

Houkutus- ja kumppanuuskasvit kaalinviljelyssä

- Anne Nissinen, Luke Kasvinterveys

Resurssien keskittymisteoria

Tahvanainen & Root 1972. *Oecologia* volume 10:321–346

- Aikuiset kirpat olivat yleisempiä lehtikaaleilla (*B. oleracea* var. *acephala*), joita kasvatettiin monokulttureissa kuin niillä, joita kasvatettiin luonnon kasvustojen läheisyydessä.
- Seuraava sukupolvi oli myös suurempi puhdaskavustoissa
- Monokulttuurina kasvaneet lehtikaalit kolonisoitiin nopeammin ja kärsivät suuremmasta syöntivioituksesta kuin ne, joiden väliin oli istutettu tomattia tai tupakkaa.
- Laboratorio valintakokeissa havaittiin, että ei-isäntäkasvien (tomaatti, *Lycopersicon esculentum*, ja marunatuoksukki, *Ambrosia artemisiifolia*) kemialliset ärsykkeet härtsivät *P. Cruciferae* -lajin isäntäkasvin löytämistä ja syöntikäyttäytymistä.
- Kasvidiversiteetillä voi olla suoria vaikutuksia kasvinsyöjähyönteisten populaatioihin

Resurssien keskittymisteoria ja luontaisten vihollisten hypoteesi

- Resurssien keskittymishypoteesi toteaa, että herbivorit löytävät ja jäävät todennäköisemmin isäntäkasveille, jotka kasvavat tiheinä tai lähes puhtaina kasvustoina;
- Luontaisten vihollisten hypoteesi esittää, että luontaisten vihollisten vaikutus on vaikokkaampi seosviljelyjärjestelmissä, koska nämä järjestelmät tarjoavat monimuotoisia mikrohabitaatteja ja vaihtoehtoista saalista, mikä lisää saalistajien tiehyttä
- Root 1973. Ecological Monographs 43: 95-124

Houkutuskasvit

- houkutuskasvitekniikassa käytetään yhtä tai useampaa kasvilajia, jotka houkuttelevat tuholaislajeja (-lajeja), suojaamaan läheistä viljelykasvia (Hokkanen 1991)
- houkuttelevuus saavutetaan käyttämällä houkuttelevampaa kasvilajia tai –lajiketta, jotka viljellään samaan aikaan kuin pääkasvi tai pääkasvia, joka ajoitetaan houkuttelevimpaan vaiheeseensa kasvisuojelun kannalta kriittisimpään aikaan, kun pääkasvi ei ole vielä houkuttelevimmassa vaiheessaan (esim. rapsikuoriainen-rypsi)
- houkutuskasvialue voi suojata viljelykasvia:
 - estämällä tuholaista pääsemästä viljelykasville
 - tai keskittämällä tuholaiset tiettyyn pellon osaan, jossa niitä voidaan hallita (umpikujahoukutuskasvit, luontaisten vihollisten suosiminen, kemiallinen torjunta)

Kaalikasvit: maassa talvehtivat



Pikkukaalikärpänen

- Talvehtii kotelona peltomaassa
- Kuoriutuminen alkaa, kun lämpösumma on 80 astetta
- Ensimmäinen lentohuippu: 150 astetta
- Toisen lennon alku: 600 astetta
- Toinen lentohuippu: 750-800 astetta (Tiilikkala ym. 1998)
- Naaraan pitkäikäisyys n. 41 pv (Havukkala & Virtanen 1984)
- Munii 95 ± 13 munaa/naaras (Havukkala & Virtanen 1984)

Isokaalikärpänen

- Ei lentoennustetta saatavilla
- Lentää heinäkuun aikana
- Normaalisti 1 sukupolvi vuodessa
- Naaraan pitkäikäisyys n. 40 pv (Havukkala & Virtanen 1984)
- Munii 119 ± 13 munaa/naaras (Varis 1967), 192 ± 20 (Havukkala & Virtanen 1984)
- Muna- ja toukkakehitys yhteensä 43-60 pv (Varis 1967)
- Talvehtii kotelona peltomaassa



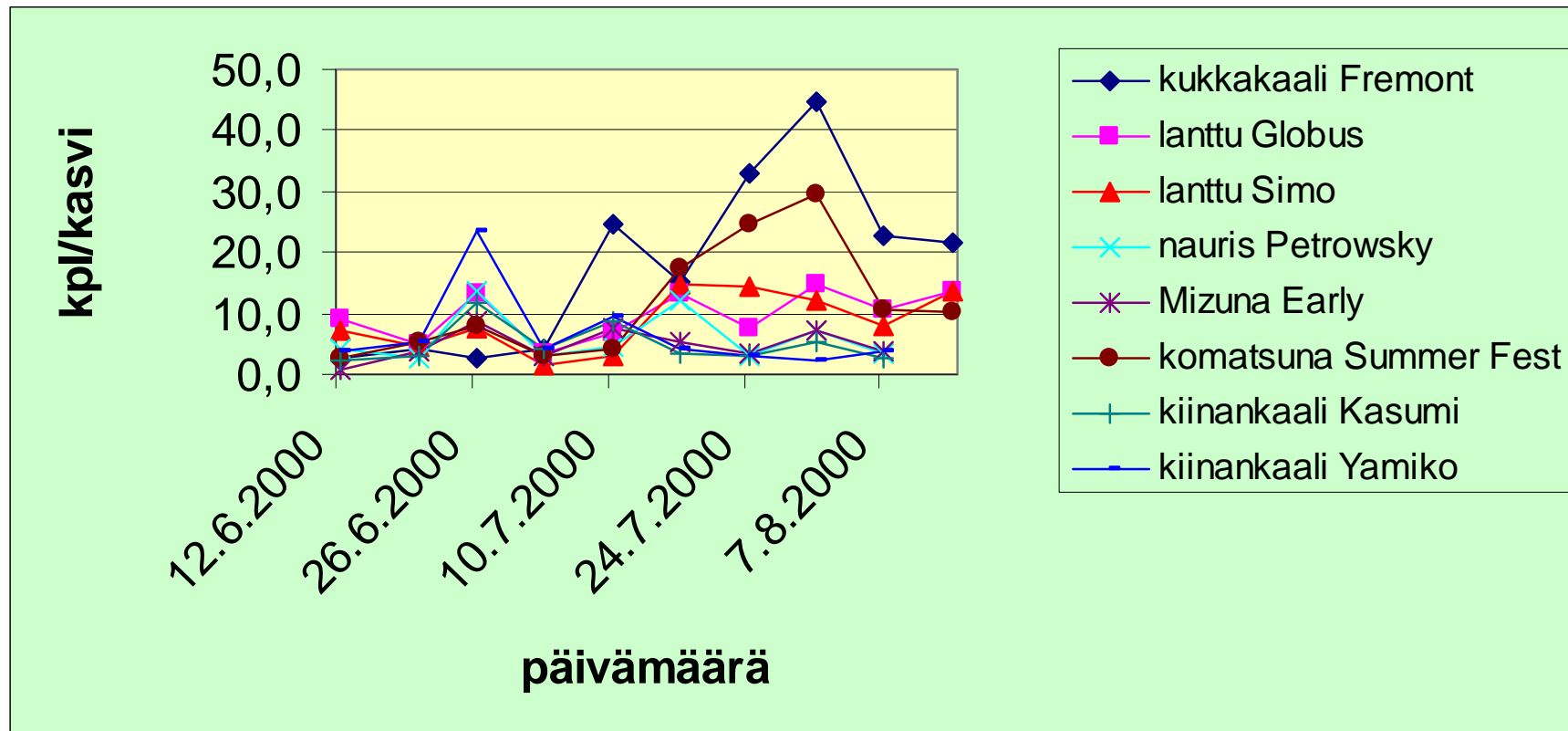
Tarkkailu



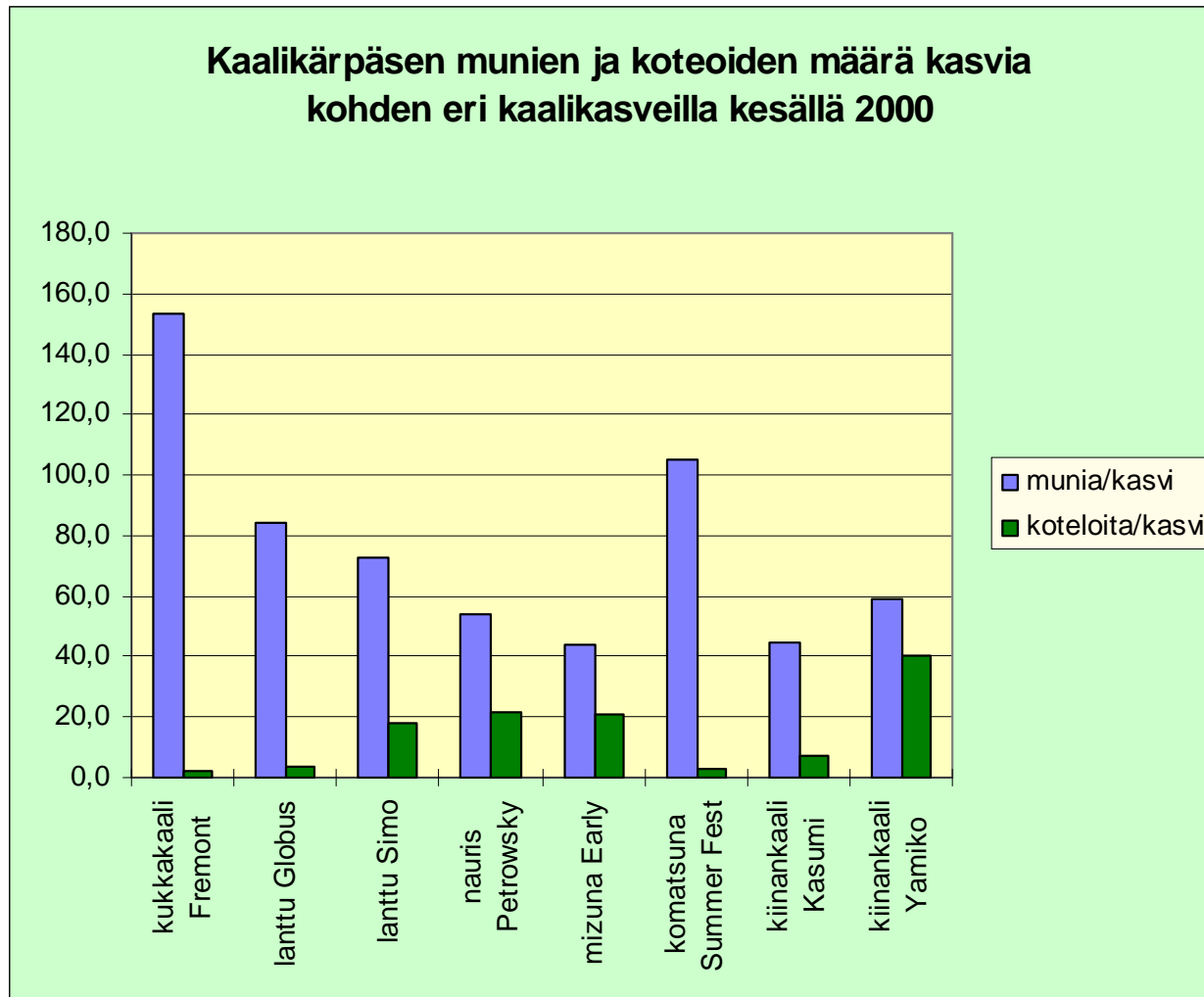
Kuva: Anne Nissinen

- Munalaskenta
- 5 cm levyinen hiekkakerros poistetaan 2 cm syvyydeltä
- Kaadetaan vesiastiaan
- Lasketaan munat pinnata
- Muna-ansoja on olemassa
- Lajintunnistus kotelosta

Kaalikärpäset: eri isäntäkasvien houkuttelevuus



Kaalikärpäset: eri isäntäkasvien jälkeläistuotto

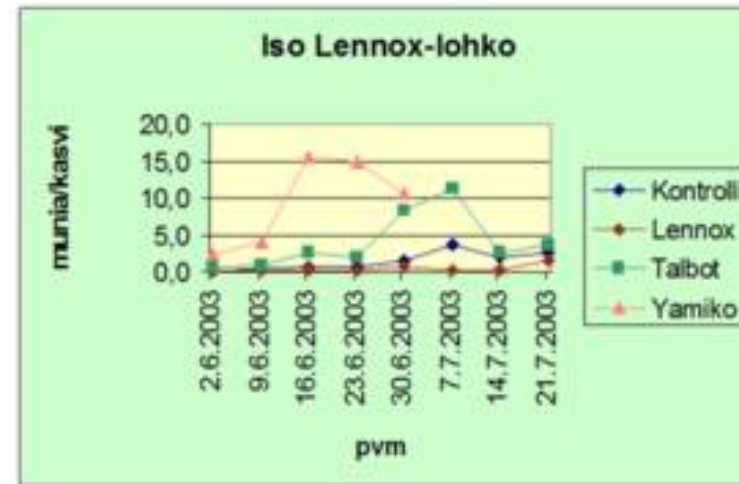
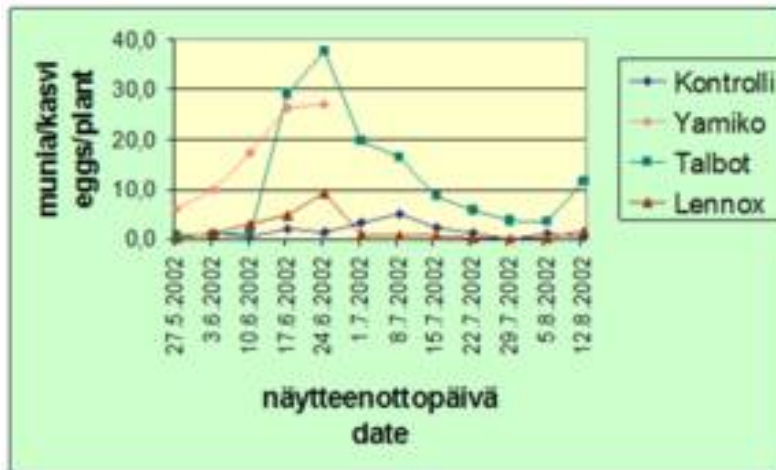


Houkutuskaivikkeet 2002-2003

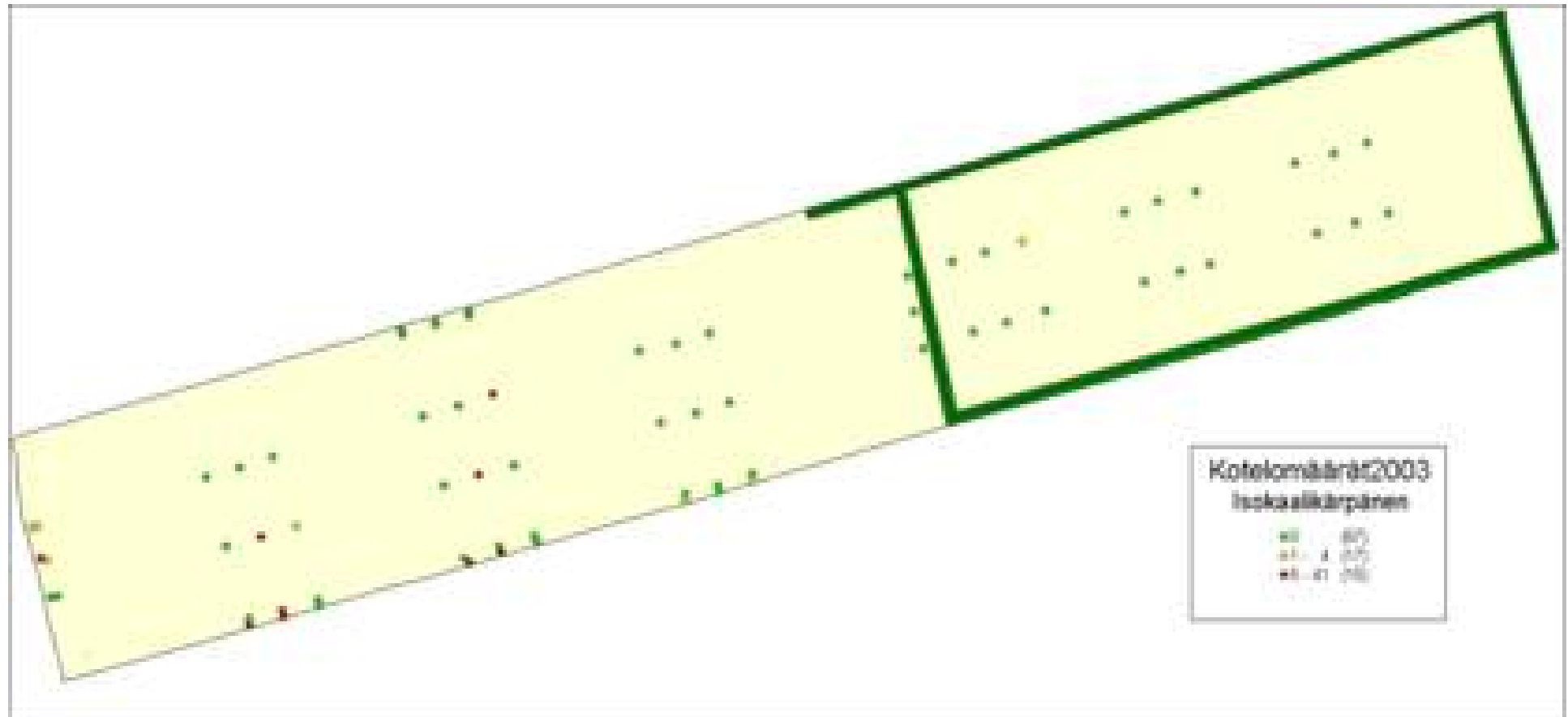


- Kaistan rakenne:
 - 3 riviä Yamiko-kiinankaalia
 - 2 riviä Talbot-kukkakaalia
 - keräkaalilohko ympäröidään houkutuskaistalla
 - kiinankaali istutetaan uloimmaksi
 - kaista istutetaan samaan aikaan kuin keräkaali!
 - kaistaa ei käsitelty torjunta-aineilla!!
- kontrollialue, jossa ei houkutuskaistaa

Houkutuskasvit 2002-2003



Houkutuskasvit



Karkotusaineen lisäys

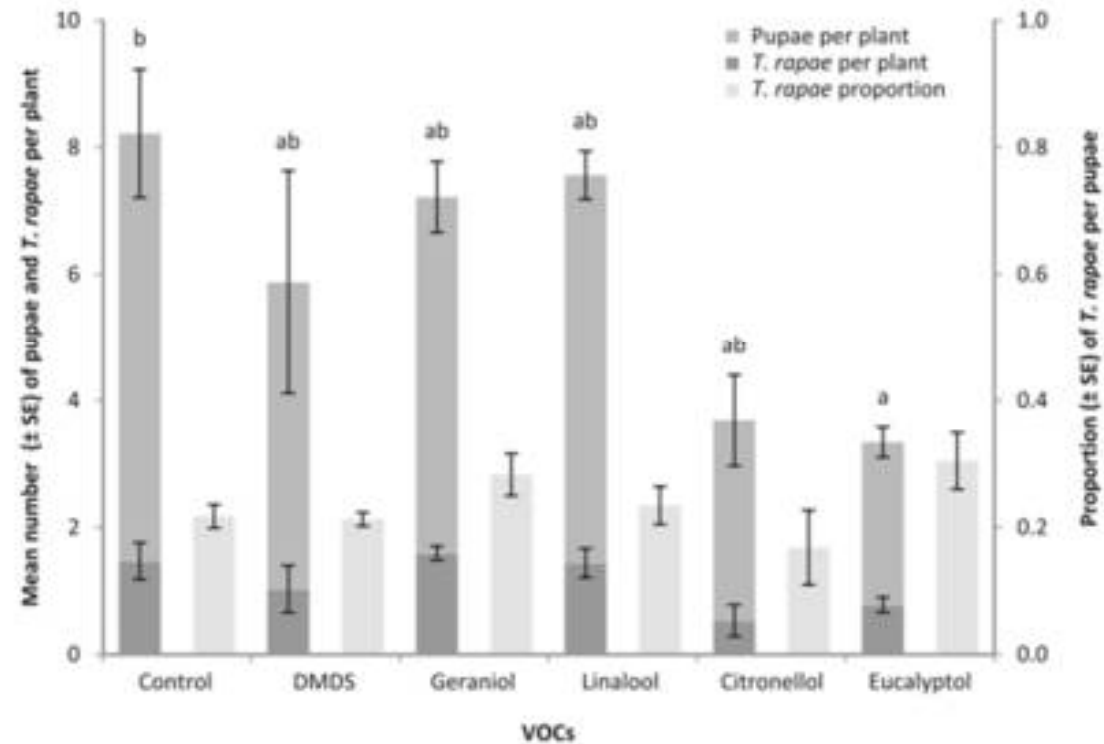
- Kiinankaali houkutuskasvina parsakaali pääkasvina
- Lisätty synteettisiä haihtuvia aineita haihduttimesta dimetyylidisulfidi, linalooli, geranioli, eukalyptoli and sitronelloli
- Eukalyptoli vähensi munintaa parsakaalille 45%
- Muut haihtuvat aineet vähensivät munintaa 20–30 %
- Eukalyptoli oli ainoa aine joka vähensi pikkukaalikärpäsen koteloiden määrää parsakaalilla
- Lähde: Lamy ym. 2017J Pest Sci 90:611–621

Karkotusaineen lisäys

616

J Pest Sci (2017) 90:611–621

Fig. 2 Mean numbers (\pm SE) of *D. radicum* pupae and *T. rapae* per broccoli and proportion of *T. rapae* per pupae, as a function of treatment. Different letters indicate significant differences between treatments ($P < 0.05$) for *D. radicum* pupae per plant (GLM, least-squares means)



Lähde: Lamy ym. 2017 J Pest Sci 90:611–621

Houkutusaineen lisäys

- Kiinankaali houkutuskasvina parsakaali pääkasvina
- Houkutus-karkotustekniikkaa tehostettiin haihtuvilla aineilla
- Dimetyylidisulfidi vähensi munintaa parsakaalille lähes 30%
- Kiinankaalia tehostettiin Z-3-heksenyl-asetaatilla, mikä lisäsi munintaa 40%
- Parsakaalin ja kiinankaalin välinen ero lopullisessa saastunnassa oli 40% ja
- *Trybliographa rapaen* loisinta-aste oli nelinkertainen kiinankaalilla
- Lähde: Lamy ym 2018. Environ Sci Pollut Res 25: 29868–29879

Varoitus: saneerauskasvit, öljyretikka



Kuva: Anne Nissinen

Kaalikasvien viljelykiertoon
ei saneerauskasveiksi
ristikukkaisia!

Kumppanuuskasvit

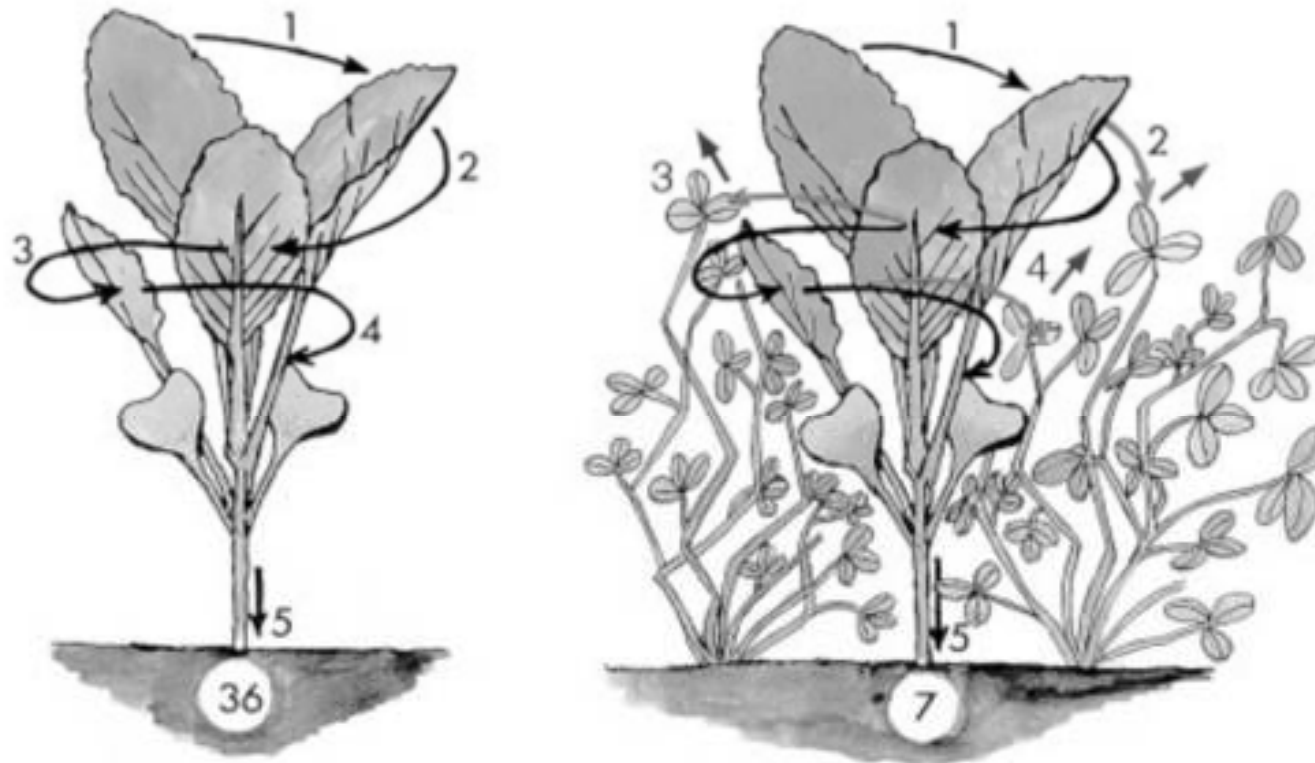


Figure 3. Schematic diagram to illustrate how diverse backgrounds, here represented by clover (*Trifolium* spp.), influence host plant acceptance by the cabbage root fly. Numbers represent the four (mean no.) leaf-to-leaf flights made by the fly to ascertain whether the plant is a suitable substrate around which to lay its eggs.

Finch & Collier. 2000. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 96: 91-102.

Kumppanuuskasvit

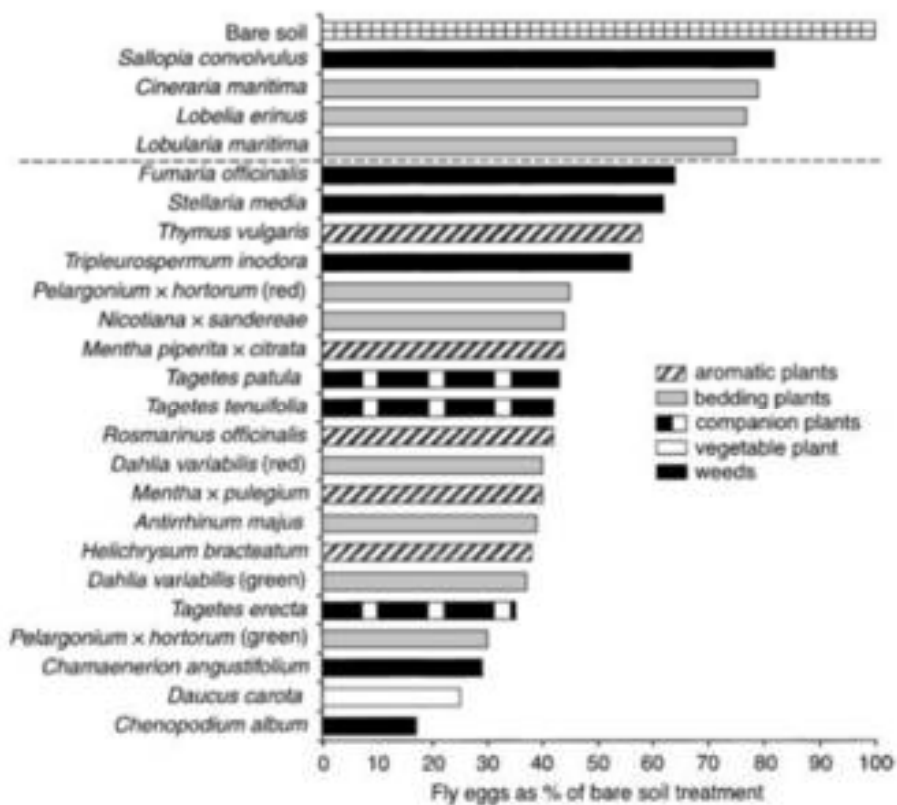


Figure 1 The numbers of cabbage root fly eggs recovered from around *Brassica* host plants, each surrounded by four plants of one of 24 non-host plant species, expressed as a percentage of the numbers of eggs recovered from around *Brassica* plants surrounded only by bare soil. *Brassica* plants in the treatments below the line received fewer ($P < 0.05$) eggs than similar plants surrounded by bare soil.

Finch ym. 2003. EEA 109:183-195.

Kumppanuuskasvit: johtopäätöksiä

- Testattiin maanpeite- ja rikkakasveja, aromaattisia kasveja
- Ennen lentoa lähtöä kärpäset viipyivät 2-5 kertaa pidemmän ajan ei-isäntäkasvilla kuin kaalikasveilla
- Jauhosavikka häiritsi rikkakasveista pikkukaalikärpäsen munintaa tehokkaimmin, vain 18% munamäärästä verrattuna paljaaseen maahan kaalin ympärillä, toisaalta peltoemäkki häiritsi vähiten (64% munamäärästä)
- Kumppanuuskasvin koko ja arkkitehtuuri (korkeus, haaroittuminen) vaikuttivat muninnan vähentymiseen kaalilla.
- Kaalikärpäset laskeutuivat yhtä paljon sekä isäntä että ei-isäntäkasveille.
- Häirintäkyky perustui vihreään väriin, ei tuoksuihin (?)
- Finch et al. 2003 EEA 109:183-195.

Luontaisten vihollisten vaikutus isokaalikärpäsen hallinnassa

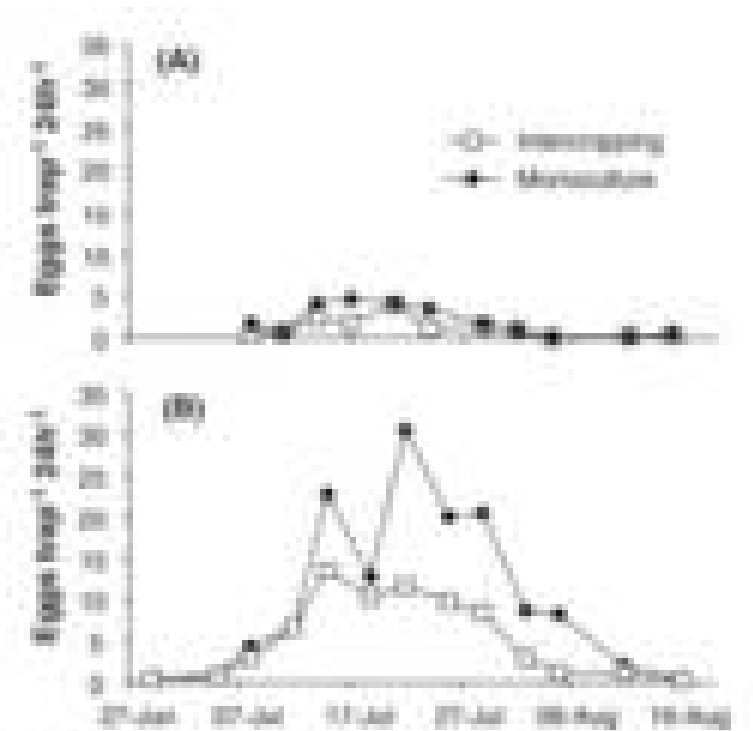


Figure 2. *Delia brevis* population in 2000 and 2004, in monoculture and intercropped with green lupinus of egg per plant during 2010. Data transformed values are shown.

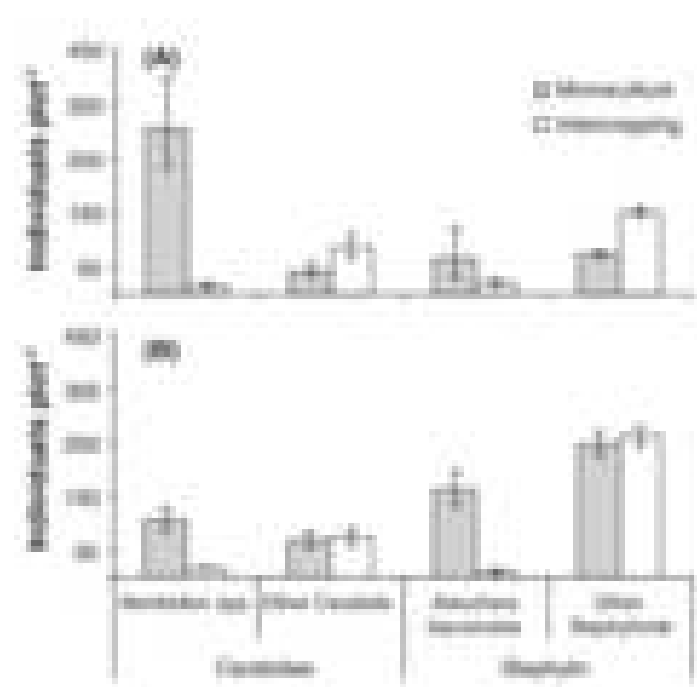


Figure 3. Mean number of individual larvae per plant of different groups caught in the field in 2000 and 2004 (mean \pm SD per treatment). Data were log₁₀ transformed before analysis, and back-transformed values are shown.

Lähde: Björkman ym. 2010. Agricultural and Forest Entomology, 12, 123–132

Luontaisten vihollisten vaikutus isokaalikärpäsen hallinnassa

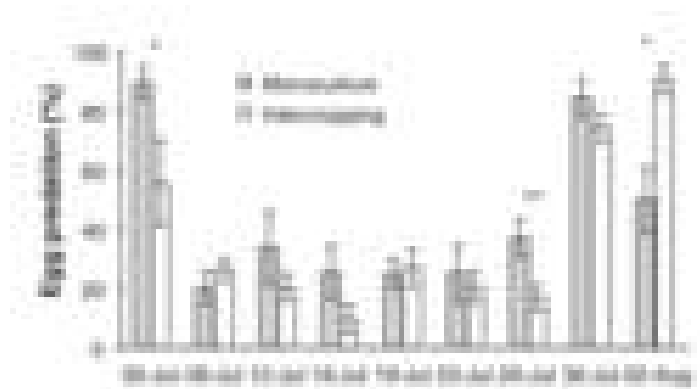
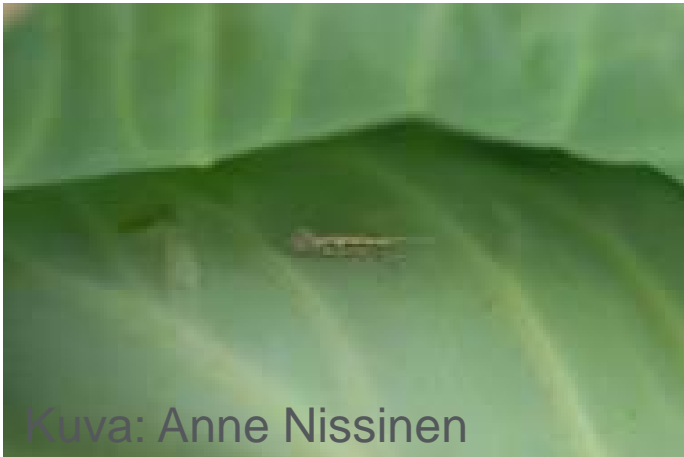


Figure 8. Percentage of *Delia floralis* larvae in soil samples from 2008 to 2010. The Y-axis is labeled 'DELIA FLORALIS (%)' and ranges from 0 to 100. The X-axis shows sampling dates: 2008-05-15, 2008-06-15, 2008-07-15, 2008-08-15, 2008-09-15, 2008-10-15, 2009-05-15, 2009-06-15, 2009-07-15, 2009-08-15, 2009-09-15, 2009-10-15, 2010-05-15, 2010-06-15, 2010-07-15, 2010-08-15, 2010-09-15, 2010-10-15. The legend indicates '2008' (dark grey) and '2009' (light grey). The chart shows high percentages in 2008, particularly in May and October, and lower percentages in 2009.

Lähde: Björkman ym. 2010.
Agricultural and Forest
Entomology, 12, 123–132

- Kaali-apila kaistariviviljely:
- *Delia floralis*: muninta oli runsaampaa monokulttuurissa molempina vuosina
- *Delia*-lajien tunnetut luontaiset viholliset, *Bembidion* spp. ja *Aleochara bipustulata* aktiivisuustiheys on suurempaa monokulttuureissa.
- *D. floralis*: koteloiden vähentyminen seosviljelyssä voi selittyä sillä, että apila häiritsi munintakäyttäytymistä, koska saalistustasossa tai loisimisasteessa ei ollut eroja viljelyjärjestelmien välillä.

Kaalikasvit, pellon ulkopuolella talvehtivat: Kaalikoi – vaeltaja laji



- Noin 9 mm pitkä, harmaa perhonen
- Naaras munii 160-290 munaa
- Toukat kuoriutuvat 3-5 päivässä
- Toukkavaihe kestää 15-21 vrk
- Kotelovaihe 4-15 vrk
- Kaalikoin ensimmäinen toukka-aste elää miinaajana lehtisolukon sisällä
- > tuhoa on vaikea huomata
- seuraavat toukka-asteet syövät ensin ikkunakuvioita ja sitten reikiä
- tuho ulottuu useisiin lehtikerrokseen
- keräkaalilla aiheuttaa kuorimistyötä

Peltokanankaali (*Barbarea vulgaris*) umpikujahoukutuskasvi kaalikoin torjunnassa

Table 2

Mean numbers of eggs per cultivated crucifer or yellow rocket, *Barbarea vulgaris*, after *Plutella xylostella* adults were released 3 days earlier in outdoor screenhouses that contained either all cultivated crucifers (i.e., cabbage or broccoli) or a mixture of cultivated crucifers and yellow rocket, *Barbarea vulgaris*

Experiment	Treatment	Mean (\pm SEM) number of eggs per plant ^a	
		On cabbage or broccoli plant	On <i>B. vulgaris</i>
1	Cabbage only	13.4 \pm 5.4A	—
	Cabbage + <i>B. vulgaris</i>	1.2 \pm 0.6Bb	31.6 \pm 4.1a
2	Broccoli only	5.8 \pm 2.0A	—
	Broccoli + <i>B. vulgaris</i>	0.8 \pm 0.6Ab	52.8 \pm 16.5a
3	Broccoli only	14.1 \pm 2.3A	—
	Broccoli + <i>B. vulgaris</i>	2.8 \pm 2.8Bb	66.0 \pm 2.5a

^aMeans followed by the same letter (upper case for different treatment, and lower case for different host plants) within each experiment are not significantly different using ANOVA ($P > 0.05$). Means were transformed by a $\log_{10}(x + 1)$ function before analysis, but untransformed means are presented. There were three replicates for each treatment.

Puhdas: 35 kaalia tai parsakaalia, tai seos: 24 ja keskellä 11 peltokanankaalia

Lähde: A.M. Shelton, B.A. Nault 2004. Crop Protection 23: 497–503

Peltokanankaali (*Barbarea vulgaris*) umpikujahoukutuskasvi kaalikoin hallinnassa

Table 3
Mean percentage survival of *Plutella xylostella* through the third instar when eggs were placed on leaves of either broccoli or yellow rocket, *Barbarea vulgaris*

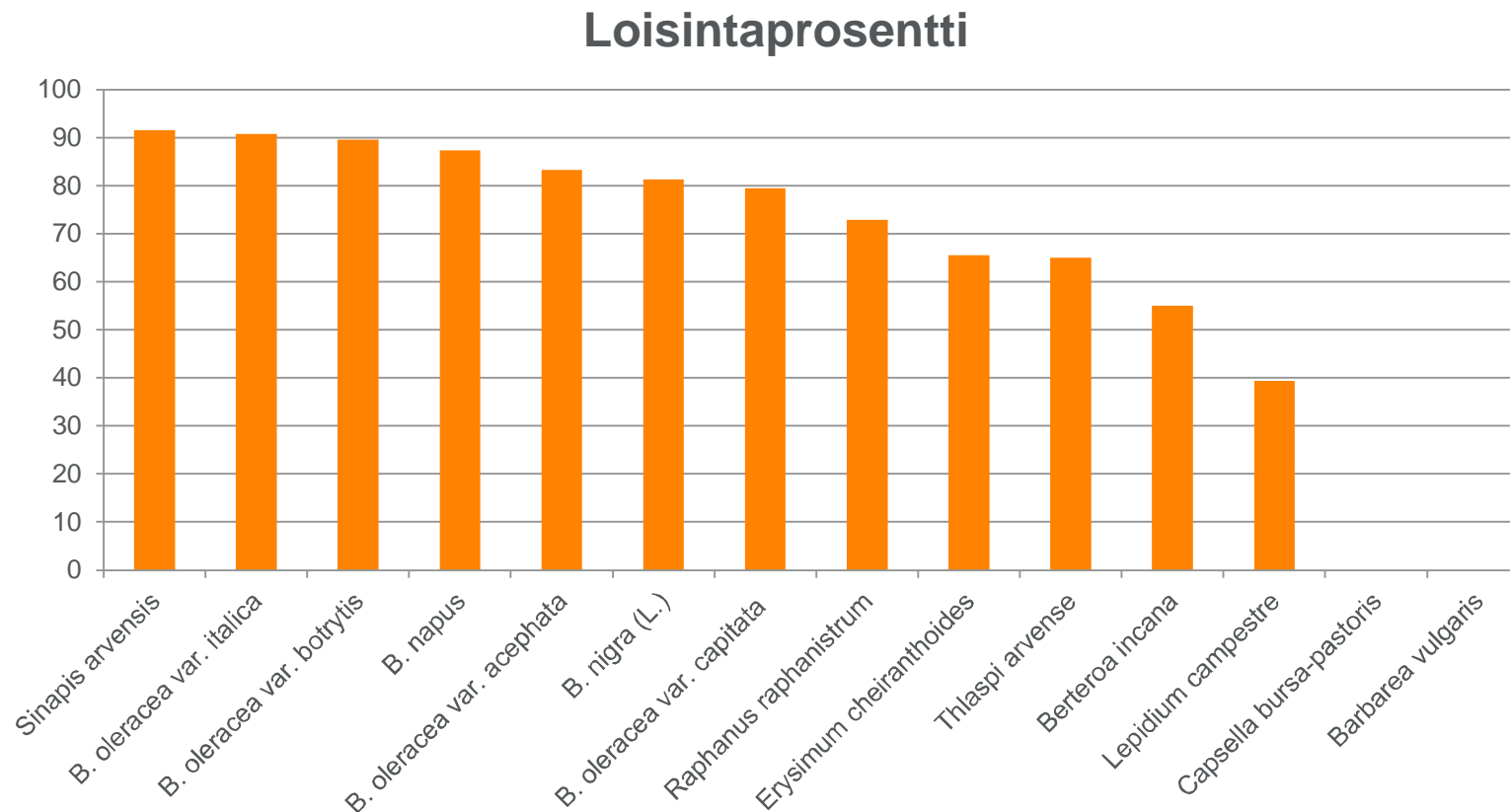
Experiment	Host	N	Mean (\pm SEM) percentage survival through third instar ^a
1	Broccoli	100	55.7 \pm 4.3a
	<i>B. vulgaris</i>	100	0b
2	Broccoli	100	38.0 \pm 3.4a
	<i>B. vulgaris</i>	100	0b

^a Means followed by the same letter within each experiment are not significantly different (χ^2 ; $\alpha > 0.05$).

Lähde: A.M. Shelton, B.A. Nault
2004. Crop Protection 23: 497–
503

- Saponiinit peltokanankaalissa aineita, jotka aiheuttavat sen, että toukat eivät selviä hengissä
- monodesmosidic triterpenoid saponin, 3-O-[O- β -D-glucopyranosyl-(1 \rightarrow 4)- β -D-glucopyranosyl]-hederagenin
- Kolmannen asteen toukat söivät alle 11% käsitellyistä lehtikeikoista verrattuna kontrollilehtikeikoihin, jotka oli käsitelty liuottimella
- Lisäksi kaikki ensimmäisen asteen toukat kuolivat käsitellyillä lehtikeikoilla
- Shinoda ym. 2002. Journal of Chemical Ecology, Vol. 28, 587-599.

Diadegma insulare –loispistiäisen loisinnan onnistuminen eri isäntäkasveilla



Muhammad Sarfraz , Andrew B Keddie & Lloyd M Dossall (2005) Biological control of the diamondback moth, *Plutella xylostella*: A review, *Biocontrol Science and Technology*,15:8, 763-789,

Johtopäätöksiä



Kaalikärpäksille ja kaalikoille on tunnistettu sopivia houkutuskasveja



On tunnistettu kemiallisia aineita, jotka lisäävät houkuttelevuutta/karkottavuutta tai estävät syöntiä, koeruudut kuitenkin aika pieniä



Mutta luontaisten vihollisten roolia on ollut vaikea osoittaa kokeissa: mahdollinen syy on se, että ne liikkuvat laajemmalla alueella kun koeruutujen koko on ollut

Haasteita



Useamman tuholaisen hallinta yhtä aikaa (kirpat, kaalikärpäset, kaalikoit, peltolude)



Kaalikoit ovat vaeltajia, ja niitä voi saapua hyvin suuria määriä kerralla, jolloin houkutuskaistan koko voi olla riittämätön eikä luontaisten vihollisten populaatioiden kasvu ole riittävän nopeaa pitämään niitä kurissa



Kaalikärpästen hallinnassa kumppanuuskasvien avulla ongelmana on yleensä kilpailu

Kiitos!