

Vanding af kartofler og blomkål ved høje lufttemperaturer. Indflydelse på jordtemperatur, stofproduktion og kvalitet

Air conditioning irrigation of potatoes and cauliflower. Influence on soil temperature, yield and quality

V. Jørgensen

Resumé

Med det formål at undersøge effekten af vanding med små vandmængder ved høje lufttemperaturer på kvalitet og udbytte blev der i årene 1973-76 gennemført vandingsforsøg i kartofler og blomkål.

Forsøgsresultaterne viser, at der i ekstremt tørre år er mulighed for at opnå betydelige merudbytter i kartofler og blomkål for vanding med små mængder ved høje temperaturer. Merudbyttet af kartoffelknolde fandtes hovedsageligt i størrelsen 30-60 mm og af blomkålshoveder i 1. sortering.

Den daglige vanding i tørre, varme perioder medførte en sænkning af den gennemsnitlige jordtemperatur og en betydelig sænkning af maximum jordtemperaturerne til i nærheden af det optimale niveau.

I mere nedbørsrige vækstperioder kunne den daglige vanding ved høje temperaturer medføre en udbyttenedgang, sandsynligvis på grund af udvaskning af næringsstoffer.

Nøgleord: Kartofler, blomkål, vandingsfrekvens, jordtemperatur.

Summary

With the purpose to investigate the effect of irrigation with small amounts of water at high air-temperatures on quality and yield, irrigation experiments with potatoes and cauliflower were carried out in the years 1973-76.

The results of the experiments show, that in extremely dry years, there is a possibility of obtaining considerable yield increase in potatoes and cauliflower when irrigated with small amounts of water at high air-temperatures. The yield increase of potatoes were mainly tubers of a suitable size, and of cauliflower curds of first quality.

The daily irrigation in periods of dry, hot weather caused a lowering of the average soil-temperature and a considerable lowering of the maximum soil-temperatures, close to the optimum level.

In more rainy periods the daily irrigation at high air-temperatures could cause a reduction in yields, probably because of leaching.

Key words: Potatoes, cauliflower, irrigation frequency, soil-temperature.

Indledning

Den stigende mekaniseringsgrad af vandingsteknikken i jordbruget medfører, at der bliver større mulighed for at indrette vandingen efter planterens krav.

Almindelige spørgsmål i forbindelse med styring af vanding er f.eks. vandingsfrekvens, herunder spørgsmålet om eventuel positiv eller negativ effekt af vanding på varme planter midt på dagen, og spørgsmål omkring det optimale jordfugtighedsniveau.

Stegman og Nelson (1973) fandt, at korte tørke stressperioder på 4–5 dage ikke resulterede i en udbyttenedgang for kartofler. Der var en lineær sammenhæng mellem hele vækstperiodens vandforbrug og produktionen, og den gennemsnitlige hældning af produktionsfunktionen var 0,6 hkg knolde pr. mm vandforbrug.

Johansson (1967) undersøgte effekten af tilgængeligt vand i jorden på udbytte og kvalitet af kartofler. Et højt jordfugtighedsniveau gav hurtigere vækst, flere knolde og højere udbytte.

Nogle forfattere finder, at knolddannelsen forsinkes og at udbyttet mindskes, hvis vandingen indsættes før og under stolondannelsen (*Irvins* 1963, *Llewelyn* 1963).

Jordtemperaturen kan spille en stor rolle for knoldproduktionen. *Mc Master* (1959) og *Gregory* (1959) fandt, at en relativ lav jordtemperatur i varme perioder, frembragt ved hjælp af hyppige vandinger med små vandmængder, fremmede plantevæksten og knoldenes tørstofproduktion.

Den optimale jordtemperatur for kartofler synes at ligge på 19–22°C (*Nielsen et al.* 1961, *Box et al.* 1963).

Box et al. (1963) fandt ligeledes, at ved tensions under 1 bar overskyggede temperaturens indflydelse effekten af jordfugtigheden.

Salter (1959) fandt i vandingsforsøg med blomkål, at vanding ved 25 pct. udtørring gav lige så godt et resultat som daglig vanding.

Med det formål at undersøge effekten af hyppige vandinger med små vandmængder på udbytte, kvalitet og jordtemperatur blev der i årene 1973–76 på Jydevad Forsøgsstation gennemført forsøg efter nedenstående plan.

Forsøgsplan og metodik

Forsøgsplan

1. Ingen vanding
Natural rainfall
2. Vanding med 25 mm ved underskud 20 mm
Irrigated with 25 mm whenever the soil water deficit reached 20 mm
3. Vanding med 1,5 mm når temperaturen mellem planterne overstiger 24°C. Når led 2 vandes suppleres op til markkapacitet
Irrigated with 1,5 mm water whenever the airtemperature between the plants reached 24°C. Whenever treatment 2 is irrigated, irrigation to field capacity

Forsøgene blev gennemført med blomkål og kartofler (Bintje) med to fællesparceller á 7,5 m².

Jordtype og vandingsudstyr

Forsøgene blev gennemført på grovsandet jord ved Jydevad Forsøgsstation. Forsøgsarealets tekstur ses i tabel 1.

Grovsandsfraktionen er meget stor (74–81 pct.) hvilket er den væsentligste årsag til en forholdsvis ringe mængde plantetilgængeligt vand i rodzonen. Den plantetilgængelige vandmængde, bestemt som vandindhold ved pF 2,0 ÷ vandindhold ved pF 4,2, er kun ca. 11 volumen pct. i dybden 0–50 cm. I 50–100 cm dybde er vandindholdet endnu lavere, ca. 5,5 volumen pct. (*Jørgensen* 1975).

Vandingen blev foretaget ved hjælp af sprinklervanding. Til forsøgsled 3 blev der udviklet en måle og styringsteknik således, at vandingen foregik automatisk, når den ønskede temperatur blev opnået. I dette forsøgsled blev det nødvendigt at begrænse vandingen til perioden kl.

Tabel 1. Forsøgsarealets tekstur
Soil Texture

	dybde, cm depth, cm	ler clay	Vægtprocent. Per cent by weight			
			silt silt	finsand fine sand	grovsand coarse sand	humus humus
Grovsandet jord	0–25	3	4	17	74	2,2
Sandy soil	25–60	3	2	12	81	1,9

Tabel 2. Lufttemperatur og nedbørsforhold
Air temperature and precipitation

tidøgn (ten days)	temperatur, °C <i>temperature</i>			nedbør, mm <i>precipitation</i>		
	1	2	3	1	2	3
<i>1973</i>						
juni	13,1	13,9	19,0	27	0	14
juli	19,3	16,2	15,9	8	58	62
august	16,8	17,4	14,4	58	3	2
<i>1974</i>						
juni	11,4	14,4	13,9	13	24	41
juli	13,7	14,3	14,3	27	44	31
august	14,5	15,3	16,1	57	24	2
<i>1975</i>						
juni	11,7	14,1	15,9	11	4	2
juli	15,9	17,3	16,4	1	23	20
august	21,3	19,1	17,1	0	29	16
<i>1976</i>						
juni	12,7	13,9	17,3	0	13	2
juli	17,6	19,2	15,3	3	4	7
august	15,1	17,7	16,9	8	0	8

12⁰⁰-13³⁰ med det formål at nedbringe vandmængden til \leq den daglige potentielle evapotranspiration.

Underskud blev beregnet ved hjælp af nedbørs- og fordampningsmålinger. Nedbørsunderskud = fordampning ÷ nedbør.

Resultater

Klimaforhold og vandingsbehov

Der har været store årsvariationer i temperatur og især i nedbørsforholdene. Tabel 2 viser temperatur og nedbør for ti døgn målt ved forsøgsarealet i henholdsvis 2 og 1,5 m højde.

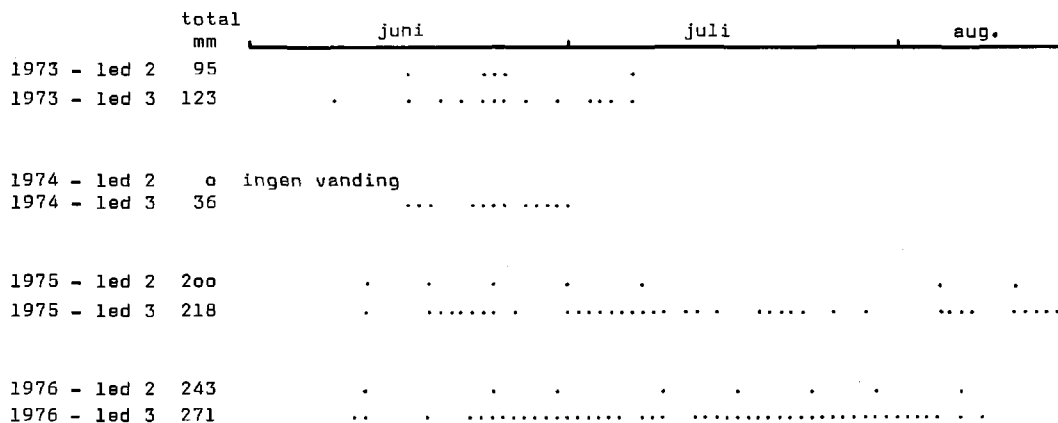


Fig. 1. Vandingsbehov og vandingsdatoer.
Water applied and dates of irrigation.

I fig. 1 ses vandingsbehovet i de enkelte forsøgsår. I 1973 var vandingsbehovet koncentreret i sidste halvdel af juni og begyndelsen af juli. I 1974 opstod der ikke 20 mm underskud, men en del vandinger efter temperatur fandt sted i sidste halvdel af juni. I 1975 og især i 1976 var der vandingsbehov over hele vækstsæsonen.

Udbytte af kartofler

Udbytte og størrelsesfordeling af kartofler er vist i tabel 3.

Merudbytterne for vanding har været meget varierende. I 1974 opstod der ikke et nedbørsunderskud på 20 mm, men forsøgsleddet, som blev vandet ved høje temperaturer, blev vandet tolv dage (36 mm). Denne vanding påvirkede ikke udbyttet.

Det gennemsnitlige merudbytte for vanding ved 20 mm underskud var 224 hkg knolde pr. ha. Ved vanding efter temperatur var det gennemsnitlige merudbytte 261 hkg knolde pr. ha.

Det større merudbytte ved vanding efter temperatur skyldes næsten udelukkende 1976, hvor der blev høstet 137 hkg knolde mere ved vanding efter temperatur end ved vanding ved 20 mm underskud.

Disse 137 hkg knolde fandtes i sorteringerne 30–50 mm og 50–60 mm. I de øvrige år var der ikke nogen større, entydig forskel på sorteringerne, som følge af vandingsprincippet.

Af fig. 2 ses, at der er opnået en meget sikker sammenhæng mellem tilførte vandmængder og merudbyttet for vanding. Der blev opnået et merudbytte på 1,9 hkg knolde pr. ha for hver mm tilført vand.

Tabel 3. Udbytte af kartofler, hkg pr. ha
Yield of potatoes (tubers), hkg per hectare

	forsøgsled <i>treatment</i>	under 30 mm	30–50 mm	50–60 mm	over 60 mm	ialt
1973	1	26	204	108	37	375
	2	33	212	138	118	501
	3	23	215	166	117	521
	LSD ₉₅					–
1974	1	14	320	189	46	569
	2	14	320	189	46	569
	3	11	352	186	28	577
	LSD ₉₅					–
1975	1	72	247	9	0	328
	2	34	394	220	82	730
	3	34	418	198	65	715
	LSD ₉₅					61
1976	1	61	85	0	0	146
	2	26	354	135	0	515
	3	25	398	229	0	652
	LSD ₉₅					129
1973–76	1	43	214	77	21	355
	2	27	320	171	62	579
	3	23	346	195	53	616
	LSD ₉₅					–

– = ingen signifikans

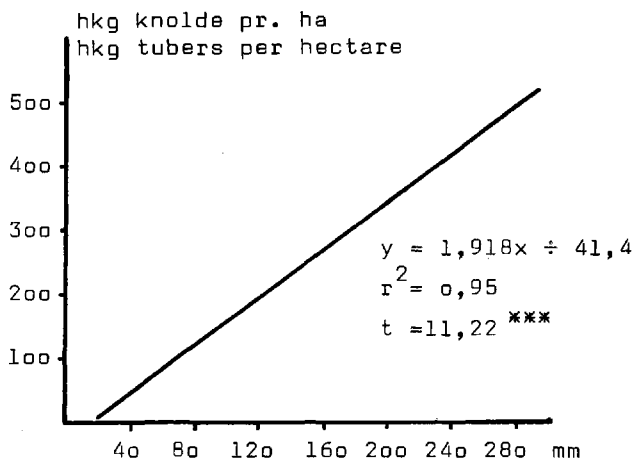


Fig. 2. Merudbytte af kartofler som funktion af tilført vand.
Yield increase of potatoes as a function of irrigation.

Skurv på kartofler

I tabel 4 er vist skurvangrebet i de enkelte år.

Tabel 4. Skurvangreb, pct. af overfladen dækket
Attach of Streptomyces scabies, per cent of surface

	Forsøgsled treatment		
	1	2	3
1973	20,9	24,1	21,8
1974	13,5	5,4	2,5
1975	18,3	12,5	8,2
1976	19,5	8,2	21,7
gns.	18,1	12,6	13,6

I det uvandede forsøgsled har skurvangrebet været relativt højt i alle år. Vandning har haft meget varierende indflydelse på skurvangrebet. I de fleste år har vandingen dog medført en større eller mindre reduktion af skurvangrebene. Vandning ved høje temperaturer har i 1974 og 1975 yderligere reduceret skurvangrebet noget, men i 1976 har vandning ved høje temperaturer ikke påvirket skurvangrebet, målt i forhold til uvandet, hvormod vandning efter underskud har medført en halvering af skurvangrebet. I gennemsnit af forsøgsperioden har vandning ikke påvirket skurvangrebet signifikant.

Udbytte af blomkål

I tabel 5 er vist udbytter, størrelsesfordeling, fordelingen på 1. og 2. sortering samt kasserede.

Med undtagelse af 1974, hvor der var et signifikant negativt merudbytte for vandning efter temperatur, har der i alle forsøgsårene været merudbytte for vandning. I de to ekstremt tørre år 1975 og 1976 blev der opnået et større merudbytte for vandning efter temperatur end ved vandning ved 20 mm underskud.

Dette merudbytte, som var signifikant i 1975, blev udelukkende opnået i 1. sortering. Med undtagelse af 1973 var udbyttet af 2. sortering uafhængig af vandingsmetoden. I 1973 gik der mindst i 2. sortering, når der blev vandet efter temperatur.

I gennemsnit af forsøgsperioden var udbyttet af både 1. og 2. sortering uafhængig af vandingsmetoden, og der blev opnået et merudbytte for vandning på 51 hkg pr. ha i 1. sortering og 10 hkg pr. ha i 2. sortering.

Tørstof og nitratindhold

I 1973 og 1976 var der et fald i blomkålens tørstofindhold i de vandede forsøgsled. I 1974 og 1975 var forskellene mellem forsøgsleddene mindre. I gennemsnit af forsøgsperioden var forskellene ikke signifikante.

Tabel 5. Udbytte af blomkål, hkg pr. ha
Yield of cauliflower, hkg per hectare

forsøgsled <i>treatment</i>	1. sortering <i>1. grade</i>				2. sortering <i>2. grade</i>				kasserede <i>un-</i> <i>marketable</i>	salgsvarer <i>marketable</i>
	over 13 cm	11-13 cm	9-11 cm	total <i>total</i>	over 13 cm	11-13 cm	9-11 cm	total <i>total</i>		
1973										
1	0,0	0,0	6,1	6,1	6,6	6,5	5,7	18,8	26,0	24,9
2	93,5	10,2	2,5	106,2	20,2	0,0	0,8	21,0	23,5	127,2
3	70,1	25,3	2,1	97,5	11,1	0,0	1,2	12,3	9,6	109,8
LSD ₉₅										-
1974										
1	172,3	3,8	0,7	176,8	19,5	2,3	0,6	22,4	3,4	199,2
2	172,3	3,8	0,7	176,8	19,5	2,3	0,6	22,4	3,4	199,2
3	54,3	18,8	9,3	82,4	11,7	10,1	1,2	23,0	9,0	105,5
LSD ₉₅										35,5
1975										
1	0,0	3,8	8,7	12,5	0,0	1,5	3,1	4,6	19,6	17,1
2	25,2	27,1	24,7	76,9	4,0	2,8	0,0	6,8	2,4	83,7
3	100,2	27,0	6,6	133,8	3,8	2,6	0,0	6,4	4,2	140,2
LSD ₉₅										13,7
1976										
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	6,2	48,1	10,2	64,4	14,5	8,9	17,0	40,4	6,8	104,8
3	24,7	53,4	12,2	90,3	25,9	4,7	6,0	36,6	6,8	126,9
LSD ₉₅										-
1973-76										
1	43,1	1,9	3,9	48,9	6,5	2,6	2,4	11,5	12,3	60,4
2	74,3	22,3	9,5	106,1	14,6	3,5	4,6	22,7	9,0	128,8
3	62,3	31,1	7,6	101,0	13,1	4,4	2,1	19,6	7,4	120,6
LSD ₉₅										-

- = ingen signifikans

Tabel 6. Tørstofindhold, pct.
Dry matter content, per cent

Forsøgsled <i>Treatment</i>	Blomkål <i>Cauliflower</i>			Kartofler <i>Potatoes</i>		
	1	2	3	1	2	3
1973	15,2	9,4	9,0			
1974	7,5	8,7	7,7	18,5	20,0	19,1
1975	9,2	8,8	7,8	17,3	20,3	21,3
1976	10,6	9,7	9,2	24,9	22,0	22,2
gns.	10,6	9,2	8,4	20,2	20,8	20,9

I kartofler var der i 1975 en kraftig stigning i tørstofindholdet i de vandede forsøgsled. I 1976 bevirkede vandingen et fald i tørstofindholdet på 2,7–2,9 pct., (tørstofanalysen i 1976 er foretaget på et meget lille materiale). I gennemsnit af forsøgsperioden var der ikke signifikant forskel på forsøgsleddene.

Tabel 7. Koncentration af nitratkvælstof i tørstof af blomkål, pct.

Nitrate-nitrogen (NO₃-N) content of dry matter of cauliflower, per cent

Forsøgsled <i>Treatment</i>	1	2	3
1973	0,05	0,05	0,03
1974	0,05	0,02	0,03
1975	0,03	0,04	0,05
1976	0,04	0,04	0,04
gns.	0,04	0,04	0,04

Der er kun målt små og usikre forskelle på nitratkvælstofkoncentrationerne, tabel 7.

Jordtemperaturer

I 1975 og 1976 blev der målt jordtemperaturer i knolddybde (10 cm dybde). I fig. 3 ses sammenhængen mellem 5 døgns middeltemperatur, bestemt som gennemsnit af målinger hver halve time, og middeltemperaturen bestemt ved:

$$\bar{T} = \frac{\sum T \text{ max.} + \sum T \text{ min.}}{2n}$$

n er antal døgn. I fig. 3 er perioden 5 døgn.

Der ses at være en tæt sammenhæng mellem resultaterne af de to beregningsmetoder. Resultater fra temperaturmålingerne i det følgende er udelukkende baseret på max. og min. temperaturer.

Fig. 4 viser jordtemperaturen i knolddybde fra de tre forsøgsled i 1975 og 1976. De afsatte punkter er fem døgns middel.

I tabel 8 ses forsøgsperiodens gennemsnitlige jordtemperaturer i knolddybde fra alle tre forsøgsled samt forskellen mellem forsøgsperiodens middel maximum og middel minimum.

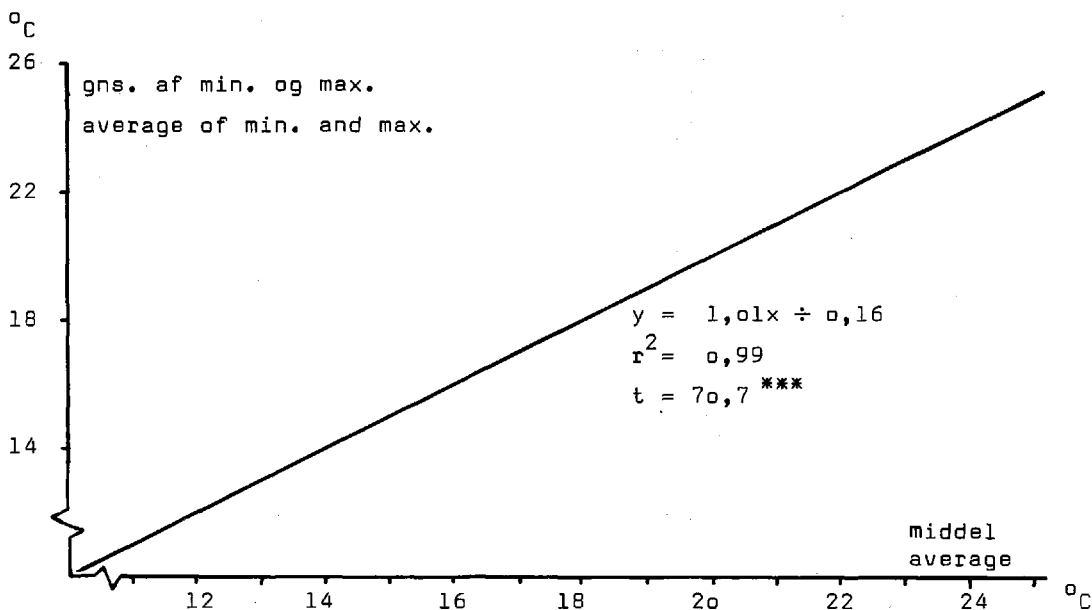


Fig. 3. Jordtemperatur, gennemsnit af 5 døgns min. og max. temperatur som funktion af middeltemperatur (2 målinger pr. time).

Soil temperature, average of 5 days min. and max. temperature as a function of 5 days average temperature (2 measurements pr. hour).

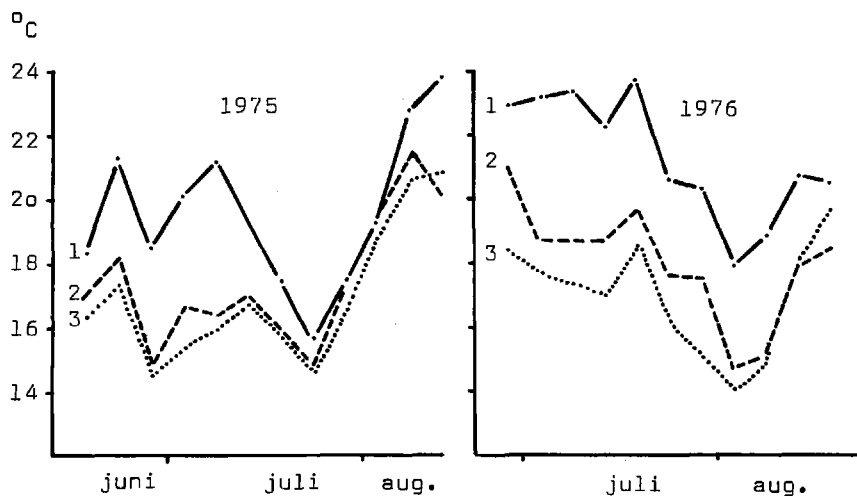


Fig. 4. Jordtemperatur i 10 cm dybde. 5 døgns middel. 1-3: Forsøgsled.
Soil temperature at the 10 cm depth. 5 days mean. 1-3: Treatments.

I 1975 lå jordtemperaturen i det uvandede forsøgsled på omkring 20°C i juni og første del af juli måned. I 1976 var jordtemperaturen omkring 23°C i samme periode. Der var et kraftigt fald i jordtemperaturerne begge år i sidste del af juli, ned til ca. 16°C i 1975 og til 18°C i 1976. Derefter var der igen en stigning i jordtemperaturerne. Af tabel 8 fremgår, at vanding efter underskud sænkede den gennemsnitlige jordtemperatur signifikant med 2,2°C i 1975 og 3,3°C i 1976. Vanding efter temperatur gav yderligere en mindre sænkning af jordtemperaturen i 1975, men i 1976 en statistisk sikker temperatursænkning på 1°C. I begge år fandtes den største temperatursænkning i første del af juli måned, op til 4,6°C begge år.

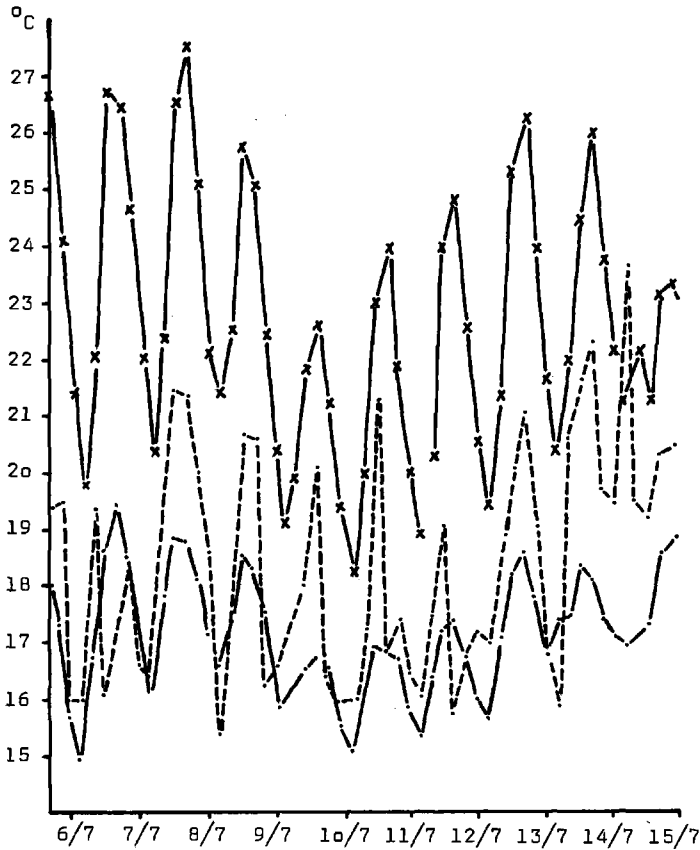
Efter perioden med de relativt lave jordtemperaturer, sidst i juli 1975 og først i august i 1976, var passeret, var forskellene i jordtemperaturer i vandede og uvandede forsøgsled mindre, især i 1975.

Af tabel 8 ses, at vanding efter underskud reducerede temperatursvingningerne. Vanding efter temperatur reducerede yderligere svingningerne i jordtemperaturerne, især i 1976.

Til eksempel er i fig. 5 vist jordtemperaturernes døgnsvingninger i en periode af juli måned i 1976. Der er afsat seks temperaturer fra døgnet, kl. 00, 04, 08, 12, 16 og 20. Perioden 6/7-15/7 1976 er valgt, fordi temperaturerne i denne periode var ekstremt høje, fig. 4. Endvidere må det antages at

Tabel 8. Jordtemperatur i knolddybde (10 cm). Gennemsnit, 1975: 17/6-15/8, 1976: 25/6-18/8
Soil temperature at the 10 cm soil depth

Forsøgsled Treatment	1	2	3	LSD ₉₅
1975	19,6	17,4	17,0	0,8
1976	21,3	18,0	17,0	0,8
Middel max. ÷ middel min. Maximum ÷ minimum (mean of daily readings)				
1975	5,2	4,2	3,8	0,7
1976	5,2	4,6	2,8	0,4



Forsøgsled
Treatment

1 x—x
2 ····
3 —

Fig. 5. Jordtemperatur ved knolddybde.
Soil temperature at the tubers.

være sidste del af knolddannelsesperioden og begyndelsen af knoldvækstfasen. Jordtemperaturernes døgnvariation har været op til 7°C i det uvandede forsøgsled, hvor de højeste maximum værdier også er fundet, op til 27°C. Vanding har dæmpet døgnvariationerne og især maximum værdierne betydeligt, især hvor der er vandet efter temperatur. I perioden har jordtemperaturerne i det uvandede forsøgsled ligget i området

18,3–27,6°C og ved vandning efter underskud og temperatur henholdsvis 15,4–22,2°C og 15,1–19,3°C.

Diskussion

De opnåede udbytteresultater er behæftet med en relativ stor usikkerhed. Det skyldes fortrinsvis, at den vandingsteknik, som var til rådighed, kun gav mulighed for to fællesparceller af forholdsvis rin-

ge størrelse (7,5 m²). Alligevel er der i en del tilfælde opnået statistisk sikre udslag på 95 pct. signifikansniveau.

Vanding ved høje temperaturer medfører, at jordens vandindhold i perioden ligger i nærheden af markkapacitet. Dette øger risikoen for udvaskning af næringsstoffer og medfører let en lidt større vandtildeling end ved vanding efter underskud.

Kartofler

Når merudbyttet for vanding har været meget stort, i gennemsnit 243 hkg knolde pr. ha, skyldes det fortrinsvis de to ekstremt tørre år 1975 og 1976. Det kan således ikke forventes, at det opnåede merudbytte er repræsentativt for en længere årrække. *Jørgensen* (1977) opnåede i perioden 1972–76 et merudbytte for vanding af spisekartofler på 194 hkg pr. ha. *Gregersen og Jørgensen* (1973) opnåede i perioden 1965–71 et merudbytte for vanding på 54–61 hkg knolde pr. ha.

Vanding ved høje temperaturer har i et enkelt år, 1976, givet et større merudbytte for vanding end vanding efter underskud.

I de øvrige år var der kun små forskelle som følge af vandingsmetoden. Når vanding efter temperatur har været relativt gunstigt i 1976 kan det blandt andet skyldes, at ved vanding efter underskud har jordtemperaturen stadig ligget over det optimale niveau, men vanding ved høje lufttemperaturer har været i stand til at forhindre de uheldige høje maximumtemperaturer, fig. 4. Dette er i overensstemmelse med, at *Box et al.* (1963) fandt, at knoldudbyttet blev reduceret, når den daglige max. jordtemperatur oversteg 21,7°C. *Nielsen et al.* (1961) fandt ligeledes, at knoldudbyttet faldt, når temperaturen steg fra 19°C til 27°C. Merudbyttet for vanding efter temperatur i 1976 fandtes fortrinsvis i sorteringserne 30–50 mm og 50–60 mm.

Der er fundet en sikker sammenhæng mellem tilførte vandmængder og merudbyttet for vanding. Produktionsfunktionens hældning var 1,9 hkg knolde pr. ha for hver mm tilført vand. I tidligere danske forsøg blev der opnået 1,7 hkg knolde pr. ha for hver mm tilført vand (*Jørgensen* 1977). Den store årsvariation i skurvangrebet tyder på, at vandingen kan medvirke til at for-

mindske skurvangrebet i visse år, men der synes at være en vekselvirkning med andre faktorer, som medfører, at skurvangrebet ikke kan styres alene med vandingen efter de anvendte principper under danske forhold. Dette er ikke i overensstemmelse med flere udenlandske undersøgelser. *Lapwood et al.* (1973) og *Davis et al.* (1974) konkluderer, at skurvangreb næsten kan undgås ved hyppig vanding i 6–9 uger efter begyndende knolddannelse.

Når vanding efter temperatur medførte en nedgang i skurvangrebet i 1974 og 1975 i modsætning til 1973 og 1976, kan noget af forklaringen være, at der efter denne vandingsmetode blev vandet lidt hyppigere midt i juni 1974 og 1975, fig. 1.

Vanding har mindsket årsvariationen af tørstofindholdet, men ikke påvirket det entydigt i op eller nedadgående retning. Vandings virkning på tørstofindholdet har været afhængig af tørkeperiodens placering og længde. En tidlig tørkeperiode giver mulighed for genvækst i uvandede forsøgsled og dermed sandsynlighed for højere tørstofindhold i knolde fra vandede forsøgsled, som tilfældet har været i 1975 i nærværende forsøg. Langvarige, evt. sene tørkeperioder, som ikke giver mulighed for nævneværdig genvækst, kan give betydeligt højere tørstofindhold i de uvandede forsøgsled (1976).

Blomkål

Udvaskning af næringsstoffer kan sandsynligvis være en del af årsagen til udbyttenedgangen i 1974, hvor der ikke opstod vandingsbehov ved vanding efter underskud. Kun i de to ekstremt tørre år 1975 og 1976, blev der opnået merudbytter for vanding efter temperatur. Dette var særlig udtalt i 1975, hvor der blev målt et merudbytte på 57 hkg salgsvare pr. ha for vanding ved høje temperaturer, målt i forhold til vanding efter underskud. I de to tørre år har vanding efter temperatur medført en væsentlig kvalitetsforbedring, idet merudbyttet udelukkende er opnået i 1. sortering, hvilket hovedsageligt skyldes, at vanding efter temperatur gav mere faste hoveder.

Peterson (1970) gennemførte daglige vandinger af grønsager med små vandmængder for at mindske de alt for høje temperaturer (»air condi-

tioning irrigation«). Der blev vandet med 1,5 mm midt på dagen, når temperaturen oversteg 29°C. I blomkål blev der ikke opnået merudbytte af betydning for vanding efter temperatur. Det konkluderedes, at årsagen hertil var, at forsøgsperioden var relativ fugtig.

Kemp et al. (1974) fik et stort udbytte og en fin kvalitet af bønne ved daglig vanding under varme forhold. Hvis der blev vandet til markkapacitet tilstrækkeligt hyppigt (7–10 dages mellemrum) blev såvel udbytte som kvalitet imidlertid også fuldt tilfredsstillende.

Salter (1959) fandt i vandingsforsøg med blomkål, at vanding til markkapacitet ved ca. 25 pct. udtørring gav ligeså godt et resultat som daglig vanding.

Konklusion

Det gennemsnitlige merudbytte for vanding af kartofler ved 20 mm underskud var 224 hkg knolde pr. ha. Vanding ved høje temperaturer gav et gennemsnitligt merudbytte på 261 hkg knolde pr. ha.

Det større merudbytte for vanding ved høje temperaturer blev udelukkende opnået i 1976.

I blomkål blev der i 1976 opnået et merudbytte på 22 hkg pr. ha og i 1975 et signifikant merudbytte på 57 hkg pr. ha for vanding ved høje lufttemperaturer målt i forhold til udbyttet ved vanding efter underskud.

I gennemsnit af forsøgsperioden var merudbyttet for vanding af blomkål 64,3 hkg pr. ha, og der var ikke forskel på merudbyttets størrelse som følge af vandingsmetoden, hvilket fortrinsvis skyldes et negativt merudbytte for vanding ved høje lufttemperaturer i 1974.

Daglig vanding ved høje lufttemperaturer kan kun i ekstremt tørre år forventes at give et større merudbytte i kartofler og blomkål end vanding til markkapacitet ved ca. 40 pct. udtørring.

I nedbørsfattige og varme perioder er den daglige vanding i stand til at sænke jordtemperaturen til i nærheden af det optimale niveau. Dette kan medføre såvel et kvantitativt merudbytte som en kvalitetsforbedring.

Vandingens indflydelse på tørstofindholdet i kartofler var afhængig af tørkeperiodens længde

og placering i vækstperioden. Genvækstmulighederne efter tørkeperioder spiller tilsyneladende en stor rolle for tørstofkoncentrationen ved optagning. Der blev kun målt små og usikre forskelle på nitratkvælstofkoncentrationerne i blomkål.

Litteratur

- Box, J.E. et al.* (1963). Effects of soil Moisture, Temperature, and Fertility on Yield and Quality of irrigated Potatoes in the southern Plains. *Agron. J.* 55: 492–94.
- Davis, J.R. et al.* (1974). The Relationship of Irrigation Timing and Soil Treatments to Control Potato scab. *Phytopathology* 64: 1404–1410.
- Gregersen, A. og V. Jørgensen* (1973). Vanding af kartofler 1965–71. *Tidsskrift for planteavl* 77 (5): 611–620.
- Gregory, J.C.* (1959). Growing potatoes of quality. *Potato Utilization Conf. Proc.* 10:32.
- Irvin, J.D.* (1963). *Agronomic management of the potato. The growth of potato* London: 303–310.
- Johansson, W.* (1967). Inflytandet av fuktighetsförhållandene i marken på potatisens tillväxt, utveckling och knölskörd. *Grundförbättring* 20 (1): 29–40.
- Jørgensen, V.* (1975). Vanding af græs og kløvergræs. *Tidsskrift for Planteavl* 79 (4): 545–560.
- Jørgensen, V.* (1977). Vanding af kartofler dyrket på kamme og uden kamme. Stofproduktion og vandforbrug. *Tidsskrift for planteavl* 81 (1): 95–103.
- Kemp, G.A. et al.* (1974). Effect of sprinkler irrigation and cooling on yield and quality of snap beans. *Can. J. of Plant Sci.* 54 (3): 521–528.
- Lapwood, D.H. et al.* (1973). Irrigation as a Practical Means to Control Potato Common Scab (*Streptomyces scabies*) Final Experiment and Conclusions. *Plant Path.* 22: 35–41.
- Llewelyn, J.C.* (1963). Irrigation of potatoes. *Rep. Sch. Agric. Univ. Nott.* 1962: 47–51.
- Mc. Master, G.M.* (1959). A summary of potato irrigation research. *Potato Utilization Conf. Proc.* 10: 60–61.
- Nielsen, K.F. et al.* (1961). The influence of soil temperature on the growth and mineral composition of corn, bromegrass and potatoes. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 25: 369–372.
- Peterson, L.E. et al.* (1970). Air conditioning irrigation of vegetables. *Ia. Fm. Sci.* 24 (11): 6–7.
- Salter, P.J.* (1959). The effect of different irrigation treatments on the growth and yield of early summer cauliflower. *The J. Hort. Sci.* 34: 23–31.
- Stegman, E.C. and D. C. Nelson* (1973). Potato response to moisture Regimes. *North Dakota Research Report* 14.

Manuskript modtaget den 9. juni 1977.