

Vandforsyningens indflydelse på udbytte og kvalitet af industrikartofler

The effect of water stress on development, yield and quality of potato for industry

Villy Jørgensen og Ove Edlefsen

Resumé

Beretningen omtaler vandingsforsøg med sorterne Tylva og Posmo i et kontrolleret forsøgsanlæg og med Tylva i markforsøg ved Jyndeved forsøgsstation. Forsøgene lå på grovsandet jord (JB 1) med tre udtørningsgrader før vanding og ved to kvælstofniveauer.

Tørkefølsomheden blev undersøgt i to faser, knolddannelsesfasen og knoldvækstfasen.

I markforsøgene med Tylva blev der opnået udbytter op til 605 hkg knolde og 149 hkg tørstof pr. ha under vandede forhold. Merudbyttet for vanding var 105 hkg knolde og 31 hkg tørstof pr. ha.

Målt på udbyttet er begge sorter mest tørkefølsomme i knoldvækstfasen, medens knoldantal og forskellige kvalitetsparametre bliver påvirket af vandingsstrategien i knolddannelsesfasen.

Udbyttenedgangen, som følge af stigende udtørring før vanding, forekom især i knolde over 50 mm, medens der var en udbyttestigning i størrelsen 30–50 mm i forsøgsanlægget. I markforsøget blev der målt uændrede udbytter i de mindre størrelsesgrupper som følge af øget udtørring.

Stomataresistensen steg allerede ved 20–25 mm underskud.

I den første del af vækstperioden blev den største kvælstofoptagelse og nitratreduktase aktivitet fundet ved lav kvælstofmængde (150 N). Efter 1. juli optages mest kvælstof i bladmassen ved den største kvælstoftildeling (200 N). Nitratindhold og nitratreduktase aktiviteten var minimal efter 1. juli.

Hvis man vil opnå en god kvalitet og et stort udbytte uden mange store knolde, skal der vandes hyppigt gennem hele vækstperioden. Hvis kvaliteten (skurvangreb, vækstrevner, knoldform m.m.) og størrelsesfordelingen er af mindre betydning, kan vandingen udskydes til lidt større udtørring.

Nøgleord: Vanding, kartofler, kvalitet, udbytte, kvælstof.

Summary

Over the period 1984–86 irrigation experiments were carried out with potatoes on coarse sandy soil in field experiments. In addition experiments with two cultivars were carried out in an experimental plant with mobile roof. The growth period was divided into three periods: Before tuber initiation, tuber initiation and tuber growth.

The experiments were irrigated at three soil water potentials.

In the first period all the treatments were irrigated to field capacity at 0.8 bar. In the two remaining periods the experiments were carried out with all possible combinations of the mentioned drought potentials, except in the experimental plant where three treatments were excluded.

In the field experiments yields of up to 605 hkg tuber and 149 hkg dry matter (DM) per ha were obtained in irrigated treatments. The yield increase with irrigation was 105 hkg tuber and 31 hkg DM per ha.

Both the cultivars were most drought sensitive during tuber growth. However, the number of tubers and various quality parameters were influenced by the irrigation strategy during tuber initiation.

Drought decreased the yield of tubers larger than 50 mm, and the yield of tubers in the group 30–50 mm increased in the experimental plant. However, in the field experiment the yield in that group was not influenced by irrigation strategy. Stomataresistance increased from 20–25 mm deficit. In the first part of the growing period the highest nitrogen uptake and nitratereductase activity was at low nitrogen (level 1). Nitrate and nitratereductase activity were low from primo July.

Key words: Irrigation, potatoes, quality, yield, nitrogen.

Indledning

I de senere år har der været stor interesse for kartoflernes vandforsyning, og herunder vandforsyningens indflydelse på planternes morfologi, fysiologi og biokemiske processer. Dette skyldes bl.a., at kartoffelproduktion er forholdsvis omkostningskrævende. Desuden er kartofler relativt tørkefølsomme (1, 2, 3, 4, 8, 17, 19, 20).

Nyere forsøg med spisekartofler (1977–83) viste, at der i gennemsnit kan opnås 120 hkg knolde pr. ha for vanding på grovsandet jord i Danmark (9, 10). På finsandet jord blev der opnået ca. 100 hkg knolde pr. ha. Disse forsøg viste, at der i spisekartofler kan opnås ret store kvalitetspåvirkninger ved vanding, oftest i positiv retning. Endvidere viste forsøgene, at vandingsstrategien bør tilrettelægges i overensstemmelse med produktionsformålet (10).

Det var forsøgenes formål at undersøge vandforsyningens indflydelse på udbytte og kvalitet af industrikartofler, og om der er forskelle i tørkefølsomheden gennem vækstperioden.

Metodik

Forsøgene blev gennemført med sorterne Posmo og Tylva i et specielt forsøgsanlæg og med Tylva i markforsøg. Forsøgsplaner m.v. fremgår af tabel 1–3. Vanding af markforsøgene foregik med vandingsrammer, som dækkede én parcel. I rammerne var monteret drypdyser med 20×20 cm afstand.

I forsøgsanlægget skete vandingen ligeledes med flytbare vandingsrammer, som dækkede

hele parcellen. Drypdyser var monteret på rammen i to rækker over kartoffelrækkerne med en afstand på 15×15 cm. I forsøgsanlægget var der fuld kontrol med nedbøren ved hjælp af et mobilt tag, som kun dækkede afgrøden, når der faldt nedbør.

Vandingsstyringen foregik ved tensiometermåling i 17 cm dybde i markforsøget og 20 cm dybde i forsøgsanlægget. Til beregning af det totale underskud blev der endvidere anvendt tensiometermålinger i 40 og 50 cm dybde i henholdsvis markforsøg og forsøgsanlæg. Niveauet for stærk udtørring blev bestemt efter neutronmetoden.

Stivelsesindholdet er en vigtig kvalitetsparameter i industrikartofler. Stivelsesindholdet blev undersøgt ved to forskellige metoder: 1. En meget anvendt metode, hvor stivelsesindholdet bestemmes indirekte ved hjælp af vægtfylden, 2. En enzymetode, hvor stivelsen hydrolyseres med amyloglucosidase, hvorefter glucosen bestemmes.

Resultater

Udbytter

Forsøgsanlæg

Tylva

Det største totaludbytte, 618 hkg knolde pr. ha i gennemsnit af N-1 og N-2, blev opnået ved vanding ved svag udtørring gennem hele vækstperioden (fase 2 + fase 3) (tabel 4). Ved middel udtørring blev udbyttet reduceret med ca. 100 hkg pr. ha, og med yderligere 100 hkg pr. ha ved stærk udtørring gennem hele vækstperioden. Stigende ud-

Tabel 1. Forsøgsplan. *Experimental design.*

a. **Markforsøg**
a. *Field experiment*
Forsøgsled
Treatment

	Fase <i>Phase</i>		
	1	2	3
1.	m	sv	sv
2.	m	sv	m
3.	m	sv	st
4.	m	m	sv
5.	m	m	m
6.	m	m	st
7.	m	st	sv
8.	m	st	m
9.	m	st	st
10.	uvandet		

b. **Forsøgsanlæg**
b. *Experimental plant*
Forsøgsled
Treatment

	Fase <i>Phase</i>		
	1	2	3
1.	m	sv	sv
2.	m	sv	m
3.	m	sv	st
4.	m	m	m
5.	m	st	sv
6.	m	st	m
7.	m	st	st

Symboler: Se tabel 3.

Symbols : Table 3.

Tabel 2. Gødskning, planteafstand og parcelstørrelse.
Fertilization, distance between plants and size of plots.

Markforsøg *Field experiments*

Gødskning *Fertilization*

N-1: 150 kg N/ha (kas.)

N-2: 200 kg N/ha (kas.)

P-K: 1200-1600 kg 0-4-21 Mg, Cu

Parcelstørrelse 13 m²

Plot size

Rækkeafstand 75 cm

Distance between rows cm

Planteafstand 33,3 cm

Distance between plants cm

40.000 planter pr. ha.

40,000 plants per ha.

Forsøgsanlæg *Experimental plant*

Gødskning *Fertilization*

N-1: 170 kg N/ha (kas.)

N-2: 220 kg N/ha (kas.)

P-K: 1500-2000 kg 0-4-21 Mg, Cu

Parcelstørrelse 3,4 m²

Plot size

Rækkeafstand 60 cm

Distance between rows cm

Planteafstand 28 cm

Distance between plants cm

60.000 planter pr. ha.

60,000 plants per ha.

Tabel 3. Symboler og fagudtryk. *Symbols and technical terms.*

sv: Vanding ved 0,4 bar,
15-18 mm

(svag udtørring)
(slight drying)

m: Vanding ved 0,8 bar,
28-30 mm

(middel udtørring)
(medium drying)

st: Vanding ved 2 bar,
40-42 mm

(stærk udtørring)
(strong drying)

Faser *Phases*

1: Indtil begyndende knolddannelse
Before tuber initiation

2: Knolddannelsesfasen
Tuber initiation

3: Knoldvækstfasen
Tuber growth

Forsøgstype

M: Markforsøg *Field experiment*

F: Forsøgsanlæg *Experimental plant*

Anvendte formuleringer:

»Stigende udtørring«: Fra forsøgsbehandlingen sv over m til st.

»Stigende udtørring i knolddannelsesfasen«: Ses f.eks. ved sammenligning af led 2, 5 og 8 i markforsøget.

»Stigende udtørring i knoldvækstfasen«: Ses f.eks. ved sammenligning af led 1, 2 og 3.

tørring i såvel knoldvækst- som i knolddannelsesfasen medførte faldende udbytte, men den største udbyttenedgang som følge af stigende udtørring var i knoldvækstfasen.

Udbyttenedgangen som følge af stigende udtørring i knoldvækstfasen var i størrelsesgrupperne over 50 mm, medens der var en udbyttetigning i størrelsen 30–50 mm. Stigende udtørring i knolddannelsesfasen medførte især udbyttenedgang i fraktionen 50–60 mm.

Det største tørstofudbytte, 151 hkg pr. ha, blev opnået ved svag udtørring gennem hele vækstpe-

rioden. Udbytteændringerne som følge af ændret vandingstrategi var i princippet de samme som for det totale knoldudbytte.

Der blev kun fundet en ubetydelig effekt på totaludbyttet ved at øge kvælstofmængden med 50 kg pr. ha til i alt 220 kg kvælstof pr. ha.

Kvælstofmængden ændrede heller ikke på størrelsesfordelingen.

Posmo

Det største totaludbytte på 588 hkg knolde pr. ha blev, som i Tylva, opnået ved vanding ved svag ud-

Tablet 4. Udbytte af knolde i forskellige størrelser i forsøgsanlæg, gns. af år og N-1 og N-2, hkg/ha.
Yield of tubers of different sizes, experimental plant, aver. of year and N-1 and N-2, hkg per ha.

TYLVA

Led Treatment	Fase Phase		Størrelse, mm Size, mm					I alt Total	Tørstof DM
	2	3	<30	30-50	50-60	60-70	>70		
1	sv	sv	7	167	270	143	31	618	151
2	sv	m	7	196	257	88	19	567	140
3	sv	st	9	198	201	47	13	468	117
4	m	m	8	157	238	97	21	521	128
5	st	sv	7	175	258	101	20	561	136
6	st	m	8	188	204	71	10	481	120
7	st	st	10	200	157	54	4	425	109
	LSD		2	29	25	23	11	17	4
N-1	Gns.	Aver.	7	183	229	79	15	513	125
N-2	Gns.	Aver.	8	183	224	93	19	527	132
	LSD		1	ns.	ns.	12	ns.	9	2

POSMO

Led Treatment	Fase Phase		<30	30-50	50-60	60-70	>70	I alt Total	Tørstof DM
	2	3							
1	sv	sv	9	254	244	79	2	588	146
2	sv	m	9	262	215	44	5	535	131
3	sv	st	10	275	146	18	0	449	110
4	m	m	10	258	179	36	2	485	120
5	st	sv	11	270	184	48	6	519	131
6	st	m	13	266	165	22	0	466	119
7	st	st	15	250	119	28	0	412	105
	LSD		2	24	22	15	4	16	4
N-1	Gns.	Aver.	12	266	171	33	2	484	119
N-2	Gns.	Aver.	10	258	187	45	2	502	127
	LSD		1	2	12	8	ns.	8	2

tørring gennem hele vækstperioden. Vanding ved stærk udtørring gennem hele vækstsæsonen medførte, i forhold til vanding ved svag udtørring, en udbyttereduktion på 176 hkg knolde pr. ha. Den tilsvarende udbyttereduktion i Tylva var 193 hkg knolde pr. ha. Udbyttevariationerne af såvel knolde som tørstof, som følge af ændret vandingsstrategi, var i princippet de samme som i Tylva.

Der er intet, som tyder på forskelle i tørkefølsomhed mellem de to sorter (Tylva og Posmo). Fra svag til stærk udtørring gennem hele vækstperioden (sml. led 1 og 7) var der således, målt på tørstofudbytte, en udbyttenedgang i begge sorter på 28%. Ved middel udtørring gennem hele vækstperioden (led 4) var tørstofudbyttet 6% lavere i Posmo end i Tylva.

Markforsøg

I gennemsnit af forsøgsårene blev det største totaludbytte opnået efter vanding ved svag udtørring gennem hele vækstperioden, 605 hkg knolde pr. ha (tabel 5).

Merudbyttet for vanding var 105 hkg knolde pr. ha og 31 hkg tørstof pr. ha. Ved stærk udtørring før vanding blev merudbyttet reduceret til 61 hkg knolde og 18 hkg tørstof pr. ha. I overensstemmelse med resultaterne i forsøgsanlægget medførte stigende udtørring i knolddannelsesfasen mindre udbyttenedgang end stigende udtørring i knoldvækstfasen.

I det tørre år 1986 var merudbyttene for vanding ca. dobbelt så store som de gennemsnitlige merudbytter (ikke vist i tabellen).

Tabel 5. Udbytte af knolde og tørstof i markforsøg, Tylva, hkg/ha, gns. af N-1 og N-2, vanding (mm) og vandudnyttelse, hkg pr. mm.

Yield of tubers and DM of different sizes, field trial, Tylva, hkg/ha, aver. N-1 and N-2, irrigation (mm) and water recovery, hkg per mm.

Gns. af 84-85-86

Aver. 84-85-86

Led <i>Treatment</i>	Fase <i>Phase</i>		Størrelse, mm <i>Size, mm</i>				I alt <i>Total</i>	Merud- bytte <i>Yield in- crease</i>	Tørstof <i>DM</i>		Vanding mm <i>Irri- gation mm</i>	Merud- bytte pr. mm til ført vand <i>Yield increase per mm of water</i>
	2	3	<30	30-50	50-60	>60			I alt <i>Total</i>	Merud- bytte <i>Yield in- crease</i>		
1	sv	sv	6	151	210	238	605	105	149	31	126	0,8
2	sv	m	7	149	207	227	590	90	144	26	99	0,9
3	sv	st	6	151	209	211	577	77	140	22	110	0,6
4	m	sv	6	146	209	236	597	97	144	26	97	1,0
5	m	m	6	155	211	209	581	81	143	25	89	1,0
6	m	st	6	151	200	213	570	70	140	22	77	0,8
7	st	sv	7	151	213	224	595	95	147	29	89	1,3
8	st	m	5	145	205	213	568	68	139	21	58	1,3
9	st	st	6	148	198	210	561	61	136	18	71	0,6
10	uvandet <i>no irrigation</i>		8	170	176	146	500	-	118	-	0	-
	LSD		1	10	14	26	20	5,3				
N-1			7	164	206	190	567		139			
N-2			6	139	202	235	582		141			
	LSD		1	5	ns.	11	9		2			

Tabel 6. Knoldantal i forskellige størrelser, Tylva, F, antal pr. 100 m², gns. af N-1 og N-2.
Number of tubers of different sizes, Tylva, F, number per 100 m², aver. of N-1 and N-2.

TYLVA Gns. Aver. 1984-86

Led Treatment	Fase Phase		<30	30-50	50-60	60-70	>70	I alt
	2	3						
1	sv	sv	848	2956	2286	793	119	7002
2	sv	m	813	3504	2249	496	79	7141
3	sv	st	1103	3819	1835	280	44	7081
4	m	m	930	2881	2068	550	81	6510
5	st	sv	838	3182	2214	568	76	6878
6	st	m	982	3459	1768	409	42	6660
7	st	st	1259	3779	1470	327	14	6849
	LSD		240	588	223	132	42	ns.
N-1			895	3359	2000	447	57	6758
N-2			1040	3378	1969	530	73	6990
	LSD		128	ns.	ns.	70	ns.	ns.

Vandingsstrategien havde ingen markant indflydelse på udbyttet i de enkelte størrelsesgrupper. Stigende udtørring i knoldvækstfasen medførte dog et relativt stort fald i udbyttet af knolde over 70 mm, og kun mindre ændringer i udbytterne af de øvrige fraktioner. Vandning ved svag udtørring medførte et betydeligt større vandforbrug end vandning ved middel og stærk udtørring (sml. f.eks. led 1, 5 og 9).

Den laveste udnyttelse af vandingsvand blev opnået ved svag udtørring i knolddannelsesfasen og stærk udtørring i knoldvækstfasen (led 3) og ved stærk udtørring i begge faser (led 9). Med stærk udtørring i knolddannelsesfasen og svag udtørring i knoldvækstfasen var vandudnyttelsen dobbelt så høj (led 7).

Knoldantal

Stigende udtørring påvirkede ikke det totale knoldantal, men knoldene blev mindre, især ved stigende udtørring i knoldvækstfasen (tabel 6).

I Posmo var der tilsvarende resultater. I markforsøget var der kun små forskelle mellem forsøgsbehandlinger.

Optagelse af N, P, K og Mg

Det procentiske indhold af N, K og Mg var størst ved stærk udtørring før vandning (tabel 7). Med P var det omvendt. Ved svag udtørring før vandning er der høstet op mod 200 kg kvælstof pr. ha. Det vil sige, at der under gode vandforsyningsforhold er høstet lige så meget kvælstof med knoldene, som der er tilført.

Tabel 7. Koncentration i tørstof og kg pr. ha af N, P, K og Mg i knolde ved høst, F, gns. 1984-86 af N-1 og N-2.
Concentrations in dry matter and N, P, K and Mg in tubers at harvest, kg per ha, F, aver. of 1984-86 and N-1 and N-2.

	% N	kg N pr. ha	% P	kg P pr. ha	% K	kg K pr. ha	% Mg	kg Mg pr. ha
Tylva, sv.	1,31	198	0,17	26	1,77	305	0,064	9,6
Tylva, st.	1,51	165	0,16	17	1,86	230	0,072	7,9
LSD	0,03	7	0,00	1	0,05	9	0,003	0,4
Posmo, sv.	1,34	195	0,18	25	2,03	293	0,084	12,1
Posmo, st.	1,56	161	0,15	15	2,01	211	0,085	8,9
LSD	0,04	7	0,01	1	ns.	12	ns.	0,5

Tabel 8. Koncentration i tørstof og optagelse af N, P, K og Mg i knolde, kg pr. ha, gns. af N-1 og N-2.
Concentrations in dry matter N, P, K and Mg in tubers, kg per ha, aver. of N-1 and N-2.

M 1986

Tylva

Led Treatment	Fase Phase		% N	kg N pr. ha	% P	kg P pr ha	% K	kg K pr. ha	% Mg	kg Mg pr. ha
	2	3								
1	sv	sv	1,10	179	0,20	32	1,85	302	0,060	9,7
5	m	m	1,12	169	0,18	27	1,82	275	0,060	9,0
9	st	st	1,21	182	0,18	27	1,88	283	0,068	10,2
10	Uvandet <i>No irrigation</i>		1,50	146	0,20	19	2,02	197	0,075	7,3
	LSD		0,15	13	ns.	3	ns.	15	0,012	1,9
N-1			1,10	161	0,18	27	1,87	276	0,063	9,2
N-2			1,35	199	0,20	29	1,89	281	0,067	9,9
	LSD		0,07	6	0,02	1	ns.	ns.	ns.	0,3
Gens. led og år <i>Aver. of treatment and year</i>				156		30		281		9

Ved stærk udtørring før vanding er der høstet ca. 84% af den tilførte mængde, beregnet som gennemsnit af de to sorter.

Tabel 8 viser resultaterne fra udvalgte forsøgsbehandlinger i markforsøget i 1986 i gennemsnit af de to kvælstofmængder. Den gennemsnitlige kvælstoftilførsel var 175 kg pr. ha og den gennemsnitlige høstede mængde i de vandede forsøgsled var 177 kg kvælstof pr. ha. I den uvandede forsøgsbehandling blev der høstet 146 kg kvælstof pr. ha med knoldene, eller 83% af de tilførte mængder. I gennemsnit af alle forsøg blev der med knoldene høstet 156 kg kvælstof, 30 kg fosfor, 281 kg kalium og 9 kg magnesium pr. ha.

Tabel 9. Stivelsesindhold bestemt ved vægtfylde og enzymmetode, gns. af alle forsøgsled, 1985-86.
Content of starch estimated by density and enzymes, aver. of all treatments, 1985-86.

	%		
	vægtfylde <i>specific gravity</i>	enzym <i>enzyme</i>	enzym - vægtfylde <i>enzyme - gravity</i>
Tylva (F)	18,01	19,17	1,16
Tylva (M)	17,70	19,13	1,43
Posmo (F)	18,43	18,58	0,15

Stivelse

Tabel 9 viser stivelsesindholdet bestemt ved to forskellige metoder. Tallene er gennemsnit af alle forsøgsbehandlinger i to år. Med vægtfyldemetoden blev der i Tylva fundet et stivelsesindhold, som var 1,16-1,43% lavere end efter enzymmetoden, men i Posmo var forskellen kun 0,15% enheder.

Tørstof og stivelse

I gennemsnit af forsøgsperioden var der 0,6-1,0% tørstof mindre i den uvandede forsøgsbehandling (tabel 10). I det tørre år 1986 var forskellen endnu større. Der var kun mindre forskelle i tørstofindholdet i de øvrige forsøgsled. For det tørre år 1986 er vist stivelsesindholdet i knoldene. I gennemsnit af forsøgsleddene har stivelsesindholdet ligget 6,0% under tørstofindholdet. Ved stærk udtørring før vanding, og især i uvandet, blev der i 1986 fundet et fald i stivelsesindholdet (led 8, 9 og 10).

Vækstanalyser

Allerede først i juni steg tørstofproduktionen og kvælstofoptagelsen stærkt (fig. 1). Omkring 10. juli var der optaget ca. 120 kg kvælstof pr. ha. I den sidste del af vækstperioden bøjede såvel pro-

Tabel 10. Knoldenes indhold af tørstof og stivelse, M, %.
Content of DM and starch in tubers, M, %.

Led Treatment	Fase Phase		Tørstof DM		Stivelse Starch	
	2	3	1984/86 N1	1986 N2	1986 N2	1986 N2
1	sv	sv	24,8	24,2	25,3	19,1
2	sv	m	24,4	24,5	25,3	19,1
3	sv	st	24,6	24,1	25,4	19,5
4	m	sv	24,2	24,1	25,5	19,9
5	m	m	24,7	24,5	25,7	20,1
6	m	st	24,7	24,3	25,6	20,9
7	st	sv	25,4	24,0	24,8	19,8
8	st	m	24,6	24,3	25,4	17,8
9	st	st	24,2	24,2	25,1	18,6
10	uvandet No irrigation		23,6	23,6	22,7	16,0
Gns.	Aver.		24,5	24,2	25,1	19,1

duktions- som kvælstofoptagelseskurven stærkt af, og langt størstedelen af såvel tørstof som kvælstof fandtes på dette tidspunkt i knoldene. Alle- rede fra midten af juli var der en nedgang i tør- stof- og kvælstofmængde i bladene. Der blev kun fundet små mængder tørstof og kvælstof i rødder- ne.

I de øvrige år var det principielle forløb det samme, men produktion og optagelse kan foregå endnu hurtigere. I 1986 var der således optaget ca. 190 kg kvælstof pr. ha 20. juli mod 150 kg i 1984 (fig. 1).

Knolddannelse og nedvisning

Knolddannelsen begyndte ca. 10. juni (fig. 2). Derefter dannedes der hastigt nye knolde, og det totale antal steg ikke efter 10. juli, men derefter var der tale om et fald i knoldantallet.

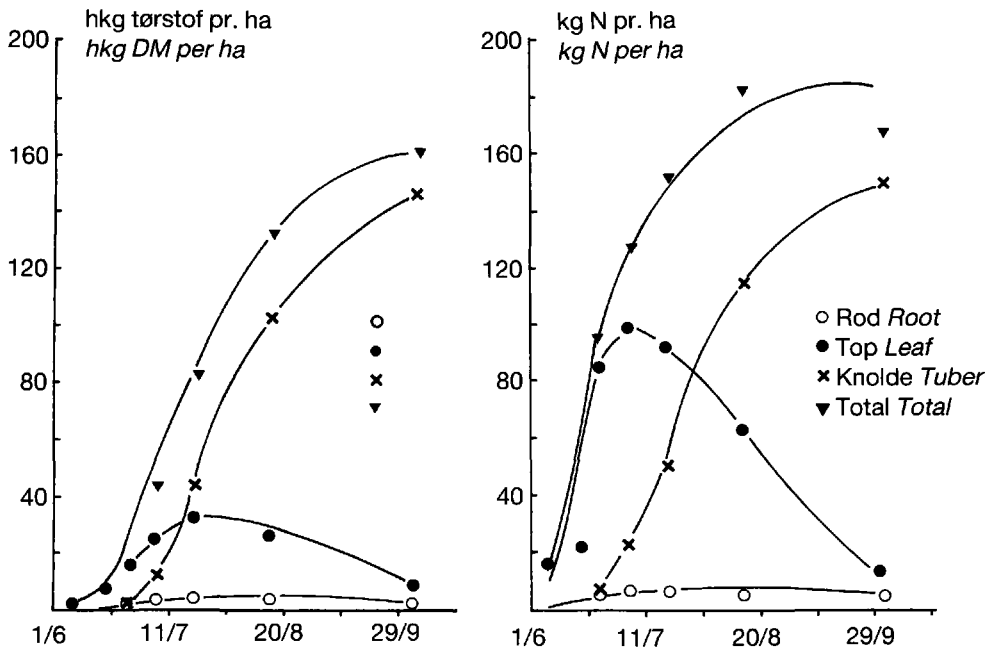


Fig. 1. Tørstofproduktion og kvælstofoptagelse gennem vækstperioden, F, N-2, 1984.
Production of dry matter and nitrogen uptake during the growth period, F, N-2, 1984.

Nedvisningsforløbet kan være meget forskelligt, afhængigt af vandingsstrategien (fig. 3). I 1986 medførte hyppig vanding i knolddannelsesfasen (led 1 og 3) en betydelig tidligere afgroning og nedvisning end i uvandet (led 10). Vandingsstrategien i knoldvækstfasen spillede derimod kun en mindre rolle (sml. led 1 og 3).

Skurv og rodtiltsvamp

Angrebene af skurv og rodtiltsvamp har været svage (tabel 11). I Tylva blev der i både mark- og forsøgsanlæg fundet stigende skurvangreb med stigende udtørring i knolddannelsesfasen. Derimod var der ingen effekt af udtørningsgraden i knoldvækstfasen. I Posmo var resultaterne usikre.

Angrebene af rodtiltsvamp var også svage og i markforsøget uafhængige af vandingsstrategien. I forsøgsanlægget medførte stigende udtørring i knolddannelsesfasen faldende angreb af rodtiltsvamp, medens stigende udtørring i knoldvækstfasen medførte stigende angreb. Angrebsgraden var uafhængig af kvælstofmængden, men der var nogen årsvariation. I alle tilfælde lå angrebsgraden dog på et lavt niveau.

Skimmel, vækstrevner, helhedsindtryk og hudkvalitet

Der var kun små forskelle på skimmelangrebene i de forskellige forsøgsbehandlinger (tabel 12). Derimod var der større angreb i alle tilfælde ved den store kvælstofmængde (ikke signifikant).

Der var kun mindre forskelle i antallet af vækstrevner i de forskelligt vandede forsøgsled, men i markforsøgene i uvandet var der markant flere vækstrevner end i de vandede led.

Ved vurdering af helhedsindtrykket er der søgt lagt vægt på alle forhold vedr. knoldenes visuelle fremtræden. Der var kun mindre, usikre forskelle på de vandede forsøgsbehandlinger, medens det uvandede forsøgsled i markforsøget havde knolde med et dårligere helhedsindtryk. Der blev ikke fundet forskelle i kvælstofmængderne, men der var nogen årsvariation i materialet.

Tabel 13 viser resultater fra undersøgelser af hudkvaliteten. Tilbageslagsvinklen, som skulle være et udtryk for elasticiteten, blev øget lidt med stigende udtørring i knoldvækstfasen. Antallet af forkorkede cellelag blev øget med stigende udtørring i begge vækstfaser. Det nødvendige antal skræl for at fjerne misfarvning efter slag var sti-

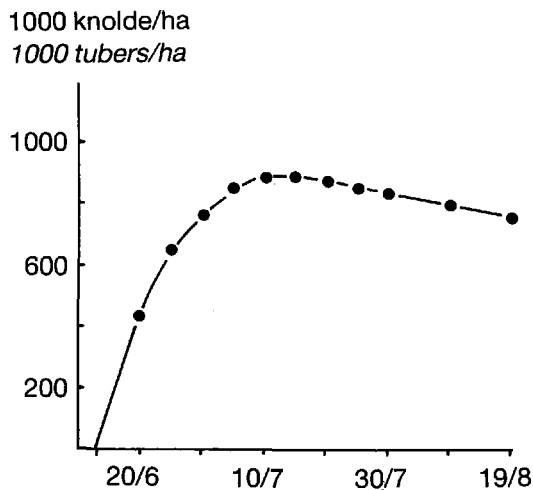


Fig. 2. Knolddannelse, gns. af N-1 og N-2 og 1984-86. Number of tubers, aver. of N-1 and N-2 and 1984-86.

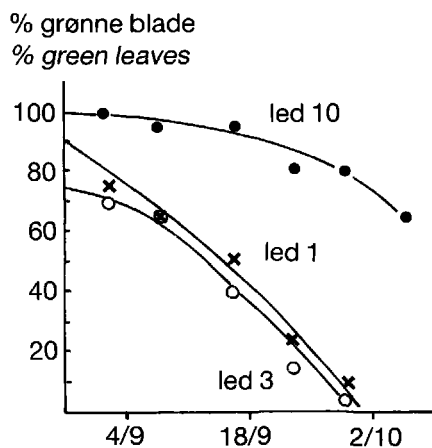


Fig. 3. Nedvisning af blade, M, N-2, 1986. Wilting of leaves, M, N-2, 1986.

Tabel 11. Skurv og rodtiltsvamp, % af overfladen, gns. af N-1 og N-2.
Scab and black scurf, % of surface, aver. of N-1 and N-2.

Led <i>Treatment</i>	Fase <i>Phase</i>		Skurv <i>Scab</i>			Rodtiltsvamp <i>Black scurf</i>		
	2	3	M. Tylva	F. Tylva	F. Posmo	M. Tylva	F. Tylva	F. Posmo
1	sv	sv	2,3	2,3	3,2	1,4	2,3	1,4
2	sv	m	2,4	1,9	2,5	1,6	1,5	1,7
3	sv	st	2,5	2,2	2,9	1,6	2,7	2,5
4	m	sv	2,6	–	–	1,4	–	–
5	m	m	3,1	2,8	3,7	1,4	1,9	2,2
6	m	st	2,6	–	–	1,4	–	–
7	st	sv	3,1	3,3	2,4	1,4	1,1	1,2
8	st	m	2,9	2,9	2,4	1,4	1,0	1,5
9	st	st	3,1	3,7	2,8	1,3	1,7	2,2
10	uvandet <i>No irrigation</i>		2,6	–	–	1,3	–	–
	LSD		0,7	1,0	ns.	ns.	0,7	0,5
N-1			2,8	2,7	3,4	1,5	1,7	1,9
N-2			2,8	2,8	2,2	1,3	1,8	1,7
	LSD		ns.	ns.	0,8	ns.	ns.	ns.
Gns. af led <i>Aver. of treatment</i>								
1984			2,6	4,5	5,3	0,9	2,3	2,7
1985			3,5	2,2	1,7	1,9	1,8	1,3
1986			2,4	1,5	1,6	1,5	1,2	1,4
	LSD		0,4	0,6	1,0	0,3	0,4	0,3

gende med stigende udtørring i såvel knolddannelse- som knoldvækstfasen. Det større lag af korkceller medførte således ikke, at overfladen blev mere robust mod slag. Den hyppige vanding i begge faser medførte således det færreste antal skræl for at fjerne misfarvning. De nævnte forskelle er ikke store, men signifikante på grund af det store materiale, som undersøgelserne er lavet på. Den større kvælstofmængde medførte ikke forringelse af hudkvaliteten.

Aminosyrer

I næsten alle tilfælde var der stigende koncentration med stigende udtørring i knolddannelsesfasen. Der var også stigende koncentration med stigende udtørring i knoldvækstfasen, dog fandtes ofte et fald i koncentrationen ved stærk udtørring i begge faser (led 7) (tabel 14).

Forskellen i g aminosyre pr. 16 g kvælstof ved de forskellige udtøringsgrader var ikke stor, men i de fleste tilfælde var der en faldende mængde aminosyre med stigende udtørring før vanding, specielt i knoldvækstfasen.

Tre aminosyrer afveg fra det omtalte mønster. Histidin, prolin og asparaginsyre udgjorde en stigende mængde pr. 16 g kvælstof med stigende udtørring, specielt i knoldvækstfasen.

Da der ikke var store koncentrationsforskelle, bliver variationerne i den høstede aminosyremængde af samme karakter som variationerne i udbytte. Den største aminosyremængde blev høstet ved svag udtørring i begge faser. Der fandtes et fald i mængden med stigende udtørring – især i knoldvækstfasen.

Table 12. Skimmelangreb, vækstrevner og helhedsindtryk, gns. 1984–86 af N-1 og N-2.
Phytophthora, growth cracks and general impression, aver. 1984–86 of N-1 and N-2.

Led Treatment	Fase Phase		Skimmel (0–10) <i>Phytophthora</i>			% knolde med vækstrevner % tubers with growth cracks			Helhedsindtryk (0–10) General impression		
	2	3	M	F. Tylva	F. Posmo	M	F. Tylva	F. Posmo	M	F. Tylva	F. Posmo
1	sv	sv	4,3	1,5	0,7	1,0	0,7	0,8	7,2	7,8	8,2
2	sv	m	3,0	1,2	1,0	1,2	2,5	0,3	7,3	7,8	9,0
3	sv	st	4,3	1,2	1,7	0,5	13,7	2,5	7,3	7,2	8,0
4	m	sv	4,7	–	–	1,0	–	–	7,2	–	–
5	m	m	2,8	1,5	0,5	1,2	2,2	1,3	7,7	8,2	8,3
6	m	st	3,3	–	–	2,3	–	–	7,5	–	–
7	st	sv	4,7	1,8	2,3	1,3	1,0	1,8	7,0	7,7	8,3
8	st	m	5,3	3,0	2,0	2,7	1,7	0,7	7,0	7,8	8,5
9	st	st	6,0	1,5	1,3	2,8	4,5	1,0	7,3	7,3	8,3
10	uvandet		4,8	–	–	17,7	–	–	6,5	–	–
	LSD		ns.	ns.	1,3	2,0	3,5	ns.	0,7	0,8	0,7
N-1			3,7	1,4	0,9	3,4	2,8	1,6	7,2	7,8	8,4
N-2			5,0	1,9	1,8	2,9	4,7	0,9	7,2	7,8	8,4
	LSD		ns.	ns.	ns.	ns.	ns.	ns.	ns.	ns.	ns.
Gens. af led Aver. of treatment											
1984			6,0	0,8	0,0	2,7	3,1	2,6	7,6	7,6	8,1
1985			4,5	0,1	0,6	1,2	3,3	0,6	7,2	8,3	8,8
1986			2,6	4,1	3,4	5,7	4,8	0,4	6,9	7,1	8,3
	LSD		1,6	1,1	0,9	1,1	ns.	1,8	0,4	0,5	0,5

Karakter 0–10: 10 højeste grad af egenskaben.
10 highest level of the parameter.

Vandforbrug og plantedække

Fig. 4 viser bladarealets indflydelse på vandforbruget i den første del af vækstperioden, hvor bladmassen udvikles. Vandforbruget fulgte i store træk bladudviklingen. Når planterne dækkede 50% af jordoverfladen (LAI 1,5) var vandforbruget ca. 50% af det potentielle. Der var fuld fordampning lidt før, planterne dækkede jordoverfladen (LAI 4,0).

Sortbensyge

Undersøgelsen blev i 1985 og 1986 udført med knolde fra det sunde parti læggemateriale (Tylva), som blev anvendt i vandingsforsøgene.

Knoldene blev inokuleret med en Eca kultur og lagt straks efter. Inokuleringen udførtes med

tandstikkere. Der blev anvendt en 24 timer gammel kultur af Eca på kødpeptonagar. Efter dypning af tandstikkeren i bakteriekulturen, blev den ført 10 mm ind i knolden, 10–15 mm fra en spire i knoldens topende.

Vandingsstrategierne i markforsøgets led 1, 5 og 10 er anvendt i henholdsvis A, B og C.

Undersøgelsen blev foretaget i tilknytning til markforsøget. I to parceller pr. led blev der lagt 26 inokulerede knolde pr. parcel. Knoldene blev lagt i hvert andet plantehul, skiftevis med ikke-inokulerede knolde.

For at vurdere infektionsgraden hos afkommet ved optagning blev der udtaget knoldprøver fra alle behandlinger. De udtagne knolde blev såret med tandstikkere, lagt i plasticposer og derefter

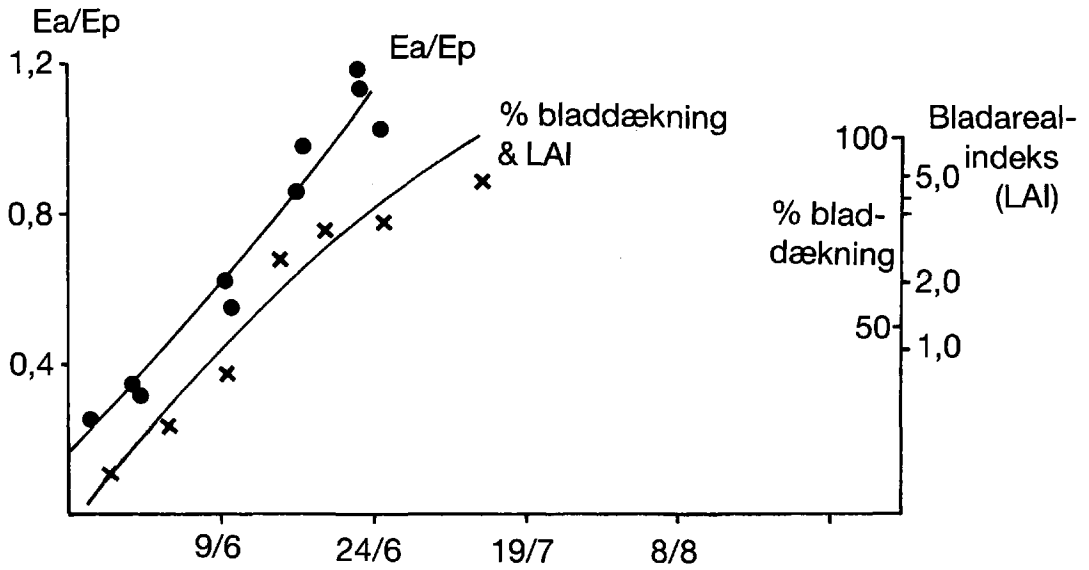


Fig. 4. Fordampning (vandforbrug) før planterne dækker jordoverfladen. Markforsøg, led 5, N-2, 1986.
 Ea: Aktuell fordampning. Ep: Potentiel fordampning.
 Evapotranspiration before the leaves cover the soil. M, treatment 5, N-2, 1986.
 % bladdækning: Per cent of the area covered by leaf.

Tabel 13. Dybde af misfarvning efter slag (antal skræl), forkorkede cellelag og elasticitet (tilbageslag), F, gns. 1984–86 af N-1 og N-2.

Depth of discolouration after injury (number of peel), cork cells and elasticity (backstroke), F, aver. 1984–86 of N-1 and N-2.

Led Treatment	Fase Phase		Antal skræl Number of peel		Antal korkceller Number of cork cells		Tilbageslagsvinkel Backstroke	
	2	3	Tylva	Posmo	Tylva	Posmo	Tylva	Posmo
1	sv	sv	1,6	1,5	7,9	7,2	17,0	16,7
2	sv	m	1,7	–	8,0	–	17,0	–
3	sv	st	1,7	–	7,5	–	17,5	–
4	m	m	1,8	–	7,8	–	17,3	–
5	st	sv	1,7	–	8,4	–	17,1	–
6	st	m	1,9	–	8,6	–	17,0	–
7	st	st	1,8	1,4	9,1	7,7	17,5	17,5
	LSD		0,1	ns.	0,3	0,2	0,3	0,3
N-1			1,8	1,5	8,1	7,5	17,1	17,0
N-2			1,7	1,4	8,3	7,4	17,3	17,2
	LSD		0,1	0,1	0,1	ns.	0,2	0,2
Små knolde Store knolde	Small tubers Big tubers				8,1 8,2	7,5 7,4		
	LSD				ns.	ns.		

Tabel 14. Aminosyreindhold, % af tørstof, g pr. 16 g N, udbytte i kg pr. ha, F, gns. 1984-86 af N-1 og N-2.
Content of amino acids, % of DM, g per 16 g N, yield in kg per ha, F, aver. 1984-86 of N-1 and N-2.

Led Treatment	Fase Phase		LYSIN			HISTIDIN			PROLIN			METHIONIN		
	2	3	%	g pr. 16 g N	kg/ha	%	g pr. 16 g N	kg/ha	%	g pr. 16 g N	kg/ha	%	g pr. 16 g N	kg/ha
1	sv	sv	5,2	5,76	79	1,5	1,67	23	3,1	3,37	47	1,3	1,50	20
2	sv	m	5,3	5,70	73	1,6	1,73	22	3,1	3,33	43	1,3	1,45	18
3	sv	st	5,6	5,71	66	1,7	1,77	20	3,3	3,45	39	1,4	1,48	17
4	m	m	5,5	5,14	70	1,6	1,70	21	3,2	3,33	41	1,4	1,50	18
5	st	sv	5,5	5,69	75	1,7	1,73	23	3,2	3,37	44	1,2	1,48	16
6	st	m	5,6	5,64	67	1,7	1,69	20	3,3	3,36	40	1,4	1,46	17
7	st	st	5,4	5,58	60	1,6	1,65	18	3,3	3,37	36	1,4	1,41	15
LSD			0,3	0,23	4	0,1	0,10	1	0,2	ns.	2	ns.	ns.	3

Led Treatment	Fase Phase		ARGININ			THREONIN			ASP. SYRE			LEUCIN		
	2	3	%	g pr. 16 g N	kg/ha	%	g pr. 16 g N	kg/ha	%	g pr. 16 g N	kg/ha	%	g pr. 16 g N	kg/ha
1	sv	sv	3,8	4,29	58	3,7	4,12	56	16,3	18,01	247	6,1	6,77	92
2	sv	m	3,7	4,12	52	3,7	4,05	52	16,6	18,39	232	6,1	6,66	85
3	sv	st	4,0	4,21	48	3,9	4,07	46	18,1	18,85	213	6,5	6,74	76
4	m	m	4,0	4,22	51	3,9	4,07	50	17,9	18,96	230	6,4	6,69	82
5	st	sv	4,1	4,30	56	3,9	4,03	53	14,7	18,61	203	6,4	6,70	87
6	st	m	4,2	4,28	50	4,0	4,01	48	18,8	19,15	225	6,6	6,69	79
7	st	st	4,0	4,28	45	3,8	3,96	42	18,2	19,60	200	6,4	6,64	70
LSD			0,3	0,11	3	0,2	ns.	3	3,7	0,34	47	0,3	ns.	4

Tabel 15. Stængler pr. plante og knolde pr. ha efter lægning af knolde inokulerede med Eca (a) og ikke-inokulerede knolde (b).

Stems per plant and tubers per ha after planting of tubers inoculated with Eca (a) and non-inoculated tubers (b).

År Year	Stængler pr. plante Stems per plant						Gns. Aver.	
	A		B		C		(a)	(b)
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)		
1985	5,4	4,5	5,4	4,6	5,6	4,5	5,5	4,5
1986	5,0	4,9	5,2	4,4	5,3	4,2	5,2	4,5
	1000 knolde pr. ha 1000 tubers per ha							
1985	646	589	732	512	663	564	680	555
1986	684	703	732	666	932	867	783	745
	Antal % knolde > 60 mm % tubers by numbers > 60 mm							
1985	13	22	10	25	13	25		
1986	17	17	13	18	2	5		
Gns. Aver.	15	19	11	22	8	15		

henstillet ved 20–22°C. Efter én og to ugers forløb undersøgtes det, om knoldene var angrebne af blødråd.

Podningen af læggematerialet med Eca har i gennemsnit øget antallet af stængler pr. plante fra 4,5 til 5,3 (tabel 15). Antallet af knolde pr. ha blev ligeledes øget ved podningen i led B og C, men ikke måleligt i led A, det hyppigst vandede led. Podningen af læggematerialet bevirkede tillige, at procent antal knolde over 60 mm faldt drastigt. Vægtprocent knolde over 60 mm faldt mindre, men dog 12% i det hyppigst vandede led og ca. 30% i de to andre led (tabel 16). Udbyttet faldt med i gennemsnit 12% på grund af podningen af læggematerialet med Eca, og tilsyneladende ret uafhængigt af vandtilførslen, selv om udbyttet var mindst hos de uvandede kartofler (tabel 16).

Angrebet af sortbenseg steg stærkt efter 1. august og stærkest efter de podede læggeknolde og i det hyppigst vandede led (tabel 17). Kombinationen af vanding og lægning af forholdsvis stærkt bakteriebefængte knolde har således haft en øgende virkning på sent optrædende angreb af sortbenseg. Derimod har vanding ikke øget den negative virkning, som lægningen af de inokulerede knolde havde på udbytte og til dels på tør-

stofindholdet. Tørstofindholdet blev mindsket med 0,5 procentenheder på grund af podningen i 1985, men ikke i 1986 (tabel 18).

Med den anvendte teknik var det ikke muligt at måle forskelle i bakteriemængden på afkommet efter inokulerede og ikke-inokulerede læggeknolde, da ret få bakterieangreb opstod hos knoldene i plasticposerne.

Nitrat i jordvæsken

Fig. 5 viser koncentrationen af nitrat i jordvæsken, målt lige under rodzonen (70 cm dybde). I en del af vækstperioden var der mindre nitrat i jordvæsken, hvor der ikke var vandet og ikke tilført kvælstof.

I efterårsperioden var der lidt mere nitrat i jordvæsken, hvor der ikke var vandet og intet kvælstof tilført, sml. med vandede kartofler tilført 200 kg kvælstof pr. ha.

Den højeste nitratkoncentration i jordvæsken om efteråret blev fundet, hvor der var tilført 200 kg kvælstof pr. ha uden vanding.

Til opsugning af jordvæsken blev anvendt en teknik med vakuum på en porøs lerkop.

Tabel 16. Udbytte, hkg pr. ha og % knolde over 60 mm efter lægning af knolde inokulerede med Eca (a) og ikke-inokulerede knolde (b).

Yield hkg ha and % tubers larger than 60 mm after planting of tubers inoculated with Eca (a) and non-inoculated tubers (b).

År Year	Udbytte hkg pr. ha Yield hkg per ha					
	A		B		C	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
1985	513	646	485	634	493	646
1986	594	693	627	596	468	467
Gns.	554	670	556	615	481	557
	Vægt % over 60 mm % by weight > 60 mm					
	A		B		C	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
1985	35,1	43,4	30,5	49,2	36,7	47,8
1986	39,1	40,8	27,9	37,9	8,1	15,8
Gns.	37,1	42,1	29,2	43,6	22,4	31,8

Tabel 17. % sortbenseg planter i marken efter lægning af knolde inokulerede med Eca (a) og ikke-inokulerede knolde (b).

% blackleg infected plants after planting of tubers inoculated with Eca (a) and non-inoculated tubers (b).

Dato for optælling Date of counting	% sortbenseg planter 1985 % blackleg plants 1985					
	A		B		C	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
26/6	0	0	0	0	0	0
10/7	4	0	0	0	0	0
25/7	6	2	8	0	4	2
8/8	6	2	8	0	8	2
5/9	29	8	15	8	19	6
	1986					
	25/6	0	2	4	6	4
	7/7	6	2	2	4	4
	21/7	8	4	2	0	4
	4/8	12	4	2	0	4
	18/8	16	10	8	6	4
	1/9	20	10	12	8	6

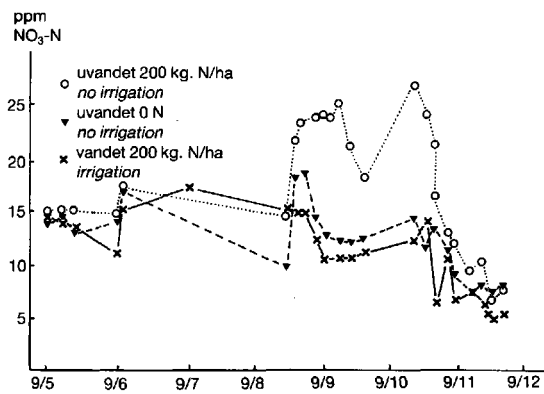


Fig. 5. Koncentration af NO₃-N i jordvand, M, 1986.
Nitrogen in soil water, M, 1986.

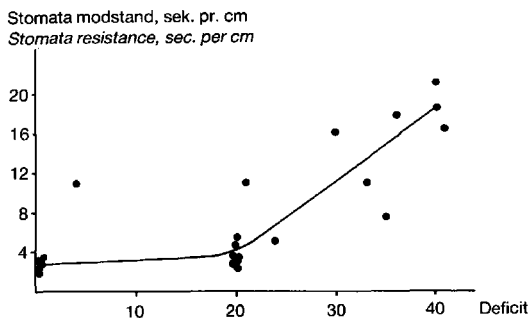


Fig. 6. Stomataresistens som funktion af deficit, F, 1986.
Stomata resistance as a function of deficit, F, 1986.

Chipskvalitet

Kvaliteten er undersøgt i det tørre år 1986 (tabel 19). Stigende udtørring i knolddannelsesfasen havde ingen indflydelse på farven, men gav lidt mere uensartede chips og tendens til smagsforringelse. Stigende udtørring i knoldvækstfasen viste tendens til forbedring i farve og ensartethed, men uændret smag. Forskellene mellem vandingsstrategier var således små, men uvandede kartofler havde ringere smag og farve og var desuden mere uensartede end vandede kartofler.

Stomataresistens

Der er målt i perioden 12. juni – 27. juli 1986. Målingerne er udført på kartoflernes 3. øverste blad. Der er målt to steder på bladets overside. Målingerne er udført i en periode, enten med sol eller med overskyet vejr, for at undgå temperatursvingninger under målearbejdet. Til hvert resultat er der målt på fem forskellige planter pr. led (10 gentagelser). Alle tælltal er korrigeret for evt. temperaturforskelle på bladet.

Fig. 6 viser stomataresistensen (SR) som funk-

Tabel 18. % tørstof i knolde ved høst efter lægning af knolde inokulerede med Eca (a) og ikke-inokulerede knolde (b).

Dry matter % at harvest after planting of tubers inoculated with Eca (a) and non-inoculated tubers (b).

Led Treatment	% tørstof i knolde ved høst Dry matter % at harvest in tubers	
	a	b
	1985	
A	22,9	23,3
B	22,9	23,7
C	23,0	23,1
Gns. Aver.	22,9	23,4
	1986	
A	25,4	25,3
B	25,8	25,6
C	23,2	23,2
Gns. Aver.	24,8	24,7

Tabel 19. Chipskvalitet, gns. af N-1 og N-2, M, 1986.
Quality of chips, aver. N-1 and N-2, M, 1986.

Led Treatment	Fase Phase		Farver Colours	Ensartethed Uniformity	Smag Taste
	2	3			
1	sv	sv	6	6	7
2	sv	m	5	5	7
3	sv	st	7	6	7
4	m	sv	5	4	6
5	m	m	6	5	6
6	m	st	6	6	7
7	st	sv	5	5	6
8	st	m	6	5	6
9	st	st	5	5	6
10	uvandet no irrigation		4	4	5

Karakter 0–10: 10 højeste grad af egenskaben.
10 highest level of the parameter.

tion af tilgængeligt vand i jorden. Resultaterne er noget spredte, men viser alligevel en klar stigning i SR, når underskuddet i jorden nåede 25–30 mm. Det var ikke muligt at påvise forskellige modeller for sammenhænge mellem underskud og SR ved forskellig fordampningsintensitet på det foreliggende materiale.

Aktuel nitratreduktase aktivitet og kvælstof i planterne

Indholdet af totalkvælstof og nitratkvælstof var størst ved den højeste kvælstofmængde gennem hele vækstperioden i alle år (fig. 7). Allerede i midten af juli var nitratindholdet meget lavt, 0,01–0,09%, og reduktase aktiviteten næsten nul. I begyndelsen af juni var reduktase aktiviteten i to af årene lidt højere ved den laveste kvælstofmængde, og der var også optaget lidt mere kvælstof i toppen ved den lave kvælstofmængde. Efter 1. juli var der optaget betydeligt mere kvælstof i toppen ved den største kvælstoftilførsel.

Disse resultater, sammenholdt med oplysninger om produktionsforløb og kvælstofoptagelse (fig. 1) og nedvisningsforløb (fig. 3), tyder på, at en anden kvælstofstrategi kan give en mere hensigtsmæssig, kontinuert N-optagelse og længere vækstperiode. Dette kan måske opnås ved kvælstoftildeling i overensstemmelse med produktionsforløbet (tørstof).

Diskussion

I de første danske forsøg med vandfaktoren blev der opnået et gennemsnitligt merudbytte for vanding på 50–60 hkg knolde pr. ha (9). I nyere forsøg har merudbyttet været stærkt stigende, formentligt først og fremmest på grund af bedre styringsteknik (10).

Kartofler betragtes ofte som relativt tørkefølsomme. Der kan være flere grunde til dette. Flere forfattere anfører, at de lukker spalteåbningerne tidligt (ved lille vandstress) (19, 23, 25).

Tilsyneladende i strid med dette anfører *Loon* (19), at sorten *Saturna* er særlig tørkefølsom, fordi den lukker spalteåbningerne relativt sent. Sorten kan øjensynligt fortsætte en fordampningsintensitet, hvor vandoptagelsen ikke kan

følge med, hvorved plantens turgortryk kan falde katastrofalt. En anden årsag til tørkefølsomheden kan være mindre roddybde end hos flere andre plantearter (6, 19). I danske grovsandede jorde vil der dog næppe være større forskelle på roddyberne, da den effektive roddybde under alle omstændigheder er relativt lille (11).

Forskellig tørkefølsomhed kan også skyldes sorters forskellige evne til osmoregulering. Det er f.eks. vist, at sorten *Alfa* ved tørkestress får et relativt højt tørstofindhold i såvel knolde som blade (16). Fra et omfattende litteraturstudium anfører *Andersen* (2), at osmoregulering er almindeligt forekommende i naturen. Evnen til osmoregulering kan variere, og det diskuteres, om det i virkeligheden er et resistensfænomen eller blot en følge af tørkestress.

Visse aminosyrer kan øjensynligt spille en rolle i forbindelse med tørkestress. Det er f.eks. fundet, at prolínkoncentrationen stiger relativt meget under tørkestress (10, 16, 27). I nærværende undersøgelse udgjorde prolín, histidin og asparaginsyre en stigende andel af den optagne kvælstofmængde ved stigende tørkestress.

Det blev fundet, at kartofler er mest tørkefølsomme i knoldvækstfasen, målt på udbyttet. Dette er i overensstemmelse med andre undersøgelser (8, 21). Det er meget forskelligt hvilken tærskelværdi for jordvandspotentialer forskellige forskere anbefaler at holde sig over for at undgå udbyttereduktion. Et litteraturstudium viser $\div 0,2$ bar til $\div 0,6$ bar i den del af rodzonen, som har den mest intense rodudvikling (19). Der kan være flere årsager til de afvigende konklusioner, f.eks. er forsøgene udført under forskellige klimaforhold. Årsvariationen i klima det enkelte sted kan også være stor, og endelig er forsøgene udført med forskellige sorter.

I overensstemmelse med *Jørgensen* (10) viste nærværende undersøgelse, at stomatamodstanden steg, når deficit (underskud i jorden) nåede ca. 20 mm. Dette vil normalt svare til et tension på ca. 0,5 bar i den mest aktive del af rodzonen, ofte omkring 15–20 cm dybde.

En del resultater viser, at knoldantallet kan påvirkes stærkt af udtørningsgraden før vanding i

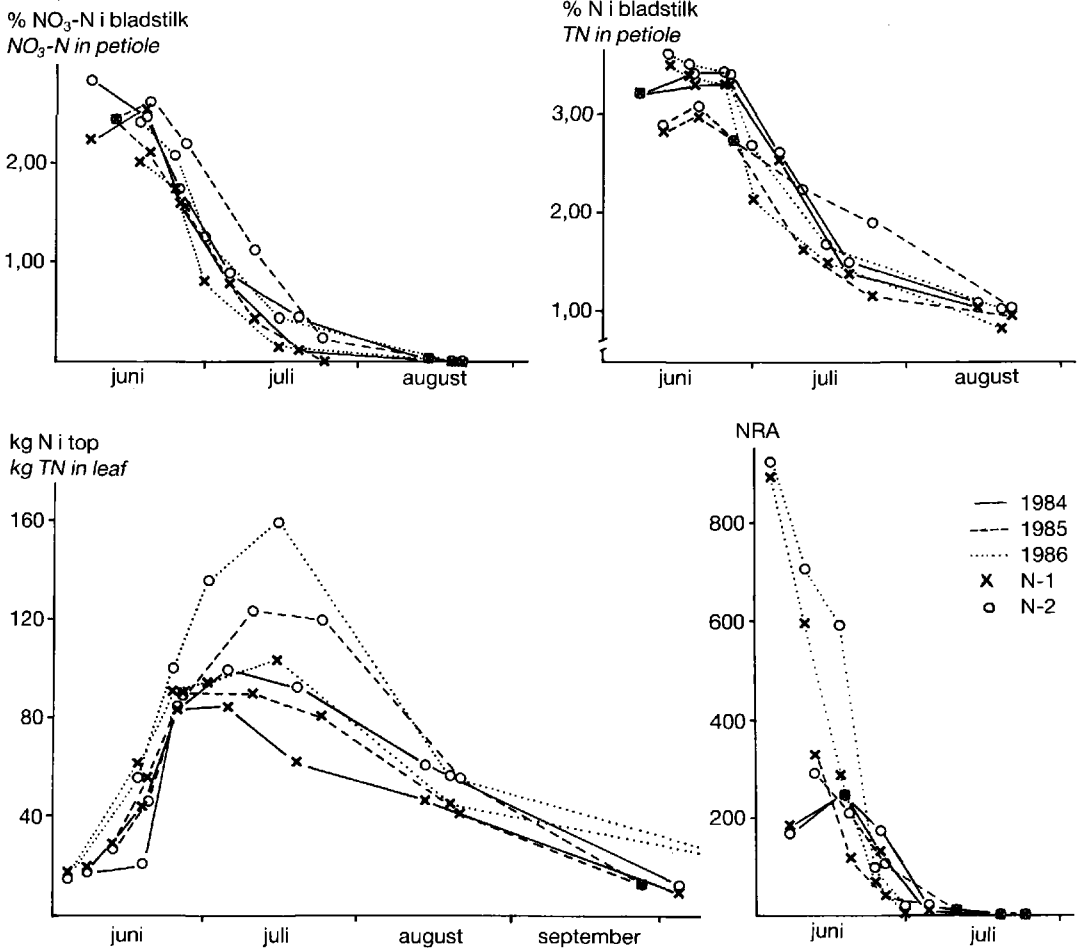


Fig. 7. Nitrat og totalkvælstof i bladstilk. Kvælstof optaget i top og nitratreduktaseaktivitet (NRA). M. Nitrate and TN in petiole. Nitrogen in leaf and nitrate reductaseactivity (NRA).

knolddannelsesfasen (8, 10, 17, 18, 24, 26). I denne undersøgelse viste vandingsstrategien ikke nogen markant indflydelse på knoldantallet. Levy (16) fandt, at der kan være sortsvariation, bl.a. således, at sorter, som danner mange knolde, er mere tilbøjelige til at blive påvirket af vandingsstrategien. I disse sorter medfører tørke i knoldvækstfasen ofte nedgang i knoldantallet.

Ved sammenligning af flere sorter fandt Levy (16), at sorten Alfa viste den mindste produktionsnedgang ved tørke. Det var samtidigt den

sort, som havde den største reduktion i det osmotiske potentiale.

Nogle forskere beskæftiger sig med begrebet tørkehærdning. I kartofler er det også fundet, at tidligt tørkestress i en periode før eller efter fremspiring kan medføre, at planterne bedre tåler tørke senere i vækstperioden (5, 13, 22). Dragland (8) fandt, at tørke før knolddannelse reducerede udbyttet ved tidlig høst af kartoflerne, men øgede udbyttet af de samme fire sorter, hvis de blev høstet sent (september-oktober). Resultaterne fra

nærværende undersøgelse viste ikke nogen form for tørkehærdning.

Resultaterne viste, at stigende tørkestress før vanding reducerede stivelseskoncentrationen. Dette er i overensstemmelse med *Jørgensen* (10) og *Kirkerød* (12). Dette skyldes formentligt, at stivelsessyntesen hæmmes ved væksthæmning.

Der var kun mindre angreb af skurv i forsøgene. Alligevel viste resultaterne, at med hyppig vanding i knolddannelsesfasen blev skurvangrebet reduceret. Andre resultater viste en markant reduktion af skurvangreb ved hyppig vanding i denne fase (7, 10, 14, 15). *Labruyere* (14) diskuterede årsagerne til disse resultater, og baggrunden for effekten af den hyppige vanding.

Stigende udtørring i begge faser medførte dannelse af flere korkceller, men alligevel tendens til dårligere hudkvalitet, idet misfarvningen efter slag var svagt stigende med stigende udtørring.

Jørgensen (10) fandt i spisekartofler også et stigende antal korkceller med stigende udtørring, men i denne undersøgelse medførte et stigende antal korkceller en mindre misfarvning efter slag med slagpendel. Det har ikke været muligt at finde yderligere litteratur, som har omhandlet vandingsstrategiens indflydelse på hudtykkelse og hudkvalitet.

Begge undersøgelser har således vist, at stigende udtørring medfører flere korkceller, men der har ikke været en entydig påvirkning af modstandskraften mod slag. Det må dog fremhæves, at forskellene var små. Mere dybtgående undersøgelser af faktorer, som påvirker hudkvaliteten, kan være relevante.

Konklusioner

I forsøgene blev kartoflernes tørkefølsomhed undersøgt i to perioder, fire uger fra begyndende knolddannelse (knolddannelsesfasen) og i den resterende del af vækstperioden (knoldvækstfasen).

Resultaterne viste, at det er vigtigt at vande hyppigt (ved et lille underskud), hvis man vil opnå et stort udbytte af god kvalitet.

I overensstemmelse med dette var stomataresi-

stensen stigende allerede ved 20–25 mm underskud, ca. 0,5–0,7 bar.

For udbyttet er vanding i knoldvækstfasen vigtigst. For at opnå en god kvalitet er det vigtigt at vælge den rigtige vandingsstrategi i både knolddannelses- og knoldvækstfasen. Der blev ikke fundet nogen forskel i tørkefølsomhed mellem sorterne Tylva og Posmo.

Tørstof- og stivelsesindholdet var størst i de vandede forsøgsled. I det tørre år 1986 var stivelsesindholdet op til 4% enheder højere i vandede end i uvandede kartofler.

Hyppig vanding i knolddannelsesfasen kan medføre dannelse af flere knolde og påvirker i øvrigt mange kvalitetsfaktorer i positiv retning. God vandforsyning i starten af vækstperioden kan have afgørende betydning for knoldenes harmoniske udvikling og dermed for helhedsindtrykket ved høst. Alvorlige vækstrevner synes dog primært at opstå efter dårlig (svingende) vandforsyning i knoldvækstfasen.

Antallet af korkceller steg med stigende udtørring før vanding. Det stigende antal korkceller medførte dog ikke, at knoldene blev mere modstandsdygtige mod slag. Hyppig vanding i hele vækstperioden gav knolde, som var mest modstandsdygtige mod slag (målt på dybden af misfarvningen) i Tylva. I Posmo var der ikke signifikante forskelle. Forskellene var i alle tilfælde små.

Den største aminosyremængde blev høstet ved hyppig vanding gennem hele vækstperioden. Aminosyrerne prolin, histidin og asparaginsyre reagerede anderledes end de øvrige aminosyrer. Ved stigende udtørring før vanding udgjorde disse aminosyrer en stigende andel af den optagne kvælstofmængde.

Stigende udtørring før vanding medførte stigende koncentrationer af kvælstof og kalium men næsten uændrede fosforkoncentrationer i knoldenes tørstof. Under vandede forhold kunne der høstes lige så meget kvælstof, som der var tilført.

Ved lægning af materiale, som er inficeret med sortbensygebakterier, kan vanding medføre et øget angreb af sortbensyge.

Målinger af kvælstoffraktioner og nitratreduk-

tase aktivitet gennem vækstperioden kunne tyde på, at éngangstildeling af kvælstof om foråret måske ikke er det mest hensigtsmæssige, hvis der skal opnås en kontinuert produktion og en lang vækstperiode. Disse forhold bør undersøges nærmere.

Vandudnyttelsen varierede stærkt med vandingstrategien. Den højeste vandudnyttelse blev opnået ved stærk udtørring før vanding i knolddannelsefasen og svag udtørring før vanding i knoldvækstfasen.

Litteratur

1. *Ackerson, R. C., Krieg, D. R., Miller, T. D. & Stevens, R. G.* 1977. Water relations and physiological activity of potatoes. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 102, 572–575.
2. *Andersen, M. N.* 1985. Planternes tørkeresistens, rodudvikling og vandforråd på sandjord. Statens Planteavlsvforsøg. Beretning nr. S 1775, 95 pp.
3. *Boyer, J. S.* 1970. Differing sensitivity of photosynthesis to low leaf water potentials in corn and soybean. *Plant Physiol.* 46, 236–239.
4. *Burrows, F. J.* 1969. The diffusive conductivity of sugar beet and potato leaves. *Agric. Met.* 6, 211–226.
5. *Cavagnaro, J. B., Lis, B. R. de & Tizio, R. M.* 1971. Drought hardening of the potato plant as an after-effect of soil drought conditions at planting. *Potato Res.* 14, 181–192.
6. *Corey, A. T. & Blake, G. R.* 1953. Moisture available to various crops in some New Jersey soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 17, 314–317.
7. *Davis, J. R.* 1973. Effects of moisture level and chemical treatment on potato scab control. Fifth Annual Idaho Potato School Proceedings, 197–209.
8. *Dragland, S.* 1985. Tørke ved ulike utviklingsstadier hos fire potetsorter. *Forskning og Forsøk i Landbruket* 36, 159–167.
9. *Gregersen, A. K. & Jørgensen, V.* 1973. Vanding af kartofler 1965–71. *Tidsskr. Planteavl* 77, 611–620.
10. *Jørgensen, V.* 1984. Vandforsyningsens indflydelse på udbytte og kvalitet af kartofler. *Tidsskr. Planteavl* 88, 453–466.
11. *Jørgensen, V.* 1986. Vandoptagelse af byg, græs og kartofler fra forskellige dybder. *Tidsskr. Planteavl* 90, 241–249.
12. *Kirkerød, T.* 1978. Vanning til poteter. *Forskning og Forsøk i Landbruket* 29, 499–518.
13. *Krug, H. & Wiese, W.* 1972. Einfluss der Bodenfeuchte auf Entwicklung und Wachstum der Kartoffelpflanze (*Solanum tuberosum* L.). *Potato Res.* 15, 354–364.
14. *Labruyere, R. E.* 1971. Common scab and its control in seed-potato crops. *Verst. landbouwk. Onderz. Ned.* 767, 71 pp.
15. *Lapwood, D. H., Weelings, L. W. & Hawkins, J. H.* 1973. Irrigation as a practical means to control Potato Common Scab, final field experiment and conclusions. *Pl. Path.* 22, 35–41.
16. *Levy, D.* 1983. Water deficit enhancement of proline and alfa amino nitrogen accumulation in potato plants and its association with susceptibility to drought. *Physiol. Plant.* 57, 169–173.
17. *Linnér, H.* 1984. The influence of soil moisture on evapotranspiration, growth, nutrient uptake, yield and quality of the potato. Swedish University of Agricultural Sciences. Report 142, 153 pp.
18. *Llewelyn, J. C.* 1963. Irrigation of potatoes. Rep. of School of Agric. Sutton Bonington. Loughborough, Leicestershire, 47–51.
19. *Loon, C. D. van* 1981. The effect of water stress on potato growth, development, and yield. *Am. Potato J.* 58, 51–69.
20. *Munns, R. & Pearson, C. J.* 1974. Effects of water deficit on translocation of carbohydrate in *Solanum tuberosum*. *Aust. J. Plant Physiol.* 1, 529–537.
21. *Myhr, E.* 1970. Virkninger av tørkeperioder til ulik tid i poteter, bygg og eng. *Meld. Norges Landbrukshøgskole* 49, 11 pp.
22. *Necas, J.* 1974. Physiological approach to the analysis of some complex characters of potatoes. *Potato Res.* 17, 3–23.
23. *Rijtema, P. E. & Aboukhaled, A.* 1973. Crop water use in the Arab Republic of Egypt. *FAO report.* RNEA Cairo, 61 pp.
24. *Salter, P. J. & Goode, J. E.* 1967. Crop responses to water at different stages of growth. *Res. Rev. Commonw. Bur. Hort East Malling* 2, 93–100.
25. *Shepherd, W.* 1972. Some evidence of stomatal restriction of evaporation from well-watered plant canopies. *Water Resources Res.* 8, 1092–1095.
26. *Steckel, J. R. A. & Gray, D.* 1979. Drought tolerance in potatoes. *J. Agric. Sci. Camb.* 92, 375–381.
27. *Søgaard, K.* 1984. Vand og kvælstof til almindelig rajgræs. Statens Planteavlsvforsøg. Beretning nr. S 1704, 133 pp.

Manuskript modtaget den 4. august 1987.