

有色香辛菜蔬의 Anthocyanin色素發現에 관한 研究 外部環境條件 및 植物生長調節物質의 影響에 대하여

夫 喜 玉

東 京 農 業 大 學

最近, 食生活의 多邊化와 生食用菜蔬의 需要增加와 더불어, 菜蔬에 있어서도 보다 高品質, 高品目, 周年수요를 要求하는 傾向이 한층 더 많아지면서, 香辛菜蔬, 有色菜蔬등에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 菜蔬栽培技術의 發達과 食生活이 西洋化 되어감에 따라, 菜蔬의 色은 品質을 表示하는 重要的 要素가 되어 있다. 菜蔬는 Anthocyanin, Carotenoid, 葉綠素등의 色素에 의해 食品에 色配合를 如해 주지만, 특히 Anthocyanin에 의한 色配合는 食品의 嗜好面에서의 機能을 左右하는 重要的 要素가 아닐 수 없다.

따라서, 有色菜蔬類의 Anthocyanin生成에 關係하는 諸要因의 解明은, 재배상으로도 問題가 되는 경우가 많다.

Anthocyanin은 高等植物에 널리 分布하고 있으며, 그 色調는 주로 化學構造 B환의 OH基의 數에 따라 다르게 나타나는 Anthocyanin種類에 의해서 決定된다. 같은 種類의 Anthocyanin이 포함되어 있어도 色調가 다르게 나타나는 경우는, 細胞液의 pH, 共存하는 Co-pigment의 影響을 강하게 받기 때문이다. 또한 Anthocyanin은 組織중 에 均一하게 분포하는 경우는 드물고, 혼재하는 경우가 많으며 品種에 따라 분포상태가 다르게 나타난다.

Anthocyanin要素의 生成에 관해서는 오래전 부터 많은 研究가 행해져 왔지만, 그 生成機構에 관한 연구의 역사는 비교적 짧다. 近年, 花色, 果色에 있어서는 Anthocyanin色素發現에 關與하는 外的, 內的要因 및 그 生合成經路에서의 酵素活性등의 生成制御機構를 밝히는 研究가 많이 進전되어 있지만 菜蔬類의 色素發現機構에 대해서는 아직 不明한 점이 많다.

본 研究는, 주요한 有色香辛菜蔬 중에서 明菘(*Glehnia littoralis* Fr.Sxhm.), Chicory(*Cichorium intybus* L.), 薑(*Zingiber officinale* Rosc.), 紫蘇(*Perilla ocymoides* L.)등 4種類를 채택하여, 그 色素發現에 關與하는 外적, 內적요인을 밝혀냄과 동시에 實用possible한

栽培技術의 확립을 目標로 實驗을 行했다. 먼저 上記 4種類에 대하여 溫度, 光量, 光質등의 環境條件, 또는 ABA(abscisic acid), Ethephon(2-chloroethanephosphonic acid, Ethylene 發生劑), GA³(gibberellic acid), Uniconazole((E)-1(4-chlorophenyl)-4, 4-dimethyl-2(1,2,4-triazole-1-yl)-1-penten-3-ol, gibberellin生成阻害劑)등의 植物生長調節物質의 施與가 Anthocyanin發現에 미치는 影響을 구명하고, 또한 體內糖含量과 PAL酵素活性을 調査하여 Anthocyanin 色素發現과의 關聯性을 檢討했다. 또한, 組織中에서의 Anthocyanin分布狀態에 대하여 光學顯微鏡으로 觀察했다. 이러한 實驗을 實施한바 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 병방풍의 Anthocyanin發現에 미치는 諸要因

병방풍은 미나리과에 속하는 多年生植物로써 食用으로 이용되는 菜柄은 紫紅色으로 着色되며 이 着色에 關係하는 色素는 Anthocyanin의 종류인 Cyanidin으로 확인되었다.

병방풍의 生育은 25/20°C(晝溫/夜溫)下에서 가장 良好했고, 20/15°C, 15/10°C로 溫度가 低下됨에 따라 生育이 抑制되었으며, 30/25°C의 高溫下에서는 도장하는 傾向을 보였다. 適溫下에서 연화 재배한 다음 收穫前 7日間 相異한 溫度下에서는 育成된 후의 Anthocyanin發現을 보면, 15/10°C下에서는 Anthocyanin發現이 助長되었으며, 20/15°C, 25/20°C로 온도가 上昇함에 따라 점점 抑制되고, 30/25°C의 고온에서는 顯著하게 抑制되었다. 또한, 適溫에서 340 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ 의 光照射를 50%(170 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$), 100%(暗黑)로 遮光하여 軟化栽培하면 Anthocyanin發現이 억제되어 거의 色이 이루어지지 않았지만, 收穫 4~6日前에 遮光을 中止하고 340 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ 의 光을 照射하면 Anthocyanin發現이 助長되어 着色이 좋아졌다. 또한, 紫外線은 Anthocyanin生成에 있어서 効果적이었다. 體內糖濃度는 15/10°C, 高光量下에서 높았으며, 이것은 Anthocyanin含量과 糖含量間에 相互關係가 있는 것을 의미한다.

ABA를 처리 했을때의 Anthocyanin發現은 低濃度에서는 그다지 影響을 받지 않았지만 高濃度에서는 억제되는 傾向을 보였으며, 또한 糖含量, PAL酵素活性에 대해서도 전반적으로 ABA영향이 認定되지 않았다. 自然條件下에서 Anthocyanin發現이 불안정한 식물에 있어서 外生的인 ABA施與에 의해 Anthocyanin發現을 助長시킬수 있는 것으로 많이 알려져 있지만 植物에 따라서 ABA에

대한 感應性이 다르게 나타나는 것으로 생각되었다.

2. Chicory의 Anthocyanin發現에 미치는 諸要因

Chicory는 국화과에 속하는 2年生植物로써 Salad用種인 Red-chicory의 結球葉은 赤色으로 着色되며 結球葉의 着色에 關係하는 色素成分은 Anthocyanin種類인 Cyanidin인 것으로 확인되었다. Anthocyanin發現은 溫度15/10°C 下에서 크게 助長되어 20/15°C, 25/20°C로 溫度가 上昇함에 따라 低下되었고, 30/25°C 下에서는 Anthocyanin發現이 크게 抑制되어 外觀적으로도 거의 綠色을 띠며 赤色으로 着色되지 않았다. 또한, Anthocyanin發現에 대한 光量의 影響을 보면, 340, 170, 80, 50 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ 로 光量이 低下됨에 따라서 Anthocyanin含量은 점점 減少하고, 특히 80 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ 以下の 低光量下에서는, 15/10°C의 低溫에서도 현저하게 減少되는 傾向을 보여, Chicory의 Anthocyanin發現에는 光量이 크게 影響을 미치고 있음을 示唆했다. 그러나, 30/25°C에서는 光量에 關係없이 Anthocyanin發現은 크게 阻害되어 高溫下에서는 光量의 影響이 認定되지 않았다. 또한, 紫外線을 遮斷했을 경우는 Anthocyanin發現이 抑制되었으며, 이것은 紫外線을 포함한 光照射가 Anthocyanin發現을 助長하는 것으로 認定되었다. 各溫度, 光量條件下에서 育成된 Chicory의 體內糖含量은 Anthocyanin發現과 같은 傾向을 보여, 兩者間의 相互關係가 認定되었다.

Anthocyanin發現에 대한 植物生長調節物質의 影響을 보면 ABA, Ethephon處理에 의해 어느 정도 Anthocyanin發現이 助長되었고, Uniconazole處理에서는 현저하게 增加되었으며, GA₃處理에서는 抑制되었다. 그러나 GA₃의 Anthocyanin發現에 대한 抑制作用은 Uniconazole處理에 의해서 輕減됨을 알 수 있었다. 糖含量은 ABA, GA₃處理에 의해 약간 低下되는 傾向을 보였지만, Ethephon處理에서는 큰 差가 없었다. PAL酵素活性은, 15/10°C, 20/15°C 下에서 높았으며, GA₃處理에서는 溫度條件에 關係없이 低下되는 傾向을 보였지만, Ethephon處理에서는 큰 差가 없었다. PAL酵素活性은, 15/10°C, 20/15°C 下에서 높았으며, GA₃處理에서는 溫度條件에 關係없이 低下되는 傾向을 보여, Anthocyanin發現과 PAL酵素活性間에 關聯性이 있는 것으로 思料되었다.

3. 생강의 Anthocyanin發現에 미치는 諸要因

생강은 생강과에 속하는 多年生植物이며, 本實驗에서는 葉초부가 赤色으로 着色되어 葉생강으로 利用되는 '金時' 品種을 公試材料로 하였다. 생강의 주요한 Anthocyanin色素成分은 Cyanidin으로 확인되었다. Anthocyanin發現은 20/15°C 및 25/20°C下에서 助長되었으며, 15/10°C의 低溫 혹은 30/25°C의 高溫에서는 抑制되었던 점으로 보아 20~25°C가 適溫임을 알 수 있었다. Anthocyanin發現에 대한 光量의 影響은 15/10°C~30/25°C의 全溫度條件에서 큰 差는 認定되지 않았으며 紫外線을 遮斷했을 경우는 減少하는 傾向을 보였다. 생강의 Anthocyanin發現에 있어서는 光보다는 溫度의 影響이 크며 또한 光量보다는 光質의 影響이 큰것으로 생각되었다. 植物生長調節物質의 影響을 보면, ABA, Ethrphon處理에 의해 Anthocyanin發現이 助長되었고, Uniconazole 處理에 의해 한층 더 助長됨을 알 수 있었다. GA₃處理에서는 Anthocyanin發現이 현저하게 抑制되었지만 뒤어서서 Uniconazole을 處理하면, GA₃에 의한 Anthocyanin發現의 抑制作用이 輕減되는 傾向을 보였다. 糖含量을 보면 25/20°C 前後의 溫度 혹은 340 μ mol·m⁻²·sec⁻¹의 高光量下에서 높았으며 各植物生長調節物質 處理에 있어서는 약간 낮은 値를 보였다. PAL酵素活性은, 25/20°C 下에서 높았고, 또한 ABA處理下에서는 增加했지만 GA₃處理에서는 低下되는 傾向을 보였다. 이러한 結果로부터 생강의 Anthocyanin發現에는 溫度, 光등의 環境要因과 함께 植物生長調節物質도 크게 影響을 미치고 있음을 알 수 있으며, 또한 Anthocyanin發現, 糖含量, PAL酵素活性間에 相互作用이 있는 것으로 思料되었다.

4. 紫蘇 Anthocyanin發現에 미치는 諸要因

紫蘇는 꿀풀과에 속하는 1年生植物이며 일반적으로 葉紫蘇, 芽紫蘇로써 이용되고 있다. 本實驗은, 赤紫蘇 芽紫蘇를 供試材料로 實施하였다. 芽紫蘇의 Anthocyanin成分은 Cyanidin인 것으로 確認되었다. 芽紫蘇의 Anthocyanin發現은 20/15°C 下에서 가장 助長되었고 다음으로 15/10°C, 25/20°C의 順이었으며, 30/25°C의 高溫에서는 현저하게 抑制되어 20°C前後가 適溫인 것으로 생각되었다. 또한, Anthocyanin發現에 대한 光量의 影響을 보면, 340 μ mol·m⁻²·sec⁻¹의 高光量下에서는 Anthocyanin發現이 助長되었지만, 80 μ mol·m⁻²·sec⁻¹ 以下の 光量下에서는 크게 抑制되는 傾向을 보여 光量의 影響이 현저함을 나타냈다. Anthocyanin發現에 미치는 植物生長調節物質의 影響을

보면 ABA, Ethephon, Uniconazole處理에 의해서는 助長되었지만, GA₃處理에서는 크게 減少되었다. 濃度は 20/15°C, 25/20°C, 高光量, ABA, Uniconazole處理에서 높은 경향을 보였으며, PAL酵素活性은 20/25°C, 高光量下, ABA處理에 의해서 增加됨을 알 수 있었다. 또한, Ethylene生成量은 Ethephon處理와 高光量下에서는 增加했지만, ABA處理와 低光量下에서는 低下되는 傾向을 보여, Anthocyanin發現과 密接한 關係가 있는 것으로 思料되었다.

以上과 같은 結果로 부터 有色香辛菜蔬인 莖菘, Chicory, 생강, 紫蘇의 Anthocyanin發現에는 溫度, 光量, 光質등의 環境要因이 크게 關與하며, 種類에 따라 각각의 適溫이 存在하며, 각 適溫下에서 紫外部를 포함한 $340\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ 以上の 高光量下에서 Anthocyanin發現이 助長됨을 밝혀냄과 동시에, 연화재배를 행한 경우에는 收穫前에 3~4일부터 7~10日間程溫15~20°C前後의 溫度下에서 光을 照射함으로써 Anthocyanin發現이 한층 더 助長됨을 認定하였다. 또한, ABA, Ethephon, Uniconazole處理에서는 Anthocyanin發現이 助長됨을 알 수 있었으며, GA₃施與에 의해 伸長生長을 促進시킨 後 Uniconazole施與에 의해 Anthocyanin發現을 促進시킬 수 있음을 示唆했다. 또한, 溫度, 光등의 環境條件 및 植物生長調節物質등의 處理를 實施한 경우, Anthocyanin發現이 助長되면 糖含量, Ethylene生成量, PAL酵素活性도 높아 이들 間에는 相互關聯이 있는 것으로 思料되었다. 組織中에서의 Anthocyanin色素의 分布狀態를 보면, 莖菘에서는 皮층세포에 分布하고, Chicory, 紫蘇에서는 表皮細胞에 分布하고 있음 알 수 있었다.