

## Majs som monokultur eller i sædskifte. Majs/roer

*Maize as monoculture or in rotation. Maize/beet*

**S. P. Lyngby Christensen**

### Resumé

Beretningen omhandler forsøg med majsdyrkning på samme areal hvert år, hvert 2. år og hvert 4. år. I sædskiftet med majs hvert 4. år indgik bederoer og byg. Derved var det muligt at sammenligne majs og roers udbytteforhold og de to afgrøders forfrugtsværdi.

Forsøgene blev gennemført på Statens Forsøgsstation, Roskilde (JB 6) og Rønhave (JB 7) i årene 1978–86.

Som gennemsnit for forsøgene gav majs dyrket på samme areal hvert år ca. 2% lavere udbytte end ved dyrkning hvert 2. år og ca. 4% lavere udbytte end ved dyrkning hvert 4. år.

I sædskiftet gav roerne i rod + top 171 a.e. pr. ha eller ca. 33% mere end majsen, der gav 128 a.e.

Forfrugtsværdien målt i byg var 2 hkg kerne pr. ha eller ca. 4% større efter roer end efter majs.

**Nøgleord:** Majs, sædskifte, majs/roer, forfrugtsværdi.

### Summary

The report deals with trials on growing maize on the same land every year, every second year and every fourth year. In the trial with maize every fourth year beet and barley were part of the rotation. In so doing it was possible to compare the yield of maize and beet and also their value as previous crop.

The trials were carried out at the government research stations at Roskilde (JB 6) and Rønhave (JB 7) over the years 1978–86.

As an average of the trials maize grown on the same land every year yielded about two per cent less than when grown every second year and about four per cent less than when grown every fourth year.

In the rotation root + leaves of the beet yielded 171 crop units per ha or about 33% more than the maize yielding 128 crop units.

The previous crop-value, measured in barley, was two hkg grain per ha or about four per cent larger after beet than after maize.

**Key words:** Maize, rotation, maize/beet, previous crop-value.

## Indledning

Majsen besidder en stofproduktionsevne, der overgår de fleste andre kulturplanters, men er samtidig en meget varmekrævende plante. Selv om forædlingen gennem de senere år har ført frem til tidligere sorter, må Danmark stadig betragtes som et grænseområde for majsdyrkning.

Navnlig i spiringsperioden er den mere varmekrævende end de her i landet mere traditionelt dyrkede landbrugsafgrøder (1, 2). Desuden er den ret kuldefølsom i den første tid efter fremspiring, og vækstperiodens varmesum er bestemmende for, hvor langt majscolberne når i udvikling. Majsen lykkes derfor bedst ved dyrkning på en lun vokseplads med gode læforhold osv. Nogle arealer opfylder disse betingelser bedre end andre. Derfor var det aktuelt at få undersøgt, om majsen kunne dyrkes på samme areal år efter år uden væsentlig udbyttenedgang.

## Forsøgsplan

I 1978–86 blev der på forsøgsstationerne ved Roskilde (JB 6) og Rønhave (JB 7) gennemført en forsøgsserie med majs som monokultur og majs i forskellige sædskiftekompositioner. Planen omfattede følgende forsøgsled:

- a. Majs hvert år (monokultur)
- b. – – 2. – (majs – byg)
- c. – – 4. – (majs – byg – roer – byg)

Leddene blev yderligere opdelt således, at majs i a, b og c og roerne i c blev tilført to N-mængder,  $x = 120$  og  $y = 170$  kg N pr. ha.

Sædskiftet i led c gav samtidig mulighed for at måle majs og roers udbytteforhold og de to afgrøders forfrugtsværdi.

For at få alle afgrøder repræsenteret hvert år og derved eliminere årsvariationen, blev led b opdelt i  $b_1$  og  $b_2$  og c tilsvarende i  $c_1 - c_4$ . Afgrødefordelingen fremgår af følgende skema:

	78/82/86	79/83	80/84	81/85
a	majs	majs	majs	majs
$b_1$	majs	byg	majs	byg
$b_2$	byg	majs	byg	majs
$c_1$	majs	byg	roer	byg
$c_2$	byg	majs	byg	roer
$c_3$	roer	byg	majs	byg
$c_4$	byg	roer	byg	majs

## Forsøgsbetingelser

Majssorten var Fronica og roersorten fodersukkerroe Kyros. Bygsorten skiftede gennem årene.

Der blev tilstræbt optimale dyrkningsforhold. Afgrøderne blev grundgødnet med 800–1000 kg 0–4–21 + magnesium og 90 kg N i kalkammonsalpeter pr. ha. Majs og roer blev yderligere tilført 30 kg N i led x og 80 kg N i led y, så den samlede forsøgsmæssige N-mængde i led x og y blev henholdsvis 120 og 170 kg N pr. ha. 30 N, inkluderet i de nævnte mængder, blev sammen med ca. 60 P pr. ha placeret ved majsens såning.

Roer og byg blev gennemgående sået i april og majs omkring 1. maj. Majs blev sået til blivende bestand på 62,5 cm rækkeafstand og 15 cm frøafstand. Roer blev sået på 55 cm rækkeafstand og udtyndet til 25 cm planteafstand. Den gennemsnitlige plantebestand ved høst var for majsen knap 90.000 og for roerne ca. 70.000 pr. ha. Renholdelse og evt. plantebeskyttelse blev foretaget efter behov med anerkendte midler.

Majsen blev høstet, når udviklingen skønnedes optimal til ensilering, normalt i begyndelsen af oktober, og roerne blev taget op i slutningen af oktober.

## Resultater

Forsøgsserien begyndte som nævnt i 1978. Forsøgsparcerne blev dyrket og høstet forsøgsmæssigt, men det første år må betragtes som et forberedelsesår, idet majs efter majs opnås første gang i 1979. Resultaterne fra 1978 indgår dog i beregningerne under afsnittet majs/roer, hvorimod øvrige resultater hidrører fra to forsøg pr. år i årene 1979–86, i alt 16 forsøg.

Foreløbige resultater er publiceret i 1985 (3).

### *Majs som monokultur eller i sædskifte*

Denne del af forsøgsplanen omfatter majs dyrket på samme areal hvert år i led a, hvert 2. år i led b og hvert 4. år i led c. Led b var endnu 1. gangsmajs i 1979, og tilsvarende var led c 1. gangsmajs i 1979–81, men uanset dette indgår resultaterne fra og med høståret 1979 for alle tre led i de følgende beregninger.

**Tabel 1.** Majs, højde i cm, antal 1000/ha, gns. 16 forsøg.  
*Maize, height in cm, number 1000/ha, mean of 16 trials.*

	a		b		c	
	Hvert år		Hvert 2. år		Hvert 4. år	
	Every year		Every 2nd year		Every 4th year	
	x	y	x	y	x	y
Plantehøjde <i>Plant height</i>	208	209	209	211	208	209
Antal planter <i>No. of plants</i>	92,7	92,8	94,0	93,1	92,7	93,7
Antal kolber <i>No. of ears</i>	86,5	89,8	88,5	90,4	88,5	91,4
Kolber/plante <i>Ears/plant</i>	0,93	0,97	0,94	0,97	0,95	0,98

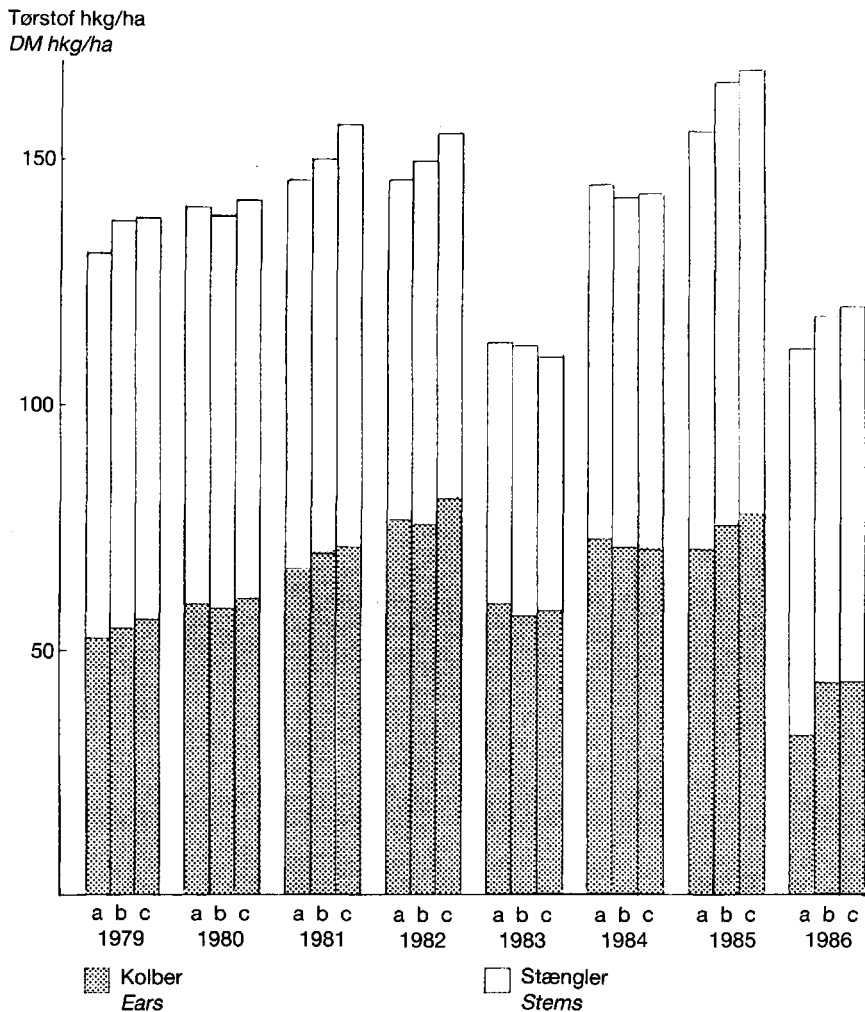


Fig. 1. Majs dyrket a: hvert år b: hvert 2. år c: hvert 4. år  
*Maize grown a: every year b: every 2nd year c: every 4th year*

Majsen blev dyrket ved to N-niveauer, idet hvert af leddene a, b og c blev opdelt i x og y, som blev tilført henholdsvis 120 og 170 kg N pr. ha.

Ved høst blev der målt plantehøjde til basis af hanblomst og optalt planter og kolber. Resultaterne står anført i tabel 1.

Som det fremgår, har dyrkningsmåden ikke haft nogen indflydelse på plantehøjde og -antal ved høst. Derimod har både N-mængde og dyrkningsmåde påvirket kolbeantallet. Ved ensidig dyrkning, led a, var der ca. 2% færre kolber end ved dyrkning hvert 4. år, led c. Ekstra 50 kg N pr. ha til y har øget kolbeantallet med ca. 3% uanset dyrkningsmåden.

Kolber og stængler blev høstet hver for sig. Fig. 1 viser udbytterne af tørstof fra de to afgrødedele og udbytter i alt som gennemsnit for to forsøg i de enkelte år. Som det fremgår af figuren, blev de mindste udbytter høstet i 1983 og 1986. Sidstnævnte år var det især kolbeudbyttet, der svigtede. I seks af de otte forsøgsår har sædskiftedyrket majs givet lidt større udbytte end majs dyrket som monokultur. Der er dog intet, der tyder på, at denne udbytteforskel forstærkes med årene.

I tabel 2 er anført tørstofudbytter som gennemsnit for alle 16 forsøg.

Som det fremgår af resultaterne i tabel 2, gav majs dyrket som monokultur (a) ca. 2% lavere udbytte end majs dyrket hvert 2. år (b) og ca. 4% lavere end majs hvert 4. år (c). Kun forskellen mellem a og c er statistisk sikker.

Som tidligere anført blev forsøgene tilført to N-mængder. De ekstra 50 kg N pr. ha til y resulterede i merudbytter fra 4,8 til 6,1 hkg tørstof pr. ha eller i gennemsnit ca. 4%. Størst merudbytte blev opnået i led a, som herved blev bragt på samme udbyttensniveau som led c ved laveste N-mængde.

Kolbers og stænglers tørstofandel samt det beregnede tørstofindhold var upåvirket af dyrkningsmåden.

Prøver af tørstof fra kolber og stængler blev hvert år analyseret for indhold af total-N, træstof og aske. De tre dyrkningsmåder havde ikke påvirket indholdet af nogen af de nævnte stoffer, hvori N-indholdet var øget i såvel kolbe- som stængeltørstof ved ekstra N-tilførsel i y. Resultaterne ses i tabel 3.

#### Majs/roer

I led c, hvor sædskifte kombinationen var majs-byg-roer-byg, er majs og roers udbytteforhold direkte sammenlignelige, idet begge afgrøder

**Tabel 2.** Tørstofudbytter, hkg/ha, gns. for 16 forsøg.  
*Dry matter yield, hkg/ha, mean of 16 trials.*

	Kolber <i>Ears</i>			Stængler <i>Stems</i>			I alt <i>Total</i>		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Tørstofudbytte <i>Dry matter yield</i>	61,5	63,0	64,7	74,1	76,0	76,8	135,6	139,0	141,5
LSD		2,5			2,2			3,5	
Fht. (c=100) <i>Proportionals</i>	95	97	100	97	99	100	96	98	100
x:120 N	59,9	61,7	63,3	72,7	74,4	75,8	132,6	136,1	139,1
y:170 N	63,1	64,3	66,1	75,6	77,6	77,8	138,7	141,9	143,9
y-x	3,2	2,6	2,8	2,9	3,2	2,0	6,1	5,8	4,8
Tørstofandel % <i>DM share, %</i>	45,4	45,3	45,7	54,6	54,7	54,3	-	-	-
Tørstof % <i>DM %</i>	35,5	35,2	35,3	19,6	19,4	19,5	24,6	24,3	24,5

a, b og c som tabel 1  
a, b og c as table 1

**Tabel 3.** Analyseresultater, % af tørstof, gns. for 16 forsøg.  
*Results of analyses, % of DM, mean of 16 trials.*

	Total N			Træstof Crude fibre			Aske Ash		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
	Kolber Ears								
120 N	1,35	1,38	1,39	11,2	11,1	11,0	2,2	2,2	2,2
170 N	1,40	1,43	1,44	11,0	11,0	11,1	2,1	2,1	2,1
	Stængler Stems								
120 N	0,92	0,95	0,94	29,8	29,3	29,6	6,6	6,5	6,0
170 N	1,04	1,06	1,05	29,1	28,5	28,8	5,9	6,4	6,1

a, b og c som tabel 1  
*a, b og c as table 1*

havde byg som forfrugt og blev tilført samme gødningsmængder. Incl. forberedelsesåret 1978 er der resultater fra 9 års forsøg ved Roskilde og Rønhave. I tabel 4 er anført tørstofudbytter og beregnede afgrødeenheder som gennemsnit for de 18 forsøg.

Afgrødeenheder er for majs beregnet ud fra tørstoffets indhold af N, træstof og aske efter følgende formel:

(1) f.e. pr. 100 kg organisk stof = % fordøjeligt organisk stof  $\times$  1,00 + % fordøjeligt råprotein  $\times$  0,43 + 1,50)  $\times$  V  $\times$  1,333,

hvor indholdet af fordøjeligt organisk stof og fordøjeligt råprotein beregnedes ud fra formlerne (% af org. stof)

(2) % fordøjeligt organisk stof = 98,1 - % træstof  $\times$  1,04

(3) % fordøjeligt råprotein = -3,96 + % råprotein  $\times$  0,964

og V er værditallet, som beregnedes ud fra formelen (% af org. stof)

(4) V = 1,10 - % træstof  $\times$  0,00968.

**Tabel 4.** Majs/roer, tørstofudbytte, afgrødeenheder, gns. for 18 forsøg.  
*Maize/beet, DM yield, crop units, mean of 18 trials.*

	Majs Maize			Fodersukkerroer Fodder beets			Merudbytte af roer Additional yield of beets
	kolber ears	stængler stems	i alt total	rod roots	top leaves	i alt total	
	Tørstof, hkg/ha DM						
Gns. Mean	64,1	77,6	141,7	139,8	47,2	187,0	45,3
LSD							6,1
x: 120 N	62,9	76,6	139,5	137,9	44,1	182,0	42,5
y: 170 N	65,4	78,5	143,9	141,7	50,3	192,0	48,1
y-x			4,4			10,0	5,6
	Afgroedeenheder/ha Crop units/ha						
Gns. Mean	74,8	52,9	127,7	135,7	35,0	170,7	43,0

Før roerne er der regnet med 103 kg rodtørstof og 135 kg sandfrit toptørstof pr. a. e.

Som det fremgår af resultaterne i tabel 4, var udbyttet af roer, rod + top, som gennemsnit af de 18 forsøg 45,3 hkg tørstof eller 43 a.e. større end majsens totaludbytte. Rodudbyttet alene svarer ret nær til det totale majsudbytte.

Ekstra tilførsel af 50 kg N pr. ha i led y har i majs øget udbyttet med 4,4 hkg tørstof pr. ha eller ca. 3%. Tilsvarende er roeudbyttet øget med 10 hkg tørstof eller ca. 5,5%, især som en forøgelse af topudbyttet.

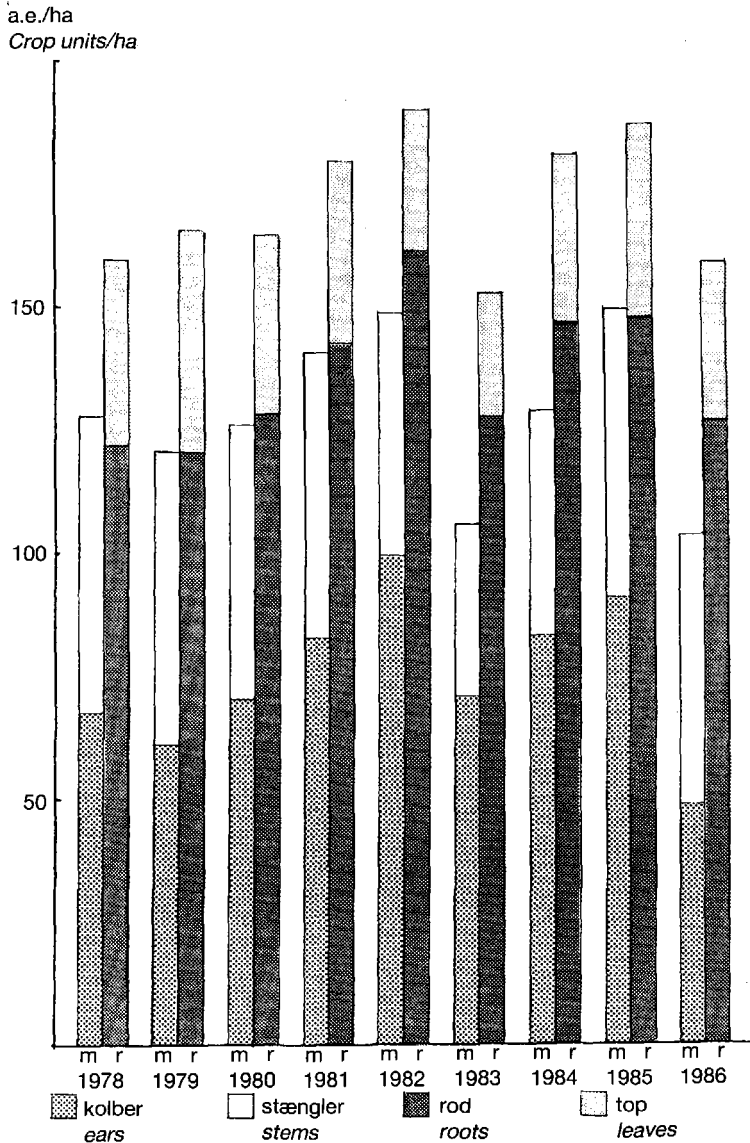


Fig. 2. Majs (m) og roer (r). Afgrødeenheder pr. ha  
Maize (m) and beet (r). Crop units per ha.

I fig. 2 er vist majs og roers udbytteforhold for de enkelte år. Søjlerne markerer udbytterne i afgrødeenheder pr. ha for afgrødedelene og for hele afgrøden. Begge afgrøder gav de mindste udbytter i 1983 og 1986. For majs var det i 1983 især stængeludbyttet og i 1986 især kolbeudbyttet, der svigtede.

Den beregnede årsvariation var for majs på 13,0% og for roerne 7,9% af gennemsnitsudbyttet for 9 års dyrkning.

#### Forfrugtsværdi

I sædskifte c blev både majs og roer efterfulgt af byg. Alt høstbart plantemateriale efter majs og roer blev fjernet fra parcellerne, og kun majsstubbene blev nedpløjet. Det var derfor muligt under rimeligt ensartede vilkår at måle de to afgrøders forfrugtsværdi i byggen. Resultaterne står anført i tabel 5.

Byggen blev tilført 90 kg N pr. ha. Der blev i syv af de otte år høstet højere udbytte i byg efter roer end i byg efter majs. I gennemsnit for alle 16 forsøg blev kerneudbyttet efter roer 2 hkg højere end efter majs, svarende til ca. 4%.

#### Diskussion og konklusion

Sædskifteforsøg er tidskrævende med hensyn til antal dyrkningsår. For at komme ind i sædskifterytmen er det nødvendigt med et til flere forberedelsesår. Refererede forsøgsserie blev planlagt til et forberedelsesår og otte forsøgsår. Majs efter majs, der var forsøgets primære spørgsmål, blev herved opnået 1. forsøgsår. I sædskifte c indgik

fire afgrøder. Af hensyn til resultaternes sikkerhed blev der planlagt to sædskifterotationer og dermed otte forsøgsår.

Majs som monokultur har i gennemsnit for de otte års forsøg givet 4% lavere udbytte end majs i 4-marks sædskifte. Udbyttenedgangen var tilsyneladende ikke tiltagende gennem de otte års dyrkning. Der blev ikke konstateret forskelle i sygdoms- eller skadedyrsangreb.

I efteråret 1985 blev der i forsøget ved Roskilde udtaget jordprøver til undersøgelse for forekomst af havrenematoder (*Heterodera avena*). I prøver fra parceller med kontinuerlig majsdyrkning gennem otte år fandtes ingen æg, hvorimod der i prøver fra parceller uden majs i tre år, og hvor der i de tre år blev dyrket byg, roer, byg, blev fundet 3100 æg pr. kg jord.

Tyske undersøgelser (4) har vist, at majs kan angribes af havrenematoder med udbyttenedgang til følge, men at den ikke er i stand til at opformere nematoder. Majs må derfor i denne henseende betragtes som en nematodresistent kornart.

I forsøgene, hvor majs og roer gennem ni år blev dyrket under samme vilkår, gav fodersukkerroer i rod + top et merudbytte på 43 afgrødeenheder pr. ha eller ca. 33% mere end majs. En beregning af årsvariationen viser, at majsudbytterne varierede relativt mere end roeudbytterne. Det viser, at majs endnu må anses for at være mindre dyrkningssikker end roer.

Tidligere forsøg ved Statens Planteavlsvforsøg (5) viste ved et noget lavere udbyttensniveau stort set samme udbytteforhold mellem majs og roer.

**Tabel 5.** Byg, kerne m. 85% tørstof, hkg/ha, gns. for 2 forsøg pr. år.  
*Barley, grains with 85% DM, hkg/ha, mean of 2 trials per year.*

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	gns. mean
Efter majs <i>After maize</i>	41,9	46,2	50,0	53,8	38,1	54,4	53,3	55,8	49,2
Efter roer <i>After beets</i>	45,4	47,3	51,3	53,7	43,7	55,6	56,3	56,5	51,2
LSD for gns. mean									1,5

Forfrugtsværdien efter majs, målt i efterfølgende byg, var 2 hkg kerne pr. ha eller ca. 4% lavere end efter roer.

Resultaterne fra forsøgene med majs og roer angiver totaludbyttet høstet i marken. De viser, at roerne udbyttedmæssigt stadigvæk er konkurrencedygtige over for majs. Men ved artsvalg må naturligvis indgå vurderinger af de to afgrøders forskellige dyrknings- og opbevaringsomkostninger samt sandsynlige opbevaringstab.

#### Litteratur

1. *Andersen, Sigurd* 1969. Landbrugsplanterne, afsnit: »Frøets spiring«. D.S.R. Den kgl. Vetr.- og Landbohøjskole, København.
2. *Christensen, S. P. Lyngby* 1981. Såtidsforsøg med majs til ensilering. Tidsskr. Planteavl 85, 335-342.
3. *Christensen, S. P. Lyngby* 1985. Majs/roer. Statens Planteavlsforsøg. Meddelelse nr. 1818.
4. *Lücke, E. & Saefkow, M.* 1978. Untersuchungen über Befall und Züstenbildung durch das Getreidezüstenälchen am Mais. Z. PflKrankh. PflSchutz 85, 385-392.
5. *Bagge, H & Hansen, Holger* 1958. Forsøg med sammenligning af bederoer og majs. Tidsskr. Planteavl 62, 93-111.

Manuskript modtaget den 2. april 1987.