

Fiberströ till mjölkkor – inverkan på metanavgång från flytgödsellager

Knut-Håkan Jeppsson, Sara Bergström Nilsson, Simon Isaksson, Anna Schnürer

Fiberströ till mjölkkor kan vara ett alternativ till andra strömedel. Strömedlet består av gödsel-fiber som produceras på gården genom separering av orötad eller rötad flytgödsel. I denna studie jämförde vi om användning av fiberströ i stallet påverkar metanavgången vid lagring av flytgödsel och om den flytande fraktionen efter separering har lägre metanavgång än oseparatorad gödsel vid lagring. Studien utfördes genom inkubering i 500 ml flaskor vid 20 °C under ca 190 dagar. Användning av fiberströ i stallet ökade metanavgången vid lagring av flytgödsel jämfört med användning av såg-/kutterspån eller halm som strömedel. Separering av flytgödsel gav lägre metanavgång från den flytande fraktionen än från oseparatorad gödsel vid längre tids lagring.

Inledning

Flytgödsel kan separeras i en fast respektive flytande fraktion. Om torrsubstanshalten i den fasta fraktionen är tillräckligt hög kan den användas som strömedel och på så vis ersätta andra strömedel som såg-/kutterspån, halm, sand eller torv. Det gödselbaserade strömedlet kallas för fiberströ och har normalt en torrsubstanshalt mellan 33 och 37 % direkt efter separatortorn (figur 1). Fördelen med fiberströ är att det är mjukt för djuren att ligga på, lantbrukaren har en säker tillgång till strömedel och det är ofta billigare jämfört med andra strömedel speciellt för större gårdar. Nackdelen är att fiberströ har höga bakteriehalter och är

tyngre att hantera för personal, strömaskiner och utgödslingstrustning än andra strömedel. Den höga nivån av totalantalet bakterier i fiberströ kräver att det tas hygienisk hänsyn vid hantering av fiberströ, skötsel av liggbås och i samband med mjölkning samt noggrann övervakning av djurhälsan (Jeppsson m.fl., 2023).

Denna studie var en del av projektet ”Gödsel-fiber som strö - effekt på hygien, djurhälsa, mjölk-kvalitet, ekonomi och miljö” och syftet var att undersöka hur användning av fiberströ i stallet för halm eller spån påverkar metanavgången från lager med flytgödsel. Metanavgång från lagring av gödsel från nötkreatur uppskattas till ca 5 % av Sveriges totala utsläpp av metan (SCB, 2024). Utsläppen av metan från flytgödsel under lagring är mycket högre under sommarhalvåret än under vinterhalvåret på grund av högre gödseltemperatur (Ambrose m.fl., 2023). Under en svensk sommar har metanavgången uppmätts till 3,16 g metan per kubikmeter gödsel och dag för obehandlad gödsel från en mjölkkogård. Från lagring av rötad mjölkkogödsel, dvs gödsel efter en biogasreaktor, kan metanavgången vara både högre och lägre än från orötad gödsel beroende av utrotningsgrad och gödselns temperatur (Rohde m.fl., 2015).

Metanavgången från flytgödsel som lagras i gödselbehållare påverkas av flera faktorer. Gödselns metanpotential, gödselns temperatur, lagringstid samt mängden kvarvarande gödsel som kan innehålla en stor mängd metanbildare, anses vara de viktigaste faktorerna. Metanpotentialen från gödsel beror på djurslag,



Figur 1. Fiberströ (Foto: Knut-Håkan Jeppsson)

djurkategori, foderinnehåll, mängd och typ av strömedel samt eventuell behandling/nedbrytning av gödseln före lagret (Møller m.fl., 2004). För flytgödsel från en mjölkgård är metanavgången vid rötning omkring 239-270 Nml CH₄ per gram VS under 100 dagars inkubering vid 37 °C (Rohde m.fl., 2015). Volymen gas mäts i normalmilliliter (Nml) dvs. volymen gas vid 0 °C och 1,013 bar. VS står för ”Volatile Solids” och är andelen nedbrytbart material dvs torrsubstanshalten minus askhalten.

Tillsats av strömedel kan påverka metanavgången från flytgödsel vid lagring. De vanligaste strömedlen som används i mjölkstallar är halm och såg-/kutterspån. Både halm och sågspån har högt VS, ca 950 g/kg för kornhalm och ca 980 g/kg för sågspån (Liu m.fl., 2005). Metanpotentialen vid rötning är emellertid mycket högre för halm, ca 280 Nml CH₄ per gram VS, jämfört med sågspån, ca 15 Nml CH₄ per gram VS vid inkubering under 60 dagar vid 35 °C (Liu m.fl., 2005). Skillnaden beror på kolets

tillgänglighet dvs. hur lätt materialet bryts ned. Stora delar av kolet i sågspån finns som lignin (vedämne) som är en svårnedbrytbar naturlig polymer (Liu m.fl., 2015). Det finns ingen uppgift på metanpotential för fiberströ från mjölkko.

Olika strömedel har olika innehåll av kolhydrater och har därmed olika egenskaper vid anaerob nedbrytning. Fiberströ har en annan sammansättning av kolhydrater än andra strömedel vilket bör påverka metanavgången vid lagring av gödseln. Genom att separera gödsel bortförs delar av det organiska materialet i den flytande fraktionen, vilket sänker metanpotentialen. Produktion av fiberströ bör därmed ge lägre metanavgång vid lagring av den flytande fraktionen än från flytgödseln före separering. För att undersöka detta genomförde vi två labb-studier:

- Metanavgång från lagring av flytgödsel vid användning av olika strömedel i stallet
- Metanavgång från lagring av rötad flytgödsel och den flytande fraktionen efter separering.

Metoder

För att utvärdera de olika strömaterialens påverkan på metanavgången blandades färsk nötgödsel med strömaterial av fiberströ från orötad gödsel, fiberströ från rötad gödsel, såg-/kutterspån samt halm. Fiberströ från orötad och rötad gödsel hämtades från två gårdar där det separerades fram med skruvpress. Blandningsförhållandet var 10:1 på VS-basis (38 g VS nötgödsel och 3,8 g VS strö-material) med en totalvolym på 300 ml. Förhållandet 10:1 på VS-basis motsvarar normalmängd såg-/kutterspån och gödsel per mjölkko. Blandningarna tillsattes i 3 parallella flaskor (500 ml). Tre flaskor med endast färsk nötgödsel användes som referens för lagring av nötgödsel utan strömedel. Samtliga flaskor tömdes på syre med hjälp av kvävgas innan de förslöts med propp och skruvkork. Blandningarna inkuberades sedan stillastående vid 20 °C i 189 dagar (figur 2). Planen var att bryta försöket efter ca 90 dagar, men efter ca 75 dagar ökade metanproduktionen kraftigt från blandningen med fiberströ

från rötad gödsel. Försökstiden förlängdes därför för att se hur metanproduktionen utvecklades.

För att jämföra metanavgången från flytgödsel före och efter separering användes rötad gödsel, dvs flytgödsel som hade passerat genom en biogasreaktor. Tre flaskor fylldes upp med 300 g obehandlad rötad gödsel och 3 flaskor med 300 g av den flytande fraktionen från separerad rötad gödsel. Materialet inkuberades stillastående vid 20 °C i 196 dagar.

Metanproduktionen i båda delstudierna följdes genom regelbunden tryckmätning (GMH 3111, Greisinger GmbH, Tyskland) tillsammans med gasprovtagning för metanhaltbestämning på gaskromatograf med FID (Clarus 500, PerkinElmer, Massachusetts, USA). Med dessa mätningar kunde den ackumulerade volymen metangas bestämmas över tid. Efter varje provtagningstillfälle neutraliserades trycket i flaskorna genom uttömning av gasen.

Resultat och diskussion

I denna studie inkuberade vi provflaskorna i drygt 6 månader vid 20 °C. Lagringsvolymen för flytgödsel ska klara produktionen av gödsel på gården under 6, 8 eller 10 månader beroende av besättningsstorlek och om det är inom känsliga områden för växtnäringss-förluster (SJV, 2022). Mätningar i fullskaliga flytgödselbehållare har visat att årsmedeltemperaturen i Götaland ligger omkring 9-14 °C (Rohde m.fl., 2015).

Längre lagringstid och lägre gödseltemperatur kan eventuellt ha påverkat resultaten men labbstudien ger en bra jämförelse mellan olika strömaterial och mellan rötad flytgödsel och den flytande fraktionen efter separering med skruvpress.

Lagring av flytgödsel med olika strömedel

Under de första 75 dagarna av lagringstiden var metanproduktionen högst från gödsel med fiberströ separerad från orötad gödsel (figur 3). Den ackumulerade metanproduktionen var ca 2,3 ggr högre än från referensen med enbart färsk nötgödsel. Redan vid andra mätningen efter 18 dagars lagring var metanproduktionen högst från detta försöksled. Inblandning av fiberströ från rötad gödsel resulterade i drygt 20 % ökad metanproduktion jämfört med bara gödsel efter 75 dagar. Tillförsel av halm och spån resulterade i en minskning av metanproduktionen med drygt 25 % jämfört med gödsel utan strömedel.

Efter 112 dagars inkubering hade metanproduktionen ökat kraftigt från ledet med fiberströ från rötad gödsel. Den ackumulerade metanproduktionen var ca 10 ggr högre jämfört med bara gödsel. Efter 119 dagars inkubering började även metanproduktionen från ledet med fiberströ från orötad gödsel att öka kraftigt. Metanproduktionen från enbart gödsel samt med halm eller spån ökade endast marginellt.



Figur 2. Flaskor under inkubering vid 20 °C under 189 dagar (Foto: Simon Isaksson)

Den ackumulerade metanproduktionen från de två försöksleden med fiberströ fortsatte att öka till inkuberingen avbröts efter 189 dagar. Då var den ackumulerade metanproduktionen ca 36 ggr högre med fiberströ från rötad gödsel och ca 34 ggr högre från fiberströ från örötad gödsel jämfört med referensen med enbart färsk gödsel. Försöksleden med halm eller såg-/kutterspån hade ca 25 % lägre metanproduktion.

En förklaring till att inblandning av fiberströ ger högre metanproduktion kan vara att kolhydraterna i fiberströ har "förbehandlats" i kornas matsmältningssystem. Förbehandling av substrat som innehåller lignin ger snabbare reaktion och högre metanpotential (Møller m.fl., 2004). Vid användning av fiberströ från rötad gödsel har återstående kolhydrater även "förbehandlats" i biogasprocessen.

Tillförsel av halm och sågspån gav lägre metanproduktionen. En förklaring kan vara att inblandning av strömedel medförde att mängden färsk nötgödsel i provflaskorna minskade. Eftersom både halm och sågspån består av svårnedbrytbara kolhydrater och lignin så medför inte strömedlen någon ökning av metanproduktionen under lagringstiden på 189 dagar. Eventuellt hade metanproduktionen ökat vid längre lagringstid. I ett försök med lagring av flytgödsel från nötkreatur ökade metanavgången efter 7 månader vid tillsats av halm (Van der Weerden m.fl., 2014).

Flytgödsel före och efter separering

Den ackumulerade metanproduktionen från rötad gödsel före respektive efter separering var lika hög som vid mätningen efter 63 dagar (figur 4). Därefter var metanproduktionen högre från den oseparerade gödseln. Efter 98 dagars inkubering var metanproduktionen ca 13 % lägre från den flytande fraktionen efter separering än från den oseparerade gödseln. När försöket avslutades, efter 196 dagars inkubering, så var skillnaden ca 60 %.

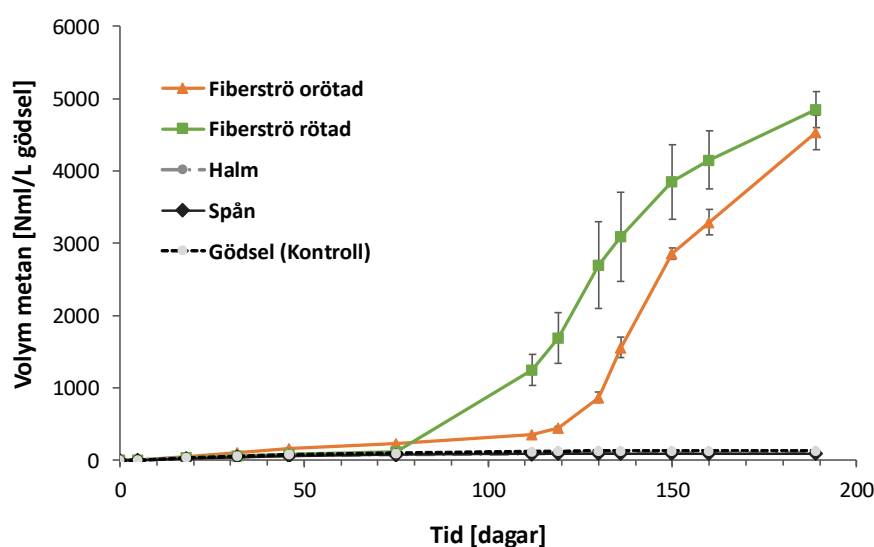
Resultatet överensstämmer med studier gjorda i andra länder och som är sammanställda av Ambrose m.fl.

(2022). De fann att separering av flytgödsel från mjölkkor kan minska metanavgången med 42 % vid 80 dagars lagring, 68 % vid 182 dagars lagring och 81 % vid 202 dagars lagring jämfört med flytgödsel före separering. Genom separering av rötad nötgödsel kan metanavgången minska med 55 % under 32 dagars lagring. Den lägre metanavgången beror förmodligen på att en del av kolinnehållet i gödseln har separerats bort från den flytande fraktionen. I denna studie var det ingen skillnad i metanproduktionen de första två månaderna av lagringstiden vilket kan bero på att tillgången på kol i den flytande fraktionen efter separering inte var begränsande för metanproduktionen. Detta innebär att det är vid längre tids lagring som den flytande fraktionen efter separering av rötad flytgödsel ger lägre metanavgång.

Gårdar som kontinuerligt producerar och använder fiberströ till mjölkkor har vanligtvis minst en flytgödselbehållare för oseparerad flytgödsel och en flytgödselbehållare för den flytande fraktionen efter separering. Resultaten visar att metanavgången kan vara lägre från behållaren med den flytande fraktionen efter separering.

I denna studie undersökte vi metanavgången från flytgödsellager i en labbstudie. För att få hela bilden över hur

miljön påverkas behöver man även studera emissionerna av lustgas och ammoniak. Typ och mängd av strömedel påverkar även svämtäckets tjocklek och egenskaper. Svämtäcket kan minska ammoniakemissionen från flytgödsel eftersom det begränsar avgivningen från gödselytan. Samtidigt ger förhållandena i svämtäcket förutsättningar för att lustgas kan bildas. I svämtäcket kan det dessutom finnas bakterier som omvandlar en del metan till koldioxid (Petersen, 2018). Undersökningen visar att den flytande fraktionen efter separering har lägre metanavgång än flytgödsel före separering. Separeringen innebär också att svämtäcket kan bli tunnare. Större delen av kvävet i flytgödsel återfinns i den flytande fraktionen efter separering och ammoniumkoncentrationen är högre (Fournel m.fl., 2019) vilket gör att stora mängder ammoniak kan avgå (Amon m.fl., 2006; Fangueiro m.fl., 2007). Emissionen av lustgas vid lagring av den flytande fraktionen är förmodligen mindre än vid lagring av den oseparerade flytgödseln eftersom det inte bildas svämtäcke. Dessutom kan det även avgå ammoniak, metan och lustgas från den fasta fraktionen, fiberströet, vid separeringen och när den komposteras och lagras (Amon m.fl., 2006; Fangueiro m.fl., 2007).



Figur 3. Ackumulerad metanproduktion från flytgödsel med tillsats av olika strömedel inkuberad under 189 dagar vid 20 °C. Medelvärde och standardavvikelse av tre flaskor.

Slutsatser

Metanavgång från lager med flytgödsel påverkas av vilket strömedel som har används i stallet. Användning av fiberströ från färsk gödsel och från rötad gödsel ökar metanavgången från flytgödsel vid lagring jämfört med användning av halm eller såg-/kutter-spån som strömedel. Vid lagring under lång tid kan fiberströ ge markant större metanavgång. Lagring av den flytande fraktionen efter separering av flytgödsel ger lägre metanavgång jämfört med flytgödsel som inte är separerad. Skillnaden i metanavgång ökar med lagringstiden. Kompletterande studier måste genomföras för att ge en helhetsbild över påverkan på den yttre miljön, via emissioner av metan, ammoniak och lustgas, vid användning av fiberströ till mjölkkor.

Referenser

Ambrose, H. W., Dalby, F. R., Feilberg, A., & Kofoed, M. V. (2023). Additives and methods for the mitigation of methane emission from stored liquid manure. *Biosystems Engineering*, 229, 209-245.

Amon, B., Kryvoruchko, V., Amon, T., & Zechmeister-Boltenstern, S. (2006). Methane, nitrous oxide and ammonia emissions during storage and after application of dairy cattle slurry and influence of slurry treatment. *Agriculture, ecosystems & environment*, 112(2-3), 153-162.

Fangueiro, D., Coutinho, J., Chadwick, D., Moreira, N., & Trindade, H. (2008). Effect of cattle slurry separation on greenhouse gas and ammonia emissions during storage. *Journal of environmental quality*, 37(6), 2322-2331.

Fournel, S., Godbout, S., Ruel, P., Fortin, A., Gagnéux, M., Côté, C., Landry, C. & Pellerin, D. (2019). Production of recycled manure solids for bedding in Canadian dairy farms: I. Solid-liquid separation. *Journal of dairy science*, 102(2), 1832-1846.

Jeppsson, K-H., Magnusson, M., Bergström Nilsson, S., Ekman, L., Winblad von Walter, L., Jansson, L-E., Landin, H. & Bergsten, C. (2023). Fiberströ till mjölkkor – effekt på djurvelfärd, djurhälsa, mjölk-kvalitet och kostnaden för strömedel. LTV-fakultetens faktablad, (2023: 10).

Lindgren, H. 2022. Gödsel och miljö 2022. Version 5. Jordbruksverket. 115 sidor.

Liu, X., Bayard, R., Benbelkacem, H., Buffière, P., & Gourdon, R. (2015). Evaluation of the correlations between biodegradability of lignocellulosic feed-

stocks in anaerobic digestion process and their biochemical characteristics. *Biomass and Bioenergy*, 81, 534-543.

Møller, H. B., Sommer, S. G., & Ahring, B. K. (2004). Methane productivity of manure, straw and solid fractions of manure. *Biomass and bioenergy*, 26(5), 485-495.

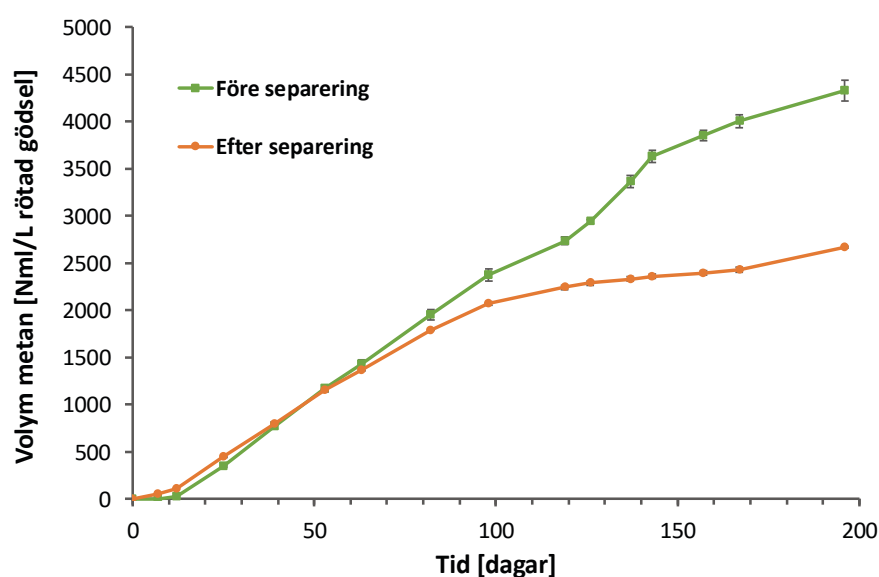
Petersen, S. O. (2018). Greenhouse gas emissions from liquid dairy manure: Prediction and mitigation. *Journal of Dairy Science*, 101(7), 6642-6654.

Rodhe, L. K., Ascue, J., Willén, A., Persson, B. V., & Nordberg, Å. (2015). Greenhouse gas emissions from storage and field application of anaerobically digested and non-digested cattle slurry. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 199, 358-368.

SCB. 2024. Totala utsläpp och upptag av växthusgaser efter växthusgas och sektor. År 1990-2022. SCB. [https://www.scb.se]

van der Weerden, T. J., Luo, J., & Dexter, M. (2014). Addition of straw or sawdust to mitigate greenhouse gas emissions from slurry produced by housed cattle: a field incubation study. *Journal of environmental quality*, 43(4), 1345-1355.

Vi tackar mjölkproducenterna som bidrog med fiberströ och gödsel. Studien genomfördes inom projektet ”Gödsel-fiber som strö - effekt på hygien, djurhälsa, mjölk-kvalitet, ekonomi och miljö” och finansierades av Stiftelsen Lantbruksforskning, bidragsavtal O-19-20-312.



Figur 4. Ackumulerad metanproduktion från rötad flytgödsel före separering och från den flytande fraktionen efter separering. Medelvärde och standard-avvikelse av tre flaskor.

Faktabladet är utarbetat inom LTV-fakulteten och institutionen för Biosystem och Teknologi, <https://www.slu.se/bt>

- Författare:

© **Knut-Håkan Jeppsson** (Knut-Hakan.Jeppsson@slu.se) SLU, inst för biosystem och teknologi

© **Sara Bergström Nilsson** (Sara.Nilsson@hushallningssallskapet.se) Hushållningssällskapet i Hallands län

© **Simon Isaksson** (Simon.Isaksson@slu.se) SLU, inst för molekylära vetenskaper

© **Anna Schnürer** (Anna.Schnurer@slu.se) SLU, inst för molekylära vetenskaper

- Projektansvarig:

Knut-Håkan Jeppsson

-DOI: <https://doi.org/10.54612/a.4mchcd5nej>