

Kasvukauden pitenemisen ja olosuhteiden muuttumisen vaikutukset alueellisiin viljelymahdollisuuksiin ja tuotantokykyyn Suomessa ilmaston lämmetessä

Pirjo Peltonen-Sainio¹⁾, Lauri Jauhiainen²⁾, Kaija Hakala³⁾ ja Hannu Ojanen⁴⁾

¹⁾MTT, 31600 Jokioinen, pirjo.peltonen-sainio@mtt.fi

²⁾MTT, 31600 Jokioinen, lauri.jauhiainen@mtt.fi

³⁾MTT, 31600 Jokioinen, kaija.hakala@mtt.fi

⁴⁾MTT, 31600 Jokioinen, hannu.ojanen@mtt.fi

Tiivistelmä

Ilmastonmuutos tulee ratkaisevasti muuttamaan suomalaista kasvintuotantoa. Vaikka hillintätoimin onnistuttaisiinkin hidastamaan ilmaston lämpenemistä, emme vältty ilmastonmuutoksen vaikutuksilta. Siksi sopeutuminen on ainoa mahdollinen tapa reagoida ilmastonmuutoksen vaikutuksiin tilanteessa, jossa kuluu useita vuosikymmeniä ennen kuin hillintätoimet purevat. Suomi on maailman pohjoisin laajamittaisen ja monipuolisen kasvintuotannon maa. Koska erityisesti pohjoiset osat maapalloa lämpenevät muita nopeammin, vaaditaan Suomen kasvintuotannolta ripeää sopeutumista.

Ilmaston lämpenemisen myötä nykyisiä päätuotantokasvejamme on mahdollista viljellä yhä pohjoisempana, ja niiden satopotentiaalit kasvavat merkittävästi. Lisäksi nykyään vähän viljeltyjen rapsin, herneen ja härkäpavun tuotanto voi muuttua Suomessa laajamittaiseksi. Lähivuosikymmenien aikana talvien leudontuessa nykyisin vähän viljellyistä tuotantokasveistamme syysvehnä ja ruisvehnä yleistyvät ensimmäisinä. Niiden kilpailuetu paranee merkittävästi johtuen hyvästä sadontuottokyvystä, mutta ne ovat haluttuja myös talviaikaisen kasvipeitteisyyden takia. Kun talvet leudontuvat pysyvästi vuosisadan puolivälin jälkeen, syysrapsin, syysohran ja syyskauran viljely todennäköisesti yleistyy. Myös muiden nykyviljelyssämme alihyödynnettyjen lajien viljelyedellytykset paranevat. Uusista lajeista rehumaisinkin (mutta ei jyvämäissin) viljely onnistunee tulevaisuudessa, mutta vain Etelä-Suomessa ja vasta vuosisadan loppupuolella.

Vaikka tulevaisuudessa peltoviljelykasviemme satopotentiaali kasvaa merkittävästi, peltokasvituotannon merkittävä parantuminen edellyttää ilmastonmuutoksen vahvistamien, tuotantoa rajoittavien haasteiden ratkaisemista sekä sopeutumisstrategioiden ennakoivaa suunnittelua ja toimeenpanoa. Spontaanisti sopeuduttaessa maataloustuotantomme ei tule hyötymään ilmastonmuutoksesta, vaan satotasojen voi ennakoida säilyvän korkeintaan nykyisellään, kun taas tietoisesti sopeutuen maataloutemme voi hyötyä merkittävästikin ilmaston lämpenemisestä.

Ilmastonmuutoksen tuomia haasteita ja mahdollisuuksia ja niihin sopeutumista tutkittiin kattavasti MMM:n Ilmastonmuutoksen sopeutumistutkimusohjelmaan (ISTO) kuuluvassa ILMASOPU-hankkeessa (Ilmastonmuutokseen sopeutuminen maa- ja elintarviketaloudessa). Tästä hankkeesta ja muista ilmastonmuutokseen ja maatalouteen liittyvistä hankkeista saa lisätietoa MTT:n verkkosivuilta (www.mtt.fi – tutkimus – hankehaku – ILMASOPU sekä www.mtt.fi – Kestävä tuotanto – Muuttuva ilmasto ja maatalous).

Asiasanat: ilmastonmuutos, kasvintuotanto, palkokasvit, satopotentiaali, sopeutuminen, talvehtiminen, viljat

Johdanto

Kasvihuoneilmaston voimistuminen muuttaa Euroopan ilmasto-oloja. Monet ennustetuista muutoksista hyödyttävät maataloustuotantoamme, mutta muutosten nopeus, ennustetut suuret säävaihtelut ja ilmiöön liittyvät kielteiset tekijät nostavat lukuisia, epävarmuutta aiheuttavia kysymyksiä. Sopeutuminen ei voi olla vain spontaania. Varautuminen potentiaalisiin uhkiin ja lunastettavissa oleviin mahdollisuuksiin edellyttää moniulotteisia ja mahdollisimman todenmukaisia arvioita ilmastonmuutoksen vaikutuksista. MMM:n Ilmastonmuutoksen sopeutumistutkimusohjelmaan (ISTO) kuuluvan Ilmastonmuutokseen sopeutuminen maa- ja elintarviketaloudessa (ILMASOPU) -hankkeen päätavoitteena oli:

1) Tuottaa kokonaisvaltaiset, biologisilta perusteiltään luotettavat sekä maailman talous- ja markkinatilanteet huomioivat ennusteet pelto- ja puutarhakasvien tulevaisuudesta (ml. ympäristövaikutukset) ja tuotannon alueellisuudesta eri ilmastonmuutoskenaarioissa

2) Saattaa tuotettu perustieto ja ennusteet tehokkaita kanavia hyödyntäen niin päätöksenteon kuin elinkeinoelämän ennakoivaan käyttöön ilmastonmuutoksen suomien mahdollisuuksien täysmittaiseksi hyödyntämiseksi ja muutokseen liittyvien riskien torjumiseksi.

Tutkimukset liittyen tässä yhteydessä raportoitaviin peltoviljelykasvien tulevaisuusennusteisiin ja sopeuttamistarpeisiin perustuivat pitkäaikaisaineistojen ja saatavilla olevien muiden tilastojen ja kirjallisuudessa olevien tietojen hyödyntämiseen ja analysointiin. Peltoviljelykasveilla saadut tutkimustulokset toimivat syötetietoina muihin ILMASOPU-hankkeen työpaketteihin (erityisesti kasvinsuojelu- ja ympäristöriskit sekä talous ja markkinat).

Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa hyödynnettiin MTT:n pitkäaikaisaineistoja, erityisesti virallisten lajikekokeiden tuloksia usealta vuosikymmeneltä sekä tarjolla ollutta kirjallisuutta ja muita tietokantoja (esim. FAO ja lähialueiden kansalliset satotilastot). Ennusteet tehtiin kahdessa eri päästöskenaariossa (IPCC SRES: A2 ei hillintätoimia, B1 kaikki hillintätoimet käyttöön) ja kolmessa tulevaisuuden ajankohdassa: 2025, 2055 ja 2085 (± 15 vuotta), jolloin muutoksia peilattiin lähimenneisyyteen (1971–2000).

Tutkimme millä aikajänteellä nykyisten viljelykasvien viljelyalueet voivat laajentua sekä miten aivan uudet tai meillä vielä vähän viljeltyt, mutta lähialueillamme tärkeät kasvit voivat yleistyä. Lisäksi arvioitiin eri viljelykasvien satopotentialissa tapahtuvia muutoksia ottamalla huomioon kasvukauden piteneminen sekä ennakoimalla kasvien satoisuusjalostuksen mahdollisuuksia.

Eri viljelykasvien alueellisen viljeltävyyden arvioinnissa kiinnitettiin huomioita siihen, mikä osa termisestä kasvukaudesta voidaan hyödyntää viljelyssä (lähtien kylvöistä ja päättyen korjuuseen), minkä suuruinen termisen talven kestossa tapahtuva muutos tulee todennäköisesti olemaan ja kuinka tämä edesauttaa syysmuotoisten viljelykasvien käyttöönottoa. Lisäksi tutkimme sato- ja laatuvaihtelua eri kasvilajeilla sekä ilmenneen vaihtelun yleisimpiä ilmastollisia syitä.

Lisäksi kartoitimme ja priorisoimme merkittävimmät sopeuttamistoimet, joita tarvitaan peltoviljelyn kohtaamien, ilmastonmuutoksen mukanaan tuomien haasteiden voittamiseksi. Tämä työ perustui tutkimuksiin viljelykasvien vasteista kasvuoloissa tapahtuviin muutoksiin. Tutkimus keskittyi siemensatokasveihin. Hankkeessa tehdyn perustyön lisäksi tutkimuksia laajennettiin Euroopan mittakaavaan yhteistyöllä COST734 (CLIVAGRI) -verkostossa (Olesen ym. 2009).

On hyvä huomioida, että hankkeessa tehdyt kasvintuotannon tulevaisuusennusteet perustuvat keskiarvoaineistoihin eivätkä voi siksi huomioida tulevaisuuden tuotannossa ilmeneviä, sään vaihteluista ja ääri-ilmiöistä johtuvia riskitekijöitä kattavasti.

Peltoviljelykasvien tulevaisuusennusteet ja sopeuttamistarpeet

Ilmaston lämpenemisen myötä nykyisiä päätuotantokasveja on mahdollista viljellä yhä pohjoisempana ja myös niiden pohjoisen viljelyn satopotentialit kasvavat merkittävästi (Peltonen-Sainio ym. 2009a). Parin vuosikymmenen kuluttua esimerkiksi nykyisiä Etelä-Suomelle tyypillisiä ohrasatoja voidaan tuottaa Oulua myöten. Lisäksi vielä nykyään vähän viljeltyjen alituotantokasvien, erityisesti rapsin (Peltonen-Sainio ym. 2009b, 2009c), herneen ja härkäpavun tuotanto voi muuttua Suomessa laajamittaiseksi. Parantuneiden menestymisedellytysten lisäksi niiden laajempaa viljelyä tukee lisääntyvä sadontuottokyky, hyödyllisyys viljelykierroissa sekä erityisesti palkoviljojen typpiomavaraisuus. Näillä tuotantokasveilla tulee olemaan merkittävä rooli kotimaisen rehuvalkuaisen omavaraisuuden parantamisessa. Joidenkin tuotantokasvilajien viljelyn laajentaminen edellyttää kuitenkin myös teollisuuden valmiutta käyttää niitä prosesseissaan ja jalosteissaan. Käynnissä olevat tai helposti aktivoitavat jalostusohjelmat luovat osaltaan edellytyksiä uusien tai nykyään harvinaisten kasvilajien viljelylle (Peltonen-Sainio ym. 2009a).

Lähivuosikymmenien aikana talvien leudontuessa, nykyisin vähän viljeltyt syysvehnä ja ruisvehnä yleistyvät todennäköisesti ensimmäisinä (Peltonen-Sainio ym. 2009a). Niiden kilpailuetu paranee merkittävästi johtuen hyvästä sadontuottokyvystä, mutta niiden aikaistettua ja nykyisestä laajempaa viljelyä tavoitteleva sopeuttaminen tulee olemaan haasteellista (Peltonen-Sainio ym. 2009d, 2010a) talvikaudella todennäköisesti lisääntyvän olosuhdevaihtelun vuoksi (Jylhä ym. 2004, 2008). Viljelykasvien syysmuodot ovat tulevaisuudessa kuitenkin tärkeitä myös talviaikaisen kasvipeitteisyyden takia (Peltonen-Sainio ym. 2009d), sillä tulevaisuudessa eroosio- ja huuhtoutumariskit kasvavat syys- ja talvisateiden yleistyessä ja talvien leudontuessa. Kun Suomen kylmät talvet leudontuvat pysyvästi ja alkavat muistuttaa Etelä-Ruotsin, Tanskan ja Skotlannin

nykytalvia – noin kuluvan vuosisadan jälkipuoliskolla – näillä alueilla laajasti viljelty syysrapssi, -ohra ja -kaura todennäköisesti yleistyvät myös Suomessa (Peltonen-Sainio ym. 2009a). Kuluvalla vuosikymmenellä syysmuodot ovat edellä mainituilla alueilla tuottaneet tyypillisesti 1000 kg hehtaarilta enemmän satoa kuin vastaavat kevätmuodot. Myös muiden nykyviljelyssämme alihyödynnettyjen lajien, kuten tattarin, pellavan, hampun, auringonkukan ja lupiinin viljelyedellytykset paranevat. Uusista lajeista rehumaisin viljely onnistunee tulevaisuudessa laajoilla alueilla Etelä-Suomea, vaikkakin kohtuullisin riskein vasta vuosisadan loppupuolella. Jyvämaissin viljely ei ilmeisesti onnistu vielä silloinkaan (Peltonen-Sainio ym. 2009a).

Tulevaisuudessa peltoviljelykasviemme satopotentiaali kasvaa merkittävästi. On kuitenkin huomattava, että peltokasvituotannon merkittävä parantuminen edellyttää ilmastonmuutoksen vahvistamien, tuotantoa rajoittavien haasteiden ratkaisemista sekä näihin tähtäävien ennakoivien sopeutumisstrategioiden suunnittelua ja toimeenpanoa (Taulukko 1). Arvioidemme perusteella spontaanisti sopeuduttaessa maataloustuotantomme ei tule hyötymään ilmastonmuutoksesta, vaan satotasojen voi ennakoita säilyvän korkeintaan nykyisellään (Peltonen-Sainio ym. 2009e), kun taas tietoisesti sopeutuen viljelykasviemme tuotantokyky voi nousta merkittävästikin ja maataloutemme hyötyä ilmaston lämpenemisestä (Peltonen-Sainio ym. 2009a).

Taulukko 1. Tärkeimmät suomalaisen peltoviljelyn ilmastonmuutokseen sopeuttamistarpeet sekä vaadittavat toimenpiteet Peltonen-Sainion ym. (2009a) mukaan.

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

Tekemämme viljelykasvien tulevaisuuden menestymisedellytysten arvioinnin perusteella peltojemme viljelykasvilajisto voi tulevaisuudessa olla merkittävästi nykyistä monimuotoisempi (Peltonen-Sainio ym. 2009a). Monien tuotantokasvien viljelyn laajentamismahdollisuus, satoisuuden oletettu merkittäväkin lisääntyminen ja/tai sopeuttamistoimissa onnistuminen eivät kuitenkaan yksinään ratkaise sitä, miltä peltoviljelymme tulee tällä vuosisadalla näyttämään. Maataloustuotteiden markkinoilla, hinnoilla ja maataloutta koskevilla poliittisilla päätöksillä (Peltonen-Sainio ym. 2009e, f) on myös jatkossa erittäin suuri vaikutus viljelijän tekemiin valintoihin samoin kuin kykyyn investoida sopeutumistoimiin ja sitä kautta peltoviljelyn yleiseen kehittämiseen.

Johtopäätökset

Ilmastonmuutosten vaikutusten ja niihin sopeutumisen seurauksena peltokasvituotantomme tulee kohtaamaan suuria muutoksia kuluvan vuosisadan aikana. Näistä ILMASOPU-tutkimusten perusteella keskeisimmät on koottu Taulukkoon 2.

Taulukko 2. Todennäköiset ajankohdat erälle keskeisimmille suomalaisen peltokasvituotannon muutoksille, jotka kytkeytyvät vahvasti ilmastonmuutoksen vaikutuksiin.

Ajankohta	Muutos
2015 →	Kasvintuhoojien torjuntatarve kasvaa ja torjuntavaihtoehdot monipuolistuvat: ennakointi ja torjunta ovat yhä tärkeämpiä tuotantoepävarmuuden ehkäisemiseksi
2015-2025	Nykytyypiset 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 suurella määrällä syysmuotoisilla
2000-luku	Ääri-ilmiöt aiheuttavat suurta epävarmuutta tuotannolle ja onnistumisten joukkoon ujuttautuu toistuvasti myös epäonnistumisia

ILMASOPU-hankkeen Peltokasvit-työpakettin tulokset osoittavat, että tulevaisuuden tuotanto-oloissa on keskeisen tärkeää monimuotoistaa viljelyä, hallita kasvinsuojeluriskit, sopeutua ääri-ilmiöihin sekä puskuroida yleistä tuotantoepävarmuutta. Kasvukauden pidentyessä kasvilajiston monimuotoistamisen potentiaali kasvaa. Yhä monimuotoisempia viljelykiertoja tulisi onnistua hyödyntämään tulevaisuudessa, jotta yksipuolisen viljelyn tuotantoympäristölle ja tuotannon kestäväälle kehitykselle aiheutuvat riskit ja haitat vältettäisiin muuttuvassa ympäristössä. Näin onnistutaan myös puskuroimaan ilmastonmuutoksen ja ääri-ilmiöiden yleistymisen voimistamaa tuotannon epävarmuutta. Tämä edellyttää viljelyjärjestelmien ennakkoluulotonta kehittämistä aivan uusista lähtökohdista.

Edelleen on keskeisen tärkeää vahvistaa viljelykasvien tuotanto- ja kilpailukykyä sekä vähentää merkittävästi tuotannon aiheuttamia ympäristöriskejä. Siksi ilmaston muuttuessa peltokasvilajikkeisto tulee vaihtaa jo aivan lähivuosikymmeninä tuotantokyvyn kasvun varmistamiseksi. Ratkaisuja tarvitaan siemensatokasvien kehitysrytmiingelmiin sekä talvimuotoisten lajien viljelyyn oton aikaistamiseen. Lisäksi ilman kokonaisvaltaista pellon vesitalouden hallintaa (niin kasvukaudella kuin sen ulkopuolella) satoisuuskehityksemme kääntyy laskuun ja panosten käyttö on tehotonta aiheuttaen taloudellisten menetysten lisäksi merkittäviä ympäristöhaittoja. Täyspainoinen sopeutuminen edellyttää niin kasvinjalostusta kuin viljelyjärjestelmien kehittämistä (Peltonen-Sainio ym. 2009a, 2009c, 2009d).

Kirjallisuus

Jylhä, K., Tuomenvirta, H. & Ruosteenoja, K. 2004. Climate change projections for Finland during the 21st century. *Boreal Environment Research* 9: 127-152.

Jylhä, K., Fronzek, S., Tuomenvirta, H., Carter, T.R. & Ruosteenoja, K. 2008. Changes in frost, snow and Baltic Sea ice by the end of the twenty-first century based on climate model projections for Europe. *Climatic Change* 86: 441-462.

Olesen, J.E., Trnka, M., Kersebaum, K.C., Skjelvåg, A.O., Seguin, B., Peltonen-Sainio, P., Rossi, F., Kozyra, J. & Micale, F. 2010. Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy*, revised.

Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Hakala, K., Ojanen, H. 2009a. Climate change and prolongation of growing season: changes in regional potential for field crop production in Finland. *Agricultural and Food Science* 18: 171-190.

Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. & Venäläinen, A. 2009b. Comparing regional risks in producing turnip rape and oilseed rape - Today in light of long-term datasets. *Acta Agriculturae Scandinavica, B Plant and Soil Science* 59: 118-128.

Peltonen-Sainio, P., Hakala, K., Jauhiainen, L. & Ruosteenoja, K. 2009c. Comparing regional risks in producing turnip rape and oilseed rape - Impacts of climate change and breeding. *Acta Agriculturae Scandinavica, B Plant and Soil Science* 59: 129-138.

Peltonen-Sainio, P., Rajala, A., Känkänen, H., Hakala, K. 2009d. Improving farming systems in northern European conditions. In: Edited by Victor O. Sadras and Daniel Calderini. *Crop Physiology: Applications for Genetic Improvement and Agronomy*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. Pp. 71-97.

Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Laurila, I.P. 2009e. Cereal yield trends in northern European conditions: Changes in yield potential and its realisation. *Field Crops Research* 110: 85-90.

Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Hakala, K. 2009f. 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.

Peltonen-Sainio, P., Hakala, K., Jauhiainen, L. 2010a. Climate induced overwintering challenges for wheat and rye in northern agriculture. *Acta Agriculturae Scandinavica*, revised.

Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Hakala, K. 2010b. Crop responses to precipitation and elevated temperatures in cool growing conditions at high latitudes according to long-term multi-location trials. Manuscript submitted.