

Virkningen af stigende mængde kaliumklorid og kaliumsulfat på kartoffeludbytte, kogekvalitet og farve af chips

Effect of increasing rates of KCl and K₂SO₄ on potato yield, cooking quality and colour of chips

Jens V. Højmark

Resumé

I årene 1970–74 blev der på fire lokaliteter gennemført forsøg med stigende mængder kaliumklorid og kaliumsulfat til kartofler (Bintje og Saturna). Kalium blev tilført umiddelbart før lægning i mængderne 0, 90, 180 og 270 kg K pr. ha.

Knoldudbyttet var stigende ved tilførsel af op til 180 kg K pr. ha. Kalium sænkede knoldenes tørstofindhold, og mest når det blev tilført i form af kaliumklorid.

Stigende mængde kalium nedsatte knoldenes tendens til udkogning, men havde ingen indflydelse på mørkfarvning efter kogning. Kaliumklorid gav flere knolde med våd og blød konsistens og lidt mere mørkfarvning efter kogning end kaliumsulfat gjorde.

Kalium havde en gunstig indflydelse på kartoflernes egnethed til produktion af chips (lysere farve). Kaliumklorid gav lysere farvede chips end kaliumsulfat gjorde.

Nøgleord: Kalium, kartofler, udbytte, kogekvalitet, chipsfarve

Summary

Experiments comparing KCl and K₂SO₄ for potatoes were carried out on sandy soils at four trial fields in 1970–74.

Base fertilization consisted of 110–120 kg N, 30–40 kg P and 30–50 kg Mg per ha.

Experimental potassium treatments were 0, 90, 180 and 270 kg K per ha. The experiments also included a treatment with 400 kg NaCl per ha. The content of chlorine in 400 kg NaCl is equal to the amount of chlorine in 270 kg K per ha given as KCl. K and Na were spread in the spring just before planting the potatoes. Varieties Bintje and Saturna.

On the average yield was slightly increased with increasing application of K up to an amount of 180 kg K per ha. The largest effect of K was found on soils with low content of potassium. On soils with high content of potassium there was none or negative responses. In only a few of the single experiments there was response for more than 180 kg K per ha. Concerning yield there was no significant difference between KCl and K₂SO₄. NaCl had none or negative influence on yield.

Potassium decreased the tuber dry matter content. This was more pronounced with KCl than with K₂SO₄. Also NaCl decreased dry matter content, but not as much as the same amount of chlorine in KCl.

Potassium gave a slight increase in number of tubers per plant. In this respect there was no difference between KCl and K₂SO₄. NaCl gave a slight decrease in number of tubers per plant.

Tubers (Bintje) from the experiments had only a slight tendency to sloughing, but on that low level K decreased tendency to sloughing. After cooking discolouration was not affected by amount of K.

The consistence of the tuber flesh was altered by K from rather dry towards a more watery and soft flesh. In several cases there were white and glassy spots in the cooked tubers, where KCl and NaCl had been used. The taste was not influenced by K or Na.

Potassium improved the chips colour and the uniformity of the colour considerably. In this respect there was a stronger effect of KCl than of K_2SO_4 .

Key words: *Potassium, potatoes, yield, cooking quality, chips colour*

Indledning

I årene 1966–70 blev der ved statens forsøgsstationer gennemført en række forsøg med NPK-gødning til kartofler (Højmark, 1972). I forsøgene indgik en klorfri og en klorholdig NPK-gødning. De to gødningstypers indflydelse på kartoffeludbytte og knoldenes kogeegenskaber var ens. Derimod var kartoffelknoldenes egnethed til produktion af chips bedst (lysest farve), når der var gødet med den klorholdige gødning.

Fra 1969–71 foreligger der resultater fra forsøg med kvælstof og kalium til kartofler på staldgødet og ikke staldgødet jord (Statens planteavlsvorsøg medd. nr. 1036). I disse forsøg blev der ikke opnået noget sikkert merudbytte for tilførsel 150 kg K pr. ha i svovlsur kaligødning. Der blev heller ikke ved prøvekogning fundet nogen indflydelse af kalium på smag, mørkfarvning efter kogning eller tendens til udkogning. Derimod blev chipsfarven bedre (lysere) ved 150 kg K, end hvor der ikke var givet kalium.

Fra udenlandske forsøg berettes ofte om en ret positiv indflydelse af kalium på kartofflernes kogeegenskaber. Således anfører *Schippers* (1968), at kalium nedsætter kartofflernes tilbøjelighed til udkogning og mørkfarvning efter kogning. Verreget (1968) konkluderer, at faren for mørkfarvning efter kogning kan reduceres væsentligt ved gødskning med store mængder af klorfri kaligødning.

Da kartofflers tilbøjelighed til udkogning og mørkfarvning efter kogning er væsentlige kvalitetskriterier, blev der ved statens planteavlsvorsøg iværksat forsøg med stigende mængde kaligødning dels i form af klorholdig kaligødning og dels i form af svovlsur kaligødning. Væsentlige forskelle i de to kaligødnings virkning måtte ved forsøgenes start antages at bero på en forskel i

den tilførte kloridmængde. For med større vægt at kunne fastslå dette, blev der medtaget et led med natriumklorid.

Forsøgenes anlæg

Forsøgene blev gennemført ved Lundgård forsøgsstation i 1970–74 og ved Tylstrup forsøgsstation samt De Danske Spritfabrikkers gårde Frederikshøj og Trinderup 1972–74. Kalium blev tilført i mængderne 0, 90, 180 og 270 kg K pr. ha, dels som kaliumklorid og dels som kaliumsulfat. Endvidere indgik et led med 400 kg kogsalt pr. ha (NaCl). Den tilførte klormængde i 400 kg kogsalt svarer ca. til den klormængde, der tilføres ved anvendelse af 270 kg K i kaliumklorid. Gødningen blev tilført umiddelbart før kartoflerne blev lagt. Kartoffelsorterne Bintje og Saturna blev anvendt i forsøgene 1972–74. I 1970–71 forsøgene ved Lundgård blev der kun anvendt Bintje. I forsøget er kasseret på grund af dårlig fremspiring, hvorefter der ialt foreligger resultater fra 13 forsøg med Bintje og 11 forsøg med Saturna.

Ved Lundgård, Tylstrup og Frederikshøj blev der inden anlæg af forsøgene udtaget jordprøver til analyse for pH, Ft, Kt og Mgt. Analyseresultaterne er anført i tabel 1. Inden anlæg af forsøgene blev der hvert år grundgødet med 110–120 kg N, 30–40 kg P og 30–50 kg Mg pr. ha.

Resultater

Knoldudbytte

I gennemsnit af forsøgene var knoldudbyttet svagt stigende med stigende tilførsel af kalium op til 180 kg K pr. ha (tabel 2).

Mellem de enkelte forsøg var der nogen variation med hensyn til størrelsen af udslaget for kalium. Det største udslag for kalium (hovedtabel I) blev målt ved Lundgård og Trinderup. Disse to

Tabel 1. Resultater af jordbundsanalyser.

Results of soil analysis (1 unit Ft = 3 mg P/100 g soil and 1 unit Kt or Mgt = 1 mg K or Mg/100 g soil).

		pH(H ₂ O)	Ft	Kt	Mgt
Lundgård	1970	5,7	5,4	8,0	–
–	1971	5,8	4,4	5,0	–
–	1972	6,2	4,1	6,1	1,4
–	1973	5,9	4,9	5,9	1,0
–	1974	6,2	5,6	5,7	1,7
Tylstrup	1972	6,0	10,0	8,8	3,9
–	1973	6,0	12,0	7,5	3,2
–	1974	6,1	10,6	5,6	1,6
Frederikshøj	1972	6,0	16,0	19,2	–
–	1973	6,1	6,3	12,3	–
–	1974	6,3	8,5	17,5	–

Tabel 2. Udbytte og merudbytte af knolde, hkg pr. ha.
Yield and additional yield of tubers, dt per ha.

	Bintje		Saturna	
	KCl	K ₂ SO ₄	KCl	K ₂ SO ₄
0 kg K pr. ha	364		351	
90 kg K pr. ha	12	5	18	11
180 kg K pr. ha	19	21	32	19
270 kg K pr. ha	17	23	31	17
400 kg NaCl pr. ha	÷14		0	

forsøgssteder repræsenterer den meget lette og grovkornede sandjord med et Kt på 5–8. På den lidt bedre sandjord ved Tylstrup (Kt 6–9) var udslaget for kalium mindre end ved Lundgård og Trinderup. Ved Frederikshøj (Kt 12–19) var der et lille fald i udbyttet for tilførsel af kalium. Af samtlige enkeltforsøg var der kun få, der viste positive udslag for tilførsel af mere end 180 kg K pr. ha.

Udbytteforskellen ved anvendelse af henholdsvis kaliumklorid og kaliumsulfat var i ingen af sorterne statistisk sikker.

Tilførsel af natriumklorid medførte et fald i udbyttet af Bintje, medens udbyttet af Saturna var upåvirket.

Procent tørstof i knolde

Stigende tilførsel af kalium medførte et fald i kartoflernes tørstofprocent (tabel 3). Kaliumklorid sænkede tørstofprocenten betydeligt mere end kaliumsulfat, hvilket uden tvivl skyldes det ret store indhold af klorid i denne kaliumforbindelse. Antagelsen støttes af, at også natriumklorid sænkede tørstofprocenten.

Tabel 3. Procent tørstof i knolde.
Percentage dry matter in tubers.

	Bintje		Saturna	
	KCl	K ₂ SO ₄	KCl	K ₂ SO ₄
0 kg K pr. ha	22,8		25,6	
90 kg K pr. ha	21,8	22,5	24,5	25,0
180 kg K pr. ha	21,1	22,0	23,7	24,5
270 kg K pr. ha	20,3	21,9	23,3	24,2
400 kg NaCl pr. ha	21,5		24,1	

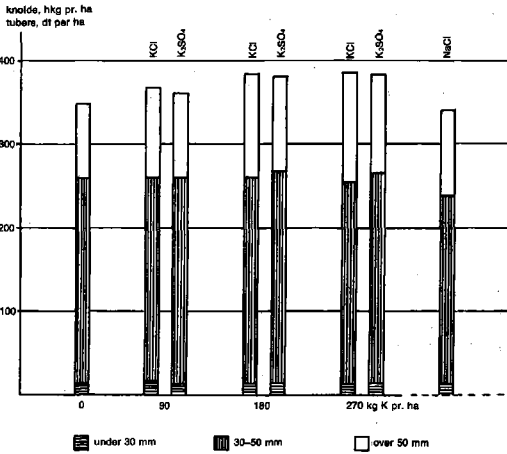
Kaliumgødningernes indflydelse på tørstofprocenten var ikke lige udtalt i alle enkeltforsøgene, hvilket uden tvivl skyldes vækstbetingelserne. Dog var der af de ialt 24 gennemførte forsøg kun 2, hvor tørstofprocenten ikke faldt med stigende tilførsel af kalium.

Knoldstørrelse

Fordelingen af knoldene i størrelserne under 30, 30–50 og over 50 mm var i Bintje og Saturna på det nærmeste ens, hvorfor resultaterne er slået sammen og vist i figur 1 som gennemsnit af alle forsøg i de to sorter.

Af figur 1 ses, at der var stigning i udbyttet af knolde i størrelsen over 50 mm ved tilførsel af kalium op til en mængde af 180 kg pr. ha. Kaliumklorid gav lidt flere knolde i størrelsen over 50 mm end kaliumsulfat. Stigningen i udbyttet af knolde i størrelsen over 50 mm svarer nogenlunde til den totale udbyttestigning, som følge af kaliumtilførsel (tabel 2).

Udbyttet af knolde i størrelsen 30–50 mm og under 30 mm var ikke påvirket af kaliumtilførsel. Tilførsel af natriumklorid reducerede udbyttet af



Figur 1. Udbytte af knolde i størrelsen under 30, 30-50 og over 50 mm.
Yield of tubers in grade under 30, 30-50 and over 50 mm.

knolde i størrelsen 30-50 mm og øgede udbyttet af store knolde i størrelsen over 50 mm.

Der var en betydelig variation fra forsøg til forsøg med hensyn til størrelsesfordelingen. Denne variation må tilskrives de klimatiske vækstbetingelser.

Antal knolde pr. plante

Antal knolde pr. plante er beregnet ved at dividere det totale antal knolde pr. parcel med plantetallet. Resultatet af beregningen er vist i tabel 4, hvoraf det fremgår, at tilførsel af kalium medførte en beskedne stigning i antal knolde pr. plante. Mængde og type af tilført kalium havde ingen

Tabel 4. Antal knolde pr. plante.
Number of tubers per plant.

	Bintje		Saturna	
	KCl	K ₂ SO ₄	KCl	K ₂ SO ₄
0 kg K pr. ha		15,0		15,1
90 kg K pr. ha	15,2	15,0	15,6	15,6
180 kg K pr. ha	15,5	15,5	16,0	16,0
270 kg K pr. ha	15,2	15,4	15,9	16,4
400 kg NaCl pr. ha		14,5		14,4

indflydelse på antal knolde pr. plante. Tilførsel af natriumklorid medførte et lille fald i antal knolde pr. plante. Mellem de enkelte forsøg var der en betydelig variation i knoldantallet pr. plante.

Kogekvalitet

a. Udkogning

I Bintje blev der udført kogeprov på 20 middelstore ubeskadigede knolde. Prøvekogningen blev gennemført ved Tylstrup forsøgsstation. Efter kogning blev knoldene sorteret i a = antal hele, b = antal revnede, c = antal delvis udkogte og d = antal udkogte. Karakter 0-10 for udkogning, hvor 10 er helt udkogt, blev beregnet efter formelen $(a \times 0 + b \times 1 + c \times 2 + d \times 3):6$.

I tabel 5 er karakteren for udkogning vist som gennemsnit af samtlige 13 forsøg. Begge typer af kaliumgødning har mindsket tendensen til udkogning ganske svagt.

Tabel 5. Karakter for udkogning (gens. 13 forsøg, Bintje).
Sloughing (average score, 13 exp., Bintje).

	KCl	K ₂ SO ₄
0 kg K pr. ha		0,8
90 kg K pr. ha	0,5	0,6
180 kg K pr. ha	0,3	0,4
270 kg K pr. ha	0,2	0,2
400 kg NaCl pr. ha		0,1

I forsøgene var der generelt ikke nogen særlig stor tilbøjelighed til udkogning, og tallene i tabel 5 må anses for at være så lave, at de kun har meget lille praktisk betydning. Blandt de ialt 13 forsøg var der kun 3 forsøg, hvor knoldene havde tilbøjelighed til udkogning i en grad, der har praktisk betydning. Resultaterne af disse forsøg er vist i tabel 6.

b. Mørkfarvning

Mørkfarvning efter kogning er bedømt efter Dansk Gæringsindustri's farveskala. Karakter 1-10, hvor 10 = helt sort.

Tabel 6. Karakter for udkogning (gens. 3 forsøg med mest udkogning, Bintje).
Sloughing (average score, 3 exp. with most sloughing, Bintje).

	KCl	K ₂ SO ₄
0 kg K pr. ha		2,1
90 kg K pr. ha	1,3	1,3
180 kg K pr. ha	0,2	1,1
270 kg K pr. ha	0,2	0,7
400 kg NaCl pr. ha		0,4

Karakteren for mørkfarvning lå i de enkelte forsøg på mellem 2 og 4. I tabel 7 er gennemsnitsværdierne anført.

Der er ikke fundet nogen sikker indflydelse af kalium på tendens til mørkfarvning af knoldene efter kogning.

Tabel 7. Karakter for mørkfarvning efter kogning (gens. 13 forsøg, Bintje).
After-cooking blackening (average score, 13 exp., Bintje).

	KCl	K ₂ SO ₄
0 kg K pr. ha		2,9
90 kg K pr. ha	3,0	2,8
180 kg K pr. ha	3,0	2,9
270 kg K pr. ha	3,2	3,0
400 kg NaCl pr. ha		3,2

c. Konsistens og smag

For at få et indtryk af knoldenes konsistens efter kogning blev de opdelt i følgende grupper:

1. Tør konsistens: Melet overflade og tendens til revnedannelse.
2. Fugtig konsistens: Let fugtig og hel overflade. Appetitligt udseende.
3. Våd konsistens: Fugtige og bløde. Ikke appetitligt udseende.

I tabel 8 er anført hvor mange procent af knoldene, der kan henregnes til ovennævnte 3 kategorier. Tallene repræsenterer gennemsnit af alle forsøg. Der var en betydelig årsvariation med hensyn til konsistens.

Tabel 8. Procent knolde efter kogning med tør, fugtig eller våd konsistens (gens. 13 forsøg, Bintje).
Percentage tubers after cooking with dry (1), moist (2) or watery (3) consistence of the flesh (average 13 exp., Bintje).

	KCl	K ₂ SO ₄
1. tør konsistens		
0 kg K pr. ha		55
90 kg K pr. ha	26	37
180 kg K pr. ha	21	33
270 kg K pr. ha	16	27
400 kg NaCl pr. ha		18
2. fugtig konsistens		
0 kg K pr. ha		42
90 kg K pr. ha	68	62
180 kg K pr. ha	74	65
270 kg K pr. ha	77	70
400 kg NaCl pr. ha		75
3. våd konsistens		
0 kg K pr. ha		3
90 kg K pr. ha	6	1
180 kg K pr. ha	5	2
270 kg K pr. ha	7	3
400 kg NaCl pr. ha		7

Kalium havde en betydelig indflydelse på konsistensen, idet antallet af knolde med tør konsistens faldt, medens antallet med fugtig konsistens steg med stigende kaliumtilførsel. Kaliumklorid havde i den henseende en kraftigere virkning end kaliumsulfat.

Antallet af våde og bløde knolde steg ved anvendelse af kaliumklorid og natriumklorid, hvorimod kaliumsulfat ikke havde nogen sikker indflydelse herpå. Ved prøvekogningerne blev der i adskillige tilfælde konstateret hvide og glasagtige pletter i knoldene, når der var anvendt store mængder kaliumklorid eller natriumklorid.

Med hensyn til knoldenes smag efter kogning blev der ikke konstateret nogen sikker forskel efter tilførsel af forskellige kaliummængder eller kaliumtyper.

Chipskvalitet

Kaliums indflydelse på kartoffelknoldenes egnethed til produktion af chips blev undersøgt ved

prøvekogning af chips i august, december og februar måned. Prøvekogningerne omfattede knolde fra alle forsøg med undtagelse af augustkogningen, der kun blev gennemført med knolde fra Lundgård og Tylstrup. Prøvekogningerne blev foretaget ved Tylstrup forsøgsstation.

Efter kogning blev de fremstillede chips bedømt for farve og ensartethed i farve. Bedømmelsen skete efter en 1–10 skala, hvor højeste karakter repræsenterede det ideelle.

a. Farve

Resultaterne af bedømmelsen for farve er vist i tabel 9 for prøvekogning udført i august, december og februar måned.

Farven af de fremstillede chips blev forbedret ganske betydeligt ved gødskning med kalium, og jo mere kalium der var tilført, desto bedre (lysere)

Tabel 9. Karakter for chipsfarve ved prøvekogning i august, december og februar måned, skala 1–10, hvor 10 = helt lys.

Average score for colour of chips cooked in August, December and February. Score 1–10. 10 = light.

	Bintje (gens. 13 fs.)		Saturna (gens. 11 fs.)	
	KCl	K ₂ SO ₄	KCl	K ₂ SO ₄
August				
0 kg K pr. ha	5,7		7,3	
90 kg K pr. ha	6,6	5,9	8,1	7,6
180 kg K pr. ha	6,9	6,4	8,2	7,6
270 kg K pr. ha	7,3	6,9	8,5	7,8
400 kg NaCl pr. ha	6,9		8,1	
December				
0 kg K pr. ha	4,7		6,7	
90 kg K pr. ha	6,2	5,3	7,9	7,3
180 kg K pr. ha	6,8	6,2	8,4	7,9
270 kg K pr. ha	7,6	6,3	8,8	8,4
400 kg NaCl pr. ha	6,4		7,9	
Februar				
0 kg K pr. ha	4,7		6,7	
90 kg K pr. ha	5,7	5,1	7,4	7,0
180 kg K pr. ha	6,2	5,6	8,0	7,5
270 kg K pr. ha	6,8	5,7	8,0	7,3
400 kg NaCl pr. ha	6,0		7,2	

blev farven. Af resultaterne ses det endvidere, at gødskning med kaliumklorid havde større indflydelse på chipsfarven end kaliumsulfat havde.

Saturna, der er velegnet til chipsfremstilling og udelukkende dyrkes til dette formål, har givet lysere chips end Bintje. I Saturna har kalium ikke medført så store forbedringer i chipsfarven som hos Bintje, og forskellen mellem kaliumklorid og kaliumsulfat er heller ikke så stor i denne sort.

Den virkning på farven af chips, der er opnået ved anvendelse af natriumklorid, samt forskellen i farve efter anvendelse af henholdsvis kaliumklorid og kaliumsulfat viser, at klorid øver stor indflydelse på chipsfarven.

Den målte forbedring i farven ved tilførsel af de to kaliumtyper og natriumklorid, samt forskellen mellem kaliumklorid og kaliumsulfat og mellem mængderne af kalium er statistisk sikker.

Tabel 10. Karakter for ensartethed i farve af chips ved prøvekogning i august, december og februar måned. Skala 1–10, hvor 10 = ensartet farve.

Average score for uniformity of chips colour in August, December and February. Score 1–10. 10 = uniform colour.

	Bintje (gens. 13 fs.)		Saturna (gens. 11 fs.)	
	KCl	K ₂ SO ₄	KCl	K ₂ SO ₄
August				
0 kg K pr. ha	6,3		7,9	
90 kg K pr. ha	6,4	5,8	8,1	8,2
180 kg K pr. ha	6,6	6,1	8,2	7,8
270 kg K pr. ha	7,6	6,3	8,2	7,8
400 kg NaCl pr. ha	6,7		8,1	
December				
0 kg K pr. ha	4,5		6,3	
90 kg K pr. ha	5,7	5,0	7,5	7,1
180 kg K pr. ha	6,5	5,6	8,6	7,9
270 kg K pr. ha	6,9	6,1	8,6	8,0
400 kg NaCl pr. ha	5,7		7,7	
Februar				
0 kg K pr. ha	5,1		6,6	
90 kg K pr. ha	5,7	5,3	7,5	7,1
180 kg K pr. ha	5,6	5,5	7,8	7,5
270 kg K pr. ha	5,9	5,2	7,9	7,4
400 kg NaCl pr. ha	5,7		7,1	

b. Ensartethed i farve

I tabel 10 ses det, at kaliums indflydelse på farvens ensartethed ikke var så stor og heller ikke så entydig som indflydelsen på farven. Dog var der en ret tydelig tendens til, at stigende tilførsel af kalium gav en stigning i farvens ensartethed. Gødskning med kaliumklorid gav en mere ensartet farve end gødskning med kaliumsulfat.

Den mere ensartede farve ved tilførsel af de to kaliumgødninger og natriumklorid samt forskellen mellem kaliumklorid og kaliumsulfat og mellem stigende mængder af kalium var kun statistisk sikker ved prøvegøning i december måned.

Procent kvælstof i knoldtørstof

Indholdet af kvælstof i knoldtørstoffet er for Bintje og Saturna anført i tabel 11. En statistisk analyse af talmaterialet viser, at knoldtørstoffets indhold af kvælstof ikke var påvirket af stigende tilførsel af kalium og heller ikke af, hvilken form for kaligødning, der var anvendt. Derimod var der en betydelig variation i kvælstofindholdet fra forsøg til forsøg. Denne variation kan ikke forklares ud fra de foreliggende forsøg, men skyldes sikkert forskelle i jordbund og klimabestemte vækstbetingelser.

Tabel 11. Procent N i knoldtørstof.
Percentage N in tuber dry matter.

	Bintje		Saturna	
	KCl	K ₂ SO ₄	KCl	K ₂ SO ₄
0 kg K pr. ha		1,44		1,49
90 kg K pr. ha	1,50	1,51	1,51	1,47
180 kg K pr. ha	1,46	1,50	1,46	1,48
270 kg K pr. ha	1,49	1,49	1,47	1,50
400 kg NaCl pr. ha		1,53		1,50

Procent kalium i knoldtørstof

I tabel 12 er knoldtørstoffets indhold af kalium vist. Der er en sikker stigning i kaliumindholdet med stigende tilførsel af kalium og ligeledes et højere indhold efter tilførsel af kaliumklorid end efter kaliumsulfat. Saturna har ved alle gødningsmængder haft et højere kaliumindhold end Bintje.

Tabel 12. Procent K i knoldtørstof.
Percentage K in tuber dry matter.

	Bintje		Saturna	
	KCl	K ₂ SO ₄	KCl	K ₂ SO ₄
0 kg K pr. ha		1,94		2,01
90 kg K pr. ha	2,06	2,04	2,15	2,15
180 kg K pr. ha	2,24	2,15	2,29	2,25
270 kg K pr. ha	2,39	2,19	2,41	2,33
400 kg NaCl pr. ha		2,00		2,12

Fra forsøg til forsøg var der nogen variation i kaliumindholdet. Det højeste indhold blev fundet i forsøgene ved Trinderup og Frederikshøj og det laveste ved Lundgård. Af enkeltforsøgene var der ved tilførsel af 180 kg K pr. ha kun 1 forsøg, Lundgård 1970, hvor tørstoffets kaliumindhold var under 2,0 %.

Procent klorid i knoldtørstof

Knoldtørstoffets indhold af klorid er steget med stigende tilførsel af kalium og langt mere ved anvendelse af kaliumklorid end kaliumsulfat (tabel 13). Klorindholdet varierede noget fra forsøg til forsøg og variationen var specielt stor i de led, hvor der var anvendt kaliumsulfat.

Tabel 13. Procent Cl i knoldtørstof.
Percentage Cl in tuber dry matter.

	Bintje		Saturna	
	KCl	K ₂ SO ₄	KCl	K ₂ SO ₄
0 kg K pr. ha		0,17		0,19
90 kg K pr. ha	0,33	0,17	0,33	0,18
180 kg K pr. ha	0,45	0,20	0,43	0,22
270 kg K pr. ha	0,54	0,25	0,50	0,23
400 kg NaCl pr. ha		0,47		0,45

Diskussion

Kartofler er en særdeles kaliumforbrugende afgrøde. I gennemsnit af de her offentliggjorte forsøg er der med knoldene fjernet ca. 180 kg K pr. ha og år.

I betragtning af det store kaliumforbrug kunne det forventes, at kartofler udbyttmæssigt reage-

rede kraftigere på tilførsel af kalium, end tilfældet har været. Forsøgene i denne beretning viser stigende udbytte op til en tilførsel af 180 kg K pr. ha. Forsøg i de landøkonomiske foreninger i 1969-71 viser ingen udbyttestigning ved at øge kaliumtilførslen fra 140 til 280 kg K pr. ha (Olesen, 1971). Olesen (1956) fandt i gennemsnit af 35 forsøg i de landøkonomiske foreninger et merudbytte på 17 hkg knolde for tilførsel af 80 kg K pr. ha og et merudbytte på 13 hkg knolde ved at øge kaliumtilførslen fra 80 til 160 kg K pr. ha.

Forudsat der ikke er tale om meget kaliumfattig jord, ser det således ikke ud til, at der kan forventes nævneværdig udbyttestigning ved tilførsel af mere end ca. 180 kg K pr. ha.

Forsøgene viser et tydeligt fald i knoldenes tørstofindhold ved stigende tilførsel af kalium. Kaliumklorid har sænket tørstofindholdet betydeligt mere end kaliumsulfat. Den her fundne indflydelse af kalium på tørstofprocenten er i fuld overensstemmelse med resultater af Nielsen og Nielsen (1969).

Tilførsel af kalium har medført lidt mindre tilbøjelighed til udkogning, hvorimod der ikke er fundet nogen virkning af kalium på tilbøjelighed til mørkfarvning efter kogning. Holm (1974) fandt ved prøvekogning af kartofler fra forsøg i de landøkonomiske foreninger, at kalium gav lidt mindre udkogning og lidt mindre mørkfarvning efter kogning. Med hensyn til kartoffelknoldenes konsistens efter kogning stemmer resultaterne overens med svenske undersøgelser, der ligeledes viser, at store mængder kalium giver knolde med en våd konsistens efter kogning (Hahlin, 1970).

Ved forarbejdning af kartofler til chips og pommes frites er det af stor betydning, at det færdige produkt har en lys og ensartet farve. Farven er delvis bestemt af knoldenes indhold af de såkaldte reducerende sukkerarter, der sammen med aminosyrer under kogning danner en mørk farveforbindelse. Indholdet af de reducerende sukkerarter falder med stigende tilførsel af kalium og specielt ved tilførsel af kaliumklorid. Herved kommer kaliumgødskningen til at spille en ret stor rolle for dyrkning af kartofler til specielt denne produktion.

De gennemførte forsøg viser en ret stor indflydelse af kalium på chipsfarven og ligeledes en bedre virkning efter kaliumklorid end efter kaliumsulfat. Resultaterne understøttes af tilsvarende forsøg i USA, hvor der ligeledes er fundet en betydelig virkning af kalium på chipsfarven og den største virkning af kaliumklorid (Eastwood og Watts, 1956; Wilcox, 1961; Murphy og Goven, 1966).

Med hensyn til olieforbruget ved produktion af chips er det uheldigt, at kaliumklorid giver så stort et fald i kartoflernes tørstofindhold, som tilfældet er. Ved produktion af chips er olieforbruget større ved anvendelse af kartofler med lavt tørstofindhold end ved anvendelse af kartofler med højt tørstofindhold.

Konklusion

De gennemførte forsøg med stigende mængde kaliumklorid og kaliumsulfat til kartofler (Bintje og Saturna) har vist, at der på sandjord med Kt på under 10 kan forventes svagt stigende udbytte for tilførsel af indtil 180 kg K pr. ha. Ligger jordens Kt over 10, må der regnes med meget små udslag for tilførsel af kalium og endog fald i udbyttet ved Kt over 15-20.

I gennemsnit af forsøgene blev der med kartoffelknoldene fjernet 180 kg K pr. ha og år. Forsøgene giver således basis for at anbefale ca. 180 kg K pr. ha til spisekartofler, når Kt ligger under 10. Ved højere Kt kan tilførslen af K reduceres væsentlig.

Knoldenes tørstofindhold faldt efter tilførsel af såvel kaliumklorid som kaliumsulfat, men mest efter tilførsel af kaliumklorid.

Udbyttestigningen som følge af kaliumtilførsel var udelukkende knolde i størrelsen over 50 mm.

Kaliums indflydelse på tilbøjelighed til udkogning og mørkfarvning efter kogning var svag og berettiger ikke til anvendelse af mere end 180 kg K pr. ha. Kaliumklorid gav flere knolde med våd og blød konsistens efter kogning samt lidt mere mørkfarvning end kaliumsulfat. Derfor bør klorholdige gødninger undgås til spisekartofler eller udbringes så tidligt om vinteren, at klore kan nå at blive udvasket inden vækstperiodens start.

Ved tilførsel af kalium blev farven af chips forbedret betydeligt, og i den henseende virkede kaliumklorid bedre end kaliumsulfat. Den gunstige indflydelse af kaliumklorid på chipsfarven skal vurderes i relation til den kraftige sænkning af knoldenes tørstofindhold, som kaliumklorid bevirkede, og som er uheldig af hensyn til det større olieforbrug, der er ved produktion af chips fra kartofler med lavt tørstofindhold.

Litteratur

- Eastwood, T. and Watts, J. 1956:* The effect of potash fertilization upon potato chipping quality. *Am. Potato J.* Vol. 33 no. 8 p. 255-257.
- Hahlin, M. 1970:* Potatisdag 26. januar 1970. Lantbrukshøgskolan, Uppsala, Sverige.
- Holm, F. et. al. 1974:* Kartoffelkvalitet under indflydelse af gødningstilførsel. Beretning nr. 69 F.H.I., Kolding.
- Højmark, Jens V. 1972:* Placering af NPK-gødning til kartofler. *Tidsskrift for Planteavl* 76 p. 196-208.
- Murphy, H.J. and Goven, M.J. 1966:* The last decade in 38 years of potash studies for potato fertilizers in Maine. *Am. Potato J.* vol. 43 no. 4 p. 122-127.
- Nielsen, E. Vork og Nielsen, N.K. 1969:* Danske kartoflers mineralstofindhold i relation til dyrkningen. Beretning nr. 50 F.H.I., Kolding.
- Olesen, Johs. 1956:* Planteavlssarbejdet i landboforeningerne i Jylland s. 628.
- Olesen, Johs. 1971:* Planteavlssarbejdet i landboforeningerne, s. 1123.
- Schippers, P.A. 1968:* The influence of rates of nitrogen and potassium application on the cooking quality of four potato varieties. *Eur. Potato J.* 11. p. 88-99.
- Statens planteavlssforsøg 1972:* Kvælstof og kalium til kartofler på staldgødet og ikke staldgødet jord. Medd. nr. 1036.
- Vertregt, N. 1968:* After-cooking discolouration of potatoes. *Eur. Potato J.* 11. p. 226-234.
- Wilcox, G.E. 1961:* Effect of sulfate and chloride sources and rates of potassium on potato growth and tuber quality. *Am. Potato J.* Vol. 38 no. 7 p. 215-220.

Manuskript modtaget den 24. november 1976.

Hovedtabel I. Knoldudbytte, hkg pr. ha.
Yield of tubers, dt per ha.

kg K pr. ha		0	90 KCl	90 K ₂ SO ₄	180 KCl	180 K ₂ SO ₄	270 KCl	270 K ₂ SO ₄	400 kg NaCl
<i>Bintje</i>									
Lundgård	1970	408	442	419	428	444	450	465	378
	1971	283	307	310	327	329	316	315	255
	1972	314	322	324	366	339	359	352	286
	1973	326	364	331	368	372	375	382	334
	1974	406	420	402	447	428	417	421	366
	gens.	347	371	357	387	382	383	387	324
Tylstrup	1972	517	530	518	524	535	536	536	502
	1973	292	298	301	316	317	311	308	313
	1974	287	309	311	331	328	344	343	283
	gens.	365	379	377	390	393	397	396	366
Frederikshøj	1972	460	460	438	424	432	435	437	424
	1973	533	516	504	519	507	494	537	506
	1974	426	446	424	432	424	429	422	396
	gens.	473	474	455	458	454	453	465	442
Trinderup	1972	214	206	244	225	275	214	248	235
	1973	265	274	273	270	279	274	263	269
	1974	—	—	—	—	—	—	—	—
	gens.	240	240	259	248	277	244	256	252
<i>Saturna</i>									
Lundgård	1972	273	292	292	321	311	314	315	260
	1973	316	323	323	363	330	363	347	304
	1974	399	444	419	456	417	452	411	383
	gens.	329	353	345	380	353	376	358	316
Tylstrup	1972	469	500	496	498	525	530	522	478
	1973	251	251	252	272	278	263	255	276
	1974	278	287	294	307	305	314	317	275
	gens.	333	346	347	359	369	369	365	343
Frederikshøj	1972	454	448	442	457	446	455	404	432
	1973	467	487	482	494	482	480	470	444
	1974	417	421	382	427	395	414	396	388
	gens.	446	452	435	459	441	450	423	421
Trinderup	1972	307	344	324	358	310	352	365	361
	1973	231	263	272	265	275	262	247	259
	1974	—	—	—	—	—	—	—	—
	gens.	269	304	298	312	293	307	306	310

Hovedtabel II. Procent tørstof i knolde.
Percentage dry matter in tubers.

kg K pr. ha		0	90 KCl	90 K ₂ SO ₄	180 KCl	180 K ₂ SO ₄	270 KCl	270 K ₂ SO ₄	400 kg NaCl
<i>Bintje</i>									
Lundgård	1970	24,8	23,2	24,6	21,7	23,5	20,6	23,0	22,7
	1971	21,9	20,7	21,5	19,4	20,2	18,9	20,7	20,6
	1972	24,9	23,5	24,2	21,7	23,7	21,7	23,1	22,4
	1973	24,8	23,3	24,0	21,6	23,4	20,7	22,8	22,4
	1974	23,6	21,9	23,2	21,1	22,8	20,1	22,7	21,3
	gens.	24,0	22,5	23,5	21,1	22,7	20,4	22,5	21,9
Tylstrup	1972	22,0	20,5	21,3	19,9	20,9	19,1	20,2	19,9
	1973	23,9	22,4	22,8	21,8	22,7	20,9	22,5	21,4
	1974	24,1	22,7	23,1	21,8	22,8	21,1	22,0	22,8
		gens.	23,3	21,9	22,4	21,2	22,1	20,4	21,6
Frederikshøj	1972	21,4	20,6	22,0	20,7	21,3	19,6	21,3	21,0
	1973	21,3	20,8	21,6	21,2	21,2	20,6	21,5	21,1
	1974	21,3	21,4	21,1	20,9	21,3	20,3	21,0	20,5
		gens.	21,3	20,9	21,6	20,9	21,3	20,2	21,3
Trinderup	1972	20,8	19,8	20,8	19,8	20,8	19,0	21,7	20,7
	1973	21,8	22,8	21,8	22,7	21,8	21,7	21,8	22,2
	1974	—	—	—	—	—	—	—	—
		gens.	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	20,4	21,8
<i>Saturna</i>									
Lundgård	1972	27,1	25,6	26,5	25,4	25,9	24,0	25,6	24,8
	1973	28,1	25,7	26,9	24,8	26,3	23,8	25,4	25,0
	1974	24,6	22,8	23,5	20,9	23,4	20,9	23,1	22,5
		gens.	26,6	24,7	25,6	23,7	25,2	22,9	24,7
Tylstrup	1972	25,5	24,7	24,7	22,8	24,3	22,5	23,7	23,6
	1973	27,2	25,4	26,3	24,4	25,5	24,3	25,6	25,0
	1974	25,8	24,8	25,4	24,4	24,7	23,8	23,7	24,9
		gens.	26,2	25,0	25,5	23,9	24,8	23,5	24,3
Frederikshøj	1972	24,4	24,1	24,1	23,3	23,6	22,5	23,7	23,8
	1973	25,8	25,2	25,4	24,6	24,6	24,3	24,6	24,5
	1974	24,4	24,2	23,2	23,4	24,1	23,1	23,0	23,4
		gens.	24,9	24,5	24,2	23,8	24,1	23,3	23,8
Trinderup	1972	24,2	23,1	23,9	22,9	23,9	23,9	23,8	23,5
	1973	24,2	23,8	24,7	24,0	23,5	23,4	24,0	23,5
	1974	—	—	—	—	—	—	—	—
		gens.	24,2	23,5	24,3	23,5	23,7	23,7	23,9

Hovedtabel III. Resultater af kogeprøver.

kg K pr. ha	0	90 KCl	90 K ₂ SO ₄	180 KCl	180 K ₂ SO ₄	270 KCl	270 K ₂ SO ₄	400 kg NaCl	
<i>Bintje, karakter for udkogning (sloughing)</i>									
Lundgård	1970	1,6	1,0	1,8	0,1	0,6	0	0,7	0,6
	1971	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0
	1972	3,0	1,6	0,6	0,3	1,3	0,6	1,2	0,4
	1973	0,3	0,3	0,6	0,3	0,3	0,1	0,2	0
	1974	0,5	0,1	0,1	0,1	0	0,1	0	0,2
	gens.	1,2	0,6	0,7	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2
Tylstrup	1972	1,8	1,2	1,5	0,2	1,5	0	0,3	0,2
	1973	0,8	0,2	1,0	0,5	0,4	0,2	0,2	0
	1974	0,5	0,1	0,1	0	0	0	0,1	0
	gens.	1,0	0,5	0,9	0,2	0,6	0,1	0,2	0,1
Frederikshøj	1972	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,2
	1973	0	0	0	0	0	0	0	0
	1974	0	0	0	0	0	0	0	0
	gens.	0,2	0	0	0,2	0	0	0	0,1
Trinderup	1972	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0
	1973	0,7	1,7	0,8	1,5	0,7	1,3	0,3	0,2
	1974	—	—	—	—	—	—	—	—
	gens.	0,4	1,0	0,5	0,8	0,4	0,7	0,2	0,1
<i>Bintje, karakter for mørkfarvning efter kogning (after-cooking darkening)</i>									
Lundgård	1970	2,9	3,2	2,7	2,8	2,5	3,1	2,8	3,2
	1971	3,6	3,9	3,6	3,7	3,8	3,8	3,9	3,8
	1972	2,8	3,0	3,1	3,5	3,2	3,7	3,2	3,8
	1973	2,8	2,6	2,6	2,8	2,5	3,0	2,5	3,1
	1974	2,6	2,7	2,6	2,7	2,6	3,0	2,6	3,0
	gens.	2,9	3,1	2,9	3,1	2,9	3,3	3,0	3,4
Tylstrup	1972	2,1	2,6	2,7	3,1	2,8	3,0	3,0	3,0
	1973	2,6	2,8	2,4	2,8	2,5	3,0	2,7	2,9
	1974	2,8	2,6	2,7	2,8	2,7	2,9	2,7	2,9
	gens.	2,5	2,7	2,6	2,9	2,7	3,0	2,8	2,9
Frederikshøj	1972	3,0	3,5	3,0	2,9	3,0	3,3	3,2	2,8
	1973	2,6	3,1	2,9	2,8	2,7	2,8	2,9	2,7
	1974	2,8	2,7	2,7	2,5	2,8	2,7	2,8	3,1
	gens.	2,8	3,1	2,9	2,7	2,8	2,9	3,0	2,9
Trinderup	1972	4,1	3,8	3,2	3,4	3,9	3,7	4,4	3,7
	1973	2,7	2,6	2,4	2,8	2,5	3,0	2,6	3,1
	1974	—	—	—	—	—	—	—	—
	gens.	3,4	3,2	2,8	3,1	3,2	3,4	3,5	3,4

Hovedtabel IV. Resultater af prøveogning af chips i december måned.

kg K pr. ha		0	90 KCl	90 K ₂ SO ₄	180 KCl	180 K ₂ SO ₄	270 KCl	270 K ₂ SO ₄	400 kg NaCl
<i>Bintje, karakter for farve</i> (chips colour)									
Lundgård	1972	5,25	6,50	5,75	7,25	6,25	7,25	6,00	7,00
	1973	4,25	6,75	5,50	7,50	6,50	8,25	6,75	6,50
	1974	4,00	5,50	4,00	6,50	4,50	6,75	4,00	6,50
	gens.	4,50	6,3	5,1	7,1	5,8	7,4	5,6	6,7
	Tylstrup	1972	4,00	7,00	5,00	8,00	6,00	9,00	7,00
	1973	5,25	6,75	6,75	7,25	7,25	8,00	7,25	6,75
	1974	5,00	6,50	6,25	7,00	7,00	8,00	7,75	6,25
	gens.	4,8	6,8	6,0	7,4	6,8	8,3	7,3	6,0
Frederikshøj	1972	4,00	5,00	3,00	6,00	4,00	7,00	4,00	6,00
	1973	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	4,00	5,00
	1974	5,50	7,50	6,00	7,00	7,50	7,50	8,00	7,00
	gens.	4,2	5,2	4,3	5,7	5,5	6,5	5,3	6,0
	Trinderup	1972	6,00	8,00	6,00	8,00	7,00	9,00	7,00
1973		5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	8,00	8,00	7,00
1974		-	-	-	-	-	-	-	-
gens.		5,5	7,0	6,0	7,0	7,0	8,5	7,5	7,0
<i>Saturna, karakter for farve</i> (chips colour)									
Lundgård	1972	6,25	8,50	7,50	9,00	8,75	8,75	8,50	7,25
	1973	5,50	7,75	7,00	9,00	8,00	8,50	7,50	8,25
	1974	5,75	6,00	5,75	7,00	6,25	7,50	7,00	6,75
	gens.	5,8	7,4	6,8	8,3	7,7	8,3	7,7	7,4
	Tylstrup	1972	9,00	9,00	9,00	9,00	10,00	10,00	9,00
1973		6,50	8,00	8,00	8,00	8,50	9,00	8,50	7,75
1974		7,75	8,50	7,50	8,75	8,50	9,00	8,50	8,00
gens.		7,8	8,5	8,2	8,6	9,0	9,3	8,7	8,3
Frederikshøj		1972	7,00	8,00	7,00	9,00	6,00	9,00	9,00
	1973	5,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	8,00	7,00
	1974	8,50	8,50	8,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
	gens.	6,8	7,8	7,0	8,0	7,3	8,3	8,7	8,3
	Trinderup	1972	6,00	8,00	6,00	9,00	8,00	10,00	9,00
1973		6,00	8,00	8,00	9,00	7,00	9,00	8,00	7,00
1974		-	-	-	-	-	-	-	-
gens.		6,0	8,0	7,0	9,0	7,5	9,5	8,5	7,5