

Silage용 옥수수와 荳科作物의 間作에 關한 研究 Ⅲ. Silage용 옥수수 (*Zea mays* L.)와 콩 (*Glycine max* L. Merr)의 間作이 生長特性和 乾物 및 有機物收量에 미치는 影響

李性圭

Studies on Corn-Legume Intercropping System Ⅲ. Growth characteristics, dry matter and organic matter yield in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L. Merr) intercropping

Seung Kyu Lee

Summary

The growth characteristics and yield per unit area of two cropping systems, corn monoculture and corn-soybean intercropping, were compared and the obtained results were as follows:

1. The two cultivation systems were not significantly different in leaf length, leaf width and length of internode at harvesting time.
2. The weight of stalk and the leaves of a plant were decreased with maturity, while the weight of ear was markedly increased. The patterns of relative ratio of each components were essentially same in each cultivation systems. In corn monoculture, the percentages of stalk, leaf, and ear at final harvesting stage were 22.9, 13.7, and 63.4 and in corn-soybean intercropping, they were 21.8, 10.9, and 67.3 respectively.
3. Dry matter yield per unit area (kg/10a) of intercropped corn at yellow stage was similar to that of monocultured corn (1,483 kg/10a vs 1,509 kg/10a). At ripe stage, however, the dry matter yield of intercropped plant was more than that of monocultured (1,679 vs 1,660 kg/10a).
4. The same pattern was observed in organic matter yield.

I. 緒 論

벼과作物과 콩과作物의 間作은 벼과작물의 單作보다 種實收量의 증산을 가져오는 農法으로 자주 이용되고 있다 (Burton et al, 1983). 이와같은 農法은 N₂固定을 할수 있는 콩과식물이 벼과식물에 질소를 공급해 주기 때문으로 (Agboola and Fayemi, 1972; Wahua and Miller, 1978; Burton et al, 1983) N의 供給機作은 I)直接分泌 II)根溜의 脫落이나 根系의 분해 III)잎에서의 溶脫 IV)落葉의 分解등을 들수 있다.

Willey (1979a, b)는 콩과식물이 間作한 벼과식물에 줄수 있는 N의 양은 40kg·ha⁻¹이 된다고 하였는데 모든 경우에 해당되는 것은 아니다 (Wahua and Miller, 1978).

따라서 콩과作物과 벼과作物의 間作은 作物의 種

류와 그들의 고유한 생리생태학적 특성이 두식물 相互間에 가장 적합한 組合이 될 수 있는 對象植物을 選定하는것이 우선 중요한 목표가 되어야 할 것이 다.

일반적으로 農作物의 間作에서 목표로 하는 연구로서는 收量의 增産 (Crookston and Hill, 1979) 토양N의 生産 (Elmore and Jakobs, 1986), 토양수분의 적절할 유지 (Reicosky and Deaton, 1979)에 관한 보고가 있다.

그러나 飼料作物에서는 이에 부가하여 草食家畜의 粗飼料로 이용하기위한 또 다른 次元의 연구가 요구되고 있다. 즉 벼과작물과 콩과작물을 間作하였을 때 種實收量보다는 오히려 植物體 全體의 收量과 여기에 含有되어 있는 가축영양소의 含量이 單作하였을 때 보다 改善되고 增産되는 效果를 기대하는 것이다.

이와같은 목적을 가진 飼料作物에 관한 연구는 옥수수와 콩(Crookston and Hill, 1979), 옥수수와 해바라기(Robinson, 1984), 옥수수와 동부, 콩(Allen and Obura, 1983)의 間作에 관한 보고가 있으나 우리나라에서는 거의 연구된 것이 없는 실정이다.

본 연구는 사일리지용 옥수수와 콩을 間作하였을 때 옥수수의 生長特性和 乾物收量, 有機物收量에 미치는 영향을 비교하기 위하여 실시하였다.

II. 材料 및 方法

1. 試驗期間 및 場所

本 試驗은 1987년 4월10일부터 9월10일 사이에 尚志大學 畜産學科 實習收場內的 飼料作物圃場에서 施行하였으며 圃場의 土壤成分은 表-1과 같다.

2. 氣象條件

本 試驗期間중 平均氣溫과 降雨量은 原州地域氣象觀測所의 資料를 利用하였는데 그 결과는 表-2와 같다.

3. 試驗區準備 및 播種

옥수수의 供試品種은 MC84AA 콩은 光教을 사용하였으며 播種床은 1987년 4월20일에 石灰를 미리 散布한후 耕耘하여 均質化하였다.

試驗區는 옥수수單作區, 옥수수-콩間作區, 콩單作區로 하여 1㎡당 옥수수 9株가 되도록 하고 옥수수-콩의 間作區는 옥수수포기사이에 콩 9株를 심었으며 각 시험구는 모두 3反覆하였다. 그리고 缺株가 생겼을 때는 즉시 補植하였다.

施肥는 播種時 N:P₂O₅:K₂O=10:15:15kg/10a 水準으로 하였으며 옥수수의 잎이 9~10枚되었을 때 N를 10kg/10a水準으로 追肥하였다.

4. 收穫 및 收量測定

옥수수의 生長段階를 乳熟期(8월3일) 黃熟期(8월24일) 完熟期(9월8일)로 區分하여 1㎡內的 植物體를 地表높이로 刈取한 후 草長을 測定하고 葉長, 葉幅, 節間길이는 植物의 밑부분에서 위쪽으로 순서를 정하여 측정하였다.

또한 밑에서 위쪽으로 20cm씩 절단한 후 잎, 줄기 이삭의 3부분으로 분리하여 70℃로 48시간 乾燥하였고 恒量이 되었을 때 測量하여 乾物收量으로 算出하였다.

有機物量은 $〔乾物收量 \times \left(\frac{100 - \text{粗纖維}\%}{100} \right)〕$ 의 算出式에 의하여 計算하였다.

III. 結果 및 考察

1. 生長特性的 比較

1) 生産構造

옥수수 單作과 옥수수-콩의 間作에서 收穫時期別 植物體의 生産構造를 比較하면 그림 4과 같다.

그림 1에서 보는바와같이 옥수수 單作區의 收穫時期別 生産構造는 乳熟期(8월3일)일때 同化部分의 발달이 왕성하게 나타났고 잎의 분포가 밑에서 위로 고르게 되었으며 특히 中間部位가 잘 발달되어 있다. 그리고 줄기와의 양적인 면에서는 큰 차이가 나지 않았다.

그러나 黃熟期(8월24일)에서는 同化部에 비하여

Table 1. Chemical properties of the experimental field soil.

pH (1:5)	O. M (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	N (%)	Exchangeable cation(me/100g)			CEC
				Ca	Mg	K	
5.7	4.0	56	0.42	3.87	0.7	0.36	12.24

Table 2. Mean temperature and total rainfall at Won Ju area during the experimental period (April-September), 1987.

Month	Apri.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.
Mean temp.(°C)	10.1	16.3	21.9	23.7	23.7	18.3
Total rainfall (mm)	30.7	120.6	93.8	615.3	548.3	29.0

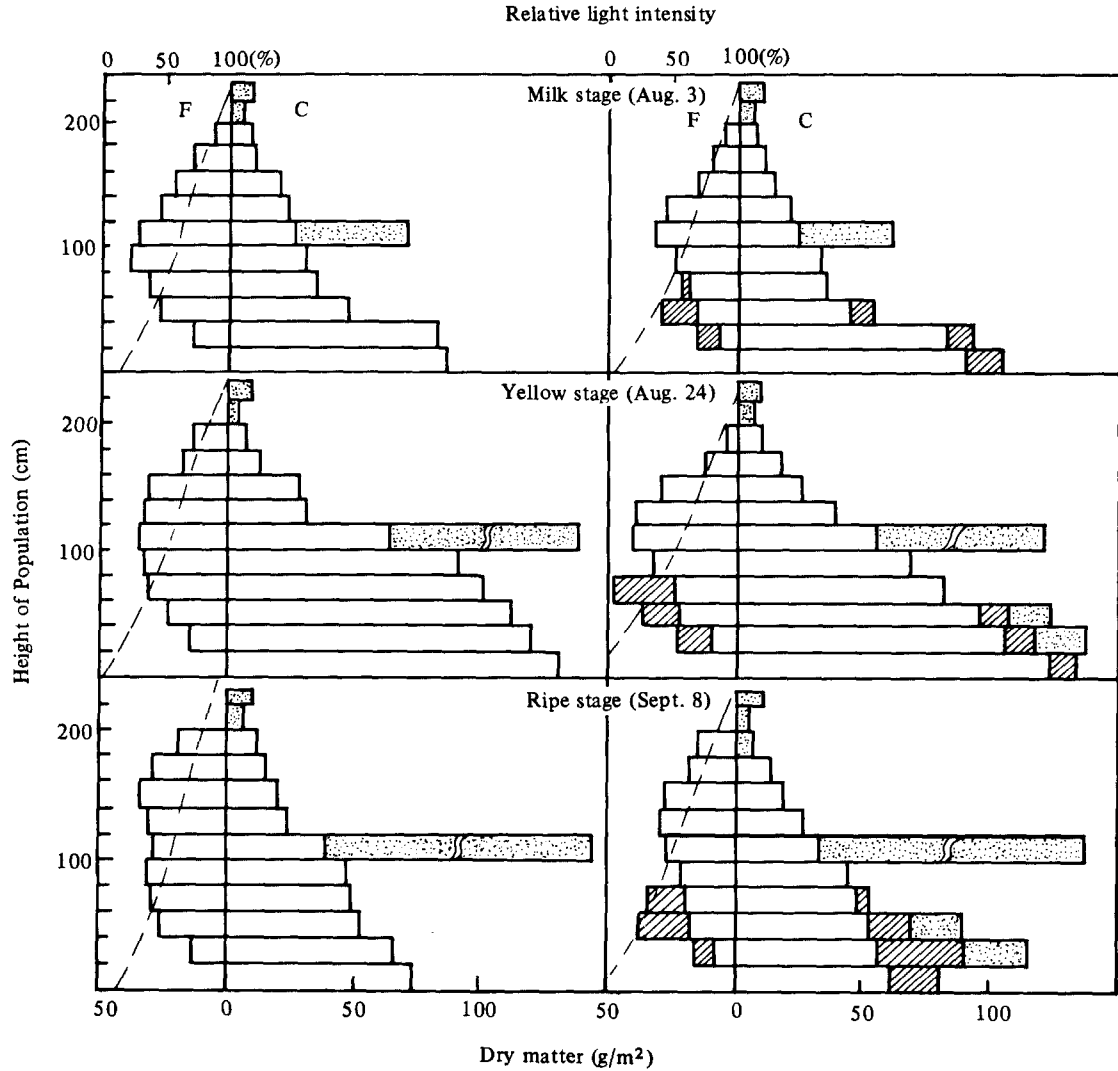


Fig 1. Productive structure of corn mono. and corn-soybean intercropping system at harvesting time.

▨ : ear, ▩ : soybean. F : Photosynthetic part, C : Non photosynthetic part.

非同化部の 收量이 월등하게 많았으며 完熟期(9월 8일)일때는 오히려非同化部가 黄熟期일때보다 현저한 감소를 나타냈다. 이것은非同化部인 줄기에서 同化物質이 저장기관인 이삭으로 이동저장되었기 때문인 것으로 생각된다.

옥수수-콩의 間作區에서는 單作區와 비슷한 모양의 生産構造를 나타내고 있으나 콩의 收量이 첨가된 만큼의 차이가 있었다. 이와같은 사실은 옥수수-동부의 間作時 나타난 결과(李, 1988)와 거의 같은 양상을 보였으며 다만 동부의 키가 높은 것에 비해 콩의 草高가 낮기때문에 밑에 치우쳐 있는 것이 차이점으로 나타났다.

2) 葉長

옥수수單作區와 옥수수:콩의 間作區에서 옥수수의 生長特性을 비교하기 위하여 밑에서 위쪽으로 잎의 순서를 정하여 길이를 측정한 결과는 그림-2와 같다.

그림-2에서 보느냐와 같이 收穫時期에 따라 옥수수-콩의 間作區가 옥수수單作區에 비하여 잎의 길이는 모두 길게 나타났다. 그리고 특히 3~6번째의 잎이 가장 길었으며 전체적으로 볼때는 黄熟期일때 옥수수-콩의 間作區가 가장 큰 차이를 보이고 있다. 이와같은 사실은 콩이 옥수수의 生長에 영향을 준 결과가 아닌가 생각된다.

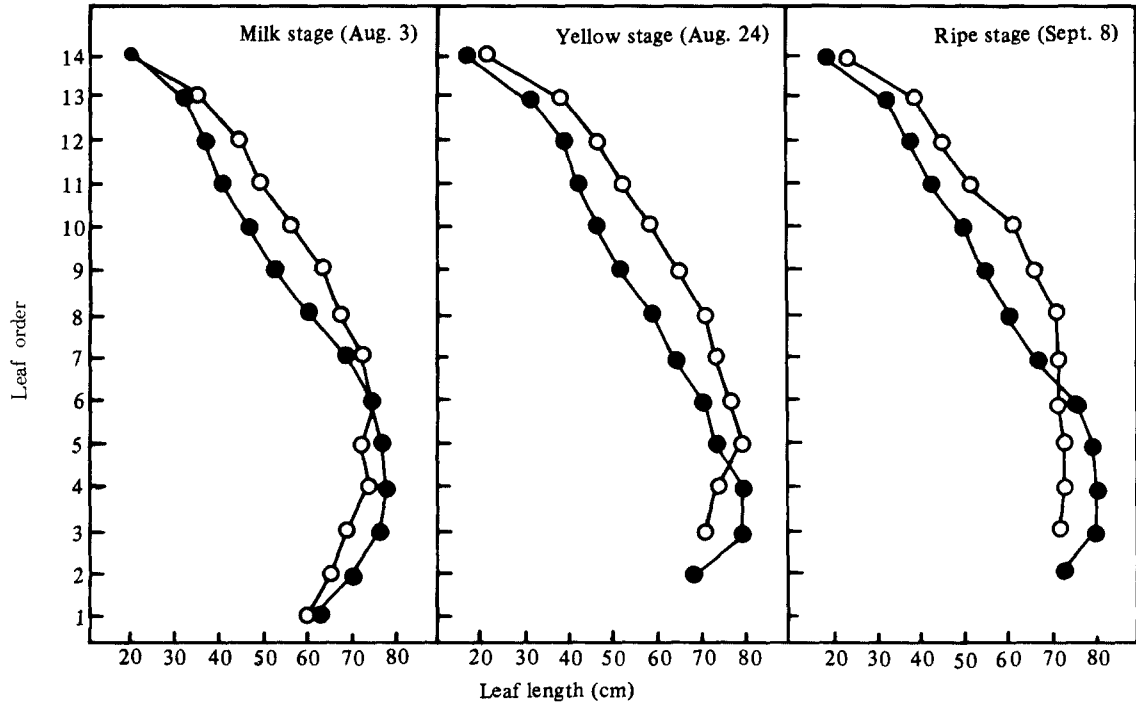


Fig. 2. Comparison of leaf length of corn mono. and corn-soybean intercropping systems according to leaf order at harvesting time. ●—● : corn monocropping, ○—○ : corn-soybean intercropping system.

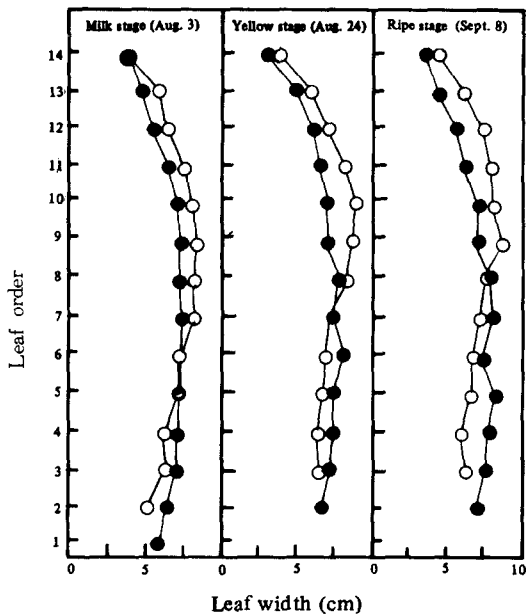


Fig. 3. Comparison of leaf width of corn mono. and corn-soybean intercropping systems according to leaf order at harvesting time. ●—● : corn monocropping, ○—○ : corn-soybean intercropping system.

3) 葉幅

광합성의 장소로서 잎의 幅은 受先量과 많은 관계가 있다. 따라서 옥수수單作區와 옥수수-콩의間作區에서 콩이 옥수수의 성장에 어떤 영향을 줄 것인가를 아는것은 대단히 중요하다.

본 시험에서 잎의 길이와 아울러 잎의 폭을 비교해 본 결과는 그림-3에 보는바와 같다.

그림-3에서 보는 바와같이 乳熟期에서는 單作이나 間作에 따른 차이가 거의 없으나 黃熟期나 完熟期에서는 間作區의 옥수수가 잎의 폭이 넓게 나타났으며 8번째 잎 이상에서 그 차이가 현저하였다. 이것은 콩의 草高가 80~120cm내외에 도달하기때문에 콩의 잎이 옥수수잎의 성장을 방해한것이 원인으로 생각되며 옥수수 : 동부의 간작에서 보인 바와 비슷한 양상을 나타냈다(李, 1988)

4) 줄기의 마디길이

옥수수의 밑에서 위쪽으로 마디의 순서를 정하여 收穫時期에 따라 마디길이를 비교한 결과는 표-3과 같다. 표-3에서 보는 바와같이 총마디수는 14~15개로서 마디 길이의 收穫時期別 有意差는 인정되지 않았다. 간혹 개체에 따라서는 마디수가 1~

Table 3. Length of internode of corn plant compared corn mono cropping with corn-soybean intercropping system according to internode order at harvesting time.

Date of cut	Cropping system	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	plant height.
Aug. 3	corn mono.	3.0	7.3	9.3	13.3	16.0	19.3	18.8	17.8	16.8	15.0	15.0	15.5	15.3	48.3	-	230.7
	corn-soybean inter.	3.0	6.2	9.1	11.3	15.0	19.2	17.5	19.1	16.4	15.6	16.4	15.2	14.7	47.6	-	226.3
Aug. 24	corn mono.	3.0	6.5	8.5	11.8	19.0	21.0	20.0	18.5	17.5	17.0	16.7	15.0	15.0	45.8	-	235.3
	corn-soybean inter.	3.0	5.0	8.0	13.0	14.0	19.5	19.5	19.0	14.0	14.0	15.0	15.0	16.0	55.0	-	238.0
Sept. 8	corn mono.	3.0	7.0	8.3	9.5	12.0	19.0	22.0	20.5	17.0	15.0	16.5	16.0	12.5	13.5	45.0	236.8
	corn-soybean inter.	3.0	7.0	13.0	16.5	15.0	18.3	20.5	19.0	14.0	13.7	13.0	16.0	10.0	12.0	42.0	247.0

Table 4. Stalk, leaf and ear component ratio of corn mono. and corn-soybean intercropping system at harvesting time.

Date of cut	Cropping system	Plant component ratio(%)		
		stalk	leaf	ear
Aug. 3	corn mono.	60.6	32.3	7.2
	corn-soybean inter.	66.2	26.8	7.0
Aug. 24	corn mono.	45.6	13.7	40.7
	corn-soybean inter.	42.2	13.3	44.5
Sept. 8	corn mono.	22.9	13.7	63.4
	corn-soybean inter.	21.8	10.9	67.3

2 개 정도 많으나 植物体の 草高로 볼때는 옥수수 단작의 경우 乳熟期에 230.7cm 黄熟期 235.3cm, 完熟期 236.8cm 옥수수-콩의 間作일때 각각 226.3cm, 238.0cm, 247.0cm로 이미 乳熟期에 줄기의 生長이 끝났고 마디의 成熟이 진행됨에 따른 약간의 伸長이 옥수수의 草高를 차이나게 한것으로 보여진다.

따라서 줄기의 節間生長은 옥수수가 固有의 草高에 도달하게 되면 單作이나 間作과는 관계없이 성장이 완료되는 것이 아닌가 생각된다.

5) 植物体の 部位別 比率

群落을 構成하는 各 植物체는 草種의 密度나 構成草種에 따라 部位의 生長이 영향을 받게되는데 옥수수單作과 옥수수-콩의 間作時 全 植物체에 대한 各 部位別 比率를 비교하면 表-4와 같다.

표-4에서 보는바와같이 乳熟期에서 完熟期로 성장해 감에 따라 줄기와 잎은 單作區에서 각각 60.6~22.9% 32.3~13.7%로서 有意的으로 감소하였으나 ($P < 0.05$) 作付体系에 따라서는 有意差가 인정되지 않았다. 또한 種實部の 비율은 乳熟期에서 完熟期까지 單作區는 7.2~63.4%, 間作區는 7.0~67.3%로 급격한 증가를 보였다.

줄기와 잎의 비율이 植物体の 成熟에 따라 점차로 감소하는데 반해 種實의 비율이 오히려 급격한 증가를 나타낸 것은 同化産物이 모두 種實로 이동되어 저장됨으로서 量的인 증가를 가져왔기 때문이다.

Cummins and Dobson(1973)은 옥수수의 잎과 이삭(種實)의 비율이 높으면 줄기의 비율이 감소한다고 하였는데 본 연구에서도 같은 결과를 얻었으며 完熟期에서 줄기 30%, 잎 13% 이삭 57%로 부위별 비율을 보고한 Cullison(1982)의 결과와 비교할 때 옥수수-콩의 間작의 경우 줄기 21.8%, 잎 10.9%, 이삭 67.3%로 이삭의 비율이 높게 나타난 반면 줄기 잎은 감소하였는데 이것은 옥수수-동부의 間作에서 보다 잎의 비율이 약간 높았고 이삭은 오히려 약간 낮은 비율을 보였다.

그러나 植物体の 各 部位別 비율은 作付양식에 따라서는 有意性이 인정되지 않았는데 이것은 옥수수와 콩을 間作하였을 때 콩이 옥수수의 성장에 負의 방향으로 영향을 주지는 않았다는 것을 시사하는 것으로 사료된다.

2. 乾物收量 및 有機物收量

Table 5. Air dry matter, dry matter and organic matter yield of corn mono. and corn-soybean intercropping system at harvesting time.

Date of cut	cropping system	air dry matter (kg/10a)	dry matter yield(kg/10a)				organic matter yield(kg/10a)
			stalk	leaf	ear	sub total	
Aug. 3	corn mono.	648.8	361.1	192.4	42.6	596.2	547.9
	corn-soybean inter.	586.4	355.7	144.2	37.6	537.5	591.3
		58.7	31.4	22.2	-	53.8	
Aug. 24	corn mono.	1664.7	688.0	207.4	613.5	1508.9	1426.8
	corn-soybean inter.	1519.9	570.2	179.4	600.3	1349.9	1482.6
		149.4	41.9	43.2	47.6	132.7	
Sept. 8	corn mono.	1852.3	379.9	227.9	1052.2	1660.0	1593.3
	corn-soybean inter.	1697.1	336.1	167.8	1034.8	1538.7	1679.3
		155.1	67.8	38.1	34.7	140.6	

옥수수單作과 옥수수-콩의 間作에 있어서 收穫時期에 따른 單位面積(10a)當 風乾物, 乾物 및 有機物收量은 表-5와 같다.

表-5에서 옥수수單作區의 10a당 乾物收量은 乳熟期 596.2kg, 黃熟期 1508.9kg 完熟期 1660.0kg으로 옥수수-콩의 間作區의 591.3kg, 1482.6kg, 1679.3kg와 거의 비슷한 결과를 얻었다. 그러나 옥수수-동부의 間作區에서 完熟期の 收量 1810.4kg(李, 1988)에 비해서는 141.1kg이나 적었다.

일반적으로 完熟期에 乾物收量이 많아지는 것은 잎이나 줄기의 同化物質이 모두 種實로 이동저장되기 때문인 것으로서 10a당 收量으로 볼때 옥수수單작의 경우는 金(1987)의 수원19호(1795kg), Kishida and Uchida(1985)의 1200~1800kg, Cummins and Dobson(1973)의 1660~2670kg의 범위에 들어가며 옥수수-콩의 間作에서 Herbert 등(1985)의 1750과 유사한 결과였다.

Alessi and Power(1974), James and Obura (1983)은 옥수수를 荳科作物과 間作하였을때 單位面積當 乾物收量은 다소 감소하며 Garcia 등(1985) Putnam 등(1986)은 오히려 증가한다고 하였는데 본 시험에서는 콩을 제외한 옥수수의 乾物收量만 비교할 때는 확실히 收量의 감소경향을 보이고 있다. 이와 같은 결과는 옥수수와 콩의 間作時 密度가 높아지기 때문에 일어나는 植作相互間的 作用이 원인이 아닌가 생각된다.

有機物收量은 完熟期에서 옥수수-콩의 間作區가 가장 높았다. 일반적으로 가축의 영양적 관점에서

유기물량을 고찰하면 黃熟期일때 良質의 粗飼料가 되므로 옥수수 單作區와 옥수수-콩의 間作區를 비교하면 거의 同一한 收量을 나타내고 있다. 이런 결과는 옥수수-콩의 間작이 收量面에서는 單作에 비해 아무 손색이 없음을 입증하는 것이라고 볼 수 있다.

또한 옥수수-동부의 間作(李, 1988)의 결과와도 비슷하여 차이를 인정할 수 없었다. 이와같은 사실로 미루어 볼때 옥수수와 콩의 間作은 有機物收量에 있어 單作에 비해 큰 문제가 없다는 것을 의미한다고 하겠다.

IV. 摘 要

본 試驗은 Silage용 옥수수의 單作과 옥수수-콩의 間作에서 生長特性, 乾物收量 및 有機物收量을 비교하기 위하여 시행하였다.

두 植物의 作付体系는 옥수수單作區, 옥수수-콩 間作區로 하였으며 옥수수의 生長段階에 따라 乳熟期(8月 3日) 黃熟期(8月 24日), 完熟期(9月 8日)로 區分하여 生長特性, 乾物收量 및 有機物收量을 測定하였는데 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 옥수수의 葉長, 葉幅은 옥수수單作區보다 옥수수-콩의 間作區가 약간 높았으나 마디길이는 큰 차이가 없었다.

2. 옥수수 全植物體에 대한 각 部位別比率는 收穫時期가 늦어짐에 따라 감소하였으나 이삭(雌種)은 증가하였다. 完熟期일때 옥수수單作에서는 줄기

· 앞 · 이삭은 22.9, 13.7 63.4%이었고 옥수수-콩의 間作區에서는 각각 21.8, 10.9 그리고 63.7%이었다.

3. 栽培方法에 따른 收穫時期別 10a당 乾物收量은 옥수수 單作區에서 黃熟期일때 1508.9kg 이었으며 옥수수-콩 間作區에서는 1482.6kg이었다. 또한 完熟期일때 옥수수 單作區에서는 1660.0kg, 옥수수-콩 間作區에서는 1679.3kg이었다.

4) 10a당 有機物收量은 옥수수單作區에서 黃熟期일때 1426.8kg, 옥수수-콩 間作區에서 1406.7kg 이었으며, 完熟期일때 옥수수單作區에서는 1593.3 kg, 옥수수-콩 間作區에서는 1604.1kg으로 乾物收量의 증가와 같은 경향을 나타냈다.

1. Agboola, A.A., and A.A.Faymi. 1971. Preliminary trails on intercropping of maize with different tropical legumes in western Nigeria. *J. Agri. Sci.* 77: 219-225.
2. Alessi, J., and J.F.Power, 1974. Effects of plant population, row spacing, and relative maturity on dryland corn in the Northern plains. I. Corn forage and grain yield. *Agron. J.* 66: 316-319.
3. Allen, J.R., and R.K.Obura. 1983. Yield of corn, cowpea, and soybean under different intercropping system. *Agron. J.* 75: 1005-1009.
4. Burton, J.W., C.A. Brin, and J.O. Rowlings. 1983. Performance of non-nodulating and nodulating soybean isolines in mixed culture with nodulating cultivals. *Crop Sci.* 23: 469-473.
5. Crookston, R.K., and D.S.Hill. 1979. Grain yields and land equivalent ratios from intercropping corn and soybean in Minesota. *Agron. J.* 71: 41-44.
6. Cullision, A.E. 1982. *Feeds and Feeding*, 3rd Edition, Prentice-Hall Co. Reston Virginia. P.201.
7. Cummins, D.G., and Dobosn, J.W. Jr. 1973. Corn for silage as inferenced by hybrid maturity, row spacing, plant population and climate. *Agron. J.* 65: 240-243.
8. Elmore, R.W., and J.A. Jackobs, 1984. Yield and yield components of Sorghum and Soybean of varying plant heights when intercropped *Agron. J.* 76: 561-564.
9. Garcia. R., Evangelista, A.R., and J.D. Garvano. 1985. Effects of the association corn-soybean on dry mater production and nutritional silage value. *Proceedings of the XV IGC.* 1221-1222.
10. James, R.A., and R.K.Obura, 1983. Yield of corn cowpea and soybean under differnt intercropping systems. *Agron. J.* 75: 1005-1009.
11. Kishida, Y., and S. Uchida. 1985. The effects of row width and inter row spacing on productivity and nutritional quality of silage corn. *Proceedings of the XV IGC.* 1263-1265.
12. Putnam, D.H., S.J. Herbert., and A.Vargas. 1986. Intercropped corn-soybean density studies. II. Yield composition and protein. *Expl Agric.* 22: 373-381.
13. Reicosky, D.C., and D.E. Deaton. 1979. Soybean water extraction, leaf water potential and evapotranspiration during drought. *Agron. J.* 71: 45-50.
14. Robinson, R.G. 1984. Sunflower for strip. row and relay intercropping. *Agron. J.* 76: 43-46.
15. Wahua, T.A.T., and D.A. Miller. 1978. Effects of intercropping on soybean N₂-fixation and plant composition on associated sorghum and soybean. *Agron. J.* 70: 292-295.
16. Willey, R.W. 1979a. Intercropping- its importance and research needs. Part I. Competition and yield advantages. *Field Crops Abstr.* 32(1): 1-10.
17. _____ . 1979b. Intercropping- its importance and research needs. Part II. Agronomy and research approaches. *Field Crops Abstr.* 32(2): 73-85.
18. 金東岩. 1987. 年中 사일리지 給與 中心飼料作物 作付体系, 서울우유협동조합 87지도요원 교육지, 서울, p.33-63.
19. 李性圭. 1988. Silage용 옥수수와 荳科作物의 間作에 関한 研究 1. Silage용 옥수수 (*Zea mays* L.)와 동부(*Vigna sinensis* King)의 間作이 生長 特性과 乾物 및 有機物收量에 미치는 影響. 韓초지. 8(1): 47-57