

## Kvælstofgødskningens indflydelse på bygplanters skududvikling

*Influence of nitrogen fertilization on the development of tillers in barley plants*

Arne Kyllingsbæk

### Resumé

I karforsøg med byg blev der foretaget en undersøgelse af bygplanters skududvikling ved tilførsel af 0,75; 1,5; 3,0 og 4,5 g kvælstof pr. kar. Af de respektive kvælstofmængder blev  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  eller hele mængden tilført ved såningen og resten ad én eller to gange ved stadium 4 og/eller stadium 7 efter Feekes-Large skala.

Antallet af skud pr. kar steg med stigende kvælstoftilførsel. For alle kvælstofmængder dannedes der som helhed færrest skud pr. kar, hvor  $\frac{1}{4}$  eller halvdelen af kvælstofmængden blev tilført ved såningen, og flest, hvor  $\frac{3}{4}$  eller hele mængden blev tilført ved såningen.

Deling af den mindste kvælstofmængde påvirkede ikke antallet af fertile skud pr. kar ved modenhed, hvorimod der for de øvrige 3 kvælstofmængder fandtes en stigning i antallet af fertile skud med andelen af kvælstof tilført ved såningen. Mange af skuddene døde i løbet af vækstperioden, hvorfor langt fra alle de dannede skud bidrog til kerneudbyttet. Ved deling af kvælstofmængden mindskedes antallet af skud, der ikke satte aks.

Udviklingen af mange skud, som ikke dannede aks, havde øjensynligt ingen effekt på tørstofudbyttet af kerne og halm. Tørstofudbyttet af kerne og halm steg med stigende kvælstoftilførsel og var ved tilførsel af 3,0 og 4,5 g N pr. kar gennemgående større, jo større andel af den samlede mængde, der blev tilført ved såningen.

Med hensyn til skududviklingens indflydelse på kerneudbyttet kan de her fundne resultater ikke direkte overføres til markforhold, idet konkurrencen om vokseplads, lys, næringsstoffer og vand almindeligvis vil være større under markforhold end i kar.

**Nøgleord:** Skududvikling, byg, delt kvælstofgødskning, karforsøg.

### Summary

In a pot experiment various amounts of nitrogen fertilizer were applied to barley in order to examine the effects on tillering. The amounts of nitrogen applied were 0.75, 1.5, 3.0 or 4.5 g N per pot. The nitrogen was applied with 0.25, 0.50, 0.75 or the whole amount at sowing and the rest once or twice at growth stage 4 and/or growth stage 7 (Feekes-Large scale).

Increasing the amount of nitrogen increased the number of tillers and for each amount of nitrogen the number of tillers produced were increased by the amount of nitrogen applied at sowing. Many of the tillers died without heading and therefore did not contribute to the grain yield.

The number of dead tillers increased with the amount of nitrogen applied and with the amount applied at sowing. Nevertheless the yield of grain and straw at maturity increased at the same treatment. Therefore unproductive tillers do not seem to influence the yield at maturity.

However, the results obtained for the yield at maturity may not apply to the situation in the field where the competition for sources during the growth period undoubtedly is larger than in pot culture.

**Key words:** Tillering, barley, nitrogen, split application, pot experiment.

## Indledning

De dyrkede bygplanter er i stand til at udvikle et stort antal skud pr. plante. Dette har den fordel, at bygplanterne kan udnytte voksepladsen fuldt ud, selv om plantebestanden på grund af dårlig fremspiring eller af anden årsag er blevet for åben.

Bygplanternes evne til at sætte mange skud er genetisk bestemt, men vækstfaktorerne øver indflydelse på, hvor mange skud der udvikles. Især synes lys, vand og næringsstoffer at fremme udviklingen af sideskud (Aspinall, 1961; Milthorpe & Ivins, 1966; Kirby, 1969; Kirby, 1970; Kirby & Faris, 1972; Jones & Kirby, 1977; Dale & Wilson, 1978; Lawlor et al., 1981).

Vækststoffer synes også at have betydning for skuddannelsen (bl.a. Sharif & Dale, 1980a og 1980b; Williams & Cartwright, 1980; Koranteng & Matthews, 1982).

Med det i dag anvendte gødningsniveau, og når vækstforholdene i øvrigt er gunstige om foråret, er der basis for udvikling af mange sideskud pr. plante. Stor skudtæthed resulterer imidlertid ikke nødvendigvis i et tilsvarende stort kerneudbytte, da konkurrencen mellem skuddene efterhånden bliver så stor, at nogle skud enten ikke danner aks eller dør i løbet af vækstperioden (Kirby, 1970; Kirby & Faris, 1972; Kirby & Jones, 1977). Udvikling af sådanne skud må i nogen grad antages at være spild, idet næringsstoffer og vand, som optages af disse skud, delvis unddrages de fertile skud og derfor ikke udnyttes i kerneproduktionen. Udvikling af mange skud synes således ikke at være et ubetinget gode.

Ved udvikling af mange skud kan afgrøden formentlig også blive så tæt, at lysmangel kan medføre, at assimilationen i de nederste plantedele

bliver mindre end åndingstabet i disse, som anført af Hjortsholm (1981).

Ifølge Darwinkel (1980) er en afgrøde med kraftig vegetativ vækst også mere udsat for angreb af svampesygdomme, ligesom risikoen for lejesæd øges. Det sidste skyldes antagelig, at skuddene på grund af skyggeeffekten har tendens til at søge opefter, hvorved længdevæksten øges forholdsvis mere end tykkelsesvæksten.

I nærværende arbejde er det undersøgt, hvorledes deling af kvælstofgødskningen påvirker forløbet af skududviklingen for om muligt ad denne vej at styre og/eller begrænse skududviklingen. Undersøgelsen blev udført som karforsøg med tilførsel af stigende mængder kvælstof tilført ad én eller flere gange i vækstperioden.

## Materiale og metoder

Forsøget blev udført i cylindriske P.V.C.-kar med et volumen på ca. 20 liter og et overfladeareal på 500 cm<sup>2</sup>. Som drænlag i bunden af karrene anvendtes nøddesten dækket med en 1 cm tyk måtte af stenuld (Grodan). Som vækstmedium anvendtes en jord-sandblanding: 2 vol. grov sandblandet lerjord (Rt 7,6; Kt 12,5; Ft 8,4; Nit 3 (Anonym, 1972)) + 3 vol. flodsand. Der tilførtes følgende mængder grundgødning pr. kar: 1,0 g P som KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; 3,25 g K i alt med 1,25 g som K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 0,75 g som KCl og 1,25 g som K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 0,6 g Mg som MgO; 0,1 g Mn som MnSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O; 0,05 g Cu som CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O; 0,005 g Mo som Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O og 0,005 g B som Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·10H<sub>2</sub>O. Da jorden havde et lavt Mnt tilførtes yderligere 0,025 g Mn pr. kar d. 30. maj og d. 8. juni.

Ved anlæg af forsøget blandedes grundgødningen og mængden af kvælstofgødning (Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)

tilført ved såning (se tabel 1) i 20,5 kg jord-sand-blandig. Kvælstof tilført i vækstperioden (se tabel 1) blev tilført i vanding opløsning. Der var 4 fælleskar pr. forsøgsled.

Karrene blev tilsået med byg (*Claudia*), 25 kerner pr. kar. Ved begyndende buskning (d. 17. maj) udtynnedes planterne til 20 planter pr. kar.

Karrene blev vandet dagligt fra oven til naturlig vandkapacitet ved hjælp af et automatisk vandingsanlæg, som tilførte karret vand fra et reservoir. Overskydende vand afdrænedes gennem et hul i karrets bund og ledtes tilbage til reservoiret.

Antal skud pr. kar blev talt jævnligt indtil omkring stadium 6 (d. 10. juni). Der blev endvidere

**Tabel 1.** Kvælstofgødsningens indflydelse på antallet af skud pr. kar på forskellige tidspunkter i vækstperioden.  
*Effect of nitrogen application on the number of tillers per pot at different times in the period of growth.*

Tidspunkt for N-tilførsel <i>Application of N</i>	N-fordeling <i>N-splitting</i>				
Ved såning 20. april <i>At sowing 20 April</i>	1/4	1/2	3/4	3/4	1/1
Ved stadium 4 <sup>1)</sup> 3. juni <i>At stage 4 3 June</i>	1/2	1/4		1/4	
Ved stadium 7 <sup>1)</sup> 16. juni <i>At stage 7 16 June</i>	1/4	1/4	1/4		
	Antal skud pr. kar <i>Number of tillers per pot</i>				
	19. maj 19 May				
Tilført 0,75 g N/kar <i>Applied 0,75 g N/pot</i>	26	24	26	25	27
- 1,5 g -	27	29	29	32	28
- 3,0 g -	27	29	32	28	32
- 4,5 g -	27	30	27	32	28
	27. maj 27 May				
Tilført 0,75 g N/kar <i>Applied 0,75 g N/pot</i>	61	62	71	62	72
- 1,5 g -	67	71	75	80	72
- 3,0 g -	73	75	77	75	78
- 4,5 g -	69	76	77	80	77
	4. juni 4 June				
Tilført 0,75 g N/kar <i>Applied 0,75 g N/pot</i>	73	86	96	94	107
- 1,5 g -	84	106	129	124	119
- 3,0 g -	109	135	130	134	138
- 4,5 g -	114	134	124	136	133
	10. juni 10 June				
Tilført 0,75 g N/kar <i>Applied 0,75 g N/pot</i>	82	93	104	107	110
- 1,5 g -	96	120	146	134	143
- 3,0 g -	127	146	154	153	170
- 4,5 g -	140	151	170	158	156

<sup>1)</sup> Feekes-Large skala: *Large* (1954).

med jævne mellemrum foretaget bestemmelse af mængden af nitratkvælstof til rådighed for planterne. Bestemmelsen blev foretaget ved at multiplicere nitratkoncentrationen målt i vandet i reservoiret med summen af vandmængden i reservoiret og jordens vandindhold.

Ved modenhed blev planterne klippet af ca. 2 cm over jordoverfladen. Der blev optalt fertile skud, goldskud og grønsrud i hvert kar. Kernen og halmen tørredes ved 100°C og vejedes. Totalkvælstof i kerne og halm blev bestemt ved hjælp af en mikrokjeldahl-metode. Ved destruktionen anvendtes svovlsyre og kobber-selen katalysator. Fælleskarrene blev analyseret hver for sig. Nitratindholdet i vandprøverne blev bestemt med en nitratelektrode (Orion model 93-07).

## Resultater

I tabel 1 er vist antal skud pr. kar på forskellige tidspunkter i vækstperioden ved tilførsel af sti-

gende mængder kvælstof ad én, to eller tre gange. Af tabellen ses, at d. 19. maj var antallet af skud pr. kar næsten ens uanset den tilførte kvælstofmængde.

Den 27. maj var antallet af skud øget til godt 60 skud pr. kar, hvor der blev tilført de mindste kvælstofmængder, og op til omkring 80 skud pr. kar, hvor der blev tilført de største kvælstofmængder ved såningen. Denne tendens til øget antal skud pr. kar med stigende kvælstoftilførsel ses at være yderligere forstærket d. 4. juni, hvor antallet af skud varierer fra ca. 70 til ca. 130 pr. kar.

Som det er anført øverst i tabellen, blev der ved stadium 4 efter Feeke-Large skala d. 3. juni tilført yderligere kvælstof, således at alle forsøgsleddene i tabellens 3 første kolonner fra venstre efter denne dato var tildelt  $\frac{3}{4}$  af de i tabellen anførte kvælstofmængder, og forsøgsleddene i de 2 sidste kolonner hele kvælstofmængden. Sam-

**Tabel 2.** Kvælstofgødsningens indflydelse på antallet af fertile skud og goldskud ved modenhed.  
*Effect of nitrogen application on the number of fertile and non-fertile shoots at maturity.*

Tidspunkt for N-tilførsel <i>Application of N</i>	N-fordeling <i>N-splitting</i>				
Ved såning 20. april <i>At sowing 20 April</i>	1/4	1/2	3/4	3/4	1/1
Ved stadium 4 3. juni <i>At stage 4 3 June</i>	1/2	1/4		1/4	
Ved stadium 7 16. juni <i>At stage 7 16 June</i>	1/4	1/4	1/4		
	Antal fertile skud pr. kar ved modenhed <i>Number of fertile shoots per pot at maturity</i>				
Tilført 0,75 g N/kar <i>Applied 0,75 g N/pot</i>	49	51	54	55	50
- 1,5 g -	70	75	73	83	82
- 3,0 g -	107	103	110	117	121
- 4,5 g -	123	123	130	133	146
	Antal goldskud pr. kar ved modenhed <i>Number of non-fertile shoots per pot at maturity</i>				
Tilført 0,75 g N/kar <i>Applied 0,75 g N/pot</i>	8	7	7	8	17
- 1,5 g -	8	11	13	16	26
- 3,0 g -	19	26	26	26	26
- 4,5 g -	26	22	24	24	20

menlignes resultaterne d. 10. juni i de 3 første kolonner, hvor der på dette tidspunkt var tilført  $\frac{3}{4}$  af kvælstofmængderne, ses, at uanset kvælstoftilførslen var der færrest skud pr. kar, hvor der kun blev tilført  $\frac{1}{4}$  af den totale kvælstofmængde ved såningen, nogle flere, hvor halvdelen blev tilført, og endnu flere, hvor  $\frac{3}{4}$  af gødningsmængden blev tilført ved såningen. Sammenlignes resultaterne i de to sidste kolonner, hvor hele kvælstofmængden på dette tidspunkt (d. 10. juni) var tilført, er tendensen knap så udpræget, men dog med en lille overvægt i antal skud pr. kar, hvor hele kvælstofmængden blev tilført ved såningen. I øvrigt ses, at resultaterne i de tre sidste kolonner ikke er væsentligt forskellige.

I tabel 2 er vist antallet af fertile (aksbærende) skud pr. kar ved modenhed samt antallet af goldskud. Det ses, at antallet af fertile skud pr. kar stiger med kvælstoftilførslen og dermed følger samme mønster som skududviklingen tidligere i vækstperioden. Men sammenlignes antallet af aksebærende skud pr. kar med antallet af skud pr. kar d. 10. juni (tabel 1) ses også, at langt fra alle skud, der var til stede d. 10. juni, har dannet aks. Dette afspejler sig også i antallet af goldskud pr. kar.

Dannelsen af grøns kud var meget ringe og forekom næsten alene, hvor der var tilført 4,5 g N pr. kar. Her var der i gennemsnit 2-3 grøns kud pr. kar. Almindeligvis udvikles der langt flere grøns kud ved tilførsel af denne kvælstofmængde i karforsøg. Den ringe udvikling af grøns kud kan måske skyldes de solrige og tørre vejrforhold i den sidste del af vækstperioden (1982).

Deling af den mindste mængde kvælstof har tilsyneladende ikke haft nogen væsentlig effekt på antallet af aksebærende skud pr. kar. For de øvrige kvælstofmængder er der derimod en klar tendens til, at antallet af aksebærende skud pr. kar var større, jo større del af den samlede kvælstofmængde der tilførtes ved såningen.

Ved at sammenligne antallet af aksebærende skud ved modenhed og antallet af skud d. 10. juni, hvor der blev tilført de 3 mindste kvælstofmængder, ses imidlertid også, at der er en klar tendens til, at der dannes flere ikke aksebærende

skud, dvs. uproduktive skud, jo større andel af kvælstofmængden der blev tilført ved såningen. Forholdet er ikke så éntydigt, hvor der blev tilført 4,5 g N pr. kar, idet der først er en stigning, men derpå en nedgang.

Da kvælstoffet blev tilført som calciumnitrat, udgør nitratkvælstof langt størsteparten af den kvælstofmængde, der var til rådighed for planterne. I tabel 3 er vist mængden af nitratkvælstof til rådighed for planterne på forskellige tidspunkter i vækstperioden. Som det måtte forventes, varierer mængden både med den tilførte kvælstofmængde og delingen af denne.

Det er bemærkelsesværdigt, at tilførslen af kvælstof ved stadium 4 d. 3. juni kun i et par tilfælde har givet sig udslag i et større indhold d. 8. juni end d. 1. juni. Ligeledes ses, at tilførsel af kvælstof ved stadium 7 d. 16. juni ikke har medført en stigning d. 22. juni. Dette må betyde, at planterne har optaget den tilførte kvælstofmængde inden for få dage efter tilførslen.

Sammenlignes resultaterne i tabellens kolonner fra venstre mod højre ses, at kvælstofmængden til rådighed for planterne på et givet tidspunkt gennemgående har været større, jo større den tilførte kvælstofmængde har været fra starten. Dette kan dog næppe være tilfældet for tiden umiddelbart efter kvælstoftilførslen d. 3. og 16. juni. Hvor der blev tilført halvdelen af 3,0 og 4,5 g N pr. kar d. 3. juni, ses da også en stigning fra d. 1. juni til d. 8. juni.

I tabel 4 er vist tørstofudbyttet af kerne og halm. Af tabellen ses, at tørstofudbyttet af både kerne og halm stiger med stigende kvælstoftilførsel. Ved tilførsel af 0,75 og 1,5 g N pr. kar er der ingen éntydig sammenhæng mellem deling af kvælstofmængden og udbyttet af kerne og halm, hvorimod der ved tilførsel af 3,0 og 4,5 g N pr. kar er en klar tendens til, at kerne- og halmudbyttet stiger med andelen af kvælstof tilført ved såningen.

Det procentiske kvælstofindhold i kerne og halm steg med stigende kvælstoftilførsel. Endvidere var der et lidt større kvælstofindhold i kernen, når den del af kvælstoffet blev tilført sent i vækstperioden (stadium 7). I lighed med kvæl-

**Table 3.** Nitratkvælstof til rådighed for planterne på forskellige tidspunkter i vækstperioden.  
*Nitrate nitrogen available for the plants at different times in the period of growth.*

Tidspunkt for N-tilførsel <i>Application of N</i>	N-fordeling <i>N-splitting</i>				
Ved såning 20. april <i>At sowing 20 April</i>	1/4	1/2	3/4	3/4	1/1
Ved stadium 4 3. juni <i>At stage 4 3 June</i>	1/2	1/4		1/4	
Ved stadium 7 16. juni <i>At stage 7 16 June</i>	1/4	1/4	1/4		
Dato <i>Date</i>	g NO <sub>3</sub> -N til rådighed pr. kar <i>g NO<sub>3</sub>-N available per pot</i>				
<i>Tilført 0,75 g N pr. kar i alt</i> <i>Applied 0,75 g N per pot</i>					
25. maj 25 May	0,2	0,4	0,5	0,5	0,8
1. juni 1 June	<0,1	<0,1	0,2	0,2	0,3
8. juni 8 June	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
<i>Tilført 1,5 g N pr. kar i alt</i> <i>Applied 1,5 g N per pot</i>					
25. maj 25 May	0,4	0,8	1,2	1,2	1,6
1. juni 1 June	<0,1	0,3	0,6	0,6	1,0
8. juni 8 June	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
<i>Tilført 3,0 g N pr. kar i alt</i> <i>Applied 3,0 g N per pot</i>					
25. maj 25 May	1,8	1,7	2,7	2,6	3,4
1. juni 1 June	0,3	0,9	1,6	1,5	2,1
8. juni 8 June	0,5	0,4	0,4	0,7	0,6
15. juni 15 June	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
<i>Tilført 4,5 g N pr. kar i alt</i> <i>Applied 4,5 g N per pot</i>					
25. maj 25 May	1,2	2,4	3,5	3,7	4,8
1. juni 1 June	0,6	1,5	2,3	2,4	3,3
8. juni 8 June	0,9	0,8	0,9	1,7	1,4
15. juni 15 June	0,3	<0,1	<0,1	0,6	0,4
22. juni 22 June	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

stofindholdet steg kvælstofoptagelsen med stigende kvælstoftilførsel, men delingen af kvælstofmængden påvirkede ikke optagelsen i nævneværdig grad. Nedenfor er vist kvælstofoptagelsen i kerne og halm ved tilførsel af de forskellige kvælstofmængder. Resultater er gennemsnit af de forskellige fordelingsmåder.

N tilført g N/kar	N-optagelse, g N/kar	
	kerne	halm
0,75	0,45	0,12
1,5	0,87	0,23
3,0	1,82	0,50
4,5	2,52	0,97

**Tabel 4.** Kvælstofgødsningens indflydelse på tørstofudbyttet af kerne og halm.  
*Effect of nitrogen application on the dry matter yield of grain and straw.*

Tidspunkt for N-tilførsel <i>Application of N</i>	N-fordeling <i>N-splitting</i>				
Ved såning 20. april <i>At sowing 20 April</i>	1/4	1/2	3/4	3/4	1/1
Ved stadium 4 3. juni <i>At stage 4 3 June</i>	1/2	1/4		1/4	
Ved stadium 7 16. juni <i>At stage 7 16 June</i>	1/4	1/4	1/4		
	Kerne, g tørstof pr. kar <i>Grain, g dry matter per pot</i>				
Tilført 0,75 g N/kar <i>Applied 0,75 g N/pot</i>	33,4	36,8	38,4	35,5	35,4
- 1,5 g -	66,3	60,0	60,0	61,2	68,7
- 3,0 g -	95,0	90,1	99,1	103,7	104,8
- 4,5 g -	107,8	112,4	113,9	114,7	129,0
	Halm, g tørstof pr. kar <i>Straw, g dry matter per pot</i>				
Tilført 0,75 g N/kar <i>Applied 0,75 g N/pot</i>	31,5	34,0	33,6	35,8	35,3
- 1,5 g -	60,1	57,5	57,3	63,6	68,4
- 3,0 g -	90,1	88,8	93,3	103,6	101,0
- 4,5 g -	108,3	116,5	119,2	123,7	128,1

Planternes højde steg med stigende kvælstoftilførsel. Ved tilførsel af 0,75 g N pr. kar var planterne ca. 60–65 cm høje og ved tilførsel af 4,5 g N pr. kar ca. 85–90 cm høje. Ved tilførsel af 0,75 og 1,5 g N pr. kar var der en tendens til, at planterne var højest, hvor  $\frac{3}{4}$  og hele kvælstofmængden blev tilført ved såningen. Denne tendens var knap så éntydig ved tilførsel af 3,0 og 4,5 g N pr. kar.

### Diskussion

Forøgelsen af skudantallet pr. kar ved tilførsel af stigende mængder kvælstof er i overensstemmelse med resultater fra undersøgelser af *Aspinall* (1961); *Nørgaard* og *Pedersen* (1962); *Thorne* (1962); *Cannell* (1969); *Kirby* (1969) og *Sørensen* (1979). Det viser, at bygplanternes kvælstofforsyning har stor indflydelse på, hvor mange skud der udvikles.

At dømme ud fra forløbet af skududviklingen (tabel 1) er det ikke alene muligt at forhale skududviklingen ved at dele kvælstofmængden, men det synes også at være muligt i en vis grad at regulere skududviklingen, så der ikke udvikles så mange skud pr. plante. Som det fremgår af resultaterne i tabellen, er der således den 10. juni udviklet færrest skud pr. kar, når der kun er tilført en del af kvælstofmængden ved såningen. Den større effekt på skuddannelsen ved deling af de 3 mindste mængder kvælstof end ved deling af den største, 4,5 g pr. kar, skyldes antagelig, at selv hvor der kun er tildelt  $\frac{1}{4}$  af denne mængde ved såningen, har planterne hele tiden været velforsynet med kvælstof. Af tabel 3 fremgår da også, at der indtil omkring d. 15. juni har været mindst 0,1 g N pr. kar til rådighed for planterne, hvor der er tilført 4,5 g N pr. kar.

Selv om effekten af delingen af de tilførte kvælstofmængder måske mindskes noget senere i vækstperioden, udlignes forskellen dog næppe. Forskellen i antallet af skud d. 10. juni og antallet af aksbærende skud ved modenhed tyder på, at det næppe alene ved deling af den tilførte kvælstofmængde er muligt helt at undgå dannelse af skud, som ikke bærer aks; men som nævnt ovenfor ser det dog ud til, at dannelsen af ikke aksbærende skud kan begrænses noget ved at dele kvælstofmængden.

Årsagen til, at en del af skuddene dør eller ikke danner aks, kan ikke klarlægges ud fra resultater fra nærværende undersøgelser, men årsagen er næppe den samme, hvor der er tilført de mindste kvælstofmængder, som hvor der er tilført de største kvælstofmængder. Det stigende antal af ikke aksbærende skud med stigende andel af kvælstofmængden tilført ved såningen tyder på, at bygplanterne i den første del af vækstperioden udvikler flere eller færre skud alt efter ernæringsbetingelserne og vækstforholdene i øvrigt. Hvor mange af de dannede skud, der så bliver i stand til at danne aks, afhænger af vækstforholdene senere i vækstperioden.

Ved tilførsel af 0,75 og 1,5 g N pr. kar har kvælstofmængden antagelig været utilstrækkelig til, at alle de i begyndelsen af vækstperioden udviklede skud har kunnet danne aks. Hvor der er tilført 3,0 og 4,5 g N pr. kar, kan skuddøden og den manglende aksudvikling næppe alene tillægges kvælstofmangel. Her er årsagen formentlig snarere, at afgrøden er så tæt, at nogle skud på grund af lysmangel ikke er i stand til at udvikle sig på normal måde.

Mangel på lys bevirker bl.a., at skuddene strækker sig forholdsvis meget, fordi planterne har tendens til at søge op efter mod lyset. Dette er antagelig årsagen til, at planterne var højest, hvor hele kvælstofmængden blev tilført ved såningen, idet plantebestanden også her var tættest og skyggepåvirkningen derfor også større, end hvor kvælstofmængden blev delt. De samme forhold gør sig sandsynligvis gældende under markforhold, hvorfor en tæt plantebestand derved må formodes at kunne øge risikoen for lejesæd.

I karforsøg (*Aspinall*, 1961) med deling af næringsstofftilførslen til byg fandtes en stærk positiv sammenhæng mellem skududviklingen og tilførsel af næringsstoffer. Denne sammenhæng kom til udtryk ved, at udviklingen af nye skud ophørte på et tidspunkt i vækstperioden, afhængig af den tilførte mængde næringsstof, men blev genoptaget ved yderligere tilførsel. Tilsvarende sammenhæng mellem kvælstof til rådighed for planterne og skuddannelsen er ikke fundet i denne undersøgelse. Årsagen til denne uoverensstemmelse kan være, at planterne ikke i perioden mellem kvælstofftilførslerne er kommet til at lide så stærkt af kvælstofmangel, at skuddannelsen er gået helt i stå. Ifølge resultaterne fra måling af kvælstofmængden til rådighed for planterne på forskelligt tidspunkt (tabel 3) var der da også kun i et par enkelte tilfælde under 0,1 g N pr. kar d. 1. juni, umiddelbart før tildelingen af yderligere kvælstof (d. 3. juni).

Undersøgelser af *Sharif* og *Dale* (1980a og 1980b) har vist, at planternes udvikling af skud ikke alene styres af planternes ernæringstilstand, men at vækststoffer også har betydning. Ligeledes synes der at være et samspil eller vekselvirkning mellem disse faktorer. Dette indebærer, at der måske også er en mulighed for at påvirke skududviklingen ved behandling med vækststoffer.

Ud fra tørstofudbyttet af kerne og halm at dømme (tabel 4) har det ikke under de givne forsøgsbetingelser været nogen fordel at tilføre kvælstofmængden ad flere gange. Ved tilførsel af 0,75 og 1,5 g N varierer resultaterne, og ved tilførsel af 3,0 og 4,5 g N pr. kar er udbyttet størst, hvor hele kvælstofmængden blev tilført ved såningen. Udviklingen af mange skud, som ikke sætter aks, synes således ikke at have haft nogen afgørende indflydelse på kerneudbyttet.

Årsagen til dette kan være, at mange af de skud, der ikke har udviklet aks, er gået til grunde på et ret tidligt udviklingstrin og derfor ikke har haft nogen større indflydelse på udviklingen af de fertile skud. Dertil kommer, at fra et døende skud kan indholdet af næringsstoffer m.v. delvis udnyttes af de øvrige skud (*Rawson & Donald*,



1969; Kirby & Faris, 1972). En anden medvirkende årsag til, at udvikling af mange uproduktive skud ikke har nedsat kerneudbyttet, kan være, at konkurrencen om vokseplads og lys antagelig ikke slår så kraftigt igennem i karforsøg, hvor hovedparten af planterne vokser i karrets periferi og dermed har betydelig bedre plads- og lysforhold, end det er tilfældet i en tæt plantebestand (Gallagher *et al.*, 1976). Dertil kommer, at vand ikke har været en begrænsende faktor. Ved vandmangel er der således forholdsvis flere skud, der ikke sætter aks, end når vand ikke er en begrænsende faktor (Jones & Kirby, 1977; Lawlor *et al.*, 1981). De her fundne resultater vedrørende kerneudbyttet kan derfor ikke direkte overføres til markforhold, hvor konkurrencen om vokseplads, lys og vand vil være betydelig større.

Det er også under markforhold vist (Andersen & Jensen, 1983), at en hel del skud dør i løbet af vækstperioden. Det er imidlertid ikke muligt at afgøre, om dannelsen af de uproduktive skud har påvirket kerneudbyttet, men under alle omstændigheder er det næppe nogen fordel, at der dannes skud, som ikke sætter aks. Undersøgelser i landsforsøgene (Skriver, 1983) har vist, at en deling af store kvælstofmængder til byg giver et større udbytte end tilførsel af hele mængden ved såning. Som det anføres, kan årsagen til dette være, at afgrøden udvikler sig for kraftigt i begyndelsen af vækstperioden, når hele kvælstofmængden tilføres ved såningen.

### Konklusion

Ved tilførsel af stigende mængder kvælstof til byg dyrket i kar øgedes antallet af skud pr. plante.

Tilførtes kun en del af kvælstofmængden ved såningen og resten ad én eller to gange i løbet af vækstperioden, skete der ikke kun en forhaling af skududviklingen, men der udvikledes også færre skud pr. plante.

Mange af skuddene døde i løbet af vækstperioden, således at langt fra alle skud, der dannedes, bidrog til kerneudbyttet. Ved deling af kvælstofmængden mindsledes antallet af skud, der ikke dannede aks.

Udvikling af mange skud, som ikke dannede

aks, havde øjensynligt ingen effekt på tørstofudbyttet af kerne og halm. Tørstofudbyttet af kerne og halm steg med stigende kvælstoftilførsel og var gennemgående større, jo større andel af den samlede mængde, der blev tilført ved såningen.

Med hensyn til skududviklingens indflydelse på kerneudbyttet kan de her fundne resultater ikke direkte overføres til markforhold, idet konkurrencen om vokseplads, lys, næringsstoffer og vand almindeligvis vil være større under markforhold end i kar.

### Litteratur

- Andersen, A. & Jensen, M. B. (1983): Jordbearbejdning og efterafgrøde ved bygdyrkning. 2. Bygplanternes morfologiske udvikling i relation til kvælstof. Tidsskr. Planteavl 87, 217-236.
- Anonym (1972): Fælles Arbejdsmetoder for Jordbundsanalyser. Landbrugsministeriet, den 1. april 1972.
- Aspinall, D. (1961): The control of tillering in the barley plant. Aust. J. biol. Sci. 14, 493-505.
- Cannell, R. Q. (1969): The tillering pattern in barley varieties. 1. Production, survival and contribution to yield by component tillers. J. agric. Sci., Camb. 72, 405-422.
- Dale, J. E. & Wilson, R. G. (1978): A comparison of leaf and ear development in barley cultivars as affected by nitrogen supply. J. agric. Sci., Camb. 90, 503-508.
- Darwinkel, A. (1980): Ear development and formation of grain yield in winter wheat. Neth. J. agric. Sci. 28, 156-163.
- Gallagher, J. N., Biscoe, P. V. & Scott, R. K. (1976): Barley and its environment. VI: Growth and development in relation to yield. J. appl. Ecol. 13, 563-583.
- Hjortsholm, K. (1981): Udbyttebestemmende faktorer i korn. I. Alt det nyeste 1982. Landbrug, Havebrug, Husholdning, Christophersen, J., Kjølner-Jørgensen, V. A. & Olesen, J. Det danske Landhusholdningsselskab, København 1981.
- Jones, H. G. & Kirby, E. J. M. (1977): Effects of manipulation of number of tillers and water supply on grain yield in barley. J. agric. Sci., Camb. 88, 391-397.
- Kirby, E. J. M. (1969): The growth and development of some barley varieties in response to irrigation of nitrogen fertilizer. J. agric. Sci., Camb. 72, 467-474.
- Kirby, E. J. M. (1970): Evapotranspiration from barley grown at different plant densities. J. agric. Sci., Camb. 75, 445-450.
- Kirby, E. J. M. & Faris, D. G. (1972): The effect of plant density on tiller growth and morphology in barley. J. agric. Sci., Camb. 78, 281-288.

- Kirby, E. J. M. & Jones, H. G.* (1977): The relations between the main shoot and tillers in barley plants. *J. agric. Sci., Camb.* 88, 381–389.
- Koranteng, G. O. & Matthews, S.* (1982): Modifications of the development of spring barley by early applications of CCC and GA<sub>3</sub> and the subsequent effects on yield components and yield. In: *Chemical manipulation of crop growth and development*. *J. S. McLaren*, Ed. Butterworth scientific London 1982.
- Large, E. C.* (1954): Growth stages in cereals, illustration of the Feekes' scale. *Pl. Path.* 3, 128–129.
- Lawlor, D. W., Day, W., Johnston, A. E., Legg, B. J. & Parkinson, K. J.* (1981): Growth of spring barley under drought: crop development, photosynthesis, dry-matter accumulation and nutrient content. *J. agric. Sci., Camb.* 96, 167–186.
- Milthorpe, F. L. & Ivins, J. D.* (1966): *The growth of cereals and grasses*. Butterworths London 1966.
- Nørgaard, S. H. & Pedersen, A.* (1962): The yield structure of grain crops as influenced by nitrogen application and the seed rate. *Kgl. Vetr. Landbohøjsk. Årsskr.* 1962, 62–93.
- Rawson, H. M. & Donald, C. M.* (1969): The absorption and distribution of nitrogen after floret initiation in wheat. *Aust. J. agric. Res.* 20, 799–808.
- Sharif, R. & Dale, J. E.* (1980a): Growth-regulating substances and the growth of tiller buds in barley; effects of IAA and GA<sub>3</sub>. *J. Exp. Bot.* 31, 1191–1197.
- Sharif, R. & Dale, J. E.* (1980b): Growth-regulating substances and the growth of tiller buds in barley; effects of cytokinins. *J. Exp. Bot.* 31, 921–930.
- Skriver, K.* (1983): Udbringningstider for kvælstofgødning. *Oversigt over Landsforsøgene 1982*, 151–152.
- Sørensen, C.* (1979): Urea spray on barley with various nitrogen dressings, absorption, yield structure, composition. *Symposium on Mineral Nutrition 23–29 Sept. 1979, Varna, Bulgaria. Proc.* 1980, vol. I, 313–333.
- Thorne, G. N.* (1962): Survival of tillers and distribution of dry matter between ear and shoot of barley varieties. *Ann. Bot.* 26, 37–54.
- Williams, R. H. & Cartwright, P. M.* (1980): The effect of applications of a synthetic cytokinin on shoot dominance and grain yield in spring barley. *Ann. Bot.* 46, 445–452.

Manuskript modtaget den 3. juli 1984.