

KVÆSTOFBEHOV I EFTERAFGRØDER?



Dette projekt medfinansieres af "Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram", (GUDP) under Fødevareministeriet.

Jordens indhold af kvælstof vil i mange tilfælde kunne forsyne efterafgrøder med tilstrækkeligt kvælstof, til at de kan opnå en rimelig størrelse.

Og hvis formålet med efterafgrøder alene er at reducere udvaskningen, er en kvælstoftilførsel til efterafgrøderne svær at begrunde.

Jordens indhold af kvælstof vil i mange tilfælde kunne forsyne efterafgrøder med tilstrækkeligt kvælstof, til at de kan opnå en rimelig størrelse. Der kan dog være lokale forhold, som for eksempel lavt indhold af organisk materiale i jorden som vil betyde, at kvælstof vil være begrænsende. Markforsøg udført af SEGES i 2017 viste, at i tre ud af fire forsøg, havde tilførsel på 40 kg kvælstof pr. ha i efteråret ikke væsentlig effekt på biomassen af efterafgrøderne. I en engelsk undersøgelse viste en simulering forholdsvis høje marginaludvaskninger (40-97%) ved

tilførsel af 30 kg N pr. ha til olieræddike i efteråret. Flere resultater tyder således på, at hvis formålet med efterafgrøder alene er at reducere udvaskningen, er en kvælstoftilførsel til efterafgrøderne svær at begrunde.

Kvælstofforsyningen kan være afgørende for, at en efterafgrøde kan opnå en vis størrelse. Efter fremspiring kan kvælstof være begrænsende for efterafgrødens vækst, og det fremføres ofte, at når efterafgrøden sås efter korn er jorden tømt for lettilgængeligt kvælstof, og at tilførsel af kvælstof vil forbedre kvælstofudnyttelsen, fordi efterafgrøden kan få fat i kvælstof, der ligger dybere i jorden. For at belyse om manglende kvælstof er et generelt problem for efterafgrødernes vækst, har vi samlet relevante forsøg med efterafgrøder fra de sidste ti år samt kigget på relevant litteratur.

KVÆLSTOFOPTAGELSE I EFTERAFGRØDER

Hvor meget kvælstof en efterafgrøde optager afhænger af jordens indhold af kvælstof. Der er gennemført flere undersøgelser af kvælstofoptagelse i efterafgrøder, og forsøg på lerjord viser, at olieræddike kan optage 77 kg N pr. ha, honningurt 37 kg N pr. ha og havre 27 kg N pr. ha i overjordiske plantedele (Oversigten over Landsforsøgene 2015 s. 185). Samme forsøg viste noget mindre optagelse på sandjord nemlig 17 kg N pr. ha for olieræddike og 11 kg N pr. ha for vinterrug. Kvælstofoptagelser fra disse forsøg, der indgik i OptiPlant-projektet, stemmer fint overens med andre forsøgsresultater som for eksempel VIRK-N-forsøgene (afrapporteret i Oversigten over Landsforsøgene 2017 s. 187-189). Dog fandt man i VIRK-N også høje optagelser på sandjord. Optagelserne i Optiplant-forsøgene på lerjord formodes dog at ligge i den høje ende, siden forsøgene er sået tidligt, og nogle efterafgrødearter er sået som udlæg i juli.

Kvælstofindholdet i efterafgrøders rødder er dårligere belyst. Vinterrugs indhold blev undersøgt i tyske forsøg, og på denne baggrund kan man med rimelighed forvente et kvælstofindhold i rødder på omkring 10 kg N pr. ha (Komainda et al. 2016). Dette stemmer med en undersøgelse af forskellige efterafgrøders biomasse fordelt på rod og total mængde biomasse (Thorup-Kristensen 2001). Her udgjorde rødderne ca. 30 % af den totale biomasse hos rug. For olieræddike var det omkring 16% og for honningurt 11% af biomassen som udgjordes af rødderne.

Således vil en veludviklet olieræddike kunne optage 50-80 kg N pr. ha, hvor honningurt og rug vil optage noget mindre.

KVÆLSTOFFORSYNING I EFTERÅRET

Kvælstofbehovet dækkes af både tilgængeligt kvælstof og det kvælstof, som mineraliseres under efterafgrødens vækst.

I 14 markforsøg udført af SEGES siden 2010 blev N-min målt i 0-25 cm lige efter høst af hovedafgrøden og lige før såning af efterafgrøden. N-min svingede fra 17 til 96 med et gennemsnit på 36 kg N pr. ha. N-min i de øverste jordlag er lettilgængeligt, og efterafgrøden vil

kunne udnytte en stor del af dette. Der kan dog ved høje nedbørsmængder på sandede jorde være risiko for, at en del af kvælstoffet udvaskes til dybere jordlag. Udover N-min i øverste jordlag, vil der ligeledes være mineralsk kvælstof i dybere jordlag, hvilket kun blev målt i 4 af de 14 forsøg. Gennemsnittet af N-min i de fire forsøg lå på 29 kg N pr. ha i dybden 25-100 cm. Det er ikke sandsynligt, at efterafgrøden vil kunne optage hele mængden i dybere jordlag, specielt på sandjorde vil der være risiko for, at en del kvælstof udvaskes inden efterafgrødens rødder er nået ned i dybden. Efterafgrøderne er i alle 14 forsøg sået mellem 9. og 17. august. Der var ingen sammenhæng mellem sådato og biomasse. Heller ikke N-min havde indflydelse på biomassens størrelse.

Forsyningen af kvælstof kommer ligeledes fra mineralisering af kvælstof fra jordens organiske pulje. Størrelsen af denne vil afhænge af markens dyrkningshistorie mange år tilbage. Typiske niveauer af mineralisering på forskellige brugstyper ses af tabel 1. Det er ikke sandsynligt, at efterafgrøden kan udnytte 100% af det mineraliserede kvælstof, da noget vil udvaskes inden efterafgrødens rødder når ned i dybere jordlag. Det er svært at vurdere, hvor stor en del af kvælstoffet, som efterafgrøden kan udnytte.

Tabel 1. Nettomineralisering i kg N pr. ha under forskellige forhold. Tal baseret på modelberegninger med Daisy på forskellige brugstyper. Knudsen et al 2010.

Periode	april-juli	aug.-nov.	dec.-marts	I alt
Korndyrkning, ingen husdyrgødning	25	30	20	75
Korndyrkning, svinebrug	40	40	20	100
Grovfoder, 50 pct. kløvergræs, kvægbrug	75	75	30	180
Året efter ompløjning af 2. års kløvergræs	100	100	50	250

MARKFORSØG MED EFTERAFGRØDER OG KVÆLSTOFTILFØRSEL

I 2017 gennemførte SEGES fire forsøg, hvor vikke, olieræddike og vinterrug blev sået som efterafgrøder den 13. august. Olieræddike og vinterrug blev sået både med og uden tilførsel af 40 kg kvælstof pr. ha, mens vikke blev sået uden kvælstoftilførsel. Forsøgene blev anlagt i store parceller, og der var ingen gentagelser, hvorfor man skal være varsom med konklusioner. Der blev taget planteklip tre gange i løbet af efteråret med første klip 10. oktober, men biomasseudviklingen fra første til sidste klip var i alle forsøg begrænset. Derfor er kun resultater fra det sidste klip den 8. november præsenteret i tabel 2.

Tabel 2. Kvælstofoptagelse (kg N pr. ha) i planteklip i forskellige efterafgrøder i forsøgsserie 070751818. Der blev tilført kvælstof til olieræddike og vinterrug ved såning.

Forsøg nr.	Olieræddike		Vinterrug		Vikke	N-min (0-25 cm) ved såning
	0 kg N pr. ha	40 kg N pr. ha	0 kg N pr. ha	40 kg N pr. ha	0 kg N pr. ha	

001	31	63	15	24	23	41
002	17	19	12	19	24	96
003	3	11	2	8	6	40
004	15	19	15	9	19	32

Som det ses, var der forholdsvis lave kvælstofoptagelser i forsøgene. Kun i forsøg 001 var der en rimelig vækst i efterafgrøderne, og også her har gødskningen haft den største effekt. Den beregnede marginaloptagelse er i forsøg 001 omkring 80% i olieræddike og 20% i rug. I de resterende tre forsøg er den mellem 0 og 20%. I tre ud af fire forsøg tyder det på, at kvælstof ikke var begrænsende, men i forsøg 001 har olieræddiken optaget størstedelen af det tilsatte kvælstof, og en større biomasse blev opnået. Der har altså været andre forhold i forsøgene, som har forårsaget dårlig vækst. Da efteråret 2017 var meget nedbørsrigt, er det sandsynligt, at efterafgrøderne har lidt under vandmættede forhold.

I 2010 blev gennemført to forsøg med efterafgrøder og kvælstoftilførsel, og tabel 4 viser udvalgte resultater. Det fremgår, at tildelingen af kvælstof har medført en stigning i optagelsen af kvælstof på hhv. 9 og 0 kg N pr. ha for de to forsøg ved kvælstoftildeling, svarende til en marginaloptagelse på hhv. 30 og 0%. Det ses, at N-min (0-100 cm) i november var 6-8 kg. N pr. ha højere med kvælstoftilførsel. Risikoen for at kvælstoffet udvaskes er størst i vinterhalvåret, og vil være størst på sandjord og ved høje nedbørsmængder.

Tabel 3. Kvælstofoptagelse (kg N pr. ha) i overjordiske plantedele og N-min i olieræddike i forsøgsserie 052571010, ved hhv. 0 og 30 kg N pr. ha.

Forsøg	Prøvetype	Olieræddike		Marginaloptagelse (%)
		0 kg N pr. ha	30 kg N pr. ha	
001	Kvælstof i planteklip, kg N pr. ha	41	50	30 %
	N-min (0-100 cm) i november, kg N pr. ha	12	18	
002	Kvælstof i planteklip, kg N pr. ha	65	65	0 %
	N-min (0-100 cm) i november, kg N pr. ha	15	23	

SIMULERINGER AF UDVASKNINGEN VED KVÆLSTOFGØDSKNING AF EFTERAFGRØDER

I en engelsk undersøgelse af efterårsgødskning er effekten af kvælstoftilførsel til efterafgrøder simuleret (Storer et al. 2010). Modellen betegnes NITCAT, og en række puljer såsom forfrugt, husdyrgødning og mængden af organisk materiale indgår. Modellen blev i projektet brugt til at estimere udvaskningen ved tilførsel af 30 kg N pr. ha til olieræddike. I tabel 4 ses de estimerede udvaskninger ved hhv. 0 og 30 kg kvælstof tilført, samt en beregnet marginaludvaskning. Det er klart, at flere forhold som nedbørsmængder og jordforhold, kan afvige mellem danske og

engelske forhold. Dog vil 300 mm nedbør i vintermånederne, som antaget i simuleringen ikke være meget forskelligt for efterårsnedbøren i Danmark. I nogle år vil man finde højere nedbørsmængder i Danmark, hvilket specielt på sandjorde vil medføre en øget udvaskning. I simuleringen ligger marginaludvaskningerne mellem 40% og 97%, hvilket betyder, at en stor del af det tilførte kvælstof udvaskes. Simuleringen viser ligeledes, at udskydelse af såtidspunkt vil øge udvaskningen og marginaludvaskningen.

Tabel 4. Effekten på udvaskning ved tilførsel af kvælstof til efterafgrøder. Simuleret med NITCAT under engelske forhold ved 300 mm nedbør i efteråret/vinteren. Sandblandet lerjord= Loamy sand (10-15 % ler, 0-30% silt og 70-90% sand) svarer til JB 5-6; Siltjord = silty clay loam (30-40% ler, 60-70 % silt, 0-20% sand) svarer til JB 10. (Storer et al. 2010)

Udvaskning i efteråret, kg N pr. ha	Sandblandet lerjord		Siltjord	
	15 aug	15. sep	15.aug	15. sept
0 kg N tilført	21	21	31	39
30 kg N tilført	33	43	43	68
Marginaludvaskning	40	73	40	97

Simuleringen indikerer altså, at tilførsel af 30 kg N pr. ha i efteråret vil medføre en markant øget udvaskning.

Hvis formålet med efterafgrøder alene er at reducere udvaskningen, er en kvælstoftilførsel til efterafgrøderne svær at begrunde. Hvis efterafgrøden ikke udvikler sig på grund af et lavt kvælstofniveau i jorden, vil udvaskningen fra arealet være lav. Effekten af efterafgrøder på jordens kulstofindhold og dermed forbedring af jordstrukturen, må forventes at stige med stigende biomasse af afgrøden. Derfor kan denne effekt forbedres ved i nogle tilfælde at tildele efterafgrøden gødning. Men normalt vil udviklingen af efterafgrøden afhænge mere af såtidspunktet end tilførslen af kvælstof.

KILDER

Knudsen, Leif; Østergaard, Hans Spelling og Schultz Ejnar (2000): *Kvælstof – et næringsstof og et miljøproblem*. Landbrugets Rådgivningscenter Landskontoret for Planteavl.

Komainda, Martin; Taube, Friedhelm; Kluß, Christof; Herrmann, Antje (2016): *Above- and belowground nitrogen uptake of winter catch crops sown after silage maize as affected by sowing date*. *Europ. J. Agronomy* 79 (2016) 31–42.

Kristian Thorup-Kristensen (2001): *Are differences in root growth of nitrogen catch crops important for their ability to reduce soil nitrate-N content, and how can this be measured?* *Plant and Soil* **230**: 185–195, 2001.

Storer, Kate; Williams, John og Berry, Pete (2018): *Use of autumn nitrogen in no-till farming systems*. Research Review No. 91. AHDB, Cereals and oilseeds.

