

遮光의 程度가 여름상치의 生育 및 體内成分含量에 미치는 影響

朴庸奉*, 金龍贊**

Effect of Various Levels of Shade on the Growth and
Contents of Compound of Summer Lettuce (*Lactuca sativa* L.)

*Yong-Bong Park**, *Yong-Chan Kim***

Summary

Cool season vegetable, lettuce, which are difficult to cultivate on hot summer season were grown under several level of shading. The shade levels were natural daylength 55% and 70% respectively.

The results are summarized as follows:

- 1) Air and soil temperature were reduced as shade increased. Especially degree of shading showed marked influence on soil temperature.
- 2) Leaf length elongated more rapidly under 55% shade than in unshaded.
- 3) Leaf number, leaf weight and stalk weight, in general, increased under natural daylength. However, there is no difference in leaf width.
- 4) Chlorophyll contents (total chl, and chl a, b) increased more higher than in unshaded daylength.
- 5) Total vitamine C contents decreased under 55% and 70% shade comparison to daylength. However, there is no difference between 55% and 70%.

序 論

상치는 比較的 서늘한 기후하에서 生長이 잘 되는 好冷性 菜蔬로서 耐暑性은 약하다. 生育期間中

溫度가 높아지면 抽苔, 쓴맛이 增加, 生理的 高溫 障害 및 여러가지 병에 걸리기 쉽다. 一般의으로 상치는 長日植物로 區分되고 있으나 꽃눈分化에는 高溫條件만이 關係하고 抽苔에는 高溫과 長日條件이 함께 關係 한다고 한다(平岡, 1967). 植物體의 生育에 미치는 遮光效果에 關係서는

* 농과대학 원예학과 (Dept. of Horticulture, Cheju Univ., Cheju-do, 690-756, Korea)

** 농과대학 원예학과(대학원생)

많은 報告가 있다. 주로 遮光에 依해 중요한 生育 環境인 照度, 氣溫 및 地溫이 低下하는데 특히 地溫에서 差異가 크다(Cooper and Quaels, 1967., McGinnies 1966). 이러한 環境差에 따라 遮光은 植物의 乾物重을 減少시키고 草長, 줄기의 伸長등을 促進한다는 사실이 여러 植物에서 알려졌고(加藤 1964, Lockhart, 1961, Tamaki and Naka 1972). 葉數에 있어서는 增加한다는 報告가 있는 가 하면 반대로 減少한다는 報告도 있다(Calvert 1959, Crookston 等 1975). 이것은 植物體의 生長과 發育에 미치는 遮光效果가 植物의 種類, 品種, 遮光程度에 따라 그 反應이 다르다는 것을 意味하는 것이다.

Lockhart(1961)는 강남콩은 90%까지의 遮光에서도 줄기의 伸長이 促進되었으나 완두는 75%에서도 抑制되고 加藤(1964)는 상치 Wayahead 品種은 20,000Lux 以下, Great lake 54는 50,000Lux 以下에서 生長이 各各 促進되어 品種間 遮光效果의 差異가 뚜렷하다고 하였다. 또한 이들은 遮光에 依한 生育反應은 植物호르몬 代謝와 관련시켜 推定하였는데 그 根據로서 遮光에 의해 生育이 促進될 때 頂端部分에서 지베렐린 含量이 同時에 增加하는 것을 觀察하였다. 따라서 높은 光度에서의 生育抑制는 内生지베렐린의 결여에 의한 것이며 光合成產物의 不足에 基因되는 것으로 판단되고 있다.

植物에 미치는 遮光效果는 매우 多樣하여 탄수 화물 등의 成分 및 葉의 形態 解剖學的인 變化를 招來하는가 하면 단위 葉重量當 葉綠素 含量을 增加시키고 光合成에 관련되는 酵素의 活力을 크게 감소시킨다는 事實들이 報告되었다(cooper and Quaels, 1967, Conover and Poole 1974, Crookston 等, 1975, Salisbury and Ross, 1980). 그러나 중요한 사실은 대부분의 경우 植物 營養器官은 遮光에 依해 一定水準까지는 增加한다는 것이다. 따라서 主利用部位가 영양기관인 葉根 葉類의 여름 遮光栽培는 어느정도 可能한 것으로 보여지고 있다. 따라서 比較的 서늘한 氣溫에서 生育이 良好한 葉類를 한여름 平地에서 栽培한다는 것은 어려운 일로서 현재 이들 葉類의 대부분이 高冷地栽培에 의존되고 있으므로 그 生育 및

價格이 매우 不安定한 實情이다. 따라서 여름 平地 栽培方法의 開發이 시급한데 遮光의 程度를 달리했을 경우 상치의 生育反應을 比較檢討함으로써 여름철 平地 栽培에 적합한 基礎의 資料를 얻기 위하여 本實驗을 遂行하였다.

材料 및 方法

本實驗은 1992年 6月 24일부터 7月 30일까지 濟州大學校 農科大學 부속실험 농장에서 實施되었다. 供試品種은 치마상치를 지피포트에 育苗하여 本葉이 5~6枚 전개되었을 때 제식거리 25×25cm 간격으로 定植하였다. 遮光材料는 옥색, 포리에스터 不織布 遮光網(상품명 가리소)을 利用하였다. 遮光方法은 5×7.6×1.8m의 플라스틱 하우스를 만들어 상기 차광망으로 70% 55%의 차광처리와 자연일장(ND)상태로, 난괴법 3반복으로 하여 播種後 收穫까지의 管理는 재주진흥원 경중 기준에 準하였다.

葉綠素分析은 試料의 生體重 2g씩 採取한 後 증류수로 數回 洗滌하고 80% acetone을 加해 마쇄한 다음 filter paper를 부착한 buchner funnel로 여과시키고 殘渣에 다시 80% acetone을 加해 同一한 過程을 反復한 後 총량이 400㎍가 되도록 調整하여 UV-spectrophotometer로 흡광도를 測定하였다.

비타민 C의 分析은 生體重試料 10g에 Acetyl meta-phosphate 10㎍/ℓ 용액을 넣어서 마쇄한 後 3000rpm에서 15분동안 원심분리하였다. 상등액 2㎍을 取하고 Indophenol용액 1방울을 가한 後 meta phosphate thiourea 2㎍과 dinitrohydrazine 용액 1㎍을 各各 가한 後 37℃의 water bath에서 3時間동안 방치하였다. 그 後 85% 황산 5㎍을 加하여 1分동안 혼합시키고 다시 냉각시켰다. 30~40分동안 保溫에 방치했다가 540nm의 파장에서 spectrophotometer로 吸光度를 測定하여 總비타민C의 含量을 구하였다.

全糖과 還元糖의 分析은 試料를 採取하여 65℃의 오븐에 넣어 72時間 乾燥시킨 後 60mesh로 粉碎하여 desicator에 보관하여 수시로 꺼내어

Somogyi-Nelson (Somogyi 1952) 法으로 分析하였다.

測定한 실험기간중 平均氣溫과 地溫을 나타낸 것이다.

結果 및 考察

遮光程度가 클수록 氣溫은 낮았으며 氣溫보다 地溫이 差異가 많아서 70% 遮光區는 露地보다 2~3°C程度 낮았다. 氣溫은 오후 15時에서 가장 높았으나 遮光程度에 따른 差異가 크지 않았고 地溫

그림1은 毎日 오전 6時와 오후 15時와 18時에

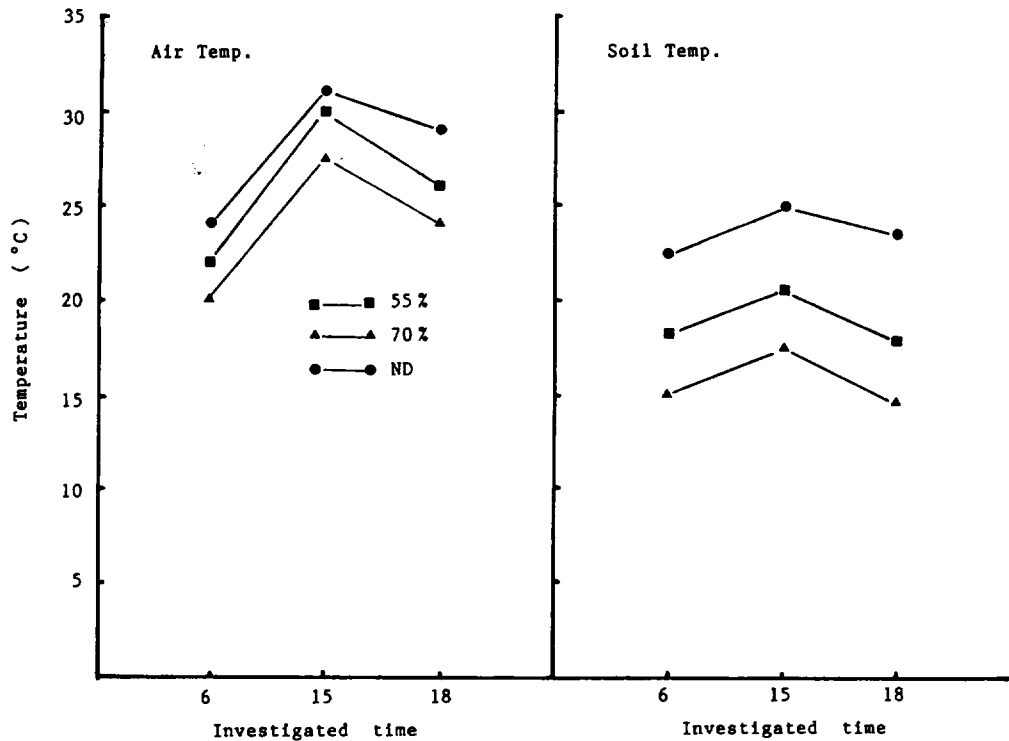


Fig. 1. Daily fluctuation of air and soil temperature under various levels of shade during the experiment.

Table 1. Effect of level of shading on the leaf length, leaf number leaf width, leaf weight of summer lettuce

Item treatment (%)	leaf length (cm)	leaf width (cm)	leaf weight (g)	stalk length (cm)	Stalk weight (g)
ND	26.2	15.1	457.2	19.0	84.6
55	30.8	15.5	310.3	18.4	53.2
70	29.8	15.4	290.4	16.4	46.2
LSD 5%	1.5	NS	70.1	NS	18.9

ND : Natural Daylength.

Table 2. Effect of level of shading on the chlorophyll contents of summer lettuce

Item treatment (%)	Total (mg/g)	Chl. a (mg/g)	chl. b (mg/g)	chl a/b
ND	2.35	1.41	0.94	1.50
55	2.58	1.60	0.98	1.63
70	2.42	1.46	0.96	1.52
LSD 5%	NS	NS	NS	NS

ND : Natural Daylength.

은 氣溫과는 多少 달라서 處理間에 差異를 나타내었다.

遮光의 程度가 상치의 生育에 미치는 影響은 表 1에 나타난 바와 같다. 葉長은 遮光에 依한 伸長이 뚜렷하였는데 55% 遮光區에서 가장 길었고 잎의 分化는 自然日長區(ND)에서 많았으며 葉幅에는 큰 差異가 없었다. 그리고 遮光程度가 작을 경우에 즉 自然日長에서 生體重 및 花경중의 增加가 뚜렷하였으나 70% 遮光區에서는 減少하는 傾向을 보였다. 이는 지나친 光度의 低下는 植物生長에 必要한 光合成能力이 低下때문이라 생각되며 Lockhart(1961)에 의하면 一定限度까지의 遮光은 줄기의 伸長을 促進하지만 그 以上 또는 以下에서는 伸長이 抑制되는데 그 原因으로서 지나치게 낮은 光度는 光合成 能力을 低下시키고 반면 너무 높은 光度에서는 지베렐린의 生成이 이루어지지 않기 때문이라 한것과 같은 結果라 여겨진다. 그러나 文과表(1981)은 차광하에서 상치의 生體와 乾物重이 오히려 增加한 것과 相值된 결과이라 상치는 播種後 약 30여일만에 收穫이용이 可能하였는데 이때 遮光處理別 줄기伸長 差異가 많았다. 이것은 光度, 溫度등의 環境要因에 依한 것으로서 遮光이 頂芽部에 있어서의 지베렐린 生成을 增大시킨 結果라 推察된다.

表2는 遮光處理에 따른 葉綠素 含量을 나타낸 것인데 總葉綠素, 葉綠素 a, b의 含量이 遮光程度가 높을수록 많아지는 편이었는데 차광은 自然日長(ND)에 比해서 氣孔數, 葉肉組織細胞를 減少시키고 葉上조직의 배열을 흐트러 잎두께를 얇게하는 傾向이 있으며 또한 酵素의 活力을 감소시켜 光合成을 크게 저해한다. 한편으로 遮光에 의해

葉綠體에 含有된 澱粉粒이 작아지고 단위중량당 葉綠素含量은 增大하다는 것이 알려져 있다 (Cooper and Qualls, 1967, Salisbury and Ross, 1980). 文과表(1981), 김(1987) 및 Powles와 Critchley(1980)도 遮光處理는 植物體의 葉綠素 含量을 增加시킨다고 報告하였고 Bjorkman(1968)도 陰地性인 植物을 強光下에서 자라게 하면 葉綠素含量이 減少한다고 報告한바 있다.

高等植物에 있어서 葉綠素 a/b의 比率은 대개 3.0程度라고 하는데 배추, 시금치, 상치의 경우는 그 보다 훨씬 적었다고 報告하였다(文과表, 1981). 다만 Boardman(1977), Powles와 Critchley(1980)는 低光度下에서 生育한 植物은 葉綠素 比率이 낮아진다고 하였는데 本 試驗에서는 葉綠素含量 a/b의 値는 큰 差異가 있었다. Boardman(1977)에 의하면 生體重當 葉綠素 a+b의 量(mg/l)은 陰生植物에서 3.0程度이고 陰生植物에서는 2.0程度가 된다고 하였다.

表3은 遮光程度에 따른 상치의 비타민C의 含量을 나타낸 것인데 自然日長(ND)에 比하여 55%, 70%의 遮光區가 總비타민 C가 減少하였고 55%와 70% 間에는 큰 差異가 없었는데 산화형 및 환원형비타민에서도 같은 傾向을 나타내었다. 시금치의 경우는 寒冷紗 1점으로 遮光하면 비타민C의 含量이 70%로 줄어들고 그의 딸기, 토마토, 고추로 果實에 봉지를 씌우면 80%로 減少하여 溫室의 弱光下에서 栽培된 葉菜類의 비타민C의 含量은 露地의 것보다 절반밖에 안된다고 하였다 (Powles and Critchley, 1980). 長日狀態에서 栽培된 菜蔬는 短日에서 栽培된 것보다 비타민C의 含量이 많다는 報告도 있다(金 1991).

Table 3. Effect of level of shading on the vitamin contents of summer lettuce

Item treatment (%)	Total Vitamine (mg/100mg)	Oxidation type (mg/100mg)	Reduced type (mg/100mg)
ND	11.2	5.9	5.3
55	6.1	3.6	2.5
70	7.9	4.7	3.2
LSD 5%	1.5	0.8	1.8

ND : Natural Daylength.

Table 4. Effect of level of shading on the total sugar, reducing sugar and nonreducing sugar contents of summer lettuce (*Lactuca sativa* L.)

Item treatment (%)	Total sugar (mg/g. d. w)	Reducing sugar (mg/g. d. w)	Nonreducing sugar (mg/g. d. w)
ND	25.4	12.3	13.1
55	19.9	9.3	10.7
70	20.3	5.9	14.4
LSD 5%	2.1	1.5	2.5

ND : Natural Daylength.

表4는 遮光程度에 따른 總糖 환원당, 비환원당의 含量을 나타낸 것이다.

總糖은 自然日長區에서 많았고 70%區 55%區 순으로 增加하였다. 환원당은 自然日長區, 55%區 70%區 순으로 增加하였으나 비환원당은 총당과 같은 傾向으로 增加 양상을 보여 各處理間에 有意 差를 나타내었다.

莖葉의 伸長에 미치는 遮光의 程度는 作物의 程類 또는 品種에 따라 다르다. 一定限度까지는 遮光은 줄기의 伸長을 促進하지만 그 이상과 이하에서는 伸長이 抑制되는데 그 原因은 이들은 光合成 能力을 低下시키고 또한 너무 높은 光度下에서는 지베렐린의 生成이 이루어지지 않기 때문이라 하였다(Lockhart, 1961).

植物體에 미치는 차광효과는 매우 多樣하여 탄수화물등의 成分 및 葉의 形態解剖學的인 變化를 招來하는가 하면 단위 葉重量 당 葉綠素含量은 增加시키고 光合成에 관련되는 酵素의 活力을 크게

감퇴시킨다는 事實들이 報告되었다(Cooper and Qualls, 1967, Tamaki and Naka, 1972). 위의 報告들을 볼때 本實驗의 경우도 遮光의 程度가 높을수록 自然日長에 比하여 糖含量이 減少된것은 生育이 지연됨은 물론 葉數의 확보도 적은 관계로 光合成能力이 低下된 때문이라 생각된다.

최근 화학섬유산업이 發達로 耐久力이 크고 實用的인 遮光材料가 多樣하게 開發普及되고 있으며 여름 遮光栽培는 겨울하우스의 프레임을 利用할 수 있으므로 여름철 재배가 어려운 상치물 비롯한 주요 葉菜類別로 遮光栽培方法을 보다 精밀하게 研究開發하면 端境期の 葉菜類生産과 農家所得增대에 크게 기여할 것으로 생각된다.

摘 要

高溫氣 生育이 不良한 主要葉菜類中이 하나인

상치를 각각 55%와 70% 遮光 및 自然日長下에서 栽培하여 地上部の 生育反應과 體內 엽록소, 당함량 및 비타민 含量을 調査하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

- 1) 遮光程度가 클수록 氣溫 및 地溫이 낮았으며 특히 地溫이 현저하게 낮았다.
- 2) 葉長은 遮光에 의한 伸長이 뚜렷하여 55% 區에서 가장 길었다.

3) 葉數와 生體重 및 化境중은 自然日長區에 많았으며 葉幅에는 큰 差異가 없었다.

4) 葉綠素含量은(總葉綠素, 葉綠素 a, b), 遮光程度가 높을수록 많아지는 편이었다.

5) 비타민 含量은 自然日長에 比하여 55% 및 70% 遮光區가 총비타민 C의 含量이 減少하였고 55%와 70% 사이에는 差異가 없었고 산화형 및 환원형비타민의 경우도 같은 양상을 나타내었다.

參 考 文 獻

- Bjorkman, O. 1968. Further studies on differentiation of photosynthetic properties in sun and shade ecotypes of *Solidago Vigaures*. *Plant Physiol.* 21 : 84~99.
- Boardman, N. K. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 28 : 355~377.
- Calvert, A. 1959. Effect of the early environment on the development of flowering in tomato II. Light and temperature interactions. *Jour. Hort. Sci.* 34 (3) : 154~162.
- Cooper, C. S. and M. Qualls, 1967. Morphology and Chlorophyll content of shade and sun leaves of two legumes. *Crop Science* 7 : 672~673.
- Conover, C. A. and R. T. poole, 1974. Influence of shade and fertilizer source and level on growth quality and foliar content of *philodendron oxycardium* Shortt. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99(2) : 150~152.
- Crookston, R. K., K. J. Treharne, P. Ludford and J. L. Ozbun. 1975. Response of beans to shading. *Crop Science* 15 : 412~416.
- 平岡達也, 1967. 洋菜類의 生態에 關する 研究(第1報). レタスの抽苔, 出らし, 開花におよぼす溫度, 日長およびシベレリンの影響について 日本園藝學會雜誌 36(1) : 70~78.
- 加藤 徹, 1964. レタスのと立ちに 關する 生理學的 研究(第2報) 莖の伸長とホルモン代謝との關係.
- 園藝學會雜誌 33 : 243~250.
- Lockhart, J. A. 1961. Photoinhibition of stem elongation by full solar radiation. *Amer. Jour. Bot.* 48 : 387~392.
- McGinnies, W. J. 1966. Effect of shade on the survival of crested wheatgrass seedlings. *Crop Science* 6 : 482~484.
- 김기덕, 1987. 미나리 실생묘의 생육특성에 관한 연구. 서울대학교 석사학위논문.
- 金基澤, 1991. 한라우추(*Allium taquetii*)의 生態的 特性에 關한 研究. 제주대학교 석사학위논문.
- 文 源·表鉉九, 1981. 遮光程度가 몇가지 好冷性 菜蔬의 生育에 미치는 影響. 韓園誌 22(3) : 113~159.
- Powles, S. B. and C. Critchley. 1981. Effect of light intensity during growth on photoinhibition of intact attached bean leaflets. *Plant Physiol.* 65 : 1181~1187.
- Salisbury, F. B. and C. W. Ross. 1980. *Plant Physiology*, Wadsworth publishing company, inc. pp.162~164.
- Somogyi, M. 1952. Note of sugar determination *J. Biol. Chem.* 185 : 19~23.
- Tamaki, K. and J. Naka, 1972. Physiological study of the growing process of brood bean plants. V. Effect of shading on the growth and chemical components in various organs. Technical Bulletin of Faculty of Agriculture Kagawa Univ. 23(2) : 157~166.