

Afgrøde- og dyrkningsspecifik viden om mark-emissioner af drivhusgasser er nødvendig for at vælge bæredygtige biobrændsler

Af Mette S. Carter, Forsker, og Per Ambus, Forskningsspecialist, Risø Nationallaboratoriet for Bæredygtig Energi, Danmarks Tekniske Universitet, Roskilde

Det bliver ofte fremhævet, at CO₂-udledningen kan reduceres ved at erstatte fossile brændsler med brændsler produceret på plantebiomasse. Vores studie viser dog, at der er risiko for store drivhusgasudledninger, når restaffald fra bioenergiproduktion føres tilbage til marken som gødning. Afgrøde og dyrkningspraksis påvirker størrelsen af udledningen, som i nogle tilfælde ophæver en betydelig del af drivhusgas-gevinsten forbundet med biobrændsler.

Selvforsynende med biobrændsler

Et fremtidigt mål indenfor økologisk jordbrug er at øge produktionen af vedvarende energi i lokalområdet for derigennem at mindske afhængigheden af fossile brændsler og reducere udledningen af drivhusgasser. De vedvarende energikilder kunne omfatte bioetanol og biogas produceret på energiafgrøder og husdyrgødning. Afbrænding af fossile brændsler tegner sig for 57% af den globale drivhusgasudledning, mens den kraftige drivhusgas lattergas (N₂O) bidrager med 8% (IPCC, 2007). Jordbruget er den primære kilde til N₂O, der dannes i forbindelse med tilførsel af kvælstofgødning på marken. Lattergas er ca. 300 gange kraftigere drivhusgas sammenlignet med CO₂.

Mangelfuld viden om mark-udledninger

Det forventes, at plantebaserede biobrændsler kan medvirke til at bremse den globale opvarmning. Når biobrændslerne afbrændes udsendes der CO₂, men da planterne samtidig har indbygget CO₂ under væksten, er CO₂-udledningen neutral. Ved at skifte de fossile brændsler ud med biobrændsler medvirker den økologiske landmand til at mindske udledning af fossil CO₂ til atmosfæren. En ny undersøgelse af globale data antyder dog, at dyrkning af plantebiomasse til biobrændsel-produktion sandsynligvis giver anledning til så store N₂O-udledninger, at det opvejer den drivhusgas-gevinst, der ellers er forbundet med bioenergi (Crutzen et al., 2008).

Formål: Drivhusgasregnskab

I vores studie har vi undersøgt effekten på N_2O -udledningen, når restaffald fra et biogasanlæg føres tilbage til marken som gødning for en majs-energiagrøde i et økologisk dyrkningssystem. Derudover har vi lavet et drivhusgasregnskab for samproduktion af bioetanol og biogas på baggrund af den høstede majs-biomasse, og sammenholdt dette med et tilsvarende regnskab for vinterrug som en alternativ energiagrøde.

N_2O måling i marker

Majsen blev sået den 14. maj 2008, og samme dag blev der gødsket med et restmateriale bestående af bioforgasset kvæggylle kombineret med forgasset majs. Rå kvæggylle blev også inkluderet i forsøget, og begge gødningstyper blev tilført ved hjælp af simuleret nedfældning i en mængde svarende til 150 kg plantetilgængeligt $N\ ha^{-1}$ (Fig. 1). Udledningen af N_2O blev målt regelmæssigt ved hjælp af manuel gasprøvetagning i særlige kamre (Fig. 2). Vi observerede forhøjet udledning, som varede næsten to måneder og ret ofte med meget høje udledningsrater. Integreret over perioden var den samlede N_2O -udledning henholdsvis 895, 583 og 46 mg $N_2O-N\ m^{-2}$ i forgasset gylle + majs, rågylle og den ubehandlede kontrol. Bioforgasset gylle gav altså anledning til et større N_2O -tab til atmosfæren sammenlignet med rågylle. Forsøget blev gentaget i 2009, men her fandt vi den modsatte effekt af bioforgasning på N_2O -udledningen. Vi formoder det er vigtigt, at fermenteringsprocessen færdiggøres fuldstændig i biogasanlægget for at opnå en reducerende virkning af bioforgasning på N_2O -udledningen forbundet med udbringning af gylle-baseret gødning. Relativt svarede udledningen til at mellem 2.3 og 5.7% af det tilførte kvælstof blev frigivet til atmosfæren som N_2O (Tabel 1). Denne beregningsmetode kaldes N_2O emissionsfaktor, og vores tal er betydeligt højere end den værdi på 1%, som Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) anbefaler benyttes ved beregning af nationale N_2O -udledninger relateret til gødsning.

Comment [mthy1]: Senere detaljerede analyser af N indholdet i de tilførte materialer viste forskelle mellem behandlingerne. De korrekte tal for den relative N_2O udledning varierede mellem 3.0 og 3.4%.

Ingen fordel ved at gødske majs

Den høstede majs-biomasse blev anvendt til samproduktion af bioetanol og biogas, der medvirkede til at reducere udledningen af fossil CO_2 . I figur 3A ses et drivhusgasregnskab som belyser, hvor stor en andel af det sparede fossile CO_2 , der opvejes af N_2O -udledningen fra majsmarken. Den blå del af søjlerne illustrer netto CO_2 -gevinsten, når der er taget højde for N_2O -udledningen, angivet med rød. Dette drivhusgasregnskab inkluderer ikke brændstofforbruget i forbindelse med majsdyrkingen eller brændstof brugt i forbindelse med produktion af biobrændslerne. Den faktiske netto CO_2 -gevinst vil derfor være mindre end det, som er illustreret i figur 3.

Generelt var der ingen drivhusgasfordel ved at gødske majs-afgrøden, fordi det ekstra høstudbytte, og dermed biobrændselproduktion, blev opvejet af en øget N_2O -frigivelse til atmosfæren (Fig. 3A).

Vinterrug er en potentiel energifgrøde

Årsagen til den høje N_2O -udledning efter simuleret nedfældning af de gylle-baserede gødninger er delvis, at der blev gødsket inden majsplanterne var fremspiret og kunne optage det tilgængelige kvælstof.

Derudover medførte nedfældningen dannelse af iltfrie zoner i jorden med høj tilgængelighed af kvælstof og letnedbrydelige kulstofforbindelser. Dette er optimale forhold for dannelse af N_2O . Endelig er majs en afgrøde, som sås relativt sent på foråret for at sikre høje jordtemperaturer, hvilket også er stimulerende for N_2O -dannelsen. Til sammenligning gennemførte vi et tilsvarende forsøg i en energifgrøde af vinterrug i marts 2009. Men her var forholdene anderledes på tre vigtige punkter: 1) Afgrøden var etableret da der blev gødsket, 2) de to gødningstyper blev tilført på jordoverfladen for at simulere udbringning med slæbeslanger og 3) jordtemperaturen var væsentligt lavere, nemlig mellem 0 og 5 °C i måleperioden. Drivhusgasregnskabet for bioetanol og biogas produceret på vinterrug-biomasse viser, at tilførslen af de gylle-baserede gødninger forøgede høstudbyttet uden at øge N_2O -udledningen i samme grad (Fig. 3B). Høstudbyttet i vinterrug og majs var sammenlignelige, men konverteringen af rug-biomasse til bioetanol og biogas var mindre effektiv. På trods af den lidt lavere netto CO_2 -gevinst vurderer vi stadig, at vinterrug er et potentielt alternativ til majs som energifgrøde. Det er vigtigt, at den økologiske landmand har mange energifgrøder at vælge imellem for at opnå en høj diversitet af afgrøder og dermed begrænset spredning af skadedyr og plantesygdomme mellem markerne.

Afgrøde- og dyrknings-specifik emissionsfaktor

Vores forsøg viste, at N_2O emissionsfaktoren var betydeligt lavere, når de gylle-baserede gødningstyper blev tilført til vinterrug i forhold til majs (Tabel 1). I den videnskabelige litteratur ses det ofte, at drivhusgasregnskab for plantebaserede biobrændsler inkluderer N_2O -tab fra marken, som er beregnet på baggrund af IPCC emissionsfaktoren på 1%. For nogle kombinationer af afgrøde og gødningshåndtering vil denne faktor underestimere N_2O som en drivhusgaskilde i regnskabet. Majs er den mest udbredte energifgrøde i Europa og USA, og vi fandt N_2O emissionsfaktorer på 2.3-5.7%, når restaffald fra et biogasanlæg blev anvendt til at gødske en majs-energifgrøde. Vi opfordrer derfor til, at drivhusgasregnskab så vidt muligt baseres på afgrøde- og dyrknings-specifikke N_2O emissionsfaktorer for at sikre, at fokus er på de energifgrøder, der i størst mulig grad er med til at modvirke udledningen af drivhusgasser.

Referencer

Crutzen, P.J. et al. (2008) N₂O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels. Atmos. Chem. Phys. 8, 389-395.

IPCC (2007) Climate Change 2007: Synthesis Report.

Figurtekst

Figur 1. Simuleret nedfældning af restaffald fra et biogasanlæg efter såning af majs

Figur 2. Udledningen af N₂O blev målt ved hjælp af manuel gasprøvetagning i gas-flux kamre

Figur 3. Drivhusgasregnskab udtrykt i CO₂-ækvivalenter (CO₂-eq.) for biobrændsler produceret på henholdsvis majs (A) eller vinterrug (B) gødsket med enten bioforgasset kvæggylle+majs eller rågylle sammenholdt med en ugødsket kontrol. Den blå del af søjlerne angiver netto CO₂-gevinsten, når der er taget højde for det negative bidrag fra N₂O, angivet med rød.

Foto af vinterrug (I kan selv vælge et af de 2 foto): Vores studie viste, at vinterrug er et potentielt alternativ til majs som energiafgrøde