

Planter

## Effekt af gødningsstrategier på denitrifikation og lattergasemissioner

Danmark har en målsætning om at reducere den samlede udledning af drivhusgasser med 70 % frem mod 2023. Derfor er det nødvendigt at finde strategier og metoder til at nedbringe emissionen af CO<sub>2</sub>, metan og lattergas fra landbruget.

Analyse | 21. december 2022



### Hvordan kan udledningen af lattergas reduceres?

Lattergas er en potent drivhusgas, der er knap 300 gange så stærk som CO<sub>2</sub> over en 100-årig periode, og bidrager med ca. 40 % af drivhusgasudledningen fra dansk markbrug. Den største udledning ses i forbindelse med gødsning og mineralisering af husdyrgødning og planterester, når den tilførte kvælstof omsættes i jorden.

For at undersøge, hvilke strategier og metoder, der kan reducere udledningen af lattergas, har SEGES Innovation påbegyndt en lang serie af markforsøg med handels- og husdyrgødning, som har til formål at finde de gødningsstrategier, der giver den laveste lattergasemission samtidigt med et højt udbytte i dansk landbrug. Først når der er flere års resultater vil resultaterne indikere i hvor høj grad de forskellige strategier kan bruges.

For at undersøge potentialet, har vi her samlet en række studier, som undersøger effekten af nitrifikationshæmmere og gødningsstrategier på lattergasudledningen. Lattergasudledningen er i studierne angivet som emissionsfaktorer, hvilket svarer til den procentdel af den samlede tilførte mængde kvælstof, der frigives som lattergas.

### Effekt af gødningsmængde og delingsstrategi på lattergasudledning

Mængden af tilført gødning har stor betydning for størrelsen på lattergasemissionen. Flere studier tyder på, at mængden af N<sub>2</sub>O er potentielt stigende med stigende mængder af tilført kvælstof (Philibert et al. 2012, Hoben et al. 2011). I et studie fra Michigan, USA blev lattergasemissionen undersøgt i markforsøg på lerjord med majs (Hoben et al. 2011). I forsøgene kunne lattergasemissioner reduceres væsentligt ved at reducere tilførslen af N-gødning uden at påvirke det økonomiske afkast fra udbyttet i majs.

Emissionerne blev målt ved seks forskellige kvælstofmængder (0-225 kg N/ha). Gødningen blev henholdsvis bredspredt og indarbejdet før såning. Emissionsfaktorerne varierede mellem 0,6 % og 1,5 %, og de højeste blev fundet, når der blev tilført mere kvælstof end det økonomiske optimum. Emissionsfaktoren steg eksponentielt med stigende kvælstofmængde og oversteg 1 % ved kvælstofmængder over økonomisk optimalt niveau.



SEGES Innovation bekendt er der lavet få relevante undersøgelser af effekten af delingsstrategier, men der er set eksempler på at delt gødskning kan reducere risikoen for lattergasemission (Shcherbak et al. 2014).

## Effekt af gødningstype på lattergasudledning

For at belyse effekten af gødningstypen har Shcherbak et al. (2014) analyseret resultater fra 78 publikationer med gødningstyper. Resultaterne indikerer, at gødningerne har forskellige emissionsfaktorer, og at lattergasemissionen potentielt kan reduceres med valg af gødningstype. Ammoniumnitrat og urea har relativ høje emissioner, hvor der med calciumammoniumnitrat og ureaammoniumnitrat blev opnået lavere emissioner. Emissionen fra urea kunne reduceres med controlled-release, som har til formål at forsinke frigivelsen af gødningen.

Der ser ud til, at der som gennemsnit af handelsgødningerne (synthetic) ikke er større emissioner end fra husdyrgødningen. Den relativt lave emissionsfaktor for husdyrgødning i dette studie skal ses i lyset af, at en stor del af kvælstoffet fra husdyrgødning forsvinder som ammoniak, især i lande, der ikke har samme strenge krav til anvendelsen af husdyrgødning som Danmark.

Der er netop lavet et studie i Danmark, hvor emissionen fra udbringning af grise-gylle i vårbyg sammenlignes med henholdsvis en NS-gødning og ureaammoniumnitrat. Resultaterne indikerer en markant højere lattergasemission fra gyllen (Peixoto og Petersen, 2022) end fra handelsgødningen. I undersøgelsen var der ikke signifikant forskel på emissionerne fra to handelsgødningstyper i vårbyggen. I vinterhveden var emissionerne generelt lavere, og der var ikke signifikant forskel på emissionerne fra husdyrgødningen og handelsgødningen, og heller ikke her var der forskel på emissionerne mellem handelsgødningstyperne.

I en britisk undersøgelse (Smith et al., 2012) er lattergasemissionen målt fra forskellige gødningstyper brugt i vinterhvede og græs. For græsarealer blev de højeste emissioner fundet ved calciumammoniumnitrat og ammoniumnitrat. Lavere emissioner blev målt i gødningstyperne urea, efterfulgt af urea og urea med ureaseinhibitor. Modsat fandt man på arealerne med vinterhvede, at de laveste emissioner blev målt med de nitratholdige gødningstyper, ammoniumnitrat og calciumammoniumnitrat, hvor urea og urea med ureaseinhibitor havde de højeste emissionsfaktorer.

Når emissionsfaktorerne justeres for tab af ammoniak ved fordampning, der generelt er højere for typer med indhold af urea, var der generelt lille forskel mellem forskellige former for N.

## Effekt af nitrifikationshæmmer på lattergasudledning

Nitrifikationshæmmere kan potentiel reducere lattergasudledningen ved at forsinke omdannelsen af ammonium til nitrat. Da både nitrifikation og denitrifikation, er potentielle kilder til lattergas, kan nitrifikationshæmmere således påvirke den samlede lattergasemission fra marken.

Qiao et al. (2015) har opsummeret resultaterne af 62 forsøg med nitrifikationshæmmere, som undersøgte, hvordan brugen af nitrifikationshæmmere påvirkede lattergasemissionen. På tværs af alle undersøgelserne blev N<sub>2</sub>O-emissionerne signifikant reduceret med op til 44 % ved brug af nitrifikationshæmmer. Forsøgene omfatter en række forskellige afgrøder, jordtyper og gødningstyper. Udover en reduktion i lattergasudledningen gav nitrifikationshæmmerne også et højere udbytte.

Lattergasemissionen blev reduceret både ved at hæmme nitrifikationen og via denitrifikation ved at reducere nitratkoncentrationen i jorden. Der blev observeret en øget ammoniakfordampning ved brug af nitrifikationshæmmeren DCD.

Studiet tyder altså på, at nitrifikationshæmmere kan have effekt både i handels- og husdyrgødning. Samme tendens blev observeret i Yang et al. (2016), hvor effekten af to forskellige nitrifikationshæmmere blev undersøgt i både handels- og husdyrgødning. Der blev tildelt organisk gødning tilsat nitrifikationshæmmeren DCD samt ammoniumsulfatnitrat og urea med DMPP. Lattergasemissionen blev i begge tilfælde reduceret med omkring 45 %.

En reduktion på omkring 40 % er tilsvarende hvad Aarhus Universitet estimerer på baggrund af internationale studier i "Virkemidler til reduktion af klimagasser i landbruget".

(Peixoto og Petersen, 2022) fandt under danske forhold en stor variabilitet (0-90 %) i effekten af tilsætning af nitrifikationshæmmere til gødning. Effekten var afhængig af forholdene i det enkelte år, afgrøde, gødningstype og måden gødningen anvendes (ovenpå jorden eller placeret i jorden). For gylle blev der i 2020 observeret en reduktion i emissionen på 60-80 % ved brug af NI, især nitrapyrin og piadin gav høje reduktioner.

# Konklusion

De udenlandske studier indikerer, at mængden af tilført gødning er vigtig, fordi emissionerne stiger med stigende mængder tilførsel af kvælstof. Også mængden af gødning tildelt ad en gang tyder på at have betydning, og lattergasemissionen kan potentielt mindskes ved at dele gødningen. Dog skal man huske, at fugtighedsforholdene i marken har stor betydning for lattergasemissionen, og derfor kan man ikke entydigt konkludere, at deling i alle tilfælde reducerer emissionerne.

Resultaterne fra metastudiet indikerede, at gødningerne har forskellige emissionsfaktorer, og at lattergasemissionen potentielt kan reduceres med valg af gødningstype. Ammoniumnitrat og urea har relativt høje emissioner, hvor der med calciumammoniumnitrat og ureaammoniumnitrat blev opnået lavere emissioner. Calciumammoniumnitrat er den mest udbredte kvælstofstype i Danmark. Emissionen fra urea kunne reduceres med controlled-release, som har til formål at forsinke frigivelsen af gødningen.

Langt de fleste studier tyder på, at nitrifikationshæmmere har et stort potentiale til at reducere lattergasudviklingen efter gødningstildeling. Flere af resultaterne tyder på, at man kan reducere udledningen med omkring 40 %, også under forhold, der er sammenlignelige med danske.

Når man skal regne en klimabelastning ud, er det vigtigt at indregne alle faktorer, for eksempel kan det være relevant at indregne belastningen af produktionen af de enkelte gødninger. Derfor er det også planlagt, at SEGES Innovation skal regne klimabelastningen ud for udvalgte gødningsstrategier, på baggrund af markforsøgene som gennemføres i 2022, 2023 og 2024.

## Referencer

Fu, Qingling, Abadie, Maider, Blaud, Aimeric, Carswell, Alison, Misselbrook, Tom H., Clark, Ian M. and Hirsch, Penny R. 2019. Effects of urease and nitrification inhibitors on soil N, nitrifier abundance and activity in a sandy loam soil. *Biology and Fertility of Soils*.

Hoben J. P., Gehl R. J., Millar N., Grace P. R., Robertson G. P. 2011. Nonlinear nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) response to nitrogen fertilizer in on-farm corn crops of the US Midwest. *Global Change Biology*, 17(2):1140–1152.

IPCC. 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, eds Solomon S, et al. (Cambridge Univ Press, Cambridge, UK).

Philibert A., Loyce C., Makowski D. 2012. Quantifying uncertainties in N<sub>2</sub>O emission due to N fertilizer application in cultivated areas. *PLOS One*, 7(11):e50950.

Qiao, Chunlian, Liu, Lingli, Hu, Shuijin, Compton, Jana E., Greaver, Tara L. and Li, Quanlin. 2015. How inhibiting nitrification affects nitrogen cycle and reduces environmental impacts of anthropogenic nitrogen input. *Global Change Biology*, 21, 1249–1257.

Ravishankara A. R., Daniel J. S., Portmann RW. 2009. Nitrous oxide (N<sub>2</sub>O): The dominant ozone-depleting substance emitted in the 21st century. *Science*, 326(5949):123–125.

Shcherbak, Iurii, Millar, Neville and Robertson, G. Phillip. 2014. Global metaanalysis of the nonlinear response of soil nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) emissions to fertilizer nitrogen. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111, 25: 9199-9204.

Smith, Keith A., Dobbie, Karen E., Thorman, Rachel, Watson, Catherine J., Chadwick, David R., Yamulki, Sirwan and Ball, Bruce C. 2012. The effect of N fertilizer forms on nitrous oxide emissions from UK arable land and grassland. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 93:127–149.

Yang, Ming, Fang, Yunting, Sun, Di and Shi, Yuanliang 2016. Efficiency of two nitrification inhibitors (dicyandiamide and 3, 4-dimethylpyrazole phosphate) on soil nitrogen transformations and plant productivity: a meta-analysis. *Scientific Reports*, 6:22075.

Leanne Peixoto, Søren O. Petersen, Efficacy of three nitrification inhibitors to reduce nitrous oxide emissions from pig slurry and mineral fertilizers applied to spring barley and winter wheat in Denmark, *Geoderma Regional*, Volume 32, 2023.



Godningsstrategier

Klima

Næringsstoffer

## Vil du vide mere?



### Kristian Furdal Nielsen

Landskonsulent

SEGES

[kfur@seges.dk](mailto:kfur@seges.dk)

+45 9243 3176

## Støttet af

Promilleafgiftsfonden for landbrug

SEGES Innovation P/S Tlf. 8740 5000

Agro Food Park 15 Fax. 8740 5010

8200 Aarhus N Email [info@seges.dk](mailto:info@seges.dk)

