

Effekt af urease inhibitor på ammoniakfordampning og klimapåvirkning fra amidholdig gødning

Tilsætning af en urease inhibitor til UAN-gødning kan reducere emissionen af ammoniak og dermed også mindske den indirekte emission af lattergas.

Resumé

De foreløbige resultater tyder på, at tilsætning af urease inhibitoren Agrotain til UAN-gødning kan reducere klimapåvirkningen fra denne gødningstype. Det skyldes den lavere emission af ammoniak, der giver en mindre indirekte lattergasemission, samtidig med, at den direkte emission af lattergas fra dyrkningsjorden ikke øges.

I 2008/09 blev ca. 7 % af kvælstofforbruget i handelsgødning i Danmark tilført som amidkvælstof i UAN-gødning. Der er risiko for fordampning af ammoniak, når amid omsættes til ammonium. Der er generelt risiko for større ammoniakfordampning fra amidholdige gødninger end fra gødninger, der alene indeholder ammoniumnitrat (AN). I det danske ammoniak-emissionsregnskab regnes med 6 % ammoniakfordampning fra UAN-gødning og 1 % fra AN-gødning. Grundet den større emission af ammoniak regnes med en større indirekte emission af drivhusgassen lattergas fra UAN-gødning end fra AN-gødning. Den indirekte emission af lattergas opstår ved, at en del af den fordampede ammoniak efter deposition indgår i processer, der danner lattergas. Som standard efter IPCC (2006) regner man med, at 1 % af ammoniakfordampningen ($\text{NH}_3\text{-N}$) bliver til lattergas ($\text{N}_2\text{O-N}$).

Omdannelsen af amid til ammonium kan forsinkes ved at tilsætte en urease inhibitor til UAN-gødning. Urease inhibitoren NBPT markedsføres under handelsnavnet Agrotain. Forsøg i UK har vist en reduktion i ammoniakfordampningen fra UAN-gødning, der blev udbragt på jordoverfladen i vinterhvede, fra i gennemsnit 14 % af tilført N til 8 % af tilført N ved tilsætning af Agrotain. Der er endvidere indikationer på, at Agrotain kan reducere den direkte emission af lattergas fra jorden. Der er behov for flere undersøgelser for at bekræfte det. Hverken forsøgene i UK eller Landsforsøg i 2008/09 har kunnet vise nogen sikker effekt på udbytte og proteinindhold i kerne ved tilsætning af Agrotain til UAN-gødning (N-32).

Indhold:

- [Virkning af urease inhibitor på ammoniakfordampning og indirekte emission af lattergas](#)
- [Virkning af urease inhibitor på den direkte emission af lattergas](#)
- [Virkning af urease inhibitor på udbytte og kvælstofoptagelse](#)
- [Landsforsøg med UAN-gødning og urease inhibitor](#)

Amidkvælstof indgår i flydende gødninger og i urea. I gødningsåret 2008/09 blev 9-10 pct. af det samlede kvælstofforbrug i handelsgødning i Danmark dækket via flydende gødninger. I gennemsnit er 60-70 % af kvælstofindholdet i de flydende gødninger amidkvælstof. Det er altså 6-7 % af kvælstofforbruget, der tilføres som amidkvælstof i flydende gødning.

Efter udbringning omsættes amid til ammonium og derefter til nitrat. Der er risiko for fordampning af ammoniak, når amid er omsat til ammonium. Amid i flydende gødninger kommer hurtigt i kontakt med jordvandet, men der er alligevel risiko for øget fordampning af ammoniak i forhold til ammoniumnitrat gødninger. En urease inhibitor forsinket omdannelsen fra amid til ammonium. Det øger chancen for, at der kommer nedbør, inden amid omdannes til ammonium.

Formålet med at anvende en urease inhibitor sammen med amidgødninger er at forbedre kvælstofudnyttelsen og opnå et bedre økonomisk resultat af gødningsanvendelsen. Brug af en urease inhibitor kan imidlertid også have betydning for klimapåvirkningen fra amidholdige gødninger. Følgende forhold kan have betydning for klimapåvirkningen:

- Størrelsen af ammoniakfordampningen og dermed størrelsen af den indirekte emission af lattergas
- Størrelsen af den direkte emission af lattergas fra den gødede jord
- Udbytterespons ved samme kvælstoftilførsel og dermed klimapåvirkningen pr. udbytteenhed (Carbon Footprint).

Urease inhibitoren Agrotain forventes markedsført i Danmark i 2011.

Virkning af urease inhibitor på ammoniakfordampning og indirekte emission af lattergas

I UK er der i 2004-05 gennemført omfattende forsøg med sammenligning af kvælstoftyper til vinterhvede og græs. Ud over udbytte og kvælstofoptagelse er der også målt emissioner af ammoniak og lattergas. I forsøgene i vinterhvede

indgik flydende ureaammoniumnitrat (UAN) med og uden tilsætning af urease inhibitoren NBTPT, der markedsføres under handelsnavnet Agrotain. UAN-gødningen indeholdt 28,7 % kvælstof fordelt på 14,3 % amid-, 7,2 % ammonium- og 7,2 % nitratkvælstof. I Danmark betegnes gødningen ofte som N-32. Virkningen af UAN-gødningen er sammenholdt med ammoniumnitrat, der er en fast gødning indeholdende 17,2 % ammonium- og 17,2 % nitratkvælstof. Den flydende UAN-gødning er udbragt på jordoverfladen.

Tabel 1. Ammoniaktab fra kvælstofgødninger, 10 forsøg i vinterhvede i UK i 2004-05, % af tilført N. Efter Chadwick et al. (2005).

Gødningstype	Emission af ammoniak, % af N tilført	
	Gns. af 10 forsøg	Variation i forsøgene
Ammoniumnitrat (AN)	3	1-10
Ureaammoniumnitrat (UAN)	14	5-20
Ureaammoniumnitrat + Agrotain (UAN+Ag)	8	3-15

Det konkluderes, at urease inhibitoren Agrotain har kunnet reducere emissionen af ammoniak fra UAN. I 2004 var reduktionen i gennemsnit på 41 % og i 2005 var reduktionen i gennemsnit 47 % i forhold til UAN uden urease inhibitor. Tilsætning af urease inhibitoren Agrotain har dog langt fra kunnet reducere emissionen af ammoniak til samme niveau som for ammoniumnitrat (AN), hvor der i gennemsnit var et tab på 3 % af det tilførte kvælstof. Det konkluderes også, at effektiviteten af Agrotain til at reducere ammoniakemissionen fra UAN-gødning var uafhængig af vejr- og vækstforholdene samt størrelsen af emissionerne.

Ammoniumthiosulfat, der også i Danmark tilsættes en del UAN-gødning, angives at have en vis reducerende effekt på ammoniakfordampningen, hvilket også fremgår af nogle canadiske forsøg (Grant et al., 1997), hvor effekten af ammoniumthiosulfat og urease inhibitoren Agrotain er sammenlignet (tabel 2). Der blev tilført 100 kg N pr. ha i UAN. Der var tilsat henholdsvis 0,25 % Agrotain og 10 % ammoniumthiosulfat. Effekten af ammoniumthiosulfat var ikke på niveau med effekten af urease inhibitoren Agrotain med hensyn til at begrænse ammoniakfordampningen.

Tabel 2. Ammoniaktab fra UAN gødning tilsat enten urease inhibitoren Agrotain eller ammoniumthiosulfat, mg N (karforsøg i vårhvede i Canada). Efter Grant et al. (1997).

Gødningstype	Studie 1	Studie 2
Ureaammoniumnitrat (UAN)	7,12 a	49,81 a
Ureaammoniumnitrat + 0,25 % Agrotain (UAN+Ag)	1,12 b	16,54 b
Ureaammoniumnitrat + 10 % ammoniumthiosulfat (UAN+ATS)	5,72 a	25,99 ab

I det danske drivhusgasregnskab, der hvert år udarbejdes af DMU i henhold til Kyoto-protokollen, regnes med 6 % ammoniaktab fra UAN-gødninger og 1 % fra gødninger indeholdende ammoniumnitrat (Nielsen, 2010). Ammoniak er ikke en drivhusgas; men i henhold til IPCC's retningslinjer for opgørelse af emissioner af lattergas antages det, at når ammoniak afsættes på jordoverfladen eller i havet igen ved deposition, indgår det i biologiske processer, hvorved der dannes noget lattergas. Som standard regnes med, at 1 % af det kvælstof, der fordampes som ammoniak, bliver til lattergas (IPCC 2006).

Virkning af urease inhibitor på den direkte emission af lattergas

I 3 af UK-forsøgene i vinterhvede fra 2004-05 blev der også målt emission af lattergas direkte fra jorden. Der blev målt emissioner gennem en periode på ca. ¾ år efter gødningsudbringning. Netto-emissioner af lattergas, dvs. de målte emissioner af lattergas i de kvælstofgødede forsøgsled minus lattergasemissionen i det ugødede forsøgsled, er vist i tabel 3.

Tabel 3. Nettoemission af lattergas efter tilførsel af forskellige kvælstofgødninger, gns. af 3 forsøg i vinterhvede i UK i 2004-05, kg N₂O-N pr. ha og % af tilført N. Efter Chadwick et al. (2005). Standard emissionsfaktoren for lattergas fra al gødning var tidligere 1,25 % (IPCC 1997) og er nu 1,00 % (IPCC 2006).

Gødningstype	Emission af lattergas	
	kg N ₂ O-N pr. ha	% af N tilført
Ammoniumnitrat (AN)	1,72	0,80
Ureaammoniumnitrat (UAN)	1,59	0,76
Ureaammoniumnitrat + Agrotain (UAN+Ag)	1,10	0,53

Der er kun statistisk sikker forskel på emissionerne af lattergas i et af de 3 forsøg. Det konkluderes, at der er indikationer på, at urease inhibitoren Agrotain kan reducere emissionerne af lattergas efter anvendelse af UAN-gødning. Men der er behov for flere undersøgelser for at underbygge resultaterne.

Virkning af urease inhibitor på udbytte og kvælstofoptagelse

I UK-forsøgene fra 2004-05 er der målt udbytte og kvælstofoptagelse i 10 forsøg i vinterhvede. Resultaterne fra forsøgsleddene med tilførsel af UAN- og AN-gødning er vist i tabel 4.

Tabel 4. Optimal N-mængde, udbytte og proteinindhold i kerne i 10 forsøg i vinterhvede med kvælstof typer i UK i 2004-05. Efter Dampney et al. (2006).

Gødningstype	Optimal N-mængde, kg N pr. ha	Udbytte ved samme N-mængde, hkg pr. ha	Protein i kerne ved 220 kg N pr. ha, %
Ammoniumnitrat (AN)	173	86,4	12,6
Ureaammoniumnitrat (UAN)	225	83,6	12,1
Ureaammoniumnitrat + Agrotain (UAN+Ag)	208	83,6	12,2

Der konkluderes, at udbyttet ved samme N-mængde var ca. 3 hkg pr. ha mindre med UAN-gødning end med AN-gødning. Proteinindholdet ved tilførsel af 220 kg N pr. ha var også lidt lavere ved tilførsel af UAN-gødning i forhold til AN-gødning. Der har i disse forsøg ikke været nogen sikker effekt af urease inhibatoren på udbytte og proteinindhold i kernerne ved det økonomisk optimale N-niveau.

Landsforsøg med UAN-gødning og urease inhibitor

I 2008 blev der påbegyndt en forsøgsserie i vinterhvede for at belyse effekten af forskellige gødningstyper. I forsøgene indgår også UAN-gødning (N-32) med og uden urease inhibatoren Agrotain. Analyser af den anvendte N-32 gødning viste et indhold af total-N på 30,8 % fordelt på 14,9 % amid-, 8,3 % ammonium- og 7,6 % nitratkvælstof. Resultaterne fremgår af Oversigten 2008 og Oversigten 2009. Uddrag af resultaterne er vist i tabel 5.

Tabel 5. Uddrag af landsforsøg med kvælstof typer til vinterhvede 2008 og 2009. Her er vist udbytte, proteinindhold i kerne og gødningsvirkning for N-32 og N-32 tilsat urease inhibatoren Agrotain (0,38 liter pr. 100 liter N-32).

	Råprotein i kerne, % af ts.	Kg N i kerne pr. ha	Udbytte, hkg pr. ha	Pct. virkning i forhold til NS 27-4
<i>2009. 3 forsøg:</i>				
N-32	9,4	134	95,2	96
N-32 + Agrotain	9,4	137	97,9	98
			<i>ns</i>	
<i>2008. 5 forsøg:</i>				
N-32	9,4	148	105,7	98
N-32 + Agrotain	9,4	152	107,6	100
			<i>ns</i>	

Der er hverken i 2008 eller 2009 nogen sikker forskel på N-32 og N-32 + Agrotain. Landsforsøgene fortsætter i 2010.

Hverken forsøgene i UK eller de danske Landsforsøg har kunnet dokumentere nogen sikker effekt på udbytte og proteinindhold i kernerne ved at tilsætte Agrotain til UAN-gødning. Sammen med resultaterne fra måling af ammoniakemissionerne i UK-forsøgene er det dog sandsynliggjort, at der kan opnås en lidt forbedret kvælstofeffekt ved tilsætning af urease inhibitor til UAN-gødning. Og dermed en lidt reduceret klimapåvirkning pr. produceret udbytteenhed.

Læs også: ['Effekt af urease inhibitor på ammoniakfordampning og klimapåvirkning fra urea'](#).

Referencer:

Chadwick D, Misselbrook T, Gilhespy S, William J, Bhogal A, Sagoo L, Nicholson F, Webb Sa Chambers B. (2005). Ammonia emissions from nitrogen fertilizer applications to grassland and tillage land. In: WP1B Ammonia emissions and crop N use efficiency. Component report for Defra Project NT2605. 30 p.

Dampney P, Dyer C, Goodlass G, Chambers B. (2006). Crop responses to different N fertilizer materials. In: WP1a Crop Responses. Component report for Defra Project NT2605. 71 p.

Grant C.A (1997). Volatile losses of NH₃ from surface-applied urea and urea ammonium nitrate with and without the urease inhibitor NBPT or ammonium thiosulfate. Canadian Journal of Soil Science 76: 417-419.

Nielsen, O-K m.fl. (2010). Denmark's National Inventory Report 2010. 1178 pp. NERI Technical Report No 784.

Pedersen C. A. (2009). Kvælstof typer til vinterhvede. Oversigt over Landsforsøgene 2009, side 215-217.

Smith K, Dobbie K, Thorman R, Yamulki S. (2006). The effect of N fertilizer forms on nitrous oxide emissions. Component report for Defra Project NT2605. 44 p.

Forfatter
Planter & Miljø



Landskonsulent, Gødskning
Søren Kolind Hvid
Gødningsteam
skh@seges.dk



Se 'European Agricultural Fund for Rural Development' (EAFRD)