

Hur kan man mäta metan från mjölkkor?

Mohammad Ramin och Pekka Huhtanen



Metan är en potent växthusgas som bildas vid olika processer och därefter kommer ut i atmosfären, vilket anses bidra till den globala uppvärmningen. Idisslare är bland de viktigaste källorna till utsläpp av metan. Det är därför av intresse att studera vilka faktorer som påverkar produktionen av metan i våmmen. Det bästa vore om metanproduktionen kunde förutsägas med hjälp av laboratoriemetoder eller modellering från data, eftersom faktiska mätningar av metanutsläpp från djur är dyra och arbets- och tidskrävande.

SLU har utvecklat flera metoder baserade på automatiserad mätning av gasproduktion kombinerat med datormodellering med syftet att förutsäga produktionen av metan från mjölkkor. Dessutom har vi utvecklat matematiska modeller för att beräkna metanproduktionen från mjölkkor i produktion. Enligt studierna är torrsbstanskonsumtionen (kg ts) den viktigaste faktorn som bestämmer den totala metanproduktionen hos en mjölkko. Metanproduktionen ökar med ökat ts-intag och minskar per konsumerad kg ts. Modellerna visar också vilken betydelse som fodrets smältbarhet och dess innehåll av fett och olika kolhydrater har för gasproduktionen.

Faktorer som påverkar bildandet av metan

Torrsubstansintag

Det är väl känt att konsumtionen har stor inverkan på den totala metanproduktionen hos idisslare. Foderintaget är den klart viktigaste faktorn för produktionen av metan hos mjölkkor. När man gör modeller för att förutsäga metanproduktionen är det därför viktigt att man har korrekta data för konsumtionen och förstår de biologiska mekanismer som ligger bakom sambanden.

Smältbarhet

Metan produceras då organiskt material förjäsas i våmmen. Därför kan man förvänta sig att metanproduktionen blir högre vid ökad smältbarhet hos fodret. En sådan effekt har också visats i utländska studier.

Fett

Fett i foderstaten har en hämmande inverkan på produktionen av metan. Det beror på ett flertal mekanismer:

- 1) biohydrogenering (mättande) av omättade fettsyror, då väte används och därmed inte kan införlivas i metanmolekyler (CH_4).
- 2) mer fett innebär som regel mindre mängder av jäsbara substrat, främst kolhydrater.
- 3) fett påverkar jäsningsmönstret i våmmen så att produktionen av propionat gynnas på bekostnad av acetat eller butyrat, vilket i sin tur medför minskad produktion av metan. Detta kan delvis bero på den direkt hämmande effekten av fett på våmmens protozoer (encelliga djur).

Kolhydrater

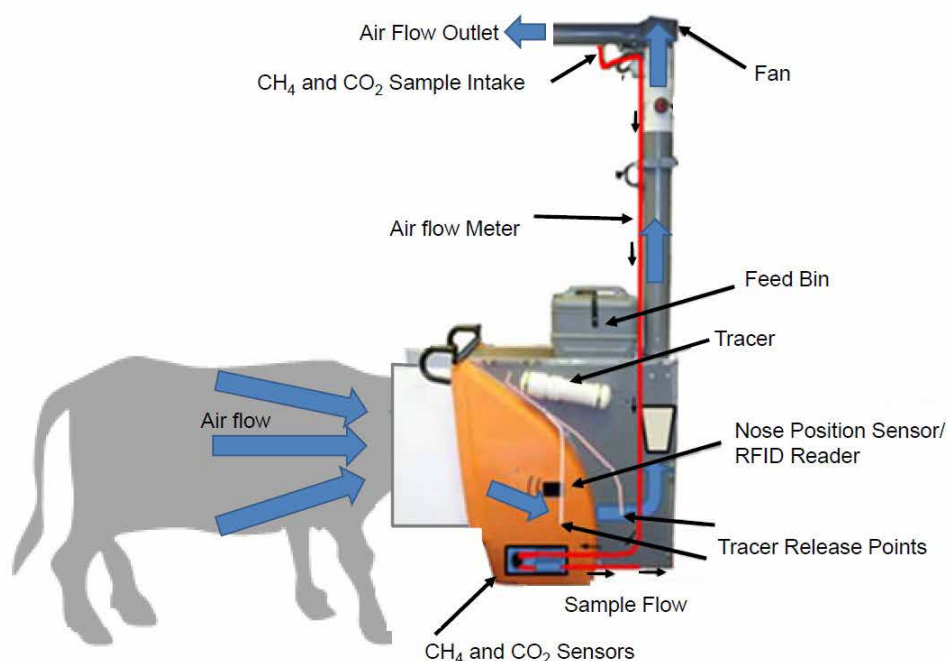
En ökad kraftfoderandel i foderstaten sägs leda till lägre produktion av metan. Dock har man i studier sett betydande minskning framförallt vid utfodring med mycket höga kraftfodergivor, t ex i feedlot-system. Vid de intervall för kraftfodergivor man normalt använder i Sverige för mjölkkor är effekterna ganska små. Studier visar också att skillnaden i metanproduktion som andel av konsumerad energi är marginell i foderstater med måttlig mängd kraftfoder (upp till 60% av foderstaten).

Ensileringen

Hur och hur mycket ensilaget har jäst (ensilerats) kan påverka metanproduktionen på två olika sätt: genom ett förändrat jäsningsmönster i våmmen och genom förändringar i bildningen av mikrober i våmmen. Ett högt innehåll av totala syror i vallfodret sänker produktionen av metan. I vår beräkningsmodell ingår att metanproduktionen minskar vid ökning av den totala syrakoncentrationen eller vid en ökning av andelen ättiksyra av totala syror.

Att mäta metanproduktion på levande djur

Att använda respirationskammare är den mest exakta metoden för mätning av metanproduktion hos idisslare. Djuret placeras i en sluten men ventilerad kammare. I luften som kommer ut från kammaren mäts de gaser som djuret andas ut, däribland metan, och man kan räkna ut mängden producerad metan som $\text{Luftflöde} \times \text{Metankoncentration}$.



Figur 1. GreenFeed-enhet för att mäta metan i utandningsluften (bild från GreenFeed Stand-Alone Feeder instruction manual, C-lock; Zimmerman)

En alternativ metod för att mäta metan från det levande djuret är att använda sig av svavelhexafluorid i en s.k. markörbestämning. En tub med en känd mängd av markören placeras inuti våmman innan försöket påbörjas. Därefter tas prov från utandningsluften och koncentrationen av olika gaser bestäms med gaskromatografi. Man kan sedan räkna ut produktionen av metan utifrån dess förhållande till mängden svavelhexafluorid.

En ny metod har utvecklats för att i realtid mäta flöden av koldioxid och metan från en större grupp av djur (GreenFeed, från C-Lock Inc., USA). Man använder en mätenhet i en foderstation där korna kan sticka in huvudet (figur 1). En liten mängd kraftfoder ges automatiskt vid besöken, för att locka djuren. En enhet kan användas för 25-30 djur. När kon har nosen på rätt ställe går dess utandningsluft och våmgaser med ett luftflöde in i systemet och blandas i en fläkt. Därefter tas automatiskt prov av gaserna, vilka analyseras på sitt innehåll av metan och koldioxid. Metanproduktionen räknas ut som Luftflöde x Metankoncentration. Vi har installerat två GreenFeed-enheter i institutionens lagård i Umeå. De har inte använts i de studier som presenteras här, men har däremot nyttjats i olika utfodringsförsök som vi kommer att redovisa i senare Nytt-blad.

Laboratoriemätning med våmvätska

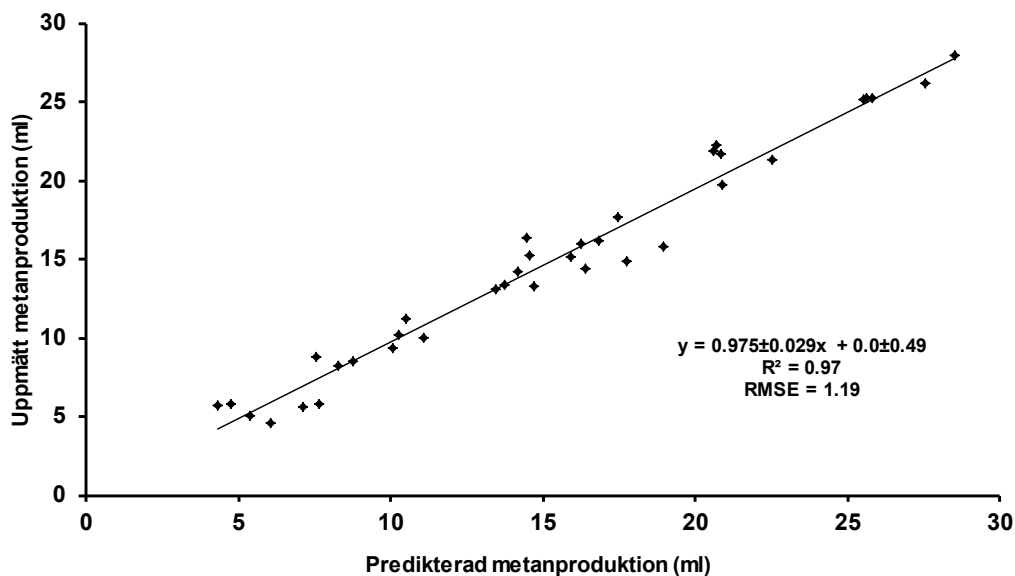
Metan kan också mätas med s.k. in vitro-gasproduktions teknik. Malda foderprov blandas med buffert och våmvätska i glasflaskor. I flaskkorken

finns rör med ventiler (figur 2). Gasproduktionen registreras som antalet gånger ventilen öppnas för att släppa ut ett övertryck av gas. Man kan med denna metod på ett kontrollerat sätt undersöka t ex smältbarhet hos ett stort antal foderprover. Exempelvis kan man göra en första utvärdering av en ny fodertillsats innan man provar den i djurförsök.



Figur 2. Helautomatiskt in vitro-gassystem för att mäta total gasavgivning och metankoncentration.

Vi har i vårt laboratorium vidareutvecklat metoden så att den också kan användas för mätning av metan. Prover av den bildade gasen samlas vid vissa tidpunkter och analyseras på sitt innehåll. Därefter beräknas metanproduktionen från matematiska modeller gjorda utifrån kunskapen om hur metan bildas i våmman. Det tydliga samband man kan se mellan den uppmätta metanproduktionen och den som kan beräknas utifrån koncentrationen av flyktiga fettsyror i våmvätskan (figur 3) visar att metoden är tillförlitlig. Sambandet kan användas för att förutsäga metanproduktionen från idisslare vid en viss foderstat.



Figur 3. Samband mellan metanproduktionen beräknad utifrån flyktiga fettsyror och produktionen uppmätt med gasproduktionssystemet (in vitro).



Detta material har delvis finansierats med EU-medel

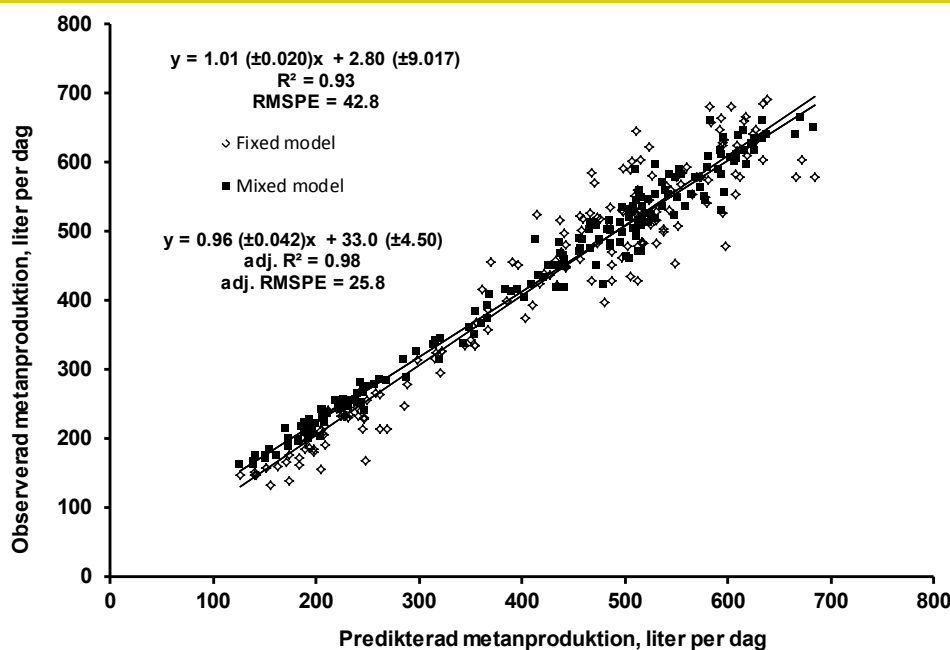
NYTT från institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap produceras vid SLU i Umeå.

Redaktör: Gun Bernes

Ansvarig utgivare: Märten Hetta

Skriifternu distrihuertu bl u uia Norrmejerier och finns äuen pü www.slu.se/njv under Publikationer.

Tryckningen av detta blad finansieras av länsstyrelsen i Västernorrlands län samt av EU.



Figur 4. Samband mellan metanproduktion beräknad enligt en modifierad Karolinemodell, och produktionen enligt 184 observationer i olika forskningsrapporter (uträkning med fix respektive mixed modell).

Matematiska modeller

Som ett billigare och enklare alternativ till djur- och laboratoriestudier kan man utveckla matematiska modeller baserade på foder- och djurdata från publicerade försök. Man bör dock alltid utvärdera modellerna när en ny uppsättning ekvationer utvecklas.

Vi har utvecklat två matematiska modeller, en empirisk och en mekanistisk (Karoline), för att förutsäga metanproduktion. När modellerna utvärderades med hjälp av uppmätta metanvärden från olika forskningsrapporter såg vi endast små avvikelser mellan beräknad och faktisk metanproduktion. Karoline är en nordisk modell som tidigare utvecklats för att göra beräkningar av nedbrytning och metabolism hos mjölkkor. Den omarbetades något i de delar som kan ha betydelse för metanproduktionen och verkar på ett bra sätt kunna förutsäga metanproduktionen från mjölkkor, särskilt vid användning av nordiska foderstater (figur 4).

Både den empiriska modellen och Karoline kan användas för att utveckla utfodringsstrategier för minskad metanavgivning från mjölkproduktionen. De kan också användas på nationell nivå och av rådgivare för att förutsäga metanproduktion. Karolinemodellen kan också vara ett användbart verktyg i undervisning, för att visa hur olika faktorer påverkar metanproduktionen hos mjölkkor.

Framtida strategier

Att avla för bättre foderutnyttjande kan indirekt minska metanproduktionen per kg mjölk mer än om man gör ett direkt urval av kor med låg produktion av metan. Detta eftersom det senare kan leda till nedsatt smältbarhet och fodereffektivitet. Man bör också arbeta med modeller som optimerar produktionen av metan på systemnivå (gård, land) vid produktion av en viss mängd av mjölk och nötkött.

Studierna har finansierats av Valio Finnish Dairies Association, Raisio Ltd och Stiftelsen Lantbruksforskning.

