

Tørstofproduktion ved deling af kvælstofgødning til vandet byg

The effect of split nitrogen application on dry matter production of irrigated barley

Karen Søegaard

Resumé

I 1982–1985 blev der på grovsandet jord ved Jyndevad forsøgsstation gennemført undersøgelser i vandet vårbyg med forskellig N-strategi og forskellig N-niveau (100, 120 og 140 kg N/ha). N-strategierne omfattede éngangstilførsel og delt-N med forskellig fordeling mellem 1. N-tilførsel ved fremspiring og 2. N-tilførsel ved stadium 4 (Feekes skala).

I kerneudbyttet var der i gennemsnit en vekselvirkning mellem N-strategi og N-niveau. Det største kerneudbytte ved 100 N blev fundet, når der tilførtes 40 N ved fremspiring, ved 120 N, når der tilførtes 60 N ved fremspiring, og ved 140 N, når der tilførtes 80 N ved fremspiring.

Den mindre N-tilførsel ved fremspiring ved delt-N bevirkede i perioden frem til den 2. N-tilførsel ved afsluttende buskning (stadium 4), at tørstofproduktionen af både top og rod blev mindre end ved éngangstilførsel. Samtidig var der et mindre bladarealindeks, mindre buskning, mindre bladstørrelse, hvorimod blad/stængel forholdet var uændret.

Tilførsel af kvælstof ved stadium 4 resulterede i dannelse af nye skud ved de største N-tilførsler og mindre skudhenfald. Som følge deraf var antallet af aksbærende skud ved høst større jo større del af N-gødningen, der blev tilført ved den 2. N-tilførsel. Samtidig var der en relativ større aksmængde, og kernerne var oftest mindre. I 1983, med stor N-udvaskning i foråret, blev der efter den 2. N-tilførsel hurtigt en større vækstrate med stigende del af N-gødningen tilført ved stadium 4. I de øvrige forsøgsår uden N-udvaskning af betydning i forårsperioden bevirkede deling, at vækstraten var mindre i begyndelsen af vækstperioden indtil den 2. N-tilførsel ved afsluttende buskning. I perioden fra afsluttende buskning til midt i kernefyldningsperioden var vækstraten af samme størrelse (vækstkurverne var parallelle). I den sidste del af kernefyldningsperioden var vækstraten størst ved delt-N, således at der ved høst fandtes den største tørstofmængde ved en af delingsstrategierne.

Tørstofproduktionen i den sidste del af kernefyldningsperioden og N-strategiens effekt på denne synes at være klimaafhængig.

Nøgleord: Vårbyg, delt kvælstofgødning, tørstofproduktion, vanding.

Summary

The effect of different N-strategy and N-level (100, 120 and 140 kg N/ha) on the dry matter production was measured in irrigated barley grown on coarse sandy soil over the period 1982–1985. N-strategy included single application and split application with different amounts to the 1st N-application at germination and the 2nd N-application at final tillering (stage 4, Feekes scale).

In the grain yield there was a significant interaction between N-strategy and N-level. For the three levels of N, 100, 120 and 140 kg N/ha respectively, the highest grain yield was found at application at 40, 60 and 80 kg N/ha at germination.

Until the 2nd application at stage 4 the reduced N-fertilization at split application led to a lower dry matter production of shoot and root compared with a single time application. At the same time there was a lower leaf area index, reduced tillering and lesser leaves, whereas the relationship between leaf and stem was unchanged. Application of nitrogen at stage 4 resulted in a late tillering and at the greatest N-amounts and fewer tiller died. For this reason the number of spikes increased with increasing N-application at stage 4. Simultaneously the relative amount of spikes increased and the grains were frequently smaller.

With high N-leaching in the spring the crop growth rate after the 2nd application was soon greater with a greater N-application at stage 4. Without N-leaching in the spring the crop growth rate was independent of N-strategy in the period from stage 4-11.1 (mid-grain filling). In the last period (stage 11.1-11.4) the crop growth rate was greatest at split application, because the greatest amount of dry matter at harvest was found at one of the strategy of split application.

The dry matter production in the last part of the grain filling and the effect of the N-strategy on this seemed to be dependent on the climate.

Key words: Barley, split nitrogen application, dry matter production, irrigation.

Indledning

Deling af N-gødningen har interesse både som vækstregulator, dvs. N-tilførslen tilpasses planterens N-behov i de forskellige vækstfaser og som middel til at undgå N-tab ved udvaskning. Især på sandjord kan udbringning af handelsgødning omkring såning af forårssæede afgrøder give problemer med N-udvaskning i forårsperioden, idet både N-optagelsen og vandforbruget er lille i denne del af vækstperioden.

Tidligere og igangværende danske undersøgelser med delt-N til vårbyg har givet noget varierende resultater. På grovsandet jord fandt *Gregeresen* og *Hejlesen* (8) således et lille merudbytte (2,3 hkg kerne/ha) ved at tilføre 40 N ud af 150 N d. 1. juni, hvorimod *Kjellerup* (11) på samme jordtype ikke fandt nogen udbytteændring ved at tilføre 40 N ud af 120 N på forskellige tidspunkter i vækstperioden.

Der synes imidlertid at være store årsforskelle. F.eks. fandt *Skriver* (14) et merudbytte for deling på uvandet sandjord i 1983 og 1985, mens udbyttet var uændret i 1982 og 1984. Årsforskelle kan skyldes varierende nedbørsmængder efter gødsning.

Der var således en positiv korrelation mellem nedbøren (1.-15. juni) og merudbyttet for deling i forsøg udført på lerjord (7).

Orienterende undersøgelser i vårbyg på grovsandet jord (Jyndevad) i 1980-1981 med 2-3 udbringninger af kvælstof antydede, at en 2-delning er hensigtsmæssig, hvor den 1. N-tilførsel foretages ved fremspiring og den 2. N-tilførsel ved stadium 4 (Feekes skala). Den 2. N-tilførsel var således lige før strækningsfasen, hvor N-optagelsen er meget stor. Det er derfor vigtigt, at gødningen opløses enten ved vanding eller nedbør, så kvælstoffet er til rådighed for planterne i hele strækningsperioden. Stadium 4 i vårbyg falder normalt i sidste del af maj. At 2. N-tildeling på dette tidspunkt er gunstig for udbyttet bekræftes af tidligere undersøgelser (1), hvor det blev fundet, at kerneudbyttet var størst ved 2. N-tildeling den 1. juni frem for en senere tildeling (15. juni, 1. juli, 15. juli).

På baggrund af ovennævnte N-strategi blev der i årene 1982-85 gennemført undersøgelser i vårbyg på grovsandet jord. Målet var ved forskellig mængde total N-tilførsel at finde den N-strategi,

hvor N-udvaskningen og risikoen for denne blev minimeret og udbyttet samtidig optimeret.

For at beskrive N-strategiens indvirkning på N-omsætningen samt den plantemorfologiske og kemiske udvikling blev der løbende foretaget målinger af forskellige parametre i planter og jord. Dette var bl.a. planternes næringsstofindhold, tørstofproduktion og udvikling samt jordens indhold af lettilgængeligt-N. I nærværende beretning behandles resultater fra tørstofproduktion. For en mere detaljeret behandling af resultaterne samt resultater fra supplerende forsøg med delt-N henvises til Beretning nr. S 1859 (18).

Materiale og metoder

Forsøget blev udført på sandjord (JB 1) med 3% ler, 4% silt, 15% finsand og 76% grovsand. Forfrugten var bederoer, og der var ikke tilført staldgødning til forsøgsmarkerne i mindst 10 år. I pløjelaget var i gennemsnit 0,08% N og 1,3% C.

Ved såning blev der grundgødet med P og K, 1000 kg 0-5-13, samt Mg, 300 kg kieserit. Vårbyg-sorten Claudia blev anvendt i 1982, hvorimod Triumph blev anvendt de øvrige år.

Der blev vandet til markkapacitet ved middel udtørring (0,7 bar i 17 cm dybde, svarer til ca. 22 mm) samt efter 2. N-udbringning, hvis der ikke faldt nedbør inden 3 dage.

Kvælstofgødskning (kalkammonsalpeter, 26% NH_4NO_3):

Forsøgsled	kg N/ha		
	fremspiring	stadium 4*	total
1	40	60	100
2	40	80	120
3	40	100	140
4	60	40	100
5	60	60	120
6	60	80	140
7	80	20	100
8	80	40	120
9	80	60	140
10	100	0	100
11	120	0	120
12	140	0	140

*Feekes skala

Tidspunkter for såning, N-gødskning og høst er angivet i tabel 1. Desuden er vist omtrentlige udviklingsstadier for de prøveudtagningstidspunkter, hvor resultaterne er slået sammen.

Tabel 1. Tidspunkter for såning, gødskning, høst og prøveudtagning.

<i>Date for sowing, fertilization, harvest and sampling.</i>	1982	1983	1984	1985
Såning	24/3	8/4	23/3	11/4
<i>Sowing</i>				
1. N-tilførsel	13/4	28/4	16/4	26/4
<i>1st N-application</i>				
2. N-tilførsel	27/5	1/6	25/5	30/5
<i>2nd N-application</i>				
Høst	6/8	13/8	22/8	22/8
<i>Harvest</i>				
Omtrentligt udviklingsstadium (Feekes skala)				
<i>Approximate development (Feekes scale)</i>				
Afsluttende buskning (4)	24/5	30/5	23/5	28/5
<i>Final tillering (4)</i>				
5-7 dage efter 2. N (6)	3/6	6/6	30/5	4/6
<i>5-7 days after 2nd N (6)</i>				
Midt i skridning (10.2)	24/6	21/6	18/6	25/6
<i>Mid-ear emergence (10.2)</i>				
Midt i kernefyld. (11.1)	21/7	18/7	16/7	23/7
<i>Mid-grain filling (11.1)</i>				
Dagen før høst (11.4)	5/8	10/8	20/8	20/8
<i>The day before harv. (11.4)</i>				

Arealet af prøveflader til prøveudtagning i løbet af vækstperioden var 0,288 m² pr. parcel (4 gentagelser) i 1982 og 0,384 m² de øvrige år.

Bladarealmålinger blev i 1983-85 foretaget på en Li-cor måler. Skudantallet blev gentagne gange bestemt ved optælling af samme 1 m sørække pr. gentagelse, og bestemmelse af rod-mængde blev foretaget efter Søgaard (17).

Resultater

Tørstofudbytte

Udbyttet af kernetørstof var i 1983 betydeligt mindre end i de øvrige år (tabel 2). I 1983 var foråret meget nedbørsrigt, hvorfor der mellem 1. og 2. N-udbringning var en stor afstrømning og dermed udvaskning af det forårsudbragte kvælstof. I de øvrige år var afstrømningen i foråret meget begrænset (fra 1.-2. N-tilførsel), og N-udvaskningen var derfor minimal (19). Merudbyttet for de-

Table 2. Kerneudbytte (hkg tørstof/ha).
Grain yield (hkg dry matter/ha).

N ved fremsp. N at emerg.	Total N-tilførsel Total N-application			gns. ave.	LSD
	100	120	140		
1982					
40	53,8	60,5	65,4	59,9	2,7
60	51,2	59,7	65,2	58,7	
80	50,9	59,0	61,5	57,1	
Alt, all	49,1	51,9	59,0	53,4	
Gns. ave.	51,3	57,8	62,8		
LSD	2,4				
1983					
40	32,6	35,8	38,0	35,5	3,0
60	29,7	36,2	40,3	35,4	
80	24,6	32,3	41,1	32,6	
Alt, all	20,9	24,4	27,7	24,4	
Gns. ave.	27,0	32,2	36,8		
LSD	2,6				
1984					
40	51,1	54,6	55,0	53,6	n.s.
60	49,6	53,8	55,8	53,1	
80	49,6	53,1	56,9	53,2	
Alt, all	48,6	53,2	55,1	52,3	
Gns. ave.	49,7	53,7	55,7		
LSD	2,5				
1985					
40	54,3	56,4	58,6	56,4	1,5
60	54,9	58,2	59,4	57,5	
80	54,5	59,0	61,9	58,5	
Alt, all	53,8	59,4	62,1	58,4	
Gns. ave.	54,4	58,3	60,5		
LSD	1,3				

ling af N-gødningen var da også betydeligt større i 1983 end de øvrige år.

Effekten af N-strategien var noget varieret de enkelte år. Der var i flere år (1983, 1984 og 1985) en tendens til, at N-niveauet influerede på effekten af N-strategien. Denne vekselvirkning var signifikant i det gennemsnitlige kerneudbytte (fig. 1). Ved stigende N-niveau (hhv. 100, 120 og 140 N) fandtes det højeste kerneudbytte således med stigende N-tilførsel ved fremspiring (hhv. 40, 60 og 80 N), mens N-tilførslen ved stadium 4 var konstant (60 N).

Høstindekset (procent kerne af total høstet top-tørstof) var upåvirket af N-niveauet, men steg med faldende N-tilførsel ved fremspiring (fig. 1), idet kerneudbyttet samtidig steg, mens halmudbyttet var konstant (fig. 1).

Kernerne blev i 1983 med stor N-udvaskning større jo større en del af N-gødningen, der blev tilført ved stadium 4. Dette skyldtes sandsynligvis N-mangel, hvor en forholdsvis stor del af N-gødningen var tilført ved fremspiring. I de øvrige år uden N-udvaskning af betydning, bevirkede en forholdsvis større gødningstildeling ved stadium 4, at kernerne blev mindre (fig. 2), dvs. der var en mindre del i den største fraktion (>2,8 mm) og en større del i de 3 mindste fraktioner (2,5–2,8, 2,2–2,5 og <2,2 mm). Forskellen mellem N-strategierne steg betydeligt med stigende N-niveau. Denne vekselvirkning var signifikant ved fraktionen <2,2 mm.

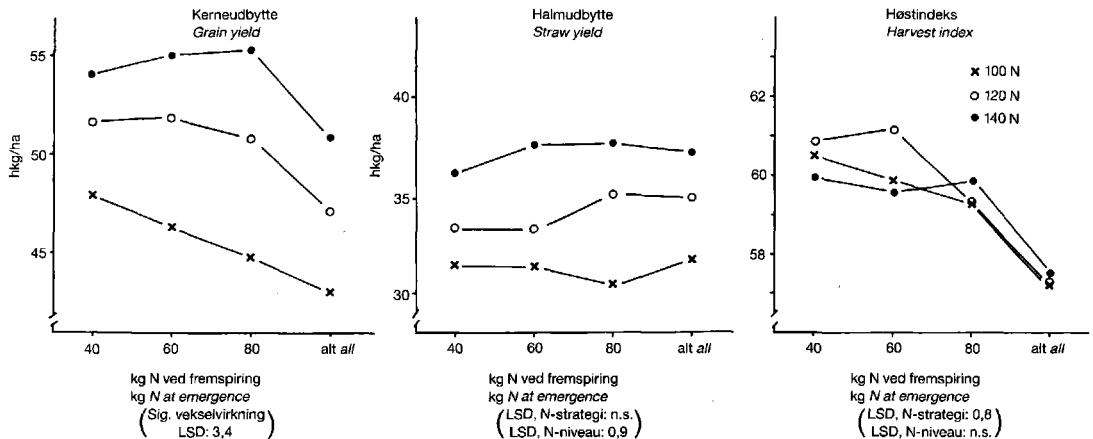


Fig. 1. Det gennemsnitlige tørstofudbytte samt høstindeks (% kerne af total tørstof), 1982–1985.
The average dry matter yield and harvest index (% grain of total dry matter) 1982–1985.

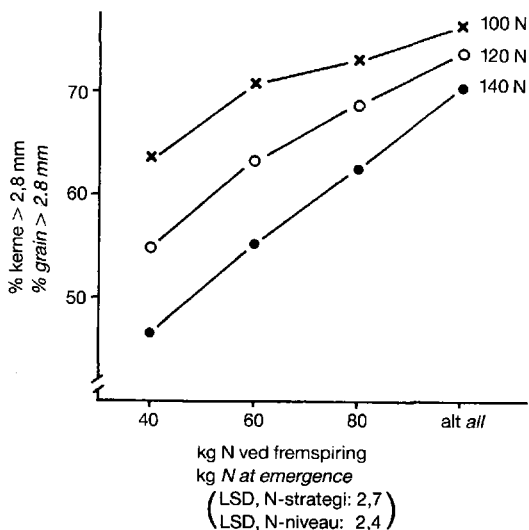


Fig. 2. Procent kerne i den største fraktion (>2,8 mm), gns. af 1982, 1984, 1985.

Per cent grain in the greatest fraction (>2.8 mm), ave. of 1982, 1984, 1985.

Produktionsforløb

I begyndelsen af vækstperioden resulterede stigende N-tilførsel i større produktion af rodtørstof og især af toptørstof, (tabel 3). Den større mængde toptørstof skyldes især produktion af flere skud, hvorved bladarealindekset steg. Selv om både bladene og skudantallet blev større, var forholdet mellem blad- og stængeltørstof upåvirket af N-mængden (tabel 3).

Midt i skridningsperioden var vækstraten maksimal (1,8 hkg tørstof/ha/dag). Vækstraten er udregnet i perioden fra den forudgående prøveudtagning til det givne tidspunkt. Vækstraten var midt i skridningsperioden uafhængig af N-strategien. Dette til trods for, at det grønne bladarealindeks stadigvæk steg med stigende N-tilførsel ved fremspiring (tabel 3).

Midt i kernefyldningsperioden steg vækstraten modsat tidligere i vækstperioden med stigende N-tilførsel ved stadium 4. Dette blev fulgt af en lille stigning i det grønne bladarealindeks.

Det største skudantal fandtes i de respektive år i slutningen af buskningsfasen ved éngangstilførsel, 1982-1984. Som eksempel er skududviklin-

gen i 1984 vist i fig. 3, og gennemsnit er vist i tabel 3. Det maksimale skudantal varierede stærkt fra år til år. Senere i vækstperioden henfaldt en del skud, færrest i 1985 (142 skud/m²) og flest i 1982 (658 skud/m²), indtil antallet var konstant fra begyndelsen af juli. Delt-N med 80 N tilført ved fremspiring viste næsten samme mønster, dvs. med ringe skudsætning efter buskningsperioden, men skudhenfaldet var mindre. Ved 60 N ved fremspiring blev lidt flere skud dannet, men især ved 40 N var der en betydelig skududvikling efter 2. N-tilførsel. Antallet af aksbærende skud ved høst steg derfor med en stigende del af N-gødningen tilført ved den 2. N-udbringning (fig. 4). Forskellen mellem N-strategierne steg med stigende N-niveau. Denne vekselvirkning var ikke signifikant.

Det større skudantal i den sidste del af vækstperioden ved en stigende del af N-gødningen udbragt ved stadium 4 øgede imidlertid ikke stængel/halm-mængden relativt. Der var allerede fra midt i kernefyldningsperioden en positiv effekt af N-tilførslen ved stadium 4 på aksandelen af toptørstof (tabel 3), hvilket også blev afspejlet i høstindekset (fig. 1).

Rodmængden ved høst var uafhængig af N-strategien (tabel 3). Til gengæld var toptørstof lineært relateret til rodtørstof (fig. 5). I 1983, hvor produktionen af toptørstof var forholdsvis lille, var produktionen af rodtørstof reduceret tilsvarende. Rodmængden i 1983 var forholdsvis lille allerede tidligt i vækstperioden, idet rod-mængden ved stadium 4 var under halvdelen af mængden de øvrige år.

Produktionsforløbet var noget forskelligt fra år til år (fig. 6). I 1983, hvor N-udvaskningen i forårsperioden var forholdsvis stor, var toptørstofproduktionen allerede tidligt i vækstperioden betydeligt mindre end i de øvrige år. I 1982 fortsatte tørstofproduktionen helt til høst, mens tørstofmassen faldt i 1984 og 1985 i den sidste del af vækstperioden. I disse år var høsten relativt sen. I den sidste del af juli og begyndelsen af august var den gennemsnitlige potentielle fordampning noget mindre i 1984 og 1985 end i 1982, hvilket antyder en mulig sammenhæng mellem klima og pro-

Tabel 3. Plantetørstof, vækstrate, grønt bladarealindeks (LAI), skudantal m.v. i løbet af vækstperioden ved 120 N tilført, 1982–1985.

Dry matter, crop growth rate, leaf area index (LAI), tiller number etc. during the growth period at 120 kg N/ha applied, 1982–1985.

Udvikl. stadium (Feekes skala) ¹⁾ <i>Development</i> (<i>Feekes scale</i>) ¹⁾	N ved fremsp. <i>N at</i> <i>emerg.</i>	N ved stadium 4. <i>N at</i> <i>stage 4</i>	Toptørstof hkg/ha <i>Shoot dry</i> <i>matter</i>	Rodtørstof hkg/ha <i>Root dry</i> <i>matter</i>	Vækstrate af top hkg/ha/dag <i>Crop growth</i> <i>rate</i>	Skudantal pr. m ² <i>Tiller</i> <i>number</i>	LAI ²⁾	Blad- stør. ²⁾ cm ² <i>Leaf</i> <i>size</i> ²⁾	Vægtprocent ²⁾ <i>Weight per cent</i> ²⁾		
									blad leaf	stængel stem	aks spike
Afslut. buskn. (4) <i>Final tillering</i> (4)	40	80	6,5	9,5	0,32	826	1,82	4,74	79,8	20,2	
	60	60	7,3	13,0	0,41	1060	2,10	5,15	80,3	19,7	
	80	40	9,5		0,50	1148	2,66	5,48	80,6	19,4	
	120	0	11,2	12,2	0,55	1258	3,03	5,95	79,1	20,9	
	LSD		0,7	1,9	0,06	119	0,27	0,41	n.s.	n.s.	
5–7 dage efter 2. N (6) <i>5–7 days after</i> <i>2nd N</i> (6)	40	80	13,4		0,78						
	60	60	15,4		0,92						
	80	40	18,8		1,11						
	120	0	23,1		1,64						
	LSD		1,1		0,20						
Midt i skridning (10.2) <i>Mid-ear emerg.</i> (10.2)	40	80	43,7		1,80		3,17	7,18	26,3	67,1	6,6
	60	60	49,0		1,84		3,15	7,88	23,6	68,6	7,9
	80	40	52,5		1,84		3,30	8,28	23,4	68,5	8,2
	120	0	55,4		1,71		3,86	9,83	25,2	68,6	6,2
	LSD		3,2		n.s.		0,35	0,51	1,5	n.s.	n.s.
Midt i kernefyld. (11.2) <i>Mid-grain fill.</i> (11.2)	40	80	92,4		1,58	1004	1,01	5,81	7,1	43,7	49,2
	60	60	94,0		1,29	991	1,09	6,21	7,0	43,0	50,0
	80	40	93,4		1,14	860	0,96	6,11	7,2	44,4	48,4
	120	0	91,1		0,86	833	0,90	6,31	7,5	45,1	47,3
	LSD		n.s.		0,30	81	0,13	n.s.	n.s.	n.s.	1,9
Dagen før høst (11.4) <i>The day before</i> <i>harvest</i> (11.4)	40	80	101,6	14,5	0,19	984				37,1 ³⁾	62,9
	60	60	101,7	15,2	0,16	960				37,3	62,7
	80	40	101,9		-0,04	862				38,5	61,5
	120	0	97,0	15,3	-0,20	825				41,8	58,2
	LSD		n.s.	n.s.	n.s.	75					1,8

¹⁾ Tidspunkter jf. tabel 1, *Date cf. table 1.*

²⁾ 1983–1985.

³⁾ Stængel og blade, *Stem and leaf.*

duktionsforløb (jf. fig. 6). Faldet i 1984 og 1985 skyldes primært en reduktion af blad- og stængelmasse. I gennemsnit af alle forsøgsbehandlinger blev der målt en nedgang på 8,9 hkg i 1984 og 5,0 hkg i 1985 i blad- og stængelmasse, mens nedgangen i aksmængden blev målt til henholdsvis 1,1 og 1,6 hkg.

Vækstperioden synes ud fra produktionskurverne at kunne inddeles i 3 perioder. Til illustration er produktionskurverne for N-niveau 120 N i 1983 og 1984 vist i fig. 7. 1. periode er indtil afsluttende

buskning (2. N-tildeling), 2. periode er til midt i kernefyldningsperioden og 3. periode er den sidste del. I 1. periode steg tørstofmængden med stigende N-tilførsel ved fremspiring. I 2. periode var der med undtagelse af 1983 et næsten parallelt forløb, og i 3. periode var vækstforløbet noget varieret.

I tabel 4 er eventuelle vekselvirkninger vist mellem tid (2. periode, stadium 4-11.1) og N-strategi, når den producerede tørstofmængde er afhængig variabel. Vekselvirkning er ensbetydende

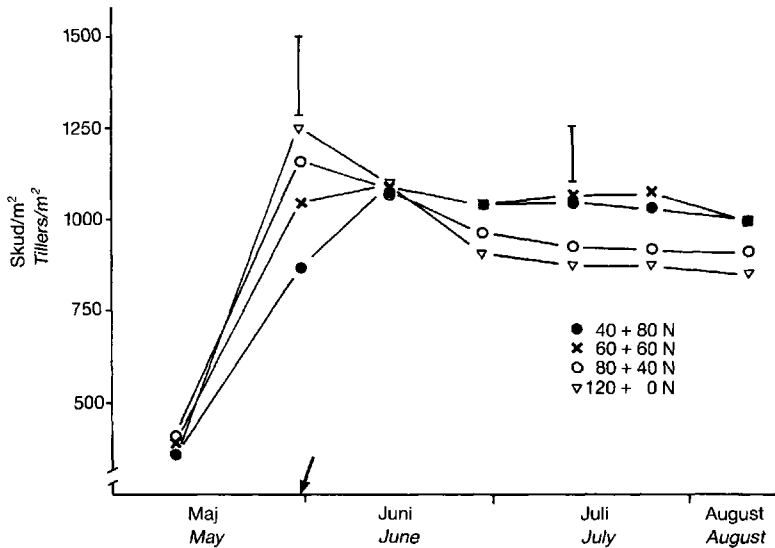


Fig. 3. Skudantal ved gødskning med 120 N, 1984.
Number of tillers at application by 120 kg N/ha, 1984.
↓ 2. N-tilførsel, 2nd N-application
I LSD

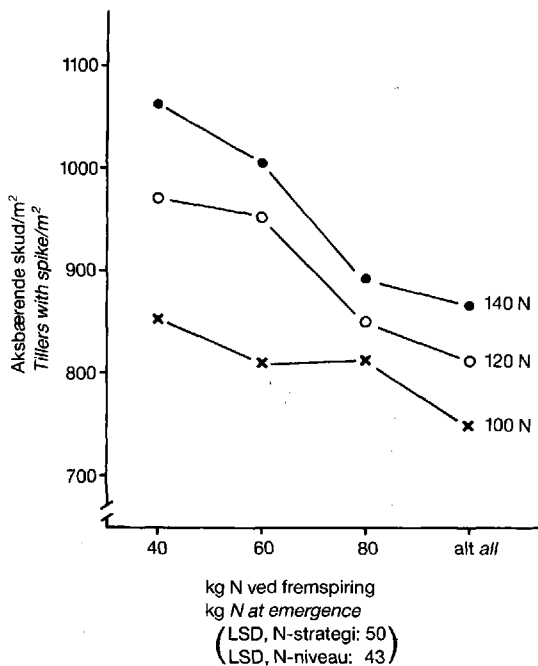


Fig. 4. Aksbærende skud ved høst, 1982–1985.
Tillers with spike at harvest, 1982–1985.

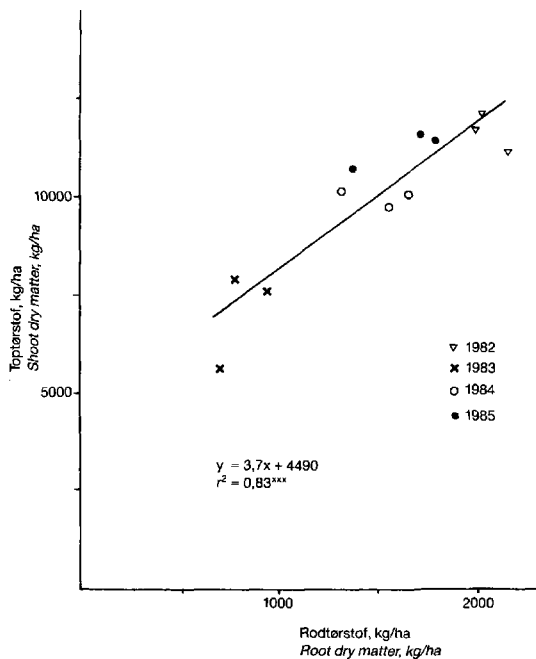


Fig. 5. Toptørstof ved høst som funktion af rodtørstof ved høst ved gødskning med 120 N.
Dry matter of shoot as a function of dry matter of root at harvest at application by 120 N.

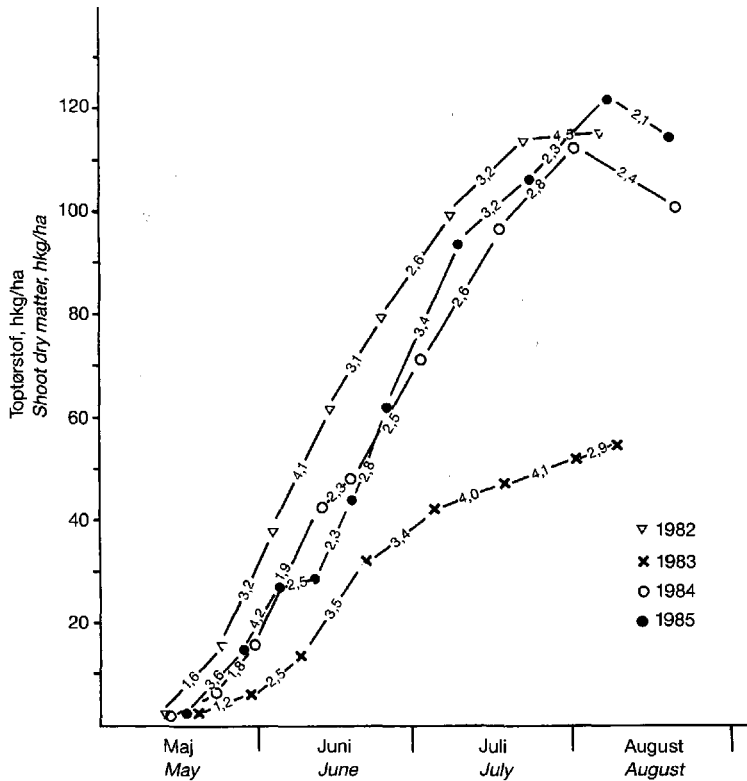


Fig. 6. Produktionen af toptørstof ved éngangstilførsel (120 N). Den gns. potentielle fordampning (mm/døgn) mellem prøveudtagningstidspunkterne er angivet på figuren.

Production of shoot dry matter at a single application at emergence (120 N). The average potential evapotranspiration (mm/day) between time of sampling is shown at the figure.

med, at vækstkurverne ikke er parallelle. Det ses, at når N-strategierne varieredes inden for samme N-niveau, var der i 1983 en signifikant vekselvirkning, mens der de øvrige år kun var svage vekselvirkninger. Dette antyder, at i år uden betydelig N-udvaskning i foråret var tørstofproduktionshastigheden (vækstraten) i 2. periode (stadium 4-11.1) uafhængig af N-strategien. Dette er ensbetydende med, at tørstofproduktionen i 3. periode (stadium 11.1–11.4) var noget højere ved delt-N end ved éngangstilførsel, idet den høstede tørstofmængde i kerne og halm var størst ved en af delingsstrategierne. Ved 120 N blev den største mængde således høstet ved 60 N ved fremspiring i 1982, ved 40 N i 1984 og ved 80 N i 1985.

Table 4. Vekselvirkning mellem tid (stadium 4-11.1) og N-strategi ved forskellige N-niveauer, når toptørstof er afhængig variabel.

Interaction between time (stage 4-11.1) and N-strategy at different N-levels with shoot matter as dependent variable.

Total N-tilførsel Total N-application	1982	1983	1984	1985
100	-	***	-	-
120	-	***	-	*
140	*	***	-	-

* P<0,05, *** P<0,001

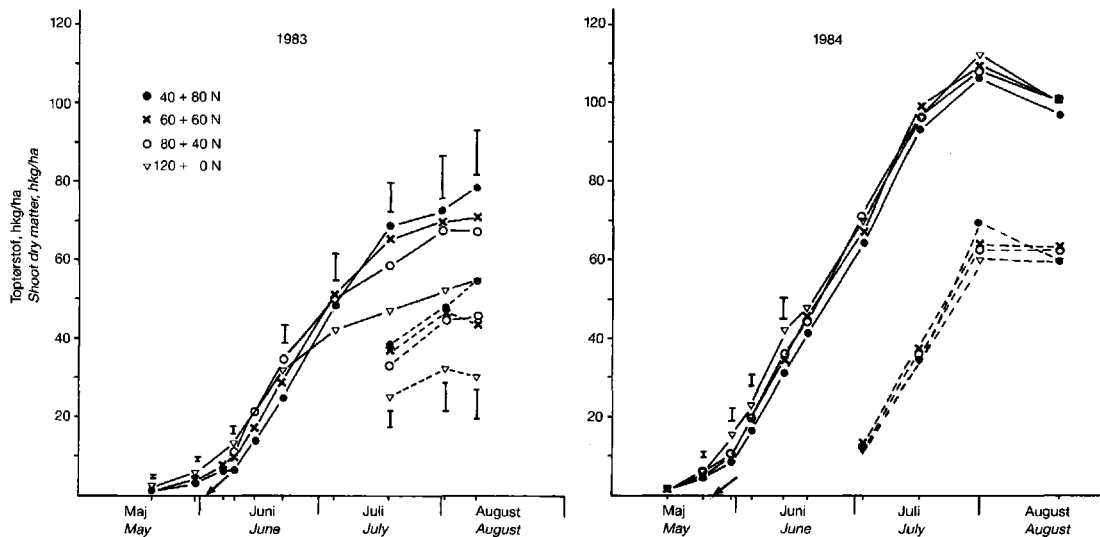


Fig. 7. Produktion af toptørstof (—) og aks (---) ved gødskning med 120 N.
 Production of shoot dry matter (—) and spikes (---) at application by 120 N.
 ↓ 2. N-tilførsel, 2nd N-application

I LSD

Diskussion

Ved stort nedbørsoverskud i forårsperioden (1983) blev merudbyttet for deling betydeligt. Hvis 1. N-gødskning var blevet foretaget ved såning og ikke ved fremspiring, må merudbyttet forventes at være blevet endnu større ved deling, idet N-udvaskningen da ville have været større. Der var i gennemsnit 20 dage fra såning til fremspiring. Som N-gødning blev benyttet kalkammonsalpeter, (50% $\text{NO}_3\text{-N}$, 50% $\text{NH}_4\text{-N}$). Hvis der havde været anvendt en mere ammoniumholdig gødning, måtte der forventes mindre forskelle mellem N-strategierne forårsaget af N-udvaskning (13, 9).

Vækstforløbet i den sidste del af kernefyldningsperioden varierede en del fra år til år. I 1982, hvor høsten var tidlig, fortsatte tørstofproduktionen til høst, mens tørstofproduktionen i 1984 og 1985 toppede i begyndelsen af august og formindskedes mod høst. Her var høsten forholdsvis sen.

Kernefyldningsperiodens længde og vækstrate synes at være klimaafhængig. Afslutningen af

kernefyldningsperioden i hvede skyldtes således ikke mangel på assimilater (6). Derimod formindsker en højere temperatur generelt kernefyldningsperiodens længde (3, 15), hvilket bl.a. skyldes en hurtigere ældning af bladene (4, 21). En større indstråling synes derimod ikke at påvirke længden af kernefyldning, men forøger til gengæld fotosyntesen, så kerneindlejringen forøges (3, 15).

I 1982 var der netop i den sidste del af væksteprioden en høj indstråling og høj temperatur, hvilket afspejledes i en forholdsvis stor potentiel fordampning. Lufttemperaturen var således 4°C og 3°C højere end i tilsvarende periode i henholdsvis 1984 og 1985 (18). Dette synes således at kunne være årsag til den hurtigere modning i 1982 samt tørstofproduktion helt til høst.

Det maksimale bladarealindeks (LAI), som normalt findes omkring blomstring, er ofte fundet at have stor betydning for udbyttets størrelse (2, 10). I disse forsøg blev N-strategien ikke varieret. I nærværende forsøg var der ved varierende N-strategi ingen sammenhæng mellem det maksi-

male LAI og udbyttet. Det maksimale LAI fandtes ved éngangstilførsel, mens den maksimale tørstofmængde fandtes ved en af delingsstrategierne. Det maksimale LAI er således ikke afgørende for udbyttets størrelse, når N-strategien varieres.

Kernetørstof produceres næsten udelukkende efter skridning (6, 20) og er således kun indirekte afhængig af tørstofproduktionen inden skridning. Fotosyntesen i akset kan udgøre op til halvdelen af total afgrødefotosyntese, og kan dermed bidrage til en væsentlig del af kernevæksten (5). Denne del kunne variere fra 24 til 84% af kernevægten i byg (6).

Denne variation i aksfotosyntesen kan netop være årsag til, at der ingen sammenhæng var mellem det maksimale LAI og den totale tørstofproduktion, idet vækstforløbet blev påvirket kraftigt af N-strategien. En forholdsvis større del af N-gødningen tilført ved stadium 4 bevirkede, at vækstraten i den sidste del af kernefyldningsperioden blev større, og der blev produceret forholdsvis mere akstørstof end stængel- og bladtørstof. Dette kan antyde en forholdsvis større stofproduktion i akset ved delt-N.

I 1982 var merudbyttet for deling betydeligt større end i 1984 og 1985. Der var således i 1982 en betydelig stofproduktion ved delt-N i den sidste del af vækstperioden. Som tidligere nævnt formindsker en højere temperatur længden af kernefyldningsperioden. Sen N-gødning synes at kunne kompensere for ældning forårsaget af varme (16). Da der netop i denne periode i 1982 som omtalt var forholdsvis varmt, kan dette være årsag til det større merudbytte for deling i 1982.

Stofproduktionen i den sidste del af vækstperioden og klimaets indvirkning på denne synes således at være afgørende for merudbyttets størrelse ved delt-N.

Skuddannelsen øges normalt i byg med stigende N-tilførsel (12). Dette var også tilfældet i nærværende forsøg både med hensyn til øget N-tilførsel ved fremspiring, hvor skudsætningen i buskningsfasen blev øget, og med hensyn til øget N-tilførsel ved stadium 4, hvor der især ved forholdsvis store N-tilførsler blev dannet skud efter buskningsfasen. Udviklingen af disse grønskud

var senere end skud dannet i buskningsfasen, men forsinkede ikke høsten væsentligt. Grønskuddene og den større mængde skud i alt gav heller ikke problemer med lejesæd.

Deling af N-gødningen antydede i karforsøg at begrænse dannelsen af ikke aksebærende skud (12). Dette bekræftes i nærværende markforsøg. Skudhenfaldet ved éngangstilførsel (120 N) var således i gennemsnit 329 skud/m² og var hvert år større end ved delt-N (60+60 N), hvor skudhenfaldet i gennemsnit var 208 skud/m². Skuddød kunne synes at være spild af ressourcer både med hensyn til tørstofproduktion og med hensyn til næringsstoffer, hvis næringsstofferne ikke translokeres til den levende del af planten. Tab ved skuddød synes imidlertid at have mindre betydning for N-strategiens effekt på tørstofudbyttet end den tidligere omtalte stofproduktion i den sidste del af vækstperioden.

Konklusion

Hvordan deling af N-gødningen påvirker tørstofproduktionen og kerneudbyttet, afhænger af flere forhold.

Stort nedbørsoverskud og dermed N-udvaskning i forårsperioden bevirkede, at udbyttet steg betydeligt med en stigende del af N-gødningen tilført ved stadium 4. Vækstforløbet i den sidste del af kernefyldningsperioden synes ligeledes at være afgørende for effekten af deling, og klimaet synes i høj grad at påvirke dette vækstforløb. Endelig påvirkede N-niveauet effekten af N-strategien. Der skulle således ved stigende N-niveau tilføres en stigende del af N-gødningen ved fremspiring for at opnå maksimalt kerneudbytte.

Litteratur

1. *Anonym* 1971. Sengødskning med kvælstof til byg ved forskellig kvælstofgrundgødning. Statens Planteavlsforsøg, Meddelelse nr. 990.
2. *Austin, R. B.* 1984. Dry matter production and crop yield-genetic constraints. I: Reference Book, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, UK, »The nitrogen Requirement of Cereals«, 41–50.
3. *Biscoe, P. V. & Willington, V. B. A.* 1984. Environmental effects on dry matter production. I: Reference Book, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, UK, »The Nitrogen Requirement of Cereals«, 53–65.
4. *Campbell, C. A. & Davidson, H. R.* 1979. Effect of temperature, nitrogen fertilization and moisture stress on growth, assimilate distribution and moisture use by manitou spring wheat. *Can. J. Plant Sci.* 59, 603–626.
5. *Duffus, C. M.* 1979. Starch synthesis and grain growth. I: *Spiertz, J. H. J. & Kramer, Th.* (eds): Crop physiology and cereal breeding, 45–49.
6. *Evans, L. T. & Wardlaw, I. F.* 1976. Aspects of the comparative physiology of grain yield in cereals. *Adv. Agron.* 28, 301–359.
7. *Gregersen, A.* 1980. Kvælstofgødning med vandingsvand. *Ugeskrift for Jordbrug* 125, 551–553.
8. *Gregersen, A. & Hejlesen, E.* 1983. Kvælstof i vandingsvandet til byg. *Tidsskr. Planteavl* 87, 141–151.
9. *Højmark, J. V. & Fogh, H. Th.* 1977. Nedvaskning af kvælstof og eftergødsning af byg på sandjord 1977. Statens Planteavlsforsøg, Meddelelse nr. 1382.
10. *Kallsen, C. E., Sammis, T. W. & Gregory, E. J.* 1984. Nitrogen and yield as related to water use of spring barley. *Agron. J.* 76, 59–64.
11. *Kjellerup, V.* 1983. Kvælstofgødsning, samlet eller delt. I: Kvælstof og planteproduktion. *Hansen, J. & Kyllingsbæk, A.* (eds). *Tidsskr. Planteavl* 87, 427–428, Beretning nr. S 1669, 62–66.
12. *Kyllingsbæk, A.* 1984. Kvælstofgødsningens indflydelse på bygplanters skududvikling. *Tidsskr. Planteavl* 88, 479–488.
13. *Skriver, K.* 1984. Kvælstofholdige gødninger. Oversigt over Landsforsøgene 1983, 142–159.
14. *Skriver, K.* 1986. Udbringningstider for kvælstofgødning. Oversigt over Landsforsøgene 1985, 87–91.
15. *Spiertz, J. H. J.* 1977. The influence of temperature and light intensity on grain growth in relation to the carbohydrate and nitrogen economy of the wheat plant. *Neth. J. agric. Sci.* 25, 182–197.
16. *Spiertz, J. H. J.* 1979. Weather and nitrogen effects on rate and duration of grain growth and on grain yield of wheat cultivars. I: *Spiertz, J. H. J. & Kramer, Th.* (eds): Crop physiology and cereal breeding, 60–64.
17. *Søegaard, K.* 1984. Vand og kvælstof til almindelig rajgræs. *Tidsskr. Planteavl* 88, 140–146, Beretning nr. S 1704.
18. *Søegaard, K.* 1986. Deling af kvælstofgødning til vandet byg. *Tidsskr. Planteavl* 90, 300, Beretning nr. S 1859.
19. *Søegaard, K.* 1987. N-optagelse, N-balance og N-styring ved deling af kvælstofgødning til vandet byg. *Tidsskr. Planteavl* 91, 133–144.
20. *Thorne, G. N.* 1974. Physiology of grain yield of wheat and barley. *Rothamsted Report for 1973*, 5–25.
21. *Vos, J.* 1979. Effects of temperature and nitrogen on carbon-exchange rates and on growth of wheat during kernel-filling. I: *Spiertz, J. H. J. & Kramer, Th.* (eds): Crop physiology and cereal breeding, 80–89.

Manuskript modtaget den 27. januar 1987.