

百花爭妍之嬌豔花色呈現

文圖／陳彥樺、蔡宛育

約88%的被子植物花色是由花青素決定，花青素（anthocyanin）在開花植物中分布廣泛，是植物特有的多酚類化合物，也是類黃酮代謝路徑所衍生的化合物，其中合成主要花青素的代謝途徑稱為花青素生合成路徑，積累於植物液泡。已知天然存在的花青素有250多種，依其結構攜帶羥基多寡、甲基化程度以及醣基數目、種類、位置不同而有不同顏色。主要可分為紫紅色的矢車菊素（cyanidin）、橘紅色的天竺葵素（pelargonidin）以及藍紫色的飛燕草素（delphinidin），另其他次要色素包括紅色的芍藥素（peonidin），由矢車菊素甲基化取代而來，紫色的矮牽牛素（petunidin）以及深紫色的錦葵素（malvidin）均由飛燕草素不同程度的甲基化衍生而來。影響花青素代謝的環境因素包括光照（光強度、光質、累積光量）、溫度、植物體內含醣量及含水量等。

在所有影響花青素合成的環境因子中，光十分重要。光可以激活光敏素，促進酵素合成或活化，並且提高光合作用，增加碳水化合物產量。花青素合成途徑中主要酵素如PAL（phenylalanine ammonialyase）、CHS（chalcone synthase）、DFR（dihydroflavonol 4-reductase）以及UFGT（UDP-glucose:flavonoid 3-O-glucosyl transferase）等是光調節酵素，光可以誘導提高酵素活性，促進花青素的積累。花青素對不同光質的反應也有差異，藍光及紫外光可顯著促進花青素合成。以洋桔梗為例，低光環境下花青素含量較少，花色較淡。

溫度是另一個影響花青素合成含量的環境因子，花青素具不穩定性，在高溫下會降解，而低溫環境下，花青素的含量增加，這可能與碳水化合物的代謝有關，低溫呼吸作用較慢，使得植體碳水化合物消耗少，進而促進花青素的積累。以矮牽牛為例，在32/27℃下花朵的花青素含量較17/12℃生長的花青素含量少。

碳水化合物（醣類）以及其他植物荷爾蒙如激勃素、乙烯等均會影響花青素的合成。醣類是花青素形成的必要成分，可能也參與花青素合成相關酵素之基因調控，因此花青素合成須有足夠的含醣量為條件。醣對花青素合成作用的影響不僅是透過醣解途徑的參與，也包括信號機制來促進花青素的合成。另外施植物荷爾蒙激勃素或乙烯可促進花青素的合成。



▲百花爭妍—嬌豔花色多變呈現