls en konferens i Budapest, Ungern under ledning av Martin Ward från EPPO. Under konferensen lyftes den problematik och begränsningar implementering av BCA's står inför i dagens läge. Med tanke på att det är osannolikt att en ny separat lagstiftning kommer att upprättas inom EU, så bör primärt fokus istället riktas åt harmonisering mellan de olika administrativa enheterna gällande framställning och applicering av BCA's (Ward, 2015).

Även förslag om en nyupprättad EPPO – strategi för 2015 – 2020 lyftes upp, varav EPPO publicerade standard PM 6/04 år 2018 (*Decision – support scheme for import and release of biological control agents of plant pests*). Syftet med denna standard är att förse detaljerade beskrivningar gällande BCA's inom bekämpning av skadedjur. Genom att följa standardens system baserat på frågeställningar i samråd med expertis inom området, kan beslutet om introduktion av specifik BCA inom ett specifikt område övervägas genom att jämföra potentiella negativa interaktioner med potentiella önskvärda interaktioner inom det definierade området. Uppskattning av

det potentiella värdet i relation till skadedjursreducering och behov för komplementära växtskyddsåtgärder möjliggörs även (EPPO, 2018).

Före denna standard konstruerades förlitade man sig främst på existerande ”PRA” system (Pest Risk Analysis), som utövas i samband med ”CPC” (Crop Protection Compendium) som ett tillägg vid riskanalys av särskilt skadedjur. PRA – systemet är i sig ett omfattande och lättillgängligt verktyg som noga följer internationella standarder, med en detaljerad databank omfattande närmre 4,000 listade skadedjur beskrivna av kompetent personal. Däremot fungerar PRA – systemet ej lika väl gällande BCAs, eftersom BCAs är generellt ej klassificerade som skadedjur och dess introducering sker medvetet (Baker et al., 2009). PM 6/04 är därmed ett mer lämpligt system att nyttja eftersom det till skillnad från PRA även inkluderar positiva interaktioner gällande aktuell miljö. Det är av stor vikt att inhämta essentiella data om vald BCA, samt angående aktuell miljö och information om tidigare tillämpningar om det finns tillgängligt, före användning av detta system. EPPOs standard ”PM 5/1 (*Check-list of information required for pest risk analysis (PRA)*)” (EPPO, 1993). kan med fördel nyttjas för att bocka av vilken information som bör inhämtas före verktyget används. Användningen utav detta system lägger en bra grund som underlag inför eventuell ansökan om godkännande av specifik BCA (EPPO, 2018).

3.2.2 Produktion av BCA's

Inom industrin är framställningen av biologiska bekämpningsmedel ej lika åtråvärda i relation mot de syntetiska varianterna av bekämpningsmedel. Detta med tanke på att de flesta produkter ej besitter samma hållbarhet och marknadsföringen av dessa produkter tenderar att bli kontraproduktiv, då företagen därmed får konkurrera med de syntetiska produkter de redan tillverkar. Samtidigt renderar detta även problematik för de mindre företagen som försöker förmedla dessa produkter, eftersom det ofta innebär omfattande kostnader för ansökan och godkännanden genom de regleringar som existerar. Detta leder ofta till att det i många länder ej anses som en lönsam investering. Lyckligtvis ökar samhällets medvetenhet om de eftereffekter de syntetiska motsvarigheterna kvarlämnar, då det exponerats allt mer i media. I dagens läge har detta lett till ett ökat intresse hos de större företagen inom

den biologiska sektorn. Förutom det faktum att de företag som producerar dessa produkter står inför en kostsam investering, är även ovetskapen över den tidsperiod registreringar kan medföra en akilleshäla (Ehlers, 2011).

3.3 IPM – strategi för ekologisk humleodling

Biologisk bekämpning är en central del inom integrerat växtskydd (IPM) och måste tillämpas som ett förstahandsalternativ enligt artikel 55 inom reglering ”1107/2009” (European Commission, 2013). Sedan den 1 januari 2014 skall IPM implementeras av alla odlare inom EU, varav direktiv 2009/128/EC, som behandlar åtgärder för att uppnå ett hållbart nyttjande av bekämpningsmedel. Följande direktiv beskriver att alla länder inom EU ska förespråka en striktare användning av syntetiska växtskyddsmedel (European Commission, 2009). En IPM-strategi utgår från att i första hand utnyttja de naturliga resurser och metoder som finns tillgängliga vid växtplatsen för att minimera användandet av bekämpningsmedel.

Enligt Geiser (2020), som länge arbetat på en Demeter-certifierad ekologisk humleodling, har man genom regelbundna kontroller á 200 löv från separata individer från fält kunnat säkerhetsställa vilka växtskyddsåtgärder som behövs. Inom konventionell odling utgår tröskeln för behov av växtskyddsåtgärder i relation till *P. humuli* generellt från ett antal av 50 löss per löv, respektive 200 individer på enstaka växtmaterial. Tröskeln är ofta lägre inom ekologisk odling. Oftast är det inte av intresse att totalt utrota skadedjurets population från växtplatsen då dess förekomst bidrar till främjande av naturliga fiender såväl som förhindrar växten att utveckla resistens mot bekämpningsmedel vid behov. Förutom manuell kontroll av skadedjursnivåer bör prioritet även läggas på att observera miljöfaktorer inom växtplatsen såsom, temperatur och fuktighet, som har en betydande roll för skadedjurspopulationernas tillväxt. Genom analys av dessa kontroller kan en prognos utfärdas gällande förväntad populationstillväxt (Geiser, 2020).

Förebyggande metoder som med fördel kan tillämpas är exempelvis avlägsning av omgivande vintervärdar för *P. humuli* samt avlägsning av nedre växtmaterial för att försvåra skadedjurens förflyttning längs plantan. Den metod som förespråkas högst i relation till förebyggande åtgärder är främst val av sort. Utgångspunkten för att

säkerhetsställa en högre ekonomiskt vinstgivande skörd är att nyttja de sorter med högst skadedjursresistens för den marknad produkten är ämnad för. En noggrant övervakad tillsättning av kväve till växtplatsens näringsförråd bör iakttas då plötsligt kraftig tillväxt av vegetation stimulerar kolonisering av *P. humuli* (Geiser, 2020). Generellt medför en ökad halt av inneboende alfa-syror en högre mottaglighet för skadedjur, men flertalet nordiska sorter såsom ”Magnum” & ”Orion” besitter en genomsnittlig högre resistens i kombination med höga åtråvärda halter av alfa-syror (Henning et al., 2018). År 1992 påbörjades ett projekt vid HRI (Horticulture Research International) att utveckla en dvärgplanta genom öppen pollinering från en japansk hanplanta med bladlusresistenta gener (Barber et al., 2003). Denna varietet kom att kallas för ”Boadicea” som har uppvisat stor resistens emot bladlusangrepp, samt bladmögel. År 2008 registrerades denna varietet som tillgänglig för användning, vilket skapar stora förutsättningar för humleodlare då användning av bekämpningsmedel kan kraftigt reduceras, samtidigt som varieteten innehar höga halter av de åtråvärda alfa-syrorna. (Campbell, 2018).

Genom att implementera alternativa bekämpningsmetoder av skadedjur såsom introducering av naturliga fiender, kan en effektiv skadedjursbekämpning uppnås och därmed samtidigt reducera behovet av syntetiska bekämpningsmedel. Förutom introducering av predatorer kan metoder såsom syntetiska attraktionsämnen, fångstgrödor och bevaring av värdväxter för predatorer tillämpas. Trots att tillämpning av syntetiska bekämpningsmedel enbart skall nyttjas som en sista utväg, så består denna del som en central aktör inom IPM när annan metodik misslyckas att reducera skadedjursbeståndet tillräckligt (Turner et al., 2011).

Användning av mer moderna syntetiska selektiva bekämpningsmedel såsom pyretriner utvunna av Krysantemum (*Crysanthemum cinerarifolium*), kan tillämpas för att minska reduktionen av naturliga predatorer. Då pyretriner uppvisat lägre toxiska egenskaper för människor, samt omgivande organismer kan dessa ämnen uppvisa effektivitet, men försiktighetsåtgärder bör vidtas vid användning av dessa ämnen (Duchon et al., 2009). Det är även av stor vikt att variera bekämpningsmetodik gällande syntetiska substanser, då skadedjur med höga reproduceringsförmågor löper större risk att utveckla resistens. Eftersom flertalet av dessa skadedjur kan förökas partenogenetiskt (utan befruktning) så kan detta orsaka

att de manliga skadedjuren med enbart ett par haploida kromosomer kan bära vidare de gener som kodar för resistens, vilket slutligen leder till exponentiellt förhöjda antal individer med dessa gener i framtida generationer (Hawkins et al., 2018). Därmed kan möjligheten att dessa organismer blir dominanta inom populationen kraftigt begränsas genom att implementera variation av bekämpningsmedel såväl som genom reducering av både exponeringstillfällen och tidsperiod. Det bör även uppmärksammas att korstolerans kan förekomma inom specifika klasser av syntetiska substanser (Bagchi et al., 2016).

Genom noggrann uppföljning och observation av utveckling inom odlingen gällande förekomst av skadedjur, effektivitet av implementerade metoder, klimatförändringar och ekonomisk skörd, kan insättningen av växtskyddsåtgärder enklare förutses till följande säsonger. Förutom manuella stickprover av skadedjursförekomst under växtsäsongen, bör även kontroll utföras när skörd av växtmaterial närmar sig gällande förekomst av *P. humuli*, så effektiviteten av de implementerade åtgärderna kan mätas och jämföras med tidigare och framtida resultat (Geiser, 2020). Det är även av stor vikt att notera klimatförändringar under odlingssäsongerna då det inverkar på de tillämpade metodernas effektivitet (Andrew and Hill, 2017). Manuell kontroll är överlägset mest effektivt gällande överblickande förekomst av skadedjur, men feromonfällor eller klisterfällor kan vara ett utmärkt komplement för övervakning av skadedjursnivåer (Dewhurst et al., 2010). Uppföljningen genererar därmed en bra överblick huruvida valda åtgärder har presterat vid växtplatsen av intresse.

3.4 Intervjumaterial – Manuel Geiser

Enligt Geiser (2020) har introducering av naturliga fiender ej uppvisat någon större effekt, eftersom de sällan kan reducera skadedjursbeståndet till tillfredställande nivåer, och förstörande åtgärder av existerande naturliga fiender har generellt uppvisats som menlösa då etableringen ej fullständigt träder i kraft först efter *P. humuli* koloniserat och påbörjat reproduktion. Under klimatförutsättningar som reducerar *P. humuli*'s reproduktion och kolonisering kan däremot god effekt uppvisas, dock så gäller detsamma för *H. lupulus* vilket likväl resulterar i ett mindre skördeutbyte.

Enligt Geiser (2020), har väldigt goda effekter observerats vid tillämpning av ett extrakt utvunnet från den tropiska växten kvassia (*Quassia amara*). Kvassiaextrakt har tidigare använts som ett effektivt bekämpningsmedel inom humleodling, och återupptäcktes av tyska ekologiska humleodlare under tidigt 2000 – tal. Genom en systematisk applicering kan mycket goda effekter uppvisas vid bekämpning av *P. humuli* med få till inga negativa interaktioner med omgivande miljö. Dock så är kvassiaextraktets aktiva ämne ”quassin” ej registrerat som bekämpningsmedel under EUs direktiv 1107/2009, utan särskilt tillstånd har utfärdats från artikel 53 som möjliggjort att de i dagsläget kan applicera kvassiaextrakt en gång om året. Extraktet som utvinns från kvassiatrådets bark har dessvärre uppvisat bekymmer, då halterna i barken kan kraftigt variera (Geiser, 2020). *Q. amara* har uppvisats sig att vara både repellerande, och direkt toxisk för skadedjur och dess fortplantningsförmåga. *Q. amara* kan även påverka organismer utanför dess målområde varav försiktighetsåtgärder bör vidtas (Kunnathodi et al., 2006).

Ytterligare framgångar har konstaterats genom applicering av ”neem”, vars aktiva ämne ”Azadirachtin” visat sig vara väldigt effektivt både ur ett repellerande perspektiv, såväl som reducering av skadedjursbestånd (Geiser, 2020). Neemträdet ”*Azadirachta indica*” är ett träd inom mahognyfamiljen ”Meliaceae”, och har sitt ursprung från den indiska halvön där den växer i vilt bestånd i de mer tropiska regionerna. Likt föregående beskrivet träd, har även neemträdet nyttjats historiskt som läkeväxt och inom skadedjursbekämpning. Genom extrahering av azadirachtin från neem - olja kan ett applicerbart extrakt utvinnes genom en relativt simpel syntes, men även fint krossade frön som sedan blötläggs över natten kan med fördel appliceras direkt på växtytan (Ajebesone and Aina, 2004). Till skillnad från *Q. amara* så är azadirachtin ej direkt toxiskt för de organismer den målgrupp dess användning är riktad mot, utan agerar repellerande och medför en reducerad konsumtion av växtmaterial genom att agera aptithämmande för skadedjuren. Azadirachtin påverkar även organismernas hormoner i den grad att dess fertilitet och kläkningsförmåga hämmas drastiskt (Zanuncio et al., 2016).

Då azadirachtin har en hög nedbrytningshastighet och ej uppvisat bestående toxiska interaktioner med omgivande fauna utanför insektsriket, utgör neem sig som en stark

kandidat som ett naturligt alternativ mot syntetiska bekämpningsmedel. Neem har en stor fördel i kontrast mot *Q. amara* eftersom azadirachtin måste konsumeras av organismer för att ge önskvärd effekt, vilket reducerar riskerna att nyttodjur och pollinatörer åsamkas skada av ämnet (Naumann et al., 1994).

Genom artikel 53 inom förordningen 1107/2009 tilläts applicering av neem som bekämpningsmedel vid Manuels odlingsfält. Även möjligheten att få tillämpa både extrakt från *Q. amara* och *A. indica* under en säsong, godkändes utifall att enskild substans ej uppvisat önskvärd effekt. Appliceringen av föregående nämnda substanser har visat oerhört goda effekter inom Manuels försöksfält. Försök med selektiva insekticider huvudsakligen utvunna från krysantemum (pyretriner) observerades även. Dock uppvisade dessa pyretriner undermåliga resultat i kontrast mot *Q. amara* och *A. indica*. Ytterligare en tillämpad metodik med tillfredställande resultat, var tillsats av ”kosttillskott” innehållande jästsvampar, mjölkproteiner och sockerarter som attraherade och främjade existerande populationer av nyttodjur. Genom tillämpning av denna metod kunde det naturliga tillståndet av predatorer säkerhetsställas som en existerande förebyggande åtgärd (Geiser, 2020).

4. Diskussion

Då detta arbete utfördes i en tid av rådande pandemi (Covid-19) så begränsades den ursprungliga planen av detta arbete till viss del. Tanken var ursprungligen att intervjua flertalet lokala, såväl som internationella odlare. Dessvärre så var enbart Manuel Geiser tillgänglig för intervju, men det är till stor del tack vare Manuel som detta arbete kunnat bli möjligt. Bristen på förvärvade erfarenheter genom djupintervjuer har medverkat till att de praktiska erfarenheterna gällande *P. humuli* någorlunda begränsats. Däremot har detta arbete inspirerat mig personligen till framtida undersökningar inom de ämnen detta arbete behandlar.

4.1 Nuvarande regelverk och lagstiftningar

Med tanke på hur utvecklingen inom skadedjursbekämpningen ser ut och har sett ut under årens lopp, samt den ökade kunskapen om interaktioner mellan miljö och produkt, så har vi verktygen att kunna skraddarsy inför specifika och målinriktade åtgärder inom växtskyddsaspekten.

Biologisk bekämpning har oerhört stor potential inom odling och hortikulturella sammanhang då allt färre syntetiskt framställda substanser registreras (Sparagano et al., 2016). Det finns stor potential att ersätta dessa skadliga kemiska produkter med det redan existerande stora förrådet av biodiversitet. Då växtskyddsmedel i alla dess olika former kan medföra negativa konsekvenser, för både människa och miljö, krävs det att dessa potentiella risker och deras aktiva ämnen utreds för godkännande. Samt att en riskreduktionsstrategi upprättas innan produkten når marknaden (Pickett and Bugg, 1998). Ansökningsprocessen som leder till en utredning och slutligen eventuellt ett godkännande av BCA's har omstrukturerats flera gånger för att förenkla möjligheterna för producenten att använda det specifika nyttodjur (eller bekämpningsmedel) man ansökt för. Fortfarande är BCAs strikta regelverk ett av de största hindren för att kunna tillämpa producenternas ansökta metoder. Detta leder till att många attraheras att använda konventionella metoder direkt istället för att upprätta en ekologisk odling (Ehlers, 2011).

Då regleringen av BCA är utformad efter den aktuella lagstiftningen av syntetiska växtskyddsmedel har detta skapat hinder för både utvecklingen samt användningen av biologisk bekämpning inom EU. Denna strikta reglering medför att kostnaderna blir höga och processen ofta är alltför tidskrävande. Detta utesluter många potentiellt mindre producenter från att utveckla produkter till marknaden (Ward, 2016). Det existerar i dagsläget dessvärre fortfarande flertalet patogener som biologiska bekämpningspreparat ej kan effektivt bekämpa, vilket skapar ett utmärkt underlag för vidare forskning (Froyd, 1997).

4.2 Upprättelse av IPM – strategi inom ekologisk humleodling

Dagens moderna odlingar strävar efter att minimera användningen av kemiskt framställda växtskyddsmedel, där det främst enbart får användas som en sista utväg. Gällande konventionella odlingar så existerar alltid den säkerheten att nyttja dessa preparat, medan ekologiska odlingar inte har den stötspelaren på samma sätt (Fogelfors et al., 2003). Ekologiska odlingar förlitar sig hårt på växtföljd, gröngödsling och organisk gödsel för att kunna förse jorden med den växtnäring som krävs. De förlitar sig även på mekaniska och biologiska åtgärder inom växtskydd. Dessa faktorer leder därmed till en mer arbetsintensiv samt mer avancerad odlingsmetod, då det i dagens läge existerar väldigt få godkända medel att använda i ekologiska odlingar (Geiser, 2020). Trots att regleringar och lagstiftningar kraftigt begränsar biologisk bekämpning, så existerar ändå flertalet EU-godkända komponenter att nyttja inom en ekologisk humleodling (Ward, 2016).

Genom att nyttja en kunskapsbaserad förebyggande strategi kan den ekonomiska avkastningen öka medan arbetsintensiteten minskar (Pickett and Bugg, 1998). Växtföljd är den åtgärd som är svårast att implementera i en ekologisk humleodling, då humle är en perenn gröda. De stänger de växer på begränsar även möjligheterna till alternativa grödor inom växtplatsen. Flertalet åtgärder går däremot enkelt att utföra genom exempelvis resistent sortval och främjande åtgärder för naturliga fiender gentemot skadedjur. Dessa förstörande åtgärder, som utförs i syfte att stärka existerande population av nyttodjur, har uppvisat möjlighet att uppnå en fullgod bekämpning. Observationer på växtplatsen gällande miljöfaktorer har en stor inverkan för upprättandet av en IPM-strategi, då det ger grund till förebyggande effekter i form av prognoser av förväntade skadedjursangrepp (Geiser, 2020).

Problem kan uppstå gällande vissa förebyggande åtgärder som är önskvärda att implementera i en IPM-strategi. Sortvalet har en väldigt stor betydelse för grödans framtida utveckling i specificerad miljö. De sorter som är önskvärda i odlingsmanter är de sorter som besitter höga halter av bitterämnen och alfasyror, men dessa sorter har i regel en högre mottaglighet för sjukdomar samt skadedjursangrepp (Henning et al., 2018). Av de över 200 st. tillgängliga sorter så

begränsas sortvalet till cirka 25 – 30 st. eftersom resterande sorter inte besitter de karaktärer marknaden efterfrågar. Detta kan medföra problematik gällande sortvalet av humle, då miljöfaktorer även har en betydande inverkan. Biologisk bekämpning, antingen genom introducering av nyttodjur eller genom främjandet av befintliga nyttodjur, kan bidra till fullgod skadedjursbekämpning. Dock har man upplevt att skörden kan bli säsongsvarierad (Geiser, 2020). Det är därför av stor vikt att ha kunskap om vilka bekämpningsmedel som är godkända för applicering i ekologisk odling, då det är ditt eget ansvar att kontrollera aktuellt godkännande.

Genom att förse växtplatsen med varierande habitat kan biodiversitet av naturliga fiender främjas, samtidigt som en mer enhetlig bekämpning uppnås genom komplettering av födokällor. Det är dock av stor vikt att inhämta kunskap om interaktioner arter emellan för att minimera potentiell predation inom samma art. Genom dessa separata utformade habitat möjliggörs en mer skraddarsydd bekämpning, där kontakten mellan olika arter av naturliga fiender kan minimeras (Snyder, 2019). Tillämpningen av de metoder som tagits upp i detta arbete inom ramen för IPM, kan därmed användas för att upprätta ett komplext ekosystem, där artsamhällets funktioner och interaktioner emellan kan ökas. Trots att forskning tyder på att främjande av naturliga fiender stärker biologisk bekämpning är det viktigt att kontinuerligt observera ekosystemen då exempelvis gynnandet av två olika marklevande nyttodjur kan förorsaka oönskade interaktioner dem emellan och samtidigt skapa en mindre effektiv skadedjursbekämpning (Prasad and Snyder, 2006).

Biodiversitet bland naturliga fiender kan därmed skapa större möjligheter för en mer effektiv bekämpning, men risker för konkurrens och konsumering mellan arter av naturliga fiender bör beaktas och då eventuellt åtgärdas genom exempelvis separation av deras habitat. Även om en tillräcklig grund av information förvärfvas om interaktioner arterna sinsemellan, kan alltid oförutsägbara beteenden av individuella arter uppkomma, varav vikten av observation styrks (Heimpel, 2019). Genom att implementera en bredare biodiversitet av naturliga fiender samt en mer noggrann observation och insamling av information kan denna metod av biologisk bekämpning ökas markant gällande effektivitet och tillgänglighet.

Uppföljning av växtplatsens utveckling och de implementerade metoderna är av stor vikt, då effektiviteten av tidigare implementerade metoder och hur det inverkar på växtplatsen möjliggör en ökad kunskap. Genom denna förvärvade kunskap kan växtplatsen enklare anpassas utifrån insättning av växtskyddsåtgärder och skräddarsys efter rådande klimat och förutsättningar. Uppföljning medför därmed även en riskreducering av skördeförlust, då de tidigare metoderna som implementerats kan övervägas för att tillämpa den mest effektiva och säkra metod utifrån rådande omständigheter och förutsättningar.

5. Referenslista

1993. GUIDELINES ON PEST RISK ANALYSIS. *EPPO Bulletin*, 23, 191-198.
- AJEBESONE, P. E. & AINA, J. O. 2004. Potential African substitutes for hops in tropical beer brewing. *Journal of Food Technology in Africa*, 9, 13-16.
- ALMAGUER, C., SCHÖNBERGER, C., GASTL, M., ARENDT, E. & BECKER, T. 2014. Humulus lupulus – a story that begs to be told. A review. *Journal of the Institute of Brewing*, 120.
- ANDREW, N. & HILL, S. 2017. Effect of Climate Change on Insect Pest Management.
- AVELING, C. 1981. The role of Anthocoris species (Hemiptera: Anthocoridae) in the integrated control of the damson-hop aphid (Phorodon humuli). *Annals of Applied Biology*, 97, 143-153.
- BAGCHI, V. A., SIEGEL, J. P., DEMKOVICH, M. R., ZEHR, L. N. & BERENBAUM, M. R. 2016. Impact of Pesticide Resistance on Toxicity and Tolerance of Hostplant Phytochemicals in Amyelois Transitella (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of insect science (Online)*, 16, iew063.
- BAKER, R. H. A., BATTISTI, A., BREMMER, J., KENIS, M., MUMFORD, J., PETTER, F., SCHRADER, G., BACHER, S., DE BARRO, P., HULME, P. E., KARADJOVA, O., LANSINK, A. O., PRUVOST, O., PYŠEK, P., ROQUES, A., BARANCHIKOV, Y. & SUN, J.-H. 2009. PRATIQUE: a research project to enhance pest risk analysis techniques in the European Union. *EPPO Bulletin*, 39, 87-93.
- BARBER, A., CAMPBELL, C., CRANE, H., DARBY, P. & LILLEY, R. 2003. Cost-benefits of reduced aphicide usage on dwarf hops susceptible and partially resistant to damson-hop aphid. *Annals of Applied Biology*, 143, 35-44.
- BIENDL, M., ENGELHARD, B., FORSTER, A., GAHR, A., LUTZ, A., MITTER, W., SCHMIDT, R. & SCHÖNBERGER, C. 2014. *Hops: Their Cultivation, Composition and Usage*, Nuremberg, Germany, 2014, Fachverlag Hans Carl.
- BIENDL, M., ENGELHARD, B., FORSTER, A., GAHR, A. & SCHÖNBERGER, C. 2012. *Hopfen*, Germany, Carl Hans Fachverlag.
- CALDERWOOD, L. B., LEWINS, S. A. & DARBY, H. M. 2015. Survey of Northeastern Hop Arthropod Pests and Their Natural Enemies. *Journal of Integrated Pest Management*, 6.

- CAMPBELL, C., PETTERSSON, J., PICKETT, J., WADHAMS, L. & WOODCOCK, C. 1993. Spring migration of damson-hop aphid, *Phorodon humuli* (Homoptera, Aphididae), and summer host plant-derived semiochemicals released on feeding. *Journal of Chemical Ecology*, 19, 1569-1576.
- CAMPBELL, C. A. M. 1978. Regulation of the Damson-Hop Aphid (*Phorodon Humuli* (Schrank)) on Hops (*Humulus lupulus* L.) by Predators. *Journal of Horticultural Science*, 53, 235-242.
- CAMPBELL, C. A. M. 2018. Influence of companion planting on damson hop aphid *Phorodon humuli*, two spotted spider mite *Tetranychus urticae*, and their antagonists in low trellis hops. *Crop Protection*, 114, 23-31.
- COMMISSION, E. 1991. Rådets direktiv 91/414/EEG av den 15 juli 1991 om utsläppande av växtskyddsmedel på marknaden.
- COMMISSION, E. 2009. EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2009/128/EG.
- COMMISSION, E. 2013. *WORKING DOCUMENT ON EMERGENCY SITUATIONS ACCORDING TO ARTICLE 53 OF REGULATION (EC) No 1107/2009* [Online]. Available: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/pesticides_aas_guidance_wd_emergency_authorisations_article53_en.pdf [Accessed].
- COMMISSION, E. 2017. *Hops* [Online]. Available: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/plants-and-plant-products/plant-products/hops_en [Accessed].
- DEWHIRST, S., PICKETT, J. & HARDIE, J. 2010. Aphid Pheromones. *Vitamins and hormones*, 83, 551-74.
- DUCHON, S., BONNET, J., MARCOMBE, S., ZAIM, M. & CORBEL, V. 2009. Pyrethrum: A Mixture of Natural Pyrethrins Has Potential for Malaria Vector Control. *Journal of medical entomology*, 46, 516-22.
- EHLERS, R.-U. 2011. Regulation of Biological Control Agents and the EU Policy Support Action REBECA.
- EPPO 2018. PM 6/04 Decision-support scheme for import and release of biological control agents of plant pests. *EPPO Bulletin*, 48, 352-367.
- FOGELFORS, H., WIVSTAD, M. & L, T. 2003. *Är eko reko? Om ekologiskt lantbruk i Sverige*, Stockholm, Formas.
- FROYD, J. D. 1997. Can synthetic pesticides be replaced with biologically-based alternatives?--an industry perspective. *J Ind Microbiol Biotechnol*, 19, 193-5.
- GEISER, M. 2020. Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg.

- HAWKINS, N. J., BASS, C., DIXON, A. & NEVE, P. 2018. The evolutionary origins of pesticide resistance. *Biol Rev Camb Philos Soc*, 94, 135-55.
- HEIMPEL, G. E. 2019. Linking parasitoid nectar feeding and dispersal in conservation biological control. *Biological Control*, 132, 36-41.
- HENNING, J. A., GENT, D. H., TOWNSEND, M. S. & HAUNOLD, A. 2018. Registration of Downy Mildew-Resistant Male Hop Germplasm USDA 21087M. *Journal of Plant Registrations*, 12, 379-381.
- KARLSSON STRESE, E.-M., KARSVALL, O. & TOLLIN, C. 2010. Inventory methods for finding historically cultivated hop (*Humulus lupulus* L.) in Sweden. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57, 219-227.
- KARLSSON STRESE, E.-M., LUNDSTRÖM, M., HAGENBLAD, J. & LEINO, M. 2014. Genetic Diversity in Remnant Swedish Hop (*Humulus lupulus* L.) Yards from the 15th to 18th Century. *Economic Botany*, 68, 231-245.
- KUNNATHODI, F., S, P., RAMASWAMY, R., R, G., PERIASAMY, VS, BALAMUTHU, K., PURATCHIKODY, A., KANDASAMY, R., BMJ, P. & AKBARSHA, M. A. 2006. Male Reproductive Toxic effect of *Quassia amara*: Observations on mouse Sperm. *Endocrinology Reproduction*, 10, 66-69.
- LORENZANA, A., MENDOZA, A., SECO, M. V. & CASQUERO, P. 2010. Population development of *Phorodon humuli* and predators (*Orius* spp.) within hop cones: Influence of aphid density on hop quality. *Crop Protection - CROP PROT*, 29, 832-837.
- MILJÖDEPARTEMENTET 2016. Förordning (2016:402) om nematoder, insekter och spindeldjur som bekämpningsmedel.
- MURAKAMI, A., DARBY, P., JAVORNIK, B., PAIS, M. S., SEIGNER, E., LUTZ, A. & SVOBODA, P. 2006. Molecular phylogeny of wild hops, *Humulus lupulus* L. *Heredity (Edinb)*, 97, 66-74.
- NATURSKYDDSFÖRENINGEN. 2020. *Ekologisk eller konventionell odling – vad ger störst klimatpåverkan?* [Online]. Available: https://www.naturskyddsforeningen.se/ekologisk-odling-klimatpaverkan?gclid=Cj0KCQjwvb75BRD1ARIsAP6LcqtIpE7QRd8Z8EtWzdyWKyy9rDz238Togf74XfunEjUPHcNnljcaXX4aAvTFEALw_wcB [Accessed].
- NATURVÅRDSVERKET. 2020. *Nematoder, insekter och spindeldjur (NIS) som biologiska bekämpningsmedel* [Online]. Available: <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledninga/Kemikalier-och-miljogifter/Nematoder-insekter-och-spindeldjur-NIS-som-bekampningsmedel/> [Accessed].

- NAUMANN, K., CURRIE, R. & ISMAN, M. 1994. Evaluation of the repellent effects of a neem insecticide on foraging honey bees and other pollinators. *Canadian Entomologist - CAN ENTOMOL*, 126, 225-230.
- PETTERSSON, M. L. & ÅKESSON, I. 2011. *Trädgårdens Växtskydd*, Stockholm, Natur och Kultur.
- PICKETT, C. H. & BUGG, R. L. Enhancing biological control : habitat management to promote natural enemies of agricultural pests. 1998.
- PRASAD, R. P. & SNYDER, W. E. 2006. Polyphagy complicates conservation biological control that targets generalist predators. *Journal of Applied Ecology*, 43, 343-352.
- SEARCHINGER, T. D., WIRSENIUS, S., BERINGER, T. & DUMAS, P. 2018. Assessing the efficiency of changes in land use for mitigating climate change. *Nature*, 564, 249-253.
- SEEFELDER, S., EHRMAIER, H., SCHWEIZER, G. & SEIGNER, E. 2000. Male and female genetic linkage map of hops, *Humulus lupulus*. *Plant Breeding*, 119, 249-255.
- SINGH, R. 2000. Biological control of the aphids by utilising parasitoids.
- SNYDER, W. E. 2019. Give predators a complement: Conserving natural enemy biodiversity to improve biocontrol. *Biological Control*, 135, 73-82.
- SPARAGANO, O., PRITCHARD, J. & GEORGE, D. 2016. 12 - The Future of Essential Oils as a Pest Biocontrol Method. In: MADBOULY, S. A., ZHANG, C. & KESSLER, M. R. (eds.) *Bio-Based Plant Oil Polymers and Composites*. William Andrew Publishing.
- STRESE, K. E.-M. & TOLLIN, C. 2015. *Humle, det gröna guldet*, Stockholm, Nordiska Museets Förlag.
- TURNER, S. F., BENEDICT, C. A., DARBY, H., HOAGLAND, L. A., SIMONSON, P., SIRRINE, J. R. & MURPHY, K. M. 2011. Challenges and Opportunities for Organic Hop Production in the United States. *Agronomy Journal*, 103, 1645-1654.
- VAN DER ENT, S., KNAPP, M., KLAPWIJK, J., MOERMAN, E., VAN SCHELT, J. & DE WEERS, S. 2017. *Knowing and Recognizing: The Biology of Pests, Diseases and their Natural Solutions*. , Koppert B.V.
- WARD, M. G. 2016. The regulatory landscape for biological control agents. *EPPO Bulletin*, 46, 249-253.

- WEIHRAUCH, F. & MORETH, L. 2005. Behavior and Population Development of Phorodon humuli (Schrank) (Homoptera: Aphididae) on Two Hop Cultivars of Different Susceptibility. *Journal of Insect Behavior - J INSECT BEHAV*, 18, 693-705.
- WOODS, J., JAMES, D., LEE, J., WALSH, D. & GENT, D. 2014. Development of Biological Control of Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae) and Phorodon humuli (Homoptera: Aphididae) in Oregon Hop Yards. *Journal of economic entomology*, 107, 570-81.
- WRIGHT, L. & JAMES, D. 2002. Parasitoids of the hop aphid (Homoptera: Aphididae) on Prunus spp. in Washington during spring. *Journal of agricultural and urban entomology*, 18, 141-147.
- WRIGHT, L. C., CONE, W. W. & JAMES, D. G. Sources of Spring and Fall Hop Aphid, Phorodon humuli (Schrank), (Homoptera: Aphididae) Migrants in South Central Washington. 2005.
- YANG, M.-Q., VAN VELZEN, R., BAKKER, F. T., SATTARIAN, A., LI, D.-Z. & YI, T.-S. 2013. Molecular phylogenetics and character evolution of Cannabaceae. *TAXON*, 62, 473-485.
- ZANUNCIO, J. C., MOURÃO, S. A., MARTÍNEZ, L. C., WILCKEN, C. F., RAMALHO, F. S., PLATA-RUEDA, A., SOARES, M. A. & SERRÃO, J. E. 2016. Toxic effects of the neem oil (Azadirachta indica) formulation on the stink bug predator, Podisus nigrispinus (Heteroptera: Pentatomidae). *Scientific reports*, 6, 30261-30261.