

Kvælstof til vinterhvede, éngangs- eller delt udbringning

Nitrogen application to winter wheat, single or split dressing

Carl Chr. Olsen og K. E. Larsen

Resumé

Ved Statens Forsøgsstationer, Lundgård (grov sand, J.B.I.), Askov (fin sandblandet ler, J.B.5) og Rønhave (ler, J.B.7) blev der i årene 1979–81 gennemført markforsøg med vinterhvede, for at belyse forholdene omkring hvedens kvælstofoptagelse samt sammenligne udbytte ved éngangs- og delt kvælstofgødsning.

Resultaterne viste, at vinterhvede hurtigt optager kvælstof, uanset hvornår det tilføres i vækstperioden, men afhængigt af den mængde, der til enhver tid er til rådighed. Er der en stor mængde til rådighed i vækstperioden forud for skridning, optages kvælstoffet forholdsvis hurtigere, end tørstofproduktionen øges, men tilføres kvælstof ad flere gange i vækstperioden, foregår optagelse og tørstofproduktion sideløbende.

Den mængde kvælstof, der til enhver tid er akkumuleret i planterne, er helt afhængig af udbringningstid, -måde og af mængden, der tilføres, og i særdeleshed af vinterhvedens vækstvilkår. Vinterhveden kan ikke selv regulere optagelsen efter et bestemt mønster, men den foregår, så snart der er kvælstof nok til rådighed.

Delt kvælstoftilførsel på sandjord forøger udbyttet med 2,7–7,3 hkg kerne pr. ha. På sandblandet lerjord opnås der ved udbringning af kvælstofmængden ad flere gange med 80 N tidligt i vækstperioden et statistisk sikkert merudbytte på 3,0–4,3 hkg kerne pr. ha.

En deling af kvælstofmængden på lerjord giver med de anvendte mængder i gennemsnit et mindre udbytte end udbringning ad én gang sidst i april. I år med små nedbørsmængder i april–maj måned bliver der opnået merudbytte for delt gødsning med kvælstof.

Det er muligt at øge koncentrationen af kvælstof i kernen ved at tilføre kvælstof omkring skridningen. Kvælstof skal dog gives som et ekstra tilskud og ikke ved at flytte en del af den planlagte mængde til et senere tidspunkt, da dette kan medføre nedgang i kerneudbyttet.

Vækstregulering med Cycocel extra er kun fordelagtig i år med gunstige betingelser for en kraftig vegetativ vækst.

Antallet af kerner pr. arealenhed forøges med mængden af kvælstof, der er til rådighed i buskningsperioden, og dermed forbedres grundlaget for udbyttefremgange.

Nøgleord: Vinterhvede, kvælstofoptagelse, kerneudbytte, halmudbytte, vækstregulering og kernekvalitet.

Summary

In field experiments 1979–81 winter wheat on sand, sandy loam and loam soil received from 0 to 160 kg N/ha. The nitrogen was applied respectively in single application at the end of April or in split dressing, 40, 60 or 80 kg N/ha at the beginning of growth in spring and the rest at stage 5 or 10 according to Feekes Large scale.

Nitrogen uptake was measured by means of weekly growth analyses from the beginning of April to harvest. Winter wheat can not regulate uptake of nitrogen itself after a fixed model. The course of N-uptake could be changed by choice of N-application date and amount of available nitrogen.

The amount of accumulated nitrogen in plants at any time depends on rate, time, methods of N-application and especially on growing conditions.

Split dressing on sandy soil resulted in increasing grain yield ranging from 2.7 to 7.3 hkg per ha compared to single application. On sandy loam soil, the highest grain yield was obtained by split dressing.

When 80 kg N/ha was applied early in spring and the rest later on, the increase in grain yield was from 3.0 to 4.3 hkg/ha.

By using up to 160 kg N/ha on loam soil, the highest grain yield was obtained by single application of N at the end of April except in one year with small precipitation in April–May.

It is possible to increase the concentration of nitrogen in the grain by supplying a supplement of N at the time of earing (stage 10).

Use of Cycocel extra has only been advantageous in years with favourable conditions for strong vegetative growth.

Number of grains per m² increase with the amount of nitrogen available in the tillering period.

Key words: Winter wheat, nitrogen uptake, single application, split dressing, grain yield, straw yield, grain quality.

Indledning

Ved analysering af planteprøver udtaget i en afgrøde i vækstperioden kan fås et udtryk for næringsstofoptagelsen og stofproduktionen som funktion af tiden.

For vinterhvede og andre kornarter foreligger adskillige undersøgelser vedrørende kvælstofoptagelse som funktion af tiden. *Knowles og Watkin* (1931) fandt således, at hvedens kvælstofoptagelse under engelske forhold sker jævnt gennem hele vækstperioden. *Primost* (1965) anfører, at hvedens optagelse af kvælstof forløber i takt med tørstofproduktionen.

Ved næsten alle ældre undersøgelser af kvælstofoptagelse som funktion af tiden blev der efter nutidig målestok kun gødet med beskedne mængder kvælstof, og som regel blev det udbragt på én gang. Derfor måtte indtrykket af en konstant rytme i kvælstofoptagelsen opstå, og af at optagelsen fulgte en ganske bestemt S-kurvefunktion (*Braun*, 1980).

Tidsforløbet for planternes næringsstofoptagelse og stofproduktion kan variere og er bl.a. afhængig af tidspunktet for tilførsel af næringsstoffet. Ved at variere både mængde og tidspunkt kan planternes næringsstofindhold tidsmæssigt forrykkes mere eller mindre forud for stofproduktionen, inden for de grænser, som sættes af plantens genotype (*Steenbjerg*, 1965).

Forløbet af vinterhvedens kvælstofoptagelse kan varieres meget ved at gøde med kvælstof på forskellige udviklingsstrin (*Knopf*, 1977).

Vinterhvedens kerneproducerende evne er betydelig, og med de nye mere stråstive og yderige sorter frembragt ved forædling, er der åbnet mulighed for endnu højere udbytter og større sikkerhed i dyrkningen. Det genetiske grundlag for udnyttelsen af store kvælstofmængder er etableret i de nyeste sorter, men deres høje udbyttedmæssige mulighed kan kun udnyttes, såfremt kvælstof er til rådighed, uden afbrydelse. Dette har medført,

at der i udlandet, men også i de senere år i Danmark, er taget nye dyrkningssystemer i anvendelse, som bl.a. bygger på udbringning af kvælstof ad flere gange i vækstperioden.

Gennem årtier har det i danske landbrug på grundlag af hidtil gennemførte forsøg, været praksis i langt de fleste tilfælde at udbringe kvælstof til vinterhvede ad én gang om foråret. Fra vesttysk side peges der imidlertid på, at omkring halvdelen af vinterhvedens kvælstofoptagelse foregår i perioden efter skridning, altså i kernedannelsesfasen. Det må derfor være en fordel at dele kvælstoftilførslen ad flere gange og udnytte kvælstoffet som et styrende element i planternes udvikling og dermed forøge mulighederne for et større kerneudbytte (Riehle, 1977).

På baggrund af den opfattelse, at forløbet af vinterhvedens kvælstofoptagelse påvirkes af kvælstofmængde, kvælstoffets udbringningstid og vækstvilkårene, blev der i årene 1979–81 ved Statens Planteavlsvforsøg gennemført markforsøg med vinterhvede, hvor planteprøver regelmæssigt blev analyseret vækstperioden igennem med henblik på at belyse vinterhvedens kvælstofoptagelse under danske forhold.

Undersøgelsen er foretaget som et tværfagligt projekt af Askov og Rønhave i fællesskab for en særbevilling under Landbrugsministeriets program »Afsætningsfremme 1979–81«.

Metodik

Forsøgenes gennemførelse

Forsøgene blev gennemført ved Statens Forsøgsstationer, Askov og Rønhave, 1979–81 og ved Lundgård 1980–81 efter følgende plan:

1. Uden kvælstof. *Without nitrogen*
2. 80 N sidst i april, *late April*
3. 120 N »
4. 160 N »
5. 40 N tidlig, *early* + 80 N stadium 5, *stage 5**)
6. 80 N » + 40 N stadium 10 » 10
7. 40 N » + 40 N stadium 5 + 40 N stadium 10
8. 60 N » + 40 N stadium 5 + 20 N stadium 10
9. 80 N » + 80 N stadium 5
10. 80 N » + 80 N stadium 10

11. 80 N » + 20 N stadium 5 + 60 N stadium 10
12. 40 N » + 80 N stadium 5 + 40 N stadium 10

*) *Feekes-Large scale*

I forsøgene blev éngangstilførsel af kvælstof foretaget sidst i april. Ud fra resultater af hidtil gennemførte forsøg her i landet anses dette for det mest fordelagtige tidspunkt at give kvælstof til hvede, sammenlignet med kvælstofudbringning ad 2 eller 3 gange i vækstperioden.

Ved udbringning ad 2 gange blev en del af kvælstofgødningen givet meget tidligt i foråret, og den resterende mængde på det udviklingsstrin, hvor hvedens strækningsvækst begyndte (stadium 5 efter Feekes-Larges skala). Endvidere en deling med tilførsel af kvælstof tidligt forår, og det resterende på det stadium, hvor hvedeaksene begyndte at blive synlige (stadium 10).

Udbringning af kvælstof ad 3 gange blev foretaget henholdsvis tidligt forår, ved stadium 5 og ved stadium 10.

Som kvælstofgødning blev anvendt kalkammonsalpeter.

Forsøgsarealerne blev grundgødet med optimale mængder P og K. Vinterhvedesorten var Solid.

Forsøgene blev anlagt med 4 fællesparceller, og vækstregulering blev foretaget med 2 l Cyco-cel extra pr. ha i hveranden gentagelse omkring stadium 3–4. Der blev foretaget sygdoms- og skadedyrsbekæmpelse efter behov.

Udbringningstider for kvælstof – gns.
Time of N-application – average day/month.

	Askov	Lundgård	Rønhave
Tidlig forår	4/4	4/4	9/3
<i>Early spring</i>			
Stadium 5	24/5	9/5	16/5
<i>Stage 5</i>			
Stadium 10	13/6	1/6	11/6
<i>Stage 10</i>			
Éngangsudbragt . .	4/5	30/4	30/4
<i>Single supply</i>			

Udbringning af kvælstof tidlig forår ved Rønhave blev udført i tidsrummet 6.-11. marts eller gennemgående noget tidligere end ved Askov og Lundgård, hvor første udbringningstidspunkt lå mellem 30. marts og 11. april.

Planteanalyser

Fra først i april og indtil høst blev udtaget planteprøver à $2 \times 0,25 \text{ m}^2$ pr. forsøgsled hver uge. Efter hvedens skridning blev prøverne opdelt i strå og aks. Planteprøverne blev vejjet, tørret og analyseret for total-kvælstof.

Rodprøver

Ved Rønhave blev hver anden uge udtaget rodprøver i samme areal som planteprøverne. Rodprøven blev opgravet med spade og straks vasket for jord. I rodmassen blev bestemt tørstof og total-kvælstof.

Rodbestemmelsen ophørte efter 1. uge i juni umiddelbart før skridning.

Resultater

Hovedtabeller med enkelttal er ikke medtaget i denne beretning af hensyn til plads og overskuelighed, men de kan fås ved henvendelse til Statens Forsøgsstation, Rønhave, 6400 Sønderborg.

Tørstofproduktion og kvælstofoptagelse i vækstperioden

I fig. 1-3 er vist produktionen af tørstof og kvælstofoptagelsen i løbet af vækstperioden på de enkelte forsøgssteder, efter tilførsel af 160 kg N pr. ha ad én gang og ved deling af kvælstofmængden ad 2 eller 3 gange.

Som det fremgår, er kurverne for tørstofproduktion nogenlunde ens uanset på hvilken måde, kvælstof udbringes, hvorimod forløbet af optagelseskurverne for kvælstof afhænger meget af tilførselstidspunktet.

Af fig. 1 ses, at når hele kvælstofmængden tilføres på én gang, er kvælstofoptagelsen stor indtil skridning, hvorefter den ophører. Deles kvælstofmængden ad 2 gange accelererer optagelsen, afhængig dels af det tidspunkt, tildelingen sker, og dels af kvælstofmængden. Tilførsel af kvælstof

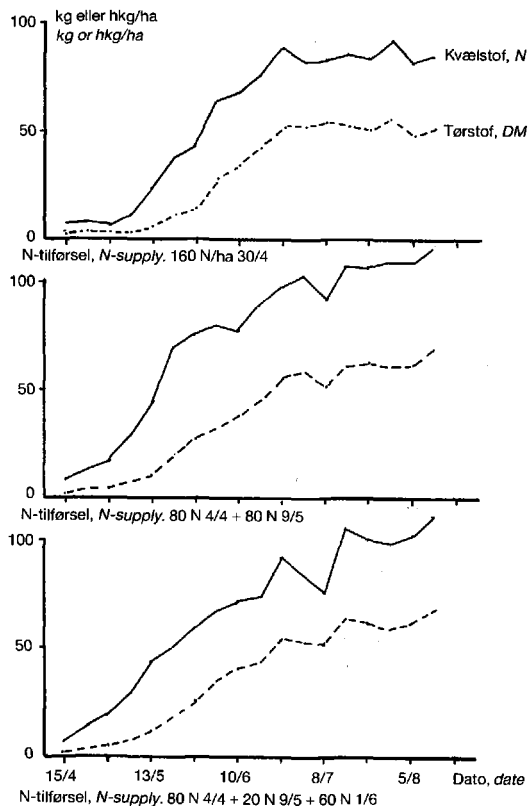


Fig. 1. Kvælstofoptagelse og tørstofproduktion i vækstperioden. Sandjord, Lundgård. Gns. 1980-81. Kvælstofoptagelse, kg N/ha. Tørstof, hkg/ha.

Nitrogen uptake and dry matter production during the growing season. Sandy soil, Lundgård. Average 1980-81. N-uptake, kg N/ha. DM, hkg per hectare.

ad 3 gange har medført en jævnt stigende optagelseskurve. Ved delt kvælstofgødskning fortsætter optagelse af kvælstof helt til høst.

Også ved vækstsæsonens slutning er kvælstofoptagelsens forløb på sandjorden forud for tørstofproduktionen i modsætning til, hvad der er tilfældet på lerjordene, fig. 2 og 3. Dette skyldes, at tørstofproduktionen fra midt i juni næsten er gået i stå.

På grund af klimatiske og jordbundsmæssige forhold skete tidlig kvælstoftilførsel på lerjorden ved Askov noget senere end planlagt ifølge forsøgsplanen. Betinget af vækstvilkårene var kvæ-

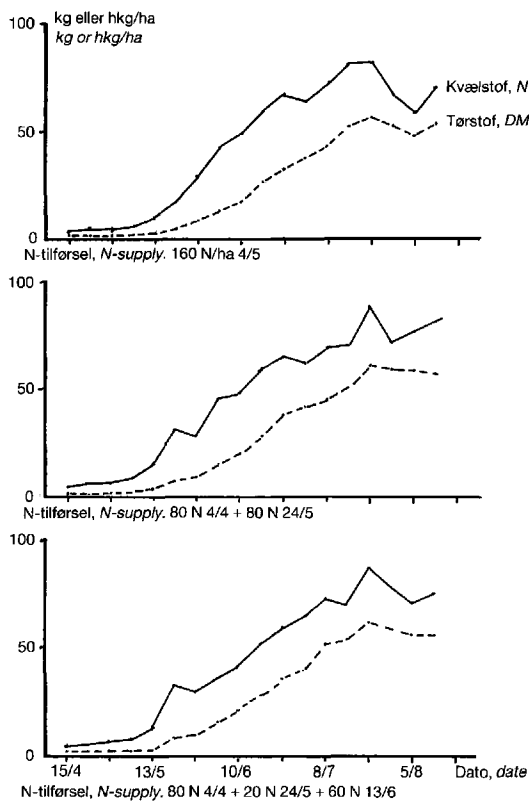


Fig. 2. Kvælstofoptagelse og tørstofproduktion i vækstperioden. Lerjord, Askov. Gns. 1979–81. Kvælstofoptagelse, kg N/ha. Tørstof hkg/ha.

Nitrogen uptake and dry matter production during the growing season. Loam soil, Askov. Average 1979–81. N-uptake, kg N per hectare. DM, hkg per hectare.

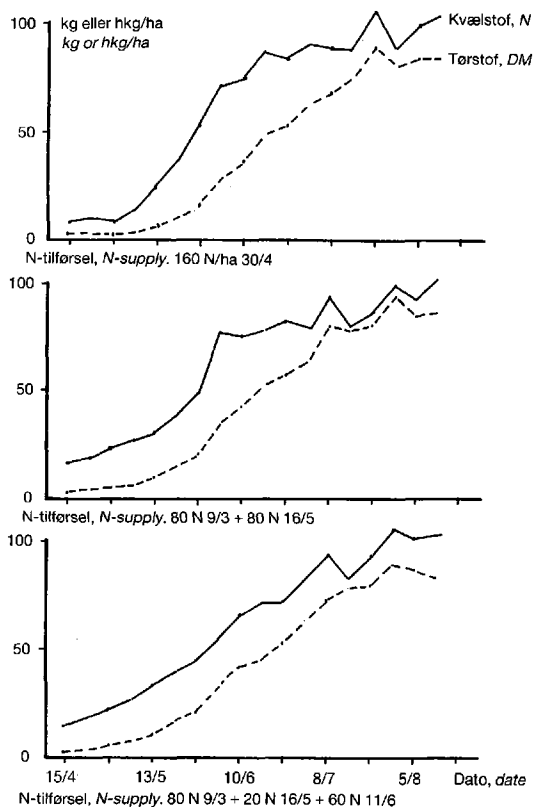


Fig. 3. Kvælstofoptagelse og tørstofproduktion i vækstperioden. Lerjord, Rønhave. Gns. 1979–81. Kvælstofoptagelse, kg N/ha. Tørstof, hkg/ha.

Nitrogen uptake and dry matter production during the growing season. Loam soil, Rønhave. Average 1979–81. N-uptake, kg N per hectare, DM, hkg per hectare.

stofoptagelsens forløb derfor stort set ens for de 3 udbringningsmetoder, som det fremgår af fig. 2.

I fig. 3 ses, at tidlig udbringning i første halvdel af marts har medført tidlig optagelse af kvælstof på lerjord ved Rønhave. Det har resulteret i, at kvælstofoptagelsen i begyndelsen af vækstperioden allerede var langt forud for tørstofproduktionen.

Éngangsudbringning af kvælstof sidst i april bevirkede en stejlt stigende optagelseskurve, som derefter senere i vækstperioden gik over i et mere jævnt forløb. Det samme forhold gjaldt, hvor der blev tilført 80 kg N pr. ha på stadium 5 ved en 2-

deling af kvælstofmængden. Ved udbringning af kvælstof ad 3 gange havde kurven et jævnt stigende forløb gennem hele vækstperioden. Kvælstofoptagelse og tørstofproduktion foregår parallelt og giver dermed formentlig grundlag for en harmonisk vækstrytme i hvedens vækstperiode.

Kvælstofindhold i stængler, blade og aks

Tabellerne 1 og 2 viser bevægelserne i % total N i hvedeplanten fra vækstens begyndelse om foråret og til høst, når 160 kg N pr. ha tilføres udelt samt delt ad 2 eller 3 gange.

Tabel 1. Total-N i strå og aks, % i tørstof.
Sandjord, Lundgård. Gns. 1980–81.
Total-N in straw and ears, per cent in DM.
Sandy soil, Lundgård. Average 1980–81.

N-tilførsel:	160 N/ha		80 + 80		80 + 20 + 60	
<i>N-supply:</i>	Strå	Aks	Strå	Aks	Strå	Aks
<i>Date:</i>	<i>Straw</i>	<i>Ear</i>	<i>Straw</i>	<i>Ear</i>	<i>Straw</i>	<i>Ear</i>
22/4	3,25		4,63		4,63	
29/4	3,07		4,79		4,84	
6/5	3,86		4,70		4,42	
13/5	4,62		4,42		3,89	
20/5	3,39		3,50		2,93	
27/5	2,51		2,79		2,32	
3/6	2,30		2,49		1,95	
10/6	1,94		2,09		1,78	
17/6	1,85	1,89	1,96	1,96	1,74	1,85
24/6	1,76	1,85	1,78	1,94	1,75	1,79
1/7	1,56	1,90	1,73	1,97	1,42	2,19
8/7	1,33	1,99	1,67	2,20	1,31	2,14
15/7	1,30	2,12	1,45	2,33	1,31	2,25
22/7	1,06	2,23	1,36	2,38	1,09	2,25
29/7	1,03	2,31	1,21	2,51	1,11	2,36
5/8	1,07	2,33	1,26	2,44	1,04	2,34
12/8	1,02	2,32	1,21	2,43	1,01	2,37

Tabel 2. Total-N i strå og aks, % i tørstof.
Lerjord, Rønhave. Gns. 1979–81.
Total-N in straw and ears, per cent in DM.
Loam soil, Rønhave. Average 1979–81.

N-tilførsel:	160 N/ha		80 + 80		80 + 20 + 60	
<i>N-supply:</i>	Strå	Aks	Strå	Aks	Strå	Aks
<i>Date:</i>	<i>Straw</i>	<i>Ear</i>	<i>Straw</i>	<i>Ear</i>	<i>Straw</i>	<i>Ear</i>
22/4	4,48		5,75		5,88	
29/4	3,49		5,14		5,04	
6/5	4,00		4,43		4,39	
13/5	4,38		3,32		3,49	
20/5	3,70		2,82		2,57	
27/5	3,37		2,64		2,24	
3/6	2,60		2,26		1,73	
10/6	1,95		1,77		1,56	
17/6	1,81		1,51		1,40	
24/6	1,60	1,71	1,36	1,61	1,33	1,54
1/7	1,41	1,66	1,19	1,62	1,25	1,50
8/7	1,27	1,50	1,08	1,51	1,19	1,56
15/7	1,04	1,54	0,85	1,44	0,88	1,53
22/7	0,98	1,55	0,85	1,48	0,89	1,58
29/7	0,82	1,66	0,71	1,55	0,74	1,69
5/8	0,69	1,78	0,63	1,67	0,66	1,76
12/8	0,68	1,87	0,60	1,74	0,65	1,85

Efter éngangsudbringning sidst i april sker der kort tid efter en kortvarig koncentrationsforøgelse af kvælstof i stængler og blade, idet hastigheden af planteproduktionen er mindre end optagelseshastigheden af kvælstof. Derefter aftager kvælstofindholdet jævnt indtil høst.

Når kvælstof tilføres tidligt, er der en meget høj koncentration af kvælstof i planterne, men den er stærkt faldende fra midten af maj på grund af en stor og stigende planteproduktion.

I tabel 1 ses det, at der efter deling af kvælstofmængden ad 2 gange på sandjord gennem hele vækstperioden – især fra begyndelsen af juli og indtil høst – er et højere kvælstofindhold i stængler, blade og aks sammenlignet med både éngangstilførsel og deling ad 3 gange. Det vil sige, at der øjensynligt er en større kvælstofmængde til rådighed for optagelse ved denne udbringningsmåde.

Af tabel 2 fremgår det, at det modsatte er tilfældet på lerjord, hvor indholdet af total-N i både stængler, blade og aks generelt er noget højere gennem hele vækstperioden efter tilførsel af 160 kg N pr. ha på én gang, end af samme mængde delt ad 2 og 3 gange. Det er formentlig et udtryk for, at der på denne jordtype ikke forekommer nedvaskning af kvælstof.

Kvælstofoptagelse i rod

Fig. 4 viser resultaterne af rodprøver udtaget på lerjord ved Rønhave.

Tilføres 160 kg N pr. ha på én gang sidst i april, er kvælstofoptagelsens forløb næsten parallel med tørstofproduktionen. Udbringes 80 kg N pr. ha tidligt i marts, forløber kvælstofoptagelsen forud for tørstofproduktionen i begyndelsen af vækstperioden. Kvælstofkoncentrationen i rodmassen falder, efterhånden som de tilførte 80 kg N optages i hvedeplanten, samtidig som tørstofproduktionen fortsætter kontinuerligt.

Ved tidlig udbringning af kvælstof udvikles en større rodmasse med et højere kvælstofindhold, end når kvælstof udbringes på én gang sidst i april. Mønstret for optagelse af kvælstof og produktion af tørstof i rodmassen afviger noget fra den overjordiske plantedel med hensyn til én-

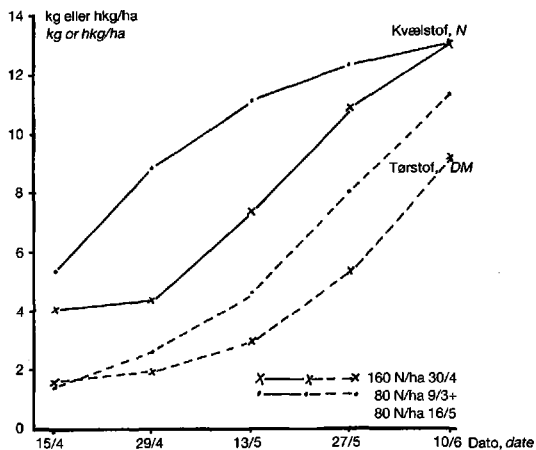


Fig. 4. Kvælstofoptagelse, kg total N/ha og tørstofproduktion i rod, hkg tørstof/ha. Lerjord, Rønhave. Gns. 1979–81.

Nitrogen uptake, kg total N per hectare, and dry matter production in root, hkg DM per hectare. Loam soil, Rønhave. Average 1979–81.

gangsgødsning med kvælstof, mens mønstret for en deling af kvælstoftilførslen er mere sammenfaldende.

Akkumuleret kvælstofoptagelse

Den standardiserede og ofte citerede optagelseskurve for vinterhvede (40:20:40) (Knopf, 1977) kan ikke genfindes i de varianter af kvælstoftilførsler, der er prøvet i nærværende forsøg, (40% optaget inden stadium 5, 20% optaget i strækingsfasen, 40% optaget fra skridning til høst).

Kvælstofoptagelsens afhængighed af udbringningstid og -måde og med mængden af tilført kvælstof er illustreret i fig. 5. Figuren viser % akkumuleret kvælstof ved stadium 5 og 10–10.1 i forhold til den totale mængde, der umiddelbart før høst er optaget af tildelt og mineraliseret kvælstof.

Tilføres 160 kg N pr. ha på én gang, bliver forholdet eksempelvis for Rønhave 23:60:17. Tilføres 80 kg N pr. ha tidligt og igen på stadium 5, bliver forholdet 30:47:23, men tilføres 2. tildeling på stadium 10, bliver det 28:32:40.

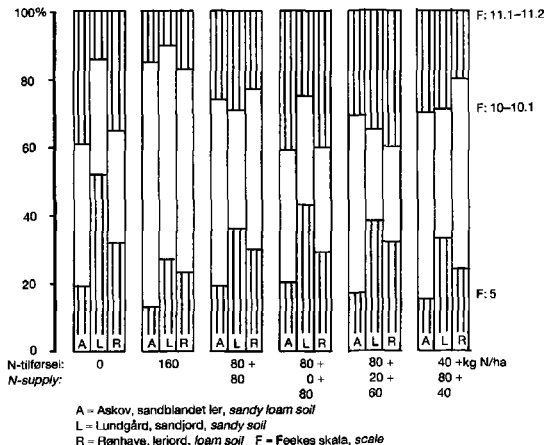


Fig. 5. Kvælstofoptagelse, %, gns. 1979–81. Lundgård 1980–81.

Nitrogen uptake, % Average 1979–81.

Tildeles kvælstof ad 3 gange med 80+20+60 kg N pr. ha, bliver forholdet 32:28:40, og er dermed den variant, der nærmer sig standardkurven mest.

Forskellen mellem forsøgsstederne skyldes udelukkende vækstvilkårene. Det ses umiddelbart, at vinterhvede ikke selv kan regulere kvælstofoptagelsen, men optager kvælstof, når det er til rådighed. det vil med andre ord sige, at vinterhvedens kvælstofoptagelse kan styres ved at tilføre kvælstof på et hvilket som helst udviklingstrin, såfremt de klimatiske betingelser er til gunst for optagelsen.

Kerneudbytte – kvælstofvirkning

Kerneudbyttet var på sandjord (Lundgård) som følge af de naturgivne forhold, og fordi vanding blev udeladt, meget lavt. I tabel 3 ses, at udbyttet uden kvælstoftilførsel under disse forhold i gennemsnit af de 2 forsøgsår var 2,6 hkg kerne pr. ha. Forøges kvælstofmængden fra 80 til 120 og 160 kg N pr. ha tilført på én gang, opnås et merudbytte på henholdsvis 1,6 og 2,8 hkg kerne pr. ha.

Varianter af forskellige udbringningstider og mængder gav i de fleste tilfælde et merudbytte på omkring 3 hkg kerne pr. ha. I alle tilfælde gav en

Tabel 3. Kerne, udbytte og merudbytte, hkg/ha, gns.
Grain, yield and increased yield, hkg per hectare, average.

Kvælstoftilførsel: <i>Nitrogen supply:</i>	Lundgård <i>Sandy soil</i> 1980-81	Askov <i>Sandy loam</i> 1979-81	Rønhave <i>Loam</i> 1979-81
0	2,6	15,0	35,6
80	14,1	29,6	58,5
120	15,7	28,9	62,7
40-80	3,5	÷0,2	÷0,1
80- 0-40	3,4	4,0	÷5,5
40-40-40	2,7	0,2	÷3,6
60-40-20	2,7	3,0	÷2,4
160	16,9	28,6	64,4
80-80	3,9	3,1	1,3
80- 0-80	3,9	3,5	÷7,0
80-20-60	3,0	4,3	÷3,1
40-80-40	7,3	1,6	÷1,1
LSD	3,3	1,8	1,4

deling af kvælstoftilførslen ad 2 gange et statistisk sikkert merudbytte på 3,4-3,9 hkg kerne pr. ha, mens en deling ad 3 gange kun i et enkelt tilfælde gav et statistisk sikkert merudbytte.

Fordelen ved at portionere kvælstoftildelingen på denne jordtype, skyldes formentlig, at for store mængder kvælstof på én gang kan gå tabt fra rodzonen, mest nærliggende ved nedvaskning. Det har afgjort stor betydning, at en forholdsvis stor andel af kvælstoffet tilføres i strækningsfasen fra stadium 5 til stadium 10.

Udbytteneiveauet i forsøgene på Askov var noget lavere end normalt for denne jordtype som følge af bl. a. stærke angreb af hvedens brunplet-syge (*Septoria nodorum*).

Tilførtes 60-80 kg N pr. ha tidligt, dvs. omkring 1. april, opnåedes et statistisk sikkert merudbytte på 3,0-4,3 hkg kerne pr. ha i forhold til éngangsudbringning sidst i april. Det må tages som et udtryk for, at jordens kvælstofreserve ikke har været stor nok til at forsyne vinterhveden til hen sidst i april.

Tilførtes kun 40 kg N pr. ha tidligt var fordelene ved at dele væsentlig mindre. Det betyder, at der

har været for lidt kvælstof til rådighed for en udviklet plantebestand.

Stigende mængder kvælstof tilført på én gang havde ingen indflydelse på kerneudbyttets størrelse.

På lerjord (Rønhave) blev der ved tilførsel af stigende mængder kvælstof ad én gang opnået et merudbytte på 4,2 og 5,9 hkg kerne pr. ha ved at øge mængden fra 80 til henholdsvis 120 og 160 kg N pr. ha. Vinterhveden kunne på denne jordtype klart udnytte den mængde af tilført og mineraliseret kvælstof, der var til rådighed.

Anderledes gik det, når de her anvendte mængder deltes. Det har i næsten alle tilfælde medført et mindre kerneudbytte. Tilførtes 1. portion kvælstof i 1. halvdel af marts, viste det sig, at afgrøden på grund af den kraftige planteproduktion i det tidlige forår, senere var for underforsynet med kvælstof til at klare væksten i busk- og strækningsperioden.

Af tabel 3 fremgår det tydeligt, at hvor en større del af kvælstofmængden ved udbringning af kvælstof ad 2 eller 3 gange først tilføres omkring skridning, stadium 10, har dette betydet en væsentlig nedgang i udbyttet. Ved tilførsel af kvælstof tidligt og den resterende mængde ved stadium 5 tidligt i maj blev udbyttetabet mindre.

I gennemsnit af 3 forsøgsår gav tilførsel af 80 N tidligt + 80 N ved stadium 5 et merudbytte som følge af ugunstige betingelser for udnyttelsen af éngangsudbragt kvælstof i 1981.

Halmudbytte - kvælstofvirkning

I tabel 4 ses det, at der ved deling af kvælstoftilførslen på Lundgård opnås et statistisk sikkert merudbytte på 2,7 til 3,6 hkg halm ved 120 kg N pr. ha og fra 4,4 til 7,1 hkg halm ved 160 kg N pr. ha. Sandsynligvis skyldes dette, at der i disse tilfælde har været tilstrækkeligt med kvælstof til rådighed i vinterhvedens buskningsfase.

På lerjordene bevirkede en deling af kvælstofmængden i næsten alle tilfælde et mindre halmudbytte. Dog fik man ved Rønhave et positivt udslag for delingen 80 N tidligt + 80 N stadium 5, som følge af ugunstige vækstvilkår for éngangsudbringning i 1981.

Tabel 4. Halm, udbytte og merudbytte, hkg/ha, gns.
Straw, yield and increased yield, hkg per hectare, average.

Kvælstoftilførsel: Nitrogen supply:	Lundgård Sandy soil 1980-81	Askov Sandy loam 1979-81	Rønhave Loam 1979-81
0	9,2	20,1	30,7
80	27,2	42,4	51,2
120	29,9	51,9	57,6
40-80	3,2	÷2,3	÷0,6
80- 0-40	3,4	÷3,0	÷1,6
40-40-40	3,6	÷0,1	÷2,9
60-40-20	2,7	÷2,8	÷2,1
160	31,0	55,7	58,3
80-80	4,4	÷2,7	4,4
80- 0-80	6,9	÷4,0	÷3,3
80-20-60	5,4	÷4,1	÷1,4
40-80-40	7,1	0,7	÷1,3
LSD	2,6	4,3	4,0

Vækstregulering – stråforkortning

Kerne

I fig. 6 er vist udslagene for CCC-behandling henholdsvis ved ugødet og efter tilførsel af 160 kg N ved forskellige udbringningsmåder.

På de lettere jorde (Lundgård og Askov), hvor vinterhveden af forskellige årsager som tidligere omtalt var hæmmet i udvikling, har CCC-behandling medført en yderligere vækststandsning. Ved Askov medførte behandlingen et udbyttetab fra 1,5 til 3,5 hkg kerne pr. ha, og på sandjorden ved Lundgård blev der målt udbyttetab på indtil 7,5 hkg kerne pr. ha.

På lerjord (Rønhave), hvor vinterhvedens vækst normalt forløber uden væsentlige væksthæmninger, er der i gennemsnit af de 3 forsøgsår opnået et merudbytte fra 1 til ca. 5 hkg kerne pr. ha afhængig af måden, hvorpå kvælstof tilføres.

Halm

I fig. 7 ses virkningen af CCC-behandlingen på halmudbyttet. Ved Rønhave, hvor vinterhvedens vækst er foregået normalt, opnås den største virkning af CCC-behandlingen. Der bliver fra 6 til 9

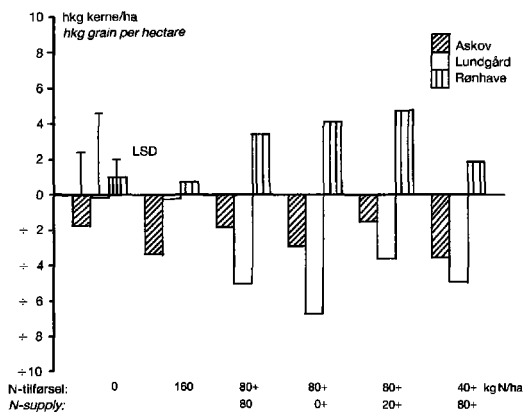


Fig. 6. Virkning af vækstregulering med CCC. Merudbytte, hkg kerne/ha. Gns. 1979-81 (Lundgård 1980-81).
The effect of growth regulating with CCC. Yield increase, hkg grain per hectare, average.

hkg halm mindre pr. ha. På de andre forsøgssteder varierer udslagene temmelig meget. Hvor tildelingen af kvælstof formentligt er mest uharmonisk (80 N tidligt + 80 N stadium 10) bliver udbyttet af halm mindre end ved de øvrige måder, hvorpå kvælstof tilføres, sandsynligvis som følge af periodevis kvælstofmangel og dermed vækststandsning i busknings- og strækningsfasen.

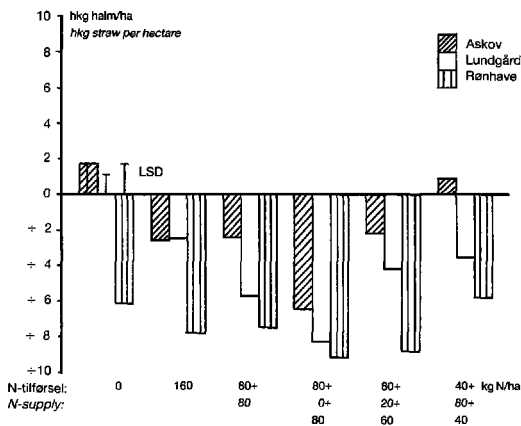


Fig. 7. Virkning af vækstregulering med CCC. Merudbytte, hkg halm/ha. Gns. 1979-81 (Lundgård 1980-81).
The effect of growth regulating with CCC. Yield increase, hkg straw per hectare, average.

Kvalitetsforhold i kerne og halm

Total-N i kerne og halm

Af resultaterne i tabel 5 ses, at indholdet af total-N i såvel kerne som halm generelt er højere ved Askov og Lundgård end ved Rønhave, henholdsvis for kerne 0,26 og 0,38 og for halm 0,57 og 0,47% enheder som følge af forskelle i udbytteneiveauet.

For hvert trin à 40 kg N pr. ha, der tilføres stiger kernens indhold af total-N med omkring 0,2 enheder. Jo større andel af den tilførte kvælstofmængde, der udbringes på stadium 10, desto højere bliver kernens kvælstofindhold, men det har ingen indflydelse på indholdet i halmen.

Kernevægt og litervægt

På lerjord ved Rønhave, hvor vinterhvedens udbytteneiveau var højest, har de forskellige varianter af kvælstoftildelinger kun ringe indflydelse på kernevægt og litervægt. På de lettere jordtyper ved Askov og Lundgård betyder en deling af kvælstoffet så godt som i alle tilfælde en forbedring af kerne kvaliteten, idet såvel kernevægt som litervægt stiger en del. I gennemsnit af 3 forsøgsår ved Askov ses af tabel 6, at kernevægten forøges

jo større mængder kvælstof, der tilføres ved skridning, mens kernevægten ved Lundgård øjensynligt påvirkes mere af de mængder, der tilføres på stadium 5.

Kernestørrelse

Kerner over 2,5 mm må anses for en rimelig god handelsvare, både til konsum og udsæd, og mængden af dem afhænger i høj grad af vækstvikårene og udbytteneiveauet.

I tabel 7 ses, at ved Rønhave er 96% af kernemængden over 2,5 mm, ved Lundgård 60% og ved Askov 79%. Kvælstoffordelingen har ingen indflydelse på andelen af kerner over 2,5 mm ved Rønhave, mens en deling både ved Lundgård og Askov har en klar positiv effekt på kernestørrelsen.

Antal kerner pr. arealenhed

Kerneudbyttets størrelse afhænger af bl. a. kernevægt og antal kerner pr. arealenhed. Som tidligere omtalt blev det højeste udbytte ved Rønhave opnået ved, enten at tilføre 160 kg N pr. ha på én gang eller ved 80 kg N tidligt + 80 kg N på stadium 5. Da kernevægten ved Rønhave er no-

Tabel 5. Kvælstofindhold i kerne og halm, % total-N i tørstof. Gns. Lundgård 1980-81, Askov, Rønhave 1979-81.
Content of nitrogen in grain and straw, per cent total-N in DM.

Kvælstoftilførsel: Nitrogen supply:	Lundgård Sandy soil		Askov Sandy loam		Rønhave Loam	
	Kerne Grain	Halm Straw	Kerne Grain	Halm Straw	Kerne Grain	Halm Straw
0	2,12	1,01	2,20	0,97	1,87	0,47
80	2,47	0,92	2,12	0,93	1,90	0,47
120	2,71	1,03	2,29	1,07	2,09	0,53
40 - 80	2,77	1,05	2,26	1,11	2,01	0,49
80 - 0 - 40	2,60	0,95	2,34	1,11	2,05	0,51
40 - 40 - 40	2,76	1,00	2,36	1,15	2,07	0,52
60 - 40 - 20	2,73	1,05	2,30	1,09	1,99	0,52
160	2,87	1,11	2,44	1,16	2,25	0,62
80 - 80	2,86	1,09	2,38	1,13	2,03	0,57
80 - 0 - 80	2,86	1,03	2,50	1,28	2,29	0,62
80 - 20 - 60	2,78	0,97	2,43	1,17	2,22	0,59
40 - 80 - 40	2,80	1,08	2,43	1,21	2,21	0,64
Gns. Average:	2,46	1,02	2,34	1,12	2,08	0,55

Tabel 6. Kernevægt, mg/kerne, litervægt, gram/liter.
Kernel weight, mg per grain, litre weight, gram per litre.

N-tilførsel: N-supply:	Lundgård, 1981:		Askov, 1979-81:		Rønhave, 1979-81:	
	Kerne- vægt	Liter- vægt	Kerne- vægt	Liter- vægt	Kerne- vægt	Liter- vægt
	Kernel weight	Litre weight	Kernel weight	Litre weight	Kernel weight	Litre weight
0	—	—	30,5	701	45,2	784
80	21,9	621	35,6	713	48,4	787
120	21,9	636	33,2	706	48,3	792
40-80	26,7	686	33,5	700	48,2	792
80- 0-40	25,9	670	37,1	731	49,1	788
40-40-40	26,2	663	34,7	704	48,8	792
60-40-20	26,9	661	34,8	716	47,6	787
160	24,8	646	32,3	695	48,7	793
80-80	28,9	687	34,2	710	48,4	793
80- 0-80	27,0	673	36,4	713	48,7	790
80-20-60	28,4	682	35,8	717	49,0	793
40-80-40	30,8	710	33,6	699	48,6	795
Gns. Average	26,3	667	34,3	709	48,2	791

genlunde den samme uanset kvælstoffordelingen, må udbyttefremgangen skyldes flere kerner pr. arealenhed.

Fig. 8 illustrerer, at jo større mængder kvælstof, der er til rådighed inden strækningsfasen, jo

Tabel 7. Kernestørrelse, % kerner over 2,5 mm. Lundgård 1981. Askov, Rønhave gns. 1979-81.
Kernel size, % grains bigger than 2.5 mm.

Kvælstoftilførsel: Nitrogen supply:	Lundgård Sandy soil	Askov Sandy loam	Rønhave Loam
0	—	76	96
80	45	80	97
120	50	75	96
40-80	60	75	96
80- 0-40	56	86	97
40-40-40	60	79	97
60-40-20	63	79	96
160	51	72	96
80-80	67	78	96
80- 0-80	64	85	97
80-20-60	64	82	96
40-80-40	72	75	96
Gns. Average	60	79	96

flere kerner udvikles der pr. arealenhed, og modsat jo større mængde kvælstof, der tilføres sent, f.eks. 80 kg N tidligt + 80 kg N stadium 10, jo færre antal kerner udvikles der.

På grund af de særlige vækstvilkår på de lettere jordtyper har kvælstoffordelingen ingen indflydelse haft på antallet af kerner. Deraf følger, at det merudbytte, der blev opnået ved deling af kvælstoftilførslen skyldes forøgelse af kernevægten, jævnfør tabel 6.

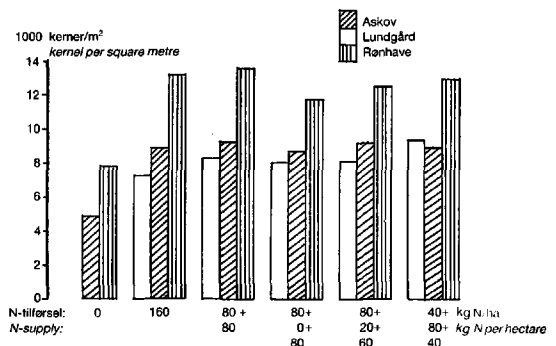


Fig. 8. Antal kerner pr. m². Gns. 1979-81 (Lundgård 1981).

Number of grains per square metre. Average.

Diskussion

Spørgsmålet om vinterhvedens kvælstofforsyning skal tilføres samlet eller delt for at kunne udnytte vinterhvedens udbytteevne mest muligt, har i de seneste år tiltrukket sig stigende opmærksomhed.

De retningslinier, der hidtil er anbefalet for gødskning med kvælstof til vinterhvede, har været, at kvælstof skulle udbringes på én gang senest muligt omkring 1. maj (Kofoed, 1960; Ullerup, 1978; Olsen & Larsen, 1979).

Nyere resultater tyder dog på, at der kan opnås et højere udbytte ved at tilføre kvælstofmængder ad flere gange (Ullerup, 1980). Tilsvarende fandtes i disse forsøg på de lettere jordtyper, hvor kvælstofreserven i jorden er lav, og hvor der kan være risiko for tab af kvælstof ved udbringning af hele mængden tidlig forår. På de bedre lerjorde med optimale vækstvilkår for vinterhveden, giver moderate mængder af kvælstof tilført på én gang samme eller lidt højere kerneudbytte end en deling ad 2 eller 3 gange.

I ikke afsluttede forsøg tyder det imidlertid på, at skal vinterhveden tildeles større mængder kvælstof for at udnytte udbytteevnen optimalt, skal tilførslen deles ad 2 gange (tidligt i marts + omkring stadium 5) for at give det største kerneudbytte (Olsen, 1983).

Som fremhævet af Knopf (1977) viser også disse forsøg, at vinterhvedens kvælstofoptagelse forløber alt efter, hvornår og hvor meget kvælstof der gødes med på de forskellige udviklingstrin i vinterhvedens vækstperiode.

Forestillingen om, at forløbet af vinterhvedens kvælstofoptagelse altid har form som en S-kurve, er fremhævet af flere forskere, bl.a. Riehle (1977), men det kan kun være rigtigt under ganske bestemte forudsætninger.

Konklusion

Resultatet af de gennemførte undersøgelser viser, at hastigheden og rytmen, hvormed vinterhvede optager kvælstof, generelt afhænger af mængden af tilført kvælstof og af, hvilket udviklingstrin vinterhveden har, når der gødes med kvælstof.

Vinterhvedens kvælstofoptagelseskurve kan formes og ændres ved at variere på mængde, tidspunkt og metode, hvormed kvælstof tilføres, men kurvens forløb bestemmes også i høj grad af vinterhvedens vækstvilkår.

Tilføres hele mængden af kvælstof på én gang eller delt med halvdelen tidligt og resten på stadium 5, forløber vinterhvedens kvælstofoptagelse tidsmæssigt forud for tørstofproduktionen, men tildeles kvælstof ad 3 gange, forløber optagelsen mere harmonisk sideløbende med tørstofproduktionen.

På let sandjord var optagelsen af kvælstof størst gennem hele vækstperioden, når kvælstoftilførslen blev delt.

På lerjord betyder det meget, både for kvælstofoptagelsen og for kerneudbyttet, at hovedparten af kvælstoffet bliver tilført inden buskningsperiodens afslutning.

Det akkumulerede kvælstofindhold umiddelbart før høst var stort set det samme for alle varianter af kvælstoftilførsler, men indholdet på forskellige udviklingstrin var forskelligt, afhængig af tildelingsmåde.

Det største kerneudbytte opnås på de lettere jordtyper ved at dele kvælstoftilførslen ad 2 eller 3 gange.

På de bedre jordtyper kan moderate mængder af kvælstof under optimale klimatiske betingelser tilføres på én gang sidst i april. I mange tilfælde kan en tilførsel ad 2 gange med en halvdel tidligt og resten ved overgangen fra busknings- til strækingsstadiet sikre samme kerneudbytte eller mere end éngangsudbragt kvælstof.

Bliver tidsintervallet mellem en tidlig og en sen udbringning for stor, betyder det ofte, at vinterhveden bliver underforsynet med kvælstof i produktionsaktive perioder. Det medfører ofte udbyttetab.

Resultaterne af de 8 forsøg viste også, at en stråforkortning ikke bør gennemføres på tidspunkter, hvor vinterhvedens vækst er gået i stå eller er hæmmet. Dette kan ofte være tilfældet på de lette jordtyper, og det kan medføre meget store udbyttetab. På de bedre jorde, hvor vinterhvedens vækstvilkår er optimale, kan det ofte

være en udbyttmæssig fordel at gennemføre vækstreguleringen.

Litteratur

- Braun H.* (1980): Die Stickstoffdüngung des Getreides. Dlg-Verlag Frankfurt am Main.
- Knopf, H. E.* (1977): N-angebot und N-aufnahme und ihr zeitlicher Bezug zur Ertragbildung bei Winterweizen und Wintergerste. Diss. Bonn. 1-135.
- Knowles, F. & Watkin, J. E.* (1931): The assimilation and translocation of plant nutrients in wheat during growth. *J. Agric. Sci.* 21. 612.
- Kofoed, A. Dam* (1960): Forskellig udbringningstid for kalksalpeter til vintersæd. *Tidsskr. Planteavl* 64, 51-76.
- Olsen, C. Chr.* (1979): Kvælstofgødskning til vinterhvede i kornrige sædskifter. Statens Planteavlsforsøg, Meddelelse nr. 1494.
- Olsen, C. Chr.* (1983): Fokus på dyrkning af vintersæd, *Agrologisk Tidsskrift, Marken* nr. 1, 10-13.
- Olsen, C. Chr. & Larsen, K. E.* (1982): Delt kvælstofgødskning af vinterhvede. Statens Planteavlsforsøg, Meddelelse nr. 1653.
- Primost, E.* (1965): Die Düngung im Getreidebau. *Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung*. 3. Bind, 174-238. Springer-Verlag. Wien New York.
- Riehle, G.* (1977): Kunstgødning til korn. *Tolvmandsbladet* 9, 449-456.
- Steenbjerg, F.* (1965): Lærebog i planternes ernæring. DSR-Forlag, København.
- Ullerup, B.* (1978): Korndyrkning. Landsudvalget for Planteavl. Oversigt over Landsforsøgene 1978, 51-64.
- Ullerup, B.* (1980): Korndyrkning. Landsudvalget for Planteavl. Oversigt over Landsforsøgene 1980, 52-67.

Manuskript modtaget den 27. februar 1984.