

# Fosforin väkevöinti hidas pyrolyysilla

Minna Sarvi, Kimmo Rasa, Saija Rasi, Tapio Salo, Sari  
Luostarinen

TURKISTEHO-hankkeen loppuseminaari  
11.10.2019



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

© Luonnonvarakeskus

  
**Luke**  
LUONNONVARAKESKUS

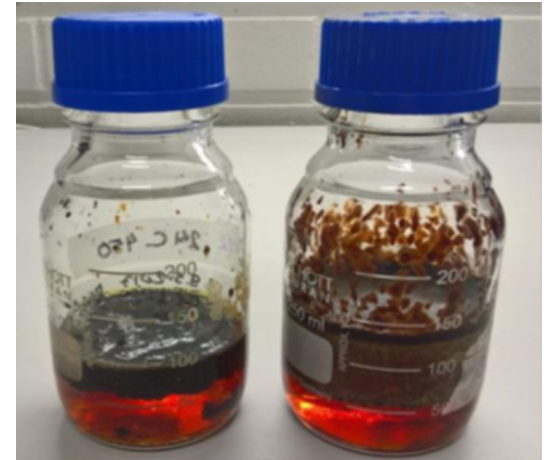
# Esityksen sisältö

1. Mitä on hidas pyrolyysi?
2. Pyrolysoidun turkiseläinlannan soveltuvuus lannoitevalmisteksi
3. Pyrolyysikaasun ja –nesteen hyödyntäminen energiana
4. Johtopäätökset ja tutkimustarpeet



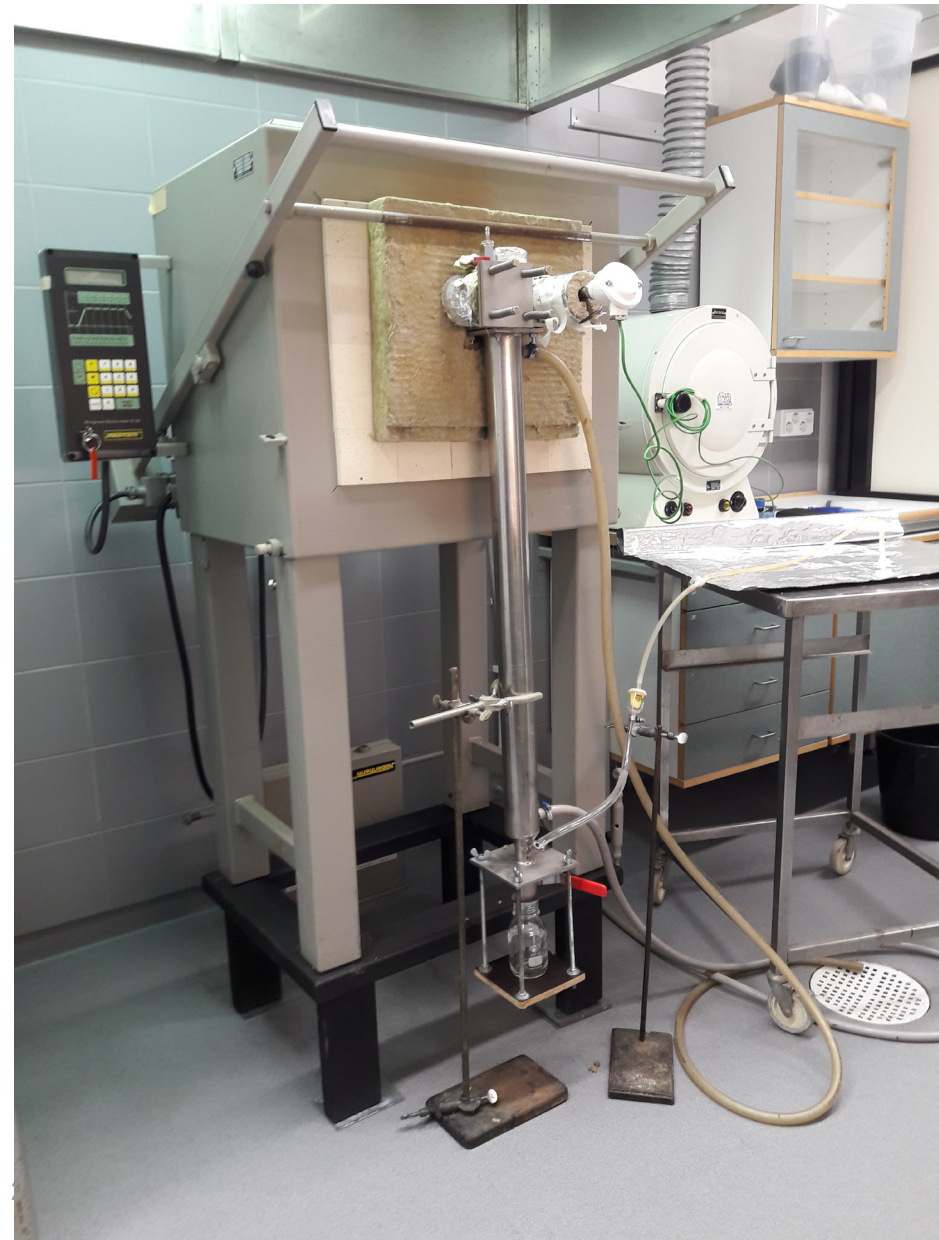
# 1. Mitä on hidas pyrolyysi?

- Biomassan kuumentaminen (350-700° C) hitaasti vähähappisissa tai hapettomissa oloissa.  
  
→ hiili-, neste- ja kaasujae
- Lopputuotteiden ominaisuuksiin vaikuttavat sekä käytetty raaka-aine (esim. lanta vs. puu) että pyrolyysin olosuhteet (esim. lämpötila).
- Haihtumattomat aineet (esim. fosfori, kalium) väkevöityvät hiilijakeeseen, haihtuvat aineet (esim. typpi ja rikki) neste- ja kaasujakeeseen.



# Miten fosforin väkevöintiä hidas pyrolyysilla tutkittiin TURKISTEHO-hankkeessa?

- Minkin ja ketun lanta
  - Esikäsittelynä kuivaus (n. 60 °C:ssa) ja hienonnus
- Pyrolyysi
  - Laboratoriokokoluokan laitteisto
  - Lämpötilat: 350 °C ja 450 °C
- Pyrolysoidun lannan lannoitevalmistekelpoisuus?
- Pyrolyysikaasun ja -nesteen koostumus ja energiasisältö?
- Pyrolyysinesteen hyödyntämiskelpoisuus biokaasun tuotannossa?



## 2. Pyrolysoidun turkiseläinlannan soveltuvuus lannoitevalmisteksi



# Varastointi- ja kuljetustilan tarve

- Pyrolyysi pienentää huomattavasti varastointitilan ja kuljetuksen tarvetta



## Haitalliset metallit, ravinnepitoisuudet

- Pyrolysoidut lannat tuhkapitoisia (44 – 70 %) ja emäksisiä (pH 8-10)
- Haitalliset metallit alle lainsäädännön raja-arvojen
- Ravinnepitoisuuksiltaan hiilijae voisi toimia fosforilannoitteena

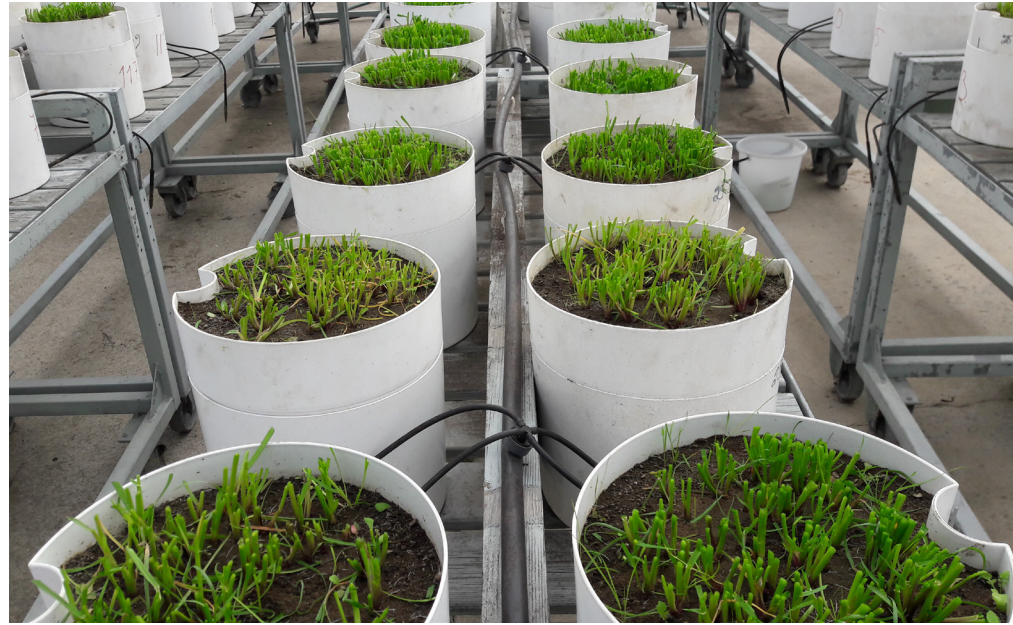
Ravinne	Pyrolysoitu ketunlanta (% ka)	Pyrolysoitu minkinlanta (% ka)	Pyrolyysin vaikutus pitoisuuksiin
<b>Fosfori</b>	<b>8,8</b>	<b>7,1</b>	<b>+</b>
Typpi	3,2	5,8	-
Kalium	1,4	2,3	+
Rikki	0,8	0,9	-
Rauta	0,3	0,3	+
Magnesium	0,8	0,7	+

*ka = kuiva-aine*



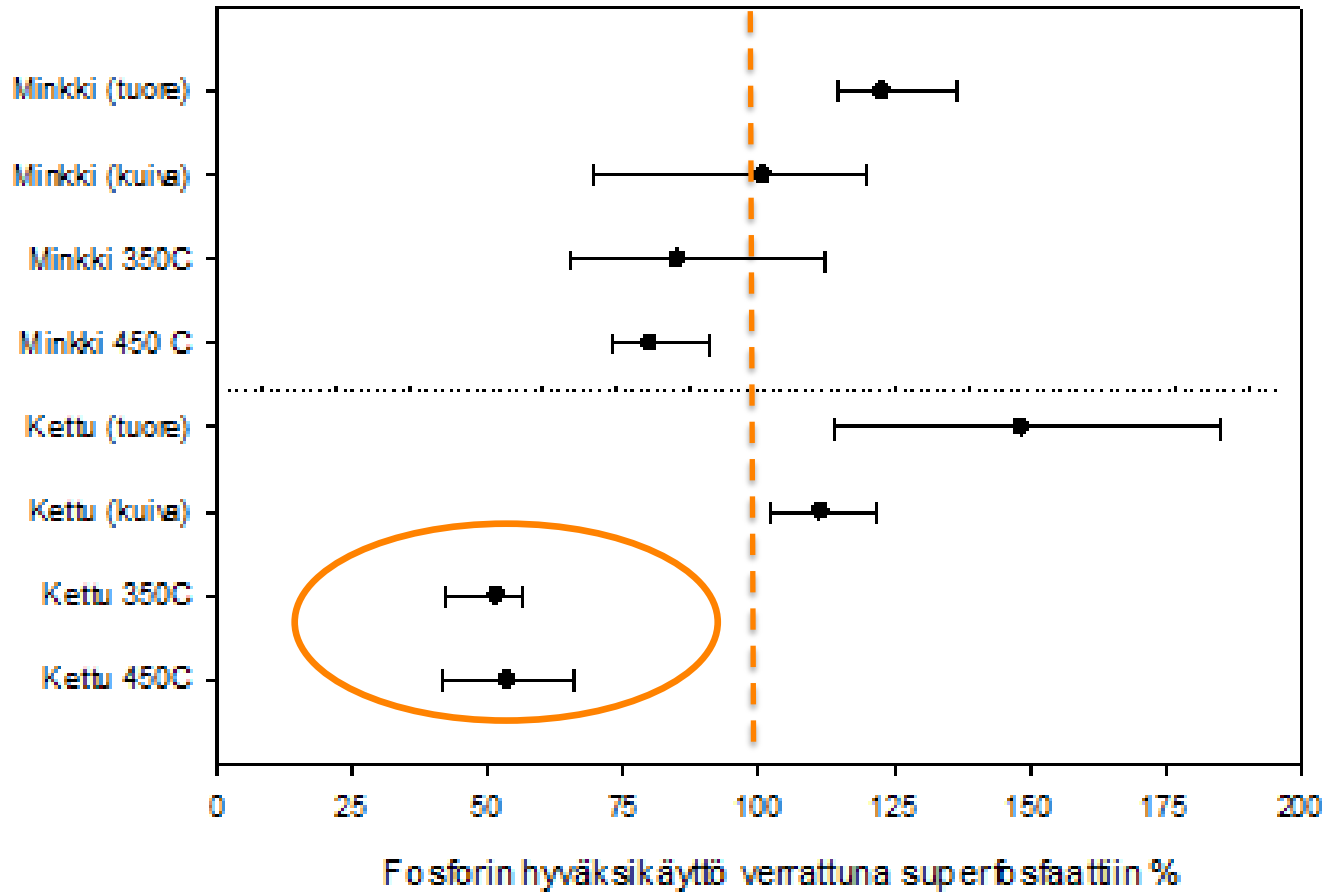
# Fosforin käyttökelpoisuus kasville (1/2)

- Astiakoe (kesä 2017)
  - Viljelykasvina raiheinä
  - Koemaana hieta (viljavuusluokka huono, P-luku 2,1)
  - Koejäsenet: tuoreet, kuivatut ja pyrolysoidut lannat
  - Verrokkina superfosfaattitasot
  - Muita ravinteita optimimäärä
  - Kolme sadonkorjuuta
    - Sadot ja fosforinotot





# Fosforin käyttökelpoisuus kasville (2/2)

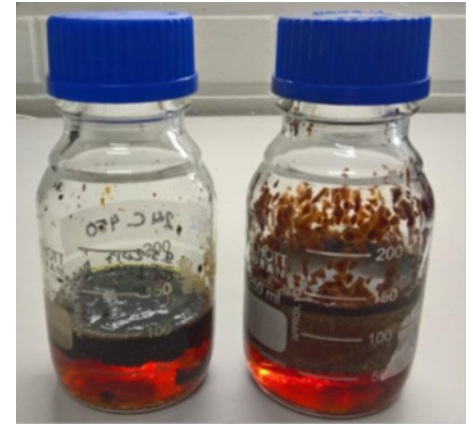


## 2. Pyrolyysikaasun ja –nesteen hyödyntäminen energiana



# Pyrolyysikaasun ja –nesteen koostumus ja energiasisältö (LHV)

- Kaasu
  - CO<sub>2</sub> eniten
  - Vedyn ja metaanin osuus pieni
    - Kasvaa korkeammassa pyrolyysilämpötilassa
- Neste (450 ° C)
  - Typpiä 3 - 5 %
  - Hiiltä n. 20 %
  - Energia riittäisi kattamaan lannan kuivaukseen tarvittavan energian (karkea arvio)

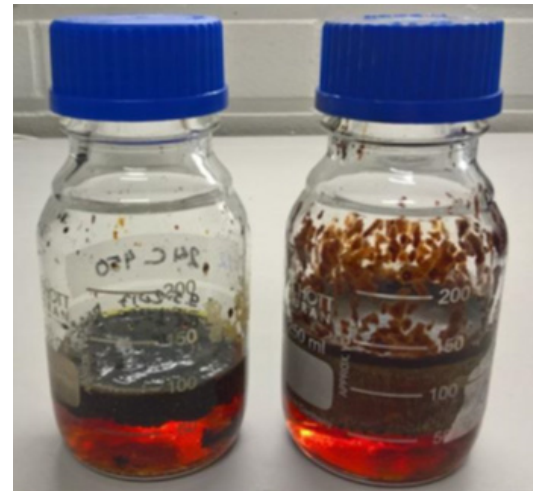


	Kaasu		Neste	
	MJ/m <sup>3</sup>	MJ/kg tuore lanta	MJ/kg	MJ/kg tuore lanta
Ketunlannan pyrolyysi (450 °C)	3,7	0,04	28*	2,7
<b>Minkinlannan pyrolyysi (450 °C)</b>	<b>4,5</b>	<b>0,06</b>	<b>36*</b>	<b>4,5</b>

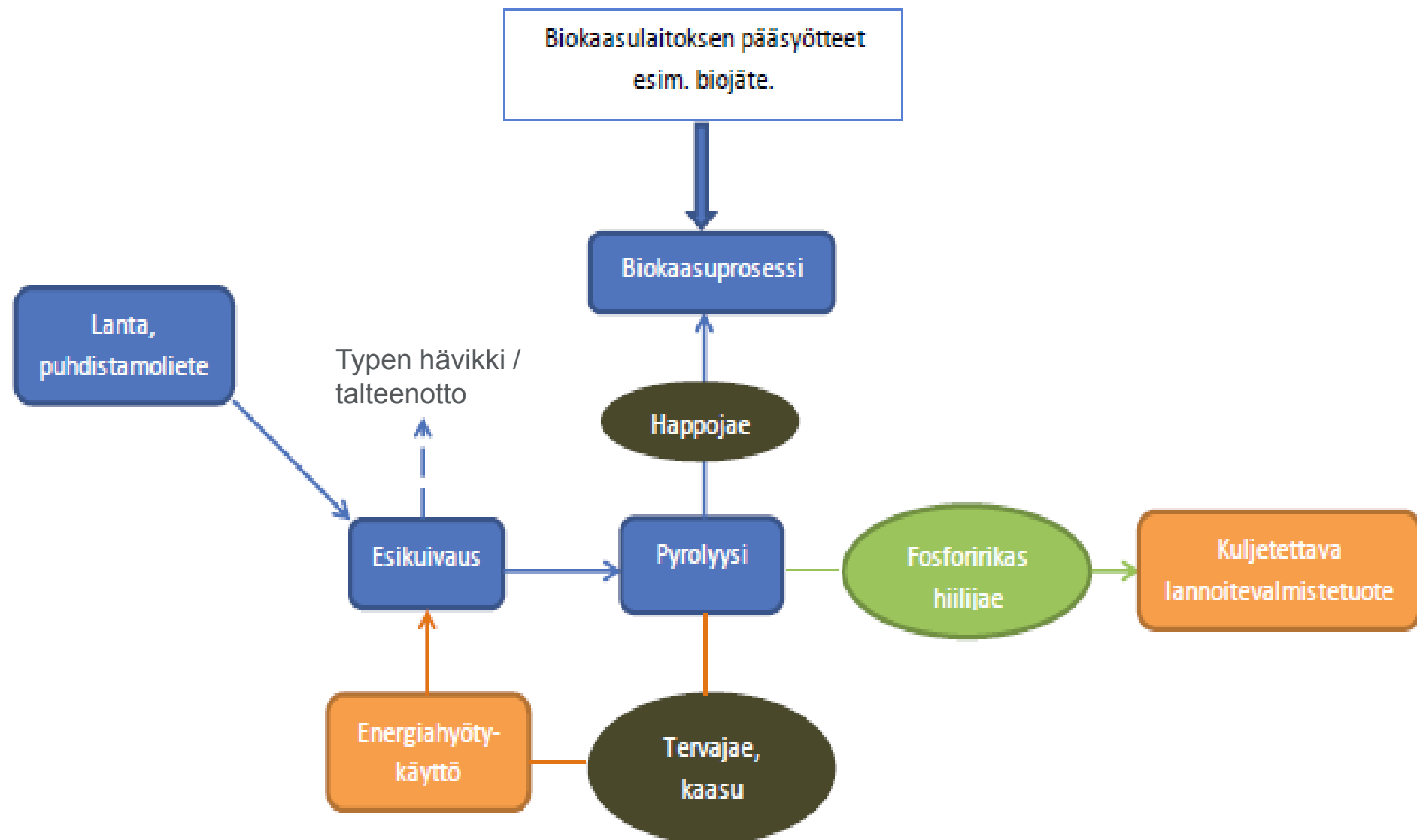
\* Raskas polttoöljy 40-41 MJ/kg, kuiva puupolttoaine 16-23 MJ/kg

# Pyrolyysinesteen hyödyntäminen biokaasun tuotannossa (1/2)

- Miten tutkittiin
  - Laboratoriolaitteistolla
  - Pyrolyysinesteestä, josta poistettu terva
  - 37 ° C, 37 vrk
  - Analysoidaan metaanin tuotto
- Metaanin tuotto
  - Nesteen syöttösuhde sekä tervan osuus vaikuttavat
  - Metaanintuoton energia-arvo
    - Kettu: 0,11 - 0,28 MJ/kg tuoretta lantaa
    - Minkki: 0,27 - 0,58 MJ/kg tuoretta lantaa
  - Biokaasulaitoksen lisäsyötteenä mahdollinen



# Pyrolyysinesteen hyödyntäminen biokaasun tuotannossa (2/2)



## 4. Johtopäätökset ja tutkimustarpeet (1/3)

### 1) Pyrolyysi prosessina

- Ketun ja minkin lanta soveltuvat esikäsittelyn jälkeen pyrolysoitaviksi
- Pyrolyysi voi olla yksi mahdollinen prosessointivaihtoehto, jolla turkiseläinten lanta saataisiin tuotteistettua helpommin kuljetettavaksi, väkilannoitefosforia korvaavaksi lannoitevalmisteksi

→ *Miten saadaan typpi talteen esikuivausvaiheessa ja hyödynnettyä kestävästi?*

→ *Tarve käytännön mittakaavan / pilot-mittakaavan kokeille*

- *Hyötysuhteet, energian tarve, nesteen hyödynnettävyys*



## 4. Johtopäätökset ja tutkimustarpeet (2/3)

### 2) Pyrolysoitu turkiseläinlanta fosforilannoitteena

- Pyrolyysi muutti lannan fosforin niukkaliukoisempaan muotoon, mutta vain pyrolysoidun ketunlannan fosforin käyttökelpoisuus aleni väkilannoitefosforiin verrattuna.



→ Laaja-alaisempi tutkimus pyrolysoidun turkiseläinlannan fosforin käyttökelpoisuudesta tarpeen

- Useamman tilan lannalla, monivuotinen koe jne...
- Peltolevitettävyyden käytännössä?



## 4. Johtopäätökset ja tutkimustarpeet (3/3)

### 3) Pyrolyysinesteen ja –kaasun hyödyntäminen energiana

- Pyrolyysinesteen energia voi riittää kattamaan lannan kuivaukseen tarvittavan energian (karkea arvio!)
  - Muut poltto-ominaisuudet?
  - Hapojakeen erottelun vaikutus tervajakeen energia-arvoon?
- Alustavien tutkimusten mukaan pyrolyysinesteet (ns. hapojae) soveltuisivat pieninä määrinä biokaasun tuotantoon lisäsyötteenä

### 4) Lainsäädännön vaatimukset

- Lainsäädännön soveltaminen lannan pyrolyysiin ja siinä syntyvien jakeiden hyödyntämiseen on toistaiseksi osin avoin kysymys





Kiitos!