

Tavoitteena laadukas kylvösiemen

Kuinka kasvuolosuhteet vaikuttavat siemenen itävyyteen ja sadonmuodostuskykyyn sekä rukiin torajväriskiiin?

Jättääkö kasvin kokemaa stressiä epigeneettisen muistijäljen?

Paljonko ergotalkaloidipitoisuuksissa esiintyy vaihtelua?

Soveltuvatko erilaiset elinvoimatestit kylvösiemenen laadun mittaamiseen?

Hankkeen nimi:

Äärevien kasvuolojen vaikutus kylvösiemenen itävyyteen ja elinvoimaan (STRESSEED)

Tekijät: Ari Rajala, Antti Laine, Marja Jalli, Teija Tenhola-Roininen, Sari Rämö, Lauri Jauhiainen, Mari Niemi (Luke) sekä Jaana Laurila ja Hanna Ranta (Ruokavirasto)



RUOKAVIRASTO
Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

Hankkeen tarkoitus oli:

- selvittää kasvuolosuhteiden (lämpötila ja sade) sekä äärevien sääolojen (märkyys, kuivuus, korkea ja alhainen lämpötila) ja tautisaastunnan vaikutus siemenen itävyyteen.
- selvittää jättääkö stressi kasviin epigeneettisen muistijäljen
- kartoittaa rukiin torajyvä- ja alkaloidipitoisuuksissa esiintyvää vaihtelua sekä torajyväisyyden kytköstä kasvuolosuhteisiin.
- selvittää Suomen oloihin tarkoituksenmukaisten elinvoimatestien käyttöä.

Hankkeessa hyödynnettiin Ruokaviraston siemensertifiointi-itävyytulosaineistoa sekä Ruokaviraston ja Fazerin torajyväaineistoa yhdistettynä Ilmatieteen laitoksen sääaineistoon. Lisäksi hankkeessa oli kontrolloituja astiakokeita, joissa ohralajikkeita altistettiin erilaisille stressitekijöille.

Tulosten perusteella lämpötilalla on merkittävämpi vaikutus itävyyteen ja torajyväriskiiin kuin sademäärillä. On todennäköistä, että ainakin osa lämpötilavaikutuksesta on epäsuoraa. Alhaisemmissa lämpötiloissa aamukaste ja sade kuivavat hitaammin ja kasvustot pysyvät kosteina pidempään, joka puolestaan voi altistaa patogeeneille. Homeella olikin selvä negatiivinen vaikutus (-7-11%) itävyytuloon. Rukiilla viileä sää pidentää kukinta-aikaa ja siten mahdollisesti altistusaikaikkunaa torajyväinfektioille. Torajyväriskiä pienensi populaatiolajikkeiden käyttö ja kahukärpästorjunta. Torajyvien ergotalkaloidiprofiileissa oli eroja ja osassa näytteistä löytyi raja-arvot ylittäviä määriä ergotalkaloideja.

Kontrolloiduissa astiakokeissa epäsuotuisten kasvuolojen vaikutukset siemenen itävyyteen jäivät vähäisiksi. Ainoastaan mekaaninen puinti hieman keskeneräisenä sekä tautialtistus, etenkin tähkälletulovaiheessa, laskivat itävyyttä. Sadontuottokykyyn stressikäsittelyt eivät vaikuttaneet lainkaan. Satokokeessa oli optimikastelu. Tämän johdosta ei voida täysin poissulkea mahdollisuutta, että mikäli kasvustot olisivat altistuneet jollekin stressitekijälle, esimerkiksi kuivuudelle, olisiko silloin tullut esiin satovaikutuksia. Tämä on kuitenkin epätodennäköistä, sillä siemenen muistiosiossa emme pystyneet osoittamaan, että kuivuus vaikuttaisi DNA-metylaatioon perustuvan säätelyn kautta seuraavan sukupolven mahdollisuuksiin. Elinvoimatestien käyttökelpoisuuteen vaikutti joillakin lajeilla tuloksissa näkyvä lajikevaikutus, mikä rajoittaa testien käyttöä lähinnä lajikkeen sisäiseen siemenerien vertailuun.

Elinvoimatestien lajikeriippuvuuden johdosta, niiden jatkokehitykselle on edelleen tarvetta. Epigeneettisen muistijäljen määrittämiseen käytetty menetelmä ei ollut kaikkein edistyksellisin sen havaitsemiseen. Jatkotutkimukselle on tarvetta tämän osalta.

Hankkeen nostamat toimenpidesuosituksukset:

- viljelijöitä tulee kannustaa käyttämään sertifioitua siementä. TOS-siementä käyttävien testattamaan siemenen laatu
- perusasioiden - hyvien viljelykäytänteiden, sadon korjuun, käsittelyn ja varastoinnin merkityksen korostaminen
- luotettavia pikamenetelmiä ergotalkaloidipitoisuuksien havaitsemiseen viljan vastaanotossa tulee edelleen kehittää
- elinvoimatestien kehitystä tulee edelleen seurata ja mahdollisuuksien mukaan testejä soveltaa myös Suomessa
- populaatiolajikkeiden satoisuus tulee nostaa hybridilajikkeiden tasolle ja/tai hybridilajikkeiden torajyväalttiuden vähentäminen
- viljelijöitä tulee kannustaa ottamaan käyttöön uusimmat lajikkeet jalostuksen tuoman satolisän (1-2%/vuosi) hyödyntämiseksi

Johdanto

Monet eri tekijät voivat vaarantaa kylvösiemenen itävyyden ja elinvoiman

Suomen lyhyessä ja usein vaihtelevassa kasvuoloissa kylvösiemenen nopea ja tasainen itäminen ovat tärkeitä ominaisuuksia maanpeittävän kasvuston muodostumiseksi ja sadontuotannon käynnistämiseksi. Äärevät säätekijät saattavat vaikuttaa kehittyvän siemenen itämispotentiaaliin ja sen säilymiseen. Siemenen itävyys ja elinvoima eivät ole pysyvästi säilyviä ominaisuuksia. Näihin vaikuttavat, millaisissa oloissa siemen on tuotettu, korjattu ja varastoitu. Kylvösiemenen itävyyttä heikentävät yleisemmin homeet, tuleentumattomuus, kuumenemis- sekä mekaaniset vioitukset puinnin ja sadon kuivauksen yhteydessä. Myös liiallinen kosteus ja epäoptimaaliset varastointiolot heikentävät siemenen itävyyttä. Hyvän itävyyden lisäksi myös siemenen elinvoima on tärkeä. Elinvoimainen siemen tuottaa normaaleja ituja ja orastuu tasaisesti ja nopeasti erilaisissa kasvuoloissa. Elinvoimatestejä on kehitetty muutamille lajeille, mutta Suomessa ne eivät ole käytössä.

Säätekijät vaikuttavat kasvien kasvuun ja kehitykseen, mutta on myös viitteitä, että kasveilla on monimutkainen ja dynaaminen kyky aistia, tulkita ja muistaa ympäristöstä tulevia signaaleja. Ympäristöolot, joissa kylvösiemen on tuotettu, saattavat vaikuttaa siemenen käyttäytymiseen ja laatuun seuraavissa siemensukupolvissa, ns. epigeneettisen muistin (muutokset geenitoiminnoissa, jotka tapahtuvat ilman muutoksia DNA järjestyksessä) kautta.

Torajyvän hallinnan merkitys on lisääntynyt laajentuneen rukiin viljelyn myötä sekä EU:n kiristyvien raja-arvojen vuoksi. Torajyvän haitallisuus johtuu sen sisältämistä alkaloideista, ergotamiineista ja niiden johdannaisista, jotka ovat hyvin myrkyllisiä ihmiselle ja kotieläimille. Torajyvään ei ole kemiallisia torjuntamenetelmiä.

Aineisto

Ruokaviraston mittava itävyytulos-aineisto yhdistettiin sääaineistoon itävyyteen vaikuttavien syy-yhteyksien havaitsemiseksi

Tutkimuksessa hyödynnettiin laajaa Ruokaviraston kevätilviljojen, rukiin ja herneen siemensertifiointi-itävyytulosaineistoa (yht. 24 000 kpl) tarkastusvuosilta 2012-2019. Aineisto yhdistettiin Ilmatieteen laitoksen tuottamaan sääaineistoon (lämpötila ja sade) kolmen viikon kehitysvaihejaksoittain.

Ruokaviraston ja Fazerin torajyväaineisto yhdistettiin Ilmatieteen laitoksen tuottamaan sääaineistoon samaan tapaan kuin itävyyden osalta.

Elinvoimatestauksen aineistona käytettiin siemenlaboratorioon tulleita siemensertifiointia varten tarkastettavaksi lähettyjä näytteitä. Elinvoimatestikokeilussa kokeiltiin erityisesti ISTA:n julkaisema sirkkajuuren esiintulotestiä (RE-testi) vehnällä ja öljykasveilla sekä johtokyvyn (EC-testi) mittausta herneellä ja härkäpavulla.

Tulokset, niiden vaikuttavuus ja johtopäätökset

Alhaiset lämpötilat lisäävät itävyyys- ja torajyväriskiä

Itävyyys- ja torajyvä tulosten perusteella lämpötilalla on merkittävämpi vaikutus itävyyteen ja torajyväriskiin kuin sademäärillä. Riippuen kasvilajista ja lajikkeesta, viileän sään aiheuttama itävyyden lasku vaihteli tyypillisesti 2–10 prosenttiyksikön välillä. On todennäköistä, että ainakin osa lämpötilavaikutuksesta on epäsuoraa. Rukiilla viileä sää tähkälletulon molemmin puolin lisäsi torajyväriskiä. Tämä voi olla kytköksissä kukinta-aikaan. Viileä sää pidentää kukinta-aikaa ja siten altistusaikaikkunaa mahdolliselle torajyväinfektioille. Torajyväriskiä pienensi populaatiolajikkeiden käyttö ja kahukärpästorjunta. Torajyvien ergotalkaloidiprofiileissa oli eroja ja osassa näytteistä löytyi raja-arvot ylittäviä määriä ergotalkaloideja.

Kontrolloiduissa oloissa toteutetuissa kokeissa epäsuotuisten kasvuolojen vaikutukset siemenen itävyyteen jäivät vähäisiksi. Ainoastaan tähkälletulovaiheen verkkolaikkusaastunta- ja ennen täystuleentumista tehty mekaaninen korjuukäsittely laskivat itävyyttä merkittävästi. Sadontuottokykyyn stressikäsittelyt eivät vaikuttaneet lainkaan. DNA -metylaatiota tarkastellessa emme pystyneet osoittamaan, että kuivuus vaikuttaisi DNA -metylaatioon perustuvan säätelyn kautta seuraavan sukupolven mahdollisuuksiin. Elinvoimatestien käyttökelpoisuuteen vaikutti joillakin lajeilla tuloksissa näkyvä lajikevaikutus, mikä rajoittaa testien käyttöä lähinnä lajikkeen sisäiseen siemenerien vertailuun.

Itävyyteen ja torajyväriskiin liittyviä säätekijöiden tilastomallinnuksia voidaan hyödyntää ennustepalvelujen kehittämisessä. Itävyyteen liittyvä ennustepalvelu on kehitteillä Lukessa (julkistus 2024).

Elinvoimatestien kehitystä tulee edelleen seurata ja mahdollisuuksien mukaan testejä soveltaa myös Suomessa.

Epigeneettisen muistijäljen määrittämiseen käytetty menetelmä ei ollut kaikkein edistyneisin sen havaitsemiseen. Jatkotutkimukselle on tarvetta tämän osalta.

Tulevaisuuden haasteet

Tiukat torajyvä-raja-arvot vaativat toimia kaikilta alan toimijoilta

EU:n tiukennukset torajyvä- ja ergotalkaloidipitoisuuksille lisäävät painetta viljelijöille ja sadon jatkoohyödyntäjille

- rukiin populaatiolajikkeiden satotason nosto hybridien tasolle, ja/tai hybridilajikkeiden torajyväalttiuden vähentäminen
- hyvät viljelykäytänteet ja matalan torajyväriskin lajikkeiden viljely
- luotettavien pika-analyysimenetelmien kehittäminen viljan vastaanottoon

Sertifioidun kylvösiemenen alhainen käyttöaste Suomessa

- tiedostusta/valistusta laajalla rintamalla sertifioidun kylvösiemenen eduista
- lajikekierron nopeuttaminen jalostuksen tuottaman satolisän (1-2%/vuosi) hyödyntämiseksi

**Kylvösiemenen laatu
tulee aina olla
varmennettua**

Toimintasuositukset

- viljelijöitä tulee kannustaa käyttämään sertifioitua siementä. TOS-siementä käyttävien testauttamaan siemenen laatu
- perusasioiden - hyvien viljelykäytänteiden, sadon korjuun, käsittelyn ja varastoinnin merkityksen korostaminen
- luotettavia pikamenetelmiä ergotalkaloidipitoisuuksien havaitsemiseen viljan vastaanotossa tulee edelleen kehittää
- elinvoimatestien kehitystä tulee edelleen seurata ja mahdollisuuksien mukaan testejä soveltaa myös Suomessa
- populaatiolajikkeiden satoisuus tulee nostaa hybridilajikkeiden tasolle ja/tai hybridilajikkeiden torajyvälltiuden vähentäminen
- viljelijöitä tulee kannustaa ottamaan käyttöön uusimmat lajikkeet jalostuksen tuoman satolisän (1-2%/vuosi) hyödyntämiseksi

Tarkempi lukeminen

Hankkeen loppuraportti

Summanen, P.A.M. & Laurila, J. 2023. Variety affects radicle emergence test results in wheat. *Seed Science and Technology* 51 (2), 221-227.

<https://www.ingentaconnect.com/contentone/ista/sst/2023/00000051/00000002/art0007>