

## Uddrag fra:

# Miljøteknologier i det primære jordbrug - driftsøkonomi og miljøeffektivitet

**DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet, 11. juli 2013**

*Udarbejdet af Michael Jørgen Hansen <sup>1)</sup>, Tavs Nyord <sup>ii</sup>, Line Blok Hansen <sup>51</sup>, Louise Martinsen <sup>51</sup>, Berit Hasler <sup>51</sup>, Peter Kryger Jensen <sup>2)</sup>, Bo Melander <sup>2)</sup>, Anthon Thomsen <sup>21</sup>, Hanne Damgaard Poulsen <sup>3)</sup>, Peter Lund <sup>31</sup> Jørn Nyord Sørensen <sup>4)</sup>, Carl-Otto Ottosen <sup>4)</sup> og Lillie Andersen <sup>41</sup>*

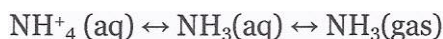
*ii Institut for Ingeniørvidenskab, <sup>21</sup> Institut for Agroøkologi, <sup>31</sup> Institut for Husdyrvidenskab <sup>41</sup> Institut for Fødevarer, <sup>51</sup> Institut for Miljøvidenskab*

S. 35 – 40 – Forsuring af gylle

## Forsuring af gylle

### **Ammoniakemission**

Normalt forefindes mellem 50 og 85 af kvælstofindholdet i gylle på ammoniumform ( $\text{NH}_4^+$ ). Ammonium vil normalt forefindes på vandig opløsning ( $\text{NH}_4^+$ ) (aq), som vil stå i kemisk ligevægt med ammoniakindholdet i opløsning ( $\text{NH}_3$ ) (aq) og ammoniakindholdet på gasform ( $\text{NH}_3$ ) (gas).



Højere pH forskyder ligevægten mod højre, hvilket kan føre til et betydeligt ammoniaktab i situationer, hvor ammoniakgassen kan diffundere væk, som eksempelvis i forbindelse med gyllens udbringning, hvor gyllens overfladeareal væsentligt forøges. Et lavt pH i gyllen vil derimod forskyde ligevægten mod venstre, hvilket sikrer, at hovedparten af gyllens kvælstofindhold forbliver på ammoniumform, der ikke tabes i forbindelse med gyllens udbringning. Målet med forsuring er at sænke gyllens pH for at reducere  $\text{NH}_3$  emissionen.

Forsuring af gylle ved udbringning kan ske på to måder: 1) tildele svovlsyre i lagertanken umiddelbart før udbringning, således at gyllens pH er 6,0 eller lavere (herefter benævnt tankforsuring) eller 2) forsuring i forbindelse med udbringning, hvor svovlsyren tilsættes gyllen direkte ude på gyllevognen, så pH sænkes til 6,4 eller lavere (herefter benævnt markforsuring). pH grænseværdierne for de to forsuringsmetoder er fastlagt af Miljøstyrelsen (Miljøstyrelsen, 2011e). For begge teknikker gælder, at det er muligt at tilpasse syretildeling til netop den type gylle som teknikken anvendes til. Det vil sige at syreforbruget per kubikmeter gylle vil variere efter gylletype. Det vil også sige at

begge teknikker i princippet kan forsure gyllen til præcis det pH niveau, som man ønsker. I det følgende er der regnet med at pH sænkes til 6,4 eller lavere ved markforsuring og 5,5 (som stiger til maksimalt 6,0 ved efterfølgende lagring) ved tankforsuring. Der findes en publikation, der beskriver effekten på emission af ammoniak ved markforsuring (Nyord *et al.*, 2010), men ingen der beskriver effekten ved tankforsuring. Når den alligevel medtages på denne liste skyldes det, at effekten på ammoniaktabet i marken ved at sænke gyllens pH til 6,0 eller lavere er veldokumenteret. Det vil sige, at det "kun" bør dokumenteres, at gylle har en pH på 6,0 eller lavere ved udbringning. Det er blevet undersøgt af AgroTech, hvorvidt pH ændres i gylletanken efter tilsætning af svovlsyre til pH <6,0. I denne undersøgelse var konklusionen klar, at sænkes pH til under 6,0 og hvis der ikke tilsættes "frisk" gylle, da vil pH være stabil i minimum 3 uger (AgroTech, 2012). For at reducere risikoen for at pH stiger i lagringsperioden, har Miljøstyrelsen besluttet, at hvis gylle forsures i lagertanken, skal gyllens pH sænkes til maksimum 5,5. Denne beslutning er truffet, da det har vist sig, at hvis der ikke tilsættes frisk gylle, vil pH i langt de fleste tilfælde ikke stige til over 6,0 - selv ikke ved en efterfølgende lang lagringsperiode.

En tredje forsøringsmetode er staldforsuring, som er beskrevet i afsnittet på side 18. Gylleforsuring ved denne metode påvirker også ammoniaktabet ved udbringning. I de følgende udregninger er det forudsat, at staldforsuret gylle har en pH på ca. 5,7-5,9, når den forlader stalden og ca. pH 6,1-6,3 ved udbringning.

I 2010 gennemførte Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet, en række forsøg til at belyse effekten af forsuring på tabet af ammoniak ved udbringning af gylle. Her blev det fundet, at ved at forsure gyllen til pH 6,4 eller lavere ved udbringning i marken blev ammoniakemissionen reduceret med ca. 65 i forhold til ubehandlet gylle (upubliceret data). Der blev ikke påvist nogen signifikant forskel mellem markforsuring og staldforsuring, men det skal nævnes her, at der i gennemsnit blev brugt 2,4 l koncentreret svovlsyre per ton gylle ved markforsuring og 3,3 l per ton gylle ved staldforsuring (Nyord *et al.*, 2013). Kai *et al.* (2008) viste, at ammoniaktabet ved udbragt staldforsuret gylle var ca. 67 lavere end ubehandlet gylle. Det skal dog bemærkes, at man i undersøgelsen fandt op til 50 ammoniaktab af den tilførte mængde ammonium-N ved udbringning af ubehandlet gylle. Dette er et meget stort tab ved udbringning af gylle i vintersæd. Dette store tab skyldes sandsynligvis særlige vejromstændigheder på forsøgsdagen. Jo større ammoniaktab fra referencegyllen, desto større potentiale for at reducere tabet vil der være ved forsuring. I emissionsforsøgene fra 2010 var gennemsnittet af ammoniaktabet fra referencegylle, udbragt i vintersæd, ca. 25 af tilført ammonium-N. En Farmtest gennemført af Videncentret for Landbrug (Jensen, 2011), fandt, at syreforbruget ved staldforsuring på 15 kvægbrug i gennemsnit var 8 kg/ton gylle = 4,4 L syre/ton gylle. Ved forsuring af svinegylle har forbruget vist sig at være helt op til 7 L syre/ton gylle (upublicerede data). Da det må formodes at syreforbruget ved tankforsuring er nærmest identisk

med staldforsuring, regnes der i det følgende med 4,5 L syre/ton gylle. Dette skal ses som en slags gennemsnit for kvæg, svin og minkgylle, men det skal bemærkes, at langt det meste gylle, der tankforsures, er kvæggylle.

I det følgende er der regnet med at tankforsuring reducerer ammoniaktabet ved udbringning med 50 i forhold til ubehandlet gylle. Det er forudsat at udbringning af markforsuret gylle, medfører en reduktion af ammoniaktabet med 40, Tabel 1.23. Forskellen på de to forsuringsmetoder kan henføres til forskelle i anvendt mængde syre/ton gylle ved de to teknologier. Særligt vil ammoniaktabet formodentligt reduceres mere ved udbringning af tankforsuret end markforsuret gylle, i perioder hvor emissionen af ammoniak forløber over relativ lang tid, da den øgede syremængde vil sænke pH i gylle-jord blandingen der henlægger på jordoverfladen.

*Tabel 1.23. Gennemsnitlig emission af ammoniak ved udbringning af forsuret og ubehandlet gylle. Alle emissionskoefficienter er baseret på værdier fra Alfam modellen (Hansen et al., 2008). Tallene i tabellen er et gennemsnit af emissionskoefficienterne for februar, marts og april måned.*

| NH <sub>3</sub> tab ved udbringning af gylle | ( af udbragt total N) |
|--|-----------------------|
| Slangeudlagt ubehandlet gylle                | 15,4                  |
| Tankforsuret gylle                           | 7,7                   |
| Markforsuret gylle                           | 9,2                   |

### *Lugt*

Der er ikke mange undersøgelser der beskæftiger sig med lugt fra forsuret gylle. Der er dog målt lugtkoncentration i svinestalde, hvor der blev foretaget forsuring af gyllen. To afprøvninger har således vist at forsuring ingen effekt havde på lugtkoncentrationen i stalden på trods af at ammoniakkoncentrationen i staldluften blev reduceret markant (Pedersen, 2004; Pedersen, 2007). Samme resultat blev fundet i en undersøgelse udført af Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet, i 2010. Her blev der målt lugt efter markforsuret kvæggylle blev bragt ud på græs. Nyord *et al.* (2010), fandt at markforsuring ikke påvirker lugten, det vil sige at lugten fra gyllen hverken øges eller reduceres som følge af forsuringen. Det vurderes at dette også gælder for tankforsuring.

### *Drivhusgasser*

I 2010 gennemførte Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet, et forsøg hvor effekten på drivhusgasudledningen fra overfladeudbragt forsuret gylle blev sammenlignet med ubehandlet forsuret gylle. Den endelige databearbejdning er endnu ikke udført, men de foreløbige resultater tyder på at der ingen effekt er af forsuring.

### **Energiforbrug**

Det vurderes at energiforbruget ikke øges nævneværdigt ved forsuring i lagertanken eller i forbindelse med udbringning, i forhold til traditionel gylleudbringning. Dog skal det nævnes, at energiforbruget ved produktion af svovlsyre er relativt højt.

### **Driftsomkostninger**

Erfaringerne med både mark- og tankforsuring er begrænsede, da teknologierne stadig er af nyere dato. Derfor skal beregningerne af driftsomkostninger og derved miljøeffektivitet tages med store forbehold.

Syreforbruget ved markforsuring er i de følgende beregninger sat til 2 L/ton gylle til forsuring til pH 6,4 eller lavere. Dette vil naturligvis variere alt efter, hvilken gylle der er tale om, men erfaringer fra de to første år med systemet i drift, har været, at bruges der 1-2 L syre/ton gylle, vil pH som oftest være under 6,4 (Morten Toft, Biocover A/S, Veerst Skovvej 6, 6600 Vejen, Mobil 29 63 49 36, E-mail [mt@biocover.dk](mailto:mt@biocover.dk) personlig meddelelse, 2012). Det skal dog understreges, at der så vidt vides endnu ikke findes uafhængige opgørelser af syreforbruget pr. ton gylle. Indtil videre er der kun publiceret resultater fra et forsøg, hvor NH<sub>3</sub> emissionen efter udbringning af markforsuret gylle er målt (Nyord *et al.*, 2013). Som tidligere angivet resulterede dette forsøg i en reduktion på ca. 65 % i forhold til udbringning af ubehandlet gylle. Syreforbruget i dette forsøg var noget højere end de 1-2 L syre/ton gylle, som er det forbrug, der tilsyneladende anvendes i praksis. Derfor bliver der i det følgende regnet med et syreforbrug på 2 L koncentreret svovlsyre/ton gylle ved markforsuring. Dette syreforbrug er dog stadig mindre end fundet i Nyord *et al.* (2013), og derfor vil der i det følgende blive regnet med en reduktion i NH<sub>3</sub> emissionen ved udbringning af gylle med et markforsuringssystem, på 40 % af tabet ved udbringning af ubehandlet gylle. Disse antagelser understøttes af (Seidel *et al.*, 2013) og endnu upublicerede data fra forsøg i Danmark og Tyskland, som Aarhus Universitet og Christian-Albrechts-Universitet zu Kiel foretager i fællesskab.

Som tidligere skrevet, forudsættes det i disse beregninger, at der anvendes 4,5 L syre/ton gylle ved tankforsuring. Dette gælder for begge de to fabrikater af tankforsuring der så vidt vides er på det danske marked, nemlig Harsø 10" gylleomrører med tankforsuring og Ørum TF 12.

For at udregne omkostninger pr. kg. reduceret N, omregnes den procentvise reduktion til kg N/ha som er angivet i Tabel 1.24. Det forudsættes, at en gyllevogn udbringer 60.000 ton gylle/år, og at der i gennemsnit for alle kombinationer af afgrøder og gylletyper udbringes i gennemsnit 30 ton gylle/ha/år.

Tabel 1.24. Reduceret ammoniakemission vedforsuring af gylle i forbindelse med udbringning af 60.000 ton gylle. Emissionskoefficienterne er angivet i Tabel 1.23.

| Slæbeslangeudbringning               | Svinebedrift |
|--------------------------------------|--------------|
| Emissionskoefficienter (tab i kg/ha) | 15,4 (20)    |
| <b>Markforsuring</b>                 |              |
| Emissionskoefficienter (tab i kg/ha) | 9,4 (12)     |
| Reduceret emission i kg/ha           | 7,8          |
| <b>Tankforsuring</b>                 |              |
| Emissionskoefficienter (tab i kg/ha) | 7,7 (10)     |
| Reduceret emission i kg/ha           | 10           |

### ***Omkostningseffektivitet for forsuring af gylle i lager og under udbringning***

Omkostningseffektiviteten for de to systemer, er beregnet som beskrevet nedenfor og i Tabel 25.

#### **Markforsuring**

Hvis gyllen bringes ud med slæbeslanger, vurderes det samlede tab af N at blive ca. 20 kg/ha/år. Dette reduceres til 12 kg/ha/år ved at benytte markforsuring og altså en reduktion på 8 kg N/ha/år. Hvis det forudsættes, at markforsuring kan benyttes til udbringning af 60.000 ton gylle/år, og der i gennemsnit udbringes 30 ton/ha/år, vil brug af markforsuring bevirke en reduceret ammoniakemission på i alt 16.120 kg N/år. Dermed kan det udregnes, at meromkostning forbundet med markforsuring, fratrukket gødningsværdien, er 167.620 kr./år, se Tabel 1.25. Dermed bliver omkostningseffektiviteten 10 kr./kg sparet N.

#### **Tankforsuring**

Hvis gyllen bringes ud med slæbeslanger, vurderes det samlede tab af N at blive ca. 20 kg/ha/år. Dette reduceres til 10 kg/ha/år ved at benytte tankforsuring og altså en reduktion på 10 kg N/ha/år. Hvis det forudsættes, at tankforsuring kan benyttes til udbringning af 60.000 ton gylle/år, og der i gennemsnit udbringes 30 ton/ha/år, vil brug af markforsuring bevirke en reduceret ammoniakemission på i alt 20.020 kg N/år. Dermed kan det udregnes, at meromkostning forbundet med tankforsuring, fratrukket gødningsværdien, er 511.948 kr./år, se Tabel 1.25. Dermed bliver omkostningseffektiviteten 25,6 kr./kg sparet N.

*Tabel 1.25. Beregning af omkostningseffektivitet for mark- og tankforsuring. Meromkostning fratrukket gødningsværdien kr./år er beregnet som en forskel til udbringning af ubehandlet gylle udbragt med 24 m slæbeslangebom.*

|   | <b>Markforsuring<br/>(kr./år)</b> | <b>Tankforsuring<br/>(kr./år)</b> |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Investering   | 521.000                           | 510.000                           |
| Ekstra vedligehold  | 30.000                            | 0                                 |
| Ekstra tidsforbrug  | 19.200                            | 3.756                             |
| Omkostninger til syre   | 339.120                           | 763.020                           |
| Værdi af sparet N og S  | 276.214                           | 309.169                           |
| Kg sparet N, kg/år  | 16.120                            | 20.020                            |
| Meromkostning fratrukket gødningsværdien,<br>kr./år           | 167.620                           | 511.948                           |
| Omkostningseffektivitet, kr./kg N, inkl. værdi<br>af sparet N | 10                                | 25,6                              |