



MMK Marjukka Lamminen 2014  
JÄRKI –hanke / Baltic Sea Action Group

## Fosforin matka rehuista lantaan: Ruokinnan keinot vähentää kotieläintalouden vesistökuormitusta 1/2

Kotieläinten typen ja fosforin tarve riippuu eläimen koosta, kasvuvaiheesta, kasvunopeudesta ja siitä, kuinka paljon eläin tuottaa esimerkiksi maitoa. Täysikasvuinen lypsylehmä (elopaino 550 kg), joka ei tuota maitoa, tarvitsee fosforia 21 g/pv. Sen sijaan 60 kg maitoa tuottavan lypsylehmän fosforin tarve on reilusti suurempi, 126 g/pv. Nautojen ruokinnan fosforipitoisuudeksi suositellaan 3,5 g/kg rehun kuiva-ainetta.

Eläinten kehon fosforipitoisuus on keskimäärin noin 10 g/kg. Fosforilla on enemmän tunnettuja tehtäviä kehossa kuin millään muulla kivennäisaineella. Fosfori on luiden rakennusaine, 80 % elimistön fosforista on luustossa ja hampaissa. Sen lisäksi fosforia esiintyy fosfoproteiineissa, nukleiinihappoissa ja fosfolipideissä rakennusosana tai näiden aktivoijana sekä jonkin verran myös pehmytkudoksissa ja nesteissä. Fosforilla on elintärkeä rooli energia-aineenvaihdunnassa, jossa se muodostaa sokeri-fosfaatteja sekä adenosini di- ja trifosfaatteja (ADP ja ATP). Fosfori imeytyy elimistössä hyvin, jopa silloin kun sitä on ylen määrin.

Märehtijät erittävät ohutsuolesta imeytyneen ylimääräisen fosforin sylkeen, joka sitten puskuroi pötsin sisältöä pitäen sen pH:n optimaalalueella. Pötsistä syljen, rehun ja mikrobiston sisältämä fosfori imeytyy joko uudelleen hyväksikäytettäväksi tai se eritetään ulosteen mukana pois kehosta. Sialla ja siipikarjalla sen sijaan tavallisesti suurin osa imeytyneestä ylimääräisestä fosforista kulkeutuu munuaisiin, joista se erittyy virtsan mukana pois kehosta. Sikojen ja siipikarjan sonnan sisältämä fosfori on peräisin orgaaniseen ainekseen sitoutuneesta sulamattomasta fosforista, joka ei ole imeytynyt eläimen ruuansulatuskanavassa. Hyvästä imeytymisestä huolimatta fosforin hyväksikäyttö on kuitenkin varsin matala, alle 40 %. Suomalaisessa tutkimuksessa havaittiin lypsylehmillä sonnaan erittyneen fosforin määrän kasvavan keskimäärin 0,66 g/g lisäys fosforin saannissa.

Fosforia poistuu kehosta pääasiassa kolmesta syystä:

- 1) Osa rehun sisältämästä fosforista voi olla fytiinihappoon niin voimakkaasti sitoutunutta, että sen imeytyminen ei ole mahdollista. Tämä syy on merkittävä yksimahaisilla eläimillä, jotka eivät kykene sulattamaan fytiinihappoon sitoutunutta fosforia. Märehtijät tähän sen sijaan pystyvät pötsimikrobistonsa hajotustoiminnan ansiosta.
- 2) Osa fosforista erittyy lantaan riippumatta fosforin saantimäärästä ja tätä eritystä ei voi välttää. Välttämätön erityy johtuu joko isäntäeläimen tai ruuansulatuskanavan mikroorganismien aineenvaihdunnasta ja se on pakollista eläimen normaaleille perustoiminnoille.
- 3) Jos fosforia saadaan tarpeeseen (välttämätön erityy, tarve kasvuun, lisääntymiseen tai maidontuotantoon) nähden liikaa, ylimäärä erittyy kehosta pois tasapainon (homeostasian) ylläpitämiseksi.

Viljoissa on runsaasti fosforia. Kuitenkin viljojen, palkokasvien ja öljykasvien siementen sisältämästä fosforista 50–85 % esiintyy fytiinihapon muodossa. Fytiinihappoon sitoutunut fosfori ei ole yksimahaisten eläinten hyödynnettävissä ja lisäksi se heikentää myös muiden kivennäisaineiden, erityisesti sinkin, hyväksikäyttöä. Vaikka fytiinihappo on yksimahaisten ruokinnan kannalta hankala, se on kasvien toiminnan ja tuottavuuden kannalta tärkeä komponentti. Kasvien vähäisestä fytiinihappopitoisuudesta voi olla seurauksena kasvin matala tuotostaso ja stressialttius. Jyvissä on



luonnostaan fytaasia, entsyymiä joka vapauttaa fytiinihappoon sitoutunutta fosforia yksimahaisille eläimille käyttökelpoiseen muotoon. Nämä määrät ovat kuitenkin vaihtelevia ja entsyymi tuhoutuu helposti lämpökäsittelyssä. Tämän vuoksi tavanomaisessa tuotannossa on tavallista lisätä rehun joukkoon fytaasientsyymiä, joka parantaa fosforin kokonaissulavuutta. Luonnonmukaisessa tuotannossa fytaasientsyymien käyttö ei kuitenkaan ole sallittua, sillä sen tuottamiseen käytetään geenimanipuloituja mikro-organismeja. Fytaasientsyymien on raportoitu lisäävän fosforin käyttökelpoisuutta 42 prosentista 95 prosenttiin.

Lypsylehmät ja yli 6 kk ikäiset lihanaudat eivät tarvitse fosforilisää, vaan nykyiset normit täyttävä, säilörehua, viljaa ja rypsirohetta sisältävä ruokinta riittää täyttämään nautojen fosforintarpeen (ja lypsylehmillä ylittääkin sen). Kivennäisen fosforilisän poistamisella ei ole havaittu olevan mitään vaikutusta lypsylehmien tuotokseen, hedelmällisyyteen tai terveyteen. Sen sijaan yksimahaisten eläinten ruokintaan on tarvetta lisätä fosforia, sillä yksinomaan rehujen sisältämä fosfori ei riitä kattamaan eläinten tarvetta. Nautojen ruokinnan osalta sonnan fosforipitoisuuden vähentäminen on haastavaa ilman maitotuotoksen laskua. Monet maitotuotosta nostavat, taloudellisesti perustellut ruokinnalliset tekijät lisäävät myös sonnan fosforipitoisuutta.

## **Miten voit vähentää kotieläintuotannon vesistökuormitusta erityisesti fosforin osalta:**

### 1) Minimoi kaikki hävikki

Taloudellisesti ja ympäristön kannalta kaikkein kalleinta on rehu, joka ei ikinä edes päädy eläinten hyväksikäytettäväksi, tai liha ja maito, joka ei päädy tuotteeksi asti. Panosta säilörehun laatuun ja maittavuuteen: esikuivata säilörehu, jolloin puristenestettä muodostuu vähemmän ja käytä säilöntäainetta. Käytä rakeistettuja rehuja jauhomaisten sijaan. Huolehdi eläinten terveydestä, vähennä hukkaan heitetyn maidon määrää ja vältä eläinten turhia ja suunnittelemattomia poistoja.

### 2) Kohdenna ruokinta eläimen todelliseen tarpeeseen

Suunnittele ruokinta niin, että se ottaa huomioon eläimen ravintoaineiden tarpeen ja niiden hyväksikäyttöpotentiaalin. Käytä vaiheruokintaa kasvukauden eri vaiheissa ja ota huomioon sukupuolten ja rotujen väliset erot. Vaiheruokinnan on havaittu alentavan kotieläintuotannon fosforipäästöjä 20 %. Vältä turhaa yliaruokintaa kaikkien ravintoaineiden ja energian suhteen.

### 3) Kiinnitä huomiota rehun sulavuuteen ja ravintoaineiden käyttökelpoisuuteen

Käytä hyvin sulavia rehuja ja suunnittele ruokinta perustuen eläimelle käyttökelpoisten ravintoaineiden pitoisuuden ravintoaineiden kokonaispitoisuuden sijaan. Käytä fytaasientsyymiä yksimahaisten eläinten ruokinnassa. Käytä näiden eläinten fosforilisänä erittäin hyvin sulavaa mineraalifosfaattia. Märehtijät eivät tarvitse fosforilisää. Rehun prosessointi (esim. lämpökäsittely) parantaa ravintoaineiden sulavuutta ja vähentää joidenkin ravintoaineiden hyväksikäyttöä heikentävien haitta-aineiden pitoisuuksia, hyödynnä tätä. Sikojen liemiruokinnan on raportoitu tehostavan fosforin hyväksikäyttöä.

### 4) Pidä huolta eläinten laidun- ja jaloittelualueista

Pidä eläintiheys riittävän alhaisena ja poista alueilta aika-ajoin ruokintajätteet, sonta ja ylin maakerros. Rakenna jaloittelutarhat niin, ettei niistä pääse valumavesiä ympäristöön eikä ympäristön vesiä tarhoihin.



5) Estä päästöt jätevesistä

Ferrisulfaattisaostus yhdessä selkeytyksen tai suodatuksen kanssa vähentää esimerkiksi maitohuonejätevesien fosforin ja tukkivien aineiden määrää. Tämän jälkeen jätevesi voidaan puhdistaa esimerkiksi pajupuhdistamossa.

6) Suhteuta eläinten määrä peltoalaan

Kun lannanlevitykseen käytettävissä oleva peltoala on riittävän suuri, karjatilan peltoihin pinta-alayksikköä kohti joutuvan fosforin määrä on mahdollista pitää ympäristötuen ehtojen mukaisissa rajoissa.

## Lähteet:

Dourmad, J.-Y. & Jondreville, C. 2007. Impact of nutrition on nitrogen, phosphorus, Cu and Zn in pig manure, and on emissions of ammonia and odours. *Livestock Science* 112: 192–198

Ferret, P.R., van Heugten, E., van Kempen, T.A.T.G. & Angel, R. 2002. Nutritional strategies to reduce environmental emissions from nonruminants. *Journal of Animal Science* 80: E168-E182.

Huuskonen, A. 2010. Maitorotuisten sonnien energia- ja valkuaisruokinnan tarkentaminen. Teoksessa: Maataloustieteen Päivät 2010 (verkkojulkaisu).

Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja no 26. Toim. Anneli Hopponen.

Viitattu 30.8.2013. Julkaistu 11.1.2010. Saatavilla Internetissä: <http://www.smts.fi/jul2010/esite2010/016.pdf>.

Kebreab, E., Hansen, A.V. & Strathe, A.B. 2012. Animal production for efficient phosphate utilization: from optimized feed to high efficiency livestock. *Current Opinion in Biotechnology* 23: 872–877

MTT 2013. Fytaasin vaikutus kasviperäisten rehujen fosforin sulavuuteen sioilla (verkkojulkaisu). Jokioinen: MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Viitattu 30.8.2013. Saatavilla Internetissä: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Rehutaulukot/laskentaperusteet/8ED0C38DD297C32DE040A8C0023C4308>.

MTT 2013. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset (verkkojulkaisu). Jokioinen: MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Viitattu 30.8.2013. Saatavissa Internetissä: <http://www.mtt.fi/rehutaulukot>.

Palander, S., Tauriainen, S., Huhtanen, P., Suhonen, K. & Mäkäpäinen, E. 2008. Kolmivuotinen seurantakoe tukee lypsylehmien lisäfosforista luopumista. Teoksessa: Maataloustieteen Päivät 2008 (verkkojulkaisu). Suomen Maataloustieteellisen Seuran tiedotteita no 23. Toim. Anneli Hopponen. Viitattu 30.8.2013. Julkaistu 9.1.2008. Saatavilla Internetissä: [http://www.smts.fi/mpol2008/index\\_tiedostot/Posterit/ps058.pdf](http://www.smts.fi/mpol2008/index_tiedostot/Posterit/ps058.pdf).

Pfeffer, E., Beede, D.K. & Valk, H. 2005. Phosphorus Metabolism in Ruminants and Requirements of Cattle. Teoksessa: Pfeffer, E. & Hristov, A.N. (toim.) Nitrogen and Phosphorus Nutrition of Cattle: Reducing the Environmental Impact of Cattle Operations.

Raboy, V. 2009. Approaches and challenges to engineering seed phytate and total phosphorus. *Plant Science* 177: 281–296.

Suttle, N.F. 2010. Phosphorus. Teoksessa: Suttle, N.F. (toim.) Mineral Nutrition of Livestock. 4. painos.

Uusi-Kämppe, J., Yli-Halla, M. & Grék, K. 2003. Lypsykarjataloudesta tulevan ympäristökuormituksen vähentäminen. MTT. Maa- ja elintarviketalous 25. 131 s.