

Udtørring i forskellige vækstfaser i ærter Vækstforløb, næringsstofoptagelse og udbytte

Drought in different growth phases in peas. Growth, nutrient uptake and yield

UFFE JØRGENSEN

Resumé

Markærter blev udtørret i veldefinerede vækstfaser indtil ca. 90 pct. af den plantetilgængelige vandmængde var brugt. Forsøget blev gennemført i et karforsøgsanlæg. Vandfaktoren var under fuldstændig kontrol, idet forsøgsarealet automatisk overdækkedes af et tag ved nedbør. Herved kunne ikke blot effekten af tørke bestemmes, men også effekten af øvrige klimaforhold i de tre forsøgsår, 1986-88.

Blomstringen var den entydigt mest tørkefølsomme fase i ærternes vækst. Specielt medførte udtørring i begyndelsen af blomstringen stor ud-

byttenedgang. Udbyttet reduceredes alene som følge af et mindsket bælgantal, mens antal ærter pr. bælg og frøvægt var uændret. Halmudbyttet var mest følsomt for tidlig tørke. Vandudnyttelsen steg svagt efter de udtørringer, der kun havde ringe udbytteeffekt. Kun tørke i første del af ærternes blomstring medførte markant dårligere vandudnyttelse.

Det procentuelle K-indhold steg efter udtørring, mens det procentuelle indhold af N og P ikke var nævneværdig påvirket. Ærteudbyttet var størst i 1986, hvor globalstrålingen var stor under bælgfyldningen.

Nøgleord: Vanding, ærter, vækstfaser, klima, udbyttekomponenter, næringsstofoptagelse.

Summary

Irrigation was withheld from field peas in well defined growth phases until about 90% of the plant available water was used. The experiment was conducted in containers. Application of water was under full control as a shelter automatically covered the experimental area in case of rain.

Flowering was the unambiguously most drought sensitive phase; especially drought at the beginning of flowering caused heavy yield loss. Yield was reduced due to fewer pods, while the number of peas per pod and seed weight were un-

affected. Straw yield was most sensitive to early drought. The water use efficiency improved slightly after those drought treatments which only affected yield marginally. Only drought at the beginning of flowering caused a pronounced reduction in water use efficiency.

The percentage content of potassium increased as an effect of drought, while the content of nitrogen and phosphate expressed in percentages showed no appreciable change after drought. Pea yield was largest in 1986 after a podfilling phase with high global radiation.

Key words: Irrigation, peas, growth phases, climate, yield components, nutrient uptake.

Indledning

Viden om landbrugsafgrøders tørkefølsomhed i forskellige vækstfaser er nødvendig for at kunne give vejledning om udbytteoptimerende og ressourcebesparende vandingspraksis. Denne viden er desuden vigtig ved prioritering mellem afgrøder i perioder, hvor vandingskapaciteten er begrænsende.

Tidligere danske vandingsforsøg med ærter til modenhed (1, 5, 10) er udført under markforhold, hvor de enkelte års nedbørsforhold har afgørende indflydelse på forsøgsbehandlingene. Derfor udførtes fra 1986-88 nærværende undersøgelse i et forsøgsanlæg, der ved nedbør automatisk overkkes af et selvkørende tag.

Forsøgets formål var at undersøge effekten af veldefinerede udtørninger i nøje afgrænsede vækstfaser på markærter vækstforløb, udbyttestruktur og næringsstofoptagelse samt at belyse vekselvirkningen mellem udtørring og det aktuelle klima. I forsøget blev endvidere målt plante-fysiologiske reaktioner på tørke (8).

Materialer og metoder

Forsøget blev udført i et karforsøgsanlæg med forsøgsenheder á 0,0755 m². Der blev gennemført tre års dyrkning af ærter (Bodil) efter følgende forsøgsplan:

Forsøgsled Udtørningsfaser *drought phases*
Treatment

- 1 Fuldt vandet, *fully irrigated*
- 2 Vegetativ fase, *vegetative phase*
- 3 1. del af blomstring, *1st part of flowering*
- 4 2. del af blomstring, *2nd part of flowering*
- 5 Bælgfyldning, *podfilling*
- 6 Modning, *ripening*

- 7 Vegetativ + 1. del af blomstring, *vegetative + 1st part of flowering*
- 8 Vegetativ + 2. del af blomstring, *vegetative + 2nd part of flowering*
- 9 Vegetativ + bælgfyldning, *vegetative + podfilling*

I fuldt vandede forsøgsled oversteg jordvandsdeficit aldrig 25 mm, mens deficit ved udtørring steg til ca. 40 mm, svarende til at ca. 90 pct. af den plantetilgængelige vandmængde i karrene var opbrugt (7). Forsøgsled 2-6 blev påført én udtørring, mens led 7-9 blev påført to udtørninger med en mellemliggende opvanding. Tidspunkter for de enkelte udtørningsbehandlinger fremgår af tabel 1. Følgende forsøgsled udgik på grund af for kort starttidspunkt for udtørningsbehandlingerne: Led 6, 1986 samt led 5 og 9, 1988.

Jord, vandingsstyring og metodik ved prøveudtagning i karforsøgsanlægget er beskrevet tidligere for et tilsvarende vandingsforsøg i byg (7). Heri findes også en tabel over klimaforholdene gennem forsøgsperioden. Ved såning (tilstræbt planteantal: 100 pr. m²) blev ærterne grundgødet med P, K og Mg i form af 900 kg (0-4-21) og 300 kg kieserit pr. ha. Mikronæringsstoffer blev vandet ud i form af en Hornumblanding.

Høstindeks blev beregnet som frøudbytte/(frø+halmudbytte). Frø pr. bælg beregnedes som frøudbytte/(frøvægt × bælgantal). Alle udbyttetotal er angivet ved 100 pct. tørstof.

Resultater

Vækstforløb

Fuldt vandede ærter viste stor variation i vækstforløb mellem de tre forsøgsår (fig. 1). Den varme sommer i 1986 medførte den største produktion.

Tabel 1. Tidspunkter for udtørring (jordvandsdeficit > 25 mm).
Periods of drought (soil water deficit > 25 mm).

	Vækstfase (forsøgsled) <i>Growth phase (treatments)</i>				
	Vegetativ (2+7+8+9) <i>Vegetative</i>	1. del af blomstring (3+7) <i>1st part of flowering</i>	2. del af blomstring (4+8) <i>2nd part of flowering</i>	Bælgfyldning (5+9) <i>Podfilling</i>	Modning (6) <i>Ripening</i>
1986	20/5-30/5	16/6-19/6	23/6-26/6	4/7- 8/7	—
1987	19/5- 1/6	23/6-30/6	6/7- 9/7	9/7-13/7	24/7- 3/8
1988	20/5-27/5	11/6-15/6	17/6-20/6	—	13/7-18/7

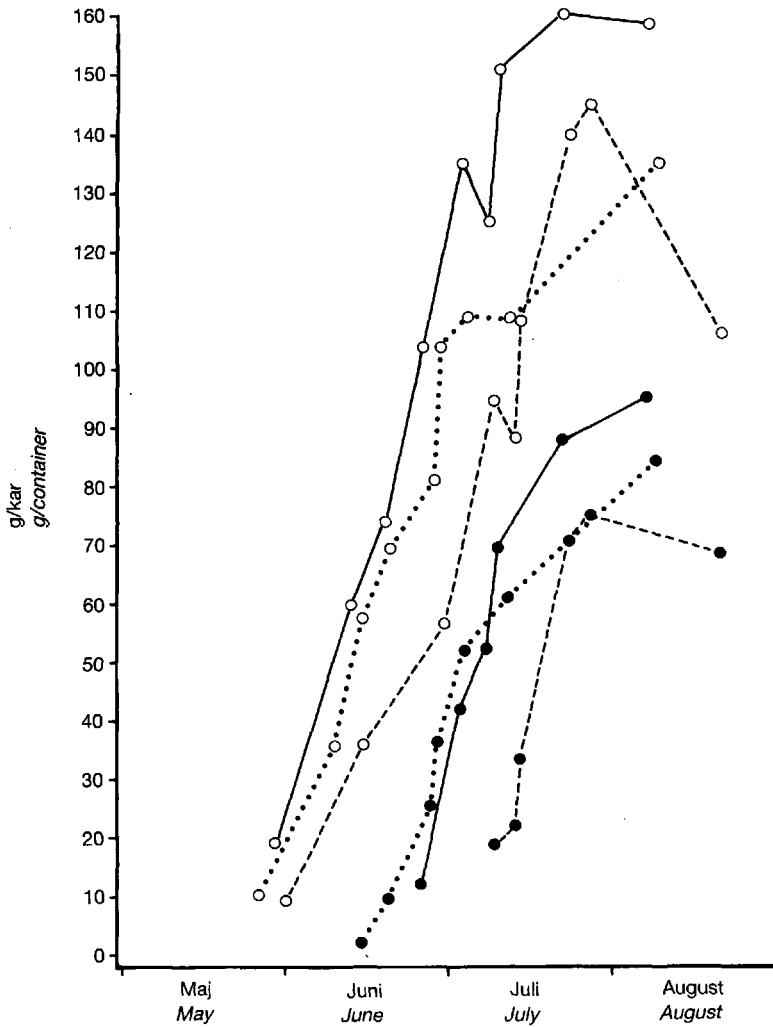


Fig. 1. Tørstofakkumulation i fuldt vandede ærter.
Accumulation of dry matter in fully irrigated peas.
 — 1986 ○ toptørstof, above-ground dry matter
 - - - 1987 ● bælgørstof, pod dry matter
 1988

Prøver udtaget i løbet af vækstsæsonen danner baggrund for fig. 2, som for et enkelt år (1986) viser, hvilken effekt udtørringerne har haft på akkumulering af tørstof. Det fremgår, at forskellen mellem fuldt vandet og udtørrede forsøgsled i akkumuleret tørstof ved tørkeperiodernes slutning holdt sig også efter 14 dage med optimal vandforsyning, og forskellen var endnu større ved høst.

Udbytte

Første del af blomstringen var tydeligvis den mest tørkefølsomme fase. Ærteudbyttet var alle år mindst i forsøgsled 3 og 7 (fig. 3).

Også udtørring i 2. del af blomstringen samt de dobbelte udtørringer i forsøgsled 8 og 9 medførte udbyttenedgang, mens udtørring i den vegetative fase, i bælgfyldningsfasen eller i modningsfasen ikke havde nogen effekt på udbyttet.

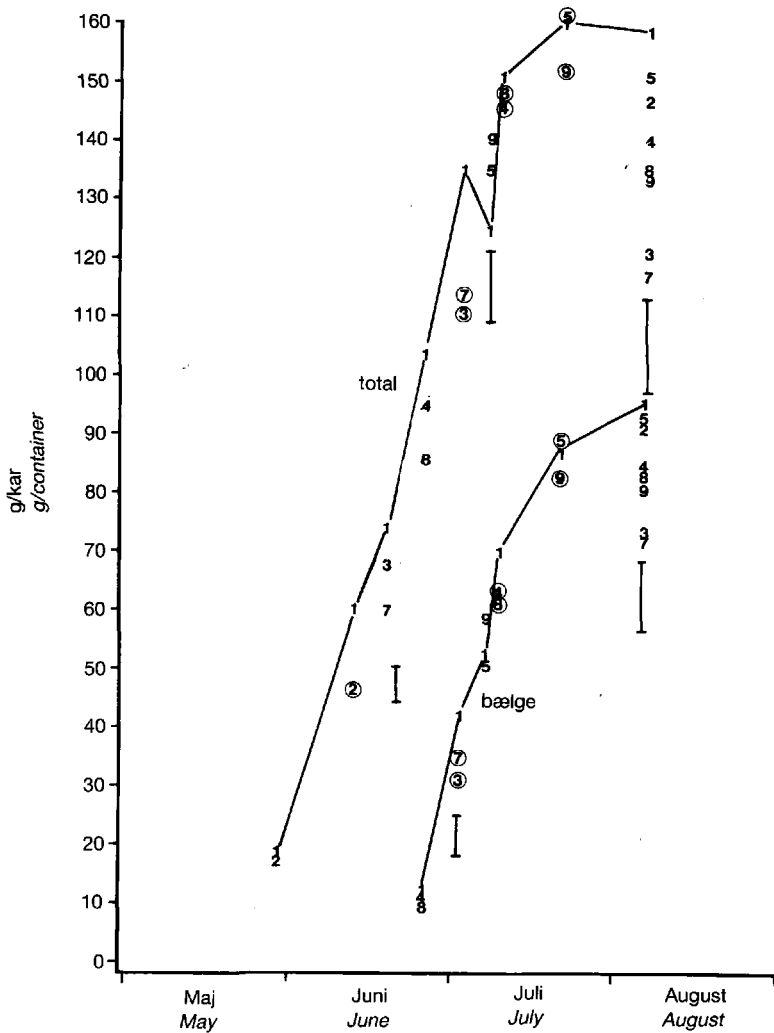


Fig. 2. Akkumulation af bælg tørstof og total toptørstof i fuldt vandet (optrukket linie) og udtørrede forsøgsled, 1986. Prøver er taget ved udtørringens afslutning, 14 dage senere (indcirklede symboler) samt ved høst. LSD_{95} er vist på prøvedatoer, hvor der var signifikant behandlingseffekt.

Accumulation of dry matter in pods and total top dry matter in fully irrigated (fulldrawn line) and droughted treatments, 1986. Samples were taken at maximum drought, 14 days after rewatering (encircled symbols) and at harvest. LSD_{95} is shown on dates where significant treatment effect was found.

For halmudbyttet tegnede billedet sig stort set som for ærteudbyttet. Dog fandtes også en nedgang i halmudbyttet efter udtørring i den vegetative fase, forsøgsled 2, der således fik et højt høstindeks. I forsøgsled 7 var høstindekset også højt, men her var ærteudbyttet samtidig reduceret.

Udbytteforskellene skyldes primært en ændring i bælgantallet, som det ses meget markant for led 3 og 7. Ærteantallet pr. bælg viste ingen signifikante forskelle, men der var tendens til et øget antal efter udtørring, hvilket formodentlig skyldes, at det var de mindste bælg med færrest

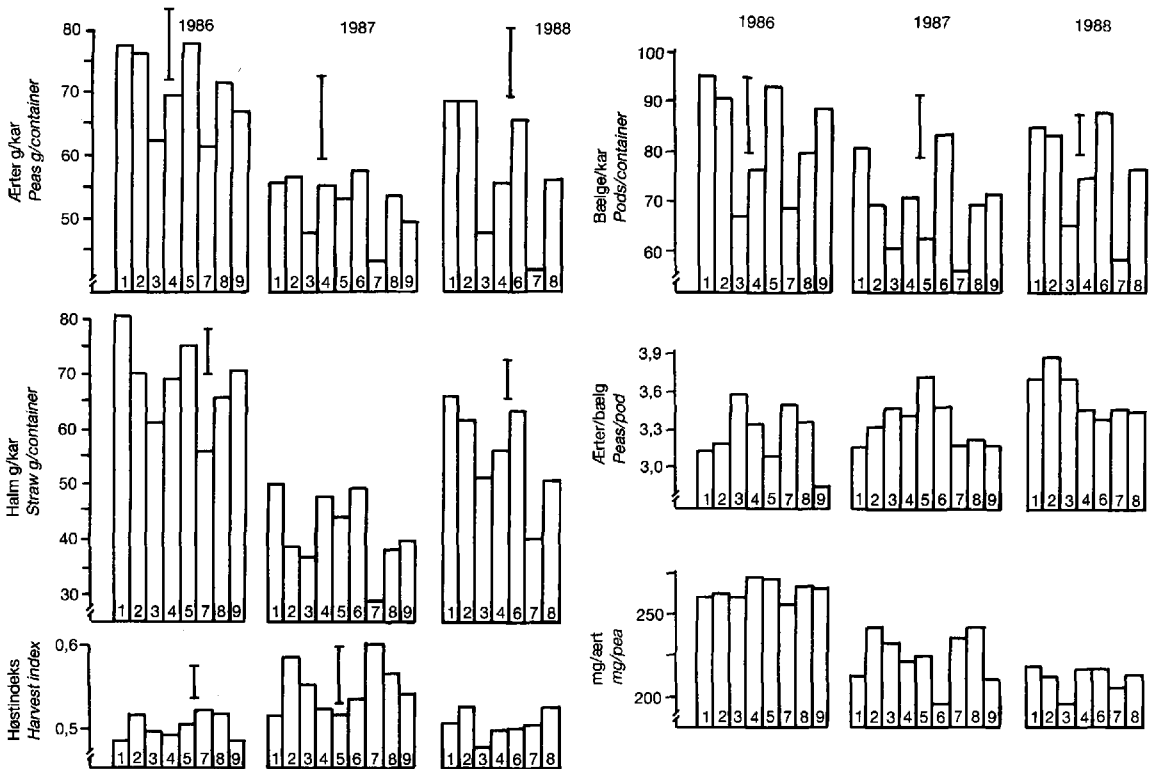


Fig. 3. Udbytteparametre for ærter. LSD_{05} er angivet, hvor der var signifikant behandlingseffekt. Udtørningsfaser: 2: Veg. 3: 1. bl. 4: 2. bl. 5: Bælg. 6: Modn. 7: Veg. + 1. bl. 8: Veg. + 2. bl. 9: Veg. + bælg. Yield parameters for peas. LSD_{05} is shown where significant treatment effect was found. Drought phases: 2: Veg. 3: 1st fl. 4: 2nd fl. 5: pod. 6: Rip. 7: Veg. + 1st fl. 8: Veg. + 2nd fl. 9: Veg. + pod.

ærter, der kastedes ved udtørring. Heller ikke for frøvægten blev der fundet signifikante forskelle mellem forsøgsled.

Det fremgår, at det høje udbyttensniveau i 1986 hang sammen med dels et højt bælgantal, dels en stor frøvægt.

Udtørring i to vækstfaser forårsagede for led 7 og 9 en tendens til ekstra nedgang i ærteudbyttet i forhold til én udtørring (led 3 og 5), mens udbyttet i forsøgsled 8 ikke var lavere end i led 4. Halmudbyttet blev dog i alle tilfælde yderligere reduceret som følge af den 1. udtørring i den vegetative fase.

En statistisk analyse for effekten af potentiel fordampning de sidste to dage af udtørringen viste ikke, som det var tilfældet for byg (7), nogen sammenhæng med udbyttet.

Vandudnyttelse

Vandudnyttelsen både for frøtørstof og totaltørstof var alle år reduceret (dog kun signifikant i 1988) efter udtørring i første del af blomstringen, forsøgsled 3 og 7 (fig. 4). Udtørring i de øvrige faser gav varierende og til tider øget vandudnyttelse.

Udtørring i den vegetative fase medførte mindre totalproduktion af tørstof pr. mm vand, mens der var tendens til en øget vandudnyttelse for frøudbyttet. Den varme sommer 1986 medførte ud over et stort udbytte også en meget stor fordampning, hvorved vandudnyttelsen blev lavest dette år.

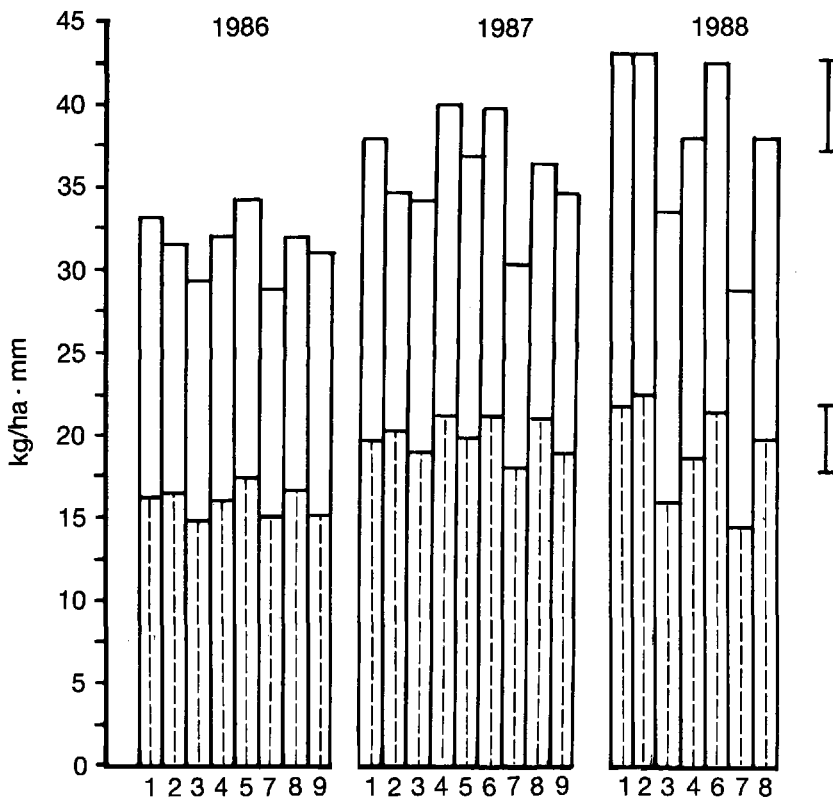


Fig. 4. Vandudnyttelse for frøtørstof (skraveret) og totaltørstof. LSD_{95} er angivet, hvor der var signifikant behandlingseffekt. Udtørningsfaser: 2: Veg. 3: 1. bl. 4: 2. bl. 5: Bælg. 6: Modn. 7: Veg. + 1. bl. 8: Veg. + 2. bl. 9: Veg. + bælg.

Water use efficiency for seed dry matter (hatched) and total dry matter. LSD_{95} is shown where significant treatment effect was found. Drought phases: 2: Veg. 3: 1st fl. 4: 2nd fl. 5: pod. 6: Rip. 7: Veg + 1st fl. 8: Veg. + 2nd fl. 9: Veg. + pod.

Næringsstofoptagelse

Da der kun blev fundet små forskelle i næringsstofindhold mellem de udtørrede forsøgsled, er i tabel 2 blot vist det gennemsnitlige indhold af næringsstoffer ved høst i udtørrede led. Der var en tendens til mindsket koncentration af N og P og en øget K-koncentration efter udtørring, men kun K-indholdet i bælgene var signifikant påvirket. En statistisk analyse med alle forsøgsled viste dog også signifikante forskelle for K-procenten i halm og ærter, idet specielt led 3, 7 og 8 viste forøgede værdier. Næringsstofindholdet i prøver ud-

taget ved afslutning af de enkelte udtørningsbehandling var noget variabelt, men viste i hovedtræk samme tendenser, som blev fundet ved høst (ikke vist).

Den totale optagelse af både N, K og P var signifikant lavest i udtørrede led, hvilket dermed også gjaldt for udnyttelsesgraden af den tilførte PK-gødning.

Det procentuelle indhold af næringsstoffer i bælgene (uden ærter) lå en anelse under indholdet i halmen, men langt fra niveauet for ærterne,

Tabel 2. Indhold ved høst af N, K og P i halm, bælle og ærter samt total optagelse i overjordiske plantedele i procent af gødningstilførslen. Gennemsnit af 1986-1988.

Content (per cent and mg/container) at harvest of N, K and P in straw (halm), pods (bælle) and peas (ærter) and also total uptake in above-ground plant material as a percentage of supplied fertilizer. Means of 1986-1988.

	Fuldt vandet <i>Fully irrigated</i>	Gns. af udtørrede led <i>Mean of droughted treatments</i>	LSD ₀₅
N pct. halm	1,52	1,46	n.s.
N pct. bælle	1,33	1,33	n.s.
N pct. ærter	3,94	3,93	n.s.
N i halm mg/kar	745	595	71
N i bælle mg/kar	193	159	20
N i ærter mg/kar	2614	2324	233
K pct. halm	2,13	2,24	n.s.
K pct. bælle	1,92	2,07	0,10
K pct. ærter	1,10	1,11	n.s.
K i halm mg/kar	1036	906	89
K i bælle mg/kar	291	259	22
K i ærter mg/kar	730	653	64
K-optagelse pct. af tilført	144	127	9
P pct. halm	0,12	0,11	n.s.
P pct. bælle	0,09	0,09	n.s.
P pct. ærter	0,41	0,40	n.s.
P i halm mg/kar	58	46	7
P i bælle mg/kar	13	10	2
P i ærter mg/kar	272	234	22
P-optagelse pct. af tilført	121	103	9

hvilket afspejler bællenes karakter af vegetative organer.

Det procentuelle indhold af K og P i ærterne var lavest i 1986 (tabel 3), hvor den store tørstofproduktion dog betød, at den totale næringsstof-

optagelse var større end i de to andre år (kun signifikant for K). Vækstbetingelserne i 1987 var ugunstige for tørstofproduktion, men åbenbart i mindre grad for N-fiksering, idet det procentuelle N-indhold blev størst dette år.

Tabel 3. Årsvariation i ærternes N, K og P indhold samt i næringsstoffernes totaloptagelse i overjordiske plantedele. Totaloptagelsen er for K og P anført som procent af gødningstilførslen. Gennemsnit af alle forsøgsled.

Yearly variation in the percentage content of N, K and P in peas and variation in total uptake in above-ground plant material. Total uptake is for K and P shown as a percentage of supplied fertilizer. Means of all treatments.

	1986	1987	1988	LSD ₀₅
N pct. ærter	3,94	4,08	3,78	0,12
K pct. ærter	1,05	1,11	1,15	0,03
P pct. ærter	0,38	0,41	0,43	0,01
N-optagelse g/kar	3,75	2,91	3,29	n.s.
K-optagelse pct. af tilført	150	114	143	7
P-optagelse pct. af tilført	128	91	118	n.s.

Diskussion

Vækstforløb og udbytte

Udbyttet af ærter til modenhed var i praktisk landbrug skuffende lavt i 1987 og 1988 (3), hvilket specielt i 1988 kom som en overraskelse for mange. Den varme og tørre forsommer 1988 og dermed et formodet svagt rodnet og lavt bælgantal har været angivet som forklaring (3). Men resultaterne fra det fuldt vandede led, der ikke skulle være hæmmet af et eventuelt svagt rodnet, viser, at bælgantallet næppe har været begrænsende for udbyttet i 1987 og 1988, idet ærterne i de ansatte bælge var mindre end i 1986 (se fig. 3).

Derimod er udbyttet af ærter meget afhængig af indstrålingen i den generative fase (9, 10). I perioden fra blomstring til vandforbruget stoppede, var globalstrålingen ca. 20 pct. lavere i 1987 og 1988 end i 1986 (tabel 4). I 1987 medførte det ekstremt fugtige vejr under modningen endvidere et tab af tørstof (se fig. 1) som følge af svampeangreb. Længden af den vegetative fase og indstrålingen i fasen (tabel 4) synes derimod ikke korreleret med udbyttet, hvilket er i overensstemmelse med *Meadley og Milbourn* (9).

Den kraftige tørkefølsomhed i blomstringsfaserne er fuldt i overensstemmelse med tidligere undersøgelser (1, 5, 11), men kun *Riley* (11) opdelt blomstringen i to faser, og han fandt stort set samme tørkefølsomhed i 1. og 2. halvdel af blomstringen. At vandudnyttelsen var specielt lav efter tørke i første del af blomstringen indicerer, at udbyttet ikke blot reduceredes som følge af mindsket fotosyntese i udtørningsperioden, men at der er sket specifikke tørkeskader på udbyttebestemmende parametre (2).

Udtørring i vegetativ fase, bælgfyldningsfasen og modningsfasen gav ikke signifikant effekt på frøudbyttet. Forsøgsjordens lave indhold af til-

gængeligt vand betød sammen med en stor evapotranspiration pr. arealenhed jord i karrene (6), at udtørningsforløbet blev kortvarigt, hvorved reduceret fotosyntese under tørken fik relativt lille betydning. Perioden med et jordvandspotential under -80 kPa i 20 cm's dybde var således ca. 5 dage, mens den strakte sig over 10-15 dage i *Riley's* undersøgelser (11). Han fandt da også en vis udbyttenedgang efter tørke uden for blomstringen, fx under bælgfyldningen, hvor ærte vægten blev let reduceret. Ellers er der enighed om, at tørke hovedsageligt reducerer udbyttet via bælgantallet (5, 10).

Udbyttenedgangen i procent af det fuldt vandede forsøgsled var alle år større efter tørke i 1. del af blomstringen end fundet i nogen fase ved udtørring af byg (7). Det bekræfter således *Andersen* (1), der fandt større tørkefølsomhedsfaktor i ærters blomstringsfase end i nogen af bygens vækstfaser.

Forskellen i akkumuleret tørstofmængde mellem udtørret og fuldt vandet forsøgsled øgedes fra afsluttet udtørring til høst. I gennemsnit af alle år og udtørringstidspunkter fandtes ved udtørringernes slutning en akkumuleret tørstofmængde svarende til 93,4 pct. af fuldt vandet. 14 dage senere udgjorde tørstofmængden i de udtørrede forsøgsled 89,4 pct. af mængden i det fuldt vandede led, mens den ved høst kun udgjorde 81,8 pct. Det tyder på, at parametre af betydning for den fortsatte stofproduktion er blevet irreversibelt påvirket af tørken, men forholdet kan også skyldes nabovirkning i de små kar (6), idet de fuldt vandede ærter blev højere og kan have skygget for de udtørrede ærter.

Halmudbyttet afhang meget af vandforsyningen i den vegetative fase og under blomstringen. Da ærteudbyttet hovedsagelig afhænger af stofproduktionen i den generative fase (9), kunne ærteudbyttet opretholdes efter tidlig tørke, selv om den totale stofproduktion mindskedes. En mindre halmmængde kan reducere problemerne med lejesød og svampeangreb, hvorfor vanding normalt ikke anbefales i ærter før henimod blomstring (5). Det skal dog bemærkes, at eventuelle effekter af forskelle i lejesædstilbøjelighed ikke har kunnet registreres ved den her anvendte forsøgsmetodik med meget små parceller.

Dyrkningsbetingelserne i karforsøgsanlægget var så vidt muligt tilnærmet betingelserne under markforhold (6). Der var dog et hurtigere udtørningsforløb i karrene, og man bør ikke kvantita-

Tabel 4. Længde (antal dage) af og summeret globalstråling (MJ/m^2) i vegetativ og generativ fase.

Duration (number of days) of and sum of global radiation (MJ/m^2) in the vegetative and generative phase.

	Vegetativ fase <i>Vegetative phase</i>		Generativ fase <i>Generative phase</i>	
	dage	MJ/m^2	dage	MJ/m^2
1986	45	739	50	1007
1987	55	786	58	850
1988	48	879	46	783

tivt overføre resultaterne til markforhold. Relative forskelle kan derimod forventes at være generelle.

Næringsstoffer

Bælgplanters N-forsyning sker primært ved fiksering af atmosfærens N_2 i Rhizobium-rodknolde. Undersøgelse direkte på sojabønners rodknolde har vist, at vandstress reducerer N-fikseringen, før fotosyntesen påvirkes (4). En øget modstand i rodknoldene mod ilt diffusion til Rhizobium-bakteriernes respiration under vandstress antages at være den primære årsag til reduceret N-fiksering fremfor mangel på fotosyntetater. I sojabønner er derfor fundet signifikant reduktion i det procentuelle N-indhold efter tørkestress (12). I nærværende undersøgelse er kun fundet en svag tendens til mindre N-procent efter udtørring, ligesom Riley (11) kun fandt små udslag i ærter. At N_2 -fikseringen således synes mindre følsom for tørke i ært end i sojabønne kan skyldes, at ærter rodknolde bibeholder et aktivt meristem og kan genoptage væksten efter tørke, mens sojabønners rodknolde hurtigt mister meristem-aktiviteten og ikke kan regenereres efter tørke (13). N-forsyningen bliver derfor næppe begrænsende for ærter vækst efter udtørring, som der er risiko for ved dyrkning af sojabønner (12).

Den forøgede K-procent i ærteafgrøden efter udtørring stod i modsætning til resultater fra byg (7), og den uændrede P-procent efter udtørring svarede ikke til Riley (11), der fandt svagt forøgede P-procenter.

Konklusion

Ærter er særdeles følsomme for tørke i blomstringsfasen, specielt i fasens 1. halvdel. Udtørring i andre faser havde ingen signifikant effekt på udbyttet i dette forsøg, men tørkeperioder af længere varighed kan ifølge litteraturen give udbyttetab fx under bælgfyldningen. Kortvarig udtørring påvirker ikke næringsstofoptagelsen i væsentlig grad og forårsager således ikke næringsstofmangel.

På baggrund af resultaterne fra nærværende og en tidligere beretning om vanding af byg kan foreslås følgende prioritering mellem byg og ærter ved begrænset vandingskapacitet: Indtil ærterne

nærmer sig blomstring vandes primært i byg – en vis udtørring af ærterne kan være en fordel. Under blomstringen må ærterne under ingen omstændigheder mangle vand, men herefter kan byggen igen prioriteres højest.

Litteratur

1. Andersen, M. N. 1989. Estimation of drought sensitivity in pea and barley in different growth stages. Adv. Irrig. Proc. 2nd Northw. Eur. Irrig. Conf. 1987, 47-65.
2. Andersen, M.N. & Aremu, J. A. 1990. Drought sensitivity, root development and osmotic adjustment in field grown peas. Irrig. Sci. 12, 45-51.
3. Bollersup, E. 1989. Sædskifteproblemer i ærter. Marken 7(2), 32-35.
4. Durand, J. L.; Sheehy, J. E. & Minchin, F.R. 1987. Nitrogenase activity, photosynthesis and nodule water potential in soyabean plants experiencing water deprivation. J. Exp. Bot. 38, 311-321.
5. Jensen, F. 1987. Vandingsbehov i forskellige vækstfaser hos ærter. Tidsskr. Planteavl 91, 113-119.
6. Jørgensen, U. 1991. Karforsøgsanlæg til undersøgelse af planter tørkefølsomhed. Statens Planteavl-forsøg, Beretning nr. S2121.
7. Jørgensen, U. 1991. Udtørring i forskellige vækstfaser i byg. Vækstforløb, næringsstofoptagelse og udbytte. Tidsskr. Planteavl 95, 155-169.
8. Jørgensen, U. 1991. Udtørring i forskellige vækstfaser i byg og ærter. Osmotisk tilpasning, prolinindhold og fotosyntese. Tidsskr. Planteavl 95, 181-203.
9. Meadley, J. T. & Milbourn, G. M. 1971. The growth of vining peas. III. The effect of shading on abscission of flowers and pods. J. Agr. Sci., Camb. 77, 103-108.
10. Mikkelsen, M. & Andreasen, F. M. 1984. Klimatiske og jordbundsmæssige årsager til udbyttevariation i markært. Hovedopgave, KVL.
11. Riley, H. 1986. Tørke ved ulike udviklingsstadier hos ert. Forskn. Fors. Landbr. 37, 105-113.
12. Sinclair, T. R.; Muchow, R. C.; Bennett, J. M. & Hammond, L. C. 1987. Relative sensitivity of nitrogen and biomass accumulation to drought in field-grown soybean. Agron. J. 79, 986-991.
13. Wahab, A.M.A. & Zahran, H.H. 1979. The effect of water stress on $N_2(C_2H_2)$ -fixation and growth of four legumes. Agricultura 28, 383-400.

Manuskript modtaget den 19. december 1990.