

Hometoksiinit (myös mykotoksiinit/homemyrkyt) ovat näkymättömiä, mauttomia ja hajuttomia pieniä orgaanisia molekyyliä, joita muodostuu homesienten aineenvaihduntatuotteina. Hometoksiineja syntyy tietyissä olosuhteissa, lämpötilan ja kosteuden vaihtelun seurauksena kylvön, kukinnan, puinnin sekä varastoinnin aikana. Hometoksiineja voi löytyä mm: viljoista, maissista, pähkinöistä, mausteista, kahvipavuista, soijasta ja hedelmissä. Myös heinässä ja säilörehussa voi olla hometoksiineja.

Yleisimpiä hometoksiineja viljakasveissa

Hometoksiineja tuottavat pääasiassa Aspergillus-, Fusarium- (punahome), Penicillium- ja Alternaria-sienet. Useat sienilajit voivat tuottaa vain yhtä hometoksiinia, mutta jotkut sienet voivat tuottaa useita toksiineja; kuitenkin sienien kehitys ei aina tarkoita hometoksiinien tuotantoa. Homeinen vilja ei aina sisällä myrkkijä ja myrkkijä voi olla, vaikkei hometta näy. Toksiinit ovat vuorovaikutuksessa keskenään ja yhden läsnäolo voi aktivoida toisen passiivisen toksiinin.

Yleisempiä viljakasvien hometoksiineja ovat:

Aflatoksiinit (AFB1, B2, G1 ja G2)

Okratoksiini A (OTA)

Sitriniini

Patuliini

Fusarium toksiineina tunnetaan:

- Fumonisiinit (FB1, FB2 ja FB3)
- Zearalenoni (ZEA)
- Trikotekeenit, jotka jaetaan neljään ryhmään:
 - Ryhmä a: T2-toksiini (T2) ja HT2-toksiini (HT2)
 - Ryhmä b: deoksinivalenoli (DON) fusarenoni, nivalenoli,
 - Ryhmä c: krotoksiini
 - Ryhmä d: roridiini A, verrukariini A ja satratoksiini H

Aflatoksiinit ovat homemyrkyistä myrkyllisimpiä, ne ovat karsinogeenisiä eli aiheuttavat syöpää. Aflatoksiinit voivat siirtyä maitoon, lihaan ja kananmuniin. Okratoksiinia löytyy useista kasvilajeista ja se on munuaistoksista ja syöpää aiheuttava. Aflatoksiineja ja Okratoksiineja esiintyy useimmiten varastoinnin aikana sadonkorjuun jälkeen tehdyn virheellisen käsittelyn ja varastoinnin vuoksi. Fusarium toksiinien ryhmässä on useampia eri toksiineja. Fusarium toksiinit voivat aiheuttaa merkittävää sadon menetystä viljalla jo ennen sadonkorjuuta. Zearalenoni eli ZEA aiheuttaa hedelmällisyysongelmia eläimille. Deoksinivalenoli eli DON tunnetaan myös nimellä "oksennustoksiini", koska se aiheuttaa ripulia ja oksentelua. Maissi on yleisesti ottaen herkin juuri ZEA:lle ja kaura DON:lle.

Hometoksiinien haitat

Hometoksiinit ovat monella tapaa haitallisia eläimille. Hometoksiinit heikentävät eri elinten ja kudosten toimintaa, mukaan lukien ruoansulatusjärjestelmä, munuais- tai maksakudos sekä neurologiset, lisääntymis- ja immuunijärjestelmät. Useimmiten toksiinit aiheuttavatkin tuotoksen vähentymistä,

Hometoksiinit



Kuva Päivi Koivusalo

Hometoksiinien ennaltaehkäisy

Hometoksiineja muodostuu ennen ja jälkeen viljojen korjuun. Elintarviketurvallisuuden takaamiseksi tärkein toimenpide on estää homeiden synty. Näihin pyrkimykseen kuuluvat homeinfektion ja -kasvun torjunta pellolla, home ja -toksiinikontaminaation ehkäisy sadonkorjuun jälkeisessä käsittelyssä, varastoinnissa ja jalostuksessa sekä saastuneiden erien hävittäminen. Lisäksi tulee huomioida ajankohtaiset tuoterajoitukset hometoksiinipitoisuuksissa.

Ennen sadonkorjuuta voidaan pyrkiä estämään homeen kasvu. Ensimmäinen askel tähän on kasvinjalostuksessa, homeelle vastustuskykyisten kasvien jalostaminen voi merkittävästi vähentää homeiden määrää. Oikea-aikainen kylvö ja kunnostetun sekä peitatus siemenen käyttö ovat yksi keino ehkäistä homeiden syntyä. Homeet voivat elää kasvijätteessä, joka jätetään peltoon ja keväällä levitä siitä uuteen kasvustoon. Jos siis on tiedossa, että pellolla on ollut hometta, tulisi kasvijätteet muokata maahan. Myös viljelykierolla, lannoituksella ja kasvinsuojelulla on oma osansa homeiden torjunnassa.

Avainasioita hometoksiinien ehkäisyssä

- kunnostettu siemen
- peittäus
- lajityyppi
- viljelykierto
- kuivaus
- lajittelu

Pellolla voidaan käyttää mikro-organismeja, mikrobiantagonisteja tai kilpailijoita, kuten ei-myrkyllistä *Aspergillus flavus* -kantaa, jotka estävät tehokkaasti myrkyllisten sienten kasvua. Puidessa viljoja tulisi käyttää seuloja, jotta saadaan pienet jyvät pois, sillä pienissä jyvissä on suurempi pitoisuus hometoksiineja.

Sadonkorjuun jälkeen vilja tulisi kuivata nopeasti kosteus alle 14 %. Viljan kuivaus pysäyttää toksiinien kasvun, mutta se ei poista jo muodostuneita toksiineja. Esipuhdistuksessa tulee käyttää riittävää ilmamäärää, jotta pienet jyvät saadaan pois sadon joukosta. Puhdas varasto ja riittävän hyvät säilytysolosuhteet (esim. viljoilla kuiva, säilörehulla hapeton ja hyvin tiivistetty). Sato tulisi lajitella, viimeistään ennen jatkokäsittelyä. Myös jyvien kuoriminen auttaa asiaa, koska toksiineja esiintyy eniten siementen kuoriosissa. Sato tulisi analysoida laadun varmistamiseksi.

Hometoksiinipitoisuuksien vähentämiseksi tutkitaan ja kehitetään jatkuvasti uutta teknologiaa. Esimerkiksi Askametalli ja LED Tailor ovat yhteistyössä kehittäneet WiSDOM SEED -teknologiaa, jossa sinisen valon avulla voidaan torjua siementen pinnalta taudinaiheuttajia kemikaalittomasti.



Riskien paikat homeiden ja -toksiinien synnylle. Muokattu lähteestä Los ym. 2018. Current and Future Technologies for Microbiological Decontamination of Cereal Grains

Mitä sitten, jos hometoksiineja on jo muodostunut?

Yleisesti ottaen homeista rehua ei kannata syöttää eläimille. Huonoa rehua voidaan kuitenkin sekoittaa puhtaaseen ja hyvään rehuun pieniä määriä. Jos tästä tulee eläimille jotain oireita, homeisen rehun syöttö pitää lopettaa. Homeisen rehun syötöstä voi mahdollisesti seurata vaurioita, kuten munuais- ja maksavaurioita. Markkinoilla on saatavissa useita rehun joukkoon sekoitettavia kaupallisia valmisteita, jotka pystyvät sitomaan homemyrkkyjä. Ne tehoavat parhaiten aflatoksiineihin. Aineet sitovat toksiinit itseensä ja poistuvat sonnan mukana. EU:n hyväksymistä aineista Bentonitti-savi on yleisin.

Hometoksiinien määrille on raja-arvot

EU:ssa tiukimmat rajat hometoksiineille sekä ruuan, että rehun kohdalla. Elintarvikkeiden kauralla DON-pitoisuuden raja on 1750 µg/kg ja muilla viljoilla 1250 µg/kg.

Table 6. Maximum allowed levels of major mycotoxins in cereal grains for human foods.

		European Union (µg/kg)	CAC (µg/kg)	US (µg/kg)	Brazil (µg/kg)	China (µg/kg)	India (µg/kg)	South Africa (µg/kg)
Total Aflatoxins	Total	4–10	15	20	50	20	15	10
Aflatoxin B ₁	B ₁	2–5	10	20	30	5–20	10	5
Deoxynivalenol (DON)		1250–1750	2000	1000	200–3000	1000	1000	NR
Fumonisin (B ₁ + B ₂)	B ₁ + B ₂	1000–4000 *	4000	2000–4000 *	1000–5000 *	NR	NR	NR
Ochratoxin A		3–5	5	NR	50	5	NR	NR
Zearalenone (ZEA)		100–350 *	100	NR	100–600 *	60	NR	NR
Reference		[253]	[252]	[251]	[254]	[255]	[256]	[251]

* The regulation limit of a specific mycotoxin varies with the food products to be made using the grain. NR—

Taulukossa raja-arvot ruoaksi menevälle viljalle. NR = ei säännelty. Lähde: Yu ja Pedroso 2023. Mycotoxins in Cereal-Based Products and Their Impacts on the Health of Humans, Livestock Animals and Pets

Rehuksi menevällä kauralla DON-pitoisuuden suositusarvo on alle 8000 µg/kg ja ZEA-pitoisuus 2000 µg/kg. Hometoksiinianalyseja tekevät muun muassa Eurofins, Suomen Viljava Oy, NSL LAB, Luonnonvarakeskus, Ruokavirasto sekä teollisuuden ja kaupan viljan vastaanotto. Myös mittareita tähän käyttötarkoitukseen on myynnissä.

Table 7. Maximum allowed levels of major mycotoxins in cereal grains for livestock animal feed in different countries.

		European Union (µg/kg)	US (µg/kg)	Brazil (µg/kg)	China (µg/kg)	India (µg/kg)	South Africa (µg/kg)
Total Aflatoxins	Total	50	20–300 *	50		NR	
Aflatoxin B ₁	B ₁	20		NR	10–50 *	NR	50
Deoxynivalenol (DON)		8000	5000–10,000 *	NR	1000–5000 *	NR	5000
Fumonisin (B ₁ + B ₂)		60,000	5000–100,000 *	NR	5000–50,000 *	NR	50,000
Ochratoxin A		250	NR	NR	100	NR	200
Zearalenone (ZEA)		2000–3000	NR	NR	100–500 *	NR	5000
Reference		[253]	[251]	[253,254]	[257]	[256]	[253,258]

* The concentration of specific mycotoxin in the grain varies with animal species and age. NR—not regulated.

Taulukossa raja-arvot rehuksi menevälle viljalle. NR= ei säännelty. Lähde: Yu ja Pedroso 2023