

Den miljøvenlige, sukker-sure gylle

Landbrugets skadelige ammoniakudledning til luften kan sænkes med op til 70% ved at tilsætte sukker til gyllen. Indtil videre indikerer de nyeste forskningsdata, at sukker-forsuringen er et rigtig godt alternativ til den svovlsyre-forsuring, der benyttes i dag. Det kan blive til stor glæde for bl.a. den økologiske landmand og diverse biogasanlæg.

Af Maibrith Hjorth og Anders Peter S. Adamsen, Institut for Ingeniørvidenskab, Aarhus Universitet

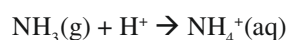
Hælder du sukker i sovsen derhjemme, bliver sovsen sød. Men har du gylle i gryden, kan gyllen i stedet blive sur. Og henter du græs fra græsplænen og putter det i gryden med gylle, kan det samme ske. I gyllen kan græssets kulhydrater nemlig nedbrydes til forgærbare sukre, som i gyllens iltfrie forhold omsættes af gyllens mikroorganismer til eddikesyre og mælkesyre.

Landbrugets ammoniakudledning har stor negativ indvirkning på Danmarks planteliv og biodiversitet i kvælstof-følsomme arealer. Samtidig ville landmanden ønske, at han blot kunne beholde ammoniakens kvælstof til at gødske sine afgrøder.

Derfor er der stor fokus på at udvikle miljøteknologier til at mindske afdampningen af ammoniakken. Blandt de mest udnyttede er svovlsyre-forsuring af gyllen, som mindsker andelen af den let-afdampelige ammoniak i gyllen. Indtil videre indikerer data, at sukker-forsuringen er et lovende alternativ til svovlsyre-forsuringen.

Hvorfor sænkes ammoniakudledning ved forsuring?

Udledning af ammoniak sænkes ved forsuring, fordi den gasformige ammoniak omdannes til væskeformig ammonium:



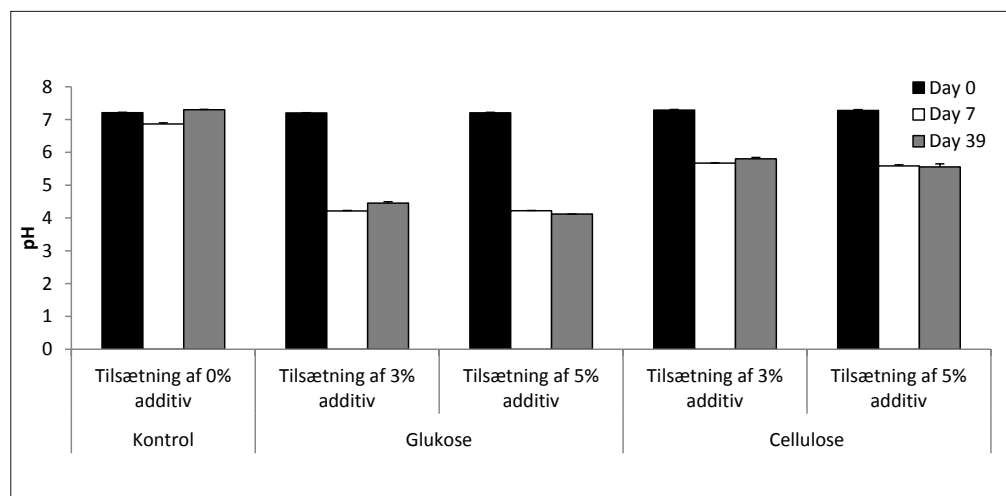
Ved gyllens normal-pH omkring 7,2 foreligger ca. 1 procent som ammoniak. Som ammoniakken afdampes under de mange håndteringer af gylle, forskydes ligevægten mod dannelse af mere ammoniak, og mere kan afdampe. Resultatet bliver, at der typisk afdamper op til 40% af gyllens ammonium, fra den er produceret i stalden, til den er udspremt på marken. Sænkes pH til 5,6 foreligger kun ca. 0,02% som ammoniak; og 0,001% ved pH 4,2.

Altså falder ammoniak-udledningen voldsomt ved at reducere gyllens pH-værdi.

Observationer i svinestalde med svovlsyre-forsuring til pH 5,5 viser, at ammoniakudledningen dermed mindskes med ca. 70%. Eftersom det centrale for reduktionen af emissionen er pH-værdien, og ikke typen af syre, forventes det at være uden betydning for emissionen, om syren er den typisk anvendte svovlsyre, eller om det er de syrer, som kan dannes fra sukker.

Kan sukker virkeligt forsure gyllen?

For at undersøge, om organiske syrer faktisk kan dannes af bakterier fra sukker i gyllen, er der på Aarhus Universitet i løbet af 2014-2015 blevet gennemført en lang række behandlinger af gylle i laboratoriet i små 0,3 L beholdere. Kvæggylle er blevet tilført forskellige doser af mælkesyre-producerende bakterier, hydrolyserende enzymer, glukose, cellulose, stivelse og forskellige biomasser som melasse, majsensilage og halm. Titrering af gyllen med saltsyre blev anvendt som rettesnor for doseringerne. Gylle og additiver blev delvist udskiftet løbende for at simulere forholdene i staldens gyllekanal. Både pH og gyllens sammensætning blev løbende observeret.



Figur 1. Tilsætning af glukose eller cellulose til gylle sænker pH-værdien til 4,2 eller 5,6. Dette skyldes omdannelse af glukose til mælkesyre, og omdannelse af cellulose til eddikesyre og propionsyre. Niveaueret kan holdes stabilt i mere end fire uger.



Microscope accessory with counter-rotation

The World's Most Versatile Platform for Rheological Measurements

The Discovery Hybrid Rheometer combines the most accurate rheological measurements with the most extensive line of easy-to-use environmental systems and accessories, ensuring you have the right rheometer for every job.

Accessories

- Axial DMA: Tension, 3-Point Bending, Cantilever and Compression
- Tribology
- Magnetorheology
- Microscopy including Counter-Rotation
- Interfacial
- Small Angle Light Scattering
- Electrorheology
- Dielectric
- UV Curing
- Extensional Viscosity
- Pressure Cell
- Starch Pasting Cell

Environmental Systems

- Standard and Advanced Peltier Plate Systems
- Peltier Concentric Cylinders
- Pressure Cell
- Upper Heated Plate
- ETC Oven with Air Chiller System
- Electrically Heated Plates



www.tainstruments.com

BIOTEKNOLOGI

I Danmark stammer 97% af ammoniakudledningen fra landbruget. Af de 97% udgøres ca. 80% af husdyrenes møg og urin. Typisk fordamper 40% af kvælstoffet fra gyllen i stald, lager og ved udbringning på mark.

Forsuringen blev faktisk en succes ved sukker-behandlingerne. pH blev sænket fra pH 7,2 til 5,6 ved tilsætning af cellulose, figur 1, side 12. Og pH blev sænket til 4,2 ved tilsætning af glukose. pH-reduktionen var stabil efter første uge og i de efterfølgende fire uger, som forsøget kørte. Sukkerdosen har stor indflydelse på pH-effekten. Tilsætning af 3% sukker i gylle (= 30 g glukose pr. kg gylle) gav lavere pH end 1% sukker i sukker. Mens 10% gav samme lave pH som 3%.

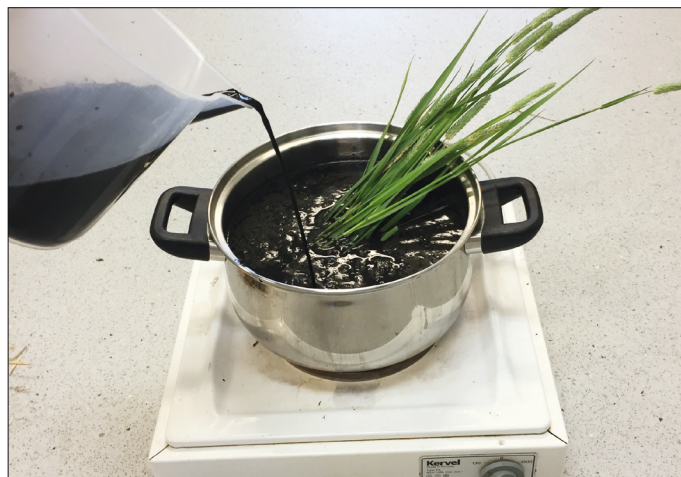


Lille beholder med gylle, omgivet af sukker, stivelse og cellulose - og i baggrunden melasse, majs ensilage og halm.

Tilsætning af mælkesyre-producerende bakterier og tilsætning af hydrolyserende enzymer har til gengæld endnu ikke vist sig at være en fordel. I stedet er den naturlige forekomst af bakterier og hydrolyserende enzymer i gyllen tilsyneladende tilstrækkelig til at omsætte sukrene.

Hvorfor sænker sukkeren pH-værdien?

Forventningen var, at glukosen ville blive omdannet til mælkesyre. Når gyllen fik tilsat 3-10% sukker, endte pH-værdien på 4,2 (4,0-4,5). Antallet af mælkesyre-producerende bakterier blev tredoblet. Glukose- og mælkesyreindholdet blev målt efter fire uger og begge dele var til stede. Altså omdanner mælkesyre-producerende bakterier glukosen til mælkesyre. Tilstedeværelsen af mælkesyre bekræftedes af den lave pH-værdi på 4,2, da mælkesyres pKs-værdi er 3,8. At rest-glukose var til stede efter fire uger viser, at omdannelsen til mælkesyre kun foregik, indtil pH-værdien var 4,2. Så bakterierne kunne omsætte glukosen til syre, indtil en pH-værdi på ca. 4,2, og derefter stoppede omdannelsen.



Forventningen var, at stivelsen og cellulose ville blive hydrolyseret til glukose og efterfølgende til syre. Ved tilsætning af 3-10% cellulose eller stivelse i gyllen faldt pH til 5,6 (5,5-5,8). Mængden af mælkesyre-producerende bakterier var uændret i forhold til ubehandlet gylle. Ved måling efter fire ugers behandling var der forhøjede indhold af eddikesyre og propionsyre, men ingen mælkesyre og ingen glukose tilstede. Tilsætning af β -glukonase og xylanase havde ingen effekt på pH-værdien målt efter fire dage. Fraværet af glukose viser, at det indledende hydrolysetrin var hastighedsbegrænsende for omdannelsen.

Alternative metoder til at reducere ammoniakemissionen:

1. Ændringer i foder, f.eks. til lavere proteinindhold eller ændret aminosyre-sammensætning.
2. Gulvskrabere i stalde.
3. Kølning af gyllekanaler.
4. Overdækning af gylletanke.
5. Nedfældning af gyllen i marken.

Men at den testede tilsætning af hydrolyserende enzymer ikke kunne forbedre det. Det fremgår altså, at eddikesyre og propionsyre er dannet i stedet for mælkesyre. Ikke mindst af den opnåede pH-værdi på 5,6, da pKs for de to syrer er 4,8. Det viser altså, at acido-/acetogene bakterier producerer eddike- og propionsyrer. Det bekræftes yderligere af, at flere af disse bakterier i modsætning til mælkesyrebakterierne kan producere hydrolyserende exoenzymer.

Hvis syren nedbrydes, når tilsætningen af sukrene er stoppet, vil pH stige igen. Ved lagring af prøver efter tilsætningerne var stoppet, sås det, at pH i nogle prøver steg op til normalt niveau efter to uger, nogle efter seks uger, og nogle ikke inden for to måneder. Der er efter tre ugers lagring blevet målt et tab på 16% af det tilsatte kulstof; dette kan forklares med et tab fra gyllen. Produktion af metan blev observeret ved pH-værdier over 5,5. Kuldioxid-produktion blev observeret ved alle pH-værdier, om end især ved højere pH-værdier. Derfor blev den producerede syre sandsynligvis nedbrudt til kuldioxid ved lave pH-værdier og til både metan og kuldioxid ved højere pH-værdier. Forklaringen kan være, at ved pH 4,0-5,5 nedbrydes mælkesyre primært til eddikesyre og kuldioxid, hvilket øger pH på grund af eddikesyrens højere pKs-værdi. Og når pH kommer over 5,5, omdannes eddikesyren via metanogenesen til metan og kuldioxid. Dette vil altså resultere i fjernelse af syren, og dermed stigning i pH.

Hvad skal landmanden hælde i sin gylle?

Gylle kan altså forures ved blot at tilsætte en sukkerkilde. Tilsætning af 2-3% glukose, cellulose eller stivelse til gyllen kan sandsynligvis sænke pH-værdien til de ønskede 5,5. Tilsættes der mere, vil den lave pH-værdi sandsynligvis være stabil i længere tid. Landbrugets rest-biomasser såsom melasse, majsensilage, dybstrøelse eller halm kan potentielt set erstatte det testede rene sukker eller cellulose. Alle disse produkter kan indeholde syrer, frit sukker, hemicellulose, stivelse eller cellulose. De indledende tests med roemelasse, soyamelasse, foderroer, majsensilage og halm har vist lovende resultater.

- Projektet er primært finansieret af Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram (GUDP) under Fødevareministeriet. Projektet er udført i samarbejde med SEGES, Agrotech, Lallemand og Jørgen Hyldgaard Staldservice A/S.

Hvad skal vi forvente nu?

Et pilotanlæg er netop under opsætning, hvor det skal fastlægges, hvordan løbende behandling af en større gyllemængde kan foretages i praksis. Hermed vil ammoniak-udledning kunne reduceres med de 70 procent svarende til forsuring med svovlsyre, men ved at tilsætte en sukkerkilde i stedet. Landmanden vil potentielt set dermed kunne udnytte sin egen rest-biomasse bedre i dag, end når den som i dag blot spredes direkte ud på marken eller sælges til et biogasanlæg. Han vil nemlig sandsyn-



ligvis kunne udnytte samme biomasse både til forsuring i stald, samtidig med den traditionelle udnyttelse efterfølgende. Den økologiske landmand, der ikke må anvende svovlsyre på sin gård, kan anvende denne miljøvenlige teknologi. Og biogasanlæggene, som hæmmes ved tilførsel af mere end 10% svovlforsuret gylle, vil kunne udbytte biomassen bedre og producere mere biogas.

E-mail:

Maibritt Hjorth: maibritt.hjorth@eng.au.dk

Anders Peter S. Adamsen: apsa@eng.au.dk



Slutsnackat!



Bläckstråleskrivare med 30 månaders maskingaranti samt 6000 h serviceintervall .

Från 1395,- / månad (45 000,-) exkl moms

Besök oss på Scanpack i Monter A 01:82

MärkMetoder®
Tel:08-530 350 79 www.markmetoder.se