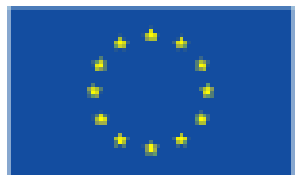


# Etelänjauhiaisen biotyypit ja niiden torjunta

---

INTO-kurssi:  
Jauhiaisten integroitu torjunta  
15. ja 16.6.2006  
Irene Vänninen  
MTT



AGROPOLIS OY





Kuva: Ward Stepman, BCP Ltd.

# 1. B- ja Q-biotyyppi



Kuva: Marika Linnamäki

## Biotyyppi=geneettinen rotu:

- ulkonäössä ei eroja, käyttäytymisessä ja biologiassa on eroja
- geneettisesti erilaisia → tunnistaminen molekyylibiologisin menetelmin:
  - **RAPD-PCR** (Random Amplified Polymorphic DNA-Polymerase Chain Reaction) tumassa tai mitokondrioissa olevalle DNA:lle (ei tarvita etukäteistietoa millaisia sekvenssejä haetaan)
  - RAPD-PCR:n avulla eroteltujen DNA-pätkien sekvensointi → tietylle geenilokukselle spesifiset markkerit (SCAR, CAPS= luotettavammin toistettava biotyyppien erottelumenetelmä)
  - **mikrosatelliittimarkkerit** → erittäin tarkka tunnistus, mahdollistaa alku-  
perän jäljittämisen ja biotyyppien alapopulaatioiden määrityksen
    - ✓ mikrosatelliitti: 1-4 nukleotidin perättäissarjojen esiintymät  
genomissa, esim. GTGTGTGTGTGT eli (GT)<sub>6</sub> tai AAAA eli (A)<sub>4</sub>

# Etelänjauhiaisen B- ja Q-biotyyppin eroja

Ominaisuus	B-biotyyppi	Q-biotyyppi
Levinneisyys	Maailmanlaajuinen	Välimeren alue, mutta leviämässä (ks. kartta)
Suomessa?	Hävitetyt löydökset viime vuosina pääosin B?	Maahan yrittävät populaatiot Suomessa lisääntyvästi Q?
Isäntäkasvivalikoima	Hyvin laaja. Joillakin kasveilla menestyy huonommin kuin Q. Reaktiot kasvien (ainakin tomaatti ja paprika) tuholaiskestävyyteen erilaisia kuin Q:n	Ilmeisesti rajoittuneempi, mutta joillakin (papu, paprika, tomaatti) menestyy paremmin kuin B. Reaktiot kasvien tuholaiskestävyyteen erilaisia kuin B:n
Fytotoksisuus	Kurpitsalla hopealehtisyys, tomaatilla hedelmien epätasainen kypsyminen	Ei ole
Virustensiirtokyky	Ei levitä erityisen tehokkaasti tomaatin keltakäppyrälehtivirusta; eräiden muiden virusten levittämiskyvyssä ei eroja	Levittää tehokkaasti tomaatin keltakäppyrälehtivirusta, eräiden muiden virusten levittämiskyvyssä ei eroja
Torjunta-aineresistenssi	Kehittyy nopeasti, mutta hitaammin kuin Q:lla	Kehittyy nopeammin kuin B:llä

# B- ja Q-biotyyppin kosintarituaali ei johda paritteluun



1. Koiras kohtaa naaraan ja asettautuu kosintarituaalin alkuasentoon OK



2. Koiras rummuttaa naarasta tuntosarvillaan OK



3. Tanssahtelu (takaruumiin liikuttelu) OK

voidaan tulkita eri lajeiksi



4. Lähentely (koiras tyrkkii naarasta) OK



5. Siivillä hyväily EI TOIMI

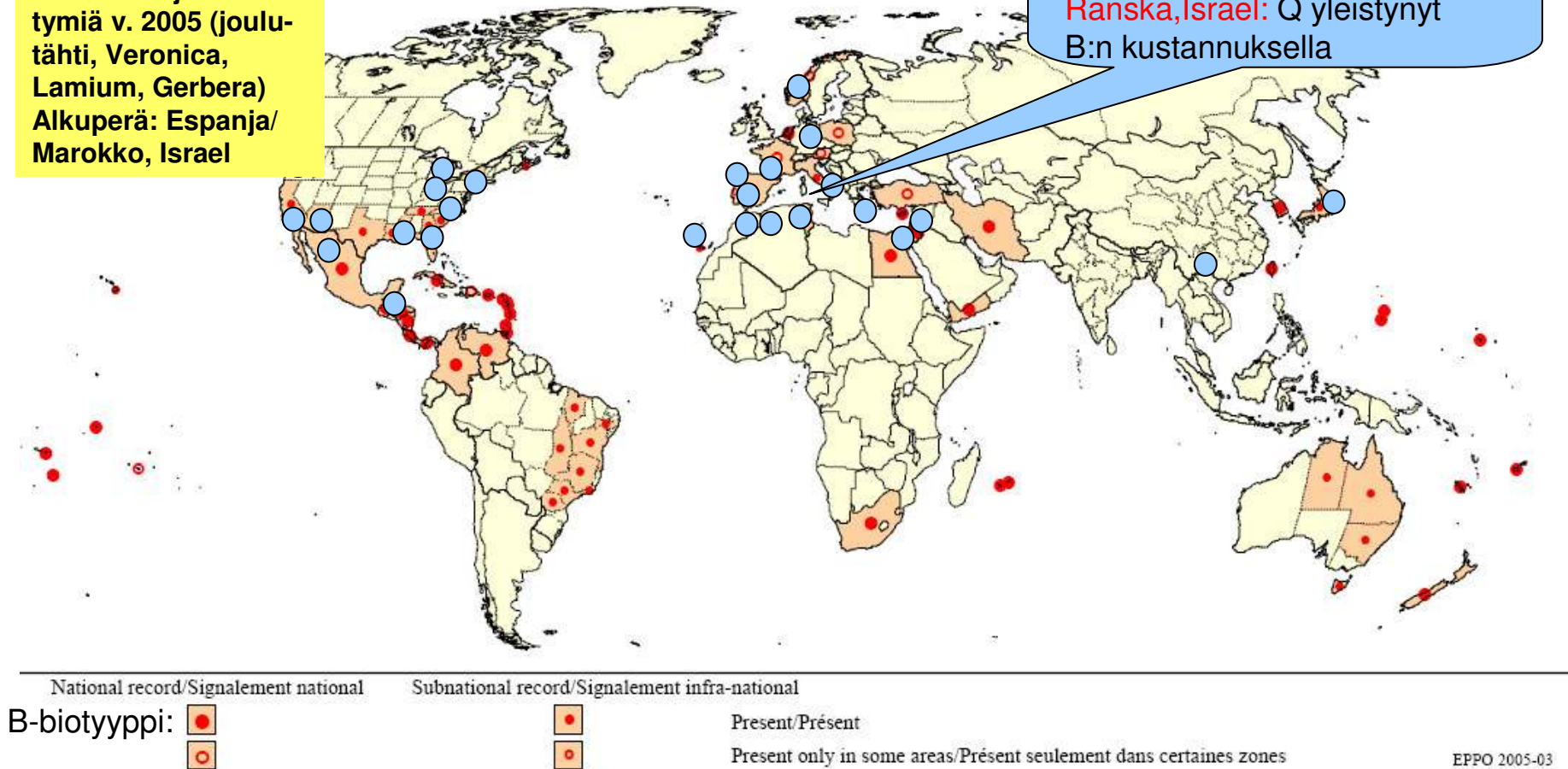



6. Sukelinten kontakti EI TAPAHDU

## 2. *Bemisia tabaci* B-biotyyppin levinneisyys ja Q:n löydökset

USA: 21 osavaltiossa todennettuja Q-esiintymiä v. 2005 (joulu-tähti, Veronica, Lamium, Gerbera)  
Alkuperä: Espanja/Marokko, Israel

Ilmeisesti ainakin 4 eri alapopulaatiotyyppiä. **Espanja, Ranska, Israel:** Q yleistynyt B:n kustannuksella



Q-biotyyppi (tiedot poimittu useista eri julkaisuista): 



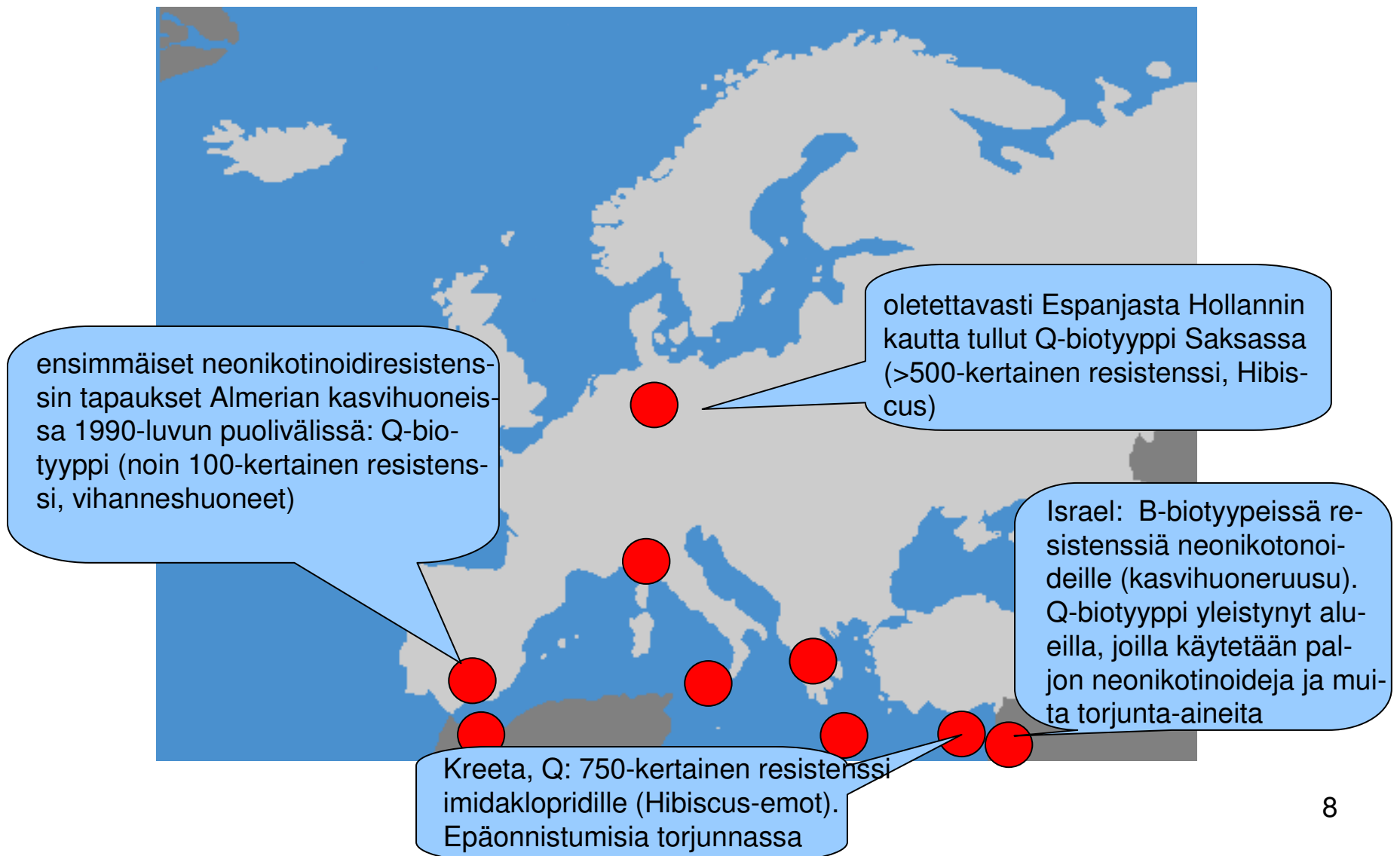
## Q-biotyyppin leviämismahdollisuus Suomeen suurentumassa/jo suurentunut?

- aikaisempina vuosina etelänjauhiaisesiintymiä lähes pelkästään joulu-tähdillä
- **keväällä** 2006 etelänjauhiaisia **Israelista** (ja Saksasta?) tuotujen ryhmä-kasvien ja yrttien taimiaineistossa  
[http://www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto\\_ja\\_rehut/ajankohtaista/?id=55](http://www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto_ja_rehut/ajankohtaista/?id=55)
- riskikasveja: petunia, marketta, lumihiutale, olkikukka ja yrttikasvit (mm. sitruunaverbena, oregano, laventeli, minttu, salvia)
- Shai Morin, Hebrew University of Jerusalem, huhtikuu 2006/USA: ”Mitä todennäköisimmin Välimeren alueelta Pohjoismaihin tulevat etelänjauhiaiset enenevästi Q-biotyyppiä.”
- kemiallisen torjunnan vaikeudet 2005 eräissä paikoissa merkki Q:n saapumisesta Suomeen?
- biotyyppien tunnistamiseen ollaan varautumassa MTT:ssa (kontakti: Anne Lemmetty)

### 3. Etelänjauhiaisen B- ja Q-biotyyppin kemikaaliresistenssin yleisyys ja taso

Tehoaine	B-biotyyppin resistenssi	Q-biotyyppin resistenssi	Viitteet
Organofosfaatit (1B)	Yleistä	Yleistä	Cahill et al. 1995
Pyretroidit (3)	Yleistä	Yleistä	Cahill et al. 1995
Neonikotinoidit (4)	Paikoitellen, lievää	Yleisempää ja voimakkaampaa	Nauen et al. 2002a Rauch & Nauen 2003 Prabhaker et al. 2005 Dennehy et al. 2005 Nauen & Denholm 2005 Denholm & Nauen 2006
Kasvunsäätteet (buprofetsiini 16, pyriproksifeni 7C)	Paikoitellen, lievempää	Yleisempää, voimakkaampaa	Horowitz & Ishaaya 1992 Palumbo et al. 2001 Horowitz et al. 2002 Horowitz et al. 2005 Dennehy et al. 2005 Bethke & Byrne 2005 Denholm & Nauen 2006
Pymetrotsiini (9B)	Kuten neonikotinoi- dit (sama resistenssi- mekanismi)	Kuten neonikotinoi- dit (sama resistenssi- mekanismi)	Nauen & Denholm 2005
Abamektiini (6)	Ei	Ei	Denholm & Nauen 2006
Spiromesifeni (23)	Ei	Ei	Nauen et al 2002b Denholm & Nauen 2006
Fenatsakvini (21)	Ei?	Ei?	Ei löydy tutkimuksia

## 4. Etelänjauhiaisen neonikotinoidiresistenssi (imidaklopridi, asetamipridi, thiametoksami) Euroopassa





## Neonikotinoidiresistenssille tyypillistä laboratorio- kokeissa (perättäiset käsittelyt usean sukupolven ajan):

- resistenssi kehittyy sekä B- että Q-biotyypeillä
- resistenssi alkaa näkyä jo 5. sukupolvessa käsittelyjen alettua
- ensimmäiset 8 sukupolvea: hidas voimistuminen, sitä seuraavissa voimistuu vauhdilla (geneettinen fiksaatio)
- B-biotyyppin resistenssi häviää kun käsittelyt lopetetaan
- Q-biotyyppin resistenssi säilyy jopa 2 vuotta, vaikka käsittelyt lopetetaan
- kasvihuoneet vertautuvat pitkälti laboratoriokasvatukseen: suljettu ympäristö, tiheä käsittelytarve, ei resistenssiä laimentavia yksilöitä ulkopuolelta

## Neonikotinoidiresistenssille tyypillistä:

- B- ja Q-sekapopulaation käsittely neonikotinoideilla → Q tulee vallitsevaksi, B häviää kilpailussa: todennettu sekä laboratoriossa että viljelyksillä (Espanja, Ranska, Israel)
- **Q yleistymässä/yleistynyt jo Välimeren maissa**, erit. Espanja, Ranska, Israel, jossa runsas neonikotinoidien ja pyriproksifenin käyttö → suurentunut todennäköisyys että kasvien mukana saadaan Q-bio-tyyppi
- vrt. Q:n leviäminen USA:aan 2004-05, Kiinaan, Japaniin = **selviä merkkejä Q:n leviämisen voimistumisesta Q:n yleistyttyä Välimeren alueella neonikotinoidi- ja pyriproksifeniresistenssin takia**

# 5. Pyriproksifeniresistenssi

- **kehittymisnopeus:**
  - avomaaviljelykset, Israel: resistenssi 7-10 vuodessa, samalla Q-biotyyppi yleistynyt, käyttö pitänyt lopettaa useilla alueilla
  - avomaa, Arizona: 6-7 vuodessa (huolimatta resistenssinhallinnasta)
  - kasvihuoneet, Israel: jo kolmen käsittelykerran jälkeen yhdessä vuodessa
- resistenssi labrassa alkaa heiketä noin 6 sukupolven jälkeen, kun käsittelyt lopetetaan; kokonaan häviää 20 sp:n päästä (jos B-biotyyppin puhdas tai B+Q:n sekapopulaatio)
- pyriproksifeniresistenssi häviää täysin vain jos alussa Q:n ja B:n sekapopulaatio, koska Q häviää kilpailussa B:lle ilman torjunta-aineita. Jos puhdas Q-populaatio, resistenttejä yksilöitä ei saada kokonaan häviämään.

# Pyriproksifeniresistenssi

- neonikotinoidi- ja pyriproksifeni-resistenssien yhdistyminen:
  - pyriproksifenille resistenttien yksilöiden käsittely neonikotinoideilla: Q säilyy vallitsevana ja säilyttää pyriproksifeniresistenssinsä (moni-/ristikkäis-resistenssi?)
- puhtaassa Q-populaatiossa säilyy noin 3 % resistenteistä yksilöistä vielä 50 sukupolven kuluttua käsittelyjen lopettamisesta → **resistenssi palautuu nopeasti jos käsittelyt alkavat uudelleen**

# 7. Buprofetsiiniresistenssi

- kehittyy kasvihuoneissa jopa yhden käsittelyn jälkeen (leikkoruusu, Israel)
- avomaalla (puuvilla, Israel) yhden kasvukauden aikana jo lievä resistenssi
- säilyy pitkään, väh. 6 kk kun käsittelyt lopetetaan
- biotyypin eroista resistenssin suhteen ei tietoa

# 8. Pymetroosiiniresistenssi

- mekanismi sama kuin neonikotinoidiresistenssin (entsyymaattinen detoksifikaatio)
- neonikotinoidi- ja pymetroosiiniresistenssi altistanevat myös flonikamidiresistenssille (vaikutustapa samankaltainen kuin pymetroosiinin)
- ei ole havaittu ristikkäisresistenssiä pyretroideille eikä organofosfaateille



## 9. Ristikkäisresistenssi jauhiaisaineilla

- imidaklopridi
- pyriproksifeni
- buprofetsiini
- pymetrotsiini
- **muut neonikotinoidit** (thiametoksami, asetamipridi). Ei dinotefuran toistaiseksi. **Pyriproksifeni. Organofosfaatit, pyretroidit** (ei kaikki). **Pymetrotsiini**. Ilm. myös buprofetsiini??
- **neonikotinoidit**, erit. imidaklopridi (ei dinotefuran toistaiseksi). Ilm. myös buprofetsiini??
- imidaklopridi (??), pyriproksifeni (??) (tod.näk. kyse moniresistenssistä eli kyse ei samasta res. mekanismista??)
- **neonikotinoidit**

# Ristikäisresistenssi jauhiaisaineilla

- fenatsakvini
  - abamektiini
  - spiromesifeni
- ei tietoa (toistaiseksi ei löydöksiä)
  - ei tietoa (toistaiseksi ei löydöksiä)
  - toistaiseksi ei ristikkäisresistenssiä minäkään aineen kanssa.

# 10. Q-biotyyppin torjuntakokeet, USA

## 1) Bethke & Byrne (2006):

- kasvi:joulutähti
- Q:n alkuperä: gerbera/Kalifornia, joulutähti/Arizona
- standardi-ikäinen jauhiaispopulaatio (1. asteen toukat+hieman 2. asteen toukkia)
- optimaalinen käsittelyn peittävyys myös ruiskutettaessa
- kertakäsittely jokaisella aineella joko kasteluna tai ruiskutuksena suurimalla suositellulla annoksella

Lähde: <http://www.mrec.ifas.ufl.edu/LSO/DOCUMENTS/SAF%20Conf%2006%20GPN.pdf>

Bethke &  
Byrne 2006,  
USA, Q

Kauppanimi	Tehoaine	Aineryh mä	Annos %	R=ruiskutus K=kastelu	Teho-%
Avid 0.15EC + Talstar GH (0.67F)	<b>Abamektiini + Bifenthrini</b>	6 + 3	0,063	R	<b>100%</b>
Judo 4F	<b>Spiromesifeni</b>	23	0,031	R	<b>100%</b>
Safari 20SG	<b>Dinotefuran</b>	4	0,180	K	<b>100%</b>
Safari 20SG	<b>Dinotefuran</b>	4	0,060	R	<b>100%</b>
Avid 0.15EC	<b>Abamektiini</b>	6	0,063	R	<b>&gt;95%</b>
Sanmite 75WP	<b>Pyridaben</b>	21	0,045	R	<b>&gt;95%</b>
TriStar 70WSP	<b>Asetamipridi</b>	4	0,012	R	<b>&gt;90%</b>
Flagship 25WG	<b>Thiamethoksami</b>	4	0,030	K	<b>80 – 90%</b>
Celero 16WSG	<b>Klotianidini</b>	4	0,030	K	<b>70 – 90%</b>
Marathon II 2F	<b>Imidaklopridi</b>	4	0,013	K	<b>60 – 95%</b>
Dursban ME	<b>Klorpyrifossi</b>	1	0,391	R	<b>80%</b>
Flagship 25WG	<b>Thiamethoksami</b>	4	0,030	R	<b>80%</b>
Celero 16WSG	Clothianidini	4	0,030	R	70%
Marathon II 2F	<b>Imidaklopridi</b>	4	0,013	R	<b>70%</b>
Talus 70WP	<b>Buprofetsiini</b>	16	0,045	R	<b>60%</b>
Talstar GH (0.67F)	Bifenthrini	3	0,141	R	50%
Aria 50SG	Flonikamidi	9C	0,032	R	45%
Tame 2.4EC	Fenpropathriini	3	0,125	R	42 – 70%
Enstar II	S-Kinopreeni	7A	0,078	R	38%
Endeavor 50WG	<b>Pymetrotsiini</b>	9B	0,037	R	<b>35%</b>
Distance IGR	<b>Pyriproksyfeni</b>	21	0,063	R	<b>30 – 95%</b>
MilStop (85S)	Kaliumbikarbonaatti	n/a	0,300	R	26%
Discus	Imidaklopridi+Syflutriini	4 + 3	0,196	R	22%
Orthene TT&O	Asefaatti	1	0,030	R	18 – 30%

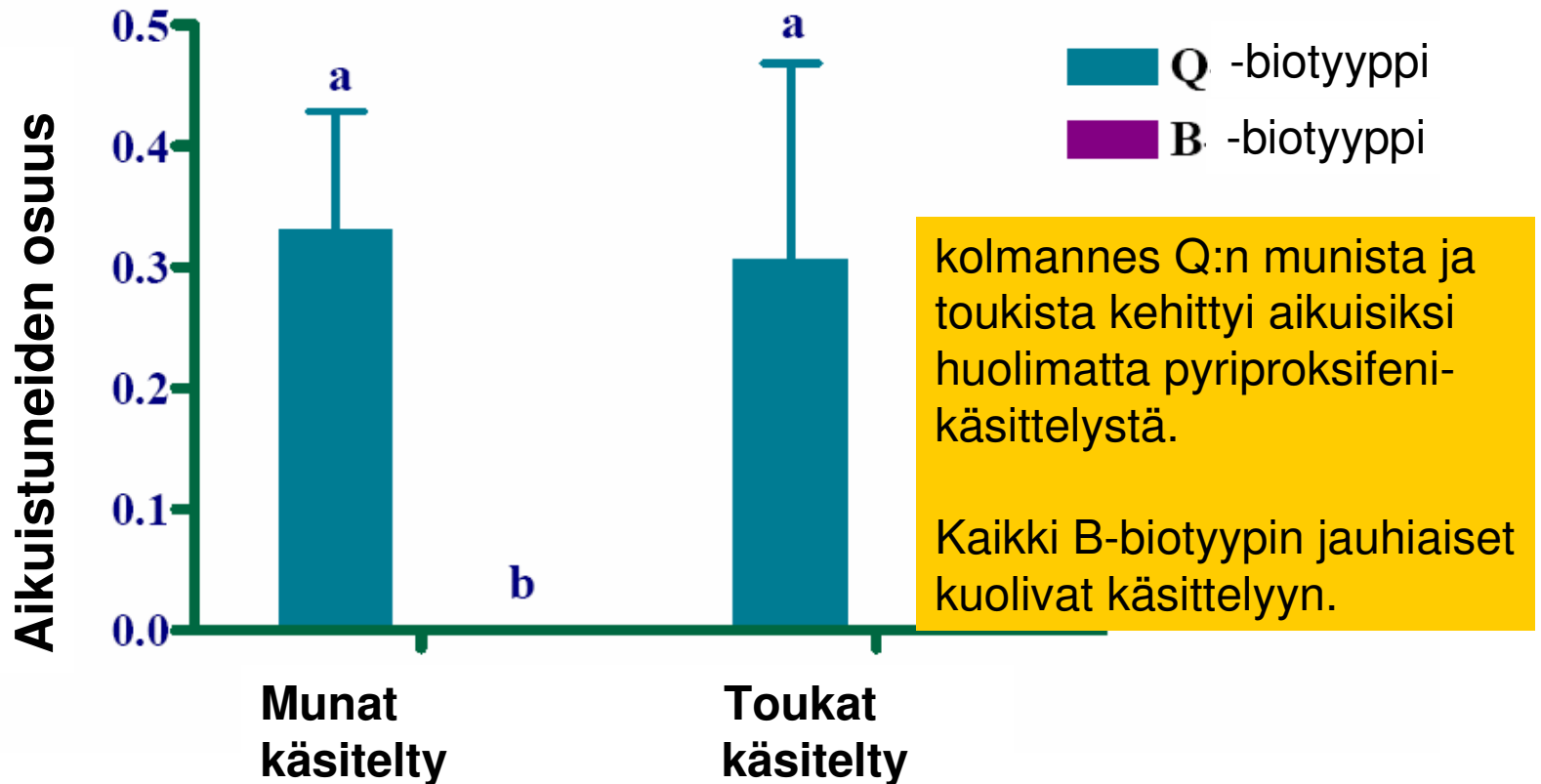
# Q-biotyyppin torjuntakokeet, USA

## 1) Bethke & Byrne (2006):

- kasvi: joulutähti
- Q:n alkuperä: gerbera/Kalifornia
- käsittelyn kohde: B- ja Q-biotyyppin munat tai 1. asteen toukat
- aine: **pyriproksifeni**
- ruiskutus suurimmalla sallitulla pitoisuudella

Lähde: <http://www.mrec.ifas.ufl.edu/LSO/DOCUMENTS/SAF%20Conf%2006%20GPN.pdf>

B- ja Q-biotyyppin jauhiaisten kehittyminen aikuisiksi munien tai toukkien pyriproksifenikäsittelyn (Distance) jälkeen (Bethke & Byrne 2006)

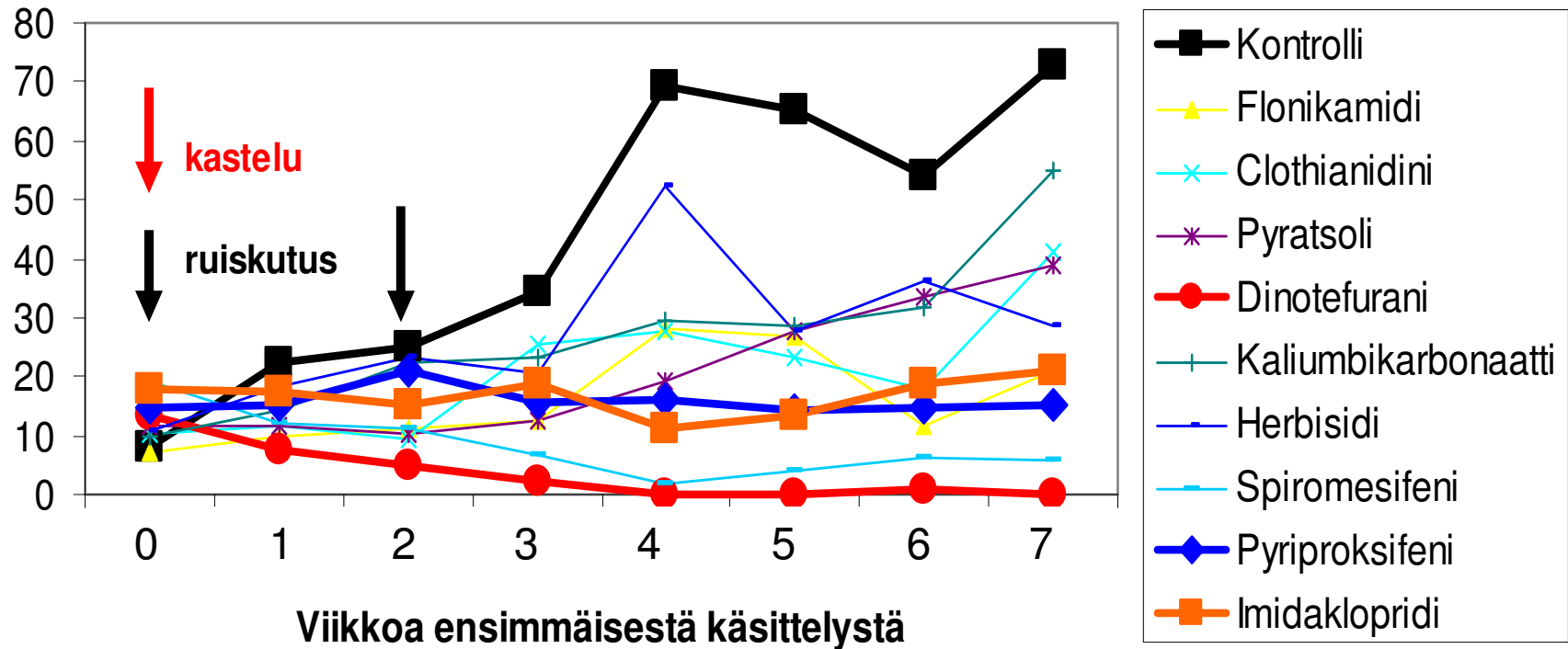




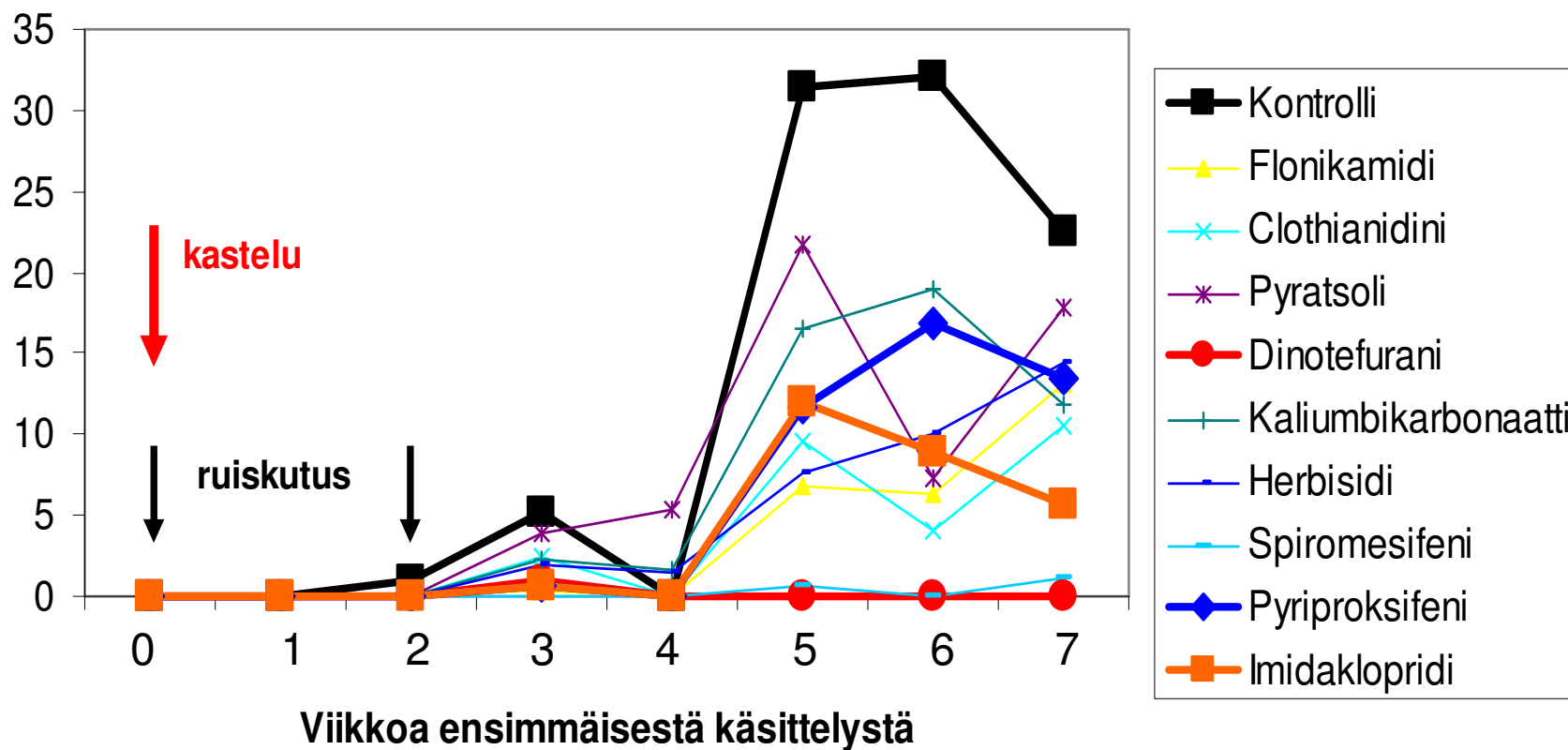
# Q-biotyyppin torjuntakokeet, USA

- 1) Oetting (2005a): kasvihuonekoe joulutähdellä
  - joulutähti ikä 1,5 kk, lajike Dynasty Red
  - Q:n alkuperä: kasvihuone, Georgia
  - käsittelyn kohde: 19 vrk:n kuluessa kasveille muodostunut populaatio (toukkia ja saastutukseen käytettyjä aikuisia)
  - kertakastelu 120 ml/ruukku: flonikamidi, clothianidini, dinotefurani, imidaklopridi, pyratsoli DPX-E2Y45
  - kaksi ruiskutusta 15 pv:n välein: pyriproksifeni, kaliumbi-karbonaatti, eräs herbisidi (!)
  - aikuisten, toukkien ja kuoriutuneiden koteloiden laskenta 7 viikon ajan 1. käsittelystä alkaen

## Q-biotyyпин etelänjauhiaisten torjuntakoe joulutähdellä kasvihuoneessa (Oetting 2005). Toukkia/lehti



Q-biotyyppin etelänjauhiaisten torjuntakoe joulutähdellä kasvihuoneessa (Oetting 2005). Kuoriutuneita koteloita/ lehti



# Q-biotyyppin torjuntakokeet, USA

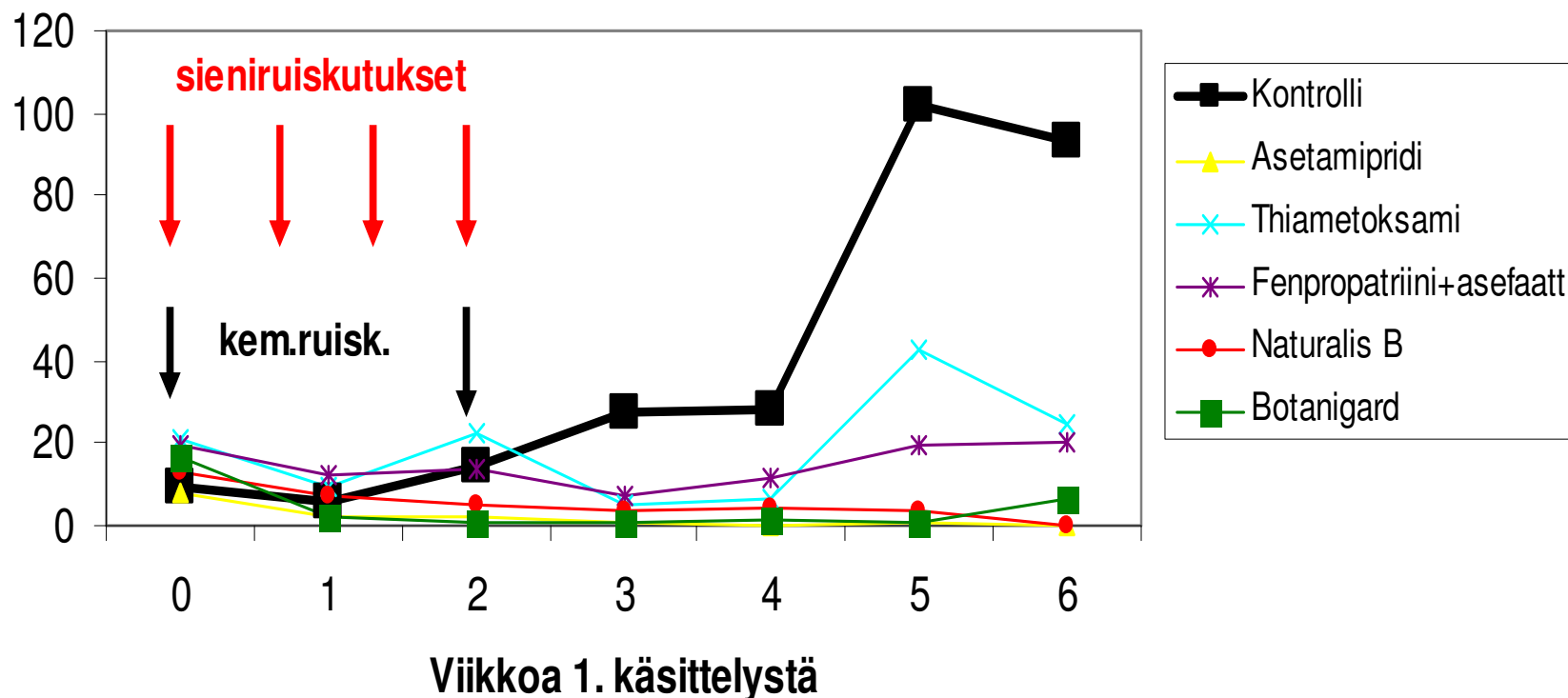
## 1) Oetting (2005b): Kasvihuonekoe joulutähdellä:

- joulutähti ikä 1,5 kk, lajike Dynasty Red
- Q:n alkuperä: kasvihuone, Georgia
- käsittelyn kohde: 28vrk:n kuluessa kasveille muodostunut populaatio (toukkia, koteloita ja saastutukseen käytettyjä aikuisia)
- kaksi ruiskutusta 13 pv:n välein: thiametoksami, asetamipridi, fenpropatriini (pyretroidi)+asefaatti (organofosfaatti)
- 4 ruiskutusta 4-5 pv:n välein: Naturalis, Botanigard (molemmissa tehoaineena sieni Beauveria bassiana)
- aikuisten, toukkien ja kuoriutuneiden koteloiden laskenta 7 viikon ajan 1. käsittelystä alkaen

## Q-biotyyppin etelänjauhiaisten torjuntakoe USA:ssa (Oetting 2005b).

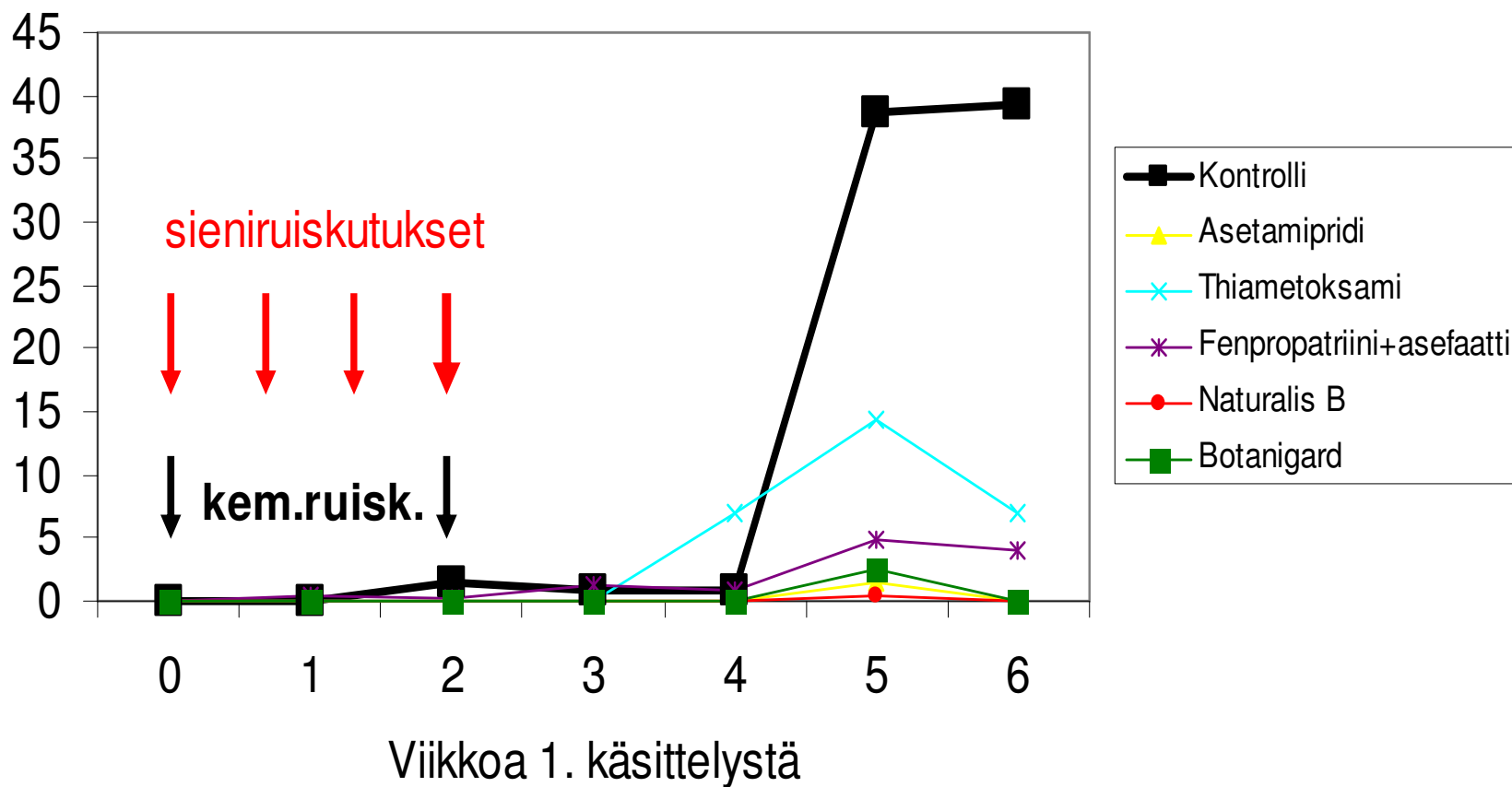
### Toukkia/lehti

Lähde: <http://www.mrec.ifas.ufl.edu/LSO/DOCUMENTS/QSLWF05-15.pdf>



Botanigard fytotoksinen myyntiarvoa alentavasti (mutta liian runsas käsittely?)  
Naturalis lievemmin fytotoksinen, ei tulkittu myyntiarvoa alentavaksi.  
Oireet: lehtien reunojen ja kärkien polttovioitukset, Botanigard myös lievää nuutumista ja lehtien tippumista. Vioitukset näkyviin 2 viikon kuluttua käsittelystä

**Q-biotyyppin etelänjauhiaisten torjuntakoe USA:ssa (Oetting 2005b).**  
**Kuoriutuneita koteloloita/lehti**





# USA:n kokeet Q:lla, yhteenveto:

- parhaat torjuntatulokset neljällä eri Q-biotyyppin populaatiolla (numero =vaikutustaparyhmä):
  - 1) 97-100 %: spiromesifeni **23** (ruiskutus), dinotefurani **4** (kastelu tai ruiskutus)
  - 2) > 95 %: **abamektiini 6** (ruiskutus), **pyridabeni 21** (ruiskutus) (*sama ryhmä kuin fenatsakvini=Pride Ultra*), asetamipridi **4** (ruiskutus)
  - 3) 87-97 %: Beauveria bassiana (ruiskutukset) (huom. fytotoksisuus!)
  - 4) 67-90 %: thiametoksami **4** (kastelu tai ruiskutus), klorpyrifossi **1B** (ruiskutus)
  - 5) 43-90 %: **imidaklopridi 4** (kastelu tai ruiskutus) (huom. tehon vaihtelu käsittelytavasta ja Q-biotyyppin alkuperästä riippuen)
  - 6) vaihtelu käsittelytavasta ja Q-biotyyppin alkuperästä riippuen)
  - 7) 25-95 %: **pyriproksifeni 7C** (huom. tehon vaihtelu Q-biotyyppin alkuperästä riippuen).

# 11. Mitä biotyyppejä Suomeen ja millainen torjunta?

**Suomeen tulevat etelänjauhiaiset voivat olla:**

- 1. B-biotyyppiä**
- 2. Q-biotyyppiä**
- 3. B+Q:n sekapopulaatio**
- 4. Etelänjauhiaisen (B ja/tai Q) +ansarijauhiaisen sekapopulaatioita (tai ansarijauhiainen peräisin omalta viljelmältä)**

etelänjauhiaisen biotyypin määrittäminen parantaa hävittävän torjunnan onnistumisvarmuutta

# B-biotyyppin etelänjauhiaisen torjunta Suomessa



## Munat:

- Admiral 7C
- Vertimec 6
- Pride Ultra 21
- Confidor 4



## Toukat:

- Pride Ultra 21
- Admiral 7C
- Confidor 4
- Vertimec 6
- **kiilukaiset**
- **Mycotal**
- **Preferal**
- Applaud 16
- Saippuat
- pyretriini



## Aikuiset:

- Pride Ultra 21
- Confidor 4
- Plenum 16
- Vertimec 6
- nikotiini
- pyretriini

varmistu että kasveilla on niitä kehitysasteita, joihin tehoavaa ainetta käytät!

jos kastelukäsittely Confidorilla, kiilukaiset poissa pelistä ainakin 5 viikkoa sen jälkeen!

# Q-biotyyppin etelänjauhiaisen torjunta Suomessa

(oletuksena laajempi resistenssi kuin B:llä)



Kuvat: Marika Linnamäki

## Munat:

- Vertimec 6
- (Admiral 7C)
- Pride Ultra 21
- Confidor 4

## Toukat:

- Pride Ultra 21
- Vertimec 6
- (Confidor 4)
- (Admiral 7C)
- **kiilukaiset**
- **Mycotal**
- **Preferal**
- Saippuat
- Applaud 16
- pyretriini

## Aikuiset:

- Pride Ultra 21
- (Confidor 4)
- Vertimec 6
- Plenum 16

resistenssiä Q-biotyyppillä näitä aineita vastaan, varauduttava heikentyneeseen tehoon!

bitorjuntaa käyttämällä saadaan "ostettua lisää aikaa" jauhiaisten pitämiseksi kurissa kunnes biotyyppi on määritetty

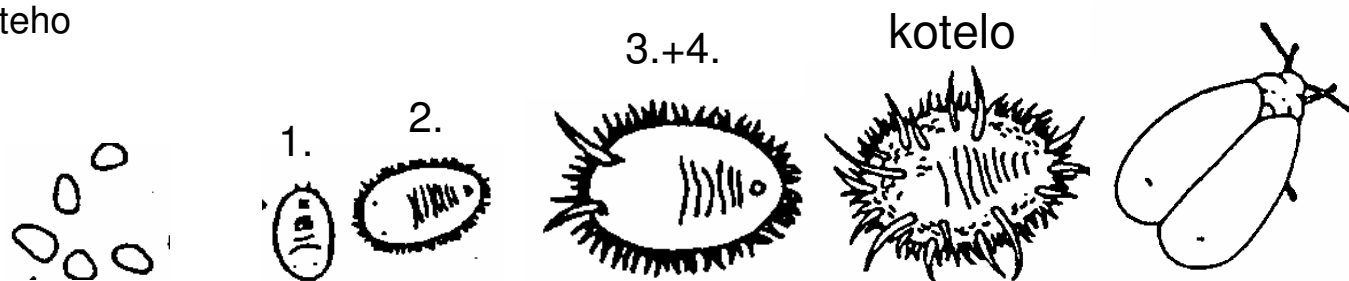
varautuminen jatkossa **spiromesifenin** liittämiseen aineluetteloon hävittävän torjunnan varmistamiseksi?

# Spiromesifenin teho jauhiaisten eri kehitystasoihin

ensisij. vaikutus       ks. erill. huom.

toissij. vaikutus

ei tehoa tai huono teho



Spiromesifeni (Oberon)			3. toukka-aste kuolee, 4. toukka-aste huonosti		ei juuri tapa, mutta suunnilleen puolittaa naaraiden munamäärän ja munien kuoriutumisen
------------------------	--	--	--	--	---