

## Stofproduktion og næringsstofoptagelse i vinter- og vårbyg ved forskellige vandingsfrekvenser

*Dry-matter production and nutrient uptake in winter and spring barley at different irrigation frequencies*

E. Hejlesen og J. B. Andersen

### Resumé

På Jyndeved forsøgsstation blev vinter- og vårbyggs stofproduktion og vandoptagelse undersøgt i årene 1977–80. Vandning ved 27 mm og 42 mm underskud blev sammenlignet med uvandet. Tørstofproduktion og næringsstofoptagelse var størst i vinterbyg, både i vandede og uvandede led. Vandning ved 27 mm underskud gav størst udbytte og bedst vandudnyttelse, især i år med tørke i strækningsfasen. Udbytteforskellen mellem vandning ved 27 mm og 42 mm i vinterbyg var dog lille og ikke signifikant. I vårbyg var merudbyttet for vandning ved 27 mm signifikant større end ved 42 mm underskud. Vandning ved tørke i stadierne 10.5–11.1 og 11.1–11.2 gav et positivt udslag i form af øget kornvægt. Resultaterne viste, at et underskud på op til ca. 40 mm i stadierne 10.5–11.2 ikke hæmmede kerneindlejringen.

De første uger efter skridning synes at være den periode, hvor kornvægten påvirkes stærkest, og det må derfor tilstræbes, at underskuddet i denne periode ikke kommer til at overstige 40 mm. Vandning efter gulmodenhed gav ikke positive udslag.

**Nøgleord:** Vinterbyg, vårbyg, vandingsfrekvens, vandforbrug, tørstofproduktion, næringsstofoptagelse.

### Summary

At Jyndeved research station the dry-matter production and water consumption of winter- and spring barley were investigated during the years 1977–80. Irrigation was performed at 27 mm and 42 mm water deficit. Winter barley produced more dry-matter, and took up larger amounts of nutrients than spring barley in both irrigated and non-irrigated plots. Irrigation at 27 mm deficit gave the largest yield, and dry-matter production/mm irrigation water, particularly in years with a drought period during booting. The difference in yield between plots irrigated at 27 mm and 42 mm water deficit in winter barley were small and insignificant. In spring barley there was a significant yield increase with irrigation at 27 mm related to 42 mm water deficit. Irrigation after drought in the stages 10.5–11.1 and 11.1–11.2 gave a positive response (grain weight). The experiments showed that deficits up to 40 mm in the stages 10.5–11.2 did not inhibit grain development. The first weeks after ear emergence seem to be the most sensitive period, and it should therefore be attempted to keep the deficit below 40 mm during that period. Irrigation later than stage 11.2 does not give a positive response in yield.

**Key words:** Winter barley, spring barley, irrigation frequency water consumption, dry-matter production, nutrient uptake.

## Indledning

Efter at det igen blev tilladt at dyrke vinterbyg i Danmark, er der opstået interesse for dyrkning på lettere og vandingskrævende jordtyper. Vinterbyg er interessant ud fra både produktions- og ressourcensynspunkter (tidligere høst og evt. bedre vand- og kvælstofudnyttelse). Flere forskere angiver fra forsøg med vårbyg, at strækningsfasen er den mest tørkefølsomme (Myhr, 1970; Dragland, 1979; Jørgensen, 1980; Mogensen, 1980; Lawlor et al., 1981). Teoretisk set kan det tænkes, at vinterbyggs tidlighed gør, at strækningsvæksten kan være afsluttet, inden forsommertørken begynder. For at undersøge dette blev nedenstående forsøg startet. Forsøget tog sigte på at belyse udtørningsgradens indflydelse på vinter- og vårbyggs vandoptagelse og stofproduktion ved prøveudtagning gennem vækstperioden. Til sammenligning af udbyttene i vinter- og vårbyg målte høstudbytte af kerne og halm.

## Forsøgsplan og metodik

Forsøget blev udført på Jyndevad forsøgsstation som markforsøg efter følgende plan:

1. Vinterbyg
2. Vårbyg
  - a. Uvandet
  - b. Vanding til markkapacitet ved 27 mm vandunderskud
  - c. Vanding til markkapacitet ved 42 mm vandunderskud

Forsøget var udlagt med 4 gentagelser, i alt 24 parceller.

Sorter: Vinterbyg 1977–1978, Dura. 1979–1980, Igri. Vårbyg 1977–1980, Zita.

Forfrugt var i 1977 og 1978 byg, i 1979 havre og i 1980 ærter til nedpløjning.

Af de 4 gentagelser blev 3 brugt til bestemmelse af kerne- og halmudbytte ved høst, og en gentagelse blev brugt til afgrødeanalyser gennem vækstperioden. Prøveudtagning skete ved bestemte udviklingstrin (Feekes skala 3, 6, 10.5, 11.1, 11.2 og 11.4 i vinterbyg (1977 undtaget), og 3, 6, 10.5, 11.2 og 11.4 i vårbyg).

Prøven bestod af planterne fra en sårække i parcellen (prøvestørrelse 0,72 m<sup>2</sup>). Efter skridning blev afgrøden opdelt i strå og aksdele. Der

**Tabel 1a.** Nedbør i vækstperioden for vinter- og vårbyg (1977–80). Alle tal i mm. Vinterbyg 1980: Anden prøveudtagning skete ved stadium 7

*Precipitation in the growth season of winter- and spring barley (1977–80). All numbers in mm. Winter barley 1980: Second sampling at growth stage 7*

Vinterbyg:								
<i>Winter barley</i>								
Vækststadium	1977	Tidsrum	1978	Tidsrum	1979	Tidsrum	1980	Tidsrum
<i>Growth stage</i>		<i>period</i>		<i>period</i>		<i>period</i>		<i>period</i>
3 – 6	65	20/4–10/5	20	25/4–22/5	59	25/4–15/5	5	29/4–13/5
6 –10.5	37	11/5–31/5	29	23/5– 8/6	55	16/5– 5/6	8	14/5– 6/6
10.5–11.1	28	1/6–20/6	21	9/6–22/6	29	6/6–18/6	59	7/6–16/6
11.1–11.2			78	23/6– 6/7	7	19/6–27/6	104	17/6–30/6
11.2–11.4	42	21/6–11/7	33	7/7–24/7	65	28/6–31/7	88	1/7–23/7
Sum	172		181		215		264	
Vårbyg:								
<i>Spring barley</i>								
3 – 6	37	11/5–31/5	29	23/5– 8/6	52	24/5– 1/6	1	13/5–23/5
6 –10.5	28	1/6–20/6	21	9/6–22/6	50	2/6– 3/7	81	24/5–19/6
10.5–11.2	42	21/6–11/7	132	23/6–27/7	52	4/7–30/7	174	20/6–21/7
11.2–11.4	47	12/7– 1/8	44	28/7–17/8	45	31/7–13/8	70	22/7–11/8
Sum	154		226		199		326	

blev bestemt tørstofudbytte og indhold af N, P, K, Ca og Mg, og den optagne mængde pr. ha blev udregnet.

Der blev tilført 140 kg N i kalkkammonsalpeter (kas) til både vinter- og vårbyg, til vinterbyg dog delt med 30 kg N om efteråret og 110 kg N om foråret. Der blev tilført 24 kg P, 124 kg K og 7 kg Mg i 0-4-21 til begge afgrøder, i vinterbyg delt med  $\frac{1}{3}$  om efteråret og  $\frac{2}{3}$  om foråret. Vandingerne blev styret efter jordvandspotentialer, som blev målt med tensiometre ved lav udtørningsgrad (led b) og med neutronmålere ved høj udtørningsgrad (led c).

## Resultater

### Afgrødeanalyser

#### Tørstofproduktion

Af fig. 1a ses udviklingen i vinterbyg. Det ses, at der til og med vækststadium 6 ikke var forskel mellem leddene. Det skyldtes, at der først opstod vandingsbehov i strækningsfasen (tabel 1a og 1b).

Antal vandinger og tilførte vandmængder ses i tabel 1b. I fig. 1b ses udviklingen i tørstofmængde i vårbyg.

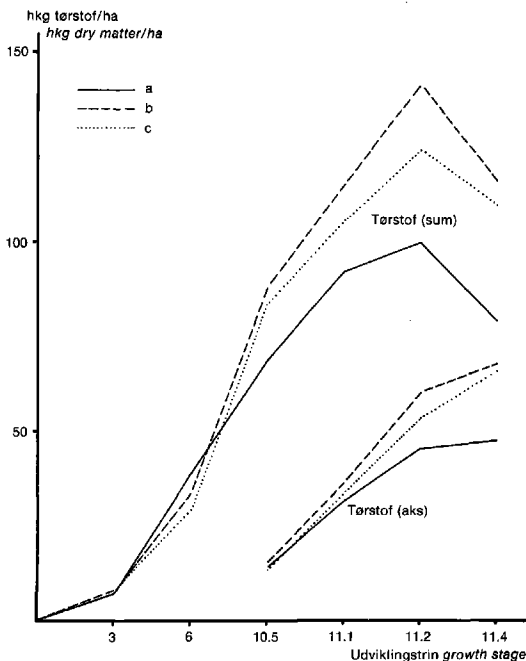


Fig. 1a: Tørstofproduktion i vinterbyg, gennemsnit af alle forsøgsår.

*Dry matter production of winter barley, average values.*

**Tabel 1b:** Vandinger til vinter- og vårbyg (1977-80). Tallene i parentes er antal vandinger. Alle øvrige tal er i mm  
*Irrigations in winter- and spring barley (1977-80). Numbers in parentheses are number of irrigations. All other numbers in mm*

#### Vinterbyg:

##### Winter barley

##### Vækststadium Growth stage

	1977		1978		1979		1980	
	b	c	b	c	b	c	b	c
3 - 6	-	-	27 (1)	-	-	-	26 (1)	-
6 -10.5	28 (1)	-	54 (2)	44 (1)	25 (1)	-	55 (2)	100 (2)
10.5-11.1				45 (1)	26 (1)	51 (1)	52 (2)	
	55 (2)	41 (1)						
11.1-11.2			-	-	-	-	-	-
11.2-11.4	30 (1)	45 (1)	-	-	54 (2)	47 (1)	-	-
Sum	113 (4)	86 (2)	81 (3)	89 (2)	105 (4)	98 (2)	133 (5)	100 (2)

#### Vårbyg:

##### Spring barley

##### Vækststadium Growth stage

3 - 6	26 (1)	-	30 (1)	45 (1)	-	-	25 (1)	-
6 -10.5	28 (1)	47 (1)	66 (2)	44 (1)	17 (1)	48 (1)	57 (2)	43 (1)
10.5-11.2	30 (1)	-	-	-	54 (2)	47 (1)	-	-
11.2-11.4	29 (1)	47 (1)	-	-	-	-	-	-
Sum	113 (4)	94 (2)	96 (3)	89 (2)	71 (3)	95 (2)	82 (3)	43 (1)

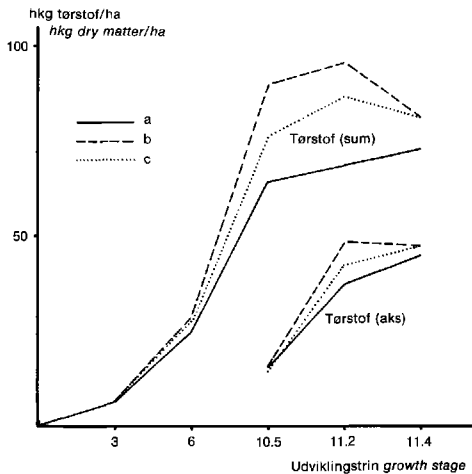


Fig. 1b: Tørstofproduktion i vårbyg, gennemsnit af alle forsøgsår.

*Dry matter production of spring barley, average values.*

I både vår- og vinterbyg fandtes der først omkring skridning en tydelig positiv effekt af vanding. Fordelingen af vandinger ses af tabel 1b. Da fig. 1a og 1b dækker over store årsvariationer, er der i denne del af beretningen arbejdet med data fra udvalgte enkeltår, og der er kun medtaget resultater fra led a og b, da led c i alle tilfælde lå mellem a og b.

#### VINTERBYG

Fig. 2a viser tørstofproduktionen i vinterbyg 1979 og 1980. Disse år blev valgt, da der var store forskelle i kurveforløb. I fig. 3a og 3b er fordelingen af nedbør, vandinger og vandunderskud vist for hele vækstperioden i begge år.

#### 1979

Der vandedes kun én gang før skridning. Vandingen efterfulgtes umiddelbart af store nedbørsmængder (53 mm på 5 dage, se fig. 3a).

I stadium 10.5–11.1 blev vandet én gang og i stadium 11.1–11.4 to gange (tabel 1b). I 1979 var der små forskelle i tørstofproduktionen i de to led gennem hele vækstperioden, og der kunne ikke observeres nogen positiv effekt af vanding. Tørstofproduktionen var i perioden inden skridning på ca. 380 kg tørstof/dag/ha, mens kerneindle-

ringen efter skridning var på ca. 240 kg tørstof/dag/ha. Der var ingen forskel mellem led a og b.

#### 1980

Der blev i 1980 udtaget prøver ved stadium 7 i stedet for stadium 6. I modsætning til 1979 var stadierne 3–7 og 7–10.5 i 1980 meget tørre, med kun hhv. 5 og 8 mm nedbør (tabel 1a).

Denne tørke udløste en vanding i stadium 3–7 og to vandinger i stadium 7–10.5. Efter skridning vandedes to gange inden stadium 11.1 (tabel 1b). Kort før stadium 11.1 faldt der store nedbørsmængder (59 mm), som resulterede i svær lejesæd, kraftigst i det vandede led. I stadiene

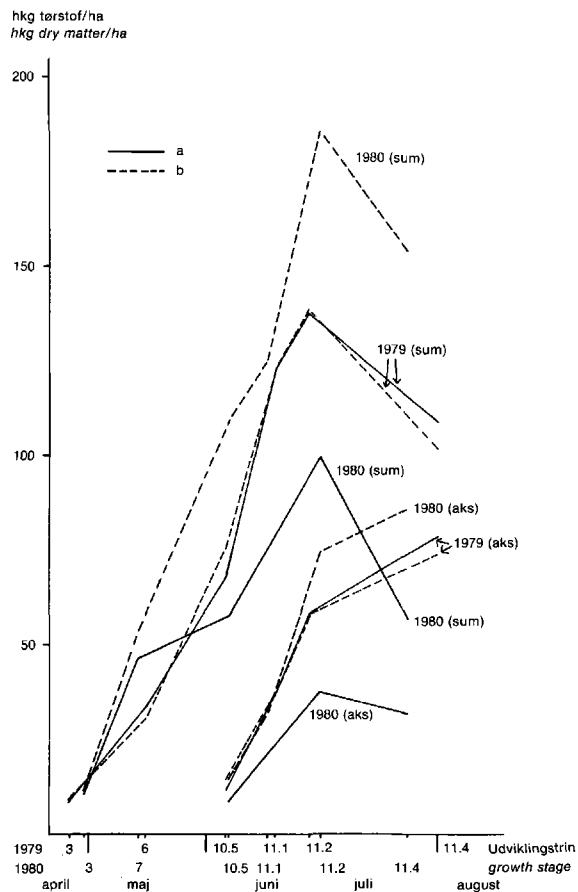


Fig. 2a: Tørstofproduktion i 1979 og 1980 i vinterbyg.

*Dry matter production in 1979 and 1980 of winter barley.*

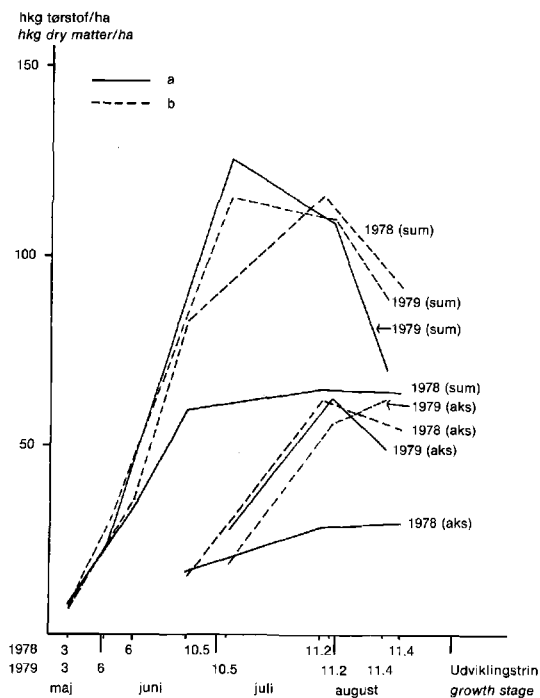


Fig. 2b: Tørstofproduktion i 1978 og 1979 i vårbyg. Dry matter production in 1978 and 1979 of spring barley.

11.1–11.2 og 11.2–11.4 faldt der også store nedbørsmængder (tabel 1a), og der blev ikke vandet. I 1980 observeredes store forskelle mellem vandede og uvandede led fra vækststadierne 7 og fremefter. I det vandede led fortsatte produktionen med uformindsket hastighed (340 kg tørstof/dag/ha), mens den i det uvandede led var 45 kg tørstof/dag/ha frem til skridningens afslutning, hvor store nedbørsmængder bevirkede en stor produktionsstigning i uvandet (grøns kud). Kerneindlejringen skete i led b med en rate på 280 kg tørstof/dag/ha, mens den i led a var på 150 kg tørstof/dag/ha. I det uvandede led ophørte indlejringen omkring gulmodenhed, og der skete et tab af kernetørstof op til høst.

#### VÅRBYG

Fig. 2b viser tørstofproduktionen i vårbyg 1978 og 1979. Fig. 3c og 3d viser fordelingen af nedbør, vandinger og vandunderskud i begge år.

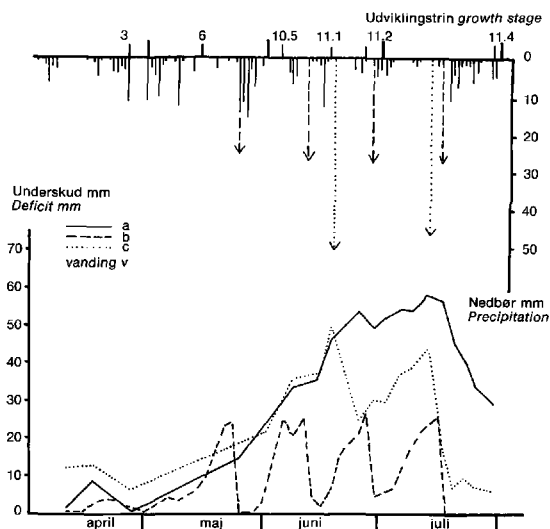


Fig. 3a: Nedbør, vandinger og vandunderskud i vinterbyg 1979. Precipitation, irrigations and water deficit of winter barley during 1979.

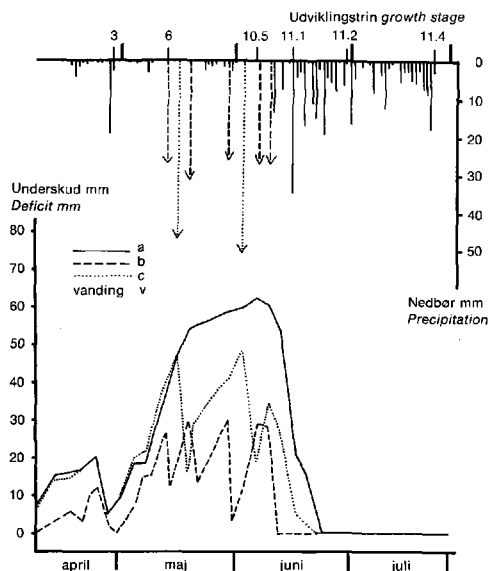


Fig. 3b: Nedbør, vandinger og vandunderskud i vinterbyg 1980. Precipitation, irrigations and water deficit of winter barley during 1980.

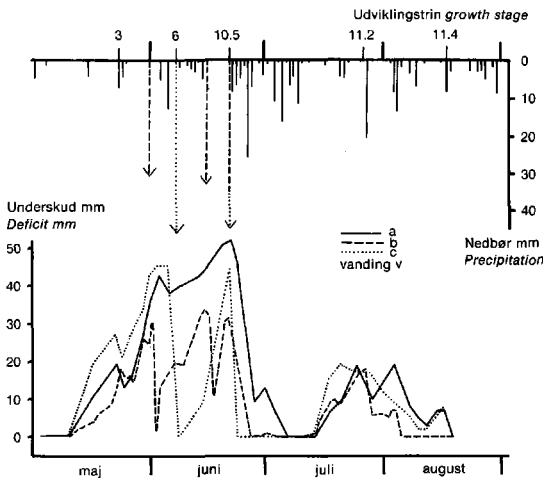


Fig. 3c: Nedbør, vandinger og vandunderskud i vårbyg 1978.

Precipitation, irrigations and water deficit of spring barley during 1978.

1978

Stadierne 3–6 og 6–10.5 var tørre, med hhv. 29 og 21 mm nedbør, og der blev vandet en gang i stadium 3–6 og to gange i stadium 6–10.5. Der blev ikke vandet efter skridning (tabel 1a og 1b). Tørstofproduktionen foregik i led b med en gennemsnitlig rate på 280 kg tørstof/dag/ha i perioden før skridning. Indlejringen af kernetørstof skete med en rate på 140 kg tørstof/ag/ha, indtil stadium 11.2 i led b, hvorefter der skete et lille fald (fig. 2b). I led a foregik indlejringen meget langsomt (35 kg tørstof/dag/ha), og den totale indlejrede mængde var kun halvdelen af mængden i led b.

1979

Produktionsraten i 1979 var meget stabil i led a og b, 340 kg tørstof/dag/ha i strækningsfasen. Tørstofmaksimum lå ved skridning. Kerneindlejring skete i begge led med en intensitet på ca. 140 kg tørstof/dag/ha op til gulmodenhed. Dette er dog ikke i overensstemmelse med resultaterne fra afsnittet om kerne og halmudbytter.

#### Næringsstofoptagelse

Tabel 2 viser de optagne mængder næringsstoffer

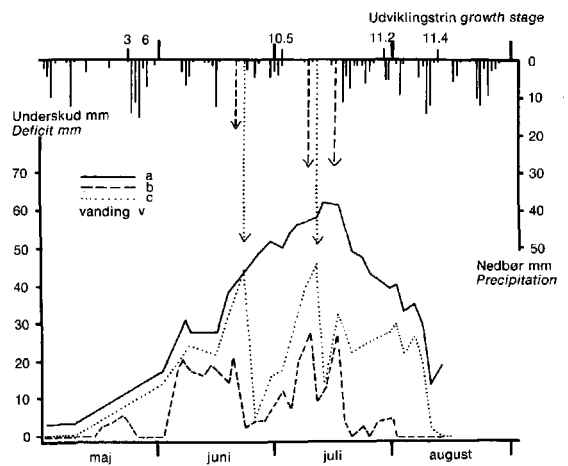


Fig. 3d: Nedbør, vandinger og vandunderskud i vårbyg 1979.

Precipitation, irrigations and water deficit of spring barley during 1979.

**Tabel 2.** Tørstofproduktion og næringsstofoptagelse (gennemsnitstal). Tørstof i hkg tørstof/ha. N, P, K, Ca og Mg i kg/ha (kun for led a). Tallene i led b og c er % merudbytte eller meroptagelse i forhold til led a. Vinterbyg b-1978 og vårbyg 1980 ikke medregnet  
*Dry matter production and nutrient uptake. Dry matter in hkg/ha. Nutrient uptake in kg/ha. Numbers in b and c are per cent yield increase or uptake increase related to a. Winter barley b-1978 and spring barley 1980 excluded*

	Vinterbyg winter barley		
	a	b	c
Tørstof dry matter	84,8	44%	20%
N	124,2	19%	10%
P	19,7	43%	12%
K	93,4	44%	11%
Ca	16,8	26%	13%
Mg	8,0	41%	20%
		Vårbyg spring barley	
Tørstof dry matter	65,9	41%	28%
N	108,4	16%	10%
P	14,5	34%	24%
K	65,2	22%	13%
Ca	14,3	17%	8%
Mg	5,6	29%	18%

i led a og den procentvise stigning i led b og c. Det ses, at vanding i både vinter- og vårbyg medførte en øget optagelse af alle næringsstoffer. Indholdet af P, K og Mg steg i vinterbyg med omtrent samme procentdel som tørstofudbyttet, mens N og Ca steg mindre. Forholdet sås tydeligst i led b. Også i vårbyg steg optagelsen af P, K og Mg mere end optagelsen af N og Ca, men ikke i så stort omfang som i vinterbyg. I det følgende arbejdes

med data fra enkeltår, for at udskille tørkeperioders virkning på næringsstofoptagelsen.

Blandt andet skift af vinterbygssort, svær lejesæd i vårbyg 1980 og fejl i materialet i 1977 og 1979 gjorde, at det ikke var muligt at vælge samme år for vinter- og vårbyg.

Fig. 4a og 4b viser optagelsen af N, P, K, Ca og Mg i hhv. vinterbyg 1980 og vårbyg 1978.

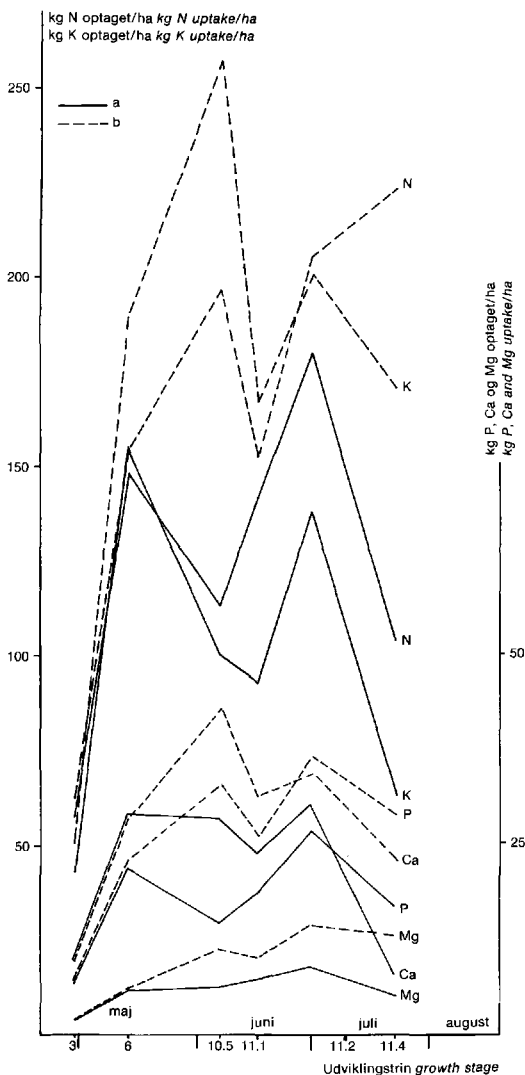


Fig. 4a: Næringsstofoptagelse i vinterbyg 1980.  
Nutrient uptake of winter barley 1980.

### N-optagelse

#### VINTERBYG

Optagelsesraten var høj (ca. 6 kg N/dag/ha) indtil vækststadium 7 i led a og indtil vækststadium 10.5 i led b. I led a skete der et nettotab fra stadium 7 og fra stadium 10.5 i led b, begge forårsaget af tab af sideskud og bladmasse. I led a som følge af langvarig tørke, og i led b som følge af lejesæd. Dette tab efterfulgtes af øget N-optagelse, da der udvikledes grønskud i begge led.

Det skal dog bemærkes, at N-optagelsen i 1980 var ekstrem stor, da forfrugten var ærter til nedpløjning. Dette fremgår ved sammenligning af tallene i tabel 2 med fig. 4a.

#### VÅRBYG

Optagelsesraten i strækningsfasen var meget høj (6–9 kg N/dag/ha) i 1978. Efter skridning skete der ikke yderligere nettooptagelse af N (fig. 4b).

### K-optagelse

#### VINTERBYG

Optagelsesraten var høj (ca. 10 kg K/dag/ha) i stadium 3–7, og faldt lidt i stadium 7–10.5 i led b. I led a var raten omtrent den samme i stadium 3–7 som i led b, mens der skete et nettotab i stadium 7–10.5. Ved høst var den tilbageblevne mængde K ca. dobbelt så stor i led b som i led a.

#### VÅRBYG

Optagelsesraten var på ca. 6 kg K/dag/ha i begge led i stadium 3–6. I stadium 6–10.5 var raten lidt lavere i led b og med et nettotab i led a. Den største mængde kalium var tilstede i planterne ved skridning i det vandede led.

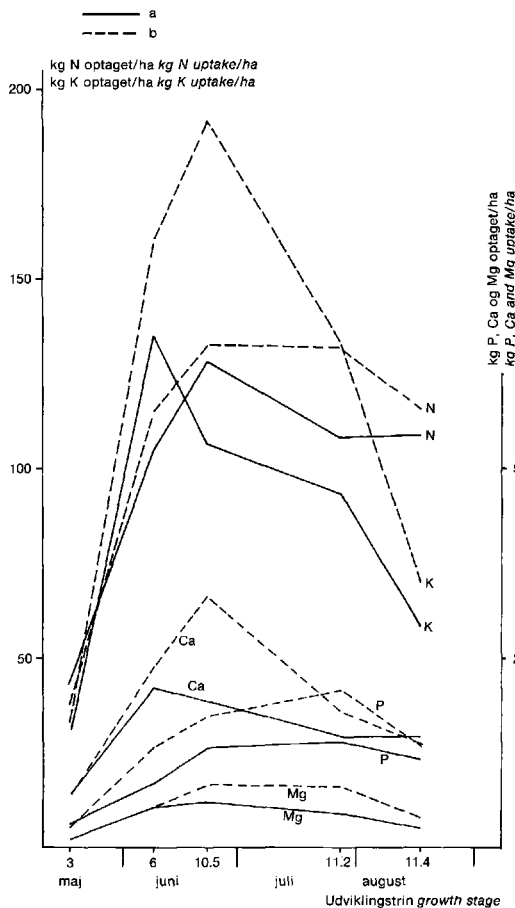


Fig. 4b: Næringsstofoptagelse i vårbyg 1978.  
Nutrient uptake of spring barley 1978.

### P-optagelse

#### VINTERBYG

Forløbet i fosforoptyagelsen fremgår af fig. 4a. I stadium 6–10.5 i uvandet og i 10.5–11.1 i vandet skete der et tab af fosfor, henholdsvis forårsaget af vandmangel og lejesæd. Tørken i strækningsfasen bevirkede, at P-optagelsen i det uvandede led kun blev ca. halvt så stor som i det vandede led.

#### VÅRBYG

Fosforoptyagelsen forløb meget jævnt i 1978, dog altid med lidt større optagne mængder i led b end i led a. Ved modenhed var den optagne mængde P omtrent ens, da der skete et tab af P fra led b, samtidig med at grønskud optog ekstra P i led a og kompenserede for tørketabet.

### Ca-optagelse

#### VINTERBYG

Der blev fundet 10–20 kg Ca/ha ved høst i afgrøden, men den største mængde blev fundet i perioden omkring stadiene 10.5–11.1 (30–40 kg Ca/ha). For Ca blev de samme tendenser observeret som for N og P, og der blev optaget ca. 3 gange mere Ca i led b end i led a.

#### VÅRBYG

Der blev fundet 10–15 kg Ca/ha ved høst, med et tydeligt maksimum omkring skridning (20–45 kg Ca/ha). Efter vækststadium 6 indtraf der et nettotab af Ca i det uvandede led, mens det først indtraf omkring skridning i det vandede led. Mængden ved høst var ens i de to led.

### Mg-optagelse

Magnesium var det af de undersøgte næringsstoffer, der blev optaget i mindst mængde.

#### VINTERBYG

Der var et tydeligt udslag for vanding efter stadium 7, og den opståede forskel bestod resten af vækstperioden.

Tabel 3: Indholdet af næringsstoffer i kernen i % af de optagne mængder i kerne + halm (ved modenhed). Gennemsnit for perioden 1977–80. Vinterbyg b-1978 og vårbyg 1980 undtaget

*The amount of nutrients found in the grains in per cent of the total amount of nutrients found of maturity. Average of the period 1977–80. Winter barley b-1978 and spring barley 1980 excluded*

	a	b	c
<b>Vinterbyg</b>			
<i>Winter barley</i>			
N	69	76	76
P	70	79	79
K	22	21	24
Ca	13	14	13
Mg	59	63	64
<b>Vårbyg</b>			
<i>Spring barley</i>			
N	66	76	69
P	70	79	73
K	25	31	28
Ca	11	12	11
Mg	58	63	64



## VÅRBYG

Der fandtes samme forhold i vårbyg som i vinterbyg, idet den opståede forskel ved stadium 10.5 holdt sig frem til modenhed.

### Fordeling af næringsstoffer i planten

Af tabel 3 ses, at der var stor forskel på fordelingen af næringsstofferne i planten ved høst. Der var ingen forskel mellem vinter- og vårbyg. Næringsstofferne N, P og Mg fandtes overvejende i kerner, mens K og Ca i højere grad fandtes i strå og blade.

Tabel 3 viser også, at vanding bevirkede, at en større del af de optagne næringsstoffer fandtes i kernen.

### Kerne- og halmudbytter

I tabel 4 er vist kerne- og halmudbytter.

#### Vinterbyg

1977

Tabel 4 viser et stort merudbytte for vanding og et højt udbytte i uvandet. Vandingerne fordeling på vækstfaser ses i tabel 1b. Vanding resulterede i en stigning i kornvægt på 29% i led b og 31% i led c (tabel 5). Merudbyttet i kerne var 48% i led b og 33% i led c. Hele udbyttestigningen i led c kan derfor forklares af stigningen i kornvægt. Halmudbytterne viser kun 3% stigning i led c mod 25% i led b.

1978

Led b er udeladt, da instrumentfejl medførte, at der blev vandet på forkerte tidspunkter, med lavere udbytte i led b end i led c til følge. I led c steg kornvægten med 19%, mens kerneudbyttet steg med 32%. Halmudbyttet steg med 49%.

1979

Udbytteneiveauet var højt i uvandet, og der var kun usignifikante udslag for vanding (både kerne og halm). Kornvægten var ligeledes upåvirket af vanding.

1980

Udbytteneiveauet i uvandet var lavt i 1980, og merudbyttet for vanding var meget stort i begge

**Tabel 4:** Udbytte i hkg/ha. Kerne og halm med 85% tørstof

*Yield in hkg/ha. Grain and straw containing 85% DM*

	a	b	c	LSD	Merudbytte for vanding yield increase for irrigation	
					b	c
<b>Kerne</b>						
<i>Grain</i>						
<i>Vinterbyg</i>						
<i>Winter barley</i>						
1977	47,4	70,0	62,3	7,4	22,6	14,9
1978	38,6	45,4	50,8	2,0	6,8	12,2
1979	66,4	69,5	64,4	8,4	3,1	-2,0
1980	36,1	75,9	70,5	6,9	39,8	34,4
Gns.						
1977-80	47,0	65,2	62,0	8,1	18,2	15,0
<b>Vårbyg</b>						
<i>Spring barley</i>						
1977	37,1	52,2	42,4	8,5	15,1	5,3
1978	27,9	54,3	40,9	5,0	26,4	13,0
1979	38,3	59,5	55,4	2,0	21,2	17,1
1980	40,3	37,7	42,8	3,7	-2,6	2,5
Gns.						
1977-79	34,4	55,3	46,2	4,4	20,9	11,8
<b>Halm</b>						
<i>Straw</i>						
<i>Vinterbyg</i>						
<i>Winter barley</i>						
1977	57,2	71,5	59,0	12,0	14,3	1,8
1978	26,3	41,3	39,2	7,3	15,0	12,9
1979	60,8	60,4	58,4	6,9	-2,4	-6,9
1980	66,1	83,4	73,7	6,1	17,3	7,6
Gns.						
1977-80	52,6	64,2	57,6	4,7	11,6	5,0
<b>Vårbyg</b>						
<i>Spring barley</i>						
1977	35,5	50,6	45,7	14,1	15,1	10,2
1978	42,0	49,0	50,4	9,2	7,0	8,4
1979	51,7	61,9	62,2	6,7	10,2	10,5
1980	48,5	59,4	61,2	11,5	10,9	12,7
Gns.						
1977-79	43,1	53,8	52,8	4,5	10,7	9,7

led (110% kerne i led b og 95% i led c). Halmudbyttet steg med 26% i led b og 12% i led c. Kornvægten var ca. 24% højere i led b og ca. 26% højere i led c end i led a.

Gennemsnitsværdier: Merudbytter af kerne for vanding er signifikant på 0,1% niveauet. Merudbyttet af halm var netop signifikant på 5% niveauet.

**Tabel 5:** Kornvægt i vinter- og vårbyg. Tallene i led a er g/1000 kerner, tallene i b og c er procentvise stigning i forhold til a

*Grain weight in winter and spring barley. Numbers in a are g/1000 kernels. Numbers in b and c are increase in per cent of a*

	a	b	c
<b>Vinterbyg</b>			
<i>Winter barley</i>			
1977	28,1	+29	+31
1978	36,1	-	+19
1979	52,5	0	0
1980	45,0	+24	+26
<b>Vårbyg</b>			
<i>Spring barley</i>			
1977	43,5	- 16	- 11
1978	32,9	+12	+ 1
1979	31,3	+28	+34
1980	24,8	-	-

#### Vårbyg

1977

Merudbyttet for vanding var lille og kun signifikant i led b. Kornvægten var størst i led a, trods vanding midt i juli. Halmudbyttet steg med 43% i led b og 29% i led c.

1978

Udslaget for vanding var meget stort, med lavt udbytte i uvandet. Merudbyttet i kerne var i led b på 95% og i led c på 47%. Kornvægten steg i led b med 12% og i led c med 1%. Halmudbyttet steg med 20% i både led b og c.

1979

Merudbyttet for vanding var stort (55% kerne i led b og 45% i led c). Kornvægten blev stærkt påvirket af vanding i både led b (+29%) og c (+34%). Halmudbyttet steg med ca. 20% i både led b og c.

1980

Meget svær lejesæd, delvis fremkaldt af store nedbørsmængder og delvis af for rigelig N-forsyning (forfrugt – ærter til nedpløjning) medførte, at dette års resultater måtte kasseres.

Gennemsnitsværdier: Merudbyttet for vanding i vårbyg var i led b 20,9 hkg/ha og 11,8 hkg/ha i led c. I vårbyg syntes der at være større udslag for hyppig vanding (led b), end i vinterbyg. Merudbyttet for vanding var signifikant på 0,1% niveauet.

#### Kerneproduktion efter vanding

Af tabel 6 ses den producerede mængde kernetørstof/mm vandingsvand. Det ses, at der var tale om store variationer i nyttevirkningen af det tilførte vandingsvand, og at det især var år med længere tørkeperioder i strækningsfasen og/eller den tidlige modningsfase, der viste store positive udslag.

**Tabel 6:** Vandings indflydelse på kerneproduktion, angivet som merudbytte (kg/ha) kernetørstof/mm vandingsvand tilført

*The influence of irrigation on grain development, presented as extra grain dry-matter produced/mm irrigation water applied*

	Vinterbyg		Vårbyg	
	<i>Winter barley</i> b	c	<i>Spring barley</i> b	c
1977	20	17	13	6
1978	-	14	28	15
1979	3	-2	30	18
1980	30	34	-	-
Gns.	18	16	24	13

#### Diskussion

##### Tørstofproduktion og næringsstoffoptagelse

Day et al. (1978) fandt, at tørke påvirkede alle kerneudbyttekomponenterne med op til 25% forskel mellem vandede og uvandede led. I dette forsøg sås i flere tilfælde stigninger i kornvægt på over 25% efter vanding.

Antal kerner/aks var stærkest påvirkeligt i buskningsfasen ifølge Day et al. (1978), og antal

aks/arealenhed i strækningssfasen, da nogle aksbærende sideskud gik til grunde. Dette var dog i strid med *Dragland* (1979) og *Lawlor et al.* (1981), som fandt aksantallet uændret og antal kerner/aks lavt ved tørke i strækningssfasen. De fandt ligesom *Jørgensen* (1980) og *Overgaard Mogensen* (1980), at strækningssfasen var den mest tørkefølsomme fase. Tørke efter skridning resulterede i et fald i indlejringshastighed, og dermed lavere kornvægt (*Day et al.*, 1978; *Dragland*, 1979; *Jørgensen*, 1980; *Overgaard Mogensen*, 1980; *Lawlor et al.*, 1981). *Jørgensen* (1980) fandt dog, at kraftig tørke i strækningssfasen påvirkede kornvægten kraftigst, men udslagene var små og næppe helt entydige.

Strækningssfasen var den fase, hvor der fandtes udslag for vanding (fig. 1a og 1b). Om planterne i denne fase var mere tørkefølsomme end i andre faser, kunne ikke afgøres ud fra resultaterne i fig. 1a og 1b. Fig. 2a og 2b viser, at i år med tørke i strækningssfasen var der samtidig store positive udslag i tørstofproduktion for vanding (vinterbyg 1980, vårbyg 1978). Tallene fra enkeltår skal dog tages med store forbehold, da der ikke var gentagelse på materialet.

Fig. 2a og 2b viser, at trods tørke i strækningssfasen var der dog altid for fasen som gennemsnit en positiv tørstofproduktion. I modsætning hertil sås, at der skete et nettotab af næringsstoffer efter tørke, forårsaget af tabet af sideskud og blade (fig. 4a).

Den større positive effekt af vanding på optagelsen af P, K og Mg end på optagelsen af N og Ca, som blev fundet her, er i overensstemmelse med *Viets* (1972), som angiver, at »mass flow« til rødderne var den vigtigste transportmåde for N, Ca og Mg, men ikke for P og K. Ved faldende jordvandspotential vil koncentrationen i jordvæsken stige, og optagelsen vil derfor ikke hæmmes i forhold til faldet i potentialet. Fosforationen, der ikke adsorberes af betydning, men danner tungtopløselige forbindelser og kaliumionen, der overvejende bliver fastlagt i lerminerallerne vil derimod falde stærkt i koncentration i jordvæsken ved faldende jordvandspotential. *Viets* (1972) angiver et fald på 8 gange for et fald i jordvandsvolumen på 2 gange. Samme forfatter skriver, at

N-koncentrationen stiger, K-koncentrationen falder, og P, Ca og Mg varierer ved tørke. I dette forsøg var koncentrationen i planterne i det uvandede led omtrent uændret for P, K og Mg i vinterbyg (falder med ca. samme procentdel som tørstofproduktionen), mens den steg for N og Ca (falder med lavere procentdel end tørstofproduktionen), set i forhold til det hyppigst vandede led. I vårbyg er overensstemmelsen med *Viets* (1972) ikke så god som i vinterbyg, men de samme tendenser afspejles dog.

#### *Kerne- og halmudbytter*

##### Vinterbyg

Årene 1977 og 1980 gav store merudbytter for vanding, men der var stor forskel på hvilke udbyttekomponenter, der gav merudbyttet. I 1977 opstod der først vandingsbehov sent i strækningssfasen i led b, og stadium 10.5–11.2 i led c (tabel 1b, fig. 3a). Kornvægten blev forøget kraftigt i begge led (tabel 5).

Stigningen i led c svarede til et merudbytte på 14,7 hkg/ha, eller hele merudbyttet for vanding. Halmudbytterne viste dog, at led c har været hæmmet af tørke i perioden før skridning. I 1980 var hele strækningssfasen tør (tabel 1a, fig. 3b), og merudbyttet for vanding på størrelse med udbyttet i det uvandede led (tabel 4). Det ses af tabel 5, at kornvægten steg med 24% og 26% trods en særdeles fugtig modningsfase, men vandunderskuddet i uvandet var meget højt indtil en uge efter skridning. Denne periode må være den væsentligste årsag til stigningen i kornvægt efter vanding. Trods stigningen var det dog vandingerne i strækningssfasen, som begyndte allerede i stadium 3–6, der gav anledning til den største del af udbyttestigningen (tabel 1b). Merudbyttet af halm i led c var kun ca. halvdelen af merudbyttet i led b.

I 1978 og 1979 var der mindre merudbytter for vanding, og trods 3 vandinger efter skridning i 1979 i led b og 2 i led c (tabel 1b, fig. 3a), blev der ikke opnået signifikante merudbytter eller stigning i kornvægt. Hvis der sammenlignes med et år med en tør periode efter skridning, som f.eks. 1977, hvor der var et stort udslag for de sene

vandinger, ses, at vandunderskuddet ved skridning var ca. 40 mm i 1977, og ca. 27 mm i 1979. I 1979 faldt der en del nedbør i stadium 10.5–11.1, og vandunderskuddet steg ikke yderligere. I 1977 derimod gik der ca. en uge ind i stadium 10.5–11.2, før der faldt nedbør, og vandunderskuddet steg til ca. 45 mm. Vandning 10 dage efter skridning i 1977 i led c, var tilstrækkeligt til at sikre en høj kornvægt, og da det var den første vandning, har led c fulgt det uvandede led indtil da. I 1980 blev der vandet 2. gang kort før stadium 10.5 i led c. Vandunderskuddet i 1980 var efter skridning maksimalt 34 mm, uden at det resulterede i lavere kornvægt.

### Vårbyg

I årene 1978 og 1979 var merudbytte for vandning store, men forskelligt sammensat. Merudbyttet i 1978 opstod overvejende som følge af tørke i strækningsfasen, og der blev kun vandet her (tabel 1b, fig. 3c). Kornvægten var kun lidt påvirket af vandning (tabel 5). I 1979 opstod der først vandingsbehov i sidste del af strækningsfasen for både led b og c. Perioden indtil 14 dage efter skridning var tør, og der blev vandet i både led b og c før gulmodenhed. Kornvægten steg meget stærkt efter vandning (28% i led b og 34% i c). Merudbyttet i 1979 bestod i høj grad af stigningen i kornvægt, og et kortvarigt underskud på ca. 46 mm i led c har tilsyneladende ikke hæmmet kerneindlejringen. Kun i 1977 var halmudbyttet i led c forskelligt fra og lavere end led b. Dette skyldtes antagelig, at i stadium 3–6 var det tørt i 1977, hvorved der udløstes en vandning i led b, mens vandning i led c først udløstes kort før stadium 10.5. I den mellemliggende periode har underskuddet ligget konstant omkring 40 mm, hvilket har hæmmet halmproduktionen.

Ved skridning var der ca. 50 mm underskud i begge år, men i 1978 reduceredes det til ca. 20 mm i løbet af 6 dage efter nedbør, mens det vedblev at stige i 1979 (fig. 3c og 3d). Indlejringen blev derfor ikke hæmmet af tørke i det uvandede led i 1978, mens tørke hæmmede indlejringen i det uvandede led i 1979, og vandning havde en kraftig stimulerende effekt på kornvægten. I 1979 bemærkes det, at der ikke var forskel i tørstofproduktionen ifølge

afgrødeanalyserne, mens der var store forskelle mellem høstresultaterne fra vandede og uvandede led. Da resultaterne fra kerne-halm udbytter bygger på gentagelser, var det naturligt at lægge mest vægt på disse.

Af tabel 1a og 1b ses, at vinterbyg i forsøgsperioden modtog ca. 70 mm nedbør mindre end vårbyg, mens der blev vandet med hhv. 70 mm mere i led b og 52 mm mere i led c i vinterbyg. Det samlede vandforbrug var fra vækststadium 3 til høst omtrent ens, vinterbyg forbrugte blot vand på et tidligere tidspunkt, som det ses af fig. 3a–3d, og modtog en større del af den samlede vandmængde fra vandingsvand.

Halmudbytterne steg i både vinter- og vårbyg signifikant, men ikke i forhold til forøgelsen i kerneudbytte, dvs. kerneandelen øges ved vandning.

### Konklusion

Udbyttet af vinterbyg (kerne, halm og næringsstoffer) lå under uvandede forhold over vårbyg, med undtagelse af 1980, hvor vinterbyg skadedes mere af tørke end vårbyg. Tørstofproduktion og næringsstofoptagelse viste sig at være mest tørkefølsom i strækningsfasen.

Under vandede forhold ydede vinterbyg også mest. Kerneudbyttet steg mest efter vandning ved 27 mm vandunderskud i begge afgrøder, men kun i vårbyg var stigningen signifikant større end stigningen efter vandning ved et underskud på 42 mm. Resultaterne viste store merudbytter i år, hvor strækningsfasen og/eller den tidlige modningsfase var tør.

Vandning ved 42 mm underskud i perioden fra skridning til gulmodenhed har samme effekt på kornvægten, som vandning ved 27 mm underskud. Det vil derfor sige, at vandning efter skridning sandsynligvis kan ske ved et underskud på 42 mm, i stedet for 27 mm. I mange år vil det være en arbejdsmæssig fordel at vande til markkapacitet ved afsluttet skridning, da der kun i få år vil opstå et vandunderskud på 42 mm efter opvandning ved skridning. Efter gulmodenhed er vandning uden effekt på udbyttet.

De største merudbytter for vandning blev fundet i forskellige år i vinter- og vårbyg. En spredning af

bygavlen inden for en ejendom på vinter- og vårbyg vil derfor kunne give en mindre variation i vandingsbehov mellem år, og en stabilisering af totaludbyttet på ejendommen.

#### Litteratur

Day, W., Legg, B. J., French, B. K., Johnston, A. E., Lawlor, D. W. & Jeffers, W. De C. (1978): A drought experiment using mobile shelters: The effect of drought on barley yield, water use and nutrient uptake. *J. agric. Sci.* 91, 599-623.

Dragland, S. (1979): Vatning til bygg og hvete. *Norsk Landbruk* 12, 8.

Jørgensen, V. (1980): Vandingsfrekvensens indflydelse på udbytte og vandforbrug i byg. *Tidsskr. Planteavl* 84, 335-41.

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.* 96, 167-86.

Mogensen, V. Overgaard (1980): Drought sensitivity at various growth stages of barley in relation to relative evapotranspiration and water stress. *Agronomy J.* 72, 1033-38.

Myhr, E. (1970): Virkninger av tørkeperioder til ulik tid i poteter, bygg og eng. *Meldinger Norges Landbrukshøgsk.* 49, 33, 1-11.

Viets, F. G. Jr. (1972): Water deficits and nutrient availability. I: Water deficits and plant growth. *Kozłowski* (ed.): Plant responses and control of water balance. Vol. III, 217-239. Academic Press.

Manuskript modtaget den 20. april 1983.