

Ympäristövinkkejä turkistiloille



Kuva: Pii-Sofia Anttila



YMPÄRISTÖVINKKEJÄ TURKISTILOILLE

Tämän ohjeistuksen tarkoituksena on jakaa turkistuottajille tietoa tilakäytäntöjen vaikutuksesta ympäristöön ja vinkkejä ympäristövaikutusten vähentämiseen. Ympäristövinkkejä turkistiloille -ohjeistuksen vinkit perustuvat turkiselinkeinoa koskeviin tutkimushankkeisiin, turkistarhauksen ympäristönsuojeluohjeeseen (YM 2018) ja Tassunjälki-hankkeessa kentältä kerättyihin tietoihin. Ohjeistus on laadittu yhteistyössä Luken, SYKEN, Kannuksen tutkimustila Luova Oy:n ja FIFUR:in kanssa osana Turkiselinkeinon ympäristöjalanjäljen ja ravinnekierron kehittämishanketta (Tassunjälki), jota rahoittaa Maa- ja metsätalousministeriö (Ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelma). Rahoituksen on myöntänyt Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus.



Kuva: Eeva Ojala



Ruokinta keskeisessä asemassa

Rehun koostumus ja syötetty rehumäärä vaikuttavat lantaan erittyvien ravinteiden määrään. Eläimen ravinnetarpeen ylittävä osa rehusta päätyy lantaan. Turkiseläinten lantaan päätyy noin kolmannes tarjotun rehun typpimäärästä ja yli puolet fosforimäärästä (Luostarinen ym. 2017).

Eläinten rehu tulee turkistiloille pääosin kaupallisilta rehusekoittamoilta ja vain alle 10% tuottajista valmistaa rehun itse. Rehun koostumus vaihtelee rehusekoittamoiden välillä mm. raaka-aineiden suhteen, mutta kaikki rehusekoittamot pyrkivät rehuntuotannossaan seuraamaan tuotantojaksokohtaisia rehuvaliosuosituksia.

Lannan lannoituskäyttöä kasvinviljelyssä rajoittaa voimakkaasti sen korkea fosforipitoisuus. Korkea fosforipitoisuus johtuu suurelta osin rehun eläinperäisistä raaka-aineista (mm. teurassivutuotteet). Mikäli lannan fosforipitoisuutta voidaan alentaa, lannanlevitykseen tarvittava peltopinta-ala pienenesi ja lannan levityksen ja kuljetuksen kustannukset vähenisivät.

Rehuannostelija on kyselytutkimuksen perusteella käytössä noin 75 % tiloista. Ruokinnan täsmentäminen häkkikohtaisesti eläinlajin, vuodenajan ja tuotantovaiheen mukaan vähentää ympäristövaikutusten lisäksi myös rehunkulutusta ja työvoimakustannuksia (YM 2018). Joihinkin rehuannostelijoihin kytketyt ohjelmat mahdollistavat eläinten yksilöllisen ruokinnan, mikä tarkoittaa ruokintaa entisestään. Yksilöllinen ruokinta on haastavaa etenkin syksyn kasvatuskaudella, kun nuoret eläimet ovat pari/ryhmäkasvatuksessa, ja rehu saattaa jakautua yksilöiden välillä epätasaisesti. Tällöin erillisten rehuannosten jakaminen häkin päälle yläkulmiin saattaa vähentää hierarkiasta johtuvaa epätasaista rehunsantia. Yksilöllisen ruokinnan toteutuminen ei kaikilla tiloilla ole realistista, mutta tarve ruokinnan optimoinnille on kuitenkin olemassa (Luostarinen ym. 2017).



Kuva: Eeva Ojala. Yksilöllisten rehuannokset häkkien katolla.

Hyviä käytäntöjä lannankäsittelyyn

Turkiseläinten lanta on korkean ravinnepitoisuutensa vuoksi arvokas lannoite. Turkiseläinlannan ympärille ei kuitenkaan ole kehittynyt kierrätyslannoitevalmisteita tuottavaa liiketoimintaa, josta hyötyisi myös turkistuottaja. Turkiseläinlannan käsittelyketjun kehittämisen ja lannan jatkoprosessoinnin avulla turkislanta on mahdollista tuotteistaa sen hyviä lannoite- ja energiaominaisuuksia hyödyntäen kierrätyslannoitevalmisteeksi.

Lannan käsittelyketju aiheuttaa merkittävän osan turkiseläinkehityksen ympäristökuormituksesta. Kuormitusta voidaan kuitenkin pienentää hyvillä tilakohtaisilla käytännöillä, joita ovat mm. *riittävä kuivikkeiden käyttö ja ympäristöystävällinen kuivikevalinta, lannanpoiston tihentäminen, lannan varastointiajan lyhentäminen, lannan varastointi katetussa lantalassa, lannoitteen peltolevitys multaamalla kasvintarpeen mukaisesti, vesienhallinta, sekä lannan ohjaus keskitettyyn käsittelylaitokseen*. Typen haihduntaa vähentävät toimenpiteet minimoivat lannan typpitappioita ja siten auttavat ylläpitämään kasvien kannalta edullisempaa typen ja fosforin suhdetta. Samalla ylläpidetään lannan lannoitearvoa, mikä vähentää mineraalityypen tarvetta kasvinviljelyssä (YM 2018).

Lannankäsittelyketjun kaikkien vaiheiden ympäristövaikutuksia on ajateltava kokonaisuutena. Esimerkiksi typen haihdunnan vähentäminen yhdessä vaiheessa lantaketjua saattaa lisätä riskiä typpipäästöjen muodostumiseen seuraavassa vaiheessa. Kuitenkin jo yksittäisten tilatason lannankäsittelykäytäntöjen tehostaminen edistää ravinteiden kierrätystä.



Kuva: Eeva Ojala

Kuivikevalinnalla ja käytöllä merkitystä

Ravinnerikas lanta menettää helposti ravinteitaan haihdunnan ja huuhtouman seurauksena. Tätä voidaan hillitä kuivikkeiden riittävällä ja oikea-aikaisella käytöllä. Samalla ylläpidetään lannan lannoitearvoa.

Hyvä kuivikemateriaali sitoo nestettä ja ehkäisee häkeistä tippuvan virtsan ja juomaveden valuntaa lanta-alustalla. Kuivikkeella on myös erityisen tärkeä rooli virtsan ja sonnan kaasujen sitomisessa, sillä se hillitsee ammoniakkin haihduntaa, hajuhaittoja ja kasvihuonekaasujen muodostumista.

Lannanpoiston yhteydessä häkkirivien alle levitettävän kuivikekerroksen tulisi olla vähintään 10–15 cm paksu (YM 2018). Tarpeeksi paksu kuivikekerros myös ehkäisee maavaraisuudesta johtuvien epäpuhtauksien, kuten kivien ja hiekan, sekoittumista lantaan lannanpoiston yhteydessä ja helpottaa lannan jatkohyödyntämistä. Kuiviketta tulee lisätä jo kertyneen lannan päälle riittävän usein, sillä katteella voidaan vähentää typen hävikkiä häkkirivien alla olevasta lannasta. Kuivike vähentää myös karpästen ja karpästoukkien määrää (Rekilä ym. 2004).

Olki ja turve ovat yleisesti käytettyjä materiaaleja. Turpeen kuivikekäytön suuren hiilijalanjäljen vuoksi tulisi kuivittamisessa suosia kierrätysmateriaaleja sekä uusiutuvia raaka-aineita, jotka mahdollistavat lannan ravinteiden hyödyntämisen. Turvetta korvaavia kuivikevaihtoehtoja on tutkittu mm. Luken ja SYKEN *Turvetta korvaavat uusiutuvat kuivikemateriaalit (Turveke, 2019–2021)* -hankkeessa (Manni, 2022):

Turvetta korvaavista kuivikemateriaaleista ruokohelpisilppu, ruokohelpipelletti ja kuivikkeeksi valmistettu kutteripohjainen murukuivike ovat lähes turpeen veroisia neste- ja kaasunpidätyskyvyiltään. Myös rapsinolki, osmankäämi ja rahkasammal ovat kuivikeominaisuuksiltaan hyviä, mutta niiden saatavuus on hyvin rajallista. Kustannusvertailussa ruokohelven ennustetaan nousevan kilpailukykyiseksi turpeen korvaajaksi kuivikemateriaalina.



Kuva: Eeva Ojala. Olki on yleisesti käytetty kuivike varjotalojen alla.

Biohiili päästöjen vähentäjänä ja lannan arvon kohottajana turkistarhoilla -hankkeessa (2015-2018, Hellstedt ym. 2018) tutkittiin puupohjaisen biohiilen hyödyntämistä turkislannan katteena, kompostin seosaineena ja kasvualustoissa (Hellstedt ym. 2018):

Puupohjainen biohiili on katemateriaaliksi soveltuva. Tarhan varjotalojen alle levitettiin etukauhalla biohiili-turveseosta (50/50-seossuhteella) lannan katteeksi 2-3 cm paksuinen kerros. Ketuilla ammoniakkin haihtuminen lannasta vähentyi 50 päivän mittausjakson aikana 44 %. Minkeillä vaikutus ei ollut yhtä merkittävä, mutta lantatornien kaataminen ennen katteen levitystä vähensi ammoniakkin haihtumista. Tunnelikompostoinnin seosaineena biohiili alensi turkislannan kompostoitumisen ammoniakkipäästöjä 38 % ja metaanipäästöjä 34 % verrattuna kompostointiin ilman biohiiltä.

6



Kuva: Johanna Laakso. Lannan katemateriaalina käytetyn biohiilen on havaittu vähentävän erityisesti ketunlannan ammoniakkipäästöjä varjotalon alta. Myös lannan kompostoinnissa syntyvät ammoniakki- ja metaanipäästöt vähenivät, kun seosaineena käytettiin biohiiltä (Hellstedt ym. 2018)

Tiheämpi lannanpoisto kannattaa

Varjotalojen alla lanta on alttiina sääolosuhteille. Tuuli, korkea lämpötila ja sadevesi lisäävät typen haihduntaa (Rekilä ym. 2004). Lannan ammoniumtypestä on arvioitu haihtuvan jopa 80 % varjotalojen alla ja varastoinnin aikana (Luostarinen ym. 2017).

Lanta tulisi poistaa mahdollisimman usein varjotalojen alta. Suosituksena on poistaa lanta varjotalojen alta ketuilla 1-2 kertaa ja minkeillä 3-5 kertaa vuodessa (Rekilä ym. 2004). Useammin toteutetulla lannanpoistolla voitaisiin vähentää lannasta muodostuvia päästöjä varjotalojen alta. Jotta saavutettuja hyötyjä ei menetetä, on tärkeä huomioida lannan varastointiin ja prosessointiin liittyvät seikat. Suurin osa lannasta muodostuu heinä-marraskuun aikana, jolloin myös lannanpoistotarve on suurin typen haihdunnan minimoimiseksi. Myös lämmin vuodenaika lisää typen haihduntaa. Lannanajokertojen ajoittamisessa tulee myös huomioida eläinten hyvinvointi niin, että se ei aiheuta eläimille ylimääräistä stressiä herkkänä ajanjaksona (mm. kevään penikointiaika).

7

Lannan varastointiajalla ja -tavalla on suuri vaikutus

Lannan päästöistä merkittävä osa aiheutuu varastoinnin aikana. Lannan varastoinnissa kuiva-aine alkaa hajota spontaanin kompostoitumisen myötä ja myös typen haihtuminen jatkuu. Varastoinnissa syntyy lisäksi metaani- ja typpioksiduulipäästöjä, jotka ovat voimakkaita kasvihuonekaasuja. Varastoinnissa kuiva-ainetta hajoaa arviolta 15 %, typen hävikin ollessa 65 % (Luostarinen, 2017).

Lannan varastointi tulisi pitää mahdollisimman lyhyenä. Lannan varastointiajan minimoimiseksi lannanpoisto syksyllä tulisi liittää osaksi alueen kasvinviljely/jatkoprosessointitoimia. Optimaalinen tilanne olisi lannan ohjautuminen joko suoraan tai lyhyen varastoinnin jälkeen prosessoitavaksi keskitettyyn laitokseen.

Lyhyemmän varastointiajan lisäksi myös varastointitapa vaikuttaa päästöjen määrään. Katettu tai suljettu lantavarasto vähentää päästöjä, ja uusien lantaloiden tulee nykyäänön mukaisesti olla katettuja (YM 2018). Tilakyselyn perusteella suurimmalla osalla tiloista lantaa ei tällä hetkellä varastoida katetussa lantalassa ja lanta ohjataan eteenpäin noin 1-2 kertaa vuodessa.

Lannan peltolevitys korvaamaan mineraalilannoitteiden käyttöä

Ravinnepitoinen lanta on arvokas lannoite, jota tehokkaasti hyödyntämällä voidaan parantaa ravinneomavaraisuutta ja vähentää riippuvuutta mineraalilannoitteista.

Pelloilla lannoitteena käytetyn lannan ravinnepitoisuuksiin ja levitystapaan vaikuttaa lannan aiempi käsittely. Lannan prosessointi (mm. biokaasutus tai pyrolyysi) mahdollistaa lannan ravinteiden erottamisen eri jakeisiin hyödynnettäväksi ravinteita tarvitsevilla alueilla. Lantaa tulisi levittää vain kasvintarpeen mukainen määrä, maaperän ravinnetila huomioiden. Keväällä tai syksyllä tapahtuvan kylvön yhteydessä tai monivuotisen kasvin kasvukauden alussa kasvien ravinnetarve on suurimmillaan. Kasvin ravinnetarpeen ollessa suurimmillaan myös huuhtoutumisriski on vähäisintä. Tällöin lannanlevitys on suositeltavinta. Levitetyn lannan tai lantakompostin multaaminen mahdollisimman nopeasti maahan vähentää typen hävikkiä, sillä ammoniakkin haihtuminen on suurinta ensimmäisen neljän tunnin aikana levityksestä (Sommer & Olesen 2000).

Valmisteilla oleva Fosforiasetus pyrkii vähentämään lannoitevalmisteiden ja lannan käytöstä aiheutuvia fosforipäästöjä pinta- ja pohjavesiin sekä maaperään. Asetuksella tullaan rajoittamaan lannan levitystä hyvin fosforirikkaille peltomaille, mikä lisää lantaravinteiden kuljetustarvetta pois kotieläinintensiivisiltä alueilta.

Turkiseläinten kasvatus hallissa

Suomessa kettuja ei juurikaan kasvateta hallissa, mutta minkin hallikasvatus on hieman yleisempää. Hallikasvatus on varjotalokasvatusta hallitumpaa, sillä sääolosuhteiden suora vaikutus jää pieneksi, ja vesien- ja ilmanvaihdon hallinnalla voidaan vähentää välitöntä ympäristökuormitusta. Hallissa lanta kertyy kuivikkeen päälle kiinteälle lattiapohjalle, minkä vuoksi lantaan ei sekoitu maavaraisuudesta johtuvia epäpuhtauksia, kuten hiekkaa ja kiviä. Näin ollen myös lannan mekaaninen laatu on hallikasvatuksessa parempi. Lannan lannoitearvo säilyy paremmin ravinnehävikkien ja epäpuhtauksien vähentyessä, ja myös itse lannanajo on kiinteällä alustalla helpompaa.



Kuva: Eeva Ojala. Minkkihalli.

Vesienhallinta tarhalla

Tilan hyvällä vesienhallinnalla voidaan vähentää lannan ravinteiden huuhtoutumisriskiä. Korotetut lanta-alustat, pitkät räystäät ja juomalaitteiden toimivuus ehkäisevät sade- ja juomaveden pääsyä lantaan. Lantavaraston alustan tulee olla vesitiivis ja sadevesien pääsy lantalaan voidaan estää katteella.

Vesienhoidon suunnitelmassa tavoitteena on, että lannan ravinteiden huuhtoutuminen ympäristöön estetään kaikilla tiloilla varjotalojen ja hallien alle laitetuilla tiiviillä alustoilla ja valumavesien käsittelyjärjestelmillä, kuten hiekkasuodattimella tai kemiallisella puhdistamolla tai umpikaivoilla (YM 2018).

Tarha-alueen peruskuivatuksessa on tärkeää huolehtia pinnan muotoilusta, jolla estetään lammikoiden muodostuminen tarha-alueelle tai varjotalojen väleihin. Talvisin on aurattava lumet varjotalojen välistä sulamisvesien ohjaamiseksi pois lanta-alustojen läheltä.

9

Lannan prosessoinnilla ravinteet paremmin hyötykäyttöön

Yleisin turkislannan prosessointitapa on kompostointi, josta noin 80–90 % tapahtuu aumoissa ja loput laitoskompostointina. Osa lannasta päätyy myös suoraan peltolevitykseen. Kompostointi ei kuitenkaan mahdollista ravinteiden erottelua, voimakasta väkevöintiä tai kuljetettavuuden helpottamista. Kompostoinnissa karkaa myös runsaasti lannan typpeä, mutta laitoskompostoinnissa typen talteenotto on mahdollista.

Lannan prosessointi tähtää siihen, että lannan ravinteet (typpi ja fosfori) voidaan ottaa talteen erillisiin lannoitevalmisteisiin ja hyödyntää siellä, missä niille on tarvetta. Tällaisia prosessointitapoja ovat muun muassa biokaasutus ja pyrolyysi.



Kuva: Luken arkistot. Biokaasulaitos.

Lannan biokaasutus

Lannan mädätys eli käsittely biokaasulaitoksessa ja mädätteen jatkojalostus väkevädyksi lannoitevalmisteeiksi mahdollistaa yhtäaikaisen ravinteiden hyödyntämisen ja uusiutuvan energian (biokaasun) tuottamisen. Biokaasu voidaan hyödyntää sähkön, lämmön ja/tai liikennepolttoaineen tuotannossa. Mahdollisimman lyhyt lannanpoistotiheys ja varastointiaika vähentävät lannan helposti hajoavan aineksen ja typhen hävikkiä, mikä puolestaan lisää lannan biokaasuntuottopotentiaalia.

Turkiseläinlanta vastaa biokaasun raaka-aineena naudan kuivalantaa, mutta turkislannan typpipitoisuus on naudanlantaa suurempi (Myllärinen 2022). Tämän vuoksi turkislannan lisäksi on käytettävä tukisyötteitä, ja biokaasun tuottopotentiaalin optimoimiseksi on testattava eri syöteseosvaihtoehtoja. Märkämädätyslaitokseen turkiseläinlanta voidaan syöttää lietelannan kanssa kuiva-ainepitoisuuden laskemiseksi, mutta myös kuivamädätys on mahdollista.

Turkislannan käyttö märkämädätyksen syötteenä on aiheuttanut haasteita ja jopa laiterikkoja johtuen lannan sekaan joutuneista epäpuhtauksista (hiekkä, kivet yms.) (Tampio ym. 2021). Märkämädätysreaktorin syötteenä toimitettava turkiseläinlanta ei siis saisi sisältää hiekkaa, maa-ainesta tai muita lannan prosessointilaatuun vaikuttavia epäpuhtauksia. Epäpuhtauksien ennaltaehkäisyyn liittyen ei ole toistaiseksi tutkimustietoa. Hallikasvatus sulkee pois maavaraisuudesta johtuvat epäpuhtaudet, mutta lanta on myös hallissa alttiina häkistä putoaville komponenteille, kuten virikkeiden ja häkin palasille.

Biokaasua voidaan tuottaa myös kuivamädätysreaktorissa, joka soveltuu kiinteämmille raaka-aineille. Kuivamädätysprosessinsyötteen korkea kuiva-ainepitoisuus ja vähäisempi massan sekoitustarve sallivat jonkin verran epäpuhtauksia syötteenä esimerkiksi turkiseläinlannan mukana.



Kuva: Doranova Oy. Kuivamädätyslaitos, Jepuan Biokaasu Oy.

Mädätettä voidaan hyödyntää sellaisenaan lannoitteena, mutta sen jatkoprosessointi parantaa ravinnetuotteiden kuljetettavuutta, varastointia ja lannoitearvoa. Yksinkertaisinta on separoida mädäte neste- ja kuivajakeeksi, joista kuivajae sisältää pääosan fosforista ja nestejake liukoisesta typestä. Separoituja jakeita voidaan edelleen väkevöidä ja erotella erilaisten prosessiteknologioiden, kuten ammoniakkin strippauksen, kalvosuodatuksen tai kuivauksen avulla (Luostarinen ym. 2019).

Kohti energiaomavaraisuutta

Eurooppa on suuressa energiamurroksessa, jossa omavaraisuus ja uusiutuvat energiamuodot ovat avainasemassa. Sähkön hinnan nousu ja huoli energian riittävydestä vauhdittaa ilmastovaikutuksia hillitsevien hiilineutraalien energiamuotojen yleistymistä. Biokaasutus ja muut uusiutuvat energian tuotantotavat yleistyvät maaseudulla. Tuottaja hyötyy taloudellisesti omalla tilalla ja/tai lähialueella tuotetusta uusiutuvasta energiasta, ja tämä parantaa myös tilallisen energiaomavaraisuutta.

11



Kuva: Hannu Kärjä. Varjotalojen kattopinta-alaa voi hyödyntää mm. aurinkoenergian tuottamiseen.

Lannan pyrolysointi

Pyrolyysi on orgaanisen materiaalin termokemiallista hajoamista vähähappisissa tai hapettomissa olosuhteissa 250-700 °C lämpötilassa. Pyrolyysissä syntyy hiilijakeen eli biohiilen lisäksi pyrolyysinestettä ja -kaasua. *Biohiili päästöjen vähentäjänä ja lannan arvon kohottajana turkistarhoilla* -hankkeessa (Hellstedt ym. 2018) selvitettiin puupohjaisen biohiilen vaikutuksia turkiseläinlannan kateaineena ja kompostoinnin seosaineena (ks. sivu 6), ja Turkisteho-hankkeessa keskityttiin lannan pyrolysointiin (Sarvi ym. 2020)

Lannan pyrolysointi pienentää lannan tilavuutta ja massaa sekä väkevöi fosforia hiilijakeeseen, mikä edesauttaa sen kuljettamista pidemmälle fosforia tarvitseville pelloille. Lannan pyrolysoinnista on vasta vähän tutkittua tietoa saatavilla, mutta puupohjaisella biohiilellä on maanparannusvaikutus sen hyvän veden ja ravinteiden pidätyskyvyn ansiosta.

Pyrolyysissä menetetään lannan liukoinen typpi ja osa orgaanisesta typestä, kun taas fosfori väkevöityy hiilijakeeseen. Fosforin liukoisuus hiilijakeessa on heikempi kuin lannassa, mutta kasvien on mahdollista yhä hyödyntää pyrolysoidun turkiseläinlannan fosforia (Sarvi ym. 2020). Typpeä voidaan ottaa talteen pyrolyysia edeltävässä prosessivaiheessa, jos esimerkiksi lannan tai mädätteen pyrolyysia edeltää separointi ja kuivaus.



Kuva 1: Tuomo Leppänen. Pyrolyysikontti.

Lisätietoa

- Tassunjäljen Turkislanta tehokkaampaan kiertoon -työpajoissa pohdittiin vaihtoehtoisia lannankäsittelyn toimenpiteitä perinteisen kompostoinnin ja peltotelevityksen rinnalle. Ympäristö-, Biohiili-, ja Biokaasutyöpajojen videotallenteet: [TYÖPAJOJEN VIDEOTALLENTEET | luova \(luovaoy.fi\)](#)
- IDEA RAVINTEIDEN KIERRÄTYKSEN TEHOSTAMISEEN? Onko sinulla idea, jossa ravinteet kiertävät? *Maatalouden ravinteet ja energia käyttöön (MARIKA) -hankkeessa* ([proagria.fi](#)) autamme sinua sopivan rahoituskanavan tunnistamisessa, yhteistyökumppaneiden löytymisessä ja rahoitushakemuksen laatimisessa. Ole rohkeasti yhteydessä Karoliina Aaltoon ProAgria Keskusten Liittoon (karoliina.aalto@proagria.fi, puh. 044 420 9011) viimeistään joulukuussa 2022.
- RAHOITUSTA RAVINTEIDEN KIERRON KEHITTÄMISEEN: biomassojen ravinteiden kierrätystä edistävään tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoimintaa sekä niihin liittyviin investointeihin voi saada rahoitusta *Ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelmasta* ([ely-keskus.fi](#)). Lisätietoja kokeiluohjelmasta Anja Norjalta (anja.norja@ely-keskus.fi, puh. 0295 027 587).



Kuva: Eeva Ojala. Ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelma oli mukana Farmarit 2022-messuilla. Osastolla oli esillä myös kokeiluohjelmasta rahoitusta saaneiden hankkeiden kierrätysravinnevalmisteita. Kokeiluohjelmaa rahoittaa Maa- ja metsätalousministeriö ja rahoituksen myöntää Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus.

Kirjallisuus

- Dahlman, T. 2003. Protein and amino acids in the nutrition of the growing-furring blue fox. Väitöskirja, Helsingin yliopisto 33 s.
- Heikkinen, J., Ketoja, E., Seppänen, L., Luostarinen, S., Fritze, H., Pernaanen, T. & Regina, K. 2021. Chemical composition controls the decomposition of organic amendments and influences the microbial community structure in agricultural soils. *Carbon Management*, 12(4), 359-376.
- Hellstedt, M., Tiilikkala, K., Mustonen, M., Regina, K., Salo, T., Särkkä, L. ja Kemppainen, R. 2018. Bihiili turkislannan katteena, kompostin seosaineena ja kasvualustoissa : Loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 56/2018. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 63 s.
- Lehtoranta, S., Johansson, A., Malila, R., Rankinen, K., Grönroos, J., Luostarinen, S. & Kaistila, K. 2020. Vaihtoehtoja kestävämpään turkiseläinten lannan hyödyntämiseen. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 35/2020.
- Luostarinen, S., Perttilä, S., Nusiainen, J., Hellstedt, M., Joki-Tokola, E., & Grönroos, J. 2017. Turkiseläinten lannan määrä ja ominaisuudet -tilaseurannan ja lantalaskennan tulokset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 46/2017.
- Luostarinen, S., Tampio, E., Berlin, T., Grönroos, J., Kauppila, J., Koikkalainen, K., Niskanen, O., Räsä, K., Salo, T., Turtda, E., Valve, H. & Ylivainio, K. 2019. Keinoja orgaanisten lannoitevalmisteiden käytön edistämiseen. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2019/5.
- Maa- ja Metsätalousministeriö 2020. Maatalouden ammoniakkipäästöjen vähentäminen, viljelijän opas. 20 s.
- Manni, K. (toim). 2022. Turvetta korvaavat uusiutuvat kuivikemateriaalit. Luonnonvara- ja bio-talouden tutkimus 9/2022. Luonnonvarakeskus Helsinki. 108 s.
- Mylärinen, A. (Dranova) 2022. Korkea kiintoainepitoisuus ja epäpuhtaudet biokaasuprosesseissa. Eläinlääketieteellinen tutkimusraportti 8.6.2022. Suullinen tieto.
- Rekilä, R., Vertanen, P. & Rekilä, T. 2004. (Osioita päivitetty 2008 & 2010). Turkistilan ympäristökäsikirja. MTT ja Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liitto ry. ISBN 951-729-923-0. 2-päivitetty painos 2008.
- Sarvi, M., Räsä, S., Salo, T., Räsä, K., Vainio, M., Ylivainio, K. & Luostarinen, S. 2020. Pyrdyysi turkiseläinten lannan käsittelymenetelmänä. TURKISTE-D-hankkeen osaraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 44/2020. Luonnonvarakeskus Helsinki. 35s.
- Sommer, S. G., Olesen, J. E. 2000. Modelling ammonia volatilization from animal slurry applied with trail hoses to cereals. *Atmospheric Environment*, 34(15), 2361-2372. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(99\)00442-2](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(99)00442-2)
- Tampio, E., Laakso, J., Winquist, E., Luostarinen, E., 2021: Turkiseläinten lannan käsittely biokaasulaitoksessa: Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 53/2021. 73.
- YM (Ympäristöministeriö) 2018. Turkistarhauksen ympäristösuojeluhje. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2018. ISBN 978-952-11-4802-6.