



Kuivuuden vaikutus maatalouteen

Rajaus: peltokasvien tuotanto

Pirjo Peltonen-Sainio

MTT Kasvintuotannon tutkimus

Suomen kasvuolot



Table: The 5th, 50th and 95th percentile values for agroclimatic indices during the period 1971–2000 and the estimated changes in the median value for 2030 assuming the A2 SRES scenario[†]. The values for 1971–2000 represent the means of the values for given percentile from all of the sites in a given zone. The range for future estimates is based on three Global Climate Models: ECHAM, HadCM and NCAR. Environmental Zones[‡]: BOR, Boreal; ATN, Atlantic North; CON, continental; MDN, Mediterranean North. JJA refers to June-July-August.

Zone	Effective global radiation (MJ m ⁻² year ⁻¹)			Effective growing days (days year ⁻¹)			Date of the last frost (day of the year)			Proportion of dry days in JJA (%)			Proportion of sowing days in early spring (%)		
	5 th	50 th	95 th	5 th	50 th	95 th	5 th	50 th	95 th	5 th	50 th	95 th	5 th	50 th	95 th
	The experienced period of 1971–2000														
BOR	581	1417	1824	57	115	154	127	146	169	2	31	83	0	5	16
ATN	1536	2187	2596	133	190	226	91	117	142	3	14	58	13	30	48
CON	1693	2296	2812	123	172	212	92	113	135	4	23	55	23	41	60
MDN	2161	2795	3434	159	201	242	53	61	100	33	51	74	33	50	65
	Estimated time horizon of 2030														
	Change (%)			Change (days)			Change (days)			Change (%)			Change (%)		
BOR	3–7			11–17			-6– -4			-6–1			4–5		
ATN	0–3			3–17			-8– -5			3–11			3–5		
CON	-3–1			-2–5			-7– -4			4–11			4		
MDN	-10– -2			-11– -3			-24– -20			4–9			1–2		

[†]Trnka, M., Olesen, J.E., Kersebaum, K.C., Skjelvåg, A.O., Eitzinger, J., Seguin, B., Peltonen-Sainio, P., Rötter, R., Iglesias, A., Orlandini, S., Dubrovský, M., Hlavinka, P., Balek, J., Eckersten, H., Cloppet, E., Calanca, P., Gobin, A., Vucetic V., Nejedlik, P., Kumar, S., Lalic, B., Mestre, A., Rossi, F., Kozyra, J., Alexandrov, V., Semerádová, D. & Zalud, Z. 2011. Agroclimatic conditions in Europe under climate change. *Global Change Biology* 17, 2298–2318.

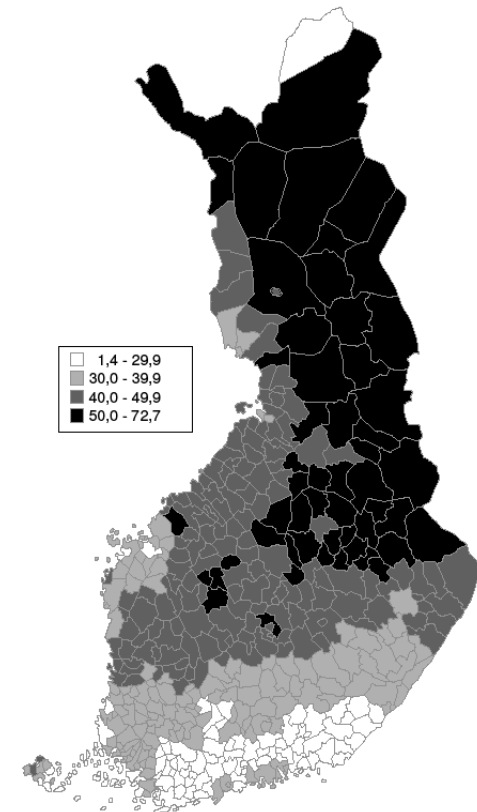
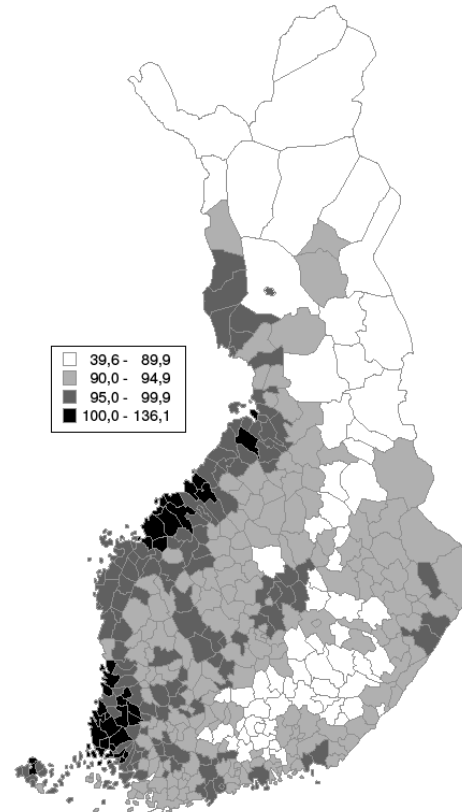
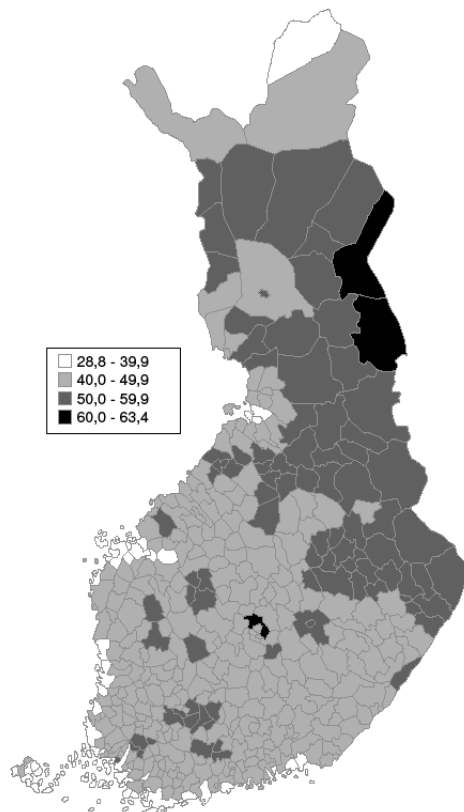
[‡]Metzger, M.J., Bunce, R.G.H., Jongman, R.H.G., Múcher, C.A., & Watkins, J.W. (2005). A climatic stratification of Europe. *Global Ecology and Biogeography*, 14, 549–563.

Tarvetta vastaamaton sadanta

Sadon määrätymisen aikaan saadaan sadetta vain 30-50 % tarpeesta

Lisäksi rannikkoseudulla haihdunta on voimakkainta

Eikä tätä ennen sada "varastoon" kylvöjen jo toteuduttua



30 vuoden sääaineisto:
Ilmatieteen laitos

Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. & Hakala, K. 2011. Crop responses to temperature and precipitation according to long-term multi-location trials at high-latitude conditions. *Journal of Agricultural Science* 149: 49-62. *Special issue on Climate Change and Agriculture.*

Yhä kriittisempi tulevaisuudessa



- Sadanta kasvukaudella per tuotettavissa oleva biomassatonni laskee merkittävästi nykyisestään (alla)
- Lisäksi lämpötilan nousu lisää haihduntapainetta ja kuuroluonteisten sateiden yleistyminen heikentää veden käytön tehokkuutta

Laji	1985	2025	2055	2085
Ohra	30.2	23.0	19.8	17.9
Kaura	22.7	22.4	20.1	18.7
Kevätvehnä	31.2	26.3	20.9	17.8
Rypsi	83.6	37.2	34.7	29.5
Rapsi	91.9	41.6	32.5	26.3

Lähde: Peltonen-Sainio P, Jauhiainen L, Hakala K & Ruosteenoja K, 2012.
Growth duration and phasing, distribution of precipitation and yield capacity of spring cereals and rapeseed in changing climate at high latitudes.

19 ilmastomallia sekä CNRM ja ECHAM5-mallit
A2-skenaario
MTT viralliset lajikekokeet
Ilmatieteen laitoksen aineistot

Yhä kriittisempi tulevaisuudessa

- Harmful effects of lack of precipitation at early growth stages are further challenged by cereal monoculture induced soil compaction
 - 13-23 % of Finnish rapeseed fields showed problems with soil compaction
 - Rapeseed as a taproot crop is a good indicator of prevalence of compacted soil layers
 - 473 rapeseed fields were examined in 2007-2009
- Diversified crop rotations are needed

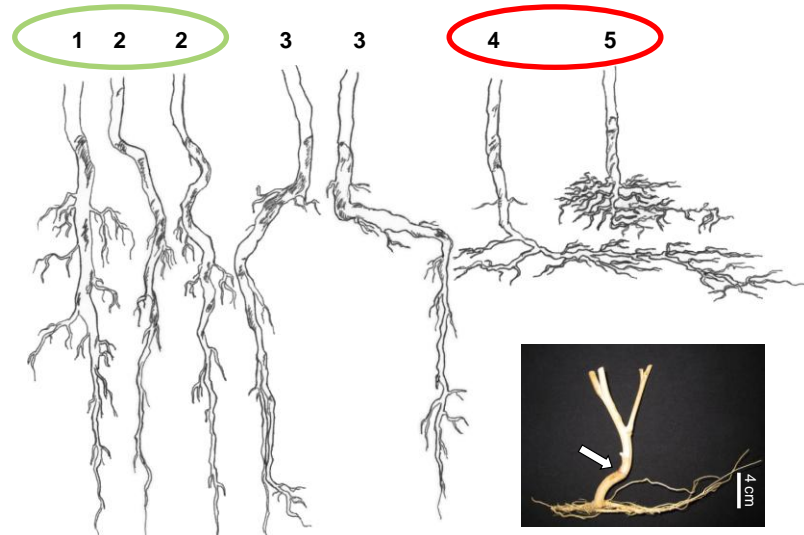
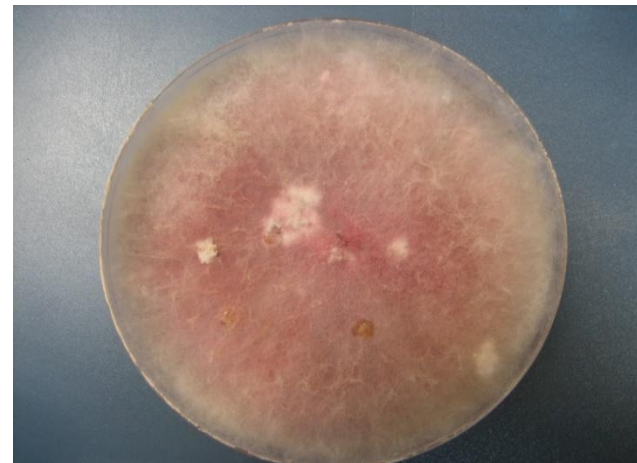
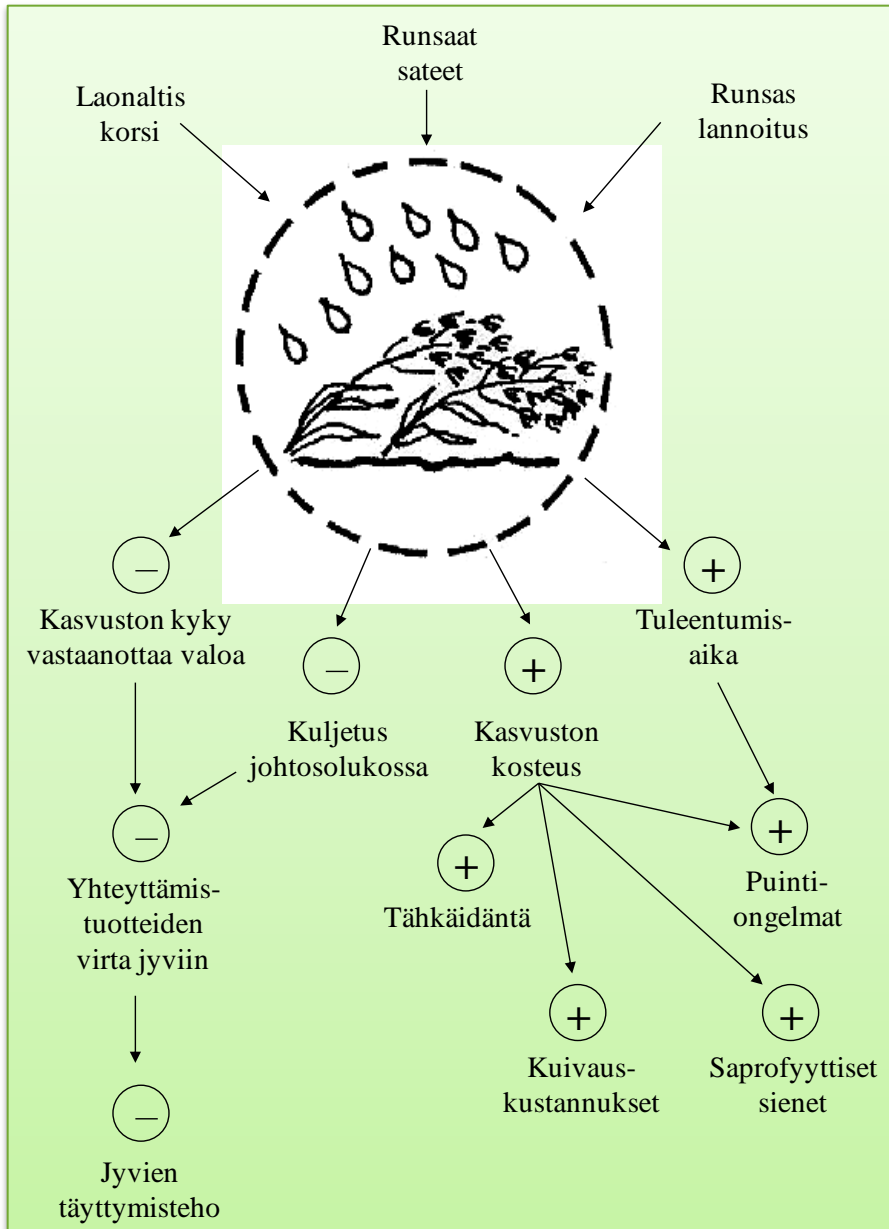


Table 5 Proportion of surveyed fields that had <30%, 30–70% and more than 70% of G1, G2, G3 and G4+5 plants in 2007–2009

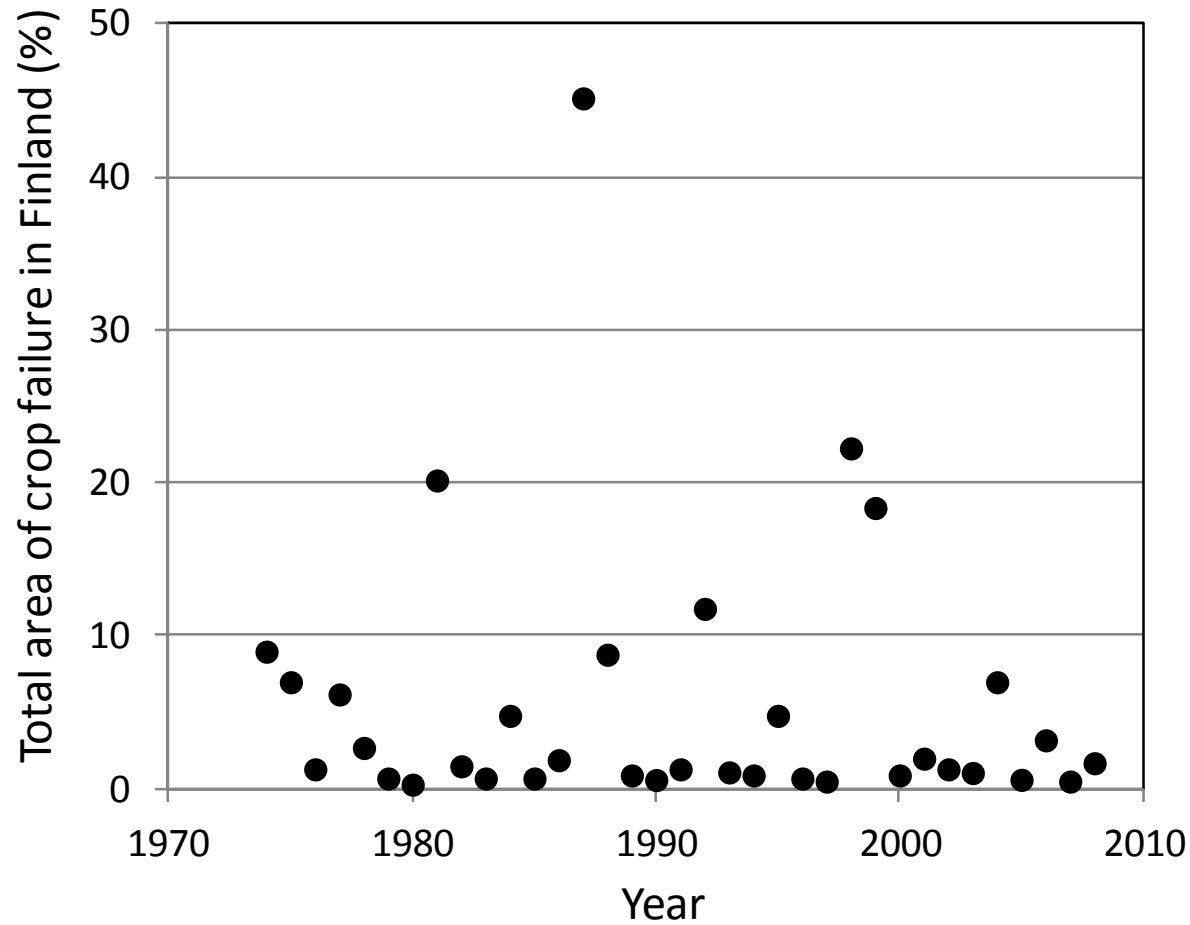
	< 30%	30–70%	> 70%
2007			
G1	15	46	39
G2	47	53	0
G3	88	13	0
G4+5	82	18	0
2008			
G1	53	31	16
G2	46	53	1
G3	69	30	1
G4+5	86	13	1
2009			
G1	69	24	7
G2	46	53	1
G3	70	30	0
G4+5	71	23	6

Tarvetta vastaamaton sadanta



Rajala, A. & Peltonen-Sainio, P. 2000. Manipulating yield potential in cereals by plant growth regulators. In: *Growth Regulators in Crop Production*. Ed. A.S. Basra. Pp. 27-70. Food Products Press, Binghamton, New York, USA.

Katovuodet



Yhä kriittisempi tulevaisuudessa



Keskilämpötilan nousu ja satoisuus

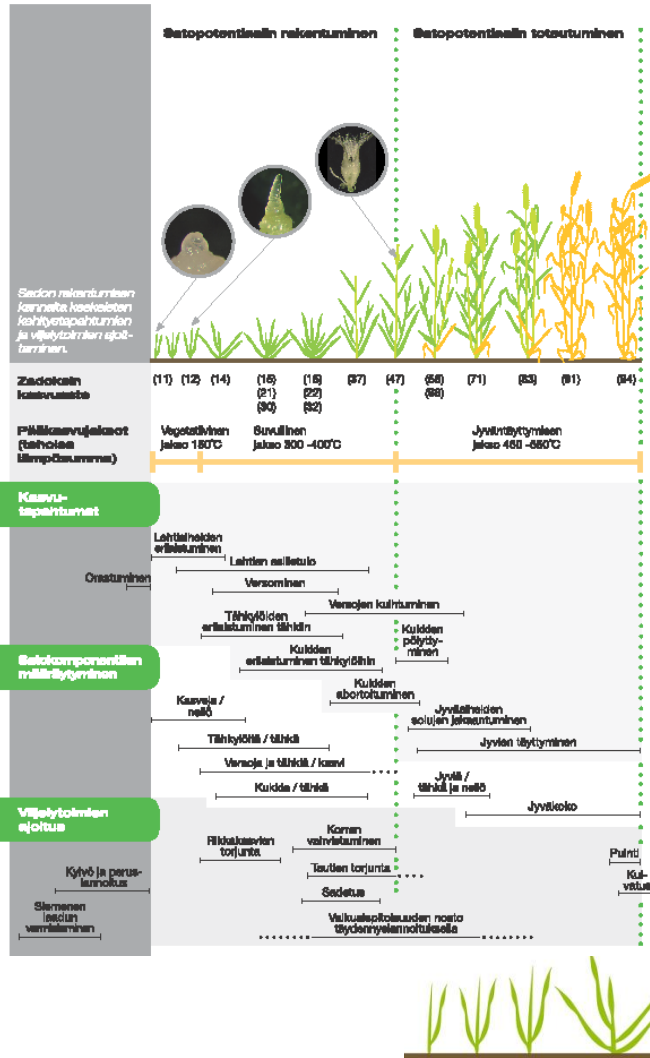
Laji	'1985'	'2025'	Muutos
Ohra	4475	4222	-254
Kaura	4838	4589	-249
Kevätvehnä	3865	3636	-229
Syysvehnä	4373	4478	104
Syysruis	3884	4002	118
Rypsi	1714	1663	-51
Rapsi	1927	1633	-205
Herne	3150	3651	501

19 ilmastomallia, A2-skenaario

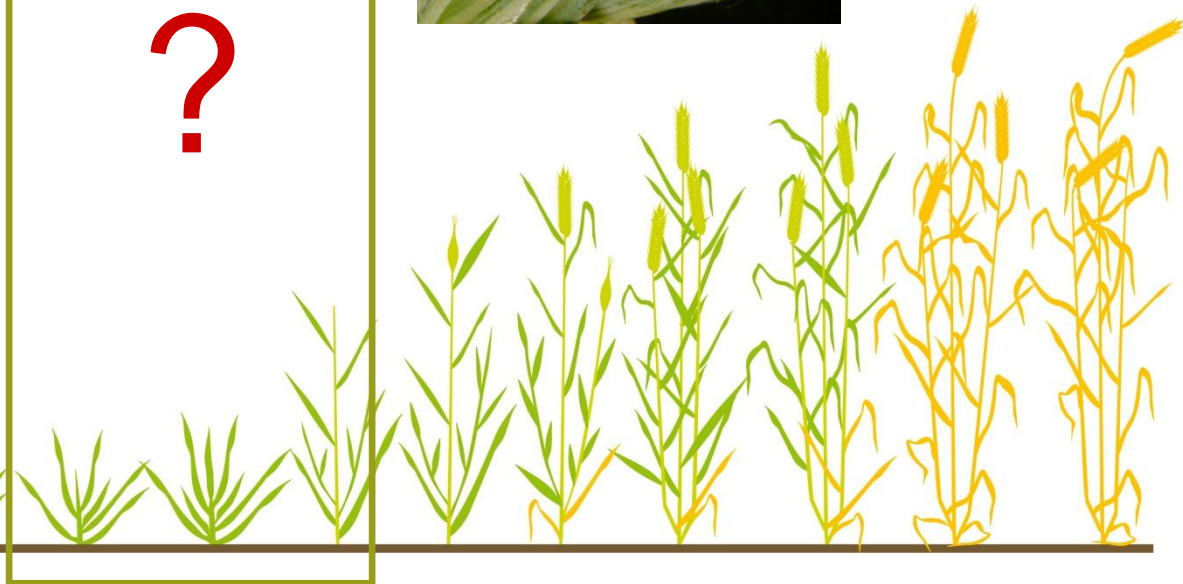
MTT viralliset lajikekokeet
Ilmatieteen laitoksen aineistot

Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. & Hakala, K. 2011. Crop responses to temperature and precipitation according to long-term multi-location trials at high-latitude conditions. *Journal of Agricultural Science* 149: 49-62. *Special issue on Climate Change and Agriculture.*

Kuivuus osuu satoisuusikkunaan



Satoisuusikkuna
215-465° tehoisaa
Lämpösummaa
kylvöstä



Lähde: Peltonen-Sainio P & Rajala, A 2008.
Viljojen kasvun ABC.

Kuivuus osuu satoisuusikkunaan

Åfors et al.
(1989)



A



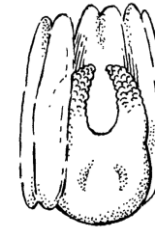
C



E



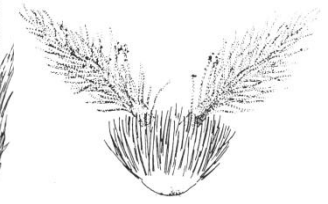
H



Q



U



Y

Waddington
et al. (1983)

Vegetative
cupola
stage

Early double-
ridge stage

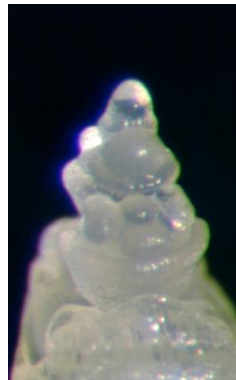
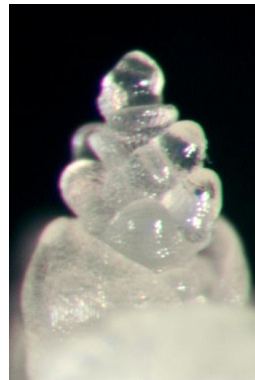
Triple-mound
stage

Stamen
primordia
present

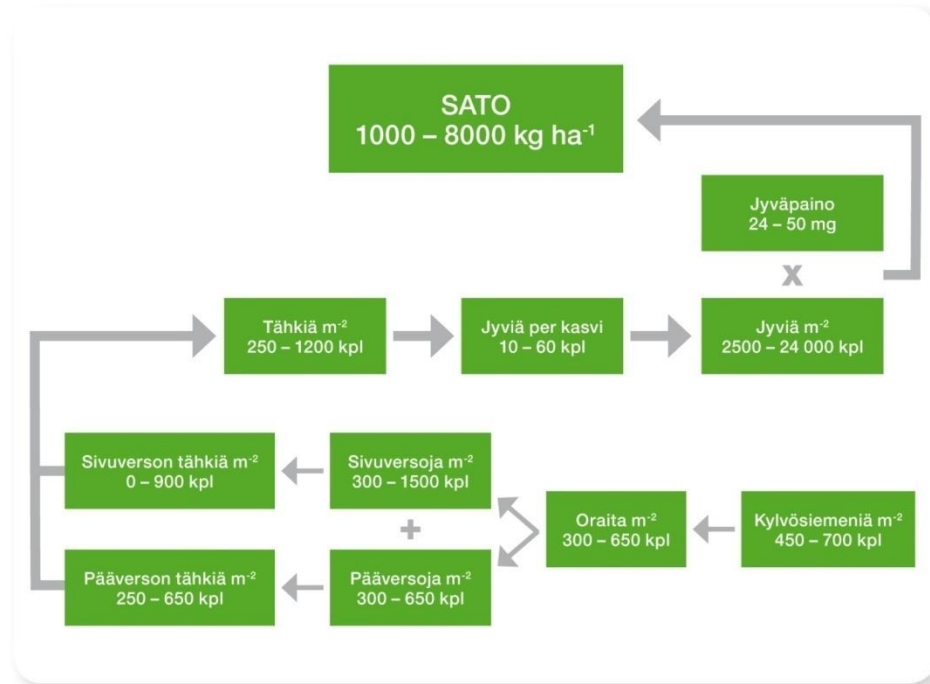
Stigmatic
branches
initiated

Stigmatic
branches
elongated (but
do not form
tangled mass
in oat)

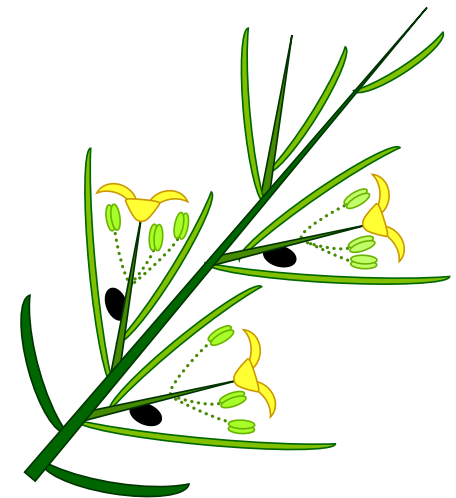
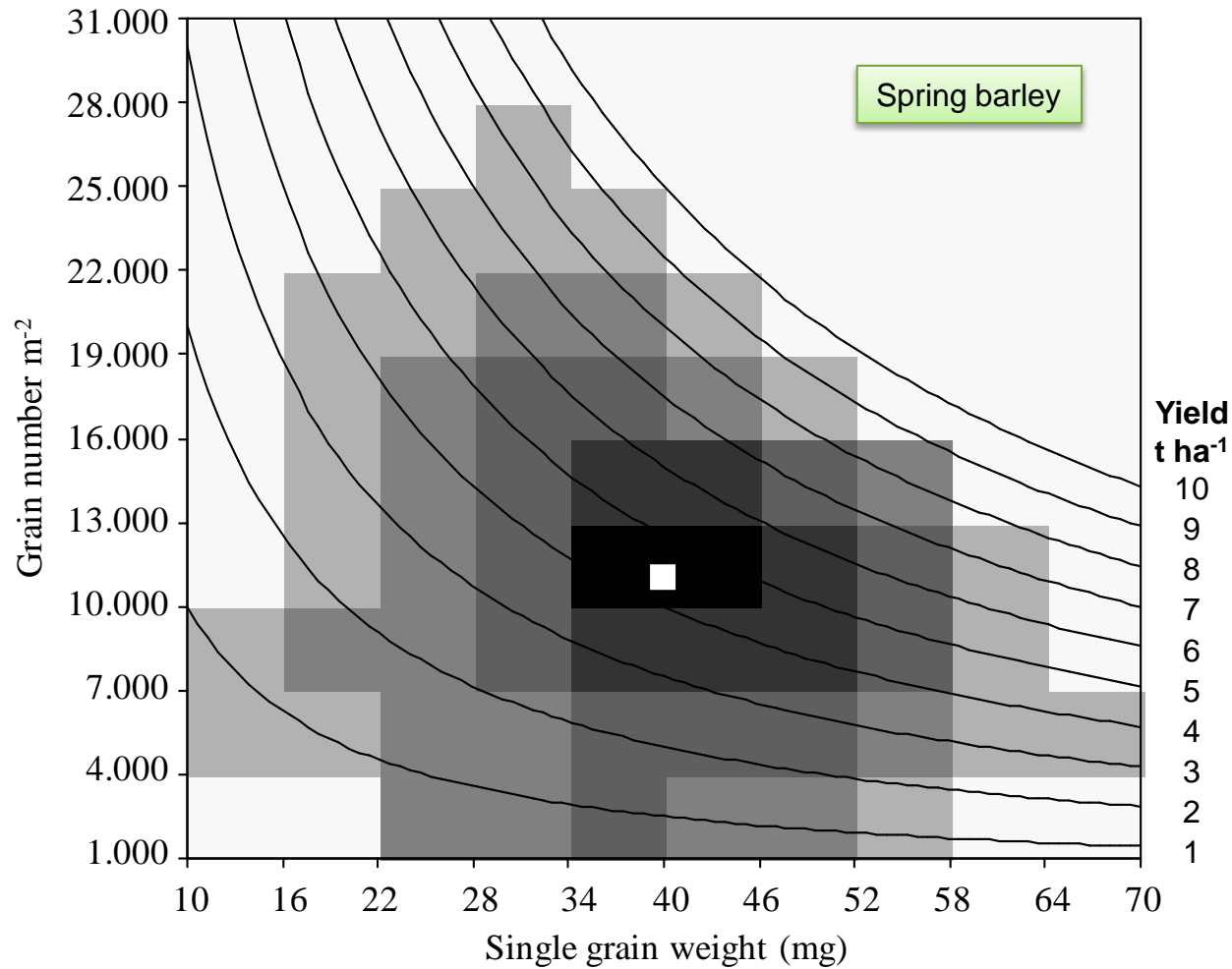
Pollination



Kuivuus osuu satoisuusikkunaan



Kuivuus osuu satoisuusikkunaan

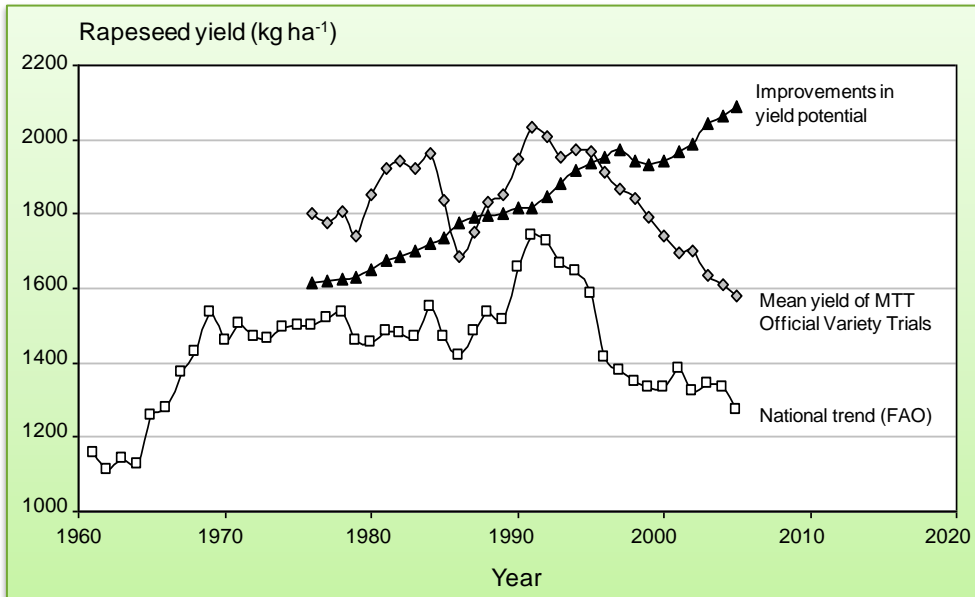


Peltonen-Sainio, P., Kangas, A., Salo, Y. & Jauhiainen, L. 2007. Grain number dominates grain weight in cereal yield determination: evidence basing on 30 years' multi-location trials. *Field Crops Research* 100: 179-188.

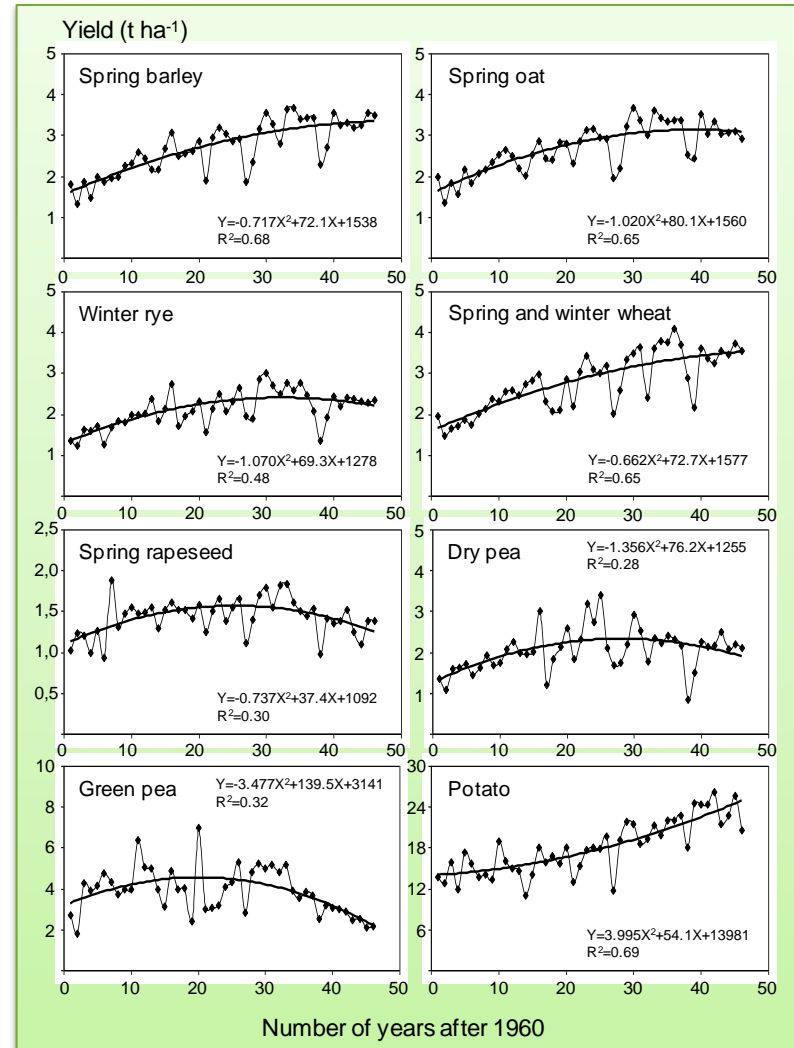
Alhainen, vaihteleva satotaso



- Increase in yield gap between potential and actual yields



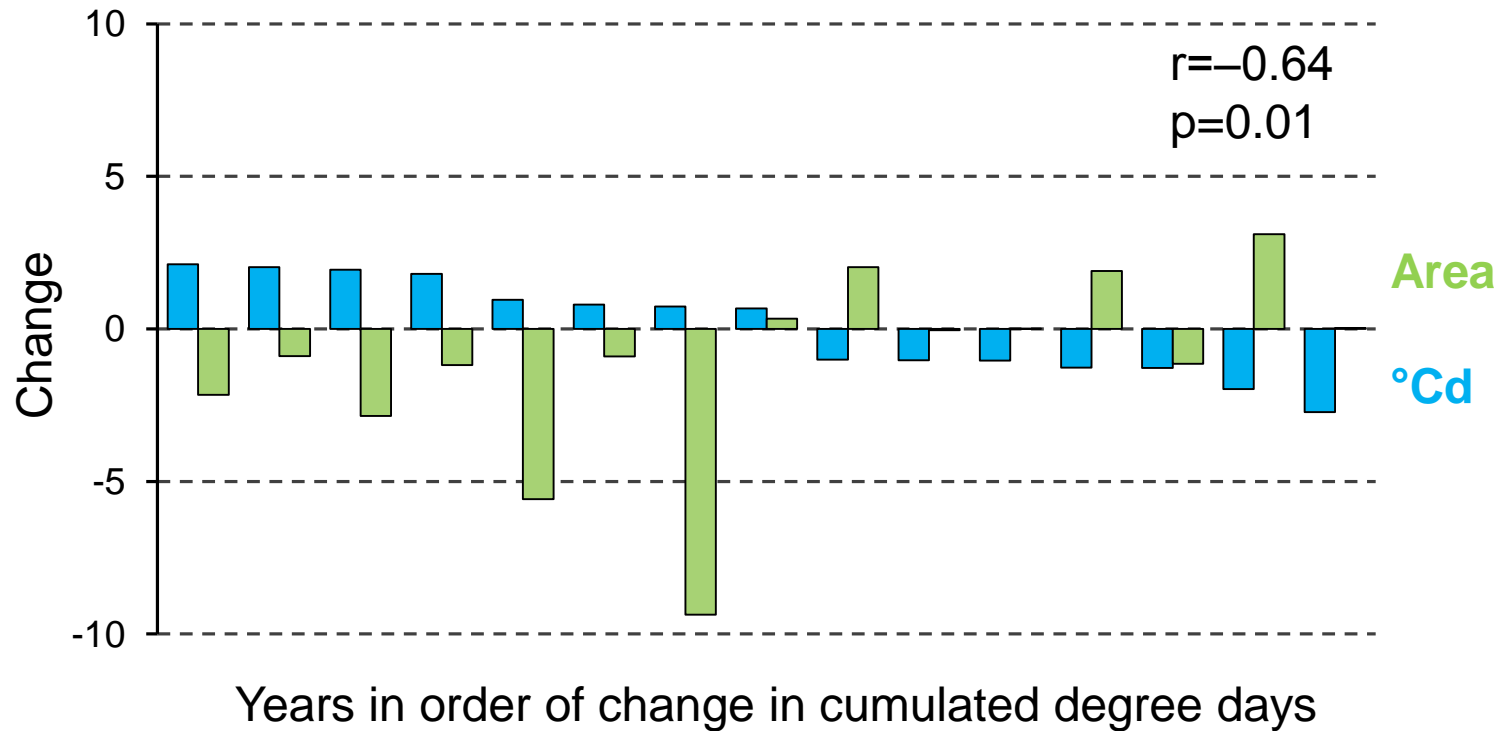
Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. & Hannukkala, A. 2007. Declining rapeseed yields in Finland: how, why and what next? *Journal of Agricultural Science in Cambridge* 145: 587-598.



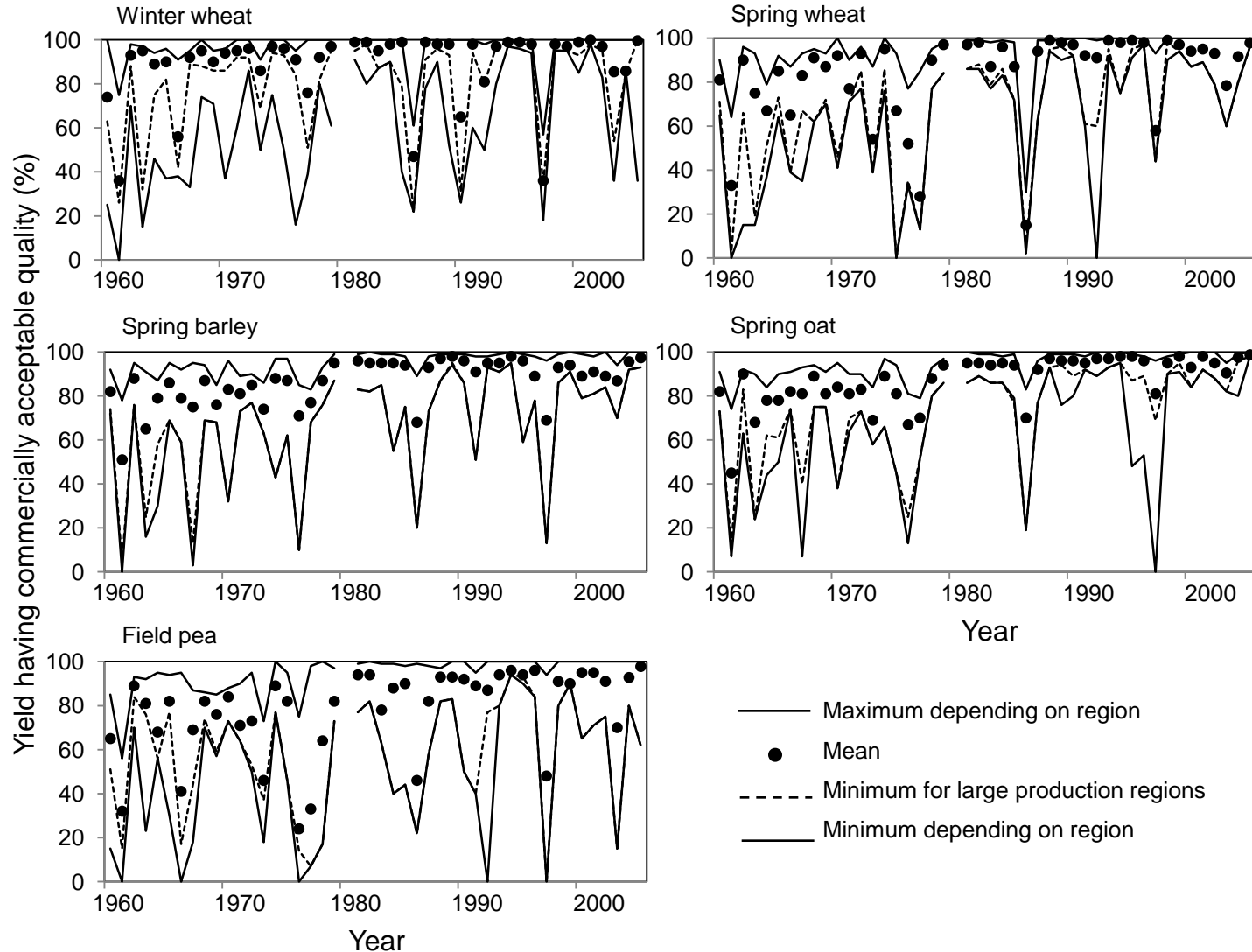
Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. & Hakala, K. 2009. Are there indications of climate change induced increases in variability of major field crops in the northernmost European conditions? *Agricultural and Food Science* 18: 206-226.

Viljelijä – sopeutuja

An example indicating farmers' readiness to give up with early maturing barley area when cumulated degree days for the growing season in preceding year were high

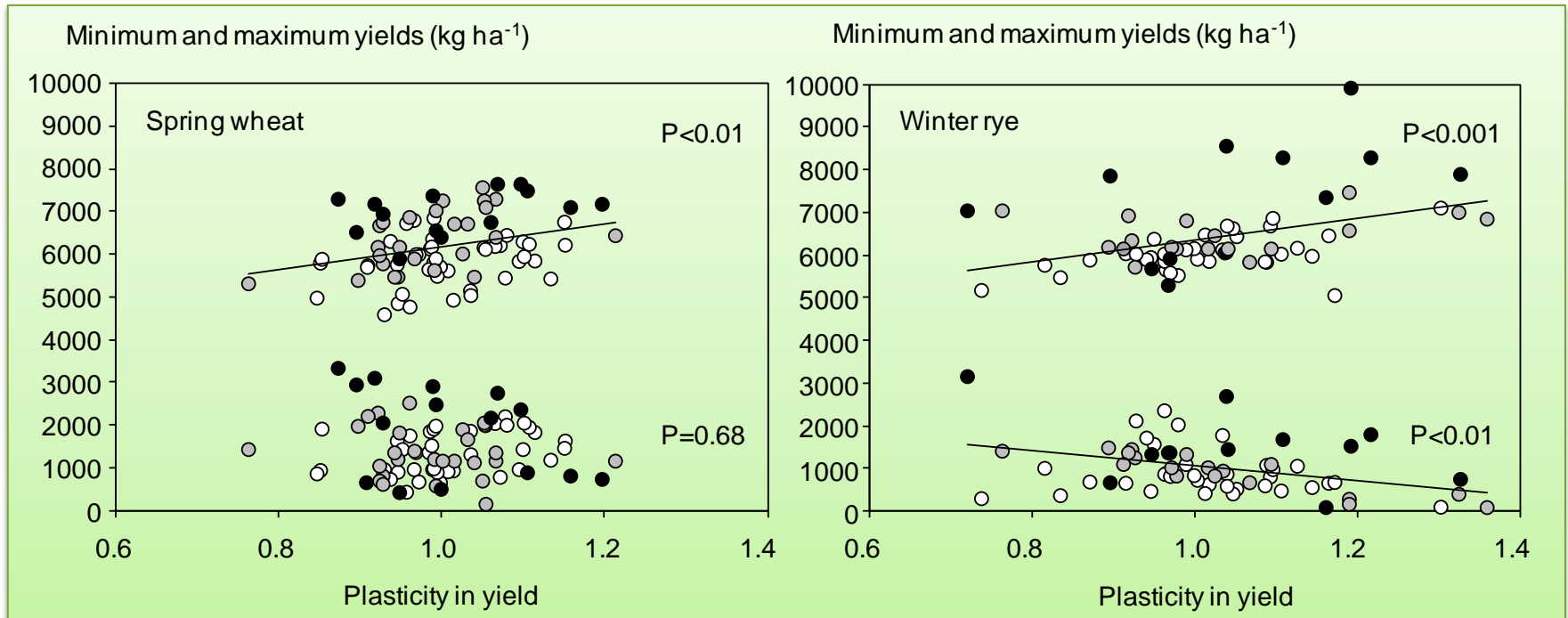


Viljelijä – sopeutuja



Peltonen-Sainio, P. & Niemi, J. 2012. Protein crop production at the northern margin of farming: To boost, or not to boost, that is the question. *Arvioitavana*.

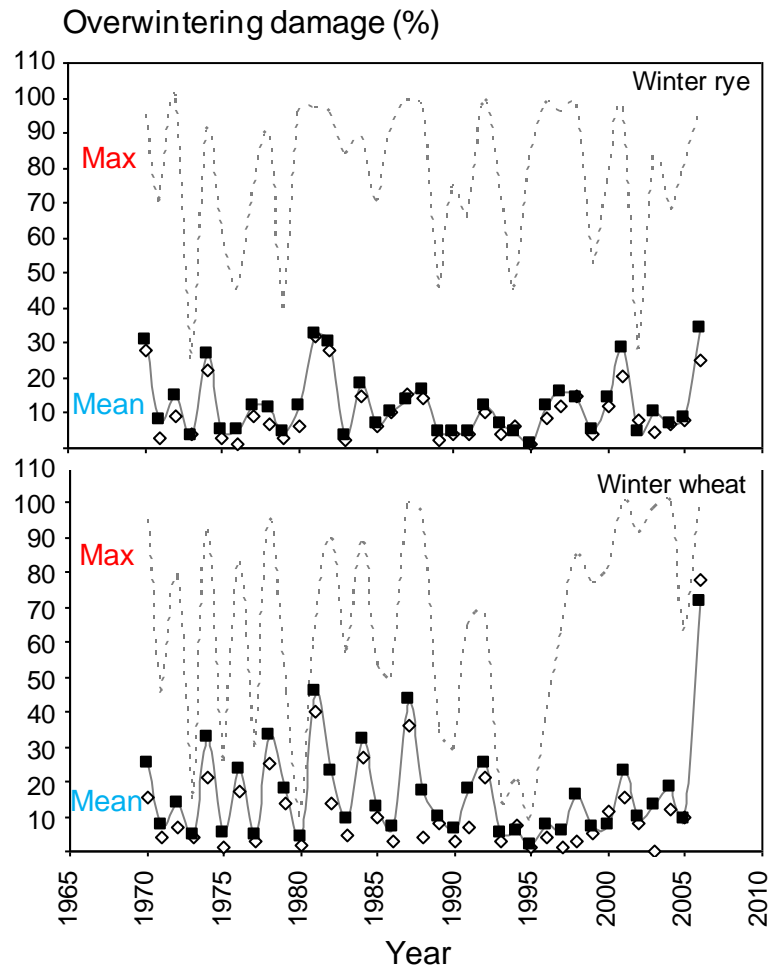
Kasvinjalostaja – sopeuttaja



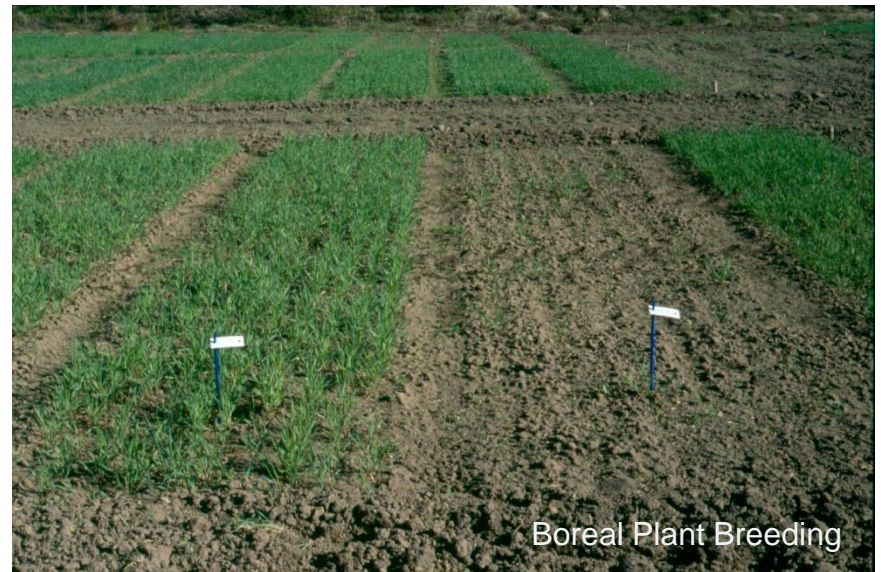
High yield plasticity associated with crop responsiveness to favorable conditions without yield reductions under stressful conditions

High yield plasticity resulted from the combination of high yield in favorable conditions while low yield in stressful environments

Kasvinjalostaja – sopeuttaja



- Variable winter conditions
 - Autonomous selection during plant breeding programs available
 - In future even more variable winter conditions are anticipated which is challenging until cold winters turn to be mild



Viljelijä – sopeutuja

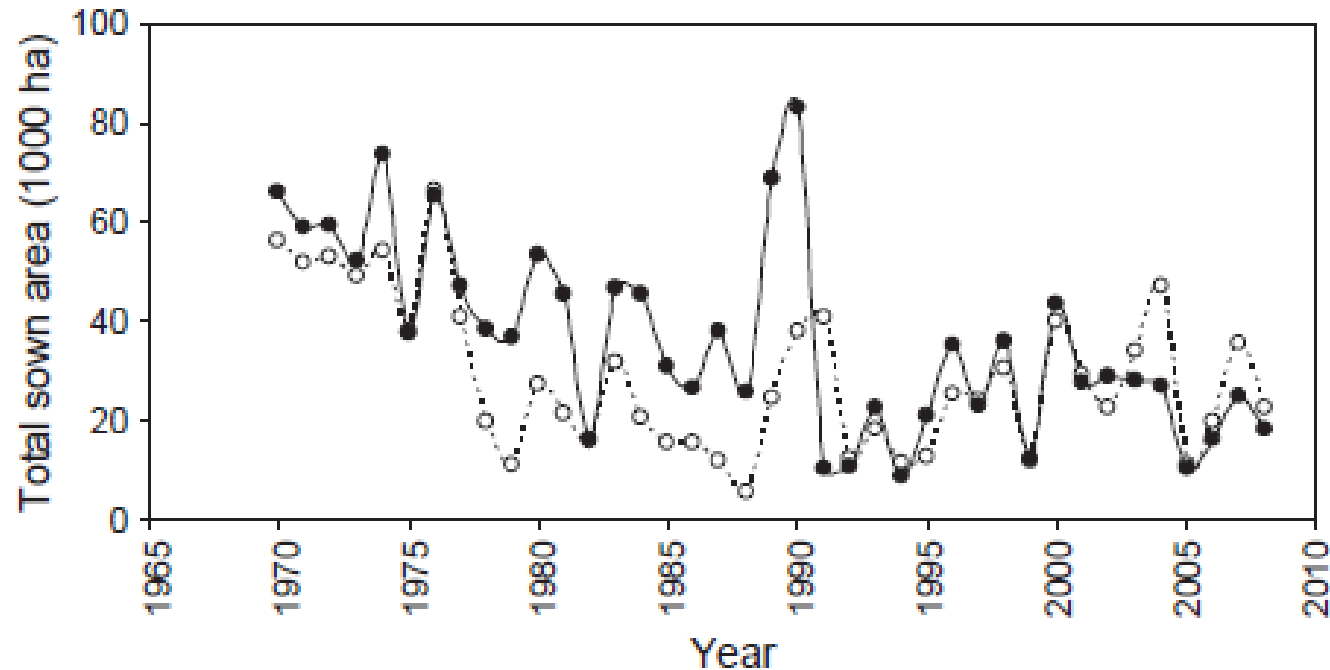


Figure 1. Fluctuation in area (ha) under winter rye (closed symbols) and wheat (open symbols) in Finland since 1970. Data from TIKE (Information Centre of the Ministry of Agriculture and Forestry in Finland).

Kriittiset sopeuttamistarpeet



Taulukko 1*. Tärkeimmät suomalaisen kasvintuotannon tuotantokyvyn parantamiseen liittyvät ilmastonmuutokseen sopeuttamistarpeet sekä toimenpide-ehdotukset ILMASOPU-hankkeen tulosten perusteella.

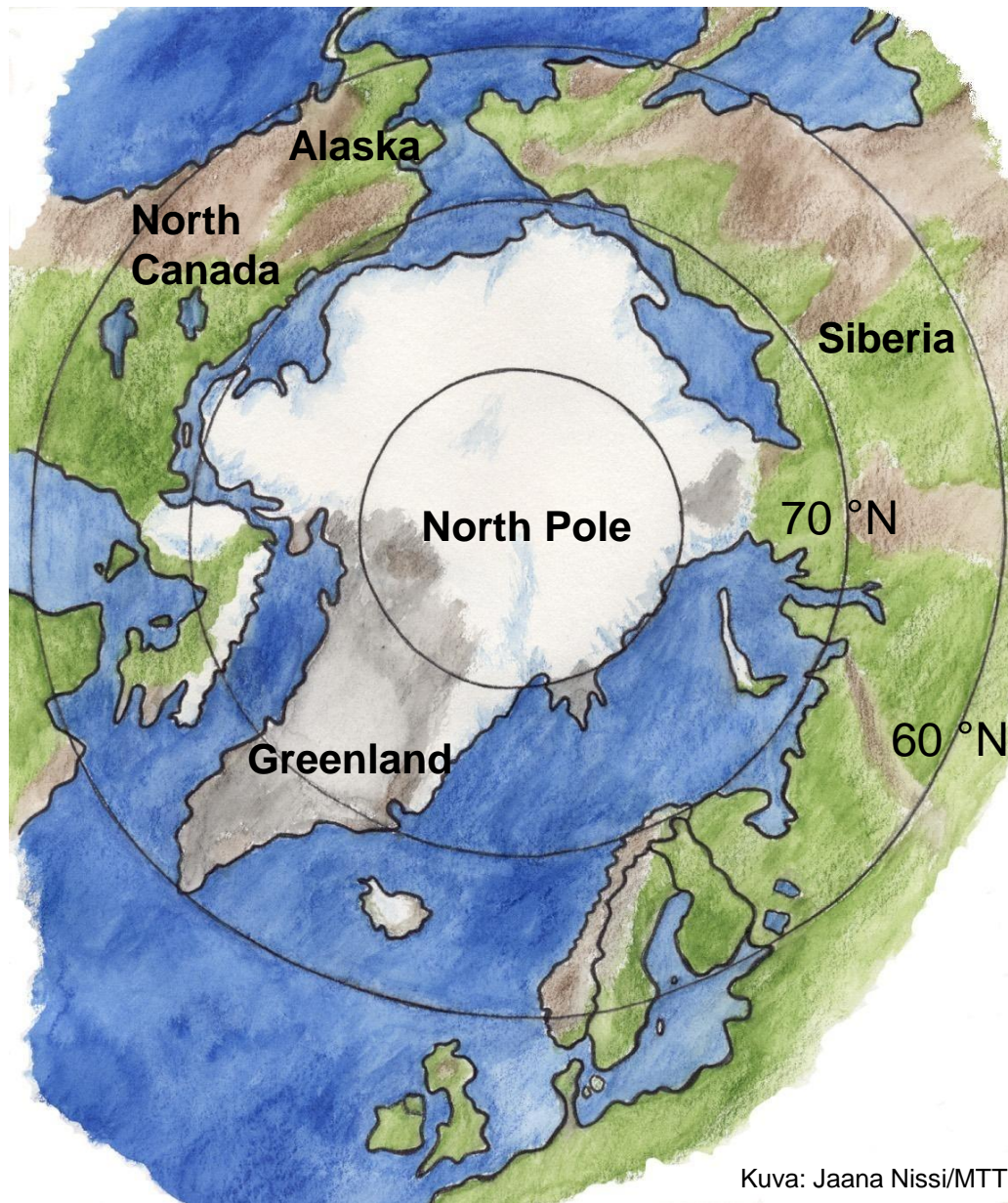
Rajoittava tekijä	Peltokasvilajit	Sopeuttamistoimi
Lämpötilan nousu, pitkä päivä ja kiihtynyt kehitysrytmi	Siemensatokasvit	Kasvinjalostus
Veden saatavuus	Kevätkylvöiset lajit	Vesitalouden hallintajärjestelmät, kasvinjalostus, syysmuotoiset lajit
Talvenkestävyys	Talvehtivat lajit	Kasvinjalostus, heikon kestävyuden (ulkomaisten) lajikkeiden välttäminen
Kasvintuhoojariskit	Kaikki lajit	Terveet lisäysmateriaalit, kestävyysjalostus, torjuntamenetelmät, hälytysjärjestelmät
Ääri-ilmiöt	Kaikki lajit	Hälytysjärjestelmät, viljelyvarmat lajikkeet, monimuotoisuus ja puskurointikyky
Ravinteiden saanti	Kaikki lajit	Lannoitusmenetelmät, viljelykierto, palkokasvien yleistäminen, jalostus

Ennakoidut muutokset



Taulukko 2*. ILMASOPU-hankkeessa ennakoitavat ajankohdat erälle keskeisimmille suomalaisen peltokasvituotannon muutoksille, joita ilmastonmuutokseen sopeutumisen edellyttää

Ajankohta	Muutos
2015 →	Kasvintuhoojien torjuntatarve kasvaa ja torjuntavaihtoehdot monipuolistuvat: ennakointi ja torjunta ovat yhä tärkeämpiä tuotantoepävarmuuden ehkäisemiseksi
2015–2025	Nykytyyppiset lajikkeet väistyvät: Lajikkeisto vaihtuu ensin rannikkoseudulla edeten sitten maan keski- ja pohjoisosiin, satotasot nousevat merkittävästi sopeutumisen myötä, EU suhtautuu myönteisesti geenimuuntelun hyödyntämiseen
2015–2025	Viljely monimuotoistuu: erityisesti rapsi on korvannut rypsin ja lisäksi palkokasvien viljely on yleistä valkuais- ja typpiomavaraisuuden turvaamiseksi
2020–2040	Kasvintuotanto alkaa keskittyä vahvasti suotuisimmille tuotantoalueille: omavaraisuus turvataan ja ylijäämäpellot käytetään bioenergian tuottamiseen, vientituotantoon, vahvasti erikoistuneeseen tuotantoon ja/tai luonnon ja peltomaan hoitoon
2020–2040	Pellon vesitalouden hallintajärjestelmät otetaan käyttöön ensisijaisesti tuotannon vahvoilla keskittymäalueilla: ravinnekierrot ”suljetaan”
2055 →	Kevätmuotoiset lajit korvautuvat suuressa määrin syysmuotoisilla
2000-luku	Ääri-ilmiöt aiheuttavat suurta epävarmuutta tuotannolle ja onnistumisten joukkoon ujuttautuu toistuvasti myös epäonnistumisia



Kuva: Jaana Nissi/MTT

”Sopeutuminen on ainoa mahdollinen tapa reagoida ilmastonmuutoksen vaikutuksiin tilanteessa, jossa kuluu useita vuosikymmeniä ennen kuin hillintätoimet purevat”



Kiitos!

