



Kvælstofudnyttelse i økologisk planteproduktion

Denne artikel er én ud af tre, der skal hjælpe med at lægge den bedst mulige strategi for produktionen på økologiske planteavlbedrifter. Der er ingen lette løsninger. En holdbar økologisk planteproduktion bygger på omtanke og langsigtede strategier. Læs også de to andre artikler om hhv. [sædskifte](#) og [efterafgrøder](#).

Indhold

1. Definitioner og korte pointer
2. Udbytteresponser
3. Kvalitet
4. Strategi for tildeling af gødning

1. Definitioner og korte pointer

Ved udbytterespons forstås hvor meget mere afgrøde man får for tilførsel af f.eks. kvælstof til en afgrøde. I mange økologiske sædskifter er der en udbytterespons på 15 kg kerne pr. kg ammonium-N, der tilføres kornet i husdyrgødning.

Ved *udbyttepotentiale* forstås det maksimale udbytte, man kan forvente at høste i en afgrøde, hvis alt går godt. Vintersæd har normalt et højere udbyttepotentiale end vårsæd.

- Vintersæd har stort set samme udbytterespons uanset om forfrugten er korn eller kløvergræs. Det vil sige at tilførsel af en given mængde husdyrgødning giver samme merudbytte.
- I vintersæd opnås den højeste udbytterespons for de første 100 kg ammonium-N pr. ha.
- I vårsæd opnås den højeste udbytterespons for de første 80 kg ammonium-N pr. ha, når forfrugten er korn.
- I vårsæd med forfrugt kløvergræs er der ikke behov for at tilføre husdyrgødning, med mindre der forventes manganmangel, eller man har valgt vårbyg, som kan have behov for lidt startgødning.
- Kvæggylle bør altid nedfældes – begræns derfor anvendelsen af kvæggylle i etablerede afgrøder, hvor nedfældning ikke er mulig.

2. Udbytteresponser

Udbytteresponsen er baseret på et samspil af mange faktorer. I denne artikel er fokus dog alene på kvælstof (N) i husdyrgødningen og mere præcist på den plantetilgængelige del ammonium-N. Der er således ikke taget højde for andre plantenæringsstoffer som f.eks. fosfor og kalium. En række af de forhold der har betydning både for udbytterespons og udbyttepotentialet i en mark, er:

- Jordtype (JB nr.) i pløjelag og underjord.Brugstype (planteavl eller husdyr og hvilke husdyr).
- Type husdyrgødning der er anvendt (gylle, fast staldgødning eller dybstrøelse).
- Afgrødevalg, indgår der kun korn eller er der N-fikserende afgrøder, som efterlader kvælstof i jorden.
- Vanding.

Udbytteresponsen er forskellig fra ejendom til ejendom og fra mark til mark. Således ligger der flere hundrede forsøgsresultater bagved de konventionelle udbytteresponser, som danner grundlag for anbefalinger af gødningsnormer i forskellige afgrøder. I de Økologiske Landsforsøg (Oversigt over Landsforsøg, 2006 – 2011) har vi ikke målt lige så høje udbytteresponser, som i de konventionelle kornafgrøder. Det kan skyldes færre forsøgsresultater, samt at der i økologisk produktion "tabes" kvælstof til ukrudt og svampesydomme. Det kvælstof, som ukrudtet optager, kommer ikke afgrøden til gavn. Angreb af svampesydomme medfører en dårligere fotosynteseaktivitet og forkortelse af vækstsæsonen. Det betyder, at kvælstoffet i marken ikke bliver udnyttet optimalt til kerneproduktion.

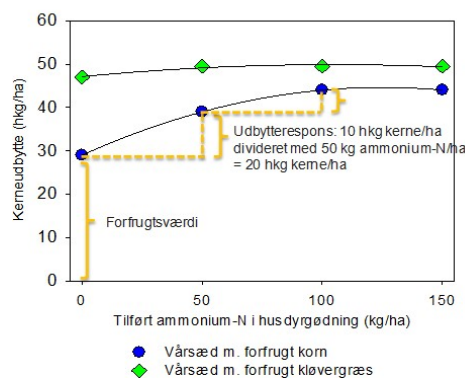
Vi har undersøgt udbytteresponser i de Økologiske Landsforsøg og i de langvarige økologiske sædskifteforsøg ved DJF. På den baggrund har vi estimeret en udbytterespons for økologisk kornafgrøder med forskellige typer forfrugt (se tabel 1). Det er disse udbytteresponser, der er benyttet ved beregninger til figurer og tabeller i artiklen. Kvælstofgødningen er i alle tilfælde opgjort som ammonium-N. Vær opmærksom på, at udbytteresponser afhænger af mange forhold herunder klima, angreb af sygdomme og tilførsel af øvrige næringsstoffer. Vi antager i denne artikel, at afgrøderne ikke mangler fosfor og kalium.

Tabel 1. Udbytterespons for tildeling af ammonium-N til økologisk korn.

Afgrøde og forfrugt	Udbytterespons (kg kerne pr. kg ammonium-N)		
	Intervaller for tilførsel af ammonium-N (kg/ha)		
	0-50	50-100	100-150
Vintersæd med forfrugt korn	20	15	10
Vintersæd med forfrugt kløvergræs*	20	15	5
Vårsæd forfrugt korn	20	10	0
Vårsæd forfrugt kløvergræs	5	0	0

*Bør kun praktiseres på lerjord i nedbørsfattige områder af landet.

Udbytteresponsen inden for de enkelte kombinationer af vinterkorn og forfrugt eller vårkorn og forfrugt har været ens. Det betyder f.eks., at udbyttet stiger lige meget i vinterhvede, vintertriticale og i vinterrug med forfrugt korn, ved tilførsel af ét kg ammonium-N pr. ha. Når der i praksis opnås forskellige udbytter, skyldes det, at de enkelte arter og marker har forskelligt udbyttepotentiale.



Figur 1. Eksempel på udbytterespons i vårsæd for tilførsel af ammonium-N i husdyrgødning ved forfrugt kløvergræs og forfrugt korn.

Figur 1. viser udbytteresponsen for vårsæd med henholdsvis kløvergræs og korn som forfrugt. Det ses tydeligt, at udbyttet ved 0 kg ammonium-N pr. ha er størst med forfrugt kløvergræs. Endvidere kan man se, at der er en meget lille udbyttetigning ved tilførsel af kvælstof, når forfrugten er kløvergræs. Udbyttetigningen er så lille, at det i praksis ikke kan betale sig at gødske vårsæd, når forfrugten er kløvergræs. I vårsæd med forfrugt korn er der en pæn udbytterespons for tilførsel af kvælstof i husdyrgødning op til 80 kg ammonium-N pr. ha.

I en situation med begrænset mængde ammonium-N til rådighed, er det vigtigt at dyrke afgrøder som kan yde den bedst mulige konkurrence med ukrudtet, og her er vårhavre og vinterrug de to bedst egnede kornarter.

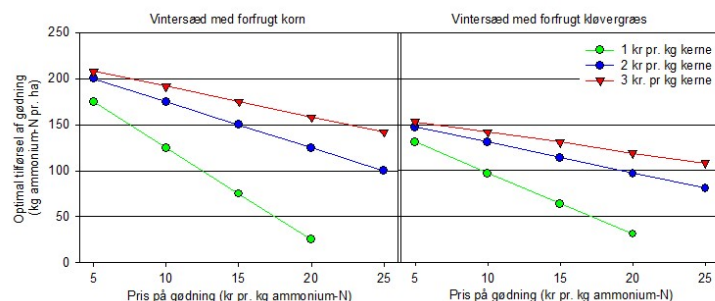
Vi har ikke tilsvarende udbytteresponser i økologisk vinterraps og frøgræs. I konventionelle forsøg med handelsgødning og husdyrgødning er der fundet følgende udbytterespons i de to afgrøder ved normalt konventionelt gødningsniveau:

- Vinterraps: 13 kg frø pr. ha handelsgødning-N op til 100 kg N pr. ha. Derefter aftager merudbyttet.
- Alm. rajgræs: 5 – 6 kg frø pr. kg handelsgødning-N.

Den økonomiske værdi af vinterraps og frøgræs er betydeligt større end for korn, hvorfor man altid bør give disse afgrøder den mængde kvælstof, der forventes at kunne udnytte. Udbytteresponsen er i teorien den samme for vinterraps og alm. rajgræs som dyrkes økologisk. Men, i økologisk vinterraps er der ofte problemer med skadedyr, som kan reducere udbyttet. Derfor bør man ikke tilføre nær så meget gødning, som i konventionel produktion. Gødning i efteråret bør begrænses eller helt udelades. Efterfølgende vurderes udbyttepotentialet i foråret, før der gødes. I de arter af frøgræs, hvor det er vigtigt, at frøgræsset går i leje, bør man ikke gå på kompromis med kvælstoftildelingen.

En begrænsning i forsyningen med husdyrgødning vil gøre det særdeles vanskeligt at dyrke alm. rajgræs til frø pga. dryssespild. Rajgræs til frø bør ikke tilføres mindre end 100-110 kg ammonium-N i husdyrgødning, hvis man vil sikre sig, at den går i leje. Derimod kan man opretholde et moderat udbytte i vinterraps på 2-3 tons frø pr. ha med en tilførsel på 40 – 80 kg ammonium-N pr. ha i husdyrgødning. Dette forudsætter dog, at vinterrapsen placeres på et sted i sædskiftet med høj jordfrugtbarhed.

Med udgangspunkt i udbytteresponserne (tabel 1) kan økonomien i N-gødsning beregnes for forskellige kombinationer af kornpriser og priser på ammonium-N i husdyrgødning. I figur 2 og 3 ses beregninger for vintersæd m. forfrugt korn og forfrugt kløvergræs og for vårsæd med forfrugt korn og forfrugt kløvergræs. Prisen for ammonium-N i husdyrgødningen er udbragt på markedet, og dækker således over eventuelt indkøb, transport og udbringning.



Figur 2. Prisrelationernes betydning for den optimale mængde ammonium-N i vintersæd med forfrugt korn og forfrugt kløvergræs.

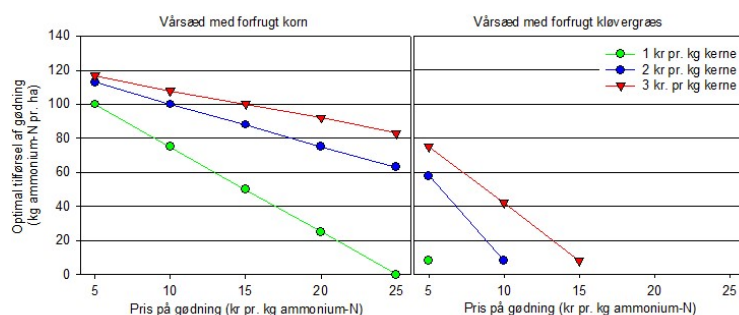
Sådan bruges figur 2 og 3 til at fastlægge den økonomiske optimale mængde ammonium-N:

- Se f.eks. på figur 2 for vintersæd med forfrugt korn. På den vandrette akse (X-aksen) findes prisen på ammonium-N i husdyrgødningen. Hvis den er 10 kr. pr. kg, og man forventer en kornpris på 2 kr. pr. kg, så vil den optimale N-mængde være ca. 175 kg ammonium-N pr. ha. Men stiger prisen på ammonium-N til f.eks. 20 kr. pr. kg, vil der være bedst økonomi i kun at gøde med ca. 125 kg ammonium-N pr. ha i husdyrgødning.

Da udbytteresponsen i vinterhvede, vintertriticale og vinterrug er ens, er det den forventede prisforskel på kornet, der har betydning for, hvordan man bør fordele sin husdyrgødning til forskellige arter af vintersæd.

Når man sammenligner vintersæd med henholdsvis forfrugt korn og forfrugt kløvergræs (figur 2) ved en ammonium-N pris på 10 kr pr. kg og en kornpris på 2,00 kr pr. kg kan man se, at der er ca. 45 kg i forskel på den optimale mængde ammonium-N pr. ha.

I vårsæd er ligeledes fundet den samme udbytterespons i mellem arterne af henholdsvis vårhavre, vårbyg, vårhvede og vårtriticale. Dvs. at udbyttet stiger lige meget i de fire arter ved tildeling af ammonium-N. Lige som for vintersæd er det således forventningen til prisforskellen imellem arterne, der har betydning for, hvordan gødningen bør fordeles. Figur 3 viser de optimale mængder ammonium-N til vårsæd med henholdsvis korn og kløvergræs som forfrugt.



Figur 3. Prisrelationernes betydning for den optimale mængde ammonium-N i vårsæd med forfrugt korn og forfrugt kløvergræs

Hvor vidt man skal satse på vårsæd eller vintersæd, når kvælstof er en begrænset ressource, er svært at svare entydigt på. Vintersæd vil fortsat have et større udbyttepotentiale end vårsæd, men hvis man ikke kan styre ukrudtet i en dårligt gødet vintersæd, er det ikke nogen god ide med vintersæd.

For både vintersæd og vårsæd gælder det, at udbytteresponsen i forsøgene har været ens på sandjord og lerjord. Dog er udbyttepotentialet højere på lerjorden, men det skyldes andre vækstfaktorer end den aktuelt tilførte mængden af tilført ammonium-N.

På baggrund af ovenstående kan man lave en prioritering af husdyrgødningen til de forskellige afgrøder (tabel 2):

Tabel 2. Prioritering af husdyrgødningen

Gødnings- tilførsel Afgrøder	
Mest	Frøgræs Vinterraps Vintersæd m. forfrugt korn Vintersæd m. forfrugt kl.græs og vårsæd med forfrugt korn
Mindst	Vårkorn med bælggræs som forfrugt Vårsæd med forfrugt kløvergræs

3. Kvalitet

I økologisk vintersæd er det vanskeligt at hæve proteinindholdet ved hjælp af husdyrgødning. I praksis er det derfor sjældent muligt at gennemføre en gødsning med det ene formål at øge bagekvaliteten i vinterhveden. De økologiske landsforsøg (oversigten 2009-10) viste, at proteinindholdet kun steg med 0,6 pct. point ved tilførsel af 200 kg ammonium-N pr. ha i gylle til vintersæd med forfrugt korn i forhold til ugødet.

I vårsæd kan der opnås lidt bedre proteinrespons for N-tilførsel. I de økologiske landsforsøg (oversigten 2006-8) steg proteinindholdet med 2,0 pct. point ved at tilføre 130 kg ammonium-N pr. ha i vårsæd med forfrugt korn i forhold til ugødet.

I forsøg ved DJF er det vist, at vår- og vinterhvede dyrket i sædskifter med høj frugtbarhed (kløvergræs i sædskiftet) har bedre mulighed for at opnå tilvækst i proteinindhold i kerner end hvede dyrket i kornrigesædskifter med gylle som eneste N-kilde.

4. Strategi for tildeling af gødning

Det er vigtigt at udnytte den gødning, der er til rådighed på den bedst mulige måde. Gylle udnyttes bedst ved udbringning om foråret. I tabel 3 og 4 ses hvilken procentdel af kvælstoffet i gyllen, der under normal god praksis kan udnyttes i forskellige afgrøder og ved forskellig udbringningsteknik.

Ved udbringning af gylle kan en del af gyllens kvælstof tabes ved ammoniakfordampning. Det sker, når gyllen ligger på jordoverfladen, og ikke kommer i kontakt med jordens fugtighed. Derfor opnås en bedre udnyttelse af gyllen, når den nedfældes frem for når den udbringes med slæbeslanger. Biogasgylle har i stor udstrækning de samme egenskaber som svinegylle med hensyn til ammonium-indhold og nedsivning i jorden.

Tabel 3. Markeffekt for total-N i svinegylle med et indhold af ammonium-N, som udgør ca. 70 pct. af totalkvælstof.

	Forår		Efterår	
	Ned-fældning	Slange-udlagt	Før såning nedfældet	Bevokset slangeudlagt
Vårsæd	75	70*)		
Vintersæd	70	65		
Vinterraps	-	65	65	55
Frøgræs	-	60		60

*) Slangeudlægning om foråret på sort jord forventes at være forbudt fra vækstsæsonen 2012.

Økologisk kvæggylle er den mest almindelige økologiske gødning, og den anvendes i stor udstrækning, som den eneste gødningstype på økologiske malkekvægsejendomme. Den bedste udnyttelse af kvæggylle opnås, hvis den nedfældes (se tabel 4). Det betyder, at for den økologiske produktion som helhed, vil det være en fordel, hvis kvægbrugere afsætter mere gylle til planteavlerne, som så kan nedfælde gyllen til deres vårsæd.

Tabel 4. Markeffekt for total-kvælstof i kvæggylle med et indhold af ammonium, som udgør ca. 60 pct. af totalkvælstof.

	Forår		Efterår	
	Ned-fældning	Slange-udlagt	Før såning nedfældet	Bevokset areal slangeudlagt
Vårsæd	70	50*)		
Vintersæd	55	45		

Vinterraps -	45	50	35
Frøgræs -	45		45

*) Slangeudlægning om foråret på sort jord forventes at være forbudt fra vækstsæsonen 2012.

På økologiske planteavlbrug anvendes i mindre målestok også fast gødning og dybstrøelse. Disse gødningstyper bør anvendes i afgrøder med en lang vækstsæson, f.eks. til vårsæd med udlæg af frøgræs eller grøngødningsafgrøder (se tabel 5).

Tabel 5. Markeffekt for total-kvælstof i fast staldgødning fra kvæg eller svin, i dybstrøelse fra fjerkræ eller anden fast gødning med et indhold af ammonium, som udgør ca. 25 pct. af totalkvælstof.

	Forår	Før såning	Sent efterår	Vinter
Vårsæd	40	30		35
Vintersæd 25	20			
Vinterraps 25	30			

Medforfattere: Margrethe Askegaard, Lars Egelund Olsen

Kilder:

Landsforsøgene 2006-2010

Dyrkningsvejledning på Landbrugsinfo [Markeffekt af udbringning af husdyrgødning](#)

Artiklen er udarbejdet som en del af projektet "Forsøgsbaseret vidensgrundlag til udfasning af konventionel husdyrgødning" finansieret under innovationsloven.