



Ajankohtaista mädätteiden käytöstä

Fossiilisesta uusiutuvaan –tutkimusohjelma-
koordinaattori, vanhempi tutkija Teija Paavola

MTT

Orgaanisen jätteen hyödyntämisen vaihtoehdot
materiana ja energiana, Biolaitosyhdistyksen
seminaari, 16.11.2010, Tietotalo, Jokioinen



Sisältö

- MTT lyhyesti
- Biokaasuteknologian perusteet ja ympäristövaikutukset
- Lopputuotteiden ominaisuudet ja laatu
- Käyttö kasvinravinteena
- Tulevaisuus



MTT lyhyesti



MTT: 800 henkilöä, 49 milj. euroa, 14 toimipaikkaa
Tutkimus kattaa laajasti koko elintarvikeketjun pellostä pöytään ja pöydästä peltoon

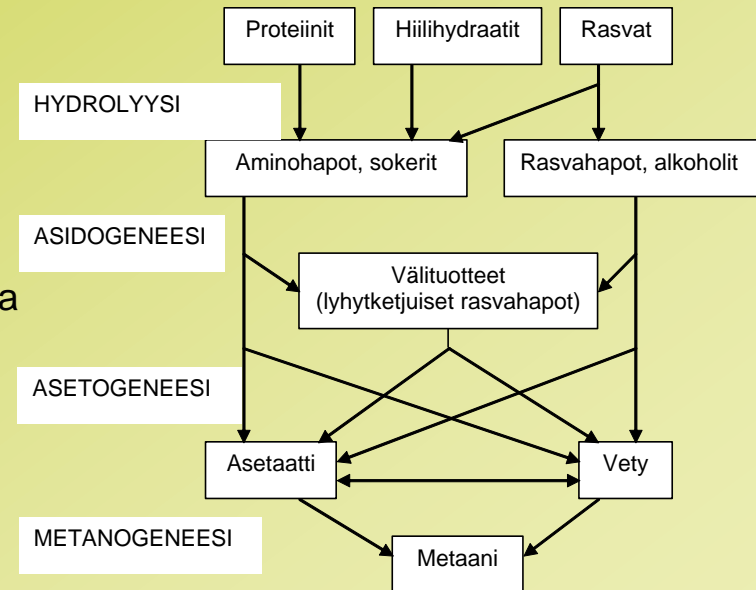
Tutkimus painottuu ongelmalähtöisiin ohjelmakokonaisuuksiin:

- Hyvinvointia ruuasta
- Muuttuva ilmasto ja maatalous
- **Fossiilisesta uusiutuvaan**
- Vesistöystävällinen maatalous
- Huomisen maatila
- Mahdollisuuksien maaseutu
- Vastuullinen elintarviketalous
- Geenivarojen kestävä käyttö

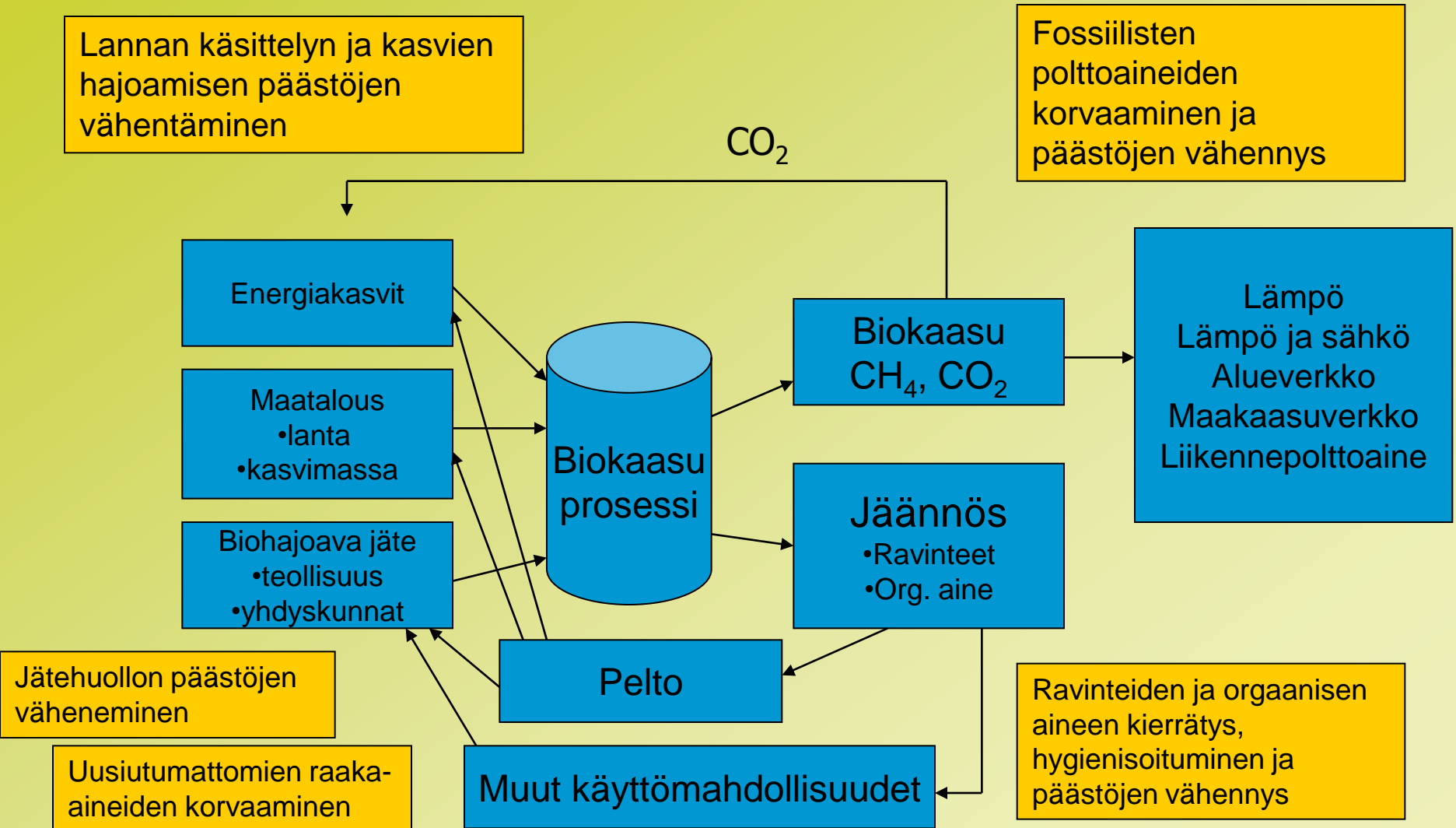


Biokaasuteknologia

- Eloperäisen/biohajoavan/orgaanisen materiaalin mikrobiologinen hajotus
- Perustana hapeton eli anaerobinen mikrobiologinen toiminta
 - Monivaiheinen prosessi, jonka eri vaiheista vastuussa eri mikrobiryhmät
 - Hydrolyysi
 - Happokäyminen, asidogeneesi
 - Etikkahaponmuodostus, asetogeneesi
 - Metaanintuotto, metanogeneesi
 - Hajotuksen hitain vaihe määrittää koko prosessin etenemisnopeuden
- Lopputuotteina runsaasti metaania sisältävä biokaasu (50-70 % CH₄) ja ravinnerikas käsittelyjäännös



Biokaasuprosessi ja sen ympäristövaikutukset



Lainsäädäntö

- Sivutuoteasetus
 - Eläinperäisten raaka-aineiden hygienisointi/sterilointi
 - Mikrobiologiset raja-arvot lopputuotteille
- Lannoitevalmistelaki ja –asetus
 - Tyyppinimikohtaiset vaatimukset
 - Raaka-aineet, prosessointimenetelmät, ravinteet ym.
 - Haitallisten metallien raja-arvot lopputuotteille
 - Mikrobiologiset raja-arvot lopputuotteille
- VNp 282/1994 puhdistamolietteen käytöstä maataloudessa
 - Raskasmetalliraja-arvot lopputuotteille ja peltomaalle
- Nitraattidirektiivi ja maatalouden ympäristötukiehdot

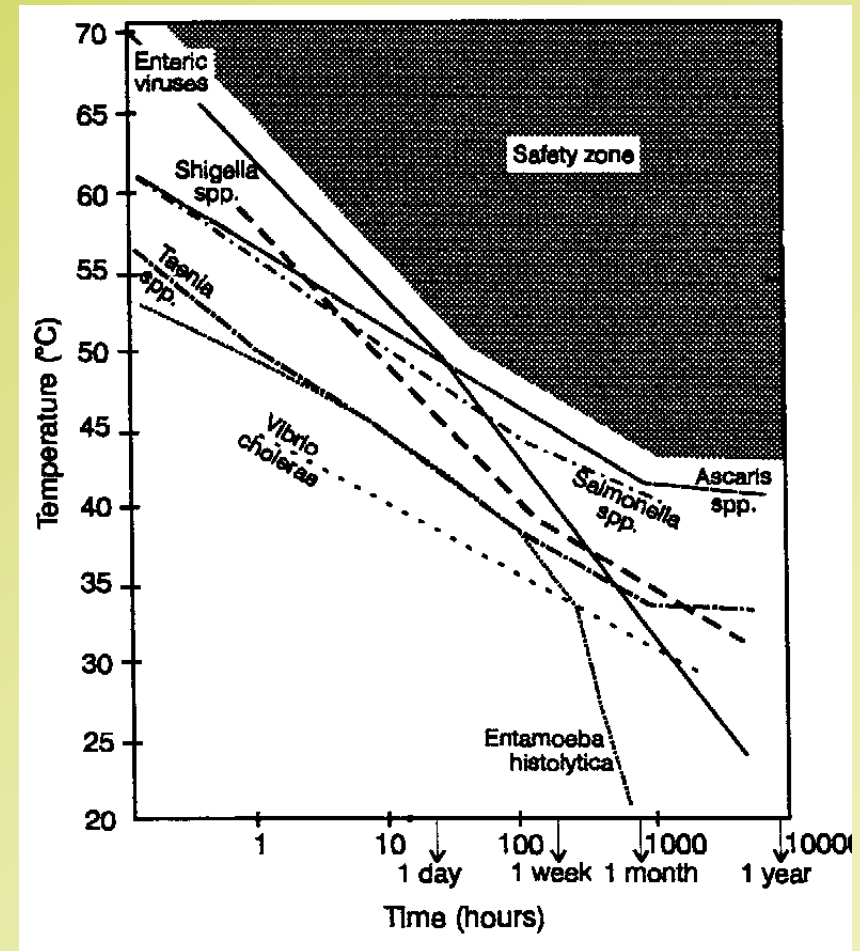
Mikrobiologiset raja-arvot

Mikrobien määrät raaka-aineissa

- Biokaasulaitosten lopputuotteet
 - Sivutuoteasetus
 - *E. coli* tai enterokokit <1000 pmy/g neljässä näytteessä ja <5000 pmy/g yhdessä näytteessä
 - Ei salmonellaa
 - Lannoitevalmistelainsäädäntö
 - *E. coli* <1000 pmy/g
 - Ei salmonellaa
- Elintarvikkeiden raja-arvoja
 - Raakalihavalmisteet: *E. coli* 500 - 5000 pmy/g
 - Raakamaidosta valmistetut juustot: *E. coli* 10000 - 100000 pmy/g
- Lanta
 - Enterobakteerit, *E. coli*, enterokokit → lannassa luokkaa 10^4 - 10^7 pmy/g
- Orgaaninen jäte voi sisältää patogeenisiä bakteereita, loisia ja viruksia
 - Vihannes-, hedelmä- ja puutarhajäte: enterobakteereita 10^6 pmy/g
- Yhdyskuntajätevedenpuhdistamon raakaliete
 - *E. coli* 10^4 - 10^6 pmy/g, enterokokit 10^3 - 10^7 pmy/g
 - *Salmonella* spp. yleinen

Mikrobit anaerobiprosessissa

- Perinteinen varastointi:
 - Vähemmän 1 log₁₀ (90 %)
 - Salmonella säilyy ainakin vuoden (5 °C)
- Mesofiilinen käsittely (~35 °C):
 - Keskimääräinen vähennys 2 log₁₀ (99 %)
 - Salmonella säilyy useita viikkoja
- Termofiilinen käsittely (~55 °C):
 - *Salmonella* spp. tuhoutuu täysin (todennäköisesti <6 tunnissa)
 - Indikaattoribakteeripitoisuudet <50 pmy/g
- Hygienisointi (70 °C):
 - Tuhoutuminen alle 10 minuutissa



Käsittelyjäännöksen laatu (1)

- Ravinnetasapaino paranee
 - Liukoisen typen osuus kasvaa → ammoniumtyppi suoraan kasvien käytettävissä
 - Liukoistumisen määrä riippuu mm. raaka-aineista ja käsittelyprosessista
 - Hiili/typpi-suhde laskee
 - Muut lannoitevaikutukseltaan tärkeät aineet talteen
 - eivät muutu käsittelyn aikana
 - Kalium, fosfori, kalsium, magnesium, mikroravinteet
- Kuiva-ainepitoisuus pienenee → lopputuote tasalaatuisempaa ja juoksevampaa
 - Materiaalit imeytyvät maahan nopeammin → hajut katoavat nopeasti levityksen jälkeen
- Käsittely hygienisoi materiaaleja, hajottaa rikkaruohonsiemeniä ja tuholaisia
- Maaperän humuspitoisuus nousee
- Vähentää lannan fytotoksisten yhdisteiden määrää
- Ammoniakin haihtumispotentiaali suurempi käsittelemättömiin verrattuna
 - Eritystä huomiota varastointiin ja levittämiseen
 - sijoittaminen

Käsittelyjäännöksen laatu (2)

- Tiedossa: biokaasuprosessi hajottaa joitakin orgaanisia haitta-aineita, kuten fenoleita
- Orgaanisten haitta-aineiden esiintymiseen liittyvää tutkimusta käynnissä
 - Tutkitut yhdisteet: mm. PAH, PCB, LAS, DEHP, NP ja NPE, AOX, PCDD/F, lääkeaineet ja hormonit
- Alustavia tuloksia BIOVIRTA-projektista
 - Ei hälyttäviä pitoisuuksia
 - Raaka-ainepohja näkyy tuloksissa
- Haitta-ainetutkimus jatkuu BIOSAFE-projektissa (Turvallisia lannoitevalmisteita biokaasulaitoksista)
 - Esiintyminen ja pitoisuudet
 - Hajoaminen biokaasuprosessissa
 - Riskinarviointi
- Haitalliset aineet –työryhmä, käynnistymässä
 - Kansallinen ja EU-lainsäädäntö

Orgaaniset haitta-aineet (1)

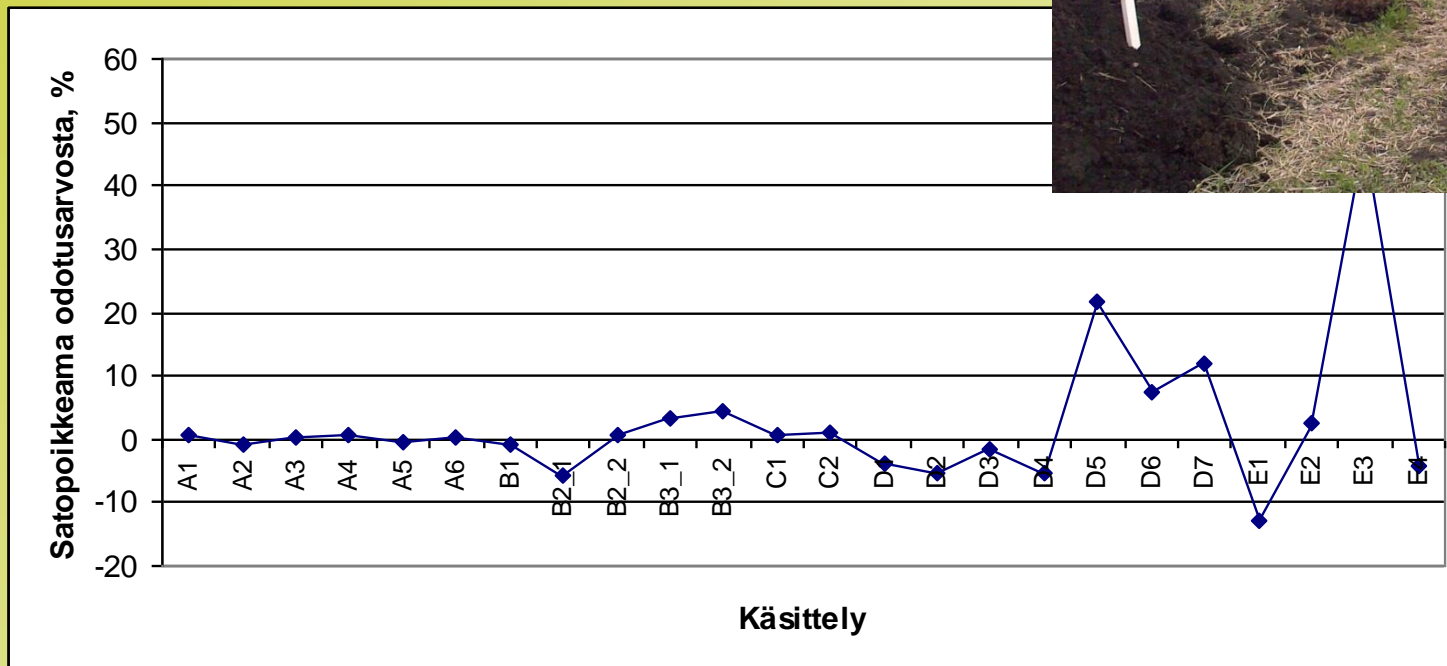
Lyhenne	Yhdiste/Yhdiste-ryhmä	Biohajoavuus ja haitallisuus	Esimerkkejä päästölähteistä
LAS	Lineaariset alkyylibentseeni sulfonaatit	Biohajoavia, voivat lisätä muiden aineiden liukoisuutta	Synteettiset puhdistusaineet ja pesuaineet
DEHP	Di(2-etyyliheksyyli)-ftalaatti	Karsinogeeninen, hormonihäiritsijä, biohajoaa	Pakkausmateriaali, väriaineiden valmistus, lääketeollisuus
NPE	Nonyylifenoli (NP) ja nonyylifenoli-etoksylaatit (NPE)	NPE ei myrkyllinen, hajoamistuotteet haitallisempia ja vaikeammin hajoavia	Pesuaineet, kosmetiikka, voiteluaineet, torjunta-aineet
PAH	Polyaromaattiset hiilivedyt. Usean eri yhdisteen summaparametri.	Karsinogeenisiä, mutageenisia. Biohajoavuus vaihtelee yhdisteen mukaan.	Energiantuotanto, epätäydellinen palaminen

Orgaaniset haitta-aineet (2)

Lyhenne	Yhdiste/Yhdiste-ryhmä	Biohajoavuus ja haitallisuus	Esimerkkejä päästölähteistä
PCB	Polyklooratut bifenyylit. Kuvataan summa-arvona usean eri kloorausasteen bifenyyleistä.	Rikastuu ravintoketjussa, pysyviä, rasvaliuokoisena terveydelle haitallinen	Liimat, maalit, muovit, hyönteismyrkyt, voitelu-aineet
PCDD/F	Polyklooratut dibentsodioksiinit/ dibentsofuraanit Ilmoitetaan yleensä toksisuusekvivalenttina	Rasvaliuokoisina haitallisia terveydelle, pysyviä, rikastuvat ravintoketjussa	Pestisidit, jätteenpoltto
AOX	Adsorboituvat orgaaniset halogeeniyhdisteet (kloori, bromi ja jodiyhdisteet)	Osa helposti hajoavia, osa pysyviä. Pitoisuus ei korreloi haitallisuuden kanssa.	Orgaaniset liuottimet, muovien valmistus, torjunta-aineet, antibiootit, kylmälaitteet

Kenttäkokeet ohralla

- Typpilannoituksen tavoitetaso: 90 kg liuk.N/ha (lanta-analyysin mukainen liukoinen typpi)
- Tarvittaessa väkilannoitetydennys
- Useita erityyppisiä orgaanisia lannoitevalmisteita
- Väkilannoitevertailu

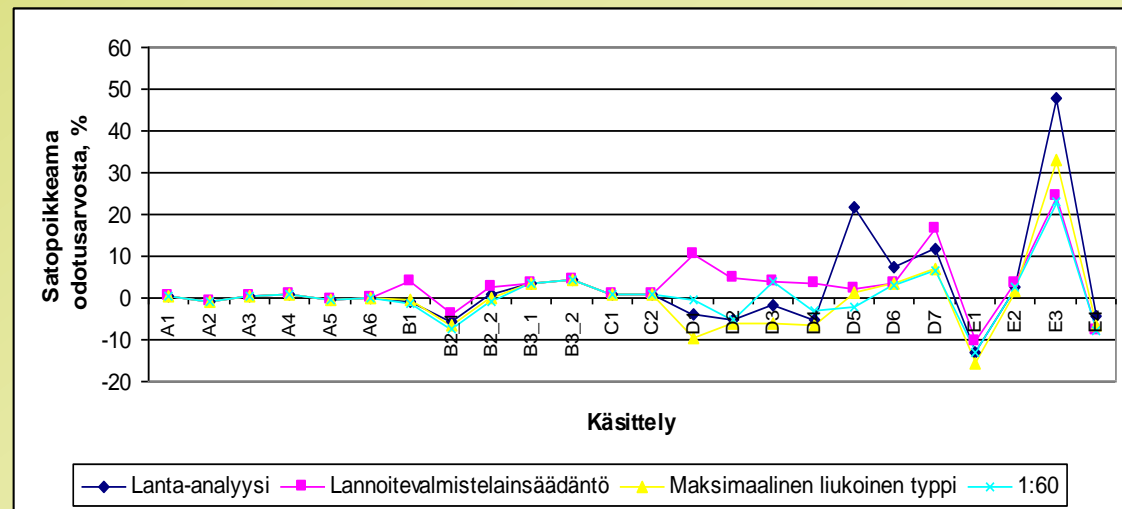
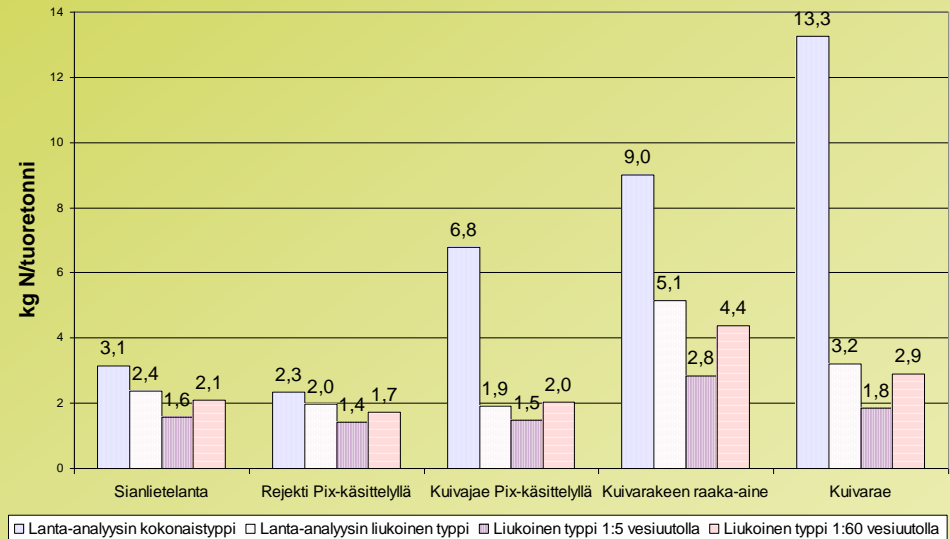


A: Väkilannoiteportaajat; B-C: nestemäisiä; D-E: ”kuivia”

Biokaasuprosessin lopputuotteet kasvinravinteena

- Testattu laboratoriossa ja kenttäkokeissa useita vuosia ja verrattu väkilannoitteisiin
- Analyysimenetelmien vertailu

- Tärkeää erityisesti typpilannoituksen optimoinnin kannalta
- Lanta-analyysi: kuvaa kasvukauden aikana käytettävissä olevaa liukoisen typen määrää, soveltuu hyvin lannalle
- Lannoitevalmisteasetuksen mukainen 1:5 vesiutuutto: kuvaa välittömästi käytettävissä olevaa typen määrää
- 1:60 vesiutuutto: kuvaa kasvukauden aikana käytettävissä olevaa liukoisen typen määrää esimerkiksi ohran kannalta, huomioi myös vesiliukoiset orgaaniset yhdisteet



Lopputuotteiden käyttö kasvinravinteena

- Biokaasuprosessin lopputuotteissa liukoinen typpi on pelkästään ammoniumtyyppiä (väkilannoitteissa ammoniumnitraattina)
 - Ammoniumtyypen liikkuvuus maassa heikompi, jolloin sijoituksesta saatava etu korostuu
- Nestemäiset tuotteet käyttäytyvät väkilannoitteiden tavoin sijoitettuna
 - Rejektivesi: sijoitus kylvön yhteydessä
 - Ammoniumsulfaatti: letkulevitys ennen kylvöä
 - Myös kasvustoon tähkimisen alussa (6,4 kgN/ha)
 - typpilisän mukainen satovaikutus
- Erotellussa kuivajakeessa liukoinen typpi/kokonaistyyppi -suhde nestemäistä lähtötuotetta alempi
 - Kokonaistyyppiraja 170 kg/ha rajoittaa useimmiten ensimmäisenä
- Raaka-aineiden vaikutus typen käyttäytymiseen
 - Saattaa aiheuttaa hieman takapainotteista vaikutusta, mitä enemmän muuta kuin lantaa (tuleentuminen voi viivästyä pari päivää)

MTT Maaningan maatilakohtainen biokaasulaitos: Käsittelyjäännöksen lannoitekäyttö



- Syöttö: lanta+kasvibiomassa
- Jäännöksen kuiva-ainepitoisuus noin 3%
 - Tasalaatuisempaa ja helpommin käsiteltävää kuin raakalanta
- Sisältää kaikki syöttömateriaalien ravinteet
 - Kokonaistypestä arviolta 30% enemmän liukoisena ja suoraan kasvien käytettävissä kuin raakalannassa
- Peltokokeet nurmen ja ohran tuotannossa menossa
 - Vertailu raakalannan ja väkilannoitteiden käyttöön
 - Levitys sijoittamalla maahan
 - Alustavien tulosten mukaan ohran jyväsato optimaalista väkilannoitusta vastaava ja selkeästi parempi kuin raakalannalla (liukoinen typpi)

Jatkojalostusteknologioita ja lopputuotteita

- Käsittelyjäänös: käyttö sellaisenaan typpi- ja fosforilannoitteena sekä maanparannusaineena → Lähialueet
- Erottelu nestejakeeseen ja kiinteään jakeeseen
 - Nestejake typpipitoinen lannoite, esim. nurmet, viljakasvit → Lähialueet
 - Kiinteä jake fosforipitoinen lannoite/maanparannusaine, esim. nurmien perustaminen → Kuljetus pidemmälle taloudellisesti kannattavampaa
- Nestejakeen käsittely: ravinteiden talteenotto tai poisto
 - Ravinnetasapainon parantaminen
 - Väkevöinnillä lisää kuljetusetäisyyttä
 - Ravinteiden poisto vähentää levityspinta-alan tarvetta
 - Strippaus, haihdutus
 - Kemiallinen saostus (rauta, alumiini, magnesium, kalkki)
 - Suodatustekniikat
 - Biologiset ravinteiden poistomenetelmät
- Kuivajakeen käsittely → käyttötarkoituksen mukaan ja/tai lisää kuljetusetäisyyttä

Rekrytointi, pelletointi, kompostointi



BV HUMUS VEHMAA	
Tyypinimi:	Mädäntysjäänös
Käyttömäärä:	15,4 t/ha
Kokonaistyppiä:	139 kg/ha
Lisäosia typpiä:	90 kg/ha
Kokonaisfosforia:	110 kg/ha



Maanparannusrae
Lakeuden Etappi Oy



'AMMONIUMSULFAATTI' BV TURKU	
Kokonaistyppiä:	34,8 kg/t
Lisäosia typpiä:	34,8 kg/t
Pelkkää ammoniumtyppiä:	
Käyttömäärä:	2,6 t/ha
Typpiä:	90 kg/ha

Orgaanisten lannoitevalmisteiden peltokäyttö



- Lannoitevalmisteasetuksen mukaan tuotteen mukana tulee olla tuoteseloste (1, 2), jossa
 - Kokonaistyyppi
 - Liukoinen typpi (1:5 vesiuutto)
 - Kokonaisfosfori
 - Vesiliukoinen fosfori
 - Kokonaiskalium
 - Haitallisten metallien pitoisuudet jne.
- Nitraattidirektiivi → Keskimäärin 170 kg kokonaistyppeä/ha
- Ympäristötuen sitomusehdot
 - Laskennassa huomioidaan
 - Liukoinen typpi kokonaan sekä kevät- että syyslevityksessä
 - Vesiliukoinen fosfori analyysin mukaan tai
 - 40 % kokonaisfosforista (puhdistamolietepohjaiset lannoitevalmisteet)
 - Fosforintasaus
 - Levitysmäärät sitomusehtojen taulukkojen 1-4 perusteella
- Haitalliset metallit/raskasmetallit
 - Huomioitava erityisesti luokissa huono, huononlainen ja välttävä
- Käyttö typpi- ja fosforilannoitteena sekä maanparannusaineena viljakasveille, nurmille (21 pv:n varoaika) ja energiakasveille
- Puhdistamolietettä sisältäviä lannoitevalmisteita ei saa käyttää sellaisenaan syötävälle vihanneksille ym. (varoaika 5 vuotta)



Kiitos mielenkiinnosta!

teija.paavola@mtt.fi

040 357 7967

