



# Selvitys mykotoksiinien esiintymisestä säilörehujen eri sadoissa

Tuottava nautatilan nurmi (NurmiNauta) –kehittämishanke

Nurmirehujen mykotoksiini –miniseminaari 20.4.2021

Suomen nurmiyhdistys

Katariina Manni, tutkija

Sari Rämö, tutkija

Arto Huuskonen, tutkimusprofessori

# Taustaa mykotoksiineista

- Mykotoksiinit (homemyrkyt) ovat näkymättömiä, mauttomia ja hajuttomia homekasvustossa muodostuneita yhdisteitä
- Kasvissa/rehussa voi olla
  - Hometta ilman että siinä on mykotoksiineja
  - Hometta ja mykotoksiineja samanaikaisesti
  - Mykotoksiineja ilman näkyvää hometta
- **Rehusta ei voi silmämääräisesti arvioida onko siinä mykotoksiineja**
- Osa mykotoksiineista saattaa aiheuttaa vakavia terveysvaikutuksia ihmisillä
  - Merkittävä ruokaturvaan vaikuttava asia
- Mykotoksiinien vaikutuksia märehitijöillä
  - Märehitijät eivät ole yhtä herkkiä kuin yksimahaiset koska pötsimikrobit hajottavat tai inaktivoivat mykotoksiineja, pl. AFB<sub>1</sub>
  - Suurina pitoisuuksina pötsin kyky käsitellä mykotoksiineja saattaa heiketä
  - Oireita: Vähentynyt rehun syönti, heikentyneet tuotantotulokset, lisääntymiseen liittyvät ongelmat, immuunivasteen heikentyminen
- Tällä hetkellä rehujen osalta vain aflatoksiini B<sub>1</sub>:lle (AFB<sub>1</sub>) on asetettu EU-lainsäädännölliset enimmäisraja-arvot
  - AFB<sub>1</sub> voi siirtyä maitoon -> AFM<sub>2</sub> maidossa
  - Lisäksi muutamalle muulle mykotoksiinille on suositusraja-arvot



Kuvat: Luke/Katariina Manni

# Taustaa mykotoksiineista

- Mykotoksiineja voi muodostua rehuihin useassa eri vaiheessa
  - Pellolla kasvustoon
  - Kasvuston korjuun ja säilönnän aikana
  - Rehun varastoinnin aikana
  - Käytettäessä rehuja ruokinnassa
- Homeiden ja mykotoksiinien esiintymiselle altistavat useat tekijät, kuten
  - Korkea ilmankosteus, korkea lämpötila, suuret lämpötilavaihtelut (yö ja päivä), lisääntynyt veden aktiivisuus, hapelliset olosuhteet, tuhohyönteiset
  - Olosuhteet homeiden kasvulle ja mykotoksiinien muodostumiselle eivät aina ole samat
- Keskeiset tekijät säilörehun mykotoksiiniriskien minimoinnissa:
  - Hyvät viljelykäytännöt, varmistaa säilörehun mahdollisimman hyvä säilönnällinen laatu, syöttörintaman nopea kulutus sekä hyvä ruokintahygienia
  - Säilörehun säilöntäopas:  
<https://www.atriatuottajat.fi/hankkeet/nurminauta--tuottava-nautatilan-nurmi/sailorehun-sailontaopas/>
    - Tuottava nautatilan nurmi –kehittämishanke



Kuvat: Luke/Katariina Manni

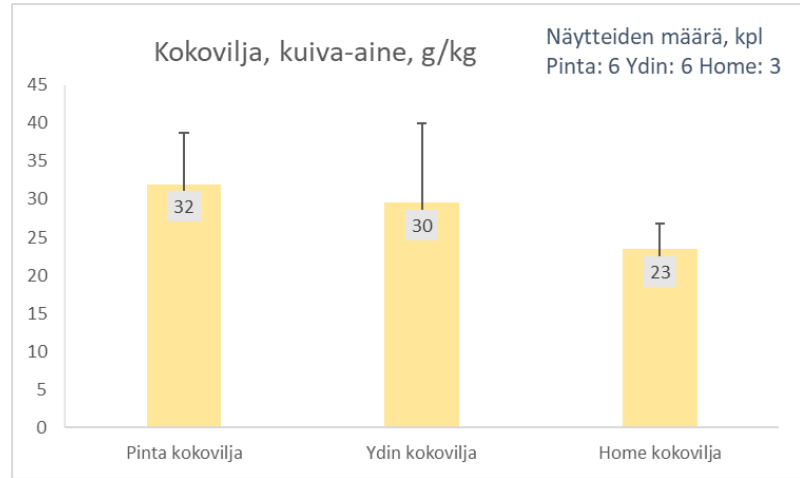
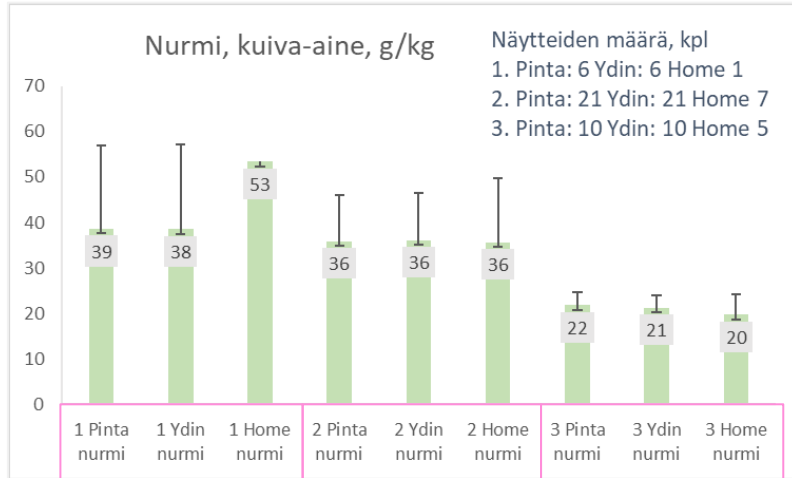


# Mykotoksiinikartoitus – Tiloilta kerätyt säilörehut

- Näytteet kerätty keväällä 2020
- Säilörehunäyte sekä pintakerroksesta että syvemmältä (2 näytettä/rehu)
  - Osanäytteitä 10 eri kohdasta, joista analyysinäyte
  - Sisäosan näyte vähintään 30 cm:n syvyydestä pinnasta
- Jos homeisia kohtia, otettu erillinen näyte
  - Osanäytteitä enintään 10 homekohdasta
- Näytteet pakastettu heti näytteenoton jälkeen
- Rehujen ja tilojen taustatiedot kerätty
- Säilörehujen kuiva-ainepitoisuudet määritetty
- Mykotoksiinianalyysit analyysikuivatuista näytteistä
- Tulokset on huomioitu vain kun tulos on ollut LOQ-arvon (määritysrajan) yläpuolella

Näytteet	Kpl
Tiloja	20
Näytteitä	102
<b>Eri säilörehuja</b>	<b>43</b>
<b>Nurmisäilörehuja</b>	<b>37</b>
1. nurmisadosta	6
2. nurmisadosta	21
3. nurmisadosta	10
<b>Kokoviljasäilörehuja</b>	<b>6</b>
Homeisia näytteitä	16
Nurmisäilörehu	13
Kokoviljasäilörehu	3

# Säilörehunäytteiden keskimääräiset kuiva- ainepitoisuudet



# Näytteistä löytyi 10 eri mykotoksiinia

- Tutkittiin yhteensä 32 eri mykotoksiinin esiintymistä
- Analysoiduista näytteistä löytyi yhteensä 10 eri mykotoksiinia (lihavoidut taulukoissa)

Mycotoxin	LOQ*
15-acetyldeoxynivalenol	250
3-acetyldeoxynivalenol	250
aflatoxin B1	30
aflatoxin B2	30
aflatoxin G1	30
aflatoxin G2	30
<b>alternariol</b>	<b>50</b>
alternariol monomethyl ether	50
<b>beauvericin</b>	<b>5</b>
cyclopiazonic acid	25
citrinin <sup>***)</sup>	X
diasetoxyscirpenol	250
<b>deoxynivalenol</b>	<b>130</b>

Mycotoxin	LOQ*
<b>enniatin A</b>	<b>10</b>
<b>enniatin A1</b>	<b>10</b>
<b>enniatin B</b>	<b>10</b>
<b>enniatin B1</b>	<b>10</b>
fusarenon X	250
fumonisin B1	13
fumonisin B2	13
fumonisin B3	13
HT-2 -toxin	250
moniliformin <sup>**)</sup>	X
<b>mycophenolic acid</b>	<b>25</b>
nivalenol <sup>**)</sup>	X
ochratoxin A	10
patulin	250
penicillic acid	50
<b>roquefortine C</b>	<b>10</b>
Sterigmatocystin	30
T-2 -toxin	250
<b>zearalenone</b>	<b>30</b>

\*) LOQ (limit of quantification) = Määrittämysraja

• Tarkoittaa tutkittavan aineen pienintä pitoisuutta, joka voidaan määrittää näytteestä tarkasti ja luotettavasti, µg/kg

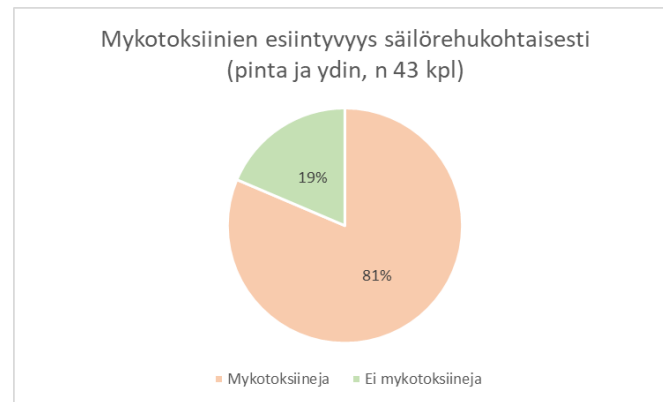
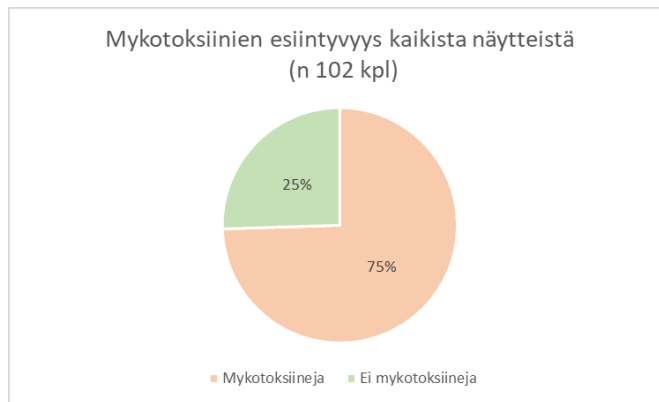
\*\*\*) Matriisihäiriöitä analysoinnissa, ei mukana tuloksissa

\*\*\*) Hajoaa nopeasti uutteenä, ei mukana tuloksissa

# Mykotoksiineja löytyi useista säilörehunäytteistä

- Näytteitä yhteensä 102, joista 26:ssa (25 %) ei havaittu LOQ-arvon ylittäviä mykotoksiinipitoisuuksia
- Säilörehuja yhteensä 43, joista 8:ssa (19 %) saman säilörehun pinta- ja ydinrehussa ei havaittu LOQ-arvon ylittäviä mykotoksiinipitoisuuksia, mutta jos oli hometta, niissä oli mykotoksiineja
  - Näistä nurmisäilörehuja 6 kpl, kokoviljasäilörehuja 2 kpl

Alternariol  
Beauvericin  
Deoxynivalenol  
Enniatin A  
Enniatin A1  
Enniatin B  
Enniatin B1  
Mycophenolic acid  
Roquefortine C  
Zearalenone



# Myktoksiineja löytyi suurimmasta osasta säilörehunäytteistä

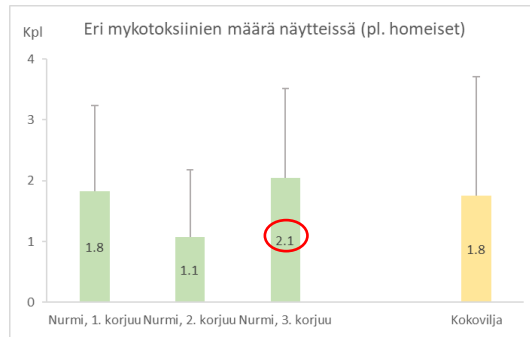
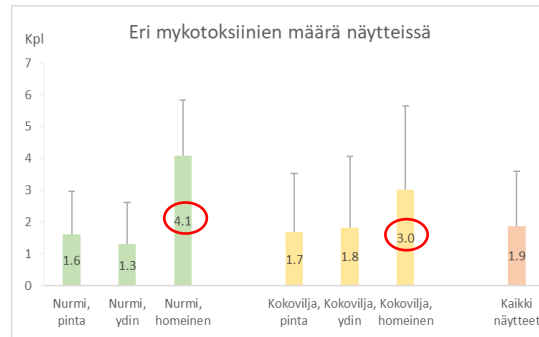
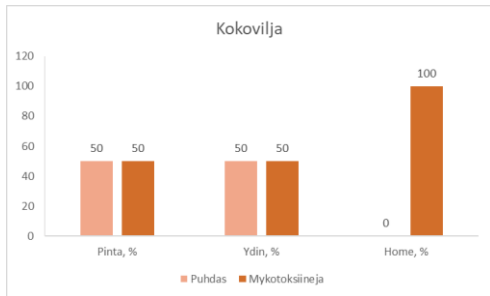
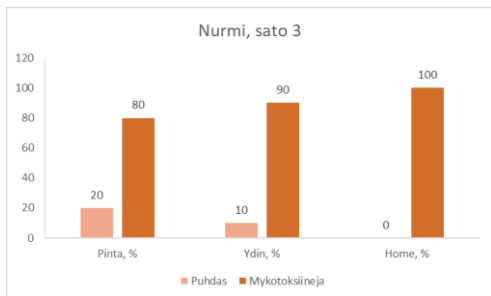
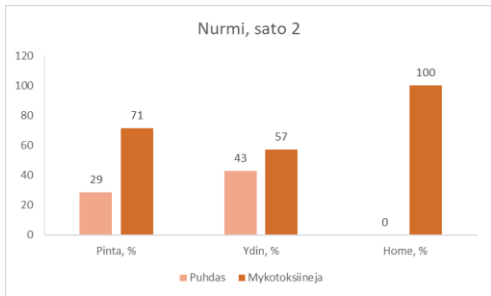
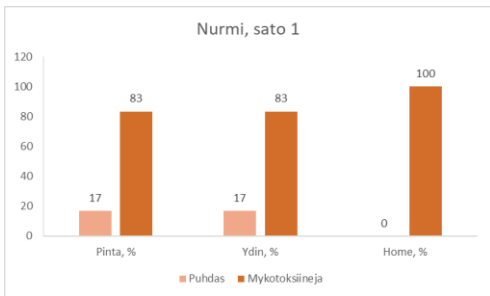
- Mykotoksiinipitoisten näytteiden osuudet:

- Alternariol
- Beauvericin
- Deoxynivalenol
- Enniatin A
- Enniatin A1
- Enniatin B
- Enniatin B1
- Mycophenolic acid
- Roquefortine C
- Zearalenone

Analysoitujen näytteiden määrä yhteensä, kpl:

Nurmi 1. sato: Pinta 6, Ydin 6, Home 1  
 Nurmi 2. sato: Pinta 21, Ydin 21, Home 7  
 Nurmi 3. sato: Pinta 10, Ydin 10, Home 5

Kokovilja: Pinta 6, Ydin 6, Home 3





# Mykotoksiinien esiintyvyys säilörehunäytteissä

	Näytteitä Kpl	Alternariol					Beauvericin					Deoxynivalenol (gc-ms)				
		Positiivisia näytteitä		Pitoisuus, µg/kg			Positiivisia näytteitä		Pitoisuus, µg/kg			Positiivisia näytteitä		Pitoisuus, µg/kg		
		Kpl	%	Ka	Min	Max	Kpl	%	Ka	Min	Max	Kpl	%	Ka	Min	Max
<b>Kaikki näytteet</b>	102	2	2	545	439	650	47	46	269	5	7 837	2	2	240	110	370
<b>Korjuukerta (pl. homeiset)</b>																
Nurmi, 1. korjuu	12	2	17	545	439	650	8	67	22	5	89	0	0			
Nurmi, 2. korjuu	42	0	0				16	38	14	6	33	0	0			
Nurmi, 3. korjuu	20	0	0				11	55	17	5	45	0	0			
Kokovilja	12	0	0				3	25	17	8	30	2	17	240	110	370
<b>Näyte</b>																
Nurmi																
Pinta	37	1	3	439	439	439	21	57	17	5	89	0	0			
Ydin	37	1	3	650	650	650	14	38	16	5	45	0	0			
Homeinen	13	0	0				8	62	1 252	6	7 837	0	0			
Kokovilja																
Pinta	6	0	0				2	33	19	8	30	1	17	370	370	370
Ydin	6	0	0				1	17	13	13	13	1	17	110	110	110
Homeinen	3	0	0				1	33	1 995	1 995	1 995	0	0			

# Mykotoksiinien esiintyvyys säilörehunäytteissä

	Näytteitä Kpl	Enniatin A					Enniatin A1					Enniatin B					Enniatin B1				
		Positiivisia näytteitä		Pitoisuus, µg/kg			Positiivisia näytteitä		Pitoisuus, µg/kg			Positiivisia näytteitä		Pitoisuus, µg/kg			Positiivisia näytteitä		Pitoisuus, µg/kg		
		Kpl	%	Ka	Min	Max	Kpl	%	Ka	Min	Max	Kpl	%	Ka	Min	Max	Kpl	%	Ka	Min	Max
<b>Kaikki näytteet</b>	102	9	9	286	17	2173	6	6	276	19	1364	33	32	174	11	1968	17	17	100	11	465
<b>Korjuukerta (pl. homeiset)</b>																					
Nurmi, 1. korjuu	12	2	17	39	24	54	1	8	19	19	19	4	33	71	52	95	2	17	15	12	17
Nurmi, 2. korjuu	42	2	5	1098	23	2173	1	2	1364	1364	1364	9	21	80	13	195	3	7	130	11	329
Nurmi, 3. korjuu	20	0	0				0	0				10	50	45	11	162	3	15	16	11	19
Kokovilja	12	0	0				0	0				3	25	226	74	339	3	25	17	14	23
<b>Näyte</b>																					
Nurmi																					
Pinta	37	2	5	1114	54	2173	2	5	691	19	1364	10	27	60	16	186	3	8	117	11	329
Ydin	37	2	5	24	23	24	0	0				13	35	66	11	195	5	14	23	11	50
Homeinen	13	4	31	53	17	150	3	23	74	26	125	7	54	518	14	1968	5	38	234	16	465
Kokovilja																					
Pinta	6	0	0				0	0				1	17	265	265	265	1	17	14	14	14
Ydin	6	0	0				0	0				2	33	206	74	339	2	33	19	14	23
Homeinen	3	1	33	88	88	88	1	33	50	50	50	0	0				1	33	12	12	12

# Mykotoksiinien esiintyvyys säilörehunäytteissä

	Näytteitä Kpl	Mycophenolic acid			Roquefortine C					Zearalenone					
		Positiivisia näytteitä Kpl	%	Pitoisuus, µg/kg Ka Min Max	Positiivisia näytteitä Kpl	%	Pitoisuus, µg/kg Ka Min Max	Positiivisia näytteitä Kpl	%	Pitoisuus, µg/kg Ka Min Max					
<b>Kaikki näytteet</b>	102	27	26	8 931 32 76 669	38	37	5 759 10 55 097	9	9	4 004 87 18 011					
<b>Korjuukerta (pl. homeiset)</b>															
Nurmi, 1. korjuu	12	0	0		3	25	133 26 307	0	0						
Nurmi, 2. korjuu	42	5	12	448 93 1551	9	21	568 11 2220	0	0						
Nurmi, 3. korjuu	20	4	20	2578 246 4331	9	45	2418 10 18299	4	20	145 87 230					
Kokovilja	12	4	33	563 38 1302	5	42	657 27 3033	0	0						
<b>Näyte</b>															
Nurmi															
Pinta	37	7	19	1296 93 4 331	13	35	636 10 2 858	1	3	120 120 120					
Ydin	37	2	5	1 743 246 3 241	8	22	2 376 11 18 299	3	8	153 87 230					
Homeinen	13	11	85	20 026 32 76 669	10	77	18 616 174 55 097	5	38	7 091 96 18 011					
Kokovilja															
Pinta	6	2	33	670 38 1 302	2	33	1 553 73 3 033	0	0						
Ydin	6	2	33	457 41 872	3	50	60 27 123	0	0						
Homeinen	3	3	100	2 013 139 5 669	2	67	1 065 152 1 978	0	0						

# Johtopäätöksiä

- Näytteistä löytyi vain osa analysoiduista mykotoksiineista
  - Huomionarvoista on että yhtään aflatoksiinia sisältävää näytettä ei ollut
- Mukana näytteitä joista ei havaittu lainkaan mykotoksiineja
  - Myös säilörehuja, joiden pinta- ja ydinosa ei ollut mykotoksiineja
- Kaikissa näkyvää homeetta sisältävissä näytteissä oli mykotoksiineja, osassa erittäin korkeita pitoisuuksia
  - Ei homeista rehua eläimille!
- Myös näytteissä, joissa ei ollut näkyvää homeetta, oli mykotoksiineja
  - Aistinvaraisesti hyvältä vaikuttava rehu ei aina kerro kaikkea rehun laadusta, ei myöskään mykotoksiineista
- Selkeää yhteyttä säilörehun korjuukerran ja mykotoksiinien välillä ei havaittu
  - Muutamien mykotoksiinien osalta oli viitteitä mykotoksiiniriskin lisääntymisestä toisen ja erityisesti kolmannen sadon säilörehuissa
- Mykotoksiinipitoisuuksien tulkinta säilörehuissa vaikeaa
  - EU-lainsäädännössä rehujen osalta vain muutamalle mykotoksiinille on asetettu raja-arvoja, kaikkien rehujen osalta aflatoksiini B1:lle enimmäismäärät, muille suositusarvoja. Lainsäädännölliset suositusten raja-arvot ovat viljoille ja viljapohjaisille tuotteille sekä täydennys- ja täysrehuille.
  - Kokonaissaanti ja eri mykotoksiinien yhteisvaikutus tulisi myös huomioida
- Lisätutkimusta aiheesta tarvitaan!!

# Kiitos!