

辛味種 고추의 主要 成分의 含量에 미치는 光質 (Red, Blue)의 影響

金 光 秀 · 盧 承 文 · 朴 正 隆
嶺 南 大 學 校
(1979년 1월 16일 수리)

Effect of Light Quality (Red, Blue) on the Major Components of Hot Pepper Fruit

Kwang Soo Kim, Seung Moon Roh and Jyung Rewng Park
Yeungnam University
(Received January 16, 1979)

Abstract

In order to study the red-coloring effects of hot pepper fruit by light treatment during after-ripening period, 'Karak Geumjang No. 2 green hot pepper fruits, *Capsicum annuum* L., after 30 to 35 days from flowering were harvested and white, red and blue light treatments at the energy level of 40 $\mu\text{watt}/\text{cm}^2/\text{sec}$ were given at 25°C.

When compared with white light, total chlorophyll content was strikingly decreased by blue light treatment and no difference in the chlorophyll contents between red and white light was observed. The chlorophyll *a* and *b* showed a similar decreasing patterns as shown in the case of total chlorophyll.

Total carotenoid content was higher in the blue light treatment by 31 % than the white light. However, red light decreased the carotenoid content as compared to the white light treatment. But β -carotene was not changed by red light as compared to white light. Blue light treatment increased β -carotene content (0.71 mg%-f.w.) as compared to white light treatment (0.56 mg%-f.w.). Therefore, blue light treatment increased red-coloring responses of hot pepper fruit during after-ripening period. The capsaicin content was slightly increased by blue light and no red light influence was observed.

序 論

고추는 우리의 食 生活에 香辛料로서 매우 중요하며 그 需要도 매년 增加하고 있다. 고추의 일반적인 品質 評價는 內的, 外的으로 區分할 수 있는데, 內的인 要素로는 辛味 成分인 capsaicin, vitamin C 등의 成分이 評

價의 主가되며, 外的인 要素로는 着色도가 品質 評價에 매우 중요한 指標가 되고 있다.

그래서 一般적으로 完赤 狀態의 것을 수확하거나 아니면 未赤 狀態의 것을 여러가지 수단으로서 赤變시켜 出荷시키고 있다. 근래에 와서는 가을 배추 栽培등 포장의 效率的인 利用 때문에 未熟 고추를 수확하여 日光 下에서나 비닐하우스 內에서 高溫 處理하여 着色시키고

이다.

이에 관련해서 本人等은 辛味種 고추의 品種에 따른 과실 形質과 化學 成分에 관한 研究⁽¹⁾에 이어서 辛味種 고추의 追熟時에 ethephon의 着色 效果에 대해서 研究⁽²⁾ 하였던 바, total carotenoid와 β -carotene의 含量이 현저히 增加함을 관찰하였고, 또 光質 處理에 따른 着色 效果⁽³⁾에 대해서도 報告한 바 있다. Worku等⁽⁴⁾은 papirika pepper의 成熟時에 ethephon 處理가 成熟 促進과 아울러 capsanthin의 含量을 增加시켰다고 報告하고 있다.

光質 處理에 따른 着色 效果는 주로 tomato에 대해서 많이 研究되고 있는데, 그 中 McCollum⁽⁵⁾, Nettles等⁽⁶⁾은 tomato의 成熟時에 光의 照射에 따른 carotenoid의 含量 變化에 대해서 報告하고 있으며, Scherf⁽⁷⁾와 Shewfelt 및 Halpin⁽⁸⁾은 綠熟 tomato의 追熟時에 光質에 따른 着色 效果를 調査 報告하였고, Boe等⁽⁹⁾은 光의 파장에 따른 着色 效果를 調査하여 재미있는 結果를 報告하고 있다. 한편 Paynter等⁽¹⁰⁾은 tomato의 追熟時에 光과 ethephon을 同時에 處理 하였을 때가 단독 處理를 하였을 때 보다 效果的임을 報告하고 있다.

그래서 本人等은 光質 處理에 따른 辛味種 고추의 追熟時 着色에 미치는 效果⁽³⁾에 이어서 今般에는 主要 成分의 變化에 미치는 光質의 影響에 대해서 測定 하였던 바 몇가지 結果를 얻었기에 報告코 지 한다.

材料 및 方法

본 실험에 供試된 材料는 1978年 10月 慶北 清道郡 角北面에서 栽培한 가락금장 2호로서 개화 30~35日째의 重量, 果形等이 균일한 綠熟 고추를 채취하여 使用하였다.

그리고 본 실험은 25°C 恒溫에서 行하였고, 光源으로서는 백색 형광등(white)을 使用하였으며, red 光은 Rohm and Haas Plexiglas 2423을, blue 光은 blue cellophane紙(Dennison Co., U.S.A.)를 사용하여 白色 형광등을 투과시켜 순수한 red 파장(Red)과 blue 파장(Blue)을 얻어 실험을 실시하였다.

시료와 光源의 거리는 1m의 높이로 조절하였으며, 이때의 energy level은 각 처리구 다같이 40 μ watt/cm². sec 정도로서 1日 12時間(07:00~19:00) 12일간 處理하였다.

Color score는 100個體를 5點法[綠(0)~赤(5)]에 의하여 計算하고, 이를 1個體 當으로 換算하여 表示하였다.

Chlorophyll의 含量은 展開 溶媒로써 petroleum ether: propyl alcohol(100: 0.6)을 사용하여 paper chromat-

ography로 分離한 후 Vernon⁽¹¹⁾의 方法에 따라 分離 測定하였다. 즉 전개한 여지를 80% acetone으로 용출 여과한 후 일정 용액으로 하여 649, 665 nm에서 흡광도를 測定하였으며, 다음의 계산식에 의하여 그 含量을 算出하였다.

$$\begin{aligned} \text{chlorophyll } a \text{ (mg/l)} &= 11.63(A_{665}) - 2.39(A_{649}) \\ \text{chlorophyll } b \text{ (mg/l)} &= 20.11(A_{649}) - 5.18(A_{665}) \\ \text{total chlorophyll (mg/l)} &= 6.45(A_{665}) + 17.72(A_{649}) \end{aligned}$$

Carotenoid의 含量은 Lee等⁽¹²⁾이 行한 方法에 준하였다. 즉 total carotenoid는 果皮部를 acetone으로 抽出 檢化시킨 후 benzene으로 일정 용액으로 하여 capsanthin 含量을 算出하였다. 그리고 β -carotene의 含量은 TLC法으로 分離한 後 petroleum ether로써 일정 용액으로 하여 분광 분석법에 의하여 測定하였다.

Capsaicin의 含量은 Lee等⁽¹²⁾이 行한 方法에 준하였다. 즉 果皮部를 ether로써 抽出한 후 alkali 可溶部를 분광 분석법에 의하여 測定하고, 小菅等⁽¹²⁾의 方法에 의하여 그 含量을 算出하였다.

結果 및 考察

一般的으로 果菜類의 追熟時에 hormone等の 生理 活性 物質이나 光을 處理함으로써 着色도와 主要 成分의 品質에 미치는 研究가 많이 行하여지고 있다. 特히 tomato의 追熟時에 光質 處理에 따른 chlorophyll과 carotenoid의 消長에 관한 흥미있는 報告가 많다. 本 研究者는 辛味種 고추의 成熟時 主要成分의 含量에 미치는 光質의 影響^(13,14)과 追熟時에 ethephon의 處理 效果, 그리고 red, far-red 및 blue光의 色着 影響에 대해서 調査 報告한 바 있다.⁽³⁾

果實의 着色은 chlorophyll의 파괴 및 carotenoid의 生成과 밀접한 關係가 있는데, Jen⁽¹⁵⁾은 tomato에 있어서 red 및 blue 光이 chlorophyll의 파괴와 carotenoid의 生成을 촉진시켰다고 報告하고 있으며, 또 Thomas等⁽¹⁶⁾은 tomato의 追熟時에 red 光을 1日 14時間, far-red 光을 1日 30時間 處理 하였을 때 red 光은 dark에 比하여 carotenoid의 含量을 현저히 增加시켰으나, far-red 光은 反對로 減少시켰으며, 또 far-red 照射區에 다시 red 光을 處理하면 carotenoid 含量은 增加된다고 報告하고 있어 tomato에 phytochrome이 關여하고 있다고 하였다.

前報⁽³⁾에서 光 處理에 의한 追熟 過程中 綠熟 고추의 着色 效果를 認定할 수 없었기 때문에, 今般에는 1日 12時間, 40 μ watt/cm². sec로서 光 處理 條件을 달리하여 生理 化學的인 影響을 조사하였다.

Table 1. The effect of light quality on color changes during after-ripening of hot pepper fruit

No. of days Treatment	3	6	9	12
White	0.6 ^Z	1.3	2.5	3.6
Red	0.5	1.4	2.4	3.6
Blue	0.9	1.9	3.2	4.0

Z=Color score: 0(green)~5(red)

Table 1에서 보는 바와 같이 red 光의 處理 効果는 追熟 期間을 通하여 認定할 수 없으나, blue 光은 Jen⁽¹⁵⁾의 tomato 實驗에서와 같이 그 效果를 認定할 수 가 있었다. 前報⁽³⁾에서 볼 수 없었던 blue 光의 着色 効果는 매우 흥미로우며, blue 光의 質과 energy level 및 處理 時間에 따른 앞으로의 다각적인 檢討가 기대 된다.

Table 2. Chlorophyll content at the 12th day of after-ripening period of hot pepper fruit

	Initial sampling date	12th day of light treatment			
		White	Red	Blue	
Chlorophyll (mg%-f.w.)	a	18.15	3.50	3.53	1.92
	b	8.13	1.65	1.75	1.09
	a/b	2.2	2.1	2.0	1.8
	Total	26.28	5.15	5.28	3.01

Table 2는 追熟 12日째의 chlorophyll 含量을 測定한 結果로서 Table 1의 外觀上의 着色 効果와 同一 傾向을 나타내 주었다.

Jen⁽¹⁵⁾은 tomato의 追熟 실험에서 red 光下에서 chlorophyll의 파괴가 가장 심하고, 다음이 blue 光이었다고 報告하고 있는데, 處理 條件의 差異는 있으나 본 高추의 追熟 實驗에서는 red 光의 chlorophyll 파괴 현상은 나타나지 않았다.

Surrey⁽¹⁷⁾가 squash에 red 光을 處理했을 때와 Aky onoglou⁽¹⁸⁾가 bean에 white 光을 處理했을 때 chlorophyll의 合成이 促進된다는 報告와 本 研究 結果는 일치되며, blue 光의 處理 効果와 相異한 것은 아마도 綠熟 高추의 追熟時 組織이 老化되기 때문인 것으로 생각된다⁽¹⁹⁾. 이는 Table 1에서 blue 光의 效果가 光 處理 12日째에 와서 red 및 white區에 比해서 큰 차이가 없는 것과 관계가 있는 것으로 생각된다.

그리고 chlorophyll a,b의 含量은 total chlorophyll의 경향과 같았으나 blue 光 處理區에서 chlorophyll a/b가 1.8로서 white, red區의 2.1, 2.0보다 다소 낮았다.

光質 處理에 따른 carotenoid의 含量 變化에 關한 研究는 Shewfelt⁽²⁰⁾, Khudairi^(21,22), Boe等⁽²⁾ tomato에 對해서 많은 研究 報告가 있다. 特히 Jen⁽¹⁵⁾은 tomato의 追熟時에 white, blue, green, red 및 dark를 處理한 結果 red, blue 光이 carotenoid의 生成에 가장 效果의 이었으며, 다음이 white, green, dark의 順이었다고 報告하고 있다. Khudairi⁽²¹⁾와 Thomas等⁽¹⁶⁾은 tomato에 red 光을 조사하였을 때 lycopene의 含量이 현저히 증가되었으며, far-red 光의 조사는 오히려 dark에 比하여 減少되었고, far-red 조사구에 다시 red 光을 處理하면 lycopene이 增加된다고 報告하고 있다. red 光 조사에 따른 lycopene의 增加 現狀을 Khudairi⁽²²⁾는 red 光 照射時에 Pfr form이 形成되어 carotenoid의 生成에 관련한다고 報告하고 있다.

辛味種 高추의 追熟時에 red, blue 光 處理에 따른 carotenoid의 含量을 測定한 結果는 다음 Table 3과 같다.

Table 3. Total carotenoid and β-carotene contents at the 12th day of after-ripening period of hot pepper fruit

	Initial sampling date	12th day of light treatment		
		White	Red	Blue
Carotenoid (mg%-f.w.)	1.36	9.64	8.15	12.58
β-carotene (mg%-f.w.)	0.09	0.56	0.56	0.71

total carotenoid의 含量은 當日의 1.36 mg%-f.w.이었던 것이 追熟 12日에 white, red 및 blue 處理區에서 각각 9.64, 8.15, 12.58로서 blue區에서 가장 많았고, 다음이 white, red順이었다. 特히 red 光의 조사구가 white구에서 보다 含量이 적었는데 이는 Jen⁽¹⁵⁾의 tomato 실험 결과와 比較하여 볼때 癖 흥미있는 결과라고 사료된다. 그러나 β-carotene의 含量은 chlorophyll 含量 및 着色度 實驗 경향과 同一하였는데, provitamin A로서 영양학적 의의가 있는 β-carotene의 含量이 blue 光의 조사구에서 높은 것은 흥미로우며 앞으로 이에따른 계속적인 研究가 요망된다.

Table 4. Capsaicin content at the 12th day of after-ripening period of hot pepper fruit

	Initial sampling date	12th day of light treatment		
		White	Red	Blue
Capsaicin (mg%-f.w.)	17.5	20.8	21.5	24.4

고추의 辛味成分인 capsaicin은 phenyl propanoids계 로상의 key enzyme인 phenylalanine ammonialyase (PAL)의 작용을 거쳐 生成된다. 이와 關係해서 李⁽²⁵⁾는 capsaicin의 含量과 PAL의 activity에 對해서 報告한 바 있고, Zucker⁽²³⁾, Scherf等⁽⁷⁾은 光과 PAL의 活性에 對해서 研究하여 光質의 效果를 報告하고 있다

Table 4에서 보는 바와 같이 capsaicin의 含量이 處理 當日에 17.5 mg%-f.w. 이었던 것이 追熟 12일에 處理 區 各이 현저히 增加하였으나 處理 區別로 比較하여 볼 때 blue 光 處理區에서 23.4 mg%-f.w.로 다소 많았고, red 光의 照射 效果는 認定할 수가 없었다. red 光下에서 PAL의 活性이 增加된다는 報告와 관련지어 볼때⁽²⁴⁾ 앞으로 보다 구체적인 研究 檢討가 기대된다.

要 約

辛味種 고추인 가락금장 2호를 共試 品種으로 하여 追熟 時에 red 光을 處理하여 white 光에 對한 赤變 效果와 主要 成分에 미치는 光質의 影響을 調査하였다. 追熟用 綠熟 고추는 開花 30~35日 정도의 것을 使用하였고, 이 때 實驗은 25°C 恒溫에서 行하였으며, 約 40 μwatt/cm² •sec에너지 수준의 光 處理를 1日 12時間 하였다.

光 處理에 依한 chlorophyll의 減少 現狀은 blue 光下에서 뚜렷하였고, red 光區는 white 光區와 差異가 없었으며, chlorophyll a와 b도 blue 光에 의한 total chlorophyll의 減少 現狀과 同一한 傾向을 나타내었다.

Total carotenoid는 blue 光 處理區에서 生成이 촉진되었고(約 31%), 着色度(color score)와 chlorophyll의 影響과는 달리 對照區인 white 光區에 比하여 red 光 處理區에서 含量이 적었다. 그러나 β-carotene은 red 光의 效果는 없었고, blue 光區에서 0.71 mg%-f.w.로 white 區의 0.56 mg%-f.w.에 比하여 많았다. 따라서 追熟時 着色 效果는 blue 光下에서 현저하게 나타났다.

辛味 成分(capsaicin)역시 red 光의 效果를 認定할 수 없었고 다만 blue光下에서 다소 많았다.

文 獻

1. 李盛雨, 金光秀, 李洙聖, 曹永官: 韓國 園藝 學會誌, 27(1973).

2. Lee, S. W., Kim K. S. and Kim S. D.: *Korean. J. Food Sci. Technol.*, 7(4), 194(1975)

3. Kim, K. S., Roh S. M. and Yoon T. H.: *Theses Collection of Yeungnam University*, 11, 217 (1977)

4. Worku, Z., R. C. Herner and R. L. Carolus: *Scientific Hort.*, 3, 239(1975)

5. McCollum, J. P.: *Food Res.*, 19, 182 (1954)

6. Nettles, V. F., Hall C. B. and Dennison R. A.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 65, 349 (1955)

7. Scherf, H. and Zenk M. H.: *Pflanzen-physiol.*, 56, 203(1967)

8. Shewfelt, A. L. and Halpin J. E.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 91, 561(1967)

9. Boe, A. A., Do, J. Y. and Salunke D. K.: *Econ. Bot.*, 22, 124(1968)

10. Paynter, V. A. and Jen J. J.: *J. Food Sci.*, 41, 13 66(1976)

11. Vernon, L. P.: *Anal. Chem.*, 32, 1144(1960)

12. 小菅貞良, 稻垣辛男: 日農化誌, 33, 470(1958)

13. Kim, K. S., Roh, S. M., Kim, S. D., Lee S. W. and Yoon T. H.: *J. Korean. Agr. Chem. Soc.*, 20 (3), 296(1977)

14. Kim, K. S., Kim, S. D., Park, J. R., Roh, S. M. and Yoon T. H.: *Korean J. Food Sci. Technol.*, 10 (1), 8(1978)

15. Jen, J. J.: *J. Food Sci.*, 39, 907(1974)

16. Thomas, R. L. and Jen J. J.: *Plant Physiol.*, 56, 452(1975)

17. Surrey, K.: *Canadian J. Bot.*, 45, 929(1967)

18. Akyunoglou, G.: *Physiol. Plant*, 23, 29(1970).

19. Voskresenskaya, N. P. and Nechaeva E. P.: *Fiziologiya Rastanii*, 14, 299(1967)

20. Shewfelt, A. L.: *Food Technol*, 24, 609(1970)

21. Khudairi, A. K.: *Physiol. Plant.*, 24, 18(1971)

22. Khudairi, A. K.: *Amer. Sci.*, 60, 696(1972)

23. Zucker, M.: *Plant Physiol.*, 40, 779(1965)

24. Bellini, E. and Hillmann W. S.: *Plant Physiol.*, 47, 668 (1971)

25. 李盛雨: 韓國 農化學 會誌, 14(1), 29 (1971)