

Forårsnedbør, delt gødskning og kartoffeludbytte

Spring precipitation, split application of fertilizer and potato yield

JENS PETERSEN og JOHS. MEINCKE

Resumé

Ved udbringning af ammonium- og nitratkvælstof på sandjord i foråret er der i forbindelse med store nedbørsmængder risiko for udvaskning. Suppleringsgødskning kan derfor komme på tale.

Til fastlæggelse af behovet for suppleringsgødskning er der i en 11-årig periode gennemført forsøg ved Lundgård Forsøgsstation med delt gødskning af kartofler. Ud over nedbøren er der i en del af forsøget vandet med 75 mm (ca. 5×15 mm) i perioden fra lægning til fremspiring.

Resultaterne viser tendens til udbytteforøgelse ved delt gødskning, men i gennemsnit af årene og vandingsniveau fandtes ingen sikker fordel ved deling af gødningen. Placeres gødningen i strenge under og ved siden af kartoflerne opnås et merudbytte på 25 hkg/ha sammenlignet med bredspredning og indarbejdning i jorden før opkamning. Udbytteforøgelsen skyldes, at der dannes flere knolde, mens knoldvægten ikke ændres væsentligt.

Generelt faldt knoldudbyttet med 0,72 hkg/ha pr. mm nedbør i de fem første uger efter læg-

ning. Gødskningsstrategien vekselvirkede med nedbørsmængden således, at de største udbytte-reduktioner observeredes, hvor hele kvælstofmængden var tilført før lægning. Gødskningens og nedbørens indflydelse på udbyttereduktionen er mest udtalt i størrelsessorteringerne 50-60 mm og >60 mm, som udgjorde ca. 1/3 af det samlede knoldudbytte. Størrelsessortering 30-50 mm bidrog med et generelt fald i knoldudbyttet på 0,35 hkg/ha pr. mm nedbør. Det mindste fald i udbyttet fandtes, hvor hele kvælstofmængden tilførtes ved fremspiring, men i nedbørsfattige år gav denne fremgangsmåde for lavt et udbytte.

Ændringerne i udbytte ved stigende nedbørsmængde i de fem første uger efter lægning, kan forklares med tilsvarende ændringer i knoldantallet. Ændring i knoldvægten har ingen indvirkning på ændring i knoldudbyttet.

Ved gennemgang af 15 forsøg udført i De Landøkonomiske Foreninger i årene 1980-81, 1986 og 1988-89 kunne sammenhængen mellem forårsnedbør og gødskningsstrategi ikke genfindes. Dette skyldes sandsynligvis betydelig årsvariation i datamaterialet.

Nøgleord: Kartofler, kvælstof, nedbør, delt gødskning.

Summary

Application of ammonia and nitrate fertilizer before planting in the spring is risky in combination with heavy precipitation and may result in leaching. Application of additional fertilizer could be necessary.

For determination of the requirement of fertilizer supply in potatoes, trials were conducted in 1979-84. To provide different levels of precipitation, part of the trials were irrigated with 75 mm (5×15 mm).

As a mean of year and irrigation level split application did not show any advantage. When the fertilizer was placed under and beside the potatoes, the yield increased by 25 hkg/ha compared to surface spreading and incorporation into the soil before hilling. The yield increase was mainly due to an increased number of tubers, whereas tuber size (weight) was not changed significantly.

In general, the tuber yield decreased 0.72 hkg/ha per mm precipitation during the initial

Key words: Potato, nitrogen, precipitation, split application.

Indledning

Inden afgrøden er så veludviklet, at den kan optage større mængder kvælstof, er der i nedbørsrige forår, især på grov sandjord, risiko for nedvaskning af kvælstof efter gødningsudbringning (3). Risikoen for kvælstoftab er større efter anvendelse af nitratholdige handelsgødninger end ved ammoniumholdige gødninger. Tabes kvælstoffet, før afgrøden kan nå at optage det, vil afgrøden ofte komme i en mangelsituation, hvorved udbyttet reduceres.

Normal læggetid for kartofler er i sidste halvdel af april måned, og fremspiringen sker omkring 1. juni. Efter fremspiringen vil der gå yderligere 8 til 14 dage, inden planterne begynder at optage næring i nævneværdige mængder. Gødningen, der er tilført før lægning, ligger således i jorden fra halvanden til to måneder, inden kartoffelplanterne begynder at optage næringsstoffer. I denne periode vil der kunne ske en betydelig nedvaskning af kvælstof, såfremt der falder megen nedbør. Desuden kan kvælstoffet denitrificeres og fastlægges ved mikrobiel aktivitet.

five weeks after planting. Fertilizer application interacted with precipitation, thus the greatest yield decrease was observed in treatments without split application.

The yield decrease in treatments without split application was mainly due to yield decrease in tuber size class 50-60 mm and >60 mm, which accounted for about 1/3 of the total yield. The tuber size class 30-50 mm decreased with 0.35 hkg per ha per mm precipitation. The smallest yield decrease was observed in treatments where the full amount of fertilizer was applied at emergence, but in years with low precipitation this treatment did not yield satisfactorily.

Changes in yield at increased precipitation during the initial five weeks after planting can be explained with proportional changes in the number of tubers. Changes in tuber size did not influence changes in tuber yield.

In 15 local farm trials the relation between spring precipitation and fertilizer application could not be found. It is probably due to significant variation between years.

Vandets nedsivningshastighed i jorden er afhængig af jordtypen. Undersøgelser og målinger (1, 6) har vist, at der kræves en nettonedbør svarende til jordens vandindhold ved markkapacitet for at udvaske 50 pct. af jordens nitratindehold. En sandjords markkapacitet er på 1,2-1,4 mm pr. cm jorddybde. På grov sandjord er rod-dybden mellem 50 og 60 cm, og der kræves derfor mellem 60 og 84 mm nedbør til at fjerne ca. halvdelen af nitratindeholdet fra rodzonen.

Værdien af delt gødskning i relation til nedbørsmængden i foråret er derfor undersøgt ved bestemmelse af kartoffeludbyttet i markforsøg.

Materialer og metoder

Forsøgene er udført med kartoffelsorten Bintje i 1974-84 på Lundgård Forsøgsstation (grov sandjord, JB 1). Forsøget er tilført 300 kg kieserit før lægning. Forsøgsleddene er gødet med NPK 14-4-17, og de tilførte kvælstofmængder fremgår af tabel 1. Udbringning af gødning er overvejende sket ved bredspredning, men i et enkelt forsøgsled er gødningen placeret i to strenge på hver sin

Tabel 1. Forsøgsplan
Experimental layout

Udbringningstidspunkt, <i>time of application</i>	
Ved lægning <i>At planting</i> kg N/ha	Ved fremspiring <i>At emergence</i> kg N/ha
120	0
80	40
160	0
120	40
120 placeret, <i>placed</i>	0
0	120

side af kartoflerne. Gødningsstrengene ligger 5 cm under og 5 cm ved siden af kartoflerne.

Forsøget udførtes i to afdelinger med hver tre gentagelser. Den ene afdeling var uvandet indtil fremspiring, mens den anden blev vandet med 75 mm i tiden 25. april til 10. maj. Denne ekstra nedbør fordeltes med fem vandinger med 2-3 dages mellemrum. Efter fremspiring blev der vandet efter behov.

Resultater

Delt gødskning gav et merudbytte på 13 hkg

Tabel 2. Knoldudbytte, knoldantal og størrelse. Gns. af vandet og uvandet afdeling. LSD = Laveste sikre differens. Værdier benævnt med samme bogstav kan ikke sikkert adskilles.

Yield, number and size of tubers. Mean of irrigated and unirrigated section.

Led <i>Treatment</i>	Knold- udbytte hkg/ha <i>Yield</i> hkg/ha	Antal knolde pr. m ² <i>Number of</i> <i>tubers</i> per m ²	Gennemsnitlig knoldvægt g/knold <i>Mean size of</i> <i>tubers</i> g/ <i>tuber</i>
120	360 ab	60,0 b	59,7 a
80 + 40	373 bc	61,8 bc	61,3 ab
160	398 de	64,6 d	61,5 ab
120 + 40	403 e	64,4 d	62,9 ab
120 placeret	385 cd	62,9 cd	61,2 ab
0 + 120	358 a	56,1 a	63,2 b
LSD _{.95}	14	1,9	3,3

knolde/ha ved anvendelse af i alt 120 kg N/ha (tabel 2). Deling af 160 kg N/ha havde ingen sikker virkning, men resultaterne tyder på, at deling også kan være fordelagtig ved dette gødskningsniveau.

Tildeling af hele gødningsmængden ved fremspiring gav samme udbytte som tilførsel ved lægning. Ved placering af gødningen opnåedes et merudbytte på 25 hkg knolde/ha, hvilket er i overensstemmelse med tidligere undersøgelser (2).

I forhold til tidlig engangsgødskning med i alt 120 kg/ha fandtes både deling og placering af gødningen at give flere knolde pr. m². Ved højere gødskningsniveau øgedes knoldantallet, men der fandtes ingen forskel på engangs- eller delt kvælstoftilførsel (tabel 2). Udbringning af hele gødningsmængden omkring fremspiring gav betydeligt færre knolde pr. m².

Den gennemsnitlige knoldvægt blev ikke påvirket af hverken gødningsmængden eller udbringningsstrategien.

Vandingen med 75 mm er benyttet til at simulere forskellige nedbørmængder i perioden fra kartoffellægning til fremspiring. Denne fremgangsmåde samt de 11 forsøgsår giver mulighed for at belyse indflydelsen af forårnedbør på de enkelte led. Det er fundet, at nedbøren i de fem første uger efter lægning er af betydning for knoldudbyttet.

Nedbøren plus den tilførte vandmængde er summeret for de første fem uger efter lægning. I fig. 1 er knoldudbyttet afsat mod den summerede vandmængde. Af figuren ses et generelt fald i det totale knoldudbytte jo mere nedbør, der falder i de første fem uger efter lægning. Faldet svarer til et udbyttetab på 0,72 hkg/ha pr. mm nedbør (tabel 3).

Det største udbyttetab fandtes i forsøgsled, der var færdiggødet ved lægning, hvorimod udbringning af hele gødningsmængden efter fremspiring gav det mindste fald i knoldudbyttet (fig. 1a). Tilføres 80 og 120 kg N/ha ved lægning opnås pæne udbytter, og ved eftergødskning med 40 kg N/ha i nedbørsrige år modvirkes udbyttetabet delvist (fig. 1b). I 9 ud af 10 år fandtes ved det høje gødskningsniveau forskel på engangs- og delt gødskning (tabel 3).

De høstede kartofler blev sorteret i fire knoldstørrelser (tabel 4). Det største knoldudbytte fandtes i størrelsessortering 30-50 mm, og der fandtes ingen vekselvirkning mellem forsøgsled og størrelsessorteringerne. Sortering 50-

Tabel 3. Ændring i knoldudbytte, hkg/ha pr. mm nedbør i de fem første uger efter lægning. *Change in yield, hkg/ha per mm precipitation in the first five weeks after planting.*

Led <i>Treatment</i>	Knoldstørrelse <i>Size of tubers</i>		
	Alle <i>all</i>	50-60 mm	> 60 mm
120	-0,87 b	-0,27 abcd	-0,12 ab
80 + 40	-0,67 ab	-0,24 abc	-0,12 ab
160	-0,95 b	-0,41 d	-0,23 c
120 + 40	-0,58 ab	-0,21 ab	-0,13 ab
120 placeret	-0,91 b	-0,38 cd	-0,16 bc
0 + 120	-0,37 a	-0,16 a	-0,05 a
LSD ₉₀	0,37	0,16	0,10
Gns. hældning <i>Mean slope</i>	-0,72	-0,28	-0,14

60 og >60 mm udgjorde 1/3 af det samlede knoldudbytte.

Størrelsessortering 30-50 mm bidrager med et generelt fald på -0,35 hkg/ha pr. mm nedbør, men sikre forskelle i forsøgsleddenes reaktion kan aflæses i sorteringerne 50-60 og >60 mm. (fig. 1 nederst og tabel 3). Ud over det generelle fald i knoldudbytte ved stigende nedbørsmængder i de første fem uger efter lægning viser fig. 1a, at den samlede reduktion i knoldudbyttet for de færdiggødede led især skyldes udbyttereduktion i størrelsessortering 50-60 og >60 mm. I fig. 1b ses det, at ved 160 kg N/ha reducerer delt

Tabel 4. Knoldudbytte i fire størrelsessorteringer. Gns. af 11 år. *Yield in four groups sorted by tubersize. Mean of 11 years.*

Knoldstørrelse <i>Size of tubers</i> mm	Knoldudbytte <i>yield</i> hkg/ha
< 30	15,0 a
30-50	239,8 b
50-60	94,2 c
> 60	28,3 a
LSD ₉₅	27,2

gødskning udbyttefaldet. Hældning for linierne i fig. 1 er angivet i tabel 3.

Knoldudbyttet kan påvirkes af både antal knolde pr. m² og knoldvægten. Hvordan de to faktorer blev påvirket af nedbør og forsøgsbehandlinger, er undersøgt, men der fandtes ingen sikre forskelle mellem forsøgsbehandlingerne (tabel 5).

Tabel 5. Ændring i antal knolde og knoldvægt pr. mm nedbør i de første fem uger efter lægning. *Change in number and size of tubers per mm precipitation in the first five weeks after planting.*

Led <i>Treatment</i>	Antal knolde pr. m ² <i>Number of tubers per m²</i>	Knoldvægt g/knold <i>Size of tubers g/tuber</i>
120	-0,10 a	-0,07 a
80 + 40	-0,03 a	-0,08 a
160	-0,07 a	-0,09 a
120 + 40	-0,05 a	-0,04 a
120 placeret	-0,06 a	-0,08 a
0 + 120	-0,03 a	-0,04 a
LSD ₉₀	0,07	0,06
Gns. hældning <i>Mean slope</i>	-0,06	-0,07

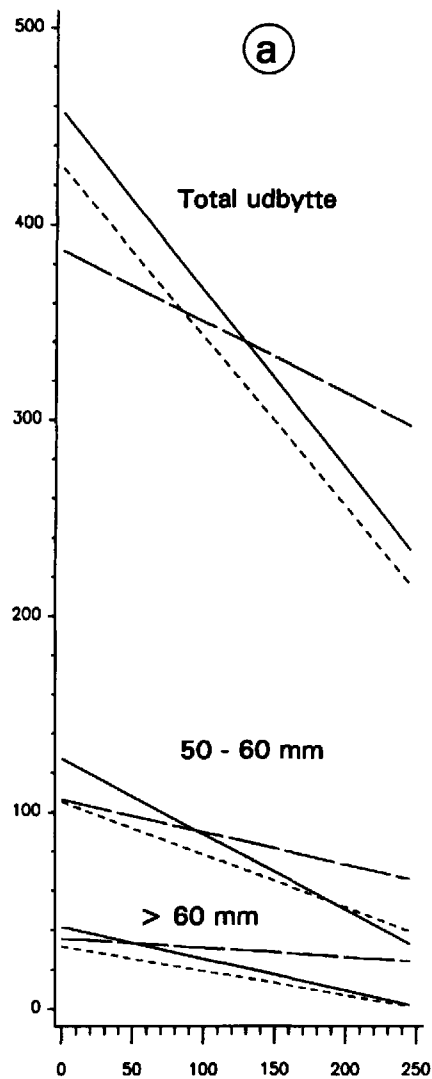
Diskussion

Den bedre virkning af placeret gødning er også opnået i tidligere forsøg (2). Ved bredspredning indarbejdes gødningen i de øverste 5-10 cm, som senere opkammes, hvorved gødningen bliver fordelt i hele kammen. Gødningen, der ligger over og ved siden af knoldene, kommer ikke umiddelbart i kontakt med rødderne. En senere og delvis gødningsvirkning må da forventes.

Placering af gødningen modvirker ikke udbyttereduktionen ved stigende nedbørsmængde (tabel 3, fig. 1). Udbyttereduktion kan modvirkes ved eftergødsning omkring fremspiring, men udbringning af hele gødningsmængden ved fremspiring giver i nedbørsfattige år det laveste udbytte.

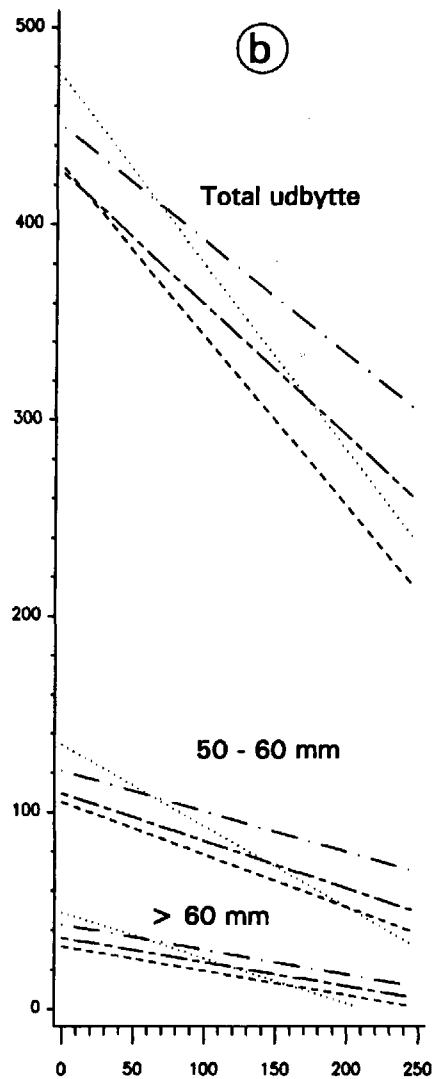
Udbytteforøgelsen opnås især ved, at der dan-

hkg knolde/ha



- - - - 120 + 0
 ——— 120p + 0
 - · - · 0 + 120

hkg knolde/ha



- - - - 120 + 0
 - · - · 80 + 40
 ······ 160 + 0
 - - - - 120 + 40

Fig. 1. Total knoldudbytte, samt udbytte for sorteringerne 50-60 mm og >60 mm, hkg/ha. Hældning for de enkelte linier er vist i tabel 3.

Total yield, yield in class 50-60 mm and >60 mm, hkg/ha. The slope of each line is shown in Table 3.

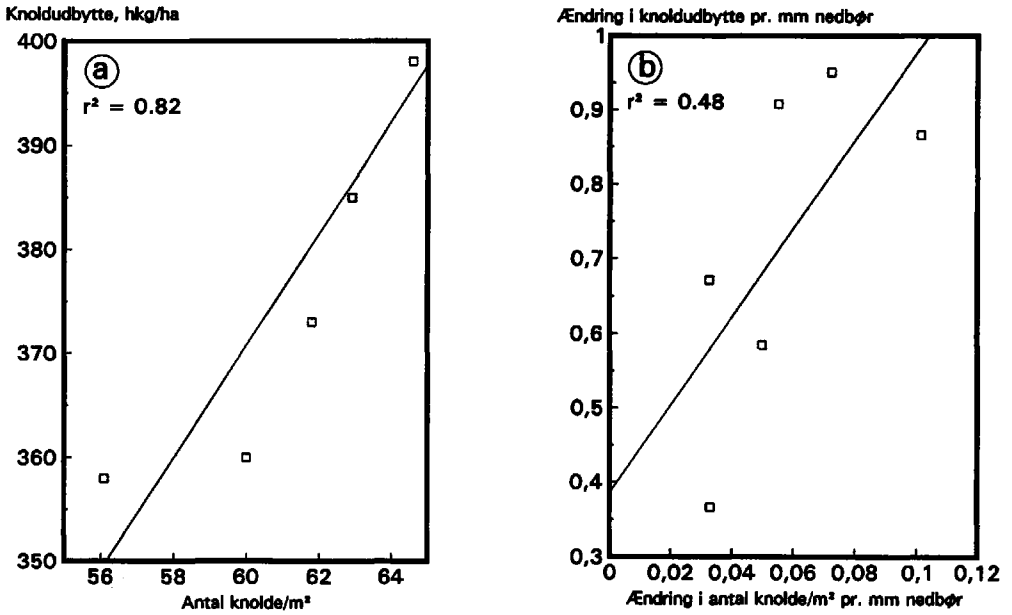


Fig. 2. Sammenhæng a) mellem antal knolde pr. m² og knoldudbytte, b) mellem ændringerne i de samme variable med stigende nedbørsmængde.

Correlation a) between number of tubers per m² and yield, b) between changes in the same variables at increasing precipitation.

nes flere knolde pr. m². Ud fra tabel 2 fandtes udbyttet forøget med 5,4 hkg/ha, hver gang knoldantallet pr. m² øgedes med 1 (fig. 2b). Sammenlignes ændringerne i det samlede knold-

udbytte pr. mm nedbør (tabel 3) med ændringerne i knoldantallet pr. m² pr. mm nedbør (tabel 5), findes en lignende sammenhæng, men sikkerheden er noget mindre (6,0 hkg/ha, fig. 2b).

Tabel 6. Nedbørsmængde og merudbytte i forsøg udført i De Landøkonomiske Foreninger med eftergødskning af kartofler. Gns. af to kvælstofniveauer.

Precipitation and increase of tuber yield in local farm trials with split application of nitrogen fertilizer. Mean of two levels of nitrogen fertilizer.

Forsøgsår Year	Antal forsøg Number of trials	Nedbør mm Precipitation mm	Merudbytte ved deling Yield increase with split application
1980	4	20; 29; 16; 23	12; 2; 12; 15
1981	2	94; 84	13; -36
1982	3	72; 68; 73	50; 15; 3
1983	1	165	9
1986	3	68; 77; 79	-3; -9; 10
1988	1	32	-11
1989	1	26	-40

Lignende relationer mellem knoldstørrelse og udbytte kunne ikke findes i det foreliggende materiale.

I 1980'erne har De Landøkonomiske Foreninger gennemført i alt 15 forsøg med eftergødskning af kartofler (4, 5, 7, 8, 9 og 10).

Nedbørsmængderne er opgjort i de fem første uger, efter lægning, idet der er benyttet data fra Danmarks Meteorologiske Instituts nærmeste nedbørsstation (*J. Juncher*, pers. medd.). I tabel 6 ses ikke umiddelbart sammenhæng mellem nedbørsmængden og merudbyttet. Dette kan skyldes, at nedbøren er faldet som naturlig nedbør, hvor intensiteten ofte er langt mindre end ved vanding. Udvaskning af kvælstof, der er af betydning for udbyttet, forekommer sandsynligvis oftest i forbindelse med høj nedbørsintensitet eller ved langvarige nedbørshændelser.

I landsforsøgene er det ikke muligt at beregne udbytteændring afhængig af nedbør, idet forsøgene alene foreligger med naturlig nedbør, hvorved nedbørsmængden er koblet til årsvariation i langt højere grad, end det er tilfældet i forsøgene udført ved Lundgård Forsøgsstation.

Konklusion

- Tidlig engangstilførsel øger risikoen for udvaskning.
- Sen engangstilførsel har ofte for lille gødningsvirkning.
- Knoldudbyttet reduceres med stigende nedbørsmængde i de fem første uger efter lægning.
- Udbyttereduktionen er størst, når gødningen er tilført ad én gang før lægning. Delt gødskning modvirker delvist reduktionen i knoldudbyttet.

- Gødskningsstrategiens og nedbørens indflydelse på udbyttereduktionen er mest udtalt i sorteringsgrænserne 50-60 mm og >60 mm.
- Placering af gødningen giver generelt højere udbytte end bredspredning med efterfølgende indarbejdning.
- Ændring i knoldudbyttet er forårsaget af ændringer i knoldantallet.

Litteratur

1. *Bennetzen, F.* 1978. Vandbalance og kvælstofbalance ved optimal planteproduktion. 3. Modeller og resultater. Tidsskr. Planteavl 82, 191-220.
2. *Højmark, J. V.* 1972. Placering af NPK-gødning til kartofler. Tidsskr. Planteavl 76, 196-205.
3. *Højmark, J. V. & Fogh, H. Th.* 1977. Nedvaskning af kvælstof og eftergødskning af byg på sandjord 1977. Statens Planteavlsforsøg Meddelelse nr. 1382.
4. *Højmark, J. V.; Kristensen H. & Elbek-Pedersen, H.* 1987. Kartoffeldyrkning. Oversigt over Landsforsøgene 1986, 198-202.
5. *Højmark, J. V.* 1990. Kartoffeldyrkning. Oversigt over Landsforsøgene 1989, 224-229.
6. *Jensen, H. E.* 1975. Nitrogentransport i jord. Nordisk Jordbrugsforskning 57, 152-154.
7. *Møller Eriksen, N.; Kristensen, H. & Elbek-Pedersen, H.* 1981. Kartoffeldyrkning. Oversigt over Landsforsøgene 1980, 169-177.
8. *Møller Eriksen, N.; Kristensen, H. & Elbek-Pedersen, H.* 1982. Kartoffeldyrkning. Oversigt over Landsforsøgene 1981, 176-184.
9. *Møller Eriksen, N.; Kristensen, H. & Elbek-Pedersen, H.* 1983. Kartoffeldyrkning. Oversigt over Landsforsøgene 1982, 195-203.
10. *Møller Eriksen, N.; Kristensen, H. & Elbek-Pedersen, H.* 1984. Kartoffeldyrkning. Oversigt over Landsforsøgene 1983, 189-197.

Manuskript modtaget d. 5. december 1991.