

培養液 溫度 및 遮光정도가 청치마 상추의 生育에 미치는 영향

남상용 · 권용웅*

삼육대학교 원예학과 · *서울대학교 농학과

Effect of Temperature and Light on Growth of Leaf Lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *crispa* cv. Cheongchima) in Hydroponics

Nam, Sang-Yong · Kwon, Yong-Woong*

Department of Horticulture, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea.

*Department of Agronomy, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea.

Abstract

This experiment was conducted to develop a practical method to growth in hydroponics conditions. For this purpose, leaf lettuce (*Lactuca sativa* L., cv. 'Cheongchima') was cultivated under different temperature and light conditions in experimental fields of Sahmyook university from March, 1991 to May, 1996. The visual quality score(VQS), a quantitative parameter to evaluate harvested leaf lettuce quality.

The leaf lettuce cultivated at 25°C solution temperature showed the highest fresh weight per plant (59.7g/plant), but lowest visual quality score (5.2), while leaf lettuce cultivated at 15°C solution temperature showed lower fresh weight per plant (25.2g/plant) but highest visual quality score (7.2). In general, growth of leaf lettuce was retarded by low solution temperature, but quality was higher than those of other solution temperature. Different day/night temperature of nutrient solutions 20/20°C and 25/20°C was highest in yield, but leaf type was grow longer, and visual quality are inferior to low temperature.

Yield was decreased as 10 and 25% at 60 and 80% shading treatment, respectively. Chlorophyll content was decreased by shading. but plant height and root length were increased of leaf lettuce growth with hydroponics.

주 제 어 : 잎상추, 온도, 광도, 수경재배

Key words : leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.), temperature, light intensity, Hydroponics

서 언

상추는 최근 소득 수준의 향상에 따른 肉類의 소비 증가와 함께 需要가 더욱 늘어나고,

이에 따라 재배 면적과 생산량이 매년 10% 정도씩 증대되어 1995년 현재, 노지 재배 면적은 2,751ha이었고, 시설재배 면적은 5,556ha로 총 8,307ha에 달하였다. 잎상추는 재배시기

에 따라 온도 및 광 조건이 달라지게 되고, 양액의 조성 및 관리조건에 따라서도 수량과 품질이 달라지지만 아직 이와 같은 相異한 조건에 따른 수량과 품질변화에 대한 연구가 필요하다.

상추는 생육 적온이 15°C~20°C로 낮고 고온 장일 조건에서는 추대가 되기 때문에 하절기에는 잎상추의 재배가 어려운 실정이다.¹⁴⁾ 朴 等¹³⁾은 수경재배에서는 초기 생육이 빨라 노지보다 1~2주 수확기를 앞당길 수 있고, 水耕液의 농도는 1.0mS/cm, 주/야간의 온도는 25/20°C일 때 가장 생육이 양호하다고 하였다.

Humphries와 Wheels³⁾는 光度가 낮아짐에 따라 상추의 葉幅 증가율보다 葉長 증가율이 커서 잎이 길어진다고 보고하였으며, 식물에 따라 차이는 있으나, 光度가 증가할수록 低溫이나 乾燥에 대한 抵抗性이 높아졌다고 보고하였다. 또한 성숙한 상추의 엽면적은 광에너지 投與와 관계가 있는데, 16시간 조명하에서 생육된 상추보다는 24시간 연속 조명하에서 재배한 경우 생체중이 30~50% 더 증가하였다고 하였다.⁹⁾ 그리고 Wolff와 Coltman¹⁶⁾에 의하면 상추를 30%, 47%, 63%, 및 73%의 차광조건하에서 재배할 경우 47%까지의 차광조건에서는 거의 수량이 줄지 않았고, 약한 차광조건에서도 성공적으로 재배할 수 있는 작물이라고 하였다. 이 等¹⁰⁾은 50%까지의 차광에서는 생체중이나 건물중에서 차이가 없으나 초장과 NO₃⁻ 함량은 차광 정도가 많아질수록 증가한다고 보고하였다.

상추는 광이 짧아지는 가을이나 NO₃⁻의 비료가 과다하게 주어졌을 때 질산염이 축적이 증가되는 작물로 알려져 있다.¹⁵⁾

한편, 식품의 官能檢査나 外觀檢査는 食品流通에 있어서 중요한데, Kader 等^{5,6)}은 外觀品質點數를 이용하여 품질을 검사하였다. 이 관능 검사는 물리, 화학적인 방법을 보조하기 위한 수단으로 사용될 뿐만 아니라 많은 경우 품질관리를 위한 유용한 한 방법으로 사용될 수 있다.

따라서 본 연구는 우수한 상품성을 가진 잎상추의 생산을 위한 수경재배조건을 조사하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 栽培條件에 따른 상추의 生育 및 外觀品質點數

청치마 상추를 供試하여 주야 항온조건 실험은 1991년 5월 1일에서 6월 25일까지, 주야 변온 조건 실험은 1992년 9월 16일에서 1993년 1월 19일까지, 차광실험은 1995년 4월 7일에서 6월 22까지 수행하였고 NFT(nutrient film technique) 수경재배법을 기본으로 하였으며 플라스틱 하우스에서 수행하였다. 水耕液은 山崎¹⁷⁾의 處方으로 組成하였다(表 1). 水耕液은 정식 후 25일에 교체하였으며, 水耕液의 농도와 pH는 전기 전도도계와 pH미터로 측정된 후 조정하면서 재배하였다. 15cm×90cm×90cm 규격의 수경 재배용 상자에 3cm 두께의 styrofoam으로 정식판을 만들고 배당 당 30개체씩 3반복으로 재배하였다.

상추의 生育調査는 정식 후 4주 또는 5주에 수확하면서 실시하였는데, 조사 항목은 葉數, 草長, 葉長, 根長, 葉幅, 乾物重, 生體重, 葉綠

Table 1. Chemical composition of nutrient solution used for this experiment.

| NO ₃ ⁻ -N | NH ₄ ⁺ -N | P | K | Ca | Mg | S | Fe | Mn | Cl | B | Cu | Mo | Zn |
|---------------------------------|---------------------------------|-----|---|----|----|---|----|-----|----|-------|------|------|------|
| (meq/L) | | | | | | | | | | (ppm) | | | |
| 6 | 0.5 | 1.5 | 4 | 2 | 1 | 1 | 3 | 0.5 | 1 | 0.5 | 0.02 | 0.05 | 0.05 |

素 含量이었으며, 아울러 外觀品質點數를 평가는 Kader의 방법^{5,6)}으로 최상품은 9, 상품성의 하한기준이 되는 것은 5, 변색되거나 최하품은 1로 나타내었고 상추잎 g당 엽면적(Specific leaf area)은 엽면적을 생체중으로 나누어서 계산하였다.

1.1 水耕液의 溫度

二重被覆 된 플라스틱 하우스에서 冬期에 1992년 9월 16일 파종하여 11월 19일에 정식하였다. 하우스내 氣溫은 15℃ 내외로 유지하였고 水耕液의 온도는 水耕 栽培槽에 電熱線을 설치하고 타임 스위치를 부착한 자동온도 조절기를 附着하여 晝夜間 온도를 조절하였다. 주간과 야간의 처리시간은 각각 12시간으로 하였고 온도조합은 15/20℃, 20/15℃, 20/20℃, 25/20℃ 및 30/25℃가 되도록 하는 晝夜 變溫 條件과 24시간 15℃, 20℃ 및 25℃의 晝夜間 恒溫조건을 設定하여 栽培하였다.

1.2 遮光

遮光 실험은 1995년 6월에 실시한 것으로 재배는 水耕 栽培用 시설의 상부 1m에 遮光 網을 설치하여 자연광의 60% 및 80%를 차단시켜 처리하였다. 오후 1시경에 측정된 하우스 내의 자연광의 광도는 72,000lux 이었으며, 60% 遮光時에는 30,000lux, 80% 遮光時에는 15,000lux이었다.

결과 및 고찰

1. 水耕液의 溫度

1.1 주야 恒온조건

봄과 가을재배시 잎상추의 生育은 플라스틱 하우스의 엽부분을 모두 제거하여 지붕 부분만 남겨두어 통풍이 잘 되는 하우스에서 지상부의 온도를 기온과 동일하게 하고 수경액의 온도를 인위적으로 조절, 근부의 온도를 달리하여 재배하였다. 재배기간 중 평균기온은 21.4℃였으며, 재배기간중의 전반적인 기상변화는 그림 1에 나타내었다.

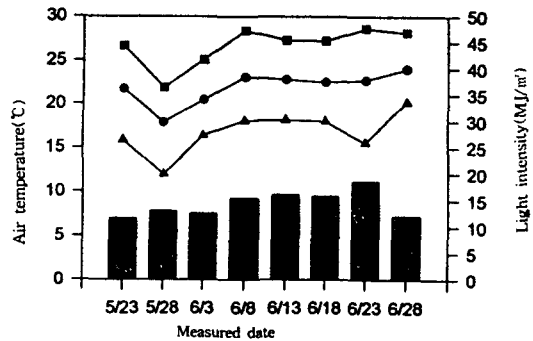


Fig. 1. Changes in meteorological factors during the leaf lettuce growing period in spring culture. Legend, ●: Mean temp., ■: Max. temp., ▲: Min. temp., Bar graph indicates light intensity.

정식 후 33일에 수확한 상추의 엽수, 생체중, 근중 등 生育량(표 3)은 25℃에서 재배한 경우에 가장 많았으며, 20℃와 15℃의 순으로 감소하였다. 그러나 외관품질 점수는 15℃의 경우 8.2로 가장 높았고, 25℃의 경우는 6.2로 낮았다. 따라서 수경액의 온도가 높을수록 상추의 生育은 활발하게 이루어지나 상추 잎의 품질은 낮아졌다. 따라서 하절기에 재배할 경우 상품성이 좋은 상추를 생산하기 위해서는 수경액의 온도를 낮추어 근부의 온도를 낮추어 주는 것이 유리할 것으로 생각되었다.

1.2 주야 變온조건

주야 恒온조건하의 실험은 잎상추의 재배시기에 실시하였으나 주야 變온조건은 동절기에 해당되는 기간에 이중 플라스틱하우스에서 수행하였다. 동절기에 보온을 위하여 이중 하우스에서 재배하였기 때문에 광량이 평균 7MJ/m² 정도로 하절기의 약 절반 수준에 불과하였으며 일조시수도 짧은 조건이었다(그림 2).

주야 變온 조건하에서 재배한 상추의 生育 및 외관품질 요인을 조사한 결과를 표 3에 나타내었다. 상추의 총 생체중은 주/야 20/20℃의 온도조건에서 43.1g으로 가장 많았고 25/20℃, 20/15℃, 30/25℃, 15/20℃의 順이었으

Table 2. Effects of nutrient solution temperature on growth and visual quality score of leaf lettuce.

| Solution temperature (°C) | Plant height (cm) | No. of leaves (ea) | Fresh weight(g/plant) | | Specific leaf fresh weight (F.W./No.) | T/R ratio | Chlorophyll content (mg/g F.W.) | Visual quality score |
|---------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|------|---------------------------------------|-----------|---------------------------------|----------------------|
| | | | Leaf | Root | | | | |
| 15 | 29.2cz | 18.6b | 25.2d | 5.2c | 1.36 | 4.85 | 0.823b | 8.2 |
| 20 | 31.7b | 20.7a | 40.3b | 6.9b | 1.95 | 5.84 | 0.781b | 7.0 |
| 25 | 38.5a | 21.9a | 59.7a | 7.8b | 2.72 | 7.65 | 0.896a | 6.2 |

†Mean separation within a column by Duncan's multiple range test, 5% level.

‡Scoring are excellent : 9, marketability : 5, bad quality : 1.

§Planting date : May 23, Harvesting date : June 25.

Table 3. Effects of different day/night temperature of nutrient solutions on growth and visual quality score of leaf lettuce in autumn culture.

| Day/night temperature (°C) | Plant height (cm) | No. of leaves (ea) | Leaf fresh weight (g/plant) | Specific leaf fresh weight (F.W./No.) | T/R ratio | Chlorophyll content (mg/g F.W.) | Visual quality score |
|----------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------|---------------------------------|----------------------|
| 20/15 | 16.60abz | 27.00a | 37.14a | 1.375 | 10.92 | 0.802b | 8.8 |
| 15/20 | 15.25bc | 25.25b | 16.64c | 0.653 | 5.37 | 1.125a | 7.4 |
| 20/20 | 19.00a | 26.00b | 43.14a | 1.659 | 11.26 | 0.859b | 7.6 |
| 25/20 | 16.88ab | 25.00c | 40.35abc | 1.614 | 5.44 | 0.742b | 5.6 |
| 30/25 | 13.53c | 26.50b | 26.74bc | 1.101 | 5.45 | 0.739b | 4.0 |

†Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

‡Scoring are excellent : 9, marketability : 5, bad quality : 1.

※Planting date : May 23, Harvesting date : June 25.

며, 특히 15/20°C에서는 16.6g으로 20/20°C의 1/3 수준에 불과하였다. 엽수는 온도조건에 따라 최대 2매의 차이를 보였으며 엽록소 함량은 15/20°C의 조건에서 가장 높았다. 15/20°C의 조건에서 엽록소 함량이 높게 나타난 것은 잎당 생체중이 0.653g으로 다른 온도조건의 1.1~1.6g에 비하여 현저하게 적었던 것과 같이 엽수는 비슷하였으나 잎의 크기가 현저하게 작았던 것에 기인하는 것으로 생각되었다.

外觀品質點數는 20/15°C 온도 조합에서 點數 8.8로 가장 높았으며 20/20°C와 15/20°C에서 7.4~7.6을 나타낸 반면 25/20 및 30/25°C

조건에서는 5.6과 4.0으로 상품성이 거의 없는 상추가 생산되었다. 즉,晝夜간 온도가 높아질수록 外觀品質點數는 오히려 나빠지는 경향이 있었다. 따라서 동절기에 가운을 하여 평균기온을 15°C 정도로 유지하면서 상추를 재배할 때에는 수경액의 온도를 주/야 20/15°C 조건으로 재배할 때 생산량과 품질면에서 가장 양호한 것으로 나타났다.

Hicklenton과 Wolynetz²⁾는 상추 수경재배를 하면서 기온과 수경액의 온도조합에 대한 실험에서 야간온도는 15°C까지도 생육에 영향이 거의 없었으나 주간온도를 12°C에서 19.5°C까지 올리면 生體重, 乾物重 및 葉面積이 증가

남·권 : 培養液 溫度 및 遮光정도가 청치마 상추의 生育에 미치는 영향

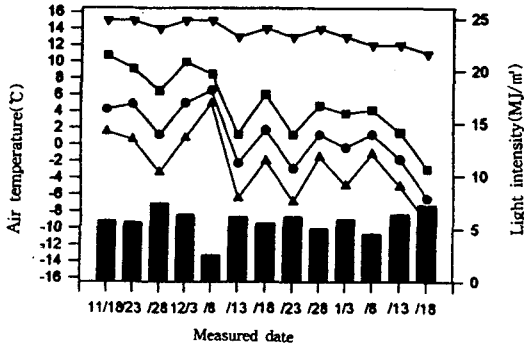


Fig. 2. Changes in meteorological factors during the leaf lettuce growing period in autumn culture, ● : Mean temp., ■ : Max. temp., ▲ : Min. temp., ▼ : Indoor air temp., Bar graph indicates light intensity.

한다고 하였다. 根圈溫度 즉 수경액 온도의 상승은 뿌리의 건물중을 감소시키나 지상부 생체중에는 관계가 없다고 하였다. 본 연구의 결과 20/20℃가 다른 온도 조합에서보다 생체중과 초장의 생장량이 가장 많았는데 이는 기온을 동일하게 하고 수경액의 온도만을 조절하였고 또한 광조건이 다른 계절과 다르기 때문인 것으로 思料된다.

1.3 遮光

차광처리를 하여 光度에 따른 生育과 외관品質의 반응은 1995년 4월 7일에 파종하여 5월 9일 정식하였고 정식 후 44일인 6월 22일에 수확한 경우이다. 생육기간의 평균기온은 19.6℃였으며 自然光의 평균 광도는 14MJ/m²이었다.

차광처리는 상추로부터 1m되는 곳에 시판 중인 차광막을 설치하여 자연광의 60% 및 80%가 차단되도록 하였다. 遮光 정도에 따른 상추의 生育과 외관품질을 조사하여 결과를 표 5에 제시하였다. 草長은 자연광의 경우 27cm였으나 60% 차광의 경우는 31.1cm, 80% 차광의 경우 28.7cm로 차광처리에 의하여 초장이 길어졌다. 그러나 생체중은 자연광의 경우 115.1g, 60% 차광의 경우 107.4g, 80%의 경우 80.1g으로 차광처리로 인하여 생체중이 감소되었다. 또한 상추 잎 g당 엽면적(specific leaf area)은 차광처리 정도가 커질수록 증가하여 차광처리로 인하여 상추 잎이 얇아진다는 것을 알 수 있었다. 外觀品質點數는 자연광의 경우 8.7이었으나 60% 차광처리의 경우는 6.6이었고 80% 차광처리의 경우 5.3으로 하절기 상추재배시에는 자연광의 60% 이상을 차광할 경우 생산되는 상추의 상품성이 정상적인 조건에 비해 현저하게 저하됨을 알 수 있었다.

Table 4. Effects of shading on growth and visual quality score of leaf lettuce from May 9 to June 22 in 1995.

| Shading degree | Plant height (cm) | No. of leaves (ea) | Leaf area (cm ² /plant) | Leaf fresh weight(g/plant) | Specific leaf fresh weight (F.W./No.) | T/R ratio | Specific leaf area (cm ² /g) | Visual* quality score |
|------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|-----------|---|-----------------------|
| 0%(control) | 27.0b ^x | 30.0a | 2954b | 115.1a | 3.84 | 9.9c | 25.7c | 8.7 |
| 60% ^y | 31.1a | 27.0b | 3125a | 107.4b | 3.98 | 11.8b | 27.4b | 6.6 |
| 80% ^y | 28.7b | 23.7c | 2366c | 80.1c | 3.38 | 14.0a | 29.5a | 5.3 |

^x50-70% Shading degree

^y70-90% Shading degree

*Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

*Scoring are excellent : 9, marketability : 5, bad quality : 1.

※Planting date : May 9, Harvesting date : June 22.

Wolff와 Coltman¹⁶⁾은 상추를 30%, 47%, 63% 및 73%의 차광조건하에서 재배하면, 상추의 경우 47%까지의 차광 조건에서는 거의 수량이 줄지 않아 상추가 비교적 弱光下에서도 생육이 되는 작물이라고 하였다. 또한 遮光處理에 의하여 상추가 가장 잎이 얇아졌고 이는 본 연구의 결과와 같은 경향이었다.

적 요

잎상추의 품질 평가 기준을 導出하기 위하여 청치마 상추를 供試하여 水耕栽培하고 재배적 조건에 따른 상추의 품질변화를 조사한 결과는 다음과 같다. 水耕液온도가 25℃로 향온인 경우 일정할 경우 株當 생체중이 59.7g으로 收量은 가장 높았으나 外觀品質點數는 5.2로 가장 낮았고 온도가 15℃에서는 수량이 가장 낮았으나 外觀評價點數는 8.2로 가장 좋았다. 한편 수경액의 온도가 주야간 다를 경우 본 실험에서는 주야간이 각각 20/20℃일 경우와 25/20℃인 경우가 제일 높았고 그보다 고온이거나 저온일 경우 收量이 낮았는데 잎상추의 외관 품질은 주/야 20/15℃(평균 17.5℃)일 경우 제일 우수했고, 잎은 온도가 높을수록 長墮圓形으로 도장하였고, 외관품질이 현저히 떨어졌다.

夏期栽培시 60% 차광인 경우 생육이 10% 감소하였고 80% 차광에서는 25% 정도 수량이 감소하였으며 차광정도가 커질수록 엽록소 함량은 감소하고 초장, 근장은 길어지는 경향을 나타내었다.

인 용 문 헌

1. Brecht, P., L. Morris, C. Cheyney, and D. Janecke. 1973. Brown stain susceptibility of selected lettuce cultivars under controlled atmospheres and temperatures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98 : 261-264.
2. Hicklenton. P. R. and M. S. Wolynetz.

1987. Influence of light- and dark-period air temperatures and root temperature on growth of lettuce in nutrient flow systems. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112 : 932-935.
3. Humphries, E.C. and A.W. Wheeles. 1963. The physiology of leaf growth. *Ann. Rev. Plant Physiology.* 14 : 385-410.
4. 鄭淳柱. 1986. 冬季 plastic house 育苗 高추(Capsicum annum. L.)에서 溫度와 光度가 生長에 미치는 影響. 서울대학교 大學院 博士學位論文.
5. Kader, A. A. 1986. Biochemical and physiological basis for effect of controlled and modified atmospheres a fruits and vegetables. *Food Technol.* 40 : 99.
6. Kader, A. A., W.J. Lipton, and L.L. Morris. 1973. Systems for scoring quality of harvested lettuce. *HortScience* 8 : 408-409.
7. 金昌淵. 1990. 養液栽培時 培養液의 條件이 잎상추의 生育에 미치는 影響. 建國대학교 大學院 博士學位論文.
8. 기상청. 1991. 한국기후표. 동진문화사.
9. 이응호, 이재욱, 권지선. 1995. 원예작물의 한국형 고효율 양액재배기술 체계화연구. 試驗研究報告書(菜蔬·花卉·施設·環境編) : 500-505.
10. 이인돈, 신민선. 1989. 상추 양액栽培에 있어 배양액 농도 및 인공보광이 生育에 미치는 영향. 서울여대 농개연. 14 : 13-20.
11. Miller, W.B. and R.W. Langhans. 1985. Growth and productivity of 'Grand Rapids' lettuce in diurnally fluctuating temperatures and day/night average temperatures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110 : 560-565.
12. 오영주, 박권우. 1984. 근부의 광조건과 수경재배법이 무우 및 상추의 생육과 품질에 미치는 영향. 韓國園藝學會誌 25 :

- 205-211.
13. 朴尙根, 權永彬, 金光勇, 高官達. 1990. 菜蔬의 安定養液 栽培技術 體系化 研究. 園試 試驗研究報告 : 147-153.
 14. 表玄九 外. 1986. 菜蔬園藝各論. 鄉文社. pp. 334-338.
 15. Schwarz, M. 1995. Soilless culture management. Springer-Verlag. pp. 156.
 16. Wolff X.Y. and R.R. Coltman. 1989. Productivity under shade in Hawaii of five crops grown as vegetables in the tropics. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 : 175-181.
 17. 山崎肯哉. 1981. 養液栽培全編. 博友社. pp. 34-49, 214-216.
 18. 양원모, 양승렬. 1991. 새로운 수경농법 개발에 관한 기초연구. 한국원예학회지 32 : 434-439.