

Kombineret plantetætheds- og kvælstofgødsningsforsøg i majs til modenhed

Combined experiment with plant density and N-fertilization on maize for maturity.

Anton Nordestgaard

Resumé

I 1971-73 gennemførtes 6 faktorielle forsøg i majs til modenhed. Der anvendtes rækkeafstandene 50, 75 og 100 cm og planteafstandene i rækken på 10, 25 og 40 cm samt kvælstofmængderne 75, 150 og 225 kg pr. ha, i alt 27 kombinationer. Majssorten Velox blev anvendt.

En ændring af rækkeafstanden fra 50 til 75 og 100 cm eller af planteafstanden i rækken fra 10 til 25 og 40 cm gav en forøgelse af kolbe- og stængelantallet pr. 100 planter og en bedre kærne kvalitet, idet liter- og tusindkornsvægten samt råproteinindholdet i kærnerne steg. Hvis ændringen medførte et lavere planteantal end 8 pr. m² eller en rækkeafstand over 75 cm faldt kærneudbyttet, og majsens evne til selv at holde ukrudtet nede aftog.

På grundlag af disse forsøgsresultater må der ved dyrkning af majs til modenhed under danske forhold tilrådes en rækkeafstand fra 50 til højst 75 cm og en plantetæthed på 8-10 planter pr. m² samt en kvælstofmængde på 100-120 kg pr. ha.

I øvrigt viste forsøgene, at majs til modenhed bedst klarer sig i de sydligste og milde egne af landet, men at den selv her endnu ikke kan konkurrere med de almindelige dyrkede kornarter i kærneudbytte. Der skal således andre årsager til end de udbyttømæssige, for at majs til modenhed kan få større interesse hos danske landmænd.

Summary

In the years 1971-73 six factorial experiments on maize for grain were accomplished at the Government Research Stations. Row spacings of 50, 75 and 100 cm and plant spacings in the rows of 10, 25 and 40 cm were employed, and also nitrogen quantities of 75, 150 and 225 kg per ha, 27 combinations in all. The maize cultivar used was Velox.

A change in the spacing between rows from 50 to 75 and 100 cm or in the plant spacing in the rows from 10 to 25 and 40 cm caused an increase of the number of cobs and stems per 100 plants and an improvement of the grain quality, as litre weight, thousand corn weight and the content of crude protein in grains increased. If the change resulted in a number of plants smaller than eight per m² or in a row spacing larger than 75 cm the grain yield decreased, and the capability of the maize of keeping down the weeds failed.

Based on these experimental results a row spacing from 50 to not more than 75 cm, a density of the plant population of 8-10 plants per m² and a nitrogen quantity of 100-120 kg per ha are recommendable for growing of maize for grain under Danish conditions.

Moreover, the experiments showed that maize for grain behaved best in the southern region of the country having a softer climate, but even there it cannot compete with cereals commonly grown as regards grain yield.

Other motives than a higher yield are therefore needed to arouse a greater interest in maize for grain among Danish farmers.

Indledning

Majs er en af verdens vigtigste kulturplanter, og af kornarter overgår den i areal kun af hved og ris (*Statistisk årbog 1973*). Den dyrkes dels til modenhed og dels til grønhøst og ensilering. Hvor klimaforholdene – temperatur og nedbør – ellers er i orden, er majs en meget højtydende kulturplante, men her i landet er varmemængden i majsens vækstperiode maj-september ofte for lille til, at den kan udvikle sig optimalt. Forsøg med sammenligning af bederoer og majs ved statens forsøgsstationer i 1949-1956 viste således, at majs til ensilering i gennemsnit af 43 forsøg i disse 8 år i foderenheder kun gav ca. 60 pct. af, hvad bederoer gav i rod + top (*Bagge og Hansen 1958*).

Til trods for det dårligere gennemsnitlige udbytte af majs end af roer var der dog i 50'erne nogen interesse for dyrkningen, og majsarealet nåede i 1955 op på 1089 ha (*Landbrugsstatistik 1955*). Efterhånden som mekaniseringen af roernes pleje og høst slog igennem aftog interessen dog igen for majsdyrkningen, og i 1960'erne har majsarealet her i landet været ubetydeligt.

Imidlertid er der i udlandet og især i de senere år arbejdet meget intensivt med forædling af majs, hvilket er resulteret i sorter, som er tidligere og mindre varmekrævende, og grænsen for majsens dyrkning her i Europa er flyttet længere og længere mod nord. Majsdyrkningen lige syd for den danske grænse har således i de seneste år været tiltagende, hvilket fremgår af følgende oversigt over majsdyrkningsens omfang i Slesvig-Holsten.

Hittidige forsøg med majs her i landet har hovedsagelig koncentreret sig om dyrkning med grønhøst og ensilering for øje, men enkelte forsøg er dog udført med majs til modenhed. I 1940-44 blev således foretaget en sammenligning af byg og majs til modenhed (*Bagge 1946*). Resultatet heraf gav dog ikke anledning til udvidet dyrkning af eller forsøg med majs til modenhed.

I de seneste år er der desuden sket en afprøvning af de nyere majssorters egnethed for dyrkning til modenhed her i landet. Ved statens forsøgsvirksomhed blev således i 1968-71 udført forsøg med i alt 17 sorter (*Henriksen 1973*) og i Stevns og omegns landboforening forsøg med 3 sorter i 1969 (*Thøgersen 1969*).

Rundt om i andre lande, hvor majsdyrkningen har større udbredelse, er der derimod udført mange forsøg til belysning af den bedste dyrkningsmåde for majs til modenhed, og for også at have nogen erfaring med denne dyrkning under danske forhold, hvis den skulle blive aktuell i vore sydligste egne, gennemførtes ved statens forsøgsvirksomhed i 1971-73 en forsøgsserie i majs til modenhed med forskellige række- og planteafstande kombineret med 3 kvælstofmængder.

Forsøgsplan og forsøgsbetingelser

Forsøgene blev udført på lermuldet jord ved Aarslev i 1971, ved Roskilde i 1971, 1972 og 1973 samt ved Rønhave i 1972 og 1973. Det blev i alt 6 forsøg, som alle må betegnes som vellykkede.

Majsareal i ha i Slesvig-Holsten*)

	Til grønhøst	Til modenhed		Til grønhøst	Til modenhed
1964	1459	64	1970	3527	268
1965	1752	79	1970	5283	488
1966	1969	11	1971	8057	487
1967	2056	203	1972	10704	758
1968	2131	152	1973	16338	577

*)Tallene hidrører fra Landwirtschaftskammer, Schleswig-Holstein. Oversigten viser tydeligt majsdyrkningsens stigende betydning i området syd for den dansk-tyske grænse, og det må formodes, at majsdyrknningen også i de sydligste egne af Danmark fremover kan få nogen betydning.

Forsøgsplanen var følgende:

1. 50 cm rækkeafstand
2. 75 » »
3. 100 » »
- a. 10 cm planteafstand
- b. 25 » »
- c. 40 » »
- x. 75 kg N pr. ha
- y. 150 » » » »
- z. 225 » » » »

I alt gav det $3 \times 3 \times 3 = 27$ kombinationer, hver udført i en parcel.

Der grundgødtes med 400 kg P og 100 kg K pr. ha. Kalkammonsalpeter anvendtes som forsøgsgødning og blev udstrøet ved såning af majs. I alle forsøg anvendtes majssorten Vellox. Udsæden var bejdset med et kombineret thiram-lindan middel. Ved Rønhave udførtes såningen med maskine og efter fremspiringen udtyndedes til den ønskede plantetæthed. Ved Aarslev og Roskilde blev majsens pletsæt med hånd og med den ønskede planteafstand i rækken. For at sikre fuld plantebestand blev der lagt 2 kærner pr. plantested, og efter fremspiringen udtyndedes til 1 plante pr. sted.

I et par af forsøgene, Aarslev 1971 og Roskilde 1972 blev majsens lige efter fremspiringen angrebet af råger. Bestanden blev reduceret

noget, men samtidig med udtyndingen blev der plantet efter. I andre forsøg var der under fremspiringen udspændt nylonnet eller -tråde over forsøgsarealet for at forebygge disse fugleskader. Renholdelse af majsens blev foretaget mekanisk, dels med radrensning og dels med håndhakning. I et enkelt forsøg, Roskilde 1971, blev der dog også brugt kemiske midler til renholdelsen.

I tabel 1 er angivet dato for såning, fremspiring, begyndende blomstring for hanblomster, for høst samt tørstofindholdet i kærnerne ved høstningen og de gennemsnitlige kærneudbytter i de enkelte forsøg, og i tabel 2 en oversigt over de klimatiske forhold i forsøgsårene på forsøgsstederne.

Fremspiringshastigheden var stærkt afhængig af temperaturforholdene i tiden efter såningen. I 1971, hvor den første halvdel af maj havde varmt vejr og flere dage med temperaturer over 20° C, gik der kun 11-13 dage fra såning til fremspiring mod 25-26 dage i 1973, hvor den maximale dagtemperatur i tilsvarende periode de fleste dage lå på 10-12° C, og hvor temperaturen kun en enkelt dag nåede op over 15° C.

Af tabel 1 ses endvidere, at der udover en forskel i fremspirings- og udviklingshastighed mellem årene også var en tendens til en mindre forskel mellem forsøgsstederne. Således

Tabel 1. Dato for såning, fremspiring, hanblomstens begyndende blomstring og for høst samt tørstofindhold i kærnerne ved høstningen og kærneudbyttet i de enkelte forsøg, gns.

Date of sowing, emergence, start of flowering of male flower and harvesting and also dry matter content in grains at harvest and mean of grain yield of the separate trials

		Dato for:			høst beg.	% tørstof ved høst i kærner % D M of grain at harvest	hkg kærner (15 % vand) pr. ha grains hkg/ha (moisture 15%)
		såning	fremspiring	blomstring			
		Date of			harvest- ing		
		sowing	emergence	start of flowering			
Aarslev	1971	4/5	15/5	30/7	1/11	60,7	44,3
Roskilde	1971	5/5	18/5	31/7	8/11	60,6	35,4
Roskilde	1972	3/5	23/5	3/8	14/11	50,6	28,8
Rønhave	1972	1/5	18/5	24/7	26/10	60,3	42,5
Roskilde	1973	3/5	28/5	16/7	19/10	63,3	47,4
Rønhave	1973	3/5	29/5	12/7	16/10	63,5	51,0

Tabel 2. Oversigt over de meteorologiske forhold
Summary of the meteorological conditions

		Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Maj-sept. *)
		Temperatur, C°		Temperature C°				
Aarslev	1971	12,6	13,8	16,8	16,6	12,5	9,0	14,5
Roskilde	1971	11,7	13,4	16,2	16,5	12,1	9,3	14,0
»	1972	10,3	13,0	17,2	15,7	11,1	7,8	13,5
»	1973	10,4	14,5	17,2	16,0	13,0	6,5	14,2
Rønhave	1972	10,8	13,5	17,5	16,3	11,9	8,6	14,0
»	1973	11,0	15,3	17,7	16,7	14,0	7,9	14,9
Normal 1931-60								
Aarslev		11,3	14,7	16,6	16,3	13,1	8,6	14,4
Roskilde		11,4	14,8	16,9	16,5	13,1	8,6	14,5
Rønhave		11,5	14,9	16,7	16,6	13,9	9,5	14,7
		Nedbør, mm		Precipitation, mm				
Aarslev	1971	42	104	27	71	39	72	283
Roskilde	1971	24	85	59	49	34	60	251
»	1972	98	69	30	88	31	15	316
»	1973	48	23	74	32	112	33	289
Rønhave	1972	80	71	61	52	17	14	281
»	1973	46	17	59	39	94	41	255
Normal 19331-60								
Aarslev		43	50	68	82	63	61	306
Roskilde		36	46	68	60	60	53	270
Rønhave		51	49	82	85	69	70	336
		Solskinstimer		Sunny hours				
Aarslev	1971	278	199	278	226	139	114	1120
Roskilde	1971	302	217	303	235	130	111	1187
»	1972	196	240	220	246	183	136	1085
»	1973	211	304	261	245	135	144	1156
Normal 1931-60								
Aarslev		258	268	259	239	170	102	1194
Roskilde		—	—	—	—	—	—	—

*) Temperatur = gns. maj-sept., nedbør og solskinstimer = sum maj-sept.

Temperature: mean May-Sept., precipitation and sunny hours: sum May Sept.

havde majs en lidt hurtigere fremspiring og en lidt tidligere blomstring ved Rønhave end ved Roskilde. Dette skyldes sikkert, at Rønhave havde en lidt højere gennemsnitstemperatur end Roskilde, hvilket fremgår af tabel 2.

Datoerne for høst kan ikke tages som en naturlig modningsdato for majs, idet der i næsten alle forsøg skete en vis tvangsmodning på grund af koldt vejr og nattefrost. I alle tilfælde stod majs ved høstningen med helt visne blade og stængler, så det må formodes, at produktion da var ophørt. Det må antages,

at majsens modningsforløb – ligesom de andre kornarters – kendetegnes ved et stigende tørstofindhold i kærnerne igennem modningsprocessen, og i så fald skulle tørstofindholdet i kærnerne ved høstningen kunne fortælle noget om majsens modenhedsgrad. Som det ses af tabel 1, har tørstofindholdet i kærnerne på høsttidspunktet kun ligget på omkring 60 pct. og i et enkelt forsøg, Roskilde 1972, kun på omkring 50 pct., så majs kan næppe betegnes som naturligt fuldmøden. I 2 af forsøgene, Aarslev 1971 og Rønhave 1972, blev disse tør-

stofanalyser i kærnen ved høst foretaget i alle parceller. Resultatet heraf viste, at hverken række- eller planteafstanden i rækken havde nogen indflydelse på majs-kærnernes tørstof-indhold. I amerikanske forsøg har man fundet tilsvarende resultater (*Lutz et al. 1971*). På grund af det høje vandindhold i kærnerne blev kolberne afplukket med hånd og efter fjernelse af svøbet tørret inden tærskningen.

Forsøgsresultater

Plantebestand

I alle forsøg blev der i parcellerne før høstningen foretaget optællinger af det totale antal planter og stængler og ved afplukningen af kolberne antallet af disse. Gennemsnitsresultatet af disse optællinger er opført i henholdsvis tabel 3, 4 og 5.

Tabel 3. Antal planter pr. m², gns.
Number of plants per m², mean

Rækkeafstand <i>Row spacing</i> cm	Planteafstand <i>Plant spacing</i> cm			Gns. <i>Mean</i>	LSD ₉₅
	10	25	40		
	Tilstræbt <i>Aimed</i>				
50	20,0	8,0	5,0	—	—
75	13,3	5,3	3,3	—	—
100	10,0	4,0	2,5	—	—
	Gns. af 6 forsøg <i>Mean of six trials</i>				
50	17,6	7,4	4,9	10,0	
75	11,6	4,9	3,1	6,5	(0,3)
100	8,6	3,7	2,4	4,9	
Gns. <i>Mean</i>	12,6	5,3	3,5		
LSD ₉₅	(0,3)				

Tabel 4. Antal stængler pr. m², gns.
Number of stems per m², mean

Rækkeafstand <i>Row spacing</i> cm	Planteafstand <i>Plant spacing</i> cm			Gns. <i>Mean</i>	LSD ₉₅
	10	25	40		
50	19,0	9,2	6,9	11,7	
75	13,2	6,7	5,4	8,4	(0,5)
100	9,8	5,4	4,1	6,5	
Gns. <i>Mean</i>	14,0	7,1	5,5		
LSD ₉₅	(0,3)				

Tabel 5. Antal kolber pr. m², gns.
Number of cobs per m², mean

Rækkeafstand <i>Row spacing</i> cm	Planteafstand <i>Plant spacing</i> cm			Gns. <i>Mean</i>	LSD ₉₅
	10	25	40		
50	13,7	7,8	6,0	9,2	
75	10,5	6,0	4,7	7,1	(0,3)
100	8,3	5,2	4,2	5,9	
Gns. <i>Mean</i>	10,9	6,3	5,0		
LSD ₉₅	(0,5)				

I tabel 3 er udover gennemsnitsresultatet af plantetællingerne angivet det tilstræbte antal planter pr. m². Som det ses, var det opnåede plantetal i gennemsnit ret nær ved det tilstræbte, og især ved den store planteafstand på 40 cm var forskellen meget lille.

Af tabel 4 og 5 ses, at en forøgelse af planteantallet også giver en forøgelse af både stængel- og kolbeantallet pr. m².

På grundlag af optællingerne af planter, stængler og kolber er der i de enkelte forsøg beregnet antallet af stængler og kolber pr. 100 planter, og gennemsnitsresultatet heraf er opført i henholdsvis tabel 6 og 7.

Tabel 6. Antal stængler pr. 100 planter, gns.
Number of stems per 100 plants, mean

Rækkeafstand <i>Row spacing</i> cm	Planteafstand <i>Plant spacing</i> cm			Gns. <i>Mean</i>	LSD ₉₅
	10	25	40		
50	108	124	140	124	
75	115	138	173	142	(6)
100	114	146	173	145	
Gns. <i>Mean</i>	113	136	162		
LSD ₉₅	(18)				

Tabel 7. Antal kolber pr. 100 planter, gns.
Number of cobs per 100 plants, mean

Rækkeafstand <i>Row spacing</i> cm	Planteafstand <i>Plant spacing</i> cm			Gns. <i>Mean</i>	LSD ₉₅
	10	25	40		
50	78	106	122	102	
75	90	121	153	122	(5)
100	97	140	174	137	
Gns. <i>Mean</i>	89	123	149		
LSD ₉₅	(11)				

Som det ses, er både antallet af stængler og kolber pr. 100 planter stærkt stigende med aftagende plantetæthed. Stigningen er kraftigst for kolbernes vedkommende og fra tættest til tyndest bestand udgør den her 120 pct. mod kun 60 pct. for stænglernes vedkommende.

Højdemålinger samt karakterer for væltning og ukrudtsbestand ved høst

Forud for høstningen blev der tillige foretaget højdemålinger i alle parceller, dels til basis af hanblomster og dels til laveste ansatte kolbe. Gennemsnitsresultatet heraf er opført i tabel 8 og 9.

Tabel 8. Højde til basis af hanblomst, cm, gns.
Height to base of male flower, cm, mean

Rækkeafstand Row spacing	Planteafstand Plant spacing			Gns. Mean	LSD ₉₅
cm	cm				
	10	25	40		
50	160	159	148	156	
75	160	154	146	153	(3)
100	158	144	142	148	
Gns. Mean	160	152	145		
LSD ₉₅	(6)				

Tabel 9. Højde til lavest ansatte kolbe, cm, gns.
Height to lower cob, cm, mean

Rækkeafstand Row spacing	Planteafstand Plant spacing			Gns. Mean	LSD ₉₅
cm	cm				
	10	25	40		
50	56	51	43	50	
75	53	46	42	47	(3)
100	52	42	39	45	
Gns. Mean	54	46	41		
LSD ₉₅	(5)				

Plantetætheden påvirkede strækningsvæksten, idet både højden til basis af hanblomst og til laveste ansatte kolbe aftog, når der skete en forøgelse af planteafstanden i rækken eller afstanden mellem rækkerne. Planteafstanden indenfor rækken havde større effekt på højden end rækkeafstanden.

Forud for høstningen blev der i de enkelte parceller givet karakter for væltning af majsplanterne og i 3 af forsøgene desuden for be-

stand af ukrudt. Resultatet heraf står opført i tabel 10 og 11.

Tabel 10. Karakter¹⁾ for væltning
Marks for overturning

Rækkeafstand Row spacing	Planteafstand Plant spacing			Gns. Mean	LSD ₉₅
cm	cm				
	10	25	40		
50	2,3	2,3	1,9	2,2	
75	2,8	1,5	1,3	1,9	(0,5)
100	2,5	1,2	1,1	1,6	
Gns. Mean	2,6	1,7	1,4		
LSD ₉₅	(1,0)				

¹⁾ 0 = ingen planter væltet *no plants turned over*
10 = alle » » *all* » » »

Tabel 11. Karakter¹⁾ for ukrudtsbestand ved høst
Marks for weed population at harvest

Rækkeafstand Row spacing	Planteafstand Plant spacing			Gns. Mean	LSD ₉₅
cm	cm				
	10	25	40		
50	1,0	1,7	3,1	1,9	
75	2,4	4,1	4,6	3,7	(3,1)
100	4,8	6,3	7,1	6,1	
Gns. Mean	2,7	4,0	4,9		
LSD ₉₅	(-)				

¹⁾ 0-10, 0 = intet ukrudt *no weeds*.
10 = tæt bestand af ukrudt *heavy population of weeds*.

Væltetilbøjeligheden var størst i den tætte bestand og aftog når plantetætheden formindskedes. Planteafstanden indenfor rækken påvirkede væltetilbøjeligheden noget stærkere end afstanden mellem rækkerne.

Selv om majs blev renholdt i den første del af vækstperioden indtil planterne så nogenlunde dækkede jorden, kom der dog i den sidste del af vækstperioden en ny fremspiring af ukrudt – især fuglegræs, ærenpris, rød tvetand og énarig rapgræs. Disse lavtvoksende ukrudtsplanter kunne på et så sent tidspunkt ikke genere majsens udvikling, men alt efter forholdene dækkede de jordbunden mere eller mindre ved majsens høstning. Der blev i 3 af forsøgene givet karakter for ukrudtsbestandens tæthed, og som det ses af gennemsnitsresultatet

heraf i tabel 10, havde bestandtætheden af majsene meget stor indflydelse på disse ukrudtsplanter udvikling inden høstningen. Ved 50 cm rækkeafstand og 10 cm planteafstand var der næsten intet ukrudt, hvorimod der ved 100 cm rækkeafstand og 40 cm planteafstand var en ret tæt bestand. Rækkeafstanden havde noget større indflydelse på ukrudtsbestanden end planteafstanden i rækken.

Kærneudbyttet

I tabel 12 er som gennemsnit for alle 6 forsøg opført udbyttet af kærner og i tabel 13 udbytterne fra de enkelte forsøg.

Tabel 12. Hkg kærner pr. ha (15 % vand) gns.

Hkg grains per ha (15 % moisture), mean

Rækkeafstand Row spacing cm	Planteafstand Plant spacing cm			Gns. Mean	LSD ₉₅
	10	25	40		
50	49,8	49,3	42,4	47,2	
75	49,5	41,3	33,4	41,4	(1,4)
100	44,9	35,0	28,5	36,2	
Gns. Mean	48,1	41,9	34,8		
LSD ₉₅	(2,6)				
kg N pr. ha	Planteafstand Plant spacing cm			Gns. Mean	LSD ₉₅
	10	25	40		
75	46,6	40,8	33,4	40,3	
150	48,4	42,0	34,7	41,7	(1,4)
225	49,2	42,9	36,1	42,7	
Gns. Mean	48,1	41,9	34,8		
LSD ₉₅	(2,6)				
kg N pr. ha	Rækkeafstand Row spacing cm			Gns. Mean	LSD ₉₅
	50	75	100		
75	44,9	40,8	35,2	40,3	
150	48,2	40,2	36,7	41,7	(1,4)
225	48,4	43,2	36,6	42,7	
Gns. Mean	47,2	41,4	36,2		
LSD ₉₅	(1,4)				

Som det ses af tabel 12 var der i kærneudbyttet vekselvirkning mellem række- og planteafstanden, idet effekten af en ændring af rækkeafstanden var stærk afhængig af planteaf-

standen i rækken, og ligeledes var effekten af en ændring af planteafstanden i rækken stærkt afhængig af afstanden mellem rækkerne. Ved en planteafstand på 10 cm i rækken gav en ændring af rækkeafstanden fra 50 til 100 cm kun et fald i kærneudbyttet på 10 pct. mod

Tabel 13. Hkg kærner pr. ha i de enkelte forsøg
Hkg grains per ha in separate trials

Rækkeafstand	Planteafstand			Gns.	LSD ₉₅
Row spacing	Plant spacing			Mean	
cm	10	25	40		
Aarslev 1971					
50	53,8	51,0	44,5	49,8	(3,0)
75	52,1	47,4	33,9	44,5	
100	47,9	38,1	30,4	38,8	
Gns. Mean	51,3	45,5	36,3		
LSD ₉₅	(3,0)				
Roskilde 1971					
50	49,8	41,3	34,1	41,8	(4,2)
75	45,1	34,0	28,0	35,7	
100	36,8	28,5	20,8	28,7	
Gns. Mean	43,9	34,6	27,6		
LSD ₉₅	(4,2)				
Roskilde 1972					
50	30,9	35,0	28,1	31,3	(3,5)
75	36,4	29,5	23,4	29,8	
100	32,7	24,9	18,6	25,4	
Gns. Mean	33,3	29,8	23,4		
LSD ₉₅	(3,5)				
Rønhave 1972					
50	55,0	49,0	42,9	49,0	(2,6)
75	51,3	41,9	30,8	41,3	
100	49,2	35,0	27,0	37,1	
Gns. Mean	51,8	42,0	33,6		
LSD ₉₅	(2,6)				
Roskilde 1973					
50	53,1	60,9	49,4	54,4	(3,8)
75	54,7	44,7	38,6	46,0	
100	50,8	39,5	35,3	41,9	
Gns. Mean	52,9	48,4	41,1		
LSD ₉₅	(3,8)				
Rønhave 1973					
50	56,0	58,7	55,3	56,7	(3,9)
75	57,5	50,5	45,4	51,1	
100	52,1	44,2	39,0	45,1	
Gns. Mean	55,2	51,1	46,6		
LSD ₉₅	(3,9)				

et fald på 33 pct. ved en planteafstand på 40 cm i rækken. Imellem kvælstoftilskud og henholdsvis række- og planteafstand var der derimod ingen sikker vekselvirkning.

Endvidere ses det af tabel 12, at der ved række- og planteafstandskombinationerne på henholdsvis 50 cm $\times$ 10 cm og 50 cm $\times$ 25 cm samt 75 cm $\times$ 10 cm stort set blev avlet samme kærneudbytte. Skete der derudover en forøgelse af planteafstanden i rækken eller af rækkeafstanden gik det stærkt ud over kærneudbyttet. Ved rækkeafstanden på 100 cm og planteafstanden i rækken på 40 cm faldt udbyttet til 57 pct. af, hvad de 3 førstnævnte række- og planteafstandskombinationer gav.

Merudbyttet for tilskud af 75 kg N pr. ha udover de første 75 kg var i gennemsnit 1,4 hkg kærner og for sidste tilskud af 75 kg N kun 1,0 hkg. Med gældende priser i foråret 1974 vil 75 kg N i kalkammonsalpeter koste ca. 185 kr., og det vil sige, at merudbyttet for første tilskud af kvælstof blev frembragt til en pris af 132 kr. pr. 100 kg og merudbyttet for sidste tilskud for 185 kr. pr. 100 kg. Selv om majs her i landet er dyrere end byg har ikke engang første tilskud været rentabelt, og den økonomiske grænse for kvælstoftilskud til majs til modenhed ligger sikkert et sted mellem 75 og 150 kg N pr. ha, antagelig på 100-120 kg.

Af tabel 13 med de gennemsnitlige kærneudbytter fra de enkelte forsøg ses, at der er nogenlunde god overensstemmelse mellem forsøgene. Som gennemsnit for alle forsøg var det plantetæthedskombinationerne i cm 50 $\times$ 10, 50 $\times$ 25 og 75 $\times$ 10, der gav de højeste kærneudbytter, og ligesom i gennemsnitstallene faldt kærneudbyttet stærkt ved en forøgelse af plante- eller rækkeafstanden.

Kærne kvalitet

I kærnerne blev foretaget bestemmelse af rumvægt og tusindkornsvægt samt analyser af råprotein-, træstof- og askeindhold. Gennemsnitsresultatet af tusindkornsvægtsbestemmelse er vist i tabel 14 og af råproteinbestemmelse i tabel 15.

Tabel 14. Tusindkornsvægt i gram, gns.
Thousand corn weight, grammes, mean

Rækkeafstand Row spacing	Planteafstand Plant spacing			Gns. Mean	LSD ₉₅
cm	cm				
	10	25	40		
50	168	198	213	193	
75	180	213	222	205	(4)
100	186	216	218	206	
Gns. Mean	178	209	218		
LSD ₉₅	(6)				

Der er ikke medtaget resultater af litervægtsbestemmelsen, idet effekten af en ændring af plante- eller rækkeafstanden var den samme på tusindkorns- og litervægten. Begge viste stigning, når plante- eller rækkeafstanden forøgedes. Effekten for ændring af planteafstanden i rækken var større end effekten for ændring af rækkeafstanden. Ligesom i kærneudbyttet var der i liter -og tusindkornsvægten vekselvirkning mellem række- og planteafstanden.

Tabel 15. % råprotein i kærnetørstof, gns.
% crude protein in D M of grains, mean

Rækkeafstand Row spacing	Planteafstand Plant spacing			Gns. Mean	LSD ₉₅
cm	cm				
	10	25	40		
50	11,4	11,8	12,0	11,7	
75	11,7	11,9	12,0	11,9	(0,1)
100	11,8	11,9	12,1	11,9	
Gns. Mean	11,6	11,8	12,0		
LSD ₉₅	(0,2)				
	Planteafstand, cm				
kg N pr. ha	10	25	40		
75	11,1	11,7	11,9	11,6	
150	11,7	11,8	12,0	11,9	(0,1)
225	12,0	12,0	12,2	12,0	
Gns. Mean	11,6	11,8	12,0		
LSD ₉₅	(0,2)				
	Rækkeafstand, cm				
	Row spacing, cm				
kg N pr. ha	50	75	100		
75	11,4	11,7	11,8	11,6	
150	11,8	11,9	11,9	11,9	(0,1)
225	12,0	12,0	12,1	12,0	
Gns. Mean	11,7	11,9	11,9		
LSD ₉₅	(0,1)				

Af tabel 15 med resultaterne af råprotein-analyserne fremgår det, at råproteinindholdet i kærnerne steg, når afstanden mellem planterne i rækken eller afstanden mellem rækkerne forøgedes. I tabel 15 er desuden vist effekten af kvælstoftilskuddene, dels fordi der her var et stort udslag, og dels fordi der her, som det eneste sted i forsøgsresultaterne, var vekselvirkning mellem kvælstoftilskud og henholdsvis plante- og rækkeafstanden. Ved 10 cm planteafstand steg råproteinindholdet således fra 11,1 til 12,0 pct. ved at øge kvælstofgødskningen fra 75 til 225 kg N pr. ha, hvorimod samme kvælstoftilskud kun gav en forøgelse fra 11,9 til 12,2 pct. ved en planteafstand på 40 cm.

På grundlag af råproteinbestemmelsen er beregnet udbytte af råprotein, og resultatet heraf i kg pr. ha er opført i tabel 16. Deraf ses, at både række- og planteafstanden havde stor indflydelse på råproteinudbyttet.

Tabel 16. Kg råprotein pr. ha, gns.
Kg crude protein per ha, mean

Rækkeafstand <i>Row spacing</i> cm	Planteafstand <i>Plant spacing</i> cm	Gns. <i>Mean</i>	LSD ₉₅
	10 25 40		
50	483 494 432	469	
75	492 418 341	417	
100	450 354 293	366	
Gns. Mean	475 422 355		

Der er ingen resultater medtaget fra bestemmelserne af aske- og træstofindholdet i kærnerne, fordi analyserne viste, at forsøgsbehandlingen ingen sikker virkning havde på det procentiske indhold af disse.

Kærnevægt og antal kærner pr. kolbe

På grundlag af kærneudbyttet og kolbeantallet er i de enkelte parceller beregnet kærnevægten pr. kolbe og gennemsnitsresultatet er vist i tabel 17.

Som det ses, har plantetætheden stor indflydelse på vægten af kærner pr. kolbe, og især afstanden mellem planterne i rækken havde indflydelse. Også her findes der vekselvirkning mellem plante- og rækkeafstanden. En for-

Tabel 17. Kærnevægt pr. kolbe i gram, gns.
Weight of grains per cob, grammes, mean

Rækkeafstand <i>Row spacing</i> cm	Planteafstand <i>Plant spacing</i> cm	Gns. <i>Mean</i>	LSD ₉₅
	10 25 40		
50	36 64 72	57	
75	47 71 72	63	(3)
100	54 69 69	64	
Gns. Mean	46 68 71		
LSD ₉₅	(8)		

øgelse af planteafstanden i rækken fra 10 til 40 cm gav en forøgelse af kærnevægten pr. kolbe på 100 pct. ved rækkeafstanden 50 cm mod kun en forøgelse på 27 pct. ved rækkeafstanden 100 cm. Ved 10 cm planteafstand i rækken havde afstanden mellem rækkerne stor indflydelse på vægten af kærner pr. kolbe, hvorimod rækkeafstanden ingen indflydelse havde, hvor planteafstanden var 40 cm.

Tabel 18. Antal kærner pr. kolbe, gns.
Number of grains per cob, mean

Rækkeafstand <i>Row spacing</i> cm	Planteafstand <i>Plant spacing</i> cm	Gns. <i>Mean</i>	LSD ₉₅
	10 25 40		
50	216 322 335	291	
75	266 331 321	306	(10)
100	291 319 312	308	
Gns. Mean	258 324 323		
LSD ₉₅	(23)		

På grundlag af kærnevægten pr. kolbe og tusindkornsvægtbestemmelserne er beregnet antallet af kærner pr. kolbe og resultatet heraf er opført i tabel 18. Som det ses, var virkningen af en ændring af plantetætheden her den samme som i kærnevægten pr. kolbe, dog var vekselvirkningen her lidt stærkere.

Årsagen til, at antallet af kærner pr. kolbe stiger ved en forøgelse af plante- eller rækkeafstanden kan næppe være, at der er anlæg til flere kærner pr. kolbe i en åben bestand end der er i en tæt bestand, men snarere, at mange af kærnerne ikke udvikler sig eller bliver så dårligt udviklet ved den tætte bestand, at de ikke kommer med ved tærskningen. Tusind-

kornsvægtbestemmelserne viste da også, at kærnevægten blev desto mindre, jo tættere plantebestanden var.

Effekten af kvælstoftilskud

Grunden til, at der i de foran gennemgåede tabeller med forsøgsresultater kun er medtaget resultater af tilskud af kvælstof ved kærneudbytterne og råproteinindholdet i kærnerne er, at effekten af kvælstoftilskuddene på de øvrige resultater kun var meget lille, og som nævnt

kun for råproteinindholdets vedkommende var der tale om vekselvirkning mellem kvælstoftilskud og henholdsvis række- og planteafstanden.

I tabel 19 er derfor vist hovedvirkningen af kvælstoftilskuddene på de forskellige forsøgsresultater. I de fleste tilfælde er der tendens til positiv effekt af kvælstoftilskuddene, især af det første, men kun i væltetilbøjeligheden og som tidligere omtalt i kærneudbyttet og i råproteinindholdet i kærnerne var forskellen mel-

Tabel 19. Virkningen af N-tilskud
Effect of N-application

	kg N pr. ha			
	75	150	225	LSD ₉₅
Antal planter pr. m ²	7,1	7,1	7,1	(-)
<i>Number of plants per m²</i>				
Antal stængler pr. m ²	8,7	8,9	8,9	(-)
<i>Number of Stems per m²</i>				
Antal kolber pr. m ²	7,4	7,3	7,4	(-)
<i>Number of cobs per m²</i>				
Antal stængler pr. 100 planter	134	139	139	(-)
<i>Number of stems per 100 plants</i>				
Antal kolber pr. 100 planter	119	120	122	(-)
<i>Number of cobs per 100 plants</i>				
Højde til basis af hanblomst, cm	151	152	154	(-)
<i>Height to base of male flower, cm</i>				
Højde til lavest ansatte kolbe, cm	46	48	48	(-)
<i>Height to lower cob, cm</i>				
Karakter for væltning ¹⁾	1,6	2,0	2,0	(0,3)
<i>Marks for overturning¹⁾</i>				
Karakter for ukrudtsbestand ²⁾	3,6	4,0	4,2	(-)
<i>Marks for weed population²⁾</i>				
Hkg kærner pr. ha	40,3	41,7	42,7	(1,4)
<i>Hkg grains per ha</i>				
Litervægt, gram	693	699	702	(-)
<i>Litre weight, grammes</i>				
1000-kornvægt, gram	200	202	203	(-)
<i>Thousand corn weight, grammes</i>				
% råprotein i kærner	11,6	11,9	12,0	(0,1)
<i>% crude protein in grains</i>				
Kærnevægt pr. kolbe	60	62	62	(-)
<i>Weight of grains per cob</i>				
Antal kærner pr. kolbe	298	303	303	(-)
<i>Number of grains per cob</i>				

¹⁾ 0-10, 0 = ingen planter væltet *no plants turned over*
10 = alle » » *all » » »*

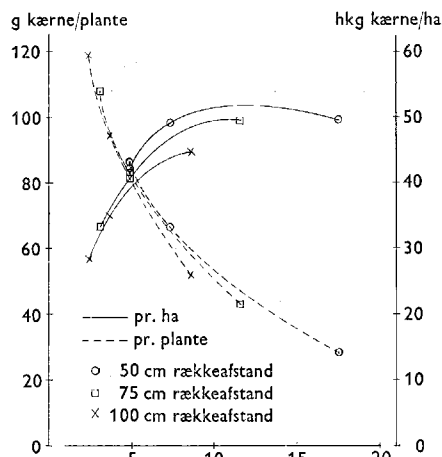
²⁾ 0-10, 0 = intet ukrudt *no weeds*
10 = tæt bestand af ukrudt *heavy population of weeds*

lem leddene statistisk sikker. Forskellen i ukrudtsbestandens tæthed er dog statistisk om-trent sikker.

Diskussion og oversigt

Diskussion og oversigt

I de enkelte forsøg var der nogen forskel på, hvordan majsens udviklede sig og dermed på udbyttet, men forholdet mellem de forskellige plantetæthedskombinationer var nogenlunde samstemmende, og i alle forsøg gav de fire tætteste plantebestande de fire højeste kærne-udbytter.



Figur 1. Plantetæthedens indflydelse på kærneudbyttet, ved forskellig rækkeafstand i hkg. pr. ha og g pr. plante.

Som gennemsnit af alle 6 forsøg fremgår dette af den grafiske fremstilling i figur 1 med kurver over kærneudbyttet ved stigende plante-tæthed og ved de forskellige rækkeafstande. Kærneudbyttet er både angivet som hkg pr. ha og som g pr. plante. Af kurverne ses, at mod-sat kærneudbyttet pr. ha falder kærneudbyttet pr. plante ved stigende plantetæthed.

I tabel 20 er øverst angivet disse fire bedste kombinationer mellem række- og planteafstan-den, og i øvrigt er der i tabellen vist en over-sigt over de vigtigste forsøgsresultater fra disse kombinationer.

De tre førstnævnte kombinationer mellem række- og planteafstanden i cm 50 × 10, 50 × 25 og 75 × 10 gav i gennemsnit samme kær-neudbytte, hvorimod kombinationen 100 × 10 i forhold hertil trods stort set samme plante-antal pr. m² som 50 × 25 gav ca. 10 pct. la-vere kærneudbytte. Dette viser, at en række-afstand på 100 cm er for meget, hvis nogen-lunde maksimalt kærneudbytte skal nås, og i øvrigt er det i overensstemmelse med flere udenlandske undersøgelser (*Brown et al. 1972, Andrew et al. 1971 og Hunter et al. 1970*).

Går man i øvrigt oversigten i tabel 18 igen-nem, ses det, at kombinationen 50 × 25 med hensyn til kærne kvalitet står lidt bedre end kombinationen 75 × 10 og denne igen noget bedre end kombinationen 50 × 10. Således

Tabel 20. Oversigt over de vigtigste forsøgsresultater
Summary of main results of trials

	Resultater fra tabel <i>Results from table</i>			
Rækkeafstand, cm	50	50	75	100
Planteafstand, cm	10	25	10	10
Antal planter pr. m ²	17,6	7,4	11,6	8,4
Hkg kærner pr. ha	49,8	49,3	49,5	44,9
Antal kolber pr. m ²	13,7	7,8	10,5	8,3
Antal kolber pr. 100 planter	78	106	90	97
Litervægt i gram	671	699	682	695
1000-kornsvægt i gram	168	198	180	186
Kærnevægt pr. kolbe, gram	36	64	47	54
Antal kærner pr. kolbe	216	322	266	291
Pct. råprotein i kærnetørstof	11,4	11,8	11,7	11,8
Kg råprotein pr. ha	483	494	492	450
Karakter for væltning	2,3	2,3	2,8	2,5
Karakter for ukrudtsbestand ved høst	1,0	1,7	2,4	4,8

havde 50×25 den største litervægt og tusindkornsvægt samt den største kærnevægt pr. kolbe og det største antal kærner pr. kolbe. Med hensyn til råproteinindholdet i kærnerne var der ikke ret stor forskel, dog var det laveste ved 50×10 . Dette medførte, at råproteinudbyttet ved denne kombination trods højest kærneudbytte blev lavere end ved kombinationerne 50×25 og 75×10 . Væltetilbøjeligheden var ens, hvorimod majsens evne til at holde ukrudtet nede var stærkt aftagende, når rækkeafstanden øgedes.

Med hensyntagen til både udbytte og kvalitet af kærner tyder disse forsøgsresultater på, at der ved avl af majs til modenhed under danske forhold bør tilstræbes en plantetæthed på 8-10 planter pr. m^2 og en rækkeafstand på 50-75 cm. Undersøgelser i Tyskland viser i overensstemmelse hermed, at 8 planter pr. m^2 giver det bedste resultat (*Hepting et al. 1973, Schuster et al. 1971*). Andre udenlandske undersøgelser – sydeuropæiske og amerikanske – viser derimod 4-5 planter pr. m^2 som det optimale (*Simeanov et al. 1972, Bondavalli et al. 1970*), men det er under andre klimatiske forhold. Tyske undersøgelser har da også vist, at bestandtætheden har større betydning på udbyttet i kølige end i varme somre (*Fischbeck et al. 1969*), og den danske sommer må vist normalt betragtes som kølig i forhold til somrene, hvor majsens har større udbredelse.

Majssorten Velox, som her i forsøgene anvendtes, var med hensyn til tidlighed klart bedst af de afprøvede sorter i forsøgene med majs-sorter til modenhed i 1968-71 (*Henriksen 1973*), men trods det, kneb det med, at den kunne nå at blive rigtig moden. Bedst gik det ved Rønhave, hvor temperaturen i gns. af perioden maj-september lå $0,5-0,7^\circ \text{C}$ over gennemsnittet ved Roskilde. Det fremgik således af tabel 1, at majsens ved Rønhave havde en lidt hurtigere udvikling og gav større kærneudbytte end ved Roskilde. Forskellen var størst i 1972, hvor temperaturen begge steder i perioden maj-september var under normalen og $0,7-0,9^\circ \text{C}$ lavere end i 1973. De forholdsvis små temperaturforskelle mellem Rønhave og Ros-

kilde på ca. $0,5^\circ \text{C}$ i gennemsnit for majsens vækstperiode har således stor indflydelse på majsens udvikling og udbytte, og især i år med under normal temperatur. Dyrkningssikkerheden for majs til modenhed er derfor størst i landets sydligste og milde egne, som Rønhave repræsenterer, og det bliver uden tvivl her, at majsdyrkning til modenhed først vil vinde indpas.

Ligesom sortsforsøgene i 1968-71 (*Henriksen 1973*) har disse forsøg vist, at majs til modenhed endnu ikke kan konkurrere med vore andre kornarter i udbytte. Selv ved Rønhave, hvor majsens gav de største kærneudbytter, og i gennemsnit af 1972-73 46,8 hkg, ligger den væsentligt under udbyttet af vinterhvede. Vinterhvedesorten Kranich gav således ved Rønhave i gennemsnit af sidste forsøgsserie i 1968-72 68 hkg kærner. Dertil kommer, at majsens høst falder på et ugunstigt tidspunkt, tidligst i oktober. Det kan give vanskeligheder med høstningen, og i alle tilfælde må der regnes med store tørringsomkostninger inden majsens er lagerfast. Der skal således andre årsager til end det udbyttedmæssige – f.eks. prismæssige eller sædskiftesanerende – for at majsdyrkning til modenhed kan få større interesse hos danske landmænd.

Konklusion

Resultaterne fra disse faktorielle majsforsøg, hvor der blev anvendt rækkeafstandene 50, 75 og 100 cm og planteafstandene i rækken på 10, 25 og 40 cm samt kvælstofmængderne 75, 150 og 225 kg pr. ha, viser, at der ved avl af majs til modenhed under danske forhold må tilrådes at anvende en rækkeafstand fra 50 til højst 75 cm og en plantetæthed på 8-10 planter pr. m^2 samt en kvælstofmængde på 100-120 kg pr. ha.

Et lavere antal planter pr. m^2 end de her tilrådede gav i forsøgene en nedgang i udbyttet, hvorimod en forøgelse af planteantallet op til 17-18 pr. m^2 ikke gav større udbytte, men en ringere kærne kvalitet.

I øvrigt viste forsøgene, at majs til modenhed bedst klarede sig i de sydligste og milde

egne af landet, men at den endnu ikke kan konkurrere med vore almindelige kornarter i udbytte. Der skal således andre årsager til end de udbyttmæssige for at majs til modenhed kan få større interesse hos danske landmænd.

Litteratur

- Andrew, R. H. and J. W. Peek (1971)*. Influence of cultural practice and field environment on consistency of corn yields in northern areas. *Agron. J.* 63: 628-633.
- Bagge, H. (1946)*. Sammenligning mellem byg, majs lupin, ærter, brun bønne, soyabønne, olieør og opiat-valmue 1940-44. *Tidsskr. f. Planteavl*, 50: 676-731.
- Bagge, H. og Holger Hansen (1958)*: Forsøg med sammenligning af bederoer og majs. *Tidsskr. f. Planteavl* 62: 93-111.
- Bondavalli, B., D. Colyer and E. M. Kroth (1970)*: Effects of weather, nitrogen and population on corn yield response. *Agron. J.* 62: 669-672.
- Brown, R. H., E. R. Beaty, W. J., Ethredge and D. D. Hayes (1970)*: Influence of row width and plant population on yield of two varieties of corn (*Zea mays* L.) *Agron. J.* 62: 767-770.
- Fischbeck, G. und W. Aufhammer (1969)*: Versuche zur Bedeutung von Reifegruppe, Saatzeit und Bestandesdichte in Grenzlagen des Körnermaisbaues. *Z. Acker-Pflanzenbau* 130: 249-268.
- Henriksen, Kaj (1973)*: Orienterende forsøg med majssorter til modenhed. *Tidsskr. f. Planteavl* 77: 385-392.
- Hepting, Lund J. Zscheichler (1973)*: Einfluss der Bestandesdichte auf Kornertrag und Trockensubstanzgehalt bei Körnermais. *Z. Acker-Pflanzenbau* 137: 46-56.
- Hunter, R. B., L. W. Kannenberg and E. E. Gamble (1970)*: Performance of five maize hybrids in varying plant populations and row widths. *Agron. J.* 62: 255-256.
- Landbrugsstatistik 1955*. Danmarks statistik 1957.
- Lutz, J. A., H. M. Camper and G. D. Jones (1971)*: Row spacing and population effects on corn yields. *Agron. J.* 62: 12-14.
- Schuster, W., E. Imhof und K. Schwert (1971)*: Wie vielen Pflanzen je Quadratmeter beim Körnermais? *Mitt. DLG.* 86: 478-479.
- Simeonow, B. und I. Dimitrou (1972)*: Vlijanie na chibrida i gastotata na poseva varchu dobiva ot carevicata pri napojavane v Dobrudza. *Rastenievadni Nauki* 9: 87-98.
- Statistisk årbog 1973*.

Manuskript modtaget den 18. juli 1974