

Hometoksiinimäärien mittaaminen on lisääntynyt eurooppalaisen elintarviketeollisuuden "toksiiniherätyksen" vuoksi. Suomessakin suurin paine kohdistuu elintarviketyökaluun menevään vientiviivijään. Ruotsissa on takana jo kolme vaikeaa hometoksiinivuotta, kun kauran DON-rajat ovat ylittyneet.

Hometoksiineja runsaasti

Neljännes kaurasta EI KELPAA SUURIMOIKSI

■ Annaleena Ylhäinen

Homemyrkyt ovat viljoilla yleisiä, mutta pitoisuudet ovat yleensä pieniä. Viime syksynä myrkkijä muodostui tavanomaista enemmän. Neljännes kaurasta ei täytä EU:n asettamia elintarvikekauran laatuvaatimuksia. Rehukäyttöön kelpaamattoman kauran osuus on runsas prosentti. EU on asettamassa lisää raja-arvoja, joten toksiniseulonnan tarve kasvaa.

Euroopan unionin asettamat raja-arvot elintarvikekäyttöön tarkoitettun viljan hometoksiineille eli homeiden tuottamille myrkyllisille yhdisteille tulivat voimaan vuonna 2006.

Silloin asetettiin rajat deoksinivalenolin (DON), tsearalenonin, okratoksiini A:n ja aflatoksiinin enimmäismäärille.

Lainsäädäntöprosessi on vielä kesken. T-2- ja HT-2-toksiinien raja-arvoa on odotettu säädettyväksi ”hetkellä millä hyvänsä” jo ainakin kaksi vuotta.

Rehukäyttöön tarkoitettulle viljalle komissio on antanut suositusraja-arvot DONille, tsearalenonille ja okratoksiini A:lle.

Monilla Euroopan mailla on myös kansallista lainsäädäntöä



hometoksiineista. Esimerkiksi Suomessa on säädetty raja-arvo rehujen aflatoksiinille.

DONin raja-arvo ylitty

Suurin merkitys viljan viljelyyn on ollut DONin raja-arvolla.

Ruotsissa ja Norjassa kauran DON-pitoisuudet ovat ylittäneet sallitut raja-arvot jo monena vuonna.

Vuonna 2010 Lantmännenin analysoimista ruotsalaisista kauroista 12 prosenttia ei kelvannut elintarvikekäyttöön.

Norjassa ongelma on ollut Ruotsiakin suurempi. Vuosi siten puolet tutkituista kauroista sisälsi DONia enemmän kuin raja-arvo sallii.

Britanniassa DONin raja-arvo rankaisee eniten vehnää. Osa myllyvehnäksi tarkoitettua viljasta menee rehukäyttöön liian suuren DON-pitoisuuden takia.

Suomessa DONin raja-arvot ovat ylittyneet kauralla kahtena vuonna peräkkäin.

Viljakaupan mukaan vuoden 2011 sadossa DON-pitoisuudet olivat korkeita lähinnä Pohjanmaalla. Vuoden 2012 sadossa pitoisuudet ovat olleet korkeita koko maassa.

Joka näytteessä toksiineja

Vilja-alan yhteistyöryhmä VYR on seurannut homemyrkköjen määrää säännöllisesti vuodesta 1999 lähtien

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT tutkii kromatografisesti toksiinit Eviran keräämistä viljanäytteistä, kertoo tutkija **Sari Rämö** MTT:ltä.

Näytteitä tutkitaan vuosittain 170 kappaletta, ja niistä 80 on kauranäytteitä. Näistä kaikista määritetään trikotekeenit: DON, T-2 ja HT-2 sekä viisi muuta *Fusarium*-toksiinia. Tsearalenoni ja okratoksiini A määritetään 60 näytteestä, joista 30 on kauraa.

”DON-toksiinia löytyi tänä vuonna 98 prosentista ja T2- ja HT-2-toksiineita yli 70 prosen-

Kauran DON ELY-keskuksittain Agrimarket-ketjun näytteissä (syys-tammikuu)				
ELY-keskus	analysejä, kpl	alle 1,8 mg/kg %	yli 1,8 mg/kg %	suurin arvo, mg/kg
Varsinais-Suomi	1089	77	23	44
Pirkanmaa	451	83	17	33
Pohjois-Savo	34	77	23	4
Uusimaa	453	88	12	25
Satakunta	630	77	23	17
Häme	341	83	17	20
Kaakkois-Suomi	773	74	26	32
Keski-Suomi	112	75	25	5
Etelä-Pohjanmaa	564	48	52	8
Pohjanmaa	200	54	46	17
Etelä-Savo	28	68	32	10
Pohjois-Karjala	17	83	17	4
Pohjois-Pohjanmaa	721	83	17	9
Kainuu	8	75	25	6
Yhteensä	5434	75	25	

tista näytteistä. Yhdellä näytteellä ylitty tsearalenonin raja-arvo. Nivalenolia löytyi 45 prosentilla, mutta pitoisuudet olivat pieniä.”

MTT:n tutkimista kauranäytteistä 10 prosenttia ei täyttänyt suurimokauran vaatimuksia DON-toksiinin suhteen.

Myös edellisvuonna kaurasta löytyi DONia enemmän kuin elintarvikekäytön raja-arvo sallii.

Syysviljoilla homemyrkköjä ei juurikaan esiinny ja pitoisuudet ovat yleensä alhaisia.

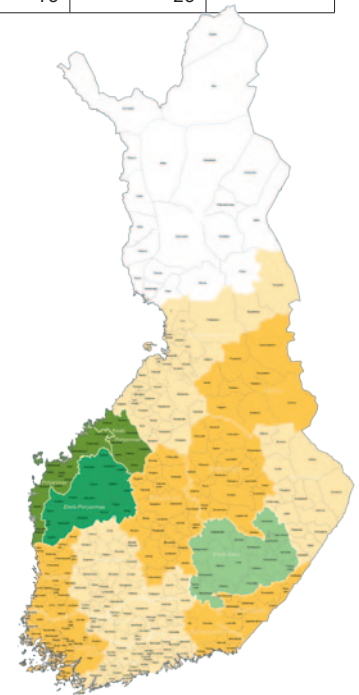
Pohjanmaalla eniten

Agrimarket-ketju on esitellyt viljelijätilaisuuksissa toksiinien analyysituloksia.

Tammikuun loppuun mennessä Agrimarket-ketju oli tehnyt DON-testejä kauralle 5 434 kappaletta. Neljännes kauroista ei kelpaa elintarvikekäyttöön homemyrkköjen vuoksi.

Suhteellisesti eniten homemyrkköjä on löytynyt Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan ELY-keskusten alueelta.

Siellä noin puolet tutkituista kauroista ei kelpaa suurimokäyttöön.



Hieman yli prosentti sisältää DONia yli 8 mg/kg, jolloin kaura ei kelpaa edes rehukäyttöön.

Suurin löydetty DON-pitoisuus oli kauroilla 33 mg/kg ja vehnällä 4,2 mg/kg.

Kaikki suurimmat viljanostajat kertovat tilanteen olevan sama. Myös osa vehnistä ylittää DONin elintarvikeraja-arvon.

Kauralla oli viime kesänä runsaasti punahometta. Runsaasti rehuviljaa ruokinnassa käyttävän kotieläintilan kannattaa tutkituttaa viljan toksiinipitoisuudet, jos riski hometoksiinien muodostumiselle on ollut suuri.



KUVA: PAIVI PARIKKA



KUVA: NEOGEN

Viljakauppa käyttää seulontaan pikatestejä. Niiden ongelma on epäluotettavuus. DON-pikatestit saattavat antaa liian korkeita arvoja koska ne mittaavat DON + AcDON -yhteismäärää.

Toksiinitestit lisääntyvät

■ Viime syksy oli erityisen hankala sadonkorjuun kannalta. Punahomeet valtasivat lakoon-tuneita ja märkiä kasvustoja. On selvää, että homemyrkyjäkin löytyi tavanomaista enemmän, ja ne oli tutkittava kaikista viljakauppaan tulevista kaurista.

Eriyisesti vientiin menevät erät on syynätävä tarkkaan. Viljaerien takaisinvedolle ei ole kenelläkään varaa.

Toksiiniseulontaa tehtiinkin enemmän kuin koskaan aiemmin. Tämä tuskin jää kuitenkaan ainutkertaiseksi vuodeksi.

T-2 + HT-2:n raja-arvot

EU on asettamassa raja-arvot myös T-2 + HT2 -toksiinien yhteispitoisuudelle viljassa. Se lisää toksiiniseulonnan tarvetta entisestään.

Britanniassa arvioidaan, että 10–15 % brittikaurasta ei kelpaisi elintarvikekäyttöön raja-arvojen tultua voimaan. Raja-arvoista väännetään kättä parhaillaan. Tällä hetkellä ehdotus liikkuu elintarvikekäyttöön tarkoitettulla kauralla 500–1 000 µg/kg eli 0,5–1 mg/kg välillä.

Britanniassa näitä toksiineita löytyy kaurasta Pohjoismaita enemmän, joten britit ovat lobanneet raja-arvokeskustelua voimakkaasti. Brittien mielestä raja-arvo voisi olla 1,5 mg/kg tai jopa enemmän, koska suurimokaura kuoritaan.

Raja-arvo tulee vaikuttamaan myös suomalaisen viljan elintarvikekäyttöön. Kyseisiä toksiineja löytyy Suomessa eniten kauroilta. Ohralla raja-arvoksi povataan tällä hetkellä 200 µg/kg, jolloin osa suomalaisesta mallasohrasta

ei kelpaisi maltaaksi. Vehnälle raja saattaa jäädä 50 mikrogrammaan kilolta, joka myös rajoittaisi suomalaisen vehnän elintarvikekäyttöä.

Kyseisiä toksiineja muodostava *Fusarium langsethiae* -sieni on runsain yleensä lämpimänä ja kuivina kesinä. Toisin sanoen, jatkossa viljoista syynätään kuumien ja kuivien kesien jälkeen T-2 + HT-2 -toksiineita, ja märkien kesien jälkeen DON-toksiinia.

Lainsäätäjääkin ovelampia

Eikä tässä vielä kaikki. Kun lainsäätjä asettaa raja-arvot toksiinille, se muuttaakin muotoaan, jolloin lain koura ei enää yllä siihen.

Esimerkiksi T-2-toksiini muuttuu kasvissa hieman vähemmän myrkylliseksi HT-2-toksiiniksi. HT-2 muuttuu puolestaan glykosidimuotoon, jota on vaikea analysoida.

Glykosidimuodossa toksiini on inaktiivinen (siinä on sokeriosa). Jos sokeriosa poistuu, esimerkiksi ruoansulatuksen yhteydessä, toksiini muuttuu jälleen myrkylliseen muotoon.

DONin yleisin glykosidimuoto kasveissa on D3G ja tsearalenonin Z14G. Tällä hetkellä käydään keskustelua siitä, pitäisikö näillekin yhdisteille olla EU:n säätämät raja-arvot. □

Briteissä viljakauppa käyttää Charmin liuskatestiä.

Käytännöt kuntoon

■ Toksiinien pikatestaus lisääntyä, joten toimintatapaan olisi hyvä löytää parhaat käytännöt: mitkä pikatestit ovat luotettavia, miten otetaan edustava näyte, voisiko toksiinitestit tehdä ennakkonäytteestä ja miten viljelijät opetetaan ottamaan edustava näyte, pitäisikö neuvojien hankkia pikatestejä, miten laatuhinnoittelu menee...?

Syksyn ja talven aikana on käynyt niin, että ennakkonäyte on ollut ok ja laatuhinnoittelu lupaa hyvää. Viljakuorman odottaessa portilla on sitten tehty DON-pikatesti, jonka perusteella kaura ei kelpaakaan elintarvikkeeksi, tai pahimmassa tapauksessa ei edes rehukuksi.

Näitä tapauksia ei saisi sattua. Toksiiniseulonta on kuitenkin välttämätöntä.

Ehdotan seuraavaa: viljelijöille laaditaan viljan näytteenotto-ohjeet, joiden mukaisesti he ottavat ennakkonäytteen. Viljakauppa tutkii toksiinit ennakkonäytteestä parhaaksi katsomallaan menetelmällä. Viljelijä saa tietää ennen rahtia viljansa laadun ja hinnan. **AY**



KUVA: CHARM

EU-lainsäädännön rajat elintarvikekäyttöön tarkoitettujen viljojen homemyrkyille (2006/1881/EY)		
viljalaji tai tuote	homemyrky, µg/kg	
	DON	tsearalenoni
kaura	1750	100
vehnä, ruis, ohra	1250	100
jauhot	750	75
leivät, keksit	500	50
vauvanruoka	200	20

T-2 ja HT-2 -toksiineille on ehdotettu seuraavia raja-arvoja elintarvikekäyttöön:
ruis ja vehnä: 50-200 µg/kg,
ohra: 100-200 µg/kg,
kaura: 500-1000 µg/kg

EU-suositukset rehuviljoissa olevien hometoksiinien raja-arvoiksi (2006/576/EY)		
viljalaji	homemyrky, µg/kg	
	DON	tsearalenoni
kaikki viljat	8000	2000

Kaikki kaura tutkitaan

Homemyrkyjä ei ole koskaan aiemmin seulottu näin paljon. Käytännössä lähes kaikki viljakauppaan tuleva kaura ja suuri osa vehnästä päätyy tänä talvena DON-testeihin.

”Päätös kaikkien kauraerien tutkimisesta tehtiin ennakkonäytteiden perusteella. Niistä löytyi niin paljon DON-toksiinia, että päätimme testata kaikki kaurat”, kertoo **Stina Hakulin** Agrimarket-ketjusta.

”Syksyn 2012 sadosta otettiin 100 ennakkonäytettä heti satokauden alussa, joista tutkittiin DON, tsearalenoni ja T-2 + HT-2. Lisäksi otettiin 30 näytettä okratoksiinitestausta varten.”

Edellisuonna päädyttiin tutkimaan vain Pohjanmaan ja Oulun seudun kaurat, koska DONia löytyi runsaasti sieltä.

Kauran lisäksi myös kaikki vientiin lähtevät vehnäerät tutkitaan DONin osalta.

Kostea sää lisää DON-riskiä

Fusarium-sienet eli punahomeet ovat syytä viljojen toksineihin.

Niiden leviämistä viljaan ja

niiden tuottamia myrkyjä ei voi estää, mutta riskiä osataan ennustaa, kertoo **Juha Salopelto** Agrimarket-ketjusta.

Riski *Fusarium*-saastunnalle on suurin, jos viljan kukinnan aikaan on kostea sää. ”Riittää, että kasvusto pysyy kosteana. Siksi yleensä eloperäisillä mailla on suurin riski”, Salopelto kertoo.

Fusarium-sienet leviävät kukintoihin yleensä itiöinä kasvinjätteistä.

Myrkyt muodostuvat kehittyviin jyviin. Kukinnan alkuvaiheessa tapahtunut saastunta vaikuttaa yleensä jyväkoko. Silloin jyvät jäävät pieniksi tai surkastuvat kokonaan. Pienissä jyvissä on tyypillisesti eniten myrkyjä.

Jos *Fusarium* leviää kasvustoon myöhäisessä vaiheessa, on jyvä koko yleensä normaali.

Norjassa ja Ruotsissa on havaittu, että sateisimmilla alueilla muodostuu eniten DONia.

Fusarium levisi elokuussa

Viime syksynä DONia tuottavat *Fusarium graminearum* ja *F. culmorum* levisivät kasvustoihin vasta elokuussa.

”Heinäkuussa niitä löytyi kasvustoista vain satunnaisesti, vaikka sää oli kostea. Kenties viileä sää hidasti leviämistä”, tutkija **Päivi Parikka** MTT:ltä kertoo.

Heinäkuussa vaikutti vielä siltä, ettei DONEja muodostu lainkaan.

”Kesä suosi *F. avenaceum* -lajin leviämistä. Se taas ei tuota DONia. Joskus se tuottaa moniliformiinia, mutta se on Suomessa harvinaista.”

Elokuussa DONia tuottavat lajit levisivät kasvustoihin jytinällä.

”Edeltävä kesä suosi niiden kasvua, joten ilmeisesti maassa oli odottamassa suuri reservi. Kun otolliset olosuhteet tulivat, ne levisivät nopeasti.”

Kaikki tähkähomeet eivät ole kuitenkaan punahomeita. Elo-syyskuussa kevätehnan tähkissä näkyi punertavaa hometta, mutta se olikin lumihometta, joka ei tuota toksineja.

Homemyrkyt iso ongelma

■ Homeiden tuottamat myrkyt eli hometoksiinit ovat maailmanlaajuisesti valtava ongelma. Pahimmat myrkyt muodostuvat varastossa lisääntyvässä homeessa. Esimerkiksi maissi homehtuu varastossa herkästi. Myös huonosti säilötty säilörehu voi homehtua ja siihen voi tulla homemyrkyjä.

Tyypillisiä varastohomeita ovat *Aspergillus*- ja *Penicillium*-sukujen lajit. Niiden tuottamia myrkyjä ovat esimerkiksi aflatoksiinit, okratoksiini ja patuliini.

Suomessa vilja kuivataan, joten viljojen varastohomeet ovat Suomessa harvinaisia. Viljoilla ongelmia aiheuttavat pelloilla leviävät homesienet ja niiden tuottamat myrkyt.

Lauhkean ilmaston alueella *Fusarium*-lajit ovat tärkeimpiä viljan homeita ja toksiniinien tuottajia. Myös torajyvä tuottaa mykotoksiineja eli sienimyrkyjä.

Fusarium-lajit ja niiden tuottamat punahomemyrkyt

Fusarium-sienet ovat maassa eläviä yleisiä hajottajasieneä, jotka leviävät myös viljelykasviin.

Viljoissa *Fusarium*-sienet aiheuttavat kasvitauteja viljan tyveen ja tähkään.

Pahinta niissä on niiden tuottamat myrkyt, jotka ovat vaarallisia sekä ihmisille että tuotantoeläimille. Ne tuottavat myrkyjä pärjä-täkseen kilpailussa toisten lajien kanssa. Runsaasti DONia tuottavat lajit ovat myös ärhäkimpää taudinaiheuttajia.

”Vielä ei tiedetä kaikkia syitä, miksi ne tuottavat myrkyjä”, kertoo tutkija **Marika Jestoi** Evirasta.

Myrkyt ovat hyvin yleisiä viljoissa, ja niitä löytyy joka vuosi. Satokausien välillä on kuitenkin suurta vaihtelua.

Homemyrkyt eivät ole silmillä tai nenällä havaittavissa. Niitä voi olla jyvissä, vaikka jyvät olisivat suuria ja kauniita, eikä homeesta ole merkkiäkään. Toisaalta selvästi punahomeinen vilja ei välttämättä sisällä lainkaan homemyrkyjä.

Ainoa tapa selvittää myrkyjen määrä on analysoida vilja laboratoriossa tai pikatestillä.

Runsaimmin suomalaisesta viljasta löytyy DON- sekä T-2- ja HT-2-toksiineita. Niiden merkittävimmät tuottajat ovat *Fusarium graminearum*, *F. culmorum* ja *F. langsethiae*.

Oljissa ja sängessä yleisin laji on yleensä *F. avenaceum*. Se on hajottajasieneä, ja sen merkitys myrkyjen tuottajana on Suomessa vähäinen.

Myös *F. culmorum* on yleinen oljessa ja erityisesti sängessä. Se aiheuttaa tyypillisesti tyvitauteja. Lämpimän kesän jälkeen se on runsaampi kuin *F. avenaceum*. **AY**

Eri <i>Fusarium</i> -lajit ja niiden tuottamat toksiinit			
laji	toksiinit	vilja	olosuhde
<i>Fusarium avenaceum</i>	enniatiinit, MON, BEA	kaikki	viileä ja kostea
<i>Fusarium culmorum</i>	DON, ZEA, NIV, FUS X, FUS C, AcDON	yleisin ohralla	kostea
<i>Fusarium graminearum</i>	DON, ZEA, AcDON, NIV, FUS X, US C	yleisin kauralla	lämmen ja kostea
<i>Fusarium langsethiae</i>	T-2, HT-2, NEO, DAS	kaura ja ohra	lämmen ja kuiva
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	T-2, HT-2, DAS, NEO, FUS C, BEA	yleisin ohra	viileä ja kostea
<i>Fusarium poae</i>	DAS, MAS, NIV, FUS X, FUS C, BEA	yleisin kaura	lämmen ja kuiva
<i>Fusarium tricinctum</i>	enniatiinit, MON	kaikki	kostea

Tärkeimmät toksiinit lihavoitu. Lyhenteet: AcDON = asetylideoksiinivalenoli, BEA = beaverisin, DAS = diasetoksiskirpenoli, DON = deoksiinivalenoli, FUC = fusarokromanoni, FUM = fumoniini, FUS C = fusariini C, FUS X = fusarenoni X, MAS = monoasetoksiskirpenoli, MON = moniliformiini, NEO = neosolanioli, NIV = nivalenoli, WOR = wortmanniini, ZEA = tsearalenoni

LÄHDE: MTT

Viljelyalue ja lohko			Punahomeriskin suuruus			
			ei lisää riskiä	pieni	kohtalainen	suuri
Alue	viljelyvyöhyke 1	kaikki viljat				
	viljelyvyöhyke 2	kaikki viljat				
	viljelyvyöhyke 3	kaikki viljat				
	viljelyvyöhyke 4	kaikki viljat				
Peltolohko	maalaji	savimaat				
		hieta, hiekka				
		multa				
		muta, liejusavi				
		turve				
	lohkon pH alle 6,0	kaikki viljat				
Esikasvi	2 v. peräkkäin sama kasvi samalla loholla	kaura				
		muut kevätiljat				
	3 v. peräkkäin sama kasvi samalla loholla	kaura				
		muut kevätiljat				
	4 v. peräkkäin sama kasvi samalla loholla	kaura				
		muut kevätiljat				
Muokkaus- ja kylvömenetelmät	syyskyntö					
	suorakylvö ja runsas kasvijätteen määrä					
Viljelytekniikka						
Viljelytapa	tavanomainen viljely	kaura				
		muut kevätiljat				
	luomuviljely	kaikki viljat				
Viljelykasvi	viljat	kaura				
		ohra, kevätehnä				
		mallasohra				
		syysviljat				
	lajike	kaura				
muut kevätiljat						
Kylvösiemen	kunnostamaton siemen					
	kunnostettu tai sertifioitu siemen ja peittäus					
Lannoitus	tasapainoinen, pellon viljavuuteen perustuva lannoitus, kaikki viljat					
	yksipuolinen lannoitus, kaikki viljat					
Kasvinsuojelu	rikkakasvitorjunta	kaura				
		muut kevätiljat				
	rikkakasvi- ja kasvitautiltorjunta	kaura				
		muut kevätiljat				
	rikkakasvitorjunta ja kasvunsääde	kaura	ei riittävää tutkimusnäyttöä			
		muut kevätiljat	ei riittävää tutkimusnäyttöä			
Sääolosuhteet kasvukaudella						
Alkukasvukauden sääolosuhteet	alkukasvukausi	sateinen				
		kuiva				
Kukinta-ajan sääolosuhteet	kukinta-aika kuiva					
	sateisuus ja yli 80 %:n suhteellinen kosteus					
Sadonkorjuuajan sääolosuhteet	sadonkorjuu aika myöhäinen					
	lämpötilojen vaihtelu suuri					
	sateisuus ja yli 80 %:n suhteellinen kosteus					
Sadonkorjuu ja kuivaus						
Lako-%	alle 5 %	kaikki viljat				
	5 - 25 %	kaura				
		muut kevätiljat				
	yli 25 %	kaikki viljat				
Sadon kuivaus	lämminilmakuivaus, korjuukosteus-%	alle 25 %				
		yli 25 %				
	satoa ei kuivata heti, korjuukosteus-%	alle 14 %				
		yli 15 %				
Sadon kunnostus	lajittelematon	kaikki viljat				
Sadon varastointi	varastointitilat	puutteelliset				

”Lumihome on Keski-Euroopassa merkittävin tähkää vioittava home syysviljoilla. Viime kesän viileys ilmeisesti edisti sen kasvua Suomessa.”

Kuivina kesinä T-2 + HT-2

Kuiva sää ei välttämättä suojaa hometoksiineilta. Silloin kasvu-toihin leviää T-2- ja HT-2-toksiineja tuottava *Fusarium langsethiae*. ”Se kilpailee sateisina kesinä yleensä huonosti DONia tuottavien lajien kanssa. Mutta kyllä se leviää myös sadekesinä, jos saa tilaisuuden. Esimerkiksi viime kesänä sitä löytyi ja se tuotti toksiineja”, Parikka kertoo.

F. langsethiae on häijy tapaus jopa sienimailman mittakaavassa. Se on opittu tuntemaan vasta 2000-luvulla. Lajimääritys tehtiin Norjassa vuonna 2000.

”Ei tiedetä mistä se on tullut vai onko sitä ollut lajistossa aina. Se on levinnyt Suomeen mahdollisesti siemenviljan mukana.”

Siemenvilja on sille tärkeä leviämiskeinetti. Sitä löytyy jyvien pinnalta, mutta se ei heikennä itävyyttä.

”Sitä on lähes mahdotonta huomata viljoilta. Ei olla päästy edes yksimielisyyteen siitä, onko se patogeeni (=taudinaiheuttaja) vaiko ei.”

Se tuottaa T-2- ja HT-2-toksiineja heti tähkälle tulon jälkeen. Sen määrä näyttää runsastuneen 2000-luvulla.

Voi olla, että se on hyötynyt lämpimistä kesistä, tai sitten sitä vain osataan nykyisin etsiä. Ennen norjalaisten tekemää lajimääritystä se laskettiin samaan ryhmään *F. Poae*-sienen kanssa.

Tautiruisutus ei auta

Punahomeiden torjuntaan on rekisteröity tautiaineita. Niistä ei ole kuitenkaan apua kuin harvoin.

”Ruiskutuksesta voi olla hyötyä, jos DONia tuottavat *Fusarium*-sienet leviävät kasvu- toon aikaisin”, Parikka kertoo.

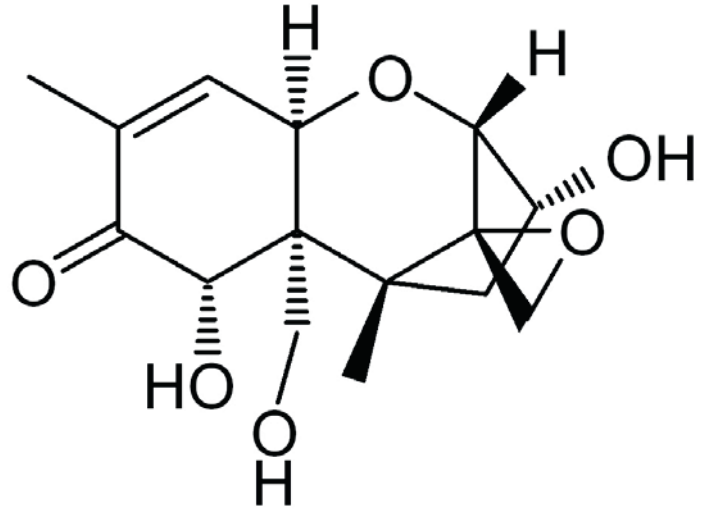
Silloin ruiskutus olisi tehtävä viimeistään kukinnan alkaessa.

Ruiskutus ei tehoa kuitenkaan T-2- ja HT-2-toksiineita tuottavaan *F. langsethiae*-lajiin.

Ruiskutuksissa on myös se ongelma, että kun yksi home on torjuttu, toinen leviää tilalle.

Luomu ja suorakylvö

Viljelymenetelmien vaikutusta *Fusarium*-sienten ja toksiinien määrään on tutkittu jonkin verran. Sää on merkittävin tekijä, mutta myös lajien ja lajikkeitten välillä on eroja.



Deoksinivalenolille eli DONille EU asetti raja-arvot vuonna 2006. Raja-arvoilla tai niiden suosituksilla on tarkoitus varmistaa, etteivät hometoksiinit aiheuta ihmisille tai eläimille haitallisia terveysvaikutuksia ja tuotteet ovat turvallisia.

Lajike-eroja ei tunneta vielä juuri lainkaan, mutta jalostuspuolella tehdään kiivasta työtä *Fusarium*-kestävyyden jalostamiseksi.

Britanniassa tehdyssä tutkimuksessa luomuviljelyllä ei ollut vaikutusta toksiinien määrään. Norjalaisessa tutkimuksessa luomuviljely vähensi T-2- ja HT-2-toksiinien määrää. Syynä lienee luomun hyvä viljelykierto.

Suomessa on selvitetty suorakylvön ja muokkauksen vähentämisen vaikutusta *Fusarium*-lajistoon.

”Pitkään suorakylvössä olleilla lohkoilla on havaittu T-2- ja HT-2-toksiineja runsaammin kuin muokatuilla lohkoilla. Ilmeisesti *F. langsethiae* hyötty suorakylvöstä. Toisaalta DONia tuottavat lajit saattavat vähentyä suorakylvössä, koska *F. avenaceum* valtaa niiltä tilaa”, Parikka kertoo.

Lajittelu ja kuorinta auttaa

Britanniassa tehdyn tutkimusten mukaan kauran kuorinta ja lajittelu vähentää DON- ja T-2- ja HT-2-toksiinien määrää kaurasta.

Elintarviketeollisuuden prosesseista edellä mainittujen tok-

siinien määrä vähenee keskimäärin 90 prosenttia.

Suurin osa toksiineista jää kauran kuoreen.

MTT tutki asiaa myös Suomessa. Kauran lajittelu 2 mm:n seulalla poisti puolet DONista ja kaksi kolmannesta T-2- ja HT-2-toksiineista.

Laboratoriotutkimus kallista

Homemyrkköjen tarkka analyysi tehdään aina laboratoriossa erilaisin kromatografisin menetelmin. Viranomaisvalvonnassa on käytettävä valtuutettuja menetelmiä.

Esimerkiksi MTT käyttää DON-, T-2- ja HT-2-toksiinien analysointiin kaasukromatografia, johon on yhdistetty massaspektrometri. Sen ongelma on kallis hinta ja hitaus. Sama pätee nestekromatografiin.

Vasta-aineisiin perustuvaa ELISA-testiä voi myös käyttää. Se on nopeampi, mutta epätarkevempi. Sen voi tehdä joko kuoppalevytestinä tai sitten testiliuskalla.

Liuskatesti on nopein ja huokein menetelmä, ja sen voi tehdä missä vain. Viljakauppa käyttää niitä vastaanotettavan viljan seulontaan niin Suomessa



KUVA: PÄIVI PARIKKA

Viljasadon laatua voidaan parantaa lajittelulla. Pienet, surkastuneet jyvät ovat usein punahomeen tartuttamia ja sisältävät korkeita hometoksiinipitoisuuksia. Myös kuorinta vähentää merkittävästi toksiinien määrää.



KUVA: PÄIVI PARIKKA

Fusarium-sienet ovat maassa kasvinjätteissä eläviä taudinaiheuttajia, jotka aiheuttavat viljoilla tyvitautia ja punahometta. Tähtikässä punahome voi muodostaa hometoksiineja kehittyvään jyvään.

Homemyrkköjen inaktivointi

■ Homemyrkköjen "sitojat" ("feed mycotoxin inhibitor") ovat yhdisteitä, joita levitetään rehun joukkoon. Ne sitovat myrkyt itseensä ja tekevät ne vaarattomiksi tuotantoeläimille.

Maailmanlaajuisesti tuotteita on paljon markkinoilla, mutta pääosa on tarkoitettu varastohomemyrkköjen poistoon, esimerkiksi maissirehulle.

Suomessa on myynnissä yksi tuote, Biofarmin juuri markkinoille tuoma Neutox. 25 kilon säkin verollinen hinta on noin 80 euroa. Tuote on myynnissä K-maatalouskaupoissa.

Tuote sitoo hyvin aflatoksiiniä, tsearalenonia, okratoksiini A:ta ja fumonisiini B1:stä. Sillä on osoitettu jonkinasteista tehoa DON- ja T-2-toksiinien sitomiseen. Niiden inaktivoiminen on kuitenkin haasteellisempaa kuin varastomyrkköjen, eikä niille ole vielä tiedollisesti pätevää poistamiskeinoa. **AY**

kuin muuallakin Euroopassa.

Useat laboratoriot, esimerkiksi Evira ja Eurofins tarjoavat toksiinianalyysipalveluja. DON + T-2 + HT2 -analyysi maksaa 200–300 euroa.

MTT:llä maksulliset hometoksiinianalyysit onnistuvat yhdessä projektinäytteiden kanssa.

Suomen Viljava tarjoaa DON-pikatestin 34,70 eurolla.

Pikatesteillä seulotaan

Viljan vastaanotossa ei ole aikaa laboratoriotesteille, joten viljakauppa käyttää pikatestejä.

Niillä tulos saadaan 15 minuutissa viljakuorman odottaessa portilla. Tuloksen perusteella viljakuorma ohjataan oikeaan siiloon. Tulos vaikuttaa myös laatuhinnoitteluun.

Pikatestejä käytetään niiden toksiinien mittaamiseen, joille on säädetty raja-arvot ja joiden esiintyminen viljassa on todennäköistä.

Brittiläisen Harper Adams yliopiston kasvipatologian professori **Simon Edwards** kertoo, että Britteissä viljakauppa käyttää eniten Charmin liuskatestiä DON-toksiinin seulontaan vehnältä.

Suomessa viljakauppa käyttää R-Biofarmin Rida Quick Scan-liuskatestiä DON-toksiinin seulontaan. Norjassa DON-toksiinia seulotaan kaurasta Romeirin ELISA-testillä.

Ilmaista lystiä toksiiniseulontaa ei ole edes pikatesteillä. Yksi testiliuska maksaa yleensä 10–30 euroa, ja lukulaite joitakin tuhansia euroja.

Juha Salopellon mukaan DON-toksiinitestien lisäkuustannus on Agrimarket-keijulle noin euron verran kauratonna kohti.

Britannialaisilta myllyiltä kerättyjen kauraerien hometoksiinit									
Hometoksiini, µg/kg									
satovuosi	alkuperä	DON	3-AcDON	NIV	NEO	T23	T2	HT2	ZON
2004	Skotlanti	<10	<10	66	13	18	53	257	<3
2004	Irlanti	15	<10	23	<10	13	41	196	<3
2004	Englanti	20	<10	142	17	<10	103	386	4
2004	Englanti	<10	<10	109	15	<10	154	504	6
2004	Ruotsi	298	40	90	<10	<10	50	193	22
2005	Englanti	<10	<10	36	<10	10	105	230	<3
2005	Englanti	26	<10	105	48	122	958	2570	<3
2005	Suomi	1230	60	97	<10	11	110	427	5
2005	Suomi	731	52	179	19	15	161	516	<3
2005	Skotlanti	20	<10	56	<10	<10	28	115	<3
2005	Suomi	253	16	159	20	26	221	730	3
2005	Englanti	<10	<10	<10	26	29	527	1940	<3

DON = deoksinivalenoli, 3-AcDON = 3-asetyyli-deoksinivalenoli, NIV = nivalenoli, NEO = neosolanioli, T2-trioli = T23, ZEA = tsearalenoni

Kauran elintarvikekäytön raja-arvot DON-toksiinille on 1750 µg/kg ja tsearalenonille 100 µg/kg. T-2- ja HT-2-toksiineille on ehdotettu raja-arvoksi 1000 µg/kg. Prosessoinnin jälkeen kaurahiutaleiden DON-, T2- ja HT2-toksiinien määrä tippui noin 90 %. Kauran kuoren DON-, T2- ja HT2-pitoisuudet olivat keskimäärin viisinkertaiset raakakauraan verrattuna.

LÄHDE: SCUDAMORE, BAILLIE, PATEL JA EDWARDS 2007. OCCURENCE AND FATE OF FUSARIUM MYCOTOXINS DURING COMMERCIAL PROCESSING OF OATS IN THE UK. FOOD ADDITIVES AND CONTAMINANTS 24: 1374-1385.

MTT:n ja Eviran 1999–2007 viljan hometoksiinien pitoisuustulokset				
Toksiini	Vilja	Tutkittuja näytteitä	Keskiarvo µg/kg	Maksimi µg/kg
DON	Kaura	361	489	8800
	Ohra	236	238	6802
	Ruis	67	22	178
	Vehnä	325	177	5865
T2 + HT-2	Kaura	361	195	3500
	Ohra	236	23	316
	Ruis	67	15	106
	Vehnä	325	13	47
ZEA	Kaura	361	93	1690
	Ohra	236	14	175
	Ruis	67	13	13
	Vehnä	325	13	133
NIV	Kaura	361	52	644
	Ohra	236	20	351
	Ruis	67	13	13
	Vehnä	325	14	200

ZEA = tsearalenoni, NIV = nivalenoli

LÄHDE: EVIRAN TUTKIMUKSIA 5/2008, FUSARIUM-TOKSIINIT: SAANTI VILJASTA JA VILJATUOTTEISTA AIKUISILLA SUOMESSA

Pikatestit epävarmoja

Pikatestien ongelma on niiden epäluotettavuus. Ne sopivat seuloontaan, mutta tulosten hajonta on suurta.

Brittiläinen neuvontajärjestö HGCA julkaisi heti EU-rajavien tultua voimaan DON-pikatestien vertailun vehnälle ("Evaluation of rapid test kits for DON").

Vertailun mukaan DON-pikatestien ja ELISA-testien ongelma on se, että ne mittaavat sekä DONin, että asetyyli-deoksinivalenolin (AcDON) eli 3-AcDONin ja 15-AcDONin määrää, kun pitäisi mitata pelkkä DON. AcDON:ille ei ole EU:n raja-arvoa, vaikka se onkin myrkyllinen yhdiste.

MTT:n vertailuissa on huomattu sama. "DON-pikatestien antamat tulokset ovat usein yläkanttiin", Rämö kertoo.

Suomalaisessa kaurassa 3-AcDON pitoisuudet ovat käytännössä aina 10-15 prosenttia

näytteen DON-pitoisuudesta. 15-AcDONia ei suomalaisista kaurista löydy.

Turun ammattikorkeakoulussa testataan parhaillaan viljakaupan käyttämän Rida Quick Scan-pikamenetelmän luotettavuutta kauran DON-analysiin. Referenssimenetelmänä on MTT:n kaasukromatografia + massaspektrometri, joka on akkreditoitu menetelmä.

Sari Rämö toppuuttelee hätäsimpiä pikatestien ostajia: "Kannattaa odottaa ja katsoa miten hyvin Rida Quick Scan toimii kauralla."

Toinen ongelma pikatesteissä on Rämön mukaan se, ettei niitä ole validoitu kauralle vaan vehnälle. Validoinnilla tarkoitetaan sitä, että menetelmää on vertailtu luotettavien analyysimenetelmien kanssa, ja havaittu se käyttökelpoiseksi.

Agrimarket-keiju on validoinut Rida Quick Scan -testiä nestekromatografian kanssa. "Pika-

testin ja nestekromatografian antamat tulokset ovat lähellä toisiaan", Hakulin kertoo.

Avena Nordic Grain on testannut myös kaiken vastaanottamansa kauran ja vehnän.

"Olemme tehneet vertailuja Rida Quick Scanin ja laboratorion menetelmän välillä ja todenneet, että pikatesti on riittävän luotettava kertomaan, onko vastaanotettavassa erässä rajat ylittävä määrä DONia vai ei", **Kaija Viljanen** kertoo.

Viljasen mukaan kaikissa vertailutapauksissa, joissa rajat ylittävä DON-määrä on löytynyt pikatestillä, se on löytynyt myös laboratoriotesteissä.

Kolmas ongelmakohta on näytteenotto. Hometoksiinit ovat sekä lohkoilla että puidussa viljassa tyypillisesti pistemäisinä esiintymistä. Kattava näyte tulisi ottaa monesta eri kohdasta viljakuormaa, ja osanäytteet tulisi yhdistää.

"Pikatesteillä analysoidaan yleensä muutaman gramman

viljanäyte. Edustavan näytteen pitäisi olla usean kilon kokoinen", Rämö sanoo.

T-2 + HT-2 -pikatestit

T-2 + HT-2 -toksiinien pikatestit näyttäisivät toimivan DON-pikatestejä paremmin.

Uusimmassa World Mycotoxin Journal -tiedelehdessä on norjalaisten tekemä T-2 + HT-2 -pikatestien vertailu. Charmin ROSA T-2 + HT-2 -testiliuska toimi parhaiten. Suomessa tuotetta markkinoi Ordior.

"Inkubaattori ja lukulaite maksavat yhteensä 3 900 euroa, ja yksittäisen testiliuskan hinnaksi tulee noin 10 euroa", kertoo tuoteryhmäpäällikkö **Teija Nurmela** Ordiorista.

T-2 + HT-2 -testissä mitataan toksiinien yhteismäärää, joten ristireagointi ei ole samanlainen ongelma kuin DON-testeissä. EU-rajaa arvoa ollaan asettamassa näiden toksiinien yhteismäärälle. □



KUVA: PÄIVI PARIKKA

Punahome leviää maassa kasvinjätteissä ja kylvösiemenen mukana. Tärkein punahomeen ja toksiinien esiintymistä säätelevä tekijä on sää. Viljelytekniikasta voidaan parhaiten torjua hyvälaatuisen ja kunnostetun tai sertifioitun siemenen, ja peittauksen käytöllä sekä viljelykieron avulla.