

Forsøgsstationen ved Askov, A. Dam Kofoed

Placering af NPK-gødning til kartofler

Placement of NPK fertilizer for potatoes

Jens V. Højmark

Resumé

Ved forsøgsstationerne Lundgård, Studsgård og Tylstrup blev der i årene 1966-70 udført forsøg med placering af stigende mængde NPK-gødning 14:4:17 (chlorholdig) og 12:5:15 (chlorfri) til kartofler. Som læggemateriale anvendtes sorten Bintje. I gennemsnit af forsøgene har placering af gødning givet et merudbytte på 25 hkg knolde pr. ha. Merudbyttet var hovedsageligt knolde i størrelsen over 50 mm. Tørstofprocenten i knoldene var ca. 0,2 enhed lavere ved placering, end når samme mængde gødning var breddsået. Der var ingen signifikant forskel i knoldenes indhold af kvælstof, fosfor, kalium og chlor ved de to udbringningsmåder. Indholdet af kalium og chlor var signifikant højere ved anvendelse af 14:4:17 end ved anvendelse af 12:5:15. Knoldenes kogeegenskaber og egnethed til chips blev undersøgt i 1969 og 1970. Hverken gødningstype eller udbringningsmåde havde nogen indflydelse på kartoflernes smag, tendens til udkogning eller tilbøjelighed til mørkfarvning efter kogning. Udbringningsmåden havde ingen indflydelse på kartoflernes egnethed til chips. Derimod var der en tendens til lysere og mere ensartede chips ved anvendelse af den chlorholdige NPK-gødning 14:4:17. Smagen var upåvirket af gødningstype.

Indledning

Ved placering af gødning til kartofler forstås gødningen anbragt i koncentrerede strenge langs rækkerne, 5-6 cm til siden for og 4-5 cm dybere end læggeknoldene. Metoden er ret ud-

bredt i engelsk og amerikansk landbrug, og i disse lande er det ved forsøg vist, at der opnås en bedre virkning af gødningen, når den placeres. Udstyr til placering af gødning påmonteres kartoffellæggeren, hvilket indebærer, at kartoffellægning og gødskning udføres i samme



Fig. 1. Placering af gødning i 2 strenge 5-6 cm til siden for og 4-5 cm dybere end læggeknoldene. Fertilizer placed in bands 5-6 cm beside and 4-5 cm below the seed.

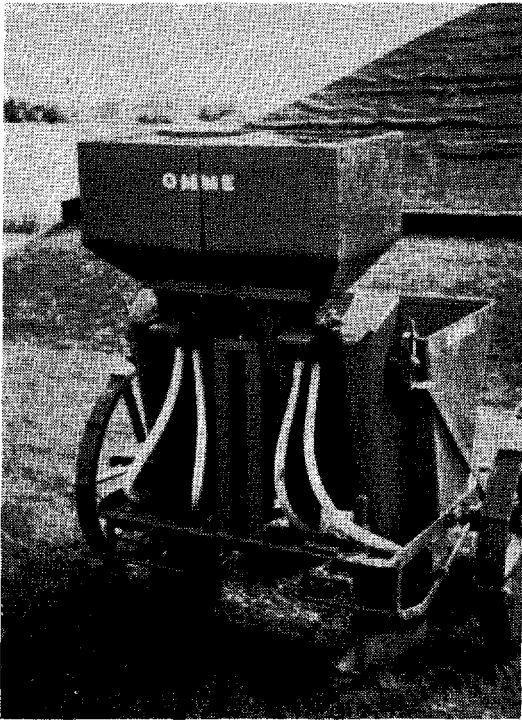


Fig. 2. Via plasticslanger føres gødningen ned til læggeskæret.

Via plastic tubes fertilizer is lead down to the planting-shoe.

arbejds gang. En riflet såvalse i bunden af hver gødningsbeholder samt et reguleringskod sørger for den rette dosering af gødning.

Gødningen ledes via slanger fra såvalsen ned til læggeskæret. Læggeskæret er forsynet med dobbelt væg, og gødningen placeres til siden for og dybere end læggeknoldene, når den ledes ned i jorden gennem hulrummet mellem de to vægge. Af hensyn til faren for svidning af spirer og rødder må det absolut frarådes at lede gødningen ned i jorden på en måde, der bringer læggeknolde og gødning i direkte kontakt med hinanden.

Placeringsudstyret arbejder let og problemfrit, når der anvendes prillet eller granuleret gødning. Anvendelse af grove mekaniske gødningsblandinger, samt gødninger der er fugtige og klumpede, fører let til blokering af slanger og såvalser.

Kartoffellæggerens kapacitet nedsættes kun med den tid, det tager at fylde gødning i beholderen. Størrelsen på gødningsbeholderen bør afpasses efter den mængde kartofler, som læggeren kan rumme, således at påfyldning af gødning og kartofler kan ske samtidigt.

Forsøg med placering af NPK-gødning til kartofler blev igangsat ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur i 1966. I meddelelse nr. 875 (1969) er de foreløbige resultater for årene 1966-68 anført. Resultaterne fra forsøg med placering bringes her for årene 1966-70.

Metodik

Forsøgene blev gennemført ved forsøgsstationerne Lundgård, Studsgård og Tylstrup, hvis lette sandjorder er repræsentative for hovedparten af de arealer, der anvendes til kartoffelavl her i landet. Forud for forsøgenes anlæg blev der udtaget jordprøver til bestemmelse af pH, Ft og Kt. Analyseresultaterne er vist i tabel 1.

I forsøgene blev der anvendt to typer af NPK-gødning, nemlig 14:4:17, der indeholdt 16 % chlor, og 12:5:15, der var chlorfri. I 1966 blev der dog kun anvendt 14:4:17. Gødningsmængderne blev doseret efter kvælstofindhold, og der blev givet 40, 80 og 120 kg kvælstof pr. ha. I de to gødninstyper er kvælstof/kalium for-



Fig. 3. Læggeskæret er forsynet med dobbelt væg og gødningen ledes ned i jorden gennem hulrummet mellem de to vægge.

The fertilizer is lead down into the soil through the space between the walls on the planting-shoe.

Tabel 1. Resultater af jordbundsanalyser
(Results of soil analysis (1 unit Ft = 3 mg P/100 g soil and 1 unit Kt = 1 mg K/100 g soil))

	pH (H ₂ O)	Ft	Kt
Lundgård 1966.....	6,1	8,4	7,0
» 1967.....	6,4	8,4	8,4
» 1968.....	6,3	7,3	10,5
» 1969.....	6,2	6,1	7,8
» 1970.....	5,6	7,7	8,0
Studsgård 1966.....	6,1	6,6	7,6
» 1967.....	6,4	6,2	8,8
» 1968.....	6,2	5,7	7,6
» 1969.....	6,2	8,2	7,6
» 1970.....	6,1	7,0	10,5
Tylstrup 1966.....	5,9	9,5	8,6
» 1967.....	6,0	11,4	9,4
» 1968.....	6,1	9,3	9,2
» 1969.....	6,3	12,0	4,8
» 1970.....	6,0	15,4	8,4

holdet ens, medens kvælstof/fosfor forholdet er større i 14:4:17 end i 12:5:15. I alle forsøgene blev der anvendt kartofler af sorten Bintje som læggemateriale.

Forsøgsplanen vil fremgå af tabellerne under afsnittet resultater. Parcellfordelingen skete efter split-plot metoden, med 3-4 fællesparceller.

Parcelstørrelsen var 40 m² brutto og 25 m² netto. Gødningen blev afvejet til hver parcel. Bredsået gødning blev udsået med hånd, me-

dens placering af gødning blev udført med en lille håndsåmaskine. For at sikre at gødningen blev sået til siden for og dybere end læggeknoldene, blev placeringen udført efter, at kartoflerne var lagt. Iøvrigt blev kartoflerne holdt rene for ukrudt vækstperioden igennem, og der blev sprøjtet mod skimmel 2-3 gange.

Resultater

Knoldudbytte

Af tabel 2 fremgår det, at tilførsel af henholdsvis 40, 80 og 120 kg kvælstof pr. ha i NPK-gødning har givet stigende udbytte af knolde i gennemsnit af alle forsøgene, såvel som i gennemsnit af forsøgene ved de enkelte forsøgsstationer. Dette gælder for begge typer af NPK-gødning, og uanset om gødningen er bredsået eller placeret. Ved sammenligning af de to typer af NPK-gødning skal det erindres, at forsøgene er gennemført i 5 år med 14:4:17 og i 4 år med 12:5:15.

Resultaterne af de enkelte forsøg, der er anført i hovedtabel 1, viser, at merudbyttet for gødning varierer overordentlig meget fra år til år og fra sted til sted. Den betydeligste årsag til denne variation er nedbørsmængden i juli og august måned. Dette ses tydeligt af figur 4, hvor merudbyttet for tilførsel af 120 kg kvælstof i NPK-gødning er sat i relation til summen

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

	0	kg kvælstof pr. ha i NPK-gødning (kg nitrogen per ha in NPK fertilizer)					
		0			40		
		bredsået (broadcast)			placeret (placed)		
14:4:17 Lundgård.....	189	93	178	219	112	193	227
» Studsgård.....	149	70	123	170	91	160	201
» Tylstrup.....	239	58	133	167	82	161	190
Gens. (15 fs.) mean (15 exp.).....	192	74	145	185	95	171	206
Gens. (12 fs.) mean (12 exp.).....	187	69	136	174	91	161	201
12:5:15 Lundgård.....	198	100	160	211	108	164	212
» Studsgård.....	120	54	100	155	87	144	182
» Tylstrup.....	242	63	118	161	73	134	166
Gens. (12 fs.) mean (12 exp.).....	187	72	125	175	89	147	186

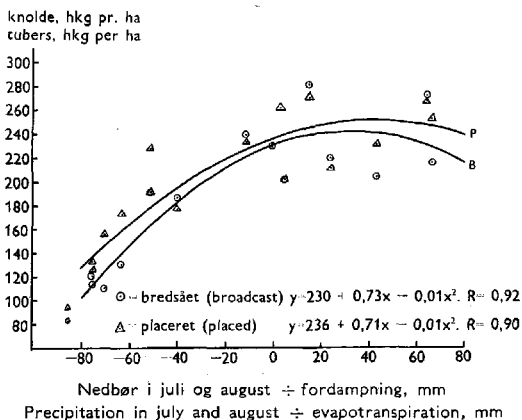


Fig. 4. Vandbalancens indflydelse på merudbyttet for 120 kg kvælstof i NPK-gødning.

The influence of the water balance on the response to 120 kg nitrogen in NPK fertilizer.

af nedbør i juli og august måned minus fordampning. Fordampningen er målt fra $\frac{1}{3}$ m² fordampningsmåler, der angiver potentiel fordampning.

Knoldvæksten sker hovedsagelig i juli og august måned, og det er af største betydning, at der falder tilstrækkeligt nedbør i denne periode. Bliver vandbalancen negativ, aftager transpirationen, og stofproduktionen mindskes eller ophører eventuelt helt.

Differencen mellem knoldudbytte ved tilførsel af samme gødningsmængde henholdsvis bredsæt eller placeret er i tabel 3 anført som merudbytte for placering. Placering har i gennemsnit givet det største merudbytte ved Studsgård og det mindste ved Lundgård, men det er ikke muligt ud fra de foreliggende tal at forklare denne forskel på en tilfredsstillende måde.

gård og det mindste ved Lundgård, men det er ikke muligt ud fra de foreliggende tal at forklare denne forskel på en tilfredsstillende måde.

Betragtes resultaterne fra de enkelte forsøg, der er anført i hovedtabel 2, ses det, at merudbyttet for placering varierer fra betydelige positive udslag til mindre negative udslag. En beregning af sikkerheden på de enkelte forsøg viser, at der er signifikant merudbytte for placering i 9 ud af 15 forsøg, medens bredsåning i ingen af forsøgene er signifikant bedre end placering. Det må tolkes derhen, at placering i nogle år vil være bedre end bredsåning, og i andre år jævnbyrdig med bredsåning, hvorimod der er lille sandsynlighed for, at bredsåning er bedre end placering.

Placering af NPK-gødningen 14:4:17 har i gennemsnit af forsøgene givet signifikant større merudbytte end placering af 12:5:15, men denne forskel bør ikke tillægges nævneværdig betydning, da en analyse på enkeltforsøgene viser, at der kun ved Studsgård i 1968 er signifikant merudbytte for 14:4:17.

I de fleste af forsøgene var der en tydeligt kraftigere og mere grøn top, hvor gødningen var placeret. Denne forskel i toppens udseende var mest udpræget i juni og juli måned, men ikke lige udpræget hvert år. På billedet, der er taget ved Studsgård sidst i juli 1970, ses tydeligt forskellen mellem bredsæt og placeret.

Knoldstørrelse

Udbyttet fra de enkelte forsøg blev sorteret på maskine i størrelserne under 30, 30-50 og over

Tabel 3. Merudbytte af knolde for placering, hkg pr. ha (Additional yield of tubers by placement, hkg per ha)

	40	kg kvælstof pr. ha i NPK-gødning kg nitrogen per ha in NPK fertilizer)				
		80	120	40	80	120
		14:4:17		12:5:15		
Lundgaard	19	15	8	8	4	1
Studsgård	21	37	31	33	44	27
Tylstrup	24	28	23	10	16	5
Gens. (15 fs.) mean (15 exp.)	21	26	21	—	—	—
Gens. (12 fs.) mean (12 exp.)	22	25	27	17	22	11



Fig. 5. Placering af gødning giver kraftigere top (parc. 8 bredssæt og parc. 9 placeret, begge 80 kg N pr. ha).

Better development of the foliage after placement (plot 8 broadcast and plot 9 placed, both 80 kg N per ha).

50 mm, og vægten af hver sortering bestemt. I figur 6 og 7 er grafisk gengivet vægtprocent knolde i størrelserne 30-50 og over 50 mm i gennemsnit af 12 forsøg. Vægtprocent knolde under 30 mm har været svagt faldende med stigende anvendelse af gødning.

Sorteringsresultaterne fra de enkelte forsøg udviser en betydelig og signifikant variation fra år til år og fra sted til sted i forholdet mellem vægtprocent knolde i størrelserne 30-50 og over 50 mm. Dog er der i alle forsøgene en tydelig forøgelse af procent knolde i størrelsen over 50 mm og et fald i procent knolde i størrelsen 30-50 mm, når udbyttet øges ved tilførsel af

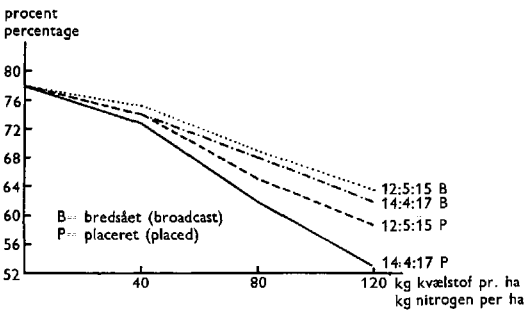


Fig. 6. Vægtprocent knolde i sorteringen 30-50 mm. Weight percentage of tubers in grade 30-50 mm.

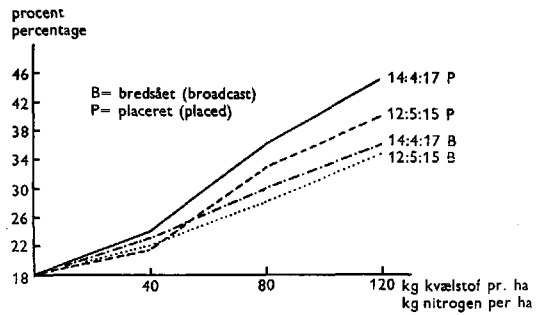


Fig. 7. Vægtprocent knolde i sorteringen over 50 mm. Weight percentage of tubers in grade over 50 mm.

stigende mængde gødning. Dette er tilfældet uanset om gødningen er bredssæt eller placeret, men mest udtalt når gødningen er placeret.

Det maximale udbytte af knolde i størrelsen 30-50 mm nås ved tilførsel af ca. 80 kg kvælstof pr. ha i NPK-gødning, hvorimod udbyttet af knolde i størrelsen over 50 mm er stærkt stigende ved tilførsel af gødning op til 120 kg kvælstof pr. ha. Endvidere ses det af figur 8, at merudbyttet for placering hovedsageligt er knolde i størrelsen over 50 mm, når der tilføres

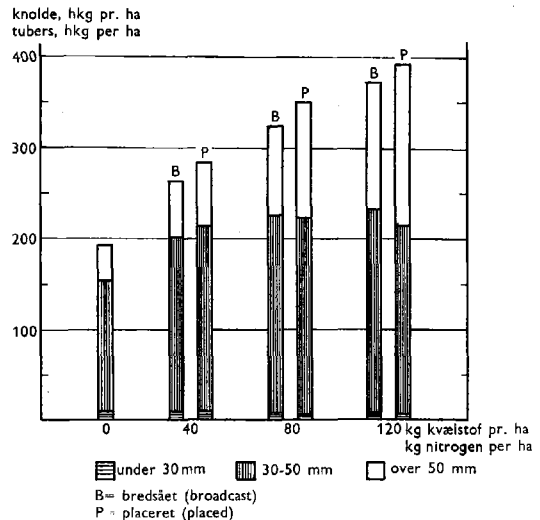


Fig. 8. Udbytte af knolde i sorteringen under 30, 30-50 og over 50 mm.

Yield of tubers in grade under 30, 30-50 and over 50 mm.

gødningsmængder på 80 og 120 kg kvælstof pr. ha. Figur 8 er tegnet efter gennemsnit af udbyttet for de to typer af NPK-gødning og alle forsøgene. Enkeltresultaterne viser, at der er en betydelig års- og stedvariation i størrelsen af udbyttet i de enkelte sorteringer.

Procent tørstof i knolde

Tørstofprocenten i gennemsnit af forsøgene er vist i figur 9 og resultaterne fra de enkelte forsøg i hovedtabel 3.

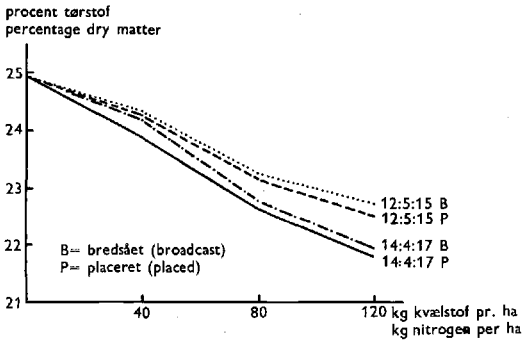


Fig. 9. Procent tørstof i knolde ved tilførsel af stigende mængde NPK-gødning. Percentage dry matter in tubers with increasing dressings of NPK fertilizer.

Det er velkendt fra en lang række undersøgelser, at en udbyttetigning, der fremkaldes ved stigende anvendelse af gødning, resulterer i en faldende tørstofprocent. Resultaterne, der er vist i figur 9, er i nøje overensstemmelse hermed. Den chlorholdige NPK-gødning 14:4:17 har givet en lidt lavere tørstofprocent end den chlorfrie 12:5:15, og en placering af gødningen har for begge typer af gødning virket svagt sænkende på tørstofprocenten.

Procent kvælstof i tørstof

Tilførsel af stigende mængde kvælstof i form af NPK-gødning resulterer i en signifikant stigning af kvælstofindholdet. Dette er grafisk illustreret i figur 10. Resultaterne fra de enkelte forsøg viser, at der er en sikker variation i kvælstofindholdet mellem steder og mellem år. Der

har ikke været nogen sikker forskel i procent kvælstof, hvad enten gødningen er bredsået eller placeret, og om der er anvendt 14:4:17 eller 12:5:15.

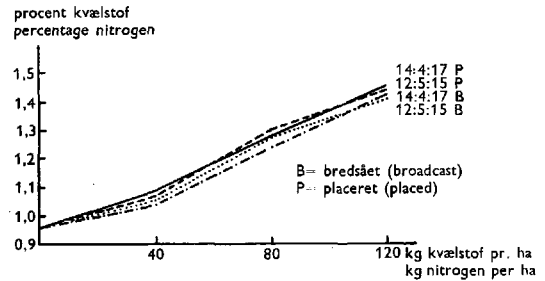


Fig. 10. Procent kvælstof i knoldtørstof. Percentage nitrogen in dry matter.

Procent fosfor i tørstof

I figur 11 er procent fosfor i tørstof vist ved tilførsel af stigende mængde gødning. Tilførsel af første gødningsmængde giver et signifikant fald i fosforindholdet, derimod er forskellen i indholdet ved de øvrige gødningsstrin ikke signifikant forskellige. Fosforindholdet har ikke været signifikant påvirket af, om gødningen er bredsået eller placeret, og heller ikke påvirket af, om der er anvendt 14:4:17 eller 12:5:15. Fosforprocenten har varieret betydeligt fra år til år.

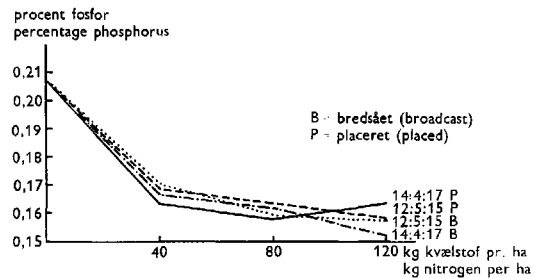


Fig. 11. Procent fosfor i knoldtørstof. Percentage phosphorus in dry matter.

Procent kalium i tørstof

Procent kalium er som vist i figur 12 upåvirket af udbringsningsmåde, derimod har kaliumind-

holdet været højere ved anvendelse af NPK-gødningen 14:4:17 end ved anvendelse af 12:5:15. Dette skyldes sikkert, at indholdet af chlor i 14:4:17 har virket fremmende på kaliumoptagelsen. De enkelte analyseresultater viser, at variationen i procent kalium fra år til år har været langt større end den ændring, der kan fremkaldes ved tilførsel af stigende mængde kalium i NPK-gødning.

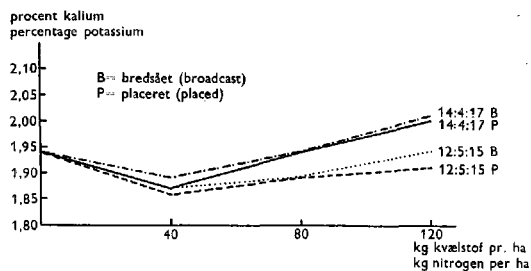


Fig. 12. Procent kalium i knoldtørstof.
Percentage potassium in dry matter.

Procent chlor i tørstof

I figur 13 er procent chlor i tørstof vist i gennemsnit af forsøgene. Udbringningsmåde for gødning har ikke haft indflydelse på chlorindholdet, men der er en signifikant stigning i indholdet ved anvendelse af den chlorholdige NPK-gødning 14:4:17. Stigende tilførsel af den chlorfrie NPK-gødning 12:5:15 fører til et svagt fald i chlorindholdet. Resultaterne fra de enkelte forsøg viser, at der er en signifikant variation i chlorindholdet fra år til år uanset hvilken af de to gødningstyper, der anvendes.

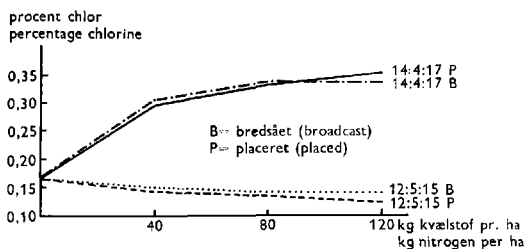


Fig. 13. Procent chlor i knoldtørstof.
Percentage chlorine in dry matter.

Knoldenes kogeegenskaber og egnethed til chips
Fra forsøgene blev der i 1969 og 1970 udtaget prøver til bedømmelse af knoldenes kogeegenskaber samt af deres egnethed til fremstilling af chips. Undersøgelsen blev udført ved Tylstrup forsøgsstation.

Kartoflernes tendens til udkogning var ikke påvirket af, om gødningen var bredsået eller placeret. Derimod var tilbøjeligheden til udkogning svagt aftagende ved tilførsel af stigende mængde gødning. Kartofflernes tendens til mørkfarvning efter kogning samt deres smag var upåvirket af gødningsmængde, gødningstype og udbringningsmåde.

Ved bedømmelse af kartoflernes egnethed til chips blev der bedømt for farve, ensartethed og smag.

Den chlorholdige NPK-gødning 14:4:17 gav lysere og mere ensartede chips end den chlorfrie 12:5:15. Årsagen til denne forskel beror sandsynligvis på forskelle i knoldenes indhold af reducerende sukkerarter efter gødskning med henholdsvis chlorholdig og chlorfri gødning. I de her offentliggjorte forsøg er indholdet af reducerende sukkerarter ikke undersøgt, men fra litteraturen er der flere eksempler på, at gødskning med chlorholdig gødning fører til et fald i indholdet af reducerende sukkerarter (Hesen 1964). Ved produktion af chips er det især knoldenes indhold af reducerende sukkerarter, der er afgørende for produktets farve. Et højt indhold giver mørke chips (Shallenberger 1959).

Ved De Danske Spritfabrikker blev der udført en parallel undersøgelse af knoldenes egnethed til chips på chipsfabrikken i Hobro. Disse undersøgelser falder nøje sammen med de resultater, der er opnået ved Tylstrup forsøgsstation.

Diskussion

På sure og næringsfattige jorder med stor kapacitet til fastlægning af tilførte næringsstoffer opnås der oftest et merudbytte for placering af gødningen. Dette forklares blandt andet med, at kontaktfladen mellem gødning og jord mindskes, når gødningen placeres i koncentrerede

streng (Franck 1948, Winkler og Ohlsson 1958 og Steenbjerg 1965).

Analyseresultater af jordprøver udtaget på de arealer, hvor de her offentliggjort forsøg har været gennemført, er vist i tabel 1. Jordbundens kalktilstand har efter analyseresultaterne i tabel 1 været optimal for dyrkning af kartofler, og indholdet af fosfor og kalium har været større end normalt for lettere sandjorder. Forsøgene har altså ikke været gennemført på næringsfattige jorder, og man kan derfor antage, at fastlægning af tilført gødning ikke har betydet noget for virkningen af placering. Derimod er der ingen tvivl om, at gødningen er lettere tilgængelig for planterne, når den placeres i fugtig jord og i en gunstig position i forhold til planternes rodnet. Ved bredsåning bliver en stor del af gødningen koncentreret i kartoffelkammen oven over læggeknoldene, hvor den for eksempel i tørre perioder vil være utilgængelig for planterne.

En anden forklaring på den bedre virkning af placeret gødning kan være, at planterne lettere optager de enkelte næringsstoffer, når disse findes i blanding og placeret i en koncentreret streng i jorden. Adskillige forskere har således påvist, at ammoniumionen har en positiv indflydelse på fosforoptagelsen i den første del af vækstperioden, når ammonium og fosfor placeres sammen i intim blanding. Således fandt Rennie og Soper (1958) en større optagelse af placeret gødningsfosfat, når der i samme streng var placeret kvælstof i form af ammoniumsulfat. Disse resultater falder nøje sammen med undersøgelser af Ohlsson og Dreier (1956), Grunes et al. (1958) og Duncan og Ohlrogge (1958).

I gennemsnit af forsøgene er der opnået et merudbytte på ca. 25 hkg knolde pr. ha ved placering. Dette falder nøje sammen med resultater opnået i andre lande. I Sverige opnåede Winkler og Ohlsson (1958) således et merudbytte på 25-30 hkg knolde for placering af fosfor og kalium til kartofler. I gennemsnit af 31 forsøg udført i England med NPK-gødning blev der opnået et merudbytte på 25 hkg til fordel for placering (Cooke 1954). Mac.

Conaghy og Mac. Allister (1958) opnåede i gennemsnit af forsøg udført i Nord Irland et merudbytte for placering på 25 hkg pr. ha.

Figur 8 viser, at udbyttet af knolde i størrelsen under 30 mm har været svagt faldende med stigende tilførsel af gødning. Udbyttet af knolde i størrelsen 30-50 mm har været stigende ved tilførsel af gødning op til ca. 80 kg kvælstof pr. ha i NPK-gødning, hvorimod udbyttet af store knolde har været stigende med stigende anvendelse af gødning. Dette gælder for forsøgene i gennemsnit, men der er en ganske betydelig års- og stedvariation, hvilket gør det vanskeligt at fastlægge den gødningsmængde, der skal tilføres for at opnå maksimalt udbytte i en bestemt sortering.

Kvælstofindholdet har været stigende med stigende tilførsel af kvælstof i NPK-gødning. Dette støttes af flere undersøgelser, blandt andet Nielsen og Nielsen (1969). Kaliumindholdet har været svagt faldende ved tilførsel af første gødningsmængde og stigende ved yderligere tilførsel. Nielsen og Nielsen (1969) fandt, at kaliumindholdet var jævnt stigende ved stigende tilførsel af kaligødning. Indholdet af kalium har været større ved anvendelse af chlorholdig NPK-gødning end ved anvendelse af chlorfri NPK-gødning. Dette stemmer med resultater af Svensson (1965) og Vertregt (1968). Det skal erindres, at forholdet mellem kvælstof og kalium er ens i de to NPK-gødninger, der tilføres altså samme mængde kvælstof og kalium ved anvendelse af de to typer gødning. Indholdet af chlor har ved anvendelse af stigende mængde af den chlorfrie gødning været svagt faldende. Omvendt er chlorindholdet steget kraftigt ved anvendelse af chlorholdig gødning. Dette falder sammen med resultater offentliggjort af Vertregt (1968).

Konklusion

Placering af NPK-gødning til kartofler har givet varierende merudbytte overfor bredsåning af samme gødningsmængde, men i ingen af forsøgene har bredsåning været bedre end placering. I gennemsnit er der høstet et merudbytte på 25 hkg knolde pr. ha for placering.

Tilførsel af stigende mængde gødning har bevirket, at en stigende andel af udbyttet har været knolde i størrelsen over 50 mm. Merudbyttet for placering har hovedsageligt været knolde i størrelsen over 50 mm.

Knoldenes tilbøjelighed til udkogning har været aftagende med stigende tilførsel af gødning. Smag og tendens til mørkfarvning efter kogning har ikke været påvirket af gødningsmængde eller udbringningsmåde.

Tabeller med resultater af N, P, K og Cl analyser samt sorteringsresultater, chips og kogebedømmelser udlånes ved henvendelse til Lundgård forsøgsstation.

Summary

Placement of NPK fertilizer for potatoes

Experiments comparing broadcasting and placing NPK fertilizer for potatoes were carried out in 1966-70 at three experimental stations on light sandy soils. Results of soil analysis carried out on samples from the experimental fields are shown in table 1. With the exception of 1966 there were used two types of fertilizers in the experiment, 14:4:17 containing 16 per cent chlorine and 12:5:15 containing no chlorine (the figures state per cent N, P and K) The fertilizer was dosed after nitrogen content, and there was given 0, 40, 80 and 120 kg nitrogen per ha. Broadcast fertilizer was spread by hand and the placing was done with a handpushed drill placing the fertilizer 5-6 cm to the side and 4-5 cm below the seed potatoes. In all the experiments seed potatoes of the variety Bintje have been used.

As showed in table 2 application of increasing amount of fertilizer has increased the yield of tubers. This has been the case for both types of fertilizer regardless of fertilizer being broadcast og placed.

The yield increase for placement has on average been 25 hkg tubers per ha., but there has been some variations from experiment to experiment. In 9 out of 15 experiments placement has been significantly better than broadcasting. In none of the experiments broadcasting has been significantly better than placement. This should indicate that placement in some years will be better than broadcasting and in other years equal to broadcasting, but there is little evidence to believe that broadcasting will be better than placement.

Results from this series of experiments shows that there is considerable variation in the efficiency of the fertilizer from experiment to experiment. The main course of this variation is the water balance in July and August. This is illustrated in figure 4, where the response for application of 120 kg nitrogen per ha. is set in relation to the precipitation in July and August minus the evapotranspiration in the same period.

The growth of tubers falls mainly in July and August, and it is most important, that there is not a lack of water in this period.

The tubers were sorted by machine in grades 30, 30-50 and over 50 mm, and the weight of each grade was determined. These results are illustrated in figure 8. Maximum yield per hectare in grade 30-50 mm are obtained by applying 80 kg nitrogen per hectare in compound fertilizer. The yield increase for applying more than 80 kg nitrogen per hectare has mainly been tubers in grade over 50 mm. The yield increase for placement of 80 and 120 kg nitrogen per hectare are mainly tubers in grade over 50 mm.

The tubers dry matter content has been lowered by applying increasing amounts of fertilizer. The chlorine-containing fertilizer has lowered more than the chlorine-free fertilizer, and placement has lowered a little more than broadcasting.

There has been no significant difference in the tubers content of N, P, K and Cl, whether the fertilizer was broadcast or placed. The percentage of K in dry matter has been higher with use of the chlorine-containing fertilizer than with use of the chlorine-free fertilizer. The percentage of chlorine in dry matter has been greatly increased by use of the chlorine-containing fertilizer.

Cooking quality and suitability for chips production was investigated in 1969 and 1970. Tendency to sloughing was slightly decreased with increasing application of fertilizers. This was the case whether the fertilizer was broadcast or placed. After cooking discolouration and taste was not affected by amounts of fertilizer, type of fertilizer or way of fertilizing.

The chlorine-containing fertilizer produced potatoes, which gave lighter and more uniform chips than the chlorine-free fertilizer did. This was surely due to a lower content of reducing sugar. From the literature it is known, that fertilizing with chlorine-containing fertilizers results in a fall in the content of reducing sugar.

Litteratur

- Cooke, G. W. et. al.* (1954): Placement of fertilizers for potatoes planted by machines. *J. Agric. Sci.* 44, 327-340.
- Duncan, W. G. and Ohlrogge, A. J.* (1958): Principles of nutrient uptake from fertilizer bands. *Agron. J.* 50, 605-608.
- Franck, O.* (1948): Försök med nedmyllning av Handelsgödsel. Jordbruksförsöksanstalten, meddelande nr. 26.
- Grunes, D. L. et. al.* (1958): Proportionate uptake of soil and fertilizer phosphorus by plants as affected by nitrogen fertilization. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 22, 43-48.
- Hesen, J. C.* (1964): Mineral fertilization and technological properties of potatoes. 2. Regional-Kolloquium des Internationalen Kali Institutes 1964. Verlag Internationales Kali-Institute, Bern.
- Mc. Conaghy, S. and Mc. Allister, J. S. V.* (1958): Fertilizer placement for the potato crop. *Res. Exp. Min. Agric. N. Ireland* 8, 41-52.
- Nielsen, E. Vork og Nielsen, N. K.* (1969): Danske kartoflers mineralstofindhold i relation til dyrkingen. Forskningsinstituttet for Handels- og Industriplanter. Beretning nr. 50.
- Olsson, R. A. and Dreier, A. F.* (1956): Nitrogen, a key factor in fertilizer phosphorus efficiency. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 20, 509-514.
- Rennie, D. A. and Soper, R. J.* (1958): The effect of nitrogen additions on fertilizer phosphorus availability. *J. Soil Sci.* 9, 155-167.
- Shallenberger, R. S. et. al.* (1959): Role of the sugars in the browning reaction in potato chips. *J. Agric. Fd. Chem.* 7, 274-277.
- Statens forsøgsvirksomhed i plantekultur (1969): Placering af NPK-gødning til kartofler. Medd. nr. 875.
- Steenbjerg, F.* (1965): Lærebog i planternes ernæring. D.S.R. forlag, K.V.L.
- Svensson, B.* (1965): Matpotatisens kvalitet. Lantbrukshøgskolans meddelanden Serie A Nr. 38.
- Vertregt, N.* (1968): After-cooking discolouration of potatoes. *Eur. Potato J.* 11, 226-234.
- Winkler, H. och Ohlsson, S.* (1958): Försök med lokalliserad gödning till potatis. Statens Jordbruksförsök, Meddelande nr. 92.

Manuskript modtaget i redaktionen 11. juni 1971.

Hovedtabel 1. Udbytte og merudbytte af knolde, hkg pr. ha (Yield and additional yield of tubers, hkg per ha)

	kg kvælstof pr. ha i NPK-gødning (kg nitrogen per ha in NPK fertilizer)														LSD ₉₅ N-trin			
	0	40			80			120			40			80			120	
		14:4:17			12:5:15			14:4:17			12:5:15							
	bredsået (broadcast)							placeret (placed)										
Lundgaard 1966.....	153	107	190	272	—	—	—	141	243	268	—	—	—	19***				
» 1967.....	194	64	165	245	84	153	231	87	202	246	92	174	219	14***				
» 1968.....	194	100	194	215	108	169	191	117	200	239	130	174	222	17***				
» 1969.....	190	70	119	93	87	85	133	87	109	114	82	82	136	16***				
» 1970.....	213	125	221	274	120	231	287	127	211	270	126	224	270	9				
Studsgaard 1966.....	262	92	165	201	—	—	—	93	184	201	—	—	—	18***				
» 1967.....	136	33	68	110	30	80	109	56	114	157	62	106	153	16***				
» 1968.....	130	64	156	223	53	114	208	130	198	289	83	154	216	23***				
» 1969.....	93	59	107	125	61	93	114	77	127	133	80	112	131	20***				
» 1970.....	122	102	118	191	73	111	188	100	175	225	123	204	227	30***				
Tylstrup 1966.....	226	81	177	219	—	—	—	102	204	211	—	—	—	20***				
» 1967.....	224	13	100	135	37	102	125	49	132	179	63	138	164	43***				
» 1968.....	248	89	186	231	88	180	233	136	214	275	107	180	247	22				
» 1969.....	205	40	66	83	27	37	81	29	77	107	22	72	79	13				
» 1970.....	291	69	136	165	100	151	204	96	177	179	98	147	173	41***				
Gns. (15 fs.) mean (15 exp.)	192	74	145	185	—	—	—	95	171	206	—	—	—					
Gns. (12 fs.) mean (12 exp.)	187	69	136	174	72	125	175	91	161	201	89	147	186	5***				

Hovedtabel 2. Merudbytte af knolde for placering, hkg pr. ha
(Additional yield of tubers by placement, hkg per ha)

	kg kvælstof pr. ha i NPK-gødning (kg nitrogen per ha in NPK fertilizer)						LSD ₉₅
	40	80	120	40	80	120	
	14:4:17			12:5:15			
Lundgaard 1966.....	34	53	÷4	—	—	—	15***
» 1967.....	23	37	1	8	21	÷12	11*
» 1968.....	17	6	24	22	5	31	14*
» 1969.....	17	÷10	21	÷5	÷3	3	13
» 1970.....	2	÷10	÷4	6	÷7	÷17	8
Studsgaard 1966.....	1	19	0	—	—	—	15
» 1967.....	23	46	47	32	26	44	13***
» 1968.....	66	42	66	30	40	8	19***
» 1969.....	18	20	8	19	19	17	16*
» 1970.....	÷2	57	34	50	93	39	24***
Tylstrup 1966.....	21	27	÷8	—	—	—	16
» 1967.....	36	32	44	26	36	39	35*
» 1968.....	47	28	44	19	0	14	18**
» 1969.....	÷11	11	24	÷5	35	÷2	10
» 1970.....	27	41	14	÷2	÷4	÷31	34
Gens. (15 fs.) mean (15 exp.).....	21	26	21	—	—	—	
Gens. (12 fs.) mean (12 exp.).....	22	25	27	17	22	11	4***

