

# Uudet viljelymenetelmät

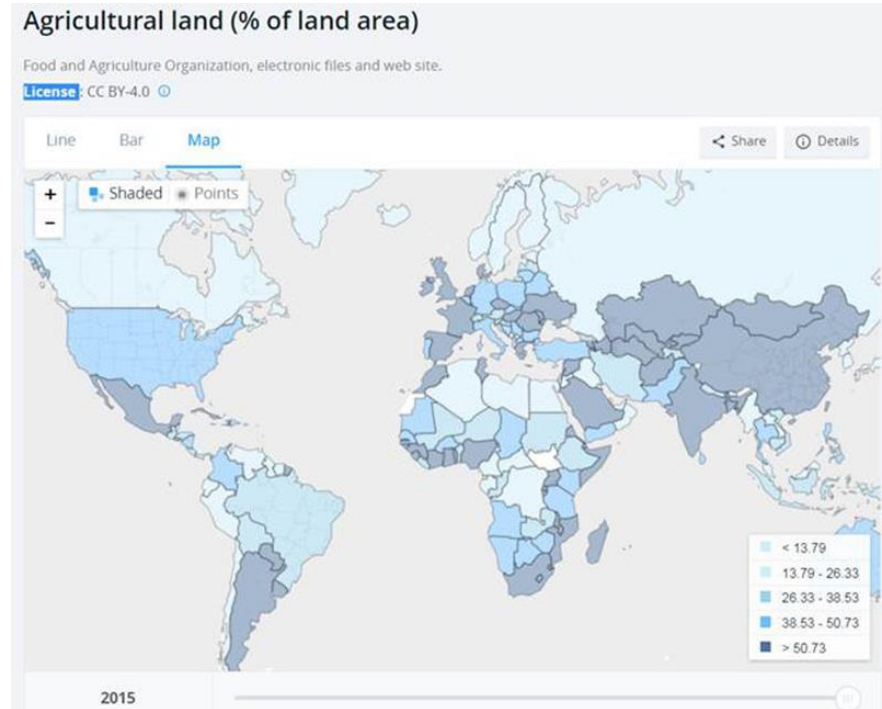
## Sekaviljely ja päällekkäisviljely

Ilmastoviisaita ratkaisuja maaseudulle -hankkeen verkkoluento

16.02.2018 Sari Himanen, Luonnonvarakeskus

# Peltoviljely ja ilmastonmuutos

- Viljelty peltoala rajallinen
- Huomioitava myös viljelymaan kasvukunnon säilyttäminen
- Paljonko ruokaa tuotamme, millaista, missä ja miten?
- Tuotantotavat, resurssien käytön tehokkuus ja viljelymenetelmät avainasemassa



# Ruoan tuotannosta ekosysteemipalveluajatteluun



Kuva: Ville Heimala

- Ekosysteemipalvelut on alettu nähdä yhä tärkeämpinä ja oleellisena osana peltoviljelyä  
ekosysteemien tuottamia aineellisia ja aineettomia hyötyjä ihmiselle:
  - Ruoka, puhdas vesi, puu, luonnon lääkeaineet jne.
  - Pölytys, tuholaisten ja tautien säätely, ilmaston, veden, maaperän säätely
  - Yhteyttäminen, ravinteiden kierto
  - Virkistys, maisema
- Tuotantopanosten käytön ja viljelymenetelmien kehittäminen kestävämmäksi isoja trendejä: mm. energiankäyttöön huomiota

# Peltoviljelyn monimuotoistaminen ja ekosysteempipalvelut

**Table 1.** Relationship between diversified farming system practices and the provisioning of ecosystem services.

Ecosystem service	Compost or manure	Intercrop	Agroforestry	Insectary strip	No till or low till	Rotation	Cover crop or green manure	Fallow	Border planting	Riparian buffers	Woodlots, meadows, forests
Biodiversity (above and below ground)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Soil quality	x	x	x		x	x	x	x		x	x
Nutrient management	x					x	x		x	x	x
Water-holding capacity	x		x		x		x	x			
Weed control		x	x			x	x				
Disease control	x	x	x			x	x				
Pest control		x	x	x		x	x	x	x	x	x
Pollination		x	x	x		x	x	x	x	x	x
Carbon sequestration	x		x		x		x	x	x	x	x
Energy-use efficiency	x	x	x	x		x	x		x		
Resilience to drought	x		x		x		x	x		x	
Resilience to hurricanes/heavy rains	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Productivity/yield	x	x	x	x	x	x	x	x			
Scale	Within-field			Field				Perimeter		Landscape	

Taulukko: Kremen & Miles (2012) Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: Benefits, Externalities, and Trade-offs. Ecology & Society 17:40

# Luonnon ja maatalouden ekosysteemien erot

-> "luonnosta oppiminen" keinona kestävään tuotantoon

	<b>Luonnon ekosysteemit</b>	<b>Maatalous-ekosysteemit</b>
Tuottavuus	Matala-keskinkertainen	Korkea
Trofiatasojen väliset vuorovaikutukset	Monimutkaisia, moninaisia	Yksinkertaisia, lineaarisia
Lajimonimuotoisuus	Korkea	Matala
Geneettinen monimuotoisuus	Korkea	Matala
Ravinteiden kierto	Suljettu	Avoin
Vakaus (resilienssi)	Korkea	Matala
Ajallinen pysyvyys	Pitkä	Lyhyt

# Viljelyjärjestelmän ekologinen tehostaminen



Kuva: Ville Heimala

- Viljelyjärjestelmän tuotantopanosten (esim. kasvinsuojeluaineet mineraalilannoitteet) korvaamista ekosysteemipalveluja tukevilla viljelytoimilla
- Minimoidaan haitalliset vaikutukset ympäristölle mutta säilytetään tai kasvatetaan tuottavuutta peltoalalla
- Maksimoidaan tuotanto alaa kohden ilman pitkäaikaisen tuotantokyvyn alenemista
- Viljelyjärjestelmän oman biologisen toiminnan ja ekologisen säätelyn tukemista -> ekologia ja kierrätysravinteet korvaavat teollisia tuotantopanoksia
- Sekaviljely mainitaan yhtenä keskeisimpänä ekologisen tehostamisen keinona

Lähteitä mm.

Bommarco et al. (2013) Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. Trends in Ecology and Evolution 28: 230-238

Jensen ES ym. (2015) Enhancing yields in organic crop production by eco-functional intensification. Sustainable Agriculture Research 4: 42-50

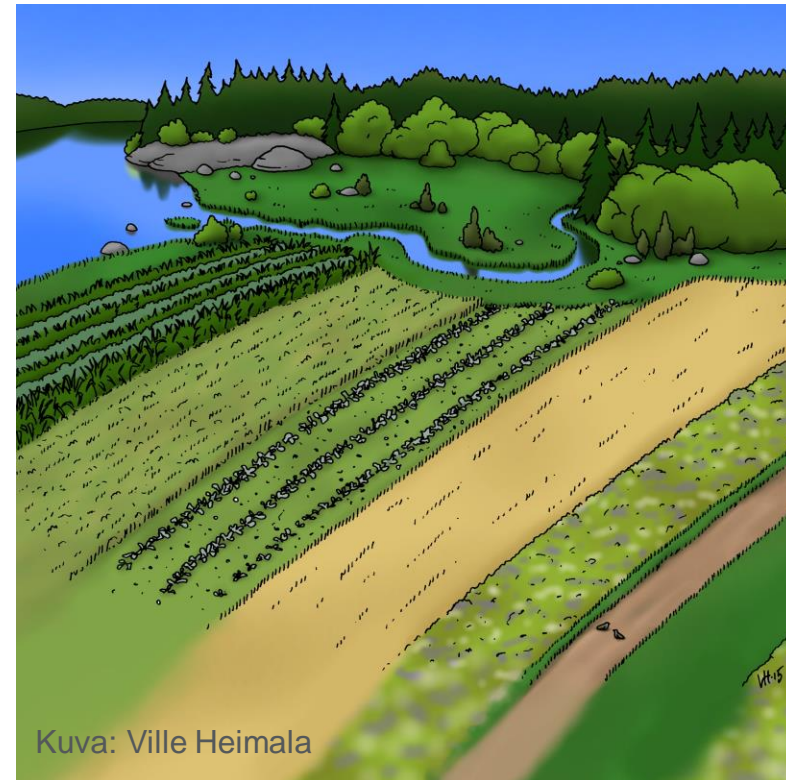
# Sekaviljely

- Sekaviljely (intercropping): Kahden tai useamman viljelykasvilajin yhtäaikainen (osan tai koko kasvuaikansa) viljely riittävässä läheisyydessä toisiinsa ekologisten vuorovaikutusten toiminnan kannalta
- Historiasta:
  - Vanhimpien viljelyjärjestelmien uskotaan olleen sekaviljelyä
  - Intiaaneilla ”kolmen sisaren viljelmät”:  
maissi tuki papua, papu sitoi typpeä, kurpitsa suojasi rikoilta
- Sekaviljelyssä tavoitteena kasvutekijöiden (valon, veden, kasvutilan, ravinteiden) parempi hyödyntäminen, pieni kasviyksilöiden välinen kilpailu kasvuresursseista, fasilitaatio (positiiviset vaikutukset toiseen tai molempiin lajeihin), täydentävyys (eri ekolokerot käytössä), kompensatio (korvaavuus tuo satovarmuutta)
- Tuotannon tehokkuus pinta-alaa kohden kasvaa ilman ulkoisten viljelypanosten lisäämistä
- Monimuotoisuus ja ekologiset vuorovaikutukset lisääntyvät maan alla ja päällä



# Sekaviljelyn toteutusmuotoja

- Sekaviljelyn muotoja:
  - seosviljely** (mixed intercropping)
  - rivisekaviljely** (row intercropping)
  - kaistasekaviljely** (strip intercropping)
  - vuorosekaviljely** (relay intercropping)
  - peltometsäviljely** (agroforestry)
- Sadon käyttötarkoitus, tavoiteltavat hyödyt, käytettävissä oleva viljelyteknologia, peltolohko vaikuttavat sekaviljelymuodon valintaan
- Haetaanko pääviljelykasville apuja, satovarmuutta, laatua, koko kaudelle hyvää kokonaisseossatoa, vähennystä rikka/tauti/tuholaispaineeseen, tuotannon tehostamista?



Kuva: Ville Heimala



# Seosviljely (mixed intercropping)

- Seosviljelyssä lajit kasvavat kokonaan sekoittuneena
- Kylvö yhtäaikaisesti seoksena tai peräkkäin
- Sadonkorjuu yhtäaikaisesti
- Sato yleisimmin rehuksi, mutta lajittelukin mahdollista
- Viljelyteknisesti vaivattomin muoto
- Yleisimpiä nurmiseokset, viherlannoitus, viljojen seokset, vilja-palkoviljaseokset, myös lajikeseoksia
- Lajien keskinäistä kilpailua säädellään lajikevalinnalla, kylvömäärillä, ajoituksella, lannoituksella, muilla viljelytoimilla



Herne-viljaseosta.  
Kuva: Sari Himanen

# Erilainen kasvutapa maan alla ja päällä lisää kasvutilaa ja valon hyödyntämistä

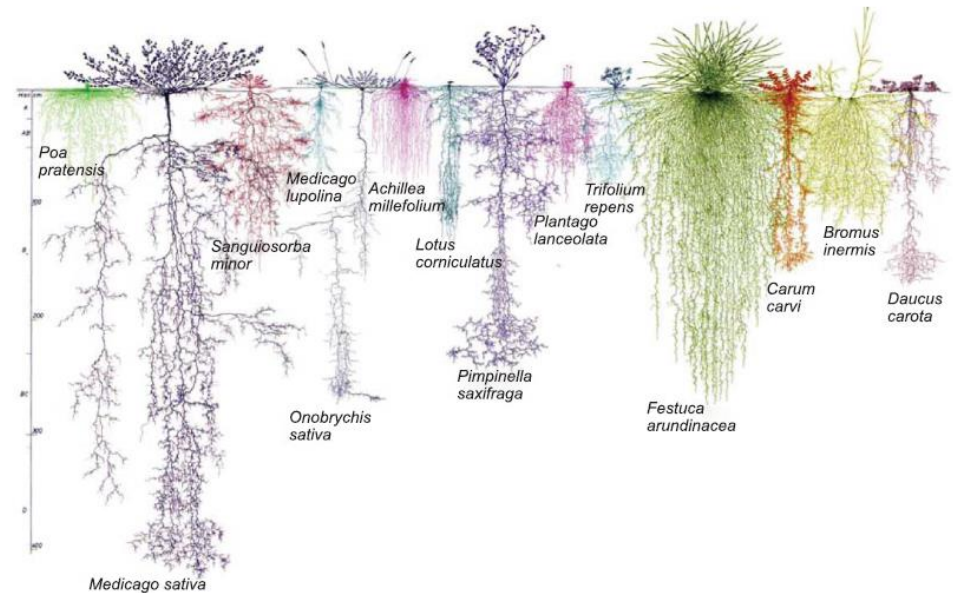


Figure 1. Root distribution pattern of species used in grass-clover mixture FM (4 m depth). Root pictures of the crops created after Kutschera and Lichtenegger (1982, 1992).

Kuva julkaisusta: Braun M ym. (2010) Root-and-shoot growth and yield of different grass-clover mixtures. *Plant Biosystems* 144: 414-419.

# Seosviljelyssä vilja tuo massaa, palkovilja valkuaista, aluskasvit maanpeittoa



# Rivisekaviljely (row intercropping)

- Sekaviljelylajeja kylvetään yksi tai muutama rivi kutakin vuorotellen
- Vahva ekologinen vuorovaikutus, eriaikainen korjuu mahdollista
- Esim. korkeampi, valoa tarvitseva laji ja matalampi, varjossa viihtyvä maata peittävä laji yhdessä
- Esim. vilja tai maissi ja matalampi palkokasvi kuten soijapapu
- Päällekkäisviljelyä jos toinen jää kasvamaan toisen korjuun jälkeen
- Monenlaisia yhdistelmiä käytetty maailmalla esim. erikoiskasvien ja vihannesten viljelyssä



Kuva: flexxifinger.com

# Kaistasekaviljely (strip intercropping)

- Lajeja viljellään vuorottelevina lajikaistoina
- Kaistojen leveys mahdollistaa itsenäiset hoitotoimet
- Kaistat riittävän lähellä toisiaan jotta muuttavat sekaviljelylajin kasvuympäristöä reunariveissä (mm. valonsaanti)
- Käytetty eroosiolta, liialta tuulelta ja sadannalta suojautumiseen
- Yhdysvalloissa mm. kaura-maissi-soijapapu, Kiinassa mm. vehnä-maissi, vehnä-soijapapu
- Vuorottelevien yksi- ja monivuotisten kaistojen viljelyä tutkittu mm. Tanskassa



Kuva: Elina Nurmi



Kuva: [www.masters.agron.iastate.edu](http://www.masters.agron.iastate.edu)

22.2.2018

© Luomnonvarakeskus

# Vuorosekaviljely (relay intercropping)

- Päällekkäisviljelyä
- Lajit kasvavat osan kasvuajastaan yhdessä
- Esim. aluskasvit->jatkavat kasvuaan toisen lajin korjuun jälkeen, voivat toimia myös kerääjäkasvina
- Yleisimpiä nurmen kylvö suojaviljaan, syysviljan tai –rypsin kylvö yhtäaikaisesti yksivuotisen viljan kanssa
- Voimakkain kasvu ajoittuu eri aikoihin
- Ensin valmistuva ei vaikuta heikentävästi kasvamaan jäävän kasvuoloihin -> tärkeää että lajit eivät kilpaile liian voimakkaasti keskenään jolloin kumpikin kärsii satotappioita
- Hyötynä toisen kylvön poisjääminen ja jatkuva kasvipeitteisyys (kasvukauden ja ravinteiden hyödyntäminen täysimääräisesti yli vuosien)



# Päällekkäisviljelyä tutkittu Suomessa: syysvehnä ja –ruis eri päällyskasvien kanssa

- Tutkittu MTT:ssä **H Känkänen, E Huusela-Veistola** ym. 1991-2002 useita kokeita, Ypäjällä 1998 tilamittakaavan koe syysvehnällä
- **Ohra, kaura, härkäpapu** ja **kevättrypsi** päällyskasveina **syysvehnän** ja **–ruikiin** kanssa
- Kaksitahoinen ohra sopi menetelmään parhaiten, syysvehnä ruista paremmin
- Syysvehnän kylvötiheyttä kannattaa vähentää n. 30 % jotta ei kilpaile liikaa päällyskasvin kanssa
- Päällyskasvilla normaali kylvötiheys
- **Hesseninsääski** tuli isoksi ongelmaksi, myös öljykasvin ja palkoviljan alla
- Ei satoetua vaan tyypillisesti **kumpikin kasvilaji kärsi** (ohra n. -1000 kg/ha)
- Myös epäedulliset sääolot vaikuttivat tuloksiin

**Johtopäätökset: Menetelmä näytti sisältävän paljon riskejä eikä hyötyjä kummankaan kasvin sadolle havaittu**

Lähteet ja lisätietoja:

- Känkänen, Huusela-Veistola, Vasarainen, Avikainen (2000) Kokemuksia päällekkäisviljelystä. MTT:n julkaisuja Sarja A 86.
- Känkänen, Huusela-Veistola, Salo, Kangas, Vuorinen (2004) Päällekkäisviljely – Lupauksia ja pettymyksiä. Maa- ja elintarviketalous 64. 35s.
- Känkänen & Huusela-Veistola (2004) Päällekkäisviljely vaatii seikkailumieltä. Koetoiminta ja käytäntö 4/2004.

# Päällekkäisviljelyn tutkimusta Suomessa syysrypsillä: A Tuulos, Viikki, HY, 2008-2011

- **Syysrypsi** 'Largo', päällyskasveina **kaksitahoinen ohra** 'Xanadu', **monitahoinen ohra** 'Vilde', **kevätvehnä** 'Zebra', **kaura** 'Marika'
- Syysrypsin kylvö touko- ja heinäkuussa, kylvötiheydet 150 ja 300 kpl/m<sup>2</sup>
- Syysviljan kylvötiheydet täystiheys 500-600 kpl/m<sup>2</sup> sekä -20%
- Heinäkuussa kylvetyssä syysrypsissä enemmän lehti- ja juuribiomassaa syksyllä-> ei kuitenkaan vaikuttanut satoon
- Korkeasta kylvötiheydestä hyötyä talvenkestävyyden kannalta, rypsi kuitenkin kompensoi kasvua harvana
- 2010 ei eroa syysrypsin sadossa, 2011 korkeampi sato korkealla kylvötiheydellä ilman päällyskasvia
- Rehusadon otto 1. vuonna syysrypsistä heikensi seuraavan vuoden satoa
- **Syysrypsi otti tehokkaasti nitraattityppeä syksyllä ja toimi siten kerääjäkasvina**
- Päällekkäisviljely ei vaikuttanut päällysviljan satoon 2008 ja 2010, 2009 **kauralla** 2000 kg (29%) ja **monitahoisella ohralla** 2400 kg (50%) **korkeampi sato päällekkäisviljelyssä**
- Korkeakaan syysrypsin kylvötiheys ei yleensä haitannut viljan kasvua, vehnällä kuitenkin alhaisempi sato etenkin 2009 matalan tiheyden käsittelyssä
- **Menetelmää pidettiin lupaavana ja helposti käyttöönotettavana syysrypsille, lisätutkimusta tarvitaan tiloilla ja maaperävuorovaikutuksista (öljykasvi-vilja fasilitaation mekanismi?)**

Lähde: Tuulos A (2015) Winter turnip rape in mixed cropping: Advantages and disadvantages. Väitöskirja. Helsingin yliopisto.



Mikkelissä esittelyruuduilla kesäkuun puoleessa välissä ohran alle  
kylvetyt syysrypsi ja syysrapsi -> rapsi kukki jo 1. kesänä, rypsi ei



# Päällekkäisviljelyä tutkittu Suomessa kuminalla

- Kuminalla tutkinut MTT:ssä M. Keskitalo ym. 2011-2013
- Kumina taimettui hyvin suojakasvien alla
- Kesäkuun lopun kylvö riitti antamaan riittävästi kasvuaikaa 1. vuodelle
- Suojakasvien seassa kasvanut kumina tuotti ensimmäisenä satovuonna 30-50 % vähemmän ja toisena 2-3 kertaa enemmän puhdaskuminaan verrattuna
- Kuminan suojakasviksi parhaiten soveltuivat **härkäpapu, ohra ja herne** (vehnä, öljypellava ei yhtä hyviä)
- Erityisesti härkäpavun ja ohran alla kasvaneiden kuminoiden kokonaissadot olivat lähellä puhdaskuminan satoja
- Palkokasvin käyttöä puoltaa niiden tuoma tyyppi kuminalle ja valkuaissato

Lähde: Keskitalo M (toim.) (2014) Kumina tuotantokasvina. MTT Raportti 136.

# Satoetu (overyielding) ja land equivalent ratio (LER) kertovat sekaviljelyn tehokkuudesta, kylvötiheys säättää kilpailusuhteita

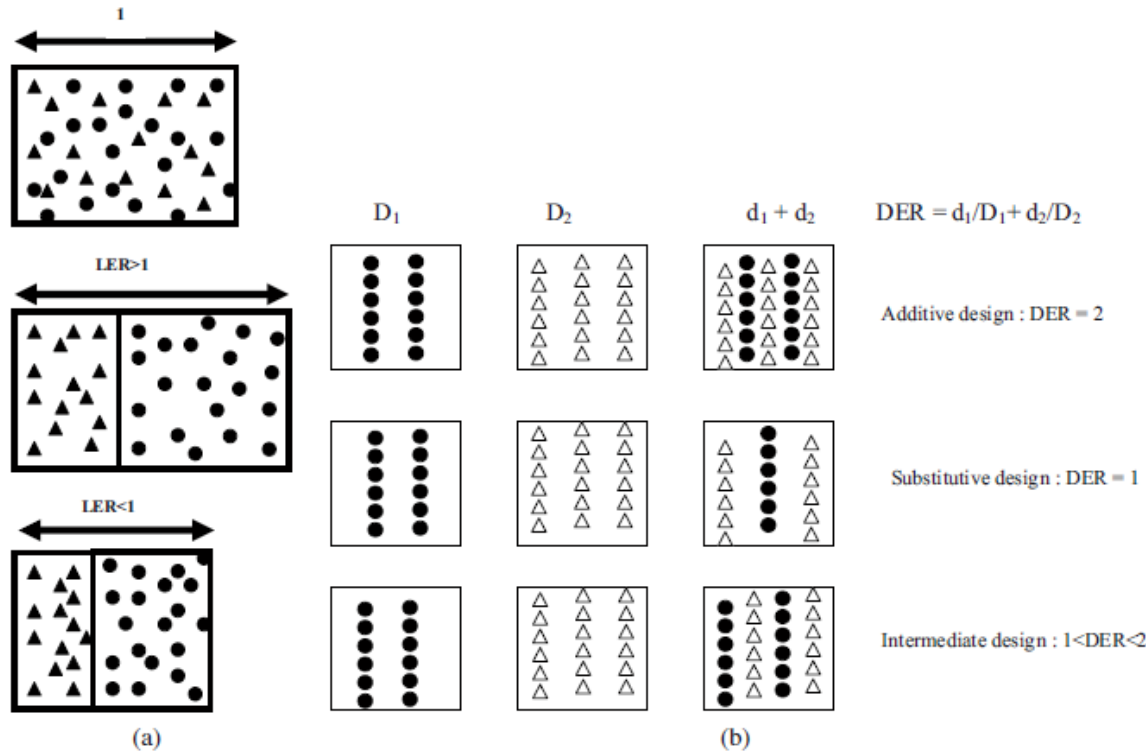
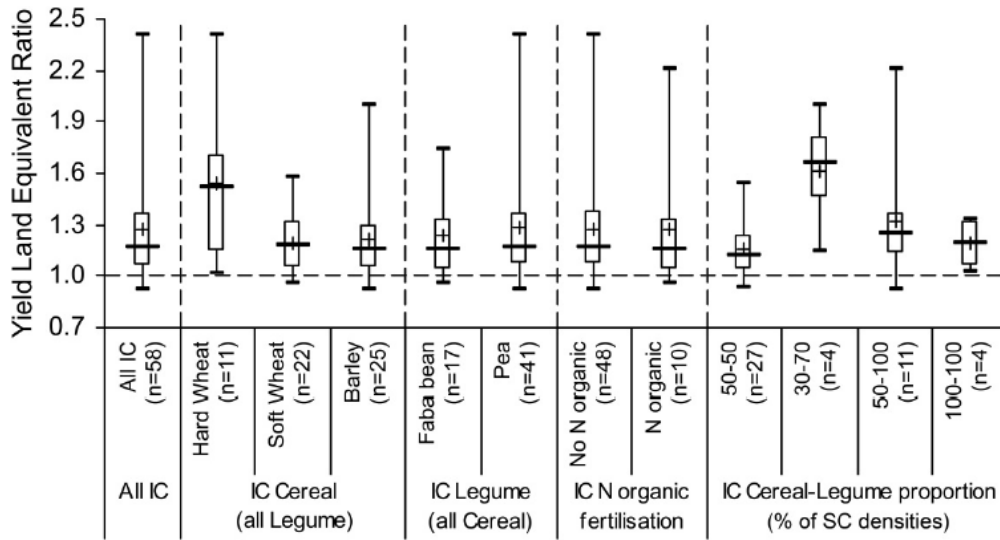


Figure 3. Land and density equivalent ratios. (a) The land equivalent ratio (LER) of a multispecies system is the area needed to produce the same outputs as one unit of land with a pattern of sole cropping; (b) the density equivalent ratio (DER) indicates the crowding of the mixture. The symbols represent the plant population density.

Kuva: Malézieux E ym. (2009) Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. Agron. Sustain. Dev 29: 43-62.

# LER tyypillisesti yli 1 sekaviljelyssä -> parempi kasvutekijöiden hyödyntämisen tehokkuus ja enemmän satoa peltoalaa kohden



58 luomututkimusta, keskimääräinen LER 1.27

Lähde: Jensen ym. 2015 Enhancing yields in organic crop production by eco-functional intensification.

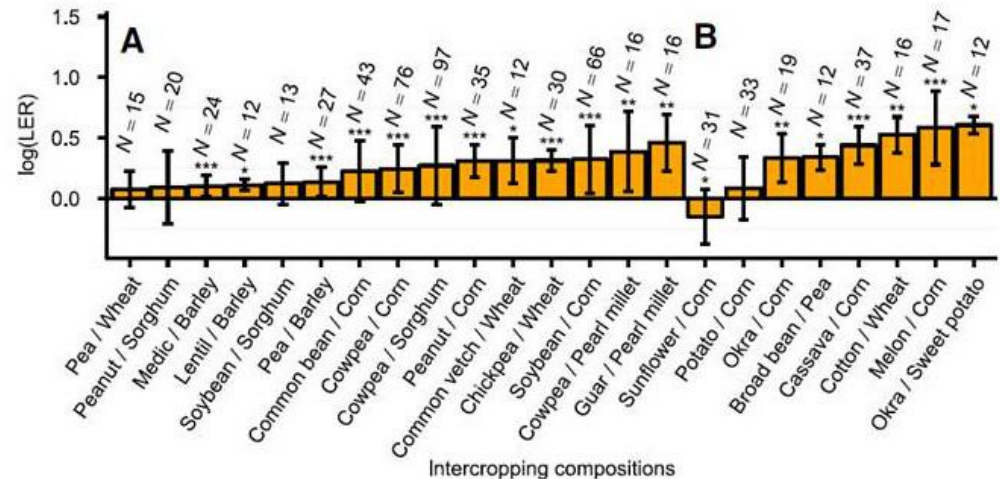
Sustainable Agriculture research 4: 42-50

Figure 3. Land Equivalent Ratio based on grain yield of 58 intercrops from France and Denmark

126 tutkimusta, keskimääräinen LER 1.30

Lähde: Martin-Guay ym. 2018 The new green revolution: Sustainable intensification of agriculture by intercropping. Science of the Total Environment 615: 767-772.

M.-O. Martin-Guay et al. / Science of the Total Environment 615 (2018) 767-772



# Esimerkkejä: VILMA-hankkeen kokeilu: Härkäpavun ja ohran rivisekaviljely ja seosviljely 2016



Ohra (Wolmari)

Härkäpapu (Kontu)

Rivisekaviljely

Seosviljely

**Luomuviljely. 40 kg N/ha, kylvömäärä 200 kg/ha, seokset 100+100 kg/ha**

# Ohra-härkäpapukokeilu 2016



Pellonkäytön tehokkuutta arvioitiin laskemalla:

Ohran sato seoksessa / ohran sato yksittäiskasvustossa +  
Härkäpavun sato seoksessa / härkäpavun sato yksittäiskasvustossa

Tulokset ohran korjuuaikaan:

Seosviljelyssä  $0.89 + 0.45 = 1.34$  (34% enemmän alaa tarvittaisiin saman sadon kasvattamiseen yksittäiskasvustoina)

Rivisekaviljelyssä  $0.77 + 0.37 = 1.14$

Huom! Siemenmäärä seoksissa puolet yksittäiskasvuston määrästä (korvaava koeasetelma)



Kuva: Riitta Savikko,  
Luken arkisto

Ohra pärjäsikin seoksissa, härkäpapu kärsi

# Seosviljelyn suunnittelussa huomio lajien ominaisuuksiin

- Ominaisuuksia joita yleisesti käytetään seoslajien valinnan perusteena:
  - Biologinen typensidonta
  - Syväjuurisuus
  - Kasvuaika
  - Korrenpituus/lakoherkkyys
  - Taudinkestävyys
- Kiinnostavia voisivat olla myös:
  - Kilpailuominaisuudet erilaisissa seoksissa
  - Vasteen voimakkuus kasvutekijöihin



Kuvat: Meri Saarnia,  
Luken arkisto

- Seoksen kasvua ja kilpailusuhteita säädetään kylvöjen ajoituksen ja seossuhteiden avulla, sekä viljelytoimilla
- Seoksen loppusato ei kuitenkaan yleensä vastaa kylvösuhdetta → keskinäinen kilpailu ja kasvukauden olosuhteet muokkaavat
- Lajikkeet ja lajit menestyvät seoksissa eri tavoin kuin yksittäiskasvustoissa -> testausta tarvitaan

# Sekaviljely ja lajikeseokset: satovarmuutta ja ruokaturvaa –selvityshanke (Makera)

- Koottiin tietoa sekaviljelymenetelmän käytöstä meillä ja maailmalla
  - kirjallisuusselvitys sekaviljelyn ekologiasta, toteuttamismuodoista, menetelmällä saavutetuista hyödyistä
  - pienimuotoinen kyselytutkimus puhelinhaastatteluna viljelijöiden ja sidosryhmien (neuvonta, jalostus ja teollisuus) kokemuksista ja kiinnostuksesta sekaviljelyyn ja seosten hyödyntämiseen
  - työpaja ”**Seosviljelyllä satoa ja viljelyvarmuutta nyt ja tulevaisuudessa**”
- > Miten koetaan sekaviljelyn mahdollisuudet ja haasteet, millaisia seoksia kaivataan



# Työpajan antia

## Mahdollisuuksia

- sadon vaihtelun pienentäminen
- nopeuttaa uusien lajikkeiden tuloa käyttöön
- antaa omavaraisuutta (kotieläinpuolellekin) ravinteiden käyttöön
  - typensitojat
- lannoitteiden hinnan noustessa kiinnostus sekaviljelyyn nousee
- pellon kunnioittamisen ajatuksesta nousee kiinnostus sekaviljelyynkin
- viherlannoitus osaksi viljelykiertoa viljailoilla
- aluskasvit helppo sekaviljelymuoto viljailoilla
- ohralajikkeiden seosviljely tautien vähentämisessä
- luomuviljelyssä antaa joustoa viljelykiertoon ”vuosikiertoon”
- valumien ja vesitalouden hallinta
- löytää yhteensopivia lajeja ja lajikkeita
- valkuaisomavaraisuuden kasvattaminen
- nurmikierto kasvinviljelytiloille, yhteistyö naapurien rehuntarvitsijoiden kanssa



- kate paremmaksi
- palkokasvit typpilannoituksen tuojaksi
- motivoivaa: miksi viljelemme
- käytännön kokemuksista oppiminen
- mikä sopii minulle, tälle tilalle ja pellolle
- monokulttuurin rikkominen
- maanrakenteen parantamiseen viherlannoitusnurmeen seos – syväjuuriset kasvit & typensitojat
- viljelijöiden tarpeisiin vastaaminen
  - neuvojat, ostajat mukaan
- aluskasvit
- ilmastonmuutoksen haasteisiin vastaaminen

# Työpajan antia



Kuva: Ville Heimala

## Haasteita

lajiketietoa: laatutieto

sadon ajoitus: nurmet -> tiedontarvetta

teollisuus vaatii puhdasta -> ei kysyntää -> ei nähdä mahdollisuutena  
onko lajikeseoksen markkinointi mahdollista

korjuu haasteellinen

uuden opettelu

ihmisravintoon vaadittava erottelu

toimia viljelijäkauppaan

sadon myynti

jos seos menee kasvinviljelytilalla pilalle -> mihin markkinoidaan

# Sekaviljelyn hyötyjä

- Satovarmuus ja tuottavuuden tehostaminen peltoalaa kohden
- Kasvipeitteisyys ja –monimuotoisuus huolehtimaan maasta ja ravinteiden talteenotosta
- Pelto tehokkaammin käyttöön koko kasvukauden ajalta
- Viherlannoituksen C:N suhteiden säätö eri lajeilla seoksissa
- Päällekkäisviljelyllä mahdollisesti apuja syyskylvöisten lajien viljelyn lisäämiseen
- Pitkän tähtäimen hyötyihin (maaperä, tautien ja tuholaisten puskurointi, hyötyeliöt) myös enemmän huomiota
- Seosviljelyllä voinee osin varautua myös sääriskeihin: kuivuuskausiin, lisääntyvään syysateisuuteen, lämpeneviin talviin
- Yhdellä kylvöllä kahdet sadot: työnkäytön tehostaminen mahdollista
- Ilmastonmuutos -> haettava keinoja varautua, hillitä ja sopeutua  
-> sekaviljely eri muodoissaan yksi monihyötyinen menetelmä tässä



Kuva: Ville Heimala



Kuva: Heli Lehtinen,  
Luken arkisto

## Lisätutkimustarpeita esim.



- Sekaviljelyn taloudelliset hyödyt
- Sekaviljelyyn soveltuvat teknologiat
- ”Räätälöidyt” seokset: ominaisuustieto pohjana
- Satoetua tuottavat fasilitaation mekanismit erityisesti maaperässä
- Miten hallita tuholaiset, taudit, rikat päällekkäisviljelyssä
- Toisen lajin kylvön ajoitus päällekkäisviljelyssä
- Sekaviljelymenetelmän potentiaali pölytyksen tukemisessa
- Viljelykierron, päällekkäisviljelyn ja seosviljelyn hyötyjen vertailu
- Kasvinjalostus sekaviljelyyn
- Uudet muodot: rivisekaviljely, kaistasekaviljely, täsmäsekaviljely jne.

# Vaihtoehtoja on paljon



Peite- ja kerääjäkasvit

Päällekkäisviljely

Lajikeseokset

Monipuoliset nurmien laji- ja lajikeseokset

Viherlannoitusseokset

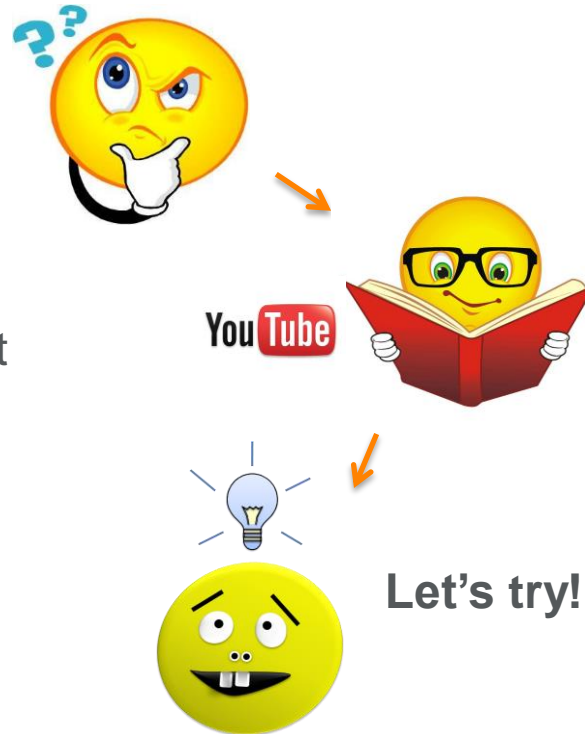
Vilja-palkoviljaseokset

Peltometsäviljely

Kaistasekaviljely

Viljat vs Palkoviljat vs Öljykasvit vs Erikoiskasvit vs Saneerauskasvit

Monimuotoisuuskaistat



Kiitos!

