

## Publiceringer om projektræsultater

- 
1. Bio-acidification of manure – by supplying manure with 2-4% sugar or cellulose, 09/09/2015 (16. Ramiran - international conference), M Hjorth
  2. Den miljøvenlige, sukker-sure gylle, 09/2015 (Dansk Kemi, 96, 9), M Hjorth APS Adamsen
  3. Sukker kan erstatte svovlsyre i gylle, 09/06/2015 (DCA - Årsberetning 2014) M Hjorth
  4. Kom sukker i din gylletank, 03/06/2015 (Viborg Stifts Folkeblad) M Hjorth
  5. Sukker i gylle kan mindske skadelige ammoniakdampe, 22/05/2015 (P1 Orientering) M Hjorth
  6. Socker i gödseln minskar förlusterna, 20/03/2015 (Nilehn Teknik) M Hjorth
  7. Sukker gør gyllen sur, 19/03/2015 (Økologi og Erhverv) M Hjorth
  8. Kom sukker i gyllen, 17/03/2015 (Landbrug Fyn) M Hjorth
  9. Ny forskning: Sukker halverer ammoniakdampe, 13/03/2015 (MaskinBladet) M Hjorth
  10. Kom sukker i gyllen, 10/03/2015 (Effektivt Landbrug) M Hjorth
  11. Bruger du sukker i gyllen? 09/03/2015 (Aktuel Naturvidenskab) M Hjorth
  12. Simple sugar reduces emissions from ammonia, 24/02/2015 (DCA - Food and Agriculture) M Hjorth
  13. Ny forskning: Sukker halverer udledning af ammoniakdampe, 19/02/2015 (Maskinbladet.dk) M Hjorth
  14. Hæld sukker i gyllen og beskyt klimaet, 19/02/2015 (DR.dk) M Hjorth APS Adamsen
  15. Kom sukker i gyllen - det er godt for biogasanlægget, 19/02/2015 (FiB - forskning i Bioenergi, Brint og Brændselsceller) M Hjorth
  16. Bruger du sukker i gyllen? 18/02/2015 (DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug) M Hjorth APS Adamsen
  17. Sukker kan bekæmpe gylleproblemer, 18/02/2015 (Videnskab.dk) M Hjorth
  18. Bruger du sukker i gyllen? 17/02/2015 (RØMER) M Hjorth APS Adamsen
-

# 1. Bio-acidification of manure – by supplying manure with 2-4% sugar or cellulose, 09/09/2015 (16. Ramiran - international conference), M Hjorth

## TC-O\_12 Bio-acidification of manure – By supplying manure with 2-3% sugar or cellulose

Hjorth, M.; Fernandez, M.S.; Jayaram, S.; Sørensen, J.A.; Adamsen, A.P.S.

<sup>1</sup> Aarhus University, Department of Engineering, Høngvej 2, 8200 Aarhus N, Denmark

[maibritt.hjorth@eng.au.dk](mailto:maibritt.hjorth@eng.au.dk)

### 1. Objectives

Ammonia emissions from manure can be decreased by 70% through lowering the pH to 5.5 with sulfuric acid in-house [1]. However, it is prohibited for organic farmers, may cause inhibition in biogas plants and an excessive soil-S, and handling is hazardous. An alternative is in-situ production of lactic acid [2] and acetic acid through lactic acid fermentation or acetogenesis. However, the quantities of bacterial and substrate supplement must be assessed, which requires clarification of the treatment metabolism. Hence, the focus of this study was to answer three questions:

- Does bio-acidification work?
- How does it work?
- How should it be performed?

### 2. Methodology

To bio-acidify cattle manure, the cattle manure must contain carbohydrate, acid producing bacteria and hydrolytic enzymes. In this experiment, cattle manure was supplied with 10 to 100 g of glucose, cellulose or starch; with  $10^8$ - $10^{11}$  colony forming units (CFU) per kg manure of lactic acid producing bacteria (LAB) *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus pentosaceus* and *Bacillus subtilis*; and/or with the cellulytic enzymes  $\beta$ -glucanase and xylanase.

Once or twice a week 12.5% or 25%, respectively, of the sample was replaced by fresh manure, carbohydrate, microorganisms and/or enzymes, which is equal to a one month turnover. Treatments were run for 2-6 weeks in 0.2 L cattle manure batches with vertical shaking at 20-25 °C with continual or initial additions. Subsequently, treatments were stored without mixing for 4-8 weeks at 20-25 °C.

The stoichiometric requirement of lactic acid and substrate was estimated by performing titration of the input slurry with hydrochloric acid to a pH of 5.5. pH was monitored continuously during treatment. Quantities of glucose, lactic acid, acetic acid, propionic acid, and lactic acid producing bacteria were determined. Further, treatment bottles were sealed and flushed with nitrogen, and volume of produced gas and concentration of methane and CO<sub>2</sub> was determined.

### 3. Results and discussion

#### 3.1 Does bio-acidification work?

The intent was to convert carbohydrates into lactic acid by lactic acid producing bacteria. The substrate concentrations tested were equal to three and five times the carbohydrate amount required to obtain pH 5.5 (estimated by a titration two days before), if all carbohydrates were converted into acid. This was equal to 30-50 g/kg for the applied cattle manure. Removal and addition of 12.5% of the manure and carbohydrate was performed twice a week.

The pH was reduced to 4.2 – 6.2 by supplying with glucose and cellulose (Figure 1). This was equal to a pH reduction of 0.5 – 2.7 pH units. When treatments were performed weekly, the pH was observed low from one week after experiment initiation, and for the remaining four weeks. Hence, indeed successful pH reductions of cattle manure were observed, when carbohydrates were added to the manure.

Treatment with amounts of lactic acid stoichiometrically equal to the glucose and cellulose treatments caused successful pH reductions, and indicated that success could be expected upon full conversion of the carbohydrate into acid. Treatment with the low doses of glucose and cellulose lead to a pH being -0.1 – 1.4 pH higher than the lactic acid after seven days. Treatment with the high carbohydrate dose led to a pH 0.6 – 1.3 higher than the lactic acid. Hence, not all added

carbohydrate was observed present as lactic acid, in particular not at the largest cellulose supplements.

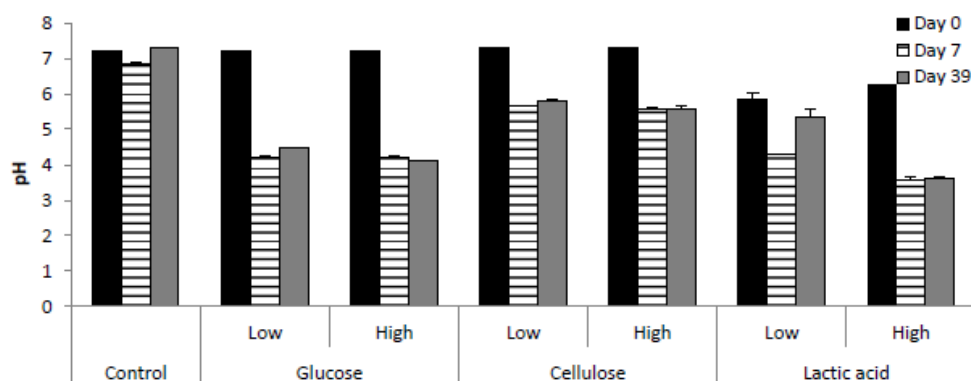


Figure 1: pH after 0-39 days of carbohydrate or acid addition to cattle manure. Low: three times the calculated dose to reach pH 5.5 = 20 g lactic acid per kg manure. High: five times the calculated dose to reach pH 5.5 = 50 g lactic acid per kg manure.

When the manure was added lactic acid producing bacteria and cellulolytic enzymes but no carbohydrates, the bio-acidification was not successful (data not shown). Comparing (i) addition of the bacteria and enzymes to the manure together with carbohydrate to the manure, with (ii) addition of the bacteria and enzymes to the manure together without carbohydrate to the manure, the pH and number of lactic acid bacteria was equal (Table 1). Thus, it appears that the inherent lactic acid producing were sufficient to cause the required conversion. And that the tested supplementary addition of bacteria and enzymes were unable to adjust the microbial consortium.

### 3.2 How does it work?

The intent of the treatment with glucose was to convert it into lactic acid. Supplements of 30-100 g pure glucose per kg manure all decreased the pH to 4.2-4.5 (Figure 1, Table 1). Lactic acid was observed present. The numbers of lactic acid producing bacteria increased three fold over the period. And residual glucose was observed in the end of the incubations in the treatments. Thus the lactic acid producing bacteria produced lactic acid from glucose; indeed the presence of lactic acid with an acid constant  $pK_a$  of 3.8 matches the observed pH of 4.4. The observed terminal presence of glucose indicates that the glucose to lactic acid conversion was only occurring until the pH had dropped to pH 4.4; indeed typically the pH level providing optimal conditions for the lactic acid bacteria.

Cellulose and starch were intended hydrolysed into glucose and subsequently converted into lactic acid. Supplement with 30-100 g cellulose powder per kg manure all decreased the pH to 5.6-5.8 (Figure 1, Table 1). High acetic acid and propionic acid levels were present. The amount of lactic acid producing bacteria was not elevated. No effect of adding  $\beta$ -glucanase or xylase was observed. Thus the manure's indigenous content of hydrolytic exoenzymes appeared to cause a sufficient hydrolysis rate. But, the absences of glucose terminally indicates the hydrolysis to be the rate limiting step. It is indicated that acetic and propionic acid was formed; the  $pK_a$ s are higher than lactic acid explaining the obtained higher pH (pH 5.6 compared to 4.4). Hence, primarily acido-/acetogenic bacteria likely produced the acetic acid. Indeed these bacteria can produce hydrolytic exoenzymes in contrast to lactic acid bacteria, which could explain the occurrence of acido-/acetogenesis rather than lactic acid fermentation.

Subsequent degradation of the produced acid would cause an increase in pH. Upon addition of 100 g/kg glucose, 54% remained as glucose, 27% was observed converted into lactic acid, and 3% was observed converted into other acids after three weeks. Hence, 16% of the input glucose was indicated degraded into other components as  $CO_2$ ,  $CH_4$  and ethanol. Upon storage of the treated samples, the pH level has been observed to increase again to the pH of the input manure; some treatments within two weeks while some after more than two months. Production of me-

thane was only observed above pH 5.5, while production of CO<sub>2</sub> was observed at all pH levels although with largest production at highest pH levels. Hence, the produced acid was likely degraded to products as CO<sub>2</sub> at the lower pH, and to CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub>, when higher pH levels were observed. This could be explained by a primary conversion at pH 4-5.5 of lactic acid into products as acetic acid and CO<sub>2</sub>, and degradation above pH 5.5 of the produced acetic acid via methanogenesis to CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub>. This would terminally result in absence of both lactic and acetic acid, and thus a pH equal to the input manure.

Table 1: Characteristics of products from bio-acidification treatments. Results from two experiments are presented, therefore are both control treatments presented. na: data not available. +LAB: addition of Lactic Acid Bacteria (experiment a: 10<sup>5</sup> CFU/kg, experiment b: 10<sup>8</sup> CFU/kg). +enz: addition of enzyme.

| Experi-<br>ment | Treatment | Added carbohy-<br>drate<br>(g/kg) | pH  | Glucose<br>(g/kg) | Acetic<br>acid<br>(g/kg) | Propionic<br>acid<br>(g/kg) | Lactic<br>acid<br>(g/kg) | Lactic acid bacte-<br>ria<br>(10 <sup>5</sup> CFU/kg) |
|-----------------|-----------|-----------------------------------|-----|-------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------|
| a               | Control   | none                              | 7.1 | < 1               | 6                        | 2                           | < 1                      | na                                                    |
| a               | Glucose   | 10, +LAB                          | 6.5 | < 1               | 8                        | 3                           | < 1                      | na                                                    |
| a               | Glucose   | 100, +LAB                         | 4.4 | 54                | 8                        | 3                           | 27                       | na                                                    |
| a               | Cellulose | 9, +LAB, +enz                     | 6.2 | < 1               | 8                        | 5                           | < 1                      | na                                                    |
| a               | Cellulose | 90, +LAB, +enz                    | 5.5 | < 1               | 8                        | 5                           | < 1                      | na                                                    |
| b               | Control   | none                              | 7.5 | na                | 1                        | 1                           | na                       | 5                                                     |
| b               | Glucose   | 30                                | 4.3 | na                | 4                        | 1                           | na                       | 5                                                     |
| b               | Glucose   | 50                                | 4.3 | na                | 4                        | 1                           | na                       | 5                                                     |
| b               | Glucose   | 50, +LAB                          | 4.3 | na                | 4                        | 1                           | na                       | 5                                                     |
| b               | Cellulose | 30                                | 5.6 | na                | 6                        | 5                           | na                       | 9                                                     |
| b               | Cellulose | 50                                | 5.6 | na                | 5                        | 6                           | na                       | 9                                                     |
| b               | Cellulose | 50, +LAB, +enz                    | 5.6 | na                | 5                        | 6                           | na                       | 9                                                     |

### 3.3 How should it be performed?

Cattle manure could be acidified by merely supplementing with a carbohydrate source. No addition of microorganisms or enzymes was observed useful under the conditions tested in this study. To reach a pH below 5.5, glucose can be added. Above 30 g/kg was observed successful for reaching a pH below 5.5. At 10 g/kg, only pH 6.5 was obtained rather than the expected 5.5, and the amount of acid observed was only equal to 50% of what could be produced from the carbohydrate. Therefore, may addition of double the amount likely result in the intended pH 5.5. Thus 2-3% glucose should be added to manure. By increasing the amount, the duration of the period with low pH will be extended.

Using cellulose to reach pH 5.5, the data indicate the required amount to be equal to glucose, i.e. 2-3% cellulose. Addition of cellulose requires an initial hydrolysis to glucose. This hydrolysis, the exoenzymes in the manure appears sufficient.

Agricultural by-products such as molasses, maize silage, deep litter or straw could potentially replace the pure glucose or cellulose powders. These products would contain acid, free sugar as glucose, or xylose, it would contain cellulose and hemicellulose, or starch. The requirement for this includes an estimation of the carbohydrate concentration, the carbohydrate availability, identification of troublesome components, and considerations into the practical manure handling.

## 4. Conclusion and outlook

A successful treatment would thus be addition of a sugar, cellulose or hemicellulose rich agricultural by-product in an amount equal to 20-30 g carbohydrate per kg manure. No bacterial and likely no enzyme supplement should be added. Thereby would pH of 4.4-5.5 be obtainable. The carbohydrates could perhaps be added directly in the slurry channels. Compared to sulfuric acid-acidification with has been observed to reduce NH<sub>3</sub> emission by 70% in pig production, bio-acidification may reduce NH<sub>3</sub> emission equivalently. It would be a requirement to the treatment that the NH<sub>3</sub> emission is not merely swapped by methane emission; methane emission was from the treatment bottles in this study not indicated increased by the carbohydrate addition, as long as the pH was kept below the targeted pH of 5.5.

**Acknowledgements**

The authors gratefully acknowledge the support from Lars Pedersen at the in-house acidification company JH Agro A/S, from Henrik Hansen at the microbial additive producers Lallemand, from Mathias Andersen at Agrotech, and from Katrine Hauge Madsen at the farm advisory service SEGES. Further we appreciate the laboratory support from Janni Ankerstjerne Sørensen.

**References**

- [1] Fanguerio, D; Hjorth, M; Gioelli, F. (2015) Acidification of Animal Slurry – a Review, *Journal of Environmental Management* 149, 46-56.
- [2] Clemens, J., Bergmann, S., Vandr , R., 2002. Reduced ammonia emissions from slurry after self-acidification with organic supplements. *Environmental Technology* 23: 429-435.

## 2. Den miljøvenlige, sukker-sure gylle, 09/2015 (Dansk Kemi, 96, 9), M Hjorth APS Adamsen

### ■ BIOTEKNOLOGI

# 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 Maibritt Hjorth og Anders Peter S. Adamsen, Institut for Ingeniørvidenskab, Aarhus Universitet

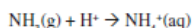
Hælder du sukker i sovsen derhjemme, bliver sovsen sød. Men har du gylle i gryden, kan gyllen i stedet blive sur. Og henter du græs fra græsplænen og putter det i gryden med gylle, kan det samme ske. I gyllen kan græssets kulhydrater nemlig nedbrydes til forgærbare sukre, som i gyllens iltfrie forhold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



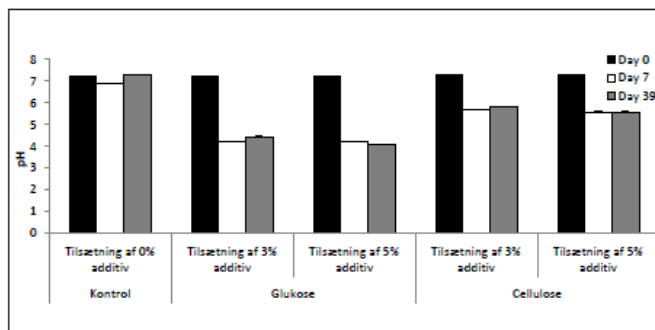
Ved gyllens normal-pH omkring 7,2 foreligger ca. 1 procent som ammoniak. Som ammoniakken afdampes under de mange håndteringer af gylle, forskydes ligevægten mod dannelse af mere ammoniak, og mere kan afdampe. Resultatet bliver, at der typisk afdampes op til 40% af gyllens ammonium, fra den er produceret i stalden, til den er udspredd 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. Titring 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. Niveauer kan holdes stabilt i mere end fire uger.

## BIOTEKNOLOGI

■ I Danmark stammer 97% af ammoniakudledningen fra landbruget. Af de 97% udgøres ca. 80% af husdyrenes møg og urin. Typisk fordampes 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 mælasse, 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 sukkerne.

### 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  $\beta$ -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. Køling 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 sukker 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 forsures 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 Hyltegaard 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](mailto:maibritt.hjorth@eng.au.dk)  
Anders Peter S. Adamsen: [apsa@eng.au.dk](mailto:apsa@eng.au.dk)

### 3. Sukker kan erstatte svovlsyre i gylle, 09/06/2015 (DCA - Årsberetning 2014) M Hjorth

## SUKKER KAN ERSTATTE SVOVLSYRE I GYLLE

### ERHVERV

Ammoniakdampe fra husdyrgødning er en af de største kilder til luftforurening i Danmark og er til skade for både natur og mennesker. I dag forsurer mange landmænd gyllen ved at iblande svovlsyre, da gylle med en lav pH-værdi kan reducere fordampningen af ammoniak med op til 70 procent. I 2014 blev 12 procent af den danske gylle forsuret.

Forsuring af gylle med svovlsyre er en anerkendt, kemisk metode til at reducere kvælstoffordampningen i konventionelle husdyrbrug. Metoden kan dog ikke anvendes på økologiske bedrifter, da brug af svovlsyre ikke er tilladt i økologisk sammenhæng. Svovlforsuret gylle er heller ikke særlig anvendelig i biogas anlæg. Hvis koncentrationen af svovlsyre overstiger 10 procent i biogasreaktorer, falder produktionen af biogas. Derfor er nye teknikker til bioforsuring kærkomne.

#### Sukker i gyllen

Ny forskning fra Aarhus Universitet tyder på, at sukker kan erstatte svovlsyre som tilsætningsstof i gylle. Sammen med bl.a. SEGES, Agrotech og Jørgen Hyldgaard Staldservice A/S har forskerne udviklet en ny miljøteknologi, som kan reducere fordampning af kvælstof fra gylle ved hjælp af mælkesyrebakterier. Effekterne vil først og fremmest være et mindre tab af næringsstoffer til miljøet og mindre udledning af klimagasser. Der bevares en højere andel af kvælstoffet i gyllen i stedet for, at det fordampes, hvilket er til gavn for landmandens udbytter i marken.

Landbruget antages således at kunne halvere udledningen af de skadelige ammoniakdampe ved at hælde sukker i gyllen. Sukkeret fungerer som næringssubstrat for de bakterier, der producerer mælkesyre, og mælkesyre har samme effekt på ammoniak, som svovlsyre har.

I første omgang testede forskerne, hvordan gylle reagerer, når der tilsættes en kombination af mælkesyrebakterier og sukker. Det viste sig at have en god effekt, og man kunne endda få pH-værdien til at falde mere end nødvendigt.

Siden har vi fundet ud af, at man ikke behøver at tilsætte mikroorganismer, for dem, der allerede er i husdyrgødningen, kan sagtens selv klare det, hvis man sørger for at opformere dem. Opformeringen klarer de også selv, hvis man tilføjer sukker, siger Maibritt Hjorth, kemiker og adjunkt på Institut for Ingeniørvidenskab.

#### Fremtiden er sød

Den store fordel ved at anvende sukkerstoffer er, at den enkelte landmand i et vist omfang kan bruge restprodukter fra sit landbrug. De er også lettere at håndtere end svovlsyre, der skal købes udefra.

Forsuring ved hjælp af sukker er tæt på at kunne sættes i værk i praksis, men Maibritt Hjorth pointerer, at forskerne mangler at få styr på de hårfine balancer. De skal undersøge, hvor hurtigt og i hvilken rækkefølge de forskellige restprodukter nedbrydes, og klarlægge, hvordan man opnår de ønskede pH-værdier på lang sigt eller sørger for den korrekte gylle-management, uden at det bliver for dyrt for landmanden.

Projektet 'Reduceret kvælstoffordampning ved hjælp af bio-forsuring af gylle' er finansieret af Grønt Udviklings- og DemonstrationsProgram (GUDP) under Fødevareministeriet. ■



Foto: Peter F. Gammelby

Ny forskning fra Malbritt Hjorth og hendes kolleger viser, at sukker kan erstatte svovlsyre som middel til at nedbringe udledningen af ammoniakdampe.

## FORSKNING

### DEN GODE SPRØJTETEKNIK GAVNER MARKEN OG MILJØET

Man skal vælge den rigtige sprøjteteknik for at sikre den bedste biologiske virkning af behandlingen med pesticider og minimere tab heraf til omgivelserne.

Når der sprøjtes med pesticider, sker der tab under udspøjtning i form af afdrift. Det er den andel af sprøjtevæsken, der føres ud af det sprøjtede areal under sprøjtningen. Det er derfor vigtigt at se på, om sprøjteteknikken kan reducere mængden af afdrift.

Sprøjtning under gunstige vejrforhold med moderat temperatur og relativ høj luftfugtighed er to gavnlige tiltag. Afdrift kan også reduceres ved at køre med moderat hastighed på op til seks km/time, korrekt bomhøjde på højst 40 cm og grov forstøvning i form af eksempelvis kompakte luftinjektionsdyser.

## MYNDIGHEDSRÅDGIVNING

### FRIVILLIGE OG MARKEDSBASEREDE ANSVARLIGHEDSTILTAG FREMMES

Regulering, tilskud og afgifter er de gængse virkemidler, som myndigheder tager i brug for at give fødevarerproducerne incitament til at udvikle og drive en ansvarlig og bæredygtig produktion. Metoderne er dog ikke anvendelige i produktionen af soja og palmeolie. Med inspiration fra myndighederne i en række andre lande har DCA udarbejdet et katalog over virkemidler, der kan fremme frivillige, markedsbaserede ansvarlighedstiltag.

Andre lande bruger primært andre virkemidler end styring. Initiativerne tilstræber ofte at understøtte eller fremme frivillige ordninger og subsidiere dannelsen af partnerskaber i forsyningskæden. Holland er et af de førende lande til at fremme bæredygtige internationale forsyningskæder, blandt andet via myndighedernes medfinansiering af aktiviteterne.

## 4. Kom sukker i din gylletank, 03/06/2015 (Viborg Stifts Folkeblad) M Hjorth

### Kom sukker i din gylletank

Aarhus Universitet i Foulum har fundet ud af, at man kan hælde sukker i gylle i stedet for at tilsætte svovlsyre - det er godt for mennesker og miljø.

Af Jakob Thorup Thomsen, jakto@berlingskemedi.dk  
Onsdag den 3. juni 2015, 12:28



Foulum-forskere mener, at sukker kan erstatte svovlsyre i gylletanken for at reducere gylle-fordampningen. Arkivfoto

**FOULUM** Landmændene skal måske inden længe til at hælde sukker i gyllen, inden den spredes ud på markerne. Forskere fra Aarhus Universitet i Foulum er ved at have svaret på, hvordan man kan undgå at blande svovlsyre i gyllen - og svaret, det er altså ganske almindeligt sukker.

I dag tilsætter en del landmænd svovlsyre til gyllen, fordi man derved kan reducere fordampningen af ammoniak med op til 70 procent, og ammoniakdampe fra husdyrgødning er en af de største kilder til luftforurening i Danmark.

#### Dur ikke i øko-brug

Svovlsyren forurenar gyllen, og det er en anerkendt metode til at begrænse kvælstofforureningen. Den kan bare ikke bruges på økologiske landbrug, for her er brugen af svovlsyre forbudt.

Man kan læse om brugen af sukker i gylle i den nye årsberetning fra DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug.

Her fortæller kemiker og adjunkt Mailbritt Hjorth fra Institut for Ingeniørvidenskab, hvordan man er tæt på at have en enkel og let håndterbar metode til at erstatte svovlsyre med sukker.

Tilsætning af sukker sætter gang i de bakterier i gyllen, som producerer mælkesyre, og mælkesyre har samme effekt på ammoniak som svovlsyre.

I de første forsøg tilsatte man både sukker og mælkesyrebakterier, men det har vist sig, at de bakterier, der allerede er i husdyrgødningen er tilstrækkelige, hvis bare man tilføjer sukker.

Den store fordel for landmanden er, at han et vist omfang kan bruge restprodukter fra sit landbrug. Desuden er sukker lettere at håndtere end svovlsyre.

Den nye metode er tæt på at kunne bruges i praksis, men Mailbritt Hjorth pointerer i årsberetningen, at forskerne endnu mangler at få styr på de hårde balance i metoden.

#### Højere gødningsværdi

Effekten af at bruge metoden i større omfang vil være et mindre tab af næringsstoffer til miljøet og mindre udledning af klimagasser. Desuden vil gyllen få en større gødningsværdi.

Gylle, der er forsuret med svovlsyre, egner sig dårligt til biogasanlæg, så her vil man også få en fordel ved at gå over til sukker-tilsætning.

#### DEL ARTIKLEN



Print Mail

Se hvad der **SKER**  
på [viborg.dk/detsker](http://viborg.dk/detsker)



#### SENESTE NYHEDER

Hele landet Viborg Sport

|                                                             |       |
|-------------------------------------------------------------|-------|
| Ukraine anholder franskmand med plan om angreb under EM     | 11:38 |
| Slagsmål i nattelivet - en mand anholdt                     | 11:35 |
| OL-aktuelle Maxsø afviser andre tilbud og forlænger med FCN | 11:25 |
| Fem dræbt ved angreb på Baqaatfygtningelejr i Jordan        | 11:16 |
| Delaney: Olsens spillestil fungerede ikke til sidst         | 11:10 |
| Løkke efterlyser private penge til bæredygtig udvikling     | 11:00 |
| »Jeg er ikke tryk ved situationen« <b>+PLUS</b>             | 11:00 |
| Sølvmonter for omkring 50.000 kroner stjålet                | 10:47 |
| Ny situation på landsholdet: Alle øjner deres chance        | 10:36 |
| VHK møder oprykkere i sæsonens første kamp                  | 10:35 |
| RSS feed                                                    |       |

#### FORSIDEN NETOP NU



#### Slagsmål i nattelivet - en mand anholdt

**VIBORG** En mand var bortvist men vendte tilbage og blev anholdt af politiet i et af flere slagsmål i weekenden. [Læs mere](#)



**+PLUS**

#### Leder: Åh, min Amanda....

**LEDER** Så cykler man ind til byen en lørdag eftermiddag, stopper op ved værtshuset Børsen og hører et par numre med Rock Nalle: »Åh, min Amanda....« En ... [Læs mere](#)



5. Sukker i gylle kan mindske skadelige ammoniakdampe, 22/05/2015 (P1 Orientering) M Hjorth

## 6. Socker i gödseln minskar förlusterna, 20/03/2015 (Nilehn Teknik) M Hjorth

LANTBRUKS NYTT  
COM

VÅDERSTAD  
www.vaderstad.com

TV | NYHETER | NILEHNTEKNIK | ANNONSER | WEBBSHOP | KONTAKT | DEBATT | VÅDER | APP

SENASTE JOBBEN

Arbetsmarknaden

BEGAGNATMARKNADEN

Massey Ferguson 5445



Pris: 425,000 kr

Se alla annonser

Lägg in annons gratis

TRACTOR OF THE YEAR



BEGAGNATPRISER

TRAKTORSTATISTIK

MARKNADSSIDAN

BRÄNSLEFÖRBRUKNING

MÄSSOR

LANTBRUKSDEBATT

TRAKTORREPARATIONER

# Socker i gödseln minskar förlusterna

MAR 20, 2015 av ANDERS NILEHN | TEKNIK

Att försumning av flytgödsel minskar ammoniakavgången är ingen nyhet. Om man med exempelvis svavelsyra sänker pH-värdet i flytgödseln till under 7 kan ammoniakavgången minska med hela 70 procent. I Danmark har man kommit långt med denna teknik och år 2014 försurade hela 12 procent av all dansk flytgödsel. Det enklaste sättet, och det som minskar förlusterna mest, är att tillsätta svavelsyran direkt när gödseln lämnar stallet. Då blir det inte heller förluster i bassånger och vid transporter.

Men det några nackdelar med svavelsyran. Ekologiska producenter får inte använda den och ska gödseln rötas i en biogasanläggning blir resultatet sämre. En biogasanläggning kan inte använda mer än 10 procent försurad gödsel i gasproduktionen.

Men nu har danska forskare vid Aarhus Universitet kommit fram till att man kan få samma effekter om man tillsätter socker i gödseln och det är bara bra för gasproduktionen.

Socker föder bakterier som producerar mjölksyra och denna sänker pH-värdet i gödseln. Försök har visat att man når tillräckligt låga pH-värdet med socker som med svavelsyra och därmed får man samma effekt vad gäller minskning av ammoniakavgång.



 Skriv ut artikel

## 7. Sukker gør gyllen sur, 19/03/2015 (Økologi og Erhverv) M Hjorth

[Kontakt](#) | [Om os](#) | [Presse](#) | [Nyheder](#) | [Økologi & Erhverv](#)



[Landbrug](#) | [Forbruger](#) | [Virksomhed](#)

SØG... 

### Økologi & Erhverv

- Nyheder
- Kontakt redaktionen
- Avisarkiv
- Abonnement

Her er du: Forside » Økologi & Erhverv » Nyheder » 2015 » 03 » **Sukker gør gyllen sur**

## Sukker gør gyllen sur

19. marts 2015 af: Nils Würtzenfeld

**Ny forskning peger i retning af, at sukker kan erstatte svovlsyre som middel til at fjerne ammoniakdampe fra gylle. Opdagelsen kan være til stor fordel for det økologiske landbrug og ikke mindst naturen.**

Del siden 



**Økologer kan ikke forsure gylle med stærke syrer som svovlsyre. Måske er sukker løsningen.**

Ammoniakfordampning fra husdyrgødning er en af de største kilder til luftforurening herhjemme. Derfor har det konventionelle landbrug i årevis tilsat svovlsyre til gyllen for at forsure den, hvilket kan reducere fordampningen med op til 70 pct. Økologer kan ikke bruge svovlsyre, men nu tyder meget altså på, at de kan ty til sukker for at skåne naturen.

- Vores forskning viser, at sukker umiddelbart har samme effekt som svovlsyre, og at det kan reducere fordampningen op til 70 pct. I vores forsøg har vi anvendt helt almindeligt sukker, og lige nu forsøger vi at teste både sojamelasse, roemelasse, ostevalie, majsensilage, halm og foderroer som alternativer, forklarer Malbritt Hjorth, der er kemiker og adjunkt på Institut for Ingeniørvidenskab, Aarhus Universitet.

Læs mere i Økologi & Erhverv

**ØKOLOGI  
& ERHVERV**

### Tilmeld nyhedsmail

Få nyhedsmail fra Økologi & Erhverv hver 14. dag.

E-mailadresse \*

Fornavn

Efternavn

Tilmeld

## 8. Kom sukker i gyllen, 17/03/2015 (Landbrug Fyn) M Hjorth

**Læs Maskinbladet**  
- uanset hvor og hvornår

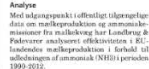


**BEDSTE KVALITET TIL BEDSTE PRIS**

Bedste kvalitet til bedste pris

Se mere på [www.nocagro.dk](http://www.nocagro.dk)  
eller på 40 55 07 30

**noc agro**  
- en stærkt partner



Danmark er den 9. største producent i EU. Sammenholdes den årlige produktion af mælk med de ammoniakemissioner, der er forbundet med mælkeproduktionen for de 10 største mælkeproducerende lande, er det faktisk Danmark, der udleder mindst NH<sub>3</sub> pr. kg mælk.

10. Kom sukker i gyllen, 10/03/2015 (Effektivt Landbrug) M Hjorth

# 11. Bruger du sukker i gyllen? 09/03/2015 (Aktuel Naturvidenskab) M Hjorth

4 | KORT NYT

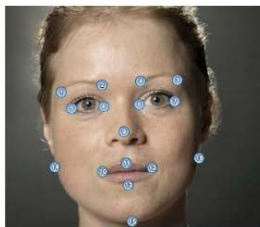
## Afslører dit ansigt din personlighed?

Udsendte har stor betydning for, hvordan vi vurderer et menneskes personlighed. Men vurderer vi rigtig? Det har Karin Woffhecht fra DTU Systembiologi undersøgt som led i sit ph.d.-studie, og det korte svar er nej. Men der er alligevel et par personlighedstræk, som har en tendens til at afspejle sig i ansigtet.

Fx vil mænd med brede kæbepartier ofte blive vurderet som dominerende, og der er faktisk en lille tendens til, at det stemmer. Samtidig vil kvinder, der ud fra deres udsende af andre bliver vurderet som eventyrlige og emotionelt stabile, også have stråbeommet som et tydeligt træk i deres personlighed.

Som led i forsøget fik 244 ansatte og studerende på DTU taget billeder af deres næste ansigt. Der blev brugt samme opstilling ved alle billeder. Derefter sætte man punkter i billederne, så man kunne udtage koordinater, der beskriver ansigtstrækene. Forsøgspersonerne gennemgik en personlighedstest med fem overordnede personlighedstræk: Omgængelighed, ansvarsbewidethed, udadvendthet, følelsesmæssig stabilitet, intellektuel åbenhed og deres ydmyge 17 underordnede træk. Endelig vurderede forsøgspersonerne 20 andre deltagers billeder og gav en score på 1-9 på to forskellige personligheds- og ansigtstræk.

Studiet er mundet ud i en model, der kan forudsige hvilket førstehåndstryk, man giver. Uprøvet et billede med neutrale ansigtstræk af dig selv på face.cba.dtu.dk, og du kan få vurderet omvendens sandsynlige førstehåndstryk af dig. Siden vil annotere (opmærksom) billeder.



Vil du tilføje/afvikle eller revideres? Afstanden mellem punkterne i det ansigt, fx kæbepartiet og mundens bredde, afgør, hvilket førstehåndstryk andre får af dig.

Det, og afstanden mellem punkterne afslører, hvordan du vil blive vurderet på 12 personligheds- og ansigtstræk.

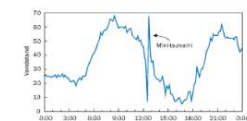
Af flere Vilod Jensen, DTU

## Mini-tsunami i dk

Vandstanden faldt brudelig i haven. Efter få minutter står havniveauet mellem 60 og 100 cm lavere end normalt. Herefter stiger vandet igen. Det var, hvad en lokal fisker fra Svaneke på Solskinsøen Bornholms østkyst oplevede den 7. februar 2015.

Oceanograf Jacob Wige Nielsen, DMI, har analyseret data fra belgen. Han betegner hændelsen som en mini-tsunami, og flere ting peger i den retning. Et kendetegn ved tsunamier er deres lange belgenlængde. Det vil sige, at der er langt mellem belgenopper i tsunamienes enkelte bølger. Derfor kan tsunamier næsten ikke mærkes på det åbne hav. Når belgen bevæger sig ind på lavt vand, bliver den kortere og højere. -Belgenfrenten er enten en dal eller en top, som forplanter sig hele vejen fra opdrivesstedet til kysten. Hvis det er en dal, ser man først, at vandet trækker sig tilbage fra kysten. Det kan betyde, at havbunden et godt stykke ud. Lige meget for rygningstrængningen, siger Jacob Wige Nielsen. Tilbagestrækningen svarer meget godt til, hvad fiskerne oplevede i Svaneke Havn.

Tiden fra tsunamien første belgenpasser et sted, til den næste belgenpasser samme sted, kaldes belgenperioden. Svaneke-belgen havde en belgenperiode på nogle minutter, som stemmer godt overens med en typisk belgenperiode for en tsunami. En mini-tsunami vinker derfor som en passende betegnelse for det udsvalgte fænomen. Årsagen er dog endnu ukendt. 43 undersøgte skred er mit bedste bud, siger Jacob Wige Nielsen.



Den 25. oktober 2011 ramte en tsunamibølge den tyske vestkyst. Ved Femtend øst for Thyborøn faldt vandstanden først omkring 15 meter, hvorefter den igen steg næsten 70 centimeter.

De fleste tsunamier skabes netop af skred eller af jordskælv under havet. Tsunamier er ikke et fænomen, vi ser særligt meget til herhjemme. Danmark ligger i et område med lav risiko for jordskælv, og havene omkring os er ikke dybe nok til de helt store belger.

Vi har dog oplevet mystiske belger før. Den 21. juli 1908 oversvømmede belger på op til 1 m strandene langs den jyske vestkyst. Nægt lignende skete i 2001 ved Thyborøn, hvor 1 m høje belger kom ud af det blå. I begge tilfælde er den mest sandsynlige forklaring kraftige forrykninger i Nordøst. -Mini-tsunamier er observeret før, men det her er første tilfælde, jeg kender til i Østersøen, siger Jacob Wige Nielsen. Se video af fænomenet: <http://ken.tu.dk/v4w>

Af Pernille Kirsten Hansen, meteorolog under uddannelse, DMI.

## Bruger du sukker i gyllen?

Landbruget kan formentlig halvere udsledningen af de skadelige ammoniakdamp ved at hælde sukker i gyllen. Ny forskning fra Aarhus Universitet tyder på, at sukker kan erstatte svovlsyre som middel til at fjerne ammoniakdampene - til glæde for økologiske landbrug og biogasproduktion.

Sur gylle lette gylle med lav pH-værdi afgiver ikke nær så meget ammoniak som neutral gylle; faktisk kan forsuring af gylle reducere afslampningen af ammoniak med op til 70 pct. Derfor er et stigende antal danske landmænd i løbet af de sidste 10 år begyndt at tilsætte svovlsyre til deres gylle. Gylleforsuring med svovlsyre er dog ikke et universalt værktøj. Økologiske landmænd må ikke bruge det, og biogasreaktorerne kan ikke bruge gylle, der er tilsat svovlsyre.

Nu har forskere fra Aarhus Universitet sammen med landbruget og industrien fundet ud af, at sukker er lige så godt til at forsure gylle med. Og sukker er hverken et problem for økologer eller biogasproducenter.

-Sukkeret fungerer som substrat for bakterier, der producerer mælkesyre. Og mælkesyren har samme effekt på ammoniak, som svovlsyre har, forklarer Madsbritt Hjorth, der er kemiker og adjunkt på Institut for Ingeniørvidenskab - Manure Technology and Biogas - på Aarhus Universitet.



tut for Ingeniørvidenskab - Manure Technology and Biogas - på Aarhus Universitet.

I første omgang har vi testet, hvordan gylle reagerer, når vi tilsætte en kombination af mælkesyrebakterier og sukker. Det viste sig, at vi ikke meget fint, vi kunne endda få pH-værdien til at falde endnu mere, end det var nødvendigt. Men siden har vi fundet ud af, at man ikke behøver at tilsætte mikroorganismer, for dem, der allerede er i husdyrgøddingen, kan sagtens selv klare det, hvis man sørger for at opføre dem. Og opførelsen klarer de også selv, hvis man tilsætter sukker, siger Madsbritt Hjorth.

Peter Gammeby, Kommunikationspartner, Aarhus Universitet

## Hørelsen er ældre end vi troede

Lungefisk og salamandre kan høre, selvom de hørner har et ydre øre eller et mellemøre, har et team af forskere fra Aarhus Universitet, Syddansk Universitet og Aarhus Universitetshospital opdaget. Det betyder, at de tidligere levende hvirveldyr sandsynligvis også kunne høre allerede for 300 millioner år siden. Ørerne hos lungefisk og salamandre er nemlig gode modeller for forskellige udviklingslinjer af ørerne hos de tidlige landlevende hvirveldyr.

Hos mennesker og mange andre landlevende hvirveldyr kan øret opdeles i tre dele: det ydre øre, mellemøret og det indre øre. Det ydre øre indfanger de lydbølger, der rammer det og leder dem ind i øregangen. I mellemøret overføres trykbølgerne i luften via trommehinden og én eller tre mellemørekugler til væskebevægelser i det indre øre. Hvor oversættelsen af lydbølger til nerveimpulser finder sted.

Trommehindelemmetallet forbedrer overførselen af lyden i øregangen til væskebevægelser i det indre øre med op mod 1000 gange og har derfor stor betydning for hørelsen hos landlevende hvirveldyr.

Tilgængelige palæontologiske data tyder dog på, at trommehindelemmetallet med stor sandsynlighed først blev udviklet ca. 100 millioner



Forskere har spillet lyde for dyrerne både under vand og i et lyskammer som på billedet, og målt de resulterende nerveimpulser i hjernebarken og hjernebarkens mus, elektroder i huden.

år efter, at hvirveldyrne gik på land. Derfor har forskere længe antaget, at de tidlige landlevende hvirveldyr var døve.

Til forskernes overraskelse viste deres undersøgelser, at ikke bare de landlevende voksne salamandre, men også de vandlevende unge salamandre og endda lungefiske, som er færdigst udviklet til land, kan høre.

Det betyder, at hvirveldyrernes tilpasning til høre i luft efter overgangen fra vand til land formentlig var en gradvis proces. Alt tyder således på, at de tidlige landlevende hvirveldyr kunne høre også før de udviklede trommehindelemmetallet.

Ud over at gøre os kloge på høre generelt, kan resultaterne i fremtiden give inspiration til udviklingen af kunstige behandlinger for hørelseslidelser.

CRK, Kilder: AU og SDU

Videnskabelige kilder: Proc. R. Soc. B 282: 20141943, J. Exp. Biol. 218, 381-387

## 12. Simple sugar reduces emissions from ammonia, 24/02/2015 (DCA - Food and Agriculture) M Hjorth

AARHUS  
UNIVERSITY

Research

Talent development

Knowledge exchange

Education

About AU

DEPARTMENT OF ENGINEERING

>> About the Department of Engineering

>> Research in engineering

>> Knowledge transfer and communicating research

>> Engineering degree programmes

>> Current

>> **News**

>> Events

>> Vacant positions

>> Contact

You are here: [AU](#) » [About Aarhus University](#) » [Department of Engineering](#) » [Current](#) » [News](#) » [Show](#)

## SIMPLE SUGAR REDUCES EMISSIONS FROM AMMONIA

Agriculture can probably halve emissions of harmful ammonia by adding sugar to the slurry. New research from Aarhus University suggests that sugar can replace sulphuric acid as a method of reducing ammonia emissions - to the benefit of organic farming and biogas production.

2015.02.24 | [PETER F. GAMMELBY](#)



Add some sugar to the slurry if you would like it to be more acidic. New research from Maibritt Hjorth and her colleagues shows that sugar can replace sulphuric acid as a means of reducing ammonia emissions. Photo: Peter F. Gammelby.

It may sound a bit illogical that something becomes more acidic if you add sugar to it, but this is nevertheless true of slurry.

And this does in fact have a large potential. Acidic slurry (i.e. slurry with a low pH) does not emit nearly as much ammonia as neutral slurry; acidification of slurry can actually reduce evaporation of ammonia by up to 70 per cent. An increasing number of Danish farmers have therefore over the past 10 years started adding sulphuric acid to their slurry. In 2014, 12 per cent of Danish slurry was thus acidified.

Acidification of slurry with sulphuric acid is an effective alternative to other methods that farmers use to reduce ammonia emissions, but it is not a universal tool. Organic farmers may not use it, and biogas reactors should preferably not receive more than 10 per cent of their feedstock as acidified slurry - if the concentration is higher it negatively affects the production of biogas.

Now researchers from Aarhus University in partnership with the commercial sector have found out that sugar is just as effective as sulphuric acid at acidifying the slurry. And sugar does not pose a problem for organic farmers or biogas producers.

**Why does slurry need to be so sour?**

Ammonia emission from manure is one of the largest sources of air pollution in Denmark. Not only do emissions burden the environment with surplus nutrients to the detriment of a number of ammonia-sensitive habitats such as certain types of woodland, bogs, moors and lakes, they also impair the health of thousands of people.

Neither are emissions good business for farming, who would prefer instead to put the nutrients to better use in the field.

So there are good reasons why the authorities would like agriculture to reduce emissions. In Denmark, the requirements are much tougher than in the rest of the EU, which is probably why the technology for slurry acidification has not yet caught on outside Denmark.

**The sweet and sour of slurry**

But how can sugar replace sulphuric acid?

"The sugar acts as a substrate - in other words a feed - for the bacteria that produce lactic acid. And the lactic acid has the same effect on ammonia as sulphuric acid," explains Maibritt Hjorth, who is a chemist and assistant professor at the Department of Engineering, Aarhus University.

"Initially, we tested how the slurry reacted when we added a combination of lactic acid bacteria and sugar. It turned out to work very well, and we could even make the pH drop even further than was necessary. But we have since found that you do not need to add microorganisms, because the organisms already present in the manure can easily manage the job themselves if you make sure to give them the right growing conditions. And this is done by adding sugar," says Maibritt Hjorth.

Sugar should here be taken in its wider sense; we are not going see tractors queuing up at the supermarket for sugar, because soya molasses, beet molasses, cheese whey, maize silage, straw and fodder beet can probably be used as alternatives. The extent to which they can replace sugar in this context is what Maibritt Hjorth and her colleague, senior researcher Anders Peter Adamsen, are now in the process of investigating.

"The big advantage is that the individual farmer will to a certain extent be able to use the by-products that are produced continuously on farm. And the sugars will be easier to handle than sulphuric acid which has to be procured from a factory," she adds.

#### **Basis for new markets**

The development of the new acidification method was done in collaboration between Aarhus University, AgroTech, SEGES (which is the new name for the erstwhile Knowledge Centre for Agriculture and Pig Research Centre), the biotech company Lallemand and JH Agro A/S, one of the world's leading suppliers of manure acidification systems.

Maibritt Hjorth estimates that the new method is quite close to being market-ready.

"We have yet to get a handle on the delicate balances: what is broken down at what speed and in what order, and how do we achieve the desired pH values without spending too much money? We will conclude soon with some laboratory tests, and a pilot experiment by AgroTech, and then JH Agro can upscale and sell the technology," says Maibritt Hjorth.

At JH Agro in Holstebro, the managing director Ken Hyldgård has pretty high expectations for the new method. The company already has a pilot plant on the drawing board.

"Using sugar instead of sulphuric acid can solve the problem for organic farming. We have produced acidification plants based on sulphuric acid since 2000 and worked hard to introduce it in other countries. It is likely that we will get a plant up and running in Poland this year, and perhaps also in the Netherlands and Switzerland. Whether we can replace them with sugar-based plants is still too early to say. It depends on the cost of keeping it running," says Ken Hyldgård.

#### **Project facts**

The idea behind slurry acidification is based on simple chemistry: When gaseous ammonia ( $\text{NH}_3$ ) is exposed to an acid – in other words a low pH value – ammonium ions are formed ( $\text{NH}_4^+$ ) which are soluble and therefore remain in the slurry.

Ninety-seven per cent of the ammonia emission in Denmark originates from farming and approximately 80 per cent of this originates from slurry. Under normal circumstances up to 40 per cent of the nitrogen in slurry evaporates and approximately 75 per cent of this nitrogen consists of ammonia.

Several methods can be used to reduce ammonia emissions:

- Optimising the composition of the animals' ration
- Limiting the exposure of manure to air by mucking out more frequently
- Fitting air purifiers to animal houses
- Cooling slurry channels
- Covering the slurry tanks; applying slurry to fields using the injection method and immediately covering the injection slits with soil

The project is funded mainly by the Green Development and Demonstration Programme under the Ministry of Food, Agriculture and Fisheries.

#### **Contact**

[Maibritt Hjorth, Assistant Professor, the Department of Engineering, Aarhus University](#)

Department of Engineering

13. Ny forskning: Sukker halverer udledning af ammoniakdampe, 19/02/2015  
(Maskinbladet.dk) M Hjorth

---

## 14. Hæld sukker i gyllen og beskyt klimaet, 19/02/2015 (DR.dk) M Hjorth APS Adamsen

### VIDEN



VIDEN FORSIDE

TECH

KLIMA & MILJØ

NATURVIDENSKAB



” Den store trussel ved bagdøre i kryptering og anden sikkerheds-software er præcis, at det ikke ”kun” er dem som legitimt har nøglen til bagdøren, der kan bruge den.

ANDERS HØEG NISSEN



**BILLEDER** Intelligente smykker til epileptikere samt stressede kvinder

19. FEB. 2015 KL. 19.30

## Hæld sukker i gyllen og beskyt klimaet

I fremtiden halverer landmænd udledningen af ammoniak med rester fra foderproduktionen.



Gylle bliver spredt på en perfekt dag: overskyet og diset med høj luftfugtighed og vindstille, så ammoniakfordampningen ikke bliver for stor. (Foto: Eva Rosenqvist © SCANPIX)

[PRINT](#)

DEL ARTIKLEN:

[MAIL](#)

[TWITTER](#)

[FACEBOOK](#)

Af Hanne Kokkegård

Ammoniakdampe fra husdyrgødning er i dag en af de største kilder til luftforurening herhjemme. Og det går ud over både mennesker og natur.

Nu har forskere fra Aarhus Universitet fundet frem til, at udledningen af ammoniakdampe kan halveres, hvis landmanden hælder sukkerstoffer i gyllen.

### TOPHISTORIER



**VIDEO** 72 millioner år gamle dinosaur-fodspor opdaget i Mexico



**VIDEO** Derfor sveder du



Byg-selv-robot af sugerør skal lære børn at programmere

### SENESTE VIDEN

**Det varer længe før vi skal sortere affald i byrummet**

04. JUN. 2016 KL. 10.32

**Biolog: Ulven kommer – stadigvæk**

03. JUN. 2016 KL. 19.29

**Ulve-entusiaster om tilbagetrukne tal: Det er da jævnt træls**

03. JUN. 2016 KL. 14.38

[ALLE MILJØ](#)

Metoden vil være en gevinst også for økologiske landmænd og for biogasanlæg, skriver Aarhus Universitets naturvidenskabelige [webmagasin Rømer](#).

### I dag bruger mange svovlsyre

I dag forsurer mange landmænd gyllen ved at hælde svovlsyre i tanken. Sur gylle med en lav PH-værdi kan reducere afdampningen af ammoniak med op til 70 procent. I 2014 blev 12 procent af den danske gylle forsuret.

**LÆS OGSÅ:** [Foder til danske dyr skader mennesker og natur i Sydamerika](#)

Men økologiske landmænd må ikke bruge svovlsyre, og overstiger koncentrationen af svovlsyre 10 procent i biogasreaktorer, falder produktionen af biogas.

Der kommer så sukkeret ind, for det dur både i økologiske landbrug og biogasanlæg.

### Føde til bakterier

- Sukkeret fungerer som substrat, altså føde, for bakterier, der producerer mælkesyre. Og mælkesyren har samme effekt på ammoniak, som svovlsyren har.

**LÆS OGSÅ:** [Uenighed om bæredygtighed kostede sojaaftale](#)

Det forklarer [Maibritt Hjorth](#), der er kemiker og adjunkt på Institut for Ingeniørvidenskab – Sektion for Biotechnologi og Kemiteknologi – på Aarhus Universitet.

Sammen med sin kollega, [seniorforsker Anders Peter Adamsen](#), er Maibritt Hjorth nu gået i gang med at undersøge forskellige sukkerstoffer og finde den rette mængde, der skal bruges til forsuring.

### Restprodukter med sukker i

Forskerne tænker, at det vil være oplagt at udnytte rester fra foderproduktionen fx halm og foderroer og måske roemelasse og majsensilage.

**LÆS OGSÅ:** [Sørens svin får markant mindre medicin end andre svin](#)

- Den store fordel er, at den enkelte landmand i et vist omfang vil kunne bruge de restprodukter, hans landbrug har skabt i løbet af året. Og de vil være lettere at håndtere end svovlsyre, der skal skaffes fra en fabrik, siger Maibritt Hjorth til [Rømer](#).

Forskningen bliver udført i samarbejde med private firmaer og et par af dansk landbrugs videnscentre.

### SENESTE VIDEO



**VIDEO 72**  
millioner år gamle  
dinosaur-fodspor  
opdaget i Mexico



**VIDEO** Derfor  
sveder du



**VIDEO** Sådan  
fungerer dine øjne



**VIDEO** Hvorfor  
græder vi?

## 15. Kom sukker i gyllen - det er godt for biogasanlægget, 19/02/2015 (FiB - forskning i Bioenergi, Brint og Brændselsceller) M Hjorth

Biogas



Ny forskning fra Aarhus Universitet tyder på, at sukker kan erstatte svovlsyre som middel til at fjerne ammoniakdampe – til glæde for biogasanlæg og økologiske landbrug.

Kom lidt sukker i gyllen, hvis den skal være sur, hedder det i en artikel i nyhedsbrevet RØMER, der udgives af Aarhus Universitet.

Det lyder langt fra logisk, at noget skulle blive mere surt af, at man hælder sukker i det, men det er ikke desto mindre tilfældet med gylle, og det kan få betydning for mange biogasanlæg.

Fordelen ved forsurening af gylle er, at det kan reducere afdampningen af ammoniak med op til 70 procent, og da ammoniakdampe fra husdyrgødning er en af de største kilder til luftforurening herhjemme, er et stigende antal landmænd begyndt at tilsætte svovlsyre til deres gylle.

I 2014 blev 12 procent af den danske gylle forsuret med svovlsyre, men problemet ved den metode er, at økologiske landmænd ikke må bruge det, og at gasproduktionen på biogasanlæggene falder, hvis der tilføres for meget svovlforsuret gylle.

Nu har forskere fra Aarhus Universitet, sammen med landbruget og

industrien, imidlertid fundet ud af, at sukker er ligeså godt til at forsure gylle. Og sukker er hverken et problem for økologer eller biogasproducenter.

### Hvorfor skal det være så surt?

Ammoniakdampe fra husdyrgødning er en af de største kilder til luftforurening herhjemme. Ikke nok med, at de tilfører miljøet ekstra næringsstoffer til skade for en række følsomme naturtyper som visse skove, moser, heder og søer – de giver også anledning til helbredsskader hos tusindvis af mennesker.

Dertil kommer, at fordampningen er en dårlig forretning for landbruget, som selv kunne bruge næringsstofferne i marken.

I Danmark er kravene til udledning af ammoniak langt skarpere end i det øvrige EU, hvilket formentlig er grunden til, at teknologien med gylleforurening endnu ikke er slået igennem uden for landets grænser.

### Det sure med det søde

Men hvordan kan sukker erstatte svovlsyre?

– Sukkeret fungerer som substrat, altså føde for bakterier der producerer mælkesyre. Og mælkesyren har samme effekt på ammoniak, som svovlsyren har, forklarer kemiker og ad-

junkt på Institut for Ingeniørviden-skab, Maibritt Hjorth, til RØMER.

I første omgang har vi testet, hvordan gylle reagerer, når vi tilsætte en kombination af mælkesyrebakterier og sukker. Det viste sig, at virke meget fint. Vi kunne endda få pH-værdien til at falde endnu mere, end det var nødvendigt. Men siden har vi fundet ud af, at man ikke behøver at tilsætte mikroorganismer, for dem, der allerede er i husdyrgødningen, kan sagtens selv klare det, hvis man sørger for at opformere dem. Og opformeringen klarer de også selv, hvis man tilfører sukker, lyder det fra Maibritt Hjorth.

Hun understreger, at sukker i den her forbindelse skal forstås meget bredt. Soyamelasse, roemelasse, ostevalle, majsensilage, halm og foderroer kan sandsynligvis fungere som alternativ til ren sukker. Det har ydermere den fordel, at den enkelte landmand i et vist omfang vil kunne bruge de restprodukter, hans landbrug har skabt i løbet af året.

Hvor godt og i hvilke mængder de kan erstatte sukker i denne sammenhæng, det går Maibritt Hjorth og hendes kollega, seniorforsker Anders Peter Adamsen, nu i gang med at undersøge.

Læs mere på [scitech.au.dk](http://scitech.au.dk).

16. Bruger du sukker i gyllen? 18/02/2015 (DCA - Nationalt Center for  
Fødevarer og Jordbrug) M Hjorth APS Adamsen

## 17. Sukker kan bekæmpe gylleproblemer, 18/02/2015 (Videnskab.dk) M Hjorth



# Sukker kan bekæmpe gylleproblemer

Kilde: [Nyhedsbrevet RØMER](#)

18 februar 2015

KORT NYT FRA DANMARK

Gylle med en lav pH-værdi, såkaldt sur gylle, udsender 70 procent færre ammoniakdampe.

Derfor hælder landmænd i konventionelle landbrug svovlsyre i gyllen. Ammoniakdampe er nemlig skadelige for både natur og mennesker.

Men forskere fra Aarhus Universitet har nu fundet ud af, at samme effekt kan opnås ved at hælde sukker i gyllen. Det skriver Aarhus Universitet i [nyhedsbrevet RØMER](#).

Det kan ifølge forskerne være til stor gavn for blandt andet økologiske landmænd. De må nemlig slet ikke bruge svovlsyre.

»Sukkeret fungerer som substrat, altså føde, for bakterier, der producerer mælkesyre. Og mælkesyren har samme effekt på ammoniak, som svovlsyren har,« forklarer Maibritt Hjorth, kemiker og adjunkt på Institut for Ingeniørvidenskab på Aarhus Universitet, til nyhedsbrevet RØMER.

Læs også:



# 18.Bruger du sukker i gyllen? 17/02/2015 (RØMER) M Hjorth APS Adamsen

» Om Science and Technology

» Forskning

» Talentudvikling

» Samarbejde

» Uddannelse

» Offentlige foredrag i Naturvidenskab

» Formidling og museer

» Aktuelt

» Kontakt

Du er her: AU » Om AU » Science and Technology » RØMER » Bruger du sukker i gyllen?

## Bruger du sukker i gyllen?

**Landbruget kan formentlig halvere udledningen af de skadelige ammoniakdampe ved at hælde sukker i gyllen. Ny forskning fra Aarhus Universitet tyder på, at sukker kan erstatte svovlsyre som middel til at fjerne ammoniakdampene - til glæde for økologiske landbrug og biogasproduktion.**

Af Peter F. Gammelby

Det lyder måske ikke logisk, at noget skulle blive mere surt af at man hælder sukker i det, men det er ikke desto mindre tilfældet med gylle.

Op det er der store perspektiver i. Sur gylle (altså gylle med lav pH-værdi) afgiver nemlig ikke nær så meget ammoniak som neutral gylle; faktisk kan forsure af gylle reducere afdampningen af ammoniak med op til 70 pct. Derfor er et stigende antal danske landmænd i løbet af de sidste 10 år begyndt at tilsætte svovlsyre til deres gylle. I 2014 blev 12 pct. af den danske gylle forsuret.

Gylleforurening med svovlsyre er et effektivt alternativ til de øvrige metoder, landmændene bruger til at nedbringe ammoniak-udledningen med, men det er ikke et universelværktøj. Økologiske landmænd må ikke bruge det, og biogasreaktorerne skal helst ikke tilføres mere end 10 pct. svovlforurenet gylle - bliver koncentrationen højere, falder produktionen af biogas.

Nu har forskere fra Aarhus Universitet sammen med landbruget og industrien fundet ud af, at sukker er ligeså godt til at forsure gylle med. Og sukker er hverken et problem for økologer eller biogasproducenter.

Hvorfør skal det være så surt?

Ammoniakdampe fra husdyrgødning er en af de største kilder til luftforurening herhjemme. Ikke nok med, at de tilfører miljøet ekstra næringsstoffer til skade for en række ammoniakfølsomme naturtyper som visse typer af skove, moser, heder og søer - de påfører tusindvis af mennesker helbredsskader.

Dertil kommer, at fordampningen er en dårlig forretning for landbruget, som selv kunne bruge næringsstofferne i marken.

Der er altså gode grunde til, at myndighederne vil have landbruget til at reducere udledningerne. I Danmark er kravene langt skarpere end i det øvrige EU, hvilket formentlig er grunden til, at teknologien med gylleforurening endnu ikke er slået igennem uden for Danmark.



Kom lidt sukker i gyllen, hvis den skal være sur. Ny forskning fra Maibritt Hjorth og hendes kolleger viser, at sukker kan erstatte svovlsyre som middel til at nedbringe udledningen af ammoniakdampe. Foto: Peter F. Gammelby



Ammoniakdampe fra husdyrgødning er en af de største kilder til luftforurening herhjemme. Næringsstofferne skader også den omkringliggende natur. Derfor forsøger landmændene at begrænse afdampningen ved bl.a. at hælde gyllen på markerne gennem slanger. Foto: Colourbox

**RØMER**  
- Levende videnskab i indbakken

DEL PÅ FACEBOOK



DEL PÅ TWITTER



DEL PÅ LINKEDIN



SEND TIL EN VEN



## Kontakt

**Maibritt Hjorth**

Institut for Ingeniørvidenskab - Manure Technology and Biogas

Aarhus Universitet

Email: [maibritt.hjorth@eng.au.dk](mailto:maibritt.hjorth@eng.au.dk)

Mobil: 4082 5988

**Anders Peter S. Adamsen**

Institut for Ingeniørvidenskab - Air Quality Engineering

Aarhus Universitet

Email: [apsa@eng.au.dk](mailto:apsa@eng.au.dk)

Mobil: 2514 2599

**Ken Hyldgård**

Adm.dir.ektor

Jørgen Hyldgård Staldservice A/S

Email: [info@jhstaldservice.dk](mailto:info@jhstaldservice.dk)

Mobil: 2035 1871

## Fakta

Ideen om gylleforurening bygger på simpel kemi: når den gasformige ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) udsættes for syre - altså lav pH-værdi - dannes ammoniumioner ( $\text{NH}_4^+$ ), som er væskeformig og dermed bliver i gyllen.

97 pct. af ammoniakudledningen i Danmark kommer fra landbruget, og ca. 80 pct. af denne udledning stammer fra gylle. Almindeligvis fordampes op til 40 pct. af kvælstoffet fra gylle, og ca. 75 pct. af kvælstoffet består af ammoniak.

Det sure med det søde

Men hvordan kan sukker erstatte svovlsyre?

"Sukkeret fungerer som substrat, altså føde, for bakterier, der producerer mælkesyre. Og mælkesyren har samme effekt på ammoniak, som svovlsyren har," forklarer Maibritt Hjorth, der er kemiker og adjunkt på Institut for Ingeniørvidenskab – Sektion for Bioteknologi og Kemiteknologi – på Aarhus Universitet.

"I første omgang har vi testet, hvordan gylle reagerer, når vi tilsatte en kombination af mælkesyrebakterier og sukker. Det viste sig at virke meget fint, vi kunne endda få pH-værdien til at falde endnu mere, end det var nødvendigt. Men siden har vi fundet ud af, at man ikke behøver at tilsætte mikroorganismer, for dem, der allerede er i husdyrgødningen, kan sagtens selv klare det, hvis man sørger for at opformere dem. Og opformeringen klarer de også selv, hvis man tilfører sukker," siger Maibritt Hjorth.

Sukker skal her forstås meget bredt: vi kommer næppe til at se traktorer i kø foran supermarkederne, for soyamelasse, roemelasse, ostevalle, majsensilage, halm og foderroer kan sandsynligvis fungere som alternativer. Hvor godt og i hvilke mængder de kan erstatte sukker i denne sammenhæng, det går Maibritt Hjorth og hendes kollega, seniorforsker Anders Peter Adamsen, nu i gang med at undersøge.

"Den store fordel er, at den enkelte landmand i et vist omfang vil kunne bruge de restprodukter, hans landbrug har skabt i løbet af året. Og de vil være lettere at håndtere end svovlsyre, der skal skaffes fra en fabrik," tilføjer hun.

Grobund for nye markeder

Udviklingen af den nye forsøringsmetode sker i et samarbejde mellem universitetet, AgroTech, SEGES (som er det nye navn for Videncentret for Landbrug og Videncenter for Svineproduktion), biotekfirmaet Lallemand og Jørgen Hyldgård Staldservice A/S, der er verdens førende leverandør af staldforsøringsanlæg.

Maibritt Hjorth vurderer, at den nye metode er ganske tæt på at kunne markedsføres.

"Vi mangler endnu at få styr på de hårfine balancer: hvad nedbrydes i hvilken fart og rækkefølge, og hvordan opnår vi de ønskede pH-værdier uden at bruge for mange penge? Vi slutter snart med laboratorietestene, så skal AgroTech lave pilotforsøg, og derefter kan Jørgen Hyldgård opskalere og sælge teknologien," fortæller Maibritt Hjorth.

Hos Jørgen Hyldgård i Holstebro har adm. direktør Ken Hyldgård store forventninger til den nye metode. Firmaet har allerede et forsøgsanlæg på tegnebrættet.

"Med sukker i stedet for svovlsyre kan vi få løst problemet med økologiske landbrug. Vi har produceret forsøringsanlæg baseret på svovlsyre siden 2000 og arbejdet en del på at få det indført i andre lande. Det ser ud til at vi får et anlæg op at køre i Polen i år, og måske også i Holland og Schweiz. Om vi kan erstatte dem med sukkerbaserede anlæg er det endnu for tidligt at sige. Det kommer an på omkostningerne ved at holde det kørende," siger Ken Hyldgård.

Denne artikel er bragt i [RØMER](#), Nyhedsbrevet om natur- og teknisk videnskab fra Aarhus Universitet.

***Tilmeld dig her og modtag gratis nyheder en gang om måneden.***

HEENVENDELSE OM DENNE SIDES INDHOLD: [PETER F. GAMMELEY](#)  
REVIDERET 28.01.2016

Landbruget har flere metoder til at nedbringe forureningen med ammoniak:

- > Optimere sammensætningen af husdyrenes foder
- > Begrænse den tid gødningen er i kontakt med atmosfærisk luft ved at
  - > muge ud i staldene oftere,
  - > montere luftrensere på staldene,
  - > kølning af gyllekanaler
- > overdække gylletankene, nedfælde gyllen i markerne ved at grave riller i jorden, pumpe gyllen ned i rillerne og med det samme dække dem til igen.

Projektet er primært finansieret af Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram, (GUDP) under Fødevareministeriet