

Markku J. Huttunen, Suvi Kuittinen, Ari Pappinen
Itä-Suomen yliopisto, Joensuun kampus

Tämän hankkeen yhteydessä kokeiltiin järviruo'on biokaasutusta kolmessa erillisessä kokeilussa. Ensimmäisessä kokeilussa v. 2011 testattiin järviruo'on sekä järvisedimentti-juurakko-järviruoko-seoksen bioenergian tuotantopotentiaalia EMT-teknologiaa hyödyntäen. Kirjallinen selostus tästä kokeilusta on löydettävissä JÄREÄ-hankkeen loppuraportista. Kahdesta muusta kokeesta on kerrottu alempana tässä raportissa.

Järviruo'on soveltuvuus biokaasun tuotantoon

Järviruo'on (*Phragmites australis*) soveltuvuutta biokaasun tuotantoon tutkittiin tekemällä mädätyskokeita jatkuvatoimisilla laboratoriomittakaavan biokaasureaktoreilla. Mädätyskokeilla pyrittiin selvittämään kyseisen kasvilajin metaanintuottopotentialia. Kokeissa käytettiin biojätteitä sisältävään syötteeseen totutettua biokaasua tuottavaa reaktorilietettä, jota sitten ruokittiin eri syötejakeilla. Tällä järjestelyllä voidaan arvioida syötejakeista saatavan biokaasun tuotannon potentiaali myös suuremman laitosmittakaavan reaktoreissa.

Kokeisiin käytettävä järviruokomateriaali ilmakehään lämmitettiin +35–40 °C lämpötilassa 2–3 vrk ajan, minkä jälkeen se jauhettiin keskipakomyllyllä 1 mm mittaiseksi. Tämä mahdollisti materiaalin käytettävyyden reaktorisyötteessä (syöttöruiskun suun läpimitta on 12 mm ja näytteenottoletkun vastaavasti 6 mm).

Koelaitteisto

Jatkuvatoimisina reaktoreina mädätyskokeissa käytettiin neljää koneellisesti sekoitettavaa laboratorioreaktoria. Reaktorit ovat haponkestävästä teräksestä valmistettuja, autoklavoinnin kestäviä 10 litran säiliöitä, joihin on asennettu riittävä määrä putkiliitoksia monipuolisten syöttö- ja poistomahdollisuuksien sekä näytteenoton varalle. Reaktoreiden toimintalämpötila oli säädetty mesofiiliselle (+38 °C) alueelle portaattomasti. Reaktoreiden lämmitys tapahtuu yhtenäisellä termostaattiohjatulla vesihauteella, joten jokaisen reaktorin lämpötila pystytään pitämään erittäin tarkasti samana. Riippuen syöttötavasta reaktoreilla voidaan tehdä samanaikaisesti jopa neljää rinnakkaiskoetta tai neljää eri koetta (tai näiden eri yhdistelmiä). Kokeiden aikana reaktoreiden päivittäinen syöttö ja lietteen poisto voidaan säätää vastaamaan laitosmittakaavan reaktoreiden aikataulua.

Analyysit

Reaktorilietteestä otettiin näytteet kolmen päivän välein aina ennen syötejakeen määrän lisäystä. Mädätettävästä raaka-aineesta ja kaasutuksen jälkeisistä lietteistä määritettiin kuivaainepitoisuus ja pH sekä tarvittaessa alkaliniteetti ja haihtuvat rasvahapot (VFA, Kuopiossa). Osa näytteistä oli marraskuussa 2014 vielä analysoimatta. Tuotetusta kaasusta on mitattu tilavuus ja metaanipitoisuus päivittäin sekä tarvittaessa hiilidioksidi-, happi-, hähkä- ja rikkivetytitoisuudet. Mahdollista vetypitoisuuden määrittämistä varten (FTIR spektrometri) kaasupusseja on ollut mahdollista lähettää tutkittavaksi Ilomantsin Mekrijärvelle.

Aikataulu

Kokeet Itä-Suomen yliopiston metsätieteiden osaston biokaasulaboratoriossa suoritettiin toukokesäkuussa 2013 sekä helmi-huhtikuussa 2014.

Raportointi

Toisessa kokeilussa (V-VI 2013) esikäsiteltyä järviruokoa, pajua ja kuusta biokaasutettiin 17 päivän ajan. Ligniini ja selluloosa ovat biokaasutuksen kannalta haasteellisia yhdisteitä. Nykytietämyksen perusteella esim. ligniini ei juurikaan hajoa anaerobiprosessissa. Massojen esikäsitteilyllä pyritään lisäämään materiaalien soveltuvuutta biokaasutukseen. Kokeissa esikäsitteilyä käytettiin kuumavesikäsitteilyä (hot water extraction, 190 °C, 12,5 bar). Käytetty ympäristö oli peräisin Joensuun Kuhasalon jätevedenpuhdistamolta ja koereaktoreihin lisättiin päivittäin biokaasutettavaa syötemateriaalia 4 % annoksina kokonaislietetilavuudesta. Vastaavasti saman verran lietemassaa poistettiin reaktoreista päivittäin. Syötteenä käytettiin biojätteeseen lisättyä järviruokoliuosta. Tutkittavan materiaalin osuutta lisättiin 10 % annoksina kokonaissyötteestä 3 vrk välein. Kaasuntuotanto jäi kokeilussa heikoksi heikentyen koko kokeilun ajan ja koe keskeytettiin 17 päivän kuluttua. Kokeen lopussa metaanintuotto oli 40 % pienempi verrattuna lähtötasoon. Saatujen tulosten arveltiin johtuvan kokeiden liian kiireellisestä aikataulusta ja tutkittavan syötemateriaalin määrän liian nopeasta lisäyksestä. Aiemmin samalla laitteistolla tehdyssä kokeessa (47 vrk) pajun biokaasun tuotanto oli saatu pysymään vakaana ja jopa kasvaamaan käyttäen perussyötteenä hevosenlanta. Kaavioita vertailtaessa on kuitenkin hyvä huomioida, että esim. biojäte tuottaa metaania 3,5-kertaisesti hevosenlantaan verrattuna. Tämän perusteella kokeissa havaittu kaasuntuoton aleneminen johtuu pääosin runsaasti kaasua tuottavan biojäteosuuden pienemisestä kokeen edetessä.

Kolmannessa kokeilussa (II-IV 2014) testattiin esikäsiteltyä järviruokoa, kuusta ja mäntyä pidempikestoisessa biokaasutuksessa (39 vrk). Kokeissa järviruo'on esikäsitteilyä käytettiin kuumavesikäsitteilyä (hot water extraction, 170 °C, n. 10 bar). Käytetty ympäristö oli peräisin BioKymppi Oy:n yhteismädätyslaitokselta ja koereaktoreihin lisättiin päivittäin biokaasutettavaa syötemateriaalia 4 % annoksina kokonaislietetilavuudesta. Vastaavasti saman verran lietemassaa poistettiin reaktoreista päivittäin. Syötteinä käytettiin biojätteeseen lisättyä järviruokoliuosta ja järviruoko-urealiuosta (ureaa 4,6 %). Tutkittavan materiaalin osuutta lisättiin 5 % annoksina kokonaissyötteestä 3 vrk välein. Kokeiden tulosten perusteella syötteenä käytetyn biojäte-järviruokofraktion kaasuntuotto (CH₄) väheni kokeen aikana tasaisesti kontrolliin (biojäte) verrattuna. Kokeen lopussa metaanintuotto oli edellisen kokeen tapaan 40 % pienempi verrattuna lähtötasoon. Urealisäys kuitenkin lisäsi järviruo'on kaasuntuottoa keskimäärin 12 %. Verrattuna muihin kokeissa käytettyihin puumateriaaleihin (kuusi ja mänty), järviruo'on kaasuntuotto pysyi niihin nähden samanlaisena 50 % osuuteen syötteestä asti, mutta tuotti loppuvaiheessa keskimäärin 20 % enemmän metaania kun kokonaissyötteestä 50–70 % oli tutkittavaa materiaalia (järviruoko, kuusi, mänty).

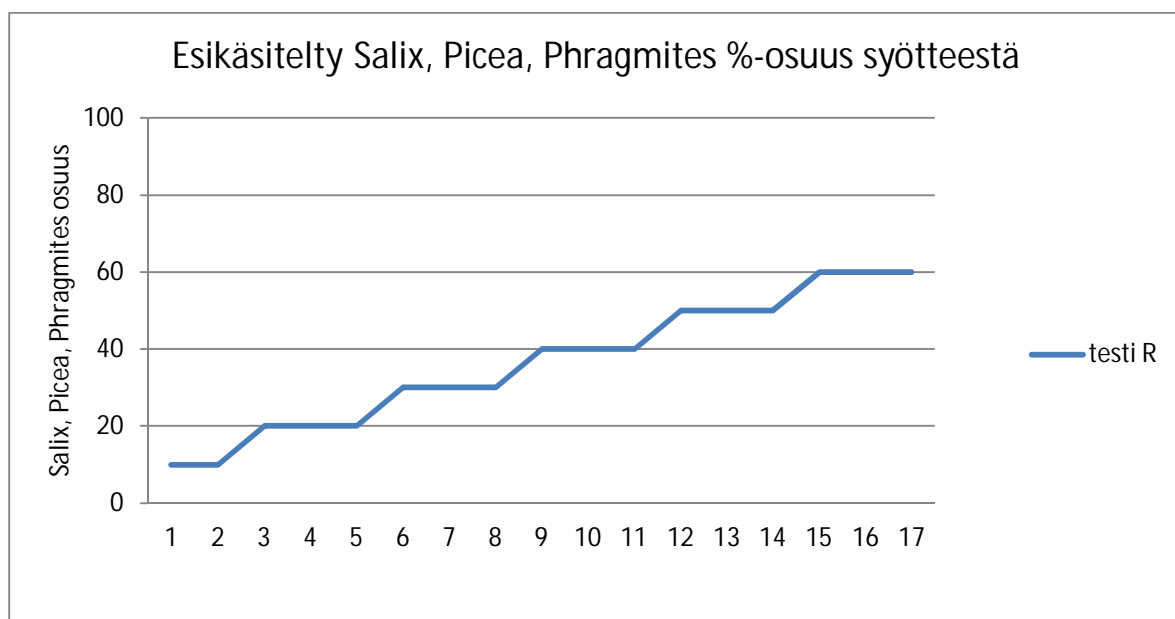
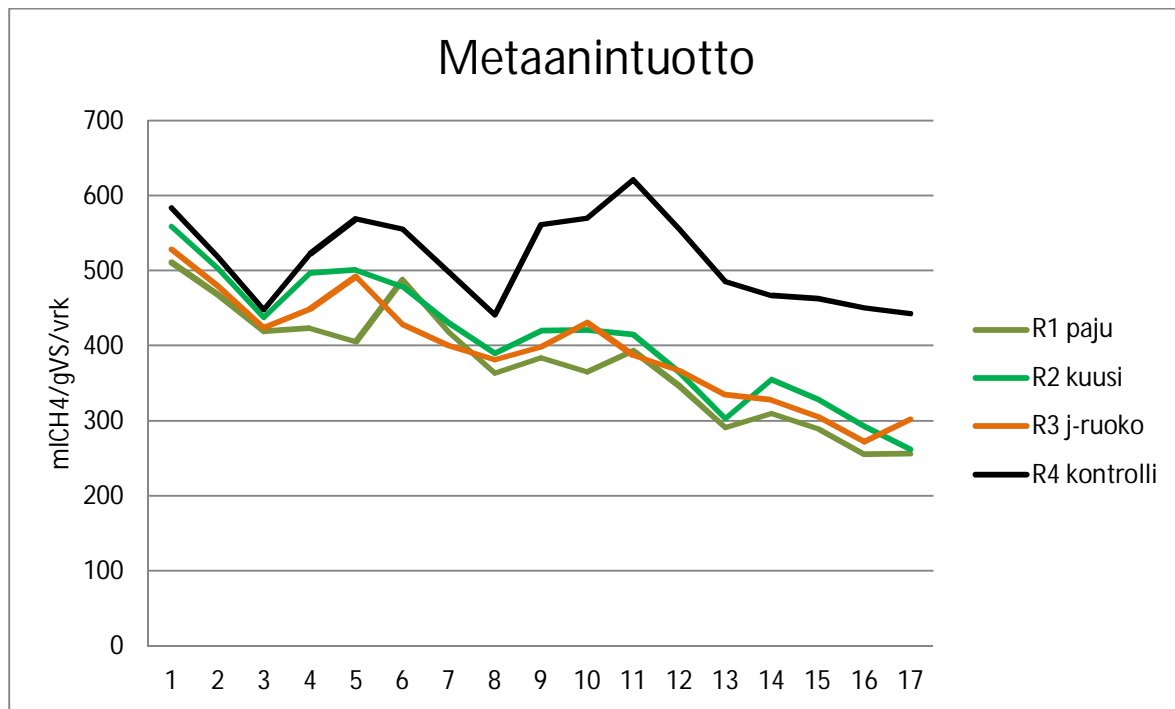
Pitkäkestoisten kokeiden tavoitteena on kasvattaa reaktoreihin ligniinipitoisten materiaalien hajottamiseen paremmin soveltuva bakteerikanta. Hankkeen loppuvaiheessa oli tarkoituksenaan eristää ruovikon pohjasedimentistä ruokoa hyvin hajottava bakteeriympäristö. Tällaiseen ympäristöön on ollut kiinnostusta myös Saksassa, jossa etsitään tilakohtaisissa biokaasulaitoksissa nyt yleisesti käytetyille maissille kotimaista korvaajaa mm. järviruo'osta. Liperin Heposelän Likokannan ruoppausmassasta otettiin isompi erä Itä-Suomen yliopistolle jatkokäsittelyyn Wood Materials Science -maisteriohjelman opinnäytetöitä ja käytännön harjoittelua varten. Työt olivat marraskuussa 2014 vielä keskeneräisiä eikä ruovikon pohjasedimenttikokeiden tuloksia käsitellä tässä yhteydessä. Opinnäytetöiden tuotosten perusteella ohjelman puitteissa koetetaan vielä myöhemmin tunnistaa ja eristää sedimentistä järviruokoa hyvin hajottavia bakteereja biokaasutuksessa käytettäväksi ympäristöksi.

Saaduista tuloksista on alla esitetty koontikaaviot. Jakeiden soveltuvuudesta laitosmittakaavan biokaasureaktorin syötteeksi ei voida näiden kokeiden perusteella vielä esittää arviota.

II koe ajalla 23.5.–19.6.2013

22.5.2013

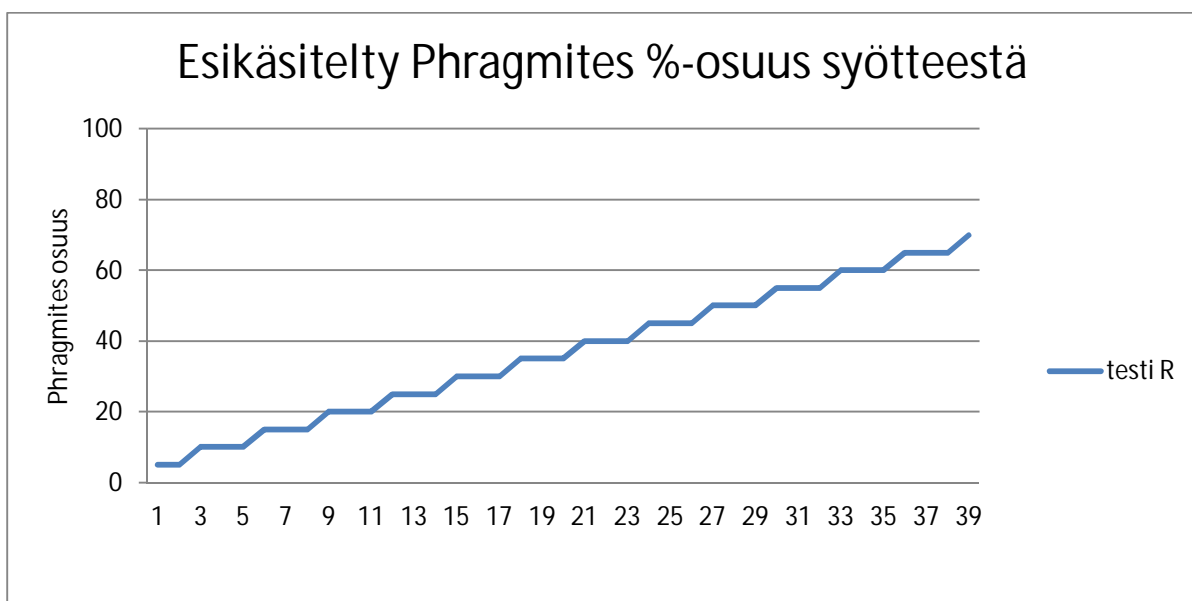
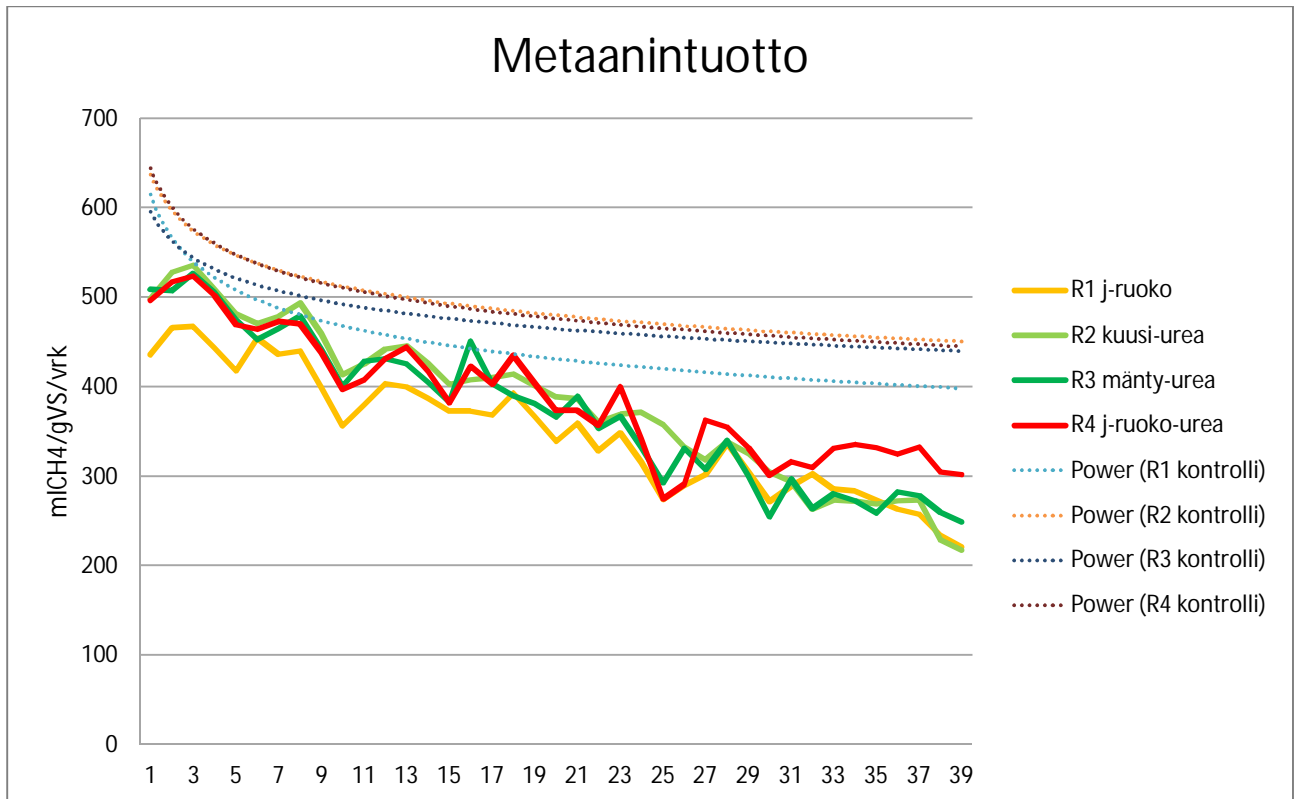
PL	paju-liuosseos	<i>Salix schwerinii</i> , esikäsitelty, H ₂ O, 190 °C, 12,5 bar
KL	kuusi-liuosseos	<i>Picea abies</i> , esikäsit., H ₂ O, 190 °C, 12,5 bar
JL	järviruoko-liuosseos	<i>Phragmites australis</i> , esikäsit., H ₂ O, 190 °C, 12,5 bar
C	biojäte	kuiva-ainepitoisuus n. 7-8 %



III koe ajalla 11.2.–6.4.2014

13.1.2014

JL	järviruoko-liuosseos	<i>Phragmites australis</i> , esikäsitelty, H ₂ O, 170 °C, 10 bar
KL-U	kuusi-urealiuosseos	<i>Picea abies</i> , esikäsit., H ₂ O, 190 °C, 12,5 bar, lis. ureaa
ML-U	mänty-urealiuosseos	<i>Pinus sylvestris</i> , esikäsit., H ₂ O, 190 °C, 12,5 bar, lis. ureaa
JL-U	järviruoko-urealiuosseos	<i>Phragmites australis</i> , esikäsit., H ₂ O, 170 °C, 10 bar, lis. ureaa
BIO	biojäte	kuiva-ainepitoisuus n. 5 %



Typen määrittäminen Kjeldahl-menetelmällä, 13.1.2014 (Leena Kuusisto)

Tulokset (kuiva-ainetta kohti):	N %
Paju (<i>Salix myrsinifolia</i>)	0,27
Paju (<i>Salix schwerinii</i>)	0,22
Kuusi	0,18
Mänty	0,17
Järviruoko	0,72
Reaktori1	5,04
Reaktori2	5,32
Reaktori3	5,24
Reaktori4	5,01
Biojäte	3,17