

# Effektivare bekämpning av vita flygare genom optimal uppföljning med gula fällor

## Forskningsfråga 1:

Vilken naturlig fiende är bäst mot vita flygare i finländska förhållanden?

## Forskningsfråga 2:

Hur stor nytta medför uppföljning för bekämpning av vita flygare?

**Projektnamn:** Nya strategier för bekämpning av vita flygare i växthusgrödor (Jaustra 2020-22)

The logo consists of the letters 'ÖSP' in a bold, green, sans-serif font. The 'Ö' has two dots above it.The logo features the word 'Luke' in a bold, orange, sans-serif font. Above the 'e' is a blue speech bubble icon containing a white leaf. Below the word 'Luke' is the text 'LUONNONVARAKESKUS' in a smaller, blue, sans-serif font.

Vintersäsongen gynnar mjöllöss, men inte deras naturliga fiender i åretrunt odlingar av tomat. I avsaknad av kemiska bekämpningsmedel måste mjöllöss/vita flygare (VF) kontrolleras med icke-kemiska metoder. För att utveckla bekämpningsstrategier för växthusmjöllus genomfördes forskning i kommersiella tomatodlingar genom att observera samspelet mellan populationer av skadedjuret och dess naturliga fiender med gula fällor och på bladen. Dessutom användes vissa statistiska metoder för att bestämma den optimala observationsfälldensiteten och demonstrerades ett nytt, mer proaktivt sätt att applicera rovtinkflyn *Macrolophus* på tomat redan i småplantstadiet.

Den optimala tätheten för observationsfällor för både VF och *Macrolophus* visade sig vara 1 fälla/250 m<sup>2</sup>. Baserat på långsiktiga observationer av gula fällor fastställdes en ekvation mellan tätheten av VF och predatorer i fällorna, vilket gör att odlaren kan övervaka effektiviteten av rovtinkflyn. Baserat på blad- och fällobservationer lönar det sig att betona *Macrolophus* vid bekämpningen av VF från september till slutet av mars. Den huvudsakliga användningen av parasitsteklar sparas till återställande kontroll om mängder av vita flygare ökas för mycket. Steklar används också i säsongstomat på våren och sommaren. Det är möjligt att påskynda etableringen av rovtinkpopulationen i tomatkulturer med en månad genom att applicera dem på plantorna redan vid plantdrivningen. Detta medför att de lägger ägg jämnt fördelat på plantorna, vilket halverar appliceringsmängden och kostnaderna. Alternativt bör minst 8 rovtinkflyn per m<sup>2</sup> appliceras omedelbart efter plantering. Genom att kombinera optimal övervakning med fokus på bekämpningen med *Macrolophus* under vintermånaderna är det möjligt att halvera kostnaden för bekämpning av VF jämfört med de tidigare strategier som betonade steklar. En predatorfokuserad kontrollstrategi med optimerad övervakning lämpar sig även för bekämpning av *Bemisia*, VF-arten som ännu inte har spridit till grönsaksodlingar hos oss.

En utmaning är de potentiella skador som *Macrolophus* kan medföra för tomatfrukterna. Inga skador hittades ändå vid de tätheter av *Macrolophus* som observerades under projektet på försöksplatserna. Även så, tätheterna som möjligen kan orsaka skador på olika typer av tomat i Finland bör undersökas i fortsättningen. Det finns också vissa utmaningar med spridning av *Macrolophus* vid plantdrivning. Det är inte möjligt att begränsa deras spridning till alla tomatplantor som växer i samma växthus i storskalig produktion. Detta kan leda till problem om alla beställare inte vill köpa småplantor som har blivit "ympade" med *Macrolophus*.

För att övervaka rovtinkflyns effektivitet kan en applikation utvecklas dit uppföljningsdata matas direkt i växthuset. Applikationen skulle generera automatiskt "trafikljus" information om prestanda av biologisk bekämpning. Innan applikationen utvecklas behövs fortfarande verifieringsdata från flera växthus för att finjustera algoritmen. En förutsättning för att effektiv övervakning ska kunna generaliseras är kunskap om dess konkreta fördelar (kostnadsbesparingar och förbättrad kontroll). Dessa fördelar kommer att verifieras i företag som redan har infört den nya strategin. Samtidigt kommer möjliga skador som orsakas av *Macrolophus* på tomater att forskas ytterligare. Ett småskaligt uppföljningsprojekt har redan inletts med finansiering från olika stiftelser och kommer att pågå fram till slutet av augusti 2024.

## Inledning

Kostnaden har varit så hög som 2,7–5,8 euro/m<sup>2</sup>, när steklar har använts som huvudsakliga bekämpningsorganismer

Under den 10–11 månader långa produktionscykeln av tomat hinner VF producera ett dussintal generationer. Utan framgångsrik bekämpning kommer den exponentiella tillväxtfasen för VF-populationen att börja cirka 2 månader efter angreppet. Under de 2 månaderna måste populationen alltså fås under kontroll. Problemet med att använda parasitsteklar (*Encarsia*, *Eretmocerus*) är att de har mycket varierande prestanda under hösten och vintern, även om hundratals av dem används per m<sup>2</sup> under odlings-säsongen. Detta ökar kostnaderna för bekämpningen (tabell 1). Bör man lägga större vikt på rovstinkflyn genom att förbättra deras etablering i tomat?

Tabell 1: Kostnader för bekämpning av växthusmjöllöss med den stekelbaserade strategin. Datan är insamlad från kommersiella åretrunt odlingar av tomat.

Gamla strategi	Antalet steklar per m <sup>2</sup>		
	Lägre	Högre	Inga steklar som förebyggande
<b>Bekämpningsåtgärder</b>			
1. Mekanisk bekämpning med gula limband som byts en gång.	2895	2895	2895
2. Gula arkar 1/5 m <sup>2</sup> , byts inte.	917	917	917
3. Observationsfällor 1/500 m <sup>2</sup> , granskas och byts veckovis.	981	981	981
4. Förebyggande biokontroll med Macro 2 eller 4 st/m <sup>2</sup>	2994	4274	2994
4. Förebyggande biokontroll med Enermix 23 eller 31,25 st/m <sup>2</sup> /vecka i 11 veckor, eller inga steklar.	15566	18747	0
<b>Totalt förebyggande åtgärder</b>	<b>23352</b>	<b>27813</b>	<b>7786</b>
5. Kurativ bekämpning med steklar. Olika program med 13,5-28 st./m <sup>2</sup> /vecka, behandlingsveckornas antal 7-35 beroende på program	18534	29455	19580
6. Kurativ med Siltac på 50 % av arealet i 10 veckor (400 L vatten/ha, utspädning av Siltac 100 mL/100 L vatten, arbetstid 2 h/ha per besprutningsgång)	516	516	516
<b>Totalt kurativ bekämpning</b>	<b>19050</b>	<b>29971</b>	<b>20096</b>
<b>TOTALT FÖREBYGGANDE + KURATIV</b>	<b>42402</b>	<b>57784</b>	<b>27882</b>

## Material

Alla data samlades in från kommersiella odlingar. Resultaten är därför direkt tillämpbara i praktiken.

Uppgifterna samlades in från 7 partnerföretag i Närpes. Med två av dem hade projektet ett långvarigt samarbete (Tabell 2). Före växthusundersökningarna intervjuades 14 odlare om sina växtskyddsmetoder och fem lokala rådgivare. Ett 2,5 månader långt experiment utfördes i Lukes växthus om effekterna av minskad kvävegödsling på vita flygarnas biologi och även på tomatskörden och kväveinnehållet i bladen och växtunderlaget.

Tabell 2. Material och metoder av Jaustra projektet.

Forskningsfråga	Material och metoder
Optimal täthet av observationsfällor	1. tiotals gula fällor/ha på olika avstånd från varandra, uppföljning av insekter på fällorna i 3 veckor i 3 olika växthus. En viss statistisk metod användes för att bestämma det optimala avståndet av fällorna, vilket ger maximal information med minimalt arbete. 2. I ett växthus, inmatning av fälldata (1 fälla/100 m <sup>2</sup> ) till Lets-Grows IPM-modul. Visuellt inspektion av producerade värmekarta i grupper av 5 fällor (först 5, sedan 10, därefter 15...) --> identifierades fälltätheten, varefter värmekartan med skadegörarens och rovstinkflyns distribution och täthet i växthus inte längre ändrades = optimal fälltäthet.
Steklar och rovstinkflyn som jagare av mjöllöss	Bladprover från de nedersta bladen varje vecka från två tomatthus under vintern 2022–23: % av mjöllöss dödade av steklar och <i>Macrolophus</i> .
Hinner <i>Encarsia</i> kläckas från bladen före de blad bort?	I ett parti bladprov från fyra växthus räknades kläckta och okläckta svarta puppor omedelbart. Det andra partiets blad lämnades på marken i huset i 4 dagar och det tredje partiets i 7 dagar, därefter räknades antalet kläckta och okläckta svarta puppor. Som bladprov togs de tre lägsta bladen per planta.

Uppföljning av Macrolophus prestanda med gula fällor	Vita flygare och Macrolophus övervakades varje vecka på gula fällor i ett växthus med körsbärstomat under 13 månader och i ett annat under 6 månader. En matematisk modell togs fram för relationen mellan antalet arter. Resultatet relaterades till tvättbehovet av tomater --> ett veckovis index med "trafikljusprincipen" för prestanda av Macrolophus som bekämpningsorganism.
Hur kan etableringen av Macrolophus i tomathus påskyndas?	Macrolophus spreds på plantorna hos plantdrivaren, plantorna täcktes i 5 dagar med tunn duk för att hindra rovtinkflyns flykt och att de lade ägg jämnt på plantorna. Efter plantering övervakades populationens utveckling från två rutor på ca 1000 toppar veckovis under 2 månader, sedan två gånger per månad. Som jämförelse fungerade företagens egen behandling: 4+4 Macrolophus/m <sup>2</sup> 1 och 2 veckor efter plantering.
Varför fungerar inte steklar så bra på vin-tern? Hypoteser för vidare forskning.	Temperaturmätningar med loggare i plantornas toppar och i de nedre delarna under hela hösten, vintern och våren. Ljusbemätningar på olika nivåer i tomatersorter med täta och glesa bladverk på vintern under artificiellt ljus. Litteraturstudie om rovtinkflyns predation på parasiterade mjöllöss. Empirisk studie av parasitsteklarnas borttagning med de bladade bladen.
Effekt av kväve-reduktion på mjöllöss	I tre 38 m <sup>2</sup> växthus odlades tomater med kommersiella odlingsmetoder, men med 119, 100, 70 och 50 % kvävetillförsel. En del av det minskade kvävet ersattes med klorid och sulfat. Utvecklingstid och dödlighet av mjöllöss, kväveinnehåll i blad samt skörd och dess smak indikerade effekten av gödslingsrecepten.

## Resultat, deras inverkan och slutsatser

**Förbättrad uppföljning, inklusive dynamiska tröskelvärden för prestanda av Macrolophus, kommer sannolikt att vara av störst intresse för stora odlings- och företag. De har varit mest angelägna om att tillämpa resultaten i praktiken.**

Enligt intervjuerna övervakar bara hälften av de växthusföretagen VF med gula fällor, fälltätheten är för låg och resultaten dokumenteras knappt. Både statistiska analysen och värmekartorna gav en optimal fälltäthet på 1/250 m<sup>2</sup>: detta gör att både antalet vita flygare och förekomstplatser av deras kolonier kan ses. Ekvationen bakom prestationsindexet för Macrolophus inkluderar relationen mellan antalet vita flygare och predatorer per fälla, antalet fällor utan vita flygare och Macrolophus, och den absoluta populationsdensiteten av båda per fälla. Ekvationen har redan testats i ett annat företag än var den skapades. Preliminära resultat tyder på att den fungerar även i det andra företagens förhållanden.

Predation av Macrolophus på mjöllöss var högre än steklarnas under vintermånaderna, även om de senare hade spridits i höga mängder. Genom att behandla plantorna med Macrolophus (2,9 st./m<sup>2</sup> räknat för den slutliga toppdensiteten) hos plantdrivare halverade antalet Macrolophus och påskyndade deras etableringen i tomat med en månad. Efter två månader var Macrolophus densiteten på samma nivå i båda behandlingar. Macrolophus måste matas i 6–8 veckor och även längre om det inte finns några skadegörare för dem på plantorna att äta. För korrektiv behandling rekommenderas larver av Macrolophus (500 st. per 20 radmeter två gånger med 1–2 veckors mellanrum). För reduktion av vuxna VF rekommenderas även upprepade Siltac-behandlingar och måttliga mängder av Encarsia (minst 10 st./m<sup>2</sup>/vecka i 6 veckor).

Enligt kostnadsscenarierna kan den nya strategin halvera den nuvarande kostnaden, beroende på antalet och hur stor andel av arealen i de växthus där kurativa behandlingar måste göras. I kombination med optimerad övervakning kommer Macrolophus-betonad bekämpning öka effektiviteten och minska kostnaderna för bekämpning av VF särskilt när det finns ett stort tryck av skadegörare från omgivande växthus eller från företagens egna växthus. Dessa slutsatser är giltiga när bekämpningen av VF kombineras med gula fällremsor i hela växthuset (1500 cm<sup>2</sup>/radmeter med en 15 cm bred remsa, vilkens övre kant hänger 10–20 cm under topparna).

Den dåliga utvecklingen av steklar under vintern beror förmodligen på flera faktorer: en minskning av mängden artificiellt ljus från toppen till nedre delarna av plantorna

(särskilt om sorten har ett tätt bladverk), temperaturskikningen som orsakas av HPS-lampor och som försvinner först mot slutet av mars, förluster av steklar med de bladade lägsta bladen (endast 10–15 % av svarta puppor hinner kläckas i växt-uset) och även det att parasiterade mjöllöss utsätts för predation av *Macrolophus*, vilken enligt litteratur kan vara ganska intensiv (men har inte forskats i våra förhållanden).

I kväveförsöket skiljde sig kvävekoncentrationerna i de olika behandlingarna under den första månaden ännu inte tillräckligt från varandra för att påverka utvecklings-tiden och dödligheten av mjöllöss. I belysta tomater ackumulerades dessutom kväve i bladen över den kritiska koncentrationen (som tillåter normal skörd) även i den lägsta kvävebehandling. I enlighet med detta var skörden och smaken på de första sex klasarna liknande i alla behandlingar. Detta resultat tyder på att en lägre kvävetillförsel som nyligen används skulle vara möjlig vid tomatodling.

## Utmaningarna i framtiden

**Exakt likadana bekämpningsstrategier passar inte för odlingar av alla storlekar!**

- Optimal uppföljning är kanske inte av intresse för alla odlingar, eftersom fördelar är proportionella mot företagets storlek. En intressant hypotes att utforska vidare.
- Det skulle löna sig att forska möjligheterna för minskning av kvävegödsling under hela tomatodlingscykeln när det gäller gödslingskostnader och miljöfördelar.

## Rekommendationer

- Utveckla en applikation för att uppfölja *Macrolophus* prestanda. Detta kräver ännu verifieringsdata från flera växthus och situationer där tomater måste tvättas på grund av VF.
- Fördelarna med förbättrad uppföljning och användning av *Macrolophus* som huvudsakliga nyttodjuret måste visas i praktiken för kostnads- och kontroll-effektivitet för att göra effektivare övervakning mer utbredd.
- *Macrolophus*-täthet, som kan orsaka skador på tomater under våra förhållanden, bör undersökas.
- Alla dessa aspekter undersöks i ett uppföljningsprojekt, som redan har startat med finansieringen från Rikala- och Trädgårdsstiftelsen för åren 2023–24.
- Vi bedömer att de nya bekämpningsstrategierna också kommer att fungera mot *Bemisia*, men miniminivån för korrigerande bekämpning är 20 st. steklar /m<sup>2</sup> /vecka i sex veckor.

**Det är särskilt viktigt att upprätthålla kunskap och beredskap för att övergå till *Macrolophus*-orienterad bekämpning av vita flygare om *Bemisia* skulle komma till finska grönsaksodlingar.**

## Vidare information

- Blomqvist, S., Vänninen, I., Palmujoki, E. 2022: En kort guide i bekämpning av vita flygare med gula fällor. Sama myös suomeksi <https://vakra.fi/jaustra>.
- Vigelius, L. 2022. Typpilannoituksen vaikutus ansarijauhaisen (*Trialeurodes vaporariorum*) kuolleisuuteen ja kehitysaikaan tomaatilla (*Solanum lycopersicum*). Pro gradu. Helsingin yliopisto. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Saata-vissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/345249>
- Vänninen, I. 2022. Advances in insect/disease pest monitoring and forecasting in horticulture. Chapter 5 in, Collier, R. Improving integrated pest management (IPM) in horticulture. BDS Publishing. 67 p. <https://shop.bdspublishing.com/store/bds/detail/workgroup/3-190-106510>
- Vänninen, I., Palmujoki, E., Blomqvist, S. 2023. Jauhiaisten uusi torjuntastrategia puolittaa torjuntakustannukset. Puutarha&Kauppa 3/2023: 24–25. – Trädgårdsnytt 1–2/2023.
- Vänninen, I., Blomqvist, S., Palmujoki, E. 2023. Jauhiaisten uudet torjuntastrategiat kasvihuonetuotannossa (Jaustra 2020–23). Loppuraportti. ÖSP/Luke. 31 s. <https://vakra.fi/jaustra>