

- Teksti: Katariina Manni, tutkija, Sari Rämö, tutkija sekä Arto Huuskonen, tutkimusprofessori, Luonnonvarakeskus
- Kuvat: Katariina Manni



Kaikista homeisista rehunäytteistä löytyi mykotoksiineja.

# Mykotoksiinit

## rehujen näkymätön vaara

**Mykotoksiinit eli homemyrkyt ovat homekasvustossa muodostuneita myrkyllisiä yhdisteitä. Niitä voi muodostua rehuun monessa eri vaiheessa, alkaen jo kasvin kasvaessa pellolla ja jatkuen rehun syöttöön saakka. Mykotoksiinien eläimille aiheuttamat oireet ovat usein moninaisia ja yhteyttä on vaikea osoittaa. Oman haasteensa tuo se, ettei mykotoksiineja voi havaita aistinvaraisesti. Voiko kotoinen säilörehu olla mykotoksiinivaara? Tuottava nautatilan nurmi -hankkeessa asiaa kartoitettiin.**

**M**ykotoksiinit ovat näkymättömiä, mauttomia ja hajuttomia homekasvustossa muodostuneita yhdisteitä, eikä niitä voi havaita rehuista ilman analysointia. Myöskään rehun homeisuuden tai homeettomuuden perusteella ei voida varmuudella päätellä, onko siinä mykotoksiineja. Rehussa voi olla hometta ja mykotoksiineja samanaikaisesti, mutta mykotoksiineja voi muodostua myös ilman näkyvää hometta. Toisaalta rehussa voi olla näkyvää hometta ilman,

että siinä on mykotoksiineja.

Mykotoksiineja voi muodostua rehuihin useassa eri vaiheessa, joten niiden ennaltaehkäisy vaatii kokonaisvaltaista rehuntuotannon hallintaa. Ennaltaehkäisyyn merkitys korostuu myös sen vuoksi, että muodostuneita myrkyjä ei voi enää poistaa. Mikäli mykotoksiineja on jo muodostunut rehuun, ainoa keino ongelmien minimoimiseksi on pyrkiä rajoittamaan niiden lisääntymistä.

Vaikka pötsimikrobit pystyvät ha-

jottamaan ja inaktivoimaan mykotoksiineja, niiden kapasiteetti on rajallinen. Erityisesti mykotoksiinien runsas saanti, niille pitkäaikainen altistuminen, heikentyneet pötsin olosuhteet, suuri rehun syönti ja rehun nopea kulkeutuminen pötsin läpi ovat tilanteita, joissa pötsimikrobien kyky käsitellä mykotoksiineja saattaa ylittyä.

Mykotoksiinit voivat aiheuttaa eläinten sairastumista ja tuotannon menetyksiä, mutta oireiden yhdistämisen mykotoksiineihin on vaikeaa. Oireet voivat monissa tapauksissa olla ns. yleisoireita, joihin ei ole selkeää syytä, kuten vähentynyt rehun syönti, heikentyneet tuotantotulokset, lisääntymiseen liittyvät ongelmat tai immuunivasteen heikentyminen. Kun muut mahdolliset taudinaiheuttajat on suljettu pois, viimeistään siinä vaiheessa on huomio syytä kiinnittää mahdolliseen mykotoksiineille altistumiseen.



## MYKOTOKSIINEJA VAIHTELEVASTI TILAREHUISSA

Mykotoksiineja tunnetaan yli 400, mutta vain osaa on tutkittu laajamittaisesti. Lisäksi monet tutkimukset ovat keskittyneet viljojen tai maissisäilörehujen mykotoksiineihin, nurmisäilörehuihin liittyviä tutkimuksia on vähemmän.

Koska suurin osa nautojen kuiva-aiheen syönnistä on yleensä säilörehua, se saattaa olla merkittävä mykotoksiinien lähde. Mykotoksiinien esiintymisestä suomalaisissa säilörehuissa on kuitenkin hyvin vähän tutkittua tietoa. Tiedon lisäämiseksi Tuottava nautatilan nurmi -hankkeessa kartoitettiin 32 eri mykotoksiinin esiintymistä tilasäilörehuissa.

Näytteet kerättiin Pohjois-Savon, Pohjois-Karjalan ja Pohjanmaan nautatiloilta. Analysoitavia säilörehuja oli yhteensä 43, joista kuusi oli kokoviljasäilörehuja ja muut nurmisäilörehuja. Kaikista rehuista otettiin näytteet pinasta ja sisäosasta ja mikäli rehussa oli näkyvää hometta, siitä otettiin vielä erillinen näyte.

Analysoiduista näytteistä löytyi kaikkiaan 10 eri mykotoksiinia. Säilörehuista ainoastaan kahden näytteissä ei ollut lainkaan mykotoksiineja. Niistä toinen oli nurmisäilörehua ja toinen kokoviljasäilörehua. Tuloksia tarkasteltaessa on kuitenkin huomioitava, että mykotoksiinien pitoisuuksissa oli paljon vaihtelua ja osassa pitoisuudet olivat hyvin pieniä. Siten pelkkä mykotoksiinien löytyminen ei kerro koko totuutta tilanteesta.

Kaikissa homeisissa näytteissä oli mykotoksiineja, osassa hyvinkin korkeita pitoisuuksia. Lisäksi homeisissa näytteissä oli enemmän eri mykotoksiineja ei-homeisiin verrattuna. Homeisissa nurmisäilörehuissa eri mykotoksiineja oli keskimäärin 4,8 ja kokoviljasäilörehuissa 3,3, kun taas ei-homeisissa rehuissa vastaavat luvut

Säilörehun huolellinen tiivistäminen säilönnän yhteydessä ja riittävä syöttönopeus ovat keinoja ehkäistä mykotoksiinien esiintymistä rehussa.

olivat 2,5 ja 2,0. Tulosten perusteella homeisen rehun syöttäminen eläimille lisää selkeästi mykotoksiineille altistumisen riskiä.

Selkeää yhteyttä mykotoksiinien esiintymisen ja nurmen korjuukertojen välillä ei havaittu. Muutamien yksittäisten mykotoksiinien kohdalla kuitenkin havaittiin viitteitä niiden mahdollisen esiintymisriskin lisääntymisestä erityisesti kolmannen sadon säilörehuissa. Näitä olivat enniatiini B, enniatiini B<sub>1</sub>, mykofenolihapo, roquefortine C ja zearalenoni.

Aflatoksiineja ei analysoiduista säilörehunäytteistä löytynyt. Aflatoksiini B<sub>1</sub> on mykotoksiini, josta muodostuu maitoon aflatoksiini M<sub>1</sub>:ä ja se on siten ruokaturvaa heikentävä tekijä. Aflatoksiinille altistavat erityisesti korkea lämpötila ja kuivuus, joten tyyppillisimmin sitä esiintyy lämpimän ilmastossa maissa.

Suomen ilmasto-olosuhteet suosivat

**Aistinvaraisesti  
hyvältä  
vaikuttava  
rehukaan ei aina  
kerro kaikkea  
rehun laadusta.**



enemmänkin Fusarium-suvun homeita, ja useita niiden erittämiä mykotoksiineja löydettiinkin näytteistä. Osassa nurmisäilörehunäytteistä zearalenonin pitoisuudet olivat erittäin korkeita ja ne ylittivät selvästi komission antaman ohjearvon (2000 µg/kg 12 %:n kosteuspiitoisuudessa), joka tosin on viljaa sisältävälle rehuille. Sitä voitaneen kuitenkin pitää ohjeellisena arvona myös nurmisäilörehuille.

## VAIN HYVÄLAATUISTA SÄILÖREHUA ELÄIMILLE

Mykotoksiinien todentaminen säilörehusta on vaikeaa, koska ne eivät esiinny tasaisesti rehussa, mikä puolestaan vaikeuttaa edustavan näytteen saamista. Lisäksi analysointi on haastavaa ja kallista. Rehujen mykotoksiinien tulkintaa puolestaan vaikeuttaa erityisesti raja-arvojen puuttuminen.

Sen lisäksi, että tarvittaisiin yksittäisten mykotoksiinien raja-arvoja rehuissa, tulisi huomioida myös kokonaissaanti ja useamman mykotoksiinin yhteisvaikutus. Eläinten syömät rehumäärät saattavat vaihdella huomattavastikin, mikä vaikuttaa suoraan mykotoksiinien kokonaissaantiin. Lisäksi yksittäisen mykotoksiinin pitoisuus rehussa saattaa olla pieni, mutta rehun sisältäessä useampia mykotoksiineja, niiden vaikutukset saattavat olla moninkertaiset yhden mykotoksiinin vaikutuksiin verrattuna.

Kaikissa analysoiduissa homeisissa näytteissä oli mykotoksiineja, osassa

hyvinkin korkeita pitoisuuksia, mikä on selkeä osoitus, ettei homeista rehua pidä syöttää eläimille. Toisaalta myös näytteissä, joissa ei ollut näkyvää homeetta, oli mykotoksiineja. Siten aistinvaraisesti hyvältä vaikuttava rehukaan ei aina kerro kaikkea rehun laadusta, eikä varsinkaan mykotoksiineista.

Koska mykotoksiineja ei saa rehus-

ta pois ja niiden aiheuttamat haitat voivat olla hyvinkin merkittäviä, kannattaa ensisijaisesti panostaa niiden muodostumista ehkäiseviin toimiin. Hyvät viljelykäytännöt ja huolellisuus säilörehun teon joka vaiheessa pienentävät mykotoksiiniriskiä. Lisäksi tulee huolehtia riittävästä säilörehun syötön nopeudesta ja hyvästä ruokintahygien-

niasta, jotta ongelmilta vältetään myös siinä vaiheessa, kun rehu on jo syötössä. •

Artikkeli perustuu Tuottava nautatilalan nurmihankeeseen, jota Luke toteuttaa yhteistyössä Nautasuomi Oy:n kanssa. Hanketta rahoitetaan Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahastosta.

### Nurmisäilörehuista analysoidut mykotoksiinipitoisuudet.

Ei-homeiset näytteet käsittävät sekä pinta- että sisäosan rehuista otetut näytteet.

Nurmisäilörehut								
	Ei-homeiset näytteet				Homeiset näytteet			
	Kpl	Keskiarvo <sup>2)</sup>	Min <sup>2)</sup>	Max <sup>2)</sup>	Kpl	Keskiarvo <sup>2)</sup>	Min <sup>2)</sup>	Max <sup>2)</sup>
<b>Kuiva-aine (ka), g/kg</b>	74	33	17	72	13	31	14	61
<b>Mykotoksiini, µg/kg ka <sup>1)</sup></b>								
Alternariol	2	615	493	736	0			
Beauverisiini	56	12	3	101	11	1025	3	8854
Deoksinivalenoli	0				0			
Enniatiini A	4	642	27	2452	5	48	6	167
Enniatiini A1	4	393	6	1538	5	51	6	138
Enniatiini B	30	57	6	215	8	499	6	2155
Enniatiini B1	30	22	3	371	7	186	6	509
Mykofenolihappo	19	761	17	4843	11	22291	27	84830
Roquefortine C	37	851	6	21101	11	18847	6	60962
Zearalenoni	5	136	17	262	5	7908	106	19992

<sup>1)</sup> Jos näytteen analyysituloksena oli määrittämisen alapuolella, tuloksena on käytetty puolta määrittämisen arvosta.

<sup>2)</sup> Mykotoksiinia sisältävien näytteiden keskiarvot sekä minimi- ja maksimipitoisuudet. Kuiva-ainepitoisuuksissa on mukana kaikkien näytteiden tulokset.

### Kokoviljasäilörehuista analysoidut mykotoksiinipitoisuudet.

Ei-homeiset näytteet käsittävät sekä pinta- että sisäosan rehuista otetut näytteet.

Kokoviljasäilörehut								
	Ei-homeiset näytteet				Homeiset näytteet			
	Kpl	Keskiarvo <sup>2)</sup>	Min <sup>2)</sup>	Max <sup>2)</sup>	Kpl	Keskiarvo <sup>2)</sup>	Min <sup>2)</sup>	Max <sup>2)</sup>
<b>Kuiva-aine (ka), g/kg</b>	12	31	17	46	3	23	20	27
<b>Mykotoksiini, µg/kg ka <sup>1)</sup></b>								
Alternariol	0				0			
Beauverisiini	5	13	3	34	2	1106	3	2208
Deoksinivalenoli	2	191	74	308	0			
Enniatiini A	0				1	97	97	97
Enniatiini A1	0				1	55	55	55
Enniatiini B	3	257	84	387	0			
Enniatiini B1	3	19	16	26	1	13	13	13
Mykofenolihappo	4	638	44	1464	3	2210	154	6220
Roquefortine C	7	530	6	3409	2	1177	168	2186
Zearalenoni	0				0			

<sup>1)</sup> Jos näytteen analyysituloksena oli määrittämisen alapuolella, tuloksena on käytetty puolta määrittämisen arvosta.

<sup>2)</sup> Mykotoksiinia sisältävien näytteiden keskiarvot sekä minimi- ja maksimipitoisuudet. Kuiva-ainepitoisuuksissa on mukana kaikkien näytteiden tulokset.