

Marjukka Jaakkola

**LAMPAILLE HAITALLISET TAI MYRKYLLISET AINEET REHUSSA JA
LAITUMELLA**

Kasviestrogeenien ja hometoksiinien vaikutus lampaisiin

LAMPAILLE HAITALLISET TAI MYRKYLLISET AINEET REHUSSA JA LAITUMELLA

Kasviestrogeenien ja hometoksiinien vaikutus lampaisiin

Marjukka Jaakkola
Opinnäytetyö
Syksy 2020
Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma, agrologi

Tekijä: Marjukka Jaakkola

Opinnäytetyön nimi: Lampailla haitalliset tai myrkylliset aineet rehussa ja laitumella – Kasviestrogeenien ja hometoksiinien vaikutus lampaisiin

Työn ohjaaja: Hanna Laurell

Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: Syksy 2020

Sivumäärä: 45

Hometoksiineista ja kasviestrogeeneistä puhutaan kotieläintalouden julkaisuissa säännöllisin väliajoin. Suomenkielinen tieto kasviestrogeeneistä ja hometoksiineista lammastalouden näkökulmasta on kuitenkin joko hyvin hajallaan tai sitä ei ole saatavilla ollenkaan. Perustason tietopakettille oli siis tarvetta ja tästä tarpeesta syntyi idea tähän opinnäytetyöhön, johon on koottu kasviestrogeeneistä ja hometoksiineista löytyvä perustieto yhdeksi kokonaisuudeksi. Työn toimeksiantajana toimii ProAgria Etelä-Savo. Kehittämistehtävänä luotiin opinnäytetyön pohjalta artikkeli LammasWikiin. LammasWiki perustettiin osana Tosilampurin tietolaari -hanketta vuonna 2014 ja toimii matalan kynnyksen tietopakettina lammastaloudesta lampureille ja lammasharrastuksesta kiinnostuneille. Tämän opinnäytetyön pohjalta tehty artikkeli täydentää LammasWikiä. Työn tavoitteena on koota tietoa kasviestrogeeneistä ja hometoksiineista yhteen paikkaan, josta se on helposti ja nopeasti saatavilla. Opinnäytetyö ja LammasWiki löytyvät kummatkin nopealla Google-haulla, joten tiedonhaku on helppoa ja vaivatonta.

Kasviestrogeenit ovat kasveissa esiintyviä yhdisteitä, jotka elimistöön päästyään käyttäytyvät estrogeenihormonien tavoin ja voivat aiheuttaa hedelmällisyysongelmia lampailla. Kasviestrogeenit ovat osa kasvien puolustuskykyä. Kasvien kasviestrogeenipitoisuuteen vaikuttavat kasvilajin ja viljelyolosuhteiden lisäksi myös taudit ja tuholaiset. Kasviestrogeenejä sisältävät esimerkiksi mailaskasvit, soijapapu ja apilat, erityisesti puna-apilat. Hometoksiinit ovat myrkyllisiä homesienten aineenvaihdunnan tuotteita. Hyvillä viljelykäytännöillä hometoksiinien esiintymistä rehussa voidaan minimoida. Hometoksiineja esiintyy erityisesti kosteassa, kuten kosteassa viljassa. Hometoksiinien yleisimmät oireet lampailla ovat yleiskunnon lasku, syömättömyys ja pötsin häiriöt. Joissain tapauksissa voi esiintyä myös hedelmällisyysongelmia.

Työn tulos on artikkeli LammasWikissä, johon opinnäytetyön tieto kasviestrogeeneistä ja hometoksiineista on koottu tietopakettiksi. Sisällöltään artikkeli on samanlainen opinnäytetyössä olevien vastaavien lukujen kanssa. Työn tietoperustaan on kirjallisuuskatsauksen tapaan kerätty teoretietoa tutkimuksista ja muista julkaisuista lähinnä ulkomaisia lähteitä käyttäen. Lähteiksi on valittu sellaiset, joiden tiedosta voisi olla hyötyä suomalaiselle lampurille. Tutkimusmenetelmänä työssä on kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus. Työn lähdeluettelo on tarkoituksella laaja ja yhtenä tavoitteena onkin helpottaa lukijan itsenäistä tiedonhankintaa, mikäli aiheisiin haluaa syventyä tarkemmin.

Asiasanat: Kasviestrogeeni, ekvoli, hometoksiini, punahomeet, lammas

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme in Agricultural and Rural Industries, Bachelor of Natural Resources

Author: Marjukka Jaakkola

Title of thesis: Harmful or Toxic Substances to Sheep in Feed and Pasture – The Effect of Phytoestrogens and Mycotoxins in Sheep.

Supervisor: Hanna Laurell

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2020 Number of pages: 45

Mycotoxins and phytoestrogens appear in livestock publications at regular intervals. However, information on phytoestrogens and mycotoxins in Finnish, especially from the point of view of sheep farming, is either very scattered or not available at all. Thus, there was a need for a basic information package, and this need gave rise to the idea for this thesis, which brings together the basic information found on phytoestrogens and mycotoxins into a single entity. The work is commissioned by ProAgria Southern-Savonia.

The aim of this thesis is to gather information on phytoestrogens and mycotoxins in one place that is easily and quickly accessible. Assignment was to create an article to LammasWiki website. As the name suggests, LammasWiki (SheepWiki in English) is an independent wiki that was created as a part of Tosilampurin Tietolaari -project in 2014 to serve as a low-threshold information package on sheep farming for Finnish sheep industry.

Plant oestrogens are chemical compounds found in plants. When ingested, they behave like oestrogen hormones and can cause fertility problems in farm animals, especially sheep. Plant oestrogens are part of plants defences. In addition to variety and cultivation conditions, plant oestrogen levels in plants are also affected by diseases and pests. Plant oestrogens are found in soybeans, alfalfa and different clover varieties, especially red clover.

Mycotoxins are toxic outputs of fungal metabolism. Mycotoxins are almost unavoidable. However, with good cultivation practices the amount of mycotoxins in feeds can be minimized. Mycotoxins are commonly found in humid environments, such as moist cereals. The most common symptoms of mycotoxins in sheep are decreased general condition, malnutrition, and rumen disorders. In some cases, fertility problems may also occur.

The result of the thesis is an article in LammasWiki, in which the information of the thesis on phytoestrogens and mycotoxins has been compiled into an information package. The contents of the article are similar to the corresponding chapters in the thesis. The knowledge base has been compiled using mainly foreign sources. The sources chosen are the ones including knowledge that could be useful for the Finnish sheep industry. Research method of the work is qualitative research. The list of sources for the work is intentionally extensive, as one of the goals is to facilitate the reader's independent acquisition of information if he or she wants to delve deeper into the topics.

Keywords: Plant oestrogen, equol, mycotoxin, fusarium, sheep

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	LAMPAAN RUOKINTA	8
2.1	Lampaan ruuansulatus	8
2.2	Lampaiden rehut	9
2.3	Tuotosvaiheen mukainen ruokinta.....	10
3	KASVIESTROGEENIT	14
3.1	Kasviestrogeenipitoisuus kasveissa ja pitoisuuteen vaikuttavat tekijät.....	14
3.2	Puna-apilan kasviestrogeenit	19
3.3	Kasviestrogeenien vaikutus lampaisiin	22
4	MYKOTOKSIINIT ELI HOMETOKSIINIT	25
4.1	Hometoksiinien muodostumiseen vaikuttavat tekijät	25
4.2	Punahomeet (<i>Fusarium spp.</i>).....	29
4.2.1	Trikotekeenit (DON, NIV, T-2- ja HT-2).....	30
4.2.2	Zearalenoni (ZON).....	32
4.3	Torajyvä.....	34
5	OPINNÄYTETYÖN KEHITTÄMISTEHTÄVÄ	36
6	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS.....	37
7	TULOKSET.....	39
8	POHDINTA	41
	LÄHTEET.....	43

1 JOHDANTO

Haitalliset ja myrkylliset aineet rehussa aiheuttavat lampureille ylimääräistä päänvaivaa, stressiä ja taloudellisia menetyksiä eläinten sairastuessa tai tiinehtyessä ja kasvaessa huonosti. Onnistunut ruokinta ja rehustus on lammastilan tärkein menestyksen osatekijä. Liikaa kasviestrogeenejä sisältävä rehu tai eläinten altistuminen rehussa oleville hometoksiineille voi tarkoittaa koko katraan ruokinnan epäonnistumista hyvästä suunnittelusta huolimatta. Kasviestrogeenit ja hometoksiinit ovat kummatkin näkymättömiä ja hajuttomia yhdisteitä ja niiden aiheuttamat ongelmat elämille ovat joskus hyvin epämääräisiä, jolloin oireiden syytä on hankala diagnosoida oikein, varsinkin jos tiedon puutteen takia edellä mainittuja ei edes osaa epäillä oireiden aiheuttajiksi. Tämän opinnäytetyön tavoitteena onkin lisätä lammastalouden ammattilaisten ja harrastajien tietoa kasviestrogeeneista ja hometoksiineista, jolloin mahdollisia ongelmia voidaan yrittää ehkäistä. Opinnäytetyön pohjalta LammasWiki-verkkosivustolle on kerätty tietoa, joka on kaikkien kiinnostuneiden helposti saatavilla.

Kasviestrogeenit ovat kasveissa olevia isoflavonoideja, jotka muistuttavat nisäkkään elimistön erittämiä estrogeenihormoneita ja voivat toimia elimistössä niiden tavoin. Erityisesti lammastaloudessa kasviestrogeenit voivat olla isokin ongelma sen takia, että lammas on esimerkiksi nautaa huomattavasti herkempi kasviestrogeenien estrogeenivaikutuksille. Lampaille liika kasviestrogeenien saanti voi aiheuttaa erilaisia hedelmällisyysongelmia epäsäännöllisestä kiimakerrosta aina pysyvään hedelmättömyyteen asti. Suomessa viljeltävistä rehukasveista puna-apilassa on eniten kasviestrogeenejä, mailaskasveissa niitä esiintyy myös. Muissa rehukasveissa niitä ei juurikaan ole.

Rehukasvien estrogeenipitoisuuksia sekä isoflavonoidien estrogeenivaikutusta lampaisiin on tutkittu paljon Australiassa, jossa ongelma havaittiin 1960-luvulla. Suomessa asiaan ei ole kiinnitetty juurikaan huomiota ja esimerkiksi eri puna-apilalajikkeiden estrogeenipitoisuuksista on tehty vain muutama tutkimus. Asiaan olisi syytä kiinnittää huomiota, sillä eniten kasviestrogeenejä sisältäviä rehukasveja viljellään valkuaisrehuiksi. Valkuaisrehuja syötetään enimmäkseen silloin, kun eläimen valkuaisen tarve on kohonnut eli tiineyden aikana, karitsoinnin jälkeen sekä kasvavien karitsoiden hyvän kasvun takaamiseksi. Toisin sanoen kasviestrogeenipitoista rehua syötetään juuri silloin, kun runsaasta kasviestrogeenien saannista on eniten haittaa. Runsas

kasviestrogeenien saanti voi johtaa luomisiin tiineyden aikana, uuhien kohtulaskeuman riski kasvaa ja se voi sotkea uuhikaritsojen hormonitoimintaa, jolloin karitsat eivät kehity normaalisti.

Hometoksiinit taas ovat homesienten myrkyllisiä aineenvaihduntatuotoksia. Hometoksiineja syntyy erityisesti lämpimässä ja kosteassa, esimerkiksi kosteuden vaivaamassa viljassa. Suomessa yleisimmin esiintyvät *Fusarium*-toksiinit viihtyvät kuitenkin parhaiten silloin, kun ympäristö on kostea ja melko viileä ja niitä syntyy myös ennen korjuuta pellolla. Kosteaa säilörehu on homeille ihanteellinen elinympäristö, jos säilöntä epäonnistuu esimerkiksi liian vähäisen tai vääränlaisen säilöntäaineen takia tai rehua ei ole pakattu tarpeeksi tiiviiksi, jolloin säilörehuun jäävä happi mahdollistaa homeiden lisääntymisen ja sitä kautta mahdollisten hometoksiinien muodostumisen.

Yleisiä oireita ovat eläinten yleiskunnon lasku, syömättömyys tai laihtuminen. Suomessa ongelmana ovat erityisesti viljojen punahomeet sekä niiden tuottamat toksiinit. DON-toksiini eli deoksinivalenoli aiheuttaa Suomessa eniten haittaa ja taloudellisia menetyksiä. T-2- ja HT-2-toksiinit ovat DON-toksiinia myrkyllisempiä, mutta eivät yhtä yleisiä. Neljäs suhteellisen yleinen toksiini on zearalenoni eli ZON-toksiini. Tällä toksiinilla on kasviestrogeenien tapaan estrogeenivaikutus ja sille altistuminen voi aiheuttaa hedelmällisyysongelmia lampaille. ZON-toksiinin estrogeenivaikutus on huomattavasti kasvien isoflavonoidien estrogeenivaikutusta voimakkaampi. Viimeaikaisissa tutkimuksissa on kuitenkin käynyt ilmi, että myös nurmisäilörehussa saattaa olla hometoksiineja.

2 LAMPAAN RUOKINTA

2.1 Lampaan ruuansulatus

Märehtijänä lampaan ruuansulatusjärjestelmä mahdollistaa kuitupitoisen kasviaineksen hyödyntämisen. Rehu varastoituu etumahoista suurimpaan eli pötsiin, missä pötsimikrobit aloittavat rehun hajottamisen märehtijälle käyttökelpoiseen muotoon. Lammas syö pötsinsä nopeasti täyteen rehua sen kummemmin pureskelematta. Kun maha on täysi, alkaa märehtiminen: märepala röyhtäistään takaisin suuhun mekaanista hienontamista eli märehtimistä varten. Mekaaninen hienontaminen lisää kasvimassan pinta-alaa, jolloin pötsin mikrobit pystyvät hajottamaan sen tehokkaammin. Eläimen märehtiessä vapautuu runsaasti sylkeä. Kuitupitoinen rehu pidentää märehtimisaikaa ja näin lisää syljen eritystä. Sylki on tärkeässä osassa märehtijän ruuansulatusta, sillä se puskuroi pötsimikrobien hajotustoiminnan tuloksena syntyvien happojen vaikutusta. (Hooper & Welch 1988, 111–114.)

Märehtijä pystyy hyödyntämään nurmi- ja palkokasveja rehuna vain pötsin pieneliöstön ollessa terve. Märehtijät pitävät pötsin mikrobipopulaation terveenä ylläpitämällä niille otollista pH:ta, lämpötilaa ja kosteutta. Märehtijän rehun ollessa tarpeeksi kuitupitoista suussa tapahtuva rehun mekaaninen hienontaminen (eli märehtiminen) lisää eläimen syljeneritystä. Sylki puskuroi pötsissä syntyviä haihtuvia rasvahappoja pitäen pH:n sopivana. Kuitupitoinen karkearehu sulaa pötsissä hitaammin kuin esimerkiksi väkirehu, jolloin sitä pitää märehtiä enemmän. Liian väkirehupitoinen rehu sulaa pötsissä liian nopeasti, jolloin eläin ei märehdi tarpeeksi ja syljen määrä ei riitä puskuroimaan pötsissä syntyviä happoja, josta on vaarana pötsin happamoituminen. Happoja poistuu myös pötsin seinämien kautta eläimen verenkiertoon. Lisäksi pötsistä poistuu juoksutusmahan kautta ohutsuoleen rehua, kuollutta mikrobimassaa sekä mikrobien aineenvaihdunnan tuotoksia. (Hooper & Welch 1988, 111–114.)

Pötsissä mikrobien hajotustoiminnan tuloksena kasvien solunseinäkuidut eli selluloosa ja hemiselluloosa hajoavat haihtuviksi rasvahapoiksi, jotka imeytyvät pötsin seinämien läpi eläimen verenkiertoon. Haihtuvat rasvahapot ovat lampaan pääasiallinen energianlähde. Pötsimikrobit käyttävät suurimman osan rehussa olevasta valkuaisesta omiin elintoimintoihinsa. Lisäksi ne tarvitsevat energiaa, jota ne saavat rehussa olevista sokereista ja tärkkelyksestä. Juoksutusmaha

sulattaa kuolleet pötsimikrobit. Tämä mikrobiaines on märehijän tärkein valkuaisenlähde. (Hooper & Welch 1988, 111–114.)

2.2 Lampaiden rehut

Ravintosisältö ja sulavuus vaihtelee eri rehuilla ja rehukasveilla. Heinäkasveja, kuten timotei ja raiheinä, viljellään kattamaan eläinten päivittäinen energiantarve kokonaan tai suurimmaksi osaksi tuotosvaiheen mukaan. Palkokasveja, esimerkiksi apilaa, härkäpapua ja sinimailasta, viljellään niiden valkuaispitoisuuden vuoksi. Viljoja viljellään energiarehuksi kasvattamaan rehuannoksen energiapitoisuutta. (Seppälä 2020, viitattu 31.5.2020.)

Lampaan pääasiallinen rehu on karkearehu. Karkearehulla tarkoitetaan heinäkasveista saatavaa nurmirehua, jossa on huomattavasti enemmän kuitua kuin väkirehussa. Heinäkasveissa on eniten energiaa kasvien lehdissä, joten karkearehun energia- ja kuitupitoisuus vaihtelee korjuuajankohdan mukaan. Nuorella kasvuasteella korjattu lehtevä ja vähän kortta sisältävä nurmirehu sisältää vähemmän kuitua ja kuiva-aine kiloa kohti enemmän energiaa. Pidempään kasvanut nurmirehu sisältää enemmän kortta suhteessa lehtiin ja vähemmän energiaa kuiva-ainekiloa kohti. (Seppälä 2020, viitattu 31.5.2020.)

Säilörehuksi sanotaan joko tuoreena tai esikuivattuna säilöttyä rehua. Tuoreena säilötty rehu säilötään pian nurmen kaatamisen jälkeen. Esikuivattu säilörehu on saanut kuivua auringossa jonkin aikaa, jolloin sen sisältämä vesimäärä on tuoretta rehua pienempi. Säilörehu pilaantuu helposti ollessaan hapen kanssa tekemisissä, joten se säilötään aumoissa, paaleissa tai rehutorneissa mahdollisimman tiiviisti pakattuna. Säilönnässä käytetään yleensä lisäksi säilöntäainetta. (Seppälä 2020, viitattu 31.5.2020.)

Kuivaheinäksi sanotaan kuivattua nurmirehua, josta suurin osa tuoreen rehun sisältämästä vedestä on haihtunut pois. Heinä voidaan kuivata joko auringossa tai koneellisesti. Heinän sisältämän pienemmän vesimäärän ansiosta se ei pilaannu yhtä helposti kuin säilörehu, joten hapettomissa oloissa säilyttäminen ei ole tarpeen. Yleensä kuivaheinä kuitenkin paalataan tilan säästämiseksi. Heinä on varastoitava kuivassa paikassa, muuten se on vaarassa pilaantua. Kuivaheinässä on

yleensä vähemmän energiaa kuiva-ainekiloa kohti kuin säilörehussa. (Savolainen & Teräväinen 2000, 13.)

Rehuannoksen energiamäärää voi täydentää väkirehuilla. Väkirehuissa on paljon energiaa ja vähän kuitua kuiva-ainekiloa kohti. Yleisimmin lampaan ruokinnassa käytetyt väkirehut ovat kotimaiset viljat, yleisimmin kaura ja ohra. Ruis ei lampaille maistu ja vehnän käyttöä rajoittavat kalliin hinnan lisäksi myös viljelyolosuhteet kuten esimerkiksi kasvukauden pituus. Lisäksi markkinoilla on erilaisia teollisia puristerehuja, joihin on useamman viljan tai valkuaiskasvin lisäksi yleensä sekoitettu mukaan kivennäisiä, vitamiineja ja hivenaineita. Puristerehuja käytetään täydentämään ruokintaa viljojen sijasta tai valkuaislisänä muun rehustuksen rinnalla. (Alanco-Ollqvist 2019, viitattu 31.5.2020.)

2.3 Tuotosvaiheen mukainen ruokinta

Eri tuotosvaiheessa olevat eläimet tarvitsevat eri tavalla energiaa. Joutilaille uuhille ja päseille sopiva rehu on vähäenergisempää ja kuitupitoisempaa kuin esimerkiksi imettäville uuhille sopiva rehu ja väkirehulisää ei tarvita. Energiantarpeen kohotessa lampaiden tärkein rehu on lehtevä, nuorella kasvuasteella korjattu nurmirehu, joka soveltuu hyvin tiineiden ja imettävien uuhien sekä kasvavien karitsoiden ruokintaan. Lisäksi imettävien uuhien ja kasvavien karitsoiden rehuannosta täydennetään väkirehulisällä parhaimman kasvun ja maidontuotannon varmistamiseksi. Väkirehussa on paljon energiaa painoon nähden, joten se on hyvä lisä rehussa juuri silloin, kun eläin tarvitsee enemmän energiaa kuin se pystyy karkearehuna syömään. (Savolainen & Teräväinen 2000, 13 – 14, 19; Alanco, Hakomäki, Johansson, Leskinen, Näykki & Rautiainen 2015, viitattu 31.5.2020.)

Ylläpitoruokinnan energiantarpeen saa yleensä täytettyä karkearehulla ilman väkirehulisää. Ylläpitoruokinta tarkoittaa tuotosvaihetta, jolloin eläin on joutilaana. Yleensä joutilaalla lampaalla tarkoitetaan aikuista uuhta, joka ei juurikaan kasva, ei ole tiineyden loppuvaiheessa eikä imetä eli eläin ei tarvitse energiaa muuhun kuin peruselintoimintoihinsa. Astutusajan ulkopuolella pässit ruokitaan samalla tavalla kuin joutilaat uuhet. Karkearehuksi soveltuu hyvin kuivaheinä tai kortisempi säilörehu. Lehtevä säilörehu on joutilaille yleensä liian energiapitoista, mikä johtaa eläinten lihomiseen. Poikkeuksena ovat laihat eläimet, joiden kuntoluokkaa pyritään nostamaan. (Savolainen & Teräväinen 2000, 7, 34; Alanco ym. 2015, viitattu 31.5.2020.)

Siitospässit tarvitsevat astutusaikana ehdottomasti lisäenergiaa ja -valkuaista; onhan se silloin ”töissä”. Monivitamiinilisä pässille on myös astutusaikana hyödyllinen. Pässin syömistä kannattaa seurata. Turhan innokas astuja voi työn touhussa unohtaa kokonaan syödä. Tällöin se kannattaa erottaa yöksi uuhista omaan karsinaan syömään ja lepäämään, jos vain suinkin mahdollista. (Savolainen & Teräväinen 2000, 34; Alanco ym. 2015, viitattu 31.5.2020.)

Uuhen tiineys kestää noin viisi kuukautta. Tiineyden ensimmäisen kolmen kuukauden aikana aikuisten uuhien energiantarve on sama kuin ylläpitoruokinnan aikana. Nuoret, kasvavat uuhet sekä laihat uuhet tarvitsevat alkutiineydenkin aikana lisäenergiaa väkirehun muodossa. Väkirehulisä voi olla tarpeen myös silloin, jos ainoana korsirehuna on energia-arvoltaan matala kuivaheinä. Tiineiden uuhien elopaino ei saisi tiineyden ensimmäisen kuukauden aikana laskea 3–4 prosenttia enempää. Karitsoiden elinvoimaisuuden, kasvun ja kehityksen kannalta on tärkeää, että kantava uuhi on hyvässä kunnossa koko tiineyden ajan. (Savolainen & Teräväinen 2000, 7; Alanco ym. 2015, viitattu 31.5.2020.)

Tiineyden kahden viimeisen tiineyskuukauden aikana uuhen energian ja valkuaisen tarve lisääntyy huomattavasti ja lampurin on syytä aloittaa tunnutusruokinta. Tunnutusruokinnalla varmistetaan uuhen energian ja erityisesti valkuaisen saanti. Uuhen elimistö valmistautuu maidontuotantoon viikkoja ennen karitsointia, joten tunnutusruokinta on rodusta riippuen hyvä aloittaa viimeistään 2 – 3 viikkoa ennen karitsointia. Suomenlampaat tarvitsevat pitemmän ja voimakkaamman tunnutusruokinnan kuin tuontirodut, joita tunnutetaan varovasti. Ennen tunnutusruokinnan aloittamista uuhet pitäisi kuntoluokitaa, jotta vältetään yli- ja aliruokintaa. Tunnutusruokinta vaikuttaa merkittävästi karitsoiden syntymäpainoihin ja elinvoimaan, utareen kehitykseen, ternimaidon tuottoon ja äidinvaistojen kehitykseen. Aliruokituksen emän karitsat voivat syntyä pieninä ja heikkoina ja emältä ei välttämättä heru tarpeeksi maitoa tai se saattaa sairastua asetonitautiin eli raskausmyrkytykseen. Yliruokkiminen voi aiheuttaa syömättömyyttä, emättimen esiin luiskahtamista ja ylisuuret karitsat voivat aiheuttaa poikimavaikeuksia. (Alanco ym. 2015, viitattu 31.5.2020.)

Sikiöiden kasvaessa kohdussa, pötsille jää vähemmän tilaa ja uuhen syöntikyky laskee, joten tiineyden loppuvaiheessa rehun tulee olla korkealuokkaista ja hyvin sulavaa. Karkearehun laadusta riippuen väkirehulisää voi joutua täydentämään täysrehulla. Viimeisten tiineysviikkojen aikana erityisesti suomenlammasuuhelle voi antaa myös sokerilisää eli esimerkiksi melassileikettä tai

lanttua, ruokahalun ja sitä kautta syönnin takaamiseksi. Kivennäisten, hivenaineiden ja vitamiinien, erityisesti seleenin, jodin ja E-vitamiinin saanti on turvattava. (Alanco ym. 2015, viitattu 31.5.2020.)

Karitsoinnin jälkeen imettävät uuhet ruokitaan vuonuekoon perusteella. Uuhi, jolla on enemmän karitsoita, tarvitsee enemmän energiaa ja valkuaista kuin yhtä tai kahta karitsaa imettävä uuhi. Uuhen maito on rasvaista ja siinä on esimerkiksi lehmän maitoon verrattuna paljon valkuaista. Imettävien uuhien pääasiallinen rehu on lehtevä, nuorella kasvuasteella korjattu nurmirehu. Lampurin olisi hyvä varata tilan parhaimmat rehut juuri imettävälle ja tiineyden loppuvaiheessa oleville uuhille. Imettävien uuhien kuiva-aineen syönti kasvaa karitsoinnin jälkeen nopeasti pötsin saadessa karitsoiden viemän tilan takaisin. Karkearehu voi olla vapaasti saatavilla. Väkirehulisä on uuhen terveyden ja riittävän maidon tuotannon kannalta imettävälle uuhelle välttämätön, sillä hyvästäkin ruokinnasta huolimatta uuhen paino yleensä tippuu 4 – 6 kiloa ensimmäisen imetysviikon aikana. Imettävän uuhen riittävään vedensaantiin on kiinnitettävä huomiota. Maidosta suurin osa on vettä ja imettävä uuhi voikin juoda yli 10 litraa vettä päivässä. Raikasta vettä on oltava tarjolla jatkuvasti ja vedet on vaihdettava kahdesti päivässä. Veden vähyys ja huono laatu vaikuttavat maidontuotantoon ja sitä kautta karitsoiden kasvuun negatiivisesti. (Alanco ym. 2015, viitattu 31.5.2020.)

Uuhi imettää karitsoita kahdesta kolmeen kuukauteen. Karitsat voidaan vieroittaa kuitenkin jo kahden kuukauden iässä. Ennen vieroitusta emät ehdytetään jättämällä väkirehu hiljalleen pois ja siirtymällä heinä- tai olkiruokintaan. Vieroituksen jälkeen uuhet pärjäävät ylläpitoruokinnalla seuraavaan astutukseen saakka. (Alanco ym. 2015, viitattu 31.5.2020.)

Karitsoinnin jälkeen on karitsan terveyden kannalta ensiarvoisen tärkeää, että se saa juotua ternimaitoa mielellään kahden ensimmäisen elintunnin aikana, mutta viimeistään neljän tunnin aikana. Ternimaidon vasta-aineet imeytyvät karitsan elimistössä vain ensimmäisten elintuntien aikana. Liian vähän tai ei ollenkaan ternimaitoa juoneen karitsan vastustuskyky on heikko ympäristön taudinaiheuttajia vastaan. Karitsointiin olisi hyvä valmistautua varaamalla pieniin pusseihin pakastettua lampaan ternimaitoa jo hyvissä ajoissa etukäteen. Hätätilanteessa myös lehmän tai vuohen ternimaito käy. Jos minkäänlaista ternimaitoa ei ole saatavilla, karitsan on joka tapauksessa saatava maitoa tai juomarehua pian syntymän jälkeen alilämpöisyyden ja lopulta kuoleman ehkäisemiseksi. Karitsan tärkein ravinnonlähde sen ensimmäisten elinpäivien aikana on emän ternimaito ja myöhemmin, 6–8 viikkoiseksi asti, emän maito tai erityisesti karitsoille tarkoitettu juottorehu. (Alanco ym. 2015, viitattu 31.5.2020.)

Synnytyksen jälkeen on hyvä varmistaa, että uudesta tulee tarpeeksi maitoa eikä vedinkanava ole tukossa. Nisän vedinkanavassa voi olla seinämien solujen erittämästä keratiinista syntynyt ”tulppa”, jota karitsa ei välttämättä saa imettyä itse pois tieltä. Lampaan utareta hierotaan hetki ja odotetaan maidon laskeutumista utareeseen. Mahdollinen tulppa lypsetään ulos käsin ja sen jälkeen hyvässä maidossa olevan uuden tunnistaa paksusta maitosuihkusta. Ohut maitosuihku tai jos maitoa ei tule ollenkaan tarkoittaa sitä, että karitsat tarvitsevat heti lisämaitoa. Selkä kytyrässä huutavat, heikot ja muilta emiltä maitoa varastavat karitsat ovat merkki siitä, että emällä ei riitä maito. Tällaisissa tilanteissa keinoruokinta kannattaa aloittaa nopeasti ja sen on oltava tehokasta, jotta karitsan kasvu ja kehitys ei häiriinny. Keinoruokinnan aloittamisen jälkeen myös uuden rehustus, syönti ja vedensaanti on hyvä tarkistaa. (Alanco ym. 2015, viitattu 31.5.2020.)

Karitsa kehittyy märehijäksi pikkuhiljaa kuuden viikon ikään asti. Karitsoille on hyvä varata oma tila eli karitsakamari tai ”karitsabaari”, jonne emot eivät pääse syömään. Karitsa alkaa maistella kiinteitä rehuja jo viikon ikäisenä ja helposti saatavilla oleva väkirehu tukee karitsan kehittymistä märehijäksi. Karitsakamarissa on hyvä olla vapaasti tarjolla täysrehua, raikasta vettä ja hyvälaatuista karkearehua. Karitsat voi vieroittaa emistään jo 8 viikon ikäisinä. Karitsakamarin ja vieroituksen jälkeisen karkearehun pitäisi olla mahdollisimman hyvin sulavaa säilörehua tai heinää ja laidun syötetään alle 10 sentin pituisena. Karitsoita ruokitaan vahvasti teuraskypsyyteen saakka. Siitokseen jätettävät uuhikaritsat ruokitaan 12 – 16 viikon jälkeen kevyemmin kuin teuraaksi lähtevät. Liian vahva ruokinta rasvoittaa herkästi uuhikaritsan utareen ja haittaa myöhemmin maidontuotantoa. Karitsauuhet siirtyvät joutilaiksi vasta kaksivuotiaina, siihen asti ne kasvavat ja tämä asia on huomioitava ruokinnassa. (Alanco ym. 2015, viitattu 31.5.2020.)

3 KASVIESTROGEENIT

3.1 Kasviestrogeenipitoisuus kasveissa ja pitoisuuteen vaikuttavat tekijät

Kasviestrogeenit ovat vakaita, kasveissa luontaisesti esiintyviä yhdisteitä, jotka ovat kemialliselta rakenteeltaan tai toiminnaltaan samatyypisiä kuin nisäkkään oman hormonijärjestelmän erittämät estrogeenit, erityisesti estradioli. Kasviestrogeenit voivat matkia estrogeenien toimintaa, koska ne pääsevät kulkemaan solukalvon läpi ja olemaan vuorovaikutuksessa entsyymien ja hormonireseptoreiden kanssa. Fenolirengsrakenne mahdollistaa kasviestrogeenien kiinnittymisen estrogeenireseptoreihin ja sitä kautta vaikuttamaan mm. nisäkkään kiimaan. (Reed 2016, viitattu 28.5.2020.)

Kasveissa kasviestrogeenit eivät käytäydy hormonien tavoin, vaan ne ovat osa kasvien puolustuskykyä tuholaisia, homeita ja taudinaiheuttajia vastaan. Mailaskasvit, kuten sinimailanen, sekä jossain määrin myös valkoapila, tuottavat kumestrolia biologisen stressin seurauksena. Eניתen kumestrolia sinimailasesta on löydyntynyt kukan nuppuvaiheen jälkeen, jolloin kasvi on erityisen haavoittuvainen. Terveessä mailaskasvustossa kasviestrogeenipitoisuus on alhainen. (Reed 2016, viitattu 10.11.2019.) Biologisella stressillä tarkoitetaan stressitilaa, joka aiheutuu muiden elollisten organismien aiheuttamista vahingoista. Näitä ovat mm. erilaisten kasvitautien ja tuhohönteisten aiheuttamat tuhot. Puna-apilassa on kasviestrogeenejä aina jonkun verran olosuhteista riippumatta. (ScienceDirect 2014, viitattu 10.11.2019.)

Kasviestrogeenit ovat siis aktiivisia yhdisteitä, joilla on homeita torjuvia (antimykootisia), antibakteerisia, viruksia torjuvia (antiviraalisia) sekä antioksidanttisia ominaisuuksia. Kasviestrogeeneillä on myös syöpää ehkäiseviä ominaisuuksia. (Dadáková, Kašparovská, Kašparovský & Křížová 2019, viitattu 28.5.2020.) Toisaalta kasviestrogeenit ovat kuitenkin tunnettuja niiden estrogeenivaikutuksesta sekä genotoksisesta eli perimää vahingoittavasta vaikutuksesta, mikä voi johtaa solutasolla mutaatioihin ja jopa syöpään. (Reed 2016, viitattu 10.11.2019.)

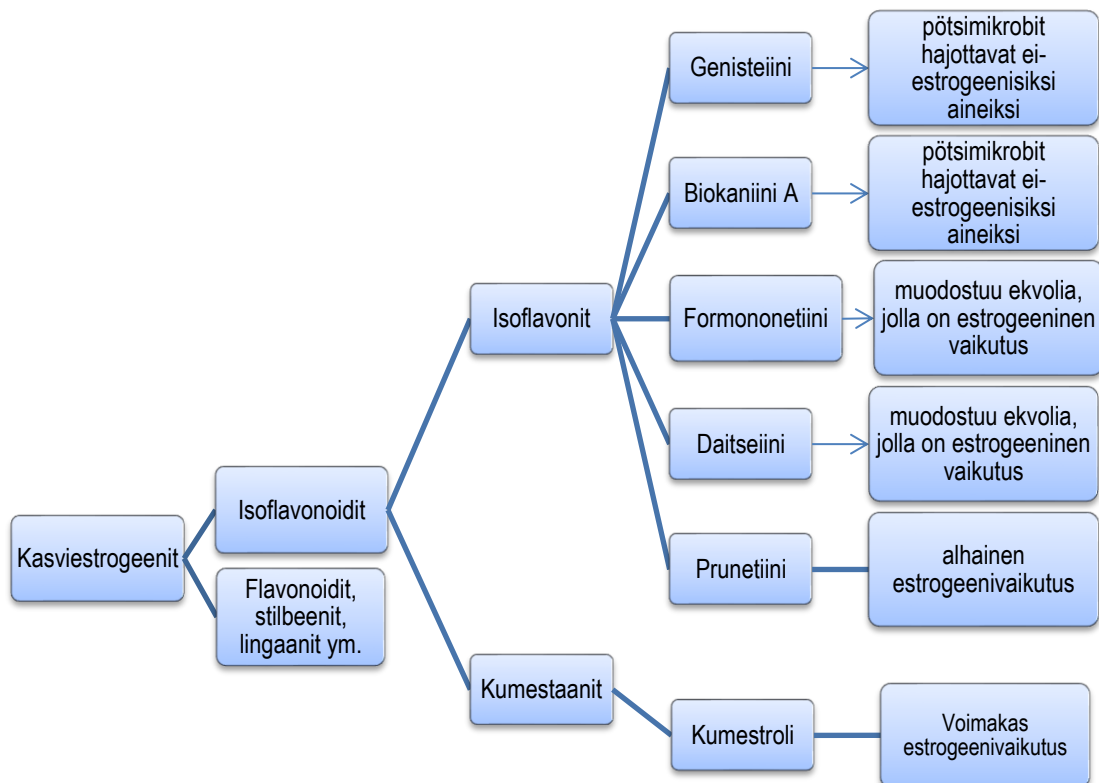
Kasvien estrogeenipitoisuus nousee jyrkästi erilaisten stressitekijöiden, kuten taudinaiheuttajien, tuholaiden tai kuivuuden seurauksena, mutta muun muassa maaperä, ilmasto, kasvuvaihe, rehun

kuivuusaste, päivän pituus sekä ennen kaikkea kasvilaji vaikuttavat myös suuresti rehun kasviestrogeenien kokonaispitoisuuteen. (Dadáková ym. 2019, viitattu 28.5.2020.) Esimerkiksi Argentiinassa soijapapujen isoflavonoidipitoisuus oli korkeampi maan kylmemmissä osissa. Kiinassa kasvien estrogeenipitoisuudessa on havaittu eroja eri tilojen välillä. Ruotsissa puna-apilan isoflavonoidipitoisuudessa on huomattu eroja Uumajassa ja Skarassa olevien viljelmien välillä. (Bernes, Gustavsson & Höjer 2017, viitattu 28.5.2020.)

Toistaiseksi kasviestrogeenejä on löydetty mm. palkokasveista eli esimerkiksi apiloista, sinimailasesta ja soijapavusta, pähkinöistä, yrteistä, viljoista, pellavasta, seesamista ja humaloista. Suomessa yleisesti viljeltävistä rehukasveista puna-apilan estrogeenipitoisuudet ovat muihin rehukasveihin verrattuna suuria (taulukko 1). Pitoisuus eri puna-apilalajikkeiden välillä vaihtelee kuitenkin paljon. Sinimailasen kokonaisestrogeenimäärä on puna-apilaan verrattuna pienempi, mutta sen sisältämän kumestrolin estrogeenivaikutusta ei kannata aliarvioida. Valkoapila sisältää vähän kasviestrogeenejä. (Reed 2016, viitattu 10.11.2019.) Herne ja härkäpapu sisältävät hyvin vähän kasviestrogeeneja, joten niitä ei tässä opinnäytetyössä käsitellä.

TAULUKKO 1. Eri rehukasvilajien kasviestrogeenipitoisuuksia. Pitoisuudet ilmoitettu grammoina kilossa kuiva-ainetta (g/kg ka).

Kasvi	Kasviestrogeenipitoisuus
Soijapapu	1,2 – 4,2 g/kg ka (Dadáková ym. 2019, viitattu 28.5.2020).
Rehumailanen	0 - 4,4 g/kg ka (Dadáková ym. 2019, viitattu 28.5.2020). Kirvojen vahingoittamasta kasvustosta on mitattu 9 g/kg ka, lehtitautien vioittamasta kasvustosta mitattu jopa 77 g/kg ka. (Reed 2016, viitattu 28.5.2020).
Maa-apila (ei esiinny Suomessa)	Yarloop-lajikkeen keskiarvo noin 48 g/kg ka (Reed 2016, viitattu 28.5.2020).
Puna-apila	Lajikkeesta ja olosuhteista riippuen noin 10 – 40 g/kg ka, yleensä 10 – 25 g/kg ka (Bernes ym. 2017, viitattu 28.5.2020; Dadáková ym. 2019, viitattu 28.5.2020).
Valkoapila	0,5 – 0,6 g/kg ka (Dadáková ym. 2019. Viitattu 28.5.2020).

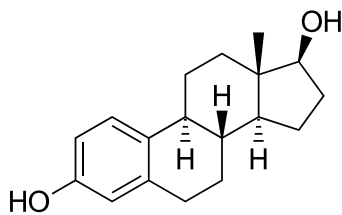


KUVIO 1. Tärkeimmät kasviestrogeenit ja niiden jaottelu

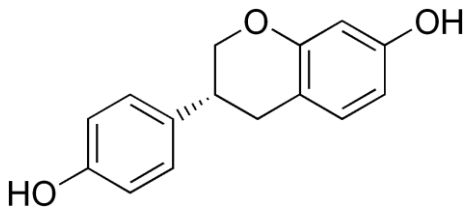
Yleisimmät ja tutkituimmat kasviestrogeenit ovat isoflavonoideihin kuuluvia isoflavoneja ja kumestaaneja (kuvio 1). Isoflavoneja ovat esimerkiksi genisteiini, daitseiini, formononetiini, prunetiini ja biokaniini A. Kumestaaneja on esimerkiksi kumestrolit. Apiloiden kasviestrogeenit ovat enimmäkseen isoflavonoideja ja mailasten kasviestrogeenit ovat enimmäkseen kumestaaneja. (Reed 2016, viitattu 10.11.2019.) Puna-apilasta on lähivuosina löytynyt huomattavasti enemmän kumestrolia kuin aikaisemmissa tutkimuksissa on tullut ilmi (Bernes ym. 2017, viitattu 10.11.2019). Flavonoideja, stilbeenejä, lingaaneja ym. ei ole lampaisiin keskittyvissä tutkimuksissa juuri huomioitu, joten niitä ei käsitellä tässä opinnäytetyössä tätä enempää.

Isoflavonoideilla ei ole märehtijän näkökulmasta suoraa estrogenistä vaikutusta vaan pötsimikrobien aineenvaihdunnan seurauksena formononetiinista ja daitseiinista muodostuu aktiivista ekvolia, jolla on estrogeninen vaikutus. Genisteini ja biokaniini A hajoavat pötsissä vaarattomiksi yhdisteiksi, joilla ei ole estrogenistä vaikutusta. Prunetiini ei hajoa pötsissä, mutta

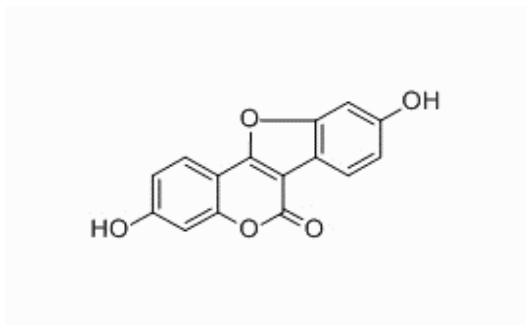
sen estrogeenivaikutus on heikko. Kumestrolia ei hajota pötsissä vaan imeytyy ja vaikuttaa suoraan. Kumestrolia sitoutuu estrogeenireseptoreihin 10 – 15 kertaa ekvolia voimakkaammin, joten kumestrolia voi olla pienempinäkin määrinä muita kasviestrogeenejä ongelmallisempi. Sekä kumestrolia että ekvolia ovat kemialliselta rakenteeltaan hyvin samantapaisia kuin lampaan oman hormonijärjestelmän tuottama tärkein estrogeenihormoni estradioli. (kuvat 2 – 4). Estradioli on uuen tärkein sukupuolihormoni ja kiimakierron säätelyn lisäksi estradiolilla on tärkeä osa uuen lisääntymiselinten kehityksessä ja ylläpidossa karitsasta täysikasvuiseksi sekä tiineyden aikana. Lisääntymiselimiin kuuluvat matorauhaset, emätin, munasarjat sekä kohtu. (Reed 2016, viitattu 10.11.2019.)



KUVIO 2. Estradioli (NEUROtiker 2007, viitattu 11.12.2019)



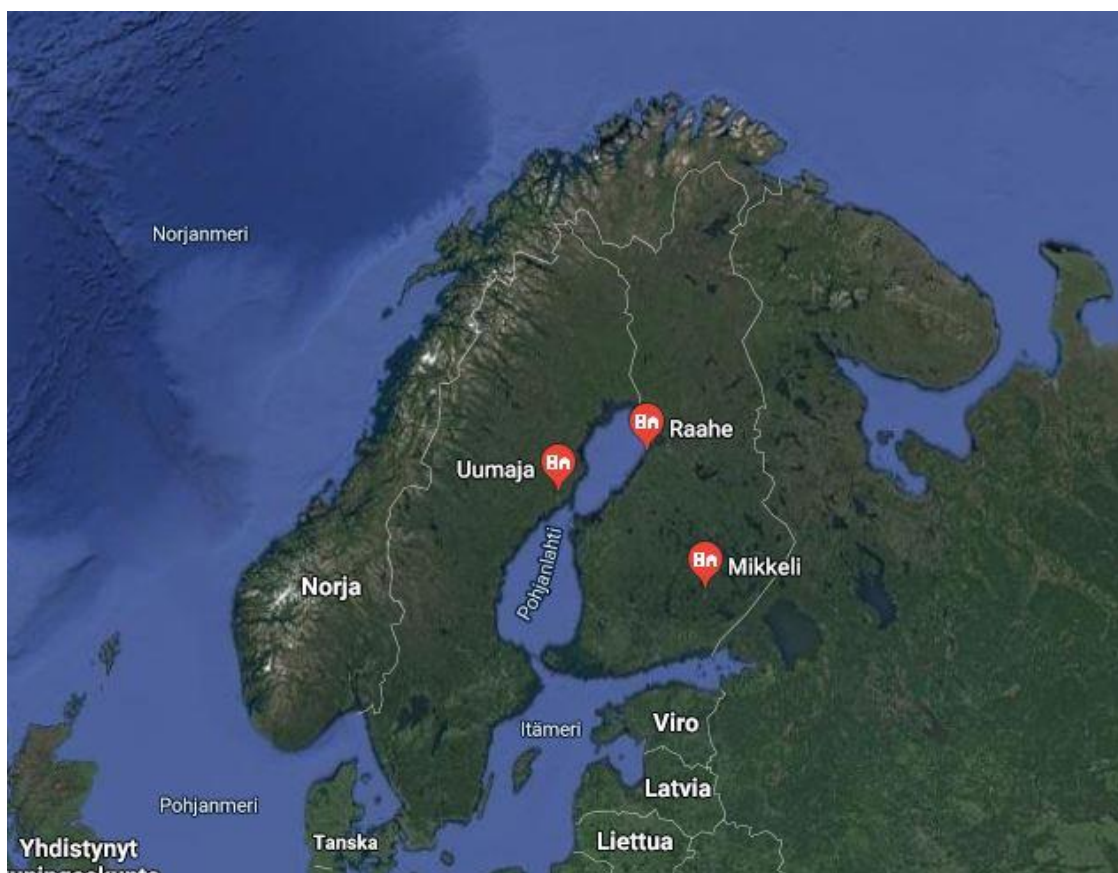
KUVIO 3. Ekvoli (Edgar181 2008, viitattu 11.12.2019)



KUVIO 4. Kumestrolia (ALB Technology 2019)

3.2 Puna-apilan kasviestrogeenit

Suomessa viljeltävien apilalajikkeiden kasviestrogeenimääriä on tutkittu hyvin vähän. Pohjoismaissa, erityisesti Ruotsissa asiaa on tutkittu hiukan enemmän. Uusin tutkimus lienee vuonna 2017 julkaistu Ruotsin maatalousyliopistossa tehty tutkimus (Bernes ym.), jossa tutkittiin eri puna-apilalajikkeiden kasviestrogeenipitoisuuksia vuosina 2012 ja 2014. Tutkimus toteutettiin Ruotsissa Uumajan kunnassa, joka sijaitsee noin Vaasan korkeudella Pohjois-Ruotsissa. Kumpanakin vuonna apilakasvusto niitettiin ensimmäisen kerran kesäkuun puolivälissä ja näytteet tutkimusta varten otettiin jälkikasvustosta. Suomen maatalousseuran tiedotteesta vuodelta 2009 (Isolahti, Mustonen, Nykänen-Kurki, Saastamoinen, Saloniemi, Tuori & Vanhatalo) käy selville, että Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) virallisista lajikekokeista vuosilta 2003 ja 2004 tutkittiin eri puna-apilalajikkeiden kasviestrogeenipitoisuuksia. Kasviestrogeeninäytteet kerättiin Ruukin tutkimusasemalta Raahesta sekä Mikkelin ekologisen tuotannon toimipaikasta. MTT:n lajikekokeista otettiin näytteet heinäkuun alussa aikaisen kukinnan vaiheessa ja syyskuun lopussa lehtevästä odelmasta. Kuviosta 5 näkyvät näytteidenottoapaikat kartalla.



KUVIO 5. Uumajan, Mikkelin ja Raahen sijainti kartalla (Google maps 2019)

Kokeiden tulokset eroavat toisistaan huomattavasti. MTT:n lajikekokeista kerätyissä näytteissä kasviestrogeenipitoisuus ei noussut kertaakaan yli 15 gramman kilossa kuiva-ainetta (Isolahti ym. 2009, viitattu 25.5.2020). Ruotsin maatalousyliopiston toteuttamassa tutkimuksessa joidenkin lajikkeiden osalta kasviestrogeenien kokonaispitoisuus oli yli 40 grammaa kuiva-ainekilossa. Alle 15 grammaa kasviestrogeeneja kilossa kuiva-ainetta tulokseen pääsi vain pieni vähemmistö testatuista lajikkeista. Kaikkien kesällä 2014 testattujen lajikkeiden kasviestrogeenipitoisuus oli yli 25 grammaa kilossa kuiva-ainetta. (Bernes ym. 2017, viitattu 28.5.2020.) Kokeissa käytettiin eri apilalajikkeita, joten ei ole täysin selvää, johtuuko ero apilalajikkeista, viljelytoimista (kuten lannoitus), kasvupaikoista vai sääolosuhteista, edellä mainittujen kerrannaisvaikutuksista vai jostain muusta. Taulukossa 1 näkyvä estrogeenimäärä on kummankin vuoden keskiarvo. Aiemmissa suomalaisissa tutkimuksissa puna-apilan estrogeenimäärät ovat olleet 10 – 25 grammaa kilossa kuiva-ainetta (Isolahti ym. 2009, viitattu 25.5.2020).

Alla olevaan taulukkoon 2 on koottu eri puna-apilalajikkeista kasviestrogeenipitoisuuksia. Taulukkoon on valittu sellaiset Suomessa viljelykäytössä olevat puna-apilalajikkeet, joista on kasviestrogeenipitoisuus testattu joko Suomessa tai Ruotsissa. Ruokaviraston ylläpitämästä kansallisesta kasvilajikeluettelosta (2019, viitattu 20.12.2019), Monivuotiset rehunurmet luomutuotannossa vihkotulosteesta (ProAgria 2019, viitattu 20.12.2019) sekä MTT:n virallisten lajikekokeiden tuloksista löytyy viitteet Suomessa viljelykäytössä oleviin puna-apilalajikkeisiin. Lista ei välttämättä ole täydellinen. Taulukossa esiintyvien puna-apilalajikkeiden kasviestrogeenipitoisuudet ovat suuntaa antavia ja sääolosuhteilla, viljelytoimilla sekä korjuuasteella on suuri vaikutus kasvien lopullisiin estrogeenimääriin. Lisäksi tutkimus- ja näytteenottomenetelmät eroavat toisistaan. MTT:n tutkimuksessa näytteet analysoitiin nestekromatografiamenetelmällä. Ruotsin maatalousyliopiston tutkimuksessa käytettiin edellä mainitun lisäksi myös tarkempaa tandemimassaspektrometriä.

TAULUKKO 2. Kasviestrogeenipitoisuudet puna-apilalajikkeittain ruotsalaisista näytteistä vuosilta 2012 ja 2014 sekä suomalaisista näytteistä vuosilta 2003 ja 2004. Luvut on ilmoitettu grammoina kilossa kuiva-ainetta (g/kg ka). (Isolahti ym. 2009, viitattu 23.4.2020; Bernes ym. 2017, viitattu 23.4.2019.)

Lajike	Kromosomiluku	2012 keskiarvo (Ruotsi) g/kg ka	2014 (Ruotsi) g/kg ka	2003 – 2004 keskiarvo (Suomi) g/kg ka
SW Yngve	Diploidi	12,3	-	-
Bjursele	Diploidi	-	-	11,3
Jokioinen	Diploidi	-	-	11,5
SW Ares	Diploidi	16,3	-	-
Peggy	Tetraploidi	16,9	-	-
SW Betty	Tetraploidi	-	27,4	11,7
SW Torun	Tetraploidi	15,3	27,5	-
Lasang	Tetraploidi	-	28,0	-
Ilte	Tetraploidi	17,4	33,8	14,4
Atlantis	Tetraploidi	-	35,3	-

Kaikkein eniten kasviestrogeeneja esiintyy nuorissa versoissa voimakkaan kasvun aikaan keväällä sekä syksyn odelmassa (taulukko 3). Viileä kasvukausi lisää kasviestrogeenien määrää puna-apiloissa, joten Pohjois-Suomessa ja Etelä-Suomessa kasvanut puna-apila eroaa estrogeenipitoisuudessa. Fosforiköyhässä maaperässä kasvanut apila sisältää enemmän kasviestrogeeneja kuin fosforipitoisella lannoitteella lannoitettu apila. Typen määrää lisättäessä apilan estrogeenimäärä ja raakavalkuaisen määrä laskee. Tärkeä tekijä rehun kasviestrogeenipitoisuudessa näyttäisi olevan rehun kuivuusaste. (Kallela ym. 1993, viitattu 10.11.2019.) Joissain tutkimuksissa on tullut esille, että kasviestrogeenipitoisuuteen näyttäisi vaikuttavan myös puna-apilalajikkeen kromosomiluku. Diploidien lajikkeiden, joiden kromosomiluku on normaali (2n), kasviestrogeenipitoisuus on pienempi ja tetraploidien lajikkeiden, joiden kromosomiluku on nelinkertainen (4n), kasviestrogeenipitoisuus on suurempi. Osassa tutkimuksia eroja ei ole löydetty. (Bernes ym. 2017, viitattu 25.5.2020.)

TAULUKKO 2. Puna-apilan kasviestrogeenimääriin vaikuttavat tekijät

Kasviestrogeenien määrä korkeampi	Kasviestrogeenien määrä matalampi
Viileä kasvukausi, erityisesti syksyn odelma	Lämmin kasvukausi, varhain syksyllä korjattu kasvusto
Vähän lannoitettu kasvusto	Hyvin lannoitettu kasvusto
Nuori kasvusto	Vanhempi kasvusto
Tetraploidi lajike	Diploidi lajike

3.3 Kasviestrogeenien vaikutus lampaisiin

Kasviestrogeenien vaikutusta tuotantoeläimiin alettiin tutkia ensimmäisenä Australiassa 1960-luvulla, missä maa-apilalaitumilla laiduntavilla lammaslaumoilla oli isoja hedelmällisyysongelmia. Tutkimuksissa todettiin, että kasviestrogeenejä sisältävät kasvit voivat rehukäytössä aiheuttaa eläimille hedelmällisyysongelmia. (Reed 2016, viitattu 28.5.2020.) Nautaan verrattuna lammas näyttäisi olevan herkempi kasviestrogeeneille. Vaikka kumpikin eläinlaji on märehtijä ja kasviestrogeenit metabolisoituvat pötsissä samalla tavalla, ruuansulatuskanavan epiteelikudoksessa (eli pintakudoksessa) on ilmeisesti eroja. Tästä syystä ekvolia ei imeydy ruuansulatuskanavasta muualle elimistöön naudoilla yhtä tehokkaasti kuin lampailla. Toinen lampaiden herkkyyttä kasviestrogeeneille selittävä teoria on se, että lampaan kohdussa on kaksinkertainen määrä estrogeenireseptoreita lehmään verrattuna (Karjalainen 2008, viitattu 29.5.2020). Yksimahaiset ovat märehtijöitä herkempiä kasviestrogeeneille, koska niillä ei ole pötsimikrobeja hajottamassa isoflavoneita harmittomiksi yhdisteiksi. Suurin osa päivittäisestä rehuannoksesta on oltava kasviestrogeenipitoista kasvimassaa, jotta vaikutukset ovat havaittavissa. Satunnainen tai lyhytaikainen (muutaman päivän) runsas kasviestrogeenien saanti ei todennäköisesti vaikuta eläinten terveyteen negatiivisesti. (Dadáková ym. 2019, viitattu 28.5.2020.)

Kasviestrogeenien kiinnittyminen uuhen estrogeenireseptoreihin voi sotkea uuhen kiimakierron, jolloin kiima voi muuttua epäsäännölliseksi tai myöhästyä. Kasviestrogeenipitoista rehua saaneet uuhet ovat tutkimuksissa ovuloineet huonommin. Uuhen kohdunkaulassa voi esiintyä muutoksia ja lisääntynyt limaneritys vaikeuttaa siittiöiden etenemistä, mikä johtaa siihen, että hedelmöittymistä ei tapahdu. Oireina voivat olla myös on munasarjakystat ja utaremuutokset. Tiineiden uuhien runsas kasviestrogeenien saanti voi johtaa luomisiin. Uuhikaritsoidella voi esiintyä ennen aikaista kiimaa, epänormaalia maitorauhasten kehitystä tai maidoneritystä. Yli 4 – 5 kuukautta jatkunut puhtaan puna-apilarehun syöttäminen voi johtaa pysyvään hedelmättömyyteen. Runsaasti kasviestrogeenejä saaneet uuhet ovat myös vaarassa sairastua kohdunlaskeumaan. (Reed 2016, viitattu 10.11.2019; Dadáková ym. 2019, viitattu 28.5.2020.)

Vaikka puna-apila voi aiheuttaa hedelmällisyshäiriöitä, tilalle olisi silti hyvä valita viljelykseen apilalajikkeita, sillä apila on tärkeä osa viljelykiertoa. Sen lisäksi, että apila toimii typensitojana viljelykierrossa, se parantaa rehun maittavuutta ja lisää rehuannoksen valkuaismäärää. Puna-apilaa voi käyttää huoletta kasvavien karitsoiden ruokintaan, jos niitä ei ole tarkoitus käyttää siitokseen. Muiden eläinryhmien kohdalla puna-apilan määrään rehussa on hyvä kiinnittää enemmän huomiota. Laiduntamista puna-apila kestää huonosti. Puna-apila soveltuu säilörehuksi paremmin kuin valkoapila ja on lisäksi satoisampi. Paalujuurensa ansiosta se myös parantaa maan rakennetta tehokkaammin kuin matalajuurinen valkoapila. (NaturCom 2019a, viitattu 28.11.2019.)

Valkoapila taas kestää laiduntamista hyvin ja pienemmän kasviestrogeenipitoisuutensa puolesta se sopii paremmin laidunseoksiin. Valkoapilassa on myös erittäin korkea valkuaispitoisuus, jopa 25 prosenttia kuiva-aineesta, joten se on ihanteellinen laidunseoksissa niille eläinryhmille, joilla on kohonnut valkuaisen tarve. (NaturCom 2019b, viitattu 28.11.2019.)

Apila sopii ensisijaisesti kasvavien karitsoiden sekä tiineyden loppuvaiheessa olevien ja imettävien uuhien ruokintaan, koska niillä on kohonnut valkuaisentarve. Karitsoiden syöntikyky, valkuaisen saanti ja kasvu paranevat huomattavasti, kun ne saavat puhdasta puna-apilasäilörehua useammasta nurmikasvista koostuvan rehun sijaan. Karitsoiden, jotka laiduntavat enemmän kasviestrogeenejä sisältävillä apilalaitumilla, on todettu kasvavan paremmin kuin karitsoiden, jotka laiduntavat vähemmän kasviestrogeenejä sisältävillä apilalaitumilla tai pelkästään heinäkasveja sisältävillä laitumilla. Lisäksi on havaittu, että paljon kasviestrogeenejä saaneilla karitsoidella on suurempi kasvuhormonipitoisuus veressä. Kuukausia jatkunut runsas kasviestrogeenien saanti voi johtaa lampailta pysyvään hedelmättömyyteen, joten siitokseen jäävien karitsoiden laidunnukseen

on hyvä varata vähän kasviestrogeeneja sisältävä laidunseos. (Bernes ym. 2017, viitattu 23.4.2019.)

Kasviestrogeenipitoisuus, joka voi aiheuttaa hedelmällisyysongelmia uuhissa, vaihtelee eri tutkimusten välillä. Tähän vaikuttaa se, onko uuhien syömä rehu säilörehua, kuivaheinää vai laidunta. Lisäksi uuhien kiimakierron vaihe sekä rotu vaikuttavat tuloksiin. Joitakin esimerkkejä ehdotetuiksi raja-arvoiksi voidaan antaa, mutta aiheesta ei ole tarpeeksi tutkimusta, jotta asiasta voitaisiin olla varmoja. Vanhemmissa tutkimuksissa ollaan sitä mieltä, että alle 3 grammaa formononetiinia kilossa kuiva-ainetta on turvallista uuhille ja yli 8 grammaa kilossa kuiva-ainetta voi aiheuttaa ongelmia. Nämä raja-arvot perustuvat kuitenkin suurelta osin laitumella tehtyihin tutkimuksiin. Säilötyn nurmen vertautuminen tuoreeseen nurmeen on epäselvä, koska eri tutkimukset ovat tuottaneet hyvin erilaisia tuloksia. Ei ole takeita siitä, että puhtaan apilasäilörehun kasviestrogeenipitoisuus olisi tuoretta apilanurmea alhaisempi. Ruotsin eläinlääkintäviranomaiset suosittelevat, että astutuksen ja karitsoinnin aikana maksimissaan 20 prosenttia laitumesta ja säilörehusta on puna-apilaa. Kuivaheinässä puna-apilaa voi olla maksimissaan 30 prosenttia. (Bernes ym. 2017, viitattu 23.4.2019.)

Toisissa lähteissä alle 0,040 gramman formononetiinin tai 0,001 gramman kumestrolin päiväannos elopainokiloa kohti riittäisi vaarantamaan uuhien hedelmällisyyden. Noin 70 kiloa painavan uuhien syöntikyky on vähintään 2 kiloa kuiva-ainetta päivässä eli noin 3 prosenttia elopainosta. Tällöin puna-apilapitoisuuden säilörehussa pitäisi olla alle 9 prosenttia, jos puna-apilan estrogenipitoisuus on 15 grammaa formononetiinia kuiva-ainekilossa. Kumestrolia puna-apilassa on noin 0,2 grammaa kilossa kuiva-ainetta, jolloin rehun puna-apilapitoisuus voisi olla korkeintaan 17 prosenttia. Väkirehua sisältävässä appeessa puna-apilan osuus säilörehusta voi olla suurempi, koska kokonaiskuiva-aineeseen verrattuna puna-apilapitoisuus pysyy silti alhaisena. Samoin kuivemmassa säilörehussa estrogenipitoisuudet ovat yleensä alhaisemmat. Jos eläimen syöntikyky kuitenkin ylittää yli 2 kiloa kuiva-ainetta päivässä, puna-apilapitoisuuden olisi hyvä olla matala, jotta kasviestrogeenin haitoilta voitaisiin välttyä. (Bernes ym. 2017, viitattu 23.4.2019.)

4 MYKOTOKSIINIT ELI HOMETOKSIINIT

4.1 Hometoksiinien muodostumiseen vaikuttavat tekijät

Mykotoksiinit eli hometoksiinit tai homemyrkyt ovat näkymättömiä, mauttomia ja hajuttomia homesienten aineenvaihdunnan tuotoksia. Hometoksiineissa on yhdisteitä, jotka voivat vahingoittaa maksaa ja munuaisia, haitata elimistön immuuni- ja hormonijärjestelmän toimintaa, aiheuttaa syöpää (karsinogeenit) ja sikiövaurioita. Osa hometoksiineista on voimakkaita hermomyrkyttäjiä. Hometoksiineilla on myös kasvien kasvua häiritseviä ja mikrobeja tuhoavia vaikutuksia. Hometoksiineille altistuminen voi olla kroonista tai akuuttia. Krooninen myrkytystila on seurausta pitkäaikaisesta altistumisesta vähäiselle määrälle toksiineja, akuutin myrkytystilan aiheuttaa äkillinen altistuminen suurelle määrälle hometoksiineja. Kumpikin myrkytystila voi olla hengenvaarallinen riippuen toksiinista, sen määrästä ja altistumisen pituudesta. (Alshannaq & Yu 2017, viitattu 5.5.2020.)

Hometoksiinien saastuttamien rehujen ja elintarvikkeiden aiheuttamat taloudelliset tappiot ovat maailmanlaajuisesti huomattavia. Vuosittain noin 25 prosenttia viljelyskasveista koko maailmassa on mykotoksiinien saastuttamia ja rahallinen menetys lasketaan miljardeissa dollareissa. Sen lisäksi, että hometoksiineja tuottavat homesienet tuhoavat satoa ja vaikuttavat tuotantoeläinten kasvuun ja maidontuotantoon negatiivisesti, toksiinien vaikutukset näkyvät kohonneina terveydenhuolto- ja eläinlääkärikustannuksina sekä ne voivat pahimmassa tapauksessa johtaa ihmisten tai eläinten menehtymiseen. (Alshannaq & Yu 2017, viitattu 5.5.2020.)

Hometoksiinien muodostumista satoon hyvistä viljely-, varastointi- ja jalostuskäytännöistä huolimatta on käytännössä mahdoton ehkäistä kokonaan. Lisäksi suurin osa hometoksiineista on vakaita yhdisteitä, joten satoon jo muodostuneet toksiinit eivät häviä mekaanisella tai kemiallisella käsittelyllä eivätkä kuumentamalla. Huolellisella varastoinnilla voidaan ehkäistä toksiinien muodostumista sadonkorjuun jälkeen, mutta jo pilalla olevaa satoa ei saa puhdistettua pastöroimalla, säilömällä, paistamalla, keittämällä, kuivaamalla tai muuten kuumentamalla tai kypsentämällä. (Alshannaq & Yu 2017, viitattu 5.5.2020.) Hometoksiinien muodostumista satoon voidaan pyrkiä ehkäisemään toimivalla viljelykierrolla (valkuaiskasvit ennen viljoja kierrossa

vähentää toksiiniriskiä) sekä muokkaamalla maa ainakin 20 cm syvyyteen ennen kylvöä (Skwaryło-Bednarz & Mielniczuk 2020, viitattu 6.5.2020).

Lisäksi valitsemalla viljelyolosuhteisiin sopiva lajike, vähentämällä korjuustressiä ja säilömällä rehu oikeaoppisesti ehkäistään hometoksiinien muodostumista rehuun. Siilojen ja paalien nopea syöttö, pilaantuneen materiaalin hävittäminen sekä sopiva lannoittaminen ovat myös suuressa roolissa rehussa esiintyvien hometoksiinien minimoimiseksi. Siilot ja paalit pitää täyttää nopeasti ja pakata mahdollisimman tiiviiksi, käytettävän muovin on oltava laadukasta, paaleissa sitä on oltava tarpeeksi monta kerrosta ja siilot on peitettävä huolellisesti. Käytettävän säilöntäaineen on oltava tehokasta ja sitä pitää käyttää rehumäärään nähden tarpeeksi. (Huuskonen & Koivunen 2018, viitattu 11.5.2020.)

Rehussa ei välttämättä ole toksiineja, vaikka näkyvää homekasvustoa olisikin, samoin rehu voi olla hometoksiinien saastuttamaa, vaikka näkyvää kasvustoa ei ole. Homesienet ja hometoksiinit eivät siis ole sama asia. Osa homesienistä erittää myrkyllisiä toksiineja, osa homesienistä on vaarattomia ja osa taas on myrkyllisiä sellaisenaan. Tietty mikrosienet kuten esimerkiksi kolme homesukua *Aspergillus*, *Fusarium* ja *Penicillium* ovat tehokkaita toksiinien tuottajia (taulukko 4). Nämä homesienet itsessään eivät siis ole haitallisia, vaan niiden tuottamat toksiinit ovat. Esimerkiksi *Penicillium roqueforti* -homesientä käytetään sinihomejuustojen valmistamiseen, mutta samalla se on laji, joka tietyissä olosuhteissa voi tuottaa myrkyllisiä toksiineja. (Huuskonen & Koivunen 2018, viitattu 19.11.2019.) *Claviceps purpurea* -homesieni, kansankieliseltä nimeltään torajyvä, taas ei tuota toksiineja, vaan itse sieni on myrkyllinen (Hannukkala 2020, viitattu 13.1.2020).

Hometoksiineja syntyy erityisesti lämpimässä ja kosteassa, esimerkiksi kosteuden vaivaamassa viljassa. Eri homesienillä on kuitenkin erilaiset vaatimukset kasvuolosuhteille ja siten erilaiset esiintymisalueet. *Aspergillus*- ja *Penicillium*-lajit viihtyvät paremmin kuivemmissä olosuhteissa ja korkeammassa lämpötilassa. Niitä tavataan yleisimmin varastoinnin yhteydessä. *Aspergillus*-lajit ovat yleisempiä lämpimissä ja trooppisissa maissa ja näiden sienten tuottamat toksiinit, mm. aflatoksiini ja okratoksiini, tuottavat maailmalla erityisen paljon ongelmia myrkyllisyytensä vuoksi. *Penicillium*-lajit viihtyvät myös matalammassa lämpötiloissa, joten niitä tavataan myös Pohjois-Euroopassa. *Fusarium*-lajit pitävät matalammasta lämpötilasta ja kosteammasta ympäristöstä ja osa lajeista onkin yleisiä Pohjoismaissa, joissa kesät eivät ole kovin kuumia ja sademäärä on suhteellisen suuri. *Fusarium*-lajit aloittavat toksiinin tuotannon jo pellolla ja sadonkorjuun jälkeen

viljan kuivaaminen ja kuoriminen sekä nurmirehujen säilöminen yleensä hillitsee tämän lajin toksiinien tuotantoa. (Alshannaq & Yu 2017, viitattu 5.5.2020.)

TAULUKKO 3. Erilaisia homesieniä ja niiden tuottamia hometoksiineja. Lihavoituna hometoksiinit, joita esiintyy rehuissa myös Suomessa. (Huuskonen & Koivunen 2018, viitattu 19.11.2019.)

HOMESIENI	HOMETOKSIINI
<i>Aspergillus spp.</i>	Alfatoksiini, Okratoksiini, Gliotoksiini
<i>Fusarium spp. (Punahome)</i>	Deoksinivalenoli (DON), tsearaleoni (ZON), nivalenoli, diasetoksiskirpenoli (DAS), fumonisiinit (erityisesti B1), fusarenoni, T-2- ja HT-2-toksiinit
<i>Penicillium spp.</i>	Sitriini, roquefortini, mykofenolihappo

Muutamit *Fusarium*-lajit ja niiden tuottamat hometoksiinit ovat Suomessa varsinkin viljoilla yleisiä. Puhtaan nurmirehun sisältämiä hometoksiineja on tutkittu sekä Suomessa että muualla maailmassa hyvin vähän. Suurin osa säilörehuilla tehdyistä tutkimuksista on tehty maissia sisältävillä tai puhtailla maissisäilörehuilla. Näiden tutkimusten tulokset eivät ole välttämättä suoraan verrannollisia puhtaaseen nurmisäilörehuun, koska maississa esiintyy nykytutkimusten mukaan laajempi kirjo hometoksiineja nurmisäilörehuun verrattuna. Asiaa on havainnollistettu taulukossa 6, jossa näkyy tummennettuna Suomessa viljoista ja säilörehuista tavattuja toksiineja. Tummentamattomana näkyvät sellaiset homesuvut ja toksiinit, joita Suomessa ei rehuissa esiinny ainakaan toistaiseksi, mutta ne ovat maailmalla yleisiä. (Huuskonen & Koivunen 2018, viitattu 19.11.2019.)

Suomessa ja Euroopan Unionissa on käytössä hometoksiinien raja-arvot viljoille ja satoa testataan vuosittain. Viljan turvallisuusseurannassa analysoidaan trikotekeenit eli deoksinivalenoli (DON) ja sen johdannaiset, diasetoksiskirpenoli (DAS), fusarenon X, nivalenoni (NIV), T-2- ja HT-2-toksiinit. Lisäksi näytteet analysoidaan okratoksiini A:n ja zearalenonin (ZON) varalta. Suomessa ollaan eniten huolissaan DON-toksiinista, T-2- ja HT-2-toksiineista sekä zearalenonista, joten edellä

mainittuja on käsitelty tässä opinnäytetyössä tarkemmin. Taulukkoon 5 on koottu hometoksiinien raja-arvot ruokaviljalle ja rehuviljalle. (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2015, viitattu 25.5.2020.)

TAULUKKO 4. Hometoksiinien raja-arvot viljassa (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2015, viitattu 25.5.2020).

TOKSIINI	RUOKAVILJA	LASTENRUOKA	REHUVILJA
DON	1750 µg/kg (käsittelemätön kaura) 1250 µg/kg (muut viljat.)	200 µg/kg	8000 µg/kg (vilja ja viljatuotteet) 5000 µg/kg (täydennys- ja täysrehut) 2000 µg/kg (vasikat, kilit ja karitsat)
T-2- JA HT-2-toksiinit	1000 µg/kg (käsittelemätön kaura) 200 µg/kg (ohra) 100 µg/kg (vehnä ja ruis)		
ZON	100 µg/kg		2000 µg/kg (viljat ja viljatuotteet) 500 µg/kg (vasikat, lypsylehmät, vuohet ja lampaat)

Suomessa nurmisäilörehujen sisältämiä hometoksiineja tutkittiin ilmeisesti ensimmäisen kerran vuonna 2018 osana Tuottava itäsuomalainen naudanlihantuotanto -hanketta. Hankkeessa Luonnonvarakeskus LUKE toteutti ruokintakokeen, jonka osana oli syötettävien nurmisäilörehujen analysointi hometoksiinien varalta. Säilörehuista löytyi pieniä määriä tsearaleonia ja HT-2-toksiinia, jotka ovat kummatkin *Fusarium*-lajien tuottamia toksiineja. Lisäksi rehuista löytyi myös vähäisiä määriä roquefortinia ja mykofenolihappoa, jotka ovat *Penicillium*-suvun lajien tuottamia toksiineja. (Huuskonen 2018, viitattu 5.5.2020.)

Penicillium-suvun tuottamien toksiinien vaikutuksista märehäijöihin on hyvin vähän tutkimustietoa. Koirilla roquefortinimyrkytykset ovat aiheuttaneet muun muassa hengitystiheyden lisääntymistä, läähätystä, sydämen lyöntitiheyden kasvamista sekä lihasten kouristelua ja muita neurologisia muutoksia. Mykofenolihapolla on selektiivisiä vaikutuksia immuunijärjestelmään, jossa se estää tietynlaisten valkosolujen lisääntymisen. Mykofenolihappoa käytetään antibioottina muun muassa elinsiirtojen yhteydessä ehkäisemään kehon hyljintäreaktiota uutta elintä kohtaan. Antibiooteilla on yleensä negatiivinen vaikutus pötsin mikrobikantaan, joten liiallinen mykofenolihapon saanti voi tuhota pötsin mikrobeja. Ihmisillä mykofenolihapon tiedetään aiheuttavan keskenmenoja ja sikiön epämuodostumia. (Huuskonen & Koivunen 2018, viitattu 19.11.2019.)

4.2 Punahomeet (*Fusarium spp.*)

Kaikki punahomeet eivät tuota myrkyllisiä toksineja, mutta kaikki ovat kuitenkin kasvien taudinaiheuttajia ja kasviaineksen hajottajia, jotka viihtyvät erityisesti lämpimissä ja kosteissa olosuhteissa. Punahomeet aiheuttavat mm. juuristo- ja tyvitauteja sekä tähkävioituksia. Punahomeet säilyvät elinkelpoisina pitkään ja voivat talvenkin jälkeen levitä uuteen kasvustoon maasta, pellolla olevasta kasvijätteestä tai saastuneesta kylvösiemenestä. Punahomeiden aiheuttamia yleisiä oireita ovat ihon ja limakalvojen oireet sekä haavaumat, heikentynyt kasvu ja maidontuotanto, vastustuskyvyn heikkeneminen sekä erityisesti ripuli ja muut ruuansulatuskanavan ja pötsin toiminnan häiriöt. (Huuskonen & Koivunen 2018, viitattu 6.5.2020; Skwaryło-Bednarz & Mielniczuk 2020, viitattu 6.5.2020.)

Punahomeiden erittämien toksiinien muodostuminen alkaa jo pellolla eli toisin sanoen punahomelajit pystyvät muodostamaan toksineja jo itävässä jyvässä. Puidussa viljassa (tai rehussa) toksineja muodostuu edelleen, ellei viljaa kuivata tai muuten käsitellä. Ympäristön kosteuden laskiessa alle 20 prosentin homesientensientien aktiivisuus loppuu. Viljaan ja rehuun jo muodostuneet toksinit eivät häviä kuivatessa, säilöittäessä tai ajan kanssa. (Omurtag & Yazar 2008, viitattu 5.5.2020; Huuskonen & Koivunen 2018, viitattu 6.5.2020.)

Suomessa tärkeimmät punahomelajien tuottamat hometoksiinit ovat tsearaleoni eli ZON sekä trikotekeeneihin kuuluvat deoksinivalenoli eli DON-toksiini, nivalenoli eli NIV-toksiini ja T-2- ja HT-2-toksiinit. DON-toksiini on näistä viidestä yleisin ja aiheuttaa eniten taloudellisia menetyksiä.

Suomessa voisi ilmaston puolesta esiintyä myös fusarenonia ja fumonisiineja, mutta näitä ei ole Suomessa ilmeisesti toistaiseksi tavattu. Suurimmassa osassa tutkimuksia on tultu siihen tulokseen, että fumonisiineja esiintyy lähes yksinomaan maissilla ja hieman vehnällä. Diasetoksiskirpenolia (DAS) ei Suomessa toistaiseksi tavata huolestuttavina pitoisuuksina. (Hallikainen, Hietaniemi, Hirvonen, Kartio, Koivisto, Kronberg-Kippilä, Liukkonen, Ovaskainen, Rautala, Rämö & Sinkko 2008, viitattu 11.5.2020.)

ZON-toksiineja tavataan yleensä silloin, kun viljan DON-pitoisuus on korkea. Sekä DON- että ZON-toksiinit ovat samojen lajien tuottamia ja niitä esiintyy kaikilla viljalajeilla. Eniten niitä löydetään kauralta, kevätvehnältä ja ohralta jonkun verran, syysviljoilta kaikista vähiten. T-2- ja HT-2-toksiinit ovat edellä mainittuja harvinaisempia ja niitä esiintyy lähinnä kauralla, mutta ohrastakin niitä on löydetty. T-2- ja HT-2-toksiinien vaikutuksia on hankala erottaa toisistaan, koska T-2-toksiini muuttuu eläimen ruuansulatuksessa nopeasti HT-2-toksiiniksi. (Omurtag & Yazar 2008, viitattu 5.5.2020.)

DON-toksiineja kasvustosta löytyy erityisesti silloin, kun lämmin ja kostea sää saa punahomeet liikkeelle aikaisin. Silloin toksiineja löytyy kasvustosta jo heinäkuussa. Kylmä kesä ei tarkoita homevapaata kasvustoa, mutta toksiineja erittävien punahomesienten määrä on silloin vähäinen eli toksiineja ei silloin viljasta juuri löydy. Kasvustoon kohdistuva ympäristöstressi eli esimerkiksi voimakkaat lämpötilan ja kosteuden vaihtelut koettelevat kasvien omaa puolustuskykyä ja näin edistävät toksiinien tuottajien leviämistä kasvustossa. Kosteus ennen korjuuta ja erityisesti viljan lakoaminen lisäävät toksiiniriskiä. Toksiineja muodostavat sienilajit ja tartunnan runsaus vaikuttavat toksiinien määrään ja niiden haitallisuuteen. (Huuskonen & Koivunen 2018, viitattu 11.5.2020.)

4.2.1 Trikotekeenit (DON, NIV, T-2- ja HT-2)

T-2-toksiini ja siitä johtuva HT-2-toksiini ovat kemialliselta rakenteeltaan samantapaisia DON-toksiinin kanssa ja ne kuuluvat kummatkin trikotekeeneiksi kutsuttuun hometoksiinien ryhmään. Trikotekeenit jaetaan edelleen rakenteensa perusteella ryhmiin A–D. Punahomeiden tuottamat toksiinit kuuluvat A- tai B-ryhmään. A-ryhmän toksiinit T-2, HT-2 ja DAS ovat huomattavasti myrkyllisempiä, kuin ryhmän B trikotekeenit DON ja NIV. T-2- ja HT-2-toksiinit näyttäisivät

menestyvän myös varasto-olosuhteissa, DON-toksiini on yleinen kasvavassa kasvustossa. (Hallikainen ym. viitattu 11.5.2020.)

Elimistössä trikotekeenit häiritsevät solukalvon toimintaa, DNA- ja RNA-synteesiä sekä proteiinisynteesiä. Seurauksena on myrkytys aiheuttamia solukuolemia erityisesti immuunijärjestelmän soluissa, mutta myös ruuansulatuskanavan sekä mahdollisen alkion kudoksissa. Immuunijärjestelmässä trikotekeenit laukaisevat reaktion, joka vahingoittaa valkosoluja ja vaikuttaa negatiivisesti vasta-aineiden muodostumiseen. Kasveissa nämä toksiniit häiritsevät juurten kasvua sekä aiheuttavat lehtien viherkatoa eli kloroosia, jolloin yhteyttäminen häiriintyy. (Skwaryło-Bednarz & Mielniczuk 2020, viitattu 6.5.2020.)

Kaikista tutkituista eläinlajeista sika on trikotekeeneille kaikista herkin, sitten järjestyksessä hiiri, rotta, siipikarja ja viimeisenä märehitijät. Kaikkien eläinlajien on kuitenkin todettu reagoivan homemyrkyihin elimistössä, herkemmat eläinlajit tarvitsevat vain pienemmän annoksen akuutin myrkytystilan puhkeamiseen. (Omurtag & Yazar 2008, viitattu 5.5.2020.) Märehitijät sietävät trikotekeenejä paremmin pötsin mikrobikannan ansiosta. Pötsimikrobit hajottavat osan toksineista harmittomiksi yhdisteiksi ennen kuin ne pääsevät ohutsuoleen, mistä ne imeytyvät elimistöön aiheuttaen vahinkoa. Yksimahaisilla ei pötsiä ole, joten rehun ja ruuan mukana tulevat hometoksiinit pääsevät sellaisenaan ohutsuoleen. Tästä syystä on myös mahdollista, että karitsat ja vasikat ovat hometoksiineille aikuisia eläimiä herkempiä, koska niillä pötsi ei ole vielä tarpeeksi kehittynyt. (Faldyna, Hlavová, Hodkovicová, Levá, Matiašovic, Št'astný, Štěpánová & Vicenová 2020, viitattu 28.5.2020). On syytä harkita, laittaako karitsakamariin tarjolle omalta pellolta puitua viljaa, jos sitä ei ole testattu hometoksiinien varalta.

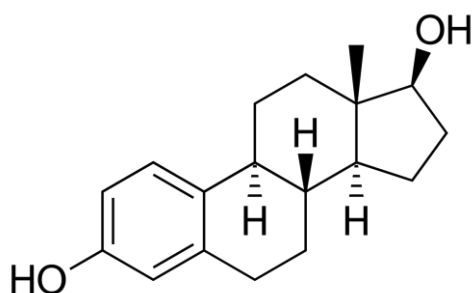
Trikotekeenien myrkyllisyys riippuu itse toksiinista ja sille altistuneesta eläimestä. Akuutin trikotekeenimyrkytyksen aiheuttaa äkillinen altistuminen suurelle määrälle trikotekeeneja. Oireita ovat ripuli, oksentelu, normaalia korkeampi veren valkosolujen määrä, sisäinen verenvuoto, shokki ja jopa kuolema. Pitkään jatkunut altistuminen vähäisille määrille trikotekeeneja johtaa krooniseen myrkytystilaan, joka eläimillä näkyy selkeimmin yleiskunnon laskuna ja infektiokerkkyytenä sekä ruokahaluttomuutena. Oireina voivat olla eläimen painon lasku, sairaaloinen alipaino, rehun sulamisongelmat sekä epämääräiset hermostoperäisiltä vaikuttavat oireet. Hedelmällisyyden heikkeneminen ja sikiöiden epämuodostumat eivät ole tavattomia. (Omurtag & Yazar 2008, viitattu 5.5.2020.)

Rehusta ja ruuasta löytyvät määrät ovat kuitenkin harvemmin tappavia. Toisen maailmansodan aikana Orenburgissa Neuvostoliitossa homehtuneen viljan syönti aiheutti kuitenkin vakavan myrkytysepidemian, johon sairastui arviolta 173 000 ja kuoli 28 000 ihmistä. Trikotekeeneistä vain T-2-toksiini voi imeytyä elimistöön myös terveen ihon kautta (Adhikari, Adhikari, Al-Khedhairi, Choi, Kausnik, Kausnik & Negi 2017, viitattu 16.5.2020). Siitä huolimatta, että muut trikotekeenit eivät imeydy elimistöön terveen ihon kautta, rehunäytteiden ja homehtuneen rehun pölistelyä ja käsittelyä paljain käsin tulee silti välttää. Vähäinen altistus ei välttämättä aiheuta vakavia sisäisiä oireita, mutta voi ärsyttää ihoa, silmiä ja suun limakalvoja. Trikotekeenit ja erityisesti T-2-toksiini ovat myös ensimmäisessä maailmansodassa käytetyn sinappikaasun kaltaisia potentiaalisia kemiallisia ja biologisia aseita. Suuria trikotekeenipitoisuuksia sisältävä liuos tai kaasu on tehty tarkoituksella tappavaksi, joten tällaisen liuoksen tai kaasun nieleminen tai hengittäminen voi hyvin todennäköisesti johtaa kuolemaan. Pelkkä ihoaltistuminen on myös hengenvaarallinen ja voi synnyttää muun muassa pahoja palovammoja. (Omurtag & Yazar 2008, viitattu 5.5.2020; Foroud & Eudes 2009, viitattu 11.5.2020; Badea, Baines, Bürstmayr, Bürstmayr, Foroud, Gagkaeva, Steiner & Thakor 2019, viitattu 28.5.2020.)

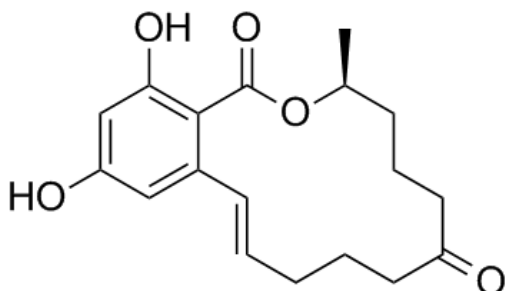
4.2.2 Zearalenoni (ZON)

ZON-toksiini eli zearalenoni löydettiin, kun alettiin tutkimaan syytä sikojen emätintulehduksiin ja nykyään tiedetään, että se on hyvin yleinen hometoksiini lauhkean vyöhykkeen alueilla Amerikassa, Euroopassa ja Aasiassa, Suomessakin sitä esiintyy. Zearalenoni, joka aikaisemmin tunnettiin nimellä F-2 toksiini on maissilla hyvin yleinen hometoksiini, mutta sitä esiintyy paljon myös muilla viljoilla. ZON-toksiini on usean punahomelajin tuottama estrogeeninen yhdiste, jonka kemiallinen rakenne muistuttaa nisäkkäiden elimistön erittämää estrogeenihormonia estradiolia (kuviot 6 ja 7). Elimistössä zearalenoni ja sen johdannaiset syrjäyttävät estradiolin estrogeenireseptoreista. Tästä voi seurata hedelmällisyshäiriöitä. Lampailla yli viikon jatkunut altistuminen huomattavalle määrälle zearalenonia rehussa voi johtaa tiinehtymisongelmiin ja kiimakierron häiriintymiseen. (Omurtag & Yazar 2008, viitattu 5.5.2020.) Naudoilla tehdyissä tutkimuksissa on käynyt ilmi, että ZON-toksiinille altistuminen voi johtaa hedelmällisyysongelmien lisäksi myös vähentyneeseen maidontuotantoon sekä lisääntyneeseen estrogeeniseen aktiivisuuteen elimistössä, mikä sotkee eläimen kiimakiertoa entisestään ja voi lisäksi aiheuttaa

fysiologisia muutoksia lisääntymiselimissä ja maitorauhasissa (Alshannaq & Yu 2017, viitattu 5.5.2020).



KUVIO 6. Estradioli (Wikimedia commons 2019)



KUVIO 7. Zearalenoni (Wikimedia Commons 2020).

Zearalenonista voidaan puhua hometoksiinin sijasta home-estrogeninä, koska tiettävästi sillä ei ole akuuttia toksista vaikutusta, kuten esimerkiksi trikotekeeneillä. Zearalenonin estrogeninen vaikutus on havaittu useilla laboratorioeläimillä (hiirillä, rotilla, marsuilla, hamstereilla ja kaneilla) sekä useimmilla tuotantoeläimillä. Zearalenonin ja kasviestrogenien vaikutukset ovat siis samankaltaiset sillä erolla, että ZON-toksiini on estrogenivaikutukseltaan paljon voimakkaampi esimerkiksi apilan isoflavonoideihin verrattuna. Lisäksi zearalenonilla on todennäköisesti teratogeeninen vaikutus eli se voi aiheuttaa sikiövaurioita ja epämuodostumia. (Górniak, Hueza, Latorre, Raspantini, & Raspantini 2014, viitattu 28.5.2020.)

Zearalenoni on vakaa yhdiste, joka ei häviä rehusta kuivaamalla, säilömällä tai jauhamalla. Yhdiste alkaa hajota kuumissa lämpötiloissa, mutta normaalin ruuanlaiton tai muun kypsennyksen aikana

syntyvä lämpötila ei riitä poistamaan ZON-toksiinia. Zearalenonia esiintyy erityisesti olosuhteissa, joissa on yhtä aikaa hyvin kosteaa ja melko viileää ja monesti sitä esiintyy silloin, kun DON-toksiinin määrä on myös suuri. (Omurtag & Yazar 2008, viitattu 5.5.2020; Górnjak ym. 2014, viitattu 28.5.2020.)

4.3 Torajyvä

Viljoissa esiintyy myös torajyvää (kuvio 8). Torajyvä ei varsinaisesti ole toksini, vaan homesieni itsessään on myrkyllinen ja nimestään huolimatta se ei ole kasvinosa vaan kasvien sienitauti. Torajyväsieni on *Claviceps purpurea* -kotelosienen aiheuttama runsaasti erilaisia alkaloideja ja muita aktiivisia aineita sisältävä tumma, jyvää muistuttava rihmastopahka viljan tähkässä. Pienen kokonsa vuoksi sitä on hankala erottaa muun viljan joukosta. Osa torajyvien sisältämistä alkaloideista, ergamiineista sekä niiden johdannaisista ovat ihmisille ja kotieläimille hyvin myrkyllisiä. Ne voivat aiheuttaa erilaisia verenkierron häiriöitä, kuolioita raajoihin, korkeaa kuumetta, pahoinvointia sekä erilaisia keskushermoston oireita, kuten hallusinaatioita. (Hannukkala 2020, viitattu 13.1.2020.)



KUVIO 8. Rukiin torajyvä (KWS Scandinavia A/S 2020, viitattu 24.8.2020).

Torajyvä on aiheuttanut keskiajalta aina 1900-luvulle asti laajoja, jopa kymmeniä tuhansia ihmisiä tappaneita myrkytyspandemioita ruokaviljan saastuttua. Torajyvä on nykyään suhteellisen yleinen erityisesti ruis- ja ohrakasvustoissa, mutta kaurassa ja ohrassa sitä esiintyy myös. Suomessa torajyvää torjutaan sienitauteja torjumalla sekä viljaa lajittelemalla. Tiukan valvonnan ansiosta sitä ei enää esiinny eläinten rehuissa tai elintarvikkeissa. (Hannukkala 2020, viitattu 13.1.2020.)

5 OPINNÄYTETYÖN KEHITTÄMISTEHTÄVÄ

Kehittämistehtäväni oli luoda laaja yleiskuva kasviestrogeeneista ja hometoksiineista sekä niiden vaikutuksista lampaisiin tietopaketti LammasWiki-verkkosivustolle. LammasWiki kokoaa yhteen paljon sellaista tietoa, mikä ennen on ollut hajallaan useassa eri lähteessä ja yleensä kirjallisena. Kehittämistehtäväni tavoite oli siis jo olemassa olevan tiedon kokoaminen kasviestrogeeneista ja hometoksiineista yhdeksi suomenkieliseksi kokonaisuudeksi, joka on helposti ja nopeasti saatavilla sekä laajan kohderyhmän käytettävissä. Suomenkielistä tietoa aiheista on joko vähän saatavilla tai se on hajallaan, joten yhdestä paikasta löytyvä tieto mahdollistaa nopean ja tehokkaan tiedonhaun. Tämä antaa lampurille mahdollisuuden keskittyä oman työnsä kannalta olennaisimpaan eli tiedon soveltamiseen. Näin oppiminen ja ammatillinen kasvu ovat helpompaa.

LammasWiki ei ole nimestään huolimatta osa varsinaista Wikipediaa vaan se on Wikipedian ylläpitämä vapaan lähdekoodin alusta, jota käytetään usein luomaan tiettyyn aiheeseen keskittyvä artikkeli- tai sivukokonaisuus. LammasWiki perustettiin osana Tosilampurin tietolaari -hanketta, jota rahoittivat Euroopan maaseudun kehittämisrahasto ja Etelä-Savon ELY-keskus (Heltelä & Saastamoinen 2014, viitattu 4.9.2020). Tämä opinnäytetyö ei ole osa hanketta. Hankkeen ja kehittämistehtäväni tavoite on pääpiirteissään sama; edistää lammastalouteen liittyvän ammatillisen tiedon saatavuutta nykyaikaisten tiedonvälityskanavien kautta. LammasWiki on hyödyllinen tiedonlähde niin lammastalouden pitkän linjan ammattilaisille kuin harrastelijalle, joka miettii esimerkiksi kesälampaiden pitoa. Tämän opinnäytetyön aihe on kokonaisuutena kuitenkin sellainen, että siitä on enemmän hyötyä ammattilampureille sekä kokeneemmille harrastelijoille, joilla on lampaidenpidon perusasiat jo hyvin hallussa.

6 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Hometoksiineista ja kasviestrogeeneistä puhutaan kotieläintalouden julkaisuissa säännöllisin väliajoin. Suomenkielinen tieto kasviestrogeeneistä ja hometoksiineista nimenomaan lammastalouden näkökulmasta on kuitenkin joko hyvin hajallaan tai sitä ei ole saatavilla ollenkaan. Perustason tietopakettille oli siis tarvetta ja tästä tarpeesta syntyi idea tähän opinnäytetyöhön, johon on koottu kasviestrogeeneistä ja hometoksiineista löytyvä perustieto yhdeksi kokonaisuudeksi. Työn toimeksiantajana toimii ProAgria Etelä-Savo. Opinnäytetyössä käytettiin laadullista eli kvalitatiivista tutkimusmenetelmää. Työn tietoperustaan on kirjallisuuskatsauksen tapaan kerätty teorian tietoa tutkimuksista ja muista julkaisuista lähinnä ulkomaisia lähteitä käyttäen. Lähteiksi on valittu sellaiset, joiden tiedosta voisi olla hyötyä suomalaiselle lampurille. Työn lähdeluettelo on tarkoituksella laaja ja yhtenä tavoitteena onkin helpottaa lukijan itsenäistä tiedonhankintaa, mikäli aiheisiin haluaa syventyä tarkemmin.

Opinnäytetyön pohjalta toteutettiin artikkeli kasviestrogeeneistä ja hometoksiineista LammasWiki-verkkosivustolle. Artikkelin myötä opinnäytetyöhön koottu tieto on helposti saatavilla ja laajan kohderyhmän käytettävissä. Tavoitteena on lisätä niin ammattilampureiden kuin harrastelijoidenkin tietoa kasviestrogeeneistä ja hometoksiineista. Artikkelin tiedolle oli LammasWikissä aukko. Lisäksi suomenkielinen tieto kasviestrogeeneistä ja hometoksiineista on hajallaan sekä verkossa että painetuissa lähteissä, joita ei välttämättä löydy tiedontarvitsijan ulottuvilta. Kasviestrogeenien ja hometoksiinien vaikutukset voivat pahimmassa tapauksessa tuottaa isoja taloudellisia tappioita, joten niiden vaikutuksien ehkäisy ja oireiden tunnistaminen ajoissa ehkäisevät rahallisia menetyksiä, stressistä puhumattakaan.

LammasWiki-artikkelin sisältö on pääosin samanlainen opinnäytetyön vastaavien lukujen kanssa. Koska artikkelin tarkoitus on toimia tietopakettina, rakenne jätettiin samanlaiseksi opinnäytetyön kanssa eikä teorian tietoa käytäntöön verrattuna karsittu. Näin lukija voi soveltaa tietoa itse tarpeidensa mukaan. Lähdeviittauksia on artikkelissa helpompi seurata opinnäytetyön lähdeviittauksiin verrattuna. Opinnäytetyössä näkyvä kappalejako ei LammasWikissä toiminut, vaan teki tekstistä hajanaista ja vaikeasti luettavaa. Syynä oli LammasWikissä käytettävä pienempi fonttikoko sekä opinnäytetyötä kaksi kertaa leveämpi tekstialue, jonka takia alkuperäiset kappaleet muuttuivat riveiksi. Opinnäytetyön kuvat ja taulukot saa artikkelissa klikkaamalla isommaksi.

Linkitin LammasWikin yleisten käytänteiden mukaan luomani sivun myös LammasWikissä jo olemassa oleviin artikkeleihin sekä muokkasin etusivun "uutta LammasWikissä" -osiota ja lisäsin luomani sivun sinne. En hyödyntänyt artikkelissani hyperlinkkejä käsitteiden Wikipediasivuihin, koska muuallakaan LammasWikissä näin ei ollut tehty. Lisäksi huomasin, että luomani sivu ei nouse esiin Google-haulla ensimmäisien joukossa hakusanoilla kasviestrogeeni ja lammas. Googlen hakukoneessa näkyminen on siinä mielessä tärkeää, että suurin osa ihmisistä aloittaa tiedonhaun Googlen hakutoimintoa hyödyntäen. Alettuani ratkaisemaan ongelmaa huomasin myös, että suomenkielisestä Wikipediasta puuttuu kokonaan "kasviestrogeenit" -sivu. Tein itselleni tunnukset LammasWikin lisäksi myös Wikipediaan ja loin sinne "kasviestrogeenit" -sivun, johon sisällytin viittauksen LammasWikiin luomaani artikkeliin. Nyt googlen hakutoiminnolla hakusanoilla kasviestrogeenit ja lammas tai kasviestrogeenit ja tuotantoeläimet, kasviestrogeenien Wikipediasivu nousee toisena esille ja sitä kautta LammasWikin löytää silloinkin, kun sen olemassaolosta ei ole tietoinen. Olisi tietenkin hyvä, jos itse LammasWiki nousisi Googlen hakukoneessa ensimmäisten joukkoon, mutta näin ei jostain syystä käy.

7 TULOKSET

Opinnäytetyön tuloksena luotiin artikkeli ”Lampaille haitalliset tai myrkylliset aineet rehussa ja laitumella – kasviestrogeenit ja hometoksiinit” LammasWiki-verkkosivustolle osoitteeseen http://www.lammaswiki.fi/doku.php?id=lammaswiki:lampaille_haitalliset_tai_myrkylliset_aineet_rehussa_ja_laitumella#mykotoksiinit_eli_hometoksiinit. Artikkelin sisältö (kuvio 9) on tämän opinnäytetyön lukujen 3 ja 4 kanssa lähes identtinen. Luku 2 eli lampaan ruokinta ei ollut tarpeellista lisätä artikkeliin, koska LammasWikissä on lampaiden ruokintaan liittyen omat artikkelinsa. Kuviot ovat samat, mutta kappaleet ovat artikkelissa pidempiä ja lähdeviitteet tekstissä erilaisia. Lisäksi kummankin aihealueen 3 ja 4 alussa on lyhyt tiivistelmä, jonka tarkoitus on auttaa kokonaisuuden hahmottamisessa. Lähdeviitteet ja lähdeluettelo on koottu samalla tavalla kuin itse tietoperustassa eli lähdeviite on tekstissä heti tiedon yhteydessä, jolloin lukija pääsee helposti käsiksi lähdemateriaalin. Wikien viittaustapa eroaa opinnäytetyöstä siten, että lähteisiin pääsee klikkaamalla tekstiviitettä merkkeä numeroa.

Sisällysluettelo
• Lampaille haitalliset tai myrkylliset aineet rehussa ja laitumella - Kasviestrogeenit ja hometoksiinit
• Kasviestrogeenit
• Puna-apilan kasviestrogeenit
• Kasviestrogeenien vaikutus lampaisiin
• Mykotoksiinit eli hometoksiinit
• Torajyvä
• Punahomeet (<i>Fusarium</i> spp.)

KUVIO 9. Artikkelin sisältö LammasWikissä.

Artikkelissa on kaksi lukua, kasviestrogeenit ja hometoksiinit. Kummankin luvun alussa on lyhyt tiivistelmä koko luvusta. Kasviestrogeenit-luvun alussa käydään läpi perustiedot kasviestrogeeneistä, mitä ne ovat, mistä kasveista kasviestrogeeneja löytyy ja mitkä tekijät vaikuttavat kasvien estrogeenipitoisuuteen. Kasviestrogeenit-luvussa on kaksi alaotsikkoa, puna-

apiloiden kasviestrogeenit ja kasviestrogeenien vaikutus lampaisiin. Puna-apiloiden kasviestrogeenit-luvussa käsitellään apiloiden kasviestrogeenejä tarkemmin. Puna-apila tarkastellaan opinnäytetyössä tarkemmin sen takia, että se on Suomessa hyvin yleisesti viljelty valkuaisrehukasvi ja sen kasviestrogeenipitoisuus on muihin rehukasveihin verrattuna suuri. Kasviestrogeenien vaikutus lampaisiin -luvussa perehdytään tarkemmin siihen, miten runsas kasviestrogeenien saanti vaikuttaa lampaisiin.

Hometoksiinit on artikkelin toinen yläotsikko. Alussa koko luvusta on tiivistelmä ja sen jälkeen artikkelissa kerrotaan perustietoja hometoksiineista: mitä ne ovat, miten niitä muodostuu, miten niiden esiintymisen voi ehkäistä ja missä niitä esiintyy. Hometoksiinit-luvussa on neljä alaotsikkoa: torajyvä, punahomeet ja punahomeet-luvun alaotsikot trikotekeenit ja zearalenoni. Torajyvä-luvussa käydään läpi torajyvä ja sen haitat. Punahomeet-luvussa kuvaillaan aluksi punahomeet yleensä, jonka jälkeen luvuissa trikotekeenit ja zearalenoni perehdytään erilaisiin hometoksiineihin tarkemmin.

8 POHDINTA

Opinnäytetyön aihe on ajankohtainen ja osoittautui odotettua paljon mielenkiintoisemmaksi. Kehittämistehtävänä wikisivun tekeminen oli jotain, mitä en ollut koskaan tullut ajatelleeksi. Wikisivun hyviin puoliin kuuluu valmis, ilmainen alusta tietopakettile, helppokäyttöisyys ja se on kaikkien kiinnostuneiden saatavilla. Huonoihin puoliin kuuluu muokattavuus eli kuka tahansa niin halutessaan voi muuttaa luomaani tekstiä tai jopa poistaa sen. Tästä syystä mitään wikisivua ei voi käyttää varsinaisena lähteenä, koska julkaistavaa materiaalia ei arvioida ennen julkaisemista. Wikisivujen lähdeluettelo sen sijaan voi parhaimmillaan olla erinomainen koonti aiheeseen liittyvistä tärkeimmistä lähteistä. Yksi kehittämistehtävän ehdottomista parhaista puolista onkin LammasWikiin luomani sivun lähdeluettelo. Valitettavasti vain muutamassa LammasWikin artikkelissa on lähdeluettelo ollenkaan, joten siihen voisivat toimeksiantajani ProAgria Etelä-Savo sekä muut LammasWikin toimintaan osallistuvat kiinnittää enemmän huomiota. Vaikka LammasWiki sisältääkin paljon tietoa, on varmasti paljon ihmisiä, sekä ammattilaisissa että harrastelijoissa, jotka syventyisivät mielellään aiheisiin tarkemmin. Tästä syystä kattava lähdeluettelo ISBN-numeroineen ja linkkeineen olisi hyvä idea. Mielestäni wikiin voisi myös ladata lampaisiin liittyviä ammattiluentoja.

Tietoperustaa tehdessä haasteita toi eniten tiedonhaku. Varsinkin kasviestrogeeneistä oli ensin vieraskielisen lähdemateriaalin takia hankala muodostaa hyvää kokonaiskuvaa, mutta asian auettua tiedonhaku helpottui huomattavasti. Oman haasteensa lähdemateriaalin etsimiseen toivat maksumuurit. Useat alkuperäiset lähteet tai laajemmat kokonaisuudet opinnäytetyöni aiheesta olivat joko maksumuurin takana tai vaativat jonkun organisaation tunnuksia aineiston lukemista varten. Ratkaisin ongelman käyttämällä lähes pelkästään open access -lähteitä ja alkuperäisen lähteen ollessa ulottumattomissa varmistin tiedon useasta toissijaisesta lähteestä.

Mielestäni aiheen rajaus oli siltä osin epäonnistunut, että opinnäytetyön aihe ja sitä kautta kehittämistehtävän laajuus oli liikaa yhteen opinnäytetyöhön. Jos tekijöitä olisi ollut kaksi, niin asia olisi tietenkin eri. Myrkylliset kasvit sekä niiden vaikutukset lampaisiin rajattiin opinnäytetyöstä pois sillä perusteella, että niiden aiheuttamat ongelmat ovat satunnaisempia eivätkä oletettavasti aiheuta samanlaisia taloudellisia menetyksiä Suomessa kasviestrogeenien ja hometoksiinien haittoihin verrattuna. Olen kuitenkin sitä mieltä, että vaikka tässä opinnäytetyössä myrkyllisiin

kasveihin ei perehdytä, aiheesta voisi laatia opinnäytetyönä LammaskWikiin esimerkiksi tulostettavan oppaan, jonka avulla kasvien tunnistaminen pelto-olosuhteissa kävisi vaivattomasti.

LÄHTEET

ABL Technology 2019. Coumestrol | CAS-number: 479-13-0. Viitattu 7.11.2019.

<https://www.albtechnology.com/coumestrol-cas-479-13-0.html>

Adhikari, A., Adhikari, M., Al-Khedhairi, A. A., Choi, E. H., Kausnik, N. K., Kausnik N. & Negi, B. 2017. T-2 mycotoxin: toxicological effects and decontamination strategies. Viitattu 18.5.2020.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5464924/#>

Alanco, M., Hakomäki, S., Johansson, A., Leskinen, U.-M., Näykki, S. & Rautiainen, J. 2015. Lampaiden ja uuhien luonnonmukaisen tuotannon hyvät toimintatavat. ProAgrian hankejulkaisut 3. Viitattu 31.5.2020.

https://lammasyhdistys.fi/wp-content/uploads/2016/03/hyv%C3%A4t_toimintatavat_luomu.pdf

Alanco-Ollqvist, M. 2019. LaTu-hanke – Ruokinnan koulutuspäivä. ProAgria Etelä-Pohjanmaa. PowerPoint-esitys. Viitattu 31.5.2020.

<https://www.aitomaaseutu.fi/media/LaTu-hanke-Ruokinta-koulutus%C3%A4iv%C3%A4-13112019-pdf-pak.pdf>

Alshannaq, A. & Yu, J-H. 2017. Occurrence, Toxicity, and Analysis of Major Mycotoxins in Food. International Journal of Environmental Research and Public Health 14 (6). Viitattu 5.5.2020.

<https://www.mdpi.com/1660-4601/14/6/632/htm>

Asola, A., Hietaniemi, V., Holopainen, U., Jestoi, M., Kaukoranto, T., Laitila, A., Parikka, P., Rämö, S., Sarlin, T. & Virkajärvi, V. 2014. *Fusarium*-homeet viljassa. Homeen tartunta ja toksiinien muodostuminen sekä sadon toksiiniriskin hallinta. MTT Jokioinen. Viitattu 6.5.2020.

<https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/484746/mttraportti153.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Aspinall, S. M., Dell'Aquila, C., Kuhnle, G. G. C. & Runswick, S. A. 2009. Phytoestrogen content of fruits and vegetables commonly consumed in the UK based on LC-MS and 13C-labelled standards. Food Chemistry 116(2), s. 542-554. Viitattu 28.5.2020.

https://www.researchgate.net/publication/222325632_Phytoestrogen_content_of_fruits_and_vegetables_commonly_consumed_in_the_UK_based_on_LC-MS_and_13C-labelled_standards

Badea, A., Baines, D., Bürstmayr, H., Bürstmayr, M., Foroud, N. A., Gagkaeva, T. Y., Steiner, B. & Thakor, N. 2019. Trichothecenes in Cereal Grains – An Update. *Toxins* 11 (11). Viitattu 18.5.2020. <https://www.mdpi.com/2072-6651/11/11/634/htm>

Batterham, T.J., Braden, A.W.H., Hart, N.K. & Lamberton, J.A. 1965. Metabolism of oestrogenic isoflavones in sheep. *Nature* 206(4983): 509.

Bernes, G., Gustavsson, A-M. & Höjer, A. 2017. Innehåll av fytoöstrogeen i olika rödklöversorter. Sweriges lantbruksuniversitet. Rapport 1/2017. Viitattu 23.1.2019, https://pub.epsilon.slu.se/14507/1/bernes_g_et_al_170718.pdf

Coulombe, R. A. Jr. 1993. Biological action of mycotoxins. *Journal of Dairy Science* 76 (3). Viitattu 5.5.2020. https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1034&context=advs_facpub

Dadáková, K., Kašparovská, J., Kašparovský, T. & Křížová, L. 2019. Isoflavones. *Molecules* 24 (6). Viitattu 28.5.2020. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6470817/>

Edgar181 2008. Chemical structure of equol. Viitattu 11.12.2019. https://en.wikipedia.org/wiki/Equol#/media/File:Equol_structure.png

Faldyna, M., Hlavová, K., Hodkovicová, N., Levá, I., Matiašovic, J., Šťastný, K., Štěpánová, H. & Vicenová, M. 2020. Minimal Concentrations of Deoxynivalenol Reduce Cytokine Production in Individual Lymphocyte Populations in Pigs. *Toxins* 12(3). Viitattu 28.5.2020. <https://www.mdpi.com/2072-6651/12/3/190/htm>

Foroud, N. A. & Eudes, F. 2009. Trichothecenes in Cereal Grains. *International Journal of Molecular Sciences* 10 (1). Viitattu 11.5.2020. <https://www.mdpi.com/1422-0067/10/1/147/htm>

Górniak, S. L., Hueza, I. M., Latorre, A. O., Raspantini, L. E. R. & Raspantini, P. C. F. 2014. Zearalenone, an Estrogenic Mycotoxin, Is an Immunotoxic Compound. *Toxins* 6 (3). Viitattu 28.5.2020. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3968378/#>

Hallikainen, A., Hietaniemi, V., Hirvonen, T., Kartio, M., Koivisto, T., Kronberg-Kippilä, C., Liukkonen, K.H., Ovaskainen, M.-L., Rautala, T., Rämö, S. & Sinkko, H. 2008. Fusarium-toksiinit: saanti viljasta ja viljatuotteista aikuisilla Suomessa. Eviran tutkimuksia 5/2008. Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Viitattu 11.5.2020.

https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/julkaisusarjat/tutkimukset/riskiraportit/fusarium_toksiinit_saanti-viljasta-ja-viljatuotteista-aikuisilla-suomessa_5_2018.pdf

Hannukkala, A. 2020. Torajyväsieni (*Claviceps purpurea*). Vieraslajit.fi. Viitattu 13.1.2020.

<https://www.vieraslajit.fi/lajit/MX.52915/show>

Heltelä, S. & Saastamoinen, N. 2014. Tosilampurin tietolaari – kohti kuluttajälähtöistä lammastuotantoa. Viitattu 4.9.2020.

<https://www.proagria.fi/hankkeet/tosilampurin-tietolaari-4287>

Hooper, A. P. & Welch, J. G. 1988. Ingestion of Feed and Water. Teoksessa D. C. Church (toim.) The Ruminant Animal – Digestive Physiology and Nutrition. New Jersey, USA: Prentice Hall, 108–116.

Huuskonen, A. & Koivunen, E. 2018. Lymyileekö rehussa salakavala vaara? Nauta 2018 (2). Viitattu 19.11.2019.

https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipaikat/ruukki/Tietopankki/Peltokasvituotanto/Nurmikasvit/Nauta_lehti%202018%20hometoksiinit.pdf

Huuskonen, A. 2018. Mykotoksiinit säilörehussa. ProAgria Maitovalmennus 2018. PowerPointesitys. Luonnonvarakeskus (LUKE). Viitattu 5.5.2020.

https://proagria.fi/sites/default/files/attachment/mykotoksiinit_sailorehussa_arto_huuskonen_luke.pdf

Isolahti, M., Mustonen, E., Nykänen-Kurki, P., Saastamoinen, I., Saloniemi, H., Tuori, M. & Vanhatalo, A. 2009. Puna-apilalajikkeiden kasviestrogeenit. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 21. Viitattu 18.11.2019.

<https://journal.fi/smst/article/view/76047/37391>

Kallela, K., Saastamoinen, I. & Saloniemi, H. 1993. Study of the phytoestrogen content of goat's rue (*Galega orientalis*), alfalfa (*Medicago sativa*) and white clover (*Trifolium repens*). Agricultural Science Finland 2/1993. Viitattu 23.1.2019.

<https://journal.fi/afs/article/view/72677/34466?acceptCookies=1>

Karjalainen, M. 2008. Märehtijöiden rehujen isoflavonit ja niiden pitoisuudet plasmassa. Eläinlääketieteen lisensiaatin tutkielma. Helsingin yliopisto, eläinlääketieteellinen tiedekunta. Viitattu 29.5.2020.

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/8321/lisensiaatin_tutkielma_Karjalainen_Marika_2008.pdf?sequence=3&isAllowed=y

KWS Scandinavia A/S. 2020. Rukiin torajyvä. Viitattu 24.8.2020.

kws.com/fi/fi/neuvonta/kasvunhallinta/kasvitaudit/torajyvae/

NaturCom 2019a. Puna-apila. Viitattu 28.11.2019.

<https://naturcom.fi/tuote/apilat/puna-apila/>

NaturCom 2019b. Valkoapila. Viitattu 28.11.2019.

<https://naturcom.fi/tuote/apilat/valkoapila/>

NEUROtiker 2007. Structure of estradiol. Viitattu 11.12.2019.

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Estradiol.svg>

Omurtag, G. Z. & Yazar, S. 2008. Fumonisin, Trichothecenes and Zearalenone in Cereals. International Journal of Molecular Sciences 9 (11). Viitattu 5.5.2020.

<https://www.mdpi.com/1422-0067/9/11/2062/htm>

ProAgria. 2019. Monivuotiset rehunurmet vihkotuloste. Tieto tuottamaan -sarja. Viitattu 20.12.2019.

https://proagria.fi/sites/default/files/attachment/monivuotiset_nurmet_vihkotulostus_2.pdf

Reed, K. F. M. 2016. Fertility of Herbivores Consuming Phytoestrogen-containing Medicago and Trifolium Species. Agriculture 6 (3), 35. Viitattu 10.11.2019.

<https://www.mdpi.com/2077-0472/6/3/35/htm>

Ruokavirasto 2019. Suomen kasvilajiketiedote. 4:2019. Viitattu 20.12.2019.

https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/suomen-kasvinlajiketiedote/tiedote_2019_4.pdf

ScienceDirect 2014. Biotic Stress. Viitattu 10.11.2019.

<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/biotic-stress>

Seppälä, A. 2020. Nurmen säilönnän haasteiden hallinta – Rehun säilönnän perusteet ja säilöntäaineen annostuksen vaikutus rehun laatuun. MTT Jokioinen. PowerPoint-esitys. Viitattu 31.5.2020.

https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/481143/Sepp%C3%A4%C3%A4s%C3%A4il%C3%B6nn%C3%A4n%20perusteet%20lampureille_2013.pdf?sequence=1

Skwaryło-Bednarz, B. & Mielniczuk, E. 2020. Fusarium Head Blight, Mycotoxins and Strategies for Their Reduction. Agronomy 10 (4). Viitattu 6.5.2020.

<https://www.mdpi.com/2073-4395/10/4/509/htm>

Vilja-alan yhteistyöryhmä 2015. Yhteenveto viljan hometoksiiniseurannasta ja tuloksista viime vuosilta sekä tarpeet seurannan kehittämiseksi ja hyödyntämiseksi. Maa- ja metsätalousministeriö. Viitattu 25.5.2020.

https://www.vyr.fi/document/1/63/6ef8d20/viljan_3a17dc4_Turvallisuusraportti_web.pdf