

Sekaviljely ekologisen tehostamisen keinona

Tutkittua tietoa luomusta –luento 2.2.2016
Vanhempi tutkija, FT Sari Himanen



Kuvat: Ville Heimala

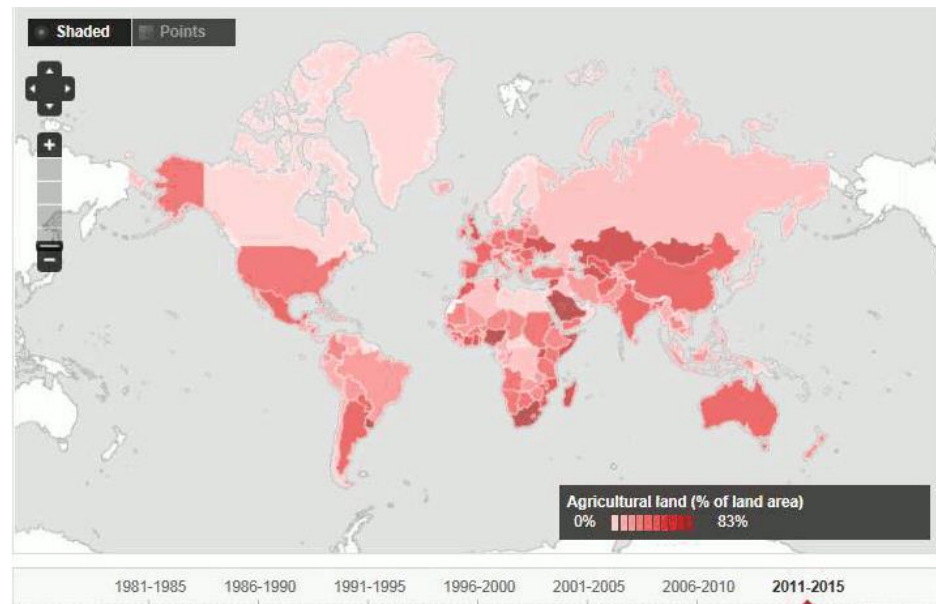
Luennon sisältö

- Maatalous ja globaalit muutokset
- Ekologinen tehostaminen
- Peltoekosysteemin monimuotoistamisen tapoja
- Sekaviljely menetelmänä
- Sekaviljelyn toteutusmuotoja
- Sekaviljelyn ekologiaa ja havaittuja hyötyjä
- Sekaviljelyn suunnittelusta
- Toimijoiden näkemyksiä sekaviljelyn haasteista ja mahdollisuuksista
- Poimintoja sekaviljelyn mekanismien kenttäkokeista
- Yhteenvetoa

Maatalous ja globaalit muutokset

- Riittävän ruoantuotannon ja kestävyuden haaste
- Ilmastonmuutos (hillintää ja sopeutumista)
- Luonnonvarojen käyttö
- Biodiversiteetti
- Ympäristön tila: maaperä, vesistöt, ilma

Maatalous
maankäyttömuotona
globaalisti merkittävä,
paikallisin erityispiirtein



<http://data.worldbank.org>

TABLE 2.2
Important Structural and Functional Differences
Between Natural Ecosystems and Agroecosystems

	Natural Ecosystems	Agroecosystems
Net productivity	Medium	High
Trophic interactions	Complex	Simple, linear
Species diversity	High	Low
Genetic diversity	High	Low
Nutrient cycles	Closed	Open
Stability (resilience)	High	Low
Human control	Independent	Dependent
Temporal permanence	Long	Short
Habitat heterogeneity	Complex	Simple

Source: Odum, E. P. 1969. *Science* 164: 262–270.

Luonnon ekosysteemit eroavat monella tapaa maatalousekosysteemistä (tuottavuus), mutta voisiko tietoa niiden toimintaa ylläpitävistä rakenteista ja vuorovaikutuksia hyödyntää osin myös viljelyekosysteemeissä?

Vaikuttaminen **agrobiodiversiteettiin, ravinteiden kierrätykseen** -> peltoekosysteemin ekologisen toiminnan tehostaminen -> ulkoiset panokset alemmas, ekologiset prosessit ja vuorovaikutukset vahvemiksi -> tuottavuus + viljelyn kestävyys yhdessä

Viljelyjärjestelmän ekologinen tehostaminen



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

Niggli U ym. (2008) Vision for organic food and farming research agenda to 2025. Organic Knowledge for the Future, Bruxelles, TP Organics.

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

Ekologisen tehostamisen keinovalikoimaa

- Tuotantopanosten ja –menetelmien kehittäminen kestävämmäksi, mm. jalostus, biologiset ja teknologiset innovaatiot, täsmäviljely
- Agrobiodiversiteettiin ja ekosysteemipalveluihin pohjaava viljelysuunnittelu: sekaviljely yksi osa tätä
- Ekosysteemipalvelut ovat ekosysteemien tuottamia aineellisia ja aineettomia hyötyjä ihmiselle (MEA 2005):
 - Tuotantopalvelut (ruoka, puhdas vesi, puu, luonnon lääkeaineet jne.)
 - Sääntelypalvelut (ilmaston, veden, maaperän säätely)
 - Ylläpitopalvelut (yhteyttäminen, ravinteiden kierto)
 - Kulttuuripalvelut (virkistys)



Kuva: www.metrovancouver.org

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

Peltoekosysteemin monimuotoistamisen tapoja

- Valitut lajikkeet ja lajit: alkuperä
- Viljelykierto (monimuotoisuutta ajassa)
- Sekaviljely (monimuotoisuutta paikassa ja ajassa)
- Monimuotoisuusrakenteet (pellolla tai sen reunoilla)
- Maisemarakenteet (peltojen ympärillä)
- Monimuotoisuuteen vaikuttaa myös viljelytoimet (maan muokkaus, lannoitus, kasvinsuojelu), ympäristöolot

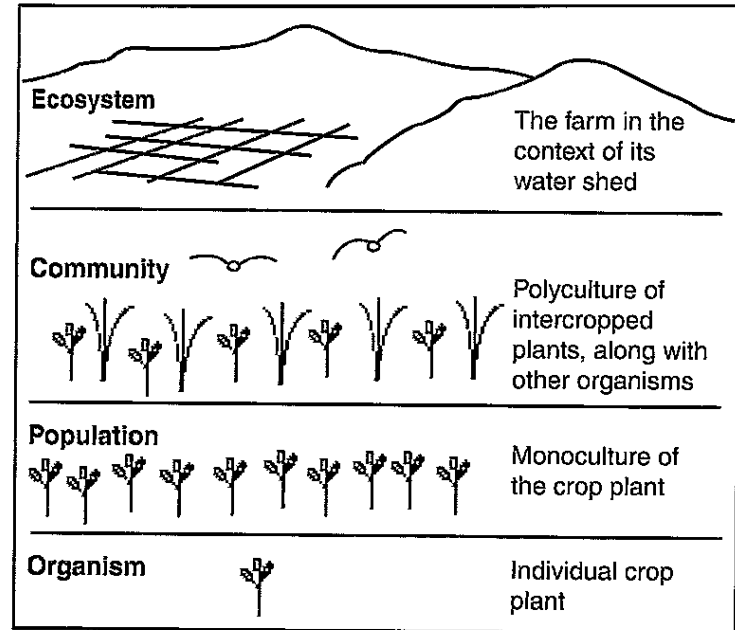


FIGURE 2.1 Levels of ecosystem organization applied to an agroecosystem. The diagram could be extended in the upward direction to include regional, national, and global levels of organization, which would involve such things as markets, farm policy, even global climate change. In the downward direction, the diagram could include the cellular, chemical, and atomic levels of organization.

Kuva: Gliessman. 2006. Agroecology: The ecology of sustainable food systems.

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), komplementaarisuus (eri ekolokerot käytössä), kompensatio (korvaavuus tuo satovarmuutta)
- Tuotannon tehokkuus pinta-alaa kohden kasvaa ilman ulkoisten viljelypanosten lisäämistä
- Peltotason monimuotoisuus kasvaa sekä paikassa että ajassa



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 ja viljelytoimet vaikuttavat sekaviljelymuodon valintaan
- Täsmäsuunniteltu vs monihyötyinen sekaviljely
- Haetaanko pääviljelykasville apuja, satovarmuutta, laatua, koko kaudelle hyvää kokonaisseossatoa, vähennystä rikka/tauti/tuholaispaineeseen?



Kuva: ES Jensen. Lähde: Jensen ym. 2015 Enhancing yields in organic crop production by eco-functional intensification. Sustainable Agriculture research 4: 42-50.



Kuva:
<http://www1.montpellier.inra.fr/safe/english/PAC/introduction.php>

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 papu
- Monenlaisia yhdistelmiä mahdollista käyttää myös esim. erikoiskasvien ja vihannesten viljelyssä, molemmista mahdollista kerätä satoa



Kaistasekaviljely (strip intercropping)

- Lajeja viljellään vuorottelevina lajikaistoina
- Kaistojen leveys mahdollistaa itsenäiset hoitotoimet
- Kaistat riittävän lähellä toisiaan jotta muuttavat sekaviljelylajin kasvuympäristöä (mm. valonsaanti)
- Yhdysvalloissa mm. kaura-maissi-soijapapu
- Kiinassa mm. vehnä-maissi, vehnä-soijapapu



Kuva: www.masters.agron.iastate.edu

Vuorosekaviljely (relay intercropping)

- 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)



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



Kuvat: Marko Väljä

Muita sekaviljelyyn kytkeytyviä käsitteitä

- **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.

Satoetu (overyielding) ja land equivalent ratio (LER) kertovat sekaviljelyn tehokkuudesta, sekaviljelyn asetelma (lisäävä vai korvaava, tiheys) säättää kilpailusuhteita

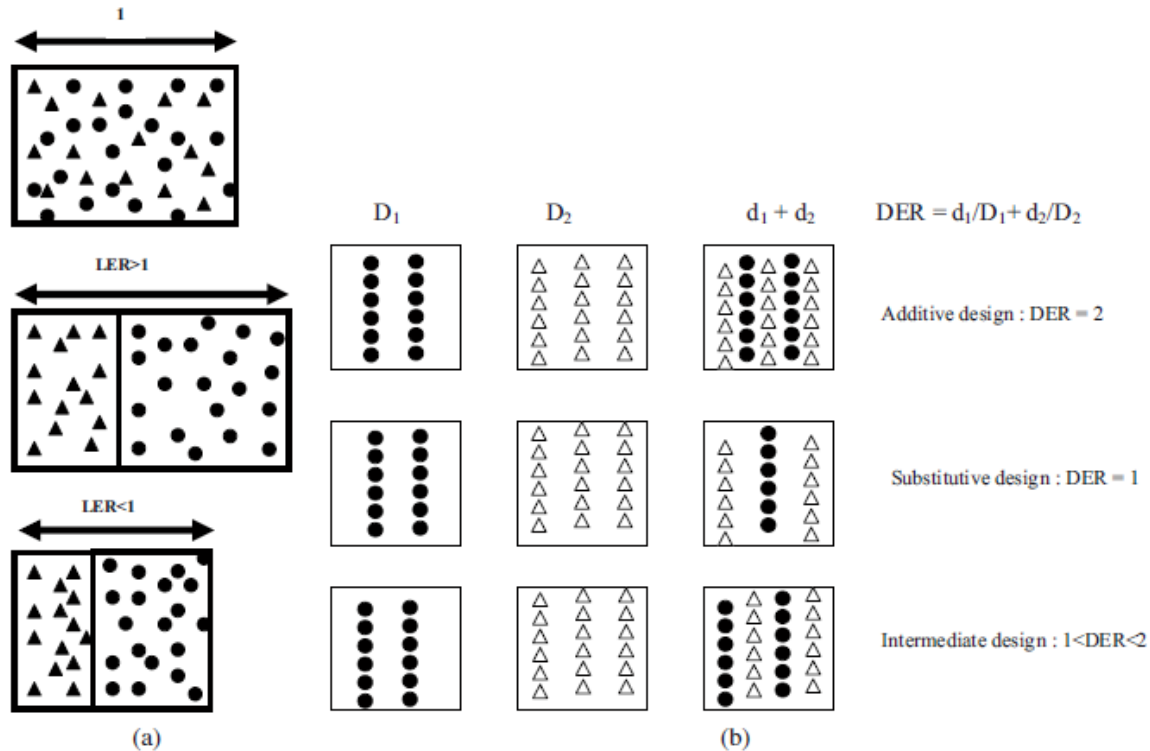


Figure 3. Land and density equivalent ratios. (a) The land equivalent ratio (LER) of a multispecies system is the area needed to produce the same outputs as one unit of land with a pattern of sole cropping; (b) the density equivalent ratio (DER) indicates the crowding of the mixture. The symbols represent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

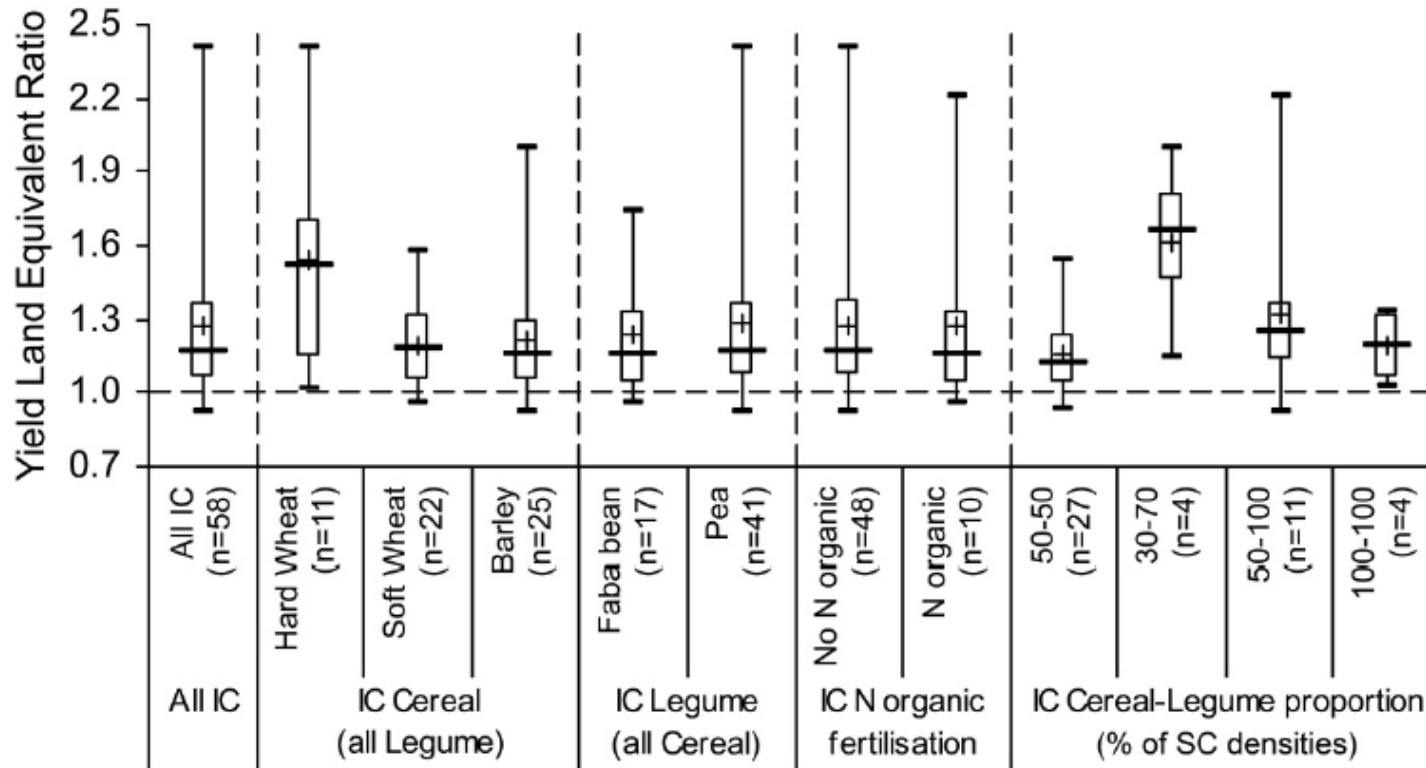


Figure 3. Land Equivalent Ratio based on grain yield of 58 intercrops from France and Denmark

Lähde: Jensen ym. 2015 Enhancing yields in organic crop production by eco-functional intensification. Sustainable Agriculture research 4: 42-50

Sekaviljely ja maaperävuorovaikutukset: juuristoista löytyy paljon eroja

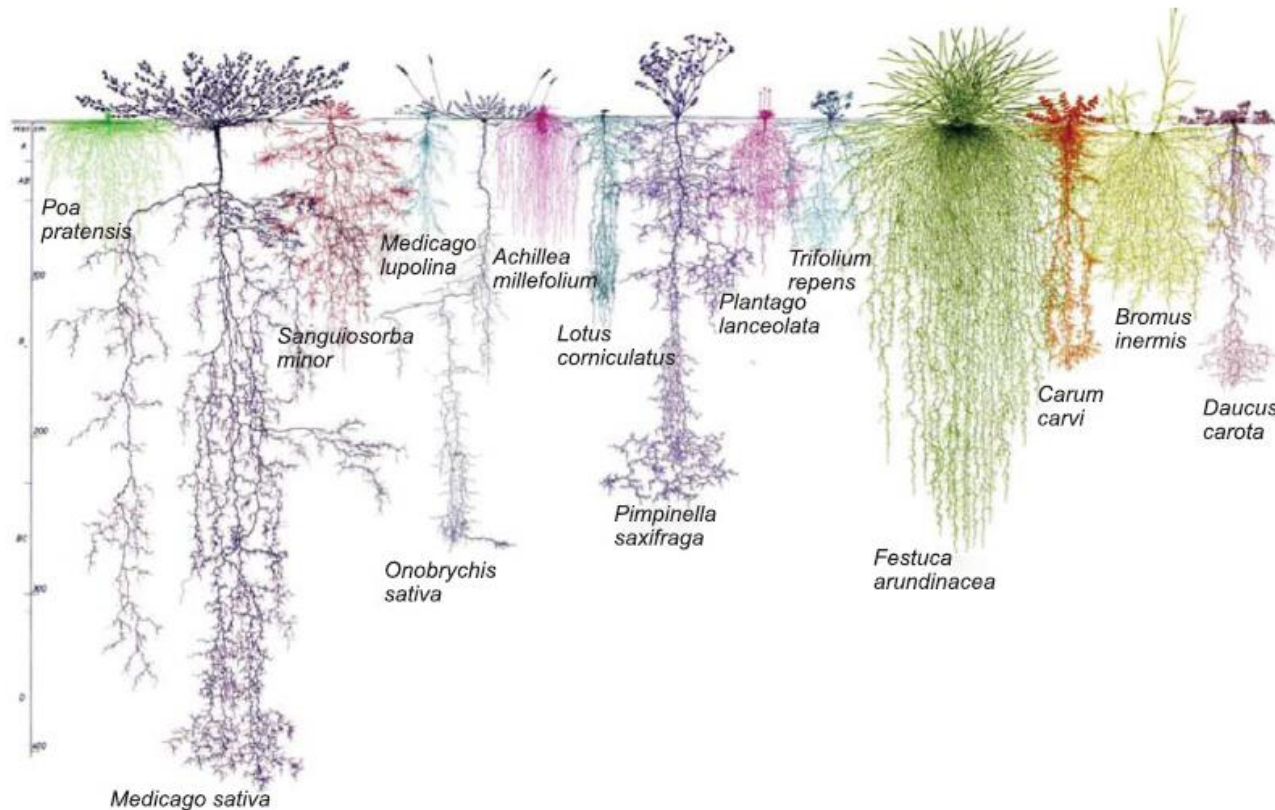


Figure 1. Root distribution pattern of species used in grass–clover mixture FM (4 m depth). Root pictures of the crops created after Kutschera and Lichtenegger (1982, 1992).

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

Lisää juuristotietoa löytyy RaHa-hankkeen juuristotietopakettista

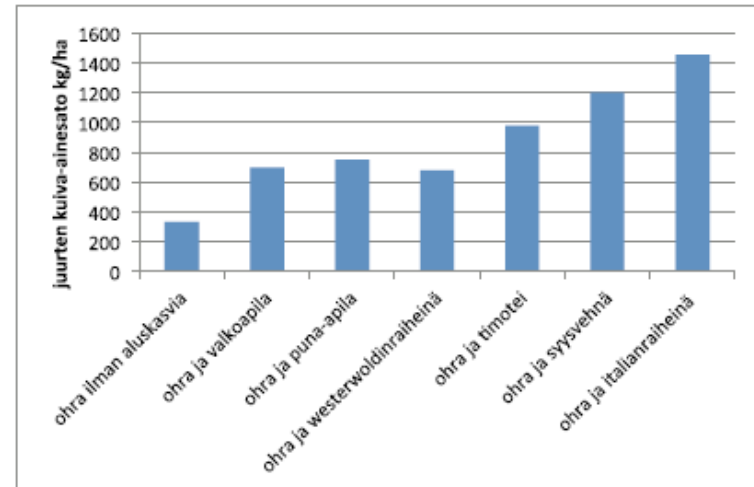
Juuristolla vaikutusta

- Maan rakenteeseen
- Ravinnetalouteen (N, P)
- Vesitalouteen
- Maahan jäävään orgaaniseen ainekseen

Sekaviljelyssä

- Ravinteet tehokkaammin käyttöön ja talteen
- Aktivoivaa juuristovaikutusta maaperään laajemmin ja koko kasvukauden ajan

JUURISTOTIETOPAKETTI - Juuret maan rakenteen parantajina



Aluskasvi lisää maassa myöhemmin syksyllä olevaa juurimassaa huomattavasti. Juurimassa on määritetty 0-25 cm:n syvyydestä. Tiedot ovat peräisin julkaisusta Känkänen ja Eriksson 2007.

Kuva: Myllys M ym. (2014)RaHa-hankkeen Juuristotietopaketti –Juuret maan rakenteen parantajina.

Sekaviljely ja ravinnetalous



- Biologinen typensidonta keskeisimpiä sekaviljelyssä hyödynnettäviä ominaisuuksia
- Palkokasvi voi tukea myös sekaviljelykumppanin typensaantia, Jensen ym. (1996): 19% ohran tyyppistä 70 pv:n kasvuajan jälkeen peräisin sekaviljellyltä herneeltä
- Palkokasvi-vilja vuorovaikutus ylipäättään hyödyllinen molempien typpitalouksien säätelyssä, kilpailevat alussa, aktivoivat/jakavat/keräävät maasta tehokkaasti myöhemmin
- Hyödyt erityisesti alhaisilla typpitasoilla
- Palkokasvi voi parantaa myös fosforin saatavuutta: Li ym. (2007) kiinalaisessa tutkimuksessa alhaisella fosforitasolla härkäpapu eritti orgaanisia happoja ja protoneja maaperään jotka vapauttivat fosforia sekaviljelyn maissin käyttöön, maissin sato 43%, härkäpavun sato 26% suurempi sekaviljelyssä

Jensen ES ym. (1996) Barley uptake of N deposited in the rhizosphere of associated field pea. Soil Biology and Biochemistry 28: 159-168

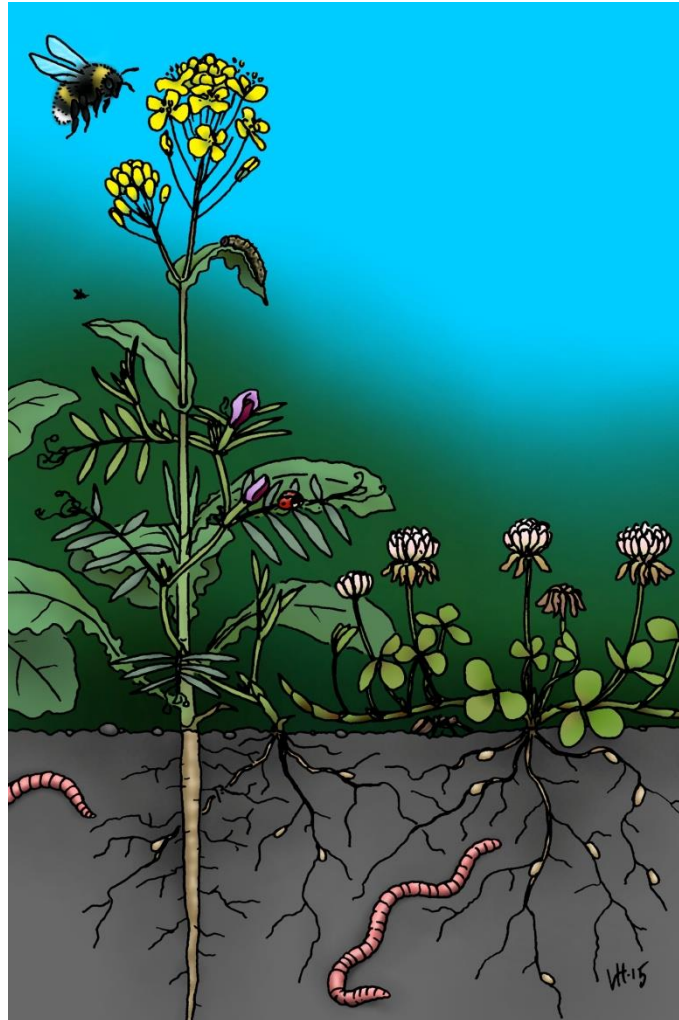
Li L ym. (2007) Diversity enhances agricultural productivity via rhizosphere phosphorus facilitation on phosphorus-deficient soils. PNAS 104: 11192-11196.

Maan päällä sekaviljely vaikuttaa lajien kasvutekijöihin sekä muihin eliöihin

Sekaviljely muuttaa fyysistä kasvuympäristöä: kasvustorakenne, tuki, valonsaanti vs varjostus, kosteusolot

Mikäli lisätty sekaviljelylaji tuottaa siitepölyä ja mettä -> lisäravintoa hyönteisille (niin tuholaisten luontaisille vihollisille, pölyttäjille kuin joskus tuholaisillekin)

Yksilö -> populaatio -> yhteisö



Moninainen eliöyhteisö maan alla ja päällä



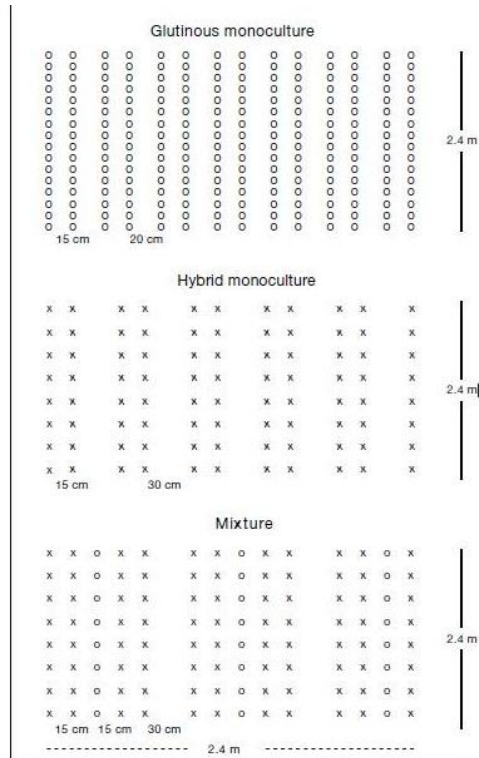
Sekaviljely voi vaikuttaa kasvinsyöjien ja niiden luontaisten vihollisten, petojen ja parasitoidien dynamiikkaan



Vaikutukset muuttuvia ja riippuvat lajien biologiasta sekä usein myös lajien välisestä kilpailusta ja ympäristötekijöistä



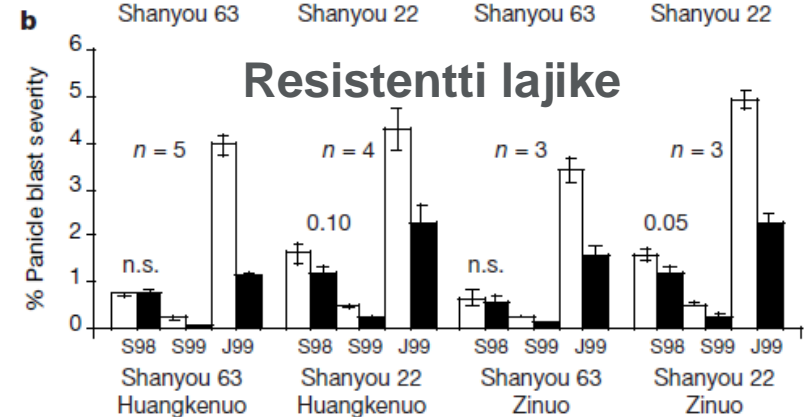
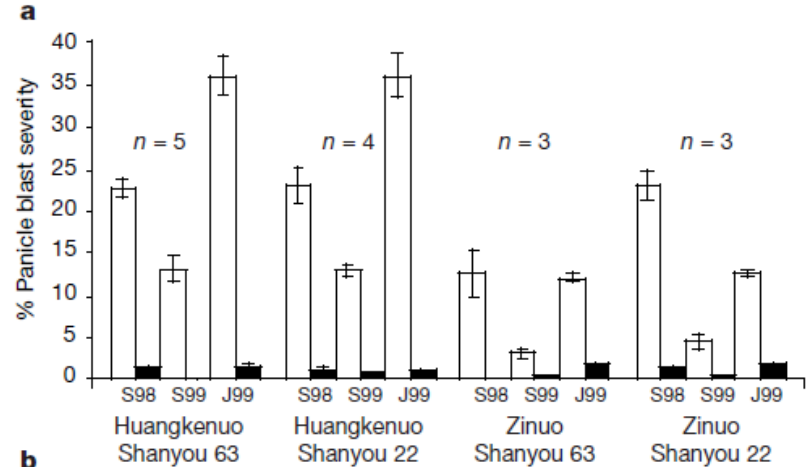
Sekaviljely ja kasvitaudit



Rice blast -sienitaudin määrä aleni herkällä lajikkeella 94 % lajikeseoksessa vastustuskykyisen lajikkeen kanssa, sadonlisä 89%, fungisiditorjunta voitiin jättää pois

Zhu Y ym. (2000) Genetic diversity and disease control in rice. Nature 406: 718-722.

Herkkä lajike



Sekaviljely ja kasvintuholaiset

45 artikkelin meta-analyysi jossa verrattiin eri monimuotoistamismuotojen vaikutusta kasvinsyöjiin, luontaisiin vihollisiin ja satoon. Mukana n. 50 eri herbivorilajia, yli 20 eri luontaisten vihollisten lajiryhmää ja n. 20 eri kasvilajia eri viljelyjärjestelmistä (hedelmäpuista viljoihin).

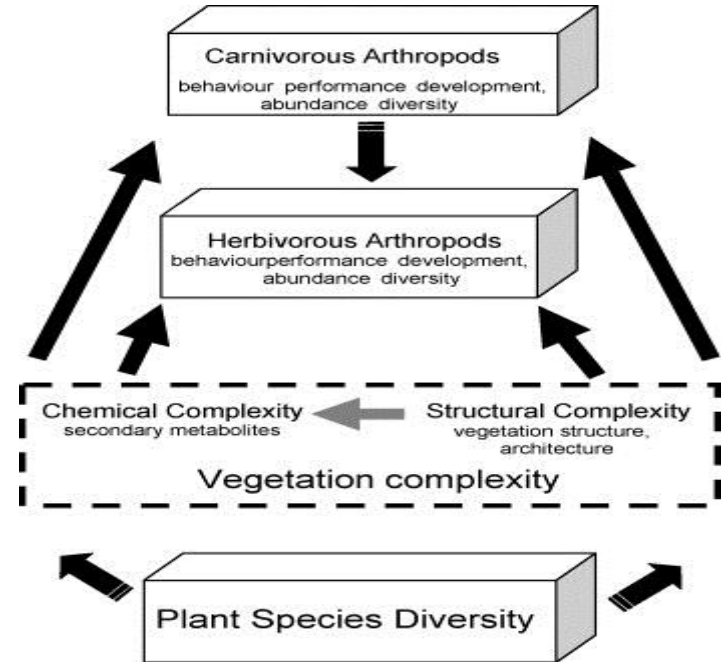
Sekaviljely alensi kasvinsyöjien esiintymistä ja vioitusta, sekä lisäsi petojen esiintymisrunsautta ja loisintaprosenttia.

Letourneau DK y. (2011) Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. Ecological Applications 21: 9.-21.

Dependent variable and effect	Inter-crop
Herbivore abundance	
No. studies	100
Effect size	-1.42
Low BCI bound	-2.09
High BCI bound	-0.84
Agreement	yes
Enemy abundance or % parasitism	
No. studies	49
Effect size	2.26
Low BCI bound	0.86
High BCI bound	3.80
Agreement	yes
Crop damage	
No. studies	48
Effect size	-2.39
Low BCI bound	-3.79
High BCI bound	-1.30
Agreement	yes
Yield	
No. studies	42
Effect size	-1.07
Low BCI bound	-1.91
High BCI bound	-0.29
Agreement	no

Sekaviljely ja kasvintuholaiset

- Sekä kasvuston rakenteelliset muutokset että kemiallisen signaaliympäristön muutokset vaikuttavat kasvintuholaisiin (käyttävät visuaalisia ja hajusignaaleja)-> **Tuholaisten suuntautuminen isäntäkasville voi vaikeutua sekaviljelyssä**
- **Ravintoresurssin hajanaisuus voi vähentää voitusta**
- **Luontaiset viholliset voivat hyötyä sekaviljelystä ja rajoittaa kantaa enemmän -> sekaviljelyn suunnittelussa hyvä miettiä myös näiden biologiaa eli suosia luontaisille vihollisille hyödyllisiä lajeja, voivat lisätä siirtymää pellolle myös pientareilta**



Randlkofer ym. (2010) Vegetation complexity-The influence of plant species diversity and plant structure on plant chemical complexity and arthropods. Basic and Applied Ecology 11: 383-395.

Sekaviljelyn vaikutus satoon

- 58 v. 2001 jälkeen toteutetun eurooppalaisen luomusekaviljelykokeen vertailu
- Palkoviljat (härkäpapu, herne) ja viljat (ohra, vehnä) seosviljeltynä
- Sadot keskimäärin 27 % suurempia sekaviljeltynä verrattuna monokulttuureihin (0.33 vs 0.27 kg m²)
- Viljojen valkuaisipitoisuus järjestelmällisesti suurempi seoksissa (11.1 vs 9.8 %), johtunee palkokasvin vähäisestä typpikilpailusta, palkoviljojen proteiinissa ei eroa
- Rikkakasvien peittävyys pienempi seoksissa kuin yksin kasvaneilla palkoviljoilla
- Korkeampi ja vakaampi taloudellinen tuotto (702 vs 577 € ha)

Bedoussac L ym. (2015) Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming. A review. *Agron Sust Dev* 35: 911-935.

Sekaviljelyn vaikutus luomusatoon

Satoero luomussa vs tavanomaisessa tuotannossa :

115 tutkimusta, >1000 havaintoa, 38 maata, 52 viljelykasvia, 35 v aikaskaalalla

Luomusadot keskimäärin 19.2 ± 3.7 % alempia

Ei eroa palkokasvien vs ei-palkokasvien, monivuotisten vs yksivuotisten välillä

Monimuotoistamistoimista viljelykierto vähensi luomu vs tavanomainen viljelytapa satoeroa 8 ± 5 %:iin, **sekaviljely 9 ± 4 %:iin**, toimilla sama vaikutus satoon molemmissa tuotantotavoissa

Ponisio L ym. (2015) Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. Proc R Soc B 282: 20141396.

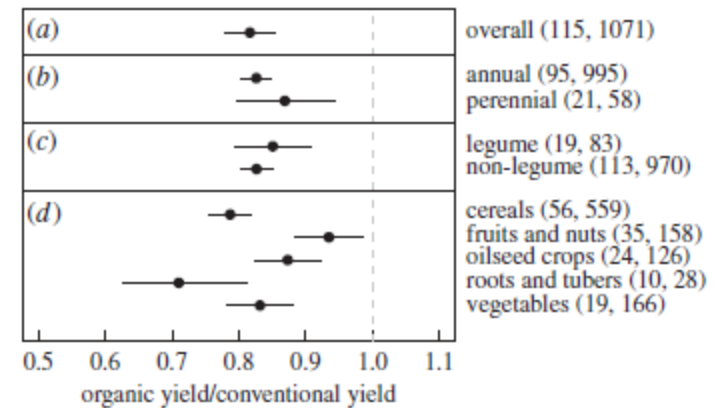


Figure 1. The organic-to-conventional yield ratio of (a) all crops, (b,c) plant types and (d) different crop types. Values are mean effect sizes with 95% credible intervals (i.e. 95% of the posterior distribution). The number of studies and observations in each category are shown in parentheses. Only categories with at least 10 yield comparisons from greater than five studies are shown. Organic and conventional yields were deemed significantly different from each other if the 95% credible interval of the yield ratio did not overlap one. Different levels of explanatory variables were considered to be significantly different if the posterior of the difference between the group means did not overlap zero.

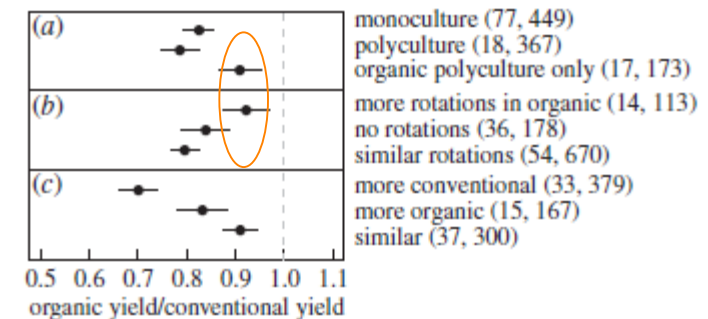
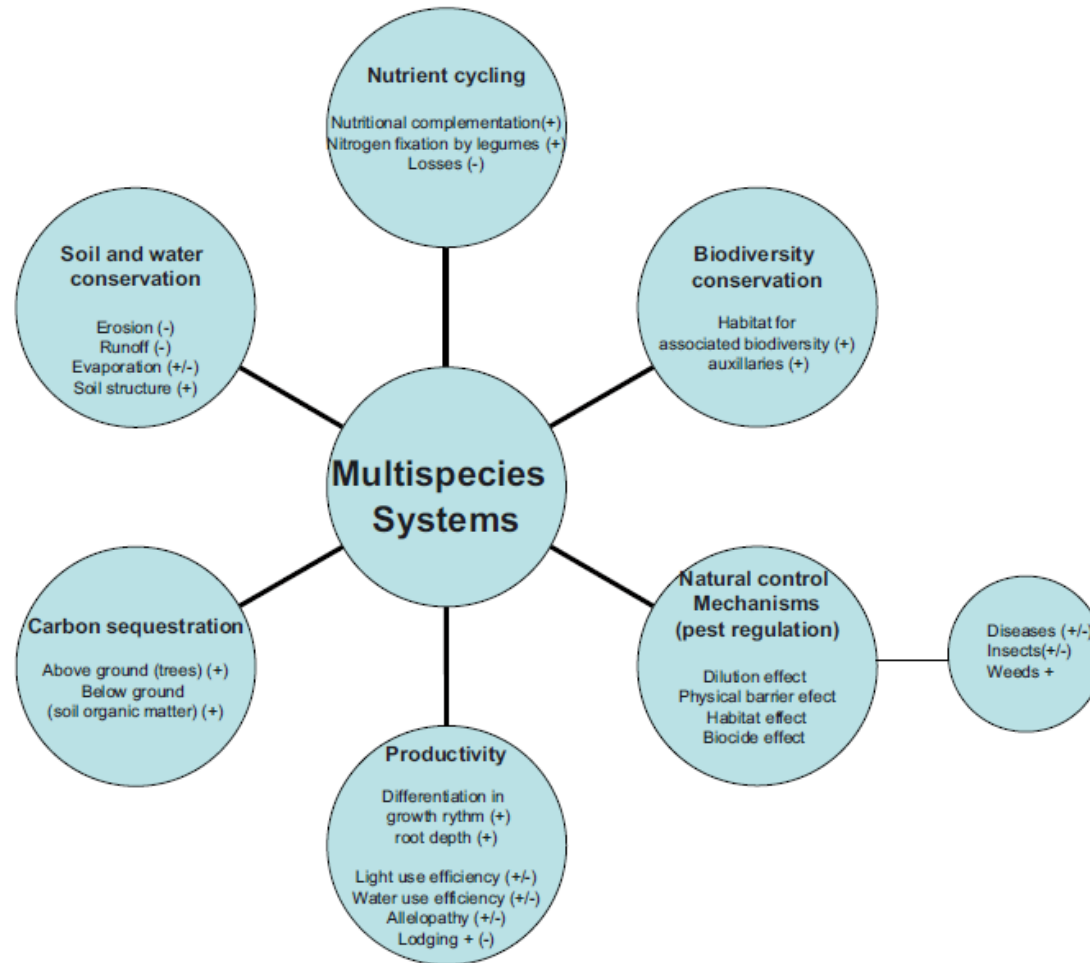


Figure 2. The influence of (a) cropping system, (b) rotation and (c) nitrogen input on the organic-to-conventional yield ratio. Values are mean effect sizes with 95% credible intervals. The number of studies and observations in each category are shown in parentheses.

Sekaviljelyn suunnittelusta



Luonnon mekanismit peltolohkolla käyttöön sekaviljelyn kautta

Itsesäätelyä lisäämällä:
Pitkäkestoiset vaikutukset ekosysteemiin (maaperä!)
Satovakaus ja satovarmuus
Kasvintuhoojien torjuntakynnystä ylemmäs

Figure 2. Processes and induced properties in multispecies systems.

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

Sekaviljely mahdollistaa monia vaihtoehtoja viljelijälle ja säätelyä viljelytoimilla

- Sekaviljelyssä viljelijä voi vaikuttaa
 - kasvilajike- ja lajivalinnoilla, myös sekaviljelyn sijoittamisella viljelykierron osaksi
 - sekaviljelymuodon valinnalla
 - viljelytoimilla
- Havainnointi tärkeää (ja kirjaaminen ylös), vaikutukset yli vuosien!
- Tukipolitiikka myös huomioon suunnittelussa

Lajien ominaisuudet sekaviljelyn suunnittelussa

- Toiminnalliset ominaisuudet sekaviljelyn suunnittelun pohjana -> suosituksia ekosysteemipalveluja tukevista ominaisuuksista ja yhdistelmistä?
- Ominaisuusdatapankki: luonnonkasvien ominaisuusdataa löytyy, viljelylajistoa ohjannut jalostus, seosominaisuuksia ei huomioitu jalostustavoitteina
- Huomioitava että ominaisuudet voivat näyttäytyä seoksessa eri tavoin kuin yksittäiskasvustossa
- Datapalvelu josta valita itselle kiinnostavat, alueelle soveltuvat yhdistelmät kokeiluun

2. Functional trait selection

Whole plant functional traits	Leaf functional traits	Root functional traits	Reproductive traits
Maximum plant height	Photosynthetic capacity (A_{max} , A_{mass})	Rooting depth	Seed mass
Size at reproductive onset	Leaf respiration (R_{area} , R_{mass})	Specific root length (SRL)	Seed number
Leaf mass fraction	Leaf N concentration (N_{area} , N_{mass})	Root dry mass	Fruit mass
Root mass fraction	Leaf P concentration (P_{area} , P_{mass})	Root length	Fruit number
	Specific leaf area (SLA)	Root N concentration	Flower color
	Leaf area	Root dry matter content	Phenology
	Leaf tissue density		

3. Metadata considerations

Site information	Management information	Plant- and sample-level information
Geospatial data	Monoculture vs. polyculture	Species
Altitude	Presence/absence/identity of non-crop plants	Subspecies
Temperature (monthly, annual)	Presence/absence of N ₂ -fixing plants	Variety
Precipitation (monthly, annual)	Crop planting density	Cultivar
Solar irradiance	Soil fertility	Plant size
Atmospheric CO ₂	Fertilizer application rate	Plant age
Soil classification	Soil pH	Organ position on plant
Prior land use	Soil water holding capacity	Timing of sampling
	Irrigation rate	

4. Applications across scales

Scale of integration	Application to agricultural research
Global	Net primary productivity modeling
	Agriculture vulnerability modeling
Regional	Biogeochemical modeling
	Agroecological community dynamics
Farm-level	Non-crop biodiversity maintenance
	Farm yield
Plant-level	Pest- and pathogen-crop interactions
	Plant-level reproductive output
Genetic level	Crop breeding

Martin & Isaac (2015) Plant functional traits in agroecosystems: a blueprint for research. Journal of Applied Ecology 52: 1425-1435.

Suunnittelussa tutkimus, kokemuspohjainen tieto ja havainnointi kohtaa

- Käytettävissä oleva tutkimustieto: ominaisuustieto, ekologiset mekanismit, mallintaminen
- Jalostusaineisto, talouslaskenta, teknologia
- Viljelijän tietotaito avaintekijä paikallisissa ratkaisuissa: peltolohkojen ominaisuudet ja edut/ongelmat lohko-tasolla ja osana ympäristöä, viljelytoimet ja niiden ajoitus
->pitkän tähtäimen vaikutukset, markkinat, paikalliset yhteistyömahdollisuudet
- Pyrkimys löytää monihyötyisiä ja kestäviä ratkaisuja: omavarainen typpi, hiilen sidonta maahan, rikka- ja tuholaispaine alas, ravinteet hyödyksi ja talteen
- Muutos voi viedä aikaa: esim. tuholaisien luontaisten vihollisten tueksi tarvitaan monivuotisia suojarakenteita -> kehittyvä ja muuttuva itsepuskuroiva systeemi joka vähentää riskejä
- Kehittämisessä ja oppimisessa havainnointi!!!
- Suunnittelu yli vuosien -> suojataan, hyödynnetään ja uudistetaan ekosysteemipalveluja (Kremen 2012)

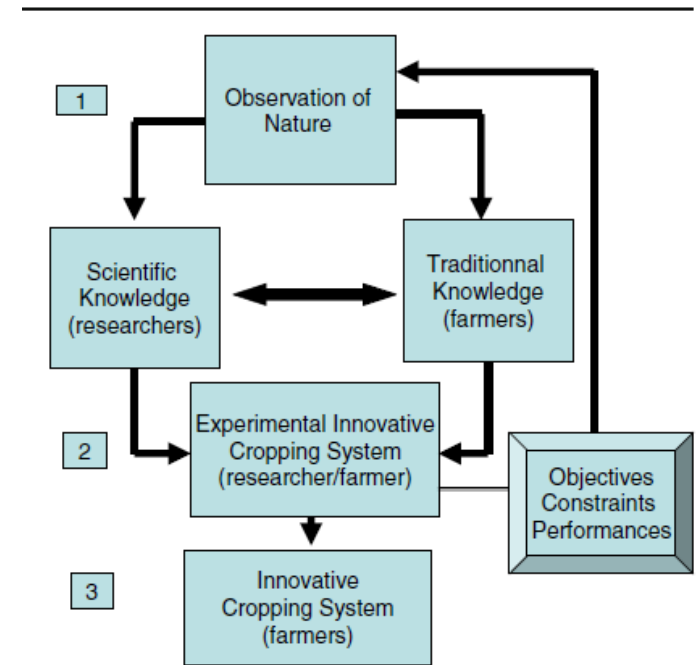


Fig. 7 A three-step framework for designing cropping systems from nature

Kuva: Malézieux E (2012) Designing cropping systems from nature. Agron Sustain Dev 32: 15-29

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

- Koottiin tietoa sekaviljelymenetelmän käytöstä meillä ja maailmalla
 - kirjallisuusselvitys sekaviljelyn ekologiasta, toteuttamismuodoista, menetelmällä saavutetuista hyödyistä ja menetelmän rajoituksista
 - pienimuotoinen kyselytutkimus puhelinhaastatteluna viljelijöiden ja sidosryhmien (neuvonta, jalostus ja teollisuus) kokemuksista ja kiinnostuksesta sekaviljelyyn ja seosten hyödyntämiseen.
 - toimijatyöpaja ”**Seosviljelyllä satoa ja viljelyvarmuutta nyt ja tulevaisuudessa**”.
- > Miten toimijat kokevat sekaviljelyn mahdollisuudet ja haasteet, millaisia seoksia Suomeen 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 viljatililla
- aluskasvit helppo sekaviljelymuoto viljatililla
- 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

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

ilmastonmuutos

jos seos menee kasvinviljelytilalla pilalle -> mihin markkinoidaan

Yhteenvetoa

- Biologinen typensidonta ja palkokasvit keskeisimpiä sekaviljelyn kehittämisessä tuotantotavasta riippumatta, niiltä myös eniten tutkimustietoa
- Viljelijöiden tietotaito ja paikalliset ratkaisut avainasemassa tutkimustiedon ohella sekaviljelyn suunnittelussa
- Miten jalostus tukee sekaviljelyä ja toisinpäin
- Suurempi sato alhaisemmilla lannoitustasoilla, satovarmuus ja ennakoiva riskinhallinta -> hyötyjä myös taloudellisesti
- Mutta sisältää myös mahdollisia riskejä -> täytyy muistaa havainnoida (esim. monimuotoisen kasvustoresurssin ja jatkuvan kasvipeitteisyyden vaikutus kasvintuhoojiin)
- Luomussa mahdollisuus yhdistää monia ekologisen tehostamisen keinoja tulemaan toisiaan -> hyvät kehittämisen mahdollisuudet
- Sekaviljely ilmastoviisaana ratkaisuna

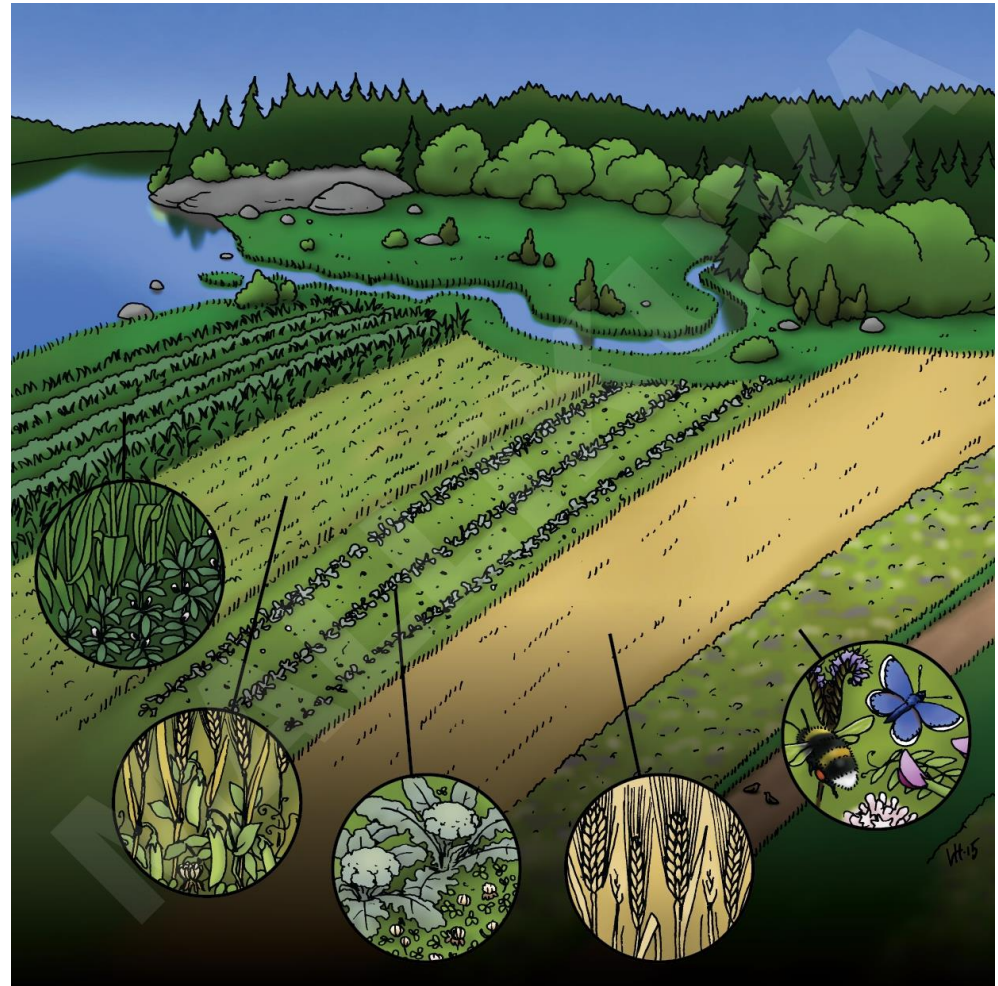
Kiitos!

Luentoa tukevat projektit:

- INTERCROP Sekaviljely ja lajikeseokset: satovarmuutta ja ruokaturvaa (MMM, Makera)
- TROSTA Specialist herbivores under climatic warming: Bottom-up and top-down regulation and trophic chain stability (Suomen Akatemia)
- Seosviljelyllä satovarmuutta (Suomen Kulttuurirahaston Etelä-Savon rahasto)
- ILMASE Ilmastonmuutos ja maaseutu (EU:n maaseudun kehittämisen maatalousrahasto)

Teemaa jatkossa edistää:

- VILMA Ilmastoviisaita ratkaisuja maaseudulle
- DESECO Designing selfbuffered northern cropping systems: Ecological intensification and biological control (rahoitus hakuvaiheessa)



Kuva: Ville Heimala

sari.himanen@luke.fi

puh. 029 532 6132

Kiitos!

How complex and unexpected are the checks and relations between organic beings, which have to struggle together.

Charles Darwin: The Origin of Species

