

# Turkiseläinten lanta porkkanan kasvinravitsemuksessa

Petri Kapuinen

*MTT, Kasvintuotannon tutkimus, 21500 Piikkiö, petri.kapuinen@mtt.fi*

## Tiivistelmä

Minkin virtsaa, sontalietettä ja ketun lietelantaa sellaisenaan ja eri tavoin jalostettuna tutkittiin porkkanan typen lähteenä Kaarinan Yltöisissä vuonna 2012 hiedalla toteutetussa kenttäkokeessa. Minkin virtsa ja sontaliete olivat peräisin häkkikanalan kaltaisesta turkiseläinten hallikasvattamosta. Tässä kasvatusjärjestelmässä turkiseläinten lanta voidaan kerätä ilman kuivikkeita ja typen tappiot ovat hyvin pienet suhteessa perinteisen varjotalokasvatuksen kuivikelannasta syntyviin. Näin kerätyssä turkiseläintenlannassa typen ja fosforin pitoisuussuhde ei oleellisesti poikkea esimerkiksi sianlietelannan vastaavasta. Jalosteet olivat sontalietteestä separoitu kuivaosa ja nesteosa sekä kompostoitamattomasta ja kompostoidusta kuivaosasta valmistetut pelletit. Tuotteita käytettiin 90 kg/ha liukoista tyyppiä vastaava määrä analysoituna 1:60 vesiuutolla lukuun ottamatta pellettejä, joissa kokonaistypen annos 170 kg/ha muodostui rajoittavaksi tekijäksi, ja niitä käytettiin tätä kokonaistyyppimäärää vastaava annos. Käyttömäärät olivat 6,5 – 11,2 t/ha. Saatua satoa verrattiin kylvöä ennen hajalevitetyn mineraalilannoitteen typen tuottamaan satoon eri typpitasoilla tuotetun typen tuotantofunktion avulla.

Typpilannoituksen lisääminen lannoittamattomasta tasolle 150 kg/ha lisäsi satoa trendinomaisesti, mutta lisäys oli pienehkö suhteessa lannoittamatta saatuun satoon. Sato kasvoi lannoittamattoman käsittelyn sadosta 46 t/ha vain 15,5 t/ha eli noin kolmanneksen, kun mineraalilannoitteen tyyppiä annettiin 150 kg/ha. Koska typpilannoituksen vaikutus satoon oli maltillinen ja porkkanan ravinteiden otto on hidasta kasvukauden alussa, myös turkiseläinten lannasta valmistetut jalosteet tuottivat yhtä suuria satoja kuin mineraalilannoite. Turkiseläintenlanta käsittelyissä sadot olivat 46,5 – 56 t/ha. Vastaavalla määrällä mineraalilannoitteen tyyppiä saatiin noin 55 t/ha porkkanaa. Näin ollen parhailla turkiseläinten lantakäsittelyillä saatiin yhtä suuri sato kuin mineraalilannoitteen tyypellä. Paras porkkanasato saatiin minkinvirtsalla. Satojen hajonta oli kuitenkin suuri, joten erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Yhtenä syynä suureen hajontaa oli epätasainen taimettuminen. Turkiseläinten lannasta jalostetut tuotteet sopivat selvästi paremmin porkkanan kuin ohran typen lähteeksi, koska porkkana ei kärsi kasvukauden alussa samalla tavalla kuin ohra typen puutteesta. Porkkanalla myös mineraalilannoite levitettiin pinnalle ja mullattiin ennen kylvöä, kuten turkiseläinten lannasta jalostetut tuotteetkin, joten mineraalilannoite ei saanut etua sijoituslannoitustekniikan käytöstä, kuten vastaavassa kokeessa ohralla tapahtui.

Potentiaalisiin käyttökohde turkiseläinten lannasta jalostetuille tuotteille puutarhatuotannossa on luomutuotanto. Sopivia kasveja olisivat kokeen esimerkikasvi porkkana ja todennäköisesti kaikki sellaiset kasvit, joiden typenotto painottuu kasvukauden lopulle. Kunkin turkiseläinlantatuotteen luomukelpoisuus täytyy selvittää erikseen, mutta ainakin kompostoidusta minkinsonnasta separoidusta kiinto-osasta valmistettuja pellettejä voidaan pitää sellaisena. Pelletit tulkittaisiin todennäköisesti lannoitevalmisteiksi eikä raakalannaksi. Turkiseläinten raaka lanta ei voi olla luomulantaa, joten se tulkitaan luomussa aina täydennyslannoitukseksi, jolloin se pitää olla kompostoitu, mädätetty tai laimennettu, mitkä eivät kuitenkaan ole oleellisen vaikeita vaatimuksia täyttää.

**Asiasanat:** minkinlanta, ketunlanta, turkislanta, virtsa, pelletti, hallikasvatus, porkkana, typpi, luomu

## Johdanto

Turkiseläintuotanto ja siten myös turkiseläinten lannantuotanto keskittyy Pohjanmaalle (n. 90 % tuotannosta) ja Pohjois-Suomeen (n. 9 % tuotannosta) (Rekilä ym. 2010). Turkistilojen määrä oli vuonna 2009 noin 1100 kpl ja niillä olevien kettujen ja minkkien määrä noin 380 000 kpl. Turkistuottajien liiton tilastojen (ProFur 2013) mukaan vuonna 2010 jäsentiloja oli 1043 kpl ja 2012 960 kpl, joten tuotanto on keskittymässä. Maan sisäisen keskittymisen lisäksi Suomi on merkittävin ketunnahkojen tuottaja maailmassa. Suomen osuus ketunnahkojen tarjonnasta maailmanmarkkinoilla oli vuonna 2012 noin 46 %. Kaudella 2011/2012 tuotettiin 1,8 milj. ketun ja suomensupin nahkaa. Suomensupien osuus tästä oli vain noin 7 %. Minkinnahkojen tuottajana Suomen merkitys on selvästi pienempi osuuden tarjonnasta ollessa vain 3 % eli alle 1,8 miljoonaa nahkaa. Hillerienosuus on nykyään hyvin vähäinen. Pääosa turkistuotannosta, 98 %, menee vientiin. Suomessa tuotettujen turkisten myyntiarvo oli kaudella 2011/2012 304,8 M€

Valtaosa turkiseläinten nahoista tuotetaan edelleen varjotaloissa (Rekilä ym. 2010). Pääosa turkiseläinten lannasta on siten kuivikelantaa. Lannan määräksi vuonna 1998 arvioidaan 300 000 m<sup>3</sup>, jolloin minkkejä oli 17 % ja kettuja 37 % enemmän kuin 2012 (MMM 2002, ProFur 2012). Lantamäärä arvioidaan yleensä emojen määrän mukaan sisältäen niiden pentujen lannan, 130 – 170 l minkkiemoa ja 250 – 360 l kettuumoa kohti.

Lannan sisältämät ravinnemäärät on tarkoituksenmukaisinta laskea tuotettujen nahkojen määrän perusteella. Ketusta tulee 26,0 kg sontaa ja virtsaa 56,2 kg, minkistä 19,5 kg sontaa ja 18,1 kg virtsaa nahkaa kohti (Rekilä ym. 2010). Ketunnahkaa kohti lannassa on 2,00 kg N:ä ja 0,45 kg P:a, minkinnahkaa kohti 1,05 kg N:ä ja 0,25 kg P:a (Rekilä ym. 2010). Niinpä periaatteessa turkiseläinten lannassa on alun perin noin 4-kertainen määrä N:ä suhteessa P:iin, kuten muillakin tuotantoeläimillä, mutta varjotalojen lannankäsittelyjärjestelmien takia suurin osa N:stä menetetään. Varjotaloissa lanta kerätään häkkien alle kuivikkeeseen, jonka alla on erilaisia tiivistäviä kerroksia ravinteiden huuhtoutumisen estämiseksi (Rekilä ym. 2010). Ne eivät kuitenkaan estä N:n haihtumista ammoniakkinä (NH<sub>3</sub>) ilmaan. Turkistilojen P-päästöt ovat hyvin pieni osa niiden syömien silakoiden sisältämästä P:sta. Turkiseläinten rehussa käytettävän silakan ja kilohailin mukana merestä on poistunut enimmäkseen 2000 t N:ä ja 300 t P:a vuodessa (Rekilä ym. 2010). Turkistuotannon päästöt olivat esimerkiksi vuonna 1993 43 t typpeä ja 50 t fosforia, joten tuotanto vähentää kuormitusta nettomääräisesti.

Voidaan arvioida, että vallitsevassa varjotalokasvatuksessa noin ¾-osaa turkiseläinten kuivikelannan N:stä menetetään ja jäljellä jäävässä osassa liukoisen typen (LN) osuus putoaa puoleen. Viljavuuspalvelun tilastojen 2005 - 2009 (VP 2012) mukaan turkiseläinten kuivikelannassa on keskimäärin 11,3 kg kokonaistyppeä (KN)/t ja 16,0 kg kokonaisfosforia (KP)/t. LN:ä on vain 2,9 kg/t eli vain 25,7 % KN:stä. Kaliumia (K) turkiseläinten lannassa on tyypillisesti hyvin vähän, 2,1 kg/t. Esimerkiksi sian kuivikelannassa on KP:a 4,7 kg/t ja K:ia 4,3 kg/t. K:in määrä suhteessa P:n määrään on siten hyvin pieni. Turkiseläinten ruokinnassa käytetään paljon lihaluujauhoa ja dieetin P:n määrä ovat tarpeettoman korkeat, mikä on osasyynä K:in pieneen määrään suhteessa P:n määrään. Suomessa vuosittain teurastuksen yhteydessä syntyvästä 26 000 t:sta lihaluujauhoa pääosa käytetään turkiseläinten ruokintaan (MMM 2002). Varjotalojen alta kerätyn turkiseläinten kuivikelannan ka-pitoisuus oli 38,5 % (VP 2012). Tämän tutkimuksen aineistossa minkin sontalietteen ka-pitoisuus oli 12 %, ketun lietelannan 18,6 % ja vasta minkinlannan separoidun kuivaosan 39,3 %. Tämän tutkimuksen turkiseläinten lannat ovat siten varsin poikkeukselliset.

Tässä hankkeessa käytettiin turkiseläinten lantaa, joka oli kerätty häkkikanalaimaisesta hallikasvatusratkaisusta lietelantana tai varjotalojen alta keruuastioihin keräämällä (Turkistalous 2008). Ratkaisussa minkkihäkkien alla on mattokuljetin, jolta voidaan tarvittaessa erottaa virtsaa erikseen sonnasta. Periaatteessa minkkien erittämästä N:stä 90 % on virtsassa ja P:sta 80 % sonnassa (Newell ym. 2000). Virtsa ja sonta kuitenkin sekaantuvat kuljetusmatolla jonkin verran, joten tässä ratkaisussa N:n ja P:n erottuminen lannan osiin ei ole yhtä tehokasta. Ylivainion ym. (2008) mukaan ketunlannan P:sta vain 5 – 28 % liukenee veteen, kun naudanlannassa vesiliukoisen fosforin (VLP) osuus on noin 80 %. P:n liukeneminen virtsaan on siten oletettavasti vähäisempää kuin LN:n siirtyminen sontaan.

Toistaiseksi tätä häkki- ja lannankäsittelyjärjestelmää ei ole käytetty kettujen kasvatuksessa. Minkit käyttävät vain yhtä kohtaa häkistä ulostamisalueena. Ketut sen sijaan liikaavat koko häkin alueen, minkä takia vastaavan häkkijärjestelmän tekeminen ketuille on haasteellisempää. Pääosa lannasta muodostuu poikaskasvatuksen aikana heinäkuusta joulukuun alkuun (Rekilä ym. 2010). Tällä on vaikutusta turkiseläinten lannan käyttöön maataloudessa. Jalostamattoman turkiseläinten lannan, kuivike-

lannan, sonnan ja virtsan sekä orgaanisten lannoitevalmisteiden käytöstä maataloudessa säädellään muun muassa ns. nitraattiasetuksessa (NA) (VN 2000). Osa lannasta voitaisiin levittää jo syksyllä syyskylvöisien kasvien ravinteiden lähteeksi ja valtaosa nykyisen NA:n sallimana levitysaikana marraskuun puoliväliin mennessä muutoin suoraan peltoon, mutta osa joudutaan joka tapauksessa varastoimaan talven yli. Tämä tutkimus keskittyi keväällä tehtävään levitykseen.

Tässä tutkimuksessa hallikasvatusmaisesta ratkaisusta kerätyssä minkinsontalietteessä oli 12,0 kg KN/t ja 5,1 kg KP/t. KN:stä liukoisessa muodossa (1:60 vesiuutto) oli 10,4 kg/t eli 87 % ja KP:sta vesiliukoista (1:5 vesiuutto) 0,7 kg/t eli 13,7 %. Virtsassa KN:ä oli 8,5 kg/t ja KP:a 0,7 kg/t. Virtsan KN:stä vesiliukoista (1:60 vesiuutto) oli 7,2 kg/t eli 85 % KN:stä ja KP:sta vesiliukoista (1:5 vesiuutto) 0,5 kg/t eli 71,4 % KP:sta. Kapuinen ym. (2012) ovat todenneet 1:60 vesiuutolla määritetyn LN:n vastaavan lannan N:n tuotantovaikutusta parasta levitystekniikkaa käytettäessä ja johtavan samaan LN:n pitoisuuteen kuin ns. lanta-analyysimenetelmät (LAM) (esim. Kempainen 1989). Minkkien sontalietteen LN:n osuus KN:stä on pienempi kuin useimpien nestemäisten lantojen, mutta virtsan samaa tasoa lietelantojen kanssa. Sontalietteessä LP:n osuus KP:sta on pieni, mutta virtsassa suuri.

Turkiseläinten ravinnepitoisuudet ovat suuret ja niiden vuotuiset levitysmäärät siten pienet. Voimassa oleva NA säättää KN:n määräksi 170 kg/ha kalenterivuodessa, minkä takia vuotuinen levitysmäärä voi olla vain 15,0 t/ha, jos KN:n pitoisuus on tilastokeskiarvon (VP 2012) mukainen. Näin pienen määrän tasainen levittäminen kuivalannanlevittimellä voi olla vaikeaa. Kyseisen määrän mukaan tulee 240 kg/ha KP:a, josta maatalouden ympäristötukijärjestelmän (MY) (MMM 2007, 2008) mukaan 40 % eli 96 kg/ha katsotaan kasveille käyttökelpoiseksi (KKP). Tasausjakso huomioon ottaenkin vuotuiseksi P-annokseksi tulisi kertalevityksellä viiden vuoden jaksolle tasattuna 19,2 kg/ha v, joten näin suurten annosten käyttö on mahdollista MY:n puitteissa yleisesti viljellyillä viljakasveilla vain maan P-luokan ollessa välttävä tai huonompi. Sen sijaan esimerkiksi porkkanalla näin suuria P-annoksia saa käyttää kaikissa P-luokissa vuosittain. Koska turkiseläinten lannan P liukenee hitaasti, viiden vuoden annoksen antamisesta kerralla pitäisi olla vain hyötyä ympäristön ja kasvien P-tarpeen tyydyttymisen kannalta. Tilastokeskiarvon (VP 2012) mukaista turkiseläinten lantaa käytettäessä LN-annokseksi tulee 43,5 kg/ha. Se antaa hyvät mahdollisuudet riittävän täydennystyppiannoksen antamiseen tavanomaisessa viljelyssä, mutta voi olla varsin pieni annos luomutuotannossa, jossa N-vajausta ei voi täydentää mineraalilannoitteilla. Kangas (2006) arvioi riittäväksi mineraalilannoitteen N:n osuudeksi 20 – 30 % N-lannoitustarpeesta. Lisäksi tilastokeskiarvon (VP 2012) mukaisesta turkiseläinten lannan mukana tulee täällä levitysmäärällä 31,5 kg K/ha, 33 kg Mg/ha, 567 kg Ca/ha, 36 kg Na/ha, 49,5 g B/ha, 222 g Cu/ha, 0,92 kg Mg/ha ja 6,5 kg Zn/ha.

Tässä tutkimuksessa minkinlantaa pyrittiin jalostamaan paremmin eri käyttötarkoituksiin sopivaksi käsittelemällä sitä eri tavoin. Ensimmäisessä vaiheessa siitä erotettiin lannanpoistomatolla virtsaa. Virtsaa voidaan periaatteessa käyttää esimerkiksi luomukasvihuonetuotannossa sadontuotantovaiheen lisälannoitukseen kastelun mukana, koska siinä on vähän partikkeleita, jotka haittaisivat annostelulaitteiden tai tihkujen toimintaa. Minkinvirtsan keskeisin ongelma tässä käytössä on pieni K-pitoisuus suhteessa LN-pitoisuuteen. K:ia pitäisi olla yhtä paljon kuin LN:ää. Tämän tutkimuksen kokeissa käytetyssä virtsassa LN(1:60):ä oli 7,2 kg/t ja K:ia 1,1 kg/t.

Kun mattokuljettimelta on poistettu mahdollisuuksien mukaan virtsa esimerkiksi imurilla, jäljelle jää sontaliete, joka on jonkin verran sekaantunut virtsan kanssa. Lisäksi lannanpoistomatolle kertyy jonkin verran nipoista roiskunutta juomavettä. Sontalietteessä on LN:ä 10,4 kg/t (1:60) ja KKP:a 2,0 kg/t (suhde 5,2:1). Sontaliete voidaan separoida ruuviseparaattorilla, jolloin saadaan kaksi uutta komponenttia: separoitu nesteosa ja separoitu kuivaosa. Separoinnin yksi tavoite on erottaa lannan P:sta mahdollisimman suuri osuus kuivaosaan, jota sitten jalostetaan edelleen käytettäväksi turkiseläintilan ulkopuolella. Separoitu nesteosa on mielekkäintä käyttää raakalantana omilla tai lähialueen tiloilla. Myös nesteosan ravinnepitoisuudet ovat varsin suuret. Kokeessa olleen erän KN-pitoisuus oli 14,5 kg/t, jolloin sitä voidaan NA:n 170 kg/ha rajoituksen puitteissa levittää 11,7 t/ha. LN:ä oli 12,6 kg/t (1:60) ja KKP:a 2,3 kg/t (suhde 5,5:1). LN/KKP-suhde ei parantunut oleellisesti suhteessa sontalietteeneseen, vaikka raaka-aine ja lopputuote eivät välttämättä olleet täysi samaa alkuperää. Sen mukana saataisiin LAM:n mukaista LN:ä 147,4 kg/ha ja 26,9 kg/ha MY:n mukaista KKP:a. Näin suuri osuus LN:stä lantana ei ole välttämättä mielekäästä, vaan määrä kannattaisi esimerkiksi puolittaa ja käyttää esimerkiksi sian lietelannan väkevoimiseksi niin, että levitysmääräksi tulisi 20 m<sup>3</sup>/ha, joka oikeuttaa sijoitustukeen (56 €/ha).

Toisessa fraktiossa separoidussa kuivaosassa LN:ä oli 7,8 kg/t (1:60) ja KKP:tä 4,5 kg/t (suhde

1,73:1). Se on siten varsin hyvä P-lähde suhteessa nesteosaan. Separoitu kuivaosa voidaan kompostoida jopa ilman tukiainetta, jolloin se kelpaa myös luomutuotantoon. Kompostoinnissa häviää tyypillisesti LN:ä. Kompostoidussa kuivaosassa LN-pitoisuus oli 4,6 kg/t ja KKP:n 3,8 kg/t (suhde 1,21:1). Tämän tutkimuksen kompostoitu kuivaosa ei ollut täysin samaa alkuperää kompostoimattoman kanssa, mikä pitää ottaa huomioon vertailussa.

Kaikkia edellä esitettyjä komponentteja voidaan juridisessa mielessä käsitellä raakalantana. Kun jalostusta katketaan eteenpäin kuivaamalla ja pelletöimällä kuivaosa ja kompostoitu kuivaosa, syntyy lannoitevalmistetta. Kun tuotetta käsitellään raakalannan sijasta lannoitevalmisteenä, käytettävät analyysimenetelmät vaihtuvat. LAM:ien sijasta käytetään lannoitevalmistelainsäädännön (MMM 2011) analyysimenetelmiä. Tämä merkitsee tyypillisesti liukoisten ravinteiden pitoisuuksien näennäistä putoamista. Kompostoimattoman pelletin LN-pitoisuus (1:60) putoaa pitoisuudesta 8,3 kg/t pitoisuuteen 5,4 kg/t ja kompostoidun pitoisuudesta 5,6 kg/t pitoisuuteen 3,7 kg/t. Suurin muutos on kuitenkin KKP:n laskennassa. Raakalantana kompostoimattoman pelletin KKP:n olisi 11,4 kg/t, mutta virallisella lannoitevalmistelainsäädännön (MMM 2011) määräyksellä LP-pitoisuus, jota käytetään lannoitevalmisteista MY:n laskennan perusteena, on 2,0 kg/t. Vastaavat luvut kompostoidulle pelletille olivat 12,4 kg/t ja 1,1 kg/t. Kun lanta tuotteistetaan lannoitevalmisteeksi, sen P ikään kuin häviää MY:n silmissä.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää turkiseläinten lannan ja sen johdannaisten soveltuvuus porkkanan typen lähteeksi ja yleensä sen lannoitukseen.

### **Aineisto ja menetelmät**

Turkiseläinlantojen ja niistä valmistettujen lannoitevalmisteiden typen tuotantovaikutusta porkkanalla tutkittiin vuonna 2012 kenttäkokeessa Kaarinan Yltöisissä runsasmultaisella karkealla hiedalla. Maan johtokyky oli 1,4 dS/m, pH 7,1, Ca 1975 mg/l, P 23 mg/l, K 183 mg/l, Mg 170 mg/l ja S 6,1 mg/l. Koemuoto oli satunnaistettujen lohkojen koe, jossa lohkoihin satunnaistettiin ensin mineraalilannoitteella lannoitettavat tyypitasot ja turkiseläinten lannoilla ja niistä johdetuilla tuotteilla lannoitetut pääruudut. Sen jälkeen N-tasot satunnaistettiin keskenään ja toisaalta turkiseläinlanta ja niistä johdettujen tuotteiden käsittelyt keskenään. Koe perustettiin 29.5. Lannat ja lannoitevalmisteet mullattiin koeruutujen kylvömuokkauksen yhteydessä kelajyrsimellä ruutujen suuntaisesti. Porkkana (Nominator F1, 70 kpl/rivi-m paririviin, 50 cm:n riviväli) kylvettiin Gaspardo-tarkkuuskylvökoneella.

Maan liukoisen typen pitoisuutta seurattiin ottamalla maanäytteet 20 cm:n muokkauskerroksesta perustamisen yhteydessä lannoittamattomista käsittelyistä ja sen jälkeen kaikista ruuduista. Ensimmäiset maanäytteet otettiin 11.6., toiset 26.6., kolmannet 9.7., neljännet 26.-27.7., viidennet 7.-8.8., kuudennet 21.-22.8. ja seitsemännet 12.9. Porkkanakärpäset torjuttiin 29.6. Rikkakasvit torjuttiin 12.7. (Fenix 1,5 l/ha, Senkor 75 g/ha) ja juolavehnyt 18.7. (Targa Super 3 l/ha). Porkkanat nostettiin 2.10. ja 4.10. ja sato määritettiin keskimmäisestä paririvistä.

Kokeessa käytetyt lannat ja lannoitevalmisteet olivat koejäsenittäin: 1) minkin virtsa (11,2 t/ha), 2) minkin sontaliete (8,2 t/ha), 3) minkin sontalietteestä separoitu nesteosa (7,1 t/ha), 4) minkin sontalietteestä separoitu kuivaosa (11,1 t/ha), 5) edellisestä koejäsenestä 4 kompostoimalla saatu kompostoitu minkin sontalietteestä separoitu kuivaosa (9,6 t/ha), 6) edellä mainitusta koejäsenestä 4 valmistettu pelletti (6,5 t/ha), 7) edellä mainitusta koejäsenestä 5 valmistettu pelletti (7,0 t/ha) ja 8) ketunlietelanta (8,9 t/ha).

Koejäseniä 1-5 ja 8 levitettiin ennakkonäytteistä 1:60 vesiutolla määrätyn LN:n pitoisuuden perusteella määrä, jolla olisi pitänyt tulla 90 kg/ha LN:ä. Koejäseniin 1-4 ja 8 tuli levityksen yhteydessä otettujen näytteiden perusteella lähes tavoitteen mukainen määrä LN:ä, 81,1 – 90,9 kg/ha määrättyinä 1:60 vesiutolla. Koejäsenien 5 tuli LN:ä 43,9 kg/ha. Koejäsenissä 6-7 KN-raja 170 kg/ha rajoitti levitysmäärää. LN:n määrä oli ennakkonäytteiden mukaan vain 49,0 – 65,7 kg/ha ja levitysnäytteiden perusteella 39,3 – 53,9 kg/ha.

Kokeessa oli varsinaisten lanta ja lannoitevalmistekäsittelyiden lisäksi N-tasot 0, 30, 60, 90, 120 ja 150 kg N/ha. N-tasoissa käytetty lannoite oli Kemira GrowHow Oy:n Puutarhan Y1 (9-6-17). Perustasossa tuli 90 kg N/ha, 60 kg P/ha ja 170 kg K/ha. Varastoporkkanan N-lannoitus suositus karkeilla kivennäismailla on 60 kg/ha perustamisen yhteydessä ja 30 kg/ha lisälannoituksessa, joka annetaan, kun LN:n määrä on alle 50 kg/ha (<http://www.farmit.net/kasvinviljely/erikoiskasvien-viljely/avomaan-vihannekset/porkkana/lannoitus>; luettu 8.12.2013). LN:n määrä laski alle tämän tason kaikissa käsittelyissä viimeistään 4. maanäytteen ottokertaan mennessä. Suositeltu P-lannoitus on kokeessa kyseessä

olevalla hyvällä maalla 40 kg/ha ja K-lannoitus 130 kg/ha. Perustasossa mineraalilannoitteella P:n ja K:n annos oli hieman suositusta suurempi. Virtsa, sontalietettä, separoitua nesteosaa ja ketunlietelantaa käytettäessä P-määrä jäi selvästi alle suosituksen, jos KP:sta otetaan ympäristötukijärjestelmän mukaisesti huomioon 40 %. K:a tuli selvästi suositusta vähemmän.

N-tasojen satotulosten perusteella laskettiin N:n vaikutus porkkanan satoon. Turkiseläinten lannoitusten ja niiden johdannaisien N-lannoitusvaikutusta mineraalilannoitteen vastaavaan vertailtiin niistä 1:60 vesiutolla määritetyn LN:n määrän perusteella.

### Tulokset ja tulosten tarkastelu

N-lannoituksen lisääminen lannoittamattomasta tasolle 150 kg/ha lisäsi porkkanasatoa. N:n tuotanto-vaikutusta porkkanasadossa voidaan kuvata yhtälöllä.

$$\text{Porkkanasato (kg/ha)} = 45997 \text{ kg/ha} + 103,14 * \text{lannoitetyn määrä kg/ha} (R^2=0,7189)$$

Lisäys oli kuitenkin pienekkö suhteessa lannoittamattomana saatuun satoon. Kun lannoittamattoman käsittelyn sato oli keskimäärin 46 t/ha, 150 kg N/ha tuotti 61,5 t/ha eli vain noin kolmanneksen enemmän kuin lannoittamaton. Koska N-lannoituksen vaikutus satoon oli porkkanalla varsin maltillinen ja porkkanan ravinteiden otto hidasta kasvukauden alussa, myös turkiseläinten lannasta johdetut jatkojalosteet tuottivat yhtä suuren sadon kuin mineraalilannoitteet. Turkiseläinten lannalla ja sen johdannaisilla lannoitetut käsittelyt tuottivat 46,5 – 56 t/ha porkkanaa. Vastaavalla määrällä mineraalilannoitteen N:ä saatiin noin 55 t/ha porkkanaa. Parhailla turkiseläintenlantavaihtoehtoilla sato oli siis yhtä suuri kuin mineraalilannoitteen N:llä. Tietohaarukan (2013) mukaan porkkanan keskisato oli 1995 61 t/ha, 2005 67 t/ha, 2011 73 t/ha ja 2012 56 t/ha. Porkkanasadossa on siis suuria vuosittaisia vaihteluita, mutta kokeen sato edusti käytännön tasoa.

Parhaan mitatun porkkanasadon tuotti minkin virtsa, mutta vaihtelu oli niin suuri, että satoerot eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Selvästi pienimmät mitatut porkkanasadot suhteessa LN-annoksen perusteella laskettuun ennusteeseen tuotti sontaliete ja separoitu nesteosa (Taulukko 1). Muut vaihtoehdot tuottivat suhteessa LN-annokseen lähes yhtä suuren sadon kuin minkin virtsa. Suurimana syynä suureen satovaihteluun oli epätasainen taimettuminen. Myös mineraalilannoite levitettiin pintaan ennen multausta jyrsimellä samalla tavalla kuin minkinlanta ja sen johdannaiset, joten mineraalilannoitekäsittelyt eivät saaneet etua sijoituksesta. Salon (1998) mukaan porkkana ei kuitenkaan hyödy N-lannoitteen sijoittamisesta hajalevitykseen verrattuna. Salon ym. (2001) kokeessa porkkana otti 2,1 - 2,3 kg N/t, josta satojätteen mukana palautui peltoon 21 – 25 %. Kokeessa porkkana otti 107 kg N/ha enemmän kuin lannoituksessa annettiin. Lannoittamattoman käsittelyn sadon N-sisältö oli näin lasketuna 97 - 115 kg/ha. Salon (1998) kokeessa lannoittamaton porkkanakasvusto oli ottanut 140 – 160 kg/ha N:ä ja kasvoi yhtä hyvin lannoitetuissa kuin lannoittamattomissakin käsittelyissä.

Taulukko 1. Porkkanasato suhteessa sen odotusarvoon käsittelyn saamaan 1:60 vesiutolla määritetyn liukoisen typen annokseen nähden

Koejäsen	Tuote	Ero odotusarvoon, %
1	Minkin virtsa	3,1
2	Minkin sontaliete	-11,3
3	Minkin sontalietteestä separoitu nesteosa	-15,7
4	Minkin sontalietteestä separoitu kuivaosa	2,1
5	Kompostoitu minkin sontalietteen kuivaosa	-1,1
6	Separoidusta kuivaosasta valmistettu pelletti	2,1
7	Separoidusta ja kompostoidusta kuivaosasta valmistettu pelletti	-0,4
8	Ketun lietelanta	-3,8

Perustamisvaiheessa maan LKN- pitoisuus oli pieni 10,9 mg/l (1,5 mg/l  $\text{NH}_4^+$ -N, 6,0 mg/l  $\text{NO}_3^-$ -N, 3,4 mg/l liukoiset orgaaniset typpiyhdisteet (LON)) ja pääosa  $\text{NO}_3^-$ -muodossa. Lisätty N näkyi varsin suoraviivaisesti 11,6 kaksi viikkoa perustamisen jälkeen otettujen maanäytteiden  $\text{NH}_4^+$ - ja  $\text{NO}_3^-$ -typen yhteenlasketussa määrässä. Lannoittamattoman käsittelyn  $\text{NH}_4^+$ - ja  $\text{NO}_3^-$ -typen pitoisuus oli 6,3 mg/l ja 150 kg/ha N:ä saaneen 36,4 mg/l. Nämä vastaavat 20 cm:n muokkauskerroksen N-määrää noin 12,6

kg/ha ja 72,8 kg/ha. Pääosa siitä oli nitraattina jo tässä vaiheessa, vaikka lannoitteen tyypestä suurempi osa oli  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ :ä.

Lannoittamattomassa käsittelyssä OLN-pitoisuus oli 3. mittauskerralla 3,2 mg/l eli lähes sama kuin perustamisen yhteydessä. Suuremmilla N-tasoilla pitoisuus oli 2,0 – 2,5 mg/l pitoisuuden kasvassa N-lannoitustason mukaisesti. Sen pitoisuus käsittelyissä, joissa käytettiin turkiseläinten lantaa tai siitä johdettuja lannoitevalmisteista oli 1,8 – 2,7 mg/l. Sen pitoisuus oli lähes vakio kaikissa käsittelyissä ja sillä oli oleellista merkitystä, jos maan LN-pitoisuus oli käsittelyssä pieni. Lannoitteen tai lannoitevalmisteen lisääminen näkyi lähinnä  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ :n pitoisuuden muutoksina. Niinpä  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ :n pitoisuus seurasi LKN-pitoisuutta ja päinvastoin. 3. maanäytteenottokerran aikaan maan LKN- pitoisuus oli lähes vakio lannoitustasolle 60 kg N/ha saakka ja lähti sen jälkeen nousuun. Voidaan olettaa, että tässä vaiheessa lannoitteiden, lannan ja lannoitevalmisteiden N:ä oli käytetty noin 60 kg/ha vastaava määrä. Käsittelyissä, joissa oli käytetty kompostoitua kuivaosaa tai jompaakumpaa pelleteistä, maan LKN- pitoisuus oli hieman suurempi kuin 60 kg N/ha saaneen käsittelyn, noin 10 mg/l, joka vastaa N-määrää noin 20 kg/ha. Maan LKN-pitoisuuden eroilla käsittelyiden välillä ei tässä vaiheessa näytä olevan selvää yhteyttä porkkanasadon määrään.

4. näytteenottokerralla maan LKN-pitoisuus oli N-tasoissa käytännössä samassa 10,6 mg/l tassa. Mitatuissa arvoissa on havaittavissa lannoittamattoman ja 30 kg N/ha saaneen käsittelyn välillä ja suuremmilla tasoilla lievä nousu pitoisuuksissa. LON-yhdisteiden pitoisuus oli 2,7 mg/l ja  $\text{NH}_4^+$ -tyypin 2,2 mg/l hyvin tasaisesti kaikissa N-tasoissa. 5. näytteenottokertaan mennessä LKN-pitoisuus oli laskenut tasoon 8,6 mg/l. 6. kerralla KN-pitoisuus oli lähes sama 7,6 mg/l. Seuraava suurempi pudotus oli vasta 7. näytteenottokerralla. LKN-pitoisuus oli silloin 4,7 mg/l. 4. näytteenottokerran jälkeen LKN-määrässä ei ole havaittavissa mitään eroa N-tasojen välillä. Oleellinen muutos LN- komponenteissa on se, että 7. näytteenottokerralla  $\text{NO}_3^-$ -tyypin pitoisuus laskee hyvin pieneksi tasolle keskimäärin 0,5 mg/l. Mahdolliset satotasoerot lienevät syntyneet ennen tätä. Turkiseläinten lannoilla tai niiden johdannaisilla lannoitetuissa käsittelyissä LKN- pitoisuus ei eronnut mineraalilannoitteella lannoitetujen käsittelyiden vastaavasta. Maan lannoituksesta peräisin olleet N-pitoisuudet ovat vaikuttaneet saatoon jo ennen 4. maanäytteenottokertaa.

## Johtopäätökset

Avomaantuotannossa potentiaalisin käyttökohde turkiseläinten lannalle ja siitä jalostetuille orgaanisille lannoitevalmisteille on luomutuotanto. Niiden N:n vaikutuksen hitauden takia sopivia kasveja ovat porkkana ja muut sellaiset kasvit, joiden ravinteiden otto painottuu kasvukauden lopulle. Ne turkiseläinten lannasta johdetut tuotteet, jotka voidaan käyttää raakalantana, kannattaa yleensä käyttää paikallisesti sellaisena, koska silloin vältetään tuotteistamisesta aiheutuvat kustannukset. Ongelmana tässä on kuitenkin turkiseläintuotannon voimakas keskittyminen Pohjanmaalle.

Ainakin pelletit ovat niin pitkälle jalostettu tuote, että ne tulkitaan lannoitevalmisteeksi. Lannoitevalmistestatukselta on se etu viljelijälle, että se johtaa ravinteiden aliarvostukseen nykyisessä ympäristötukijärjestelmässä, mikä puolestaan mahdollistaa todellisten suurempien ravinnemäärien käytön kuin raakalantana. Koska lannoitevalmisteiden ravinnepitoisuudet ovat paremmin tiedossa, niillä saavutetaan myös paremmin tavoitteen mukainen lannoitus. Kun turkiseläinten lanta kerätään hallikasvatuksessa lietelantana niin, että sen N ei pääosin haihdu  $\text{NH}_3$ :na ilmaan, se sisältää varsin kohtuullisen määrän P:a suhteessa N:een. Kun käytetyn KN-määrä on NA:n sallima suurin määrä 170 kg/ha, turkiseläinten lannasta tuleva P-määrä jää lannan useimmissa muodoissa alle suosituksen. Turkiseläinten lannan lisäksi ei porkkanan kaltaisilla hitaasti ravinteita ottavalla kasvilla tarvita täydennystyypilannoitusta, mutta ainoana ravinteiden lähteenä suurimman ongelman muodostaa sen pieni K-pitoisuus suhteessa N:n ja P:n pitoisuuteen. Tällä on merkitystä erityisesti luomutuotannossa. Muutoin se voidaan antaa mineraalilannoitteena. Tämän tutkimuksen mukaan turkiseläinten lanta ja sen johdannaiset sopivat porkkanan lannoitukseen karkealla hiedalla siinä kuin mineraalilannoitteet eikä tässä kokeessa sen ravinnesuhteiden poikkeaman suosituksista havaittu aiheuttavan ongelmaa.

Turkiseläinten lantojen tyypilliset levitysmäärät ovat varsin pienet levitettäväksi tasaisesti tavanomaisilla lannanlevityslaitteilla. Pellettejä voitaisiin potentiaalisesti levittää esimerkiksi keskipoikoislevittimillä, mutta niillä tehtävään levitykseen levitysmäärät ovat suuria. Kotitalouskäytössä ja muuten pienillä aloilla levitys voitaisiin tehdä käsin vastaavalla tavalla kuin näissä kenttäkokeissa. Ammattimainen käyttö edellyttäisi tarkoitukseen sopivan koneen kehittämistä. Turkiseläinten lantaa voitaisiin käyttää myös muiden lantojen väkeväimiseen, jolloin seos olisi levitettävissä tavanomaisilla

lannanlevittimillä. Nestemäiset jakeet voidaan sekoittaa esimerkiksi muiden eläinten lietalantaan. Seosten ravinnesuhteet voisivat myös olla sopivammat kasvinravitsemuksen kannalta.

## **Kirjallisuus**

**Kangas, A. 2006.** Turkislannan lannoitekäyttö. Julkaisussa: Turkislanta peltolannoitteena. MTT:n selvityksiä 117: 19 – 33. Toim. Arjo Kangas.

**Kapunen, P., Salo, T. & Paavola, T. 2012.** Orgaaniset lannoitevalmisteet ohran typen lähteenä. Julkaisussa: Maataloustieteen Päivät 2012 [verkkojulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja no 28. Toim. Nina Schulman ja Heini Kauppinen. Viitattu 9.12.2013. Julkaistu 15.1.2012. Saatavilla Internetissä: [www.smts](http://www.smts) (Orgaaniset lannoitevalmisteet ohran typen lähteenä). ISBN 978-951-9041-56-8.

**Kemppainen, E. 1989.** Nutrient content and fertilizer value of livestock manure with special reference to cow manure. *Annales Agriculturae Fenniae* 28, 3: *Annales Agriculturae Fenniae. Seria Agrogeologia et –chimica*, University of Helsinki, Helsinki, Diss., 163 – 284.

**MMM 2002.** Eläinjättestratégia vuoteen 2007. Työryhmämuistio 2002:17. 46 s.

**MMM 2007.** Maa- ja metsätalousministeriön asetus maatalouden ympäristötuen perus- ja lisätoimenpiteistä ja maatalouden ympäristötuen erityistuista 503. Annettu Helsingissä 26. huhtikuuta 2007.

**MMM 2008.** Maa- ja metsätalousministeriön asetus maatalouden ympäristötuen perus- ja lisätoimenpiteistä ja maatalouden erityisympäristötuista annetun maa- ja metsätalousministeriön asetuksen muuttamisesta 157. Annettu Helsingissä 14. maaliskuuta 2008.

**MMM 2011.** Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24: 1 – 6 + 4 liitettä. Annettu Helsingissä 1. syyskuuta 2011.

**Newell, C. W., Rouvinen-Watt, K. I., Anderson, D. M. & Johnson, M. A. 2000.** Nutrient excretion and manure management in the mink industry. *Scientifur* 24: 89 – 91.

**ProFur 2013.** Tilastot. Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liitto Ry. 34 s. Viitattu 8.12.2013. Saatavilla Internetissä: <http://www.profur.fi/Tilastoja>.

**Rekilä, R., Vertanen, P & Rekilä, T. 2010.** Turkiseläintilan ympäristökäsikirja. Päivitetty versio vuodelta 2010. Viitattu 8.12.2013. Saatavilla Internetissä: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/julkaisut/turkistilanymparistokasikirja>.

**Salo, T. 2008.** Typen hyväksikäyttö avomaan vihannesviljelyssä. Julkaisussa: Laatuvihannesten hyvät viljelymenetelmät. Tutkimuksen loppuraportti. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 43: 11 – 17. Toim. Terhi Suojala ja Raili Pessala.

**Salo, T., Suojala, T., Kallela, M. & Pulkkinen, J. 2001.** Vihannesten ravinteiden otto. Julkaisussa: Kasvukauden oloihin sopeutuva puutarhaviljely. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 91: 54 – 61. Toim. Risto Tahvonen, Terhi Suojala ja Leija Sironen.

**Tietohaarukka 2013.** Tilastotietoa elintarvikealasta 2013. Ruokatieto Yhdistys ry. 56 s. Viitattu 8.12.2013. Saatavilla Internetissä: <http://www.ruokatieto.fi/ruokafakta/tietohaarukka-kattaa-suomalaisen-ruokaketjun-pelloilta-poytaan>.

**Turkistalous 2008.** Minkit muuttivat kanalaan. *Turkistalous* 8: 10 – 11.

**VN 2000.** Valtioneuvoston asetus maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta 931. Annettu Helsingissä 9. marraskuuta 2000.

**VP 2012.** Lantatilasto vuosilta 2005 - 2009. Viljavuuspalvelu Oy. Viitattu 8.12.2013. Saatavilla Internetissä:

<http://www.viljavuuspalvelu.fi/sites/default/files/sites/default/files/tilastot/Lantatilasto%202005%20-%202009.pdf>

**Ylivainio, K., Uusitalo, R. & Turtola, E. 2008.** Meat bone meal and fox manure as P sources for ryegrass (*Lolium multiflorum*) grown on a limed soil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 81: 267 – 278.