韓草誌(J. Korean Grassl. Sci.) 8(2) : 104~109, 1988

오차드그라스(*Dactylis glomerata* L.)品種들의 刈取에 따른 葉生長과 收量形成

Ⅰ. 오차드그라스 品種들의 季節別 葉의 再生과 組織形成

金熏基 · 李浩鎭

Leaf Growth and Forage Yield in Three Cultivars of Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) over Cutting Stages

Ⅰ. Seasonal regrowth and anatomy of leaves

Hoon Kee Kim and Ho Jin Lee

Summary

A field experiment was conducted in order to investigate the seasonal changes of leaf growth and related characteristics in three cultivars of orchardgrass; Potomac, Kay and Sumas. The results were summarized as follows:

1. Leaf elongation was increased in a nearly linear phase during first and third cutting stages. It was increased slowly in early 10 days to 15 days after cutting and increased rapidly thereafter during the rest cutting stages. In cultivars, Potomac was showed higher leaf elongation than other cultivars during all cutting stages. There was no difference of leaf width within cutting stages, but the leaf width of fall regrowth was narrow. Sumas had relatively short and wide leaves.
2. Leaf dry weight and leaf area in first cutting stage were larger than others. Leaf area was increased rapidly from 15 days after cutting and leaf weight was increased rapidly from 20 days over all cutting stages. The increase in leaf area and dry weight were slow down after 30 days.
3. Number of epidermal cells was increased rapidly after cutting and the rate of increase was slow down after 30 days. In a cross section of leaf tissue, the part of mesophyll was occupied with about 60% of total area and larger area than other tissues. Leaf tissue had a large vacancy at early growth period after harvest and was filled gradually with mesophyll. This result was related to the increase of leaf dry matter.

Ⅰ. 緖 言

作物의 栽培는 우리가 利用하는 부위의 生産性을 極大化하기 위한 努力으로 要約될 수 있는데, 栽培되는 여러가지 作物中에서 牧草의 경우는 收穫의 대상이 榮養生長器官인 葉이기 때문에 葉 그 자체의 生長은 收量과 직결되는 중요한 의미를 갖는다고 하겠다.

牧草의 收量, 즉 葉生長의 變化는 통상 乾物重으로 表現되며 乾物重의 增加는 葉面積의 增加로 이루어진다. 또한 葉面積의 增加는 여러가지 葉 內外部의 形態的인 變化 및 分裂, 伸張의 結果로 나타나게 된다고 할 수 있다.

牧草의 收量增加를 위한 葉面積의 確保는 葉의 길이 伸張과 葉幅의 增加라는 두가지 要因에 의해서 左右된다고 할 수 있고[1,6,7] 또, 分蘖當 收量은

서울大學校 農科大學 農學科(Department of Agronomy, Seoul National University, Suwon, 440-744, Korea)

分蘖內의 葉에 의한 葉面積의 確保가 중요한 要因으로 作用하게 된다[2,8]. Hoveland[2]는 몇가지 北方型 牧草에서 葉面積의 增加速度가 生産性과 密接한 關係를 갖는다고 하였으며, 그 후 Nelson등[5]은 tall fescue에서 葉面積 增加速度(LAER)가 分蘖當 收量의 指標로써 가장 좋다고 할 수 있으며, 또한 LAER이 光合成 産物의 分布와 草型發達의 指標로도 利用될 수 있다고 하였다. 또한 Leavitt[4]는 alfalfa에서 葉面積이 클수록 單位面積當 純光合成速度는 떨어지지만, 個體當 光合成 速度가 빠르고 收量이 많기 때문에 유리하다고 報告하였다.

多年生 作物인 牧草는 年中 여러 回에 걸쳐서 刈取를 할 뿐만 아니라 특히 우리나라와 같이 年中 氣候의 變化가 심한 地域에서는 各 時期別로 環境과 生育間의 相互關係가 달라지게 되기 때문에 葉의 生長은 매우 複雜하고도 多樣한 形態로 나타나게 된다. 그러므로 圃場狀態下에서 牧草 葉의 形態的 變化를 硏究하는 것은 중요한 의미를 갖는다고 하겠다.

本 實驗에서는 우리나라에서 單播 및 混播로 많이 栽培되고 있는 오차드그라스를 材料로 圃場狀態下에서 生育時期 및 刈取와 乾物重 變化를 調査하였으며, 乾物重 確保에 重要한 葉面積, 葉길이, 葉幅 등 外部의 形態的인 變化와 葉 內部의 變化를 觀察하여 季節別 葉의 形態形成과 組織形成의 과정을 알아보고자 하였다.

Ⅱ. 材料 및 方法

本 實驗은 오차드그라스(*Dactylis glomerata* L.)의 3品種 Potomac, Kay 및 Sumas를 각각 단파하여 造成한 후 2年째가 되는 1986년에 서울大 農大 實驗圃場에서 실시되었다.

실험구는 각 品種當 2.5kg/10a 수준으로 15cm 간격으로 條播하였다. 造成된 포장의 土壤特性은 다음과 같았다.

Table 1. Chemical properties of the soil used.

pH (1:5)	OM (%)	Available P_2O_5 (ppm)	CEC	Total N (%)	Exchangeable cation (me/100g)		
					Mg	Ca	K
5.4	1.8	79	10.1	0.05	0.39	3.20	0.22

施肥는 基肥로 越冬後 10a當 成分量으로 燐酸 15kg, 加理 15kg을 施用하였고, 窒素는 20kg을 4回에 걸쳐 越冬後 및 刈取後에 1/4씩 分施하였다. 1次刈取는 6月8日, 2次刈取는 7月18日, 3次刈取는 8月27日, 4次刈取는 10月5日에 各各 地上部 7cm 높이로 잘랐다.

葉 伸張에 대한 諸 要因들, 즉 葉길이, 葉幅, 葉面積 및 葉重은 매 再生時期동안 5日 間隔으로 測定하였다. 葉길이는 바로 前 刈取時 잘려진 부분부터 葉의 맨 끝부분까지의 길이로 測定하였으며 刈取後 再生하는 첫번째 葉을 그 대상으로 하였다. 또한 葉幅은 測定 當時 生長된 葉의 가장 中央 部位를 택하여 測定하였다.

葉의 表皮細胞는 李 등의[10] 方法에 따라 表面과 裏面의 模寫를 뜨고 光學현미경 아래에서 micrometer로 길이를 환산하고 해당면적당 표피세포수를 세었다.

葉內의 組織變化를 觀察하기 위하여 葉身 中央部位를 10cm 정도의 길이로 잘라, F.A.A. (formalin-alcohol-acetic acid)로 約 3日間 固定시킨 後, 長期保管을 위하여 75% alcohol에 넣어 두었다. 脫水는 n-butyl alcohol을 사용했으며 paraffin (paraplast. Monoject co.)을 embedding한 後에 rotary microtome으로 10μm 두께로 잘랐다. 染色은 toluidine blue 0(1% solution in water)로 使用하였으며 canada balsam을 바르고 cover한 뒤 觀察하고 사진을 찍었다. 또한 內部組織에서 各 部位의 比率을 구하기 위하여 사진을 찍은 뒤 가로, 세로가 各各 0.3mm인 平行線을 그어 이 판에 올려 놓은 뒤 面積을 구하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 葉의 形態的 形質들의 季節別 變化

하나의 葉을 대상으로 하였을 때 葉面積은 葉길이의 變化 및 葉幅의 變化, 두가지 要因에 의해서 決定된다고 할 수 있다. 이들 中에서 먼저 葉길이 伸張의 變化를 보면 봄과 초가을의 1次 및 3次 刈取時期에 葉길이가 가장 길었으며, 4次 刈取期에서 가장 짧은 것으로 나타났다. 葉길이의 伸張은 1次 및 3次 刈取期에서는 거의 직선적으로 增加를 했으나, 2次 및 4次에서는 刈取後 初期 10~15日

정도까지는 서서히 增加를 하다가 그 이후 빠르게 增加하였으며, 35日 以後에는 增加速度가 많이 떨어지는 것으로 나타났다(Fig. 1).

오차드그라스 세 品種들은 季節別로 葉의 伸張이 비슷한 樣相을 보이고 있는데, Potomac이 全 生育期에서 길이伸張이 가장 빠르게 나타났으며, 1次 刈取期에서 刈取前 68cm 정도까지 자라 다른 時期에 비하여 높은 伸張을 보이고 있었다. Kay는 1次 刈取前에는 65cm까지 伸張했으나, 그 以後 2次 및 4次에서는 훨씬 떨어졌으며, Sumas는 모든 刈取期에서 다른 두 品種에 比하여 葉의 伸張이 不良하였다.

葉幅은 4次 刈取를 除外하고는 큰 差異를 보이지 않았는데, 各 刈取期에서 刈取直前까지 거의 직선적인 增加를 나타내었다. 4次 刈取期에서는 葉幅의 增加가 다른 時期에 비하여 현저히 낮았으며, 約 25日까지 增加를 하다가 그 以後는 거의 變化를 나타내지 않았다. 이는 4次 刈取時期가 다른 時期에 비하여 日長이 짧아지고 溫度도 낮았기 때문이다.

葉面積은 葉의 길이와 葉幅에 의하여 결정되므로 이들 두 要素의 증가가 큰 1次 刈取期에서 가장 큰 엽면적을 보였고 4次 刈取期에 가장 작았다. 또한 葉길이 伸張과 마찬가지로 刈取후 15日경부터 엽면적의 증가속도가 빨라졌고 30日 이후에는 약간씩 둔화되는 경향이었다. 葉의 형태변화가 봄, 여름철에는 길고 넓은 型으로 자라는 반면 가을에는 葉幅 증가가 상대적으로 작아 좁고 가느다란 葉으로 변하였다.

葉의 乾物重은 3品種 모두 各 時期別로 비슷한 變化를 나타내고 있었는데, 1次 刈取期에서 葉 乾物重이 가장 높은 狀態였으며, 4次 刈取期에서 가장 낮았다. 또한 各 刈取期別 變化는, 보통 15~20일까지는 增加가 완만하게 일어나지만, 그 以後 빠른 增加 양상을 보이고 있었으며, 30日 以後에는 增加幅이 크게 鈍化되거나 더 이상 增加를 하지 않는 傾向이었다. Taylor 등[9]에 의하면 오차드그라스의 葉은 4주 정도에 乾物重이 최대에 도달하였고 그 以後에는 老化되어 간다고 報告하였다.

品種別로는 Potomac이 他 品種에 비하여 모든 刈取期에서 葉 乾物重이 높게 나타났으며, Sumas가 가장 낮은 狀態였다.

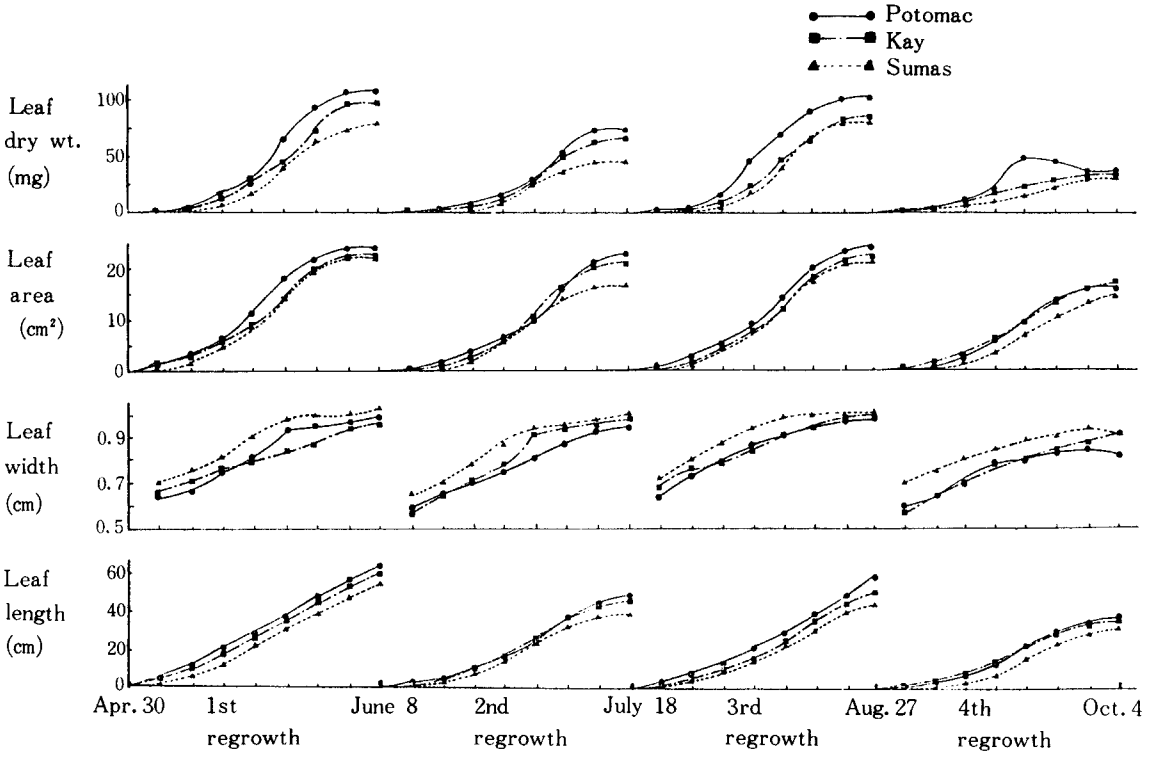

Fig. 1. Leaf growth and dry weight increase during regrowth in three cultivars of orchardgrass

葉의 形態形成은 生育期間의 환경조건에 영향을 받아 이루어 지는 것으로 특히 溫度와 日長의 영향이 크다.

Robson[6]은 溫度 變化가 tall fescue의 葉길이 伸張에 의한 收量 增加에 影響한다고 하였으며, Hoveland[2]은 *Phalaris* 속의 몇가지 草種에서, 圃場狀態下에서 日平均氣溫이 24℃ 정도일 때가 13℃ 정도일 때보다 葉面積의 增加速度가 더욱 빠르게 增加하며, 30℃ 以上일 때는 速度가 매우 느리다고 報告하고 있다.

또 適溫의 조건이라면 長日상태에서 葉의 發達은 빠르게 진행되며 乾物의 集積도 신속하였다. 夏枯期에 해당하는 2次刈取期에는 葉의 길이나 폭에서는 큰 변화를 보이지 않았으나 乾物重의 감소가 현저하였고, 品種別로는 Sumas가 민감한 반면 Potomac은 高溫조건에서도 그다지 감소가 크지 않아 耐高溫性이 큰 品種으로 나타났다.

2. 葉組織의 發達

葉의 형태형성은 기본적으로 內部組織의 발달과 병행하여 이루어 지는 것이므로 刈取期별로 解剖構造를 조사하였다.

葉의 面積 增加는 表皮細胞의 數的증가와 크기의 증대로서 나타나지만 數의 증가가 주로 관여하는 것으로 알려져 있는데[3] 各 時期別 表皮細胞의 表面과 裏面의 合은 다음 Fig. 2와 같았다.

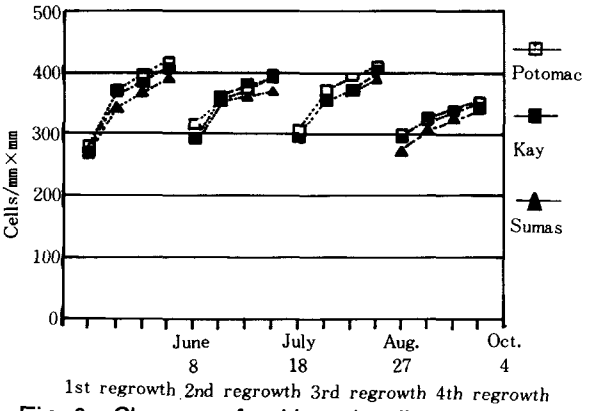

Fig. 2. Changes of epidermal cell number during regrowth in three cultivars of orchardgrass.

單位面積當 表皮細胞의 數는 刈取初期 보다는 後期로 갈수록 크게 增加하고 있으며, 특히 10~20日 사이의 增加가 다른 期間에 比하여 더욱 큰 幅을 보이고 있었다. 또한 刈取後 30日 정도가 되면 前刈取期의 最終 細胞數에 近接하는 傾向이었으며 刈取 20~30日 後에는 表皮細胞數의 增加가 많이 鈍化되는 양상을 나타냈다.

各 刈取期別로는 1次 및 3次 刈取期에서 葉의 表皮細胞數가 다른 時期에 比하여 많았으며 4次에서 가장 낮았다. 이러한 傾向은 葉 乾物重의 變化와 同一한 結果라고 할 수 있다.

品種別로는 Potomac이 表皮細胞의 數 및 增加幅이 가장 컸으며 Ssmas는 數에서 뿐만 아니라 增加速度도 낮은 狀態였다.

葉이 再生하는 동안 내부의 組織形成 과정을 파라핀切片을 제작하여 관찰하였다. 刈取후 재생이 시작되는 초기에는 葉肉組織이 충실치 못하였고 세포간공극과 通氣組織이 많이 차지하였으나 후기로 갈수록 葉肉組織이 증가하였고 세포내용물이 充滿하여졌다(Fig. 3).

한편 각 조직들이 葉의 斷面積에서 차지하는 비율을 보면 刈取期別로는 별다른 차이는 보이지 않았다. 그러나 가장 큰 부분을 차지하는 葉肉組織은 刈取후 40일까지는 조금씩 증가하는 경향이었으며 그 비율은 Potomac의 경우 55~61% 정도였으나 Sumas는 52~57%였다. 가축이 소화하기 어려운 維管束조직과 表皮조직들은 후기로 갈수록 치밀하여졌고 세포벽이 두터워졌다. 細胞間隙은 초기에는 약 20% 정도였으나 점차 감소하여 刈取 直前에는 약 10% 정도로 줄어들었다(Fig. 4).

이러한 변화는 단위 엽면적당 무게인 Specific Leaf Weight (SLW)와 관련되어 목초의 乾物重 증가와 수량구성의 한 要因으로 作用하고 있다.

Ⅳ. 摘 要

오차드그라스 品種들의 季節別 再生葉들의 生長을 形態와 組織形成 과정을 통하여 비교하였다. 본 연구에 사용된 品種은 Potomac, Kay, Sumas이었고 年 4回刈取를 실시하고 각 再生期別로 葉長, 葉幅, 葉面積, 葉乾物重의 變化를 추적하였고 葉內部 組織의 充實상태를 葉肉細胞의 比率로서 표시하였다.

1. 葉의 길이 伸長은 1次와 3次刈取期에는 거

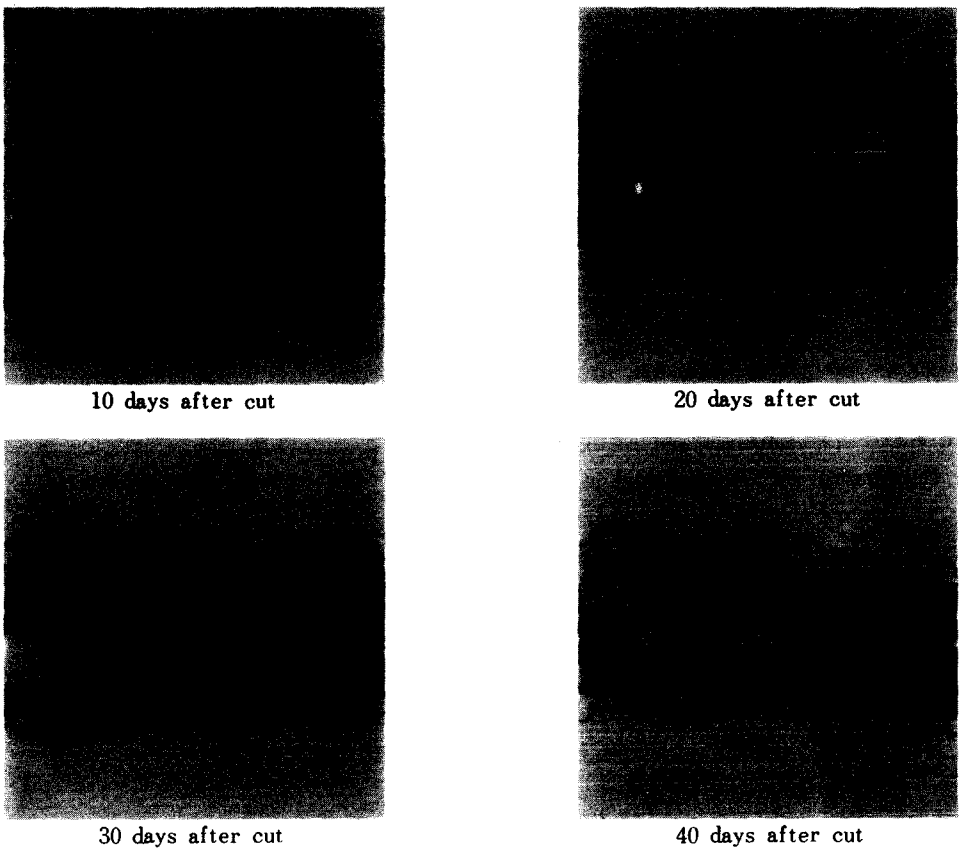

Fig. 3. Cross-section anatomy of 'Potomac' orchardgrass leaf blade at third cutting stage.

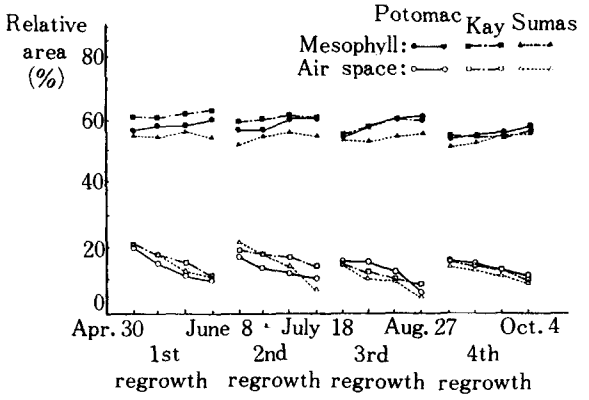

Fig. 4. Relative area occupied by mesophyll tissue and by air space during each regrowth periods in three cultivars of orchardgrass

의 직선적인 증가를 보였으나 2次와 4次의 刈取에서는 再生 初期 10~15日까지는 느린 증가를 보이다가 그 以後 伸長速度가 빨라졌다. 品種別로는 Potomac이 전 生育期에 걸쳐 가장 빠른 伸長을 나타내었으며 Sumas가 가장 느렸다. 葉幅은 時期別로 큰 변화를 없었으나 가을에 再生葉은 줄어드는 경향이었고 Sumas 品種이 비교적 넓은 葉을 가졌다.

2. 各 葉의 乾物重 및 葉面積은 1次 刈取期에서 가장 높았으며, 葉面積은 刈取後 15日부터, 乾物重은 20日頃 以後부터 빠르게 增加했다. 그러나 30日 以後에는 그 變化幅이 상당히 鈍化되고 있었다.

3. 葉面積과 關係를 갖는 表皮細胞의 數는 刈取後부터 크게 增加하고 있었으며, 30日 以後에 增加幅이 鈍化되었다. 葉 構成組織中에는 葉肉細胞가 가장 많은 部分을 차지하고 있었다. 葉肉細胞는 刈取直後 많이 비어 있었으나 차츰 充實해져 細胞間隙의 比率이 減少하였으며, 이는 乾物重의 增加와 關係가 있음을 알 수 있었다.

V. 引用文獻

1. Horst, G.L., C.J. Nelson, and K.H. Assay. 1978. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotype. Crop Sci. 18:715-719.
2. Hoveland, C.S., H.W. Foutch, and G.A. Buchnan. 1974. Response of *Phalaris* genotypes and other cool-season grasses to temperature. Agron. J. 66:686-690.
3. Humphries, E.C. and A.W. Wheeler. 1963. The physiology of leaf growth. Ann. Rev. of Plant Physiol. 14:385-410.
4. Leavitt, J.R.C., A.K. Dobrenze, and J.E. Stone. 1979. Physiological and morphological characteristics of large and small leaflet alfalfa. Agron. J. 71:529-532.
5. Nelson, C.J., K.H. Assay, and D.A. Sleper. 1977. Mechanism of canopy development of tall fescue genotypes. Crop Sci. 17:449-452.
6. Rhodes, I. 1969. The relationship between productivity and some components of canopy structure in ryegrass (*Lolium perenne* L.). I. leaf length. J. Agric. Sci. 73:315-319.
7. Robson, M.J. 1974. The effect of temperature on the growth of 'S 170' tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). IV. Leaf growth and tiller production as affected by transfer between contrasting regimes. J. Appl. Ecol. 11:265-279.
8. Robson, M.J., and O.R. Jewiss. 1968. A comparison of British and North African varieties of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). III. Effects of light, temperature and day length on relative growth rate and its components. J. Appl. Ecol. 5:191-204.
9. Taylor, T.H., J.P. Cooper, and K.J. Treharne. 1968. Growth response of orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) to different light and temperature environments. I. Leaf development and senescence. Crop Sci. 8:437-440.
10. 李浩鎭, 尹進一, 李光會. 1981. 麥類의 氣孔擴散抵抗의 日中變化와 葉位別 氣孔의 分布. 韓作誌 26(1) : 45~50.