



Koloradoskalbaggen i svensk kontext

Så hanterar vi en invasion

Oscar Andersson

Självständigt arbete • 15 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap • Institutionen för ekologi

Växtodlingsprogrammet

Uppsala 2024



Koloradoskalbaggen i svensk kontext. Så hanterar vi en invasion

Oscar Andersson

Handledare: **Velemir Ninkovic, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi**
Bitr. handledare: Louise Aldén, Växtskyddscentralen Landskrona, Jordbruksverket
Examinator: Ola Lundin, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi

Omfattning: 15hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i Biologi
Kurskod: EX0894
Program/utbildning: Växtodlingsprogrammet
Kursansvarig inst.: Institutionen för vatten och miljö
Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2024
Omslagsbild: Författarens egen
Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

Nyckelord: *Leptinotarsa decemlineata*, potatis, *Solanum tuberosum*, bekämpning, insekticider, naturliga fiender

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för ekologi

Sammanfattning

Koloradoskalbaggen, *Leptinotarsa decemlineata*, är en allvarlig insektsskadegörare på potatis som på kort tid kan äta upp all bladmassa på ett potatisfält. Globalt sett förstör den potatis värt flera miljarder dollar varje år och är därför ansedd som en internationell superpest. Det som framförallt gör den problematisk är dess stora förmåga att bilda resistens mot insekticider (bekämpningsmedel mot insekter). Koloradoskalbaggen är ännu inte etablerad i Sverige men då och då blir potatisfält angripna av immigrerande skadegörare varpå de ständigt utgör ett hot mot svensk potatisodling.

Senast Sverige blev angripet, år 2021, fanns ingen beredskapsplan för hur man skulle agera, vilket kan ha föranlett att det tog längre tid än nödvändigt innan några åtgärder genomfördes. Syftet med denna studie är därför att sammanställa ett underlag som ska kunna vara till hjälp i olika framtidsscenarioer där koloradoskalbaggen kan bli ett problem.

Litteraturstudien har genomförts med datainsamling från databaserna SLU Primo, Web of Science samt Google. Utöver det har information om nationella bekämpningsstrategier getts ut av svenska Jordbruksverket, finska Livsmedelsverket och danska SEGES Innovation.

Resultatet visade dels att koloradoskalbaggen har goda förutsättningar för att kunna sprida sig till södra Sverige och överleva med en generation per år. Det visade sig också att det finns ett relativt begränsat antal verktyg att ta till för bekämpning. I kemisk väg finns det de tre preparaten NeemAzal-T/S, Mospilan och Carnadine. De fysiska åtgärdsmetoder som finns är handplockning, flamning och dikesgrävning. Idag kan man jobba med växtföljd och eventuellt med naturliga fiender som biologisk bekämpning, men i framtiden kan biotekniska lösningar komma att spela stor roll för bekämpningen.

Undersökningen av svensk, finsk och dansk bekämpningsstrategi visade att Finland var det enda landet med en uttalad strategi. Vid jämförelse av hur de olika länderna går till väga var Sveriges och Finlands strategi mest lika men också mest omfattande eftersom fler metoder än endast kemisk bekämpning används.

Slutligen var den svenska hanteringen av angreppet 2021 i stora drag bra. Det som skulle kunna förbättras är delvis tiden det tar från att ett angrepp upptäcks till att en åtgärd görs. Man skulle även kunna jobba mer för att minska spridning från den hårdast angripna delen av fältet. Det är svårt att säga en exakt plan för hur man ska gå till väga i förhand då åtgärderna beror väldigt mycket på angreppets karaktär. Däremot kan det konstateras att förebyggande strategier så som naturliga fiender och fysiska barriärer inte gör någon större nytta idag när koloradoskalbaggen förekommer så pass sällan. Dessa åtgärder skulle dock kunna vara aktuella ifall den etablerade sig i Sverige. Då hade i stället de dyra och tidskrävande åtgärderna, exempelvis handplockning, varit orimliga.

Nyckelord: *Leptinotarsa decemlineata*, potatis, *Solanum tuberosum*, bekämpning, insekticid, naturliga fiender

Abstract

The Colorado Potato beetle (CPB), *Leptinotarsa decemlineata*, is a severe insect pest in potato farming that can defoliate a whole field in a short time. Globally, the CPB destroys potatoes worth billions of dollars every year and it has been branded as an international superpest. The most problematic thing about it is its great ability to build up resistance against insecticides. The CPB is not yet established in Sweden, but it invades the southern parts occasionally and is therefore a constant threat against Swedish potato farms.

The last time Sweden got invaded, in 2021, no emergency plan was made. That may have caused a longer delay than necessary before any treatment could be made. The purpose of this study is to compile information that can help in future scenarios when the CPB might be a problem.

This literature study has been made with information from the databases SLU Primo, Web of Science and Google. Furthermore, information about different countries treatment plans has been collected from the Swedish Board of Agriculture, the Finnish Food Authority and SEGES Innovation from Denmark.

The results showed that the CPB can spread to southern Sweden and survive one generation per year there. It was also found that the tools that can be used against the insect is very limited. The chemicals that are allowed are NeemAzal-T/S, Mospilan and Carnadine. The physical treatment measures that were found was handpicking, flaming and trench digging. It is also possible to work with crop rotation and natural enemies as biological treatment right now, but in the future biotechnical solutions might play a large role against the CPB.

The analysis of the Swedish, Finnish, and Danish treatment plans showed that Finland was the only country with an official strategy. When comparing the different countries, Sweden and Finland had the most similar and the most extensive treatment, because they used other methods than just chemical ones.

Finally, the Swedish treatment of the invasion in 2021 was mostly good. However, the time from the moment the CPB got discovered until the first treatment could be reduced and they could have done more to prevent spreading from the worst part to the rest of the field. It is hard to make an exact plan of how to treat the CPB because the measurements depend on the character of the invasion. What can be concluded is that preventing measurements, such as natural enemies and digging trenches, is unnecessary when an invasion is as rare as it is. These things would only become relevant in a scenario when the CPB gets established permanently. If that happens, other more expensive methods, for example handpicking, would be unjustified.

Keywords: *Leptinotarsa decemlineata*, Potato, *Solanum tuberosum*, treatment, measurement insecticide, natural enemies

Innehållsförteckning

Figurförteckning	7
1. Inledning	8
1.1 Bakgrund.....	8
1.2 Syfte och frågeställning.....	9
2. Metod	10
3. Resultat	11
3.1 Biologi	11
3.2 Spridningsvägar	13
3.3 Förebyggande åtgärder	14
3.4 Bekämpningsåtgärder.....	15
3.4.1 Kemisk bekämpning	15
3.4.2 Fysisk bekämpning	16
3.4.3 Biologisk bekämpning.....	17
3.5 Sveriges bekämpningsstrategi.....	18
3.6 Finlands bekämpningsstrategi	20
3.7 Danmarks bekämpningsstrategi	21
4. Diskussion och Slutsats	22
4.1 Lämpliga åtgärder vid angrepp	22
4.2 Förslag på åtgärdsplan vid angrepp	23
4.3 Lämpliga åtgärder vid etablering.....	24
4.4 Förslag på åtgärdsplan vid etablering.....	25
4.5 Slutsats	25
Referenser	26

Figurförteckning

Figur 1: Vuxen koloradoskalbagge. Illustration: Jennifer Krantz (2024)	8
Figur 2a: Koloradoskalbagge i larvstadie (till vänster). Foto: Jakob Larsson (2021) b: Koloradoskalbagge i vuxet stadie (till höger). Foto: Jakob Larsson (2021) .	11
Figur 3: Koloradoskalbaggens livscykel. Illustration: Jennifer Krantz (2024).....	12
Figur 4: Modell över bekämpningsstrategi beroende på angreppets omfattning. Figuren visar ej bevakning och uppföljning.....	23

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Koloradoskalbaggen (Figur 1), *Leptinotarsa decemlineata*, (Say) är en skadegörare på potatis som på väldigt kort tid kan äta upp en stor del av all bladmassa på en åker. En enda larv kan äta upp till 40cm² bladyta innan den förpuppar sig (Kadoić Balaško et al. 2020). Den fortsätter sen att äta som vuxen.



Figur 1: Vuxen koloradoskalbagge.
Illustration: Jennifer Krantz (2024)

Första gången koloradoskalbaggen hittades var år 1811 i mellersta USA. Baggen närde sig ursprungligen på vilda växter från Solanaceae-familjen, men när potatis började odlas i området skedde en stor uppförökning och spridning i Nordamerika (Gripwall 1993). I Europa bevakades koloradoskalbaggen redan då för att förhindra spridning över atlanten. Det fungerade bra till och med 1921 då man hittade en större koloni som lyckats etablera sig utanför Bordeaux i Frankrike (Ahlberg 1937).

Efter inträdet i Europa har koloradoskalbaggen succesivt spridit sig österut och idag finns den etablerad i stora delar av Europa. På många ställen kring Sverige, så som Tyskland, Polen och Baltikum har koloradoskalbaggen lyckats etablera sig i olika utsträckning (Hurst 1975).

Koloradoskalbaggen är dock inte främst känd för sin utbredning, utan för sin resistensbildning. Den anses vara ansvarig för majoriteten av den moderna insekticidutvecklingen då den har lyckats bilda resistens mot alla stora insekticidklasser (Kadoić Balaško et al. 2020). Därav är den även ansedd som en internationell superpest (Zhang et al. 2015).

Den kvantitativa förlusten som insekter orsakar på potatis uppskattas till 34% globalt sett, vilket motsvarar över 15 miljarder dollar per år (Kadoić Balaško et al. 2020). Då koloradoskalbaggen är den främsta skadegörarinsekten på potatis kostar den enorma summor och bör tas på stort allvar (Kadoić Balaško et al. 2020).

I Sverige trodde en del redan 1937 att det bara var en tidsfråga innan koloradoskalbaggen skulle bli ett problem här (Ahlberg 1937). Här har skett invasioner, men aldrig någon etablering. År 2021 var senaste gången koloradoskalbaggen dök upp i Sverige (Jordbruksverket 2021b) och det finns ständigt en risk att den kommer hit från utomstående länder.

År 2023 odlades över 22 000 hektar potatis i Sverige varav nästan 16 000 av dessa odlades i Götalands södra slättbygder och mellanbygder (Jordbruksverket u.å.a) där ett angrepp är mest sannolikt. Ifall koloradoskalbaggen skulle etablera sig i dessa områden skulle det innebära stora kostnader delvis för staten, i form av ett ökat bevakningsbehov, men framför allt för lantbrukare på grund av skördeminskning och ett större bekämpningsbehov.

Det finns därför ett behov av en sammanställd rapport över vad vi kan göra för att motverka en etablering samt hur man kan gå till väga om koloradoskalbaggen lyckas etablera sig här.

1.2 Syfte och frågeställning

Syftet med det här arbetet är att ta fram ett sammanställt underlag för att ta beslut om vilka bekämpningsåtgärder som ska användas i olika framtidsscenario där koloradoskalbaggen kan bli ett problem. Koloradoskalbaggens biologi och spridning samt metoder för att förhindra etablering ska undersökas. Jag kommer även studera vilka metoder som används för att bekämpa den i kringliggande länder och se vilka som är lämpliga och tillåtna i ett scenario där koloradoskalbaggen etablerar sig i Sverige.

För att undersöka detta ska följande frågeställning besvaras: Hur kan vi förhindra att koloradoskalbaggen etablerar sig i Sverige och vilka åtgärder är möjliga om den väl etablerar sig?

Det har gjorts vissa avgränsningar i arbetet. Studien går inte in på de organisatoriska bitarna kring hur Jordbruksverket jobbar för att hitta karantänskadegörare, utan fokuserar endast på bekämpningsåtgärder mot koloradoskalbaggen. Bekämpningsåtgärder som kan anses relevanta i Sverige kommer lyftas oberoende av var de används idag. Däremot kommer endast Danmarks och Finlands bekämpningsstrategier lyftas i sin helhet.

2. Metod

Arbetet delades upp systematiskt i de underrubriker som finns i texten. Under sökprocessen har relevanta källor lagts in under respektive rubrik i resultatet för att en sammanställd text skulle kunna skrivas.

Litteratursökningen har gjorts med flera delmoment. Först har Växtskyddscentralen i Landskrona samt Jordbruksverkets växtregelenhet kontaktats för att samla information angående hur koloradoskalbaggen bekämpades 2021 samt om det finns en befintlig strategi om den skulle dyka upp igen. Finska livsmedelsverket och danska forskningsföretaget SEGES Innovation har även kontaktats via e-post för att få reda på bekämpningsstrategierna i respektive land.

Kemikalieinspektionens databas har använts för att undersöka vilka bekämpningsmedel som är tillåtna att använda mot koloradoskalbaggen i Sverige idag. Övrig information så som fakta om biologi, spridningsvägar, bekämpningsmedels verkningsgrad och ytterligare bekämpningsåtgärder har hittats genom litteratursökningar ifrån databaserna SLU Primo, Web of Science samt Google.

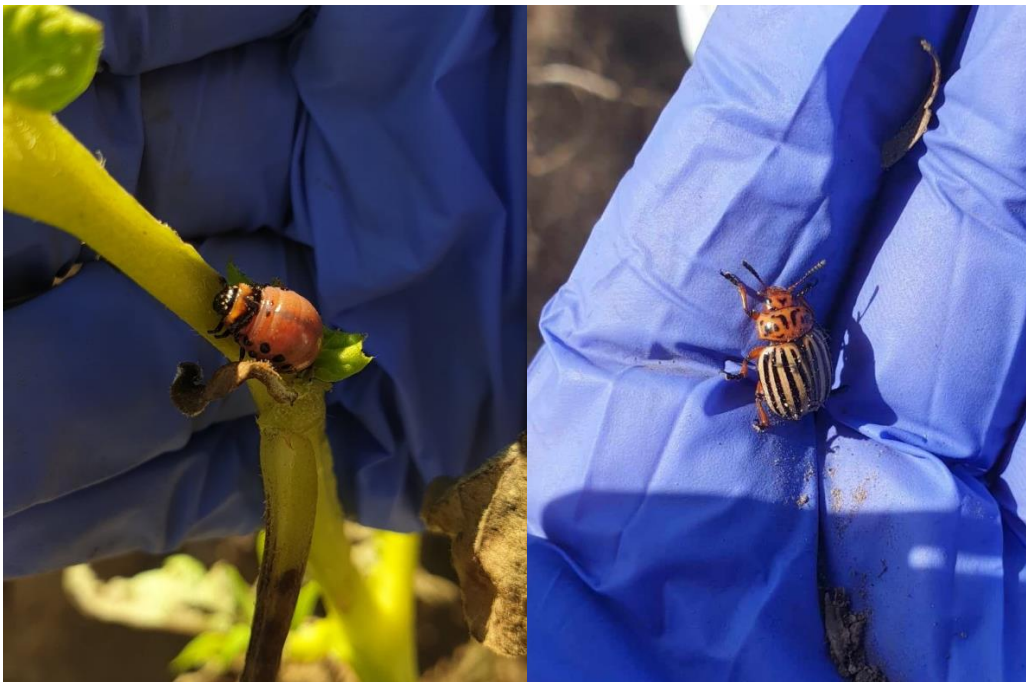
Sökningarna i dessa databaser har skett systematiskt på både svenska och engelska. Först i sökningen har den specifika fakta som efterfrågas skrivits in, exempelvis insektsbiologi, verkningsgrad pyretroider, naturliga fiender etc. Detta sökord har konsekvent följts av begreppet ”koloradoskalbagge” i de svenska sökningarna och ”colorado potato beetle” i de engelska sökningarna.

I sökningarna har källorna granskats systematiskt från översta träffen till den information som eftersöktes hittades eller maximalt ner till den 10e träffen. I de fall där informationen som eftersöktes inte hittas återupprepas metoden i nästa sökmotor. I de fall där snarlik information till det som faktiskt eftersöktes hittas, granskas den eller de källor som författaren källhänvisar till.

3. Resultat

3.1 Biologi

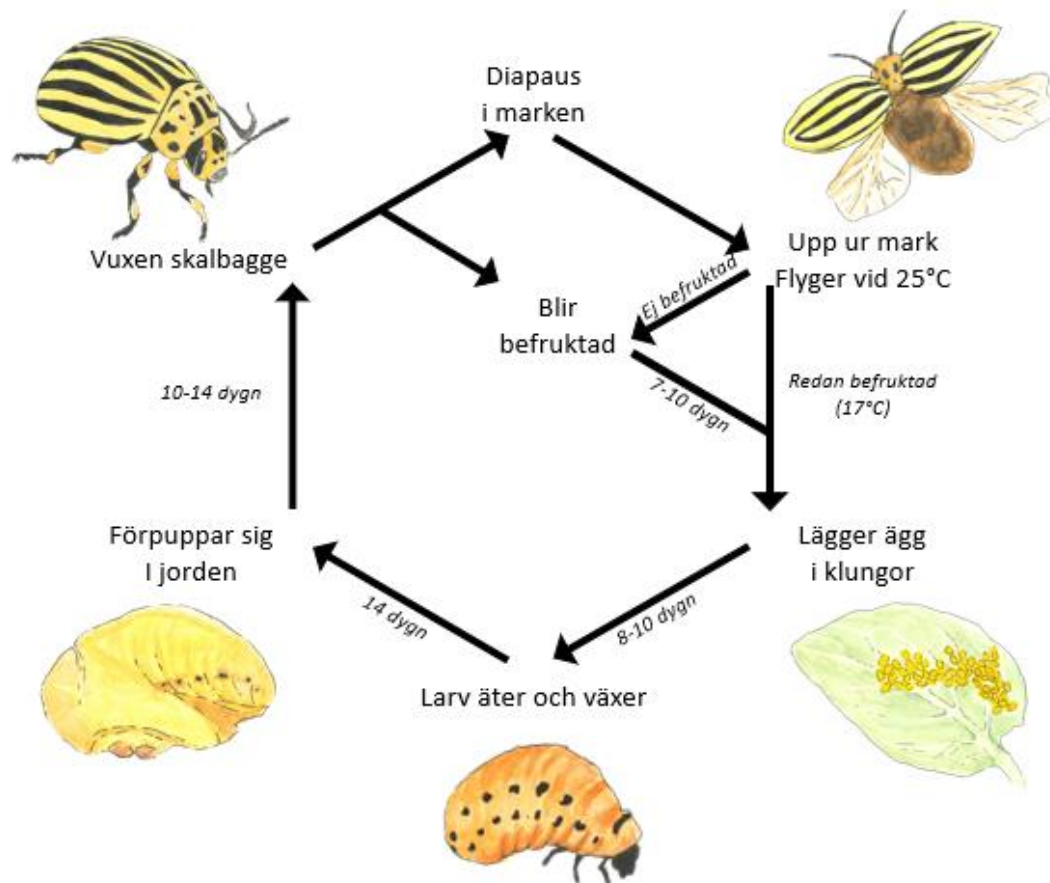
Koloradoskalbaggen, *Leptinotarsa decemlineata*, är en bladbagge som angriper alla växter inom Solanaceae familjen men de är främst ett problem i potatisodling där de äter upp allt på bladen förutom bladnerverna på kort tid (Nordin & Paulsson 1995). Den fullvuxna skalbaggen är ca 1cm lång och har en kraftigt välvd kropp (Figur 2b). På dess halssköld och huvud finns svarta fläckar. Det som karakteriserar koloradoskalbaggen mest är täckvingarna som har längsgående svarta och gula strimmor.



Figur 2a: Koloradoskalbagge i larvstadie (till vänster). Foto: Jakob Larsson (2021)
b: Koloradoskalbagge i vuxet stadie (till höger). Foto: Jakob Larsson (2021)

Koloradoskalbaggen äter på potatis både i vuxet stadie och larvstadie (Nordin & Paulsson 1995). Larverna är ca 2mm stora och tomatröda i sitt första larvstadie och

kan sedan växa upp till 11-12mm innan de förpuppar sig (Figur 2a). Med tiden ljusnar även larven och går mot en mer orangeröd färg. Larverna är precis som de vuxna skalbaggarna kraftigt välvdade och har två rader med svarta prickar längs varje sida av kroppen (Nordin & Paulsson 1995).



Figur 3: Koloradoskalbaggens livscykel. Illustration: Jennifer Krantz (2024)

Koloradoskalbaggen vaknar från sin vintervila när marktemperaturen når 14-15°C under maj-juni (Nordin & Paulsson 1995; Boiteau et al. 2003). När temperaturen sedan överstiger 25 °C börjar den flyga och söka efter mat. Innan dess klarar de en kortare svältperiod bra, men gynnas av överliggare från föregående års potatisodling (Johansson 1973). Honor kan bli befruktade på våren eller under föregående höst (Nordin & Paulsson 1995). Honor som blivit befruktade föregående år påbörjar sin äggläggning så fort dagtemperaturen överstiger 17°C. Honor som blir befruktade på våren börjar lägga ägg cirka 7–10 dygn efter befruktning (Figur 3). Äggläggningen pågår sedan under flera veckors tid (Nordin & Paulsson 1995).

Äggen brukar fästas i klungor på undersidan av plantans blad och det kan sitta upp till 80 ägg i en klunga och på en säsong kan varje hona lägga upp till 2000 ägg (Nordin & Paulsson 1995). Efter ytterligare 8–10 dygn kläcks äggen. Larven har sedan en tillväxt under cirka två veckor fram till den förpuppar sig (Johansson

1973). Däremellan äter larven hela tiden bortsett från när den ömsar skinn. Den går igenom fyra larvstadier och ömsar skinn mellan varje stadie (Nordin & Paulsson 1995). När den växer ökar också konsumtionen och skadegörelsen (Johansson 1973) och en enda larv kan äta upp till 40cm² bladyta (Kadoić Balaško et al. 2020).

När larven har växt färdigt gräver den ner sig i jorden där den förpuppar sig och normalt sett sker det 20cm under marken men om jorden är packad kan förpuppning även ske vid markytan (Johansson 1973). Efter 10–14 dygn kommer en fullbildad skalbagge ut ur jorden (Nordin & Paulsson 1995). Koloradoskalbaggens utvecklingshastighet ökar med temperaturen. När det är varma gynnsamma förhållanden kan den utvecklas från ägg till vuxen på endast tre veckor (Nordin & Paulsson 1995).

De sommarbaggar som kommer är känsligare för svält och behöver föda mer omgående för att kunna bli könsmogna och börja flyga (Johansson 1973). I detta skede väljer koloradoskalbaggen mellan att föröka sig eller att gå in i diapaus. Hur stor andel av populationen som väljer respektive alternativ beror till stor del på hur vädret är precis då. Vid sämre väderförhållande väljer en större andel att gå in i diapaus och vice versa (Johansson 1973). I Sverige räknade man 1995 med att koloradoskalbaggen endast hinner med en generation per år (Nordin & Paulsson 1995), klimatet kan ha ändrats sedan dess men någon nyare källa har inte hittats.

När koloradoskalbaggen går in i vintervila gräver den ner sig 20-50cm ner i marken (Johansson 1973). När den kommer ner på rätt djup reducerar den vattenmängden i kroppen för att köldhärdigheten ska öka. Skalbaggen kan efter detta överleva temperaturer ner till -12°C. Blöta markförhållanden kan försvåra möjligheten att reducera vattenmängden. Det optimala är en markfuktighet på 10-40% (Johansson 1973).

3.2 Spridningsvägar

För att kunna förhindra att koloradoskalbaggen tar sig till Sverige måste spridningsvägarna identifieras. Spridning kan ske både av egen maskin, och passivt med hjälp av handel eller en gynnsamma vindar.

Koloradoskalbaggen kan sprida sig både till fots och genom att flyga. Boiteau (2001) har sett en tydlig kanteffekt och drar slutsatsen att gång är den främsta koloniseringsmetoden till potatisfält belägna nära en övervintringsplats. Det gäller framförallt i kallare klimat där det ges färre möjligheter för flygning att initieras. Benägenheten att flyga beror alltså främst på temperatur, solstrålning och avstånd till potatisfält, snarare än populationens genetik (Boiteau 2001). Det innebär att alla koloradoskalbaggar har samma genetiska förutsättningar att flyga iväg, men att det är miljön som avgör om de börjar flyga eller inte.

När det kommer till flygning har koloradoskalbaggen tre olika flygsätt (Boiteau et al. 2003). Det första och vanligaste sättet är flygning på korta avstånd. Det sker

ofta väldigt lokalt mellan olika plantor. Det andra sättet är långdistansflygning där de flyger i medvind och på så vis kan röra sig längre sträckor till nya habitat. Det tredje flygsättet diapausflygning som kan ske i slutet av sommaren inför att baggen ska övervintra. Lång- och kortdistansflygning beror på stimuli kopplat till reproduktion och födosökning medan diapausflygning beror på stimuli kopplat till flykt (Boiteau et al. 2003).

Genom fångster i sugfällor har man uppskattat att 2/3 de sommarflygningar som honor gör är kortare än 100m. Av dessa är ytterligare 2/3 av flygningarna kortare än 10m. De allra flesta flygningar sker alltså på väldigt korta avstånd (Boiteau et al. 2003). Det finns även en matematisk modell som menar att koloradoskalbaggens maximala spridningsavstånd är 1450m (Boiteau et al. 2003).

Faktumet att koloradoskalbaggen har lyckats sprida sig till Sverige med hjälp av vind visar att väderfenomen kan leda till en spridning som sträcker sig betydligt längre än 1450m. Exempelvis var det i början på juni 1972 väldigt varmt i norra Tyskland och Polen vilket stimulerade koloradoskalbaggen att flyga samtidigt som där var uppvindar som lyfte dem till höga höjder (Wikteliuss 1981). Under tiden rådde det även stora lågtryck utanför Norges kust och över forna Sovjet vilket föranledde starka sydliga vindar. Koloradoskalbaggen som började flyga drogs med i vindarna norrut (Wikteliuss 1981). En del tros ha hamnat i Östersjön och flutit i land medan andra har landat direkt på svenska fastlandet. Under 1972 gjordes fynd av koloradoskalbaggen ända upp till Östergötland (Johansson 1973) vilket visar på att den har potential att sprida sig väldigt långt in i Sverige under särskilda väderförhållanden.

Vi människor har också en stor påverkan på koloradoskalbaggens utbredning genom handel och rörelse. Grapputo et al. (2005) har undersökt koloradoskalbaggens genetiska variation i olika länder och lyckats spåra dess spridningsvägar. De konstaterade att det har skett mer spridning på lång distans i Europa än i Nordamerika. Troligtvis beror det på att det finns en mer utbredd potatishandel här (Grapputo et al. 2005).

Det finns många exempel på spridning orsakad av handel. Det främsta är när koloradoskalbaggen kom till Europa från Nordamerika genom ett handelsfartyg (Ahlberg 1937). Några av de fynd som gjorts i Norden kommer också från handel. Bland annat hittades den i importerad potatis i Danmark redan 1949 (Bovien 1949). Den har även hittats på potatis och sallad i finska mataffärer (Grapputo et al. 2005). Koloradoskalbaggen kan alltså fraktas hit med potatis, samt helt andra varor som den av slumpmässiga skäl råkat hamna på.

3.3 Förebyggande åtgärder

I Sverige är koloradoskalbaggen klassad som karantänskadegörare i Skåne, Halland, Blekinge, Gotland och Kalmar län. Det innebär att risken är störst att den

etablerar sig där och att man därför har som mål utrota koloradoskalbaggen vid angrepp i dessa regioner. Det är viktigt att bevaka dessa områden för att förhindra att den kommer hit. Där sker en bevakning från Jordbruksverket, men utöver det finns en mycket mer omfattande bevakning då det är lag på att man måste rapportera in fynd av karantänskadegörare till Jordbruksverket (SFS 2022:725). Därav utförs även bevakning av lantbrukare, besiktningsmän, rådgivare etc som är ute i fält.

För att åtgärder ska kunna genomföras så snabbt som möjligt krävs det att koloradoskalbaggen hittas och känns igen. År 2022 gjordes en studie som visar att den är mer välkänd än många andra karantänskadegörare. Det var främst de som var 60-79 år gamla, samt de som odlat i mer än 25 år som kände till koloradoskalbaggen (Gunnarsson 2022). Det kan möjligtvis bero på det uppmärksammande den fick på 1970-talet (Gränsbo 1974).

Utöver kunskapsspridning jobbar Jordbruksverket internationellt och samarbetar med andra länder för att göra prognoser om karantänskadegörare. De genomför även importkontroller för att förhindra att skadegörare kommer hit (Jordbruksverket 2024).

3.4 Bekämpningsåtgärder

3.4.1 Kemisk bekämpning

En av de viktigaste bekämpningsåtgärderna idag är kemisk bekämpning. I Sverige finns dock ett begränsat antal tillåtna insekticider mot koloradoskalbaggen (Tabell 1). Idag finns 3 aktiva substanser och 4 olika preparat.

Tabell 1: Lista över de insekticider som är godkända mot koloradoskalbaggen i potatisodling (Kemikalieinspektionen u.å.).

Aktiv substans	Preparat	Utvecklings Stadium (BBCH*)	Max behandling ar	Minsta tid mellan behandling (Dagar)	Karens tid (Dagar)	Maxdos**
Azadiraktin	NeemAzal -T/S	12–91	2 per år	7	4	2,5L/ha 25g/ha
Tau-fluvalinat	Mavrik	12–49	2 per år	14	7	0,2L/ha 48g/ha
Acetamiprid	Carnadine	40–79	1 per år	-	7	0,18L/ha 36g/ha
Acetamiprid	Mospilan	40–89	2 gånger vartannat år	21	3	250g/ha 50g/ha

*Skala för utvecklingsstadium på potatis **Mängd preparat och mängd aktiv dos.

De olika verksamma ämnena har olika bra verkan. Koloradoskalbaggen visar ingen resistens mot NeemAzal-T/S. I första larvstadiet dör >97% inom 72 timmar,

däremot verkar det sämre ju äldre koloradoskalbaggen blir (Kadoić Balaško et al. 2021). Det finns även belägg för att koloradoskalbaggens konsumtion minskar innan den dör vilket leder till mindre skada på potatisplantan (Kadoić Balaško et al. 2021). NeemAzal- T/S är den enda insekticiden som är godkänd inom ekologisk odling (Kemikalieinspektionen u.å.).

Mospilan och Carnadine har samma aktiva substans, acetamiprid, men får användas på lite olika sätt (Tabell 1). Koloradoskalbaggen har hög mottaglighet för dessa ämnen ända in i vuxet stadie (Węgorek et al. 2011).

Den sista insekticiden som kan användas är Mavrik. Denna pyretroid har koloradoskalbaggen dock en utbredd resistens mot ibland annat Polen söder om Östersjön (Dworzańska et al. 2023). Därmed finns det stor risk för att verkningsgraden kommer vara låg hos immigrerande populationer.

3.4.2 Fysisk bekämpning

Handplockning

Handplockning är ett alternativ om det blivit ett mindre angrepp i små odlingar och hos privatpersoner. I större odlingar är det lätt att någon individ missas, då lämpar sig andra metoder bättre (Jordbruksverket 2021b).

Flamning

Flamning är en metod som används på flera ställen mot koloradoskalbaggen och innebär att man kör över potatisfältet med en propanbrännare. En optimal bränning ska exponera koloradoskalbaggarna för en temperatur på 70°C (Vincent et al. 2003). Då blir det tillräckligt varmt för att vuxna, larver och ägg antingen ska skadas eller dö. Ifall bladverket täcker äggen leder det till att dödligheten för dessa minskar med 5–20% (Vincent et al. 2003). En behandling är därför effektivare om det sker tidigt innan potatisraderna har börjat täckas.

Flamning kan vara ett bra alternativ till pesticider men kan däremot inte räknas som ett mer miljövänligt alternativ. En behandling har endast en momentan verkan varpå det krävs flera behandlingar. Därmed leder det till utsläpp av CO, CO₂, kväve- och svaveloxider (Vincent et al. 2003).

Diken

Diken har bevisats kunna förhindra att koloradoskalbaggen tar sig in på ett fält. Diket bör vara minst 25cm djupt och ha en lutning på minst 45° och dess effektivitet beror på hur stor andel av koloradoskalbaggarna som flyger in (Vincent et al. 2003). I Kanada har en immigrationsminskning på 48% uppmätts när man har diken med en plastduk i runt potatisåkern (Vincent et al. 2003).

3.4.3 Biologisk bekämpning

Naturliga fiender

Att gynna naturliga fiender är ett sätt att reducera antalet individer i en population av skadegörare. Půža et al. (2021) har testat olika nematoder och svampar som naturliga fiender. De konstaterade att svamp har en signifikant påverkan på koloradoskalbaggen. Den svamp som visat sig vara mest effektiv är *Beauveria bassiana*. Den sprutades på potatisens blast och gav en reduktion på ca 30% jämfört med kontrollen. Till skillnad från svamp har ingen av de nematoder som testats gett en signifikant reduktion av koloradoskalbaggar. Det har även visat sig att nematoder i kombination med *B. bassiana* endast hämmar svampens bekämpningsgrad (Půža et al. 2021).

Det finns även insekter som kan vara predatorer på koloradoskalbaggen. Det har gjorts ett försök i USA där man samlade predatorer i potatis och kollade mängden DNA från koloradoskalbaggar som hittades i deras munnar (Greenstone et al. 2010). Det visade sig att de främsta predatorerna var: *Coleomegilla maculata*, *Perillus bioculatus*, *Lebia grandis* och *Podisus maculiventris*. Det hittades mest DNA på *P. maculiventris* vilket tyder på att det är den bästa predatorn (Greenstone et al. 2010).

Faunan skiljer sig åt en hel del mellan USA och Sverige men släktet *Lebia* samt familjerna bärfisar (Pentatomidae) och nyckelpigor (Coccinellidae) som lyfts i försöket finns här (SLU Artdatabanken u.å.). De skulle potentiellt kunna ha en påverkan på koloradoskalbaggen i Sverige.

Bioteknisk bekämpning

En framtida nyckel till en effektiv och hållbar bekämpning mot koloradoskalbaggen skulle kunna vara genom bioteknik. Den första genmodifierade potatisen lanserades i USA 1995 av Monsanto. Den innehöll proteinet Cry3A som produceras av bakterien *Bacillus thuringiensis (Bt)* (Kadoić Balaško et al. 2020). När potatisblast konsumerades av koloradoskalbaggen förstördes dess intracellulära membran vilket ledde till svält. Denna sort försvann dock från den amerikanska marknaden år 2001 då efterfrågan på dessa potatisar var för låg hos allmänheten (Kadoić Balaško et al. 2020).

Nu utvecklas nya biotekniker för att bekämpa koloradoskalbaggen. De nya teknikerna bygger på RNA interferens (RNAi) vilket innebär att dubbelsträngat RNA (dsRNA) hindrar normala genfunktioner genom att tysta en specifik gensekvens (Zhang et al. 2015; Kadoić Balaško et al. 2020). En blockering av nödvändiga genfunktioner förhindrar insektens basala kroppsfunktioner, exempelvis receptorer, enzymer, proteiner etc, vilket leder till att den dör (Zhang et al. 2015; Kadoić Balaško et al. 2020). Eftersom man kan variera vilka gener man

har som mål att blockera kan man undvika resistens samt se till att endast koloradoskalbaggen drabbas av behandlingen.

Även om det skulle vara billigast att inkorporera dessa gener direkt i en potatisplanta är det förmodligen inte realistiskt då det finns ett generellt motstånd mot genmodifierade grödor, samt hårda regleringar inom EU (Kadoić Balaško et al. 2020). Det har dock visats att tekniken skulle kunna användas genom att spruta insektsdödande dsRNA direkt på potatisen när den blir angripen, men fortsatta studier krävs för att med säkerhet kunna säkerställa att endast koloradoskalbaggen drabbas och att tekniken ej ger andra oönskade effekter (Kadoić Balaško et al. 2020).

Växtföljd

En varierande växtföljd är en bra åtgärd mot koloradoskalbaggen. Johansson (1975) menar att höstgrödor lämpar sig bra efter ett angrepp då rotsystemet kan försvåra koloradoskalbaggens uppkomst efter vintern. Höstgrödans tillväxt skulle även kunna spela en roll då dess vattenupptag gör att skalbagarna inte får den vätska som krävs för att återställa sina kroppsfunktioner.

Koloradoskalbaggen kan i vissa fall ligga kvar i marken i upp till 7år (Tauber & Tauber 2002). En rotation av grödor så att det blir tillräckligt lång tid mellan var gång potatis odlas reducerar angreppsgraden med upp till 90% jämfört med om man skulle odla på samma ställe varje år (EPPO 2024). Rotationen av grödor får bäst effekt om man kan odla potatisen långt ifrån föregående års potatisodling. Då minskar risken för migration till det nya potatisfältet.

Det är lämpligt att använda sig av fångstplantor för att minska risken för emigration från ett fält som varit angripet föregående år kan (Hoy et al. 2000). Det innebär att man odlar potatis på en liten del av det fält som blivit angripet året innan. Tanken är att det ska bli en ekologisk pull-effekt så att koloradoskalbagarna endast hamnar där i stället för att emigrera till andra fält. Dessa fångstplantor kan även användas som kontroll för att lättare se om det finns några överlevande skalbaggar kvar (Jordbruksverket 2021a). Ifall koloradoskalbaggar hittas på dessa fångstplantor kan en bekämpning lätt utföras.

Det har även testats att ha äldre potatisplantor i kanten på potatisfält så att alla skalbagarna endast landar där (Hoy et al. 2000). Det visade sig att äldre potatisplantor lockade till sig fler vuxna skalbaggar men att det inte bidrog till en signifikant reduktion i resterande delar av fältet (Hoy et al. 2000).

3.5 Sveriges bekämpningsstrategi

Jordbruksverket har för närvarande ingen specifik beredskapsplan mot koloradoskalbaggen utan endast en generell för växtskadegörare (Jordbruksverket u.å.b). Därför lyfts de två senaste förekomsterna 2015 och 2021 som exempel.

Angreppet 2021

Den senaste gången Sverige blev angripet av koloradoskalbaggen var år 2021. De hittades i ekologisk potatis utanför Kristianstad under en bladmögelinventering och anmäldes den 16:e juli. Den 19:e juli skickades växtskyddsbrev och pressmeddelande ut om det misstänkta fallet för att uppmärksamma lantbrukare och allmänheten. Den 20:e juli besöktes fältet av handläggare från Jordbruksverket samt rådgivare från Hushållningssällskapet. I detta skede hittades 100 larver i olika långt gångna stadier. Larverna skickades samma dag in till laboratorium för att säkerställa att det var koloradoskalbaggar. Redan den 21:e juli brände lantbrukaren bort alla ovanjordiska delar av potatisplantorna i den angripna fläcken med hjälp av gasolbrännare. Laboratoriet bekräftade angreppet dagen därpå (Jordbruksverket 2021d). Samma dag togs följande beslut om åtgärder:

- ”1. Du ska destruera ovanjordiska delar av plantor som är eller blir angripna av larver eller ägg genom förbränning,
2. du ska applicera insekticider på det specificerade fältet för att bekämpa skadegöraren, se bilaga 1 för insekticider som är lämpliga för ändamålet
3. du får inte odla växter ur potatissläktet (*Solanum* sp.) på det specificerade fältet under 2022, med undantag för fångstplantor av potatis, och
4. du ska 2022 odla enstaka fångstplantor av potatis i det specificerade fältet på de platser och under den tid som Jordbruksverket anger senast den 31 november 2021.” (Jordbruksverket 2021c).

Trots den utförda bränningen fanns det fortfarande larver kvar intill det behandlade området och den 28:e juli gjordes det första fyndet av vuxna individer. Efterföljande dag bekämpades hela fältet med insekticiden NeemAzal-T/S som är godkänd för ekologisk odling.

Samma vecka inventerades de 16 potatisfält som låg inom 1km radie från det angripna fältet för att kunna utesluta att fler fält i området var drabbade. Efter det gjordes en inventering i veckan fram till skörd, den sista skadegöraren hittades den 23:e augusti.

Efterföljande år, 2022, odlades potatis som fångstplantor på 2 hektar för att inte riskera att någon av koloradoskalbaggarna lämnade platsen och spred sig. Resten av fältet odlades med en annan gröda och fick inte trädas (Jordbruksverket 2021a). Under tiden gjordes inventeringar i fältet men inga skadegörare hittades (Jordbruksverket 2023b). År 2023 användes samma kontrollåtgärder, med skillnaden att det endas odlades 0,5 hektar fångstplantor (Jordbruksverket 2023a). Detta år hittades inte heller någon koloradoskalbagge varpå bevakningen avslutades (Jordbruksverket 2023b).

Förekomsten 2015

Den 7:e oktober 2015 hittade Lantmännen koloradoskalbaggar i ett utsädesparti rågvete (*Triticale rumpauii*) som var importerat från tyska Oschtersleben. Vid det tillfället hade endast två fält såtts med utsäde från detta parti. Då beslutades det att det osådda utsädet skulle gasas med Phostoxin för att utsädet skulle få användas. På de fält som redan hade såtts skulle 5m² potatis sättas per fält och kontrolleras var 14:e dag. Det gjordes som åtgärd för att enkelt kunna kontrollera förekomsten de två kommande åren. Det var även ett krav att potatisen skulle sås så tidigt som möjligt (Jordbruksverket 2015).

3.6 Finlands bekämpningsstrategi

I Finland är problematiken snarlik den som finns i Sverige. De har inflygning som förekommer med jämna mellanrum men har hittills lyckats undvika att koloradoskalbaggen etablerat sig. Pasanen (2024) beskrivit den åtgärdsplan som Finska livsmedelsverket har via e-post. Hon berättar att det finska livsmedelsverket har en åtgärdsplan som ser olika ut beroende på i vilket skede de upptäcker baggen.

Ifall man hittar vuxna individer tidigt på säsongen finns det med stor sannolikhet redan grupper med ägg och eventuellt larver i fältet. Då utförs först en bekämpning i det avgränsade området där man hittat individer med ryggspruta och sedan hela fältet med traktorspruta.

Då larver hittas i ett potatisbestånd ska en inspektör kallas ut till fältet för att bedöma huruvida det är troligt att larver redan har börjat gräva ner sig i marken för förpuppning. Platser där det finns risk för nergrävda larver ska markeras ut och sen ska en kemisk bekämpning utföras på fältet. Några dagar efter besprutningen utförs en mekanisk bekämpning i den/de markerade rutorna för att försöka döda pupporna i marken. Den utförs med radhacka och gasolbrännare som gräver upp och värmer upp jorden samtidigt för att försöka döda eller skada pupporna tillräckligt mycket.

Den mekaniska bearbetningen kan leda till att potatisplantorna i det behandlade området brukas ner beroende på hur det utförs. I sådana fall planterar de in ett antal redan växande potatisplantor i den tomma rutan. De ska locka till sig de vuxna som bildas från överlevande puppor i marken så att de inte sprider sig.

När den mekaniska bekämpningen är utförd ska man noggrant kontrollera om det förekommer vuxna koloradoskalbaggar från generation två. Det ska kollas med 2–3 dagars mellanrum och om man börjar hitta dessa unga vuxna ska en kemisk bekämpning utföras.

Efterföljande två år kontrollerar man förekomsten på samma sätt som i Sverige och sår in potatis som fångstplantor så att de övervintrande koloradoskalbaggarna hittar dessa och inte sprids till andra fält. Under dessa två år görs även regelbundna kontroller för att säkerställa att det inte finns några koloradoskalbaggar kvar (Pasanen 2024).

3.7 Danmarks bekämpningsstrategi

Koloradoskalbaggen är betydligt mer vanligt förekommande i Danmark än i Sverige och Finland och de flesta angreppen sker i södra Jylland (Naturbasen u.å.).

Sakkunniga Bødker på danska SEGES Innovation har vi e-post berättat att det inte finns någon uttalad bekämpningsstrategi. Vid angrepp i konventionell odling besprutas både larver och vuxna skalbaggar på antingen en del av, eller hela fältet beroende på angreppets omfattning. Potatisen besprutas max två gånger med 0,3L/ha Lamdex, eller 0,06L/ha Mospilan som innehåller de aktiva substanserna lambda cyhalotrin respektive acetamiprid. Därefter bevakas fältet noggrant (Bødker 2024).

4. Diskussion och Slutsats

4.1 Lämpliga åtgärder vid angrepp

Koloradoskalbaggen räknas som en karantänskadegörare i södra Sverige och även om en eventuell angreppsomfattning är avgörande för behandlingsmetod är målet i slutändan att förhindra etablering. Det är därför lättare att motivera mer tidskrävande och kostsamma åtgärder mot koloradoskalbaggen jämfört med andra vanligt förekommande skadegörare. Handplockning är en sådan åtgärd. Vid mindre angrepp är det en möjlig lösning. Det skulle även kunna vara en sista åtgärd på ett större angrepp när de flesta skalbaggarna redan är bekämpade och endast ett fåtal behövs plockas för att odlingen ska bli fri från skadegörare.

Den mer rationella fysiska åtgärden som används av både Finland och Sverige idag är flamning. De använder det dock på olika sätt. I Sverige har det använts mot ägg, larver och vuxna ovan jord i de mest utsatta områdena. Potatisen dog av denna behandling i Sverige 2021 men det gjorde även alla skadegörare. Då man kan förhindra en stor del av spridningen till resterande delar av fältet med denna metod kan den anses lämplig.

I Finland har man däremot använt flamning tillsammans med en hacka för att försöka bekämpa nergrävda larver och puppor i marken. Det finns dock ingen studie som visar på att detta fungerar. Eftersom koloradoskalbaggen förpuppar sig 20cm ner i marken krävs en väldigt djup jordbearbetning för att gasolbrännaren ska lyckas döda alla puppor och larver. Det är därför sannolikt att denna behandling lämnar överlevande skadegörare kvar efter sig i marken. Därför är den typ av flamning som genomförts i Sverige att föredra framför den finska metoden.

Kemiska bekämpningsmedel är idag den viktigaste åtgärden vid bekämpning mot koloradoskalbaggen. Det är viktigt att endast spruta efter behov och anpassa efter situation. Det är bra att göra första bekämpningen så tidigt som möjligt, gärna innan någon larv hunnit krypa ner i marken. Därefter är det viktigt att följa upp och bekämpa vid behov. Lämpligtvis växlar man aktiv substans till en andra bekämpning för att minska resistensrisken.

För att förhindra att koloradoskalbaggen kommer tillbaka åren efter angrepp är det viktigt att tänka på växtföljden efter. Då koloradoskalbaggen kan leva länge i marken bör potatis undvikas på samma fält ett antal år efter angrepp. Ifall potatisen

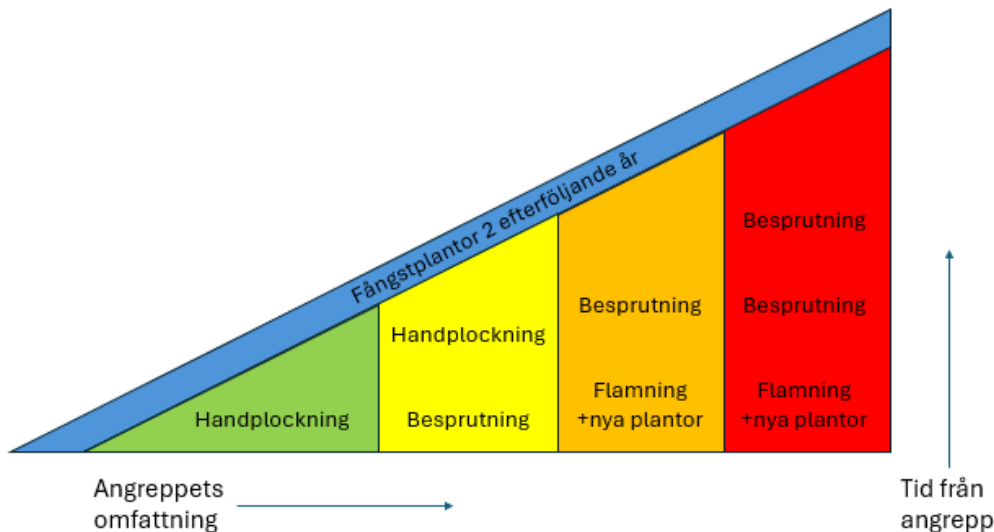
inte tas upp för sent på hösten är det lämpligt att därefter så en höstgröda på allt utom den del där fångstplantor ska sås.

Fångstplantor sås lämpligtvis två år efter angrepp för att kontrollera förekomst i marken. I Finland planterar man även in potatis direkt i den ruta där man behövt bränna eller på annat sätt bruka bort potatis som är hårt angripen för att förhindra flykt till resterande fält. Det är en åtgärd som inte gjorts i Sverige men som skulle vara lämplig.

Försök att motverka koloradoskalbaggen med naturliga fiender är mindre aktuellt i ett läge där målet är att förhindra etablering, detsamma gäller med diken. Gentekniska lösningar är inte heller ett alternativ i dagsläget, men kan komma att bli i framtiden.

4.2 Förslag på åtgärdsplan vid angrepp

Det är viktigt att anpassa bekämpningsstrategin efter angreppets omfattning och vilken tid man upptäcker det. När ett angrepp upptäcks krävs det att problemet åtgärdas så snart som möjligt. I Sverige dröjde det år 2021 fem dagar från upptäckt till att skadegöraren började bekämpas i fältet. I gynnsamma förhållanden kan det leda till att larven kan hinna röra sig ner i marken och förpupa sig, vilket gör att det blir svårare att utföra en bekämpning som dödar alla.



Figur 4: Modell över bekämpningsstrategi beroende på angreppets omfattning. Figuren visar ej bevakning och uppföljning.

Vid ett litet angrepp kan handplockning eller kemisk bekämpning av en mindre del av fältet vara ett alternativ, men om angreppet är av större omfattning krävs det större åtgärder (Figur 4). Då är det lämpligt att flamma den hårdast angripna delen av fältet för att döda allt ovan jord precis som Sverige gjorde 2021. Det är däremot

fördelaktigt att plantera in potatisplantor i denna ruta efteråt som de gör i Finland. På det viset undviker man att individer som kan ha överlevt i marken flyger iväg till resterande delar av fältet.

Det är viktigt att förekomsten kontrolleras efter varje åtgärd för att undvika onödiga bekämpningar. Det finns inte med i modellen för bekämpningsåtgärder (Figur 4) men bör ses som en självklarhet. Troligtvis kommer det finnas behov av en kemisk bekämpning efter flamning. Beroende på hur lyckad denna bekämpning kan ytterligare en besprutning vara aktuell.

4.3 Lämpliga åtgärder vid etablering

Koloradoskalbaggen är ett ständigt hot mot den svenska potatisodlingen, men huruvida det kommer etablera sig här i framtiden är svårt att förutspå. Ifall en etablering skulle ske kommer det krävas en annan strategi eftersom andra åtgärder kommer vara bättre. De mer extrema åtgärderna så som, handplockning och flamning blir mindre aktuella då det är kostsamma åtgärder. Samtidigt skulle alla förebyggande åtgärder bli viktigare.

I detta fall skulle det kunna vara lämpligt med fysiska barriärer så som diken för att försvåra immigrationen för kort flygande, samt gående koloradoskalbaggar. Blomsterremсор i fältkanter kan också ha en effekt som fysisk barriär samtidigt som det skulle kunna gynna naturliga fiender. Vilka predatorer som finns på koloradoskalbaggen i Sverige skulle behövas undersökas djupare om den etablerar sig.

Växtföljden spelar också en stor roll i det förebyggande arbete som krävs för att hålla spridningen nere. En lång växtföljd försvårar skadegörarens möjlighet att överleva och föröka sig. Fångstplantor i efterföljande gröda skulle bli mindre aktuellt om koloradoskalbaggen blir ett beständigt problem eftersom det skulle leda till att potatis skulle förekomma väldigt ofta på en plats. Då finns risk att andra sjukdomar uppförökas.

Insekticidanvändningen skulle ha en fortsatt viktig roll om koloradoskalbaggen etablerade sig. Det skulle därför vara ännu viktigare att jobba med integrerat växtskydd (IPM) för att undvika resistensbildning mot de få preparat som finns tillgängliga. Det skulle därför kunna bli aktuellt att undersöka om en eventuell bekämpningströskel kan vara lämplig för att minska användningen, även om den troligtvis skulle bli väldigt låg.

4.4 Förslag på åtgärdsplan vid etablering

Precis som idag är det väldigt viktigt att genomföra snabba åtgärder vid angrepp, men redan innan angrepp kan man genomföra förebyggande åtgärder. Exempelvis kan diken eller växtremсор i fältkant vara aktuellt för att förhindra ett angrepp i viss mån.

När koloradoskalbaggen sedan upptäcks är flamning endast relevant ifall det kan utföras utan att själva plantan tar skada. Annars gäller kemisk bekämpning utefter en eventuell bekämpningströskel. Då förhindrande av resistensutveckling blir mer relevant är det bra att växla aktiv substans mellan bekämpningarna.

Efter potatisodling skulle en höstgröda kunna odlas rutinmässigt om möjligt då det ger sämre förutsättningar för koloradoskalbaggen.

4.5 Slutsats

Avslutningsvis finns det ett begränsat antal bekämpningsåtgärder mot koloradoskalbaggen. Det är därför viktigt med en snabb identifiering av koloradoskalbaggen för att kunna börja bekämpa den så tidigt som möjligt. Även om risken för etablering bedöms vara låg i nuläget med tanke på det kontrollsystem som finns kommer det finnas en fortsatt risk för angrepp i södra Sverige.

Många av de bekämpningsmetoder som användes vid angreppet 2021 går i linje med de åtgärder som lyfts i denna rapport. Det finns dock utvecklingsmöjligheter inom både handläggning och utförande. Med en formulerad beredskapsplan skulle det vara lättare att utveckla detta för att bättre kunna hantera ett framtida angrepp. Huruvida en sådan plan skapas får framtiden utvisa. Fram till dess har denna litteraturstudie gett en grundläggande sammanställning över hur vi kan förhindra att koloradoskalbaggen etablerar sig i Sverige, samt vilka åtgärder som är möjliga om den väl etablerar sig.

Referenser

- Ahlberg, O. (1937). Entomologbladet. 1937 (1), 6–11
- Boiteau, G. (2001). Recruitment by Flight and Walking in a One-Generation Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) Environment. *Environmental Entomology*, 30 (2), 306–317. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-30.2.306>
- Boiteau, G., Alyokhin, A. & Ferro, D.N. (2003). The Colorado potato beetle in movement. *The Canadian Entomologist*, 135 (1), 1–22. <https://doi.org/10.4039/n02-008>
- Bovien, P. (1949). Coloradobillens opræden i Danmark 1949. *Tidsskrift for Landøkonomi*, 131. <https://tidsskrift.dk/tidsskriftlandoekonomi/article/view/100647> [2024-04-10]
- Bødker, L. (2024). Koloradobille i Dk- hur hanteras den?
- Dworzańska, D., Zamojska, J., Węgorok, P., Bereś, P.K. & Drzewiecki, S. (2023). Pyrethroid susceptibility and oxidative detoxification mechanism in Colorado potato beetle and western corn rootworm. *Plant Protection Science*, 59 (2), 174–184. <https://doi.org/10.17221/53/2022-PPS>
- EPPO (2024). *Leptinotarsa decemlineata*. EPPO datasheets on pests recommended for regulation. <https://gd.eppo.int> [2024-04-28]
- Grapputo, A., Boman, S., Lindström, L., Lyytinen, A. & Mappes, J. (2005). The voyage of an invasive species across continents: genetic diversity of North American and European Colorado potato beetle populations. *Molecular Ecology*, 14 (14), 4207–4219. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2005.02740.x>
- Greenstone, M.H., Szendrei, Z., Payton, M.E., Rowley, D.L., Coudron, T.C. & Weber, D.C. (2010). Choosing natural enemies for conservation biological control: use of the prey detectability half-life to rank key predators of Colorado potato beetle. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 136 (1), 97–107. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2010.01006.x>
- Gripwall, U. (1993). *Faktablad om Växtskydd*. (37J). https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/ekol/faktablad/faktablad-vaxtskydd/faktablad_om_vaxtskydd_37j.pdf [2024-03-25]
- Gränsbo, G. (1974). Koloradoskalbaggen. *Växtskyddsnotiser*, 38 (2), 22–28
- Gunnarsson, H.S. (2022). Karantänkadegörare och kunskapsläget bland Sveriges fritidsodlare.
- Hoy, C. w., Vaughn, T. t. & East, D. a. (2000). Increasing the effectiveness of spring trap crops for *Leptinotarsa decemlineata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 96 (3), 193–204. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2000.00697.x>
- Hurst, G.W. (1975). Meteorology and the Colorado potato beetle. *World Meteorological Organization Technocal Note*, 137. <https://library.wmo.int/records/item/30682-meteorology-and-the-colorado-potato-beetle?offset=2> [2024-04-11]
- Johansson, K. (1973). Utseende. Levnadssätt. Invasionen 1972. *Växtskyddsnotiser*, 37 (1), 2–7
- Johansson, K. (1975). Övervintringsförsök med koloradoskalbagge vintern 1973-74. *Växtskyddsnotiser*, 39 (3), 63–64
- Jordbruksverket (2015). *Beslut om bekämpning av koloradoskalbagge (Leptinotarsa decemlineata)*. (6.4.20-9901/15)
- Jordbruksverket (2021a). *Beslut om smittförklaring och bekämpningsåtgärder på grund av koloradoskalbaggen Leptinotarsa decemlineata*. (6.5.17–21423/2021)

- Jordbruksverket (2021b). *Larver av koloradoskalbaggar har upptäckts i skånskt potatisfält*. Mynewsdesk. <https://www.mynewsdesk.com/se/jordbruksverket/pressreleases/larver-av-koloradoskalbaggar-har-upptaeccks-i-skaanskt-potatisfaelt-3118115> [2024-04-23]
- Jordbruksverket (2021c). *Smittförklaring och bekämpningsåtgärder på grund av koloradoskalbaggen *Leptinotarsa decemlineata**. (6.5.17-13313/2021)
- Jordbruksverket (2021d). *Sommarens utbrott *Leptinotarsa decemlineata**
- Jordbruksverket (2023a). *Beslut om avgränsat område och bekämpningsåtgärder på grund av koloradoskalbaggen *Leptinotarsa decemlineata**. (6.5.17-01597/2023)
- Jordbruksverket (2023b). *Beslut om upphävande av avgränsat område och utrotningsåtgärder på grund av koloradoskalbaggen *Leptinotarsa decemlineata**. (6.5.17-18587/2023)
- Jordbruksverket (2024). *Årsredovisning för Jordbruksverket 2023*. <https://www2.jordbruksverket.se/download/18.7e82796818dc47e64f48513/1708585071868/ovr678.pdf> [2024-05-03]
- Jordbruksverket (u.å.a). *Jordbruksmarkens användning och antal företag med jordbruksmark efter Produktionsområde, Gröda, Variabel och År*. PxWeb. Jordbruksverkets statistikdatabas. https://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas__Arealer__%20Produktionsomr%c3%a5de%20storleksindelning/JO0104B19.px/table/tableViewLayout1/?rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625 [2024-04-11]
- Jordbruksverket (u.å.b). *Karantänskadegörare*. [text]. <https://jordbruksverket.se/vaxter/odling/vaxtskydd/karantanskadegorare> [2024-04-24]
- Kadoić Balaško, M., Mikac, K.M., Bažok, R. & Lemic, D. (2020). Modern Techniques in Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) Control and Resistance Management: History Review and Future Perspectives. *Insects*, 11 (9), 581. <https://doi.org/10.3390/insects11090581>
- Kadoić Balaško, M., Neral, K., Nađ, B., Bažok, R., Drmić, Z. & Cacija, M. (2021). Azadirachtin Efficacy in Colorado Potato Beetle and Western Flower Thrips Control. *Romanian Agricultural Research*, 38, 1–10. <https://doi.org/10.59665/rar3842>
- Kemikalieinspektionen (u.å.). *Bekämpningsmedelsregistret - Sök via användningsområde*. <https://apps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Anvaendningsomraade#442e887b-57cb-4c5e-eab0-a6b9e7f63282> [2024-04-19]
- Naturbasen (u.å.). *Coloradobille (*Leptinotarsa decemlineata*) - Naturbasen*. *Naturbasen - Danmarks Nationale Artsportal*. <https://www.naturbasen.dk/art/3860/coloradobille> [2024-04-09]
- Nordin, K. & Paulsson, B. (1995). *Koloradoskalbaggen*. Jordbruksverket. (Jordbruksinformation; 9)
- Pasanen, M. (2024). Treatment plan colorado potato beetle
- Půža, V., Nermut, J., Konopická, J. & Skoková Habušťová, O. (2021). Efficacy of the Applied Natural Enemies on the Survival of Colorado Potato Beetle Adults. *Insects*, 12 (11), 1030. <https://doi.org/10.3390/insects12111030>
- SFS 2022:725 (2022). *Växtskyddslag*. Landsbygds- och infrastrukturdepartementet
- SLU Artdatabanken (u.å.). *Egentliga insekter Insecta - Artfakta från SLU Artdatabanken*. <https://artfakta.se/> [2024-04-23]
- Tauber, M.J. & Tauber, C.A. (2002). Prolonged Dormancy in *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae): A Ten-Year Field Study with Implications for Crop Rotation. *Environmental entomology*, 31 (3), 499–504. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-31.3.499>
- Vincent, C., Hallman, G., Panneton, B. & Fleurat-Lessard, F. (2003). MANAGEMENT OF AGRICULTURAL INSECTS WITH PHYSICAL CONTROL METHODS*.

- Annual Review of Entomology*, 48 (1), 261–281.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.48.091801.112639>
- Wikteliuś, S. (1981). *Wind dispersal of insects*.
<https://doi.org/10.1080/00173138109427667>
- Węgorzek, P., Zamojska, J. & Mrówczyński, M. (2011). Susceptibility Level of the Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa Decemlineata* Say) to Chlorpyrifos and Acetamiprid in Poland and Resistance Mechanisms of the Pest to Chlorpyrifos. *Journal of Plant Protection Research*; 2011; vol. 51; No 3.,
<https://journals.pan.pl/dlibra/publication/102449/edition/88467> [2024-04-19]
- Zhang, J., Khan, S.A., Hasse, C., Ruf, S., Heckel, D.G. & Bock, R. (2015). Full crop protection from an insect pest by expression of long double-stranded RNAs in plastids. *Science*, 347 (6225), 991–994. <https://doi.org/10.1126/science.1261680>

Tack

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Velemir Ninkovic som varit till stor hjälp från början till slut. Jag vill även tacka Louise Aldén (Jordbruksverket) som bidragit med kompetens och värdefulla kontakter. Till slut vill jag tacka min illustratör och sambo Jennifer Krantz som hjälpt mig med alla bilder och varit ett bra bollplank.

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. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

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.