



Kestävästi Kiertoon - seminaari

Lääkeainejäämät biokaasulaitosten lopputuotteissa

Marja Lehto, MTT



Orgaaniset haitta-aineet

- Termillä tarkoitetaan erityyppisiä orgaanisia aineita, joilla on jokin haitallinen vaikutus ympäristöön, eliöihin tai ihmiseen
- Maailmassa on tällä hetkellä käytössä noin 100 000 kemikaalia. Suomeen tuodaan tai täällä valmistetaan lähes 30 000 valmistetta, jotka sisältävät vaaralliseksi luokiteltua ainetta. Nämä valmisteet sisältävät yli 5 000 vaaralliseksi luokiteltua eri ainetta (www.ymparisto.fi)
- EU:ssa eniten valmistetuista 2 500 kemikaalista vain n. 3 %:n terveys- ja ympäristövaikutukset tunnetaan kunnolla
- Eri yhdisteillä erilaiset ominaisuudet → käyttäytyminen ympäristössä ja käsittelyprosesseissa (esim. biokaasulaitos) vaihtelee
- Haittoja mm. myrkyllisyys, pysyvyys, vaikutukset hormonitoimintaan ja lisääntymiseen

Tutkimuksen toteutus

- Työssä tutkittiin yhdeksän orgaanisen haitta-aineen tai haitta-aineryhmän sekä 25:n lääkeaineen esiintymistä biokaasulaitosten lopputuotteissa
- Näytteitä otettiin kahdeksalta biokaasulaitokselta (yhteensä kymmenen käsittelylinjaa)
 - Laitosten raaka-aineina oli eläinten lanta, erilliskerätty biojäte, elintarviketeollisuuden sivutuotteet, rasvakaivoliete ja puhdistamoliete erilaisina seoksina
- Kolme tuotejaetta
 - Mädätysjäännös (n. 5-10 % kuiva-ainetta)
 - Kuivajae (n. 30 % kuiva-ainetta)
 - Rejektivesi (<5 % kuiva-ainetta)
- Kahden vuoden aikana yhteensä kuusi näytteenottokertaa
 - 1-4 näytettä/laitos/kerta
- Tuloksia verrattiin
 - Mitatut pitoisuudet vs. kirjallisuus
 - Pitoisuudet biokaasulaitosten lopputuotteissa vs. lannassa
 - Laskennallinen hehtaarikuormitus maatalouskäytössä vs. ilmalaskeuman aiheuttama kuormitus
- Tulosten ja kirjallisuustietojen perusteella arvioitiin biokaasulaitosten lopputuotteiden maatalouskäytöstä mahdollisesti aiheutuvaa vaaraa elintarvikeketjuun
 - Sisältäen laajan kirjallisuuskatsauksen



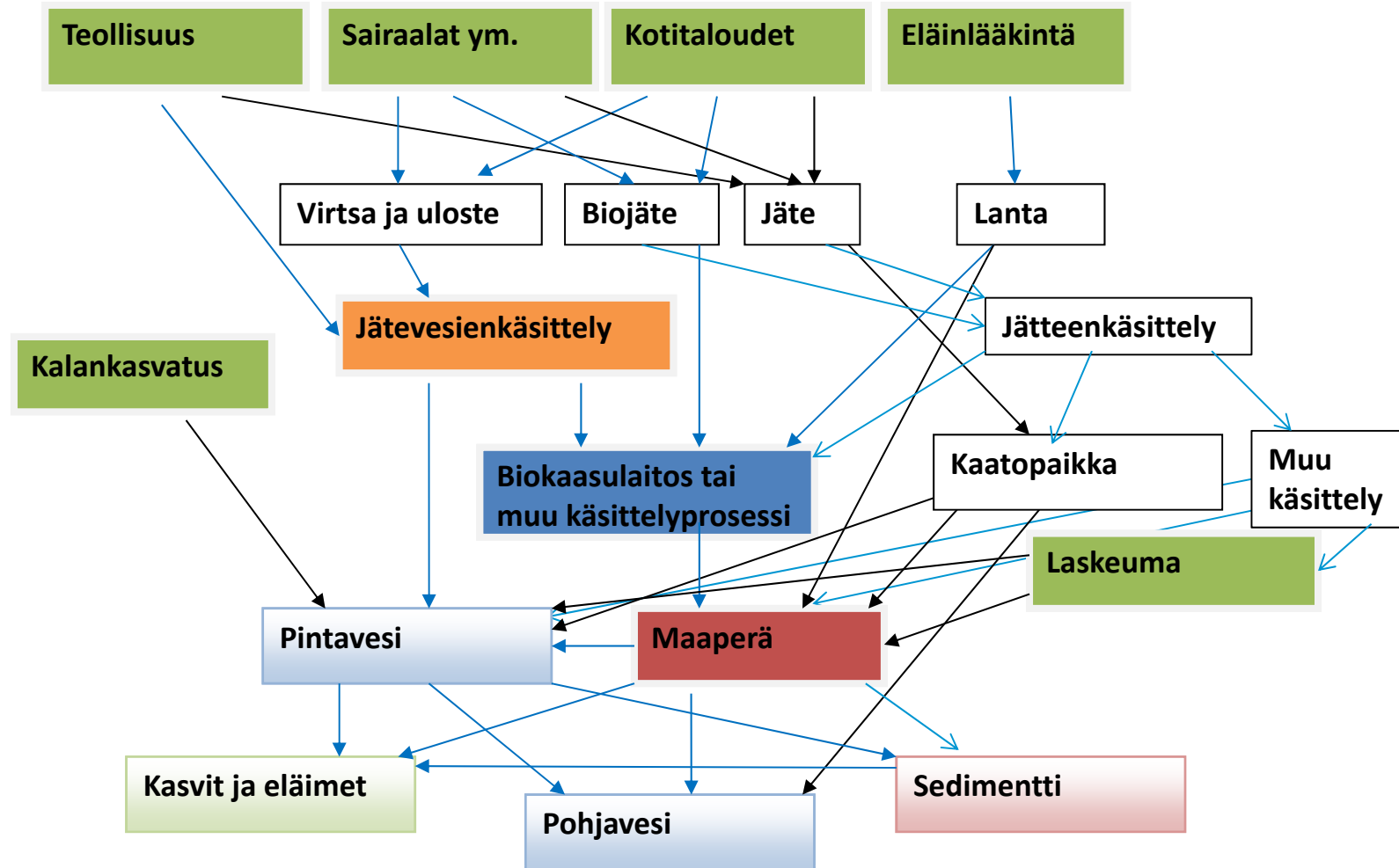
Orgaanisten haitta-aineiden päätyminen biokaasulaitoksille



- Jätevedenpuhdistamoilta lietteen mukana
 - Kemikaalien ja tuotteiden valmistus (teollisuuden jätevesipäästöt)
 - Tuotteiden käyttö ja pesut (esim. pesuainekemikaalit TAI tuotteista irtoaa vähitellen kemikaaleja, jotka voivat kertyä pölyyn ja päätyä pesujen mukana viemäriin)
 - Tuotteiden väärä hävitys (esim. vanhat lääkkeet vessanpönttöön)
 - Kaatopaikat (jos kaatopaikkavedet johdetaan puhdistamolle) ja jätteenpoltto (ilmakulkeutuminen)
 - Ilmakulkeutuminen → laskeumat → huuhtoutuminen sadeveden mukana hulevesiin
 - Ulosteiden ja virtsan mukana viemäriin (esim. lääkkeet)
 - Viemäriputkista liukenevat aineet
- Kotieläinten tuotanto (esim. lääkejäämiä)
- Kotitalouksista biojätteen mukana
- Teollisuudesta ja palveluista biojätteen mukana



Haaita-aineiden lähteet ja kulkeutuminen

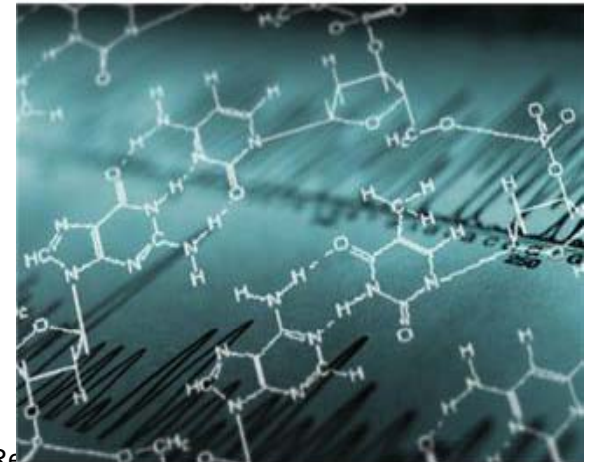


Haitta-aineiden käyttäytyminen

- Biokaasureaktorissa
 - Mikrobiologinen hajoaminen
 - Muuntuminen toiseksi aineiksi ja yhdisteiksi
 - Tarttuminen kiintoainepartikkeleihin
 - Kulkeutuminen veden mukana
- Vaikuttavia tekijöitä mm. viipymä, lämpötila (vuodenaika), syöte, syötteen esikäsittely...
- Jälkikäsittely
 - Kompostointi, pelletointi
- Ympäristössä
 - Haitta-aineet voivat adsorboitua sedimentteihin, hajota biologisesti tai UV-valon vaikutuksesta tai suotautua pintavesien mukana pohjavesiin

Analytiikka

- Orgaanisten haitta-aineiden analysointi lietteistä on haasteellista
- Erilaisilla analyysitekniikoilla saaduissa saantoprosenteissa on suuria eroja (monivaiheinen näytteenkäsittely)
- Laitteistot ja laitteistoasetukset vaihtelevat
- Matriisin heterogeenisuus ja analyysia häiritsevät yhdisteet vaikeuttavat tulosten tulkintaa
- Eri vuodenaikoina aineiden hajoamisnopeudet ovat erilaisia
- Pysyvien kompleksien muodostuminen vaikeuttaa analysointia



Lääkeainejäämät biokaasulaitosten lopputuotteissa



- Suomessa syödään lääkkeitä n. 1 000 000 kg puhtaaksi lääkeaineeksi muutettuna
- Läkkeitä on satoja erilaisia ja ne käyttäytyvät ja vaikuttavat ympäristössä eri tavoin
- Jätevedenpuhdistuksessa lääkeaineet voivat joko hajota biologisesti tai tarttua lietteeseen
- Osa yhdisteistä päätyy vesistöihin
- Erilaisia lääkeainejäämiä löytyy pintavesistä ja maaperästä kaikkialta



Lääkeaineet biokaasulaitoksilla

- Lääkeaineet muodostavat hyvin heterogeenisen joukon erilaisia yhdisteitä, joiden käyttäytymistä lietteessä on vaikea ennustaa
- Tutkittiin 25 + 3 eri lääkeainetta

Lääkeaineet, joista mitattiin suurimmat pitoisuudet:

- Ibuprofeiini – Suomessa yleisimmin käytetty tulehduskipulääke
 - hajoaa kohtuullisen herkästi auringonvalon ja hapen vaikutuksesta
- Siprofloksasiini – antibiootti
 - adsorboituu lietteeseen ja sedimentteihin
 - ei kulkeudu pohjavesiin

Yleisimmät...

- **Karbamatsepiini – epilepsia- ja mielialalääke**
 - Hajoaa lietteessä erittäin hitaasti ja muodostaa kestäviä metaboliitteja
 - Hajoaa hitaasti valon vaikutuksesta
- **Diklofenaakki – tulehduskipulääke**
 - Hajoaa jonkin verran ilmaston ja valon vaikutuksesta
 - Primääriliete on huomattavasti liukenevampi kuin sekundääriliete
- **Metoprololi – beetasalpaaja, verenpainelääke**
 - Hajoaa luonnossa hitaasti
 - Kulkeutuu vesifaasissa
- **Sitalopraami – masennuslääke**
 - Kertyy sedimenttiin ja säilyy siinä pitkään
- **Eläinlääkinnässä käytettyjä lääkeaineita**
 - sulfadiatsiini, tylosiini - antibiootteja
 - flubendatsoli - loislääke



Pitoisuudet lietteessä, kuivajakeessa ja nestefraktiossa



- Ibuprofeini – löytyy sekä rejektivedestä että kuivajakeesta
- Diklofenaakki, karbamatsepiini, siprofloksasiini ja metoprololi – pääosin kuivajakeessa
- Sitalopraami - kuivajakeessa

- Eläinlääkkeet: sulfadiatsiinia löytyy sekä kuivajakeesta että rejektivedestä
- tylosiini ja flubendatsoli menevät kuivajakeeseen



Johtopäätöksiä

- Useimpien Biosafe -hankkeessa mitattujen lääkeaineiden pitoisuudet olivat samalla tai alhaisemmalla tasolla kuin muualla Euroopassa
 - altistuminen jatkuvaa, seosaltistuminen nostaa altistumisriskiä
- Ibuprofeenin pitoisuudet olivat paikoitellen korkeita ja sitä löytyi näytteistä riippumatta näytteenottoajankohdasta
- Ibuprofeenin runsas määrä johtuu siitä, että se on Suomessa yleisin kipulääke, esim. Keski-Euroopassa käytetään yleisimmir diklofenaakkia
 - lintu- ja kalakuolemat



Johtopäätöksiä

- Eri yhdisteiden reaktiot ja yhteisvaikutus
- Ei lääkkeitä eikä muita haitallisia aineita viemäriin eikä kaatopaikoille
- Lääkkeiden ympäristöystävällisyyteen tulisi kiinnittää huomiota
- Veden käsittelyn tehostaminen
 - aktiivihiilisuodatus, UV ja otsonointi
- Lietteiden käsittelyprosessin tehostaminen
 - ilmastus, kompostointi, ...
- Voimakkaasti saastuneiden liete-erien ohjaaminen muualle, esim. polttoon

Hankkeen tulokset tullaan
julkaisemaan MTT-raportit –sarjassa.

KIITOS