

Orgaaniset haitta-aineet biokaasulaitosten lopputuotteissa

Kimmo Suominen

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira
Riskinarvioinnin tutkimusyksikkö

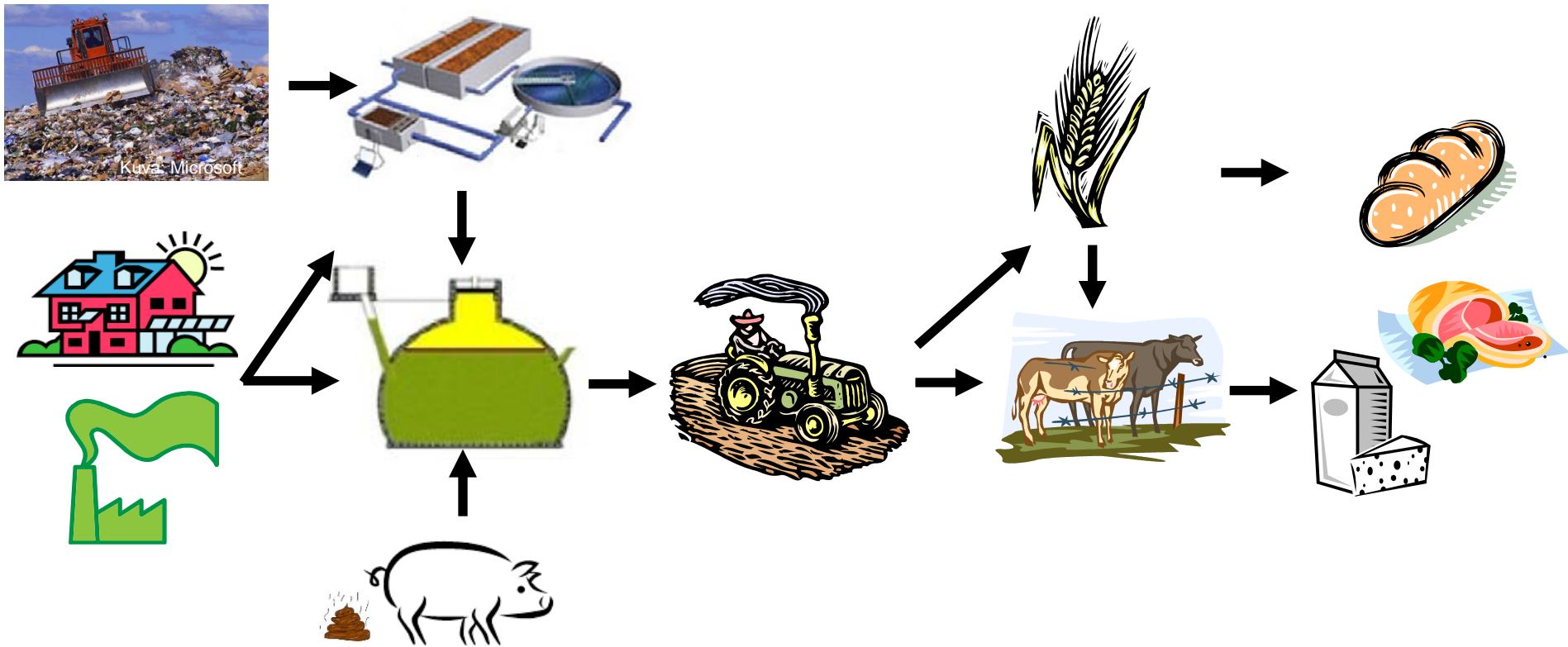
Maa- ja elintarviketalouden
tutkimuskeskus MTT



Taustaa

- Biokaasulaitoksella eloperäistä materiaalia käsitellään hapettomissa oloissa, missä syntyy biokaasua (CH_4 , CO_2)
- Lopputuotteita voidaan käyttää mm. maataloudessa
- Biokaasutus on menetelmä tuottaa energiaa ja kierrättää ravinteita
- Voivatko biokaasulaitosten lopputuotteet sisältää haitallisia orgaanisia aineita?

Haitta-aineiden vuo lähteiltään elintarvikkeisiin

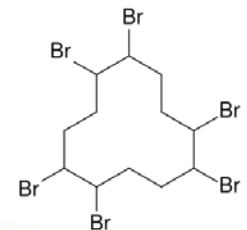
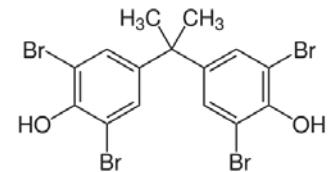
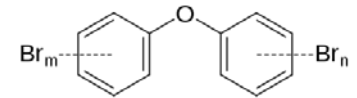


Pitoisuudet biolietteissä ja epäorgaanissa lannoitteissa

- Kymmenen biokaasulaitoslinjaa
 - syötteet:
 - jätevedenpuhdistamoliete
 - yhdyskuntabiojäte
 - teollisuuden sivutuotteet ja rasvat
 - eläinten lanta
- Kolme tuotejasetta:
 - mädätysjäännös (2,0–9,3 % kuiva-ainetta)
 - kuivajae (21,4–35,9 % kuiva-ainetta)
 - rejektivesi (0,4–3,7 % kuiva-ainetta)

Työhön sisältyneet aineryhmät (1)

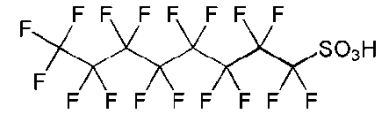
- **Bromatut palonsuoja-aineet**
 - Käytetään palamista hidastamaan
- **Polybromatut difenyylieetterit (PBDE)**
 - Käyttö esim. muoveissa, elektroniikkatuotteissa, sisustustekstiileissä, kulkuneuvoissa
 - Pysyviä, kertyviä
 - Osa aineista kansainvälisesti kielletty
- **Tetrabromobisfenoli A (TBBPA)**
 - Käyttö elektroniikkateollisuudessa, epoksihartseissa
- **Heksabromosyklododekaani (HBCDD)**
 - Käyttö esim. eristysmuoveissa (Styrox), sisustustekstiileissä, kulkuneuvoissa



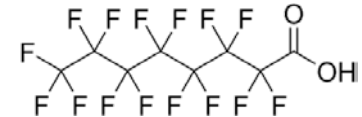
Työhön sisältyneet aineryhmät (2)

• Perfluoratut alkyylidisteet (PFAS)

- Käytetään mm. ulkoiluteksteissä vettä hylkivänä aineina, sisustusteksteissä, sammutusvaahdoissa
- Pysyviä, kertyviä
- Osan aineista käyttöä rajoitettu kansainvälisesti



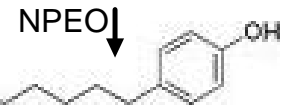
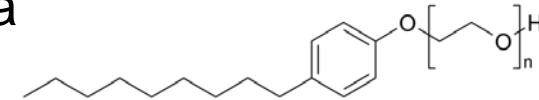
PFOS



PFOA

• Nonyylifenolit (NP) ja nonyylifenolietokсилаатit (NPEO)

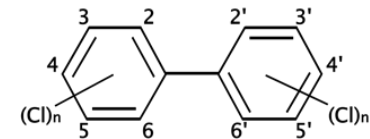
- Pinta-aktiivinen aine, käytetty mm. pesuaineissa
- NPEO hajoaa ympäristössä NP:ksi, joka on pysyvämpi
- Nykyään käyttöä rajoitettu kansainvälisesti



NP

• Polyklooratut bifenyylit (PCB)

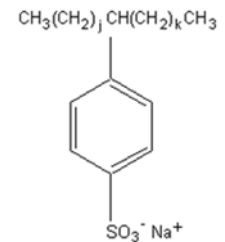
- 6
- On käytetty mm. elektroniikkateollisuudessa, hydraulinesteinä yms.
 - Pysyviä, kertyviä
 - Käyttö nykyään kansainvälisesti kielletty



Työhön sisältyneet aineryhmät (3)

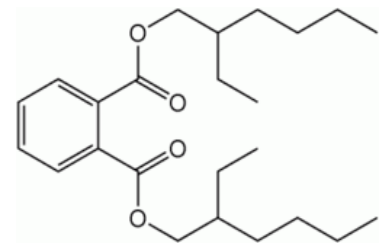
- **Lineaariset alkylibentseenisulfonaatit (LAS)**

- Käytetään pinta-aktiivisina aineina mm. pesuaineissa
- Hajoavat melko nopeasti mm. maaperässä.



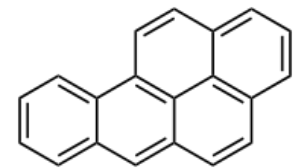
- **Di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti (DEHP)**

- Yksi lukuisista ftalaateista
- Käytetään muovin lisäaineena (pehmennin)



- **Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH)**

- Ryhmä aineita, jotka koostuvat useasta hiilirenkaasta
- PAH:eja esiintyy mm. öljytuotteissa ja niitä syntyy mm. palamisprosesseissa ja ruuanlaitossa (paistaminen, savustus)

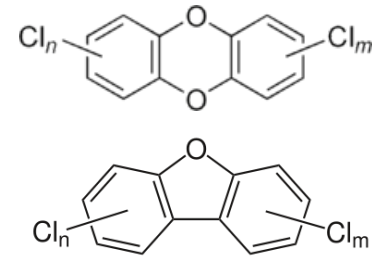


Bentso[a]pyreeni

Työhön sisältyneet aineryhmät (4)

- **PCDD/F ”dioksiinit”**

- Ei ole valmistettu mitään tarkoitusta varten
- Syntyy mm. palamisessa ja eräissä teollisuusprosesseissa
- Pysyviä, kertyviä



- **Aktiivihiiileen adsorboituva orgaaninen halogeeni (AOX)**

- Summaparametri, johon kuuluu orgaanisia yhdisteitä, joihin on liittynyt halogeeni (yleensä kloori)
- Esiintyy ja syntyy luonnossa, mutta syntyy myös mm. klooria sisältävien (desinfiointi)aineiden käytössä
- Kohonnut AOX-pitoisuus voi olla merkki ympäristön pilaantumisesta





Lopputuotteiden maatalouskäytöstä aiheutuva maaperäkuormitus

Haitta-aineiden maaperäkuormitus arvioitiin:

- Lopputuotteen käyttömäärä
 - mädätysjäännös 15 tonnia/ha
 - kuivajae 10 tonnia/ha
 - rejektivesi 30 tonni/ha
- Kyntösyvyys (25 cm)

Aineiden käyttäytyminen maaperässä

- Maaperässä voi tapahtua haitta-aineiden hajoamista
 - mikrobiologinen hajoaminen, valohajoaminen
 - osa hajoaa nopeammin (LAS)
 - osa hitaammin (dioksiinit, PCB, PBDE, PFAS)
- Hitaasti hajoavat aineet voivat kertyä maaperään
- Vesiliukoiset aineet (esim. PFAS) voivat kulkeutua pois maasta veden mukana
 - aineet saattavat päätyä pohjaveteen tai vesistöihin



Aineiden päätyminen elintarvikkeisiin

- Kertyminen kasveihin
 - haitta-aineiden otto juurilla
 - ainekohtaisia eroja, esim. PFAS voi kertyä
 - kasvilajikohtaisia eroja
 - maan roiskuminen lehdille
 - viherrehu, laidunnus, esim. salaatti
- Kotieläinten altistuminen haitta-aineille
 - altistuminen haitta-aineita sisältävälle rehulle
 - kotieläimet nielevät laiduntaessaan haitta-ainetta sisältävää maata (laiduntamisen varoajat)

Biolietteiden käytön osuus aineiden kertymiseen elintarvikkeisiin

- DEHP, LAS, NP+NPEO: hajoavat melko nopeasti maaperässä ja kertyminen kasveihin ja eläinperäisiin elintarvikkeisiin niukkaa
- PAH: osa PAH:eista voi kertyä maaperään. Kertyminen kasveihin ja eläinperäisiin elintarvikkeisiin niukkaa
- PCB: pysyvä, kertyvä, pitkäaikainenkaan lietteen käyttö ei aiheuta merkittävää riskiä elintarvikkeiden turvallisuudelle
- Dioksiinit eivät juuri kerry kasveihin. Kertyminen esim. laiduntaviin eläimiin mahdollista, mutta riski pieni
- PFAS: voivat kertyä maaperään biolietteiden toistuvan käytön seurauksena. PFAS voi kertyä kasveihin ja eläinperäisiin elintarvikkeisiin. Biolietteiden käytön merkitystä ei ole arvioitu.
- PBDE: voivat kertyä maaperään biolietteiden toistuvan käytön seurauksena. Voivat kertyä eläinperäisiin elintarvikkeisiin, mutta jossain määrin myös kasveihin. Biolietteiden käytön merkitystä ei ole arvioitu.



Johtopäätöksiä

- Orgaanisia haitta-aineita esiintyy biokaasulaitosten lopputuotteissa
- Pitoisuuksien vaihtelu suurta
- Lopputuotteissa tavattiin myös aineita, joiden käytöstä on luovuttu (penta-BDE, okta-BDE, NPEO, PFOS)
- Epäorgaaniset lannoitteet
 - Pitoisuudet alhaisempia kuin tässä työssä mitatuissa lopputuotteissa (per kuivapaino)

Johtopäätöksiä

- PFAS-yhdisteet voivat kertyä maaperästä kasveihin
- Arvioitaessa haitta-aineiden elintarvikkeille aiheuttamaa riskiä, on otettava huomioon muut haitta-aineiden lähteet ympäristössä ja elintarvikeketjussa
- Muut altistusreitit, esim. huonepöly (PBDE, PFAS)
- Tässä työssä ei selvitetty ihmiselle aiheutuvaa riskiä
- Tutkimusta tarvitaan lisää

Johtopäätöksiä

- Useimmilla tutkituilla yhdisteillä ei havaittu yhteyttä lopputuotteen haitta-aineiden pitoisuuden ja biokaasulaitoksen syötteen välillä
- Mädätysjäännöksen kertalevityksen aiheuttama haitta-aineen maaperäkuormitus verrattuna ilmalaskeumaan:
 - useimmilla aineilla samaa tasoa kuin ilmalaskeuma
 - PBDE:llä kertyminen suhteellisesti suurinta
- Rejektiveden käytön aiheuttama haitta-aineen maaperäkuormitus oli yleensä pienempi kuin mädätysjäännöksen tai kuivajakeen käytön aiheuttama kuormitus

Kiitos

- Biokaasulaitokset
- Makera, MMM
- Ystävät ja työtoverit:
 - Marja Lehto (MTT)
 - Sanna Marttinen (MTT)
 - Teija Paavola (MTT)
 - Taina Jalava (MTT)
 - Tapio Salo (MTT)
 - Liisa Maunuksela (Evira)
 - Odenna Sagizbaeva (Evira)
 - Jukka Ranta (Evira)
 - Merja Torniainen (Evira)
 - Ville Kasurinen (Syke)
 - Sami Huhtala (Syke)
 - Noora Perkola (Syke)



Kiitos mielenkiinnostanne