

# 갯방풍의 Anthocyanin生成에 미치는 溫度 및 光의 影響

夫喜玉, 富高彌 一平, 市村 匡史, 木村 正典  
東京農業大學 農學研究科

## The effect of temperature and light on anthocyanin synthesis in *Glehnia littoralis* Fr. Schm.

Hee Ock Boo, Yaichihei Tomitaka, Masasi Ichimura and Masanori Kimura  
Faculty of Agriculture, Tokyo Univ. of Agriculture, Tokyo 156, Japan

### Abstract

The experiment was carried out to clarify the effects of air temperature, light exposure and UV light on the growth and anthocyanin synthesis of *Glehnia littoralis* Fr. Schm. The major pigment of purified aglycone of *Glehnia littoralis* Fr. Schm. was identified as cyanidin by TLC and HPLC analysis. The anthocyanin Synthesis was promoted at low temperature and in the treatment of light exposure (12hrs a day) for 4-6 days after shading. The plants grown under UV-cut film had less anthocyanin content those those under UV-transmission film.

Key words : *Glehnia littoralis* Fr. Schm., anthocyanin, UV light, shading

### 緒 言

갯방풍은 미나리과에 속하는 東北아시아 原産의 多年生植物이다. 그 이름에서 알 수 있듯이 海岸의 砂丘地에 널리 자생하고, 지역적으로는 北美海岸, 아시아 東部海岸에 자생하며, 日本에서는 北海道에서 沖繩에 걸쳐 海岸의 砂浜에 널리 분포하고 있다. 中國에서는 주로 뿌리를 漢方藥으로 이용해 왔으나 日本에서는 오래전 부터 그 莖葉을 野菜로서 이용되어 왔다.

갯방풍의 品種은 다른 作物에서와 같은 고유의 名稱은 지니고 있지 않으며 各地의 海岸에 자생하고 있는 것으로부터 採種하여 栽培하기 시작하였고, 비교적 强健하지만 乾燥와 高溫에는 약하다. 營利栽培로서는 種子를 이용한 根株養成에 의해 행해지고 있다. 일반적으로 하우스재배에 의한 12월~6월출하의 促成 軟化栽培를 主體로하여, 古株의 利用 및 早期採掘에 의한 9월~12월출하의 抑制 軟化栽培에 의한 軟化莖葉이 利用되고 있다. 光澤을 띤 두껍고 아름다운 濃綠의 잎에 紫紅色의 葉柄을

지닌 갯방풍의 軟化品은 市場에서는 일반적으로 防風으로 불려지고 있다. 갯방풍은 獨特한 芳香과 辛味が 있고 料理에 新鮮함과 美觀을 더해주기 때문에 옛날부터 魚料理에 곁들이는 野菜로서 利用되어 왔다.

갯방풍의 葉柄의 紫紅色은 Anthocyanin이라는 色素이며, 이 紫紅色이 鮮明하고 아름답게 띠어 있을수록 商品價値가 높다. 이러한 Anthocyanin 生成은 溫度 및 光의 影響을 강하게 받는 것으로 알려지고 있다.

최근, 生活水準의 向上과 더불어 有色野菜, 香辛野菜에 대한 관심이 높아지고 있어서, 野菜의 色과 形態는 重要한 研究項目이 되고 있지만 이에 대한 연구가 아직 未盡한 면이 없지 않다. 특히 갯방풍의 Anthocyanin生成에 관해서는 거의 調査되어 있지 않다. 이에 본 研究는 香辛野菜의 한 種類인 갯방풍의 Anthocyanin生成에 미치는 溫度 및 光의 影響에 대해서 檢討하여, 實際의 栽培技術向上의 土臺를 마련하는데 그 목적을 두고 있다.

## 材料 및 方法

本 實驗은 1992年 3月 9일부터 同年 12月 24日 에 걸쳐서 東京農業大學 蔬菜研究室의 유리溫室 및 同大學 人工環境室에서 遂行하였다. 갯防風의 供試種子는 自家採種한 것을 利用하였고, 또한 供試根株는 재배농가로부터 讓渡받아 길이 25cm 前後, 무게 30~40g 程度인 것으로 選拔하여 利用하였다. 發芽實驗은, 種子를 1/500a Wagner Pot에 100粒씩 파종하여 人工環境室에서 實施하였다. 또한 Anthocyanin生成에 관한 實驗은, 根株를 1/2000a Wagner Pot에 5本씩 심어 人工環境室에 入庫하여 實施하였다. 用土는 赤土와 有機質堆肥를 2:1로 混合하여 使用하였고, 施肥는 用土 100 l 當 硫安 50g, 過磷酸石灰 300g, 鹽化칼리 20g을 全量 基肥로 施用하였다.

溫度處理는 15/10℃, 20/15℃, 25/20℃, 30/25℃(晝/夜)의 4區로 하였으며, 日長은 12時間 處理하였다. 發芽調査는 40日에 걸쳐서 每日 調査하였으며, 地上部 生體重은 實驗處理 終了後에 測定하였다.

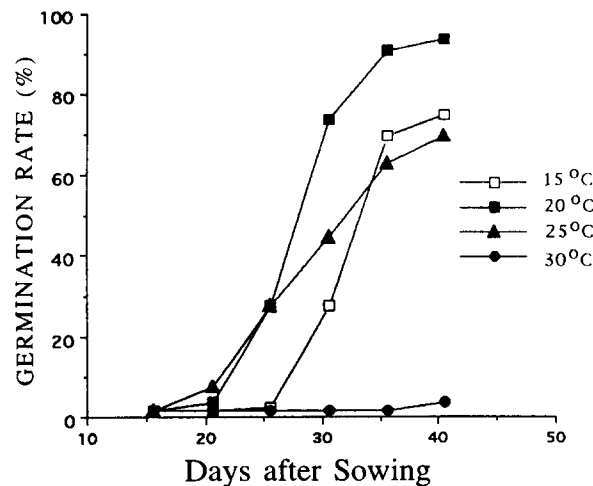


Fig. 1. Effect of different temperatures on germination rate of *Glehnia littoralis* Fr. Schm.

遮光處理는 寒冷紗와 遮光필름을 使用하여 50%, 100%遮光區, 收穫 2日前 透光區, 收穫 4日前 透光區, 收穫 6日前 透光區를 設定했다. 50% 遮光區와 100% 遮光區는 根株를 심은 後 收穫에 이룰때까지 寒冷紗 혹은 遮光필름을 덮어 處理하였다. 收穫 2日前 透光區는 遮光用필름을 덮고 暗黑條件下에서 栽培하다가 수확전 2日間만 光處理를 行한 實驗區이고, 또한 收穫 4日前 透光區, 收穫 6日前 透光區역시 收穫前 4日間 혹은 6日間 光處理를 行한 것을意味한다. 紫外線處理는 紫外線 차단필름과 紫外線透過필름을 使用하여 遂行하였다.

Anthocyanin生成에 관한 以上の 各處理는 根株를 pot에 심은 後, 最低溫度 20℃로 維持管理한 유리溫室에서 草長이 15cm정도 生育될때까지 軟化栽培한 後에 人工環境室에 入庫하여 各 處理를 行하였다.

Anthocyanin色素는, 갯防風의 葉柄을 잘게 切斷하여 1%鹽酸 Methanol 溶液에 24時間 冷侵하여 抽出하였다. 抽出液을 減壓乾固한 後 酸加水 分解하여 糖을 分離除去시킨 Aglycone을 分析試料로 하였다. Anthocyanin色素의 定性定量分析은 TLC(Thin Layer Chromatography)와 HPLC(High Performance Liquid Chromatography)를 使用하여 實施하였다. HPLC의 分析條件은 다음과 같다.

Column: SHIM-PACK CLE-ODS 6.0×15cm,  
移動相: 水 : Metanol : 酢酸 = 58:40:2 (v/v/v),  
檢出: 530nm, 流速: 0.7ml/min

## 結果 및 考察

### 1. 갯防風의 Anthocyanin生成에 미치는 溫度的 影響

溫度處理에 의한 發芽率은 播種後 15日째부터 조금씩 發芽하기 시작하여 實驗終了時의 發芽率은 20/15℃의 溫度에서 92%, 15/10℃ 溫度는 73%, 25/20℃ 溫度는 68% 그리고 30/25℃ 溫度에서 가장 낮은 2% 였다. 이와 같은 結果로 보아 갯防風의 種子發芽適溫은 20/15℃로 생각된다 (그림 1). 또한 地上部 生體重은 25/20℃에서 가장 컸으며, 15/10℃의 溫度에서는 劣勢를 보였다. 低溫

에 의한 生育不良은 低溫이 光合成機能과 根의 吸收力을 低下시킴으로써 生育을 抑制하는 것으로 생각된다 (표1).

Anthocyanin濃度は 15/10℃의 溫度에서 가장 높았고, 30/25℃에서는 顯著히 Anthocyanin生成이 阻害되었다. 따라서 갯防風의 Anthocyanin生成適溫은 15℃ 前後로 생각된다. 이것은 다른 植物의 實驗結果와도 一致함을 보여주며 溫度와 Anthocyanin生成과의 關係는 植物에 따라 多少 다르지만, 15~20℃의 低溫에서 Anthocyanin生成이 促進되어 着色이 良好해짐을 나타낸다 (표 2).

三浦等<sup>12)</sup>은 Benitade(*polygonum hydropiper* L.) 芽에 있어서의 Anthocyanin生成에 미치는 溫度의 影響에 대해서 調査한 結果, 晝夜恒溫 實驗에서 新鮮重當 Anthocyanin 濃度は 10℃區에서 가장 높았으며, 晝夜變溫 實驗에서는 晝溫 10℃, 夜溫 5℃區에서 가장 높았음을 立證했다. 또한 原田等<sup>9)</sup>은 Broccoli를 材料로 한 實驗에서 花雷溫度가 낮을수록 Anthocyanin生成이 많아지지만, 日中 혹은 自然光의 露光下에서는 溫度가 낮아지면 生成이 促進되고 夜間의 溫度는 거의 影響을 미치지 않았으며, 日中の 低溫(5~10℃) 遭遇

時間이 길든가, 혹은 比較的 高溫(15~20℃) 遭遇 時間이 짧으면 Anthocyanin生成이 促進된다고 報告했다. Siegelman 等<sup>16)</sup>은 순무의 着色에 관한 溫度實驗에서, 15℃의 溫度가 良好한 色素發現의 適溫임을 立證하였으며, Faragher<sup>8)</sup>는 '紅玉'의 着色 實驗에서 未熟果에서는 12℃, 生成熟果에서는 16~24℃의 溫度에서 Anthocyanin生成이 最大로 發現되었던 점으로 보아 成熟程程에 따라 Anthocyanin生成이 相異함을 報告했다.

以上과 같은 結果로 보아 Anthocyanin生成은 phenol性 物質의 一種인 Anthocyanin의 生合成經路에 있어서 그 前驅物質 혹은 類綠化合物의 生合成이 비교적 低溫에서는 促進되지만, 高溫에서는 Anthocyanin 色素의 生合成經路의 一部가 阻害되는 것으로 생각된다. 이 점에 관해서 Engelsma<sup>6)</sup>는 高溫條件下에서는 阻害物質이 PAL(Phenylalanine Ammonia Lyase)의 活性部位와 結合하여 不活性한 酵素-阻害物質結合體를 形成하며, 低溫條件下에서는 이러한 不活性化가 抑制되어 PAL活性이 增大되기 때문이라고 推察했다. 이와 같이 Anthocyanin生成에 있어서의 溫度의 感應性은 植物間 혹은 品種間 서로 다르지만, 個體內의 內

Tabel. 1 The effect of temperature and light on fresh weight of shoot in *Glehnia littoralis* Fr. Schm.

Treatment	Fresh weight (g/plant)			
	15/10℃ <sup>z</sup>	20/15℃	25/20℃	30/25℃
Control	3.0	10.7	20.2	8.5
50% shading	2.0	6.9	11.0	12.1
100% shading	3.4	7.9	16.6	11.4
100% shading+2days lighting <sup>y</sup>	2.0	7.7	13.9	5.3
100% shading+4days lighting	1.8	6.5	9.3	11.5
100% shading+6days lighting	2.3	12.6	13.4	8.9

<sup>z</sup> Temperatures are indicated day temp. / night temp.

<sup>y</sup> Light was carried out by removing the shading material for 2, 4 or 6 days before harvest respectively.

Table. 2 The effect of temperature and light on anthocyanin synthesis in *Glehnia littoralis* Fr. Schm.

Treatment	Anthocyanin Conc. ( $\mu\text{g/gF. W.}$ )			
	15/10 $^{\circ}\text{C}^z$	20/15 $^{\circ}\text{C}$	25/20 $^{\circ}\text{C}$	30/25 $^{\circ}\text{C}$
Control	1.81 $\pm$ 0.02 <sup>y</sup>	1.03 $\pm$ 0.08	0.99 $\pm$ 0.08	0.18 $\pm$ 0.00
50% shading	0.12 $\pm$ 0.01	0.11 $\pm$ 0.02	0.08 $\pm$ 0.01	0.05 $\pm$ 0.01
100% shading	0.07 $\pm$ 0.01	0.04 $\pm$ 0.00	0.03 $\pm$ 0.00	0.02 $\pm$ 0.00
100% shading+2days lighting <sup>x</sup>	0.54 $\pm$ 0.07	0.38 $\pm$ 0.03	0.45 $\pm$ 0.01	1.05 $\pm$ 0.09
100% shading+4days lighting	1.05 $\pm$ 0.14	3.01 $\pm$ 0.25	0.85 $\pm$ 0.21	1.61 $\pm$ 0.09
100% shading+6days lighting	3.68 $\pm$ 0.07	1.93 $\pm$ 0.09	0.43 $\pm$ 0.08	0.34 $\pm$ 0.04

Z:Temperatures are indicated day temp. / night temp.

Y:Data are shown in the mean of 2 measurement  $\pm$  Standard error.

X:Light was carried out by removing the shading material for 2, 4 or 6 days before harvest respectively.

的要因에 따라서도 그 感受性이 서로 다름을 보여 준다. 本實驗은 晝夜溫度差를 5 $^{\circ}\text{C}$ 로 設定하여 遂行하였지만, 今後 恒溫 혹은 變溫의 範圍를 광범위하게 設定하여 最適溫度範圍를 더욱 精確히 究明함과 동시에 溫度條件에 의한 Anthocyanin色素의 生合成 特性등을 考察할 必要가 있다고 典料된다.

## 2. 갯防風의 Anthocyanin생성에 미치는 光의 影響

地上部生體重은 25/20 $^{\circ}\text{C}$ 에서 비교적 컸으며, 光量에 따라 큰 차는 없었지만 15/10 $^{\circ}\text{C}$ 의 低溫에서는 光處理에 關係없이 顯著的한 劣勢를 보였다 (표1).

Anthocyanin生成과 光의 關係를 보면 遮光區에서는 溫度條件과 關係없이 Anthocyanin色素가 거의 生成되지 않았고, 光處理區에서는 15/10 $^{\circ}\text{C}$ 의 收穫 6日前 透光區, 20/15 $^{\circ}\text{C}$ 의 收穫 4日前 透光區, 25/20 $^{\circ}\text{C}$ 의 對照區, 그리고 30/25 $^{\circ}\text{C}$ 의 收穫 4日前 透光區에서 Anthocyanin濃도가 가장 높았다. 이상과 같은 結果로 보아 갯防風의 Anthocyanin生成을 促進시키기 위해서는 低溫條件下에서 遮光

하여 軟化栽培를 한 後, 收穫 4~6日前에 遮光을 中止하여 光處理를 遂行하는 것이 가장 效果的이라고 생각된다(표2).

野菜중에는 光에 敏感하게 反應하는 種類가 있는가 하면 그렇지 않은 種類가 있다. 즉, 柳 tade, Benitade, 紫 cabbage, 赤순무 등은 Anthocyanin生成에 있어서 光이 크게 關與하지만, Pelargonin系의 本紅순무, cyanin系의 開田순무, 赤筋무우, 赤丸甘日무우 등은 光과는 關係없이 地下部에서도 着色된다. 이와 같이 品種에 따라서 Anthocyanin種類와 發現部位가 다른 것은 그 品種의 遺傳子 構成에 의한 것으로 생각된다. 原田等<sup>9)</sup>은 Broccoli의 光實驗에서 Anthocyanin生成은 遮光率 0%에서 가장 높았고, 다음으로 40%, 78%順이었으며, 특히 遮光率 78%에서는 거의 生成되지 않았음을 報告했다. 또한 三浦等<sup>11)</sup>은 Benitade를 材料로 한 實驗에서 自然光下에서는 遮光率이 높을수록 Anthocyanin生成이 抑制됨을 報告했으며, 같은 結果는 Grape果實에서 Klierer<sup>10)</sup>와 內藤<sup>13)</sup>이, Apple果實에서 Schrader等<sup>15)</sup>에 의해 報告되고 있다. 本實驗에 있어서도 지금까지의 여러 實驗報告와

거의 一致한 結果를 나타냈지만, 今後 光質, 光受容體, 有效한 光波長域等을 보다 具體的으로 檢討하여, Anthocyanin生成에 대한 光關與의 메카니즘을 究明해야 될 것으로 思料된다.

### 3. 갯防風의 Anthocyanin生成에 미치는 紫外線의 影響

地上部生體重은 25/20℃에서는 紫外線透過區가, 30/25℃에서는 紫外線遮斷區가 컸지만 對照區에 비해서는 상대적으로 낮은 傾向을 보였다. 그러나 15/10℃, 20/15℃의 溫度에서는 對照區, 紫外線

透過區, 紫外線遮斷區間에 큰 차는 없었다(표 3).

Anthocyanin生成에 대한 紫外線의 影響을 보면 溫度條件에 關係없이 紫外線透過區가 紫外線遮斷區에 비해 Anthocyanin濃도가 높았던 점으로 보아 紫外線은 Anthocyanin生成을 促進시키는 것으로 思料된다(표4). Chalmers와 Faragher<sup>5)</sup>는 短時間(10分間)의 紫外光照射가 그 후의 白色光照射에 있어서 Anthocyanin 生成을 促進하는 것으로 報告했다. Anthocyanin 生成을 促進시키기 위해서는 紫外光과 可視光과의 相互作用도 關係가 있으며, 着色管理를 위해서도 品種에 따라 Anthocyanin生成 特性을 考慮하여 그 光感應性

Table. 3 The effect of ultraviolet light on fresh weight of shoot in *Glehnia littoralis* Fr. Schm.

Treatment	Fresh weight (g/plant)			
	15/10℃ <sup>z</sup>	20/15℃	25/20℃	30/25℃
Control	2.7	8.0	10.6	8.9
UV-cut	3.4	9.6	4.5	4.0
UV-transmission	3.9	9.4	6.9	2.4

<sup>z</sup> Temperatures are indicated day temp. / night temp.

Table. 4 The effect of ultraviolet light on anthocyanin synthesis in *Glehnia littoralis* Fr. Schm.

Treatment	Anthocyanin Conc. (μg/gF.W.)			
	15/10℃ <sup>z</sup>	20/15℃	25/20℃	30/25℃
Control	1.63±0.05 <sup>Y</sup>	0.97±0.03	0.88±0.03	0.20±0.01
UV-cut	0.55±0.03	0.76±0.02	0.59±0.04	0.13±0.01
UV-transmission	0.88±0.04	1.00±0.03	0.99±0.04	0.26±0.01

<sup>z</sup> : Temperatures are indicated day temp. / night temp.

<sup>Y</sup> : Data are shown in the mean of 2 measurement ± Standard error.

에 맞는 光處理를 하는 것이 必要하다. 또한 Anthocyanin生成과 光質과의 관계를 보다 具體的으로 究明하기 위해서는 作用스펙트럼을 測定하여 各 光質의 光受容色素分析이 要望된다

### 摘 要

갯防風의 品質은 紅色의 着色過程에 따라 크게 左右되기 때문에 보다 確實한 着色技術의 確立이 要望된다. 따라서 본 實驗은 갯防風의 Anthocyanin生成에 미치는 環境要因을 究明하고자 遂行하였던 바 얻어진 結果는 다음과 같다.

1. 溫度處理에 따른 갯防風의 發芽率은 20/15℃에서 가장 높았고, 30/25℃에서는 거의 發芽가 되지 않았다. 또한 地上部 生體重은 25/20℃에서 가장 良好했다. Anthocyanin生成은 15/10℃의 溫度에서 가장 높았고, 30/25℃의 高溫에서 抑制되었다.
2. 各 溫度條件에서 光處理區 間의 地上部 生體重에는 큰차가 없었다. 또한 光은 Anthocyanin生成을 促進하는 것으로 認定되었으며, 특히 光의 그 促進作用은 低溫에서 더욱 效果의이었다.
3. 紫外線處理에 따른 地上部生育은 全般的으로 큰차는 없었지만, 25/20℃에서는 紫外線 透過區가 紫外線 遮斷區에 비해 良好한 傾向을 보였다. Anthocyanin生成은 紫外線 透過區가 紫外線遮斷區보다 많았던 점으로 보아 Anthocyanin生成에 대한 紫外線의 效果가 認定되었다.

### 引 用 文 獻

1. A. Dube, S.Bharti and M. M. Laloraya. 1992. Inhibition of Anthocyanin synthesis by Cobaltous ions in the First internode of Sorghum bicolor L. Moench. Journal of Exp.Bot. 43(255) : 1379~1382.
2. Alberto L.Mancinelli. 1984. Photoregulation of Anthocyanin synthesis. Plant physiol. 75:447~453.
3. Alberto L. mancinelli. 1985. Light- dependent Anthocyanin synthesis:A model system for the study of plant photomorphogenesis. The Botanical Review. 51:107~157.
4. Alberto L. Mancinelli. 1990. Interaction between light quality and light quantity in the photoregulation of Anthocyanin production. Plant physiol. 92:1191~1195.
5. Chalmers, D.J, and J.D.Faragher. 1977. Regulation of Anthocyanin synthesis in Apple skin. I. Comparison of the effects of cyclo-hexamide, ultraviolet light, wounding and maturity. Aust. J. plant physiol.4:112~121.
6. Engelsma, G. 1970. Low temperature effects on phenylalanine ammonia-lyase activity in skin seedlings. Planta. 91:246~254.
7. Faragher, J.D, and D.J. Chalmers. 1977. Regulation of Anthocyanin synthesis in Apple skin. Involvement of phenylalanine ammonia-lyase. Aust. J. Plant physiol. 4:133~141.
8. Faragher, J.D. 1984. Anthocyanin accumulation in Apple skin during ripening:Regulation by ethylene and phenylalanine ammonia-lyase. Sci. Hort. 22:89~96.
9. Harada, K. 1989. Effect of temperature and light on anthocyanin synthesis of broccoli. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 58(suppl. 2) : 274~275 (In Japanese).
10. Kliewer. W.M. 1970. Effect of day temperature and light intensity on coloration of Vinifera L.grapes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95:693~697.
11. Miura, H. and M. Iwata. 1981. Effect of light on anthocyanin content of the seedlings of benitade(Polygonum hydropiper L.). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 50:44~52 (In Japanese).
12. Miura, H. and M. Iwata. 1983. Effect of temperature on anthocyanin synthesis in seedlings of benitade(Polygonum hydropiper L.). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 51:412~420 (In Japanese).
13. Naitou, T. 1964. Studies on coloration of grapes. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 33(3):33~40 (In Japanese).
14. Pirie A. and M.G. Mullins. 1976. Changes in Anthocyanin and phenolics content of grapevine leaf and fruit tissues treated with sucrose, nitrate and abscisic acid. Plant physiol. 58:468~472.
15. Schrader, A.L. and P.C. Marth. 1931. Light intensity

- as a factor in the development of apple color and size. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 28:552~555.
16. Siegelman, H.W. and S.B.Hendricks. 1957. Photocontrol of anthocyanin formation in turnip and red cabbage seedlings. Plant physiol. 32:393~398.
17. V.K.Jain, and K.N.Guruprasad. 1990. Involvement of Riboflavin in UV-A and white light-induced synthesis of Anthocyanin in Sorghum bicolor. Journal of Experimental Botany. 41(222) : 53~ 58.

〈접수일 : 1995. 8. 12〉