

## **Virkning af forårsudbragt ureakalksalpeter (UKS-34), urea og kalkammonsalpeter på kerne- og halmudbytte i korn**

*Effect of spring-applied urea-calcium-nitrate (UKS-34), urea and calcium-ammonium-nitrate on the yield of grain and straw in cereals*

V. KJELLERUP

---

### **Resumé**

Virkningen på udbyttet af stigende mængder kvælstof i form af ureakalksalpeter (UKS-34), udbragt på forskellige tidspunkter om foråret, blev sammenlignet med kvælstofvirkningen af urea og kalkammonsalpeter (kas.). Forsøgene gennemførtes på jordtyperne JB 1, JB 4 og JB 6 i årene 1984–86 med afgrøderne vinterhvede, rug og vårbyg. Virkningen blev målt som tørstof- og kvælstofudbytte i kerne og halm ved høst.

Gødningstypen påvirkede ikke kerneudbyttet, hverken ved tidlig udbringning i marts–april eller ved udbringning 4–5 uger senere. I 1986, hvor den første gødningsudbringning efterfulgtes af en nedbørsfattig periode på ca. 3 uger, gav urea og

UKS-34 en mindre kvælstofvirkning end kas.

I vårbyg gav tidlig og sen udbringning af kvælstof samme merudbytte, mens den sene udbringning gav mindre merudbytte i hvede og rug sammenholdt med tidlig udbringning. Generelt gav sen udbringning af kvælstof det højeste kvælstofindhold i kernetørstoffet.

Urea gav generelt det mindste kvælstofudbytte (kg N/ha), mens der ikke fandtes signifikant forskel i mellem de to andre gødningstyper.

Den indhøstede mængde kvælstof var den samme for de to udbringningstidspunkter for hvede og rug. For vårbyg på JB 1 var kvælstofudbyttet størst ved den sene udbringning.

**Nøgleord:** UKS-34, urea, kalkammonsalpeter, udbringningstid.

### **Summary**

The effect of increasing levels of urea-calcium-nitrate (UKS-34), urea and calcium-ammonium-nitrate (CAN) on the yield of grain and straw in spring barley, winter wheat and winter rye was examined over the period 1984–1986 at three sites (JB 1, coarse sand soil; JB 4, loamy sand; JB 6, sandy loam). The nitrogen fertilizers were applied in spring before sowing or 4 to 6 weeks

later. Nitrogen application to spring barley on JB 4 was before sowing or just after. Nitrogen applied to spring barley before sowing was incorporated into the soil; in all other treatments nitrogen fertilizer was left on the soil surface.

The type of nitrogen fertilizer did not affect grain dry matter yields, irrespective of application time. In 1986 when the fertilizer application was followed by a dry period of about three

weeks, urea and UKS-34 gave lower yields than CAN.

Early and late application of nitrogen to spring barley gave similar yield effects, however the late application gave lower yields in wheat and rye compared with early application. In general, late application gave a higher nitrogen content in the grain than did early application.

**Key words:** UKS-34, urea, CAN, application time.

## Indledning

Urea har til tider været betydeligt billigere end andre faste kvælstofgødninger. Når forbruget af urea alligevel er forholdsvis lille, er årsagen usikkerheden omkring dens kvælstofvirkning.

Såfremt urea anvendes som overfladegødning, og ikke efterfølgende nedbringes i jorden, kan der tabes kvælstof ved ammoniakfordampning i forbindelse med amidkvælstoffets omdannelse til ammonium. Fordampningstab er afhængigt af jordtype, jordens pH, jordfugtighed, temperatur og vindhastighed. Ved gunstige omsætningsbetingelser kan der tabes betydelige mængder kvælstof ved ammoniakfordampning.

Det er derfor af afgørende betydning, at ureagødning nedarbejdes straks efter udbringning, når den bruges på forårsbehandlet jord (1).

Ud fra ønsket om at reducere muligheden for ammoniakfordampningen i forbindelse med anvendelse af urea, har Norsk Hydro til forsøgsformål fremstillet en gødning bestående af en blanding af kalksalpeter og urea. Formålet er, at kalksalpeter skal gå i forbindelse med en del af det dannede ammonium fra urea, hvorved ammoniakfordampning reduceres.

Denne gødning, kaldet UKS-34, er sammensat af 27 pct. amidkvælstof (urea) og 7 pct. nitrat (kalksalpeter). Teoretisk set er det relativt lave indhold af kalksalpeter i UKS-34 ikke tilstrækkeligt til at binde alt ammonium fra urea, såfremt denne hydrolyseres fuldstændigt.

For at undersøge kvælstofvirkningen af UKS-34 er der ved Statens Forsøgsstation, Askov, i årene 1984-86 gennemført 1-årige markforsøg, hvor gødningen er sammenlignet med kalkammonsalpeter (kas.) og urea.

## Metodik

Forsøgene lå på tre lokaliteter, nemlig ved Askov

Urea generally gave the lowest nitrogen yield, while there was no significant difference between the other types of nitrogen fertilizer. The amount of nitrogen at harvest was similar regardless of application time for wheat and rye. For spring barley on JB 1 the highest nitrogen yield was found at the late application time.

forsøgsstation (JB 4) og ved Lundgård forsøgsstation (JB 1) samt i udstationerede forsøg på Sønderkov Hovedgård ved Brørup (JB 6). Der anvendtes faktorielle forsøgsplaner.

De anvendte gødningstyper og deres kvælstofindhold var:

- A. Kvælstof i kalkammonsalpeter (kas.) med 26% N  
*N in CAN*
- B. Kvælstof i ureakalsalpet (UKS-34) med 34% N  
*N in UKS-34*
- C. Kvælstof i urea med 46% N  
*N in urea*

Der tilførtes følgende mængder kvælstof (kg pr. ha):

	hvede <i>wheat</i>	rug <i>rye</i>	byg <i>barley</i>
a.	120	100	80
b.	150	130	110
c.	180	160	140

Der blev medtaget et led, hvor der ikke tilførtes N.

Udbringningstider for N til hvede (JB 4 og JB 6) og rug (JB 1) var:

- X. Tidlig forår, våd jord  
*Early spring, wet soil*
- Y. Normal udbringningstid, tør jord  
*Normal application time, dry soil*

Udbringningstid til vårbyg (JB 1):

*Time of application to spring barley*

- X. Før såning, nedharvet  
*Before sowing, incorporated*
- Y. 3-4 uger efter såning, overfladeudbragt  
*3-4 weeks after sowing, surface applied*

Udbringningstid til byg (JB 4):  
*Time of application to spring barley*

X. Før såning, nedharvet

*Before sowing, incorporated*

Y. Lige efter såning, overfladeudbragt

*Just after sowing, surface applied*

Forsøgene blev gennemført med alle kombinationer af ovenstående N-typer, udbringningstider og N-mængder. Der var tre gentagelser. Fællesparcellerne var fordelt således, at virkningen af en eventuelt skråplanvariation i jordens frugtbarhed blev elimineret.

Kvælstof i kas. består af lige dele  $\text{NH}_4\text{-N}$  og  $\text{NO}_3\text{-N}$ , medens det i UKS-34 findes som 26,6 pct. amidkvælstof, 6,8 pct. nitrat-kvælstof og 0,6 pct. ammoniumkvælstof. Ca-indhold er henholdsvis ca. 22 pct. og 9,0 pct.

Tabel 1 viser datoer for såning af afgrøder og N-udbringning.

Det fremgår, at der har været en tidsvariation i de tre forsøgsår mellem tidlig og sen N-udbringning på 4-6 uger. For vårbyg på JB 4 blev kvælstoffet udbragt umiddelbart før og efter såning.

## Resultater

### Vinterhvede

Som det fremgår af fig. 1, blev der med de anvendte mængder kvælstof kun opnået en lille stigning i merudbyttet af kerne og halm ved stigende N-tilførsel.

I gennemsnit af alle forsøg var der et merudbytte på 2,4 hkg/ha ved tilførsel af 60 kg N/ha oven i de 120 kg N/ha.

Efter tilførsel af 120 kg N/ha har der ved begge

**Tabel 1.** Såtid og N-udbringning.  
*Date of sowing and N-application.*

Dato for såning <i>Date of sowing</i>	N-udbringning <i>Date of N-application</i>		Nedbør mellem tidlig og sen udbringning <i>Precipitation between early and late application</i>	
	tidlig <i>early</i>	sen <i>late</i>		
<b>Vinterhvede, JB 4 og JB 6</b>				
<i>Wheat</i>				
1983 . . . . .	23/9	20/3	4/5	43,3
1983 . . . . .	25/9	14/4	13/5	6,8
1984 . . . . .	24/9	22/4	20/5	67,1
1985 . . . . .	20/9	9/4	13/5	58,0
1985 . . . . .	22/9	20/3	4/5	93,8
<b>Vinterrug, JB 1</b>				
<i>Rye</i>				
1983 . . . . .	21/9	20/3	24/4	20,8
1984 . . . . .	25/9	26/3	29/4	78,1
1985 . . . . .	24/9	7/4	30/6	30,4
<b>Vårbyg, JB 1</b>				
<i>Spring barley</i>				
1984 . . . . .	15/3	15/3	24/4	20,8
1985 . . . . .	3/4	11/4	29/4	44,9
1986 . . . . .	3/4	4/4	30/4	30,4
<b>Vårbyg, JB 4</b>				
<i>Spring barley</i>				
1984 . . . . .	17/4	16/4	17/4	
1985 . . . . .	15/5	15/5	15/5	
1986 . . . . .	1/5	1/5	1/5	

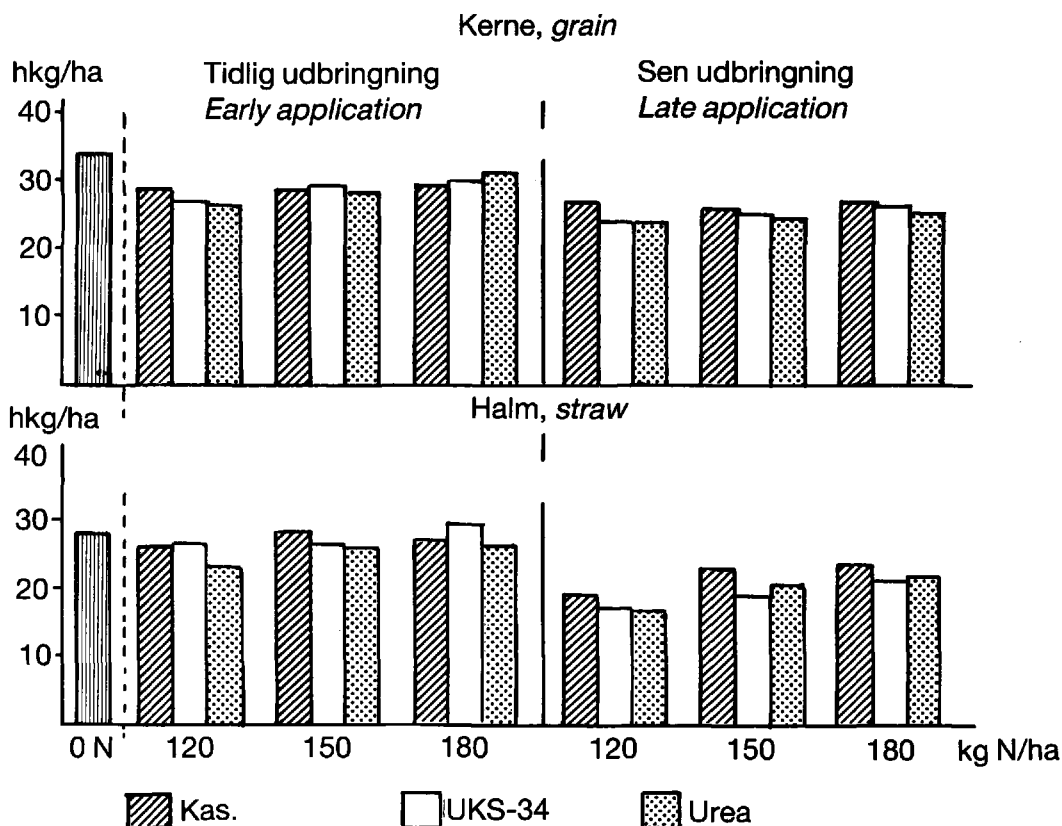


Fig. 1. Udbytte og merudbytte i vinterhvede, hkg/ha, for stigende tilførsel af N i kas., UKS-34 og urea.  
Yield and yield increase in winter wheat for increased application of N in CAN, UKS-34 and urea.

udbringningstider været en tendens til, at kas. har givet større merudbytte end de to andre kvælstofgødninger.

Ved at sammenligne virkningen af gødningerne UKS-34 og urea udsprede oven på jorden ses det, at de to gødninger har virket ens uanset kvælstofniveau og udbringningstid. Generelt har der ikke været signifikant forskel i kerne- og halmudbyttet mellem de tre gødninger.

Sammenligner man derimod udbringningstidspunkterne for kvælstof som gennemsnit af alle tre kvælstoftyper (fig. 2), har den sene udbringning af kvælstof givet 3 hkg kerne/ha mindre i udbytte end den tidlige udbringning.

For halmudbyttet er det tilsvarende tal ca. 6 hkg/ha.

### Vinterrug

For rug, fig. 3, ses samme tendens som for hveden hvad angår merudbytte i relation til øget kvælstoftilførsel. Her har der dog været større forskel i merudbyttet ved de to udbringningstider, idet der ved tidlig tilførsel af 160 kg N/ha i gennemsnit blev opnået et merudbytte på ca. 7 hkg kerne/ha, mens den sene tilførsel kun gav et merudbytte på 2 hkg kerne/ha.

Der er heller ikke i rug signifikant forskel på merudbytte mellem gødningstyperne. Det gælder både kerne- og halmudbytte.

Udbringningstidspunktet for kvælstof har også for vinterrug givet forskel i udbyttet, se fig. 2. Den tidlige udbringning har som gennemsnit af de tre N-niveauer og gødningstyper givet ca. 7 hkg

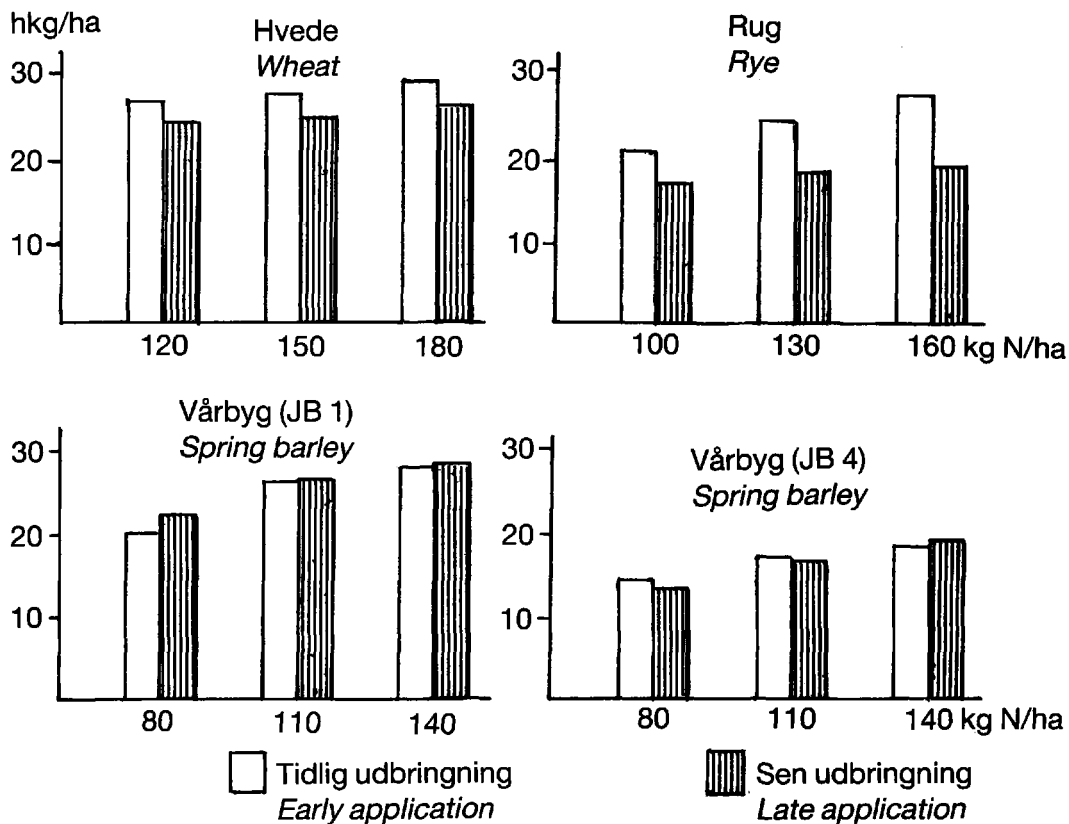


Fig. 2. Merudbytte i hkg kerne/ha efter tidlig og sen udbringning af stigende mængde kvælstof. Gns. af tre kvælstoftyper.

*Yield increase in grain hkg/ha after early and late application of increased amount of N. Average of 3 N-types.*

kerne/ha mere end udbringning af kvælstof 4-6 uger senere på tør jord.

### Vårbyg

På let sandjord (JB 1) hvor kvælstofgødningen blev givet henholdsvis lige før eller 4-5 uger efter såning, har der som ventet været stigende udbytte for kvælstoftilførsel (fig. 4).

Der har i 1986 efter den første kvælstofudbringning været tydelig forskel i virkningen mellem de tre gødningstyper, idet UKS-34 og urea har virket dårligere end kas. (tabel 2).

Årsagen til den dårlige N-virkning har sandsynligvis været, at det var meget tørt i en periode på ca. tre uger (tabel 3) lige efter kvælstofudbringningen, hvilket har medført et relativt stort ammoniaktab fra UKS-34 og urea.

**Tabel 2.** Merudbytte i vårbyg 1986, hkg kerne/ha, for tilførsel af UKS-34 og urea i forhold til kas.

*Yield increase, hkg grain/ha of UKS-34 and urea in relation to CAN.*

80 kg N/ha	
Kas.	25,7
UKS-34	-2,2
Urea	-5,2
110 kg N/ha	
Kas.	36,6
UKS-34	-9,7
Urea	-8,3
140 kg N/ha	
Kas.	33,3
UKS-34	-10,7
Urea	-3,9

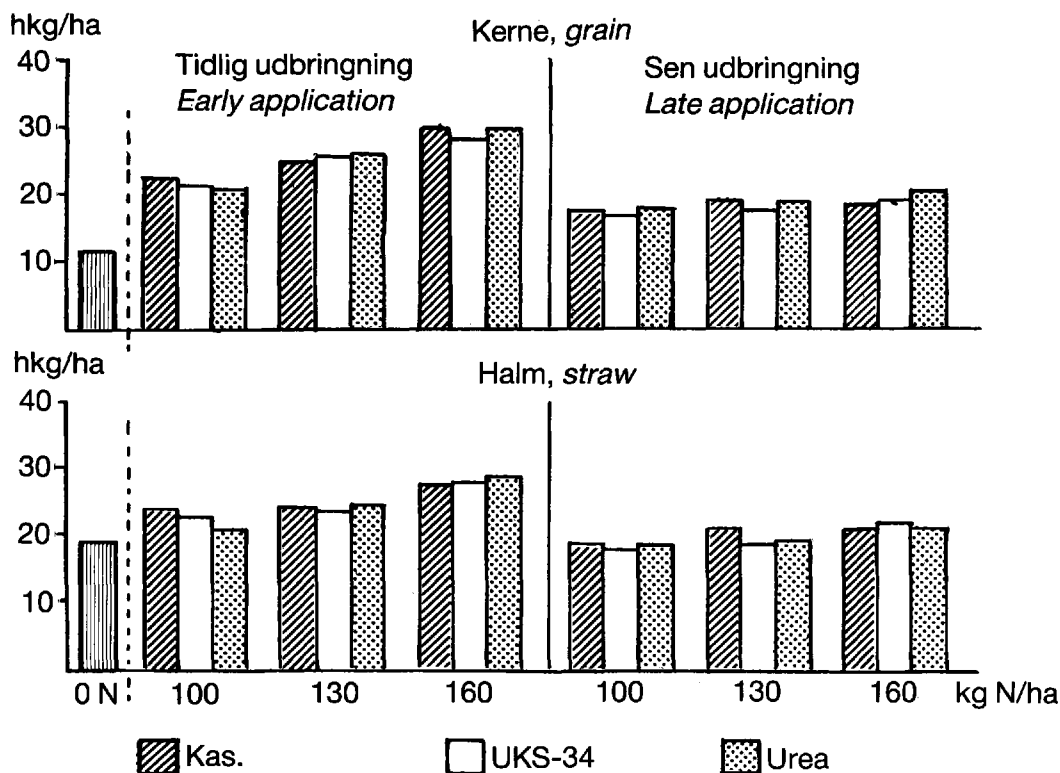


Fig. 3. Udbytte og merudbytte i vinterrug, hkg/ha, for stigende tilførsel af N i kas., UKS-34 og urea.  
Yield and yield increase in winter rye, for increased application of N in CAN, UKS-34 and urea.

**Tabel 3.** Nedbør og fordampning i perioden 1/4-14/4 1986

*Precipitation and evaporation during 1/4-14/4 1986.*

Dato Date	Nedbør, mm Precipitation	Fordampning, mm Evaporation
1/4- 7/4	1,5	4,2
7/4-14/4	1,0	14,4

Som gennemsnit af tre års forsøg i vårbyg fandtes dog ikke signifikante forskelle i tørstofudbyttet mellem gødningstyperne.

I modsætning til vintersæden har der ikke været forskel i kerneudbyttet mellem udbringningstidspunkter (fig. 2). Der er imidlertid i gennemsnit høstet ca. 6 hkg halm/ha mindre ved N-udbringning fire uger senere (fig. 4).

Ved udbringning af kvælstofgødningerne umiddelbart før eller efter såning af vårbyg på jordtype JB 4 fandtes der ikke forskelle imellem de tre gødningstypers virkning på kerne- og halmudbyttet (fig. 5).

Ved lavere kvælstoftrin fandtes lidt større merudbytte ved udbringning lige før såning (fig. 2).

#### **Total-N i kerne**

Det procentiske indhold af total-N i kernetørstof var højest efter anvendelse af UKS-34 i vintersæd og i vårbyg på sandjord (tabel 4). Derimod fandtes samme N-indhold, hvad enten gødningerne blev tilført lige før eller lige efter såning af vårbyg (JB 4).

I gennemsnit af forsøgene steg indholdet af N i kernetørstof med stigende N-tilførsel (fig. 6).

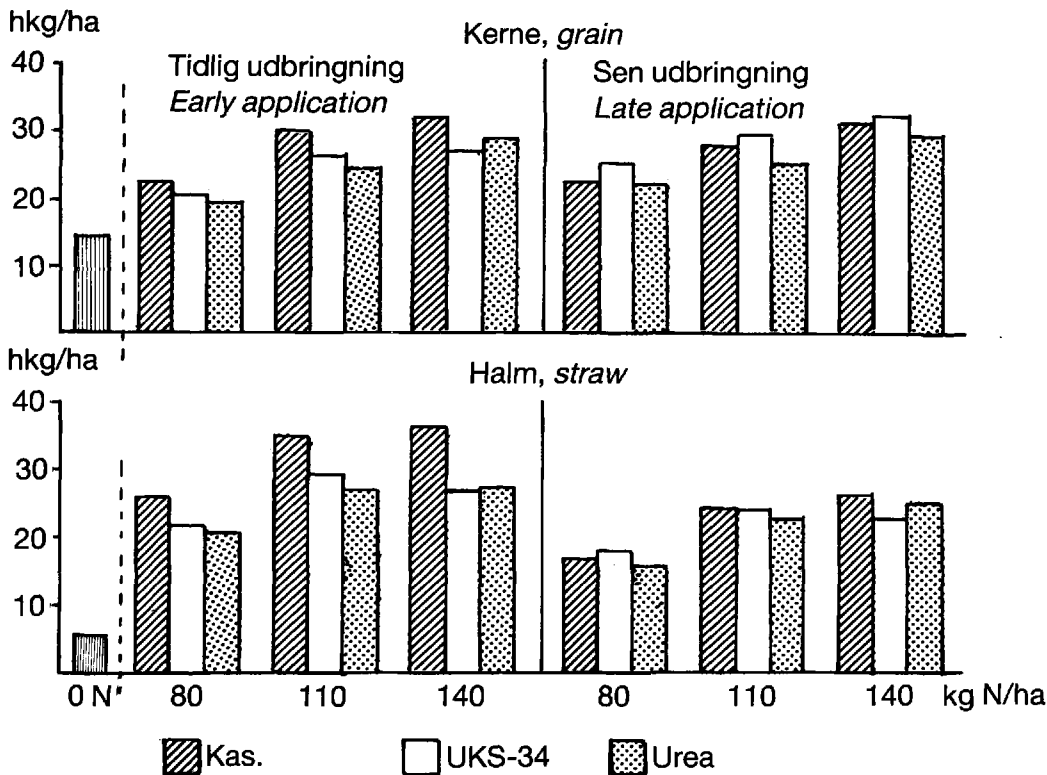


Fig. 4. Udbytte og merudbytte, hkg/ha, i vårbyg (JB 1) for stigende tilførsel af N i kas., UKS-34 og urea.  
Yield and yield increased in spring barley for increased application of N in CAN, UKS-34 and urea.

**Tabel 4.** Pct. total-N i kernetørstof efter tilførsel af kas., UKS-34 og urea. Gns. af tre N-niveauer.  
Per cent total-N in grain after application of CAN, UKS-34 and urea. Average of three N-levels.

	Hvede Wheat		Rug Rye		Vårbyg (JB 1) Spring barley		Vårbyg (JB 4) Spring barley	
	tidlig early	sen late	tidlig early	sen late	tidlig early	sen late	før before	efter after
Kas.	1,98	2,07	2,12	2,53	1,66	1,83	1,32	1,26
UKS-34	2,03	2,13	2,23	2,59	1,75	1,89	1,33	1,27
Urea	1,96	2,03	2,05	2,38	1,67	1,80	1,35	1,26

I modsætning til tørstofudbyttet var det gennemsnitlige N-indhold i kernetørstoffet større ved den sene udbringning (vintersæd og vårbyg på JB 1, se fig. 6). Sammenlignet med kvælstof udbragt lige før såning af vårbyg (JB 4) fandtes et mindre N-indhold, når kvælstoffet blev udbragt umiddelbart efter såning.

#### Kvælstofudbytte

Merudbyttet af N i kerne var som ventet stigende med stigende N-tilførsel, og virkningen af kas. og UKS-34 på kvælstofudbyttet i kerne var den samme, uanset N-niveau og udbringningstidspunkt. Derimod gav urea mindre kvælstofudbytte end de to andre gødninger (tabel 5).

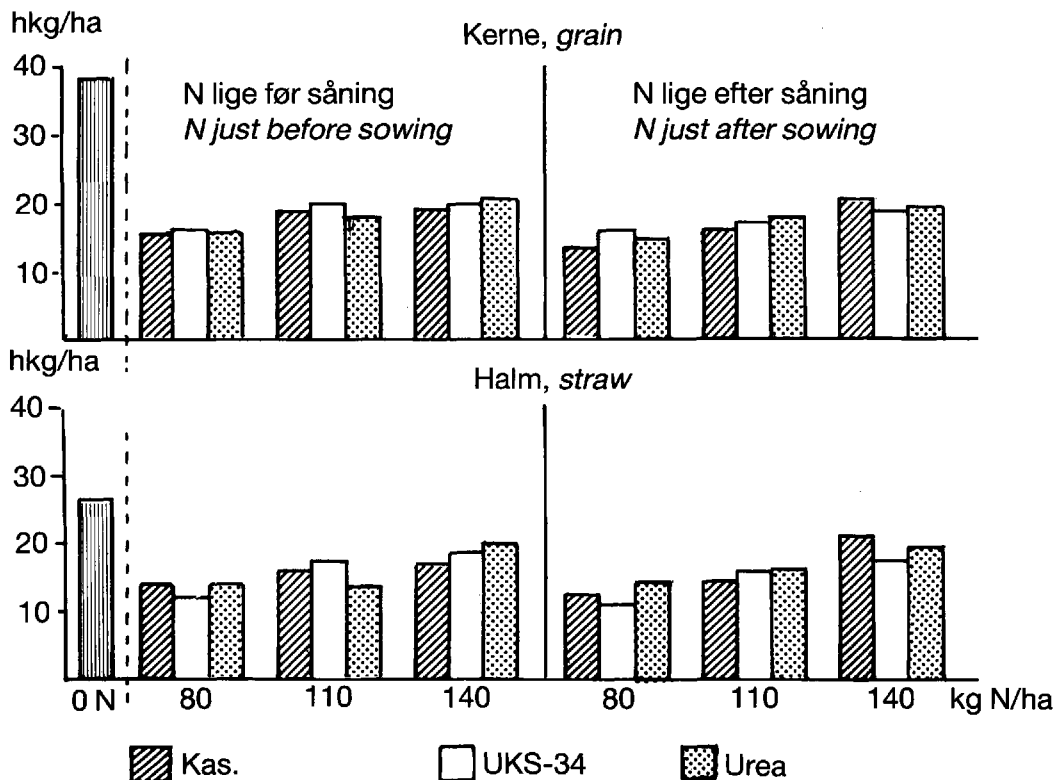


Fig. 5. Udbytte og merudbytte, hkg/ha, i vårbyg (JB 4) for stigende tilførsel af N i kas., UKS-34 og urea.  
Yield and yield increase in spring barley (JB 4), for increase application of N in CAN, UKS-34 and urea.

Tabel 5. Merudbytte af total-kvælstof i kerne, kg N/ha, efter tilførsel af kas., UKS-34 og urea. Gns. af tre N-niveauer.  
Yield increase of total-N in grain, kg N/ha, after supply of CAN, UKS-34 and urea. Average of three N-levels.

	Hvede Wheat		Rug Rye		Vårbyg (JB 1) Spring barley		Vårbyg (JB 4) Spring barley		Gns. Average
	tidlig early	sen late	tidlig early	sen late	tidlig early	sen late	før before	efter after	
Kas.	57,9	61,0	39,8	37,7	40,3	45,1	28,8	25,0	42,0
UKS-34	59,1	60,5	41,9	38,4	38,9	48,9	29,7	26,3	43,0
Urea	55,9	53,0	37,4	34,2	35,9	42,0	30,7	25,3	39,3
Gns. Average	57,6	58,2	39,7	36,9	38,4	45,4	29,8	25,6	

Trods den relativt store forskel i kerneudbyttet mellem de to udbringningstider, har det gennemsnitlige kvælstofudbytte stort set været ens hvad angår hvede og rug. Det lavere kerneudbytte ved den sene N-udbringning blev kompenseret af et højere procentisk N-indhold i kernen.

For vårbyggens (JB 1) vedkommende var kvælstofudbyttet signifikant højere ved den sene udbringning, medens det modsatte er tilfældet med vårbyg (JB 4), hvor kvælstoffet er givet lige før og lige efter såning.



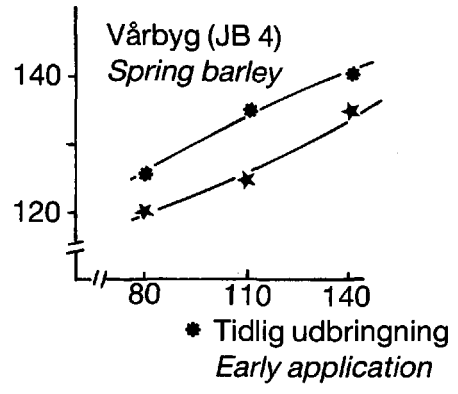
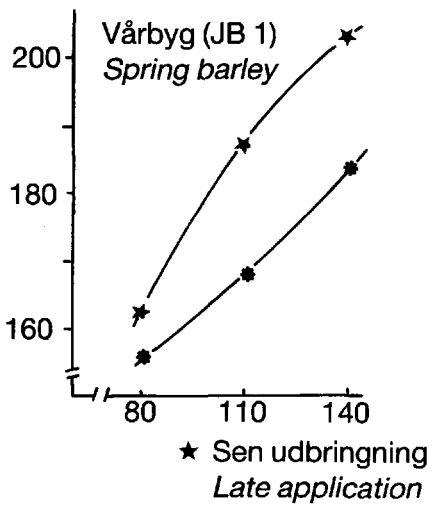
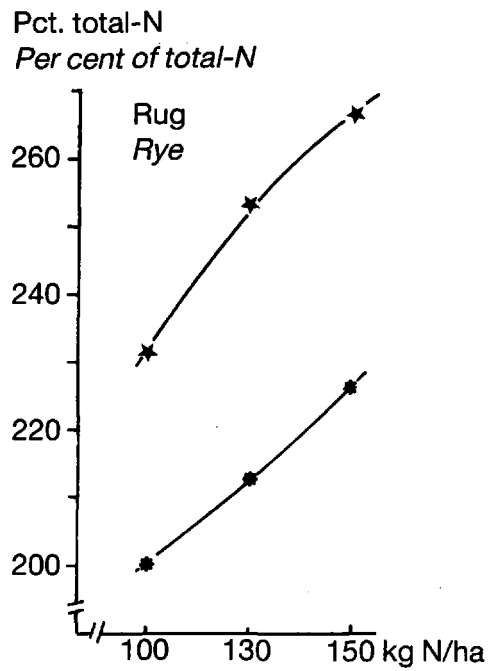
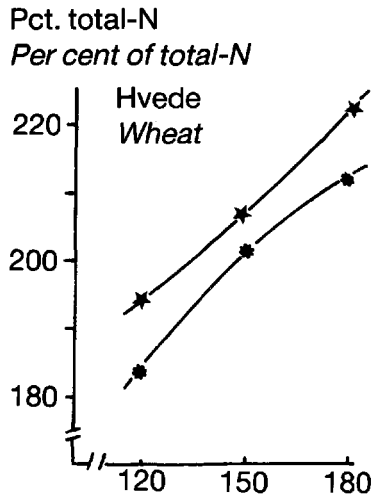


Fig. 6. Pct. total-N i kernetørstof efter tidlig og sen udbringning af stigende mængde kvælstof. Gennemsnit af tre gødningstyper.  
Per cent total-N in grain after early and late application of increased amount of N. Average of three fertilizer types.

## Konklusion

Tidlig og sen forårsudbringning af UKS-34, urea og kas. til hvede og rug har under de givne forsøgsbetingelser givet samme tørstofudbytte i kerne og halm.

Det må antages, at UKS-34 i forhold til urea har givet et mindre tab af ammoniak, idet det procentiske kvælstofindhold i kerne er signifikant lavere efter anvendelse af urea gødning. Sammenlignet med kas. og UKS-34 var tabet fra urea dog ikke så stort, at det gav sig udslag i et mindre tørstofudbytte i vintersæd.

I vårbyg, hvor gødningerne er udbragt lige efter såning og ikke indarbejdet i jorden, er der *i et enkelt år konstateret et større tørstofudbytte efter kas., set i forhold til de to andre gødninger.* Årsagen var formodentlig et luftformigt tab af kvælstof fra begge ureaholdige gødninger, da betingelserne for dette var tilstede (tørt vejr med stærk blæst 2–3 uger lige efter udbringningen). Generelt blev der som gennemsnit af tre års forsøg i vårbyg dog ikke fundet signifikant forskel mellem de tre gødninger, hverken ved tidlig udbringning i marts–april måned eller ved udbringning 4–5 uger senere.

Det samme var tilfældet, hvor gødningen til vårbyg blev givet lige før eller lige efter såning.

Til *hvede* og *rug* må man påregne en nedgang i kerneudbyttet på 3–6 hkg kerne/ha ved at udsætte kvælstofgødskningen 4–5 uger, medens der stort set høstes samme kvælstofmængde ved de to udbringningstidspunkter.

Ved den sene N-udbringning kompenseres det lavere tørstofudbytte af et større kvælstofindhold i kerne.

I *vårbyg* var kerneudbyttet det samme, hvad enten man tilførte N-gødning lige efter såning eller ventede 4–5 uger. Kvælstofudbyttet var til gengæld væsentligt højere ved sen N-udbringning, idet der opnåedes et større total-kvælstofindhold i kernen ved den sene udbringning.

## Litteratur

Dam Kofoed, A. & Larsen, K. E. 1971. Sammenligning af forskellige udbringningsmåder for urea anvendt i fast form. Tidsskr. Planteavl 75, 549-554.

Manuskript modtaget den 17. marts 1988.