

# 窒素施肥와 栽植密度가 Silage 옥수수의 諸形質 및 收量에 미치는 影響

姜正勳 · 李浩鎭\* · 朴炳勳

## Effects of Nitrogen Level and Plant Population on Agronomic Characteristics and Yield in Silage Corn

J. H. Kang, H. J. Lee\* and B. H. Park

Livestock Experiment Station, RDA

### Summary

This field experiment was conducted to determine the optimum nitrogen level and plant population for silage and grain corn cv. Suweon No. 19 at Suweon from 1981 to 1982. The results obtained are summarized as follows:

1. Leaf Area Index (LAI), Lodging Index (LI) and stalk diameter were increased by raising nitrogen level but ear height was decreased. And tasseling date and stalk height were not influenced by nitrogen level.
2. LAI, LI and ear height were increased by raising plant population but tasseling date, stalk height and stalk diameter were decreased.
3. Numbers of missing hill and barren plants were increased by raising nitrogen and dense plant population respectively. Grain yield and total digestible dry matter yield in 5,550 plants with 10kg of nitrogen fertilization per 10a were recommendable for grain and silage corn respectively.

### I. 緒 論

家畜飼育 頭數의 增加로 인한 飼料用穀物 도입량은 매년 증가하고 있고 그 主種을 이루고 있는 것이 옥수수의 種實이다.

Nunez 등<sup>1)</sup>은 옥수수에서 窒素施用 效果는 地域이나 年次에 따라 다르며 施用水準은 10a當 窒素 28 kg에서 最高의 種實收量을 얻었다고 하였으며 楊 및 韓<sup>2)</sup>은 사일리지용 옥수수의 窒素施用은 10a當 20-25kg 水準에서 雌穗比率이 높고 사일리지 乾物收量이 높았다고 하였다.

한편 Nunez 등<sup>1)</sup>은 窒素를 너무 過用하면 缺株率이 높아지고 窒素成分의 용탈, 증발, 휘발 등으로 인하여 窒素의 회수율이 떨어지며 10a當 30kg 이상 水準에서는 蛋白質 生産量을 增加시키지 못하였다고 하였다.

옥수수의 適正 栽植本數 역시 品種, 地域, 土壤肥

沃度, 土壤水分 조건에 따라 다른데 李<sup>3)</sup> 등은 種實用으로는 10a當 5,000本, 사일리지용으로는 7,000本에서 最高收量을 얻었으며 8,000本 이상으로 密植하면 雌穗比率과 乾物消化率이 낮아져 品質이 低下된다고 하였으나 Bunting<sup>1,4)</sup> 등은 密植하여도 사일리지 品質은 크게 低下되지 않으며 10a當 10,000本の 密植에서 最大 可消化 乾物收量을 얻었다고 하였다.

따라서 사일리지용 옥수수의 栽培法을 確立하기 위하여 栽植密度와 窒素水準을 달리했을 때 사일리지 옥수수의 諸形質과 收量의 變化를 檢討하였다.

### II. 材料 및 方法

畜産試驗場 飼料圃에서 水原 19號를 公示하여 1981年과 1982年에 窒素水準을 成分별로 0 kg/10a에서 40kg/10a까지 10kg 間隔 5개水準으로 하고 栽植本數는 5,550 本/10a(60×30cm), 8,330本/10a(60

\* 서울대학교 農科大學(College of Agriculture, Seoul National University)

×20cm), 16,600本/10a(60×10cm)으로 하여 分割區 配置 6反復으로 試驗하였다. '82년에는 栽植本數 2,750本/10a(90×40cm)구를 追加하였다.

播種은 2粒 點播하였고 出現後 第 4 - 5 葉期에 軟弱한 個體를 除去하고 健全한 1個體 만을 남겼다. 施肥는 窒素 40%를 基肥로 나머지는 第 8 葉期에 全量 追肥로 施用하였다. 其他肥料는 全量基肥로 주었고 堆肥는 施用하지 않았다.

種實收量은 完熟期에 全區에서 植物體의 雌穗를 分離하고 水分含量 14%로 補整시켜 稱量하였다. in

*in vitro* 乾物消化率은 Tilly와 Terry<sup>7)</sup> 方法을 修正한 Moore<sup>5)</sup>의 方法을 適用하였으며 反芻胃液은 永久 *Fistula*를 附着한 肥肉牛 1頭에서 採取한 것을 利用하였다.

試驗土壤의 理化學의 特性을 살펴 보면 1981年 試驗土壤은 1982년에 비해 pH와 C.E.C. 含量이 多少 높았으나 有機物 및 有效磷酸含量은 多少 낮았으며 新開墾地 土壤에 비하면 두 試驗土壤 모두 월등히 改良된 熟田이었다(表 1).

Table 1. Soil chemical properties of experimental field

pH	OM (%)	CEC (me/100g)	Exchangable cation (me/100g)				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)
			K	Ca	Mg	Na	
6.3*	2.1	12.7	0.35	7.0	1.01	0.05	65.8
5.4**	3.0	10.2	0.34	5.0	0.84	0.14	113.0

\*Experimental field I (1981) \*\*Experimental field II (1982)

### III. 結果 및 考察

各 形質別로 窒素 反應效果를 살펴 볼 때 窒素를 增施하면 雌穗出現期 및 稈長은 뚜렷한 變化가 없었으나 着穗高는 多少 낮아지고 줄기의 直径은 굵어지며 葉面積指數와 倒伏指數는 높아져 窒素 增施에 의한 收量增收에 불리한 要因이 되었다.

栽植密度에 대한 反應에서는 密植하면 雌穗出現期가 늦어지고 稈長이 낮아지며 葉面積指數와 倒伏率 이 높아져 密植으로 인한 收量增收에 역시 불리한 要因으로 작용되었고 窒素施肥와 栽植密度의 相互作用은 없었다(表 2).

用은 없었다(表 2).

### 2. 生草 및 乾物收量

生草收量에 대한 初年度의 窒素水準 間에는 有意性이 없었으며 次年度에는 10a당 10kg, 20kg, 30kg 水準 間에 뚜렷한 差異가 없었고, 10a當 40kg 水準에서는 收量이 多少 낮았는데 이는 Duncan<sup>2)</sup> 등의 보고와 같이 옥수수의 生育에 너무 過多한 肥料水準인 것으로 생각되었으며 窒素의 反應이 뚜렷하지 않았던 것은 土壤有機物 含量이 높았던 데에 있었다고 생각되었다.

Table 2. Agronomic characteristics in response to the nitrogen fertilization level and plant population in corn for silage (CV. Suweon #19)

Treatment	Tasseling date (July)		Stalk height (cm)		Ear height (cm)		Stalk diameter (mm)		Leaf Area Index at H-stage		Lodging Index (1-5)*	
	'81	'82	'81	'82	'81	'82	'81	'82	'81	'82	'81	'82
N- fertilizer												
0 kg / 10a	13.5 <sup>a</sup>	15.8 <sup>a</sup>	243 <sup>a,b</sup>	198 <sup>a</sup>	115 <sup>a</sup>	97 <sup>a</sup>	19.9 <sup>c</sup>	22.2 <sup>b,c</sup>	5.53 <sup>a</sup>	3.53 <sup>c</sup>	1.4 <sup>c</sup>	0.8 <sup>b</sup>
10 "	13.3 <sup>a</sup>	15.5 <sup>a</sup>	253 <sup>a</sup>	201 <sup>a</sup>	113 <sup>a,b</sup>	100 <sup>a</sup>	21.3 <sup>b</sup>	22.2 <sup>b,c</sup>	6.50 <sup>a</sup>	3.92 <sup>a,b</sup>	1.4 <sup>c</sup>	1.3 <sup>a,b</sup>
20 "	12.7 <sup>a</sup>	15.7 <sup>a</sup>	247 <sup>a,b</sup>	201 <sup>a</sup>	111 <sup>a,b</sup>	99 <sup>a</sup>	21.6 <sup>b</sup>	23.1 <sup>a,b</sup>	6.08 <sup>a</sup>	4.13 <sup>a</sup>	1.7 <sup>b</sup>	1.1 <sup>a,b</sup>
30 "	12.9 <sup>a</sup>	15.5 <sup>a</sup>	249 <sup>a,b</sup>	198 <sup>a</sup>	109 <sup>b</sup>	99 <sup>a</sup>	22.2 <sup>b</sup>	23.4 <sup>a</sup>	5.94 <sup>a</sup>	3.99 <sup>a,b</sup>	2.1 <sup>a</sup>	1.8 <sup>a</sup>
40 "	12.9 <sup>a</sup>	15.5 <sup>a</sup>	241 <sup>b</sup>	196 <sup>a</sup>	101 <sup>c</sup>	97 <sup>a</sup>	23.8 <sup>a</sup>	23.5 <sup>a</sup>	5.52 <sup>a</sup>	4.16 <sup>a</sup>	2.2 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>

Plant population												
2,750 plant/10a	-	14.3 <sup>c</sup>	-	205 <sup>a</sup>	-	103 <sup>a</sup>	-	26.2 <sup>a</sup>	-	1.94 <sup>d</sup>	-	0.8 <sup>b</sup>
5,550	"	12.0 <sup>c</sup>	15.2 <sup>b</sup>	257 <sup>a</sup>	201 <sup>a</sup>	107 <sup>b</sup>	100 <sup>a,b</sup>	24.5 <sup>a</sup>	23.7 <sup>b</sup>	4.08 <sup>c</sup>	3.19 <sup>c</sup>	1.6 <sup>b</sup> 1.5 <sup>a</sup>
8,330	"	13.2 <sup>b</sup>	16.1 <sup>a</sup>	251 <sup>a</sup>	201 <sup>a</sup>	108 <sup>b</sup>	98 <sup>b</sup>	21.7 <sup>b</sup>	22.1 <sup>c</sup>	5.39 <sup>b</sup>	4.30 <sup>b</sup>	1.6 <sup>b</sup> 1.5 <sup>a</sup>
16,600	"	14.0 <sup>a</sup>	16.9 <sup>a</sup>	233 <sup>b</sup>	188 <sup>b</sup>	114 <sup>a</sup>	94 <sup>c</sup>	19.0 <sup>c</sup>	19.6 <sup>d</sup>	8.28 <sup>a</sup>	6.36 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup> 1.8 <sup>a</sup>
$\bar{x}$		13.1	15.6	247	199	110	99	21.8	22.9	5.92	3.95	1.7 1.4
		* 1-Good,		5-Bad								

F-test

Nitrogen	NS	NS	NS	NS	**	NS	**	*	NS	**	**	NS
Plant population	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Interaction	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

CV (%)

Whole plot	6.1	8.2	4.5	4.1	4.5	5.7	5.6	7.6	20.9	12.5	28.2	113.4
Sub plot	7.2	10.5	4.2	4.9	6.3	6.7	5.7	6.5	12.4	13.3	24.8	81.9

生草收量에 대한 栽植密度的 反應에서는 2個年 모두 密植일수록 收量이 많아 栽植本數 間에 有意性이 인정되었다(表 3).

乾物收量에 대한 初年度の 窒素施肥 水準 間에는 有意性이 없었으며 次年度에는 10a當 10kg 施肥水準에서 乾物收量이 많았다. 栽植密度 間에는 2個年度 모두 密植일수록 收量이 많고 少肥密植 혹은 多肥疎植 할수록 收量이 낮아지는 傾向이었다(그림1).

3. 總可消化 乾物收量

總可消化 乾物收量을 窒素肥料 水準間에 보면 10a 당 窒素 10kg에서 1,104kg/10a, 栽植密度 間에는 8,330本에서 1,081kg/10a, 그리고 窒素施肥와 栽植密度的 相互關係에서 보면 窒素 10kg, 栽植本數 16,600本에서 1,254kg/10a로 가장 많았다(表4).

따라서 本 試驗結果에 의해 窒素施肥水準 및 栽植

Table 3. Green matter yield per 10a in response to N-fertilization level and plant population at yellow stage ('81-'82)

N- fertilizer (kg / 10a)	Plant population (plant / 10a)				$\bar{x}$
	2,750	5,550	8,330	16,600	
0	2,982* (-)**	4,022 (4,226)	4,472 (3,927)	4,518 (5,981)	3,999 <sup>b</sup> (4,725 <sup>a</sup> )
10	3,383 (-)	5,000 (4,661)	4,796 (5,510)	5,112 (5,897)	4,573 <sup>a</sup> (5,356 <sup>a</sup> )
20	3,437 (-)	4,340 (4,238)	4,414 (4,577)	4,877 (5,524)	4,267 <sup>a,b</sup> (4,780 <sup>a</sup> )
30	3,353 (-)	4,344 (3,617)	4,490 (4,471)	4,834 (6,076)	4,255 <sup>a,b</sup> (4,721 <sup>a</sup> )
40	3,125 (-)	3,982 (5,108)	4,626 (4,253)	4,306 (6,460)	4,010 <sup>b</sup> (5,273 <sup>a</sup> )
$\bar{x}$	3,256 <sup>c</sup> (-)	4,338 <sup>b</sup> (4,378 <sup>b</sup> )	4,559 <sup>a,b</sup> (4,548 <sup>b</sup> )	4,729 <sup>a</sup> (5,987 <sup>a</sup> )	4,221 (4,971)

\*'82 C. V. (%) 9.0 LSD (5%) bet. sub plot 567  
 \*\*'81 Main plot (20.4) for same main plot (817)  
 Sub plot 8.1 LSD (5%) bet. sub plot 607  
 (9.7) for different main plot (1,289)

密度를 決定하기는 어렵지만 窒素水準은 熟田에서 10a당 10kg을 施用하는 것이 栽植本數는 최소한 5,550本 이상 심는 것이 効率的이라 생각되었다.

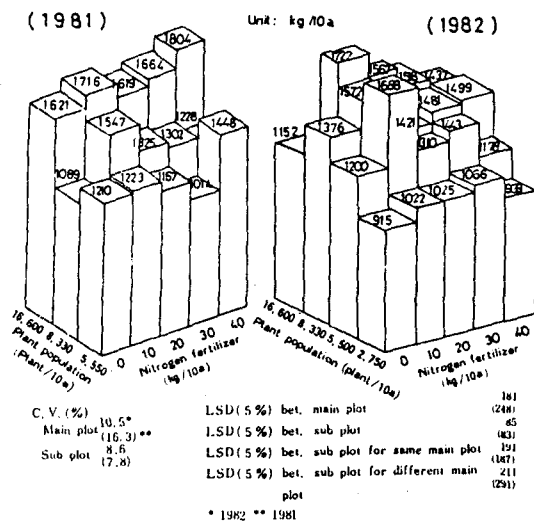


Fig. 1. Dry matter yield per 10a in response to nitrogen level and plant population at yellow stage

#### 4. 種實收量

窒素施肥와 栽植密度가 收量構成要素에 미치는 影響을 살펴보면 全形質 모두 栽植密度에 대한 反應은 差異가 뚜렷하였으나 窒素에 대한 反應은 年次間 相異하게 나타났으며 그들의 相互作用도 거의 없었다. 窒素을 増施하면 單位面積當 缺株率이 높아졌으며 이삭당 粒數는 増加되었고, 100粒重은 큰 影響이 없었다.

한편 栽植本數를 늘리면 缺株率이 높아지고 이삭당 粒數, 100粒重 및 個體당 이삭重이 크게 減少되었다(表 5).

한편 種實收量은 窒素施肥水準 間에 뚜렷한 경향이 없었고 次年度에 窒素 40kg 水準에서는 오히려 種實收量이 減少되었다.

栽植本數 間에 初年度에는 密植일수록 收量이 增收되었는데 이는 收穫時 Sampling의 오차에서 온 것으로 생각되며 次年度에는 10a당 5,550本까지는 種實收量이 많았다(그림 2).

Table 4. Total digestible dry matter yield per 10a in accordance with nitrogen fertilization level and plant population (1982)

N-level (kg/10a)	Plant population (plant/10a)				$\bar{X}$
	2,750	5,500	8,330	16,600	
0	665 (100)*	934 (140)	1,014 (152)	831 (125)	861 (100)
10	767 (115)	1,219 (183)	1,177 (177)	1,254 (189)	1,104 (128)
20	738 (111)	1,017 (153)	1,044 (157)	1,125 (169)	981 (114)
30	784 (118)	1,063 (160)	1,069 (161)	1,102 (166)	1,005 (117)
40	700 (105)	885 (133)	1,099 (165)	1,013 (152)	924 (107)
$\bar{X}$	731 (100)	1,024 (140)	1,081 (148)	1,065 (146)	975

\*Yield index

Table 5. Agronomic characteristics in response to nitrogen fertilization level and plant population in corn for grain (CV. Suweon #19)

Treatment	Plants per m <sup>2</sup>		Kernels per ear		100 Kernels wt. (gr.)		Grain wt. per ear (gr.)	
	'81	'82	'81	'82	'81	'82	'81	'82
N- fertilizer								
0 kg/10a	9.30 <sup>a</sup>	7.73 <sup>a</sup>	446 <sup>b</sup>	417 <sup>c</sup>	26.3 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	27.1 <sup>a</sup>	118 <sup>b</sup>	119 <sup>b</sup>
10 "	9.09 <sup>a</sup>	7.70 <sup>a</sup>	472 <sup>a</sup> <sup>b</sup>	466 <sup>a</sup> <sup>b</sup>	27.3 <sup>a</sup> <sup>b</sup>	26.9 <sup>a</sup>	130 <sup>a</sup> <sup>b</sup>	130 <sup>a</sup> <sup>b</sup>
20 "	8.97 <sup>a</sup>	7.51 <sup>a</sup> <sup>b</sup>	490 <sup>a</sup> <sup>b</sup>	456 <sup>a</sup> <sup>b</sup>	25.8 <sup>c</sup>	27.1 <sup>a</sup>	132 <sup>a</sup> <sup>b</sup>	126 <sup>a</sup> <sup>b</sup>
30 "	8.55 <sup>a</sup> <sup>b</sup>	7.54 <sup>a</sup>	485 <sup>a</sup> <sup>b</sup>	436 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	26.4 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	27.2 <sup>a</sup>	129 <sup>a</sup> <sup>b</sup>	124 <sup>a</sup> <sup>b</sup>
40 "	7.70 <sup>b</sup>	7.37 <sup>b</sup>	514 <sup>a</sup>	422 <sup>c</sup>	27.9 <sup>a</sup>	27.6 <sup>a</sup>	143 <sup>a</sup>	123 <sup>a</sup>

Plant population									
2,750 plant/10a	-	2.63 <sup>d</sup>	-	590 <sup>a</sup>	-	31.9 <sup>a</sup>	-	195 <sup>a</sup>	
5,550 "	5.13 <sup>c</sup>	5.19 <sup>c</sup>	522 <sup>a</sup>	502 <sup>b</sup>	28.1 <sup>a</sup>	27.7 <sup>b</sup>	147 <sup>a</sup>	137 <sup>b</sup>	
8,330 "	7.54 <sup>b</sup>	7.62 <sup>b</sup>	514 <sup>a</sup>	408 <sup>c</sup>	27.0 <sup>b</sup>	25.4 <sup>c</sup>	139 <sup>b</sup>	102 <sup>c</sup>	
16,600 "	13.50 <sup>a</sup>	14.84 <sup>a</sup>	408 <sup>b</sup>	259 <sup>d</sup>	25.2 <sup>c</sup>	23.8 <sup>d</sup>	106 <sup>c</sup>	62 <sup>d</sup>	
$\bar{X}$	8.72	7.57	481	440	26.8	27.2	131	124	
CV (%)									
Whole plot	9.4	6.2	9.1	9.7	4.4	5.0	12.4	10.9	
Sub plot	7.3	8.9	6.8	10.8	4.6	6.2	7.3	12.8	

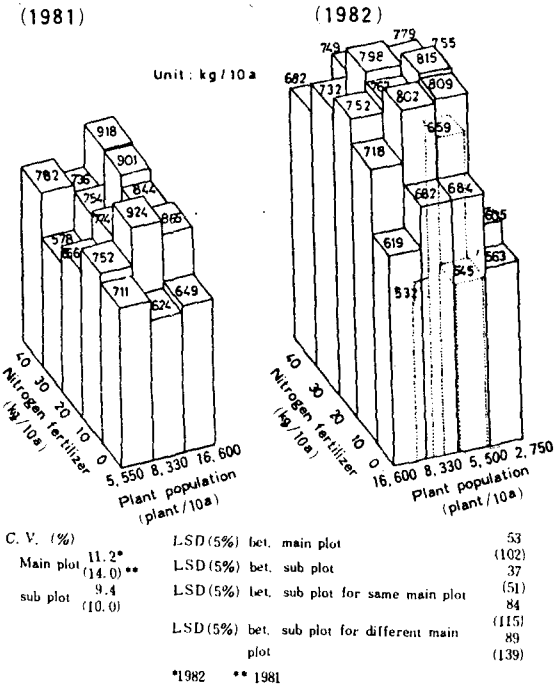


Fig. 2. Grain yield (15% moisture) per 10a in response to nitrogen fertilization level and plant population

#### IV. 摘要

사일리지 옥수수의 適正 窒素施肥 水準과 栽植 密度를 알아보고자 1981年 부터 1982年 까지 畜産試驗 場 飼料圃에서 單交雜種 水原 19號를 가지고 試驗한 結果는 아래와 같다.

1. 窒素를 増施하면 雄穗出現期와 稈長은 뚜렷한 變化가 없었으나 着穗高는 다소 낮아지고 莖의 直徑은 짧아지며 葉面積指數와 倒伏率은 높아졌다.
2. 密植하면 雄穗出現期는 늦어지고 稈長은 짧아지나 着穗高는 높아지며 莖의 直徑은 가늘어지고 葉面積指數와 倒伏率은 增加되었다.

3. 窒素를 増施하면 缺株率이 높아지고 密植하면 不孕率이 높아져 種實收量은 10a當 窒素 10kg, 栽植 本數 5,550本에서 많았다.

4. 全可消化 乾物收量 역시 10a當 窒素 10kg, 栽植 本數 5,550本에서 많았다.

#### V. 引用文献

1. Bunting, E.S. 1975. The question of grain content and forage quality in maize. J. Agri. Sci. Camb. 85:445-463.
2. Duncan, G.H., A.L. Lang and J.L. Pendleton. 1958. Corn plant population and productivity. Advance in Agronomy 10:436-473.
3. 李錫淳, 裴東鎬. 1980. 施肥量과 栽植密度가 單交雜種 옥수수의 生育과 Silage收量에 미치는 影響. 農試報告 第22輯(作物): 128~133.
4. Leshem, Y. and M. Wermke. 1981. Effect of plant density and removal of ears on the quality and quantity of forage maize in a temperate climate. Grass and Forage Sci. 36:147-153.
5. Moore, J.E. 1970. Procedure for the two stage *in vitro* digestion of forage in nutrition research techniques for domestic and wild animals by L.E. Harris. Utah State Univ. Logan. Utah. U.S.A.
6. Nunez, R. and E. Kamprath. 1969. Relationship bet. N response, plant population and row width on growth and yield of corn. Agron. J. 61: 279-282.
7. Tilley, J.M.A. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Brit. Grassld Soc. 18:104-111.
8. 양중성, 한홍진. 1979. 청예옥수수 질소시비량 시험. 축산시험장시험 연구보고서: 698~703.