



Betningsmedel med flupyradifuron mot jordloppor i vårraps

– effektivitet och miljöpåverkan

*Seed treatment with flupyradifurone against flea beetles in spring canola –
efficiency and environmental impact*

Maja Berglind

Examensarbete • 15 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap • Institutionen för ekologi

Agronomprogrammet – mark/växt

Uppsala 2021



Betningsmedel med flupyradifuron mot jordloppor i vårraps – effektivitet och miljöpåverkan

Seed treatment with flupyradifurone against flea beetles in spring canola – efficiency and environmental impact

Maja Berglind

Handledare: Ola Lundin, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi
Examinator: Riccardo Bommarco, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi

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

Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2021

Nyckelord: raps, vårraps, jordloppor, Buteo Start, flupyradifuron, betningsmedel, Phyllotreta spp.

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för ekologi

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

Sammanfattning

Sedan 2013 har betningsmedel innehållande neonikotinoider varit förbjudna. I och med förbudet minskade odlingen av vårrops i Sverige med 90 % trots att grödan har många goda egenskaper. En av anledningarna bakom den minskade odlingsarealen är bristen på effektiva bekämpningsmedel mot jordloppor. År 2021 introducerades ett nytt betningsmedel på marknaden, Buteo Start. I denna rapport undersöks betningsmedlets effekt och miljöpåverkan. Baserat på detta ges rekommendationer om kontrollmetoder för jordloppor i vårrops, som jag funnit är effektiva och hållbara.

Jordloppor skadar vårropsplantor genom betesskador på de känsliga hjärtbladen, detta kan orsaka stora skördeförstär. Skadorna som kan minska skörden sker under tidig vår, från frögroning fram till att plantorna har utvecklat tre örtblad. Skadorna görs av vuxna jordloppor innan de lägger ägg intill plantorna. Det föds endast en generation jordloppor per år. Jordloppor kan förebyggas genom integrerat växtskydd och vid behov kemisk bekämpning.

Den aktiva substansen i Buteo Start är flupyradifuron, den är ett nervgift som dödar jordlopporna då de äter av plantan. Buteo Start har testats i fältförsök i Sverige och Finland. År 2018 visade försöken i Finland på en signifikant effekt av Buteo Start där de behandlade fälten hade 12,5% lägre skador av jordloppor jämfört med fält som betats med neonikotinoider. År 2017 blev det ej någon signifikant skillnad mellan fält behandlade med flupyradifuron eller neonikotinoider i samma studie. Finlands kemikalieverk Tukes har beslutat att ej tillåta Buteo Start i Finlands register över godkända bekämpningsmedel, dock har dispens tillåtits för medlet år 2019, 2020 och 2021. De svenska försöken år 2020 visar att vårrops som behandlats med Buteo Start har 6% högre planttäthet och totalt 7% ökad skörd jämfört med obehandlade fält. Skadorna på hjärtbladen undersöktes i några av försöksodlingarna år 2020, och det gotländska försöket hade ett signifikant resultat med 62% lägre skador vid användning av Buteo Start. De svenska försöken år 2021 visade en signifikant skillnad på betade och obetade fält i ett av tre län. Det signifikanta resultatet i Södermanlands län visade 85% minskade hjärtbladsskador vid användning av Buteo Start.

Tillverkaren av Buteo Start, Bayer, hävdar i en rapport att den aktiva substansen flupyradifuron ej är farlig för bin. Andra studier visar att flupyradifuron minskar överlevnadsgraden hos honungsbilaver. Andra observerade sidoeffekter hos bin vid användning av medlet är beteendestörningar, ökad infektionsgrad vid parasitangrepp, sämre flygförmåga samt sämre förmåga att reglera kroppstemperaturen.

Fältförsöken i Finland och Sverige visar både signifikanta och ickesignifikanta resultat över effekten hos Buteo Start, därför behövs fler tester för att få fram ett tydligt resultat.

Miljöeffekterna i denna rapport baserades på undersökningar av flupyradifuron i form av bekämpningsmedlet Sivanto och ej Buteo Start på grund av brist på information. Detta kan påverka resultaten då Sivanto vanligtvis används genom besprutning i fält och ej som betning av frön. Till exempel skulle användning av betningsmedel istället för sprutning i fält kunna innebära att den aktiva substansen har hunnit försvinna från växten vid blomningstillfället, och alltså aldrig hamnar i kontakt med bin.

Det är svårt att ge odlingsrekommendationer på vårrops i förhållande till Buteo Start då det är en ny pesticid. Mer forskning är nödvändig för att visa en tydlig effekt mot jordloppsskador, samt om flupyradifuron är bättre i betningsform jämfört med sprutning i fält. Min rekommendation är att fortsätta använda integrerat växtskydd vid odling av vårrops, samt att göra fler försök med Buteo Start. Exempel på förebyggande åtgärder för vårrops är tidig sådd och ökad planttäthet.

Nyckelord: raps, vårraps, jordloppor, Buteo Start, flupyradifuron, betningsmedel, Phyllotreta spp.

Abstract

Since 2013, when seed treatments with neonicotinoids were forbidden, the cultivation of spring canola in Sweden has decreased by 90 % even though it is a very beneficial crop in many ways. One reason for this is the lack of efficient pesticides against flea beetles. This year, 2021, the new seed treatment Buteo Start has entered the market. In this report, I investigate the effect of Buteo Start on flea beetles damage in field trials, and its possible effects on the environment by conducting a literature study. Based on the results I give my recommendations on the best way to protect canola against flea beetles.

Flea beetles harm the spring canola plants by feeding on the sensitive cotyledons, this can cause massive loss of harvest. This happens early in spring, and the worst damage that affects the yield is done between the plant's germination and until it has developed its first three leaves. The damage is done by the adult generation of flea beetles before they lay eggs. There is only one new generation of flea beetles per year. Flea beetles can be treated with integrated pest management and pesticides.

Buteo Start treat the pests by its active ingredient flupyradifurone, which works as a neurotoxin that kills the flea beetle when they eat the plant. Buteo Start has been tested for use in Sweden and Finland. In Finland, Buteo Start was compared to seed treatments with neonicotinoids which resulted in two different results: a significant difference with 12,5% lower damage when the fields were treated with Buteo Start in 2018, and a non-significant difference in 2017. The Finnish chemical agency Tukes has decided not to allow Buteo Start for common use due to the precautionary principle, but have been giving farmers derogations to use it when it is needed in 2019, 2020 and 2021. The tests in Sweden in 2020 shows that canola treated with Buteo Start have 6% higher plant density and totally 7% higher field yield compared with untreated canola. Damage on cotyledons were investigated in some of the field trials, and the field trial on Gotland had significant lower damage in the treated compared to the untreated plots. There was 62% lower damage on the cotyledons when Buteo Start was used on Gotland. The tests in Sweden 2021 showed significant lower damage in one of three counties. The county with a significant result, Södermanland, had 85% lower damage on the cotyledons when Buteo Start was used.

Bayer, the manufacturer of Buteo Start, claims that the active substance flupyradifurone is bee safe. Studies by others show that flupyradifurone reduces the survival of honeybee larvae. Other observed side effects are behavioural disorders, increased infection intensity in parasite infestation, reduced flight ability and reduced ability to regulate body temperature.

The field trials in Finland and Sweden both shows significant and non-significant results regarding the effect of Buteo Start, to get a clear result more studies are necessary.

The environmental effects in this report were based on research of studies on the chemical substance flupyradifurone in the form of Sivanto and not Buteo Start because of the lack of information. This can affect the results, since Sivanto usually is used by spraying in the fields and not as a seed treatment. For instance, this may affect the impact on bees – it is possible that flupyradifurone is not active in the plant when it is blooming, and therefore will never affect any bees.

It is hard to give recommendations on how to best farm canola regarding to Buteo Start since it is a new pesticide. More research is necessary to prove that it is efficient against flea beetles, and that the use of flupyradifurone is better for the environment in the form of seed treatment compared to spraying in fields. My recommendation is to use integrated pest management in current fields,

like early sowing and higher plant density, and do more testing of Buteo Start to get more knowledge about the pesticide.

Keywords: canola, spring canola, flea beetles, Buteo Start, flypuradifurone, seed treatment, Phyllotreta spp.

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	9
1. Inledning	11
1.1. Syfte.....	12
1.2. Metod.....	12
2. Jordloppor i vårraps.....	13
2.1. Arter och förekomst i Sverige	13
2.2. Livscykel	14
2.3. Skadebild	15
2.4. Bekämpning.....	15
3. Buteo Start	18
3.1. Nordiska odlingsförsök	18
3.1.1. Tvåårigt försök i Finland	18
3.1.2. Försök i Sverige 2020	19
3.1.3. Försök i Sverige 2021	20
3.1.4. Effekt Buteo Start i nordiska försök	21
3.2. Miljöpåverkan	22
4. Diskussion.....	26
4.1. Betningseffekt Buteo Start.....	26
4.2. Miljöpåverkan	27
5. Slutsats	29
Referenser.....	31
Tack	35

Tabellförteckning

- Tabell 1. Översikt av de vanligast förekommande jordlopporna i våroljeväxter inom släktet Phyllotreta i Sverige 13
- Tabell 2. Procent bladyta med angrepp av jordloppor. Värdena är hämtade från försöksdokumentationen (Nordic Field Trial System 2020) 20
- Tabell 3. Skördestatistik för Skaraborg, Östergötland och Gotlands län. Skörden anges i kilo per hektar, 9% vattenhalt vid skörd (Nordic Field Trial System 2020)20
- Tabell 4. Procent hjärtbladyta med angrepp av jordloppor i försöken 2021 21
- Tabell 5. P-värden från parade 2-sidiga t-test från försöken 2021 21
- Tabell 6. Sammanställning av den procentuella effekten av betning med Buteo Start vid samtliga nordiska odlingsförsök. De försök som har signifikanta effekter av Buteo Start märks ut med * 21
- Tabell 7. Sammanställning över toxiska egenskaper hos flupyradifuron för olika organismer som inte är måltavla för den kemiska bekämpningen (Nauen et al. 2015). Kolumnen till höger innehåller motsvarande information för neonikotinoiden imadaklopid för en jämförelse av toxiska mängder (Fossen 2006) 23

1. Inledning

Sedan 1940-talet har rapsodling varit ett viktigt inslag i den svenska odlingen. Rapsens frö pressas till en olja som används främst för humankonsumtion. Oljan har en hög andel omättade fettsyror, flera av vilka är essentiella för människan. Odlingen av raps tillför ett nyttigt avbrott i växtföljder som är dominerande av spannmål, då de drabbas av olika patogener och skadedjur vilka missgynnas vid bytet från en spannmålsgröda till rapsodlingen (Fogelfors 2015; Rölin 2015; Johnsson 2015). Raps fungerar som en utmärkt förfrukt (Johnsson 2015), bland annat på grund av dess djupa pålrot. Roten luckrar jorden, och det har visats att avkastningen för en efterföljande gröda kan höjas mellan 5 och 25% (Fogelfors 2015; Myrbeck 2017).

Raps kan odlas som vårgröda och höstgröda. Historiskt har det främst odlats höstraps i södra Sverige och vårraps längre norrut runt Mälardalen (Lundin 2021). Anledningen bakom fördelningen beror på att höstraps behöver sås relativt tidigt på säsongen. I södra Sverige finns ett flertal förfrukter som normalt hinner mogna och skördas innan höstrapsen ska sås. Längre norrut sker mognaden av förfrukterna senare, och det kan bli svårt att hinna skörda dem i tid innan rapsen behöver etableras (Fogelfors 2015). Dessutom påverkar klimatet kravet på såtidpunkt. Desto nordligare fälten befinner sig desto tidigare behöver rapsen sås för att hinna etableras inför vintern (Svensk raps 2011). Enligt Fogelfors (2015) är lämpliga förfrukter för höstraps längre norrut begränsat till tidigt korn, tidigt brott av vall samt träda. I Mellansverige kan numera även tidiga sorters höstvetete odlas som förfrukt till höstraps (Syngenta 2020). Tidsfönstret för sådd blir dock mycket kort och valet av förfrukter är få, därför passar det generellt bättre att odla vårraps vid nordligare förhållanden. Trots fördelarna med vårraps längre norrut har dess odlingsareal i Sverige minskat med cirka 90%, till nuvarande 4000 ha sedan år 2013 (Lundin 2021). En av anledningarna bakom minskningen är ett förbud mot betningsmedel innehållande neonikotinoider, som användes som insekticid för att skydda vårrapsen mot bland annat jordloppor (Lundin 2021; Johnsson 2015).

Från och med 2021 finns ett nytt betningsmedel, Buteo Start, tillgängligt som växtskyddsmedel på den svenska marknaden. Skulle det vara ett effektivt skydd mot jordloppor skulle det kunna innebära ett lyft för den svenska vårrapsodlingen (Gunnarson 2021).

1.1. Syfte

Syftet med uppsatsen är att ge en grundläggande introduktion om vårrapsens största skadegörare, jordloppor, för att förtydliga problematiken i vårrapsodlingen samt undersöka det nya betningsmedlet Buteo Start som är framtaget för att bekämpa dessa. Betningsmedlets effekt och miljöpåverkan ska undersökas för att skapa en grund för rekommendationer om effektiva och hållbara kontrollmetoder av jordloppor i vårraps.

1.2. Metod

Till största del baseras denna uppsats på litteraturstudier av forskningsartiklar, resultat från tidigare odlingsförsök i Norden samt information från myndigheter som behandlar frågor om miljö och jordbruk. Jag använder också nyligen insamlade fältdata där betad och obetad raps jämförs för att göra en bedömning om betningsmedlet minskar angreppen av jordloppor på unga vårrapsplantor. Mätningarna av jordloppsskador gjordes i tre sortförsök (OS7-001-2021, försök 001-003, (Gunnarson 2021)). Försöken var belägna vid Västerås (Västmanland), Strängnäs (Södermanland) respektive Enköping (Uppland). Odlingsförsöken omfattade 10 led i 4 upprepningar, men jag undersökte endast led 1 och 2 i samtliga 4 block. Led 1 är vårrapssorten Majong vilken är betad med Buteo Start, led 2 är obetad Majong. Jordloppornas betesskador på bladen graderades procentuellt som ett medelvärde av 20 plantor per försöksruta. Graderingen genomfördes när grödan hade 3-4 utvecklade örtblad. Ett dubbelsidigt parat t-test användes för varje försök för att beräkna om det föreligger någon signifikant skillnad i jordloppsangreppen mellan det betade och obetade ledet.

2. Jordloppor i vårraps

2.1. Arter och förekomst i Sverige

De fem vanligast förekommande jordlopporna i Sverige som angriper vårraps är svart jordloppa (*Phyllotreta atra*), krokrandig jordloppa (*Phyllotreta striolata*), kornjordloppan (*Phyllotreta vittula*), vågrandig jordloppa (*Phyllotreta undulata*) samt sidenglänsande jordloppa (*Phyllotreta nigripes*). Vid en treårig undersökning i odlingar kring Mälardalen gick det att se att den främst förekommande arten var *P. atra*. Arten utgav nästan 29% av den totala andelen jordloppor som fångades in och räknades vid försöket (Lundin et al. 2020). Utöver de fem vanligast förekommande arterna var det ytterligare tre arter som förekom vid några enstaka tillfällen i försöket: den randiga jordloppan (*Phyllotreta nemorum*), pepparrotsjordloppan (*Phyllotreta armoraciae*) samt löktravsjordloppan (*Phyllotreta ochripes*). Se Tabell 1 för en sammanställning av informationen om dessa arter (Ekbom & Kuusk 2005; Haraldsson 2008; Lundin et al. 2020).

Tabell 1. Översikt av de vanligast förekommande jordlopporna i våröljeväxter inom släktet *Phyllotreta* i Sverige

Art	Latinskt namn	Färg	Storlek	Näringskälla i larvstadie	Kommentar
Svart jordloppa	<i>P. atra</i>	Mattsvart	2–2,5 mm	Rötter	
Krokrandig jordloppa	<i>P. striolata</i>	Gul och svart	2–2,5 mm	Rötter	
Kornjordloppa	<i>P. vittula</i>	Gul och svart	3–3,5 mm	Rötter	Förekommer även i stråsäd
Vågrandig jordloppa	<i>P. undulata</i>	Gul och svart	2–2,5 mm	Rötter	
Sidenglänsande jordloppa	<i>P. nigripes</i>	Metalliskt svart	2–2,5 mm	Rötter	

Randig jordloppa	<i>P. nemorum</i>	Gul och svart	2–2,5 mm	I bladens mellersta cellskikt	Förekommer sällan
Pepparrotsjordloppa	<i>P. armoraciae</i>	Gul och svart			Förekommer sällan
Löktravsjordloppa	<i>P. ochripes</i>	Gul och svart			Förekommer sällan

2.2. Livscykel

Jordlopporna övervintrar i vuxet stadie i bland annat jordkokor, under växtrester och andra skyddade platser (Ekbom & Kuusk 2005). Vanligtvis sker övervintringen i närheten av de rapsfält jordloppan höll till under sommaren (Haraldsson u.å.). De börjar vakna från sin vintervila när temperaturen ligger mellan 10 och 12°C på våren, aktiviteten ökar ytterligare när temperaturen når 14 till 15 °C (Ulmer & Dosdall 2006; Knodel 2017). Varierande temperaturer under våren kan göra att det tar upp till tre veckor innan jordlopporna överger sina övervintringsplatser. Vid fuktig, kall och blåsig väderlek rör sig vanligtvis jordlopporna främst längst marken och angriper därmed vårrapsen från fältkanterna. Detta medför generellt låga betesskador. Höga temperaturer ökar jordloppornas tendens att flyga för att söka fält med våroljeväxter. Dessutom bidrar höga temperaturer till en ökad betesintensitet och därmed större skador på plantorna (Knodel 2017).

Efter parning lägger honorna sina ägg ovanpå eller i jorden intill värdväxten. Detta sker främst i maj och juni, men kalla somrar kan äggläggningen dröja ända in i juli (Ekbom & Kuusk 2005). Efter cirka 12 dagar kläcks larver ur äggen (Knodel 2017). Samtliga arters larver, med undantag från *Phyllotreta nemorum*, får sin näring från rapsplantornas finrötter (Ekbom & Kuusk 2005). När det har gått mellan 25 och 34 dagar förpuppas larverna i jorden, och i början på augusti har de hunnit utvecklats till en ny generationen av fullvuxna jordloppor (Ekbom & Kuusk 2005; Andersson et al. 2015; Knodel 2017). Den nya generationen stannar kvar i fälten och äter av rapsplantorna fram till hösten, då de istället börjar uppsöka en lämplig övervintringsplats. Den äldre generationen som har övervintrat från året innan lever efter äggläggningen kvar i fält och äter av växterna fram till ungefär mitten på juli (Ekbom & Kuusk 2005). I Sverige föds endast en generation jordloppor av släktet *Phyllotreta* per år (Ekbom & Kuusk 2005; Andersson et al. 2015; Knodel 2017).

2.3. Skadebild

Jordloppor inom släktet *Phyllotreta* är en grupp av viktiga skadegörare på vårrapsodlingar (Andersson et al. 2015; Fogelfors 2015). Jordlopporna kan orsaka stora skördebortfall särskilt varma och torra år (Ekbom & Kuusk 2005; Andersson et al. 2015). Hög temperatur i kombination med torka gör att rapsplantorna växer långsammare. En fördröjd tillväxt och utveckling gör att plantan befinner sig i ett stadie där den är känslig för betesskador under en längre period (Ekbom & Kuusk 2005; Knodel 2017). Dessutom ökar jordloppor sin betesintensitet vid högre temperaturer (Knodel 2017; Lundin 2019). Jordlopporna är utrustade med starka baklår vilket gör dem till mycket goda hoppare, det i kombination med deras snabba rörelsemönster kan göra dem svåra att upptäcka i fält. Lättast är att undersöka plantorna, då små gnagskador på groddens hjärtblad är ett tydligt tecken på angrepp från jordloppor (Ekbom & Kuusk 2005). Gnagskadorna gör att bladvävnaden runt hålen dör av nekros, det ger växten en sämre fotosyntesförmåga vilket orsakar svagare plantor och ibland plantdöd (Knodel 2017). Skadorna kan leda till glesare plantbestånd, ojämn tillväxt mellan plantor, olika tidpunkter för moget frö i fält samt sämre avkastning. Det går att se en direkt korrelation mellan gnagskador på hjärtbladen och minskad avkastning: för varje procent skadad bladyta minskade hektarskörden med 18,99kg (Lundin 2019). Ojämn frömognad bidrar dessutom till ett högre klorofyllinnehåll i skörden av rapsfrö. Då omogna frön pressas blir oljan grönfärgad, vilket innebär sämre kvalitet samt hållbarhet (Fogelfors 2015). Kraftiga rapsplantor har förmåga att till viss del kompensera angrepp av skadedjur (Jordbruksverket 2020). Värst skada gör jordlopporna från plantans gröningsstadie fram till dess att några örtblad, cirka 2-3 stycken, har utvecklats (Ekbom & Kuusk 2005; Bayer Crop Science Canada 2021). Jordloppor kan göra skador på rapsplantor även efter att örtbladen har utvecklats, men de ekonomiska förlusterna minskar snabbt i och med plantans utveckling (Ekbom & Kuusk 2005).

2.4. Bekämpning

Jordloppor i vårraps går att förebygga genom IPM - integrerat växtskydd, vilket i sin tur kan bidra till att lägre doser av kemiska växtskyddsmedel behöver användas (Jordbruksverket 2021). Integrerat växtskydd innefattar fyra grundläggande åtgärder som kan utföras av växtodlaren (Mellqvist 2019):

1. Förebyggande åtgärder, till exempel varierad växtföljd, odla sorter som är anpassade för miljön och dess förväntade patogener och skadedjur, välj optimal jordbearbetningsmetod för att anlägga såbädd. Anpassas odlingsmetoderna efter tänkt gröda ökar chanserna för friska odlingar, vilket ger ökad motståndskraft mot patogener, ogräs och skadedjur.

2. Bevaka fälten för att ha koll på vilka patogener, skadedjur och ogräs som förekommer, samt till vilken mängd de förekommer. Hjälpmedel som rådgivning, prognoser och varningssystem kan vara till en stor fördel.
3. Anpassa bekämpning efter behov. Visar det sig i fältundersökningen att till exempel skadedjur finns bör förekomsten av dessa jämföras med bekämpningströsklar. Är trösklarna uppnådda kan kemisk bekämpning behövas sättas in som motåtgärd. En optimal användning av växtskyddsmedel innebär att risken för resistensbildning är liten, dosen ska vara behovsanpassad efter angreppets grad och miljön det används i, samt så bör ett preparat som är effektivt för syftet användas.
4. Följa upp åtgärderna. Hur har allt fungerat i praktiken? Ett bra hjälpmedel för detta är att anlägga en nollruta, vilket är en specifikt utvald plats på fältet som inte behandlas med till exempel växtskyddsmedel, gödning eller liknande odlingsinsatser. Har odlaren använt rätt insatser bör grödan utanför nollrutan vara i bättre form än den obehandlade grödan.

Det finns flera exempel på hur förebyggande odlingsåtgärder kan minska betesskador från jordloppor i vårraps. Tidig sådd ger vårrapsen chans att etablera sig innan jordlopporna vaknar på våren, vilket gör att betesskadorna under plantans känsligaste stadie minimeras (Fogelfors 2015; Lundin et al. 2020). Ökad planttäthet ger också minskade betesskador. När det finns fler plantor fördelat på en population av jordloppor så blir det färre individer skadedjur per planta (Doddall et al. 1999; Doddall & Stevenson 2005). Vid en treårig studie i Kanada jämfördes betesskador av jordloppor vid direktsådd kontra konventionellt brukad mark. Den konventionellt brukade marken kultiverades och harvades innan sådd. Skadorna bedömdes efter skala 0 till 10 där 0 var inga skador alls, och 10 helt uppäten kotyledon. Resultatet visade en signifikant skillnad där den konventionellt brukade marken hade ett medelvärde på 1,703 i skador, och direktsådd hade ett medelvärde på 1,05 i skador (Doddall et al. 1999). Detta stämde även med resultatet från en svensk studie där betesskadorna halverades vid direktsådd jämfört med en konventionellt beredd såbädd (Bommarco et al. 2020). Anledningen bakom de minskade skadorna tros vara växtresterna från förfrukten – stubben skapar en fuktigare och svalare miljö som jordlopporna trivs sämre i. Samma svenska studie visade att en riskfaktor för höga jordloppsangrepp var att odla vårraps i närheten av ett fält där det odlades vårraps året innan, vilket därför bör undvikas (Bommarco et al. 2020).

I Sverige är tröskeln för kemisk bekämpning av jordloppor i fält satt vid ett medeltal på minst 10% skadad hjärtbladsyta. Tiden för bekämpning sträcker sig från grödans uppkomst till och med tidigt örtbladsstadium (Jordbruksverket u.å.). Det går även att använda växtskyddsmedel genom betning av utsädet (Andersson 2017). År 2000 introducerades betningsmedel med neonicotinoider på marknaden

i Europa, dock förbjöds användningen redan år 2013 då det upptäcktes att dessa neonikotinoider har en negativ påverkan på pollinatörer. Till exempel visade försök på pollinatörer i fältmiljö en minskad andel bobyggande solitärbin samt minskad reproduktion hos humlor (Rundlöf et al. 2015). Idag används istället medel innehållandes pyretroider som sprutas på den växande grödan (Lundin 2019, 2021). Pyretroider ingår i IRAC:s klassificeringsgrupp 3 över verksamma ämnen i kemiska bekämpningsmedel, det fungerar som ett kontaktverkande nervgift (IRAC 2021a). Fördelen med att bekämpa jordloppor med pyretroider är att användningen tros ha låg inverkan på pollinatörer, detta beror bland annat på att besprutningen främst sker i icke-blommande fält vilket minimerar direktkontakten mellan växtskyddsmedel och pollinatörer (Lundin 2021). Dock hävdar Schulz m.fl. (2021) att pyretroider kan ha negativ påverkan på andra organismer, till exempel vattenlevande insekter. Neonikotinoider verkar, till skillnad från pyretroider, systemiskt och finns alltså i hela växten. Det inkluderar blommornas nektar och pollen, vilket gör att nyttoinsekter som pollinatörer blir direkt negativt påverkade av växtskyddsmedelena vid pollineringen (Lundin 2021). Dessutom är de förbjudna neonikotinoiderna stabila i sin kemiska struktur. Det skapar en risk för läckage från behandlade grödor till närliggande vattenkällor, där växtskyddsmedelena kan förgifta nyttoinsekter som är beroende av vattnet (Siviter & Muth 2020). Nackdelen med att bara ha en typ av verkningsmekanism i insekticider är att det ökar risken för resistensutveckling (IRAC 2021b), resistensproblematik mot pyretroider finns redan i Sverige idag hos till exempel rapsbaggar (*Meligethes aeneus*) (Gustafsson & Larenius 2010). Det finns även en svensk studie som visar på detta samband, och att resistensproblematik kan minska vid användandet av växtskyddsmedel med olika verkningsmekanismer (Riggi et al. 2016).

3. Buteo Start

Det nya betningsmedlet som ska undersökas i detta arbete heter Buteo Start. Betningsmedlet är framtaget av Bayer Crop Science i Kanada och är en insekticid som används för att skydda rapsplantor mot jordloppsangrepp. Betning innebär att behandlingen läggs som en hinna direkt på rapsfröet. Vid groningen translokeras kemikalierna systemiskt till kotyledonen för att skydda hjärtbladen mot bitskador. Skyddet verkar aktivt i plantan från groningen fram till att den har utvecklat tre örtblad, och därmed har nått en punkt i utvecklingen där plantan är tillräckligt stark för att överleva vidare angrepp. Behandlingen bidrar till starkare plantor och en ökad avkastning (Bayer Crop Science Canada 2021).

Den aktiva substansen i Buteo start är flupyradifuron vilken tillhör grupp 4D, butenolider, i IRAC:s klassificeringssystem över verkningsmekanismer. När en jordloppa äter av raps betat med Buteo Start får den samtidigt i sig en dos flupyradifuron, vilket verkar genom att binda samman med receptorer i insektens jonkanaler för acetylkolin. Acetylkolin är en signalsubstans som fungerar som en excitatorisk neurotransmittor, alltså som en förstärkare av signaler mellan celler i nervsystemet. När flupyradifuronet tar acetylkolinets plats på receptorn försämras nervfunktionen hos jordloppan. Medlet fungerar därmed som en typ av snabbverkande nervgift vilket leder till förlamning (IRAC 2021a).

3.1. Nordiska odlingsförsök

3.1.1. Tvåårigt försök i Finland

Under 2017 och 2018 gjordes försök i södra Finland för att undersöka effekten hos Buteo Start. Försöket utfördes på totalt 14 gårdar där det odlades vårraps och vårrybs med olika betningsmedel. De tre leden såg ut enligt följande: våroljevaxter betat med Buteo Start, våroljevaxter betat med neonikotinoiden Elado FS 480 samt våroljevaxter betat med neonikotinoiden Cruiser OSR. Det som undersöktes var hur de olika betningspreparaten påverkade den procentuella mängden betesskador på rapsbladen orsakade av jordloppor. Skalan som användes var 1 till 5, där 1 ej visade på några skador, 2 = 2% skador på bladytan, 3 = 3-10% skador, 4 = 10-25% skador och 5 = mer än 25% angripen hjärtbladsyta. Våren 2017 hade låg temperatur och

mycket nederbörd, det resulterade i snabb groning och tillväxt av plantorna samt låga angrepp av jordloppor. Här fanns det ingen signifikant skillnad mellan de olika betningsmedlen. Våren 2018 var mycket varm och torr vilket bidrog till en sen groning och etablering av rapsplantorna, dessutom var trycket från jordlopporna högt. Här graderades skadorna på fälten betade med neonikotinoider till värdet 1,6 på skalan, och fälten betade med Buteo Start graderades till 1,4. Detta gav en signifikant skillnad mellan de olika betningsmetoderna: andelen betesskador från jordloppor var mindre i fälten betade med Buteo Start jämfört med fälten betade med båda neonikotinoidpreparaten. Ingen skillnad i planttäthet eller avkastning gick att mäta under något av åren (Ketola et al. 2018).

I Finland gjordes bedömningen att Buteo Start inte kunde godkännas i registret över växtskyddsmedel för allmänt bruk på grund av försiktighetsprincipen. Anledningen bakom beslutet är att det inte finns tillräckligt med information om hur användningen i vårrapsodling eventuellt kan påverka fröätande däggdjur och fåglar (Tukes 2019). Trots beslutet har Finlands kemikalieverk Tukes gett dispens för användning av medlet odlingsäsongerna 2019, 2020 och 2021. Läget har bedöms som kritiskt för rybs- och rapsodlingen, och att de måste främjas då de är en viktig del av Finlands självförsörjning av proteingrödor (Bergman 2021).

3.1.2. Försök i Sverige 2020

År 2020 gjordes odlingsförsök med 12 olika sorters vårraps. En av sorterna, Majong, användes som referenssort och odlades både som betad med Buteo Start och obetad. Avsikten med försöket var främst att jämföra de olika sorterna, men på grund av att Majong odlades både betad och obetad går det även att mäta betningens effekt. Totalt handlade det om 13 led i 4 upprepningar. Resultaten är från 6 försök som odlades i Södermanland, Östergötland, Västmanland, Gotland och Hallands län. Ett sjunde försök gjordes även i Skaraborgs län, dock kasserades det på grund av att statistiken var ojämn. I tre av försöken hade det obetade ledet ett medelvärde på 6% lägre planttäthet i jämförelse med det betade ledet. Betad Majong gav bättre skörd än det obetade ledet med ett medeltal på totalt 7% bättre avkastning, vilket alltså ger ett signifikant resultat (Gunnarson 2020).

I tre av försöken undersöktes skadorna av jordloppor på plantorna, se tabell 2 för en sammanställning av informationen samt det totala medelvärdet av skadorna. Se tabell 3 för en sammanställning av skördestatistiken vid samma län. På Gotlandsförsöket fanns det data från samtliga 4 block i båda leden. Från försöken i Skaraborg och Östergötland fanns endast medelvärden från blocken tillgängliga, därav skiljer sig antalet mätningar för de olika platserna i tabell 2. För att ytterligare undersöka resultaten gjorde jag ett parat 2-sidigt t-test för att se om skillnaden mellan de betade- och obetade leden var signifikant i försöket på Gotland.

Resultatet av t-testet blev $p=0,0428$, vilket indikerar att det betade ledet har signifikant lägre skador i jämförelse med det obetade ledet.

Tabell 2. Procent bladyta med angrepp av jordloppor. Värdena är hämtade från försöksdokumentationen (Nordic Field Trial System 2020)

	Led 1 (betat)	Led 2 (obetat)
Skaraborg	1 %	0,9 %
Östergötland	1 %	0,8 %
Gotland	5 %	10 %
	5 %	15 %
	7 %	20 %
	2 %	5 %
Medelvärde skador	3,5 %	~ 8,62 %

Tabell 3. Skördestatistik för Skaraborg, Östergötland och Gotlands län. Skörden anges i kilo per hektar, 9% vattenhalt vid skörd (Nordic Field Trial System 2020)

	Skörd kg/ha frö 9% led 1 (betat)	Skörd kg/ha frö 9% led 2 (obetat)
Skaraborg	1162	977
Östergötland	4209	4026
Gotland	3663	3123
Medelvärde skörd	~3011,3	~2708,67

3.1.3. Försök i Sverige 2021

År 2021 gjordes ett nytt sortförsök där 9 sorters vårraps odlades i totalt 10 led i 4 upprepningar (Jäck 2021). Sorten Majong odlades återigen både som betad och obetad. I Västmanland, Södermanland och Upplands län undersöktes andelen angripen hjärtbladsyta för att se skillnader i skador mellan betad och obetad vårraps, se tabell 4. Störst skillnad i angrepp var det i Södermanlands län där den betade rapsen i medelvärde hade 9 % angripen hjärtbladsyta, respektive 65,5 % i den obetade rapsen. Minst skillnad mellan behandlingarna var det i Uppland, där den betade rapsen hade ett medelvärde på 8 % angripen hjärtbladyta, respektive 10,25 % angripna hjärtblad i den obetade grödan.

För att undersöka om det förekom signifikanta skillnader i skador på hjärtbladen mellan betade och obetade plantor gjorde jag ett parat 2-sidigt t-test, se tabell 5. Odlingarna i Västmanland och Upplands län hade båda två värden där $p>0,05$ vilket innebär att det ej förekommer någon signifikant skillnad mellan behandlingarna. För odlingarna i Södermanland visade testet $p=0,000123$ vilket indikerar att betning med Buteo Start ger signifikant minskade skador på hjärtbladen.

Tabell 4. Procent hjärtbladyta med angrepp av jordloppor i försöken 2021

	Led 1 (betat)	Led 2 (obetat)
Västmanland	10 %	17 %
	13 %	21 %
	14 %	12 %
	10 %	20 %
<i>Medelvärde Västmanland</i>	<i>11,75 %</i>	<i>17,5 %</i>
Södermanland	8 %	69 %
	11 %	62 %
	11 %	68 %
	9 %	63 %
<i>Medelvärde Södermanland</i>	<i>9,75 %</i>	<i>65,5 %</i>
Uppland	12 %	13 %
	7 %	7 %
	6 %	12 %
	7 %	9 %
<i>Medelvärde Uppland</i>	<i>8 %</i>	<i>10,25 %</i>
Medelvärde samtliga försök 2021	~9,83 %	~31,08 %

Tabell 5. P-värden från parade 2-sidiga t-test från försöken 2021

	p-värde
Västmanland	0,119
Södermanland	0,000123
Uppland	0,186

3.1.4. Effekt Buteo Start i nordiska försök

Se tabell 6 för en sammanställning av den procentuella effekten av Buteo Start vid samtliga odlingsförsök i Norden. Skadevärdena för de finska försöken anges enligt den i försöket använda skalan 1 till 5 och avviker därmed från de svenska skadevärdena, som anges i procent skadad hjärtbladsyta.

Tabell 6. Sammanställning av den procentuella effekten av betning med Buteo Start vid samtliga nordiska odlingsförsök. De försök som har signifikanta effekter av Buteo Start märks ut med *

	Skador i fält betade med Buteo Start	Skador i fält med annan behandling	Procentuellt förändrad mängd

			skador på hjärtbladsytan
Finland 2017	1,3	1,4	-7 %
Finland 2018*	1,4	1,6	-12,5 %
Sverige 2020 Gotland*	4,75%	12,5%	-62 %
Sverige 2020 Skaraborg	1%	0,9%	~+11 %
Sverige 2020 Östergötland	1%	0,8%	+25 %
Sverige 2021 Södermanland*	9,75%	65,5%	-85 %
Sverige 2021 Uppland	8%	10,25%	-22 %
Sverige 2021 Västmanland	11,75%	17,5%	-32,9 %
Medelvärde effekt vid samtliga försök			~-23,2 %
Medelvärde effekt vid signifikanta försök			~-53,2 %

3.2. Miljöpåverkan

Forskare på Bayer släppte år 2015 en publikation om det aktiva ämnet flupyradifuron i form av ett annat kemiskt bekämpningsmedel, Sivanto, som främst appliceras på grödor genom sprutning i fält, men även används som betning av frön och vattning i jorden. I informationsbladet visar en av tabellerna den låga risken för mänsklig negativ påverkan från flupyradifuron då den bland annat ej är cancerogen, ej irriterar hud, ej skapar irritation i ögonen, ej påverkar reproduktionsförmågan eller är giftig. Sivanto anses dessutom ha låg risk för att ha negativ biverkan på andra organismer som ej är avsedda för bekämpning. Se Tabell 7 för Bayers sammanställning över toxiska egenskaper hos flupyradifuron för olika organismer som inte är måltavla för den kemiska bekämpningen (Nauen et al. 2015). Kolumnen längs till höger i tabellen innehåller översiktsinformation om neonikotinoiden imidaklopid för att ge en jämförelse mellan toxiciteten mellan preparaten (Fossen 2006). I samma rapport nämns även att långtidsstudier av växtskyddsmedlets påverkan på bin i blommande rapsfält inte har visat några negativa effekter på

honungsbin. Då man ej har sett någon negativ påverkan på bin i fält anses produkten vara bisäker och går bra att spruta i blommande gröda (Nauen et al. 2015). I Bayers informationsblad om den tekniska informationen för flupyradifuron i Sivanto (2013) framgår samma resultat: trots ett flertal försök på bin både i laboratorier och fält framkommer inga negativa effekter. Medlet anges även där vara ofarligt för bin (Bayer Crop Science 2013).

Tabell 7. Sammanställning över toxiska egenskaper hos flupyradifuron för olika organismer som inte är måltavla för den kemiska bekämpningen (Nauen et al. 2015). Kolumnen till höger innehåller motsvarande information för neonikotinoiden imidakloprid för en jämförelse av toxiska mängder (Fossen 2006)

Organism	Mängd flupyradifuron	Mängd imidakloprid
Akut toxicitet för råttor LD50 (oralt intag)	>2000 mg/kg kroppsvikt	450 mg /kg
Fågel akut LD50 (oralt intag)	232 mg/kg kroppsvikt	283 mg/kg
Fisk akut LD50 (oralt intag)	>74,2 mg/liter vatten	211 mg/liter vatten
Vattenlevande kräftdjur (Daphnia) akut EC50	>77,6 mg/ liter vatten	85 mg/liter vatten
Honungsbi akut oral LD50	1200 ng/bi	8 ng/bi
Honungsbi akut oral LD50 (kontakt)	>100 mikrogram/bi	Ingen info
Vattenlevande växter	>80 mg/liter vatten	Ingen info
Humla akut kontakt LD50	>100 mikrogram/humla	Ingen info

Flypuradifuron tillhör som tidigare nämnt grupp 4B i IRAC:s klassificeringssystem för verkningsmekanismer hos växtskyddsmedel, neonikotinoiderna som numera är förbjudna tillhör grupp 4A i samma system. Att kemikalierna är i grupp 4 innebär att de båda verkar genom att binda till acetylkolinästaset hos insekten, därför fungerar verkningsmekanismerna på ungefär samma sätt. Dock indikerar undergrupperna A och B att strukturen hos kemikaliemolekylerna ser olika ut (IRAC 2021a). På grund av likheterna mellan verkningsmekanismerna finns det misstankar om att flupyradifuron i Buteo Start skulle kunna vara likvärt farligt för pollinatörer och andra nyttoinsekter som neonikotinoider (Siviter & Muth 2020).

Flypuradifuron har vid försök visat sig ha lång varaktighet vid applicering i bar jord i aerob miljö. Halveringstiden har beräknats vara mellan 8.3 och 304 dagar beroende på jordarten. Halveringstiden skulle dock kunna påverkas vid användning i fält om plantor skuggar jorden. Solsken bryter ned kemikaliemolekylerna genom fotolys och processen blir långsammare om strålarna täcks av växtlighet. Dessutom skulle plantornas upptag av preparatet kunna påverka den kemiska

nedbrytningsprocessen. Preparatet anses vara mobilt vilket skulle kunna innebära läckage via ytvatten. I vatten sönderdelas inte molekylerna via anaerobisk metabolism eller hydrolys, däremot bryts de ned snabbt via vattenfotolys där halveringstiden ligger på 2,5 dag (Glberman & White 2014). I Bayers tekniska information om flupyradifuron i form av Sivanto (2013) uppges det att flupyradifuron har låg toxisk inverkan på fiskar, amfibier, vattenlevande växter och alger i akvatiska system. Rygggradslösa vattenlevande djur har större risk för negativ påverkan, och känsligast av alla testade arter är vattenlevande insekter. Det är främst flupyradifuron som har toxiska egenskaper, dess metaboliter som skapas vid nedbrytningen har mindre negativ påverkan. I samma informationsblad uppges det att flupyradifuron inte har någon påverkan på fåglar, jordlevande maskar eller makro- och mikroorganismer. Dock rapporteras det i informationsbladet att enstaka laboratorieförsök visar att det finns risk för negativ påverkan på marklevande insekter som ej är målgruppen för bekämpning (Bayer Crop Science 2013).

I laboratorieförsök där flupyradifuron testas på bin i form motsvarande bekämpningsmedlet Sivanto, har det framkommit att kemikaliemängder som motsvarar fältanvändningsnivåer minskar honungsbilarnas överlevnadsgrad signifikant (Al Naggar & Baer 2019; Guo et al. 2021). Detta har även bekräftats vid undersökningar där miljön motsvarade mer naturliga förhållanden (Guo et al. 2021). Dock fanns inga tecken på förändrade utvecklingsmönster hos larver som blev utsatta för växtskyddsmedlet, så anledningen bakom dödligheten är fortfarande oklar. En förklaring skulle kunna vara förändrat beteendemönster hos de vuxna bin som sköter larverna vilket eventuellt ger bristande omsorg (Guo et al. 2021).

Det har även undersökts samband där bin utsätts för flupyradifuron i kombination med andra störningsfaktorer. Till exempel har det upptäckts en ökad infektionsintensitet vid parasitangrepp i bisamhällen som har utsatts för flupyradifuron, dock fanns ingen signifikant ökad dödlighet i försöket. Eventuellt skulle det kunna göra att bin som påverkats av flupyradifuron agerar som vektorer av sjukdomar, som därmed sprids till andra samhällen och biarter i högre utsträckning (Al Naggar & Baer 2019). I en amerikansk studie, där man undersökte flupyradifurons toxiska effekter i samverkan med fungiciden propiconazole, har man sett att kombinationen av dessa kan orsaka beteendestörningar samt öka dödligheten hos bin. Exempel på beteendestörningar hos bin i studien var koordinationssvårigheter, hyperaktivitet och apati. Mixen av växtskyddsmedel hade olika stark påverkan på bina beroende på deras roll i bisamhället. Den toxiska effekten var signifikant högre hos arbetarbin som samlar in nektar och pollen i jämförelse med de bin som arbetade inne i bikuporna (Tosi & Nieh 2019).

Flupyradifuron i sockerlösning har visat sig vara mindre attraktivt för bin i jämförelse med sockerlösning utan tillsatser av ämnet. Det skulle kunna innebära att bin väljer obehandlade matkällor i första hand, vilket minskar deras utsatthet för växtskyddsmedlet (Wu et al. 2021). I enighet med detta har Tong et al. visat att om

bin har tillgång till en näringsrik källa av mat som är behandlad med flupyradifuron minskar de intaget av mat med cirka 14%, i jämförelse med bin som har tillgång till näringsrik mat utan preparatet (Tong et al. 2019). Dock visade samma studie att om utbudet av mat är dåligt samt har lågt näringsinnehåll så ökar konsumtionen av den mat som finns tillgänglig, även om den innehåller flupyradifuron. Det gör att den totala dosen konsumerad flupyradifuron blev högre för de som fick mat med lågt näringsvärde. Kombinationen av mat med lågt näringsvärde och flupyradifuron visade sig även ha andra effekter, bland annat sämre flygförmåga samt sämre förmåga att reglera kroppstemperatur (Tong et al. 2019).

4. Diskussion

4.1. Betningseffekt Buteo Start

Både det svenska odlingsförsöket på Gotland år 2020 (Gunnarson 2020) samt odlingsförsöket i Finland 2018 (Ketola et al. 2018) visar att fält betade med Buteo Start ger signifikant lägre jordloppsskador på vårrapsplantor. Medelvärdet för den procentuellt minskade skadeytan på hjärtbladen av de signifikanta resultaten är cirka -53%, alltså mer än en halvering av skadorna vid användning av Buteo Start. Medelvärdet för samtliga försök är cirka -23 % skador på hjärtbladen vid användning av Buteo Start, vilket indikerar att skadorna på hjärtbladsytan i snitt minskar med nästan en fjärdedel. Dock är det viktigt att komma ihåg att de finska försöken endast fick signifikanta resultat mellan leden under ett av totalt två odlingsår. I de svenska försöken år 2020 saknades det statistik över mätning av jordloppsangrepp i flera av försöken, och de gotländska mätningarna visade på mycket högre angrepp i jämförelse med medeltalen för jordloppsangrepp i Skaraborg och Östergötland. Det gotländska försöket visade att $p=0,0428$ vilket indikerar en signifikant skillnad, dock berättar p-värdet att resultatet hade kunnat visa en tydligare signifikans. $p<0,05$ visar signifikant skillnad, $p<0,001$ visar på stark signifikant skillnad vilket alltså är mer önskvärt. Skördestatistiken över samma län visar att fälten betade med Buteo Start hade ett medelvärde på 3011kg/ha, och fälten som inte betades hade ett medelvärde på 2709 kg/ha. Det ger en ökning med ca 11% avkastning då fälten är betade med Buteo Start. Om det är en signifikant ökning är dock ej kontrollerat i denna rapport.

Även de svenska försöken år 2021 (Jäck 2021) visar på ett tvetydligt resultat där två av odlingarna, det vill säga de i Västmanland och Uppsala län, inte visar signifikant minskade skador av jordloppor vid betning med Buteo Start (Tabell 4). Däremot visar p-värdet samma år i Södermanlands län på en stark signifikant skillnad mellan obetad och betad vårraps. Dock går det att se en skillnad i medelvärdena för försöken år 2021: av de sammanlagda 12 upprepningarna hade 10 en lägre andel hjärtbladsskador i de betade fälten i jämförelse med de obetade fälten. Undantagen var en upprepning i Västmanlands län där det betade fältet hade

14 % och det obetade hade 12 % skador, samt en upprepning i Upplands län där både det betade och obetade fältet hade 7 % skador (Tabell 3).

För att få tydligare bevis på att Buteo Start har effekt i fält skulle det behöva göras fler odlingsförsök med noggranna mätningar av angreppen som visar på en signifikant skillnad, då upprepade test med samma resultat ger en starkare trovärdighet på effekten. För att få ett enhetligt resultat hade det varit bäst om samma person hade gjort mätningarna på samtliga odlingsplatser, då olika personer kan uppskatta skadorna på olika sätt trots att samma mall för mätning används. Detta kan vara svårt att tillämpa praktiskt då odlingarna är spridda över landet och växer olika snabbt. Ett alternativ hade varit att bilder tas på angreppen i grödan vid samma utvecklingsstadium, och att bilderna och skadorna bedöms av en och samma person i efterhand.

Det hade även varit intressant att jämföra olika rapssorter i de svenska försöken för att se om det finns skillnader i känslighet mot jordloppsskador. Det kan göras genom att undersöka mängden skador på hjärtbladen kontra skördenivåer. Eventuellt skulle vissa sorter kunna vara mindre attraktiva för jordlopporna, alternativt vara bättre på att kompensera skador i hjärtbladstadiet och därmed ge högre skördar. Dessa sorter bör i så fall väljas och hade kunnat vara en förebyggande del i det integrerade växtskyddet för lantbrukare.

4.2. Miljöpåverkan

En utmaning i detta arbete var att hitta information om flupyradifuron i form av Buteo Start, då det är så pass nytt att det ännu inte finns så mycket forskning om just det preparatet. Som substitut har jag använt information om ett annat preparat från Bayer, Sivanto, som har samma aktiva substans och därmed bör ha relativt lika miljöpåverkan. Dock finns det nackdelar med min metod då Sivanto främst används genom att sprutas i växande gröda vilket kan ge helt andra miljöeffekter. Exempel på läckage som förekommer vid sprutning i fält: via vind under appliceringen i fält, avrinning via ytvatten på nyligen besprutad gröda samt läckage från droppande sprutmaskin utanför fältet (Nilsson & Pålsson 2006). Eftersom Buteo Start levereras till användaren som ett redan betat frö så utesluts risken för läckage via vind och läckande spruta, vilket är en klar miljöfördel ur läckagesynpunkt. En nackdel med Buteo Start ur miljösynpunkt skulle kunna vara en ökad risk för fåglar som äter de betade fröna i fält innan groningen. Avsaknaden av studier på hur det skulle kunna påverka fåglar är en av anledningarna till att Buteo Start ej godkändes för användning i Finland (Tukes 2019), här behövs mer forskning för att undersöka de eventuella riskerna.

Enligt tillverkaren ska flupyradifuron i Buteo Start vara aktivt endast under plantans känsligaste period (Bayer Crop Science Canada 2021), om det stämmer betyder det att inga eller låga doser bör finnas kvar i plantan vid blomning. Därmed skulle det

kunna innebära att bin och andra pollinatörer utsätts för kemikalien i lägre grad vid användning av Buteo Start i jämförelse med Sivanto, som är godkänt att spruta i blommande gröda och därför finns som aktiv substans i blommornas pollen. Dock har jag inte hittat någon forskning som visar hur flupyradifuron faktiskt minskar i rapsplantor över tid varken vid användningen av Buteo Start eller Sivanto. En mätning av mängden flupyradifuron som finns kvar i växten vid blomning vid användning av Buteo Start hade varit intressant att veta för att kunna göra vidare studier på hur preparatet påverkar arter som inte är måltavla vid bekämpningen, till exempel bin.

I de studier jag har använt mig av för att visa på flupyradifuronets påverkan på bin har många av testerna gjorts i labbmiljö, därför skulle den faktiska påverkan på bin kunna se annorlunda ut i fält (Al Naggar & Baer 2019). Till exempel skulle resultaten kunna variera beroende på miljöfaktorer eller samverkan med andra växtskyddsmedel. Detta nämns av bland andra Tosi och Nieh (2019), som visade att flupyradifuron kan orsaka beteendestörningar hos bin om det kombineras med andra växtskyddsmedel. En blandning av växtskyddsmedel är inte helt ovanligt då bönder vissa år kan ha behov av att bekämpa olika typer av skadegörare och patogener i samma fält (Borgström et al. 2019). Problemet med studier som är enkelriktade och främst förekommer i labb gäller även tillverkarens egna presentationer av flupyradifuronets egenskaper och påverkan på olika organismer (Bayer Crop Science 2013; Bayer Crop Science Canada 2021). Dessa hade kunnat utvecklas genom att inte bara undersöka dödliga doser av preparaten, som ofta överträffar de faktiska doserna som används i fält, utan även hur preparaten påverkar organismer vid lägre doser. Biverkningar av låga doser skulle nämligen kunna leda till sämre överlevnad i det långa loppet även om toxiciteten inte är akut (Guo et al. 2021). Exempel på detta är förändrat beteendemönster som leder till förändrat beteende hos matletande bin och därmed mindre mat till bisamhället (Tosi & Nieh 2019), eller ökad intensitet vid sjukdom som kan innebära att infekterade bin verkar som vektorer till andra bisamhällen och arter (Al Naggar & Baer 2019).

En intressant jämförelse hade varit att på närmare håll undersöka miljöpåverkan av flupyradifuron i Buteo Start i jämförelse med pyretroider som i dagens läge används som bekämpning mot jordloppor i fält. En av poängerna med att använda Buteo Start är att minska behovet av pyretroider, vilket eventuellt hade kunnat leda till lägre risk för resistensutveckling mot pyretroider hos skadedjur (Gustafsson & Larenius 2010; IRAC 2021b). Dessutom finns misstankar om att pyretroider är skadligt för vattenlevande insekter (Schulz et al. 2021). Då appliceringen med pyretroider sker via sprutning i fält hade risken för läckage via vind, läckande spruta eller ytavrinning via regnvatten kunnat minska om betning används istället (Nilsson & Pålsson 2006), och därmed påverkat dessa vattenlevande insekter i lägre grad. Detta gäller dock endast om flupyradifuron är mindre skadligt ut miljösynpunkt, därav behövs en närmare undersökning mellan preparaten.

5. Slutsats

För att främja en hållbar odling av raps förespråkar jag i enighet med Jordbruksverket (2020) att odla enligt IPM, det vill säga integrerat växtskydd. Genom förebyggande åtgärder går det att skapa miljöer och förutsättningar där jordlopporna trivs sämre, samt där rapsplantorna får bättre förutsättningar att växa sig starka och därmed klara angreppen bättre. Följande sammanfattar av förebyggande åtgärder mot jordloppor vid odling av vårraps:

- Så rapsfrön tidigt på säsongen för att ”hinna före” jordlopporna (Fogelfors 2015; Lundin et al. 2020).
- Direktså rapsfrön i stubben från förfrukten, vilken skapar en skuggig och fuktig miljö vilket missgynnar jordlopporna som föredrar varm, torr och bar jord (Doddall et al. 1999; Bommarco et al. 2020).
- Inte odla vårraps intill fält där det odlades raps tidigare år, för att göra det svårare för de övervintrade jordlopporna att hitta till fälten på våren (Bommarco et al. 2020).
- Ökad planttäthet gör att populationen av jordloppor fördelas på fler plantor, vilket ger lägre angreppsgrad per planta (Doddall et al. 1999; Doddall & Stevenson 2005).

Buteo Start har visat sig ha signifikant effekt mot jordloppsangreppen i några av odlingsförsöken som har gjorts (Ketola et al. 2018; Gunnarson 2020), dock skulle jag säga att det behövs fler försök för att bekräfta betningsmedlets positiva effekt. Skulle resultaten vara positiva kan betningsmedlet fungera som en förebyggande åtgärd för att minska angrepp av jordloppor. Odlingen av vårraps hade därmed blivit säkrare då plantorna hade haft bättre skydd mot gnagskador från jordloppor, vilket bör leda till större rapsavkastning, minskat sprutbehov i fält med pyretroider och därmed bättre ekonomi i grödan för lantbrukaren. En ytterligare förebyggande åtgärd skulle kunna vara förbättrade prognosmetoder för jordloppsangrepp. Idag finns ingen prognosmetod för jordloppors angrepp i vårraps som är helt tillförlitlig. Dock finns det en studie som visar på ett samband mellan antalet jordloppor som fångas in i en sugfälla under hösten och skador i vårraps efterföljande år (Ahlberg 2021). En effektiv prognosmetod skulle kunna innebära att växtskyddsmedel endast behöver användas då det finns stora risker för angrepp, och inte varje år som förebyggande åtgärd. Det hade kunnat bidra till en minskad användning av

växtskyddsmedel, och alltså en minskad risk för spridning av växtskyddsmedel som kan skada miljön samt bättre ekonomi för lantbrukaren.

Flertalet studier har visat att flupyradifuron, som är den aktiva substansen i Buteo Start, kan ha negativ påverkan på organismer som ej är måltavla ur bekämpningssynpunkt (Bayer Crop Science 2013; Al Naggar & Baer 2019; Tong et al. 2019; Tosi & Nieh 2019; Guo et al. 2021). Fler försök behöver göras på flupyradifuron i form av Buteo Start för att utesluta negativa miljöeffekter vid användning i fält. Idag används besprutning med pyretroider i fält för att bekämpa jordloppor. Då studier har visat att även det kan ha negativ påverkan organismer som ej är måltavla för bekämpningen (Schulz et al. 2021) bör preparaten jämföras i både effekt på minskade jordloppsangrepp samt miljöpåverkan, för att komma fram till om Buteo Start är ett bättre kemiskt alternativ för en hållbar vårrapsodling.

Referenser

- Ahlberg, F. (2021). *Prognosmetod för jordloppor i vårraps – kan sugfällor användas för att förutsäga angrepp?* (Kandidatarbete). Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Al Naggari, Y. & Baer, B. (2019). Consequences of a short time exposure to a sublethal dose of Flupyradifurone (Sivanto) pesticide early in life on survival and immunity in the honeybee (*Apis mellifera*). *Scientific Reports*, 9 (1), 19753. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56224-1>
- Andersson, G., Gerdtsen, A., Gustafsson, G., Johansson, L., Lindgren, A. & Norrlund, L. (2015). *Skadegörare i jordbruksgrödor*. (Andersson, L., red.). Jönköping: Jordbruksverket.
- Andersson, L. (red.) (2017). *Utsäde - skadegörare, analys och behandling*. Jordbruksverket.
<https://www2.jordbruksverket.se/download/18.7914403215ba2c445964e55b/1493189514060/be28v2.pdf> [2021-04-21]
- Bayer Crop Science (2013). *Technical Information - SIVANTO*. <https://www.sivanto.bayer.com/doc/Technical-Information-SIVANTO.pdf> [2021-04-30]
- Bayer Crop Science Canada (2021). *Canola Seed Treatments*. <https://www.cropscience.bayer.ca/products/seed-treatments/buteo-start> [2021-03-26]
- Bergman, A. (2021-01-05). *Dispens för betningsmedlet Buteo Start FS 480. Landsbygdens Folk*. <https://www.landsbygdensfolk.fi/nyheter/dispens-foer-betningsmedlet-buteo-start-fs-480> [2021-04-22]
- Bommarco, R., Danielsson, L. & Lundin, O. (2020). *Lantbruksforskning – Avancerat integrerat växtskydd mot jordloppor i vårraps*. <https://www.lantbruksforskning.se/projektbanken/avancerat-integrerat-vaxtskydd-mot-jordloppor-i-va/> [2021-04-21]
- Borgström, P., Jasarevic, M., Wal, A.-C., Anderson, P., Friberg, H., Larsson, M. & Lundin, O. (2019). Växtskydd i raps, åkerbönor och ärter: kunskapsbehov och forskningsinriktningar. 74
- Dosdall, L.M., Dolinski, M.G., Cowle, N.T. & Conway, P.M. (1999). The effect of tillage regime, row spacing, and seeding rate on feeding damage by flea beetles, *Phyllotreta* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae), in canola in central Alberta, Canada. *Crop Protection*, 18 (3), 217–224. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(99\)00019-8](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(99)00019-8)
- Dosdall, L.M. & Stevenson, F.C. (2005). Managing Flea Beetles (*Phyllotreta* spp.) (Coleoptera: Chrysomelidae) in Canola with Seeding Date, Plant Density, and Seed Treatment. *Agronomy Journal*, 97 (6), 1570–1578. <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0097>
- Ekbohm, B. & Kuusk, A.-K. (2005). Jordloppor i våroljevaxter. (45 J). https://pub.epsilon.slu.se/4797/1/Faktablad_om_vaxtskydd_45J.pdf [2021-03-30]

- Fogelfors, H. (2015). *Vår mat : odling av åker- och trädgårdsgrödor : biologi, förutsättningar och historia*. 1:2. Lund: Studentlitteratur.
- Fossen, M. (2006). *Environmental Fate of Imidacloprid Revised*. Sacramento. /paper/Environmental-Fate-of-Imidacloprid-Revised-Fossen/d4d628a7ed53165f4f094a029a3b0acbfe4e1dfd [2021-05-11]
- Glaberman, S. & White, K. (2014). *Environmental Fate and Ecological Risk Assessment for Foliar, Soil Drench, and Seed Treatment Uses of the New Insecticide Flupyradifurone*. U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.regulations.gov/document/EPA-HQ-OPP-2013-0226-0010> [2021-04-29]
- Gunnarson, A. (2020). *Försöksdokumentation: OS7-001-2020-005. Vårrops. Sortförsök. Nordic Field Trial System*. <https://nfts.dlbr.dk/Forms/Dokumentation.aspx?KardexID=63431&GUID=0ad21077-49fa-401e-bbd3-10088688111c&applLangID=sv> [2021-05-04]
- Gunnarson, A. (2020b). *Sortförsök våroljeväxter*. (Försöksrapport Sverigeförsöken 2020). Hushållningssällskapet.
- Gunnarson, A. (2021). *Försöksdokumentation: OS7-001-2021-001. Vårrops. Sortförsök. Nordic Field Trial System*. <https://nfts.dlbr.dk/Forms/Dokumentation.aspx?KardexID=66100&GUID=d48760ce-09a5-4344-8d28-51d73e311a48&applLangID=sv> [2021-05-05]
- Gunnarson, A. (2021b). Nu har vårrapsen chans att lyfta. (2/21). <http://www.svenskraps.se/kunskap/pdf/02234.pdf> [2021-03-26]
- Guo, Y., Diao, Q.-Y., Dai, P.-L., Wang, Q., Hou, C.-S., Liu, Y.-J., Zhang, L., Luo, Q.-H., Wu, Y.-Y. & Gao, J. (2021). The Effects of Exposure to Flupyradifurone on Survival, Development, and Foraging Activity of Honey Bees (*Apis mellifera* L.) under Field Conditions. *Insects*, 12 (4), 357. <https://doi.org/10.3390/insects12040357>
- Gustafsson, G. & Larenus, C. (2010). Rätt sätt mot resistent rapsbaggar. (3/10). <http://www.svenskraps.se/kunskap/pdf/01234.pdf> [2021-04-01]
- Haraldsson, L. (u.å.). Litteratursammanfattning om jordloppor (PHYLLOTRETA SPP.) i vårraps.
- IRAC (2021). *Interactive MoA Classification | Insecticide Resistance Action Committee (IRAC)*. IRAC. <https://irac-online.org/modes-of-action/> [2021-03-29]
- IRAC (2021). *Resistance basics | Insecticide Resistance Action Committee (IRAC)*. IRAC. <https://irac-online.org/about/resistance/> [2021-04-01]
- Johnsson, B. (2015). *Värdet av våroljeväxter - ekonomiska konsekvenser av ett förbud mot växtskyddsmedel*. (2015:13). Jönköping: Jordbruksverket. https://www2.jordbruksverket.se/download/18.116fee5d14e0298945d5bb37/1434620891823/ra15_13.pdf [2021-04-08]
- Jordbruksverket (2020). *Växtskyddsinfo*. https://fou.jordbruksverket.se/vxinfo/mobil/answer_skade.php?ogras_id=0483 [2021-08-29]
- Jordbruksverket (2021). *Växtskyddsåtgärder i din odling*. [text]. <https://jordbruksverket.se/vaxter/odling/vaxtskydd/vaxtskyddsatgarder> [2021-04-12]
- Jordbruksverket *Växtskyddsinfo*. https://fou.jordbruksverket.se/vxinfo/mobil/answer_skade.php?ogras_id=0482 [2021-04-01]
- Jäck, O. (2021). *Nordic Field Trial System - Försöksplan: OS7-001-2021 Vårrops. Sortförsök*. <https://nfts.dlbr.dk/Forms/VisPlan.aspx?PlanID=20678&GUID=6397a38a-1737-4393-b36c-2f49983fba0d&applLangID=sv> [2021-07-12]

- Ketola, J., Rastas, M., Raiskio, S. & Grahn, J. (2018). *Neonikotinoideja korvaavan uuden Buteo Start FS 480 -peittausaineen testaus kasvukausina 2017–2018*. Helsingfors: Luke - Naturrekursinstitutet. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/543291/luke-luobio_61_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y [2021-04-20]
- Knodel, J. (2017). Flea beetles (*Phyllotreta* spp.) and their management. *Integrated Management of Insect Pests on Canola and Other Brassica Oilseed Crops*. 1–12. https://www.researchgate.net/publication/321669123_Flea_beetles_Phyllotreta_spp_and_their_management [2021-03-30]
- Lundin, O. (2019). Economic Injury Levels for Flea Beetles (*Phyllotreta* spp.; Coleoptera: Chrysomelidae) in Spring Oilseed Rape (*Brassica napus*; Brassicales: Brassicaceae). *Journal of Economic Entomology*, 113 (2), 808–813. <https://doi.org/10.1093/jee/toz347>
- Lundin, O. (2021). Consequences of the neonicotinoid seed treatment ban on oilseed rape production – what can be learnt from the Swedish experience? *Pest Management Science*, n/a (n/a). <https://doi.org/10.1002/ps.6361>
- Lundin, O., Malsher, G., Högfeltd, C. & Bommarco, R. (2020). Pest management and yield in spring oilseed rape without neonicotinoid seed treatments. *Crop Protection*, 137, 105261. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105261>
- Mellqvist, E. (red.) (2019). *Att förebygga växtskyddsproblem*. <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ovr487.html> [2021-04-12]
- Myrbeck, Å. (2017). *Jordbearbetningens årsrapport 2016*. (Rapporter från jordbearbetningen, 136). Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. https://pub.epsilon.slu.se/15382/7/myrbeck_a_180427.pdf [2021-04-13]
- Nauen, R., Jeschke, P., Velten, R., Beck, M.E., Ebbinghaus-Kintscher, U., Thielert, W., Wölfel, K., Haas, M., Kunz, K. & Raupach, G. (2015). Flupyradifurone: a brief profile of a new butenolide insecticide. *Pest Management Science*, 71 (6), 850–862. <https://doi.org/10.1002/ps.3932>
- Nilsson, E. & Pålsson, L. (2006). *Säkert växtskydd - Grunden för säker hantering*. Lantbrukarnas riksförbund. http://www.miljohusesyn.nu/userfiles/file/sakert_vaxtskydd06.pdf [2021-05-11]
- Riggi, L.G., Gagic, V., Bommarco, R. & Ekbom, B. (2016). Insecticide resistance in pollen beetles over 7 years – a landscape approach. *Pest Management Science*, 72 (4), 780–786. <https://doi.org/10.1002/ps.4052>
- Rundlöf, M., Andersson, G.K.S., Bommarco, R., Fries, I., Hederström, V., Herbertsson, L., Jonsson, O., Klatt, B.K., Pedersen, T.R., Yourstone, J. & Smith, H.G. (2015). Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. *Nature*, 521 (7550), 77–80. <https://doi.org/10.1038/nature14420>
- Rölin, Å. (2015). *Växtföljd*. Jönköping: Jordbruksverket. https://www2.jordbruksverket.se/download/18.116fee5d14e0298945d65995/1434627342115/p10_6.pdf [2021-04-08]
- Schulz, R., Bub, S., Petschick, L.L., Stehle, S. & Wolfram, J. (2021). Applied pesticide toxicity shifts toward plants and invertebrates, even in GM crops. *Science*, 372 (6537), 81–84. <https://doi.org/10.1126/science.abe1148>
- Siviter, H. & Muth, F. (2020). Do novel insecticides pose a threat to beneficial insects? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 287 (1935), 20201265. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.1265>
- Svensk raps (2011). *Etablering - daggrader*. Redovisning av delprojekt ingående i 20/20. Svensk raps. https://www.svenskraps.se/2020/4_projekt_etablering_daggrader.asp [2021-04-21]

- Syngenta (2020-06-24). *Norin*. Syngenta. <https://www.syngenta.se/utsade/produkt/hostvete/norin> [2021-04-21]
- Tong, L., Nieh, J.C. & Tosi, S. (2019). Combined nutritional stress and a new systemic pesticide (flupyradifurone, Sivanto®) reduce bee survival, food consumption, flight success, and thermoregulation. *Chemosphere*, 237, 124408. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124408>
- Tosi, S. & Nieh, J.C. (2019). Lethal and sublethal synergistic effects of a new systemic pesticide, flupyradifurone (Sivanto®), on honeybees. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 286 (1900), 20190433. <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.0433>
- Tukes, F. säkerhets- och kemikalieverket (2019). *Undantagstillstånd från Tukes att beta våroljeväxtfrön*. <https://tukes.fi/sv/-/tukesilta-poikkeuslupa-kevatoljykasvien-siementen-peittaukseen> [2021-04-19]
- Ulmer, B.J. & Dossdall, L.M. (2006). Emergence of overwintered and new generation adults of the crucifer flea beetle, *Phyllotreta cruciferae* (Goeze) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Crop Protection*, 25 (1), 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.03.003>
- Wu, Y.-Y., Pasberg, P., Diao, Q.-Y. & Nieh, J.C. (2021). Flupyradifurone reduces nectar consumption and foraging but does not alter honey bee recruitment dancing. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 207, 111268. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111268>

Tack

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Ola Lundin för hjälpen att samla in fälldata under den tid jag låg inne på förlossningen med min dotter, samt all hjälp med frågor kring arbetet. Tack även till Albin Gunnarson och Fanni Heinonen som har bistått med information som var nödvändig för denna uppsats.