



Mat och klimat:

Den starka växthusgasen lustgas

Text: Åsa Kasimir Klemedtsson
Forskare vid Tellus-plattformen,
Göteborgs universitet

Maten står för nästan en tredjedel av alla våra klimatpåverkande utsläpp. Till exempel bildas den starka växthusgasen lustgas vid odling.

Växthuseffekten är naturlig och bra och utan den skulle den globala medeltemperaturen vara 30 grader lägre än nu med istid här på jorden som följd. Vi kan tacka växthusgaserna för det. Den viktigaste är vattenånga, och det är solens värmande strålar som bestämmer hur mycket vatten det finns i luften, den mänskliga påverkan är inte särskilt stor.

Andra växthusgaser; koldioxid, metan, lustgas och freoner (som inte alls finns naturligt utan tillverkas av människan) har vi tillfört mer av till atmosfären de senaste 200 åren vilket har förstärkt växthuseffekten.

Koldioxidekvivalenter

I tidningen läser vi mest om koldioxid från fossila bränslen och metan från kor som fiser. När det skrivs generellt om utsläpp av växthusgaser handlar det oftast endast om koldioxid. Detta på grund av att alla växthusgas-utsläpp räknas om till en enhetlighet kallad koldioxidekvivalenter.

Lustgas som är mindre omskriven är en stark växthusgas. 1 kg lustgas ger lika stor klimateffekt som nästan 300 kg koldioxid, det vill säga varje kg lustgas är lika med 300 kg koldioxidekvivalenter.

Lustgas

Jag vill här lyfta fram lustgasen som en viktig

växthusgas, vilken oftast förknippas med förlösningar. Sjukvårdens utsläpp till atmosfären är försvinnande små jämfört med utsläppen från jordbruk, industri och trafik. Lustgas är en starkare växthusgas än koldioxid. Den är långlivad i atmosfären, där de lustgasmolekyler som nu kommer ut i luften kommer att vara kvar under i genomsnitt 114 år. De bidrar till atmosfärens uppvärmning men också till nedbrytning av stratosfäriskt ozon, som är en gas som skyddar jordens organismer mot farlig UV-strålning.

Det finns nu 18% mer lustgas i atmosfären jämfört med början på 1800-talet och av alla växthusgasutsläpp som orsakas av människan utgör lustgas 8%. Hur kommer det sig att lustgasen ökar? Kommer den att fortsätta att öka? Och kan tillförseln av lustgas till atmosfären minskas? Om man förstår processerna som ger upphov till lustgas så blir det lättare att både ge prognoser och föreslå metoder som minskar lustgasavgången.

Det är förstäligt att mediadiskussionen mest handlar om trafik och energifrågor, där utsläppen av koldioxid så direkt kan kopplas till verksamheten. Men det är viktigt att förstå att även så "naturliga" verksamheter som jord- och skogsbruk ökar på halten av växthusgaser i atmosfären. Jordbruket släpper ut koldioxid (CO₂), metan (CH₄) och lustgas (N₂O). I Sverige står metan och lustgasutsläppen från jordbruket för ca 18% av de utsläpp som vi människor förorsakar, ungefär lika mycket av varje. Koldioxidutsläpp från traktorkörning etc. räknas inte till jordbruket utan hänförs till en annan rubrik "Energianvändning". ▶

Matproduktion ger lustgas

Större delen av tillförseln av lustgas till atmosfären kommer från marken och bildas av bakterier som omvandlar kväveföreningar i marken. Processen är naturlig och har "alltid" funnits, så då kan man kanske tycka att vi människor inte har med det att göra. Delvis rätt men också fel, vi människor påverkar när vi använder kväve för att producera mycket och god mat för oss själva, foder till djur, fibrer till kläder och byggnation samt till förnyelsebar bioenergi.

Vi människor har alltid ätit mat, så det kan väl sägas vara "naturligt". Med modern odlings-teknik producerar nu jordens åkermark mat som räcker för alla, om vi bara fördelar den rättvist. För att det ska bli mycket mat, fibrer och bioenergi så måste åkern gödslas med kväve, och det är här vi människor påverkar så att mer lustgas avgår till luften. Om vi vill odla ännu mer, krävs ytterligare kväve, som ger upphov till ännu mer lustgas. Det finns de som menar att odling av bioenergi, som inte släpper ut koldioxid, i en del fall blir meningslös därför att lustgas som bildas vid odlingen ger mer koldioxidekvivalenter än det fossila bränsle som bioenergin skulle ersätta.

Kvävetillgång och matproduktion

Den årliga tillförseln av nytt *reaktivt* kväve (Nr, se rutan) till biosfären är nu nästan dubbelt så stor jämfört med före den industriella revolutionen. Orsaken är både ökad odling av kvävefixerande växter och ökad handelsgödsel-

Kvävefixering

De flesta ekosystem lider brist på kväve trots att det finns massor av kvävgas i atmosfären. För de flesta organismer är kvävgasen (N_2) inte möjlig att använda, eftersom kvävgasens två kväveatomer sitter hårt ihop och inte kan slås isär utan mycket energi.

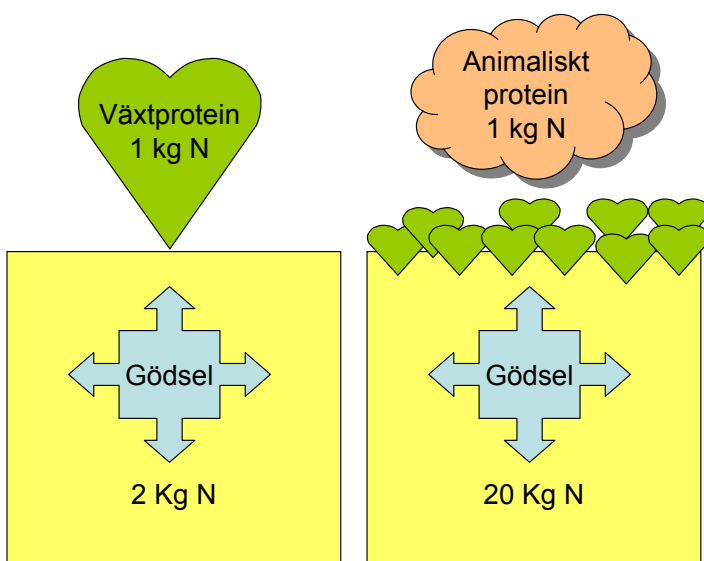
I naturen har en del bakterier, antingen frilevande eller i symbios med växter, förmågan att omvandla N_2 -molekylen till en form som vi kallar för reaktivt kväve (Nr), s k biologisk kvävefixering. Växter som har kvävefixerande bakterier i rötterna är klöver, bönor och trädet al.

Energien för att bryta isär N_2 -molekylen får bakterierna från växternas fotosyntes. Naturligt sker kvävefixering till liten del även utan biologiska processer, som vid blixurladdning och förbränning vid hög temperatur då kväveoxider bildas. Reaktivt kväve som ansamlats globalt från det att jorden bildades har huvudsakligen fixerats biologiskt. Det reaktiva kvävet ackumuleras sedan i levande celler bundet i t ex proteiner och DNA, eller i jorden som humus. Endast en liten del finns som lösligt och lättillgängligt ammonium (NH_4^+) och nitrat (NO_3^-). I kvävecykeln finns reaktivt kväve i många kemiska former, det kan frigöras, omvandlas och bindas upp om och om igen.

lanvändning. Numera försörjs 40% av världens grödor med handelsgödselkväve. Eftersom det finns mer tillgängligt kväve i marken globalt sett ökar mängden lustgas i atmosfären.

Mer reaktivt kväve till ekosystemen "eldar" på fotosyntesen och mer biomassa kan därmed produceras. Matproduktionen är nu tillräcklig för att kunna mätta jordens sex miljarder människor, att människor fortfarande svälter på jorden beror på snedfördelning av resurser.

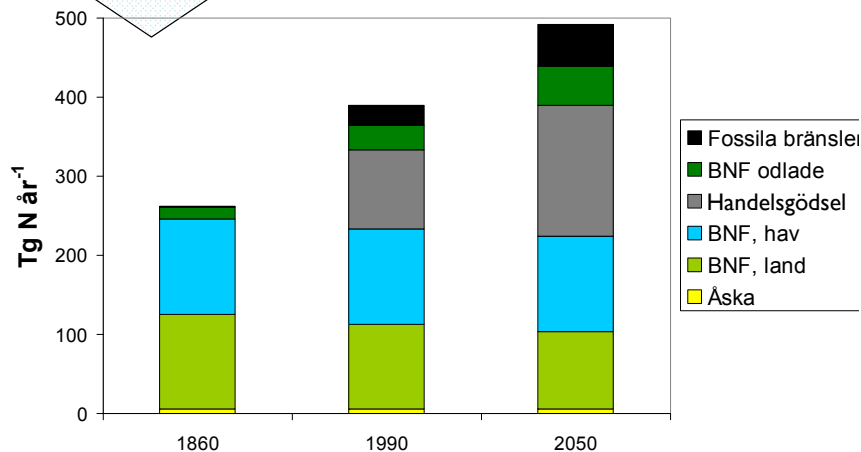
Köttproduktion kräver mycket större kvävemängd i jordbruket. För varje kväveatom i kött snurrar mer än 20 stycken runt i biosfären och kan ge upphov till lustgas. Äter vi vegetariskt protein så blir spillet i ekosystemet bara två atomer för varje atom i den vegetariska maten. Man brukar säga att det går åt tio gånger mer energi för att producera kött än växter, eftersom det blir en energiförlust för varje trofinivå i ekosystemet, och det gäller även för kväve. Det "spilda" kvävet blir kvar i ekosystemet och en del binds upp i organiskt material som på nytt kan spridas på åkern som stallgödsel och flytgödsel. Organiska gödselmedel tillför alltså inte kväve till ekosystemet i stort, även om det tillför kväve till enskilda fält, utan dessa återcirkulerar redan befintligt reaktivt kväve Nr, se figur till vänster.



Vid växtodling hamnar bara en del av gödselkvävet i växten, en del blir kvar på åkern och en del utlakas till vatten eller avgår till luften. Djur äter växter, en del bygger upp djurets kropp men det mesta kissar och bajsar de ut. Det betyder att det behövs 10 ggr mer kväve i systemet för animaliskt protein. Baserat på Azzaroli Bleken & Bakken 1997.

N-fixering

Global tillförsel av kväve
från atmosfärens N_2 till "reaktivt N"
 $T=10^{12}$



Tidigare fixerades kväve huvudsakligen genom biologisk kvävefixering (BNF) där bakterier kan vara frilevande eller i symbios med växter. Idag har vi människor ökat kvävefixeringen genom tillverkning av handelsgödsel, förbränning av fossila bränslen och odling av klöver, ärtor och bönor. Behovet till år 2050 kommer att öka. Galloway et al. 2004, Biogeochemistry

Vi är en del i kvävetets kretslopp

Vi behöver alla förstå att vi är en del av kvävetets kretslopp, där bland annat odling och vår konsumtion av mat bidrar till hur mycket lustgas som avgår till atmosfären framöver. Världens utsläpp av växthusgaser behöver vara 80% mindre år 2050 än de är nu för att inte katastrofala klimatförändringar ska äga rum. Koldioxidutsläpp från fossila bränslen borde vara lättare att stoppa genom att stänga oljekranarna och kolgruvorna, men matproduktion för dagens 6,5 miljarder människor kan vi inte stoppa. Utmaningen är att odla mat för de 9 miljarder människor som kommer att bebo vår planet år 2050.

Kvävetillgång i historiskt perspektiv

I det tidiga jordbruket tillfördes kväve till jorden genom insamling av växtmaterial från omgivande arealer och genom stallgödsel vilket myntade ordstävets "äng är åkers moder". Ängen utarmades medan åkern blev rikare på näring.

Under 1800-talet växte oron för att jordbruket inte skulle kunna försörja den växande befolkningen med mat. Satsningar på bättre jordbruksteknik och en växtföljd med odling av kvävefixerande grödor varvat med andra grödor ökade skördarna.

För cirka hundra år sedan uppfann de tyska kemisterna Haber och Bosch processen att tillverka handelsgödsel vilket gjorde det möjligt att få tillgång till ännu mer kväve. Tillverkning och användning av handelsgödsel tog fart först under 1950-talet och har därefter ökat stadigt, och därmed har skördarna kunnat öka.

Studera kvävefixerande bakterier

Ärtväxter kan ha knölar på rötterna som innehåller kvävefixerande bakterier av släktet *Rhizobium*. Om effektiv kvävefixering sker brukar det vara få och stora rotknölar med ett rosafärgat inre.

För att titta på kvävefixerande bakterier kan man gräva upp plantor med ärtväxter. Ofta finns det olika slag av ärtväxter på näringsfattiga ruderatmarker. Exempelvis kan vitklöver ha gott om små rotknölar. Skär itu rotknölar med en skalpell, lägg dem på ett objektglas och pressa ut innehållet. Studera i 100x förstoring. Kvävefixerande bakterier är avlånga och har en något oregelbunden form.

Odlingsförsök med kväve

Följ utvecklingen i naturvatten beroende på tillsatt mängd kvävegödning. Hämta vatten från en sjö eller damm. Håll upp lika mängd i lika stora glasburkar. Tillsätt varierande volym av krukväxtgödning.

Viktigt är att ha en burk som kontroll med naturvatten utan tillsats av gödning. Ställ burkarna ljust och notera färgen på vattnet regelbundet.

