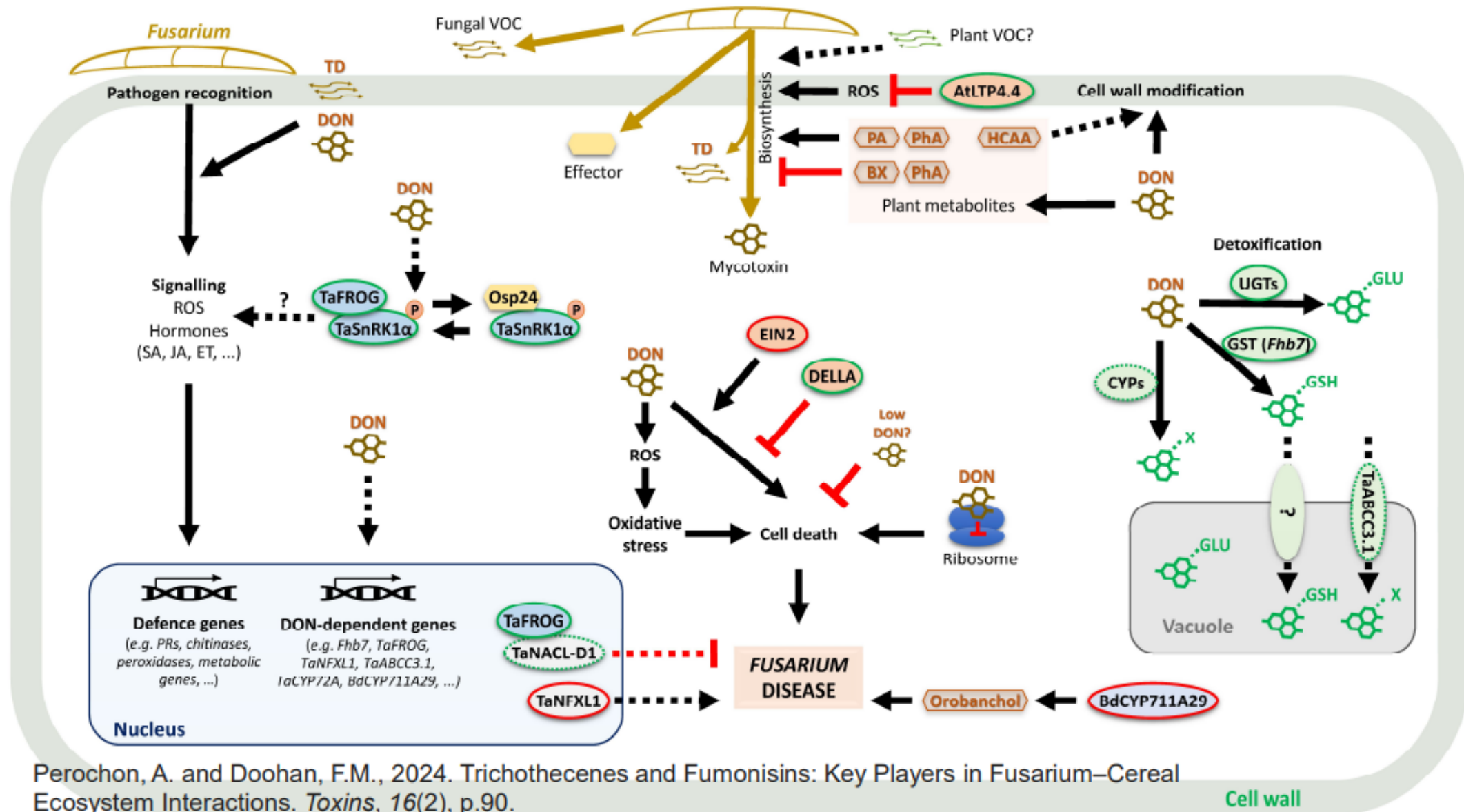


Punahome- toksiinien hallinta luomuviljelyssä 8.4.2025

Juho Hautsalo

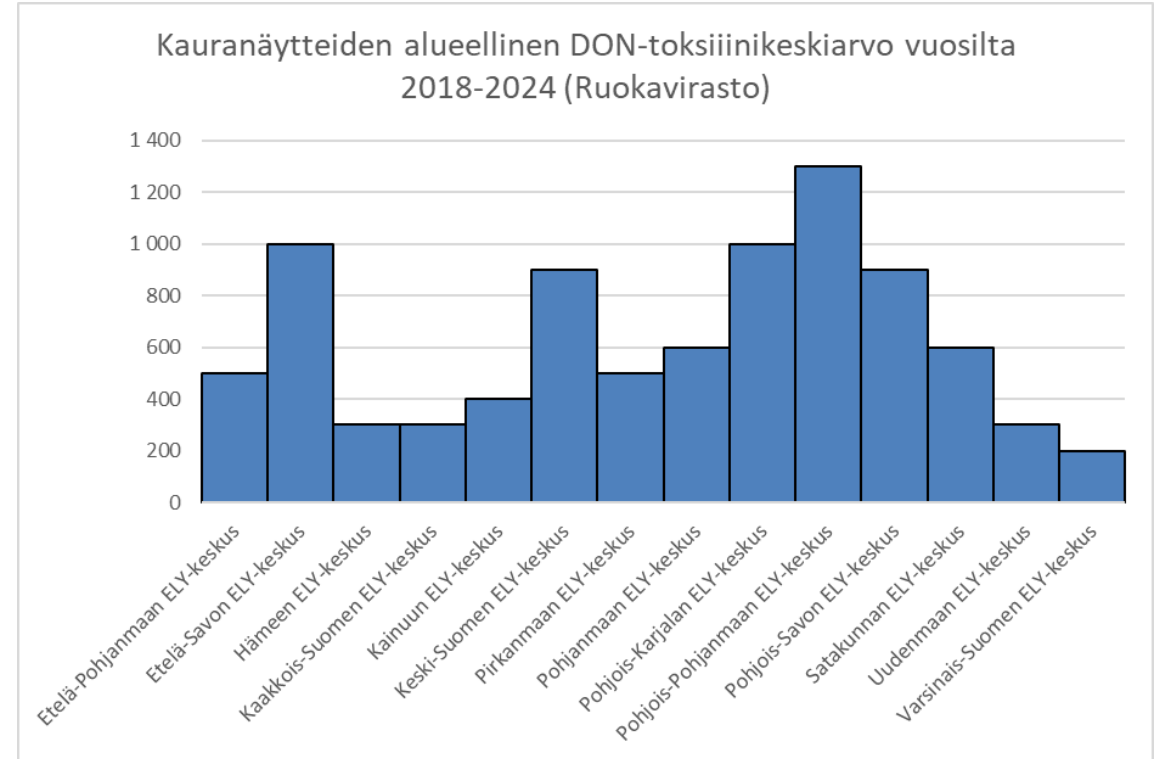
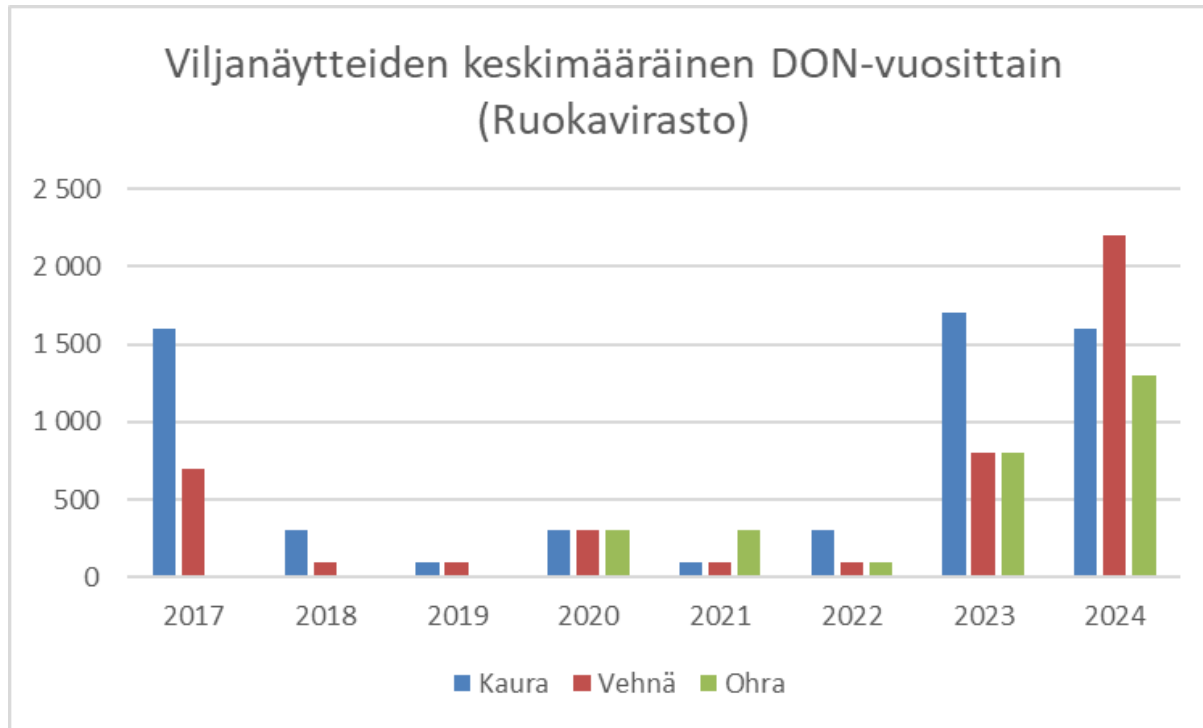


The many impacts of DON during FHB disease development



Perochon, A. and Doohan, F.M., 2024. Trichothecenes and Fumonisin: Key Players in Fusarium–Cereal Ecosystem Interactions. *Toxins*, 16(2), p.90.

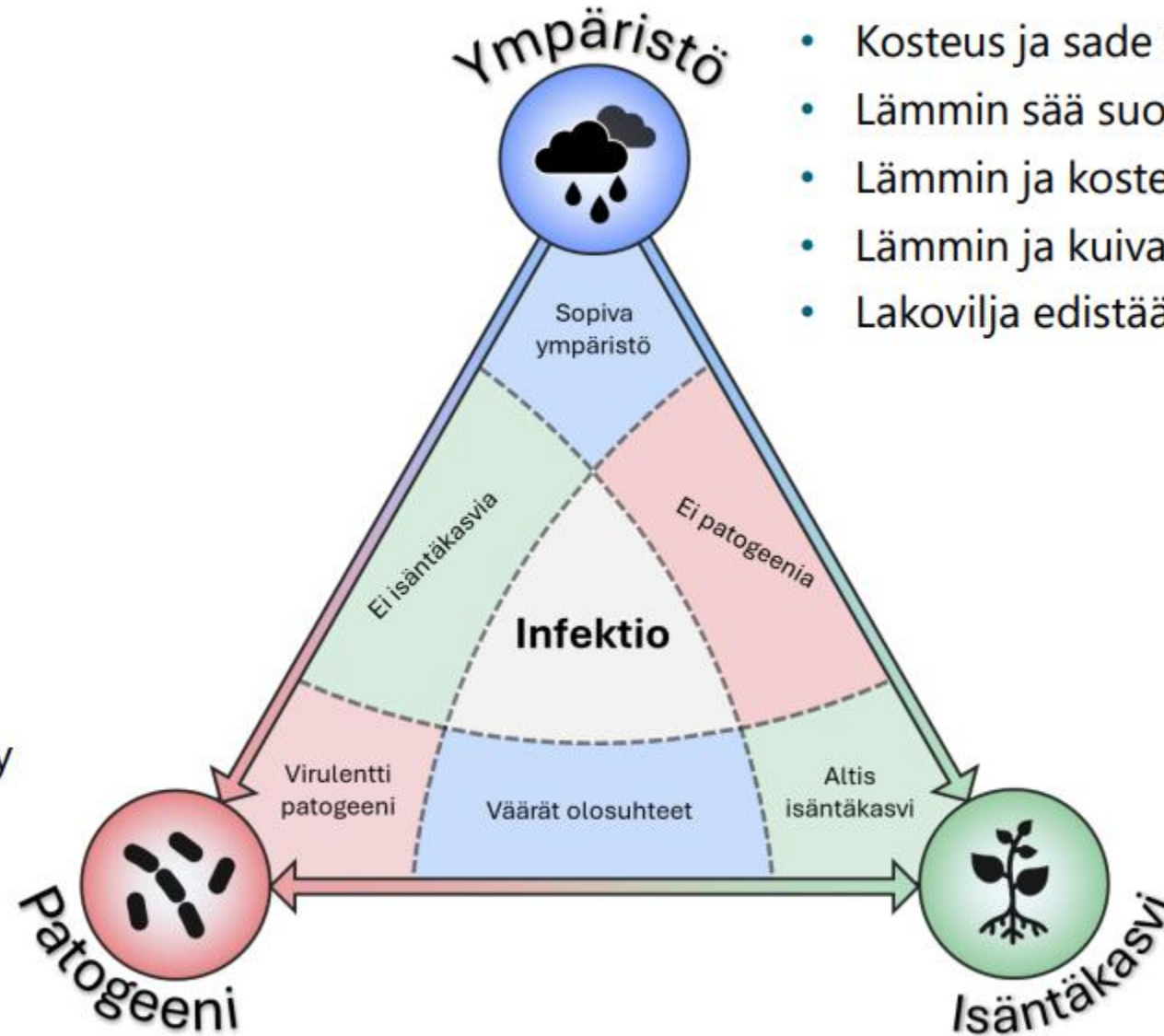
DON-toksiinin esiintyminen viljanäytteissä viime vuosina



Luomu vs tavanomainen (kaura, Ruokavirasto)

	Tavanomainen		Luomu	
Vuosi	Näytteiden lkm	Don-pitoisuus (µg/kg)	Näytteiden lkm	Don-pitoisuus (µg/kg)
2024	278	1 800	23	1 100,0
2023	366	1 700	28	600,0
2022	442	200	36	<100
2021	360	100	29	<100
2020	492	300	27	200,0
2019	370	100	24	<100

Punahometartuntaan vaikuttavat:



- Taudinaiheuttaja säilyy kasvijätteessä ja siemenessä. Lisäksi leviävät ilmateitse.

- Kosteus ja sade tähkälle tulon aikaan riski
- Lämmin sää suosii *Fusarium*-tartuntaa
- Lämmin ja kostea alkukesä > DON
- Lämmin ja kuiva alkukesä > T2/HT-2
- Lakovilja edistää tartuntaa

- Vehnä, ohra ja kaura ovat kaikki alttiita
- Lajikkeiden väliset erot kasvuajassa (suhteessa otolliseen tartuntaolosuhtisiin) ja kestävyudessa

Toksiiniriskiin vaikuttavat:

- Toksiineja muodostavat sienikannat ja tartunnan runsaus
- Aikainen tartunta lisää riskiä
- Erilaiset stressitilat lisäävät toksiinin muodostumista, mm:
 - Voimakkaat lämpötila- ja kosteusvaihtelut (kuivuus, lämpöstressi, kylmyys)
 - Maan alhainen pH
 - Liian runsas / vähäinen lannoitus ml. hivenravinteet
- Kostean viljan lämpeneminen: runsas rihmaston muodostuminen - toksiineja kehittyy
- Toksiinit eivät lisäänny eivätkä hajoa kuivassa viljassa varastointikaudella, *Fusarium*-sienet vähenevät



Punahometta ja toksisineja aiheuttavia Fusarium-sienilajeja on monia

Table 2. Principal Mycotoxins and *Fusarium* species isolated from oats grains in the last years.

Region	Fungus	Mycotoxins	References
Northern and Central Europe	<i>F. graminearum</i> , <i>F. culmorum</i>	DON	[33]
Swedish	<i>F. poae</i> , <i>F. langsethiae</i> , <i>F. graminearum</i>	NIV, HT-2/T2, DON, ZEN	[34]
southeast Norway	<i>F. langsethiae</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. avenaceum</i>	HT-2/T2, DON, ENNs, BEA	[26]
Spain	<i>F. langsethiae</i> , <i>F. poae</i> , <i>F. tricinatum</i> , <i>F. cerealis</i>	HT-2/T-2, B trichothecenes	[35]
Ireland	<i>Fusarium</i> spp.	T-2/HT-2	[37]
Canada	<i>F. poae</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. sporotrichioides</i> , <i>F. avenaceum</i> , <i>F. culmorum</i>	-	[39,40]
Urals and West Siberia	<i>F. graminearum</i> , <i>F. langsethiae</i> , <i>F. sibiricum</i> , <i>F. sporotrichioides</i> , <i>F. avenaceum</i> , <i>F. poae</i> , <i>F. anguioides</i>	DON, A-trichothecene	[41]
South-Western Siberian	<i>F. sibiricum</i> , <i>F. globosum</i>	fumonisin	[41]



Review

Looking for Fusarium Resistance in Oats: An Update

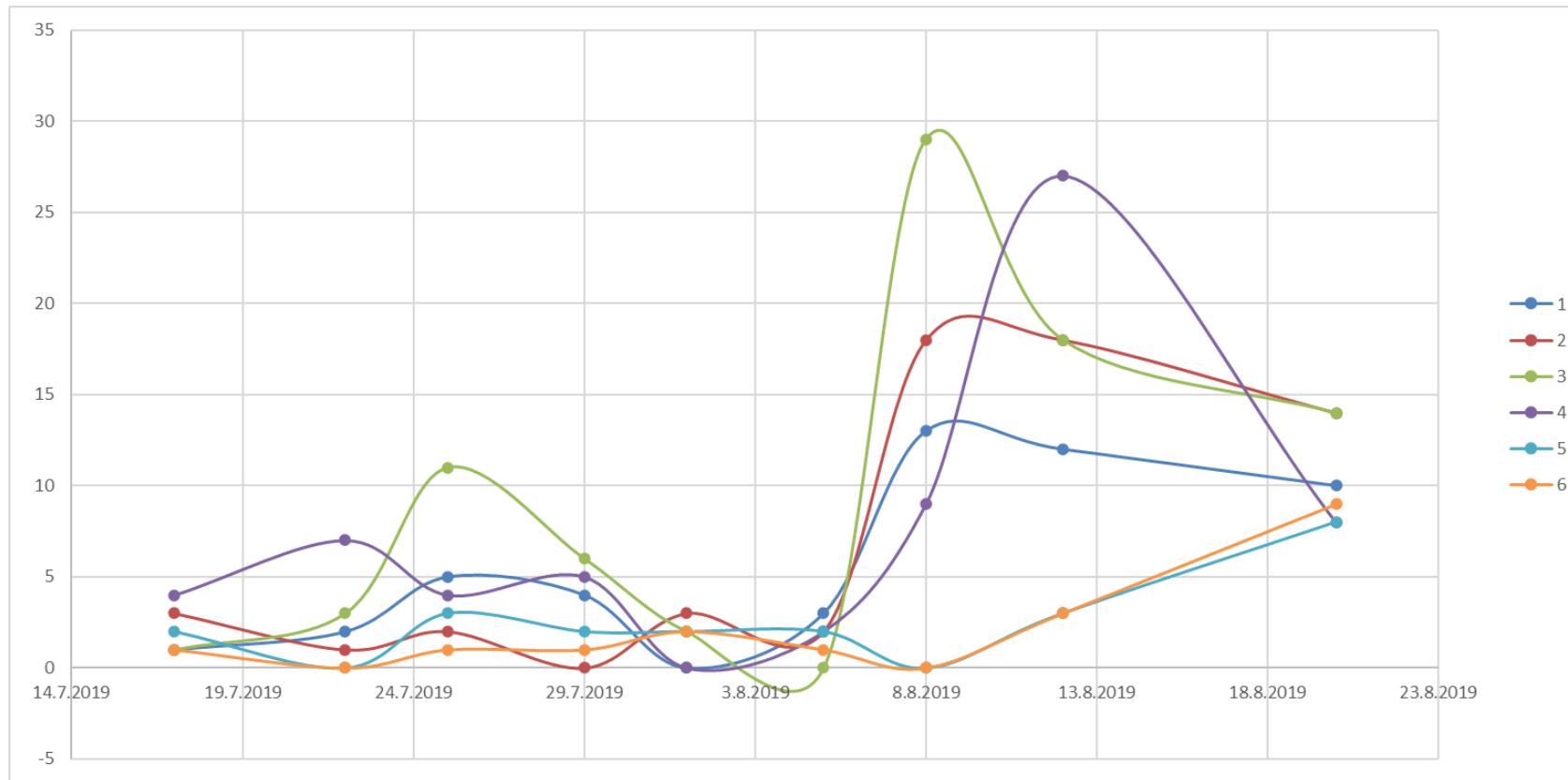
Caterina Morcia ^{1,*}, Valeria Terzi ¹, Roberta Ghizzoni ¹, Ilaria Carrara ¹ and Katia Gazzetti ^{2,*}

Viljelykierto voi hieman alentaa tautipainetta

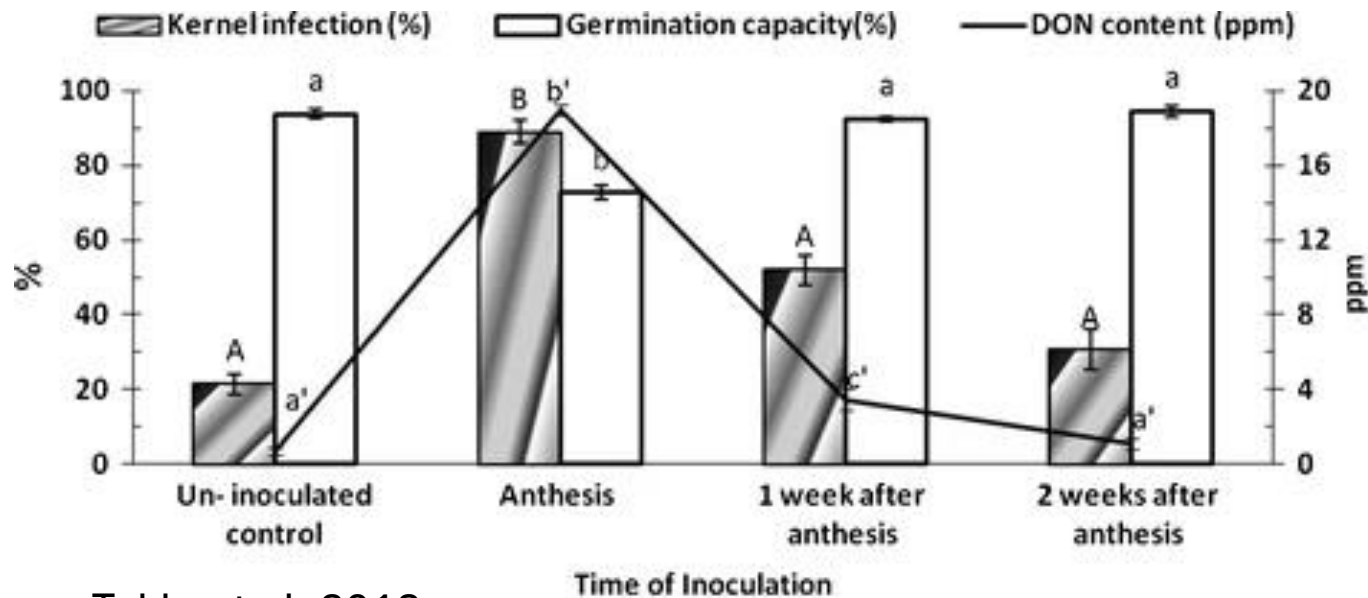
- Viljaa viljan perään riski
- Erikoiskasvit eivät luultavasti ainakaan kasvata viljan toksiiniriskiä, koska ne suosivat hieman eri lajeja
- Taudin voimakkuus tyvellä ja juurissa kasvihuonetesteissä:

	Oilseed hemp	Faba bean	Oats	Field pea	Maize	Wheat
						
<i>Fusarium species</i>						
<i>F.avenaceum</i>	2,9	10,7	9,9	90,9	14,8	15,1
<i>F.culmorum</i>	4,5	3,2	27,7	41,5	40,2	51,8
<i>F.equiseti</i>	0,0	10,2	0,0	2,1	0,6	0,0
<i>F.graminearum</i>	7,4	1,3	67,0	38,5	44,4	42,8
<i>F.poeae</i>	0,0	0,7	0,6	0,6	2,5	0,0
<i>F.torulorum</i>	0,0	1,3	0,0	0,0	2,5	3,3
<i>F.sporotrichioides</i>	0,0	0,0	0,0	0,8	1,3	0,0

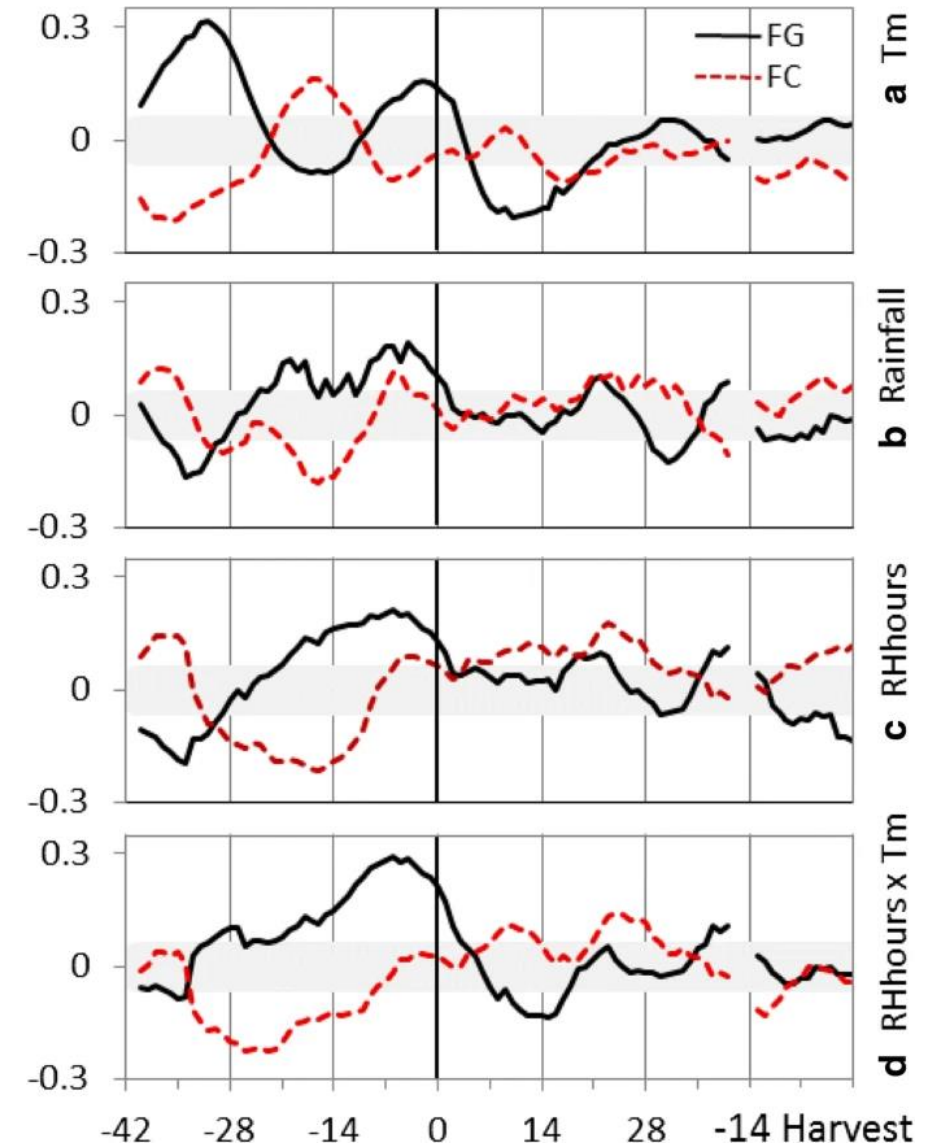
Sateen ja tartukkeen määrän vaikutus Fusarium-itiöiden määrään Jokioisilla



Sääolot vaikuttavat voimakkaasti toksiineja tuottavien Fusarium-lajien menestykseen



Tekle et al. 2012



Kaukoranta et al. 2019

Sillä milloin tartunta tapahtuu on vaikutusta

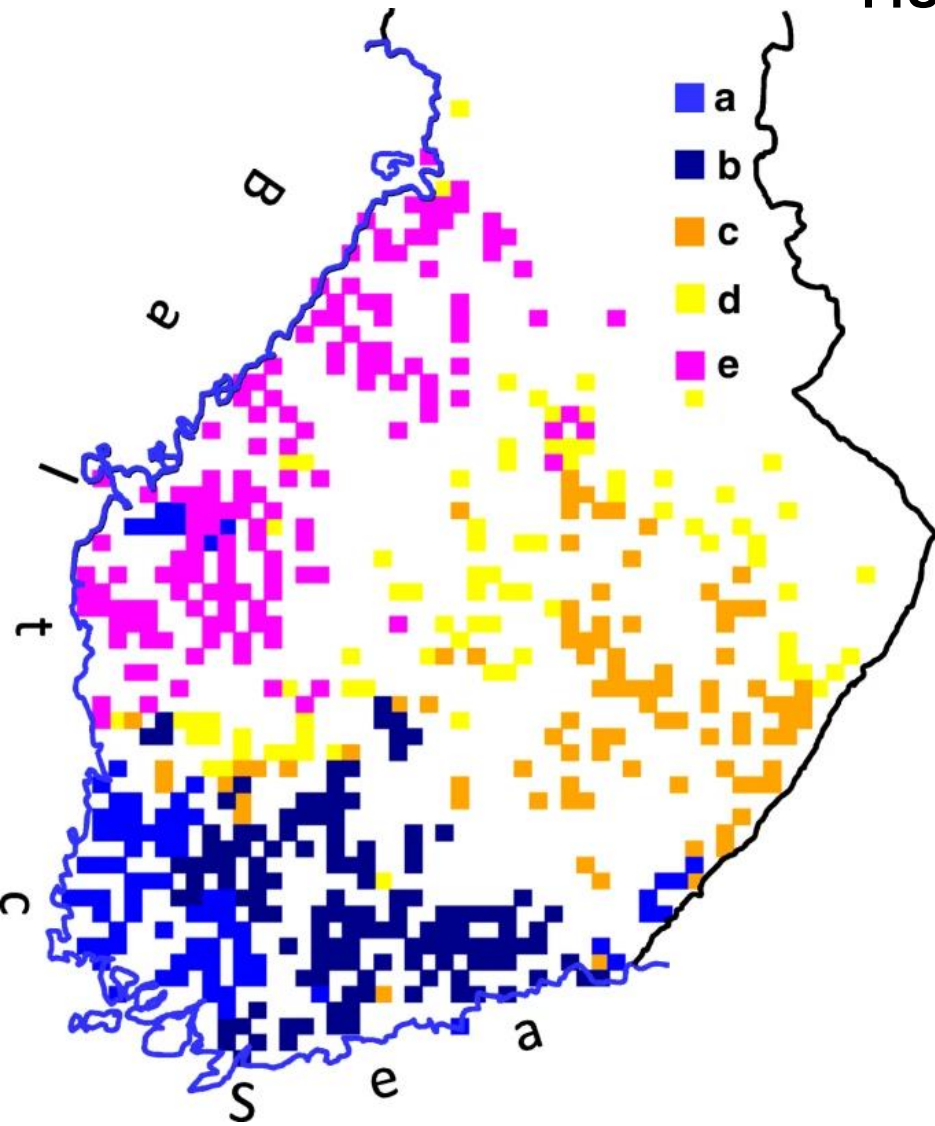
Kylvö=Kontaminoitunut jyvä -> heikko oras, tyvioireita, tartunnan lähde myöhemmin kasvukaudella, pahimmillaan koko verso kuolee

Kukinnan aikaan tapahtuva tartunta -> voimakkain tartunta jyvään, alkioita kuolee (tyhjiä jyviä), toksiinia muodostuu voimakkaasti, itävyys heikkenee selvästi, erässä monentasoista tartuntaa jyvän pinnasta ytimeen

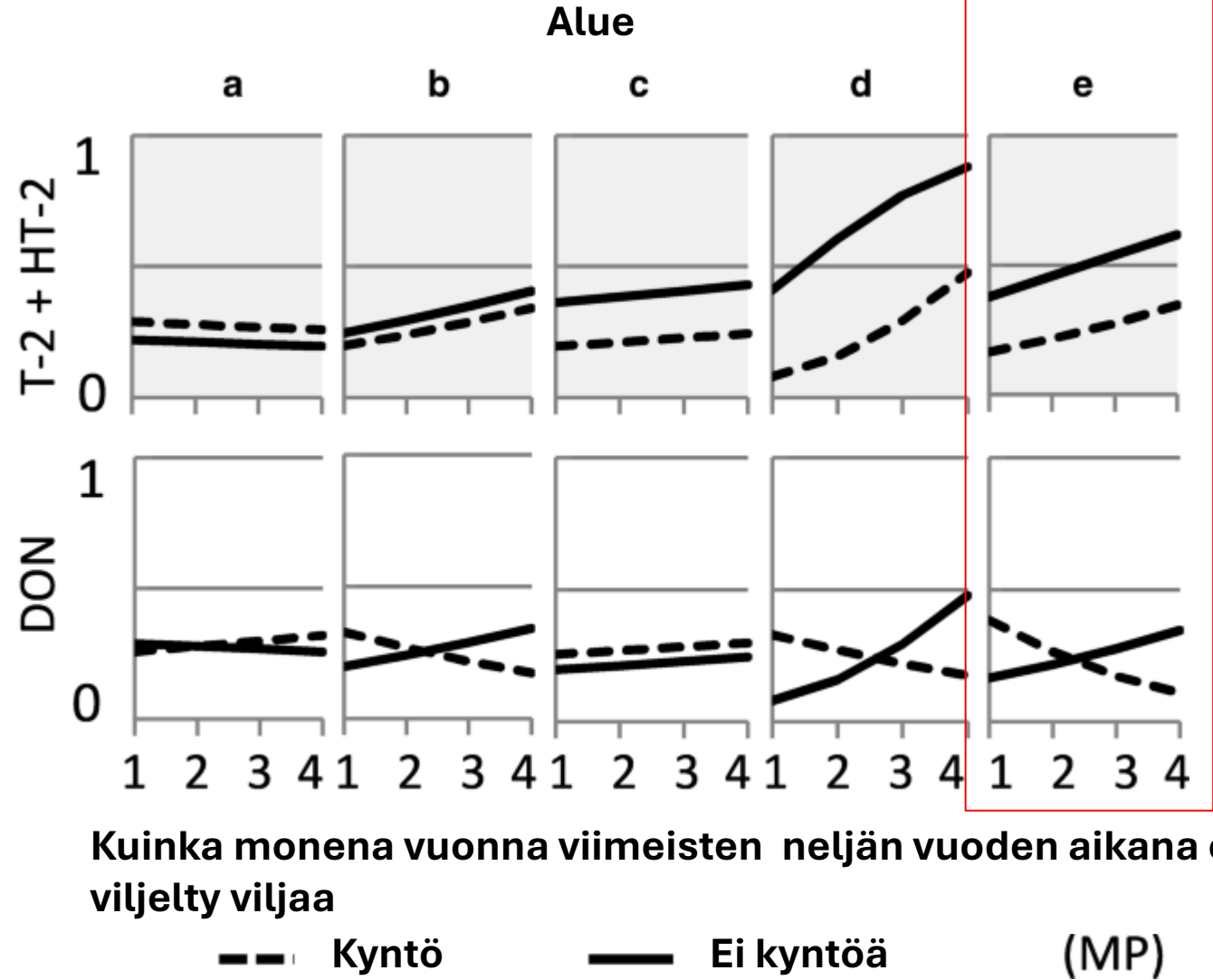
Kukinnan jälkeen -> paljon tartuntaa kuorissa, jyvä koko ei kärsi niin voimakkaasti, itävyys kohtuullisen hyvä, toksiinin määrät riippuvat loppukasvukauden sääoloista (riski toksiinien nousuun on olemassa joko pellolla, kärnyssä tai siilossa)

**Hajauta riskiä
aikaisuudeltaan
erilaisilla
lajikkeilla!**

MUOKKAUS ja VILJELYKIERTO

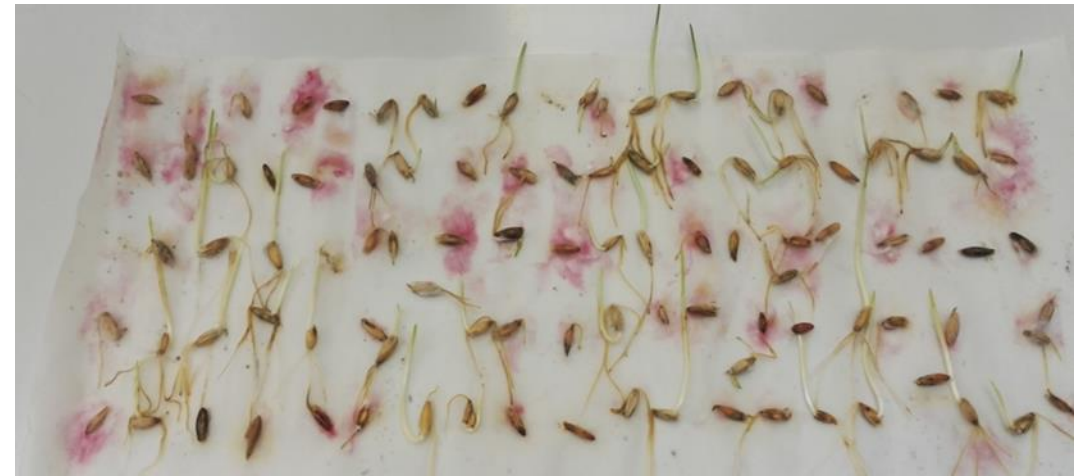


Toksiinien esiintymistodennäköisyys



Toksiinit ja kylvösiemen

- lajiteltu ja mahdollisesti lämpökäsitelty kylvösiemen ovat turvallisempia käyttää kuin pahasti saastunut tilan oma siemen pahana homevuonna
- toksiini on merkki siitä että sieni on ollut läsnä, mutta ei suoranaisesti tarkoita että sieni olisi edelleen taudinaiheutuskykyinen
- heikko itävyys ja vioittuneet versot idätystestissä pitäisi soittaa hälytyskelloja
- Toksiinien lisäksi punahome vaikuttaa satoon jyvään pienemisen ja alkioiden kuoleman kautta ja heikentää itävyyttä



Lajittelulla poistetaan neulat heinäsuovasta

- Tilalla tai kuivurilla tehtävällä toksiiinitestillä on mahdollista arvioida viljaerän soveltuvuutta
- Lajittelu ja kierrätys kuivurissa poistaa kevyttä jyvää ja hioo kuorta, jossa usein valtaosa toksiiineista sijaitsee
 - Värilajittelija Bomill?
 - Sininen valo??

Lajikevalinnalla voi vähentää, muttei poistaa punahomeriskiä

27.9.2023

- Boreal (yhteistyössä Luken kanssa) tekee vuosittain *Fusarium graminearum* tartutus kentän, jo vuodesta 2015 lähtien **kotimaisilla** punahomesienikannoilla
- Varmistetaan vuosittainen data ja saadaan tasaisempi infektiio
- Tartuntakentältä mitatulle **DON** datalle on tehty genominen ennustemalli, jolla karsitaan alttiit pois jalostusaineistosta



Riskin vähentäminen lajikevalinnalla

- Valitse testattu  lajike
- Alhaisimman riskin lajikkeet
 - Myöhäiset: **Inka**^{BOR}
 - Keskimyöhäiset: **Taika**^{BOR}
 - Aikaiset: **Perttu**^{BOR}, **Niklas**^{BOR}
- Näillä lajikkeilla on alhainen DON ennustearvo. Lisäksi positiivista palautetta teollisuuden vastaanottamista sadoista.
- Pidempi korsi ja laonkestävyys ovat yhteydessä alhaisempaan riskiin
 - Kasvuaika ei ole enää yhteydessä kestävyYTEEN ja muutos on ollut nopea
 - Kuoripitoisuus on yksi tekijä muiden joukossa



Hankkeita:

OatFrontiers

HaKa

RobOat

FabulOats

**Luomu Kauralajikkeiden
erityispiirteet -hanke**

AnOxFusa

PoVy- ja Optivilja-
hankkeet Ruukissa

Borealin Fusarium
kenttä- yhteistyö

Sisältöä:

Tunnistetaan lajikkeita teollisuuden,
viljelijöiden ja kuluttajien tarpeisiin:

- NPA:lle parhaiten sopivat (Islanti, Irlanti, Pohjola)
- Luomuviljelyyn parhaiten sopivat
- Stressin sietokyvyltään parhaat kaurat
- Elintarviketeollisuuden prosesseihin optimaaliset
- **Haitta-aineiltaan matalapitoisimmat**

Kasvinjalostuksen työkaluja, kuten mm:

- Geenimerkkejä ja assosiaatioita (GBS, GWAS)
- Geneettistä monimuotoisuutta
jalostuspopulaatioon
- Genomisen valinnan malli
- Ymmärrystä ominaisuuksien periytyvyydestä
- Nimetään parhaat kandidaatit
risteytysvanhemmiksi
- Uudet fenotyypausteknologiat

Verkostot tulevaisuuden haasteiden ratkaisuun ja
tiedonvälitys:

- Maantieteellisesti ja osaamispohjaltaan vahva joukko osaajia
(kasvigenetiikasta sosiaalitieteisiin ja agronomiasta
elintarvikeosaajiin)
- Pohjoismaiset kasvinjalostajat voimakkaasti mukana
hanketyössä
- Tapaamisia, pellonpiennarpäiviä, työpajoja, tiedonvälitystä

Tuloksia:

Taudinkestävyys, kuivuuden kestävyys,
viljelyvarmuus ja viljan laatu paranevat

Kasvinjalostaja ymmärtää paremmin
miten jalostaa haitta-aineiltaan
matalia, viljelyvarmuudeltaan hyviä
ja prosessoitavuudeltaan sopivia ja
satoisia lajikkeita

Lajikkeiden
elintarvikelaadusta ja
prosessoitavuudesta tietoa
elintarviketeollisuudelle

Erilaiset lajikekokeet
tuottavat teollisuudelle,
kaupalle ja viljelijöille apua
lajikevalintaan

Terveellisempää ja
turvallisempaa
kauraa kuluttajille!

LUKEN LAJIKEHANKKEITA

Mitä voit ainakin tehdä?

- Vältä kontaminoitunutta siementä
- Pidä viljelykierto monipuolisena – vältä viljaa viljanperään
- Pyri pitämään kasvustot tasaisina ja elinvoimaisina
- Hajauta huonon sään riskiä kylvämällä eri aikaan ja eri aikaisuusluokkien lajikkeita ja suositeltuja alhaisemman riskin lajikkeita
- Lakovilja erilleen, puinti ajallaan ja kuivaus heti
- Testaus ennen toimitusta
- Sadon esipuhdistus ja lajittelu! Kierrätys kuivurissa

KIITOS

- lajivalinta ?

Kaikki viljat ovat DON-toksiinia tuottavan *F.graminearum* sienen isäntiä. Kaura puhututtaa eniten, mutta esimerkiksi vehnä voi olla vielä alttiimpaa. Toki sadon käyttötarkoitus määrittää millaisia riskejä voi sietää.

- lajikevalinta

Lajikkeissa on eroja niiden alttiudessa, mutta yksikään lajike ei ole taudinkestävä kovassa paineessa. Koska vakavin riski tartunnalle on kukinnan ajankohtana suosittelisin valitsemaan hieman aikaisuudeltaan poikkeavia lajikkeita jotta kaikkien kukinta ei osuisi mahdollisesti samoille sadepäiville, jolloin sieni-itiöitä on paljon ilmassa.

- ravinteet , erityisesti hivenet, boori ?

Ravinteista tiedetään vielä vähän ja lisätutkimuksia tarvitaan. Nyrkkisääntönä voisi todeta että riittävä ravinteiden saanti on tärkeä terveen kasvun kannalta, joten suosittelisin huolehtimaan että maaperässä on riittävästi ravinteita kasvin normaaliin kasvuun ja puolustukseen. Se, että onko lisäravinteista hyötyä kasvinpuolustukselle vaatii tuekseen tutkimustuloksia pohjoismaisista oloista.

- kylvötiheys?

Tiheä kasvusto voinee peittää tautia levittävää kasvijätettä tehokkaammin. Taudille altistava kukinta-aika tahtoo venyä jos kasvustoon syntyy paljon jälkiversoja, joten tiheämpi kylvötiheys voisi hieman suojella taudilta.

- muokkaukset ?

Kasvijätteen hautaaminen vähentää tautipainetta. Eli jos viljaa paljon kierrossa niin kyntöä ei pidä unohtaa.

- kerääjäkasvi / aluskasvit ?

Näistä tiedetään liian vähän, jotta mitään varmaa on sanottavissa. Jos aluskasvi ylläpitää paljon kosteutta esim. apila-raiheinä niin voihan se kasvattaa riskiä punahomeelle, sillä hometartunnat tarvitsevat ilmankosteutta.

- viljelykierto ?

DON-toksiinia tuottavat lajit ovat ensisijaisesti viljojen taudinaiheuttajia, joten monipuolinen viljelykierto todennäköisesti auttaa, mutta nämä taudinaiheuttaja sienet selviävät kyllä muillakin kasveilla mutteivat nähdäkseni ainakaan lisäänty.

- kaksi vilja vuotta peräkkäin, kasvaako riski?

Kyllä riski kasvaa. Varsinkin, jos ensimmäinen vuosi on toksiinivuosi niin saastunutta kasvijätettä jää paljon.

- kauppakunnostus? Lajittelemalla pienimmät jyvät pois saa laatua paremmaksi...

Kukinnan aikaan iskevä sieni johtaa pahimmillaan alkion kuolemaan tai siihen ettei jyvä täyty kunnolla. Näiden poisajittelu parantaa laatua. Valtaosa tartunnasta jää myös jyvän kuoreen joka hioutuu etenkin kuivalla säällä kuivurissa kierrättäessä. Kauppakunnostus kannattaa ja myös siemeneksi käytettävät kannattaa kunnostaa.

- maan kasvukunto / soil health ? Terve maa > terveet kasvit ?

Kyllä, mutta miten ja millä mekanismeilla? Jo nyt on alustavaa tietoa endofyyteistä jotka saattavat edesauttaa tai estää toksiininmuodostusta mutta näistäkään emme Suomessa vielä tiedä mitään.

- rikkakasvit, pientareet itiöiden levittäjinä ?

En olisi huolissani. *F. graminearum* itiö lentää kymmeniä kilometrejä. Suurempi huoli viljajätteestä ja saastuneista siemenistä.