

LAMPAAN RUUANSULATUSKANAVAN LOISTEN ESIINTYMINEN SUOMESSA

Laura Tarvainen
Lisensiaatin tutkielma

Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen laitos
Eläinlääketieteellinen tiedekunta
Helsingin yliopisto
2009



Tiedekunta - Fakultet – Faculty Eläinlääketieteellinen tiedekunta		Laitos - Institution – Department Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen laitos	
Tekijä - Författare – Author Tarvainen Laura, Annika			
Työn nimi - Arbetets titel – Title Lampaan ruuansulatuskanavan loisten esiintyminen Suomessa			
Oppiaine - Läroämne – Subject Sisätaudit			
Työn laji - Arbetets art – Level Eläinlääketieteen lisensiaatin tutkielma		Aika - Datum – Month and year 11.5.2009	Sivumäärä - Sidoantal – Number of pages 48
<p>Tiivistelmä - Referat – Abstract</p> <p>Tässä työssä tutkittiin lampaiden ruuansulatuskanavan loisten esiintymistä Suomessa. Loisten esiintymistiedoista on hyötyä lampaiden terveydenhuollon parissa työskenteleville ihmisille. Loisten aiheuttamat vahingot lampaille vaihtelevat johtuen loislajista ja loisten lukumäärästä, sekä lampaan omista ominaisuuksista. Yleensä loissairaudet vaivaavat nuoria eläimiä, sillä iän myötä lampaiden vastustuskyky eri loislajeja vastaan kehittyy. Loiset voivat vaikuttaa lampaiden taloudelliseen tuotokseen muun muassa hidastuneen kasvun tai huonon villanlaadun kautta. Loislääkityksiin on syytä Suomessakin kiinnittää huomiota, sillä lääkitykset ovat tärkein resistenttien loiskantojen syntymiseen vaikuttava tekijä.</p> <p>Lampailla oletettiin esiintyvän paljon ruuansulatuskanavan loisia. Tutkittuja ulostenäytteitä oli 262 kappaletta, joista 182 kpl oli karitsoista eli alle vuoden ikäisistä eläimistä ja 70 kpl aikuisista lampaista. Näytteitä oli 24:ltä eri tilalta ja ne otettiin teurastuksen yhteydessä syksyllä 2004 (202 kpl) ja keväällä 2005 (60kpl). Näytteet tutkittiin modifioidulla McMaster-menetelmällä. Menetelmä on kvantitatiivinen ja perustuu loisen munan kellumiseen nesteessä, jonka ominaispaino on suurempi kuin loisenmunan paino. Loiset eroteltiin kuuteen eri ryhmään seuraavasti (kokonaisesiintyvyys prosentit näkyvissä): <i>Moniezia</i> 8,0 % (eli lampailla <i>Moniezia expansa</i>), kokkidit 80,9 % (sis. kaikki löydetyt <i>Eimeria</i>-lajit), <i>Strongyloides</i> 47,7 % (sis. <i>Strongyloides</i>-tyyppiset munat, joista lampailla esiintyy <i>S. papillosus</i>), <i>Nematodirus</i> 10,7 % (eli <i>Nematodirus</i> spp.), "Trichostrongylus" 47,3 % (sis. Trichostrongyloidea- ja Strongyloidea-yläheimojen loiset lukuun ottamatta <i>Nematodirus</i>-suvun loisia) ja muut ryhmän 1,1 % (sis. kaikki ne loiset joita ei pystytty sijoittamaan edellä mainittuihin ryhmiin). Tutkimuksessa ei todettu yhtään tilaa, jolla ei olisi ollut loisia. Yksittäisiä eläimiä, joilla ei havaittu loisia oli 7,6 %. Kokkidit olivat yleisin loisryhmä karitsoilla (98,4 %). Myös aikuisilla lampailla oli eniten kokkideja (54,3 %) tosin "Trichostrongyluksia" (54,3 %) oli vastaava määrä. Verrattaessa loisten esiintymistä aikuisilla lampailla ja karitsoilla havaittiin odotetusti loisten olevan huomattavasti yleisempiä karitsoilla. Ryhmien "Trichostrongylus" (aikuisilla 54,3 %, karitsoilla 62,3 %) ja muut (aikuisilla 1,4 %, karitsoilla 1,6 %) kohdalla erot eivät olleet yhtä suuria kuin muilla ryhmillä. Syksyn ja kevään näytteiden vertailu tehtiin karitsoilla, koska keväällä ei saatu aikuisten eläinten näytteitä. Loisia esiintyi keväällä odotetusti vähemmän kuin syksyllä. Loistartuntojen voimakkuudet vaihtelivat ja yksittäisillä kliinisesti terveillä eläimillä oli voimakkaitakin tartuntoja. Tilojen loistilanteen selvittäminen loishäätölääkityksiä suunniteltaessa olisikin tarpeellista. Näin voidaan suunnitella ja suunnata lääkityksiä paremmin eri eläinryhmille, jolloin turhia lääkityksiä voidaan välttää.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords loinen, lammas,kokkidi, <i>Eimeria</i> , <i>Moniezia</i> , <i>Strongyloides</i> , <i>Nematodirus</i> , <i>Trichostrongylus</i>			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Viikin tiedekirjasto			
Työn valvoja (professori tai dosentti) ja ohjaaja(t) – Instruktor och ledare – Director and Supervisor(s) Soveri Timo, Mustonen Katja ja Näreaho Anu			

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	3
2	LAMPAIDEN RUUANSULATUSKANAVASSA ESIINTYVÄT LOISET ...	5
2.1	Alkueläimet -Protozoa.....	6
2.1.1	<i>Eimeria</i> spp.....	7
2.1.2	<i>Cryptosporidium</i> spp.....	8
2.2	Heisimadot -Cestoda	9
2.2.1	<i>Moniezia expansa</i>	10
2.3	Imumadot –Trematoda	10
2.3.1	<i>Fasciola hepatica</i>	11
2.3.2	<i>Dicrocoelium dendriticum</i>	13
2.4	Pyörö- eli sukkulamadot –Nematoda	14
2.4.1	Strongyloidea- ja Trichostrongyloidea -yläheimot.....	15
2.4.2	Ancylostomatoidea -yläheimo	21
2.4.3	Metastrongyloidea-yläheimo	22
2.4.4	Rhabditoidea-yläheimo.....	23
3	DIAGNOSTIIKKA	25
3.1	Ulostenäytteen käsittely.....	25
3.2	Ulostenäytteen tutkiminen	25
3.2.1	Suora mikroskopointi	26

3.2.2	Flotaatiomenetelmät	26
3.2.3	Sedimentaatiomenetelmät	27
3.2.4	Pyörömatojen toukkien kasvatus.....	28
3.2.5	Madonmunien tunnistaminen.....	29
4	LOISTARTUNTOJEN ENNALTAEHKÄISY JA HOITO.....	30
4.1	Lampaiden vastustuskyky loistartuntoja vastaan.....	30
4.2	Laidunnus, laidunkierto ja yleinen hygienia.....	30
4.3	Loislääkitys.....	31
4.4	Loislääkeresistenssi	33
5	LAMPAIDEN SISÄLOISTEN ESIINTYVYYS	35
6	AINEISTO JA MENETELMÄT	37
6.1	Ulostenäytteet	37
6.2	Modifioitu McMaster-menetelmä	39
7	TULOKSET.....	40
8	POHDINTA.....	43

1 JOHDANTO

Suomen lammastalous on pientä verrattuna suuriin lampaankasvattaja-maihin kuten Uuteen-Seelantiin, jossa lampaista oli vuonna 2007 n. 38,5 miljoonaa ja lammastalouden tuotteet ovat merkittäviä vientituotteita (Uuden-Seelannin hallitus 2008). Suomessa lammastiloja oli vuonna 2007 maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen tilastojen mukaan 1885 kpl ja niillä oli lampaista yhteensä 119 252 kpl (MMM 2008). Suomen suosituin lammasrotu oli alkuperäisrotumme suomenlammas (Proagria 2008). Suomenlampaan harvinaisia kantoja ovat Kainuunharma ja Ahvenanmaanlammas (Tannermäki 2007). Muita Suomessa kasvatettavia lammasrotuja ovat mm. hollantilainen Texel, norjalainen Rygja ja englantilaiset Oxford down ja Dorset (Proagria 2008, Tannermäki 2007). Suomessa lampaat astutetaan yleensä syksyllä, jolloin ne karitsoivat keväällä ja karitsat teurastetaan syksyllä laidunkauden jälkeen. Vain pienellä osalla tiloista uuhet karitsoivat useammin kuin kerran vuodessa. Lampaista teurastetaan eniten syksyllä noin 60 %, noin 20 % teurastetaan keväällä ja loput noin 20 % kesällä ja talvella. (Tannermäki 2007)

Lampailla esiintyy usein loisia. Loisten aiheuttamat vahingot lampaille vaihtelevat johtuen loislajista ja loisten lukumäärästä, sekä lampaan omista ominaisuuksista kuten iästä, ravitsemustilasta ja muista vastustuskykyyn vaikuttavista asioista. Jotkut loistartunnat ovat käytännössä terveille eläimille täysin harmittomia, mutta toiset voivat aiheuttaa vakavan kuolemaan johtavan sairastumisen. Yleensä loissairaudet vaivaavat nuoria eläimiä, sillä iän myötä lampaiden vastustuskyky eri loislajeja vastaan kehittyy. (Taylor 2007)

Lampaan loiset voidaan ryhmitellä eri tavoilla. Pääryhminä voidaan pitää alkueläimiä, matoja ja niveljalkaisia. Madot voidaan jakaa vielä laakamatoihin (heisimadot ja imumadot) ja sukkula- eli pyörömatoihin. (Saari & Nikander 2007) Tässä tutkimuksessa keskityttiin ainoastaan ruuansulatuskanavan loisiin. Lampaiden ruuansulatuskanavassa voi elää useita alkueläin- ja matolajeja. Niiden merkitys lampaiden terveydelle vaihtelee. On selvää, että loiset voivat vaikuttaa lampaiden taloudelliseen tuotokseen mm. hidastuneen kasvun tai huonon villanlaadun kautta. (Taylor ym. 2007) Maailmalla tärkein lampaiden loinen on sukkulamato *Haemonchus contortus* (Helminen 2003), joka voi aiheuttaa vakavia tappioita lisäten mm. lampaiden kuolleisuutta merkittävästi. Myös

muita ruuansulatuskanavan sukkulamatoja ja kokkideja pidetään haitallisina. *H. contortus*-madon ja muiden sukkulamatojen vaarallisuutta lisää niiden yleinen loislääkeresistenssi. Tietyillä alueilla loiset voivat olla resistenttejä kaikille käytössä oleville loislääkeryhmille. Loislääkitykset ovat tärkein tekijä resistenttien loiskantojen syntymiseen, sillä ilman lääkityksiä ei olisi olemassa valintapainetta loisten lääkeneresistenssille. Lampaiden tilanne on erityisen huolestuttava, sillä pienten märehäntijöiden loiset kehittyvät herkästi loislääkkeille resistenteiksi. (Taylor ym. 2007) Syynä tähän pidetään muunmuassa sitä, että vuohien loislääkemetabolia eroaa muista lajeista ja vuohien resistentit loiskannat voivat helposti siirtyä lampaisiin lisäten näin lampaissa esiintyvien resistenttien loisten määrää (Schnyder ym. 2005).

Tässä tutkimuksessa oli tavoitteena selvittää teurastamolta kerätyistä ulostenäytteistä lampaiden ruuansulatuskanavan loisten esiintymistä Suomessa. Tekijöiden tiedossa ei ollut aiemmin tehtyä vastaavan laajuista lampaiden loiskartoitusta Suomessa. Loisten esiintymistiedoista voi olla hyötyä muunmuassa annettaessa yleisiä ohjeita lampaiden loislääkesuosituksista. Toivomme tutkimuksen innostavan lampaiden kanssa työskenteleviä ihmisiä selvittämään tilojensa loistilannetta, sillä ulostenäytetutkimus loishäätösuunnitelmia tehtäessä olisi oleellinen edistysaskel kohti perustellumpia lääkityksiä. Loislääkityksiin on syytä Suomessakin kiinnittää huomiota maailmalla vallitsevan lääkeresistenssitilanteen vuoksi. Tämä tutkimus suoritettiin eläinlääketieteellisen tiedekunnan kliinisen tuotantoeläinlääketieteen laitoksella syksyn 2004 ja kevään 2005 aikana. Tutkittuja näytteitä oli yhteensä 262 kappaletta. Näytteistä tutkittiin ruuansulatuskanavan loisten esiintyvyys modifioidulla McMaster-menetelmällä.

2 LAMPAIDEN RUUANSULATUSKANAVASSA ESIINTYVÄT LOISET

Lampailla esiintyy useita ruuansulatuskanavanloisia, lisäksi ulosteista voi löytyä muidenkin sisäloisten kuten keuhko- ja maksamatojen munia tai toukkia. Keuhko- ja maksamadot käyttävät ruuansulatuskanavaa reittinään ulos lampaan elimistöstä.

Suomessa, alkueläimiin kuuluvat kokkidit, ovat yleisiä myös terveillä lampailla, ne aiheuttavat tautia vain harvoin. Sukkulamadot ovatkin kaikkein tärkein loisongelmien aiheuttajaryhmä Suomessa. Juoksutusmahan madoista *Haemonchus contortus* on maailmalla tärkein lampaanloinen. (Helminen 2003, ETU 2008) Sitä esiintyy Suomessa ainakin Etelä-Suomesta Hailuotoon saakka. *H. contortus* selviytyy Suomen oloissa talvesta vain lampaissa olevien lepomuotojen avulla, eikä se ainakaan toistaiseksi ole aiheuttanut yksittäisiä lampaiden kuolemiin johtaneita epidemioita suurempia ongelmia. Lampaan juoksutusmahamadoista merkittäviä ovat myös *Teladorsagia circumcincta* ja *Trichostrongylus axei*. (Oksanen 2008) Muualla suolistossa esiintyvistä loisista *Nematodirus* spp. ja muut *Trichostrongylus* -lajit voivat aiheuttaa merkittävää kasvun heikkenemistä (Helminen 2003, ETU 2008). Suomessa tavataan toisinaan lieviä *Strongyloides papillosus* tartuntoja (Oksanen 2008). Myöskään keuhkomatojen kliininen merkitys ei ole Suomessa suuri (ETU 2008). Lampaan heisimadot *Moniezia* spp. eivät nykytietämyksen mukaan ole kliinisesti kovin merkittäviä. Maksamadoista iso maksamato eli *Fasciola hepatica* on Suomessa harvinainen, koska se tarvitsee kosteassa viihtyvän limakotilon väli-isännäkseen. Laidunolosuhteiden muututtua väli-isännälle suotuisiksi voi iso maksamato aiheuttaa ongelmia. Pieni maksamato tarvitsee myös väli-isäntiä, mutta nämä eivät ole riippuvaisia kosteudesta. (Helminen 2003, ETU 2008) Pienet maksamadot aiheuttavat lähinnä maksojen teurashylkäyksiä erityisesti lounaissaariston lampaille (Oksanen 2008). Loisten taudinaiheutuskykyyn vaikuttaa olennaisesti myös niiden määrä (Taylor ym. 2007). Eri matolajit eroavat huomattavasti munantuotannossaan. Loisten munien määrästä voidaan kuitenkin arvioida aikuisten matojen olemassaoloa ja lääkityksen tarvetta (Oksanen 2008)

2.1 Alkueläimet -Protozoa

Protozoat ovat yksisoluisia alkueläimiä, joista suurin osa elää vapaana ilman isäntäeläintä. Parasiitteina elävistä lajeistakin vain harvat aiheuttavat isäntäeläimen sairastumisen. (Bowman 1999) Alkueläimet ovat eukaryootteja eli niillä on tuma, joka erottaa ne esimerkiksi bakteereista. Niillä on perussolurakenteen lisäksi usein erilaisia liikkumisen mahdollistavia rakenteita. Ravintonsa loisivat alkueläimet ottavat yleensä pinosytoosin tai fagosytoosin avulla. (Taylor ym. 2007)

Alkueläimet voivat lisääntyä suvuttomasti eri tavoin. Yleisiä tapoja ovat kahtia jakaantuminen ja merogonia, jossa ensin tuma jakaantuu useita kertoja ja sitten jokainen tuma saa oman osansa solulimasta. (Taylor ym. 2007) Useimpien loisivien alkueläinten elämänkiertoon liittyy kuitenkin jossain vaiheessa suvullinen lisääntyminen, jota kutsutaan gametogoniaksi (Bowman 1999). Esimerkki suvullisesta lisääntymisestä on kuvattu kohdassa 2.1.1 *Eimeria* spp..

Alkueläinryhmiä on useita ja ne voidaan jaotella monella eri tavalla. Usein alkueläimet jaetaan ryhmiin niiden liikkumiskyvyn perusteella. (Saari & Nikander 2006) Tällä perusteella saadaan neljä alajaksoa: Sarcomastigophora, Apicomplexa, Ciliophora ja Microspora. Sarcomastigophora-alajakso jakautuu vielä kahteen luokkaan: Sarcodina-alkueläimet liikkuvat valejalkojen avulla ja Mastigophora-alkueläimet liikkuvat yhden tai useamman flagellan avulla. Ciliophora-alkueläimet käyttävät liikkumiseen ripsiä eli cilioita. Kaikki Microspora-alkueläimet ovat solunsisäisiä loisia eivätkä pysty elämään itsenäisesti. Apicomplexa-ryhmältä (entinen Sporozoa) puuttuvat selkeät loisen liikkumiseen tarkoitetut rakenteet. (Taylor ym. 2007) Tähän alajaksoon kuuluu joitakin tärkeimmistä patogeenisistä alkueläinloisista, kuten muunmuassa *Eimeria*, *Cryptosporidium* ja *Toxoplasma*. *Toxoplasma gondii* on kissaeläinten loinen, jonka väliisäntänä lammas voi toimia. *T. gondii* aiheuttaa lampailla abortteja, jos infektiota tapahtuu myöhäisessä vaiheessa voivat karitsat syntyä heikkoina ja kärsiä hermosto-oireista. (Jones ym. 1997) Lampaiden ulostenäytteistä voi löytyä mm. seuraavia patogeenisiä alkueläinlajeja: kokkideista *E. crandallis* ja *E. ovinoidalis* (Gregory ym. 1980, Taylor ym. 2007) ja kryptosporideista *C. parvum* (Martin & Aitken 2000, Radostits ym. 2000).

2.1.1 *Eimeria* spp.

Yksisoluisten *Eimeria*-lajien ookystien koko vaihtelee huomattavasti pituus 14-47 µm ja leveys 10-32 µm. Eri lajit lisääntyvät eri osissa suolistoa solunsisäisinä loisina. (Martin & Aitken 2000)

Eimeria-lajien elämänkiertoon kuuluu sekä suvuton että suvullinen lisääntyminen. Suvullisessa lisääntymisessä syntyvät ookystat vapautuvat ympäristöön lampaan ulosteiden mukana. Ookysta sporuloiuu parissa päivässä (-viikossa) sopivissa olosuhteissa. Sporuloitumiseen vaikuttaa mm. sopiva kosteus, lämpötila ja hapen määrä. Sporulaatiossa ookystan tuma jakautuu kahtia kaksi kertaa ja yhdessä jakautuneen protoplasman eli alkuliman kanssa nämä neljä tumaa muodostavat ookystan sisään neljä kappaletta soikeita sporoblasteja. Jokaisen sporoblastin ympärille muodostuu kapseli ja tämän jälkeen sporoblasteja kutsutaan sporokystiksi. Sporokystien sisällä alkulima jakautuu vielä kerran, jolloin muodostuu banaaninmuotoisia sporozoiitteja. Ookystaan muodostuu siis jakautumisten seurauksena lopulta yhteensä 8 kappaletta infektiivisiä sporozoiitteja. Tartunta tapahtuu lampaan syödessä sporuloituneen ookystan, jolloin sporozoiitit vapautuvat ja tunkeutuvat suolen solujen epiteeliin tai lamina propriaan. (Bowman 1999)

Sporozoiittien tunkeutumisesta suoleen alkaa suvuttoman lisääntymisen vaihe. Suoleen tunkeutumiskohta (ohutsuoli / paksusuoli) ja solutyypit vaihtelevat *Eimeria*-lajista toiseen. Suolen soluun tunkeutunutta muotoa sanotaan trophozoiitiksi. Trophozoiitti kasvaa ja siitä tulee ensimmäisen polven schizontti. Schizontti tuottaa ensimmäisen polven merozoiitteja, jotka rikkovat tiensä ulos soluista ja tunkeutuvat uusiin eri kohdassa suolta sijaitseviin ja erityyppisiin soluihin kuin sporozoiitit. Soluihin tunkeuduttuaan merozoiiteista tulee toisen polven schizontteja. Tämä suvuton jakautumisiin perustuva lisääntyminen voi jatkua useiden sukupolvien ajan, mutta rajoittuu yleensä merkittävillä *Eimeria*-lajeilla kahteen tai kolmeen sukupolveen. (Bowman 1999)

Suvullinen lisääntyminen alkaa, kun viimeinen merozoiitti tunkeutuu uuteen soluun ja kehittyy joko uros- tai naarassukusoluksi. Naaraspuolinen sukusolu makrogametosyytti laajenee ja kerää ravinteita, sen tuma ei jakaannu vaan laajenee. Urospuolisen sukusolun mikrogametosyytin tuma jakaantuu useita kertoja ja siitä tulee monitumainen. Urossolun jokainen tuma irrottautuu lopulta yksitumaiseksi kaksois-flagellalla

varustetuksi mikrogameetiksi. Mikrogameetti hedelmöittää paikallaan pysyvän makrogameetin, jolloin tuma-ainesten yhdistyessä muodostuu hedelmöittynyt munasolu eli tsygootti. Ookysta muodostuu, kun tsygootin ympärille rakentuu suojaava seinämä. Ookysta vapautuu isäntäsolun revetessä ja poistuu ulosteen mukana. Elämänkierto on valmis alkamaan uudelleen. (Bowman 1999) Elämänkierto vaihtelee *Eimeria*-lajista riippuen 2-3 viikkoon pitäen sisällään ajan ookystan syömisestä uusien munien eritykseen (Martin & Aitken 2000).

Eimeria-lajien aiheuttamaa sairautta kutsutaan kokkidioosiksi. Stressi liittyy usein kliinisen kokkidioosin puhkeamiseen (Pugh 2002). Karitsat sairastuvat kokkidioosiin yleensä 4-8 viikon ikäisinä, sairastumishuipun ollessa noin kuuden viikon kohdalla. Oireina ovat akuutti ripuli, johon voi liittyä ulosteiden verisyys, karitsoiden vaisuus, vatsakipu ja syömättömyys. Oireet johtavat kuivumiseen ja huomattavaan painon ja kunnan laskuun. Hoitamattomana kokkidioosin aiheuttama kuivuminen voi johtaa karitsoiden kuolemaan. (Jones ym. 1997, Martin & Aitken 2000, Taylor ym. 2007) Kokkidioosi voi joskus aiheuttaa kuoleman jo niin varhaisessa vaiheessa ettei ookystia vielä ole ulosteessa (Bowman 1999).

Kokkidioosi on itsestään rajoittuva sairaus, sillä loispopulaatio kasvaa huippuunsa ja häviää tai vähenee hyvin pieneen määrään isäntäeläimen kehittäessä immuunivasteen (Bowman 1999). Immuunivaste on riippuvainen *Eimeria*-lajista ja sen teho vaihtelee. Reeg ym. (2005) tutkimuksen mukaan maternaaliset vasta-aineet eivät kuitenkaan riitä suojaamaan infektiolta. Immunitetti koostuukin humoraalisesta ja sellulaarisesta osasta. Näistä sellulaarinen vaste on tärkeämpi vastustuskyvyssä uusia infektiota vastaan (Radostits ym. 2000). Kokeellisesti sairastuminen on voitu estää antamalla patogeenisten kokkidilajien ookystia vastasyntyneille karitsoille. Näissä kokeissa annostelu on uusittu muutaman viikon ikäisille karitsoille. (Oksanen 2008) Kliinisesti merkittävänä ookysta-määränä märehijöillä pidetään 5000 ookystaa grammassa ulostetta (Bowman 1999). Huomioitavaa on myös, että täysin terveet eläimet voivat erittää suuria määriä *Eimeria*-ookystia (Bowman 1999, Radostits ym. 2000).

2.1.2 *Cryptosporidium* spp.

Kryptosporidit ovat muita kokkideja huomattavasti pienempiä yksisoluisia alkueläimiä. Niiden ookystat ovat halkaisijaltaan 4-5 µm. Loiset lisääntyvät ohutsuolen soluissa. (Martin & Aitken 2000)

Cryptosporidium-lajeilla on kokkideille tyypillinen elämänkierto, joka on kuvattu kappaleessa 2.1.1 *Eimeria* spp. (Jones ym. 1997). Muista kokkideista elämänkierto poikkeaa siten, että ookystat voivat sporuloitua elimistössä ja sporozooitteja ookystattassa on neljä kappaletta (Radostits ym. 2000). Kryptosporidit ovat autoinfektiivisiä ja zoonoottisia (Bowman 1999). Useimmiten lammaskannat ovat kuitenkin ihmisille vaarattomia (Oksanen 2008).

Kryptosporidium-tartunta vaikuttaa olevan ikäriippuvainen, niin että nuoret karitsat sairastuvat yleensä 7-10 päivän ikäisinä. Karitsat voivat kuitenkin sairastua jo aiemmin noin 4-5 päivän ikäisinä. Oireina ovat akuutti ripuli ja ruokahaluttomuus. Oireisiin voi liittyä vaisuus ja vatsaontelokipu. Ripuli alkaa yleensä samana päivänä kuin ookyastien erityis ja kestää useita päiviä. Karitsat voivat voimakkaissa infektioidissa kuolla muutaman päivän kuluttua oireiden alkamisesta. (Martin & Aitken 2000, Taylor ym. 2007) Varsinaista hoitoa tartuntaan ei ole. Kuten muitakin kokkideja myös *C. parvum*-oocyttia voi olla täysin terveillä eläimillä (Radostits 2000).

2.2 Heisimadot -Cestoda

Heisimadot ovat nauhamaisia ja niiltä puuttuu ruuansulatuskanava. Ruoka absorboidaan ravinteidenottoon erikoistuneen ulkopinnan läpi. Madot koostuvat päästä (scolex) ja peräkkäisistä jaokkeista. Uusia jaokkeita syntyy jatkuvasti madon niska-alueella. Heisimato on oikeastaan ketju itsenäisesti lisääntyviä jaokkeita. Jaokkeet ovat kuitenkin osmoottisessa ja hermostollisessa yhteydessä toisiinsa toimien yhtenä kokonaisuutena. (Bowman 1999)

Jaokkeet kypsyvät seksuaalisesti niiden edetessä kohti madon häntäpäätä. Ne sisältävät sekä naaras- että urospuoliset lisääntymiselimet, joiden rakenne on vastaava kuin imumadoilla (kohta 2.3). Hedelmöittyminen voikin tapahtua joko jaokkeen itsehedelmöityksen tai eri jaokkeiden välisen hedelmöityksen seurauksena. (Taylor ym. 2007)

Eläinlääketieteessä merkitykselliset heisimadot kuuluvat kahteen eri luokkaan: Cyclophyllidea-heisimadot tarvitsevat yhden väli-isännän ja Pseudophyllidea-heisimadot tarvitsevat vähintään kaksi väli-isäntää, joista toinen on selkärankainen. Pseudophyllidea-madoista vain *Diphyllobothrium*- ja *Spirometra*-lajeilla on eläinlääketieteellistä merkitystä. Lampaille merkitykselliset lajit kuuluvat

Cyclophyllidea luokkaan. Heisimatoja, joille lampaat ovat pääisäntiä, ovat mm. *Moniezia expansa* ja *Avitellina centripunctata*. Näistä erityisesti jälkimmäinen on merkityksetön patogeenina. Edellä mainittujen lisäksi lampailla esiintyy muitakin heisimatoja Etelä-Euroopassa ja Euroopan ulkopuolisissa maissa. Lammais voi toimia väli-isäntänä useille heisimatosuvun loisille. Näiden pääisäntinä toimivat yleensä koira-eläimet tai niitä läheisesti muistuttavat lajit. Esimerkiksi koira-eläinten loinen *Echinococcus granulosus* voi muodostaa nesteen täyttämän hydatidikystan lampailla pääasiassa keuhkoihin tai maksaan. Myös *Taenia*-lajit voivat muodostaa loisrakkuloita eripuolille väli-isäntänä toimivan lampaan kehoa. (Taylor ym. 2007)

2.2.1 *Moniezia expansa*

Aikuiset *M. expansa* -madot voivat olla 1,5 senttimetriä leveitä ja yli 2 metriä pitkiä. Ne elävät ohutsuolessa kiinnittyneinä (Taylor ym. 2007).

Moniezia -heisimatojen elämänkierron heisimadon munat pystyvät heti tartuttamaan väli-isännän. Ne tulevat ulosteiden mukana ympäristöön joko paljaana munana tai jaokkeena, joka sisältää munan. Väli-isännän Oribatidae-heimon punkin tulee syödä muna tai jaoke, jolloin muodostuu metacestoidimuoto. Aikuinen heisimato kehittyy isäntäeläimen syödessä laidunnuksen yhteydessä tällaisen infektoituneen punkin. (Radostits ym. 2000)

M. expansa infektiot ovat yleisesti ottaen harmittomia jopa voimakkaasti infektoituneilla nuorilla karitsoilla (Elliott 1986). *M. expansa* -loista ei myöskään pidetä karitsoiden ripulin aiheuttajana (Elliott 1984). Useimmat infektiot ovatkin oireettomia, mutta joskus voimakkaat infektiot voivat aiheuttaa seuraavia oireita: huonokuntoisuus, huono karvapeite, anemia ja epämääräisiä ruuansulatushäiriöitä mukaan lukien ummetus, lievä ripuli, dysenteria, ja jopa suolen tukkeutuma. Lisäksi voimakkaiden infektioiden on oletettu vievän ravintoaineita ja häiritsevän suolen liikettä. Suuret *M. expansa* määrät on myös yhdistetty enterotoksemioihin. (Radostits ym. 2000)

2.3 Imumadot –Trematoda

Lammastaloudessa imumadoista merkityksellisiä ovat maksamadot (ETU 2008). Useimmat maksamadot ovat dorsoventraali-suunnassa litteitä, puunlehden muotoisia matoja (Jones ym. 1997). Niillä on kaksi imukuppia, joista toinen sijaitsee madon

etupäässä suuaukon ympärillä ja toinen madon vatsanpuolella usein lähellä genitaalaukkoa (Bowman 1999). Matojen ulkopinta on absorboiva ja siinä on usein erotettavissa pieniä ulokkeita. Heti ulkopinnan alapuolella sijaitsee lihaskerros. (Taylor ym. 2007) Madon hermotus tapahtuu kahden pitkittäisen hermorungon avulla, jotka yhdistyvät madon pääpuolella kahden ganglion avulla. Maksamadoilta puuttuu ruumiinontelo ja elimet sijaitsevatkin parenkyymissä. Ruuansulatuselimistöön kuuluvat suuaukko, nielu, ruokatorvi ja kahteen osaan Y-kirjaimen muotoisesti haaroittuva suoli. Peräaukko puuttuu täysin ja sulamaton ravinto poistetaan ilmeisesti regurgitaatiolla. Eritystoiminta tapahtuu liekkisolujen avulla, jotka värekarvojen avulla poistavat eritteitä loisen ulkopinnalle avautuvia putkia pitkin. (Taylor ym. 2007)

Kaikkien maksamatojen elämänkierto on epäsuora ja ne tarvitsevat yhden tai useamman väli-isännän (Bowman 1999). Maksamadoilla on kummankin sukupuolen sukuelimet ja ne pystyvät lisääntymään suvuttomasti tai suvullisesti. Madoilla on tyypillisesti kahdet kivekset, niihin liittyvät vas deferens-tiehyet ja alkeellinen penis, cirrus. Lisäksi madoilla on yksi munasarja, mihin liittyy munanjohdin. Munanjohdin laajenee loppuosastaan muodostaen ootyypin, missä madonmunat valmistuvat. Kohtu toimii munien varastointi paikkana. Molempien sukupuolten sukuelinten aukot avautuvat yhteiseen aukkoon, jossa itsehedelmöitys on mahdollinen. (Taylor ym. 2007)

Trematoda luokka sisältää kolme laukkoa: Monogenea, Aspidogastrea ja Digenea. Kaikki kotieläinten loiset kuuluvat Digenea-lahkoon. (Jones ym. 1997)

2.3.1 *Fasciola hepatica*

Aikuiset *F. hepatica* -madot eli isot maksamadot ovat 2,5-3,5 cm pitkiä ja 1 cm leveitä, harmaanruskeita loisia. Ne elävät sappitiehyissä. (Taylor ym. 2007)

F. hepatica -loisen elämänkierto alkaa aikuisten matojen muniessa sappitiehyissä. Sappinesteessä loisen munat kulkeutuvat isäntäeläimen suolistoon ja ulosteen mukana ympäristöön. Lämpimissä ja kosteissa olosuhteissa loisen munasta kuoriutuu vapaasti liikkuva värekarvojen peittämä toukkamuoto, jota kutsutaan *miracidium*-toukaksi. *Miracidium*-toukan elinikä on lyhyt ja sen pitää löytää nopeasti väli-isäntänä toimiva *Lymnae*-suvun limakotilo, johon se tunkeutuu. (Bowman 1999, Taylor ym. 2007) Limakotilossa *miracidium* pudottaa värekarvansa ja siitä muodostuu sporokysta.

Sporokystassa iso maksamato lisääntyy vielä suvuttomasti jakaantumalla, jolloin sporokystasta lopulta vapautuu redia-muotoja. Redia-muodoilla on suu ja ruuansulatuselimiä ja ne syövät kotilon kudoksia tieltään. Redia-muodot voivat vielä lisääntyä suvuttomasti ja muodostaa uusia redioita. Nämä toisen polven rediat kehittyvät cercaria-muodoksi, jotka liikkuvat itsenäisesti pitkän häntänsä avulla ja jättävät kotilon. Cercaria-muodoilla on joitain tiettyjä aikuisten matojen elimiä ja lisääntymiselinten alut. (Bowman 1999) Ne kiinnittyvät ympäristössä kiinteille alustoille kuten ruohonkorsiin, pudottavat häntänsä ja koteloituvat muodostaen infektiivisen metacercaria-muodon. Isäntäeläin saa tartunnan syömällä tällaisen infektiivisen metacercaria-kystamuodon. Isäntäeläimen suolistossa toukka vapautuu ja läpäisee suolenseinämän päästen vaeltamaan vatsaontelon kautta maksaan. Maksassa se porautuu maksakudoksen läpi sappitiehyisiin ja vaeltaa isompiin sappiteihin ja toisinaan sappirakkoon. Sappiteissä toukka aikuistuu ja kierto voi alkaa uudelleen. (Bowman 1999, Taylor ym. 2007)

Ison maksamadon aiheuttamaa sairautta kutsutaan faskiolioosiksi. Matojen taudin aiheutuskyky vaihtelee riippuen syötyjen metacercaria-muotojen määrästä. Yhden ison maksamadon ajatellaan aiheuttavan 0,5 ml tai suuremman verimäärän menetyksen sappiteihin päivässä. (Taylor ym. 2007) Faskiolioosi voi olla akuutti, subakuutti tai krooninen (Radostits ym.2000, Taylor ym. 2007). Akuutti sairastuminen tapahtuu yleensä 2-6 viikkoa metacercaria-muodon syömisen jälkeen. Siinä metacercaria-muotoja on syöty yleensä yli 2000 kappaletta. (Taylor ym. 2007) Tyypillisesti akuuteissa tapauksissa lampaat kuolevat äkillisesti ilman edeltäviä oireita. Kuoleman yhteydessä sieraimista ja peräaukosta voi tulla veristä eritettä. Hengissä olevissa lampaissa nähdään seuraavia oireita: heikkous, ruokahaluttomuus, hengitysvaikeudet, vaaleat limakalvot, nesteiden kertyminen vatsaonteloon ja vatsakipu, erityisesti maksan alueen palpaatiossa. Maksa voi tuntua myös laajentuneelta. (Radostits ym. 2000, Taylor ym. 2007) Subakuutti sairastuminen tapahtuu yleensä 6-10 viikon kuluttua noin 500-1500 metacercaria-muodon syömisen jälkeen. Oireet ovat akuutin faskiolioosin kaltaisia. Subakuutti sairastuminen ei kuitenkaan ole yhtä voimakasoireinen ja nopea kuin akuutti sairastuminen, vaan oireita nähdään 1-2 viikon ajan. Subakuutti taudinmuotokin johtaa yleensä lampaiden kuolemaan erityisesti, jos lampaita ei hoideta. Kroonisessa faskiolioosissa syötyjen metacercaria-muotojen määrä vaihtelee usein 200-500 kappaleen välillä. Sairastuminen tapahtuu 4-5 kuukautta metacercaria-muotojen syömisen jälkeen. (Taylor ym. 2007) Oireina ovat laihtuminen, huonokuntoisuus, huonontunut ruokahalu, leuanalusturvotus ja nesteiden kertyminen vatsaonteloon. Taudin kesto on pitkä: 2-3 kuukautta kuolevilla lampeilla ja eloonjääneet voivat olla hyvin pitkään huonokuntoisia. (Radostits ym. 2000, Taylor ym. 2007) Myös muutama

yksittäinen iso maksamato voi altistaa muille sairauksille mm. *Clostridium*-tartunnoille (Bowman 1999).

2.3.2 *Dicrocoelium dendriticum*

D. dendriticum eli pieni maksamato on aikuisena 0,5-1,2 cm pitkä ja 0,15-0,25 cm leveä (Jones ym. 1997, Taylor ym. 2007). Aikuinen loinen on sukkulanmuotoinen, puolittain läpinäkyvä mato ja sen suun ympärillä oleva imukuppi on pienempi kuin vatsassa oleva (Taylor ym. 2007). Se elää lampaan sappikäytävissä (Bowman 1999).

Pienen maksamadon elämänsykli poikkeaa ison maksamadon elämänsyklistä (kohta 2.3.1), tietyt kehitysvaiheet ovat kuitenkin samoja. Pieni maksamato ei ole riippuvainen kosteista oloista vaan sen ensimmäisenä väli-isäntänä toimivat usean eri suvun maakotilot. (Radostits ym. 2000) Aikuiset madot munivat isäntäeläimen sappikäytävissä, joista munat kulkeutuvat sappinesteen ja ulosteiden mukana ympäristöön (Bowman 1999). Munat kuoriutuvat vasta maakotilon syötyä munan. Kotilossa kehittyvät kaksi polvea sporokystia, jotka tuottavat cercaria-muotoja. Kotilo erittää cercaria-muodot ympäristöön limapalloina. Muurahaisen tulee syödä cercaria-muoto, jotta loisen kehitys voi jatkua. Pienen maksamadon infektiivinen metacercaria-muoto kehittyy yleensä muurahaisen ruumiinontelossa ja toisinaan aivoissa. (Taylor ym. 2007) Aivoissa kehittyessään metacercaria voi aiheuttaa muurahaiselle aivovaurion, joka saa sen hakeutumaan korkeammalle ruohojen kärkiin helpottaen näin loisen pääsyä isäntäeläimen elimistöön. Lammas saa tartunnan syömällä vahingossa metacercaria-muodon sisältävän muurahaisen. Metacercaria kuoriutuu lampaan ohutsuolessa ja vaeltaa pitkin pääsappitiehyttä maksaan ja siellä sappitiehyitä pitkin pienempiin sappikäytäviin. (Jones ym. 1997)

Pienen maksamadon aiheuttamat oireet ovat vähäisiä, sillä se ei vaella maksakudoksessa (Radostits ym. 2000). Pienet maksamadot ovat kuitenkin pitkäikäisiä ja ne voivat elää useita vuosia, jolloin maksa voi vaurioitua. Vanhoilla eläimillä ja erittäin vakavissa tapauksissa pieni maksamato voi aiheuttaa etenevää maksakirroosia ja pienien sappikäytävien fibroosia. (Bowman 1999) Tällöin oireina nähdään laihtumista, anemiaa, turvotuksia, villan ja maidon tuotannon alenemista (Bowman 1999, Taylor ym. 2007).

2.4 Pyörö- eli sukkulamadot –Nematoda

Useimmat pyörömadot ovat poikkileikkaukseltaan pyöreitä ja niiden ruumiinmuoto on kutakuinkin samanlainen eri lajeilla, mikä vaikeuttaa niiden tunnistamista. Saman lajin naaraat ovat yleensä uroksia suurempia. (Bowman 1999, Taylor ym. 2007) Matojen uloin kerros on nimeltään kutikula. Kutikula muodostuu sen alla olevan hypodermis-kerroksen eritystoiminnan tuloksena. (Taylor ym. 2007) Hypodermiksessa on neljä madon pituussuuntaista paksuunnosta, joista lateraalisissa kulkevat loisen erityiskanavat ja ventraalisessa ja dorsaalisessa kulkevat hermot. Hypodermiksen alla ovat lihassolut, jotka rajoittuvat ruumiinonteloon eli pseudocoelomaan. (Bowman 1999) Ruuansulatuskanava on yksinkertainen putkimainen rakenne ruumiinontelon keskellä. Suu vaihtelee yksinkertaisesta huulien rajaamasta aukosta hyvin kehittyneeseen suu- ja poskionteloon, joka sisältää hampaita. Ruokatorvi on yleensä hyvin kehittynyt ja lihaksikas toimien pumppuna, jolla ravinto siirtyy suoleen huolimatta ruumiinontelon nesteen aiheuttamasta paineesta. Ruokatorven muotoa käytetään apuna pyörömatojen tunnistuksessa, sillä sen rakenne vaihtelee eri lajien välillä. Ruuansulatuskanavan muut osat ovat suoli ja peräaukko. (Bowman 1999, Taylor ym. 2007)

Ruuansulatuskanavan pyörömadoille on tyypillisistä suora elämänkierto. Väli-isäntiä ei siis tarvita. (Bowman 1999) Pyörömadot ovat yksineuvoisia, niiden sukupuolielimet sijaisevat ruumiinontelon keskellä ja ovat nauhamaiset kummallakin sukupuolella (Taylor ym. 2007). Ulkoiset sukupuolimerkit auttavat matolajien tunnistuksessa. Naarailla vulvan sijainti ruumiin ventraalipuolella vaihtelee suhteessa peräaukkoon ja suuhun. Lisäksi vulvassa voi olla lajista riippuen erityisiä anatomisia piirteitä. Urosmadoilla tunnistuksessa apuna toimivat lisäsukurauhaset. Tärkeimpiä näistä ovat spiculat ja gubernaculum, joita uros käyttää parittelun yhteydessä. Toisilla urosmadoilla on myös kutikulasta muodostunut parittelussa käytettävä bursa, joka on tärkeä rakenne lajintunnistuksessa. (Bowman 1999)

Pyörömadot jaetaan kymmeneen eri yläheimoon. Jaottelussa käytetään hyödyksi urosmatojen bursaa, joilloin madot jaetaan bursallisiin ja bursattomiin yläheimoihin. Bursallisia yläheimoja ovat: Trichostrongyloidea, Strongyloidea, Ancylostomatoidea ja Metastrongyloidea. Bursattomia yläheimoja ovat: Rhabditoidea, Ascaridoidea, Oxyuroidea, Spiruroidea, Filarioidea, Trichuroidea ja Dioctophymatoidea. (Taylor ym. 2007)

2.4.1 Strongyloidea- ja Trichostrongyloidea -yläheimot

Märehtijöiden ulosteessa olevia Strongyloidea- ja Trichostrongyloidea-yläheimojen munia ei pysty helposti erottamaan suku- tai lajitasolle. Poikkeuksena *Nematodirus*-suvun munat, jotka on helppo tunnistaa suuresta koostaan. Muut kyseisten sukujen ruuansulatuskanavan loiset voidaan yleensä tunnistaa vain Trichostrongylideiksi tai Strongyleiksi. (Bowman 1999) Tarkempaa diagnoosia varten tarvitaan toukkaviljelmä tai PCR-menetelmiä (Oksanen 2008). Strongyloidea-yläheimoon kuuluvat muunmuassa *Chabertia* spp. ja *Oesophagostomum* spp. eli nystyrämato. Trichostrongyloidea-yläheimoon kuuluvat mm. *Teladorsagia* spp. (ent. *Ostertagia* spp.), *Cooperia* spp., *Nematodirus* spp., *Trichostrongylus* spp. ja *Haemonchus* spp.. (Bowman 1999)

Strongyloidea- ja Trichostrongyloidea-yläheimojen elämänkierron alkuvaihe on useimmilla lajeilla samantapainen. Siinä naaraat munivat suolistossa yläheimoille tyypillisiä sileä pintaisia, ellipsin muotoisia munia, jotka sisältävät madon alkion morula-vaiheessa. Munat eritetään ulosteen mukana ulos isäntäeläimen elimistöstä. Ulosteeassa morulasta kehittyy ensimmäisen asteen larva (L₁) eli toukka, joka kuoriutuu muutamassa päivässä. Toukka käyttää ravinnokseen ulosteen mikrobeja ja syötyään se käy läpi ensimmäisen nahanluontinsa kehittyen toisen asteen toukaksi (L₂). Myös toisen asteen toukka käyttää ulosteen mikrobeja ravintonaan. Toisessa nahanluonnissa toukan uloin kerros eli kutikula jää muodostuvan kolmannen asteen toukan (L₃) suojaaksi. Tämä kolmannen asteen toukka on infektiivinen ja suojaava kerros lähtee vasta toukan löydettyä isäntäeläimen. L₃-toukat pystyvät kuitenkin liikkumaan ja noin viikon kuluttua edellisestä nahanluonnista ne lähtevät vaeltamaan ulostemassasta vesikalvon peittämään ympäristöön ja kasvillisuuteen. Tällöin ne voivat helpommin päätyä laiduntavien eläinten nielemiksi. Lampaan ruuansulatuskanavaan päästyään eri loislajien elämänkierrat voivat poiketa toisistaan. Jokaisen esitellyn lajin kohdalla on kerrottu miten elämänkierto jatkuu L₃-toukkavaiheen jälkeen. (Bowman 1999)

2.4.1.1 *Trichostrongylus* spp.

Trichostrongylus-lajit ovat pieniä hiusmaisista matoja. Ne ovat vaalean punaruskeita ja 4.0-7.5 mm pitkiä (Taylor ym. 2007). Märehtijöillä tavataan mm. seuraavia lajeja *T. axei* (juoksutusmaha), *T. vitrinus* ja *T. colubriiformis* (ohutsuoli) (Bowman 1999).

Trichostrongylus-lajien elämänkierrossa infektiiviset kolmannen asteen toukat kuoriutuvat elimistöön päästyään ja tunkeutuvat juoksutusmahan tai ohutsuolen

epiteeliin. Epiteelissä toukat kehittyvät kahden tai useamman nahanluonnin kautta aikuisiksi sukukypsiksi madoiksi noin 20:ssä päivässä. Aikuiset madot jäävät juokсутusmahan tai ohutsuolen limakalvon pintaosiin lisääntymään. (Jones ym. 1997) Infektiiviset kolmannen asteen toukat voivat säilyä laitumella talven yli siinä määrin että lampaat saavat tartunnan keväällä laitumille palattuaan (Bowman 1999). Kokeellisesti on todettu, että *T. colubriformis* -toukat (L₂ ja L₃) säilyivät hengissä vesikontaktissa pakkaslämpötiloissa (-10 °C) (Wharton & Allan 1989). Sään lämmitessä toukat kuitenkin kuolevat, sillä ne aktivoituvat ja kuluttavat energiansa loppuun, joten kesällä talvehtineita toukkia ei käytännössä enää ole (Bowman 1999). Useimmiten kuitenkin vastaava hypobioosi kuin *Teladorsagia* spp.-lajeilla (kohta 2.4.1.2) on merkityksellisempi loisten säilymisen kannalta (Taylor ym. 2007).

Trichostrongylus -tartunnat ovat usein oireettomia. Suurina määrinä (10 000-100 000 kpl tai yli) esiintyessään loiset voivat aiheuttaa haitallisen pitkäkestoisen ripulin erityisesti huonokuntoisille lampaille, jotka ovat esimerkiksi stressaantuneita tai aliravittuja. (Bowman 1999) Nuoret alle 18 kuukauden ikäiset lampaat ovat suurimmassa vaarassa sairastua, sillä vanhemmille on usein ehtinyt kehittyä vastustuskykyä. Tartunnan saaneiden kasvu on heikkoa, yleiskunto laskee ja ruokahalu on heikentynyt. (Radostits ym. 2000) Yleisesti ottaen pyörömadot vähentävät isännän ravinteiden saantia vähentämällä eläimen ruokahalua ja/tai vähentämällä ravinteiden imeytymisen tehokkuutta (Coop & Kyriazakis 1999).

2.4.1.2 *Teladorsagia* (*Ostertagia*) spp.

Aikuiset *Teladorsagia*-madot ovat yleensä alle 14 mm pitkiä, hiusmaisista ja ruskehtavista väriltään. *Teladorsagia*-lajin loisia kutsutaan naudoilla *Ostertagia*-lajeiksi ja lampaille nykyään *Teladorsagia*-lajeiksi. Lampaille esiintyvät *T. circumcincta* ja *T. trifurcata* ovat juokсутusmahan loisia. (Bowman 1999)

Teladorsagia-loisten elämänkierrossa infektiiviset L₃-toukat kuoriutuvat pötsissä ja jatkavat kehitystään kahdella nahanluonnilla juokсутusmahanrauhasten onteloissa. Aikuiset madot kehittyvät sukukypsiksi juokсутusmahan limakalvolla. (Taylor ym. 2007) Infektiiviset L₃-toukat muistuttavat *Trichostrongylus*-lajeja talvehtimisessa pohjoisen laitumilla (Bowman 1999). Ne ovat kuitenkin resistentimpiä kuivumiselle ja kylmille lämpötiloille kuin lampaiden *Trichostrongylus*-lajit (Jones ym. 1997). Toinen

hyvin kehittynyt talven yli selviytymismekanismi on toukkien kehityksen keskeytyminen isäntäeläimessä syksyisin eli hypobioosi. Hypobioosilla on myös epidemiologista merkitystä, sillä tyyppi I eli kesäostertagioosi kehittyy yleensä nuorille laiduntaville eläimille, jotka saavat tartunnan laitumelta. Tyyppi II:seen eli talviostertagioosiin sairastuvat vanhemmat eläimet myöhäistalvella, kun edellisellä laidunkaudella saadut hypobioottiset toukat kehittyvät loppuun. (Bowman 1999)

Akuutin tyyppi I-ostertagioosin oireita karitsoilla ovat vetinen ripuli, kuivuminen, ruokahalun menettäminen, painonlasku ja hypoproteemia. Myös luuston kehityksessä voi olla ongelmia (Martin & Aitken 2000, Taylor ym. 2007). Subakuutti tai krooninen tyyppi II-ostertagioosi muodostuu toisinaan aikuisille lampaille. Oireina ovat intermittoiva ripuli ja merkittävä painon ja kunnan menetys. (Martin & Aitken 2000)

2.4.1.3 *Nematodirus* spp.

Aikuiset *Nematodirus*-loiset vaihtelevat suuresti kooltaan isoimpien kasvaessa 25 mm pitkiksi (Bowman 1999). Ne elävät lampaiden ohutsuolessa (Taylor ym. 2007). *Nematodirus*-lajeista lampaille esiintyvät *N. battus*, *N. spathiger* ja *N. filicollis* (Bowman 1999). *N. battus* -matoa ei ole ilmeisesti tavattu Suomessa (Oksanen 2008).

Nematodirus-lajien elämäntyyli poikkeaa muista Trichostrongyloidea-yläheimon lajeista. Toukka kehittyy infektiiviseksi kolmannen asteen larvaksi munankuoren sisällä. Kuoriutumisen vaatii ainakin joillakin lajeilla ulkoisen stimuluksen, esimerkiksi *N. battus* vaatii yleensä lämpötilan laskun pakkasen puolelle ja ilman uudelleen lämpenemisen. Tämä ominaisuus keskittää infektiivisten toukkien esiintymisen keväeseen ja rajoittaa lajin lisääntymisen yhteen sukupolveen vuodessa. Tosin lampalla yleisten *N. spathiger* ja *N. filicollis* -lajien infektiivisten toukkien esiintyminen ei ole vastaavalla tavalla keskittynyttä. (Bowman 1999) Loisen kehittyminen jatkuu lampaan syötyä infektiivisen L₃-toukan. L₃-toukka tunkeutuu ohutsuolen limakalvoon ja kehittyy siellä kahden nahanluonnin kautta aikuiseksi madoksi. Aikuinen mato elää lampaan ohutsuolen ontelossa. (Taylor ym. 2007)

Nematodirus spp. tartuntoihin ei yleensä liity kliinistä sairastumista (Bowman 1999). Toukkien yhtäaikainen tunkeutuminen suolen limakalvoon voi kuitenkin saada aikaan voimakkaitakin oireita (Jones ym. 1997). *N. battus* voi aiheuttaa erittäin vakavan ja

haitallisen ripulin (Bowman 1999). Usein ripuliin liittyy letargiaa (unisuutta) ja ruokahalun menetystä. Paino voi pudota nopeasti ja eläin kuivua. Hoitamattomien karitsoiden kuolleisuus voi olla suurta. Hoidetuillakin karitsoilla, jotka selviytyvät taudin alkuvaiheesta voi kuntoutumiseen mennä muutamia kuukausia. Tartunnasta selvinneet eläimet kehittävät nopeasti vastustuskyvyn. (Martin & Aitken 2000)

2.4.1.4 *Haemonchus contortus*

Aikuiset *H. contortus* madot ovat 10-25 mm pitkiä ja hieman paksumpia kuin useimmat muut Trichostrongyloidea-lajit. Ne elävät juoksutusmahassa. Urospuoliset madot ovat punaisia, kun naarailla punaisesta ruumiista erottuvat ovarit valkeana spiraalina. Naaraat ovat tuottelijaita, ne voivat tuottaa jopa 10 000 munaa päivässä useiden kuukausien ajan. (Radostits ym. 2000)

H. contortus-loisen elämänkiertossa lampaan elimistöön päässeet L₃-toukat tunkeutuvat juoksutusmahanrauhasiin missä ne kehittyvät neljännen asteen larvoiksi (L₄) (Radostits ym. 2000). Sekä aikuiset, että L₄-toukat kiinnittyvät limakalvolle ja imevät verta (Jones ym. 1997). Noin 18 päivän kuluttua infektiosta aikuiset naaraat alkavat tuottaa munia (Radostits ym. 2000). Toukat eivät selviydy kylmistä talvista tai kuivista kesistä. Ne ovat sopeutuneet epäsuotuisiin olosuhteisiin keskeyttämällä toukan kehityksen isäntäeläimessä eli vaipumalla hypobioosiin. (Jones ym. 1997)

H. contortus-tartunnan hallitsevina oireina ovat anemia ja hypoproteinemia. Sairauden pitkittyessä kehittyvät anemiaan ja hypoproteinemiaan liittyvät heikkous, painon menetys ja turvotus erityisesti leuan ja vatsan alla. Vakavissa infektioiden eläin voi kuolla ilman edeltäviä oireita. (Jones ym. 1997)

2.4.1.5 *Cooperia curticei*

Cooperia -lajien aikuiset madot ovat alle 9 mm pitkiä, vaaleanpunaisia märehelijöiden ohutsuolessa loisivia matoja (Bowman 1999, Taylor ym. 2007).

C. curticei-madon elämänkierron elimistöön joutuneet L₃-toukat tunkeutuvat suolen limakalvoon (Jones ym. 1997). Aikuiset loiset ovat läheisessä kontaktissa limakalvoon,

mutta eivät muodosta limakalvon pintaan pinnallisia tunneleita niin kuin *Trichostrongylus* spp. Tämä vähentää *C. curticei*-loisten aiheuttamia vaurioita verrattuna *Trichostrongylus*-lajeihin. (Radostits ym. 2000) Taudinaiheutus on muuten vastaavaa *Trichostrongylus*-suvun (kohta 2.3.1.1) kanssa (Bowman 1999).

2.4.1.6 *Oesophagostomum* spp.

Oesophagostomum spp. eli nystyrämadot ovat paksusuolella eläviä, paksuja valkoisia pyörömatoja, jotka ovat pisimmillään 25 mm pitkiä. Lampailla esiintyvät mm. *O. columbianum* ja *O. venulosum*. (Radostits ym. 2000)

Nystyrämatojen elämänkierrossa tartunta tapahtuu suun kautta, kokeellisesti myös ihon läpi. Isäntäeläimen elimistöön päästyään L₃-toukat tunkeutuvat suolen seinämään aiheuttaen vanhemmilla isäntäeläimillä noduloiden muodostumista. Osa larvoista voi tässä vaiheessa vaipua hypobioosiin. Noduloista tai suolenseinämästä suolen luumeniin vapautuu L₄-toukkia. (Radostits ym. 2000) Paksusuolen luumenissa toukat aikuistuvat munia tuottaviksi yksilöiksi (Jones ym. 1997).

Pieninä määrinä esiintyessään nystyrämadot aiheuttavat vähän vahinkoa. *O. venulosum* saattaa jättää pieniä haavaumia suolen limakalvolle ruokaillessaan. *O. columbianum* on patogeenisempi larvojen vaeltaessa syvemmälle limakalvoon ja aiheuttaessa fibroblastisia noduloita. (Martin & Aitken 2000) *O. columbianum*-madon aiheuttamia oireita ovat ruokahaluttomuus, vakava persistoiva tummanvihreä, limainen ripuli, painon menetys, anemia, hypoproteinemia ja karitsoiden kuolema. Vanhemmille eläimille muodostuneet nodulat kaseinisoituvat ja kalsifikoituvat ajan myötä. Ne saattavat näin häiritä suolenliikettä tai aiheuttaa paikallisen vatsakalvontulehduksen ja kiinnikkeiden muodostumisen, mikä voi johtaa suolentuppeumaan tai -ahtamaan. Lampailla nodulat saattavat aiheuttaa merkittävää kipua, mikä näkyy selän köyristämisenä ja jäykkänä käyntinä. (Radostits ym. 2000)

2.4.1.7 *Chabertia ovina*

C. ovina-lajin aikuisten matojen pituus vaihtelee 10-20 mm välillä. Urosmadot ovat pisimmillään 14 mm ja naaraat 20 mm. (Jones ym. 1997) Nämä kookkaat valkoiset madot elävät paksusuolella (Radostits ym. 2000, Taylor ym. 2007).

C. ovina-lajin elämänkierrrossa infektiiset L₃-toukat tunkeutuvat ohutsuolen limakalvoon ja kehittyvät siellä. Ohutsuoesta ne jatkavat matkaansa umpisuolen kautta paksusuoleen. (Radostits ym. 2000) Paksusuoleessa niiden elämänkierto on vastaava kuin *Oesophagostomum*-lajeilla (kohta 2.4.1.6) tosin ilman noduloiden muodostusta (Jones ym. 1997).

C. ovina-tartunnan oireina voimakkaasti infektoituneilla lampailla ovat merkittävä ripuli, mihin liittyy verta ja limaa. Myös villankasvun huononemista on raportoitu (Jones ym. 1997). Lampailla voi olla Protein-losing-enteropatia eli suolistotauti jossa veren valkuaisaineiden määrää laskee, koska niitä (erityisesti albumiinia) menetetään ulosteisiin. Tauti johtaa painon laskuun. Voimakkaissa infektioiden myös kuolema on mahdollinen. Voimakkaan *C. ovina*-tartunnan rajana pidetään 100 matoa. (Radostits ym. 2000)

2.4.1.8 *Dictyocaulus filaria*

D. filaria-madot eli lampaan keuhkomadot ovat aikuisina 4-10 cm pitkiä, valkeita matoja, joiden keskellä erottuu suoli tummana juovana. Ne elävät lampaiden hengitysteissä. (Taylor ym. 2007)

D. filaria-lajin elämänkierto on suora toisin kuin *Protostrongylus rufescens* ja *Muellerius capillaris* keuhkomadoilla (Jones ym. 1997). Aikuiset madot munivat keuhkoputkissa elävän toukan sisältäviä munia. L₁-toukat voivat kuoriutua jo hengitysteissä. (Taylor ym. 2007) Toukat (L₁) tai munat pääsevät yskösten mukana lampaan nieluun, jossa ne niellään ruuansulatuskanavaan (Jones ym. 1997). Toukat voivat myös vaeltaa henkitorvea pitkin nieluun (Taylor ym. 2007). Ruuansulatuskanavasta loiset poistuvat yleensä L₁-toukkina ulosteen mukana (Bowman 1999). Ympäristössä toukat kehittyvät nahanluontien kautta infektiivisiksi L₃-toukiksi vararavintonsa turvin. L₃-toukat vaeltavat ulosteesta laidun ruohoon itse tai *Pilobolus*-sienen avustamana. Lampaan ruuansulatuskanavaan päästyään toukat tunkeutuvat suolen limakalvon läpi ja kulkevat imusuonistoa pitkin suoliliepeen imusolmukkeisiin. Imusolmukkeissa L₃-toukat kehittyvät L₄-toukiksi. (Taylor ym. 2007) L₄-toukat jatkavat matkaansa imusuonien kautta keuhkovaltimoihin. Keuhkovaltimoista toukat siirtyvät keuhkorakkuloihin ja lopulta keuhkoputkiin, joissa ne saavuttavat sukukypsyytensä. (Jones ym. 1997)

D. filaria-loisten aiheuttamat oireet ovat usein lieviä, sillä loisia ei yleensä esiinny suuria määriä (Bowman 1999). Oireina on kuiva yskä ja vaikeus. Vakavammissa tapauksissa voi olla hengitysvaikeuksia, nopeutunutta hengitystä ja sieraineritteitä. Usein sairastapauksiin liittyy ruuansulatustuskanavan loisia tai maksamatoja, jolloin sairastuneilla voi esiintyä myös ripulia ja anemiaa. (Taylor ym. 2007)

2.4.2 Ancylostomatoidea -yläheimo

Ancylostomatoidea-yläheimon jäseniä ovat hakamadot. Ne ovat sukkulamatoja, jotka elävät ohutsuolessa. Eläinlääketieteellisesti tärkeitä sukuja ovat *Ancylostoma*, *Uncinaria* ja *Bunostomum* vähemmän merkittäviä ovat lisäksi *Gaigeria*- ja *Agriostomum*-suvut. Lampailla esiintyvät hakamatot ovat *Bunostomum trigocephalum* ja *Gaigeria pachyscalis* (ei Suomessa). (Taylor ym. 2007)

2.4.2.1 *Bunostomum trigocephalum*

B. trigocephalum-madot eli hakamadot ovat 10-30 mm pitkiä, paksuja harmaan valkoisia pyörömatoja. Niillä on hakamadoille tyypillinen koukkumainen etupää. Aikuiset loiset elävät isäntäeläimen ohutsuolessa. (Taylor ym. 2007)

Hakamatojen elämänsykli on suora. Munat kuoriutuvat ympäristössä ja tätä seuraavat kaksi vapaana elävää toukka-muotoa. Infektiivinen L₃-toukka kehittyy noin viikossa suotuisissa olosuhteissa. Infektio tapahtuu joko suun kautta tai ihon läpi. Ihon lävitse tapahtuvassa tartunnassa toukat (L₃) pääsevät verenkierron mukana sydämen kautta keuhkoihin. Keuhkojen alveoleissa kehittyvät L₄-toukat. L₄-toukat pääsevät ilmäteiden kautta nieluun, missä ne niellään ja ne päätyvät ohutsuoleen. Suun kautta tapahtuvassa tartunnassa toukat tunkeutuvat ohutsuolen seinämään ja palaavat sen luumeniin vaeltamatta muualla elimistössä. (Radostits ym. 2000)

Yleensä hakamatoja ei ole tarpeeksi aiheuttamaan oireita (Martin & Aitken 2000). Hakamadot ovat kuitenkin aktiivisia verenimijöitä ja suurina määrinä aiheuttavat vakavan anemian. Oireina ovat vaaleat limakalvot, heikkous, yleistynyt voimakas turvotus, makailu ja kuolema kahdessa-kolmessa päivässä. Toipilasaika voi olla myös hoidon jälkeen pitkittynyt, jos ruokavaliossa ei panosteta punasolujen tuotannon

stimuloimiseen. Toipilaille suositellaan hyvälaatuista proteiinipitoista rehua ja lampaille sopivaa mineraalilisää, jossa on rautaa, kuparia ja kobolttia. (Radostits ym. 2000)

2.4.3 Metastrongyloidea-yläheimo

Metastrongyloidea-yläheimon loiset elävät hengitysteissä, verenkierrossa ja hermostossa. Ne ovat sukkulamatoja ja poikkeavat ruuansulatuskanavan sukkulamadoista siten, että useimmat lajit vaativat etanan tai kotilon väli-isännäkseen. Yläheimo jakaantuu viiteen heimoon: Metastrongylidae, Protostrongylidae, Crenosomatidae, Angiostrongylidae ja Filaroididae. Keuhkomadot kuuluvat Protostrongylidae-heimoon. (Bowman 1999) Lampailla on myös Trichostrongyloidea-yläheimoon kuuluva keuhkomato *D. filaria*, josta on kerrottu kohdassa 2.3.1.8. *P. rufescens* ja *M. capillaris* -lajien lisäksi lampailla tavataan pieniä keuhkomatoja kuten *Cystocaulus ocreatus*, *Neostrogylus linearis*, *Spiculocaulus austriacus* ja *Varestrongylus schulzi*. (Taylor ym. 2007)

2.4.3.1 *Protostrongylus rufescens*

P. rufescens-lajin aikuiset madot ovat 4,5-6,5 cm pitkiä ja punaruskeita väritykseltään. Ne elävät lampaan keuhkojen pienissä ilmatiehyissä. (Bowman 1999, Taylor ym. 2007)

P. rufescens-loisten elämänsykli alkaa naaraiden muniessa elävän toukan sisältäviä munia (Taylor ym. 2007) ympäröivään keuhko-, verisuoni- tai hermokudokseen (Bowman 1999). L₁-toukat kuoriutuvat keuhkoissa ja poistuvat lampaan elimistöstä ruuansulatuskanavan kautta ulosteissa (Jones ym. 1997). Loisen jatkokehitys vaatii väli-isännän. Väli-isäntänä voivat toimia usean suvun etanat. Etanan sisään päästyään L₁-toukat kehittyvät infektiivisiksi L₃-toukiksi. Lammas saa tartunnan syötyään tällaisen infektiivisen toukan sisältämän etanan. Isäntäeläimen ruuansulatuksen vapauttama toukka tunkeutuu suolen limakalvon läpi ja menee suoliliepeen imusolmukkeisiin, missä se luo nahkansa. (Taylor ym. 2007) Imusolmukkeista toukka jatkaa matkaansa keuhkoihin, joissa se aikuistuu (Jones ym. 1997).

P. rufescens- tartunta aiheuttaa harvoin hengitystieoireita lampaille. Se huomataan yleensä sivulöydöksenä rutiini-ulostenäytetutkimuksissa tai vasta ruumiinavauksessa. (Taylor ym. 2007)

2.4.3.2 *Muellerius capillaris*

Aikuiset *M. capillaris*-madot ovat 1-3 cm pitkiä, hiusmaisia ja väritykseltään punaharmaita loisia (Taylor ym. 2007). Ne elävät keukorakkuloissa keuhkokudokseen hautautuneina (Jones ym. 1997, Taylor ym. 2007).

Elämänkierto on vastaava kuin *P. rufescens*-loisella, kuvattu kohdassa 2.3.2.1.

M. capillaris-tartunnat ovat yleensä lieviä eivätkä aiheuta oireita. Voimakkaisiin tartuntoihin voi liittyä yskää ja hengitysvaikeuksia. Loiset todetaan yleensä sivulöydöksenä ulostenäytteistä tai ruumiinavauksessa. (Taylor ym. 2007)

2.4.4 Rhabditoidea-yläheimo

Rhabditoidea-yläheimon sukkulamadot elävät usein vapaina tai loisivat alemmissa selkärangkaisissa tai selkärangattomissa eläimissä. Näistä vain kolme sukua loisii kotieläimissä. Ainut eläinlääketieteellisesti merkittävä suku on *Strongyloides*. (Taylor 2007) *Strongyloides*-lajit ovat isäntälaji-spesifisiä. Lampailla esiintyvä loinen on *Strongyloides papillosus* (Radostits 2000).

2.4.4.1 *Strongyloides papillosus*

S. papillosus on poikkeava loinen, sillä vain yksineuvoiset naarasmadot loisivat lampaissa. Ne ovat ohuita, hiusmaisia, alle 1 cm pitkiä matoja, jotka munivat lampaiden ohutsuolessa. (Taylor 2007)

S. papillosus-matojen elämänkierto eroaa muista lampaissa loisivista sukkulamadoista. Ne voivat elää vapaina ja lisääntyä myös isäntäeläimensä ulkopuolella. Vapaana eläessään ne lisääntyvät parittelun seurauksena suvullisesti ja muodostuneita toukkia kutsutaan heterogeenisiksi. *S. papillosus*-madot voivat elää usean sukupolven ajan vapaina. (Bowman 1999) Maaperän lisäksi ne voivat elää myös sopivan kosteissa ja lämpöisissä kuivikkeissa (Oksanen 2008). Kehittyvät L₃-toukat voivat muuttua lampaalle infektiivisiksi tietyissä kosteus- ja lämpötila-olosuhteissa. Tartunta voi tapahtua suun kautta tai ihon läpi. Karitsoiden ihon läpi päästyään toukat vaeltavat verenkierron kautta keuhkoihin ja sieltä henkitorven kautta ruuansulatuskanavaan ja

ohutsuoleen. Ohutsuolessa toukat aikuistuvat munia tuottaviksi naaraiksi, urospuolisia matoja ei lampaissa tavata. (Taylor ym. 2007) Aikuisissa lampaissa toukkien kehitys voi pysähtyä tartuntapaikasta riippuen joko ihonalaiskudokseen tai vatsaontelonseinämään. Uuhissa toukat lähtevät liikkeelle maidonerityksen alkaessa ja menevät maitorauhasiin. Näin toukat voivat tartuttaa karitsat heti niiden synnyttyä. (Radostits 2000, Taylor ym. 2007) Aikuiset *S. papillosus* -naaraat tuottavat suvuttomasti mitoosiin perustuen ohutkuorisia munia, joissa näkyy toukka (Bowman 1999, Radostits 2000). Näistä kuoriutuu ympäristössä homogeenisiksi kutsuttuja toukkia, jotka voivat kehittyä infektiivisiksi L₃-toukiksi tai jatkaa kehitystään aikuisiksi, (L₅), vapaana eläviksi uros- ja naarasmadoiksi (Bowman 1999).

S. papillosus tartunnat aiheuttavat harvoin oireita edes vastasyntyneille karitsoille (Bowman 1999). Yleisin oire nuorilla eläimillä on ripuli. Muita oireita ovat syömättömyys, innottomuus, ontuminen ja painonlasku. Voimakkaissa ihon läpi tapahtuvissa tartunnoissa voi olla ihotulehduksia. (Radostits 2000, Taylor ym. 2007) Puolassa tehdyssä tutkimuksessa tartutettiin kokeellisesti karitsoita suurella annoksella, 10⁵ kpl infektiivisiä L₃-toukkia, jolloin yli puolet karitsoista menehtyi (Ziomko 2000). Kokeellisissa *S. papillosus*-tartunnoissa on kuollut myös vasikoita ilman edeltäviä oireita (Taira ym. 1992).

3 DIAGNOSTIIKKA

Nykyään on käytössä useita erilaisia menetelmiä loistartuntojen selvittämiseksi. Diagnoosin apuna voidaan käyttää erilaisia serologisia ja molekyylibiologisia menetelmiä, kuten enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) - ja polymerase chain reaction (PCR) -testejä. Myös laidunten loismääriä voidaan selvittää. Ulosteen tutkiminen on kuitenkin edelleen käyttökelpoinen tapa selvittää loisten esiintymistä lampaissa. (Taylor ym. 2007)

3.1 Ulostenäytteen käsittely

Ulostenäytteet tulisi pyrkiä ottamaan suoraan peräsuolesta, sillä maasta otetut näytteet kontaminoituvat nopeasti mm. maapyörömadon avulla. Maapyörömadot voivat hankaloittaa näytteen tulkintaa. (Saari & Nikander 2006) Suuret määrät peräsuolinäytteitä ovat kuitenkin työläitä ottaa, joten myös maasta kerätyt näytteet kelpaavat kunhan ne otetaan heti ulostamisen jälkeen. Ulostetta kerätään riittävä määrä, esimerkiksi 5 g. Puhdas, suljettava muovihanska, -kuppi tai -pussi käy näytteen kuljetukseen ja säilytykseen. (Taylor ym. 2007) Pakkaukseen tulee merkitä eläimen tai eläinryhmän tunnistetiedot ja näytteenottopäivämäärä. Suositeltavinta on tutkia näytteet heti tuoreeltaan, sillä loisten munat jatkavat nopeasti kehittymistään. Tarvittaessa näytettä voidaan säilyttää jääkaappilämpötilassa noin viikon ajan. Pidempiä aikoja näytteitä voidaan säilyttää lisäämällä näytteeseen 70 %:sta alkoholia tai 10 %:sta formaliinia. (Saari & Nikander 2006) Näytteiden postittamisessa apuna voidaan käyttää myös näytteen pakkaamista anaerobisesti, sillä hapettomassa tilassa loisten kehittyminen hidastuu (Taylor ym. 2007).

3.2 Ulostenäytteen tutkiminen

Ulostenäytteen tutkimusmenetelmät voidaan periaatteessa jakaa kvalitatiivisiin ja kvantitatiivisiin menetelmiin. Ne poikkeavat toisistaan siten, että kvalitatiivisessa menetelmässä saadaan selville vain mitä loisia esiintyy, kun kvantitatiivisessa menetelmässä lisäksi saadaan tietyllä varmuudella selville loisten suhteellinen määrä ulosteessa ja määrä toisiin loislajeihin verrattuna. (Saari & Nikander 2006, Taylor ym. 2007) Näytteiden tutkimiseen tarvitaan mikroskooppia. Näytteet kannattaa yleensä ensin tutkia 100-kertaisella suurennoksella, minkä jälkeen yksityiskohtia voi tarkastella

400-kertaisella suurennoksella. Alkueläinten esimerkiksi kryptosporidium-loisten tutkimisessa on huomattava, että ne erottuvat 400-kertaisella tai sitä suuremmalla suurennoksella. (Saari & Nikander 2006)

3.2.1 Suora mikroskopointi

Suora mikroskopointi on yksinkertainen kvalitatiivinen menetelmä, jossa hyvin pieni määrä ulostetta ja vettä tai fysiologista suolaliuosta sekoitetaan huolellisesti objektilasilla. Fysiologinen suolaliuos on hellävaraisempi laimennusneste, koska herkätkä alkueläinten trophotsiitit pysyvät siinä ehjinä. (Saari & Nikander 2006) Objektilasin kallistus auttaa kevyitä loisten munia erottumaan raskaammista ulosteen osista. Kallistuksen jälkeen näyte peitetään peitinlasilla ja mikroskopoidaan. Pienestä näytemäärästä johtuen menetelmällä saadaan selville vain voimakkaat tartunnat. (Taylor ym. 2007)

3.2.2 Flotaatiomenetelmät

Flotaatiomenetelmät perustuvat loisten munien kellumiseen nesteessä, jonka ominaispaino on suurempi kuin loisenmunan (Taylor ym. 2007). Menetelmä soveltuu hyvin alkueläinten kystamuotojen, sekä pyörö- ja heisimadonmunien tutkimiseen (Bowman 1999). Näiden munat kelluvat yleensä 1.10-1.20 ominaispainon (o.p.) omaavissa liuksissa. Maksamatojen munat ovat selvästi raskaampia ja vaativat 1.30-1.35 ominaispainon (o.p.) omaavan liuksen. (Taylor ym. 2007) Yleisesti käytettyjä liuksia ovat kylläiset: NaCl-liuos (o.p. 1,180-1,200), sokeriliuos (o.p. 1,235), magnesiumsulfaattiliuos (o.p. 1,250) (Saari & Nikander 2006). Ominaispaino on riippuvainen lämpötilasta (Thien pont ym. 1979). Käytettiinpä mitä liuosta tahansa tulee liuksen ominaispaino tarkistaa säännöllisin väliajoin ja ulostetutkimukset tehdä nopeasti tai muuten tulokset saattavat vääristyä (Taylor ym. 2007).

Flotaatiomenetelmässä pieni määrä ulostetta sekoitetaan huolellisesti flotaatio-liukseen. Saatu liuos siivilöidään ja kaadetaan koeputkeen. Koeputki täytetään ääriään myöten lisäämällä flotaatio-liuosta. (Taylor ym. 2007) Koeputki peitetään tämän jälkeen varovasti peitinlasilla, jonka annetaan olla paikoillaan 10-45 minuuttia riippuen käytetystä flotaatio-liuksesta. Tämän jälkeen peitinlasi siirretään varovasti objektilasin päälle ja näyte on valmis mikroskopointia varten. (Saari & Nikander 2006)

McMaster-menetelmässä tunnettu määrä ulostetta homogenisoidaan tunnettuun määrään vettä, esimerkiksi 3 g ulostetta ja 42 ml vettä. Ulosteliuos siivilöidään ja näin saatu suodos sekoitetaan ja kaadetaan 15 ml:n koeputkeen. Koeputkea sentrifugoidaan 2000 rpm, kahden minuutin ajan. Tämän jälkeen pohjasakan päälle jäänyt neste eli supernatantti kaadetaan pois ja sakka sekoitetaan. Sekoitettun sakan päälle kaadetaan flotaatio-liuosta niin että 15 ml tulee jälleen täyteen. Koeputkea käännettään ylösalaisin kuusi kertaa ja liuos siirretään pipetillä McMaster- laskukammioon niin että molemmat kammiot täytetään. Yhden viivoitetun alueen tilavuus on 0,15 ml. Mikroskoopin avulla lasketaan viivoitettujen alueiden sisältämä loismäärä. Yhden alueen tulos kerrotaan 100:lla tai kahden alueen yhteenlaskettu määrä 50:llä. Näin laskemalla saadaan tulos: kuinka paljon yksi gramma ulostetta sisältää loistenmunia (eggs per gram, epg). (Taylor ym. 2007) McMaster-menetelmästä on useita modifikaatioita. Eräässä nopeammassa muunnoksessa uloste homogenisoidaan suoraan suolaliuokseen ja tästä saatu suodos mikroskopoidaan ilman sentrifugoimisvaihetta (Saari & Nikander 2006). Cringolin ym. (2004) tekemän tutkimuksen perusteella luotettavimmat tulokset ruuansulatuskanavan Strongyluksista McMaster-menetelmällä saadaan, kun käytetään sokeriin pohjautuvia flotaatio-nesteitä. Paras käytettävä kammiontilavuus olisi 1 ml (koko kammiontilavuus), sillä muilla tutkituilla 0,15 ml, 0,3 ml ja 0,5 ml kammiontilavuuksilla saatiin epäluotettavan suuria tuloksia. Suuret tulokset johtuvat todennäköisesti siitä, että loistenmunilla on taipumus keskittyä kelluntavaiheessa McMaster-levyn keskiosiin.

3.2.3 Sedimentaatiomenetelmät

Sedimentaatiomenetelmillä saadaan esiin loiset/loistenmunat, jotka ovat liian painavia tai hauraita flotaatio-menetelmillä tutkittaviksi. Ne soveltuvat erityisen hyvin mm. imumatojen munien etsintään, mutta ovat sukkulamatojen munien ja kokkidien ookystien tutkimisessa epäherkempiä kuin flotaatiomenetelmät. (Bowman 1999) Jossain määrin sedimentaatiotekniikoilla saadaan esiin sukkulamatojen toukkia (Saari & Nikander 2006). Baermannin menetelmä (kuvattu alla) soveltuu sukkulamatojen toukkien etsimiseen parhaiten. Eniten käytetyistä formaliini-eetteri- ja formaliini-etyyliasettaattimenetelmistä jälkimmäinen on suositeltavampi etyylietterin räjähdysherkkyyden vuoksi. Menetelmissä formaliini lisää näytteen säilyvyyttä pysäyttäen tai hidastaen loisten kehityksen. Etyyliasettaatti (ja eetteri) poistavat mikroskopointia häiritseviä aineita. (Bowman 1999)

Imumatojen munat voidaan osoittaa sedimentaatiomenetelmällä esimerkiksi seuraavasti: 3 grammaa ulostetta homogenisoidaan veden kanssa ja saatu liuos siivilöidään. Siivilään jäänyt materiaali huuhdellaan huolellisesti vedellä. Saatu suodos kaadetaan kartion muotoiseen pulloon ja sen annetaan seisoa kaksi minuuttia, minkä jälkeen supernatantti poistetaan. Jäljelle jäänyt noin 12-15 millilitraa siirretään koeputkeen. Tämän jälkeen suodoksen annetaan uudelleen sedimentoitua kaksi minuuttia, jonka jälkeen supernatantti poistetaan jälleen. Sedimenttiin lisätään muutama tippa metyleeni-sineä, minkä jälkeen näyte on valmis mikroskopoitavaksi. (Taylor ym. 2007)

Baermannin menetelmä hyödyntää useimpien sukkulamatojen toukkien kyvyttömyyttä uida painovoimaa vastaan. Vedessä ulosteesta uimaan lähtevät toukat vajoavat, kun niillä ei ole pintajännitettä apunaan. Baermannin menetelmästä on useita muunnoksia, mutta ne kaikki perustuvat samaan periaatteeseen. (Bowman 1999) Esimerkkinä eräs suoritustapa: punnitaan 25 grammaa ulostetta siivilään tai sideharsopussiin. Tämän jälkeen siivilä/sideharsopussi asetetaan suppiloon, jossa on sulkemismekanismi. Suppilo täytetään vedellä niin, että ulostemassa peittyi. Odotetaan vähintään kaksi tuntia tai mieluiten yön yli ja sitten lasketaan suppilon pohjalta sedimentoitunutta nestettä 10-15 millilitraa koeputkeen. Koeputkea seisotetaan puoli tuntia tai se sentrifugoidaan. Tämän jälkeen supernatantti imetään enimmäkseen pois. Jäljelle jäävä sedimentti ja pieni määrä liuosta siirretään petrimaljalle. Lisäksi koeputki huuhdotaan ja saatu huuhteluneste lisätään petrimaljalle. Näyte on valmis mikroskopoitavaksi. Mikroskopoinnin helpottamiseksi petrimaljalle voidaan lisätä väriliuosta, esimerkiksi Lugolin jodiliuosta. (Saari & Nikander 2006)

3.2.4 Pyörömatojen toukkien kasvatusta

Pyörömatojen munien perusteella ei kaikkia loisia pystytä tunnistamaan suku- tai lajitasolle. Tunnistamista varten tarvitaan infektiivisiä L₃-toukkia (Saari & Nikander 2006). Pyörömatojen toukkien tunnistus vaatii kokemusta vaikka itse toukkien viljeleminen on yksinkertaista (Taylor 2007). Lampaan uloste soveltuu hyvin toukkaviljelyyn sopivan kosteutensa vuoksi. Yksinkertainen tapa suorittaa toukkaviljely on laittaa muutama ulostepapana kannelliseen muoviasiaan, mikä on huudeltu 0,1-prosenttisella natriumkarbonaattiliuoksella homeiden kasvun estämiseksi. Purkki säilytetään pimeässä, huoneenlämmössä 7-10 päivää. Päivittäin tarkastetaan, että purkissa on riittävästi kosteutta eli muutamia vesipisaroita. Tarvittaessa purkkiin lisätään muutama pisara vettä tai natriumkarbonaattiliuosta. Inkuboinnin jälkeen purkki

siirretään valoon, missä toukat lähtevät nopeasti liikkelle. (Bowman 1999) Toukat huudellaan veden avulla purkista koeputkeen, mikä tämän jälkeen sentrifugoidaan. Sentrifugoinnin jälkeen koeputkesta poistetaan supernatantti ja saatu sedimentti mikroskopoidaan. Löydettyjen toukkien tunnistuksessa käytetään apuna niiden kokoa, ruumiin mittasuhteita ja muunmuassa seuraavia rakenteita: pää, häntä, suoliston solujen muoto ja lukumäärä. (Saari & Nikander 2006)

3.2.5 Madonmunien tunnistaminen

Ulostenäytettä mikroskopoitaessa on tärkeää erottaa niin sanotut valeloiset oikeista loisista. Esimerkiksi ilmakuplat, siitepöly, karvat, kasvikuikut ja sieni-itiöt voivat muistuttaa loisia tai niiden munia. Ulosteeissa voi esiintyä myös lajille harmittomia vapaana eläviä tai toisen eläinlajin loisia, jotka ovat vahingossa joutuneet eläimen ruuansulatuskanavaan eivätkä käytä kyseistä eläintä isäntänä tai väli-isäntänä. (Bowman 1999) Onkin siis tärkeää oppia tunnistamaan lampaalle merkityksellisten loisten munat. Tarkoitusta varten on olemassa useita oppikirjoja, joissa munien rakenne on kuvattu tarkasti ja esitetty tunnistusta helpottavia kuvia.

Alkueläinten tunnistaminen lajitasolle on vaativaa puuhaa ja kuuluu aiheeseen erikoistuneille henkilöille. Alkueläinten ookystien tai kystien koko vaihtelee 4-30 μm lajista riippuen. (Bowman 1999) Heisimatojen *Moniezia* spp. munat ovat neliön mallisia ja sisältävät päärynänmuotoisen rakenteen, jonka sisällä on madon alkio eli onkosfääri (Bowman 1999). Imumatojen munat ovat yleensä kullan-tummanruskeita ja niissä on kansimainen rakenne eli operculum. Koko vaihtelee 20-200 μm :n välillä. Lajista riippuen muna voi sisältää täysin kehittyneen *miracidium*-toukan tai suuren määrän kehittyviä soluja. (Bowman 1999) Pyörömatoja ei pystytä tunnistamaan tiettyjä poikkeuksia lukuunottamatta suku- tai lajitasolle ilman toukkien kasvatusta (katso kohdat 2.4.1 ja 3.2.4). Strongylidi-munat (eli yläheimojen Strongyloidea-, Trichostrongyloidea- ja Ancylostomatoidea-munat) ovat kooltaan 30-100 μm paitsi *Nematodirus*, jonka munan koko on 200 μm . Munankuoret ovat sileitä, ohutseinäisiä ja soikeahkoja. Ne sisältävät madon alkion morula-vaiheessa ja niiden sisällä näkyy 4-16 solua. *Nematodirus*-loisten munat ovat selvästi muita kookkaampia ja ne ovat näin helposti tunnistettavissa. *Strongyloides*-loisten munissa loinen on jo toukka-asteella. Tämä erottaa ne muista Strongylidi-munista, jos näyte on riittävän tuore. Huomioitavaa on myös keuhkomatojen mahdolliset munat, yleensä kuitenkin keuhkomadot poistuvat lampaan elimistöstä toukkamuotoina. (Bowman 1999, Taylor ym. 2007)

4 LOISTARTUNTOJEN ENNALTAEHKÄISY JA HOITO

Loistartuntojen ennaltaehkäisyn merkitys on kasvanut, sillä loislääkityksiä on syytä rajoittaa lisääntyvän lääkeaineresistenssin estämiseksi (Oksanen 2008). Lampaiden kohdalla karitsoiden yleisestä vastustuskyvystä huolehtiminen, hyvin suunniteltu laidunkierto ja sisäruokintakaudella karsinoiden hygieenisuus ovat ennaltaehkäisyssä avainasemassa (Oksanen 2008, Radostits ym. 2000).

4.1 Lampaiden vastustuskyky loistartuntoja vastaan

Aikuiset lampaat ovat yleensä vastustuskykyisempiä loistartunnoille kuin nuoret eläimet. Loistartunnoille altistuminen edesauttaa luonnollisesti hankitun vastustuskyvyn kehittymistä. Immuunivasteen kehittyminen loistartunnoille on monimutkaista, mutta siihen perustuen on voitu kehittää loisrokotteita. Lammastaloudessa loisrokotteet eivät kuitenkaan vielä ole arkipäivää vaan karitsojen loistartuntojen ennaltaehkäisyyn tulee kiinnittää huomiota. (Taylor ym. 2007) Karitsoiden vastustuskyvyn kannalta olennaista on huolehtia karitsoiden hyvinvoinnista ja riittävästä ternimaidon saannista (Oksanen 2008). Myös vanhempien eläinten kohdalla tiedetään, että hyvin ruokitut eläimet ovat vastustuskykyisempiä loistartuntoja vastaan kuin huonosti ruokitut. Aikuisten eläinten loistartunnoissa on huomioitavaa, että uuhet ovat alttiimpia voimakkaille tartunnoilla lopputiineydestä ja alkulaktaatiokauden aikana ja voivat tällöin erittää paljon loisten munia ympäristöönsä. (Radostits ym. 2000) Myös steroidilääkitys voi muuttaa eläinten herkkyyttä loistartunnoille ja sukkulamatojen munantuotannon tiedetään lisääntyneen steroidilääkityksen jälkeen (Taylor ym. 2007). Tiettyjen lammasrotujen on todettu olevan vastustuskykyisempiä verrattuna muihin lammasrotuihin tiettyjen loisten aiheuttamille tartunnoille. Nämä ominaisuudet periytyvät ja niitä olisikin mahdollista käyttää jalostuksessa hyödyksi (Good ym. 2006).

4.2 Laidunnus, laidunkierto ja yleinen hygienia

Laidun toimii useiden lampaan sisäloisten tartunnan lähteenä. Näiden loisten elämänkierto on riippuvaista ulkoisista olosuhteista, joten eri ilmastoalueilla loisten kehittymisnopeus vaihtelee (Taylor ym. 2006). Eri loislajien esiintyvyys ja määrä vaihtelevat myös vuodenajasta ja vuodesta toiseen (Stear ym.1998). Talven yli laitumella selviytyneet loiset aiheuttavat keväällä selvän esiintymispiikin ympäristöolosuhteiden muututtua niiden kehitykselle suotuisiksi (Boag & Thomas

1977). Tästä syystä karitsat olisi syytä laskea puhtaalle laitumelle eli uudelle laitumelle tai laitumelle, jolla ei edellisvuonna ole laidunnettu lampaita (Oksanen 2008). Talven yli selviytyneet loiset kuolevat kuitenkin melko nopeasti, joten varsin puhdas laidun saadaan myös siten, että ensin korjataan yksi heinäsato ja lampaat lasketaan laiduntamaan vasta uuteen odelmikkoon (Radostits ym. 2000). Edellisvuodelta puhtaat laitumet voivat kontaminoitua loisilla pian eläinten laitumelle laskemisen jälkeen, mutta tällöin loismäärät eivät ole yhtä suuria kuin valmiiksi kontaminoituneiden laidunten kohdalla (Boag & Thomas 1977). Laitumen kontaminoitumista voidaan vähentää antamalla uuhille loishäätö vähintään kolme päivää ennen laitumelle laskua. Loishäätöä ei kannata tehdä ennen huhtikuuta, jotta hypobioottiset loiset ehtivät aktivoitua. (Helminen 2003)

Eläintiheyteen on syytä kiinnittää huomiota niin laitumella kuin lampolassakin. Suuri määrä eläimiä pienellä alueella kontaminoi laitumen tai karsinan tehokkaasti. (Taylor ym. 2006) Erityisesti kokkidit voivat tarttua epähygieenisissä oloissa lampolassakin (Radostits ym. 2000). Laitumella lisäksi liian tiheässä laidunnetut eläimet kuluttavat ruuan pian loppuun ja joutuvat käyttämään ruohon tarkkaan myös ulosteiden vierestä, jolloin loistartuntojen todennäköisyys lisääntyy (Taylor ym. 2006). Vanhoilla maisemanhoitolaitumilla kannattaa laiduntaa vain aikuisia eläimiä (Helminen 2003). Loisten elämänsyklin erityispiirteet kannattaa huomioida laidunten suunnittelussa. Esimerkiksi isojen maksamatojen esiintymistä voidaan estää rajaamalla kosteat alueet pois laitumesta (Radostits ym. 2000). Vaikka myös heisimadot tarvitsevat väli-isännän on niiden ennaltaehkäisy vaikeampaa, sillä Oribatidae-suvun punkit ovat yleisiä laidunruohossa (Saari & Nikander 2006). Voimakkaissa heisimatotartunnoissa laidunten uudistamisesta voi olla hyötyä (Radostits ym. 2000).

4.3 Loislääkitys

Lampaat ovat tuotantoeläimiä ja niiden lääkitystä Suomessa säädellään lainsäädännöllä. Evira julkaisee lääkelistoja, joissa tuotantoeläimille sallitut lääkkeet, lääkeaineet ja niihin liittyvät varoajat luetellaan. Tällä hetkellä lampaille myyntiluvallisia loislääkkeitä Suomessa on ainoastaan ulkoloisiin tehoava valmiste, jonka vaikuttava-aine on deltametriini. Erityisluvalla saatavissa ovat mikstuura-valmiste, vaikuttava-aine fenbendatsoli; oraalisuspensio-valmiste, vaikuttava-aine moksidektiini ja oraalisuspensio-valmiste, vaikuttava-aine albendatsoli. Kaskadi-säädöksen avulla lampaille voidaan käyttää myös toisille eläinlajeille hyväksytyjä lääkevalmisteita,

jolloin loislääkkeiden käyttömahdollisuudet lampailla laajentuvat huomattavasti. Varoaika kaskadi-valmisteilla on tällä hetkellä 28 vrk tai pidempään, jos valmisteella on pidempi varoaika. Tarjolla ovat edellä mainittujen lisäksi tällä hetkellä seuraavat tuotantoeläimille hyväksytyt vaikuttavat aineet: eprinomektiini, flubentatsoli, ivermektini, pratsikvanteli, pyranteeliembonaatti ja toltratsuriili. Ajantasaiset lääkeluettelot kannattaa aina tarkistaa Eviran verkkosivuilta. (Evira 2008)

Loislääkityksissä on syytä huomioida, että lääkkeiden annostukset vaihtelevat riippuen siitä mitä loislajia ollaan häätämässä. Aliannostelua on ehdottomasti vältettävä, jottei resistenttejä loiskantoja syntyisi. Loislääkityksiä annetaan mahdollisimman harvoin, sillä liian usein toistuvat matolääkitykset valikoivat resistenttejä loiskantoja. Lääkityksiä suunniteltaessa on suositeltavaa tutkia tilan loistilanne ulostenäytteistä. Taulukossa 4.1 on esitetty joidenkin pyörömatojen munien määrä (eggs per gram, epg) suhteessa lampaalla esiintyvän tartunnan voimakkuuteen. (Taylor ym. 2007)

Loislajit	Infektion voimakkuus		
	Lievä	Keskinkertainen	Voimakas
<i>H. contortus</i>	100 - 2500	2500 - 8000	> 8000
<i>Teladorsagia circumcincta</i>	50 - 200	200 - 2000	> 2000
<i>Trichostrongylus</i> spp.	100 - 500	500 - 2000	> 2000
<i>Nematodirus</i> spp.	50 - 100	100 - 600	> 600
<i>Strongyloides</i>	-	-	10000

Taulukko 4.1 Loisen munien määrä grammassa ulostetta (eggs per gram) suhteessa lampaalla esiintyvän tartunnan voimakkuuteen (Taylor ym. 2007)

Loislääkitsemisessä ei ole tarkoituksena ainoastaan hoitaa jo olemassa olevia tartuntoja vaan tukea muita ennaltaehkäiseviä keinoja uusien loistartuntojen välttämiseksi (Taylor ym. 2007). Ennaltaehkäisevää lääkitystä käytetään esimerkiksi kokkidi-tartunnoissa silloin, kun muut ennaltaehkäisevät keinot eivät ole olleet riittäviä. Käytettävä aine on toltratsuriili, jota annetaan 7 päivää heti laiturille laskun jälkeen. Kokkideihin tehoavat myös sulfa-ryhmän antibiootit, joista tällä hetkellä löytyy myös myyntiluvallinen valmiste lampaalle. (Helminen 2003) Kryptosporidium-tartuntaan ei ole tunnettua hoitoa, tosin spiramysiini-antibiootista saattaa olla hieman apua (Taylor ym. 2007). Lampaan heisimato-tartuntojen lääkitsemiseen käyvät fenbendatsoli, albendatsoli ja pratsikvanteli (Bowman 1999). Lääkitys on hyvä antaa myöhäiskevällä, jolloin

infektoituneiden väli-isäntäpunkkien määrää laiturilla saadaan pidettyä vähäisenä (Taylor ym. 2007). Lampaan maksamatoihin tehoa erityisluvallinen albendatsoli (huomaa korkeampi annos) (Helminen 2003). Pyörömatoja on useita lajeja ja niiden hoitoon sopivia vaikuttavia aineita ovat ivermektini, fenbendatsoli, albendatsoli, moksidektiini ja pyranteli (Bowman 1999).

Esimerkkinä laidunkierron ja loishäädön yhdistämisestä osa Ell Katri Helmisen madotusohjelmaa (2003): Tapaus 1, puhdas laidun: uuhet madotetaan ennen laiturille laskua, tällöin karitsoita ei tarvitse loislääkitä kesällä lainkaan. Tapaus 2, edellisvuonna lampaiden käytössä ollut laidun: uuhet loislääkitään edelleen ennen laiturille laskua, nyt myös karitsat tarvitsevat loishäädön, joka annetaan 3-4 viikon kuluttua laidunnuksen alkamisesta. Kaikki siitokseen jätettävät eläimet loislääkitään kummassakin tapauksessa syksyllä (Helminen 2003). Tällöin käytetään loislääkettä, mikä tehoa myös lepoaiheessa oleviin loisten toukkamuotoihin esim. albendatsoli, doramektiini, eprinomektiini, fenbendatsoli, ivermektini, moksidektiini (ETU 2008).

4.4 Loislääkeresistenssi

Loislääkeresistenssiä on ilmennyt jo usean vuosikymmenen ajan (Waller 1997). Erityisesti pienten märehäntäjien kuten lampaiden loiset ovat maailmalla tulleet resistenteiksi useille loislääkkeille. Lampaiden tilannetta heikentävät vuohien useat resistentit loiskannat, jotka voivat siirtyä lampaisiin. (Schnyder ym. 2005) Myös Suomessa on riskinä loislääkeresistenssin lisääntyminen. Loislääkeresistenttejä kantoja voi tulla Suomeen lisäksi tuontieläinten mukana (Oksanen 2008). Resistenssin ennaltaehkäisyssä on tärkeää kiinnittää huomiota järkevään lääkintään ja ennaltaehkäisyyn (katso kohdat 4.2 ja 4.3). Lisäksi loislääkeresistenssin kehittymistä voidaan mahdollisesti hidastaa vaihtamalla käytettävää loislääkeaineryhmää vuosittain, ei siis joka kerta. Lääkkeen vaihtamisesta ei kuitenkaan ole mainittavaa hyötyä, jos resistenttejä loiskantoja on jo ehtinyt muodostua. Kapeakirjoisia loislääkkeitä kannattaa suosia tilanteissa, joissa lääkitystä ollaan kohdistamassa esimerkiksi tiettyä loislajia vastaan. (Taylor ym. 2007) Lääkitysten ajoituksella on merkitystä resistenssin syntymisen kannalta, sillä turvassa eli refugiassa olevat loiset välttävät lääkityksen olemalla esimerkiksi lääkittävän eläimen ulkopuolella kuten vapaina laiturilla. Tällöin niihin ei kohdistu valintapainetta. Mitä suurempi osuus loisista on refugiassa sitä hitaampaa resistenssin kehittyminen on. Ja päinvastoin, vajaatehoinen loislääkitys tilanteessa, jossa käytännössä kaikki loiset ovat isäntäeläimessä, esimerkiksi *H.*

contortus-loisen hypobioosivaiheessa, valikoi erittäin tehokkaasti resistenttejä loiskantoja. Tällöin lääkitys ja samalla valintapaine kohdistuu koko loispopulaatioon. (Oksanen 2008) Epäiltäessä resistenssiä loiskantoja tulee ulostenäytteet ottaa ennen loislääkitystä ja noin kymmenen päivää loislääkityksen jälkeen. Muunmuassa Evira tutkii lampaiden ulostenäytteitä loisten varalta. (Evira 2008)

5 LAMPAIDEN SISÄLOISTEN ESIINTYVYYS

Maailmalla on tehty erittäin paljon lampaiden loistutkimuksia. Useat niistä keskittyvät lampaan loisten lääkeaineresistenssin tutkimiseen. Esiintyvyys tutkimukset ovat harvinaisempia. Pohjoismaissa ei ole tehty paljon tutkimuksia, joissa olisi tutkittu useamman eri loislajin esiintymistä samanaikaisesti. Tähän on poimittu muutamia tuloksia loisten esiintyvyydestä eurooppalaisissa tutkimuksissa.

Loislaji	Ikä	Linqvist 2001		Epe ym. 2004	Helminen 2003	
		kevät	syksy		2000	2001
Trichostrongylidi (ei <i>Nematodirus</i>)	karitsa	80-88 %	70-97 %	-	33,0 %	53,0 %
	uuhi	93-98 %	40-78 %	-	-	-
<i>Nematodirus</i> spp.		-	-	11,1 %	11,8 %	16,3 %
Strongylidi		-	-	60,7 %		
<i>Eimeria</i> spp.		-	-	43,1 %	33,0 %	86,0 %
<i>Moniezia</i> spp.		-	-	9,5 %	9,8 %	0,0 %
<i>Strongyloides</i> spp.		-	-	6,7 %	19,6 %	18,6 %

Taulukko 5.1. Ruuansulatuskanavan loisten esiintyvyys muutamassa eurooppalaisessa tutkimuksessa. Tulokset on muutettu prosenteiksi (%) vertailun helpottamiseksi. Lindqvistin (2001) tutkimuksessa tulokset ovat laumatasolla. Tutkittuja tiloja oli 152 kpl. Epe ym. (2004) tutkittuja näytteitä oli 524 kpl. Helminen (2003), Eelan aineisto, joissa tutkittuja näytteitä oli vuonna 2000 51 kpl ja vuonna 2001 43 kpl. Trichostrongylidi ja Strongylidi nimityksiä käytetty vastaavasti kuin tutkimuksissa.

Ruotsalaisessa tutkimuksessa (Lindqvist ym. 2001) tutkittiin sukkulamatojen esiintyvyyttä ruotsalaisilla lampailta vuosina 1997-1999. Tutkittuja lammaslaumojia oli 152 kappaletta. Tiloilta kerättiin yksilönäytteitä kahdeksasta uuhesta ja/tai karitsasta. Taulukossa 5.1 on tutkimuksen tuloksia Trichostrongylidi-lajien (muiden kuin *Nematodirus* spp.) munien esiintyvyydestä laumatasolla. *Nematodirus* spp.-loisten esiintyvyys oli vähäistä. Keuhkomatoja tutkittiin erikseen toukkaviljelyn avulla. Kolmen vuoden tutkintajakson aikana todettiin *M. capillaris*- ja *P. rufescens*-keuhkomatoja esiintyvän epäsäännöllisesti pieniä määriä ja *D. filaria*-keuhkomatoja ei todettu lainkaan. (Lindqvist ym.2001)

Saksalaisessa tutkimuksessa Epe ym. (2004) tutkivat useiden loisten esiintyvyyksiä vuosina 1998-2002, tutkittuja lammasnäytteitä oli 524 kappaletta (Taulukko 5.1).

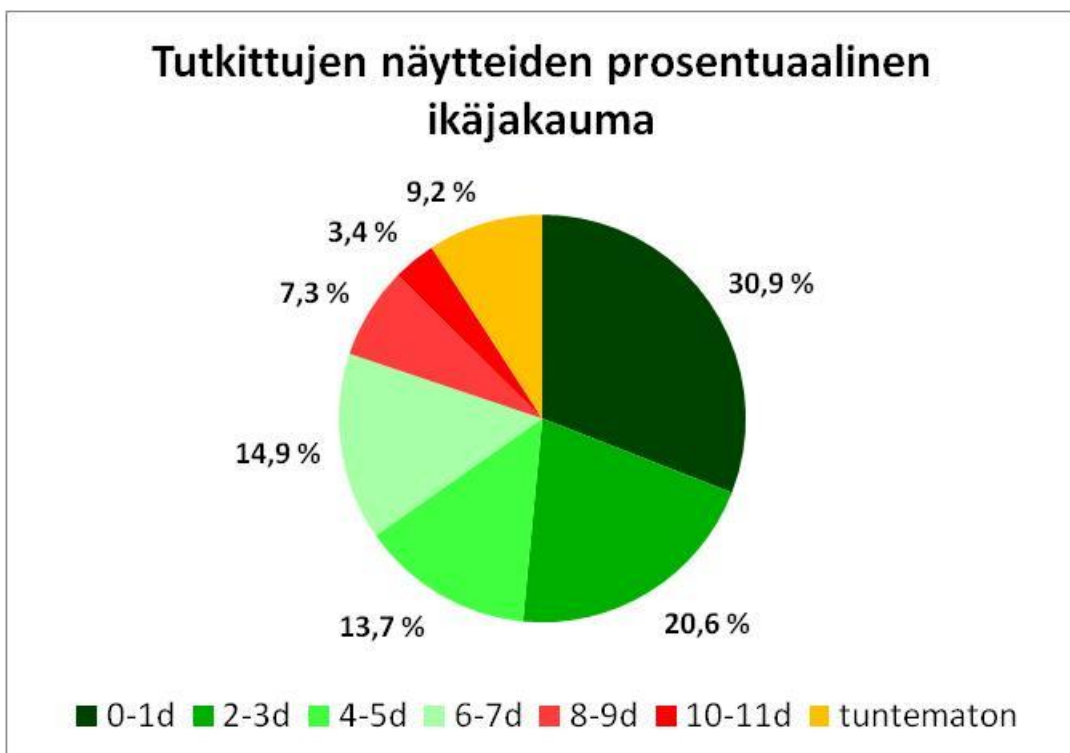
Keuhko- ja maksamatoja tutkimuksessa esiintyi seuraavasti: *Fasciola hepatica* 1,7 %, *Dictycaulus* sp. 0,2 %.

Suomalaiset tulokset (Taulukko 5.1, Helminen 2003) ovat Eelan vuosina 2000 ja 2001 tutkimia lampaiden ulostenäytteitä. Tuloksista ei ole tietoa onko kyseessä potilasaineisto vai muu tutkimus. Tutkimusajankohdasta ei myöskään ole tietoa. Olen muuttanut kappalemäärinä annetut tulokset prosenteiksi vertailun helpottamiseksi. Vuonna 2000 tutkittuja näytteitä oli 51 kpl ja vuonna 2001 43 kpl. (Helminen 2003)

6 AINEISTO JA MENETELMÄT

6.1 Ulostenäytteet

Ulostenäytteet on kerätty tilateurastamolta Hautjärveltä syksyllä 2004 (2.9-20.9.04) ja keväällä 2005 (14.3-18.4.05). Näytteet on otettu peräsuolesta lampaiden tainnutuksen jälkeen. Näytteet on tutkittu Mäntsälässä Eläinlääketieteellisen tiedekunnan klinisen tuotantoeläinlääketieteen laitoksen Saaren laboratoriossa syksyllä 9.9-5.10.04 ja keväällä 15.3-20.4.05. Näytteet on pyritty tutkimaan mahdollisimman pian näytteenoton jälkeen. Näytteet säilytettiin tutkimiseen asti jääkaapissa ($T=5^{\circ}\text{C}$). Alkusyksystä 2004 näytteiden tutkiminen viivästyi niin, että osa näytteistä on tutkittu yli viikon vanhoina (kuva 6.1).



Kuva 6.1 Näytteiden prosentuaalinen ikäjakauma tutkimuspäivänä (siis näytteiden iät tutkimushetkellä). Kuvassa 0-1 tarkoittaa, että näyte on tutkittu joko näytteenotto päivänä tai sitä seuraavana päivänä. Vastaavasti 2-3 tarkoittaa, että näyte on tutkittu 2-3 päivää näytteenoton jälkeen jatkuen vastaavalla tavalla. Osasta näytteitä ei ole tietoa, milloin ne on tutkittu suhteessa näytteenottopäivään.

Näytteitä kerättiin yhteensä 24:n eri tilan lampailla. Yksi tiloista oli mukana sekä syksyllä että keväällä. Kultakin tilalta otettiin tutkimukseen maksimissaan 20 näytettä eli enintään 10 näytettä karitsoista ja 10 näytettä aikuisista eläimistä. Näytteiden kokonaismäärä oli 262 kpl. Tutkituissa näytteissä oli 182 kpl karitsoiden eli alle vuoden ikäisten eläinten ja 70 kpl aikuisten näytteitä, 10 kpl näytteestä ei ollut ikätietoja saatavissa. Syksyllä näytteistä tutkittiin 202 kpl ja keväällä 60 kpl. Kaikki kevään näytteet olivat karitsoista. Tutkitut eläimet olivat kliinisesti terveitä, sillä tarkastuseläinlääkäri on tarkistanut eläimet ennen teurastusta. Yhdellä eläimistä todettiin ripuli ulostetutkimuksessa. Kyseisellä eläimellä ei kuitenkaan todettu normaalia enemmän loisia. Eläinten sukupuolesta tai rodusta ei ole tietoja. Tutkittujen tilojen maantieteellinen jakautuminen on esitetty kuvassa 6.2.



Kuva 6.2 Tilojen maantieteellinen jakautuminen

Suomen kartta lähde: <http://papunet.net/vleis/materiaalit/paivakirja-ja-kalenteri/muokattavat-paivakirjasivut.html>

6.2 Modifioitu McMaster-menetelmä

Ulostenäytteet tutkittiin modifioidulla McMaster-menetelmällä seuraavasti: yksi gramma lampaan ulostetta punnittiin kartiopohjaiseen putkeen. Putkeen lisättiin 15 ml kyllästettyä sokeriliuosta ja 15 ml kyllästettyä NaCl-liuosta. Sokeri- ja suolaliuokset valmistettiin huoneenlämmössä sekoittamalla sokeria tai suolaa veteen niin kauan ettei sitä enää liuennut vaan se alkoi saostua. Tämän jälkeen uloste rikottiin pinseteillä ja sekoitettiin huolellisesti homogeeniseksi ulostesuspensioksi. Ulosteseos suodatettiin teesiivilän läpi ja saatu suodos kaadettiin takaisin kartioputkeen. Suodos sekoitettiin ja siitä otettiin 0,5 ml:ä pasteuripipetillä McMaster -laskukammioon. Odotettiin kaksi minuuttia, jotta munat ehtivät nousta kammion pintaan ja näyte mikroskopoitettiin käyttäen 100-kertaista suurennosta, tarkempia yksityiskohtia tarkasteltiin tarvittaessa 400-kertaisella suurennoksella. Loisten munat laskettiin viivoitetulta alueelta jaotellen ne seuraaviin ryhmiin: *Moniezia expansa*, kokkidit, *Strongyloides papillosus*, *Nematodirus* spp., ”Trichostrongylus” (sis. Strongylidi-tyyppiset munat katso kohta 3.2.5, paitsi *Nematodirus* spp.) ja muut (esim. *Capillaria* spp., *Trichuris* spp.) eli ne, joita ei pystytty sijoittamaan edellä mainittuihin ryhmiin.

Saadut tulokset muutettiin egp-arvoiksi eli kuinka paljon yksi gramma ulostetta sisältää loisenmunia seuraavasti:

$$EGP = n \left(\frac{d}{v} \right),$$

missä n on mikroskopoimalla laskettu munien lukumäärä,

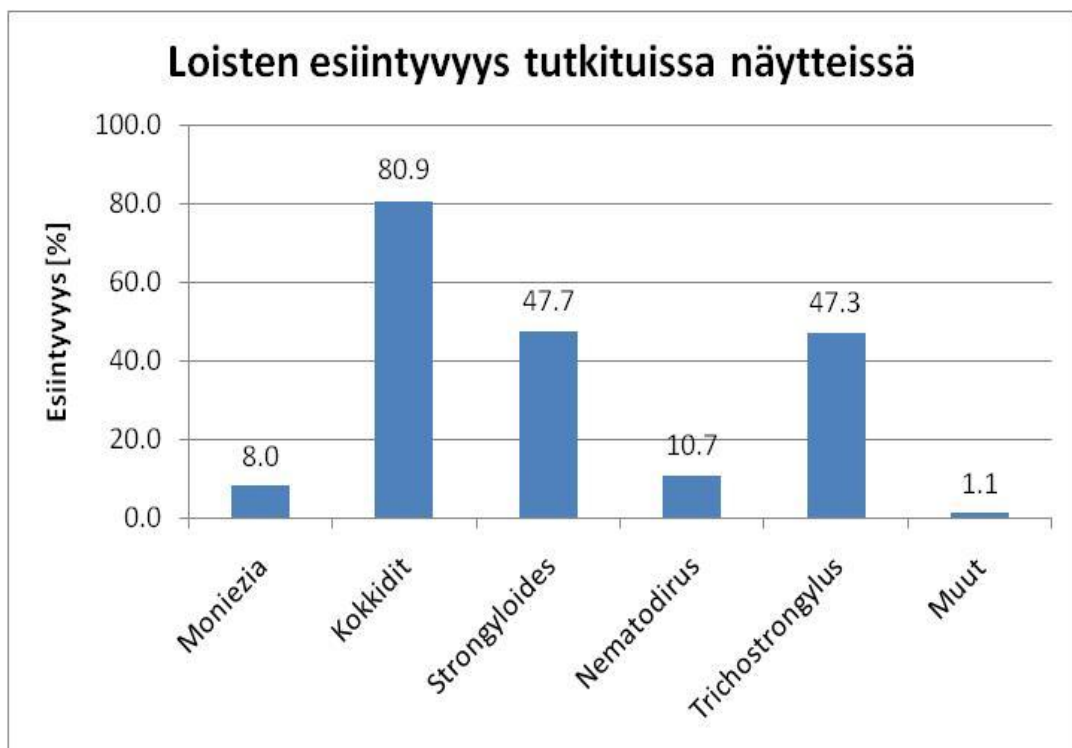
d on laimennus 30 (ml)

V on lasketun alueen tilavuus 0,15 (ml)

McMaster-kammioiden tilavuus on 0,5 ml + 0,5 ml, joista käytimme vain toisen kammion eli 0,5 ml. Yhden kammion viivoitetun alueen tilavuus on 0,15 ml. (Cringoli ym. 2004) Näytteen, josta mikroskopoitaessa löytyi yksi loisenmuna, laskennallinen egp minimimäärä on 200 (eli $1(30/0,15)$).

7 TULOKSET

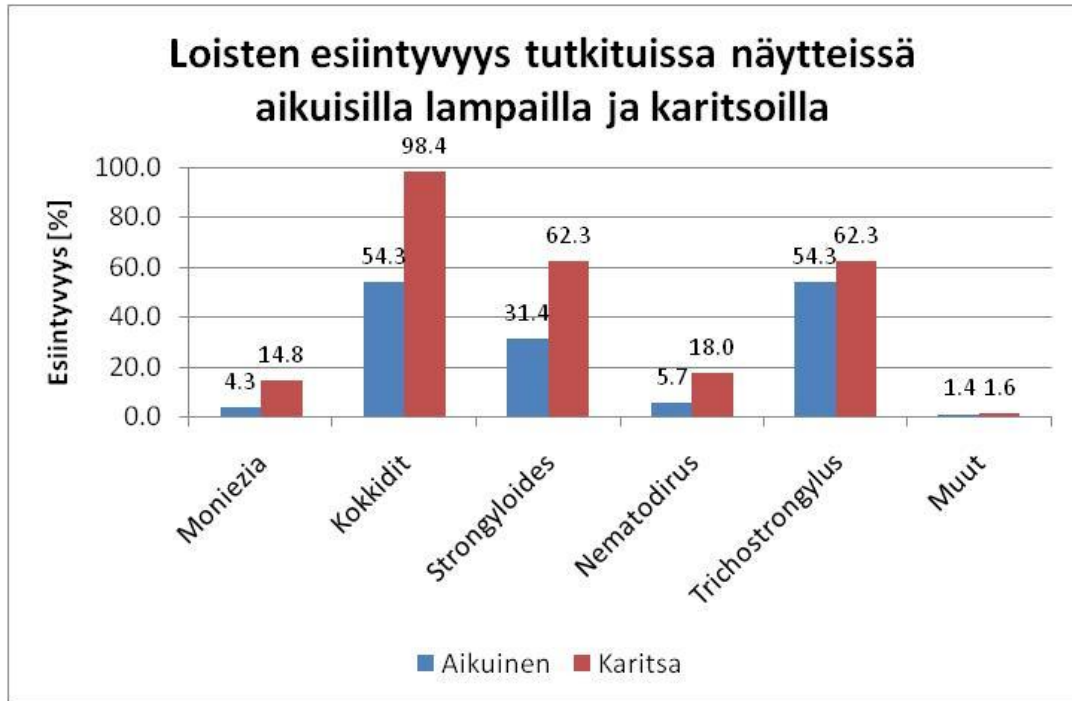
Tutkimuksessa havaitut loisten kokonaisesiintyvyydet on esitetty kuvassa 7.1. Näytteitä joissa ei havaittu loisia oli 20 kpl eli 7,6 % kaikista näytteistä. Kaikilta tutkituilta tiloilta löytyi loisia.



Kuva 7.1 Loisten prosentuaalinen esiintyvyys kaikissa tutkituissa näytteissä. Kuvassa heisimatojen esiintymistä kuvaa *Moniezia* eli lampailla *Moniezia expansa*, kokkidit sisältää kaikki löydetyt *Eimeria*-lajien edustajat, *Strongyloides* kuvaa *Strongyloides*-tyyppisiä muna, joista lampailla esiintyvä loinen on *Strongyloides papillosus*, *Nematodirus* sisältää kaikki löydetyt *Nematodirus*-suvun loiset, ”*Trichostrongylus*” sisältää sekä trichostrongyloidea- että strongyloidea-yläheimojen loiset lukuunottamatta *Nematodirus*-loisia, muut ryhmään kuuluvat kaikki löydetyt loiset, jotka eivät sisälly edellä mainittuihin ryhmiin.

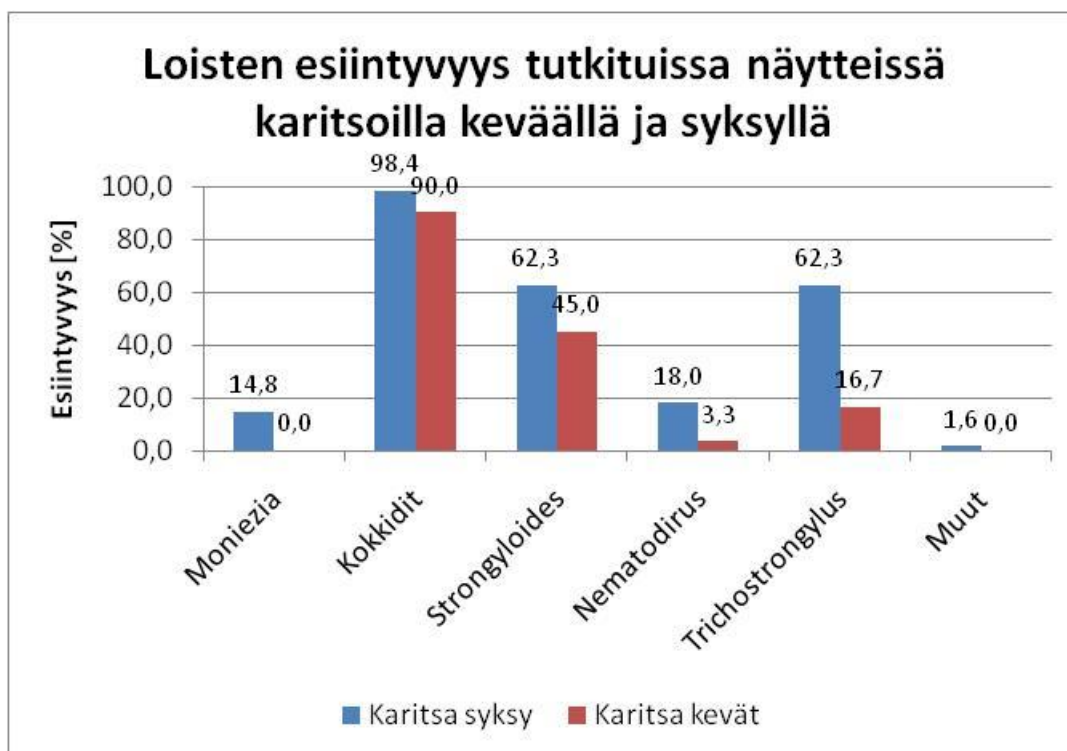
Vertailu loisten esiintymisestä karitsoilla ja aikuisilla lampailla on esitetty kuvassa 7.2. Tutkimuksessa karitsoiden näytteistä löytyi selvästi useammin loisia kuin aikuisten

eläinten näytteistä. Kyseinen vertailu on tehty syksyn näytteillä, sillä keväällä ei saatu näytteitä aikuisista lampaista.



Kuva 7.2 Loisten prosentuaalinen esiintyvyys aikuisilla lampailla ja karitsoilla. Näytteet on jaettu ryhmiin lampaiden iän perusteella. Vertailu on suoritettu syksyllä kerätyistä näytteistä. Pylväiden nimeäminen kuten kuvassa 7.1.

Vertailu loisten esiintyvyyksien vaihtelusta syksyn ja kevään välillä on esitetty kuvassa 7.3. Vertailu on tehty pelkästään karitsanäytteillä, sillä aikuisista lampaista ei saatu näytteitä keväällä. Kaikkia tutkittuja loisia esiintyi karitsoilla enemmän syksyllä kuin keväällä.



Kuva 7.3 Loisten prosentuaalinen esiintyvyys karitsojen näytteissä syksyllä ja keväällä. Pylväiden nimeäminen kuten kuvassa 7.1.

Loisinfektioiden voimakkuutta tutkituilla eläimillä on kuvattu taulukossa 7.1. Taulukossa ovat mukana vain näytteet, joista löytyi kyseisiä loisia. *Moniezia expansa* ja kokkidit eivät ole mukana vertailussa, sillä niiden kokonaismääriä ei tutkimuksessa laskettu.

EPG	Keskiarvo			Keskihajonta			Maksimi		
	Aikuinen	Karitsa	Kaikki	Aikuinen	Karitsa	Kaikki	Aikuinen	Karitsa	?
<i>Strongyloides</i>	636	1336	1237	1137	2364	2137	5600	17800	-
<i>Nematodirus</i> spp.	550	375	529	473	229	404	1200	800	1600
<i>Trichostrongylus</i> spp.	821	1071	1054	700	1157	978	3200	4800	-
Muut	720	1047	300	565	461	115	1800	2000	-

Taulukko 7.1 Loisten munien määrä grammassa ulostetta (epg) niissä näytteissä, jotka sisälsivät ko. loisen muniä. Näytteen munien laskennallinen minimimäärä on tällöin 200 kpl. ? -tarkoittaa ettei kyseisen eläimen ikä ollut tiedossa.

8 POHDINTA

Tulokset osoittavat ruuansulatuskanavan loisten olevan hyvin yleisiä kliinisesti terveillä lampailla. Syksyn ja kevään loistilanteen vertailussa jouduttiin tyytymään karitsoilla tehtävään vertailuun, johtuen teurastamolta saadusta näytemateriaalista. Aikuisten eläinten loisten hypobioosista aktivoituminen eli ns. kevätnousu jäi siis osoittamatta. Tutkimuksen kannalta hyödyllistä olisi ollut tietää tilojen loislääkityskäytännöistä. Teurasvaroaikojen vuoksi lampaita ei ole kuitenkaan voitu loislääkitä juuri ennen näytteidenottoa.

Kokkideja esiintyi aineistossa eniten. Tulos on odotettu, sillä kokkidit ovat yleisiä terveillä lampailla ja niitä on useita eri lajeja, joista vain muutamat ovat patogeenisia. Kokkideja esiintyi huomattavasti enemmän karitsoilla kuin aikuisilla lampailla. Tämä liittyy iän mukana kehittyvään vastustuskykyyn. Karitsoilla esiintyi kokkideja keväällä miltei yhtä paljon kuin syksylläkin. Tutkimuksessa ei kuitenkaan ollut käytettävissä tietoja tilojen talviulkotarhojen käytöstä tai tilojen käyttämistä kuivikemateriaaleista kuten olki, puru tms., jotka vaikuttavat olosuhteisiin ja sitä kautta kokkidien esiintymiseen keväällä.

Lampaiden heisimatotartunnat (*Moniezia expansa*) eivät olleet tutkimuksessa yleisiä. Tulos on samankaltainen muiden esiintyvyystudkimusten kanssa (taulukko 5.1). Syksyn näytteissä karitsoilla oli heisimatoja prosentuaalisesti melkein kolminkertainen määrä aikuisiin lampaisiin verrattuna. Kevään karitsa näytteissä ei ollut lainkaan heisimatoja. Tämä tulos oli odotettavissa, sillä heisimadot tarttuvat väli-isännän kautta laidunkauden aikana ja tutkitut näytteet olivat periaatteessa laiduntamattomista (syksyllä syntyneistä) karitsoista.

Aikaisempiin tutkimuksiin (taulukko 5.1) verrattuna *Strongyloides*-tyypin munat olivat tässä tutkimuksessa yllätyksellisiä (kuvat 7.1 ja 7.2). Tämä voi johtua tulkintavirheestä, sillä *Strongyloides* -määritystä ei varmistettu toukkaviljelmillä. Näytteiden myöhäinen tutkimusajankohta näytteenottoon nähden on todennäköisesti vaikuttanut tulokseen: ”Trichostrongylus”-tyyppiset munat olivat jo alkaneet kehittyä ja se vaikeutti tulkintaa. Tässä tutkimuksessa loistenmunien kokoa ei mitattu. Mittauksen avulla olisi voitu tehdä erotusdiagnostiikkaa helpottavia päätelmiä. Huomattavaa on myös se, että aikuisten

näytteissä tilanne on päinvastainen: ”Trichostrongylus”-tyyppisiä loisia on enemmän kuin *Strongyloides*-loisia, mikä vastaa paremmin muissa tutkimuksissa saatuja tuloksia. Aikuisten näytteissäkin *Strongyloides*-esiintyvyys on kuitenkin suurempi kuin muissa tutkimuksissa. Karitsanäytteiden suuri määrä verrattuna aikuisten näytteisiin voi osaltaan selittää poikkeavia tutkimustuloksia.

Nematodirus-lajit erotettiin tutkimuksessa omaksi ryhmäkseen muista ”Trichostrongylus”-lajeista niiden helpon tunnistettavuuden vuoksi. *Nematodirus*-lajeja esiintyi tutkimuksessa vastaava määrä kuin muissakin tutkimuksissa (taulukko 5.1). Karitsoilla oli tartuntoja yli kaksinkertainen määrä aikuisiin verrattuna (kuva 7.2). Yllättävää tuloksissa oli *Nematodirus*-lajien löytyminen keväällä tutkittujen karitsoiden näytteistä (kuva 7.3). Määrä oli vähäinen ja ilmeisesti osa näistä karitsoina teurastetuista eläimistä on ollut edellisessä laiturilla. Yleisesti sisäruokintakaudella syntyneiltä karitsoilta ei pitäisi löytyä ennen laiturille laskua muita ruuansulatuskanavanloisia kuin kokkideja ja *Strongyloides papillosus*-loisia. Tutkimuksessa havaittiin keväällä myös ”Trichostrongylus”-lajeja, tosin huomattavasti pienempiä määriä kuin syksyllä. Ero ”Trichostrongylus”-loisten esiintymisessä aikuisten ja karitsoiden välillä ei ollut yhtä huomattava kuten esimerkiksi kokkidien, *Nematodirus*-lajien tai *Strongyloides papillosus*-lajin kohdalla.

Loisten munat, joita ei voitu sijoittaa muihin edellä mainittuihin ryhmiin laskettiin yhteen muut loiset-otsikon alle (kohta 6.2). Tämän ryhmän loisia ei esiintynyt keväällä lainkaan. Myös syksyn näytteissä niitä oli erittäin vähän. Vähäiseen esiintymismäärään voi vaikuttaa käytetyn flotaationesteen tiheys, joka vaikuttaa loisten kellumiseen nesteessä ja siten niiden löytymiseen. Esimerkiksi Eelan/Eviran aineistossa flotaationesteen vaihto suolalioksesta sokeriliokseen lisäsi piiskamatolöydösten määrää (Oksanen 2008).

Tutkimusmateriaalista johtuen (näytteenotot teurastuksen yhteydessä) kaikkien tutkimuksessa mukana olleiden eläinten voidaan olettaa olevan kliinisesti terveitä. Myös ulosteet olivat silmämääräisesti yhtä näytettä (ripuli) lukuunottamatta normaaleja. Verrattaessa saatuja epg tuloksia eli loismääriä taulukon 4.1 arvoihin, jotka kuvaavat infektioiden voimakkuutta huomataan seuraavaa: *Strongyloides*-määrät eivät ole suuria yksittäistä eläintä lukuunottamatta. ”Trichostrongylus”-määrät ovat keskinkertaisia, tähän vaikuttaa todennäköisesti se, että *Teladorsagia circumcincta* on laskettu tutkimuksessa tähän ryhmään ja taulukossa 4.1 se on omana erillisenä ryhmänään.

Yksittäisten eläinten maksimiarvoja voidaan kuitenkin pitää tästä huolimatta voimakkaina. *Nematodirus*-määrät olivat infektoituneilla eläimillä isoja. Kyseessä olevat lajit olivat kuitenkin ilmeisen harmittomia, sillä eläimet vaikuttivat terveiltä.

Tässä tutkimuksessa saatujen tulosten luotettavuutta alentavat mm. tutkitun ulostenäytteen koko 1 gramma, kun yleensä suositellaan suurempaan määrää esimerkiksi 3-5 grammaa. Lievät tartunnat eivät välttämättä tule esiin pienessä näytemäärässä, sillä loiset eivät ole jakautuneet tasaisesti ulosteeseen. Vastaavasti saatuja loismääriä voi kasvattaa se, että McMaster-kammioista täytettiin vain toinen puoli. Tällöin tutkittu alue jäi pieneksi (kohta 3.2.2). Tutkimuksen alussa osa näytteistä jouduttiin tutkimaan useiden päivien ikäisinä. Tämä aiheuttaa ongelmia mm. *Strongyloides papillosus*-loisen tunnistamisessa. Vanhojen näytteiden tutkiminen voi alentaa osoitettuja loismääriä, sillä loiset jatkavat kehitystään ja jo toukka-asteelle ehtineet loiset eivät kellu flotaationesteessä vastaavasti kuin loisten munat vaan niiden tutkimiseen soveltuvat paremmin sedimentaatiomenetelmät. Tutkittujen näytteiden ikä on esitetty kuvassa 6.1.

Tutkimuksessa saadut tiedot olivat pitkälti odotusten mukaisia. Poikkeuksena oli *Strongyloides*-tyyppisten munien odotettua suurempi määrä. Karitsoilla on selvästi enemmän loisia kuin aikuisilla eläimillä lukuunottamatta ”Trichostrongylus”- ja muut loiset ryhmiä (kuva 7.2). Vertailu syksyn ja kevään välillä osoittaa selvän eron loisten määrissä (kuva 7.3). Keväällä esiintyy kokkideja ja *Strongyloides papillosus*-loisia melkein vastaava määrä kuin syksyllä. Molemmat pystyvätkin lisääntymään sopivissa olosuhteissa myös sisäruokintakaudella. Muita loisia esiintyi odotusten mukaan keväällä selvästi vähemmän tai ei lainkaan, koska vertailu tehtiin karitsoilla eikä kevätnousua tällöin voida havaita. Tutkitut eläimet olivat kliinisesti terveitä, teurastuskelpoisia vaikka osalla niistä olikin suuria määriä loisia. Tutkimusaineistoon olisi voitu teurastamomateriaalista johtuen yhdistää karitsoiden teuraspainot ja iät, jolloin teuraspainoja olisi voitu käyttää loismäärien vaikutuksen arvioinnissa. Laidunkauden sääolosuhteiden vaikutusta loisten esiintyvyyteen ei tämän tutkimuksen perusteella voida arvioida. Lisätutkimus *Strongyloides papillosus*-loisen esiintymisestä Suomessa voisi olla hyödyllinen. Tällöin tulisi kiinnittää erityistä huomiota *S.papillosus* löytöjen varmistamiseen.

Lähdeluettelo

Boag B, Thomas R.J. Epidemiological studies on gastro-intestinal nematode parasites of sheep: the seasonal number of generations and succession of species. *Vet Science* 1977, 22: 62-67.

Bowman D. Georgis` Parasitology for Veterinarians. 7.p. W.B. Saunders Company, United States of America 1999, 414.

Coop R.L, Kyriazakis I. Nutrition-parasite interaction. *Vet Parasitology* 1999 84: 187-204.

Cringoli G, Rinaldi L, Veneziano V, Capelli G. Efficacy of eprinomectin pour-on against gastrointestinal nematode infections in sheep. *Vet Parasitology* 2003, 112: 203-9.

Cringoli G, Rinaldi L, Veneziano V, Capelli G, Scala A. The influence of flotation solution, sample dilution and the choice of McMaster slide area (volume) on the reliability of the McMaster technique in estimating the faecal egg counts of gastrointestinal strongyles and *Dicrocoelium dendriticum* in sheep. *Vet Parasitology* 2004, 123: 121-131.

Elliott D.C. Tapeworm (*Moniezia expansa*) and its effect on sheep production: the evidence reviewed. *N Z Vet J.* 1986 34: 61-5.

Elliott D.C. Tapeworm (*Moniezia expansa*) in sheep: anthelmintic treatment studies to asses possible pathogenic effects and production loss in young infected animals in field. *N Z Vet J.* 1984 32: 185-6.

Epe C, Coati N, Schnieder T. Results of parasitological examinations of faecal samples from horses, ruminants, pigs, dogs, cats, hedtgehogs and rabbits between 1998-2002. *Dtsch Tierartztl Wochenschr.* 2004, 111: 243-7.

ETU- Eläinten terveydenhuolto <<http://www.etu.fi/index.php?ryhma=77i>>, haettu 13.5.2008.

Evira. <<http://www.evira.fi>> haettu 13.5.2008.

Good B, Hanrahan J.P, Crowley B.A, Mulcahy G. Texel sheep are more resistant to natural nematode challenge than Suffolk sheep based on faecal egg count and nematode burden. *Vet Parasitology* 2006, 136: 317-327.

Gregory M.W, Joyner L.P, Catchpole J, Norton C.C. Ovine coccidiosis in England and Wales 1978-1979. *Vet Rec* 1980, 106:461-462

Helminen K. Lampaiden sisä- ja ulkoloiset, niiden häätö ja loistartunnan ennaltaehkäisy. Lampaiden terveydenhuolto –koulutus Siuntio, Suitia 18-19.9.2003.

Jones T.C, Hunt R.D, King N.W. *Veterinary pathology*. 6.p. Williams & Wilkins, United States of America 1997:549-681.

Lindqvist A, Ljungstrom B.L, Nilsson O, Waller P.J. The dynamics, prevalence and impact of nematode infections organically raised sheep in Sweden. *Acta Vet Scand*. 2001, 42: 377-89.

Martin W.B, Aitken I.D. *Diseases of sheep*. 3.p. Blackwell science, Great Britain 2000: 99-103, 122-130.

MMM <<http://www.mmmtike.fi>> tiedotteet, haettu 22.5.08.

Oksanen A. Lampaan loiset. *Suom Eläinlääkärilehti* 2008, 2: 98-101.

Pugh D.G. *Sheep and Goat Medicine*. 1.p. W.B.Saunders company, United States of America 2002: 84-93.

Proagria <<http://www.proagria.fi/suomenlammasyhdistys>>, haettu 22.5.08.

Radostits O.M, Gay C.C, Blood D.C, Hinchcliff K.W. *Veterinary Medicine*. 9.p. W.B. Saunders Company, China 2000:1289-1386.

Reeg K, Gaulty M, Bauer C, Mertens C, Erhardt G, Zahner H. Coccidial infections in housed lambs: oocyst excretion, antibody levels and genetic influences on the infection. *Vet Parasitology* 2005, 127: 209-219.

Saari S, Nikander S. *Elinympäristönä hevonen –hevosen loiset ja sairaudet*. 1.p. Pfizer Oy Animal Health, Helsinki 2006, 120.

Schnyder M, Torgerson P.R, Schönmann M, Kohler L, Hertzberg H. Multiple antihelminthic resistance in *Haemoncus cortus* isolated from South African Boer goats in Switzerland. *Vet Parasitology* 2005, 128: 285-290.

Stear M.J, Bairden K, Bishop S.C, Gettinby G, McKellar Q.A, Park M, Strain S, Wallace D.S. The processes influencing the distribution of parasitic nematodes among naturally infected lambs. *Parasitology* 1998, 117: 165-171.

Taira N, Nakamura Y, Tsuji N, Kubo M, Ura S. Sudden death of calves by experimental infection with *Strongyloides papillosus*. I. Parasitological observations. *Vet Parasitology* 1992, Vol 42, 3-4:247-256

Taylor M.A, Coop R.L, Wall R.L. *Veterinary Parasitology*. 3 p. Blackwell publishing, Spain 2007, 874.

Tannermäki E-L. Keski-Suomalainen lammas nyt ja tulevaisuudessa. Opinnäytetyö Jyväskylän ammattikorkeakoulu, luonnonvarainstituutti 2007.

Uuden-Seelannin hallituksen websites. <<http://www.newzealand.govt.nz>> Agricultural Production statistics <<http://www.stats.govt.nz>>sheep>. Haettu 13.6.2008.

Waller P.J. Anthelmintic resistance. *Vet Parasitology* 1997, 72:391-412.

Wharton D.A, Allan G.S. Cold tolerance mechanisms of the free-living stages of *Trichostrongylus colubriformis* (Nematoda). *J exp Biol*. 1989 Sep. 353-69.

Ziomko I. Experimental invasion of *Strongyloides papillosus* (wedl, 1856) in sheep. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 2000, 40:179-186.