

Reduceret kvælstof fra økologiske kvægstalde



REDUCERET KVÆLSTOF FRA ØKOLOGISKE KVÆGSTALDE

Af Amparo Gomez Cortina og Mathias Andersen, AgroTech

AgroTech

- Institut for Jordbrugs- og Fødevarerinnovation

Om AgroTech

AgroTech er et Godkendt Teknologisk Serviceinstitut, der tilbyder forskningsbaseret rådgivning og teknologiske serviceydelser. AgroTech binder forskning og erhvervsliv sammen og skaber grøn udvikling, styrket innovation og konkurrencekraft i jordbrugs- og fødevarersektoren.

Vores strategiske fokusområder er:

- Biomasse og bioenergi
- Fødevarerinnovation
- Grønne livsmiljøer
- Miljøteknologi
- Planteteknologi.

Med dette fokus bidrager vi til en grøn omstilling i den danske jordbrugs- og fødevarersektor. Vi stiller en omfattende teknologisk infrastruktur til rådighed, og vi arbejder professionelt med innovationsprocesser og projektledelse.

Vi har ca. 90 medarbejdere på hovedkontoret i Agro Food Park ved Aarhus og i afdelingen på Københavns universitets campus i Taastrup.

Vi offentliggør løbende nyt om projekter, nye samarbejdspartnere, nye rapporter med mere på vores hjemmeside. Hold dig opdateret ved at tilmelde dig vores nyhedsbrev på www.agrotech.dk

Aarhus 2013

Thomas B. Olsen
Adm. direktør

INDHOLD

1. forord.....	5
2. Sammendrag	5
3. Baggrund.....	5
4. Arbejdspakker	6
5. Forsøg med forsuring af gylleoverflader og udlægning af skumdække.....	7
Materialer og metoder	8
Tøndeforsøg.....	9
Forsøg med mælkesyrebakterier.....	9
Resultater fra mælkesyre fermenteringen	10
Resultater fra tøndeforsøget.....	11
Diskussion	14
6. Omkostninger af behandlinger ved opskale ring.....	14
7. Gårdforsøg.....	15
Formål	15
Forsøgsdesign	15
Måleparameter (Åbn stald)	16
Opsætning af udstyr	16
Resultater.....	18
Konklusion.....	19
8. Referencer	20

1. FORORD

Projektet er gennemført med støtte af Kvægafgiftsfonden og NaturErhvervstyrelsen under innovationsloven. Gårdforsøget er muliggjort med hjælp fra landmand og vært Søren Hansen.

2. SAMMENDRAG

I projektet demonstreres tre innovative miljøteknologier, der kan anvendes i økologiske kvægstalde til reduktion af kvælstoftabet fra gødningen. Følgende teknologier er afprøvet i projektet:

- Gylleforsuring af gylleoverflader med fortyndet eddikesyre
- Skumudlægning over gylleoverfladen i gyllekanalen
- Forsuring af kvæggyllen med mælkesyrebakterier.

Effekten af disse tre teknologier er afprøvet i laboratorieforsøg. Skumudlægning på gylleoverflader viste sig ikke at være praksis mulig at implementere i fuld skala, da det ikke var muligt at finde et økologisk skumprodukt, der kunne holde konsistensen længe nok til at være effektiv. Forsuring af kvæggylle med mælkesyrebakterier er afprøvet under praksis nære forhold og simuleret i fuldskala vha. svovlsyreforsuring med tilsvarende pH som ved forsuring med mælkesyre. Det viste sig at være muligt at holde pH mellem 5-6 i over en måned i en kvæggylle forsuret med mælkesyrebakterier. Forsuring af spaltegulvet blev afprøvet på en malkekvægbesætning med forsuringssanlæg til forsuring af gyllekanalen. Der blev foretaget målinger med og uden forsuring af spalterne. Forsøget indikerer, at det er muligt at reducere ammoniakemissionen fra spalterne markant.

3. BAGGRUND

Projektets formål er at undersøge teknologier, der har potentiale til at reducere kvælstoftabet fra økologiske kvægbesætninger. Projektet understøtter endvidere økologiske kvægbrugeres muligheder for at blive miljøgodkendt i forbindelse med nybyggeri og udvidelse af stalde. Økologerne kan ikke anvende svovlsyre, idet svovlsyre ikke er tilladt ifølge økologireglerne. Der er derfor behov for at udvikle alternative og billige miljøteknologier til at reducere kvælstoftabet fra økologiske kvægstalde.

Ifølge miljøstyrelsens vejledende emissionsgrænseværdier skal ammoniakfordampningen fra stalde og lagre reduceres med 32-53 % ved etablering, renovering og udvidelse af stalde. Emissionsgrænsen er lavest for besætninger under 210 DE og lineært stigende op til 500 DE. Dette projekt har til formål at teste konceptet for de mest lovende miljøteknologier, der kan bruges til økologiske kvægstalde. Det er håbet, at disse teknologier på sigt kan komme på miljøstyrelsens teknologiliste, således at systemerne i sidste ende kan benyttes i forbindelse med en miljøgodkendelse. Metoderne forventes desuden at kunne reducere emissionen af metan og lattergas.

Forsuring af gyllen med svovlsyre er en anerkendt metode til at reducere ammoniakfordampningen i konventionelle husdyrbrug, men denne metode kan ikke anvendes på økologiske bedrifter, da brug af svovlsyre ikke er tilladt.

I en kvægstald kommer ca. 50 % af ammoniakemissionen fra gyllekanalen og de resterende 50 % fra spalterne. Ved at målrette teknologierne til begge kilder giver det større potentiale for reduktion af ammoniak.

Overbrusning af staldoverflader med fortyndet eddikesyre er en teknologi, der indtil nu kun har været afprøvet i svinestalde, men da der ikke er nogen væsentlig forskel på svine-urin og kvæg-urin, forventes en lignende effekt i kvægstalde. Der blev i svinestalden fundet en samlet reduktion i ammoniaktabet på 36 %, hvilket er højt, når man regner med, at 65 % af ammoniakemissionen kommer fra gyllekanalen i slagtesvine-stalde med fast gulv. (Andersen et al. 2009) (MST, 2009).

Skumoverdækning af en gyllekanal i en kvægstald har aldrig været prøvet før. Derimod er udlægning af forsuret skum over en gylleoverflade ved gylleudlægning på mark i 2008 blevet afprøvet af firmaet Thyregod i samarbejde med Aarhus Universitet. Her fandt man en reduktion i ammoniakemissionen på 85 %. (Nyord, T. 2008). Skummet forventes at have en markant effekt på lugtemissionen også, da skummet vil lægge sig som en barriere i grænselaget mellem væske og luft, der viste sig dog at være store problemer med vind, og teknologien er i dag ikke tilgængelig på markedet.

Det er en forholdsvis ny teknologi at benytte mælkesyrebakterier til at forsure gylle. Mælkesyre kultures evne til at stabilisere organiske produkter som mælk og ensilage har dog været kendt i årtusinder. I en laboratorieundersøgelse fra 2001 fandt tyske forskere en kraftig forsuringseffekt ved tilsætning af mindst 10 g sukker per kg gylle. (J. Clements et al. 2001).

4. ARBEJDSPAKKER

AP1: Afprøvning af den optimale dosering af syre og skum under laboratorieforhold. Dette foregik i AgroTech Miljølaboratorium på Koldkærgård i 60 liters tønder under simulerede staldforhold. Under denne arbejdsopgave blev der udviklet og afprøvet tre systemer med hhv. eddikesyre, mælkesyre og skum.

AP2: Forsøg med fermentering af gylle med mælkesyrekultur blev gennemført under laboratorieforhold. Kasseret mælk fra en malkekvægproduktion kan udnyttes som kulstofkilde til fermentering og forsuring af gylle. Der blev eksperimenteret med forskellige mælkesyrekulturer for at finde de stammer, der bedst kunne udnytte kulstofkilderne i gyllen.

AP3: Fuldskala forsøg på en kvægstald med forsuring af spaltegulvet og mælkesyrefermentering af gylle i pilotforsøg. Teknologien vil blive opsat i en repræsentativ kvægstald. Effekten af teknologierne blev her afprøvet i praksis. Ammoniakemission og kvælstofindhold i gyllen blev registreret og sammenholdt med en reference. Den samlede ammoniakemission fra stalden vil blive målt via online målinger af ammoniak, og data vil blive sammenlignet med emissionen fra en kvægstald uden spalteforsuring.

5. FORSØG MED FORSURING AF GYLLEOVERFLADER OG UDLÆGNING AF SKUMDÆKKE

Gylleforsuring er en teknologi, som i stigende grad udnyttes i husdyrproduktionen med henblik på at begrænse ammoniakfordampningen fra stalde, lagre og ved udbringning af gyllen. Forsuringen gennemføres normalt ved, at gyllen tilsættes svovlsyre i en udendørs procestank. Den forsurede gylle pumpes derefter retur til staldsystemet, mens en andel af den forsurede gylle pumpes til en lagertank. Undersøgelser har vist, at en effektiv forsuring kan føre til en reduktion af ammoniaktabet på over 40 % (Kai et al., 2008)(Andersen, 2013).

Omkostningerne ved forsuringen ville kunne reduceres markant, hvis det var muligt at skære ned på anlægsudgifterne og driftsomkostningerne. Ved udelukkende at fokusere på behandling af gylleoverfladen vil man teoretisk set kunne reducere omkostningerne til forsuring. På denne baggrund er der gennemført en undersøgelse af et gyllebehandlingssystem, der kan implementeres i stalden og som kun behandler gylleoverfladerne. Da ammoniaktabet sker via gyllens overflade, burde et sådan system være tilstrækkelig til at sikre en effektiv begrænsning af ammoniakfordampningen fra gyllen.

I økologisk produktion er det som sagt ikke tilladt at bruge svovlsyre til forsuring af gylle, derfor har vi i dette projekt valgt også at afprøve alternative organiske forsuringsmidler.

Undersøgelserne blev gennemført under laboratorieforhold som bedst muligt simulerede en gyllekanal under en kvægstald med henblik på at gennemføre sammenlignende undersøgelser af forskellige behandlinger af gyllens overflade for at begrænse ammoniakemissionen.

Følgende behandlinger blev udvalgt forud for forsøgets start:

- Svovlsyre
- Eddikesyre
- Brandskum med/uden eddikesyre
- Skum produceret af brunsæbe med eddikesyre

Eddikesyre omdannes 100 % til CO₂ og vand i løbet af få dage og har derfor ikke nogen lang tids påvirkning af økosystemet. Tilsætning af fortyndet eddikesyre sænker pH gylleoverfladen til ca. 5, hvorefter pH hurtigt stiger som følge af fortynding og omsætning. Den samlede pH i gyllen vil kun i ringe omfang blive påvirket af overfladeforsuringen. Forsuret gylle forventes dog at have en positiv indflydelse på planteproduktionen, da de fleste planter trives bedst ved pH-værdier omkring 7, hvor næringssaltene bliver lettere tilgængelige for planterne. Et sammendrag af 26 forsøg med markforsuring af gylle til vinterhvede viser et merudbytte på gennemsnitligt 1 hkg pr. ha og en stigning i kvælstofudnyttelsen i gylle på 4 pct. enheder. (Planteavl/orientering – 169).

Overdækning af gylleoverfladen med et kraftigt lag af skum vil hæmme fordampningen af ammoniak og andre skadelige gasser. Skumlaget kan bl.a. laves ud fra et organisk brandslukningssskum, som er 100 % biologisk nedbrydelighed. Skummet sprøjtes ud over gyllen i et punkt i ringkanalen og bliver ført med rundt i hele kanalen, hvor det ligger sig som et låg over gyllen og begrænser emissionen. Skummet kan holde sig på overfladen i ca. et døgn, hvorefter nyt skum skal påføres. Problemet med det organiske brandskum er imidlertid, at indholdsstofferne ikke kan produceres økologisk.

Skumlaget kan også laves af økologiske sæbeprodukter, hvilket også vil blive afprøvet i laboratoriet. Udlægning af skum i forbindelse med gylleudlægning har også vist en reduktion af lugtstoffer. Sæbe kan i princippet produceres 100 % økologisk, men det har vist sig uforholdsmæssigt dyrt. Desuden holder sæbeskum ikke mere end nogle få timer og er ydermere basisk.

Formålet med undersøgelsen var at fastlægge mulighederne for at benytte effektiv og økonomisk konkurrencedygtige alternative behandlingsstrategier til reduktion af ammoniakfordampningen i en moderne økologisk malkekvægproduktion.

Materialer og metoder

Forud for forsøget blev der indhentet frisk kvæggylle fra en økologisk malkekvægsbesætning. Gyllen blev homogeniseret og fordelt i ti ens 63 liters tønder med 42 kg gylle i hver. Tønderne fungerede som dynamiske emissionskamre bestående af plastbeholdere udstyret med et tætsluttende låg (fig. 1). Gyllehøjden var i hver beholder 40 cm, og over gyllen var der 20 cm frirum. Under hele forsøget blev hvert kammer ventileret med kontinuerligt luft flow på 1,8 l luft per minut for at simulere luftudskiftningen over gylle i en gyllekanal.



Figur 1. Foto af det dynamiske emissionskammersystem bestående af ti lukkede plasttønder, som hver blev tilført 42 l frisk homogeniseret økologiske kvæggylle. Hvert af de enkelte kamre blev ventileret med 1,8 l luft per minut.



Figur 2. Foto af forsøget med overdækning af gylle med brandskummet.

Tøndeforsøg

Første del af forsøget var at undersøge effekten af doseringshyppighed og dosis-effekt for niveauerne af de forskellige behandlinger. Disse undersøgelser gav et billede af den nødvendige doseringsintensitet.

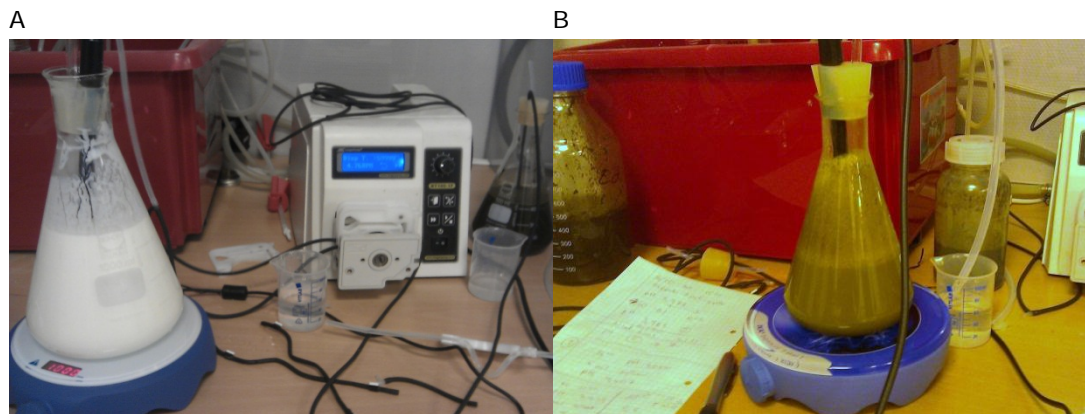
Efter tilførelse af omrørt kvæggylle til hvert emissionskammer blev kamrene lukket, og ventilationen og emissionsmålingerne påbegyndte. Online måling af ammoniakkoncentration blev startet op en uge før, behandlingen påbegyndte for at fastlægge emissionsniveauet fra de ikke behandlede gylletønder og for at sikre ens forhold i hvert emissionskammer. Herefter startede behandlingerne med en manuel daglig tildeling af additiver. Hver behandling blev gennemført med to gentagelser. Svovlsyre behandling af gyllen blev kun foretaget dag 1. Der blev tilsat svovlsyre indtil gyllen fik en pH på under 5,5. pH blev løbende målt, og den holdte sig stabil gennem hele forsøget. Acetat blev tilført tre gange dagligt, og de to skumprodukter blev tilført en gang dagligt.

Forsøg med mælkesyrebakterier

Som alternativ svovlsyre forsuring blev også mælkesyrebakterier undersøgt til forsuring af gylle. Mælkesyrebakterier har minimal konkurrence fra andre mikroorganismer i et medium med et pH på under 4,5. Derfor er sandsynligheden for at holde pH stabil højere, hvis pH til en start reduceres vha. mælkesyre. Forsøget viste, at det er muligt at forsure gylle vha. mælkesyrebakterier, men det er kompliceret at opskalere til fuldskala bl.a. pga. svingende temperaturer. De fleste stammer af mælkesyrebakterier er tilpasset temperaturer over 15 grader. Som startkultur tilsættes kærnemælk indeholdende *Lactococcus lactis*, *Lactococcus diacetylactis* og *Lactococcus cremoris* samt en kulstofkilde i form af laktose. Desuden tilsættes Pig Stabiliser 600 består af yderligere tre hurtige lactobacillus stammer.

Forsøget blev startet op med en helt ren mælkesyre kultur, og derefter gradvist tilsat mere og mere gylle. Frisk gylle blev fremstillet ved at anvende kvægæces på køl tilsat kemisk urea lige før brug. Der blev tilsat frisk gylle ca. hver anden dag over en måned.

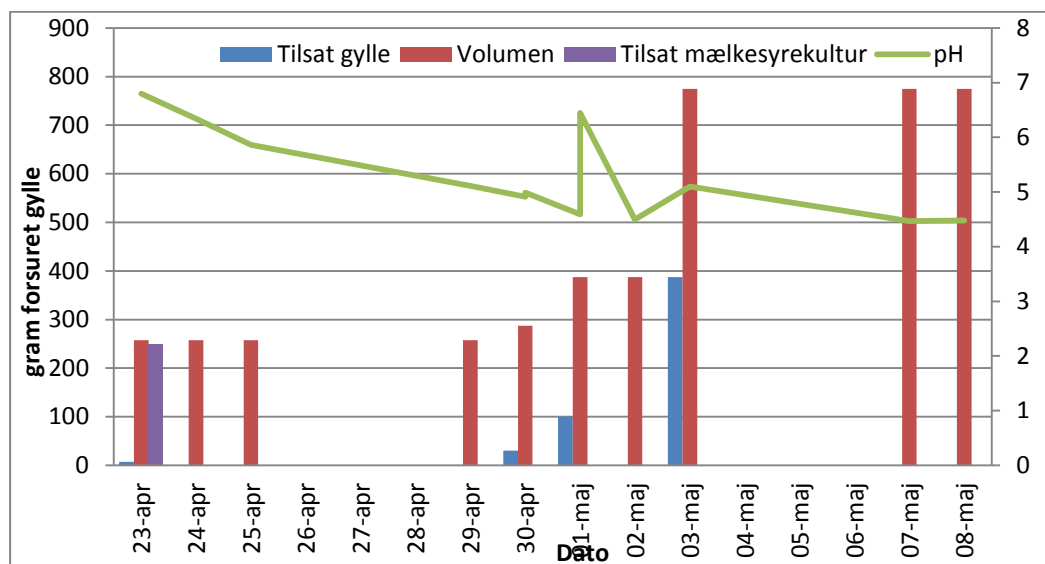
Det blev kun tilsat mælkesyrekultur, hvis pH kommer over 6. pH samt temperatur blev logget dagligt under hele forsøget. Da kærnemælk indeholder en del mælkesukker svarede den endelige sukkerkoncentration til ca. 10 g/l, hvilket svarer til tidligere forsøg med mælkesyrefermentering af gylle, (J. Clements et al. 2001). Fremtidige forsøg skal vise, om der er et passende overskud kulstof i frisk kvæggylle til at danne mælkesyre nok til at holde pH stabil uden tilsætning af en ekstern kulstofkilde.



Figur 3. Foto af forsøget med mælkesyrebakterier. Foto A viser et forforsøg, hvor vækst medium er syrnede mælk. Foto B viser forsøget efter en uge, hvor medium er podet med gylle.

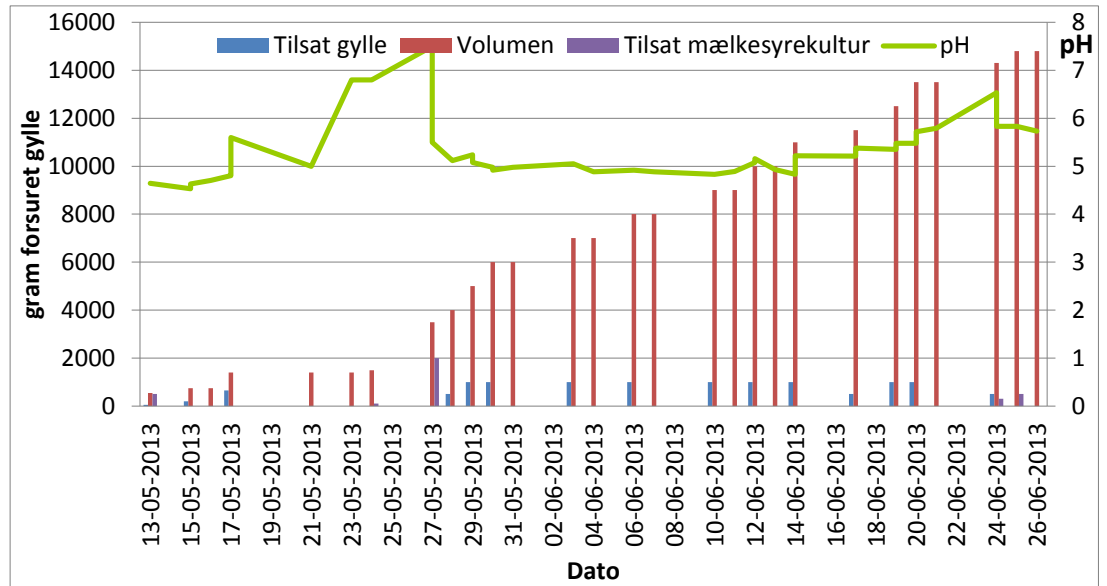
Resultater fra mælkesyre fermenteringen

Det første forsøg med tilsætning af gylle til en mælkesyre kultur blev gennemført i en glaskolbe i laboratoriet ved en temperatur på 21 grader og en maksimal volumen på 750 ml., se figur 3. Det endelige produkt fra dette forsøg indeholdte ca. 30 % mælkesyrekultur. Denne adapterede kultur blev brugt som podemateriale for et opskalleret forsøg uden udendørs temperaturer.



Figur 4 viser tilsætning af gylle og mælkesyrekultur og den responderende pH.

I det opskallerede tøndeforsøg var temperaturen i den første periode omkring 10 grader men den 27. maj til den 26. juni lå gennemsnitstemperaturen mellem 14-15 grader. De lave temperaturer i starten af forsøget kan have været årsagen ringe vækst af mælkesyrebakterier med stigende pH til følge.



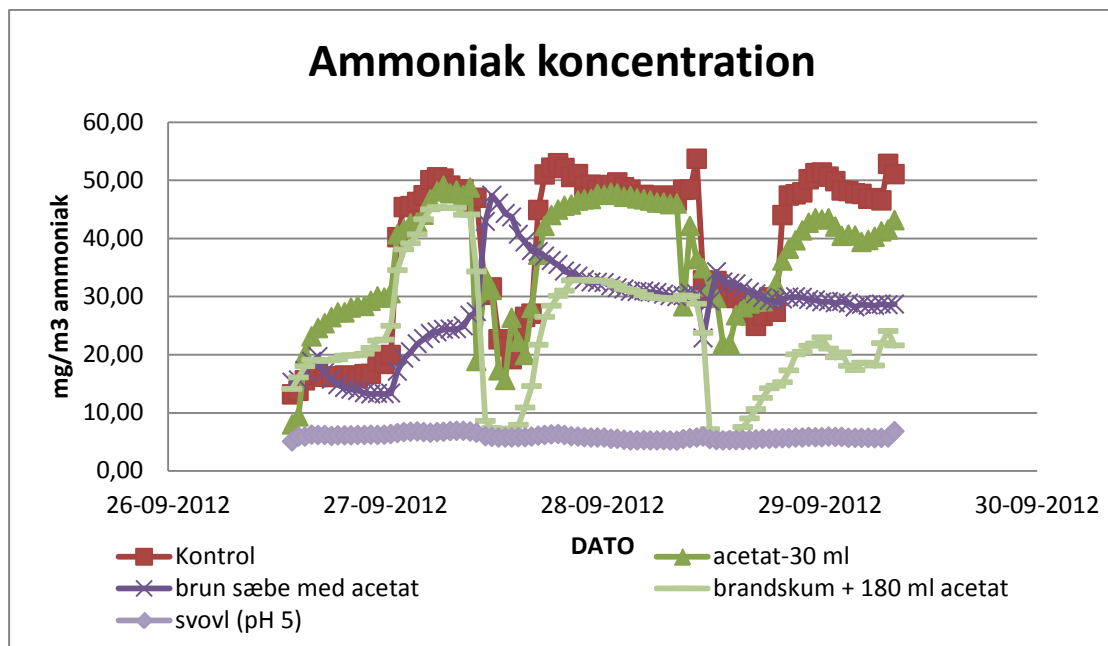
Figur 5 viser mængden af tilsat gylle og mælkesyrekultur og den resulterende pH.

Som det kan ses ud fra ovenstående diagram, har vi med forsøget bevist, at det er muligt at holde pH mellem 5-6 i over en måned ved udelukkende at tilføre kvæggylle til en gylle forsuret af mælkesyrebakterier.

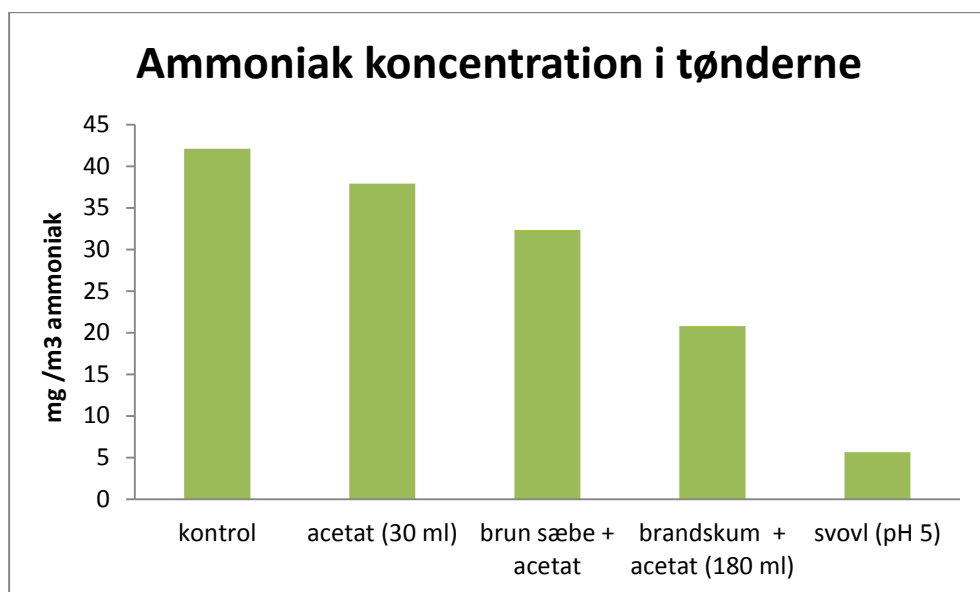
Resultater fra tøndeforsøget

I løbet af måleperioden blev koncentrationen af ammoniak i henholdsvis den ind- og udgående luft automatisk og kontinuerligt bestemt med online multigas monitor system (Model 1312, INNOVA). I dette forsøg er kun de målte koncentrationer af ammoniak opgivet, da luftskiftet i alle tønder var ens under hele forsøget. Ammoniakkoncentrationen er således proportionel med ammoniakemissionen og bruges til at sammenligne effekten af de udvalgte additiver over tid.

Den ammoniakreducerede effekt af at behandle overfladen af kvæggylle med de forskellige behandlinger er vist i figur 4. Den daglige ammoniakkoncentration fra gyllen udgjorde inden behandlingens start omkring 50 mg/m^3 ammoniak. Umiddelbart efter behandlingens start faldt ammoniakkoncentration med behandling af brandskum med eddikesyre, brun sæbe med eddikesyre og svovlsyre (Fig. 4). Eddikesyren (1 %) reducerer ammoniakkoncentration, men bliver hurtig nedbrudt. Eddikesyre tilsættes derfor tre gange om dagen og kun i dagtimerne.

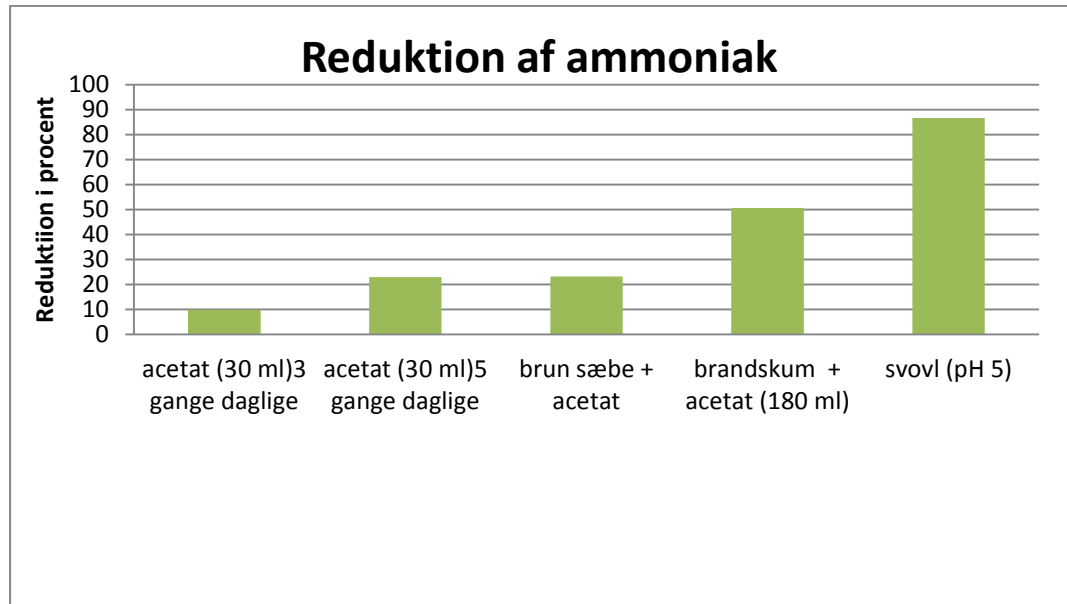


Figur 6. Resultater fra tøndeforsøget over 2 dage. I grafen vises påvirkning af ammoniakkoncentrationen efter tilsætning af additiver.



Figur 7. Gennemsnitlige resultater fra hovedforsøg

Denne undersøgelse, der foregik ved kontinuerlig behandling over tre dage under naturlige forhold viser, at det var muligt at reducere ammoniakemissionen fra gylleoverfladen med 10 % vha. eddikesyreoverbrusning, 23 % ved udlægning af sæbeskum og eddikesyre (også 180 ml), 50 % med en kombination af eddikesyre og brandskum og hele 86 % ved gylleforsuring med svovlsyre til pH 5,2. (figur 8).



Figur 8. Reduktion af ammoniak ved brug af de forskellige additiver.

	Kontrol	Acetat (3 gange daglige)	Brunsæbe med Acetat (180 ml)	Brandskum med acetat (180 ml)	Svovlsyre
[Sulfid] inden tilsætning af stoffer (ppm)	0	0	0,006	0,64	0,15 ¹
[Sulfid] lige efter tilsætning af additiver (ppm)	0	0	0	4	0,03 ¹
pH	6,8	6,8	6,8	6,8	5

Table 1. Koncentrationer af sulfid ved brug af de forskellige additiver.

¹Svovlsyre tilsættes kun en gang inden forsøget, men Sulfid blev målt ved tilsætning af additiver i de andre tønder.

Det ses, at skumprodukterne har en positiv effekt på lugtstoffet sulfid.

	Kontrol	Acetat (3 gange daglige)	Brunsæbe med Acetat (180 ml)	Brandskum med acetat (180 ml)	Svovlsyre
Lattergas (mg/m ³) Gennemsnittet over periode	0,4	0,5	0,4	1,15	0,45

Table 2. Koncentrationer af latter gas ved brug af de forskellige additiver

Brandskummed acetat syntes at have en negativ indvirkning på lattergasemissionen.

Diskussion

Sammenlignet med svovlsyre så er de øvrige additiver mindre effektive. Svovlsyrebehandling har den fordel, at syren blandes i hele gyllen, hvor det reducerer hele gyllens pH. Da svovlsyre ikke er en mulighed i økologisk produktion, er en kombination af overdækning i gylleoverfladen med skum og tilsætning af eddikesyre på gylleoverfladerne den mest effektive teknologi. I laboratorieforsøget blev eddikesyres effekt afprøvet direkte på en gylleoverflade samt den samlede effekt af et skumlag iblandet eddikesyre. Effekten var ikke overraskende højere ved en kombination af skum og syre, sandsynligvis fordi skummet holder syren på overfladen i længere tid og virker som en aktiv barriere for ammoniakemission. Som det kan ses i figur 6, reduceres emissionen til samme niveau som ved svovlsyreforsuring men dog kun i få timer.

En forsuret skumoverdækning i en gyllekanal ville være oplagt at afprøve i fuld skala. Det er dog ikke muligt at få tilladelse til at bruge skumprodukterne i en økologisk produktion, da de ikke findes på pluslisten over tilladte økologiske produkter.

6. OMKOSTNINGER AF BEHANDLINGER VED OPSKALE RING

Alle omkostninger til additiver er beregnet på basis af laboratorieforsøget. Det er muligt, at der vil forekomme nogle justeringer, når der skaleres op til gårdniveau. Til beregninger anvendes et spalteareal pr. ko i en økologisk besætning svarende til 3,6 m².

- Tilsætning af 250 ml eddikesyre (10 %) per m² spalteareal 5 gange om dagen hver tredje timer: 547,5 kr./ko. år. (80 % eddikesyre, 3 kr. literen)
- Overdækning af gylleoverfladen med skum (14,4 kg sæbe/m²) en gang om dagen: 475 kr./ko. år. (25 kr. kg sæbe, 30 %).
- Svovlsyre forbrug pr ko: 7kr./m³ gylle- store racer 25 m³ gylle/år. Ko. Additiv omkostninger: 175 kr./ko. år.

Nyeste resultater fra VERA verifikation af JH-forsuring til kvæg finder, at gennemsnitsprisen for gylleforsuring med svovlsyre er 185 kr./dyr/år. (Andersen, 2013).

	Eddikesyre	Skum	Skum i kanalen plus eddikesyre på spalterne	Svovlsyre
Pris	3 kr. liter (80 %)	25 kr. Kg sæbe (30 %)	--	7 kr./m ³ gylle
Omkostninger af additiver (kr. /ko · år)	547,5	475	1022,5	175
Effekt (reduktion af ammoniak i %)	23	23	ukendt	90

Tabel 3. Priser af additiver samt ammoniak reduktion under forsøgsforhold.

Ifølge DCA (Hansen, M.J. et al, 2012) er investeringsomkostninger til et forsøringsanlæg 15.167 kr./ko (på en besætning med ca. 132 køer). Brug af eddikesyre samt skum kan reducere investeringsomkostninger, men omkostningen til additiver vil være højere.

Der er penge at spar på det kvælstof, der tilbageholdes i gyllen. (Værdi af kvælstof er ca. 6 kr./kg). Fremtidige målinger vil vise, hvor meget kvælstof der kan tilbageholdes i gylle ved brug af fx spalteforsuring. Da økologiske landmænd ikke har mulighed for at tildele deres marker kunstgødning, kan tilbageholdelsen af kvælstof i gylle direkte omregnes til et merudbytte på marken.

7. GÅRDFORSØG

Følgende afsnit beskriver forsøg med forsuring af spalterne i et fuldskala gårdforsøg. Teknologien til forsuring af spalterne er blevet udviklet af Jørgen Hyldgaard Staldservice A/S.

Formål

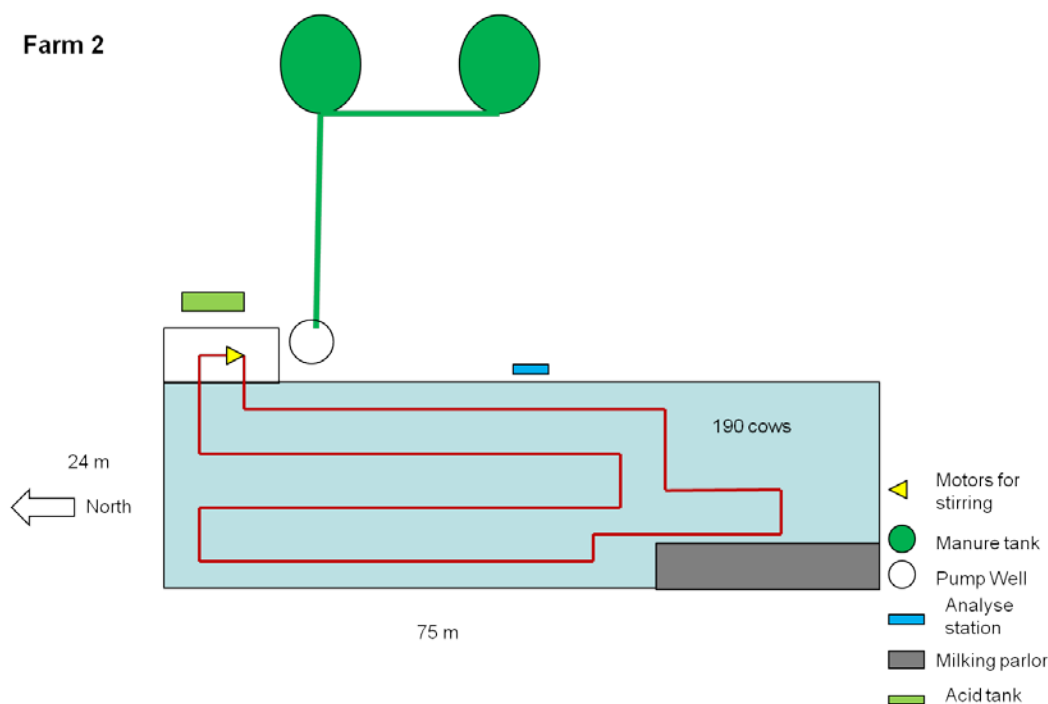
Undersøgelse af ammoniakreduktionen ved daglige skrabninger og forsuring af spalteoverfladen med eddikesyre i en kvægstald. Undersøgelsen gennemføres i en kvægstald med gylleforsuring og ringkanal.

Skrabning og forsuring af spalter har den fordel, at spalterne bliver holdt rene og pH sænkes, hvorved ammoniakemissionen mindskes. Spalteskraberens har i sig selv den funktion, at den skubber faste klumper af gylle ned gennem spalterne til gyllekanalen. Der er imidlertid ofte indtørrede områder, som ikke kommer med. Desuden mindsker en spalteskraber ikke det våde areal, hvorfor effekten på ammoniakemission er begrænset. Tilsætning af syre på spalteoverfladen har ud over den pH sænkede effekt også den fordel, at udtørrede områder iblødsættes, og derfor nemmere kan fjernes af skraberens.

Forsøgsdesign

Forsøget er gennemført i en konventionel kvægstald med ringkanal og gylleforsuring.

Pga. forsinkelser i forbindelsen med udviklingen af syreskraberens blev konceptet afprøvet med en simuleret udgave af skraberens. Der er gennemført emissionsmålinger over 14 dage hver med seks daglige skrabninger. Tildeling af eddikesyre på spalterne blev udført manuelt og dysset ud vha. en rygsprøjte. Tildelingen blev udført over en hel dag umiddelbart efter hver af de 5 daglige skrabninger. Behandlingen startes kl. 8 og sluttet kl. 16 med en behandling hver anden time. Der doseres 1,2 kg 80 % eddikesyre (1,25 L) per behandling af hele stalden (525 m² spaltegulv). Syren fortyndes op med 30 liter vand til en endelig koncentration på 3,2 % syre. Det giver ca. 30 ml syrevæske per m². Rygsprøjten leverer 500 ml/min., hvilket betyder, at spaltegulvet kan forsures i løbet af en time. På *Figur 13* ses en plantegning af den stald, hvor forsøget forgik.



Figur 9 viser en plantegning over den besætning, hvor forsøget blev gennemført.

Ammoniakkoncentrationen er målt med en fotoakustisk gasmonitor, og emissionen er beregnet på baggrund af CO₂-balancen. For yderligere information omkring forsøgsdesign henvises til VERA-protokol for staldsystemer eller (Andersen, 2013).

Resultatet af disse målinger er i denne rapport sammenlignet med emissionsniveauet uden forsurening af spalteoverfladerne. I begge tilfælde er gyllen i ringkanalen forsuret og spalterne skræbede. Udover ammoniak emissionsmålinger er luftfugtighed, temperatur, vindretning mv. registreret i måleperioden.

Forud for forsøgets blev der indgået et samarbejde med en landmand, der ønsker at installere udstyr til tilsætning af eddikesyre på spalteoverfladen. Da eddikesyre er hurtigt nedbrydelige, kunne der laves målinger med og uden teknologien, forskudt med en dages mellemrum i sammen stald.

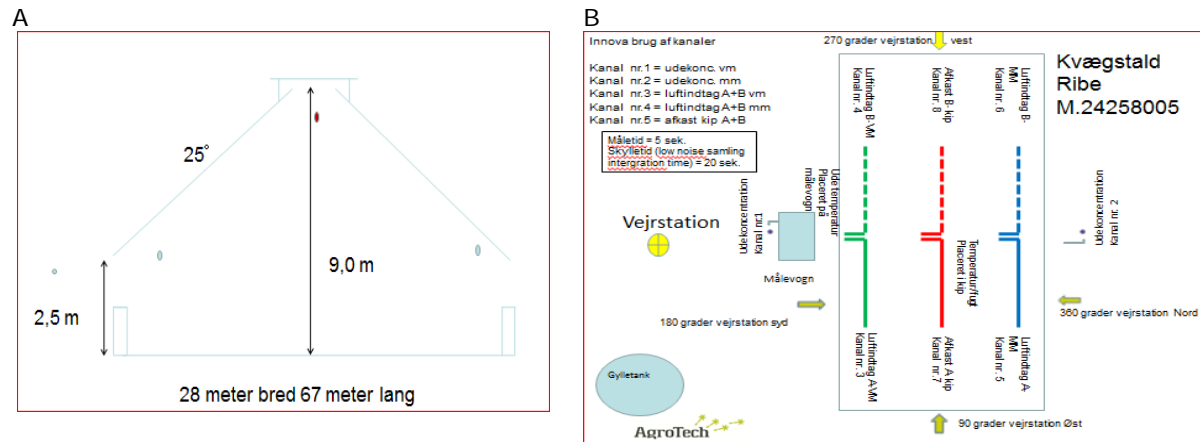
Måleparameter (Åbn stald)

- Luftsifte i stalden – CO₂ balance metode
- Koncentration af NH₃, CO₂, N₂O, CH₄ – Fotoakustiske gassensor
- Vindhastighed og -retning – Veng system
- Temperatur og luftfugtighed.

Opsætning af udstyr

Forud for målekampagnerne start er der monteret et målesystem til bestemmelse af gaskoncentrationerne i henholdsvis ind- og afgangsluften fra stalden. Gaskoncentrationerne bestemmes ved løbende at måle gaskoncentrationer i luftindsuget i et ca. 20 m

bred bælte på langs af stalden i henholdsvis staldens sider og kip samt i luften udenfor stalden (Figur 13).

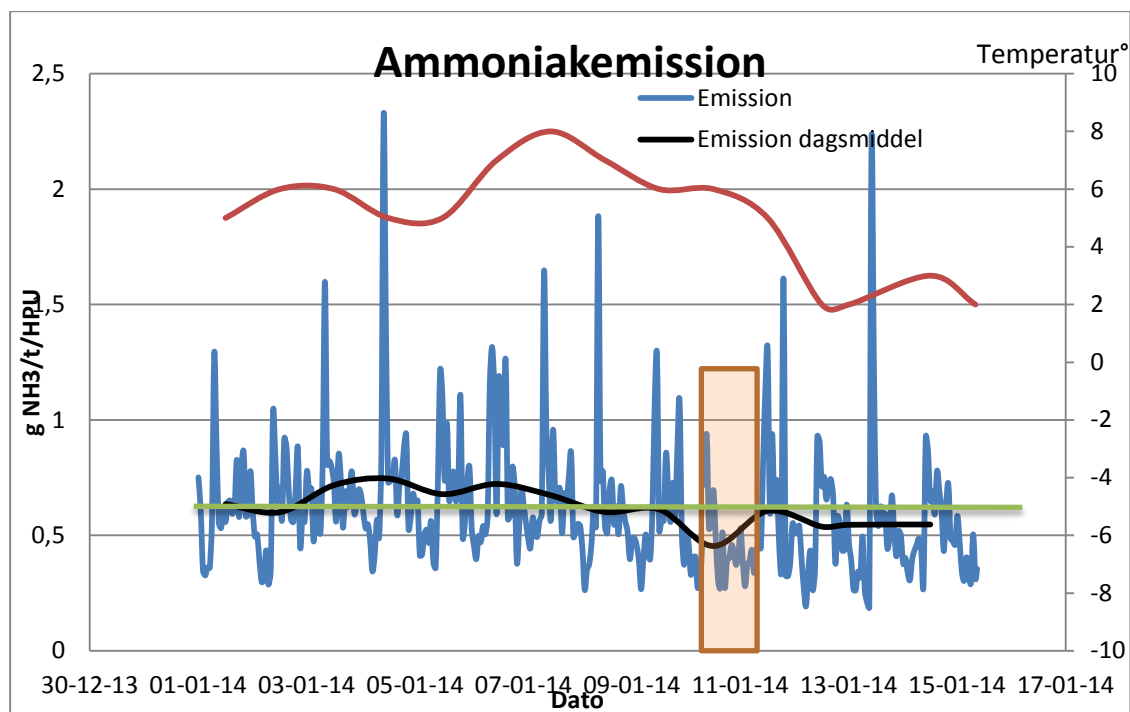


Figur 10. Eksempel på placering af sugeslanger inden- og udenfor stalden. Til venstre ses et horisontalt snit af stalden (A), til højre ses et vertikalt snit af placeringerne (B). Luftindsamlingen i stalden finder sted i et ca. 20 m bredt bælte på langs af stalden ved hjælp af luftindsug gennem perforerede FEB luftslanger.

Gaskoncentrationerne i den udtrukne luft bliver automatisk og kontinuerligt bestemt i hele måleperioden ved en infrarød fotoakustisk multi-gas samler (INNOVA). Perioderen for stort luftskifte bliver udeladt af beregningerne grundet måleusikkerhed.

Resultater

Herunder data fra fuldskala forsøg med og uden spalteforsuring.



Figur 11 viser emissionen af ammoniak fra stalden med og uden spalteforsuring. Den røde kurve viser udendørstemperaturen og den blå ammoniakemissionen. Den grønne streg illustrerer gennemsnitsemmissionen over de 14 dage, mens den sorte tendenslinje er udtryk for middel emissionen over en dag. Den orange firkant indrammer tidsrummet, hvor spalterne blev forsuret.

Den gennemsnitlige reduktion ved brug af skraber er udregnet til 27 %. Emissionen fra stalden uden spalteforsuring ligger på 0,63 g NH₃/t/HPU, hvilket ikke ligger langt fra tidlige gennemsnitlige vintermålinger fra samme stald. I forbindelse med en VERA-verifikation af JH-forsuring blev der målt en emission på 0,78 g NH₃/t/HPU i en periode med tilsvarende gennemsnitstemperatur omkring 5-6 °C. I farmtest 21 blev den gennemsnitlige emission fundet til at være 20 g NH₃/dag/ko om vinteren. Det svarer til ca. 0,6 g NH₃/t/HPU (Zhang et al. 2004). Nyere målinger fra danske malkekvægstalde med ringkanal og automatiseret skrabesystem viser en ammoniakemission på 15,2 kg NH₃/ko/år i gennemsnit for hele året svarende til ca. 1,5 g NH₃/t/HPU (Hansen et al., 2012).

Emissionen i døgnet efter spalteforsuring lå på 0,46 g NH₃/t/HPU. Ser man på temperaturkurven sammenlignet med dagsgennemsnittet for ammoniakemission, er det tydeligt, at der er en sammenhæng. Der er ligeledes tydeligt, at emissionen efter spalteforsuring dykker kraftigt. Dette sker på et tidspunkt, hvor gennemsnitstemperaturen over et døgn er over middel, hvorfor faldet i ammoniak emission ikke kan forklares pga. temperaturen.

Det forventes, at en automatisering af teknologien vil føre til en højere reduktion, da det dels er muligt at fordele syren mere jævnt og dels kan forsure hele døgnet. Effekten er sandsynligvis også højere om sommeren, hvor emissionen fra spalterne grundet temperaturen er højere.

Disse målinger skal ses som en første afprøvning af konceptet. Det er ud fra disse data ikke muligt at udtale sig med nogen form for statistisk sikkerhed omkring reduktionen. Der er behov for yderligere test over længere tid og på forskellige tidspunkter af året.

Konklusion

På baggrund af denne screening kan vi se en tendens til, at forsuring af spalterne i forbindelse med skrabning har en positiv effekt på ammoniakemissionen. Undersøgelsen peger på, at reduktionen sandsynligvis ligger omkring 25 % i forhold til samme stald uden syreskrab. Der er planlagt nye test med automatiseret syreskraber, der med større sikkerhed vil vise, hvor stor en reduktion man kan forvente ved brug af spalteforsuring.

8. REFERENCER

Kai, P., Pedersen P.; Jensen, J.E.; Hansen, M.N.; Sommer, S.G.. 2008. A whole-farm assessment of the efficacy of slurry acidification in reducing ammonia emissions. *European Journal of Agronomy* 28: 148-154

Hansen, Michael Jørgen; Nyord, Tavs; Jensen, Peter K.; Melander, Bo; Thomsen, Anthon; Poulsen, Hanne D.; Lund, Peter og Andersen, Lillie. Miljøteknologier i det primære Jordbrug- Driftsøkonomi og Miljøeffektivitet. DCA Rapport nr. 012. November 2012. Aarhus Universitet AU DCA- Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug.

Hansen, M. N., Kai, P., Madsen, B. E., Hansen, P., Zhang, G.-Q., & Jan Ove Johnsen. (2012). Ammonia emission from naturally ventilated dairy cow buildings - Environmental effect of slats and pit cleaning.

Guo-Qiang Zhang og Jan S. Strøm, Arne Grønkjær Hansen, Anja Juul Freudendal og Jan Brøgger

Rasmussen. (2004). Emission af ammoniak og drivhusgasser fra naturligt ventilerede kvægstalde FarmTest kvæg nr. 21 – 2004.

Mathias Andersen. (2013). Test report: JH-FORSURING NH4+ for cattle . DANETV: http://www.etv-danmark.dk/landbrug/emissioner_fra_stalde.html

Mathias Andersen, Tove Serup. (2009). Reduktion af kvælstoftab fra økologiske staldsystemer.

https://www.landbrugsinfo.dk/Oekologi/Svin/Produktionsstyring/Sider/Reduktion_af_kvaelstoftab_fra_oekologisk.aspx

Miljøstyrelsens BAT-blade. (2011). BAT-blad om Svovlsyrebehandling af gyllen i slagtesvinestalde ,Version: 2. Udgave.

www.mst.dk/.../Slagtesvin_svovlsyrebehandlingafgylle_version3.pdf

Nyord, T. 2008. Ammoniaktab fra svinegyلة ved anvendelse af Biocover.

Aarhus Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet.

J. Clements, S. Bergmann and R. Vandre. 2001. Reduced ammonia emission from self-acidification with organic supplements

Planteavl/orientering – 169. 2013. Stor udbyttevariation ved forsuring af gylle til vinterhvede.

https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Goedskning/Husdyrgoedning/Udbringning/Sider/udbyttevariation-forsuring-af-gylle-til-vinterhvede_pl_po_13_169.aspx