Sekaviljelyllä riskinsietoa tulevaisuuden ilmastoon?

Sari Himanen, MTT

INTERCROP hanke 2011-2013

Rahoittaja: MMM/Makera ja MTT

Monimuotoisessa ekosysteemissä riskinsieto ulkoisia uhkia kohtaan suurempaa

Sekaviljely (intercropping)

Kahden tai useamman kasvilajin yhtäaikainen viljely samassa kasvupaikassa. Tavoitteena parempi resurssien hyödyntäminen (kasvutila, vesi, ravinteet, valo) ja yhteiselon hyödyt (fasilitaatio).

- Vanhimpien viljelyjärjestelmien uskotaan olleen sekaviljelyä
- Intiaaneilla mm. ”kolmen sisaren viljelmät”:
  maissi tuki hernettä, herne sitoi typpeä, kurpitsa suojasi rikoilta

Luonnon ekosysteemeistä oppimista

- Eri kasvilajien tai lajikkeiden yksilöiden välinen kilpailu on pienempää kuin saman kasvilajin tai –lajikkeen yksilöiden.
- Eri lajit ja lajikkeet voivat reagoida eri tavoin ympäristöolojen kuten sään muutoksiin ja erota vastustuskyvyltään taudeille ja tuholaisille
- Kompensaatio (korvaavuus) ja komplementaarisuus (täydentäminen)
- Toinen laji voi tuoda suoraa hyötyä muuttamalla kasvuympäristöä ja kasvutekijöiden saatavuutta suotuisammaksi (tai epäsuotuisammaksi).

MTT

Monimuotoisuus viljelyjärjestelmässä

- Viljelykierto, vuoroviljely (crop rotation)
- Sekaviljelyn muotoja: seosviljely (mixed intercropping)=Sekaviljelyn muoto, jossa geneettiseltä alkuperältään erilaiset seoskumppanit kylvetään yhtäaikaisesti siemenseoksena; vuorosekaviljely (relay intercropping); rivisekaviljely (row intercropping); kaistalesekaviljely (strip intercropping)

Läheisiä käsitteitä:

- **Päällekkäisviljely**= Kahden tai useamman kasvilajin yhtäaikainen viljely niin että lajit kasvavat osan kasvuvaiheistaan yhdessä. Yleisimpiä muotoja kevätviljan kanssa yhtäaikaisesti kylvetty syysvilja.
- **Aluskasvi (undersown crop)**=Viljelykasvi, joka kylvetään pääsatokasvin kanssa täysin tai lähes yhtäaikaisesti, mutta joka jatkaa kasvuaan sen korjuun jälkeen.
- **Kerääjäkasvi (catch crop)**=Kasvi, joka ottaa talteen ravinteita pääsatokasvin jälkeen ja joka voidaan kylvää yhtäaikaisesti pääsatokasvin kanssa (aluskasvina) tai vasta sen korjuun jälkeen. Ravinteiden huuhtoutumisen vähentämisen ohella kerääjäkasvi lisää kasvipeitteisyyttä ja vähentää maankulumista, voi estää rikkakasvien kasvua ja parantaa maan rakennetta
- **Peitekasvi (cover crop)**=Maata peittävä, päätuotantokasvia tukeva kasvi kasvukauden aikoina, jolloin pääsatokasvia ei ole tai kasvaen sen riviväleissä.

MTT

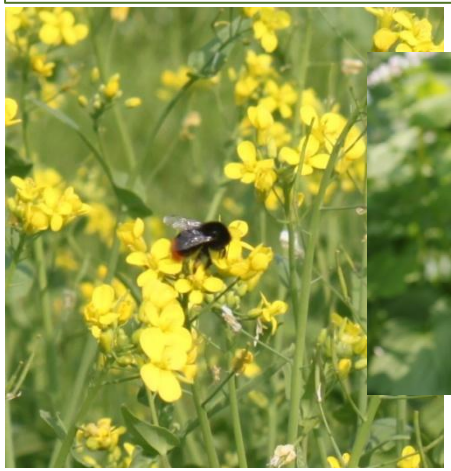
Sekaviljelyn ekologiaa

Biologista typensidontaa, parempaa ravinteiden hyödyntämistä, kasvipeitteisyyden lisääntymistä, rikkakasveja vähemmän

Karkotevaikutusta tuhoeläimiä vastaan

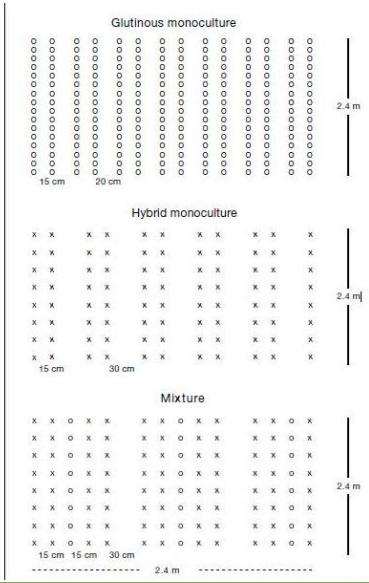
Biologista torjuntaa

Parempi pölytys



Sekaviljelyn ekologiaa

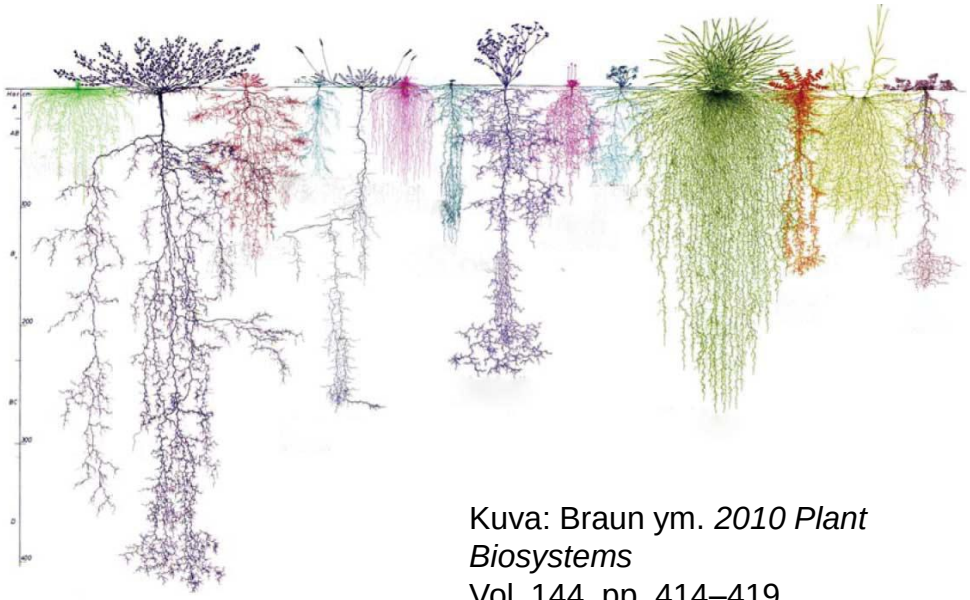
Kasvitautien leviämisen rajoittaminen



Kuva: Zhu ym. 2000 Nature

Satovaihtelu yleensä vähenee ja satovarmuus paranee (sää, pelto-olojen epätasaisuus)

Juuristot voivat ottaa ravinteita ja muokata maata hyvin eri syvyyksistä. Samoin maanpäälliset osat voivat hyödyntää valoa eri tavoin kun kasvutapa eroaa tai hyötyä mikroilmaston muutoksesta.



Kuva: Braun ym. *2010 Plant Biosystems*
Vol. 144, pp. 414–419

Vastaisiko sekaviljely tulevaisuuden haasteisiin?

- Maan ja vesivarojen käyttö (tuottavuus per pinta-ala, kastelutarve)
- Ilmasto ja khk-päästöt (kasvipeitteisyys)
- Energian tarve ja energiamuodot (biologinen typensidonta typpilannoitteita korvaamaan)
- Nykyisen viljelyalan käytön kestävä tehostaminen (lisäpellon raivaustarve vähenee)
- Edesauttaisi sekä ilmastonmuutoksen hillintää että sopeutumista, yksi keino kohti ilmastoviisasta maataloutta

Olisiko siitä myös hyötyä viljelijälle?

- Mahdollisuus vähentää ulkoisten lannoite- ja kasvinsuojeluresurssien käyttöä
- Parempi riskinsieto säätä ja pelto-olojen epätasaisuutta, tauti- ja tuholaispainetta ja tuotantokasvien hintavaihtelua vastaan
- Työhuiput voivat tasoittua, mutta työvaiheiden määrä voi myös kasvaa
- Maan kasvukunto säilyy

Entä merkittäviä ympäristöhyötyjä: biodiversiteetti, vesistöjensuojelu (mm. kerääjäkasvit)?

Sekaviljely ja lajikeseokset -hanke

- Kerää kirjallisuusraportin seka- ja seosviljelyn ekologiasta ja yleisimmistä seoksista, arvioi menetelmän hyötyjä ja yleistymismahdollisuuksia meillä
- Ideoi ja kohdentaa jatkotutkimustarpeita Suomeen

- Toteutus 2011-2013
- Rahoitus Maa- ja metsätalousministeriö (MAKERA) ja MTT
- Toteuttaja: MTT, tiimissä mukana Sari Himanen (sekaviljelyn ekologia, koordinointi), Hanna Mäkinen (sidosryhmien näkökannat, vastemonimuotoisuuden hyödyntäminen), Kaija Hakala (ohran säävasteet, öljykasvien seokset), Helena Kahiluoto (vastemonimuotoisuus), Päivi Kurki (nurmiseokset), Hannu Känkänen (sekaviljelyn ekologia, palkoviljaseokset), Marjo Keskitalo (erikoiskasvien sekaviljely), Antti Miettinen (sekaviljelyn talous), Antti Suokannas (viljelyteknologia), Arja Nykänen (palkokasvit)

Yleisimmät seka- ja seosviljelyn muodot meillä

- Yksivuotiset seosrehunurmet, monivuotiset palkokasvinurmet
- Seosviljat ja palkoviljaseokset
- Lajikeseokset (ei tilastointia)

- MAVIn tilastot:

  - seosvilja (korsiviljat)

  - vilja-valkuaiskasviseokset (ajanjaksosta riippuen luokkina: ilman tarkkaa seossuhdemääritelmää (1998-2005), rajana viljaa yli 15 % (2006-2007) tai yli 50% (2008-2012), herne/härkäpapu/makealupiini –viljaseokset joissa viljaa alle 50% (2008-2012))

  - vilja-öljykasviseokset

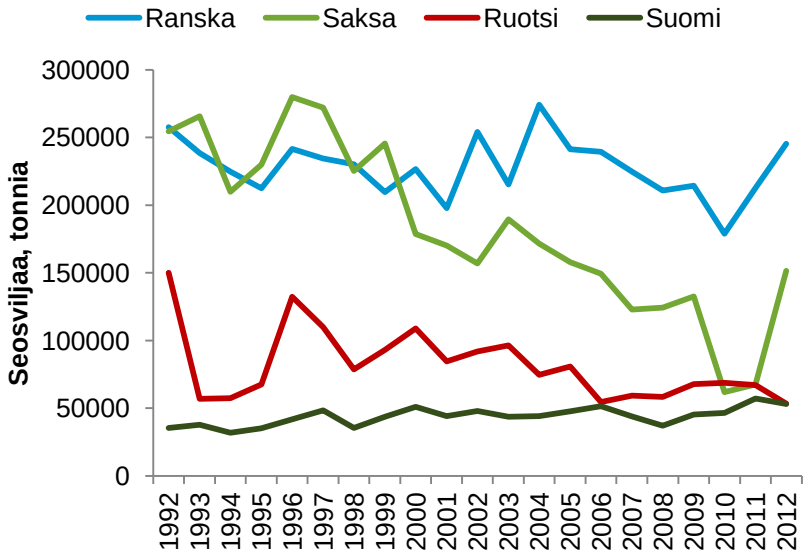
  - valkuaiskasvi-öljykasviseokset

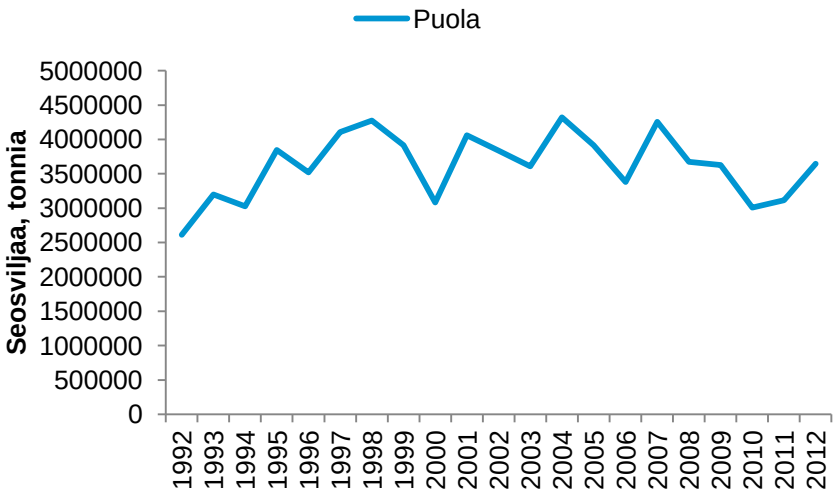
  - nurmiseokset on jaettu yksi- tai monivuotisuuden sekä käyttötarkoituksen mukaan (viherlannoitus, kuivaheinä-, säilörehu- ja tuorerehunumet, laidunnurmet, siemennurmet)

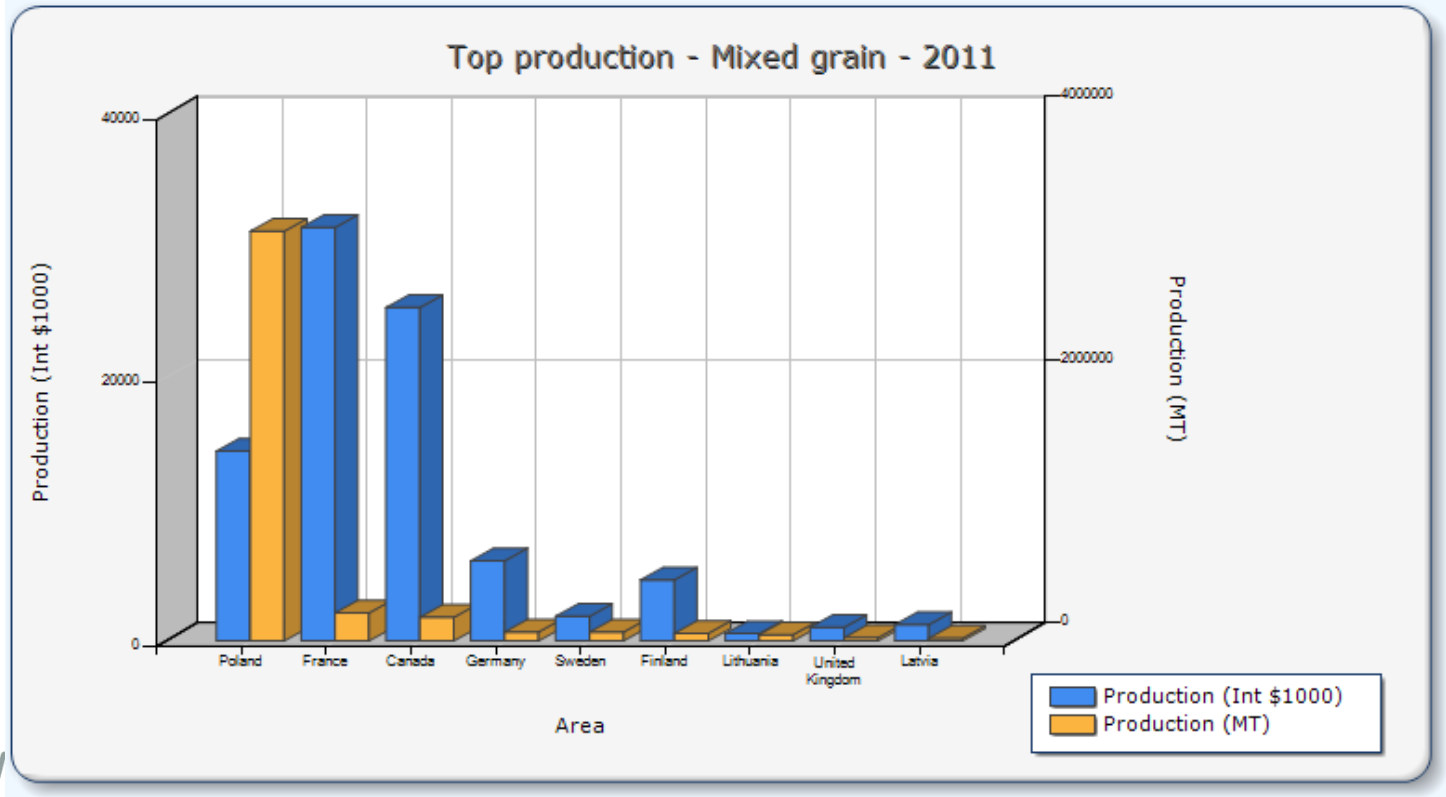
  - lisäksi sekaviljelyä voidaan katsoa olevan myös luonnonhoitopellot (nurmikasvit, maisema- ja riistapellot).

Viljelyaloja vuonna 2012

ELY-keskus	Seosvilja (korsivilja)	Vilja-valkuaiskasvi-seokset (väh. 50% viljaa)	Herne/härkäpapu/makealupiini –viljaseokset (viljaa alle 50%)
Uusimaa	362	77	688
Varsinais-Suomi	638	146	985
Satakunta	529	352	325
Häme	493	50	151
Pirkanmaa	603	276	426
Kaakkois-Suomi	490	57	632
Etelä-Savo	986	153	652
Pohjois-Savo	2009	347	593
Pohjois-Karjala	1967	191	434
Keski-Suomi	1042	186	272
Etelä-Pohjanmaa	1988	468	3204
Pohjanmaa	1986	202	1344
Pohjois-Pohjanmaa	4780	578	621
Kainuu	192	143	80
Lappi	43	28	49
Ahvenanmaa	33	2	84
Koko Suomi	**18 141**	**3 256**	**10 539**







Lähde:
FAOSTAT

Lajikeseoksista muualla

- 1980-luvulla DDR:n kansallinen panostus ohran lajikeseoksiin härmän rajoittamiseksi ja fungisiditarpeen vähentämiseksi -> lajikeseoksilla jopa 92% tuotannosta, härmän kansallinen esiintyvyys putosi yli 50 %:sta reiluun 10 %:n, vähemmän torjuntatarvetta
- USA: etenkin vehnän lajikeseokset sadon tasaamiseksi (tilakokeissa keskimäärin 6% satolisä, Tooker/Penn State)
- Tanskassa siemenliikkeet alkoivat tuottaa lajikeseoksia 1980-luvulla ohralle (kevät- ja syysmuotoinen), 1996 62 000 ha (n. 10%) seoksia, 49 erilaista lajikeseosta markkinoilla, joissa 20 eri lajiketta 6 eri resistenssiominaisuuksilla härmää vastaan, nyt n. 3-4% kevätohraa ja syysvehnää, myös ruista
- Puolassa lajikeseokset ohralle (myös mallasohra) 1990-luvulla, kolmen vuoden testaus usealla koepaikalla ennen käyttöönottoa
- Ruotsissa tutkittu mm. ohran seoksia, Sveitsissä käytössä myös

Tanskassa ja Ruotsissa virallisissa lajikekokeissa lajikeseos referenssinä kuvastamaan keskimääräistä lajikkeiston menestymistä

TANSKAN REFERENSSISEOKSET

Kevätohra:

2013: Columbus, Quench, Rosalina, Laurika
2012: Columbus, Quench, Rosalina, Cha Cha
2011: Rosalina, anakin, Cha Cha, Quench
2010: Rosalina, Anakin, Fairytale, Quench
2009: Power, Anakin, Quench, Fairytale
2008: Power, Anakin, Quench, Scandium
2007: Power, Anakin, Hydrogen, Scandium
2006: Power, Otira, Hydrogen, Scandium
2005: Power, Otira, Helium, Hydrogen
2004: Barke, Otira, Helium, Hydrogen
2003: Barke, Otira, Jacinta, Hydrogen
2002: Barke, Otira, Jacinta, Alliot
2001: Barke, Otira, Henni, Alliot
2000: Barke, Otira, Henni, Linus
1999: Alexis, Otira, Henni, Linus
1998: Alexis, Henni, Lamba, Linus
1997: Alexis, Lamba, Henni, Goldie
1996: Alexis, Lamba, Meltan, Goldie
1995: Canut, Alexis, Meltan, Goldie

Syysohra:

2014: California, Apropos, Padura, Matros
2013: California, Apropos, Anisette, Matros
2012: Sandra, Apropos, Anisette, Matros
2011: Finlissa, Apropos, Anisette, Tasmanien
2010: Apropos, Anisette, Himalaya, Tasmanien
2009: Chess, Anisette, Himalaya, Tasmanien
2008: Chess, Cressida, Himalaya, Jeopardy
2007: Chess, Dolly, Himalaya, Jeopardy
2006: Chess, Dolly, Ludo, Himalaya
2005: Clara, Dolly, Ludo, Himalaya
2004: Clara, Rafiki, Ludo, Himalaya
2003:Hanna, Clara, Rafiki, Ludo
2002:Hanna, Regina, Rafiki, Ludo
2001:Hanna, Regina, Ludo, Resolut
2000:Hanna, Regina, Jolante, Ludo
1999: Hanna, Jolante, Regina, Tiffany
1998:Hanna, Pastoral, Regina, Tiffany
1997: Hanna, Pastoral, Regina, Tiffany

Kaura:

2013: Symphony, Scorpion, Hamar
2012: Symphony, Scorpion, Dominic
2011: Pergamon, Scorpion, Dominic
2010: Pergamon, Freddy, Dominic
2009: Pergamon, Freddy, Dominic

Lähde: http://www.sortinfo.dk

Tanska syysvehnä

2014: Jensen, KWS Dacanto, Hereford, Mariboss
2013: Jensen, KWS Dacanto, Hereford, Mariboss
2012: Jensen, KWS Dacanto, Hereford, Mariboss
2011: Jensen, Frument, Hereford, Mariboss
2010: Ambition, Frument, Hereford, Mariboss
2009: Ambition, Frument, Hereford, Contact
2008:Ambition, Frument, Hereford, Skalmeje
2007: Ambition, Frument, Solist, Skalmeje
2006:Ambition, Solist, Skalmeje, Ritmo
2005:Solist, Skalmeje, Ritmo, Galicia
2004:Solist, Boston, Ritmo, Galicia
2003:Solist, Boston, Pentium, Ritmo,
2002:Solist, Cortez, Pentium, Ritmo,
2001:Terra, Cortez, Pentium, Ritmo,
2000:Trintella, Cortez, Pentium, Ritmo,
1999:Trintella, Cortez, Pentium, Ritmo,
1998: Hussar, Pentium, Ritmo, Trintella
1997: Hereward, Hussar, Ritmo, Trintella
1996: Hereward, Haven, Hussar, Ritmo
1995: Pepital, Haven, Hereward, Hussar

Ruotsi syysvehnä

2008: Harnesk, Olivin, Tulsa, Opus.
2009: Harnesk, Olivin, Tulsa, Opus.
2010. Harnesk, Olivin, Opus, Ellvis.
2011. Kranich, Opus, Olivin, Ellvis.
2012. Kranich, Olivin, Boomer, Ellvis.

Suomessa lajikekokeissa vain vertailu yksittäisiin referenssilajikkeisiin. Seosviljelyn mahdollisuuksien arvioimisen kannalta ongelmallista että lajiketestaus ei kerro menestymisestä seoksessa. Keskinäisistä kilpailuominaisuuksista voi jotain päätellä kasvutavan ja rakenteen perusteella, mutta sekoittumisvaikutus testattava kokeellisesti käyttöympäristössä.

Kevätrapsi:

2013: Osorno, Bella, Mirakel, Fenja
2012: Osorno, Bella, Sinika, Fenja
2011: Osorno, Bella, Sinika, Fenja
2011: Osorno, Bella, Sinika, Fenja
2010: Osorno, Bella, Sinika, Fenja
2003: Pluto, Mozart, Heros, SW Sailor
2002: Pluto, Mozart, Heros, SW Sailor
2001: Pluto, Mozart, Heros, Senator

Tanskassa saatu jopa kritiikkiä siitä miten hyvä referenssiseos on kun sitä verrataan uusiin lajikkeisiin

Lähde: http://www.sortinfo.dk

Satolisä ja sadon vakaus lajikeseoksissa

- Lajikeseoksissa useimmiten sato yksittäiskasvustojen keskiarvoa suurempi, esim. Kiaer ym. 2009 vertaili laajalla meta-analyysillä (114 kenttäkoetta) sadontuottoa seoksissa vs yksittäiskasvustoissa -> satoisuus seoksissa vaihteli välillä -30 % +100 % verrattuna keskimääräisiin yksittäissatoihin, keskimäärin 2.7% suuremmat sadot seoksissa, selkeimmät vaikutukset syysvehnällä (+5.7%) ja kevätohralla (+5.1%), lajikemäärän lisääntyminen paransi seosvaikutusta.

- Kuusi 14 eri lajikkeen seosta (3 lajiketta/seos) 17 kokeessa 4 koepaikalla Tanskassa: havainnoitiin sato, taudit, rikkaisuus, korrenpituus, määritettiin sadon vakaus 3:lla indeksillä. Korkeuserot ja satopotentiaalin erot merkittäviä seosvaikutusten kannalta. Sato seoksissa 48.6-53.7 ja yksittäiskasvustoissa 45.1-52.1 hkg ha^{-1}. Seoksissa vakaus ympäristövaihtelulle suurempi kuin yksittäiskasvustoissa (5:ssä 6:sta seoksesta). (Kiaer ym. 2012)

Myös Suomessa ollut kokeita ohran lajikeseoksilla 1980-luvulla

(Jokinen 1991 Journal of Agricultural Science in Finland 63: 255-85.)

- Ohralajikkeet Arra ja Agneta menestyivät tutkituissa lajikeseoksissa, joissa mukana olivat niiden lisäksi lajikkeet Hja-673, Pomo, Ida ja Kustaa. Arrasta hyvän kilpailijan teki sen nopea alkukehitys ja hyvä valtaamiskyky.
- Parhaiten pärjäävän lajikkeen osuus useimmiten kasvoi typpilannoituksen lisääntyessä, kun kylvötiheys oli suuri.
- Satoetu ohran lajikeseoksissa oli marginaalinen, vaikkakin lajikeseosten sato ylsi lähes aina vähintään yksittäiskasvustojen tasolle.
- Menestymistä seoksissa ei näyttänyt selkeästi selittävän lajikkeen aikaisuus, morfologia tai satotaso yksittäiskasvustossa. Testatut ohralajikkeet näyttivät kilpailevan pääosin juuri samoista kasvutekijöistä. Vähiten kilpailu vaikutti jyväpainoon, mikä onkin geneettisesti tiukahkosti säädelty ominaisuus.

- Kauran lajikeseoksissa 9% sadonlisä kuivuusstressin alla (Peltonen-Sainio & Karjalainen 1991)

Miten valita seoskomponentit?

- Ominaisuuksien tunteminen ja vertaaminen
- Käytännön kokemukset viljelyssä
- Jalostuspohja, tietämys mm. vastustuskyky-ominaisuuksista
- Tavoite saada viljelyvarma, mutta satoisa seos

Table 2 A priori characteristics of each component variety (mixture membership indicated in parentheses) and the corresponding indices of inter-varietal diversity for each mixture (see text)

	Grain yield (1–5)[b]	Mildew (0–3)[c]	Leaf rust (0–3)[c]	Net blotch (0–3)[c]	Scald (0–3)[c]	Straw length (1–5)[b]	Weed suppressiveness (%)
Varietal characteristics							
Alabama (3)	3	0	1	2	2	1	19.2
Brazil (2, 4)	4	2	2	2	1	2	25.2
Cicero (2, 6)	3	0	2	1	2	2	23.9
Culma[a] (2)	–	–	–	–	–	–	–
Danuta (4)	3	0	1	2	2	5	49.0
Fabel (5, 6)	3	0	0	0	2	4	36.4
Harriot (5)	3	1	0	1	2	4	37.2
Landora (1)	3	0	2	1	0	4	29.5
Neruda (3)	3	0	2	3	2	3	27.7
Orthega (1, 4)	2	2	0	1	1	4	38.5
Otira (1)	4	0	2	2	2	2	31.3
Prestige (3)	3	0	1	3	1	3	27.6
Punto (6)	2	0	1	2	1	2	25.0
Sebastian (5)	4	3	1	2	1	2	18.9
Inter-varietal diversity							
Mix1	1	1.16	1.16	0.58	1	1.16	4.8
Mix2[a]	–	–	–	–	–	–	–
Mix3	0	0	0.58	0.58	0.58	1.16	4.9
Mix4	1	1.16	1	0.58	0.58	1.53	11.9
Mix5	0.58	1.53	0.58	1	0.58	1.16	10.3
Mix6	0.58	0	1	1	0.58	1.16	6.9

[a] No a priori information was available for the variety Culma
[b] All growth potential indices: 1 (very low) to 5 (very high)
[c] All disease susceptibility indices: 0 (resistant) to 3 (very susceptible)

Kiaer ym. 2012

Riskinsietoa tulevaisuuden ilmastoon?

- Seosten ja sekakasvustojen suunnittelu lähtökohtana parantaa satovarmuutta säämuutoksia ja lisääntyvää äärevyyttä vastaan
- Talvenkestävyys syyskylvöisillä ja nurmilla erityisen oleellinen
- Mm. Suomen ohralajikkeistossa löytyy eroja herkkyydessä säätekijöille (Hakala ym. 2012)

Riskinsietoa tulevaisuuden ilmastoon?

- Lisääntyvää tuholaispainetta vastaan, vähentämään kemiallista kasvinsuojelua

Yksittäiskasvusto on kasvintuhoojalle optimaalinen elinympäristö.
Seoksilla voidaan pyrkiä
1) heikentämään kasvintuhoojan kykyä paikantaa ravintokasvi
2) vaikeuttamaan jo kasvustoon saapuneen kasvintuhoojan liikkumista ja leviämistä
3) karkottamaan kasvintuhoojaa suoraan (assosiatiivinen resistenssi)
4) parantamaan kasvintuhoojan luontaisten vihollisten elinoloja

- IPM
- Mm. lisääntyvät kirvaongelmat ja niiden levittämät virukset
  - Etenkin kirvojen määrän on havaittu vähenevän sekakasvustoissa, myös lajikeseoksissa (tuomikirva ohralla, Glinwood ym. 2009)
  - Pyydyskasvit (trap crops), houkutuskaistat
  - Kukkivat kasvit (esim. tattari) luontaisia vihollisia tukemaan

Riskinsietoa tulevaisuuden ilmastoon?

- Jatkossa kamppaillaan lisääntyvää kasvitautipainetta vastaan mutta vähentäen kemiallista kasvinsuojelua, miten?
- Viljoilla tulevaisuudessa etenkin laikkutaudit, härmä, ruosteet, punahome
- Lajikeseokset etenkin tuulilevintäisiä tauteja vastaan
- Maailmalla mm. ohran ja vehnän härmä (25-80% vähennys) ja keltaruoste kevät- ja syysvehnällä vähentynyt lajikeseoksissa, Tanskassa tutkittu myös perunaruton torjunnassa lajikeseoksia
- Lajiseoksissa tiheyden säätö tärkeää ettei lisää tautiongelmia

Riskinsietoa tulevaisuuden ilmastoon?

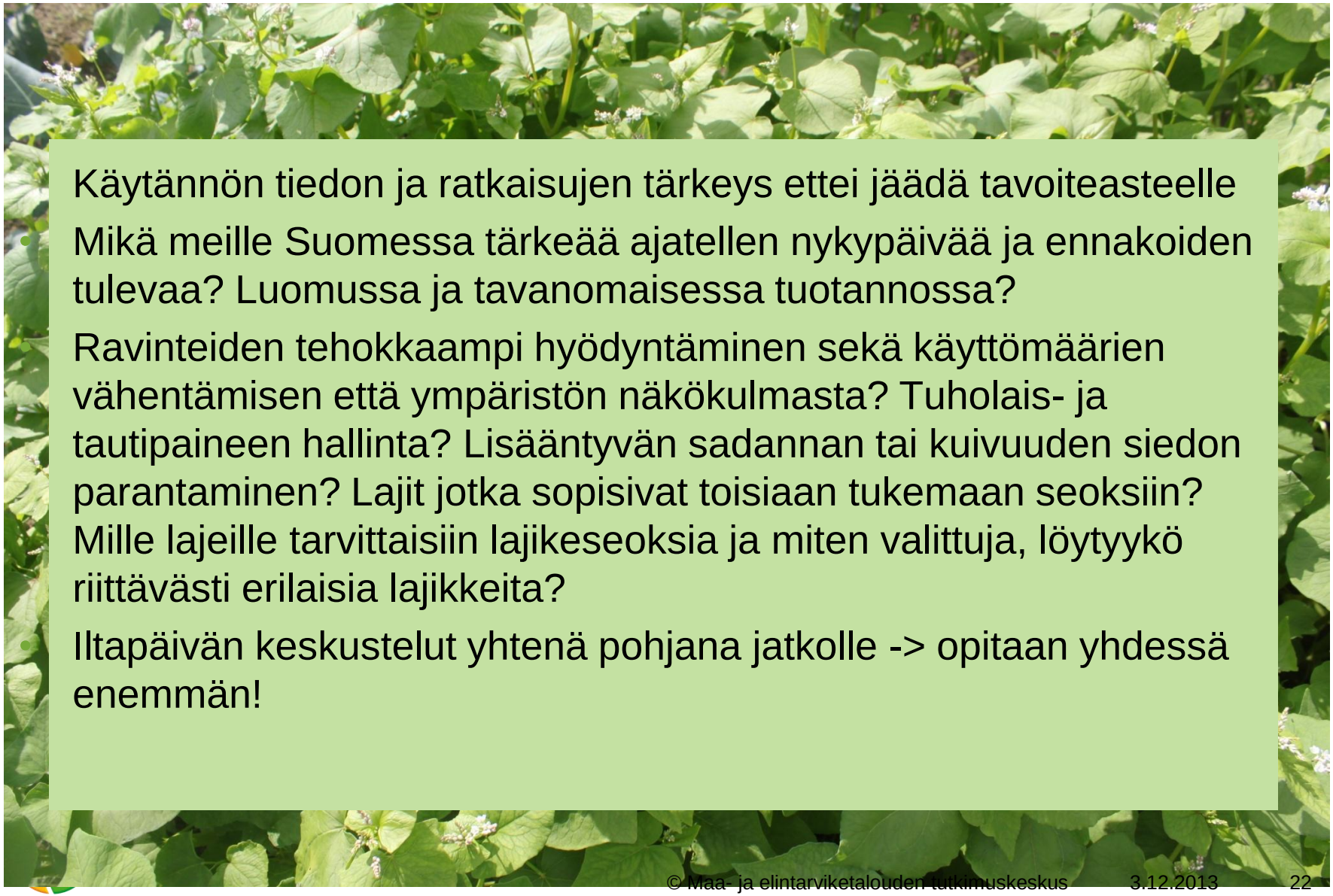
Taloudelliset näkökulmat:

- omavarainen lannoitus biologista typensidontaa hyödyntämällä
- vähemmän rikkakasvien, tautien ja tuholaisten torjuntaa jos sekakasvusto suojaa itse itseään
- pölytyksen parantuminen jos seoksessa pölyttäjiä houkuttavia lajeja
- työhuippujen tasoittuminen monipuolistumisen kautta
- lämpösumman hyödyntäminen paremmin päällekkäisviljelyn kautta

Ympäristölliset näkökulmat:

- Lisääntyvä sadanta –> kerääjäkasveja tarvitaan!

Paljon hyviä tavoitteita, mutta miten eteenpäin?



Käytännön tiedon ja ratkaisujen tärkeys ettei jäädä tavoiteasteelle

- Mikä meille Suomessa tärkeää ajatellen nykypäivää ja ennakoiden tulevaa? Luomussa ja tavanomaisessa tuotannossa?
- Ravinteiden tehokkaampi hyödyntäminen sekä käyttömäärien vähentämisen että ympäristön näkökulmasta? Tuholais- ja tautipaineen hallinta? Lisääntyvän sadannan tai kuivuuden siedon parantaminen? Lajit jotka sopisivat toisiaan tukemaan seoksiin? Mille lajeille tarvittaisiin lajikeseoksia ja miten valittuja, löytyykö riittävästi erilaisia lajikkeita?
- Iltapäivän keskustelut yhtenä pohjana jatkolle -> opitaan yhdessä enemmän!