

Eesti Maaülikool

Estonian University
of Life Sciences

"Sööda ohutus läbi ennetava tegevuse, – EPKK infopäev 27. oktoober 2021



Metaani produktsioon mäletsejalistel ja selle vähendamise võimalused

Marko Kass, PhD
vanemteadur, Eesti Maaülikool/SRUC

Eesti Maaülikool

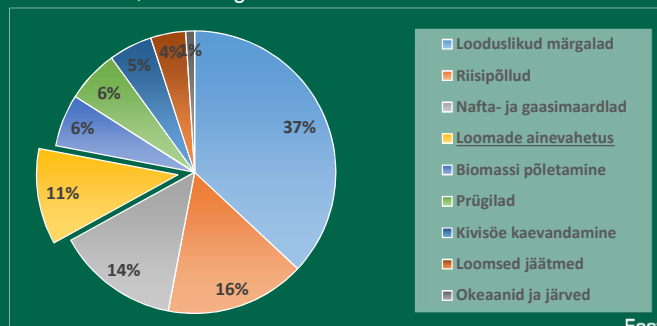
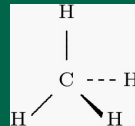


TAUST

Metaani produktsioon mäletsejalistel ja selle vähendamise võimalused

Metaan & globaalne kliima soojenemine

- CH_4 - kasvuhoone gaas, mida peetakse CO_2 ohtlikumaks
- CH_4 on „salvestunud“ suur kogus energiat – 55,5 MJ/kg ehk 13136,52 kcal/kg

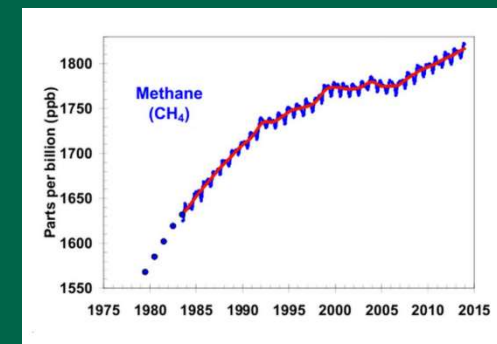


Mosa jt. 2000

Eesti Maaülikool

CH_4 emissiooni kasv

- 1 kg CO_2 = 1 kg CO_2 ekvivalendiga
- 1 kg CH_4 = 25 kg CO_2 ekvivalendiga
- 1 kg N_2O = 298 kg CO_2 ekvivalendiga



IPCC andmed

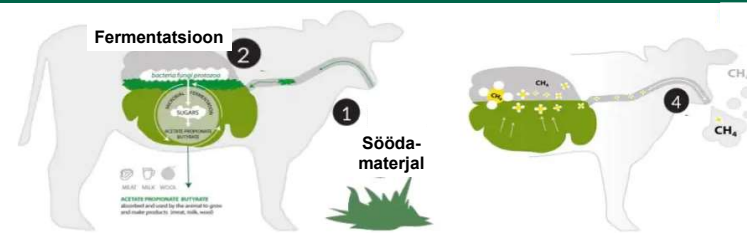
Eesti Maaülikool



METAANI PRODUKTSIOON VEISEL

Metaani tootmine mägisejalistel ja selle vähendamise võimalused

Mägiseja metabolism



Vatsa mikroorganismid ja nende roll

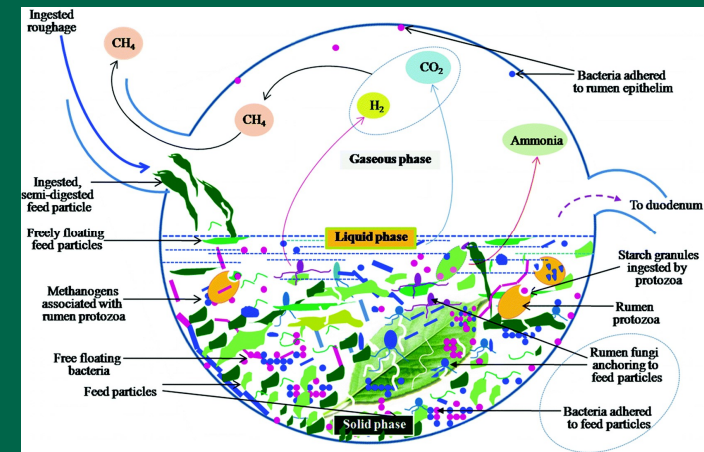
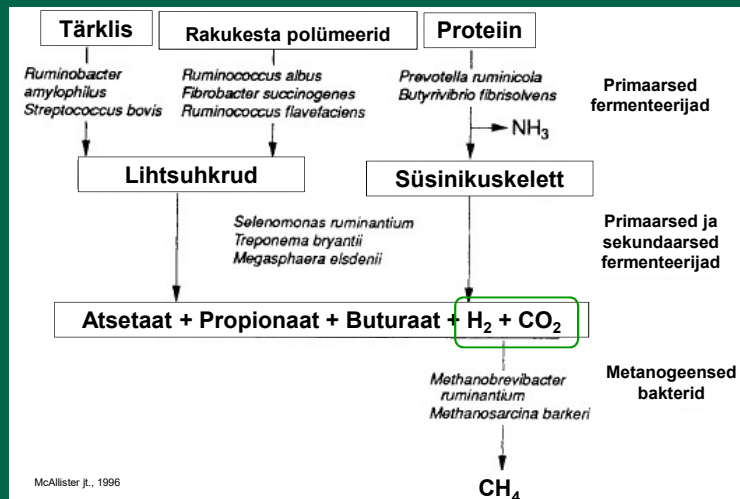
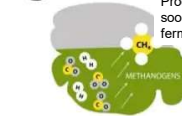
Bakterid – fermenteerida sööda kiudu, tärklisi, suhkruid LRH, H₂ ja CO₂

Protozoa – tarbida ja fermenteerida baktereid muutes LRH ja NH₃, tärklise seede, N ümbertöötamine

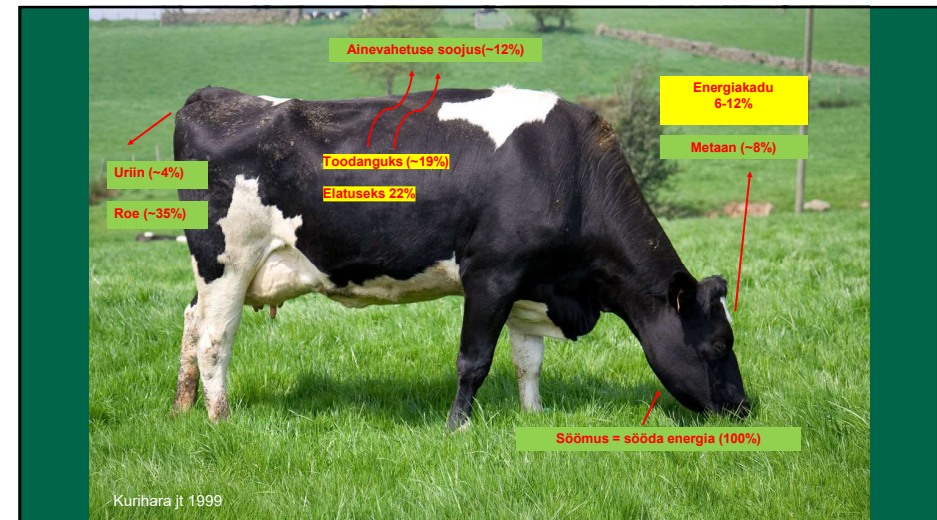
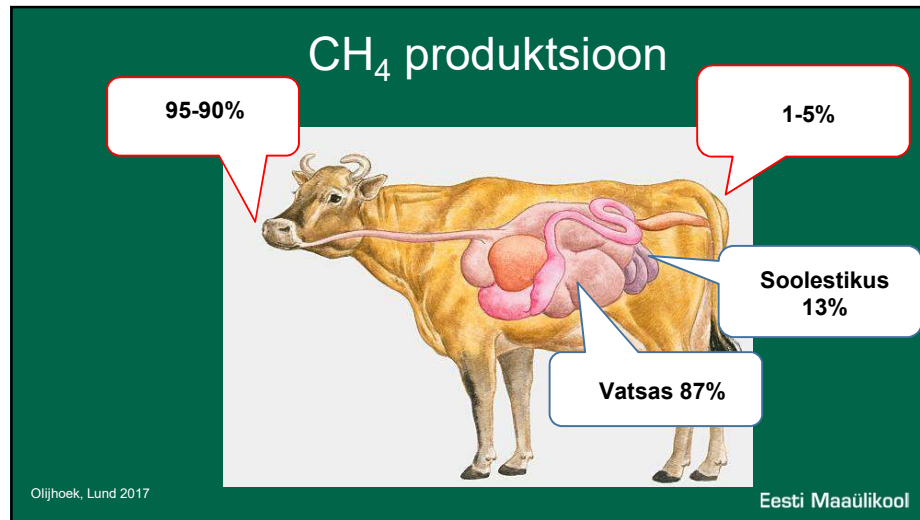
Seened – aidata kaasa kiu seedele

3 Metanogeensed bakterid

Produkteerivad CH₄, kuid soodustavad sööda suuremat fermenteerimist



Singh jt., 2019



Eesti Maaülikool

METAANI PRODUKTSIOONI MÕJUTAVAD TEGURID

Metaani vähendamise võimalused

KÕIGE LIHTSAMINI RAKENDATAV

- Looma vajadustele vastav söödaratsioon
- Jõusööda lisamine söödaratsiooni
- Rohusööda seeduvuse suurendamine

Strateegiad CH₄ vähendamiseks

Seedetrakti fermentatsioon

Söödalisisandid

- inhibiitorid
- rasvarikkad söödad
- ensüümid

Söödad ja söötmine

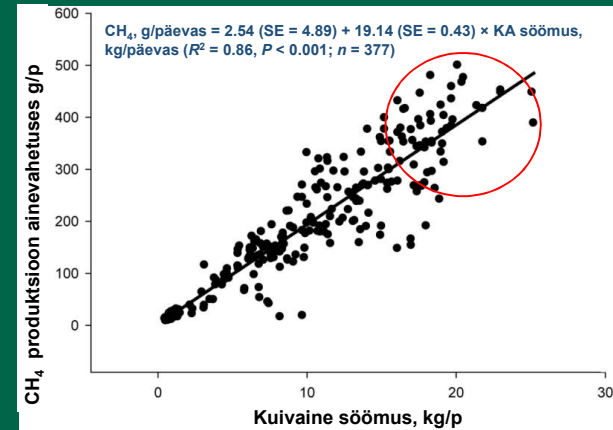
- teraviljajahude kasutamine
- koresööda kvaliteet

Karjahaldus

Looma tootlikkuse ja sigivuse parandamine

- Geneetika
- Tervis
- Eluiga

CH₄ seos kuivaine söömusega



Hristov jt., 2013

Metaani vähendamise võimalused nõ 1. põlvkond

| | Parendatud rohusööda kvaliteet ja söötmissuurendus | Mehhaaniline sööda töötlemine | Jõusööda söötmine | Toitainete tasakaalustatus | Täppis söötmine |
|--------------------|--|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
| Toimimisviis | Paraneb rohusööda seeduvus | Paraneb sööda seeduvus | ↓ Propionaat ↑ Atsetaat | Oluliste toitainete kättesaadavus | Toitainete tarbe vastavus söödaratsiooniga |
| Mõju toodangule | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| Metaani vähenemine | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| Kulutused | € | € | €€ | €€€ | €€€ |
| Rakendatavus | Kõik pidamissüsteemid | Kõik pidamissüsteemid | Kõik pidamissüsteemid | Vabapidamissüsteemid (suurfarm) | Vabapidamissüsteemid (suurfarm) |

FAO 2016

Metaani vähendamise võimalused nõ 2. põlvkond - söödalisisandid

| | Ionofoorid | Orgaanilised happed | Taimsed ekstraktid | Söödalipiigid | Halogeenitud komponendid | Probiotikumid |
|------------------|--|---------------------------------|---|---|--|---|
| Näited | Monensiin, lasalotsiid | Nitraadid, malaat, fumarat | Kondenseeritud tanniinid, saponiinid, eeterlikud õlid | Taimne õli, kala-, lina-, päevalilleõli | Bromokloro-metaan, kloroform | |
| Toimimisviis | ↑ Propionaat, H ₂ siduja | H ₂ siduja | ↓ Protozoa, arhea, H ₂ siduja | ↓ Protozoa | Arhea pärssimine | ↑ Propionaat, H ₂ siduja, pH |
| Mõju toodangule | ↑ | ↓ KAS: kahjustab tootlikkust | ↓ KAS: kahjustab tootlikkust | ↓ KAS: kahjustab tootlikkust | ↓ KAS: kahjustab tootlikkust | ↑ |
| Kulutused | €€€ | €€€ | €€€ | €€€ | €€€ | €€€ |
| Pikaajaline mõju | ↘ Pole selge: mikrobioloogiline kohanemine | ↘ Pole selge: vähene kohanemine | ↘ Pole selge: mikrobioloogiline kohanemine | ↘ Pole selge: | ↘ Pole selge: mikrobioloogiline kohanemine | ↘ Pole selge: kõikuvad tulemused |
| Rakendatavus | Intensiivsed süsteemid | Intensiivsed süsteemid | Intensiivsed süsteemid | Intensiivsed süsteemid | Intensiivsed süsteemid | Intensiivsed süsteemid |

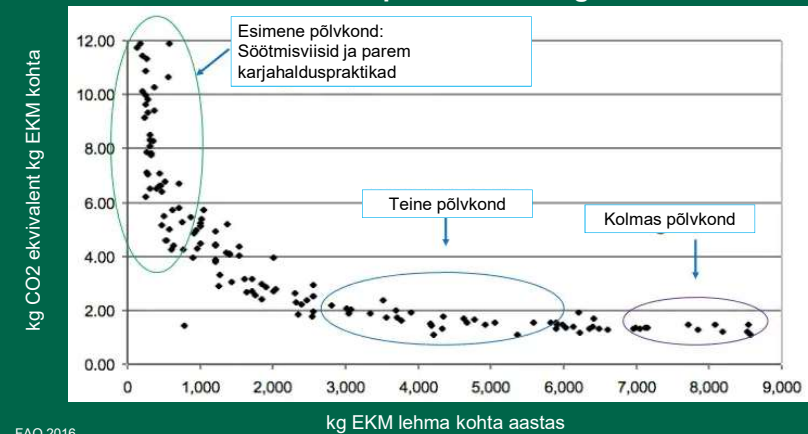
FAO 2016

Metaani vähendamise võimalused nõ 3. põlvkond – kaasaegne biotehnoloogia

- o Silmapiiril olevad tehnoloogiad, sealhulgas geneetilise muundamise kasutamine
- o Keskendumine vatsa manipuleerimisele
 - Vaktsineerimine
 - Bioloogiline kontroll konkureerivate mikroobide kaudu, nt. Bakteriotsiinid (inhibeerivad otseselt arhea metanogeene), atsetogeene (alternatiivne vesiniku siduja)
 - Defauneerimine (vatsa algloomade kõrvaldamine, mis sümbiootiliselt toetavad mõningaid vatsa metanogeene)
- o Praegu uurimisel, uuringud varases staadiumis
 - ebapiisav teave metanogeensete liikide mõju kohta
 - metanogeene mitmekesisust vatsas mõjutab söötumine: see kujutab endast väljakutset vaktsiini väljatöötamiseks, mis ei saa olla tõhus erinevates pidamistingimustes ja piirkondades

FAO 2016

Metaani vähendamise võimalused Seos produktiivsusega

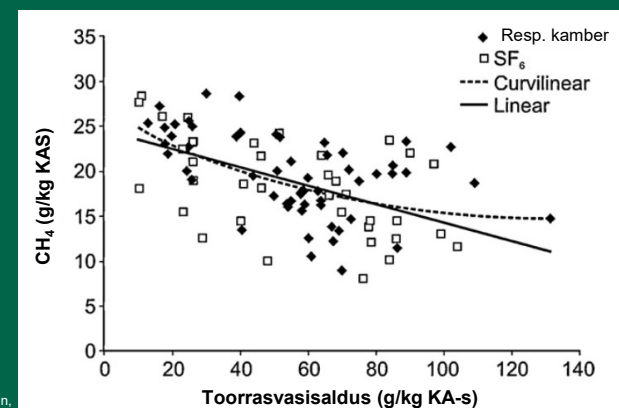


Kore- ja jõusööda suhe

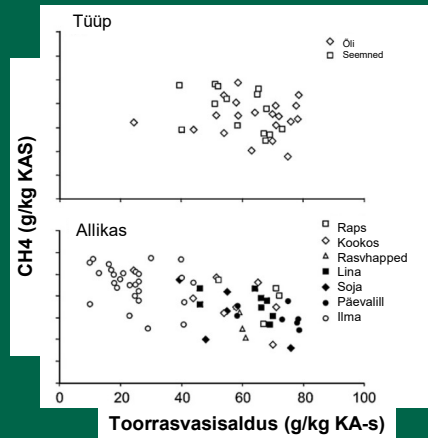
| Näitaja | Rohusööda - jõusööda suhe (KA põhjal) | | | | P-väärtus | |
|-------------------------|---------------------------------------|---------|---------|---------|-----------|------|
| | 47 - 53 | 54 - 46 | 61 - 39 | 68 - 32 | L | Q |
| KAS (kg/p) | 20,70 | 21,00 | 20,20 | 20,20 | 0.46 | 0.82 |
| OAS (kg/p) | 18,20 | 18,40 | 17,60 | 17,50 | 0.26 | 0.77 |
| NDF söömatus (kg/p) | 5,4c | 5,9bc | 6,2ab | 6,5a | <0,01 | 0,77 |
| Piim (kg/p) | 38,3 | 37,9 | 36,8 | 36,4 | 0.13 | 0.98 |
| EKM (kg/p) | 37,3 | 37,9 | 36,2 | 36,1 | 0.20 | 0.70 |
| CH4 (g/p) | 538b | 597ab | 586ab | 648a | 0.01 | 0.94 |
| CH4 (g/kg KAS) | 25,9c | 28,2b | 29,1b | 31,9a | <0,01 | 0,68 |
| CH4 (g/kg OAS) | 29,5c | 32,4b | 33,5b | 37,1a | <0,01 | 0,63 |
| CH4 (g/kg NDF söömatus) | 99,2 | 101,0 | 95,6 | 99,4 | 0.52 | 0.56 |
| CH4 (g/kg piim) | 14,0c | 15,9b | 16,1b | 17,8a | 0.01 | 0.85 |
| CH4 (g/kg EKM) | 14,4c | 15,8bc | 16,3b | 18,0a | <0,01 | 0,78 |

Aguerre jt, 2011

Söödaratsiooni toorrasvasisalduse mõju



Söodaratsiooni rasvaallika mõju



Grainger, Beauchemin, 2011

Rapsi mõju

| Näitaja | Kontroll | Rapsikook | Purustatud rapsiseemned | Rapsiõli | P-väärtus |
|----------------------------|----------|-----------|-------------------------|----------|-----------|
| KA söömus | 18,3 | 18,9 | 17,9 | 15,8 | 0,54 |
| OA söömus | 17,1 | 17,7 | 16,8 | 14,9 | 0,56 |
| NDF söömus | 6,10 | 6,2 | 5,83 | 5,18 | 0,59 |
| TR söömus | 0,65 | 1,03 | 1,11 | 1,00 | 0,01 |
| EKM Piim, kg/p | 27,2 | 30,2 | 25,1 | 28,40 | 0,12 |
| CH ₄ , l/p | 569 | 531 | 478 | 462 | 0,04 |
| CH ₄ , l/kg EKM | 20,4 | 19 | 16,9 | 16,7 | 0,008 |
| CH ₄ , l/kg KAS | 29,6 | 26,9 | 25,8 | 26,4 | 0,07 |

Brask jt 2013

Kaer vs oder

| Grain | Variety |
|--------------|------------------|
| Oats | Riina |
| | Nike |
| | Niklas |
| | Kerstin |
| | Meeri |
| Barley | Akseli |
| | Cilla |
| | Haga |
| | Meän |
| | SD |
| | 6-row Justus |
| | 6-row Kaarle |
| | 2-row RGT Planet |
| | 2-row Wootan |
| | 6-row Elmeri |
| 2-row Severi | |
| 2-row Selena | |
| 2-row Tamtam | |

J. Dairy Sci. 193:1695–1695
<https://doi.org/10.3168/jds.2019-16995>
 © American Dairy Science Association®, 2020.

Effects of different barley and oat varieties on methane production, digestibility, and fermentation pattern in vitro

P. Fanti,¹ M. Ramin,¹ S. Jaakkola,² A. Grimberg,³ A. S. Carlsson,² and P. Huhtanen^{1*}

¹Department of Agricultural Research for Northern Sweden, Swedish University of Agricultural Sciences, SE-901 83 Umeå, Sweden
²Department of Agricultural Sciences, University of Helsinki, PO Box 28, FI-00014 Helsinki, Finland
³Department of Plant Breeding, Swedish University of Agricultural Sciences, PO Box 101, SE-230 53 Alnarp, Sweden

ABSTRACT suggest that replacing barley with oats in dairy cow diets could decrease enteric CH₄ production. Key words: oats, barley, methane, in vitro

The objective of this in vitro study was to determine the effects of different barley and oat varieties on CH₄ production, digestibility, and rumen fermentation patterns in dairy cows. Our hypothesis was that oat-based diets would decrease CH₄ production compared with barley-based diets, and that CH₄ production would differ between varieties within grain species. To evaluate this hypothesis, we conducted an in vitro experiment using a fully automated gas production technique, in which the total gas volume was automatically recorded by the system. The experiment consisted of triplicate 48-h incubations with 16 treatments, including 8 different varieties of each grain. The grain varieties were investigated as a mix with an early-cut grass silage

After water vapor and CO₂, methane (CH₄) is the third most important greenhouse gas contributing to climate change. Compared with CO₂, CH₄ is characterized by a greater efficiency in absorbing heat energy and a shorter atmospheric lifetime (12–13 yr), resulting in a global warming potential 25 times greater than CO₂ (IPCC, 2014). Ruminant livestock accounts for approximately 37% of the global anthropogenic CH₄ emissions, a greater part of that originating from enteric fermentation, and a lesser part from manure (FAO, 2006). In

CH₄ produktsioon oli kaerapõhise ratsiooni puhul 8,9% madalam kui odrapõhise ratsioonil

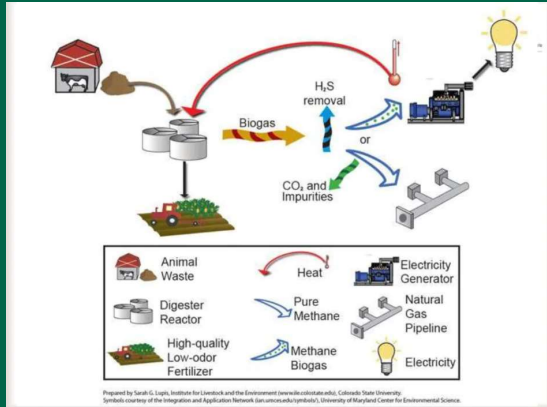
Eesti Maaülikool

Eesti Maaülikool



SÕNNIK

Metaani emissioon sõnnikust



Metaani emissioon sõnnikust



Eesti Maaülikool



KOKKUVÕTE

Mida soovitada piimakarjakesvatajale?

| Tegur | Potentsiaalne mõju CH ₄ vähendamiseks | Tõhusus | Ohutu loomale, keskkonnale | Soovituslik |
|---------------------------------------|--|---------|----------------------------|-------------|
| Inhibiitorid | | | | |
| Kloroform | Oluline | Jah | Ei | Ei |
| Tsüklodekstriin | Vähene | Jah | Ei | Ei |
| 3-nitrooksüpropanool | Keskmine | Jah | ? | ? |
| Taime bioaktiivsed komponendid | | | | |
| Tanniinid | Vähene | Jah | Jah | Jah? |
| Saponiinid | Vähene? | ? | Jah | Ei? |
| Eeterlikud õlid | Vähene? | ? | Jah | Ei |
| Vatsabakterite koosluse muutmine | Vähene? | ? | Jah? | Jah? |
| Söödarasvad (õli) | Keskmine | Jah | Jah | Jah? |
| Jõesöötade lisamine | Pigem vähene | Jah | Jah | Jah? |
| Koresööda kvaliteet | Keskmine | Jah | Jah | Jah |
| Karjatamise režiim | Vähene | Jah? | Jah | Jah? |
| Sööda töötlemine | Vähene | Jah | Jah | Jah? |
| TRSS ja söötmise sagedus | ? | ? | Jah | ? |
| Täppis söötmine | ? | Jah? | Jah | Jah |

Piiravad tegurid CH₄ piiramisel

- Mäletsejaliste toodang – madala sisendiga süsteemid, madalate kulude opereerimine
- Sektori keerukus: mitmekesisus, mitmed rollid
- Piiratud teadlikkus: vähendamise võimalused ja eelised, teadmiste lüngad tehnoloogiate ja tavade kohta, piiratud institutsiooniline suutlikkus
- Vatsa keerukus: metaani produktsioon on bioloogiline protsess
- Leevendusmeetmete kulud: süsinikuringluse rahastamise roll

Eesti Maaülikool

EPKK infopäev "Sööda ohutus läbi ennetava tegevuse"



Tänu kuulamast!

Marko Kass, PhD
Kontakt: marko.kass@emu.ee