

Samdyrkning af majs og hestebønne

Intercropping, maize and field bean

VILLY JØRGENSEN

Resumé

I 1989 og 1990 blev der udført forsøg med samdyrkning af majs og hestebønne samt majs og græs. Det var forsøgenes formål at belyse udbytteforholdene af tørstof og kvælstof ved samdyrkning. I forsøgene blev forskellige rækkeafstande og kvælstofmængder afprøvet.

Resultaterne viste, at majs og hestebønne kan dyrkes i blanding. Ved samdyrkning blev der opnået et samlet tørstofudbytte, som i gennemsnit

af forsøgsårene var ca. 7 pct. lavere end udbyttet af majs i renbestand. I gennemsnit af forsøgsårene producerede majs i renbestand 162 hkg tørstof pr. ha.

Samdyrkning medførte en nedsat in vitro opløselighed – i forhold til majs i renbestand. Ved samdyrkning med hestebønne blev der i gennemsnit af to år høstet 11 pct. mere kvælstof end i majs i renbestand. Ved samdyrkning med græs var konkurrencen over for majs for stor.

Nøgleord: Samdyrkning, majs, hestebønne.

Summary

Experiments during 1989 and 1990 examined the effect of intercropping of maize/field beans and maize/grass.

The main purposes were to examine the effect of intercropping systems on yield of dry matter and the uptake of nitrogen. The trials were carried out with different row distance and nitrogen application.

The dry matter production was reduced (7%) and the nitrogen uptake increased (11%) by intercropping of maize/field beans.

On average 16,200 kg dry matter per ha in pure stands of maize was obtained.

Grass was a strong competitor against maize and good intercropping with these crops was not obtained in those experiments.

Key words: Intercropping, maize, field beans.

Indledning

Tidligere var dyrkning af blandsæd almindeligt i Danmark, fx havre/byg. En vigtig baggrund for blandsædsdyrkning var forventning om et mere stabilt udbytte. Med undtagelse af korn/bælgplanteblandinger til hedsæd er dyrkningsformen stort set ophørt, bl.a. på grund af bedre kulturforanstaltninger og risiko for sædskiftesygdomme.

I mange lande er der stigende interesse for en anden form for »samdyrkning« (intercropping), fx mellem majs og bælgplanter. Denne interesse kan skyldes flere faktorer, fx nævnes stigende energipriser og forventninger om højere udbytte som vigtige medvirkende årsager (2,3,5,15).

Anvendelse af bælgplanter som den ene komponent indebærer N-fixering og dermed en gødningsbesparelse. Dette kan medføre en forøgelse af den samlede afgrødes kvalitet ved et højere proteinindhold og en høj koncentration af nettoenergi. Under klimaforhold, hvor majs er relativt dyrknings sikker, er det en interessant afgrøde, da den kan give et højt udbytte, men med et lavt proteinindhold.

Mange samdyrkningsforsøg er udført med majs (*Zea mays* L.) og bønne (*Phaseolus vulgaris* L.) i kombination (16,18,20). Der er ofte fundet et uændret, eventuelt stigende udbytte af majs ved samdyrkning, og dermed et højere totaludbytte (4,6,8,11,13,16,17,19). I andre projekter har der været en udbyttenedgang ved samdyrkning (10).

Samdyrkningseffekten udtrykkes ofte ved LER værdien (14):

$$LER = (Mmh/Mmm) + (Hmh/Hhh)$$

hvor Mmm og Hhh er udbytte af majs og hestebønne i renbestand og Mmh og Hmh er de tilsvarende udbytter i blanding.

Der er fundet LER værdier på op til 1,6 (14).

I forsøg med samdyrkning er der fundet en N-fixering på 60-90 kg N pr. ha, afhængig af bælgplantart og N-gødskning (7,14). Endvidere er det fundet, at blandinger udnytter jord-N bedre end enkeltafgrøder. N-transporten fra bælgplanter til anden afgrøde er derimod normalt uden praktisk betydning (18,20).

Parasitering af skadegøreres æg og opformering af prædatorer kan være signifikant højere i samdyrkningssystemer (1,12).

Der er således opnået varierende resultater ved samdyrkning. Forskellige faktorer, som stadig er delvist uafklarede, kan være medvirkende til dette:

- plantearterne,
- dyrkningsarkitekturen, specielt række-/planteafstand, gødskningsstrategi, primært N-mængder, tildelingstidspunkt og placering af gødning i forhold til planterækkerne,
- klimaforholdene. De bedste resultater opnås under optimale klimaforhold for majs (9). Da det samlede udbytte i vid udstrækning varierer med udbyttet af bælgplantekomponenten, er det vigtigt, at denne ikke beskygges, og dermed underforsyns med fotosynteseaktiv stråling (14),
- stigende N-niveau synes generelt at føre til udbyttenedgang for bælgplantekomponenten, højere majsudbytte, men nedgang i det samlede udbytte (14).

Formålene med nærværende forsøg var:

- at undersøge effekten af rækkeafstande,
- at undersøge effekten af forskellige N-gødningsmængder.
- at undersøge en eventuel læffekt af hestebønne på majs.

Undersøgelsen blev planlagt som en »1. fase«, hvor formålet var at klarlægge, om systemet har aktualitet under danske forhold. Ud over bestemmelse af tørstof og N-udbytte blev der derfor kun gennemført en meget begrænset analysemængde på jord og planter.

Metoder

Forsøget blev gennemført som rækkeforsøg, 3 fællesparceller, med følgende forsøgsplan:

1. Majs i renbestand, 75 cm rk. afstand, 150 kg N pr. ha.
Maize in monocult., 75 cm betw. rows, 150 kg of nitrogen.
2. Majs, 75 cm rk. afstand + hestebønne, 150 kg N pr. ha.
Maize, 75 cm betw. rows/field bean, 150 kg of nitrogen.
3. Majs, 100 cm rk. afstand + hestebønne, 150 kg N pr. ha.
Maize, 100 cm betw. rows/field bean, 150 kg of nitrogen.
4. Majs, 100 cm rk. afstand + hestebønne, 100 kg N pr. ha.
Maize, 100 cm betw. rows/field bean, 100 kg of nitrogen.
5. Majs, 75 cm rk. afstand + 4 rk. græs, 150 kg N pr. ha.
Maize, 75 cm betw. rows/grass, 150 kg of nitrogen.

Gødskning

150 kg 11-23-0 placeret ved såning af majs.

300-500 kg kas. senere.

900 kg 0-4-21 ved såning.

Såning

2 rækker hestebønne mellem majsrækkerne, 12 cm mellem hestebønnerækker.

Led 5, 4 rækker alm. rajgræs, sildig, mellem majsrækkerne, 12 cm mellem græsrækkerne.

Samtidig såning af majs, hestebønne og græs.

Sorter

Majs: LG 2080.

Hestebønne: Cargo.

Sted

Forskningscenter Foulum, jordtype JB3.

Resultater

Plantetal og blomstring

Samdyrkning med hestebønne forsinkede blomstringen i majs, typisk med 2-3 dage, tabel 1.

Planteøjde

I 1989 var højden af hestebønne og majs ens indtil midten af juli uanset dyrkningssystem. Derefter var hestebønnens højdevækst stærkt aftagende,

Tabel 1. Plantetal/m² og blomstringsdatoer, majs.

Number of plants per m² and dates of flowering, maize.

Led Treat- ment	Planter/m ² Plants per m ² gns. 89/90	Blomstring, juli Flowering, July			
		1989		1990	
		♂	♀	♂	♀
1	11	26	28	24	25
2	11	28	31	25	26
3	9	28	31	25	28
4	8	28	31	25	28
5	11	26	28	25	28

fig. 1A. I 1990 var forløbet anderledes. Vækstintensiteten i juni-juli måned var lavere end i 1989. Hestebønnerne var højest indtil midten af juli. Næsthøjest var majs, som var samdyrket med hestebønne, og majs i renbestand var lavest. I den sidste del af vækstperioden bøjede hestebønnens højdevækst naturligt af før majsens, men i denne periode blev majs i renbestand højest, fig. 1B.

Klimaforhold

Fra midten af juni til midten af juli 1990 var globalstrålingen og middel- og maximumtemperaturerne lavere end i 1989, fig. 2 og 3. Endvidere var vindhastighederne højere i samme periode af

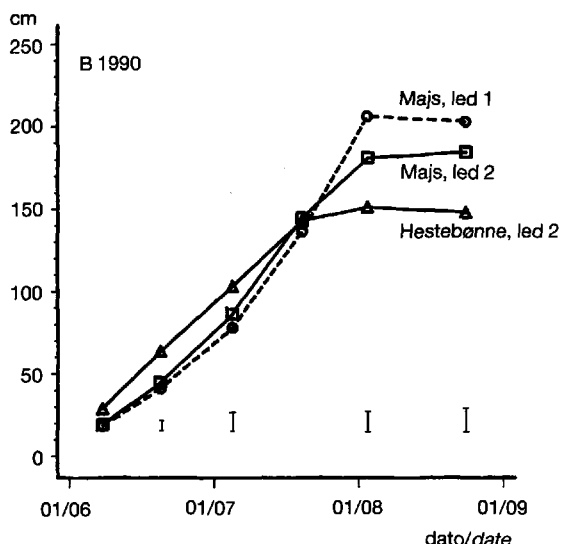
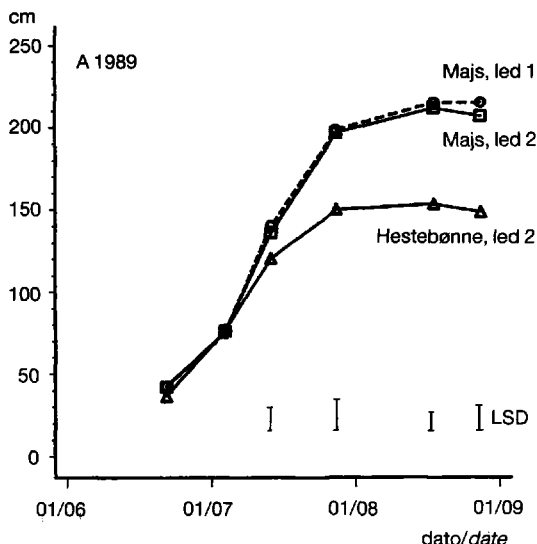


Fig. 1. Planteøjde.
Height of plants.

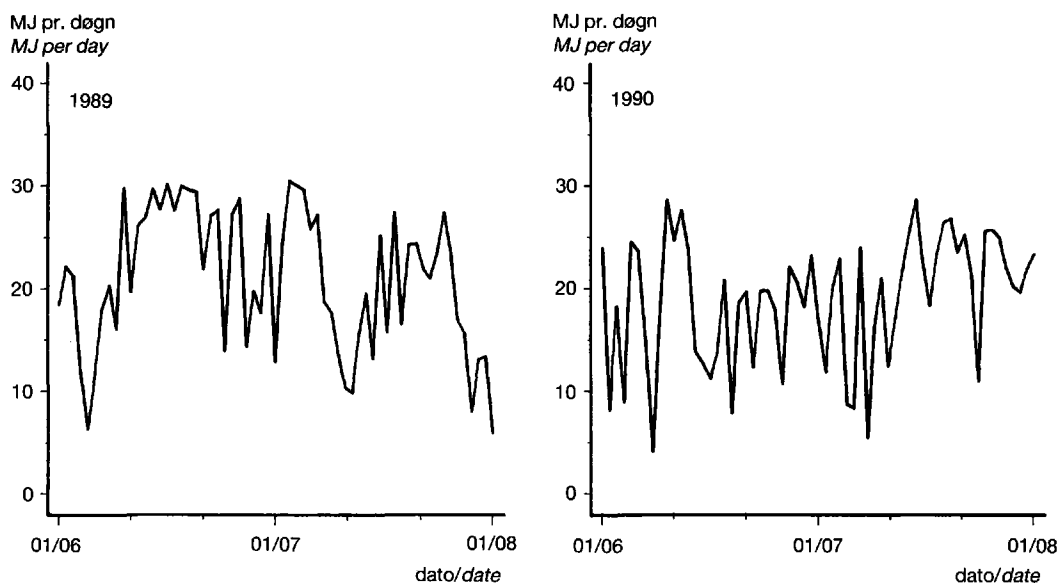


Fig. 2. Globalstråling.
Radiation.

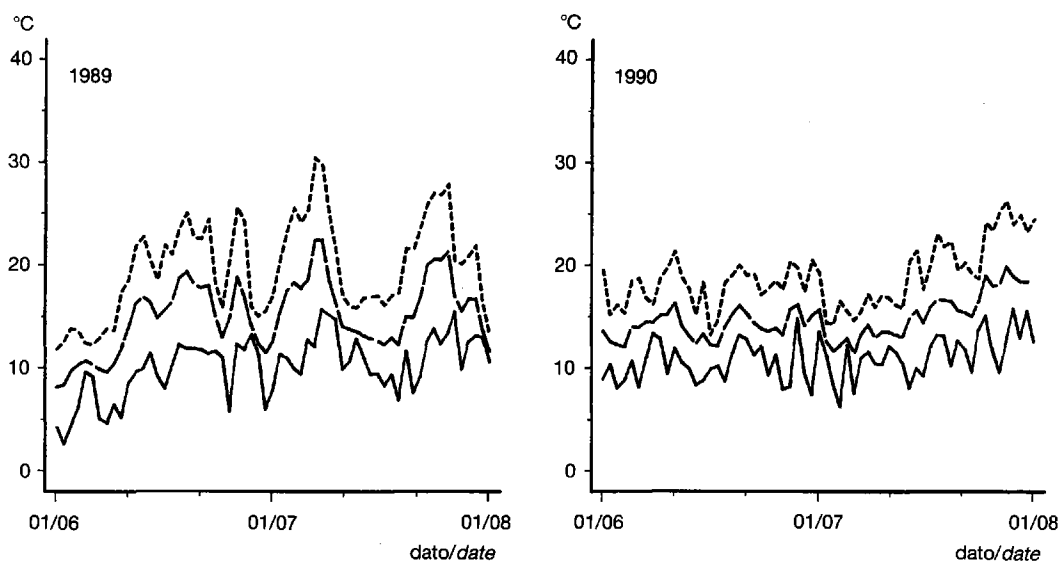


Fig. 3. Minimum-, middel- og maksimumtemperaturer.
Minimum-, medium- and maximumtemperature.

----- maksimum
- . - . - . middel/medium
———— minimum

1990 (ikke vist). Disse klimaforskelle kan være årsagen til forskelle i vækstintensiteten og hestebønnens eventuelle læffekt i 1990.

Udbytter

Majs, renbestand

I gennemsnit af de to forsøgsår blev der af majs i renbestand opnået et udbytte på 162,3 hkg tørstof pr. ha. Der var ikke stor forskel på totaludbyttet i de to forsøgsår, men kolbeudbyttet var betydeligt større i 1990 end i 1989, tabel 2.

Samdyrkning

Ved samdyrkning med hestebønne på normal rækkeafstand i majs, led 2, forekom en udbyttenedgang på ca. 20 pct. i både kolbe og stængel i forhold til majs i renbestand. I 1990 medførte

Tabel 2. Udbytte af tørstof, hkg/ha.
Yield of dry matter, hkg/ha.

Led Treat- ment	Majs Maize		Hestebønne Field beans	I alt Total
	kolbe cobs	stængel stem		
			1989	
1	66,3	98,9		165,2
2	51,5	78,2	26,8	156,5
3	51,1	68,9	30,2	150,2
4	43,7	62,0	30,5	136,2
5	53,1	77,1		130,2
			1990	
1	93,7	65,7		159,4
2	46,5	50,1	47,4	144,0
3	52,9	41,1	45,9	139,9
4	46,7	39,6	44,0	130,3
5	57,8	52,0		109,8
			Gns. 1989/90	
			Aver. 1989/90	
1	80,0	82,3		162,3
2	49,0	64,2	37,1	150,3
3	52,0	55,0	38,0	145,0
4	45,2	50,8	37,3	133,3
5	55,5	64,6		120,1
LSD	4,4	5,9	n.s.	7,4

1. M, 150 N, 75 r.
2. M+H, 150 N, 75 r.
3. M+H, 150 N, 100 r.
4. M+H, 100 N, 100 r.
5. M+G, 150 N, 75 r.

samdyrkningen dog en halvering af kolbeudbyttet. Udbyttenedgangen i majs kunne ikke opvejes af hestebønneudbyttet. Med majs på normal rækkeafstand blev der i gennemsnit af de to forsøgsår fundet en udbyttenedgang på 7 pct. på totaludbyttet som følge af samdyrkningen.

Øgning af rækkeafstanden til 100 cm medførte uændret eller svagt stigende kolbeudbytte, faldende stængeludbytte og en ubetydelig påvirkning af hestebønneudbyttet. Nedsættelse af N-mængden ved den store rækkeafstand medførte yderligere udbyttenedgang i majs, hvorimod udbyttet af hestebønne var uændret, sml. led 3 og 4.

Det laveste udbytte blev opnået ved samdyrkning af majs og græs.

Hvis græsudbyttet ved samdyrkning af majs/græs tages med, vil totaludbytterne nærme sig udbyttet opnået i majs/hestebønne, tabel 3. Græsudbytterne er imidlertid ikke taget med i tabel 2, da det vurderes, at det under praktiske forhold vil være meget vanskeligt at opsamle græsset uden en uacceptabel forurening med jord.

Kvælstof i afgrøder

I de fleste forsøgsbehandlinger var der ikke stor forskel på kvælstofmængderne høstet i kolbe og stængel, tabel 4. Variationsmønstret i majsens kvælstofoptagelse fulgte i store træk variationsmønstret for udbytterne. Det høje kvælstofindhold i hestebønne bevirkede imidlertid, at der ved samdyrkning med hestebønne blev opnået høstede kvælstofmængder på indtil 22 pct. mere (normal rækkeafstand i 1990) end ved majs i renbestand.

Ved samme forsøgsbehandling blev der i gennemsnit af årene opnået et merudbytte på 10 pct. kvælstof ved samdyrkningen.

Ved samdyrkning med græs var den høstede kvælstofmængde i majs lav, og den høstede kvælstofmængde i majs + græs var også relativ lav, sml. tabel 3 og 4.

Tabel 3. Udbytte af tørstof og N i græs, og i græs + majs.
Yield of DM and N in grass, and in grass + maize.

	Græs, grass hkg tørstof/ha hkg DM/ha	Græs, grass kg N/ha	Græs + majs Grass + maize kg N/ha
1989	12,0	35	160
1990	22,6	68	182

Tabel 4. Kvælstof i afgrøder, kg/ha.
Nitrogen in crops, kg/ha.

Led <i>Treat- ment</i>	Majs <i>Maize</i>		Hestebønne <i>Field beans</i>	I alt <i>Total</i>
	kolbe <i>cobs</i>	stængel <i>stem</i>		
			1989	
1	97	101		198
2	69	70	58	197
3	68	70	72	210
4	54	50	66	170
5	67	57		124
			1990	
1	135	69		204
2	60	55	134	249
3	70	39	129	238
4	55	32	132	219
5	70	44		114
			Gns. 1989/90 <i>Aver. 1989/90</i>	
1	116	85		201
2	64	63	96	223
3	69	55	101	225
4	54	41	99	194
5	69	50		119

1. M, 150 N, 75 r.
2. M+H, 150 N, 75 r.
3. M+H, 150 N, 100 r.
4. M+H, 100 N, 100 r.
5. M+G, 150 N, 75 r.

Tabel 5. Kolber/plante.
Cobs/plant.

Led <i>Treatment</i>	1989	1990	Gns. <i>Average</i>
1	0,95	1,02	0,99
2	0,95	0,88	0,92
3	0,93	0,98	0,96
4	0,95	0,92	0,94
5	0,95	0,90	0,93
LSD	n.s.	0,07	n.s.

Kolber pr. plante

I 1989 var der ingen forskelle mellem forsøgsbehandlingerne. I 1990 medførte samdyrkning færre kolber pr. plante. Større rækkeafstand medførte dog lidt flere kolber pr. plante, medens lavere kvælstofmængde bevirkede en nedgang i kolbesætningen, tabel 5.

Kvælstof i jord

Indholdet af nitratkvælstof i pløjelaget var væsentligt højere ved målingerne i juni/juli i 1990 end i 1989, tabel 6. Såvel nitrat- som ammoniumprofilen gennem vækstperioden var ikke påvirket principielt af samdyrkning med hestebønne, sml. led 1 og 2. Ved isåning af græs var der en hurtigere nedgang i nitratinholdet i forsommeren end i de øvrige forsøgsbehandlinger, led 5.

Tabel 6. Kvælstof i jord, ppm.
Nitrogen in soil, ppm.

Led <i>Treatment</i>	NO ₃ -N NH ₄ -N		NO ₃ -N NH ₄ -N		NO ₃ -N NH ₄ -N		NO ₃ -N NH ₄ -N		NO ₃ -N NH ₄ -N	
1989	24/5		28/6		31/7		3/10		7/11	
1.	82	24	56	8	10	2	1	2	1	2
2.	66	24	39	7	3	3	1	2	1	2
5.	80	34	29	7	2	3	1	2	2	2
1990	4/5		27/6		27/7		2/10			
1.	58	29	79	6	51	4	7	2		
2.	72	46	66	7	55	5	9	3		
5.	77	37	8	3	6	4	8	3		

Tabel 7. In vitro opløselighed, 1989.*In vitro solubility, 1989.*

Led <i>Treatment</i>	Hestebønne, <i>field beans</i>			Majs, <i>maize</i>		Græs <i>Grass</i>
	Total <i>Total</i>	Bælge <i>Pods</i>	Stængel/blade <i>Stem/leaves</i>	Kolbe <i>Cobs</i>	Stængel/blade <i>Stem/leaves</i>	
1				85	66	
2	58	83	52	86	65	
3	60	84	45	85	67	
4	59	82	41	86	65	
5				82	64	52

In vitro opløselighed

In vitro opløseligheden i majs blev ikke ændret ved samdyrkning med hestebønne, set i relation til majs i renbestand, tabel 7. Opløseligheden i stængel var ca. 20 enheder under kolbe. Ved samdyrkning med græs var der en nedgang i in vitro opløseligheden, især i kolbe.

I hestebønne blev der fundet en nedgang i in vitro opløseligheden i stængel/blade med stigende rækkeafstand og nedsat N-tildeling.

For bælgene fandtes ingen nævneværdige forskelle.

Opløseligheden af græs var lav, 52 pct.

Diskussion

Der blev fundet et lidt forskelligt vækstmønster i de to år. I 1990 var hestebønnen lidt højere end majs i juni-juli. Endvidere »støttede« hestebønne tilsyneladende majsens højdevækst i samme periode. Det kan eventuelt skyldes, at i denne periode var vindhastigheden højest og globalstrålingen lavest i 1990. Der er ikke i litteraturen fundet resultater, som viser en vekselvirkning mellem dyrkningssystem og mikroklima, som har kunnet påvirke vækst og produktion.

Resultaterne viste en negativ samdyrkningseffekt på ca. 7 pct. målt på de totale tørstofudbytter. Effekten var lidt påvirket af rækkeafstanden. Mange forskere har fundet uændrede eller stigende udbytter ved samdyrkning. LER-værdier på op mod 1,3 er ikke ualmindelige (6,8,16,17). I andre projekter er der fundet udbyttenedgang ved samdyrkning (10).

Nedsættelse af kvælstofmængden med 50 kg pr. ha medførte en betydelig udbyttenedgang. Generelt kan man ikke forvente, at bælglplanterne afle-

verer fikseret kvælstof af betydning til majs (18,20). De meget varierende resultater af samdyrkning, som er refereret i litteraturen, skyldes tilsyneladende primært nogle få grundlæggende forskelle i dyrkningsmedium, -metoder og/eller mikroklimatiske forhold.

Dyrkningsarkitekturen, specielt planternes vokserum, kan spille en stor rolle for resultatet (3). Da det samlede udbytte i vid udstrækning kan variere med udbyttet af bælglplantekomponenten, er det vigtigt, at bælglplanterne modtager optimal fotosynteseaktiv stråling.

Haizel (9) anfører, at de bedste resultater opnås, når klimaforholdene er optimale for majs. Stigende gødskningsniveau, især med kvælstof, medfører ofte en aftagende samdyrkningseffekt (14).

Selv med et lidt lavere tørstofudbytte, vil der ved samdyrkning med bælglplanter kunne høstes større kvælstofmængder (protein). Forskellen vil primært afhænge af bælglplantens andel af totaludbyttet.

I nærværende forsøg har der ikke været angreb af skadegørere af betydning, og der er ikke foretaget specielle biologiske registreringer og undersøgelser. Parasitering af skadegøreres æg og opfremning af prædatorer er ofte signifikant højere i samdyrkningssystemer end ved dyrkning af de samme afgrøder i renbestand (1,12).

Konklusioner

Hestebønne er anvendelig til samdyrkning med majs. Resultaterne viste, at det samlede tørstofudbytte blev ca. 7 pct. lavere ved samdyrkning i forhold til majs i renbestand, som ydede 16.200 kg tørstof pr. ha i gennemsnit af de 2 forsøgsår.

Majs og hestebønne havde næsten samme højde i den første del af vækstperioden, hvor vækstintensiteten er stor. Resultaterne tyder på, at hestebønne vil kunne støtte majsens højdevækst. Hvorvidt dette vil kunne få en positiv betydning for produktionen, fx ved lævirkning i dårlige majsår, kan forsøgene ikke belyse. Begge forsøgsår var klimatisk relativt gunstige for majsproduktion.

Ved samdyrkning var der en udbyttenedgang af kolbe og stængel i majs. Udbyttenedgangen af kolbe var relativ stor ved lille rækkeafstand. Hestebønnens høje kvælstofindhold bevirkede, at der ved samdyrkning blev opnået et merudbytte af kvælstof (råprotein) på 22 pct. i 1990, men ikke noget merudbytte i 1989.

Litteratur

- Altieri, M. A.; Lewis, J. W.; Nordlund, D. A.; Gueldner, R. C. & Todd, J. W. 1981. Chemical interactions between plants and trichogramma wasp in georgia soybean fields. *Protection Ecology* 3, 259-263.
- Bryan, W. B. & Materu, M. B. 1987. Intercropping maize with climbing beans, cowpeas and velvet beans. *J. Agron. & Crop Sci.* 159, 245-250.
- Bryan, W. B. & Peprah, S. A. 1988. Effect of planting sequence and time, and nitrogen on maize legume intercrop yield. *J. Agron. & Crop Sci.* 161, 17-22.
- Caneiro, A. M. & Rodriguez, N. M. 1978. Intercropping of maize and annual tropical legumes for silage. *Arquivos da Escola de Veterinaria (Brazil)* 30, 219-227.
- Crookston, R. K. & Hill, D. S. 1979. Grain yields and land equivalent ratios from intercropped corn soybeans in Minnesota. *Agron. J.* 71, 41-44.
- Desir, S. & Pinchinat, A. M. 1976. Agronomic and economic production of mixed maize and beans, according to plant type and populations. *Turrialba (IICA)* 26, 237-240.
- Eaglesham, A. R. J.; Minchin, F. R.; Summerfield, P. J. D.; Huxley, P. A. & Day, J. M. 1977. Nitrogen nutrition of cowpeas (*Vigna Unguiculata*). Distribution of nitrogen within effectively nodulated plants. *Expt. Agric.* 13, 369-380.
- Fisher, N. M., 1975. Investigations into competitive relations of maize and beans in mixed crops. Technical Communication University of Nairobi. No. 15, 16 pp.
- Haizel, K. A. 1974. The agronomic significance of mixed cropping. Maize intercropped with cowpeas. *Ghana J. Agric. Sci.* 7, 169-178.
- Jensen, E. S. 1986. Intercropping Faba Bean with Maize in Denmark. *Fabis Newsletter* 16.
- Kaiser, H. W. & Lesch, S. F. 1977. A comparison of maize and maize-legume mixtures for silage production in the Natal midlands. *Agroplatae* 9, 1-6.
- Letourneau, D. K. 1990. Mechanisms of predator accumulation in a mixed crop system. *Ecol. Ent.* 15, 63-69.
- Odongo, J. C. W.; Veresoglou, D. S.; Papakosta, D. & Sficas, A. G. 1988. Biomass and nitrogen yields of intercropped maize and soybeans as affected by applied nitrogen, rhizobium, maize hybrids and population density. *J. Agron. & Crop Sci.* 160, 38-46.
- Ofori, F.; Pate, J. S. & Stern, W. R. 1987. Evaluation of N₂-fixation and nitrogen economy of a maize/cowpea intercrop system using ¹⁵N dilution methods. *Plant and Soil* 102, 149-160.
- Papendick, R. I.; Sanchez, R. A. & Triplett, G. B. 1976. Multiple cropping. *American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, U.S.A.*
- Pinchinat, A. M.; Soria, J. & Bazan, R. 1976. Multiple cropping in tropical America. In: *Papendick, R. I., Sanchez, R. A. & Triplett, G. B. Multiple cropping*, p. 51-61. *American Society of Agronomy, Special Publication No. 27.*
- Santa Cecilia, F. C. & Vieira, C. 1978. Associated cropping of beans and maize. 1. Effect of bean cultivars with different growth habits. *Turrialba (IICA)* 28, 19-33.
- Searle, P. G. E.; Yuthapong, Comudom; Shedden, D. C. & Nance, R. A. 1981. Effect of maize + legume intercropping systems and fertilizer nitrogen on crop yields and residual nitrogen. *Field Crops Res.* 4, 133-145.
- Syarifiddin, A.; Effendy, S.; Ismail, I. G. & Micintosh, J. L. 1974. Performance of corn, peanut, mungbean and soybean in monoculture and intercrop combinations of corn and legumes in dry season. *Central Research Institute for Agriculture Bangor* 12, 1-13.
- Van Kessel, C. & Roskoski, J. P. 1988. Row spacing effects on N₂-fixation, N-yield and soil N uptake of intercropped cowpea and maize. *Plant and Soil* 111, 17-23.

Manuskript modtaget den 27. februar 1991.