

Slutrapport H1333072

Tidsperiod av projekt 2014-2016

Sortblandning – ett robust odlingsystem

Velemir Ninkovic¹, Robert Glinwood² och Göran Bergkvist²

¹Institutionen för Ekologi, SLU, ²Institutionen för växtproduktionsekologi

Introduktion

Bladlöss är viktiga skadedjur, och trots ansträngningar att finna alternativa bekämpningsmetoder dominerar fortfarande insekticider som bekämpningsåtgärd. För de ekologiska jordbrukarna saknas pålitliga förebyggande och akuta bekämpningsmetoder. Samhället förväntar sig att kunna producera och ha tillgång till livsmedel som är miljömässigt och ekonomiskt hållbara. Förutom de miljömässiga frågor som är förknippade med användning av konventionella bekämpningsmedel, utvecklar bladlöss resistens mot insekticider på samma sätt som de bryter växtresistens. Således erbjuder varken konventionella bekämpningsmedel eller resistent sorter långsiktigt hållbara metoder att få kontroll av bladlöss. Dessutom blir denna strategi allt mer problematiskt med införandet av EU-lagstiftningen om integrerad pest management (IPM). Det finns därför ett stort behov av att utveckla helt nya strategier för att finna hållbara bekämpningsmetoder mot bladlöss.

Projektet syftar till att utveckla ett hållbart växtskydd mot bladlöss genom sortblandning, där grödorna har bättre motståndskraft och ger stabilare avkastning än med traditionella metoder. Vår strategi är att utnyttja växtens förmåga att svara på kemiska signaler från grannväxter i korn-sortblandningar.

Labbförsök

För att identifiera lämpliga sortkombinationer för fältförsöken gjordes följande labbförsök:

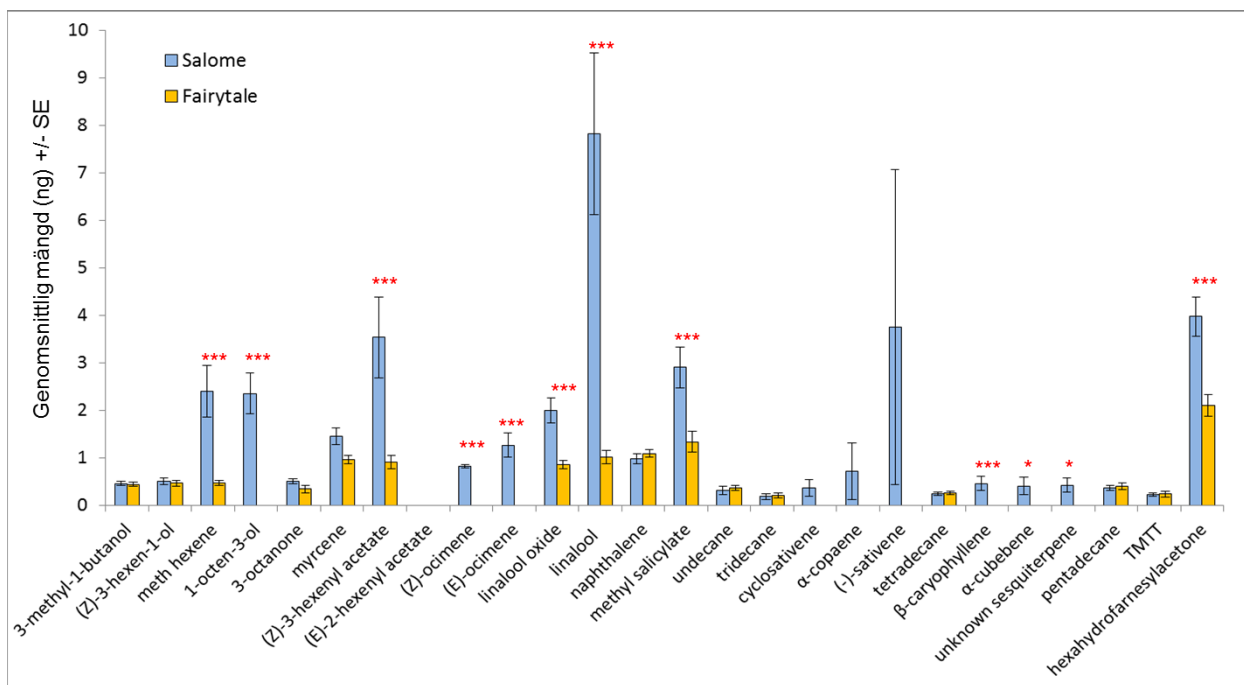
Bladlusens växtacceptans

Totalt screenades 14 vårkornsorter i 44 sortkombinationer om kemiska interaktioner kan minska bladlössens växtacceptans, var av tre kombinationer visade en signifikant reducerings effekt. Detta är i linjen med tidigare screening av gamla kornsorter och visar att denna förmåga även finns i moderna kornsorter även om i en mindre utsträckning. Efter exponering för luftburna signaler från sorten Salome observerades signifikant reduktion av bladlusacceptansen på mottagande sorter Fairytale, Anakin och Luhkas med reducerings nivåer mellan 13-20% vilket är i linjen med våra tidigare studier. Intressanta resultat erhöles beträffande inducerings- och mottagningsförmågor: Salome som är en bra inducerare och samtidigt är den en bra mottagare i kombinationen med Fairytale vilket tyder på att en sort kan ha båda egenskaper (*Dahlin et al (b)*).

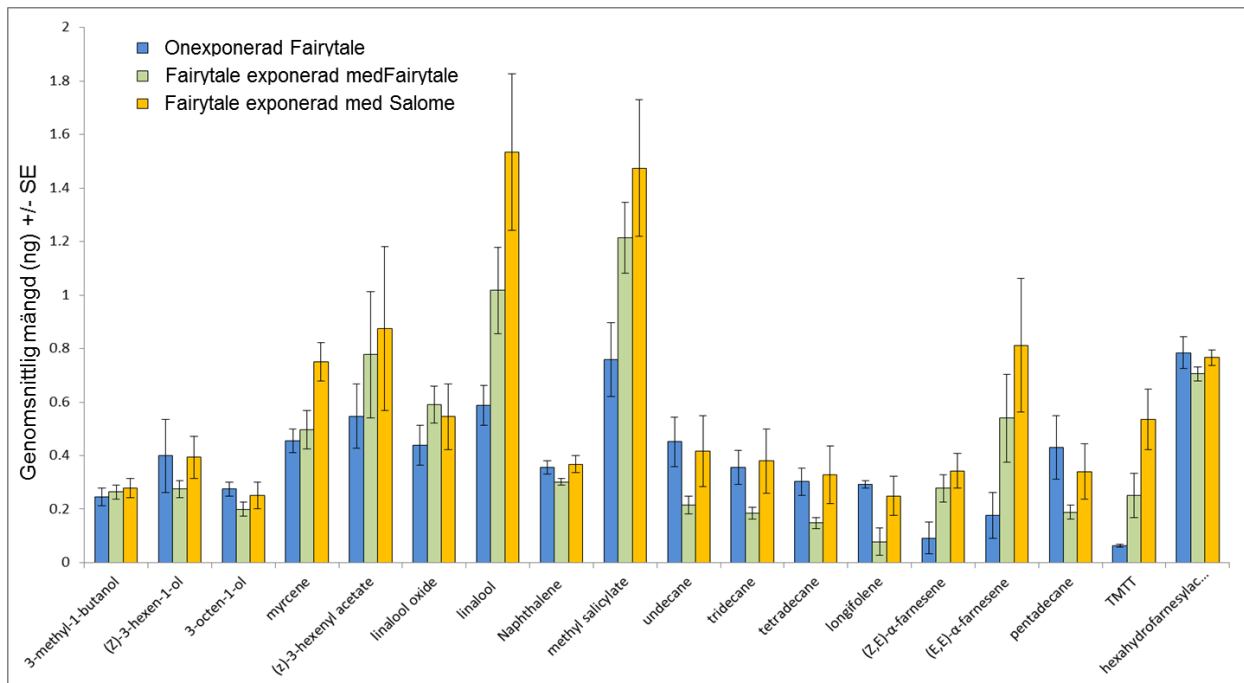
Resultaten bekräftar våra tidigare resultat från studier på gamla sorter och visar att induceringsförmåga och mottaglighet är genotypberoende och finns även i vissa moderna korsorter.

Analys av flyktiga signalsubstanser

Växter avger kemiska signalämnen, dofter, som kan uppfattas av insekter men också av andra växter. Totalt har vi analyserat fem korsorter och sju doftprofiler av exponerade växter. Vi har funnit stora kvalitativa och kvantitativa skillnader i utsläppet av dessa flyktiga ämnen mellan de olika korn sorterna, till exempel sorterna Salome och Fairytale (Figur 1). Särskild intressant är att växter ändrar sin doftprofil när de växer bredvid en annan sort. Plantor av sorten Fairytale som exponerats för flyktiga ämnen från sorten Salome visade tydliga förändringar i doftprofilen; exponeringen inducerade ökat utsläpp av flera terpenoider samt metyl salicylat och TMTT, som är kända signalämnen mellan växt-växt och växt-insekt (Figur 2) (Dahlin *et al.* (a)).



Figur 1. Doftprofilerna av sorten Fairytale (gul) och Salome (blå). Staplar visar andel av substansen i proven (ng) och vertikala linier visar standard fel. Stjärnor visar statistiskt säkerställda skillnader efter T-test * $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$, *** $P \leq 0.001$, Dahlin *et al.* (a).



Figur 1. Doftprofilerna av sorten Fairy Tale ensam (blå), Fairy Tale som växer bredvid Fairy Tale (grön) och Fairy Tale som växer bredvid Salome (gul). Staplar visar andel av substansen i proven (ng) och vertikala liner visar standard fel, Dahlin et al. (a).

Resultaten bekräftar att kemisk kommunikation mellan olika korn sorter kan påverka växtens utsläpp av flyktiga ämnen. Bladlöss är mycket känsliga för förändringar i deras värdväxt och därför kan förändringarna i doftprofilen kan påverka växtens acceptans för bladlöss i fält.

Fältförsök

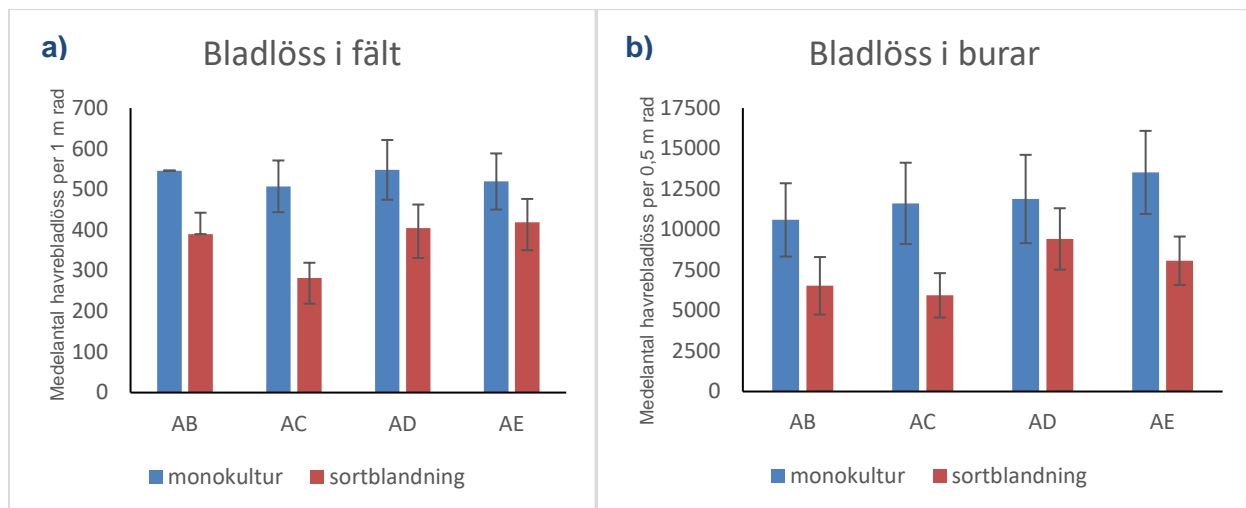
För att jämföra hur växter (och insekter på växter) beter sig i kornsortblandningar och sorterna i renbestånd, genomförde vi två uppföljningsfältförsök med biologisk aktiva sortkombinationer i labb- och växthusförsök (Salome/Fairy Tale, Salome/Anakin och Salome/Luhkas) och en kombination som inte hade effekt på bladlöss (Salome/Rosalina).

Bladluspopulationer i fältförsök med och utan naturliga fiender

Immigration av havrebladlöss uteblev 2015 på grund av den låga temperaturen under inflygningsperioden. Däremot var 2016 en riktig bladlus år. Antalet bladlöss minskade signifikant i alla sortblandningar jämfört med antalet löss i renbestånd (Figur 3a). Den största minskningen (44 %) observerades i sortkombination Salome/Fairy Tale.

För att säkerställa att effekterna på bladluspopulationerna är orsakade av växtinteraktioner och inte av predation, ställdes insektburar i varje parcell där naturliga fiender var utestängd. Liksom på öppet fält minskade antalet bladlöss i burarna i alla sortblandningar jämförd med antalet löss i

monokulturer (Figur 3b). Den största minskningen (49 %) observerades återigen i sortkombinationen Salome/Fairytale (Dahlin et al. (b)).



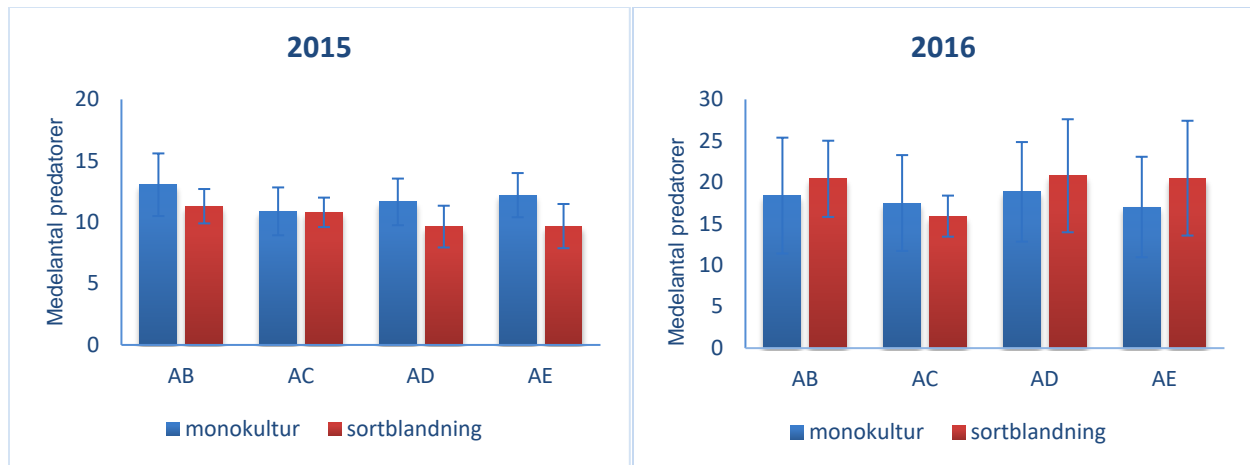
Figur 3. Medelantal havrebladlöss **a)** i öppet fält, **b)** i insektburar där naturliga fiender utestängdes. Blå staplar visar antalet löss i renbestånd och röda staplar antalet bladlus i sortkombination Salome (A) tillsammans med Rosalina (B), Fairytale (C), Anakin (D) och Luhkas (E). Vertikala liner visar standard fel. Dahlin et al. (b).

Resultaten visar tydligt att bladlöss reproducerar sämre på plantor av en kornsort som växer i sortblandning än på plantor i renbestånd, och detta oberoende på förekomst av deras naturliga fiender. Sortkombination Salome/Fairytale visade största reduceringseffekt.

Populationsutveckling av bladlusens naturliga fiender

Antalet predatorer uppskattades genom att sätta upp fångstfällor i parcellerna. Dessa tömdes veckovis. Figur 4 visar att det inte fanns några tydliga skillnader mellan korn i blandning och renbestånd med avseende på antalet fångade predatorer.

Resultaten visar att det inte var ett ökat antal predatorer som gjorde att det var mindre bladlöss i sortblandningar än när sorterna odlades i renbestånd.



Figur 4. Medelantal predatorer fångade i fallgropsfällor i renbestånd (blå) och i sortkombination (röd) Salome (A) tillsammans med Rosalina (B), Fairytale (C), Anakin (D) och Luhkas (E). Vertikala liner visar standard fel.

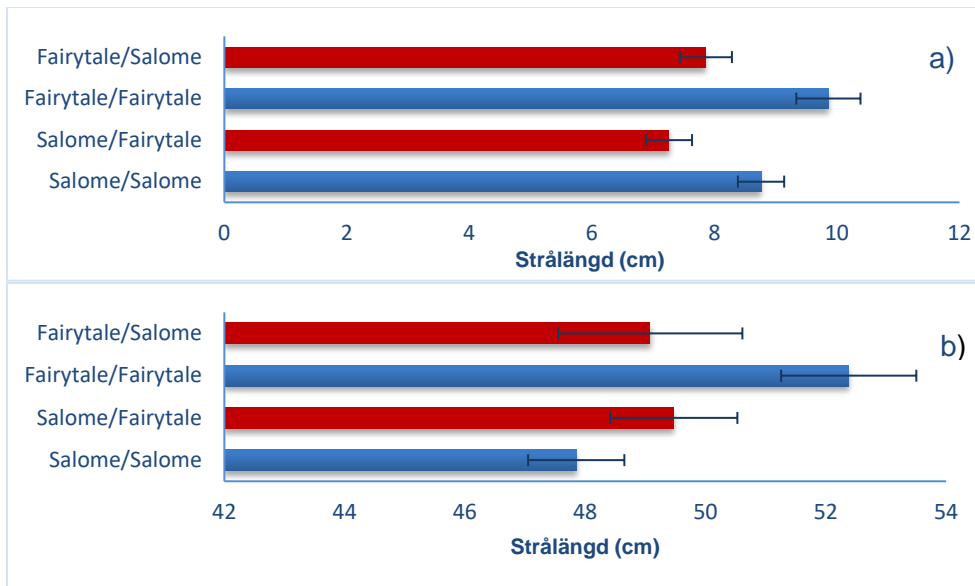
Agronomiska egenskaper

Mätningar av olika växtegenskaper avslöjade signifikanta skillnader mellan sortblandningar och monokulturer under båda försöksåren. Växter i sortblandningar utvecklades långsammare, var kortare och producerade mindre ovanjordisk biomassa jämfört med monokulturer under vegetativ tillväxt år 2015. Vid två senare provtagnings tillfällen, när växterna övergick till generativ fas (ax uppkomst) och vid skörd observerades inte längre någon signifikant blandningseffekt på växtegenskaper.

I några sortkombinationer växte plantorna i renbestånd snabbare tidigt på säsongen än växterna i blandningar, men senare under utvecklingen växte plantorna i sortblandningarna snabbare än sorterna i renbestånd.

Vi observerade också att sorterna hade olika förmågan att anpassa sin längdtillväxt till den andra sorten i en blandning. Salome i blandning med Fairytale till exempel, växte långsammare i början av fältsäsongen jämfört med Salome i renbestånd, men var vid skörd nästan 2 cm längre än i rent bestånd (Figur 5). Fairytale däremot var genom hela växtsäsongen kortare i blandning med Salome än i renbestånd (Dahlin et al. (a)).

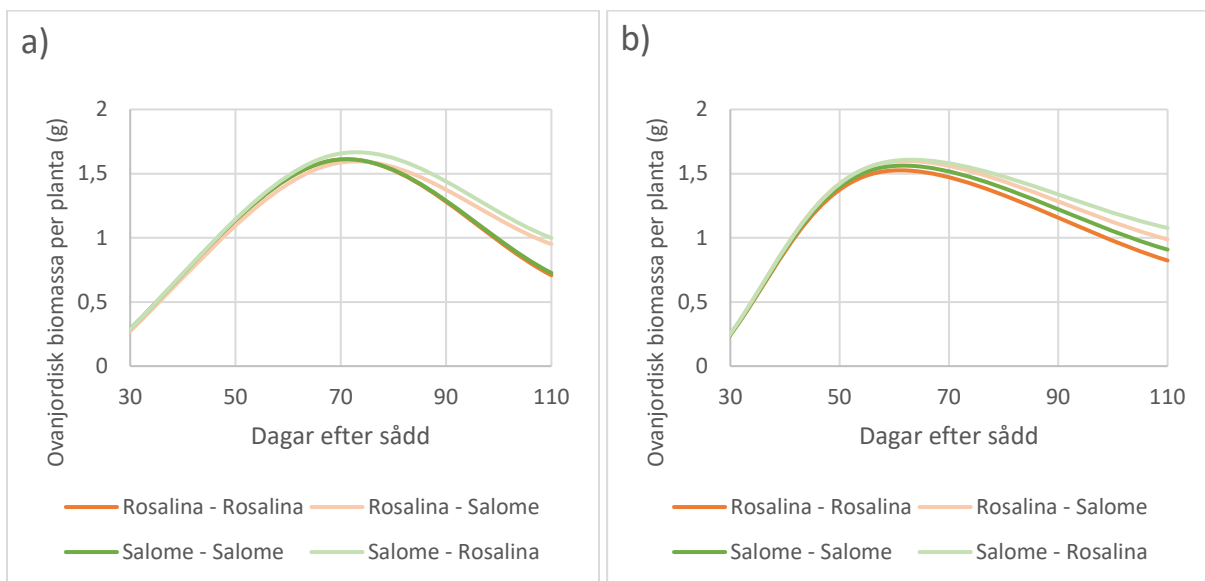
Resultaten visar att kornsorter har olika förmågan till fysiologiska förändringar. Salome hade bäst anpassningsförmåga.



Figur 5. Strårlängd (cm) av fokal- växter (första sort), när de odlas med olika grannar (andra sort), vid början av bestockning (a) och vid skörd (b) 2015. Röda staplar representerar sortblandningar och blåa staplar sortererna i renbestånd. Horisontala linier visar standard fel. Dahlin et al. (a).

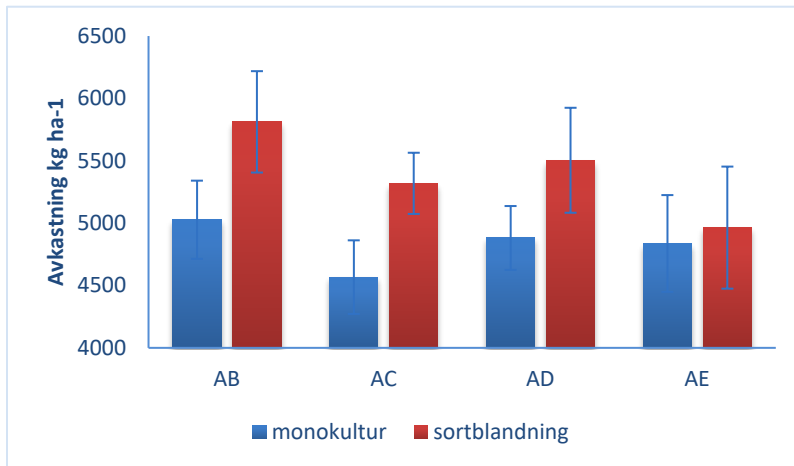
Produktion av biomassa och avkastning

Trots att enskilda sorter i blandningar var kortare under sin vegetativa utveckling än i monokulturer, producerade sortblandningar betydligt mer vegetativ biomassa vid skörd 2016; i synnerhet i sortkombination Salome/Rosalina (Figur 6). Luhkas producerade lägst biomassa jämfört med andra sorter (Dahlin et al. (a)).



Figur 6. Vegetativ ovanjordisk biomassa per planta av Rosalina och Salome, när de odlas i renbestånd och i blandning år 2015 (a) och 2016 (b) (Dahlin et al. (a) in prep.).

Sortblandningar gav betydligt högre kärnskörd än sorterna i renbestånd i 2016 (Figur 7). Särskild sortkombination Salome/Rosalina som avkastade 21 % mer in 2015 och 12 % mer in 2016. Resultaten visar att sortblandningar producerar mer ovanjordisk vegetativ biomassa och avkastar bättre än sorterna i renbestånd trots att de var betydligt långsammare i tillväxten i början av växtsäsongen (Dahlin et al. (a)).



Figur 7. Kärnskörd (kg ha⁻¹) i monokultur (blå) och i sortkombination (röd) av Salome (A) tillsammans med Rosalina (B), Fairytale (C), Anakin (D) och Luhkas (E). Vertikala liner visar standard fel. Dahlin et al. (a).

Resultaten visar att sortblandningar kan producerar mer biomassa och avkastar bättre än sorterna i renbestånd.

Slutsatser

- Kemisk kommunikation mellan olika kornsorter kan påverka växtens fysiologi och därmed utsläpp av flyktiga doftämnen, vilket kan utnyttjas praktiskt genom att odla sortblandningar.
- Korn plantor anpassar sin tillväxt till grannar av en annan sort, men detta förmågan till fysiologiska förändringar är sortberoende och beror på vilka komponenter som ingår i sortblandningen.
- Bladlöss känner av förändringarna i sin värdväxt och reproducerade sämre på plantor i de testade sortblandning än på sorterna i renbestånd, och detta oberoende på förekomst av deras naturliga fiender. Best reduceringseffekt på bladlusangrepp hade sortkombination Salome/Fairytale.
- De testade sortblandningarna producerar mer biomassa och avkastar bättre än sorter i renbestånd. Produktivast var sortkombination Salome/Rosalina och Salome/Fairytale.

Resultatförmedling

- Velemir Ninkovic har blivit samverkanslektor i växtskydd maj 2017 på institutionen för ekologi, SLU Uppsala och har därmed större möjligheter att möta intressenter, avnämare och andra forskare.
- Referensgruppen (Anna Linnell växtodlingsrådgivare HS, Katarina Holstmark odlingsrådgivare SJV, Göran Gustafsson växtskyddsrådgivare SJV, Martin Weih prof i

växtekologi SLU) möttes tre gånger under projektperioden, där frågeställningar, specifika mål och preliminära resultat diskuterades.

- Forskargruppen kompletterades genom samarbete med Lars P Kiær, Assistent professor, University of Copenhagen och professor Niels Anten, Wageningen University.
- Fyra doktorandkurser organiserades i 2015 och 2017, där resultaten förmedlas på undervisningen ("Biodiversity Based Integrated Pest Management in Field Crops" och "Plant Communication" 2015 och "Invasive Pest Threats in the North" and "Stacking Biodiversity – Benefits for Sustainable IPM" 2017).
- Dessutom presenterades resultaten på öppet hus på institutionen för växtproduktionsekologi, SLU, på fältvandringar med forskare, rådgivare och odlare på Ekhaga forskningsstation, samt på ett årligt institutionsmöte.
- Velemir Ninkovic var ansvarig för organisation och genomförande av International Symposium Nordic Association of Agricultural Scientists, Biodiversity Based Integrated Pest Management in Field Crops, 3 Sept 2016, Wiik, Uppsala.
- Velemir Ninkovic var inbjudan att besöka Michigan State University där han gjorde presentationer på Dept. of Entomology och Dept. Ecology, Evolutionary Biology, and Behavior och hade möte med många forskare.

Övrig kommunikation och publikationer

Deltagande i jordbruksmässor

- Brunnby Lantbrukardag 2015-2016
- Borgeby Fältdagar 2016-2017

Demonstration av projektets fältförsök

- Fältdag på Institution för Växtproduktionsekologi, SLU 2015, Ekhaga – Fältvisning

Seminarier, konferenser och workshops

- Dahlin I, Ninkovic V (2015) Variety mixtures – Linking interactions between plants and insect pest control, National växtskyddskonferens, Uppsala, Sweden
- Ninkovic V (2015) Volatile interactions between undamaged plants affect herbivore insects and their natural enemies. International Symposium Chemical Ecology, Stockholm, Sweden
- Ninkovic V (2015) Plant volatiles as coded signals in detection of competitive neighbours. International Symposium Plant Signaling and Behavior, Paris, France, Invited speaker
- Ninkovic V, Dahlin I, Vucetic A, Glinwood R. (2015) Botanical diversity- an unexploited resource for plant protection. 25th Nordic Association Agricultural Sciences Congress, Jun, 2015, Riga, Latvia
- Ninkovic V. (2016) Communication between plants – new mechanism in biological pest control. 5th International Symposium on Agricultural Science, Banja Luka, Bosnia and Hercegovina. (Invited speaker)
- Ninkovic V. (2016) "Forskning och utveckling inom ekologisk produktion", Swedish Board of Agriculture, Skövde, 20-21 Sept, 2016 (Invited speaker).

- Ninkovic V. “Ecological and mechanistic aspects of plant-plant communication for sustainable agriculture production” 8th International Scientific Conference ‘RURAL DEVELOPMENT’ 23–24 November 2017, Kaunas, Lithuania. Invited speaker
- Växtodlingssystem och växtskydd. Presentation till 15 jordbruksrådgivare och lantbrukare från Östergötland som var på besök i SLU
- Effects of botanic diversity in cropping systems on the pests. Presentation to 25 external officers from Järki-projekt <http://www.jariki.fi/svenska>, Finland, who were on visit to SLU. Ultuna 25 May 2015
- National Agriculture and Food Research Organization (NARO): meeting with researchers Oct 2015, Japan - 10min talk
- Linnaean Centre network meeting, Oct 2015, Uppsala – 10min talk
- Dahlin I, Ninkovic V (2015), Sortblandningar – ett sätt att skydda grödor mot skadeinsekter. National växtskyddskonferens, Nov 2015, Uppsala – 10min talk
- National Plant Protection Conference, Uppsala, November 2015
- Research for sustainable organic farming – System perspectives, stakeholder cooperation and communication (EPOK), Dec 2015, Stockholm – Poster,
- Dahlin I (2015) Multifunctional cropping systems – linking plant-plant interaction and insect pest control. 25% seminar I Ecologicentrum, Uppsala
- Plant protection workshop, Norrköping
- Nordic Association of Agricultural Scientists (NJF), symposium 3rd Sep 2015, Wiik - 5min speed talk

SLU hemsida

- <http://www.slu.se/ew-nyheter/2016/11/fou-dagarna-2016--tema-vaxtodling/?si=CED5AB801863E3A618B4F96F8F1CA80E&rid=1402266943&sn=sluEPi6-prodSearchIndex>
- <http://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/ekoforsk/projekt-2014-2016/botanisk-diversitet-bladloss/?si=E20A4889DC304A36EE18BF50F21BC1B7&rid=1330634181&sn=sluEPi6-prodSearchIndex>
- <http://www.slu.se/ew-nyheter/2016/10/vaxtkommunikation/?si=E20A4889DC304A36EE18BF50F21BC1B7&rid=1330634181&sn=sluEPi6-prodSearchIndex>
- <http://www.slu.se/ew-nyheter/2016/9/samodla-kornsorter-och-minska-bladlusangreppen/?si=E20A4889DC304A36EE18BF50F21BC1B7&rid=133776605&sn=sluEPi6-prodSearchIndex>
- <http://www.slu.se/ew-nyheter/2016/11/biologiska-bekampningsmedel-och-framtidens-matproduktion-diskuterades-pa-temadag/?si=E20A4889DC304A36EE18BF50F21BC1B7&rid=133776605&sn=sluEPi6-prodSearchIndex>
- <http://www.slu.se/ew-kalender/2016/10/stefano-mancuso/?si=E20A4889DC304A36EE18BF50F21BC1B7&rid=133776605&sn=sluEPi6-prodSearchIndex>

- <http://www.slu.se/ew-nyheter/nyhetsarkiv/2014/10/kan-vaxtmangfald-minska-behovet-av-bekampningsmedel/?si=E20A4889DC304A36EE18BF50F21BC1B7&rid=421568473&sn=sluEPi6-prodSearchIndex>
- <http://www.slu.se/institutioner/vaxtproduktionsekologi/forskning1/vaxtekologi/interaktioner-i-odlingssystem/?si=E20A4889DC304A36EE18BF50F21BC1B7&rid=421568473&sn=sluEPi6-prodSearchIndex>

Andra media

- Sveriges Radio P1 EKOT
- <http://sverigesradio.se/sida/avsnitt/692170?programid=4640>
- Swedish Radio P4 Norrbotten, 8th January 2016
- Swedish Radio P4 Uppland, 21st Oktober 2016
- Swedish Radio P4, 27th November 2016
- Swedish Television SVT1, Aktuellt, 16th November 2016
- Facebook
http://www.mynewsdesk.com/se/sveriges_lantbruksuniversitet_slu/pressreleases/vaxter-lyssnar-paa-sina-grannar-och-kan-foerutsaega-framtida-konkurrens-1622078?utm_campaign=send_list
- <https://www.svt.se/nyheter/vetenskap/vaxter-bade-pratar-och-kanner?cmpid=del%3Apd%3Any%3A20161122%3Avaxter-bade-pratar-och-kanner%3Anyh>
- <https://www.facebook.com/events/1769046323363722/>

Referenslista

- Dahlin I, Bergkvist G, Kiaer L, Ninkovic V. (a). Plasticity of functional traits in barley in response to plant neighbor identity (manuscript)*
- Dahlin I, Rubene D, Ninkovic V. (b). The use of barley cultivar mixtures to control pests (manuscript)*
- Ninkovic, V., Markovic, D. & Dahlin, I. (2016) Decoding neighbour volatiles in preparation for future competition and implications for tritrophic interactions. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 23: 11-17*
- Blande, JD., Glinwood R. (Eds) (2016) Deciphering Chemical Language of Plant Communication, Springer.

*Artiklarna ska ingå i Iris Dahlins doktorsavhandling, publikationsdatum är planerade februari 2019.