

Lustgas i dräneringsvatten från åkermark

Bakgrund

Lustgas (N_2O) är en av jordbrukets stora miljöutmaningar. Lustgas från mark är den enskilt största källan till jordbruket växthusgasutsläpp och står för mer än hälften av den svenska jordbrukssektorns klimatpåverkan. Även om lustgasförlusterna bara är några kg per hektar och år har de mycket stor betydelse ur klimatsynpunkt eftersom lustgas är en så kraftig växthusgas, ca 300 gånger starkare än koldioxid. Lustgas är dessutom negativt för ozonlagret och lustgasen kommer stå för en allt större andel av ozonnedbrytningen nu när freonerna fasas ut.

Lustgas bildas huvudsakligen genom två biologiska processer. Den ena är nitrifikation som omvandlar ammonium (NH_4^+) till nitrat (NO_3^-) och den andra är denitrifikation som huvudsakligen omvandlar nitrat till kvävgas. Båda processerna kan vid vissa omständigheter avge lustgas. Lite förenklat kan man säga att om nitrifikationen ska bilda lustgas krävs att det råder syrebrist och för att denitrifikationen ska avstanna vid lustgas krävs att det inte är helt syrefritt i marken. Större delen av den lustgas som frigörs härstammar från denitrifikationen som är en mycket vanlig process i marken och en viktig del av nedbrytningen av organiskt material. Vid denitrifikation frigörs också koldioxid.

Många faktorer påverkar på olika sätt lustgasavgången. Viktigast av alla är kanske innehållet av växttillgängligt kväve (ammonium och nitrat) i marken som kan stimulera lustgasbildningen. Syrebrist är en annan förutsättning för att lustgas ska bildas men också jordens struktur och halten organiskt material påverkar. Markpackning, vilken försämrar syretillförseln från atmosfären och avrinningen, kan indirekt ge upphov till lustgas och mulljordar har uppvisat särskilt hög lustgasavgång. Vilken gröda som odlas och om marken är bevuxen under stor del av året har också visat sig ha betydelse för lustgasavgången.

De flesta mätningar av lustgasavgången från jordbruksmark som görs idag görs antingen med hjälp av slutna kammare eller mikrometeorologiska metoder, och de mäter därmed lustgasavgången från markytan till atmosfären. Dessa mätningar är förknippade med stora osäkerheter eftersom bildningen av lustgas styrs av en mängd olika faktorer och lustgasavgången kännetecknas av kraftiga och korta emissionstoppar. Lustgasmätningar är också svåra och kostsamma att utföra.

Lustgas har dock hög löslighet i vatten och lustgas kan därför transporteras bort med dräneringsvattnet. I detta projekt ville vi därför undersöka om mätningar av lustgas i dräneringsvatten, som är förhållandevis enkla att utföra, kan ge en bild av lustgasavgången från åkermark och hur olika behandlingar påverkar avgången. Denna metod kan också användas som ett angreppssätt för att bättre förstå de bakomliggande mekanismerna för lustgasavgång och för att kunna utarbeta rekommendationer för hur jordbruket ska kunna minska avgången.

Material och metod

Under avrinningssäsongen 2010/2011 (september till april) mättes lustgasavgången via dräneringsvattnet i ett pågående fältförsök med olika växtföljder på Lilla Böslid (mellanlera, Halmstads kommun) där stallgödsel sprids med olika tekniker och vid olika tidpunkter. Försöket omfattar totalt nio led med fyra upprepningar, och varje ruta har ett separat dräneringssystem med mängdregistrering av avrinnande vatten. Uppgifter om andra

kväveflöden, såsom upptag i gröda samt läckage av nitrat- och totalkväve, kunde hämtas från projektet SLF-projektet Metoder för minskat fosforläckage och ökat växtnäringssutnyttjande vid användning av flytgödsel, H0870013.

Vattenprov togs från fyra led med olika grödor och gödsling under det agrohydrologiska året 1/7 2010 till 30/6 2011 (avser odling och gödsling efter odlingssäsongen 2010);

- B: korn + mineralgödsel (90 kg N)
- C: korn + svinflyt före sådd (90 kg växttillgängligt N från stallgödsel och mineralgödsel)
- G: korn och insådd + nötflyt före sådd (90 kg växttillgängligt N från stallgödsel och mineralgödsel)
- I: vall 2 + nötflyt efter förstaskörd och mineralgödsel på vår och efter skörd. (totalt 175 kg mineralgödselkväve samt ca 50 kg växttillgängligt N från stallgödsel)

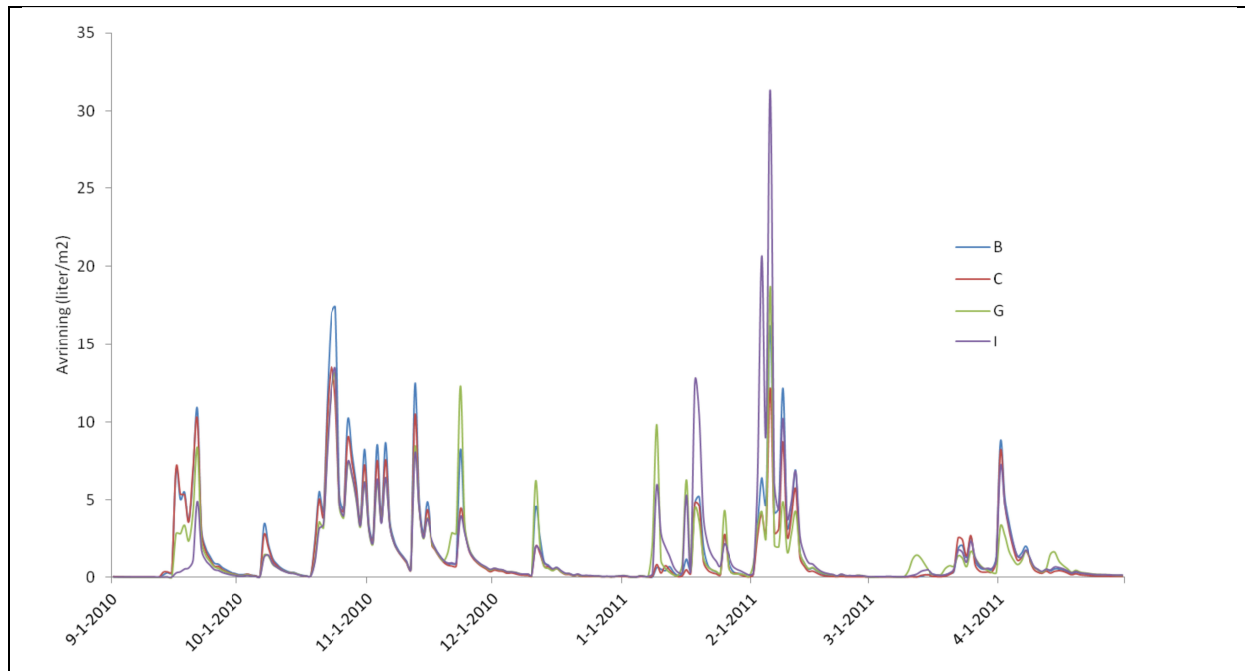
Mineralgödsel lades i alla led, men det var bara led B som inte fick någon stallgödsel. Led B, C och I plöjdes på senhösten 2010 och marken låg bar under vinterhalvåret, medan led G var bevuxen. Provtagningarna för lustgasmätningarna gjordes manuellt ur dräneringsröret. Den nedersta delen av dräneringsröret utgörs av en krök som vändes uppåt inför provtagning, och prov togs från vattnet som ansamlats. Vid mycket låg avrinning ($<0,1 \text{ l/m}^2$) togs inga prov eftersom tillförlitligheten på provtagningen då minskar genom att lustgasutbyte då kan ske med omgivande atmosfär. Vid provtagningen samlades 6 ml dräneringsvatten upp i glasrör (12 ml exetainers) som sedan förseglades direkt. Rören frystes direkt efter provtagning i väntan på analys med sk headspaceteknik.

De frysta proven tinades och tempererades i vattenbad till en konstant temperatur. Gasfasen analyserades vid Högskolan i Halmstad med gaskromatograf i kapillärkolonn och EC-detector (electron capture). Den totala mängden lustgas beräknades med en modifikation av Henrys lag, vilket är en enkel metod för att mäta lustgaskoncentrationen i vatten. Resultaten räknades sedan om, utifrån flödesmängdsregistreringarna och koncentrationsmätningarna, till g lustgas per hektar. Statistisk behandling utgjordes av korrelationsberäkningar och ANOVA-test.

Mätningarna gjordes under hela avrinningsperioden, dvs från september 2010 till och med april 2011. Provtagningsintervallet sattes till en gång i veckan, men med intensivare provtagning under perioder med hög avrinning. Dagliga provtagningar utvärderades också då flödet var stort i början av avrinningsperioden, men analyserna visade inte förbättrade resultat av så täta provtagningsintervall.

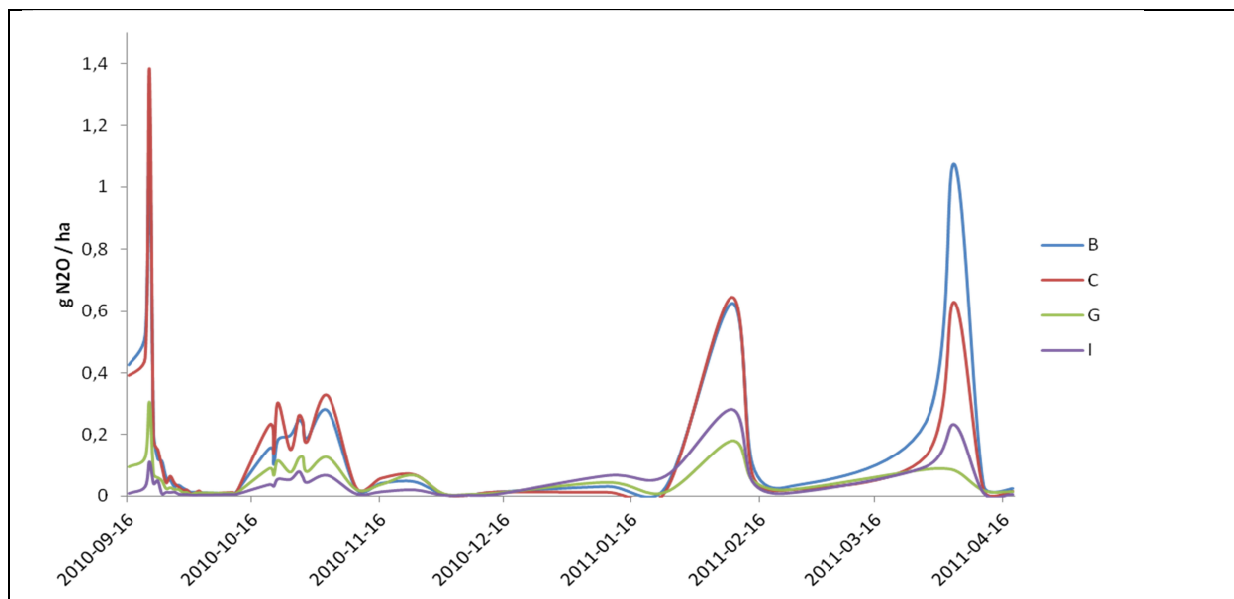
Resultat

Avrinningen för de 4 behandlingsleden visar på mycket likartat mönster med perioder av kraftig avrinning och däremellan perioder med låg avrinning (Figur 1). Den 15-17 januari 2011 var dräneringssystemet översvämmat och till följd av det skedde visst reparationsarbete mellan den 3-5 februari. Under dessa perioder är avrinningsdata osäkra och inga lustgasprov togs.



Figur 1: Avrinning i l/m² från september till april för fyra led i försöksfält på Lilla Böslid. Medelvärden från fyra rutor med samma behandling; led B med korn + mineralgödsel, led C med korn + svinflyt, led G med korn och insådd + nötflyt samt led I med vall + nötflyt

Lustgasavgången via dräneringsvattnet kännetecknades av relativt korta och höga toppar och långa perioder med relativt låg avgång (Figur 2), d v s ett likartat mönster som från tidigare mätning av lustgasavgången från markytan. Den högsta lustgasavgången per dygn uppmättes generellt vid hög avrinning (Figur 2). Sambanden är signifikanta för alla fyra behandlingar (Tabell 1). Vid låg/måttlig avrinning framstår sambanden tydligt (Figur 3) mellan avrinning (mm) och mängd lustgas i dräneringsvattnet (g/ha). Enstaka dagar (t ex 21/9, 9/2 och 4/4) avviker från detta.

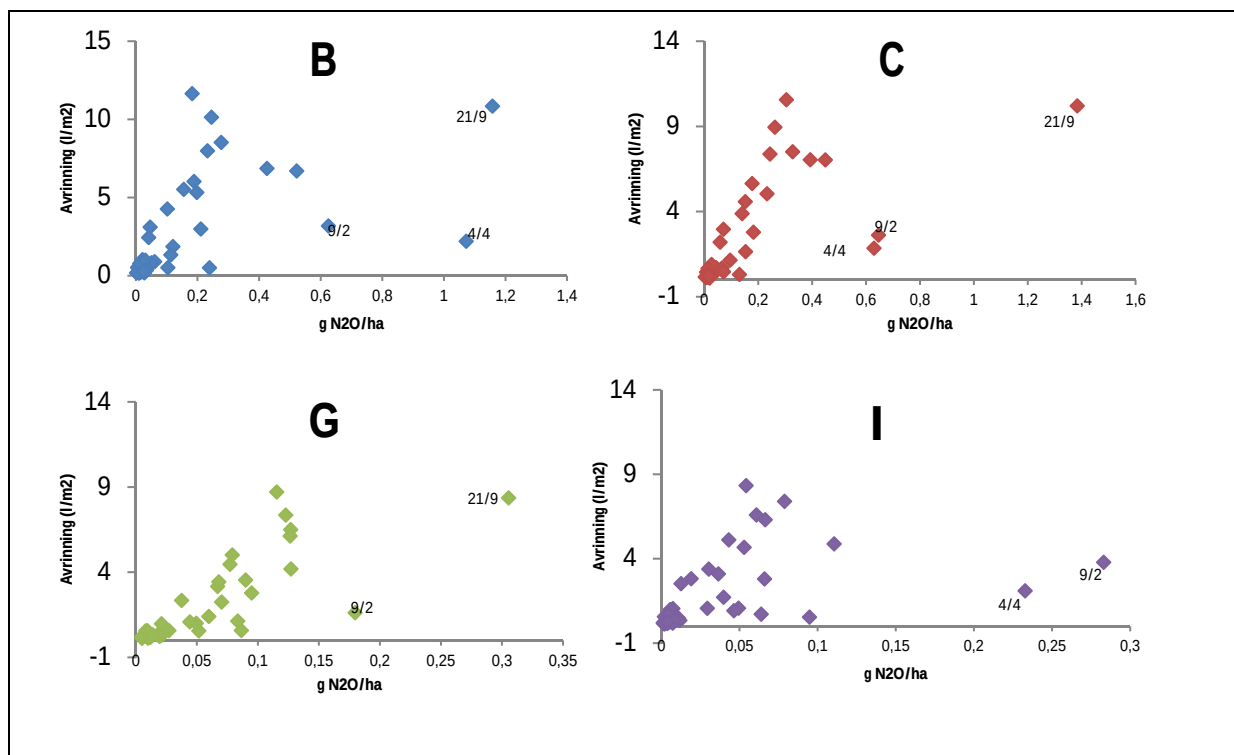


Figur 2: Lustgasavgång i g N₂O/ha från september till april för fyra led i försöksfält på Lilla Böslid. Medelvärden från 4 rutor med samma behandling. ; led B med korn + mineralgödsel, led C med korn + svinflyt, led G med korn och insådd + nötflyt samt led I med vall + nötflyt

Tabell 1. Signifikansnivå och R-värde för samband mellan avrinning och lustgasavgång i fyra behandlingsled från dräneringsförsök på Lilla Böslid.

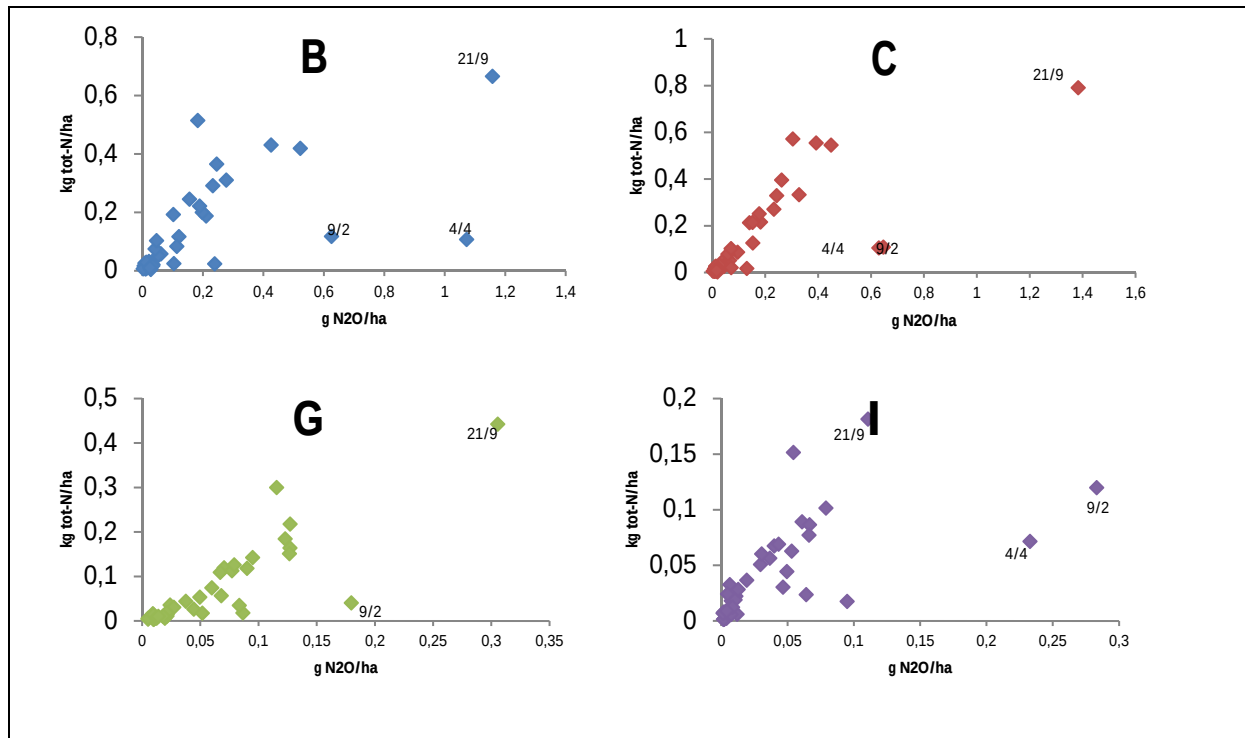
Led	Sig.	R-värde
B: korn utan stallgödsel	P<0,0001	0,298
C; korn med svinflyt	P<0,0001	0,455
G: korn och insådd med nötflyt	P<0,0001	0,627
I: vall med nötflyt	P=0,006	0,181

Den sammanlagda lustgasavgången visade sig vara låg (20 till 60 g lustgas per hektar för avrinningsperioden september 2010 till april 2011) jämfört med vad som förväntas avges från markytan, men resultaten uppvisar stora skillnader mellan de olika försöksleden (Figur 2). B-ledet med vårsäd, gödslad med mineralgödsel tillsammans med C-ledet gödslad med svinflytgödsel uppvisar de högsta lustgasmängderna för avrinningsperioden, 61,4 g ha⁻¹ respektive 61,0 g ha⁻¹. Led G med vårkorn med insådd och gödslad med nötflytgödsel har endast en lustgasmängd på 21,4 g ha⁻¹ och led I som erhållit den största kvävegivan men med vall som gröda visar en ännu mindre mängd (17,1 g lustgas ha⁻¹).



Figur 3: Samband mellan avrinning i l/m² och lustgasavgång i g N₂O/ha som dygnsmedelvärden för avrinningsperioden 2010/2011.

Lustgasavgången uppvisade också ett likartat mönster som nitrattlakningen (Figur 4).



Figur 4: Samband mellan kväveutlakning i kg tot N/ha och lustgasavgång i g N₂O/ha som dygnsmedelvärden för avrinningsperioden 2010/2011. Led B med korn och mineralgödsel, led C med korn och svinflytgödsel, led G med korn + insädd och nötflytgödsel samt led I med vall och nötflytgödsel.

Mätningarna fortsätter nu i ett fortsättningsprojekt med finansiering från SLF (H1133232). Provtagningar sker på Lilla Böslid under avrinningssäsongen 2012/2013 och på Mellby under våren 2013 samt avrinningssäsongen 2013/2014. Mätningarna i dräneringsvattnet kompletteras även med mätningar av lustgasavgången från markytan med *closed chamber*-teknik.

Diskussion

Transporten av N₂O med dräneringsvattnet ut från de undersökta områdena är beroende dels av hur mycket lustgas som bildas eller konsumeras i marken (biologiska orsaker), dels av avrinningen och transporten med dräneringsvattnet (fysikaliska orsaker). Samvariationen med avrinningen tycks vara det dominerande förhållandet (Figur 3). Vid några tillfällen förekommer avvikelser från detta som antyder att de mikrobiella förhållandena i marken kan tolkas vara sådana att stor produktion eller hämmad återkonsumtion av N₂O tidvis bidrar till ökad uttransport under vinter/vår (9/2 och 4/4) men marktemperaturen och därmed gasens löslighet i vattnet måste också tas med i bedömningen. Dessa avvikelser, som med ett större underlag bör kunna bidra med intressant information om lustgasomsättningen i marken, antyds i de olika leden oberoende av varandra. Det är rimligt att anta att med den metod vi valt att studera lustgasdynamiken (via avrinningen) går att komma fram till en tydligare beskrivning av dessa förhållanden i marken.

Eftersom den sammanlagda lustgasavgången för avrinningsperioden september 2010 till april 2011 visade sig vara låg från denna lerhaltiga mark (20 till 60 g lustgas per hektar) jämfört med vad mätningar vid markytan kan uppvisa. Metoden är emellertid inte avsedd för mätningar av den totala avgången av lustgas från ett markavsnitt. Resultaten uppvisar däremot stora och intressanta skillnader mellan de olika försöksleden (Figur 2). Leden med vårssäd, gödslade med mineralgödsel och svinflytgödsel uppvisar ca 3 ggr högre total lustgasavgång

för avrinningsperioden än leden med insådd vall eller ren vall. Detta trots att den rena vallen är gödslad med dubbelt så mycket kväve. Det som avgör storleken på lustgasavgången verkar alltså vara om det finns en växande gröda under höst och vinter eller inte. Valledet plöjdes visserligen på hösten, men först i november och därmed fanns det en växande vallgröda i början av mätperioden. Dessutom är mineraliseringen efter en så sen jordbearbetning liten.

Publikationer

Resultaten från projektet har sammanställts i en rapport "Lustgas i dräneringsvatten - resultat från första årets mätningar" som kommer att publiceras från Hushållningssällskapet Halland under hösten 2013.

Övrig resultatförmedling till näringen

Har ännu inte gjorts. Kommer att samordnas med resultatförmedlingen från fortsättningsprojektet H1133232.