

土壤溫度가 수수와 옥수수의 生育 및 乾物蓄積에 미치는 影響

韓興傳, 韓敏洙, 金正甲

農村振興廳 畜産試驗場

Effect of soil temperature on the growth and dry matter accumulation of sorghum and corn.

H. J. Han, M. S. Han and J. G. Kim

Livestock Experiment Station, R. D. A.

Summary

The pot trial was carried out to investigate the influence of soil temperature on the growth and dry matter accumulation in sorghum cv. Pioneer 931 and corn cv. Suweon 19 during their growing season in 1985. Soil temperature maintained with low (22.3°C), natural (25.9°C) and high temperature (30.5°C) over 24 hour. The results are summarized as follows;

1. Growth of sorghum plants was associated with increasing of soil temperature, while that of corn was reduced under high temperature(30.5°C). The highest plant height of corn was found at natural temperature (25.9°C). Sorghum had higher growth rate than corn plants in all temperature levels.
2. Assimilable leaf areas of the plants were greatly increased under high temperature both in sorghum and corn. Sorghum plants maintained almost same levels of leaf area during maturity stage, but those of corn were markedly decreased after milk stage.
3. The highest rates of photosynthesis were found at natura' soil temperature (25.9°C) both in sorghum(1.619 mg/s/m²) and corn plants(1.084 mg/s/m²). Under high temperature(30.5°C) the photosynthesis rates of the plants were decreased to about 1.553 mg and 0.404 mg for sorghum and corn, respectively. Low temperature (22.3°C) produced only a value of 0.775 mg for sorghum and 0.948 mg for corn.
4. Seasonal dry matter accumulation of sorghum increased in the order of high > natural > low soil temperature, but that of corn increased in the order of natural > high > low soil temperature, respectively.

緒 論

옥수수의 幼苗는 15°C 以下の 低溫에서는 잘 자라지 않으며 잎은 黃化하고 葉綠素含量은 낮아지며 炭素同化作用은 無視해도 좋을 程度이나 20°C 以上에서 正常的인 生育을 하며¹⁾ 晝間溫度가 높고 夜間溫度가 비교적 낮을때 가장 收量이 많았다.²⁾

수수에 있어서는 低溫(23/15.5°C), 短日(10hr.)에서보다 高溫(32.2/23.9°C), 長日(14hr.)일 때에 株當藥子數, 葉面積 및 節數가 더 增加했다는 報告³⁾가 있는가 하면 日長에 불구하고 大部分의 品種이 32/23°C보다 32/29°C의 高夜溫下에서 잎 出現率이 높아 高溫에서 잘 자라는 것이 立證되었다!⁴⁾

수수와 옥수수를 이른 봄에 播種한 後에 透明 pl-

astic film을 被覆하여 地温을 上昇시켰을 때 두 作物 모두 種實 및 whole crop silage 收量이 增加^{1,9)}한 反面 冷水(12~14℃)를 순환시켜 根圈의 温度를 26℃에서 22~23℃로 낮추었을 때 옥수수의 種實收量에는 큰 變動이 없었으나 수수의 種實收量은 減少하였다고 한다.²⁾

其他 作物에 對한 研究에서 사탕수수는 根部温度가 15.5℃에서 30.5℃로 上昇할때까지 乾物收量은 거의 直線的으로 增加하였고¹⁰⁾ 種實用 亞麻는 根圈의 温度가 15~20℃로 冷却됨에 따라 成熟은 自然되고 種實重 및 脂肪含量은 減少하였다.⁷⁾ 한편 大小 麥 및 北方型牧草等 低温作物의 根伸長 最適温度는 12~22℃이며⁵⁾ 알팔파는 30℃의 高温에서는 16℃의 低温에 比하여 總植物體重 및 뿌리乾物重이 현저히 감소했다고 한다.⁴⁾

本 研究은 수수와 옥수수의 生育期間中 土壤温度를 달리 했을때 두 作物의 生育과 乾物生産에 미치는 影響을 알고자 實施하였는바 그 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

供試作物 및 品種으로서는 수수의 pioneer 931과 옥수수의 水原19號를 사용하였다. 土壤温度는 低温, 常温, 高温의 3水準으로 하여 屋外 pot試驗으로 實施하였다. '85年 7月 1日에 直徑 30cm pot에 播種하고 7月 29日부터 温度處理를 始作하였다. 이때의 두 作物의 生育狀態는 옥수수가 草長 79.7±6.36 cm, 葉數 5~6枚였고 수수는 草長 65.5±7.11 cm에 葉數가 5~6枚였다.

pot內 土壤温度處理 또는 調節方法으로서 常温區는 pot內 床土表面의 높이가 外部地面과 一致하도록 pot를 埋立하였으며, 低温區는 地表面에 幅90cm, 길이 180cm, 깊이 30cm의 斷熱시킨 水漕를 만든다

음 防水處理한 pot를 넣고 冷却水(16~18℃)의 水位를 pot內 床土表面과 一致하도록 맞추었다. 高温區는 幅 90cm, 길이 180cm, 높이 35cm의 합석상자를 만들어 上面에 圓形구멍을 뚫고 pot를 장치하였다. 상자의 表面에는 黑色 paint를 칠하여 晝間에는 太陽熱에 依하여 加温되도록 하였고 夜間에는 100W 白熱電球 2個를 點燈하여 高温을 維持하였다. 低温區에서는 降雨等에 依하여 일단 pot內 床土가 過濕狀態가 되면 長期間 마르지 않으므로 降雨時에는 비닐을 씌워 비를 맞지 않도록 하였다. 處理始作後 每日 10, 13 및 16時에 調査한 10cm 깊이의 平均地温은 表1과 같다. 即 全期間 平均地温은 低温區 23.3℃, 常温區 25.9℃ 및 高温區 30.5℃로서 處理區間의 温度差異는 대략 4℃ 前後였으며 同一期間中の 平均氣温은 24.7±2.84℃였다.

結果 및 考察

生育期間中 土壤温度를 달리 했을때 두 作物의 時期別 草長의 增加傾向에 있어서 수수는 옥수수에 比하여 速度가 빠른 편이었다. 土壤温度別 反應에 있어서 수수는 土壤温度가 높을수록 伸長速度가 빠른 반면 옥수수는 常温>高温>低温의 順으로 常温에서 가장 빨랐다(Fig. 1).

株當 葉面積의 經時的 增加에 있어서는 두 作物間에 草長의 경우보다도 더욱 뚜렷한 差異가 있었다. 即 옥수수는 8月 26日 以後 生育末期에 들어가면서 葉面積은 急激히 減少하는 反面 수수에 있어서는 옥수수와 거의 비슷한 生育段階에 最終刈取時期(9月 23日)까지 빠른 速度로 增加하고 있었다(Fig. 2).

수수와 옥수수의 莖 및 葉等 部位別 乾物蓄積量에 있어서 두 作物 모두 줄기는 저온구에서 현저히 낮은 것은 同一한 편이나 地温이 높아지면서 옥수

Table 1. Soil temperature(°C) in experimental pots during the growing season, average of ten days, 1985.

Soil temperature treatment	August			September		Mean
	1-10	11-20	21-30	31-9	10-19	
Low	22.6	23.1	23.8	22.4	19.6	22.3±1.60
Natural	26.6	27.0	28.5	25.7	21.6	25.9±2.60
High	30.6	31.5	34.8	30.2	25.5	30.5±3.34

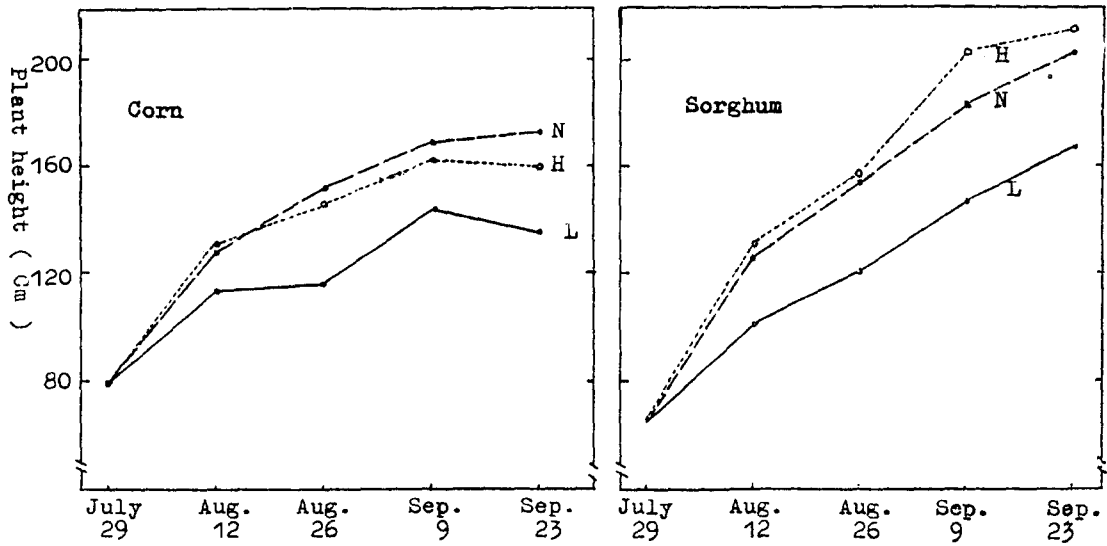


Fig. 1. Effect of soil temperature on plant height of corn cv. Suweon 19 and sorghum cv. Pioneer 931, 1985.

Note. H: high, N: natural, L: low soil temperature.

수 줄기는 高温區보다는 常温區에서, 乾物蓄積量이 많았고 수수는 반대로 高温區에서의 乾物蓄積量이 가장 많았다. 일의 경우에 있어서는 수수는 줄기의 경우와 같이 高温일수록 乾物蓄積量이 많고 生育後期까지도 그 증가추세는 계속되었으나 옥수수 같은 地溫處理間에 큰 差異가 없을뿐 아니라 生育後期에는 多少 減少하는 傾向이었다(Fig. 3). 한편 그림 3에 나타난 바에 依하면 總乾物重에 대한 일의 寄與度는 옥수수보다는 수수일이 월등히 높을 것임을 類推할 수 있다.

土壤溫度別 두 作物의 葉身中の 總葉綠素 含量에 있어서 수수는 低溫과 高温區에서 많고 常温區에서 적은 편이었으며 옥수수는 低溫區에서만 많고 常温 및 高温에서는 비슷하게 적은 편이었다(Table 2).

炭素同化率 및 氣孔抵抗(Table 3)에 있어서도 두 作物은 土壤溫度圈別로 差異있는 反應을 보이고 있다. 두 供試作物 모두 氣孔抵抗이 낮을 때에 同化

率은 높은 것은 同一하나 수수의 경우는 低溫區에서 氣孔抵抗이 가장 큼에 따라 同化率은 가장 낮았으며 高温일수록 氣孔抵抗은 적은 편이나 常温과 高温區 사이에는 大差없으며 同化率에 있어서는 常温과 高温區 사이에는 큰 差異없이 低溫區보다 높았다. 옥수수에 있어서는 常温下에서 氣孔抵抗이 가장 낮고 低溫과 高温에서 높았는데 特히 高温區에서 현저히 높았으며 그에 따라 同化率은 다른 두 溫度圈에 비하여 월등히 낮았다.

地溫別 수수와 옥수수의 生草 및 乾物의 經時的 增加는 表 4 와 같다. 수수는 옥수수에 비하여 低溫區(22.3°C)에서는 株當 乾物의 蓄積量이 全 期間에 걸쳐 낮은 편이었고 常温區(25.9°C)에서도 두 作物間의 收量差異는 低溫區와 비슷하였으나 高温區(30.5°C)에서는 수수의 乾物蓄積이 빠른 편으로서 수수는 根部溫度가 30°C 전후까지 높아질수록 乾物蓄積量이 많았다. 옥수수는 低溫區에서 乾物蓄積量

Table 2. Total chlorophyll contents(mg/g fresh wt.) in leaf of sorghum cv. Pioneer 931 and corn cv. Suweon 19 under different soil temperature, Sept. 10, 1985.

Crop and Variety	Range of soil temperature			
	Low	Natural	High	Mean
Sorghum (P. 931)	7.23	5.20	6.74	6.39
Corn (Suweon 19)	7.60	5.58	5.32	6.17

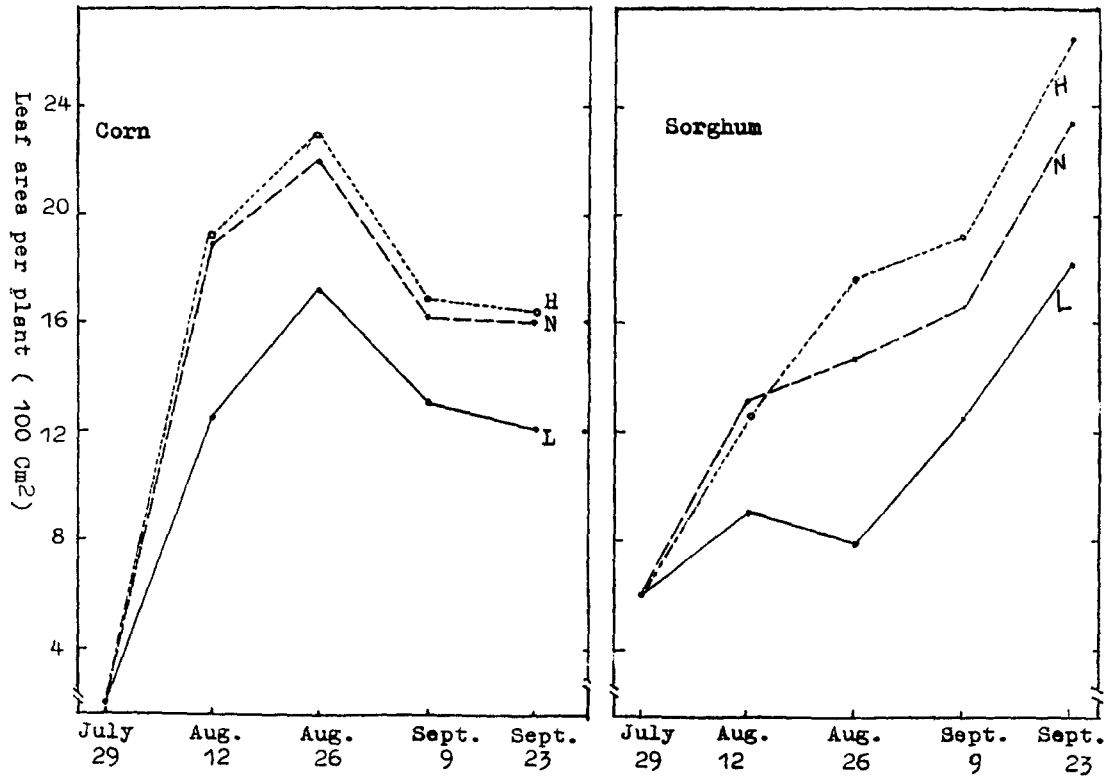


Fig. 2. Effect of soil temperature on leaf area per plant of corn cv. Suweon 19 and sorghum cv. Pioneer 931, 1985.

Note. H: high, N: natural, L: low soil temperature.

이 가장 적은 것은 물론이지만 常溫區와 高溫區 사이에 큰 차이는 없었으나 常溫區에서는 最終刈取時 까지 繼續 增加하는 反面 高溫區에서는 後期에 鈍化하는 것을 알 수 있다.

Table 3. Photosynthesis rate ($\text{mg s}^{-1} \text{m}^{-2}$) and stomatal resistance (cm s^{-1}) of sorghum and corn under different soil temperature.

Crop	Range of soil temperature			
	Low	Natural	High	Mean
Photosynthesis rate				
Sorghum	0.775	1.619	1.553	1.316
Corn	0.948	1.084	0.404	0.812
Stomatal resistance				
Sorghum	1.910	0.827	0.722	1.153
Corn	2.080	1.526	3.770	2.459

以上の 結果에서 옥수수는 비교적 높은 溫度下에서 生育이 良好하다는 Duncan等(1973)의 結果와는 一致하나, 20°C 以上이면 正常的인 生育을 한다는 Alberda(1969)의 結果와 根圈의 溫度를 22~23°C로 낮추었을때 옥수수 收量에는 별다른 變動이 없었다는 Adams等(1973)의 結果와는 약간의 差異가 있어서 平均地溫이 22.3°C인 本 研究의 低溫區에서의 生育은 상당히 低調한 편이었다.

한편 수수는 대체로 30°C 以上の 高溫에서 生育이 良好하다는 Escalada等^{8,11)}의 結果와 Dybing等^{7,10)}의 Seedflax 및 사탕수수에서의 傾向과 一致하는 反面 17°C 以下の 低溫에서도 비교적 잘 자란다는 Quinby等(1973)의 結果와는 약간 다른 傾向을 보이고 있다.

本 研究에서 수수와 옥수수를 비교할때 수수는 30°C 以上の 高溫에서 生育이 良好한 것으로 밝혀졌고 옥수수는 北方型 牧草等^{4,5)}과 같은 程度의 低溫에서는 生育이 不良하지만 수수보다는 多少 낮은 溫度下에서 生育狀態가 良好한 것으로 나타났다.

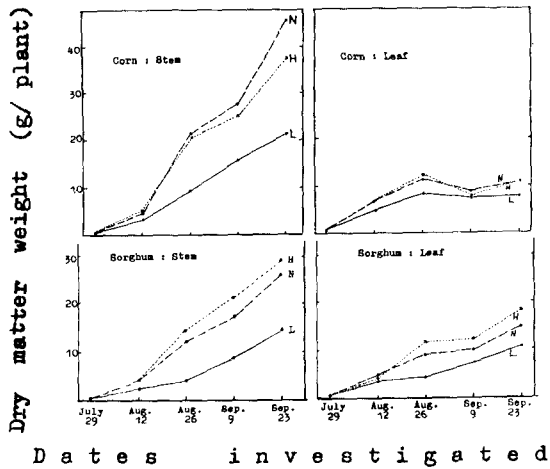


Fig 3. Effect of soil temperature on dry matter accumulation in stem and leaf of sorghum and corn, 1985.

Note. H: high, N: natural, L: low soil temperature.

Table 4. Effect of soil temperature on fresh and dry matter accumulation of sorghum cv. Pioneer 931 and corn cv. Suweon 19, 1985.

Soil temperature	Dates investigated	Sorghum (g/plant)			Corn (g/plant)		
		Fresh matter	Dry matter	Dry matter ratio	Fresh matter	Dry matter	Dry matter ratio
-	July 29	-	1.46	-	22.32	1.45	6.5
Low	Aug. 12	40.49	6.91	17.1	64.33	8.79	13.7
	Aug. 26	42.40	8.64	20.4	100.00	17.90	17.9
	Sep. 9	73.11	16.38	22.4	180.26	23.22	25.8
Natural	Aug. 12	70.96	9.27	13.1	98.48	11.74	11.9
	Aug. 26	113.60	20.92	18.4	170.40	32.76	19.2
	Sep. 9	122.84	27.03	22.0	152.51	36.60	24.0
High	Aug. 12	72.43	8.85	12.2	102.24	11.95	11.7
	Aug. 26	144.40	25.92	18.0	176.80	33.34	18.9
	Sep. 9	156.01	33.57	21.5	133.47	32.97	24.7

s/m²)에서 가장 낮았고 常温 및 高温下(1.619 및 1.553mg/s/m²)에서는 서로 비슷하게 높았으나 옥수수는 高温(0.404mg/s/m²)에서 가장 낮았고 低温과 常温(0.948 및 1.084mg/s/m²)에서 높았다. 氣孔抵抗은 두 作物 모두 光合成量과 反對의 傾向이있

摘要

수수와 옥수수의 生育期間中 土壤溫度의 差異가 生育 및 乾物蓄積에 미치는 影響을 알고자 1985年 屋外 pot試驗으로 實施하였다. 수수의 pioneer 931과 옥수수의 水原19號를 供試하고 土壤溫度는 低温(22.3℃), 常温(25.9℃) 및 高温(30.5℃)의 3水準으로 하였다.

1. 全 溫度水準에서 모두 수수는 옥수수보다 草長의 增加速度가 빨랐다. 低温區에서는 두 作物 모두 가장 느렸으며 수수는 高温區에서 가장 빠르고 옥수수는 常温區에서 가장 빨랐다.

2. 株當葉面積에 있어서 수수는 各溫度區 共히 生育後期까지 增加速度가 빨랐으나 옥수수는 8月26日(乳熟期)以後에 현저히 減少하였다. 溫度에 對한 反應은 草長의 경우와 거의 같았다.

3. 光合成量에 있어서 수수는 低温下(0.775mg/

다.

4. 時期別 乾物蓄積量에 있어서 수수는 高温 > 常温 > 低温의 順으로 高温일수록 많았으나, 옥수수는 常温 > 高温 > 低温의 順으로 常温에서 많은 傾向이었다.

引用文獻

1. Adams, J.E. 1970. Effects of mulches and bed configuration. II. Soil temperature and growth and yield responses of grain sorghum and corn. *Agr. J.* 62(6): 785-790.
2. Adams, J.E. and D.O. Thompson. 1973. Soil temperature reduction during pollination and grain formation of corn and grain sorghum. *Agr. J.* 65(1): 60-63.
3. Alberda, T.H. 1969. The effect of low temperature on dry matter production, chlorophyll concentration and photosynthesis of maize plants of different ages. *Acta Bot. Neerl.* 18(1): 39-49.
4. Barta, A.L. 1978. Effect of root temperature on dry matter distribution, carbohydrate accumulation, and acetylene reduction activity in alfalfa and birdsfoot trefoil. *Crop Sci.* 18(4): 637-640.
5. Cohen, Y. and N.H. Tadmor. 1969. Effects of temperature on the elongation of seedling roots of some grasses and legumes. *Crop Sci.* 9(2): 189-192.
6. Duncan et al. 1973. Insolation and temperature effects on maize growth and yield. *Drop Sci.* 13(2): 187-191.
7. Dybing, C.D. 1969. Maturity and yield of seedflax in controlled environments: Effects of root environment. *Crop Sci.* 9(5): 572-575.
8. Escalada, R.G. and D.L. Pluncnett. 1975. Ratoon cropping of sorghum: II. Effect of daylength and temperature on tillering and plant development. *Agr. J.* 67(4): 479-484.
9. Iremiren, G.O. and G.M. Milbourn. 1979. The influence of soil temperatures as controlled by mulching on growth and development of maize. *Annals of applied Biology.* 91(3): 397-401.
10. Mongelard, J.C. and L. Mimura. 1972. Growth studies of the sugarcane plant. II. Some effects of root temperature and gibberellic acid and their interactions on growth. *Crop Sci.* 12(1): 52-58.
11. Quinby, J.R. et al. 1973. Influence of temperature and photoperiod on floral initiation and leaf number in sorghum. *Crop Sci.* 13(2): 243-246.
12. Thomas, H. 1979. Effect of high soil temperature on sward production. *Herb. Abst.* 49(3): 147.