

SLUTRAPPORT

GUDP-projekt 2015-2020

ManUREA Technology

Next Generation Manure Ammonia Reduction Technology



30. AUGUST 2020

Af Henrik Karring

Syddansk Universitet/Institut for Grøn Teknologi

Kilde til billede på forsiden: SEGES Videncenter for Svineproduktion.



Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram

Projektet, som er beskrevet i denne rapport, er støttet af Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram, GUDP, som er en erhvervsstøtteordning under Miljø- og Fødevareministeriet.

GUDP giver tilskud til projekter, der understøtter grøn og bæredygtig omstilling af fødevareerhvervet, og programmet dækker hele værdikæden fra primærproduktion til forarbejdningsindustri og afsætningsled.

Det er GUDP's ministerudpegede bestyrelse, som beslutter, hvilke projekter der skal modtage tilskud. Bestyrelsen betjenes af GUDP-sekretariatet, der er delt mellem Landbrugsstyrelsen og Miljøstyrelsen.

GUDP-sekretariatet i Landbrugsstyrelsen

Augustenborg Slot 3, 6440 Augustenborg | Tlf.+45 33 95 80 00

GUDP-sekretariatet i Miljøstyrelsen

Tolderlundsvej 5, 5000 Odense C | Tlf. +45 72 54 40 00

Mail: gudp@lbt.dk

Web: www.gudp.dk

Denne slutrapport er godkendt af GUDP, men det er alene rapportens forfatter/projektlederen, som er ansvarlige for indholdet. Rapporten må citeres med kildeangivelse.

SLUTRAPPORT

ManUREA Technology

Next Generation Manure Ammonia Reduction Technology

FAKTA OM PROJEKTET

- Projektperiode: 2015 - 2020
- Projektdeltagere: Syddansk Universitet, Aarhus Universitet, SEGES, JH Agro A/S
- Bevilling fra GUDP: 11.358 mio. kr.
- Projektleder: Henrik Karring, Syddansk Universitet

FORMÅL

Formålet med projektet har været at udvikle en effektiv, billig og miljøvenlig teknologi, som kan mindske dannelsen af ammoniak (NH_3) i svinegylle og dermed reducere fordampningen af ammoniak i forbindelse med produktion af svin. Projektet ville samtidig bidrage til at Danmark forbliver førende indenfor udvikling af teknologier til reduktion af ammoniak fra husdyrgødning.

PROJEKTETS RELEVANS

Fordampning af ammoniak fra landbruget er et miljømæssigt problem. En stor del af den ammoniak der fordampes kommer fra svinegylle og dannes når urinstof fra urin nedbrydes af bakterier i gyllen. I modsætning til urinstof så er ammoniak et flygtigt stof og derfor vil noget af den dannede ammoniak fordampe. Den fordampede ammoniak kan påvirke næringsfattig og følsom natur og bidrager desuden til luftforurening. Ammoniak indeholder kvælstof (N), og derfor bliver gødnings-værdien af gyllen mindre for landmanden, når ammoniak fordampes fra gyllen. Der vil derfor være mange fordele ved at kunne mindske dannelsen af ammoniak i svinegylle på en effektiv, billig og miljøvenlig måde. Der findes andre teknologier, som mindsker fordampningen af ammoniak fra gyllen, men de fleste af disse teknologier er enten relativt dyre at anvende eller er forbundet med andre ulemper. Hvis nedbrydningen af urinstof til ammoniak i gyllen kan hæmmes på en effektiv, billig og miljøvenlig måde, så vil det medføre mindre fordampning af ammoniak og dermed kan man afhjælpe nogle af de miljømæssige problemer, der er forbundet med svineproduktion. Foruden at dette vil være til gavn for naturen og miljøet, så vil det også forbedre gødnings-værdien af gyllen, og dermed vil det kunne spare landmanden for omkostningen til køb af kvælstof, som er et vigtigt næringsstof for afgrøderne. Samlet set vil reduktion af ammoniakfordampning fra dyreproduktion være til gavn for miljøet, indeklimaet i stalene, samfundet, og den enkelte landmand.

HOVEDRESULTATER

I projektet blev der opnået en række vigtige resultater. For at kunne undersøge, hvorledes forskellige kemiske stoffer påvirker nedbrydningen af urinstof til ammoniak blev der først udviklet en følsom og præcis metode til måling af denne biologiske proces. Den udviklede metode viste sig at være velegnet til såkaldt "high-throughput"-screening, hvorved effekten af mange stoffer kan testes. Efterfølgende blev der udvalgt og testet ca. 70 forskellige kemiske stoffer, som har eller potentielt kunne have en hæmmende effekt på dannelsen af ammoniak. Udfra screeningen af de ca. 70 kemiske stoffer blev der fundet en række stoffer, som hæmmer nedbrydningen af urinstof til ammoniak. Baseret på stoffernes effektivitet, pris, samt kemiske og biologiske egenskaber blev nogle af stofferne udvalgt til yderligere forsøg. Forsøgene viste at garvesyre og fluorid, som begge hæmmer dannelsen af ammoniak, har en synergistisk effekt når de blandes i gyllen. Det betyder, at effekten ved at tilsætte stofferne sammen er væsentligt bedre relativt, end den effekt stofferne har hver for sig. Dette var en meget overraskende observation, og yderligere forsøg viste, at garvesyre og fluorid desuden reducerer fordampning af metan og nogle lugtstoffer fra gyllen. Det viste sig at for metan, som er en væsentlig drivhusgas, så kan en høj reduktion opnås ved lavere dosis af garvesyre end det der er nødvendigt for at hæmme ammoniak. Mikrobiologiske analyser af svinegylle tilsat garvesyre og fluorid viste, at stofferne generelt hæmmer mikroorganismernes aktivitet og vækst. Resultaterne fra laboratorieforsøgene viser således en markant effekt på både ammoniak- og metan-fordampning fra svinegylle, hvilket har dannet basis for udviklingen af en ny teknologi til behandling af gylle. Denne opfindelse blev efterfølgende afprøvet i pilot-forsøg i en svinestald. Til staldforsøgene blev der bygget en prototype af et system til behandling af gylle med garvesyre og fluorid. Som forventet var effekten af garvesyre og fluorid i staldforsøgene dog noget mindre end i laboratorieforsøgene. Ved det mest lovende staldforsøg blev der opnået reduktion af fordampning på ca. 30% for ammoniak (NH_3), ca. 50% for metan (CH_4), og ca. 80% for svovlbrinte (H_2S), som er en ildelugtende svovlforbindelse. Den samlede lugt, vurderet ud fra et lugt-indeks, blev reduceret med ca. 40%. Et forsøg viste desuden at der ikke kunne opnås øget effekt af garvesyre og fluorid ved at fjerne en del af tørstoffet (faste del) fra gyllen, inden den blev behandlet. Baseret på staldforsøgene kunne det konkluderes, at den nye teknologi virker i praksis i en svinestald, men at der er behov for mere forskning, udvikling og optimering for at gøre teknologien mere effektiv og omkostningsmæssig rentabel inden den vil kunne anvendes i landbruget. I projektet er der ansøgt om patent på opfindelsen, hvilket er et meget vigtigt skridt i forhold til at få implementeret teknologien. Der er derfor ikke indenfor projektperioden opnået de forventede effekter for henholdsvis grøn og økonomisk bæredygtighed som nævnt i projektansøgningen, men det vurderes at teknologien har stort potential, hvis den kan gøres billigere og mere effektiv.

Foruden opfindelsen af en ny teknologi til at reducere fordampning af ammoniak, metan og lugt fra svinegylle, så har projektet generelt givet en bedre forståelse af de mikrobiologiske og biokemiske processer, som fører til dannelse af ammoniak, metan og lugt fra svinegylle. Resultaterne fra projektet har resulteret i en række videnskabelige artikler publiceret i internationale tidsskrifter og er blevet præsenteret ved videnskabelige konferencer. Desuden har projektet resulteret i to Ph.d.-afhandlinger.

PROJEKTFORLØB OG ERFARINGER

Henrik Karring, Syddansk Universitet, var projektleder og dermed ansvarlig for at lede projektet og koordinere arbejdet mellem de forskellige arbejdsopgaver. Der blev jævnligt afholdt både projekt- og styregruppemøder, hvilket var vigtigt i forhold til at koordinere arbejdet og sikre projektets gennemførelse. De fleste møder blev afholdt som fysiske møder og skiftevist ved de forskellige projektdeltagere, hvilket var vigtigt idet nogle af parterne ikke tidligere havde arbejdet sammen. Møderne forløb fint og generelt var samarbejdet godt, inspirerende og produktivt. Det var en stor styrke for projektet at deltagerne havde forskellige kompetencer og baggrundsviden.

Der opstod naturligvis en række videnskabelige og tekniske udfordringer i projektet, men de blev alle løst på en sådan måde, at projektet kunne gennemføres. Der blev således ikke foretaget væsentlige ændringer i projektets indhold i forhold til den oprindelige plan. Dog har projektet taget længere tid end forventet, hvilket primært skyldes at nogle milepæle tog længere tid at nå end forventet. Desuden gav restriktionerne i forbindelse med COVID-19 pandemien en del udfordringer i den sidste del af projektet. Overordnet forløb projektet meget tilfredsstillende og der var et godt samarbejde mellem projektets deltagere.

KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING

I projektet blev der udviklet en ny metode til at screene for kemiske stoffer, som kan hæmme omdannelsen af urinstof til ammoniak. Der blev screenet ca. 70 stoffer og laboratorieforsøgene viste at en kombination af garvesyre og fluorid havde en god hæmmende effekt på fordampningen af ammoniak, metan og lugt fra svinegylle. I projektet blev der indsendt en patentansøgning på denne nye miljøvenlige teknologi til behandling af gylle. Pilotforsøg viste at teknologien også virker i en svinestald, men at effekten af den tilsatte garvesyre og fluorid ikke er lige så stor som observeret i laboratorieforsøgene. Det kunne således konkluderes, at der er behov for mere forskning, udvikling og optimering for at gøre teknologien mere effektiv og billigere inden den vil kunne anvendes i svineproduktioner. Foruden udviklingen af den nye teknologi til reduktion af fordampning af ammoniak, metan og lugt fra svinegylle, så har projektet givet vigtig ny viden om de mikrobielle og biokemiske processer, der fører til dannelse af ammoniak, metan og lugt i svinegylle. Projektet har resulteret i en del videnskabelige artikler publiceret i internationale tidsskrifter.

Hvis det lykkedes gennem forskning, udvikling og optimering at reducere de økonomiske omkostninger ved teknologien så den kan implementeres i landbruget, så vil det have en række interessante perspektiver for det danske fødevarerhverv i forhold til grøn og økonomisk bæredygtighed.

Minimere næringsstofoverskuddet: Teknologien reducerer fordampningen af ammoniak (og dermed kvælstof) fra svinegylle og derved får gylle en højere gødningsværdi, hvorved landmanden kan spare på forbruget af kunstgødning.

Begrænse klimapåvirkningen: Teknologien reducerer direkte fordampningen af metan fra gylle og dermed mindskes klimapåvirkningen fra svineproduktionen.

Forbedre dyrevelfærd og human sundhed: Teknologien reducerer fordampningen af forskellige ilde-lugtende stoffer som f.eks. sundhedsskadeligt svovlbrinte (H₂S) fra gyllen, og dermed bliver indeklimaet i svinestaldene bedre for dyr og mennesker. Desuden vil reduktion af ammoniak-fordampningen forbedre luftkvaliteten.

Samfundsøkonomiske effekter: Teknologien kan bidrage til en mere bæredygtig svineproduktion og en bedre udnyttelse af gyllen samtidig med, at det kan styrke Danmarks position indenfor udviklingen af grønne teknologier.

Projektets provenu: Teknologien kan bidrage til en bæredygtig og grøn omstilling, som på sigt kan øge Danmarks eksport af grønne og mere bæredygtige løsninger til dyreproduktion.

I den fremadrettede forskning og udvikling vil der blive fokuseret på at gøre teknologien mere effektiv og billigere, så den bliver økonomisk bæredygtig at implementere i svineproduktionen. I kombination med andre teknologier til håndtering og behandling af gylle vil den nye teknologi formodentlig kunne bidrage til at reducere klimapåvirkningen fra produktionen af husdyr.

FORMIDLING

Publikationer:

The molecular processes of urea hydrolysis in relation to ammonia emissions from agriculture. Jens Jakob Sigurdarson, Simon Svane, Henrik Karring. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 2018, 17: 241–258. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11157-018-9466-1>

Development of a M9-based urea medium (M9U) for sensitive and real-time monitoring of ureolytic activity of bacteria and cell-free urease. Jens Jakob Sigurdarson, Simon Svane, Henrik Karring. *Microbiology Open*, 2020, 9: e976. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/mbo3.976>

Inhibition of urease activity by different compounds provides insight into the modulation and association of bacterial nickel import and ureolysis. Simon Svane, Jens Jakob Sigurdarson, Friedrich Finkenwirth, Thomas Eitinger, Henrik Karring. *Scientific Reports*, 2020, 10: 8503. <https://www.nature.com/articles/s41598-020-65107-9>

Synergistic tannic acid-fluoride inhibition of ammonia emissions and simultaneous reduction of methane and odor emissions from livestock waste. Frederik R. Dalby, Simon Svane, Jens Jakob Sigurdarson, Morten K. Sorensen, Michael J. Hansen, Henrik Karring, Anders Feilberg. *Environmental Science & Technology*, 2020, 54: 7639-7650. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.0c01231>

Effect of tannic acid combined with fluoride and liginosulfonic acid on anaerobic digestion in the agricultural waste management chain. Frederik R. Dalby, Michael J. Hansen, Anders Feilberg, Steffen Kummel, Marcell Nikolausz. *Bioresource Technology*, 2020, 307: 123171. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852420304429>

Methanogenic pathways and delta C-13 values from swine manure with a cavity ring-down spectrometer: Ammonia cross-interference and carbon isotope labeling. Frederik R. Dalby, Andrea Fuchs, Anders

Feilberg. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 2020, 34: e8628.
<https://doi.org/10.1002/rcm.8628>

Sulfur transformations and methanogenic pathways in tannic acid-sodium fluoride inhibited and acidified livestock and sludge waste. Frederik R. Dalby, Marcell Nikolausz, Michael J. Hansen, Anders Feilberg (2021). Submitted to PLOS One.

Patentansøgning:

WO2020249268 – Mitigation of ammonia, odor and greenhouse gases. Henrik Karring, Simon Svane, Jens Jakob Sigurdarson Gade, Michael Jørgen Hansen, Frederik Rask Dalby, Anders Feilberg. Publication Number WO/2020/249268; Publication Date 17.12.2020; International Application No. PCT/EP2020/052622; International Filing Date 03.02.2020.

Radio- og TV-indslag:

D. 26/10 2015: DR P4 Radioavisen (kl. 12.00).

D. 16/07 2020: DR1 TV Avisen 21.00.

D. 17/07 til 04/08 2020: Radioavisen (DR P4 og P1 Radioavis); P4 Syd regionale nyheder (DR P4 Syd); P4 Esbjerg regionale nyheder (DR P4 Esbjerg); Radioavisen (DR P4 og P1 Radioavis); P4 Fyn regionale nyheder (DR P4 Fyn); Public Service, Grøn gylle og gensekventering (P1).

Læs mere om GUDP's projekter på www.gudp.dk