

# Miljötips för pälsfarmer



*Bild: Piiia-Sofia Anttila*



## MILJÖTIPS FÖR PÄLSFARMER

Syftet med dessa riktlinjer är att sprida information till pälsproducenter om hur uppfödningsspraxis påverkar miljön samt ge tips för att minska miljöpåverkan. Tipsen i riktlinjerna Miljötips för pälsfarmer bygger på forskningsprojekt som rör pälsindustrin, miljöskyddsriktlinjer för pälsfarmer (Miljöministeriet 2018) och data som samlats in från fältet i Tassunjälki-projektet. Riktlinjerna har tagits fram i samarbete med Luke (Naturresursinstitutet), SYKE (Finlands miljöcentral), Kannus forskningsfarm Luova Ab och FIFUR (Finlands Pälsdjursuppfödarens Förbund ry.) som en del av utvecklingsprojektet för pälsnäringens miljöavtryck och näringskretslopp (Tassunjälki), som finansieras av Jord- och skogsbruksministeriet (Försöksprogrammet för återvinning av näringsämnen). Finansieringen har beviljats av NTM-centralen i Södra Österbotten.



Bild: Eeva Ojala



## Pälsfarmens miljöpåverkan

De miljöpåverkan består av direkta och indirekta påverkan. Direkt miljöpåverkan orsakas av farmverksamhet såsom gödselhantering. Indirekta miljöpåverkan orsakas särskilt av foderproduktion, eftersom foderråvaror, tillverkning, förädling och transport också orsakar miljöpåverkan.

Miljöbelastningen från pälsfarmen består främst av näringsämnen i pälsdjursgödsel, som släpps ut i luften, marken samt yt- och grundvatten. Kväveföreningar (t.ex. ammoniak) försurar miljön och förutom fosfor, övergöder och försämrar tillståndet i närliggande vattendrag (MMM 2020). Växthusgaser (t.ex. metan, koldioxid och kvävedioxid) som avdunstar ut i luften från pälsdjursgödsel påskyndar klimatförändringarna.

2

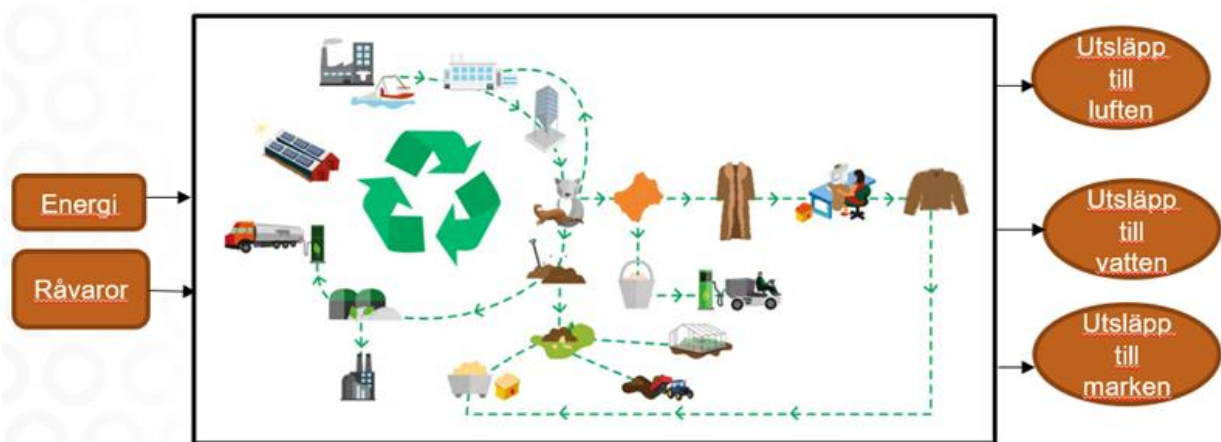


Bild: Pälskinns livscykel. Baserad på FIFURs bild.

Avföringen från pälsdjuren innehåller mycket kväve och fosfor jämfört med t ex avföringen från kor och ska betraktas som ett värdefullt gödselmedel. Pälsproduktionen är koncentrerad till regionerna i Österbotten, där det också finns mycket annan boskapsproduktion, vilket orsakar ett lokalt överutbud av gödsel fosfor jämfört med åkerarealen och grödornas näringsbehov. Näringsämnen som finns i gödseln måste levereras till de områden som behöver det.

## Utfodring har nyckelrollen

Fodrets sammansättning och utfodrad mängd påverkar mängden näringsämnen som utsöndras i gödseln. Den delen av fodret som överstiger djurets näringsbehov hamnar i gödseln. Ungefär en tredjedel av kvävet och mer än hälften av fosfor i fodret som djuren äter hamnar i gödseln hos pälsdjuren (Luostarinen et al. 2017).

Djurfoder kommer till pälsfarmer främst från kommersiella fodertillverkare, men ca 7 % av uppfödarna tillverkar sitt djurfoder själva. Fodrets sammansättning varierar mellan fodertillverkare, t.ex. när det gäller råvaror, men alla fodertillverkare strävar efter att följa kvalitetsrekommendationer för varje produktionsperiod i sin foderproduktion.

Användningen av gödsel som gödningsmedel i växtodlingen begränsas kraftigt av dess höga fosforhalt. Den höga fosforhalten beror till stor del på fodrets animaliska råvaror (t.ex. slaktbiprodukter). Om fosforhalten i stallgödsel kan minskas, minskar även åkerarealen som behövs för gödselspridning och kostnaderna för gödselspridning och transporter skulle minska.

Baserat på en undersökning används foderautomater på cirka 75 % av farmerna. Att specificera utfodring per bur efter djurart, säsong och produktionsfas minskar inte bara miljöpåverkan, det minskar också foderkonsumtion och arbetskostnader (Miljöministeriet 2018). Vissa foderautomater har dataprogram som möjliggör individuell utfodring av djur, vilket gör utfodringen ännu mer exakt. Individuell utfodring är svårare, framför allt under höstens uppfödningssäsong, då ungdjuren är i par/gruppuppfödning och fodret kan vara ojämnt fördelat mellan individerna. Under dessa förhållanden kan fördelning av separata foderportioner på de övre hörnen ovanpå buren minska ojämnt foderintag på grund av flockens hierarki. Att genomföra individuell utfodring är inte realistisk på alla gårdar, men behovet av att optimera utfodringen finns ändå (Luostarinen et al. 2017).



*Bild: Eeva Ojala. Att fördela enskilda foderportioner på taket av buren kan leda till en jämnare fodertillförsel på hösten, då ungdjuren är i grupp/paruppfödning.*

## God praxis för hantering av gödsel

Pälsdjursgödsel är på grund av sitt höga näringsinnehåll ett värdefullt gödselmedel. Men kring pälsdjursgödseln har det dock inte bildats någon verksamhet som producerar återvinningsgödsel. Sådan verksamhet skulle gynna även pälsproducenten. Med hjälp av utvecklingen av bearbetningskedjan av pälsdjursgödsel och vidareförädlingen av gödseln är det möjligt att producera pälsgödsel med dess goda gödsel- och energiegenskaper till en återvinningsgödsel.

Behandlingskedjan av gödseln orsakar en betydande del av pälsindustrins miljöbelastning. Belastningen kan dock minskas med god farmsspecifik praxis, samtidigt som näringsåtervinningen förbättras. Dessa goda rutiner inkluderar t.ex. *adekvat och tillräcklig användning av strömaterial, mer frekvent gödselborttagning, kortare gödselns lagringstid, täckt gödsellagring, gödselspridning efter växtbehov, vattenhushållning och gödselkontroll till centraliserade bearbetningsanläggningar*. Åtgärder som minskar avdunstningen av ammoniak minimerar kväveförlusterna från gödseln och bidrar därmed till att upprätthålla ett mer gynnsamt kväve-fosforkvot för växter. Dessa åtgärder minskar även deponering av ämnen som orsakar övergödning och försurning i miljön och därmed minskar även lukteffekterna. Samtidigt ökar gödselns gödselvärde, vilket minskar behovet av mineralkväve i växtodlingen (Miljöministeriet 2018).

Miljöeffekterna av alla led i gödselbearbetningskedjan måste betraktas som en helhet. Att minska kväveavdunstningen i ett skede av gödselkedjan kan öka bildningen av kväveutsläpp i nästa steg. Ändå kan förbättring av endast enskilda metoder leda till en effektivisering av återvinning av näringsämnen.



Bild: Eeva Ojala

## Valet och användningen av strö har betydelse

Näringsrik stallgödsel förlorar lätt sitt näringsvärde till följd av avdunstning och urlakning. Minskningen kan dämpas genom adekvat och tillräcklig användning av strö. Samtidigt förbättras gödselns värde som gödselmedel.

Ett bra strömaterial binder vätska och förhindrar att urin och dricksvatten droppar från burarna på gödselunderlaget. Ströet spelar också en särskilt viktig roll i att binda urin och avföringsgaser, eftersom det hindrar avdunstning av ammoniak, lukter och bildning av växthusgaser.

I samband med gödselborttagning bör ströskiktet som sprids under burraderna vara minst 10–15 cm tjockt (Miljöministeriet 2018). Ett tillräckligt tjockt strölager förhindrar också att föroreningar som stenar och sand blandas med gödseln. Detta förbättrar gödselns mekaniska kvalitet och gödselvärdet. Nytt strö bör läggas ovanpå den gamla gödseln tillräckligt ofta, eftersom täckningen kan minska förlusten av kväve från dyngan under burraderna, t.ex. genom att främja absorptionen av urin i ströet. Strö minskar också antaletflugor och larver (Rekilä et al. 2004).

Halm och torv är vanliga material, men det finns även alternativa strömaterial. På grund av det stora koldioxidavtrycket som orsakas av torvanvändning, bör återvunna material och förnybara råvaror föredras när man väljer mellan olika ströalternativ. Alternativa strömaterial som ersätter torv har studerats, t.ex. Luke och SYKE, *Förnybara alternativ till torv som strömaterial (Turveke, 2019–2021) i -projektet (Manni, 2022)*:

*Bland de strömaterial som ersätter torv, påminner rörlensflis, rörlenspellets och kutterspånströ mest torv när det gäller dessa materials vätske- och gasretentionsförmåga. Även rapshalm, kaveldun och vitmossa har goda ströegenskaper, men tillgängligheten är mycket begränsad. I en kostnadsjämförelse förutspås att vasshalm kommer att bli ett konkurrenskraftigt substitut för torv som strömaterial.*



Bild: Eeva Ojala. Halm används ofta som strö under skugghus.

*Biokol som medel för minskning av utsläpp och värdeökning av gödsel i pälsfarm-projekt (2015–2018, Hellstedt et al. 2018) undersökte användningen av träbaserat biokol som täckmaterial för pälsdjursgödsel, som ett legeringsämne för kompost och i odlingssubstrat (Hellstedt et al. 2018):*

*Träbaserat biokol är lämpligt som täckmaterial. Ett 2–3 cm tjockt lager av en biokol-torvblandning (med blandningsförhållandet 50/50) spreds med en grävmaskin med frontskopa under pälsfarmens skugghus som ett täckande lager över gödseln. Hos råvar minskade ammoniakavdunstningen från gödseln med 44 % under den 50 dagar långa mätperioden. Effekten var inte lika betydande hos minkar, men att platta till gödselhögarna innan täckmaterialet applicerades minskade ammoniakavdunstning. Som tillsats i tunnelkompostering minskade biokol ammoniakutsläppen från pälsgödselkompostering med 38 % och metanutsläpp med 34 % jämfört med kompostering utan biokol.*

6



*Bild: Johanna Laakso. Biokol som används som gödseltäckmaterial har visat sig minska ammoniakutsläppen från speciell råvgödsel under skugghuset. Även ammoniak- och metanutsläppen från gödselkompostering minskade när biokol användes som ämne (Hellstedt et al. 2018).*

## Mer frekvent gödselborttagning lönar sig

Under skugghusen utsätts gödseln för väderförhållanden. Vind, hög temperatur och regnvatten ökar kväveavdunstningen (Rekilä et al. 2004). Man uppskattar att upp till 80 % av ammoniumkvävet i gödsel avdunstar under skugghusen och under lagring (Luostarinen et al. 2017).

Man bör ta bort gödseln under skugghusen så ofta som möjligt. Rekommendationen är att ta bort gödseln från under skugghusen 1–2 gånger per år för rävar och 3–5 gånger per år för minkar (Rekilä et al. 2004). Utifrån farmundersökningar utförs gödselborttagning i huvudsak enligt minimirekommendationen. Mer frekvent gödselborttagning minskar utsläppen under skugghusen, och för att de uppnådda fördelarna inte ska gå förlorade är det viktigt att utnyttja tipsen kring gödsellagring och -bearbetning. Det mesta av gödseln bildas mellan juli och november, då också behovet av borttagning av gödsel är som störst för att minimera kväveavdunstning. Kväveavdunstningen är också högre under den varma årstiden. Vid planering av tidpunkten för utkörning av gödsel bör man också ta hänsyn till djurens välbefinnande så att det inte orsakar extra stress för djuren under en känslig period (t.ex. vårens valpningssäsong).

7

## Gödselns lagringstid och -sätt har en stor betydelse

En betydande del av utsläppen från gödseln sker vid lagring. Därför bör gödseln lagras under så kort tid som möjligt. För att minimera lagringstiden bör gödselborttagning på hösten ingå som en del av områdets växtodling/ vidare bearbetning. Optimal situation skulle vara att gödseln skickas antingen direkt, eller efter en kort lagring, till en central anläggning för bearbetning.

Utöver den kortare lagringstiden påverkar lagringsmetoden även mängden utsläpp. Täckt eller sluten gödsellagring minskar utsläppen och enligt gällande lagstiftning ska nya gödsellager täckas (Miljöministeriet 2018). Baserat på en farmundersökning lagrar de flesta pälsfarmarna för närvarande inte gödsel i en täckt gödselbrunn och gödseln töms cirka 1–2 gånger per år.

Under lagringen börjar gödselns torrsubstans brytas ner på grund av spontan kompostering och även avdunstningen av kväve fortsätter. Under lagring sker dessutom utsläpp av metan och dikväveoxid, som är starka växthusgaser. Vid lagring bryts torrsubstansen ned med uppskattningsvis 15 %, medan kväveförlusten är 65 % (Luostarinen, 2017).





## Fältspridning av gödsel för att ersätta användningen av mineralgödsel

Näringsrik stallgödsel är ett värdefullt gödselmedel som kan användas för att förbättra tillgången på näringsämnen och minska beroendet av mineralgödsel. Detta är relevant i den förändrade världssituationen, som har påverkat mineralgödsel- och energimarknaden.

Näringsinnehållet i stallgödsel som används som gödsel på åkrarna och hur gödseln sprids påverkas av tidigare hantering av gödseln. Bearbetning av gödsel (t.ex. bioförgasning eller pyrolys) gör det möjligt att separera gödselnäring i olika fraktioner för användning i områden som behöver det. Gödsel bör endast tillföras i den mängd som växterna behöver, med hänsyn till jordmånens näringsstatus. Växternas näringsbehov är som högst vid vår- eller höstsådd, eller i början av växtsäsongen för en perenn växt. När växtens näringsbehov är som högst är också risken för urlakning som lägst. Då är gödselspridning som mest rekommenderbart. Genom att så snabbt som möjligt mylla den utspridda gödseln eller gödselkomposten i marken minskar kväveförlusten, eftersom ammoniakavdunstningen är störst under de första fyra timmarna efter spridning (Sommer & Olesen 2000).

Fosforförordningen, som är under förberedning, strävar efter att minska fosforutsläppen till yt- och grundvatten samt mark som orsakas av användning av gödselprodukter och gödsel. Förordningen kommer att begränsa spridningen av gödsel på åkermarker som är mycket rika på fosfor, vilket kommer att öka behovet av att transportera gödselnäring bort från boskapsintensiva områden.

## Halluppfödning av pälsdjur

I Finland är uppfödning av rävar inomhus inte så vanligt, men inomhusuppfödning av mink är något vanligare. Inomhusuppfödning är mer kontrollerad än uppfödning i skugghus, eftersom den direkta påverkan av väderförhållandena förblir liten, och den omedelbara miljöbelastningen kan minskas genom att kontrollera vatten och ventilation. I hallen samlas gödseln ovanpå ströet på ett fast golvunderlag, och föroreningar som sand och stenar på grund av marktillgång blandas inte med gödseln. Följaktligen är även den mekaniska kvaliteten på gödseln bättre vid halluppfödning. Gödselns gödselvärde förbättras i takt med att näringsförluster och föroreningar minskar, och även gödselborttagning blir lättare på fast underlag.



*Bild: Eeva Ojala. Minkhall.*

## Vattenhushållning på farmen

Bra vattenhushållning på farmen kan minska risken för att gödselnäring lakas ut. Upphöjda gödselplattformar, lång takfot och dricksanordningarnas funktionalitet hindrar regn och dricksvatten från att komma in i gödseln. Gödselrådets bas ska vara vattentät och regnvatten ska förhindras från att komma in i gödseln med ett lock.

Målet med vattenförvaltningsplanen är att näringen från gödseln förhindras från att läcka ut i miljön på alla farmar genom att placera täta underbyggnader under skugghus och hallar och behandlingssystem för avrinningsvatten, såsom sandfilter eller kemisk reningsanläggning eller slutna brunnar (Miljöministeriet 2018).

I den grundläggande dräneringen av farmområdet är det viktigt att ta planera farmens markformning så att dammar inte bildas i farmområdet eller mellan skugghusen. Vintertid måste snön plogas mellan skugghusen för att leda bort smältvattnet från gödselplattan.

9

## Genom att bearbeta gödseln utnyttjas näringen bättre

Den vanligaste metoden att bearbeta pålsdjursgödsel är kompostering, varav cirka 80–90 % sker i öppna ytor och resten som industriell kompostering. En del av gödseln sprids direkt på åkern. Kompostering möjliggör dock inte separation av näringsämnen, stark koncentration eller förenkling av transport. Vid kompostering läcker även mycket kväve ut från gödseln, men vid industriell kompostering är det möjligt att tillvarata kväve.

Bearbetning av stallgödsel syftar till att gödselns näringsämnen (kväve och fosfor) kan tillvaratas i separata gödselprodukter och utnyttjas där behov finns. Sådana bearbetningsmetoder är bl.a. bioförgasning och pyrolys.



*Bild: Johanna Laakso. Biogasanläggning.*

## Biogastillverkning från gödsel

Rötning av gödsel, d.v.s. bearbetning i en biogasanläggning och vidareförädling av rötgasen till en koncentrerad gödselprodukt möjliggör ett samtidigt utnyttjande av näringsämnen och produktion av förnybar energi (biogas). Biogas kan användas vid produktion av el, värme och/eller transportbränsle. Kortaste möjliga borttagningsfrekvens och lagringstid för gödseln minskar förlusten av gödselns lätt nedbrytbara material och kväve, vilket i sin tur ökar gödselns potential för biogasproduktion.

Som råvara för biogas motsvarar pälsdjursgödsel torrt kogödsel, men kvävehalten i pälsdjursgödsel är högre än i kogödsel (Myllärinen 2022). Av denna anledning måste, förutom pälsdjursgödsel, annan råvara användas, och för att optimera produktionspotentialen för biogas måste olika råvarublandningar för biogas testas. I våtröttningsanläggningen kan pälsdjursgödsel matas in tillsammans med slamgödsel för att minska torrsubstanshalten, men även torrötning fungerar.

Användning av pälsdjursgödsel som råmaterial för våtrötning har inneburit utmaningar och till och med utrustningshaverier på grund av föroreningar (sand, stenar etc.) som finns blandade i gödseln (Tampio et al 2021). Därför får pälsdjursgödsel som används som råmaterial till våtröttningsreaktorn inte innehålla sand, jord eller andra föroreningar som påverkar gödselns bearbetningskvalitet. Än så länge finns det inga forskningsdata relaterade till förebyggande av föroreningar. Uppfödning i inomhushallar utesluter föroreningar på grund av marktillgång, men gödseln exponeras även i inomhusburen för komponenter som faller ner från buren, såsom bitar av stimulantia och burdelar.

Biogas kan även produceras i en torröttningsreaktor, som är lämplig för mer fasta råmaterial. I torröttningsprocessen är andelen torrsubstans som blandas i massan lägre, vilket tillåter en del föroreningar i råmaterialen, som kommer till exempel med pälsdjursgödseln.



*Bild: Doranova Oy. Torröttningsanläggning, Jeppo Biogas Ab.*

Rötrest kan användas som gödningsmedel, men dess vidare bearbetning förbättrar transporterbarheten, lagringen och gödselvärdet för näringsprodukter. Enklast är att separera rötresterna i separata vätske- och torrfraktioner, varav den torra fraktionen innehåller det mesta av fosfor och den flytande fraktionen innehåller lösligt kväve. Separerade fraktioner kan ytterligare anrikas och separeras med hjälp av olika processteknologier, såsom ammoniakstrippning, membranfiltrering eller torkning (Luostarinen et al. 2019).

## Självförsörjning med energi gynnar både miljön och producenten

Med den europeiska energikrisen och de drastiskt stigande elpriserna blir självförsörjning med energi allt viktigare. Producenten tjänar ekonomiskt på den energi som produceras av den egna gården och av gårdarna i närområdet, och förnybar energi minskar även gårdens miljöpåverkan. Vid sidan av bioförgasning blir också andra produktionsmetoder för förnybar energi allt vanligare. Taken på skugghusen har mycket yta som kan utnyttjas för produktion av solenergi och solpaneler på skugghusens tak blir allt vanligare syn.

11



*Bild: Hannu Kärjä. Takytan på skugghusen kan användas t.ex. för att producera solenergi.*

## Pyrolyys av gödsel

Pyrolyys är en process, där organiskt material bryts ner termokemiskt under låg syrehalt eller syrefria förhållanden vid en temperatur på 250–700 °C. Vid pyrolyys bildas förutom en kolfraktion, eller biokol, pyrolysvätska och gas. I projektet *Biokol som ett medel för minskning av utsläppen och värdeökning av gödsel i pälsfarmer* (Hellstedt et al. 2018) undersöktes effekterna av träbaserat biokol som beläggingsmaterial för pälsdjursgödsel och som komposteringsmedel (se sidan 6), och Turkisteho-projektet fokuserade på pyrolyys av själva gödseln (Sarvi et al. 2020).

Pyrolyys av gödseln minskar dess volym och massa och koncentrerar fosfor i kolfraktionen, vilket är värdefullt vid transporten till åkrarna där det fattas fosfor. Det finns begränsad med information tillgänglig om pyrolyys av gödsel, men träbaserad biokol har en jordförbättringseffekt på grund av kolets goda vatten- och näringsretentionsförmåga. Kolet från växtbaserad biokol är i en mycket permanent form och kan användas för att lagra kol i marken (Heikkinen et al. 2021).

Vid pyrolyys försvinner gödselns lösliga kväve och en del av det organiska kvävet, medan fosfor koncentreras i kolfraktionen. Lösligheten av fosfor i kolfraktionen är svagare än i gödseln, men det är fortfarande möjligt för växter att utnyttja fosfor från pyrolyserad pälsdjursgödsel (Sarvi et al. 2020). Kväve kan återvinnas i processteget före pyrolyys, om t.ex. pyrolysen av gödsel eller rötrest föregås av separering och torkning.



Bild1: Tuomo Leppänen. Pyrolysiscontainer.

## Mer information

- I Tassunjälki-projektets verkstäder om effektivare återvinning av pålstdjursgödsel diskuterades alternativa metoder för gödselhantering vid sidan av traditionell kompostering och spridning av stallgödsel. Videospelningar av Miljö-, Biokol- och Biogasverkstäder: [VIDEOINSPELNINGAR AV VERKSTÄDER | luova \(luovaoy.fi\)](#)
- IDÉ OM ATT EFFEKTIVISERA ÅTERVINNINGEN OM NÄRINGSÄMNINGEN? Har du en idé om återvinning av näringsämnen? *Projektet för återvinning av näringsämnen och energi inom jordbruket (MARIKA) (proagria.fi)*. Vi hjälper dig att identifiera ett lämpligt finansieringssätt, hitta partners och upprätta en finansieringsansökan. Kontakta gärna Karoliina Aalto på ProAgria Keskusten Liitto (karoliina.aalto@proagria.fi, tel. 044 420 9011) senast i december 2022.
- FINANSIERING FÖR UTVECKLING AV NÄRINGSÅTERVINNING: Forsknings-, utvecklings- och innovationsaktiviteter som främjar återvinning av näringsämnen från biomassa och relaterade investeringar kan få finansiering från *Försöksprogrammet för återvinning av näringsämnen ur biomassa (ely-keskus.fi)*. Mer information om Försöksprogrammet: Anja Norja (anja.norja@ely-keskus.fi, tel 0295 027 587).



*Bild: Eeva Ojala. Försöksprogrammet för återvinning av näringsämnen ingick på Farmarit 2022-mässan. I mässmontern visades också återvunna näringsprodukter från projekt finansierade från försöksprogrammet. Försöksprogrammet finansieras av Jord- och Skogsbruksministeriet och finansiering tillhandhålls av NTM-centralen i Södra Österbotten.*

## Litteratur

- Dahlman, T. 2003. Protein and amino acids in the nutrition of the growing-furring blue fox. Avhandling, Helsingfors universitet. 33 s.
- Heikkinen, J., Ketoja, E., Seppänen, L., Luostarinen, S., Fritze, H., Pennanen, 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., Tiilikka, K., Mustonen, M., Regina, K., Salo, T., Särkkä, L. ja Kemppainen, R. 2018. Biohiili turkislannan katteena, kompostin seosaineena ja kasvualustoissa: Loppuraportti. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 56/2018*. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 63 s.
- Lehtoranta, S., Johansson, A., Mälila, 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., Kaikkalainen, K., Niskanen, O., Räsä, K., Salo, T., Turtola, 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 biotalouden tutkimus 9/2022*. Luonnonvarakeskus Helsinki. 108 s.
- Myllärinen, A. (Dranova) 2022. Korkea kiintoainepitoisuus ja epäpuhtaudet biokaasuprosesseissa. *Elonenergia-työpaja 8.6.2022*. Muntlig information.
- 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.