



greppa näringen

Kunskapsunderlag om klimat - en hjälp till kvävediskussionen i Greppa Näringen

Materialet är framtaget hösten 2011 av Kerstin Andersson, HIR Malmöhus AB i samarbete med Maria Berglund Hushållningssällskapet Halland, Bertil Albertsson, Jordbruksverket och Michaela Baumgardt, HIR Malmöhus AB.



Detta material är tänkt som en liten hjälp för att svara på några av de vanligaste frågorna som dyker upp rörande växthusgaser när man diskuterar kvävestrategi. Syftet är inte att ta någon djupgående diskussion, då rekommenderar vi istället klimatmodulerna 20A och 20B, men vi vill med detta material stärka er kunskap kring klimatfrågor och visa på att klimatfrågorna är viktiga även i det övriga miljöarbetet.

I många fall går arbetet med att minska kväveläckaget och växthusgasavgången hand i hand, vilket är viktigt att poängtera för lantbrukaren. Mindre mängd kväve i markprofilen på vintern minskar risken för att lustgas bildas. Mindre utlakning och ammoniakavgång leder indirekt till minskad lustgasavgång genom att kvävet som förloras kan bli till lustgas senare i systemet.

När det gäller växthusgaser är det idag många saker vi inte kan sätta siffror på. Däremot har vi bra kunskap om hur och när de bildas, varför det är viktigt att visa på insatser som minskar riskerna för detta.

Sammanfattning

- Produktionen av nitratgödselmedel bidrar i större utsträckning till utsläpp av växthusgaser än ammoniakbaserade gödselmedel eftersom en betydande mängd lustgas frigörs då ammoniak omvandlas till nitrat i gödsel fabriken.
- Lustgasavgången från tillverkningen av nitratgödselmedel minskar när reningsteknik införs på gödsel fabriker. Man kan minska klimatavtrycket rejält från sin konventionella växtodling genom att välja klimatcertifierad (BAT-) gödsel.
- Lustgasavgång från mark sker främst när nitrat reduceras till gasformiga kväveföreningar. Om det inte är helt syrefritt avstannar processen i viss utsträckning vid lustgassteget och en ansamling av lustgas kan ske i marken. Lustgasprocessen gynnas av mycket kväve i marken i kombination med syrebrist. Att tömma markprofilen på kväve innan vintern minskar alltså risken för lustgasavgång.
- Mullhaltshöjande åtgärder som t ex vall i växtföljden och nerbrukning av halm är positivt ur klimatsynpunkt.
- Fånggrödor som oljerättika och vitsenap tar upp mycket kväve och kan minska behovet av mineralgödselkväve. De bör brukas ner på våren eftersom man vill ha så lite kväve som möjligt i markprofilen över vintern.
- Gödsel från idisslare ger generellt mindre metan per kg organiskt material än gödsel från enkelmagade djur.
- Ett svämtäcke minskar metan- och ammoniakavgången, medan det ökar lustgasavgången. Totalt sett är det bättre med svämtäcke än utan ur klimatsynpunkt eftersom lustgasavgången är relativt liten jämfört med metanavgången.
- För gödsel som lagras som fastgödsel eller släpps på bete är syretillgången större, och metanproduktionen blir därmed lägre.
- Metanproduktionen i fastgödsel kan vara hög under några veckor efter det att gödseln börjat komposteras, men produktionen avtar sedan när temperaturen sjunker.
- Lustgasavgången verkar vara betydande från djupströbäddar, vilket kan bero på att lustgasproduktionen stimuleras av tramp samt omblandning av gödsel och strömedel.

Lantbrukets klimatpåverkan

Lantbruket står för ca 15 % av Sveriges totala växthusgasutsläpp. En stor del av gårdens utsläpp av växthusgaser beror på de biologiska processerna som sker i marken i samband med gödsling och jordbearbetning, men också från idisslarnas fodersmältning.

De växthusgaser vi pratar om är lustgas (N₂O), koldioxid (CO₂) och metan (CH₄). Koldioxid är den mest kända växthusgasen, men metan och lustgas står för en mycket stor andel av lantbrukets klimatpåverkan. För att kunna jämföra de olika växthusgasernas påverkan på klimatet räknas de om till kg koldioxidekvivalenter (CO₂e). Både metan och lustgas har en betydligt större klimatpåverkan jämfört med koldioxid (1 kg metan motsvarar 25 kg CO₂e och 1 kg lustgas hela 298 kg CO₂e).

Klimatpåverkan från handelsgödsel

Vid tillverkning av handelsgödsel syntetiseras ammoniak från kvävgas i luften och vätgas. Vätgasen får man genom att kolväten (ofta naturgas) oxideras, vilket ger koldioxid och vätgas. Processen innebär att stora mängder kolväten används (dels som råvara, dels som energikälla), vilket innebär stora koldioxidutsläpp. Produktionen har dock blivit mer energieffektiv genom åren, vilket minskat koldioxidutsläppen.

Ammoniaken kan sedan oxideras till salpetersyra. I denna process bildas även betydande mängder lustgas som bidrar till en mycket stor andel av kvävegödselmedlens klimatavtryck om ingen rening sker. Växthusgasutsläppen från produktion av kvävegödselmedel som innehåller en stor andel nitratkväve kan därför vara högre än utsläppen från gödsel med hög andel ammoniak. Ammoniak och salpetersyra ingår i varierande proportioner i mineralgödselmedlen. Med ny reningsteknik (katalysator) minskar lustgasavgången vid själva tillverkningen väldigt mycket.

Växthusgasutsläpp från produktion av mineralgödselmedel.					
Växtnäringsämne	Växthusgasutsläpp (kg CO ₂ e/ kg växtnäringsämne)				Kommentar
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Totalt	
Kväve, teknik utan lustgasrening					
<i>Ammoniumnitrat</i>	2,7	-	4,2	6,9	Vanligaste N-gödselmedlet. Hälften av kvävet som nitrat och hälften som ammonium.
<i>Kalksalpeter</i>	2,7	-	8,0	10,9	Allt kväve som nitrat.
<i>Urea</i>	3,9	0,1	0,03	4	
Kväve, BAT	-	-	-	3,1	Ammoniumnitrat, med lustgasrening i fabriken. Medel för Yara-gödsel på svenska marknaden. Yaras bästa fabrik ligger på 2,6 kg CO ₂ -ekv/kg N
Fosfor	3,1	0,15	0,06	3,3	Superfosfat (P20)
Kalium					
<i>Kaliumklorid</i>	0,55	0,01	0,01	0,57	Vanligaste kaliumgödselmedlet
<i>Kaliumsulfat</i>	1,4	-	-	1,4	Dyrare än KCl, används till potatis som ska ha klorfri gödsel.

Tabell 1. Växthusgasutsläpp från produktion av mineralgödselmedel.

I tabellen på föregående sida har utsläppsdata för produktion av olika växtnäringsämnen sammanställts. Värdena är representativa för den genomsnittliga produktionen i västra Europa runt millenniumskiftet. Dessa utsläppsnivåer är fortfarande representativa för, eller något lägre, än utsläpp från fabriker i öst och fabriker utan lustgasrening. Klimatcertifierad kvävegödsel (BAT-gödsel) har som synes betydligt lägre växthusgasutsläpp än gödsel som producerats utan lustgasrening. Man kan alltså minska klimatavtrycket rejält från sin konventionella växtodling genom att välja klimatcertifierad (BAT-) gödsel (se även diagram nedan). BAT står för Best Available Technique vilket betyder bästa tillgängliga teknik.

Växthusgasutsläppen från kalksalpeter är högre än de från ammoniumnitrat eftersom allt kväve i kalksalpetern kommer från nitrat och oxidationen från ammoniak till salpetersyra ger stora lustgasutsläpp. I ammoniumnitrat kommer bara hälften av kvävet från nitrat, och därför belastas bara hälften av kvävet i gödselmedlet med dessa lustgasutsläpp.

Sammanställningen i tabellen bygger på uppgifter från genomförda livscykelanalyser där den bortre gränsen är satt vid fabriksgrinden. Utsläpp från transporter från fabriken fram till gården är därmed inte medräknade, men bidrar marginellt till de totala utsläppen. Transport med stor lastbil bidrar uppskattningsvis med ca 30 g koldioxidutsläpp per kg mineralgödsel och hundra mil.

Klimatavtryck från konventionell spannmålsodling

Diagram 1 på nästa sida visar ett exempel på klimatavtryck för konventionell spannmålsodling. Beräkningarna har gjorts med beräkningsverktyget i Klimatkollen. Indata har hämtats från HS produktionsgrenskalkyler för höstvetete foder, för södra Sverige. Resultaten avser odling av ett hektar höstvetete. Det läggs 130 kg mineralgödselkväve/ha, dieselförbrukningen är 85 l/ha, förbrukningen av torkolja är 30 l/ha och avkastningen är 7,5 ton/ha.

Klimatavtryck beräknas som en livscykelanalys (LCA) där man tar med utsläpp som sker före och på gården. Skillnaden är dock att ett klimatavtryck bara omfattar utsläpp av växthusgaser, medan det i en LCA ingår flera olika kategorier av miljöpåverkan som övergödning och försurning.

Fördelningen mellan staplarnas höjd är typisk för konventionell växtodling där de mesta utsläppen kommer från lustgasavgång från mark och produktion av mineralgödsel, medan energianvändningen står för en mindre del av grödans klimatavtryck. De mesta växthusgasutsläpp kan kopplas till kvävet, dels produktionen av mineralgödsel (kvävet står för 90 % av växthusgasutsläppen från mineralgödselproduktionen) och lustgasavgången från mark. I absoluta tal är det en liten del av kvävet som förloras som lustgas (den direkta lustgasavgången beräknas till 2,1 kg N₂O-kväve/ha), men lustgas är en mycket kraftig växthusgas och får därför stor betydelse för klimatavtrycket för grödor. De indirekta lustgasemissionerna orsakas främst av nitratförluster från marken (uppskattat 30 kg N/ha).

Diagram 2 visar att byte till BAT-gödsel skulle minska klimatavtrycket med 15 %. Ett sådant byte påverkar inte växtodlingen i övrigt.

Klimatavtryck för den enskilda gården beräknas i Klimatkollen, modul 20A eller 20B.

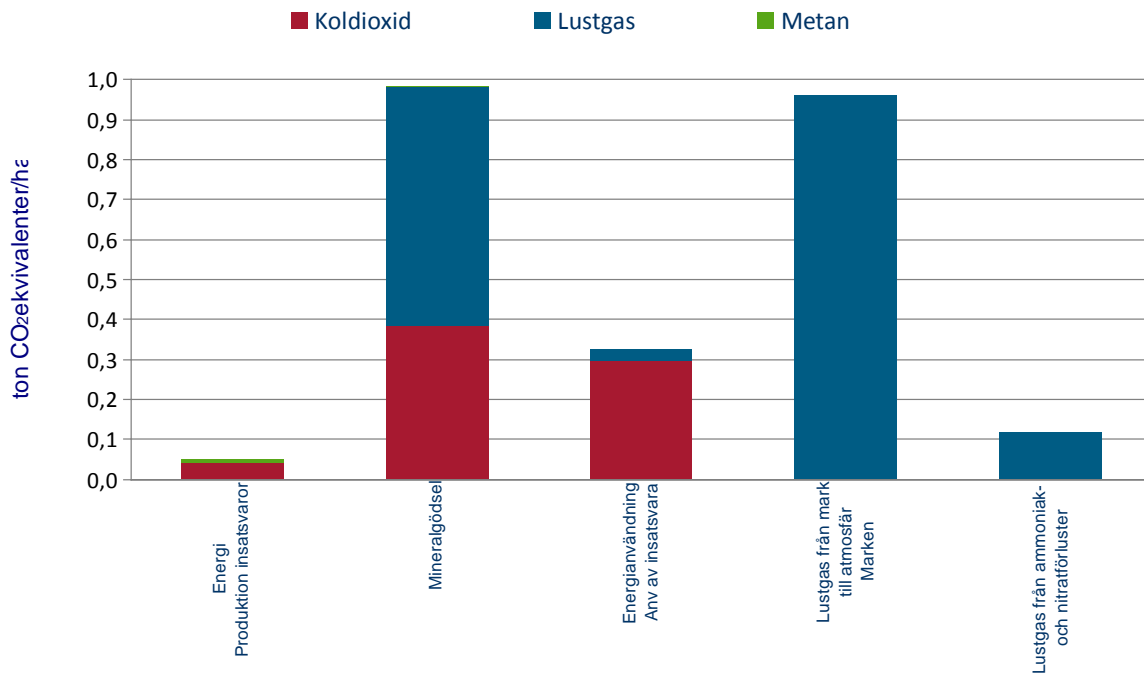


Diagram 1: Klimatavtryck för konventionell höstvet (foder), gödslad med "vanligt" handelsgödsel beräknat i Klimatkollen.

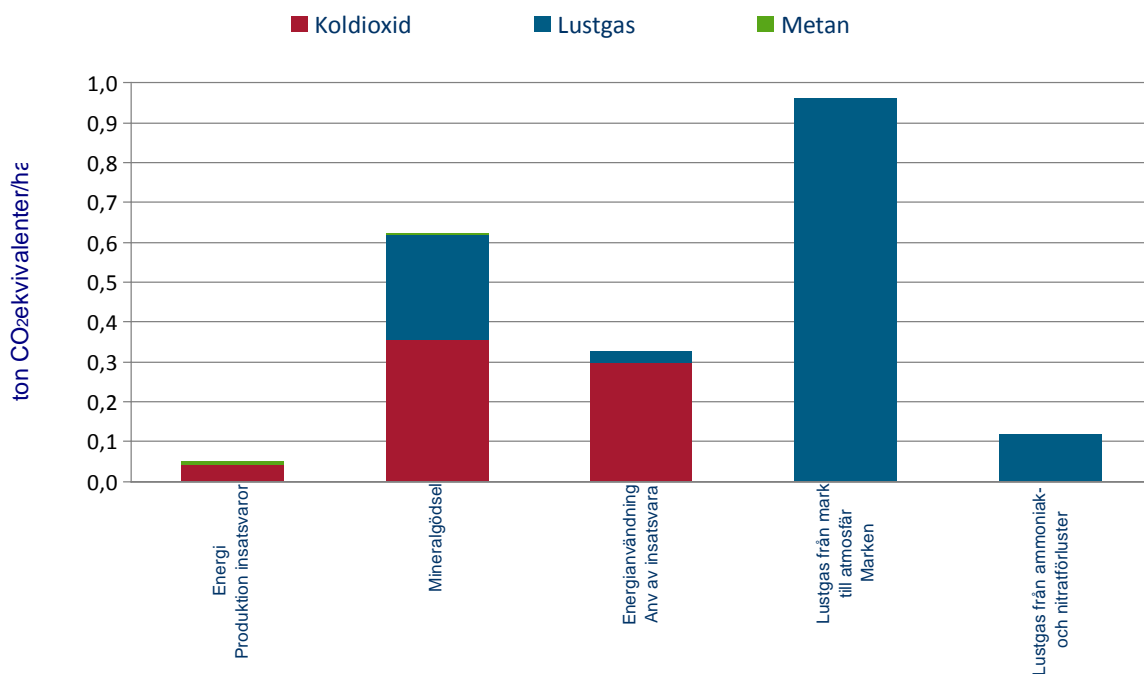


Diagram 2. Klimatavtryck för konventionell höstvet (foder), gödslad med BAT-gödsel.

Lustgasavgång från mark

Lustgas bildas när kväve omsätts av mikroorganismer i marken, dels vid nitrifikation (d v s när ammonium omvandlas till nitrat) och dels vid denitrifikation (när nitrat omvandlas till gasformiga kväveföreningar). Lustgasbildningen är en naturlig process som inte går att undvika helt.

Nitrifikationen, d v s när ammonium (NH_4^+) oxideras till nitrat (NO_3^-), är en syrekrävande process. Vid syrebrist hämmas processen vilket ökar risken för att lustgas bildas.

Den mesta lustgasen kommer dock från denitrifikationsprocessen, d v s när nitrat reduceras till gasformiga kväveföreningar. Nitrifikation är dock en förutsättning för denitrifikationen ska kunna ske eftersom den kräver att det finns nitrat i marken. Denitrifikationsprocessen sker i flera steg ($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$) där lustgas är en av mellanprodukterna och kvävegas slutprodukten. Denitrifikationen sker om syretillgången är dålig och om mikroorganismerna använder nitrat istället för syre för sin andning. Vid mycket låga syrgaskoncentrationer sker fullständig denitrifikation till kvävgas, men om det inte är helt syrefritt avstannar processen i större utsträckning vid lustgassteget och en ansamling av lustgas kan ske i marken.

Lustgasavgången gynnas av överskott på kväveföreningar i marken som kan användas i nitrifikations- och denitrifikationsprocessen och av syrebrist i marken så att processen i större omfattning stannar vid lustgassteget. Syrebrist kan t ex uppstå när marken är vattenmättad eller vid packningsskador vilket försämrar lufttillförseln. Syrebrist kan även uppstå vid hög mikrobiell aktivitet i marken där stora mängder syre konsumeras. Sådana förhållanden kan t ex uppstå vid tillförsel av organiskt material i form av nedbrukade växtrester och stallgödsel. Denitrifikationsbakterierna är heterotrofer vilket innebär att deras aktivitet styrs av tillgången på lättillgängligt kol.

De lustgasmätningar som gjorts i fält visar att lustgasemissionerna karaktäriseras av kraftiga och relativt kortvariga emissionstoppar. Sådana toppar kan t ex uppstå i samband med att marken töar efter vintern eller vid kraftig nederbörd efter gödsling. Då finns det mycket kväve i marken samtidigt som syretillgången är begränsad.

Man pratar även om indirekta lustgasutsläpp. De orsakas av att ammoniak och nitrat som förloras från jordbrukssystemet omsätts i andra delar av ekosystemet och att de då kan omvandlas till lustgas. Arbetet för att minska ammoniak- och nitratförlusterna har därmed direkt betydelse för den totala lustgasavgången från jordbruket.

Växtföljden och klimatpåverkan

Grödor

Ökad mullhalt innebär att CO₂ binds in i marken, vilket minskar koldioxidavgången. Vall samt nedbrukning av halm är exempel på åtgärder som är positiva för mullbildningen. Strukturen blir också bättre, vilket kan minska risken för lustgasutsläpp. En god struktur minskar risken för syrebrist (syrebrist kan ge mer lustgas) samt gynnar grödan och dess kväveupptag (ger lite kväve kvar i marken för denitrifikation). En hög skörd innebär även att utsläppen från odlingen kan slås ut på en större mängd produkter, vilket är positivt.

Odling av kvävefixerande grödor minskar behovet av inköpt handelsgödselkväve.

Bearbetningstidpunkt

Reducerad bearbetning kan både öka och minska lustgasavgången till stor del beroende på jordens luftningskapacitet. På packningskänsliga jordar och jordar med dålig luftningskapacitet kan reducerad bearbetning öka lustgasavgången om syretillförseln försämras. På jordar med god luftningskapacitet kan lustgasavgången däremot minska tack vare att mineraliseringen minskar när jordbearbetningen minskar (mindre växttillgängligt kväve). Markens kolförråd kan gynnas av reducerad jordbearbetning tack vare minskad mineralisering. Reducerad bearbetning medför även att användningen av diesel minskar, vilket är positivt med avseende på utsläpp av växthusgaser.

Den totala effekten av reducerad jordbearbetning beror alltså på förutsättningarna på det enskilda fältet. God luftningskapacitet är viktigt för att inte öka risken för lustgasavgång. Det gäller även att inte tillämpa systemet på jordar där man riskerar kraftigt minskade skördar. Minskade skördar innebär att de insatta resurserna utnyttjas sämre och att t ex mer kväve kan finnas kvar i markprofilen. Det innebär även att utsläppen ska slås ut på en mindre mängd produkter och att växthusgasutsläppen per kg produkt därmed ökar.

Fånggrödor

Fånggrödor minskar utsläppen av växthusgaser från gården genom att de höjer mängden kol i marken (binder in CO₂). Vitsenap och oljerättika minskar utlakningen av kväve, vilket gör att efterföljande gröda kan gödslas med mindre mängd handelsgödselkväve. Gräsfånggrödor som rajgräs och rödsvingel bidrar inte till någon direkt kväveefterverkan, men kan minska risken för utlakning på hösten. Den minskade utlakningen bidrar indirekt till minskad lustgasavgång eftersom kvävet som förloras kan omvandlas till lustgas senare i systemet.

Samtidigt kan nedplöjning av fånggröda innebära högre lustgasutsläpp. Mycket kväve och lättomsättbart organiskt material kommer då att tillföras marken. Rekommendationerna idag är att fånggröda bör brukas ner på våren, eftersom man vill ha lite växttillgängligt kväve i marken under vintern. Vid mycket kväve i marken samtidigt som det är mycket vatten (t ex vid snösmältning) så ökar risken för lustgasavgång.

Stallgödsel och växthusgasutsläpp

Från stallgödsel avgår både metan och lustgas, men troligtvis utgör metan den största andelen av stallgödselns klimatavtryck.

Biogasanläggning med gastät efterlagring är ur klimatsynpunkt ett mycket bra sätt att lagra stallgödsel, men det är viktigt att gasen samlas upp.

Det är alltid bra att hålla så låg temperatur som möjligt där stallgödseln lagras. Sverige har här stora fördelar jämfört med många andra länder.

Metan

Metan bildas när mikroorganismer bryter ner organiskt material i en syrefri (anaerob) miljö. Metanproduktionen är temperaturberoende. Vid låg temperatur avtar mikroorganismernas aktivitet och därmed även metanavgången. Mängden metan som bildas vid lagring av stallgödsel påverkas även av t ex lagringstid och gödselns sammansättning. Vid långa lagringstider hinner en större andel av det organiska materialet brytas ner. Gödsel från idisslare ger generellt mindre metan per kg organiskt material än gödsel från enkelmagade djur eftersom idisslarnas foder redan har brutits ner av mikroorganismer i vommen och andelen lättomsättbart organiskt material i gödseln är lägre.

För stallgödselns del sker den allra mesta metanproduktionen i gödsellagret. I ett **flytgödsellager** är miljön syrefri och metanproduktionen kan då vara betydande. Mängden metan som når atmosfären påverkas dock av eventuell täckning av flytgödsellagret. Om det finns ett svämtäcke kommer en del av metanet att brytas ner (oxideras) när gasen passerar genom det porösa svämtäcket. Ett svämtäcke minskar alltså metanavgången.

För gödsel som lagras som **fastgödsel** eller hamnar ute på betet är syretillgången större, och metanproduktionen blir därmed lägre. Om syretillförseln är dålig, t ex till följd av dålig struktur, hög densitet eller att gödselhögarna täcks, kan metanproduktionen bli högre. Metan kan även bildas medan fastgödseln komposteras eftersom den snabba komposteringsprocessen förbrukar stora mängder syre och syrefria zoner kan då bildas om luftflödet är begränsat. Metanproduktionen stimuleras även av den höga temperaturen som uppstår vid komposteringen. Mätningar tyder på att metanproduktionen kan vara hög under några veckor efter det att fastgödseln börjat komposteras, men att produktionen sedan avtar när temperaturen sjunker.

Metan kan även bildas några decimeter ner i **djupströbäddar**. Det är ofta hög mikrobiell aktivitet i ytan av bädden, vilket genererar värme och förbrukar syre. Detta ger i sin tur upphov till syrefria zoner längre ner i bädden.

Lustgas

Lustgas bildas dels direkt via nitrifikation och denitrifikation av kvävet som finns i stallgödseln, dels indirekt via förluster av ammoniak och olika kväveoxider som omvandlas till lustgas i andra delar av ekosystemet. För att lustgas ska bildas i gödseln måste först ammoniak oxideras till nitrat (nitrifikation), vilket kräver tillgång till syre. Denitrifikation, d.v.s. när nitrat och nitrit omvandlas till luftkväve och lustgas, sker sedan under helt eller nästan helt syrefria förhållanden.

I en miljö där det finns omväxlande syrefria och syrerika zoner kan både nitrifikation och denitrifikation ske, vilket gynnar lustgasavgången. Sådana miljöer förekommer bl a i svämtäcket på flytgödsel och i fastgödsel.

Sammantaget innebär detta att lustgasavgången bedöms vara större från fastgödsel och från flytgödsel med svämtäcke än flytgödsel utan svämtäcke, vilket är det motsatta förhållandet jämfört med metan. Tät täckning av t ex plastduk skulle kunna vara att föredra framför svämtäcke. Totalt sett är det dock bättre med svämtäcke än utan, eftersom lustgasavgången är relativt liten jämfört med metanavgången.

Lustgasavgången tycks kunna vara betydande från djupströbäddar, vilket kan bero på att lustgasproduktionen stimuleras av tramp och omblandning av gödsel och strömedel.

De indirekta förlusterna av lustgas styrs till stor del av ammoniakförlusterna i stall, lager och fält. Arbete för att minska ammoniakförlusterna är därför viktigt även ur klimatsynpunkt.

Spridning av stallgödsel

Det finns få svenska försök på avgången av växthusgaser vid stallgödelspridning, men JTI har gjort några mätningar vid spridning av nötflyt- och svinflytgödsel.

Svinflytgödseln bandspreddes i höst- eller vårbruket med eller utan nedharvning efteråt. Minst lustgas avgick efter att gödseln myllats ner på våren då jorden var relativt torr. På hösten när det var blötare blev avgången däremot störst efter nedharvning. Det kan förklaras med att syretillgången är sämre när gödseln myllas och marken blev blöt.

Nötflytgödseln bandspreddes eller ytmyllades till 5 cm i vall på våren eller efter första skörd. Myllningen av gödseln ökade lustgasavgången, men minskade ammoniakavgången.

För metan fungerade jorden som en kolsänka, oavsett om den bandspreddes eller myllades.

Slutsatsen av försöket blev att man ska undvika flytgödelspridning vid våta förhållanden, oavsett om det är vädret eller tekniken som orsakar fukten.

Läs mer om jordbrukets klimatpåverkan (lättläst)

http://www.agrifood.se/Files/AgriFood_Rapport_20103.pdf

JOKER-rapporten: <http://hs-n.hush.se/attachments/82/2888.pdf>

LRFs Klimatsmarta affärsidéer (kommer snart i uppdaterad version, och filmer):

<http://www.lrf.se/Medlem/Politik--Paverkan/Klimat/Klimatsmarta-affarsideer/>

Mer om lustgas i mark

http://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/21755/1/gupea_2077_21755_1.pdf

Webbplatser

<http://www.matochklimat.se/Bonder/>