

EUROPÆISKE MODELLER TIL FASTSÆTTELSE AF KVÆLSTOFTILFØRSEL TIL VINTERRAPS OM FORÅRET

Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne:
Danmark og Europa investerer i landdistrikterne



Miljø- og Fødevareministeriet
NaturErhvervstyrelsen



Den Europæiske Landbrugsfond
for udvikling af Landdistrikterne

LDP 2020



Se '[EU-kommissionen, Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne](#)'

Læs om modeller for fastsættelse af mængder og tilførelstidspunkter for kvælstof til vinterraps om foråret i England, Tyskland, Sverige og Danmark. Modellerne sammenlignes med den danske metode til at fasttætte kvælstofbehovet.

INDHOLD:

[Engelsk model](#)

[Tysk model](#)

[Svensk model](#)

[Dansk model](#)

[Sammenligning af resultatet af de fire modeller](#)

[Referentens kommentarer](#)

I England, Tyskland og Sverige har man udviklet modeller for tilførelse af kvælstof til vinterraps om foråret. Modellerne har det til fælles, at de i det tidlige forår beregner den optimale kvælstoftildeling til vinterraps ud fra en række målte og vurderede forudsætninger. Den engelske og den svenske model beregner et absolut behov, mens den tyske beregner en korrektion af det normale behov. Alle tre modeller baserer sig

på kvælstofoptagelsen om efteråret, og der korrigeres ikke for eventuel efterårsgødskning i nogen af modellerne, da det indregnes i kvælstofoptagelsen i efteråret. Modellerne i alle tre lande er baseret på nyere markforsøg med stigende mængder kvælstof.

ENGELSK MODEL

Baggrund

I den engelske model tages der udgangspunkt i "canopy management" til bestemmelse af kvælstofbehovet om foråret. Det vil sige, at kvælstof skal tildeles i en mængde, så afgrøden hverken bliver for åben eller for kraftig. Hvis den bliver for åben, bliver udbyttet for lavt, og hvis den bliver for kraftig, går den i leje, hvilket er dyrt udbyttmæssigt.

Et afgørende element i baggrunden for modellen er, at raps er langt dårligere til at omløje nærringstoffer fra blade, stængler og skulper til frø, end f.eks. korn. En relativt stor andel af biomassen i frøene skal derfor dannes ved fotosyntese i frøfyldningsfasen. Det er derfor helt afgørende for frøudbyttet, at fotosyntesen sker uhindret i frøfyldningsfasen. En opretstående afgrøde, som lader sollyset passere ned til bladene, anses derfor for at være vigtig. Lejesæd er derfor stærkt begrænsende for udbyttet (op til 50 pct.), og nedsat lyspenetration angives som hovedårsagen til dette. Den gamle regel om, at afgrøden skal være så tæt og tung, at en kat kan gå på den (som man også har haft i England), gælder derfor ikke længere!

En passende afgrøde har 6-8.000 skulper pr. m². Flere skulper har den ulempe, at man får en kraftigt blomstrende afgrøde, som skygger for bladene og nedsætter fotosyntesen.

Et mål for afgrødens tæthed er Green Area Index (GAI). GAI er forholdet mellem det grønne areal af blade og stængler og arealet af jordoverfladen. Et optimalt GAI ved blomstring er bestemt til at være 3,5, som vil give et passende antal skulper. En sådan tæthed opnås ved at tilføre en tilpasset mængde kvælstof, som beregnes ved at bedømme GAI i det tidlige forår, måle N-min og indregne det forventede høstudbytte.

Metode

1. Ved et udbytte på 3,5 ton pr. ha skal afgrøden optage 175 kg N pr. ha
2. Hver GAI-enhed i februar repræsenterer en optagelse på 50 kg N pr. ha, som trækkes fra de 175 kg N
3. N-min i jorden i februar fratrækkes også
4. Restmængden, der skal tilføres, beregnes, idet der forudsættes en marginaloptagelse af kvælstof på 0,6
5. Der korrigeres for højere eller lavere udbytte end 3,5 ton pr. ha med 60 kg N pr. ton

Eksempel

I en rapsmark måles et GAI på 2 i februar. N-min måles til 25 kg N pr. ha. Udbytteneiveauet vurderes til at være 5 ton pr. ha.

	Kg N pr. ha
Kvælstofmål ved 3,5 ton pr. ha	175
Korrektion for GAI på 2 (2 x 50)	÷100
Korrektion for N-min på 25 kg	÷25
Restoptagelse (175÷100÷25)	50
Restbehov i handelsgødning (50/0,6)	83

Korrektion for højere udbytte (5,0-3,5) x 60	90 kg
Samlet restbehov i handelsgødning (83+90)	173

Måling og vurdering af GAI

Der findes flere metoder til måling og vurdering af GAI:

1. Sammenligning med referencefotos (side 8 i [Oilseed rape guide](#))
2. Uploadede fotos til webside:
http://www.agricentre.basf.co.uk/agroportal/uk/en/tools/website_tools/osr_gai_online/osr_gai_online.html
(det virker hurtigt og nemt)
3. App til iPhone:
http://www.agricentre.basf.co.uk/agroportal/uk/en/tools/mobile_tools/gai_osr_app/gai_osr_app.html
4. Vejning af planteklip, idet mængden af friskvægt pr. m² ganget med 0,8 = GAI

Sidstnævnte metode (4) anbefales ved GAI større end 3.

Gødskningstidspunkt

For at undgå, at afgrøden bliver for kraftig anbefales det at dele gødningen, hvis GAI i februar er større end 2, og man bør aldrig tilføre mere end 100 kg N pr. ha ad gangen. Afgrøden kan optage 3 kg N pr. ha pr. dag (svarende til en tilført mængde på 5 kg N pr. ha på grund af marginaloptagelsen på 0,6) frem til blomstring, hvorefter optagelsen aftager betydeligt. Kvælstoffet skal derfor ikke tilføres senere, end at størstedelen af kvælstoffet kan optages inden blomstring. Ved høje udbytter kan sidste kvælstoftilførsel ske, når rapsen har gul knop. Op til 40 kg N pr. ha kan tilføres som bladgødskning ved blomstring, hvis temperaturen er under 18 °C.

Mere viden

[Oilseed rape guide, second edition](#)

[Managing oilseed rape canopies for yield, Topic Sheet 103](#)

[Canopy management' and late nitrogen applications to improve yield of oilseed rape](#)

[Til top](#)

TYSK MODEL

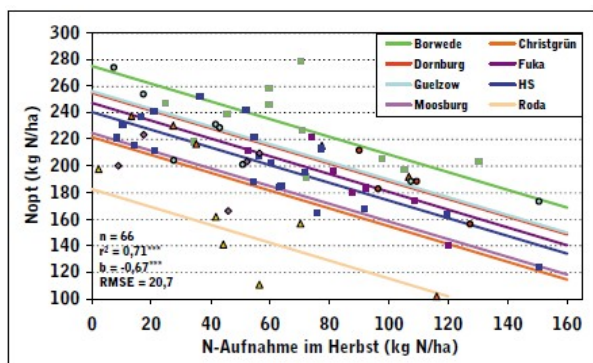
Baggrund

I den tyske model anvendes en målt planteoptagelse i efteråret til at korrigere det på forhånd fastsatte kvælstofbehov om foråret i forhold til en højere eller en lavere optagelse end normalt. Metoden kan altså ikke (modsat den engelske model) anvendes til at fastsætte det absolutte behov - kun til at korrigere et behov fastsat efter andre metoder (f.eks. tabelopslag).

Kvælstofoptagelsen om efteråret vurderes ud fra plantemassen, idet der antages en fast tørstofindhold (10 pct.) og et fast kvælstofindhold i tørstof (4,5 pct.). Under disse antagelser er kvælstofoptagelsen i de overjordiske dele pr. ha lig med 45 gange friskmassen pr. m². I en lang række tyske målinger er der vist en sammenhæng med $R^2 = 0,98$ (n=449).

I et stort antal forsøg (7 lokaliteter og fire år) med to såtider og med/uden 40 kg N pr. ha i efterårsgødskning er der lavet forsøg med stigende mængder kvælstof om foråret. Optimal N er beregnet

for de fire kombinationer af såtider og efterårsgødskning. Det giver et meget stort antal sammenhænge mellem målt N-optimum om foråret og optaget kvælstof om efteråret. For hver lokalitet er der fundet en rimelig sammenhæng mellem N-optagelse og N-optimum - se figur 1. Hældningen på kurven er $\pm 0,67$ (gennemsnit af de syv lokaliteter), men kurverne er parallelforskudt mellem de syv lokaliteter. Hældningen tolkes sådan, at når N-optagelsen øges med 1 kg, så falder optimal N med 0,67 kg. Forskydningen mellem kurverne er et udtryk for forskelle mellem lokaliteter (jordtype, klima, forhistorie mv.).



Figur 1. Sammenhæng mellem kvælstofoptagelsen i efteråret og den målte optimale kvælstoftilførsel om foråret. [Sieling et al., 2009](#)

I praksis anvendes denne sammenhæng til at korrigere kvælstofbehovet i forhold til en normalsituation, som er sat til en optagelse om efteråret på 50 kg N pr. ha.

Der er lavet tilsvarende korrelationer mellem henholdsvis N-optagelse målt om foråret og N-min om foråret, men her er korrelationerne ikke så gode som for N-optagelse om efteråret. Derfor tager modellen udgangspunkt i N-optagelsen om efteråret.

Den planlagte forårstilførsel fastsættes uden hensyntagen til efterårstilførslen. En eventuel efterårstilførsel vil der indirekte blive korrigeret for som følge af en øget optagelse om efteråret.

Ifølge de tyske undersøgelser har der været god korrelation mellem efterårsoptagelsen af kvælstof og det optimale kvælstofniveau uanset, om afgrøden er frosset ned i løbet af vinteren eller ej. Det er derfor opfattelsen i Tyskland, at kvælstofbehovet om foråret ikke påvirkes af, at bladene eventuelt fryser væk i løbet af vinteren.

Metode

1. Kvælstofbehovet ved det forventede udbyttensniveau fastsættes på normal vis, og behovet justeres **ikke** i forhold til en eventuel efterårstilførsel.
2. Sent om efteråret klippes plantemateriale på 1 m². Der afklippes lige over jordoverfladen. Der klippes 4-5 repræsentative steder, og der tages et gennemsnit.
3. Kvælstofoptagelsen beregnes ved at gange friskvægten pr. m² med 45.
4. Mer- eller mindreoptagelsen i forhold til normal (50 kg N) beregnes.
5. Korrektionen af forårstilførslen beregnes ved at gange mer- eller mindreoptagelsen med 0,7 (0,67 afrundet).
6. Den korrigerede forårstilførsel beregnes som den normale og udbyttekorrigerede forårstilførsel +/- korrektionen.

Eksempel

I en rapsmark er der tilført 40 kg N pr. ha om efteråret ved såning. Det totale kvælstofbehov om foråret er

fastsat til 180 kg N pr. ha. I slutningen af november er der målt en friskmasse på 2 kg pr. m² (gennemsnit af 4 målepunkter).

Planlagt kvælstofbehov Målt friskmasse	180 kg N pr. ha 2 kg pr. m ²
Optaget kvælstof om efteråret (2 x 45)	90 kg N pr. ha
Korrektion af forårstilførsel (50÷90) x 0,7	÷28 kg N pr. ha
Korrigeret forårstilførsel (180÷28)	152 kg N pr. ha

Mere viden

[Optimierung durch Berücksichtigung der N-Menge](#)

[Optimierung der N-Düngung zu Winterraps](#)

På hjemmesiden for Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein kan man hente vejledninger i prøvetagning og beregninger. På hjemmesiden er der også et lille excel-program, hvor beregningerne kan foretages.

[Til top](#)

SVENSK MODEL

Baggrund

Den svenske model er baseret på 25 forsøg med stigende mængder kvælstof til vinterraps om foråret i 2011-2015. Forsøgene er udført på arealer med forskellig forfrugt, jordtype, såtidspunkt, efterårsgødskning og på forskellige breddegrader i Sverige. Det optimale kvælstofniveau er målt og i en regressionsanalyse relateret til bl.a. efterårsoptagelse af kvælstof, forårsmineralisering (målt ved planteklip i det tidlige forår og ved blomstring i ugødede led) og høstudbytte. R² værdien for regressionen var på 0,89.

Metode

Ud fra regressionen er der udarbejdet følgende model for forårstilførsel af kvælstof:

Forårstilførsel (kg N pr. ha) = $147 \div (67,5 \times \text{kg friskvægt pr. m}^2) \div (1,2 \times \text{N-mineralisering}) + (2,6 \times \text{forventet høstudbytte i hkg})$

Efterårsoptagelsen af kvælstof måles ved at veje friskvægten af de overjordiske dele af rapsen i det sene efterår (gennemsnit af 3-4 målinger). Faktoren "67,5" i modellen er en konstant, som er en sammenfatning af rapsens tørstof- og kvælstofindhold (henholdsvis 13 pct. tørstof og 4,5 pct. N i tørstof) og en regressionskonstant (1,15).

Forårsmineraliseringen fastsættes ud fra følgende retningslinjer:

- Lav mineralisering: 10-20 kg N pr. ha
- Normal mineralisering: 30 kg N pr. ha
- Høj mineralisering (f.eks. ved husdyrgødning i sædskiftet): 40-50 kg N pr. ha

Det anføres, at modellen gælder for alle områder i Sverige og uanset strategi for efterårsgødskning mv.

Eksempler

Et eksempel på et areal med stor mineralisering:

I en rapsmark er der i efteråret ved planteklip målt en friskvægt på 2 kg pr. m². Da der er anvendt husdyrgødning i årene forud, vurderes mineraliseringen om foråret til at være høj (50 kg N pr. ha). Det forventede høstudbytte er 50 hkg pr. ha.

Forårstilførsel = $147 \div (67,5 \times 2) \div (1,2 \times 50) + (2,6 \times 50) = 82$ kg N pr. ha

Et eksempel på et areal med lav mineralisering:

I en rapsmark er der i efteråret ved planteklip målt en friskvægt på 1 kg pr. m². Da der ikke er anvendt husdyrgødning i årene forud, vurderes mineraliseringen om foråret til at være lav (20 kg N pr. ha). Det forventede høstudbytte er 50 hkg pr. ha.

Forårstilførsel = $147 \div (67,5 \times 1) \div (1,2 \times 20) + (2,6 \times 50) = 186$ kg N pr. ha

Mere viden

[Bedöm vårens kvävegiva i höstraps](#)

[Albin Gunnarsons præsentation fra kurset Aktuelt om raps i september 2015](#)

[Til top](#)

DANSK MODEL

Den danske model beror på et normfastsat behov, som skal dække både efterårs- og forårstilførslen. Inspireret af den tyske model er udarbejdet en metode til korrektion af forårstilførslen i forhold til et normalt år.

Tommelfingerreglen under danske forhold er, at 50 pct. af mer- eller mindreoptagelsen af kvælstof om efteråret i forhold til normaloptagelsen bør indregnes i gødningsplanen i foråret.

Generelt er den normale kvælstofoptagelse i vinterraps om efteråret ca. 40 kg N pr. ha, men varierer med praksis for efterårsudbragt kvælstof i handels- eller husdyrgødning, jordbundsforhold mm. På den konkrete mark skal den aktuelle kvælstofoptagelse i efteråret altså sammenholdes med den "normale" kvælstofoptagelse på marken samt den anvendte praksis for tilførsel af kvælstof om efteråret.

Kvælstofoptagelsen om efteråret i vinterraps kan beregnes ved at veje mængden af plantemateriale pr. m² et antal steder i marken. Hvis det antages, at tørstofprocenten i plantematerialet er 10, og kvælstofprocenten er 4,5, kan kvælstofoptagelsen i kg pr. ha beregnes ved at multiplicere friskvægten pr. m² med 45.

Eksempel

Den aktuelle kvælstofoptagelse i marken i efteråret 2015 er beregnet eller vurderet til at være ca. 20 kg N pr. ha. Hvis den normale kvælstofoptagelse sættes til 40 kg N pr. ha, bør kvælstoftilførslen i foråret 2016 forøges med 10 kg N pr. ha i forhold til normalt ($0,5 \times (40-20)$).

I dette [regneark](#) kan beregningen gennemføres.

Den forøgede kvælstofkvote i 2016 åbner mulighed for at øge kvælstoftilførslen til vinterrapsen uden at reducere kvælstoftilførslen til de øvrige afgrøder.

Mere viden

[Kvælstof i vinterraps om efteråret – betydning for kvælstofbehovet om foråret](#)

I mange marker er det muligt at reducere kvælstofmængden til vinterraps i 2015

[Til top](#)

SAMMENLIGNING AF RESULTATET AF DE FIRE MODELLER

I tabel 1 er vist en gennemregning af den anbefalede kvælstoftilførsel om foråret beregnet efter den engelske, tyske, svenske og danske model på et sammenligneligt grundlag. Beregningerne er foretaget for lerjord og ved et forventet udbytte på 50 hkg frø pr. ha. Det er forudsat, at der er tilført 60 kg N pr. ha om efteråret.

	Engelsk	Tysk	Svensk	Dansk
GAI	1,5			
Målt friskmasse, kg pr. m ²		1,7	1,7	1,7
Optagelse, kg N pr. ha	75	75		75
N-min, forår, kg N pr. ha	25	25	25	
Vurderet mineralisering, forår			30	
Normalt behov, forår, kg N pr. ha		180		178 ^{*)}
Anbefalet N-tilførsel, forår, kg N pr. ha	215	163	126	166
Totaltilførsel, efterår og forår, kg N pr. ha	275	223	186	226

^{*)} Optimal N for JB 6 og korrigeret til et udbyttensniveau på 50 hkg pr. ha fratrukket efterårstilførslen på 60 kg N pr. ha.

De beregnede kvælstoftilførsler om foråret efter de fire modeller varierer fra 126 til 215 kg kvælstof pr. ha. Den engelske model anbefaler den højeste mængde, fordi den anvender en forholdsvis stor udbyttekorrektionsfaktor, idet den anbefaler 6 kg N pr. hkg afvigende udbytte i forhold til et standardudbyttensniveau på 35 hkg pr. ha. Og udbyttekorrektionen slår derfor relativt hårdt igennem, når man antager et udbytte på 50 hkg pr. ha.

[Til top](#)

REFERENTENS KOMMENTARER

I de senere år er der udført et meget stort forsøgsarbejde i vore nabolande, og da vækstvilkårene for vinterraps i Danmark er nogenlunde sammenlignelig med forholdene i England, Tyskland og Sverige kan vi helt sikkert overføre nogle af deres erfaringer og anbefalinger til dansk dyrkningspraksis. Især den plantefysiologiske tankegang, som ligger bag de engelske forsøg og anbefalinger ser interessante ud, og de danske anbefalinger vil allerede i foråret 2016 blive justeret i overensstemmelse med de engelske anbefalinger. I Danmark har den hidtidige anbefaling været at udbringe størstedelen af kvælstofmængden allerede i marts og færdiggødske i begyndelsen af april. Den anbefaling vil blive justeret, således at der kun udbringes en mindre andel kvælstof tidligt i marts (og jo kraftigere afgrøde, jo mindre kvælstof), mens en større andel udbringes senere, således at gødsningen først afsluttes lige før blomstring.

I foråret 2016 iværksættes en ny række landsforsøg med kvælstofstrategier til vinterraps, hvor formålet er at fastsætte den optimale kvælstofmængde og den optimale udbringningsstrategi.

[Til top](#)

© 2021 - SEGES Projektsitet