芥藍耐熱選育之評鑑方向

農試所鳳山分所 林楨祐 邱金春 陳甘澍

一、前言

芥藍為十字花科蔓苔屬一年生草本植物，英名：Chinese Kale，學名：*Brassica oleracea* L. Alboglabra Group，原產於中國南部和東南亞一帶，為淺根性作物，主根不發達且鬚根多。葉互生、質厚且具蠟質，葉色可分為濃綠、暗、灰綠或綠色，葉面皺縮或光滑，葉形為卵形、近圓形或橢圓形。花為總狀花序的完全花，花瓣為白色或黃色。種子近圓形為褐色至黑褐色，食用部位為菜苔和葉。

台灣蔬菜生產受夏季高溫、高濕及颱風等環境因素影響，以及全球趨於暖化和設施內栽培的環境升溫現象，發生夏季栽培的高溫環境障礙，因此開發夏季替代性蔬菜，以減緩高溫及暖化現象的衝擊為需努力的方向，由於芥藍的風土環境適應性廣及生長迅速特性，具有發展成為夏季替代性蔬菜和風災後高溫環境下的復耕作物潛力，並可適時調節消費市場供需之用。未來在芥藍的耐熱選育評鑑方向上，應朝向建立可行的耐熱性評估指標，將有助於加速或輔助耐熱品種的選育，以下介紹芥藍在高溫時的反應，以及外部型態與生理生化的耐熱性評估指標。

作　　者：林助理研究員楨祐
連絡電話：07-7310191-703

二、芥藍對高溫的反應

芥藍在高溫環境下會有一些生長、生理及生化的反應與表現，當高溫時會造成芥藍多胺(polyamines)含量的下降，延緩花芽分化，影響植株生長與菜苔的形成，若能選育耐熱性佳的品種，則有助於提高菜苔的葉綠素、類黃酮及花青苷的含量，並增加菜苔色澤的表現。高溫會造成細胞滲漏率提高和細胞傷害，由於丙二醛(MDA)和OH^-的累積及脯氨酸含量的增加，使膜脂過氧化作用加劇，進而引起細胞膜通透性的改變；此外，高溫造成光合作用與葉綠素a含量降低，縮短植株的生育過程並提早老化。但是高溫逆境下植物本身亦會產生保護的機制，例如熱休克蛋白(heat shock protein,HSPs)、超氧化物歧化酶(SOD)、過氧化氫酶(CAT)及過氧化酶(POD)等，熱休克蛋白可以保護細胞並避免膜蛋白變性，具有穩定細胞膜同時提高植物耐熱性表現的功能，而SOD、CAT及POD等則具有消除自由基的功能，為高溫逆境時植物重要的防禦機制。

三、芥藍外部型態的耐熱性指標

芥藍的耐熱性篩選在外部型態上可分為葉及花兩部份，葉部方面可從葉形、葉生長密度及開展角度加以判別，花則從花色的表現判斷。在葉形上可分為圓葉形和尖葉形，通常以尖葉形品種的耐熱性較佳，而圓葉形品種的耐熱性則較差；在莖基部的葉生長密度方面，分枝力較強且葉生長較疏者的耐熱性較佳，而分枝力較弱且基部葉片生長較密者的耐熱性較差；在葉片開展角度方面，葉片與莖的開展角度愈小且植株屬直立型者的耐熱性較佳（圖一），而開展角度愈大且植株屬平鋪型者的耐熱性較差（圖二）。



圖一、葉片基部生長疏較耐熱。



圖二、葉片基部生長密較不耐熱。

花色上可分為白花與黃花兩種，通常以白花品種的耐熱性較佳（圖三），而黃花品種的耐熱性較差（圖四）。白花芥藍又可分為早熟型、中熟型及晚熟型，早熟型較為耐熱，晚熟型較不耐熱，中熟型的耐熱性則介於早、晚熟型之間。栽培時應考慮季節並配合品種成熟特性予以適時栽培，早熟型適合於夏秋季栽培，中熟型適合於秋冬季栽培，晚熟型則適合於冬春栽培。

四、生理生化的耐熱性指標

十字花科蔬菜耐熱性相關研究報告指出，透過測定細胞膜的熱穩定性與電解質滲漏率、丙二醛含量、葉綠素濃度與葉綠素螢光、脯氨酸含量及保護酶活性等可作為判別品種間的耐熱性程度，有助於芥藍進行耐熱性篩選時參酌應用。

在高溫環境下，當丙二醛含量增加時顯示植物細胞受損的程度愈高，由於丙二醛為膜脂過氧化作用的最終產物，膜脂過氧化作用會引起細胞膜通透性的



圖三、白花芥藍較耐熱。



圖四、黃花芥藍較不耐熱。

改變與細胞滲漏率的提高，因此丙二醛含量的多寡為造成細胞膜損傷的因子，而植物的耐熱程度與丙二醛含量會呈現負相關性，例如甘藍耐熱品種在高溫處理下其丙二醛含量小於不耐熱品種。此外，耐熱品種在高溫下能夠累積較多的脯氨酸，由於脯氨酸可防止植物水份散失並維持原生質及細胞膜的穩定，相對地電解質滲漏率較低，例如結球白菜在高溫條件下，耐熱品種的蒸散速率較高，葉肉細胞含水量較高，並有較強的水份平衡能力及可維持較高的可溶性蛋白含量。

通常耐熱品種能維持較高的光合作用速率，不耐熱品種的葉綠素濃度明顯較低，例如甘藍在高溫條件下，耐熱品種淨光合作用速率明顯下降較少，而在高溫下的甘藍和蘿蔔等耐熱品種的氣孔密度較高且開度較小，而不耐熱品種則為氣孔密度較低且開度較大。另外，SOD、CAT 及POD 等為植物重要的保護酶，在高溫下耐熱品種蘿蔔和結球白菜等的SOD、CAT 及POD 活性皆較不耐熱品種提高，有助於消除過量的超氧化物自由基，避免細胞膜受到傷害。

五、結語

全球暖化現象與設施內升溫情形會影響作物的栽培與產量，雖然相關研究指出，可透過外施水楊酸、硫酸銅溶液等來提高作物的抗熱性，但仍須考量作物特性與成本效益，因此，耐熱品種選育及評鑑技術應為發展的趨勢。綜上所述，未來在芥藍耐熱選育評鑑方向上可藉由芥藍的葉形、葉片密度、葉片開展角度以及花色等外部形態的表現上來判斷；另外可藉由測量電解質滲漏率了解細胞膜的熱穩定性，或是測量葉綠素濃度與葉綠素螢光等生理指標來輔助耐熱性篩選，將可加速耐熱品種的育種時程並因應高溫生產環境。