

台灣商業花椰菜品種之耐熱性評估

羅惠齡¹⁾、林照能¹⁾、李碩朋¹⁾、許淼淼¹⁾、陳綉萍¹⁾、劉政道¹⁾、陳甘澍¹⁾

¹⁾行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所蔬菜系約聘人員、助理研究員、助理研究員、助理研究員、雇員、分所長、副研究員兼蔬菜系主任(通訊作者)

高雄縣鳳山市文山里文山路園藝巷4號

電話：07-7310191-701

電子信箱：kschen@fthes-tari.gov.tw

摘要：本試驗係於民國95年5~7月間，在鳳山分所試驗田區進行調查22個花椰菜品種之園藝性狀及評估其耐熱性。試驗結果顯示耐熱性早生花椰菜品種之植株較為矮小、株型直立、葉片數較少、葉片展幅較小、葉形短而細尖等特性。生育日數少於50天之早生品種對溫度很敏感，日平均溫度於28℃以上時，不但會影響其花芽分化，甚至不結花球，而耐熱品種有比較高的結球率及正常花球形成。高溫對花球發育之影響甚鉅，不耐熱品種之花球會出現綠色苞片、毛花、紫斑及鬆散等生理障礙。22個參試花椰菜品種中，在日平均溫度於27.5℃以上的試驗環境，以慶農公司之早生硬花H-37品種表現最好，仍具有早生、耐熱之特性，且正常花球率最高、花球呈淡黃色、葉片角度高且葉狹小，其他的早生品種，雖能結球，惟其花球大多呈現腋芽、綠色苞片、多毛及紫黃色等不正常球的現象。

關鍵詞：早生、花椰菜、耐熱性、評估

前言

花椰菜(*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.)，別名：花菜、菜花，為十字花科蕓薹屬之多年生宿根性草本植物，是甘藍類的一個變種。原產於歐洲地中海沿岸一帶，約在八十五年前由中國大陸引進台灣栽種(廖，1993)。日治時期由農業試驗所從日本及印度

引進試種及推廣，歷經多年馴化選育，已發展出不同成熟期的品種。目前台灣花椰菜之品種，大部分係由民間種苗公司育成，依各地區農民栽培習性與市場導向需求與國外栽培品種不同(張，1998)。花椰菜屬於綠植物春化型植物，植株對低溫極敏感，需長期的低溫才會形成花球(Wiebe，1990)。花椰菜之生長時期可分為幼苗、花球分化及花球生長(Wurr，2004)。台灣花椰菜依花球收穫期的早晚及春化作用所需之溫度可區分為極早生種、早生種、中生種、中晚生種及晚生種等五類。極早生種於定植後 35~45 天可採收，花球分化溫度為 20~23 °C；早生種於定植後 45~55 天可採收，最適花球分化溫度為 17~20 °C；中生種於定植後 55~65 天可採收，花球分化溫度為 17~20 °C；中晚生種於定植至採收約 65~80 天，花球分化最適溫度為 10~15 °C；晚生種於定植後 80~90 天可採收，花球分化最適溫度同中晚生種為 10~15 °C (李，1987)。花椰菜性喜冷涼乾燥氣候，生育適溫為 20~25 °C 左右，花球發育適溫為 18 °C 左右，但由於品種改良，在 25 °C 以上之溫暖氣候亦可生長及生產(Rahman，2007)。台灣氣候適宜，有許多品種可交替使用而週年栽培生產，因此全台栽培十分普遍。在夏季生產花椰菜時，受高溫、暴雨、乾旱、病蟲害等影響，其中尤以溫度因子影響最大。當花球發育期遇高溫 30 °C 以上時，常面臨不結花球、花球出現綠色苞片、毛花、紫斑、鬆散及污斑等生理障礙，嚴重影響花球品質，降低農民收益(Wurr，1993)。以民國 95 年之花椰菜產值為例，其平均最低價在 1 月，產地價格為 11 元/公斤，都市零售價為 52 元/公斤。7、8 月價格最高，產地價為 46 元/公斤，都市零售價為 98 元/公斤，冬季與夏季的價格相差 2 至 4 倍(行政院農業委員會，2006)。花椰菜在冬季供過於求，夏季產量少，以致全年價

格不穩，因此夏季若種植耐熱性較佳的花椰菜品種，將可增加花椰菜的供應量。

目前，臺灣花椰菜之種植面積約 3,000 公頃，主要分布於彰化、雲林、嘉義、高雄等縣(行政院農業委員會，2006)。台灣外銷東南亞地區之花椰菜種子量每年高達 10 公噸以上(私人資料)，外銷產值約新台幣 3,000~6,000 萬，極具商機。選育早生、耐熱且符合國內外市場不同需求之花椰菜品種，可以增加市場競爭力及提高收益。本試驗目的針對國內多家種苗公司所育成的早生花椰菜品種，進行園藝性狀調查及耐熱性之評估，以期提供國內農民生產及拓展國外市場之依據及學術研究之參考。

材料與方法

1. 植物材料

本試驗供試之 22 個早生及中生花椰菜品種係由國內外多家種苗公司提供，其中包括鳳山極早生及農友極早生等 2 個固定品種及 20 個 F₁ 的商業品種。其中屬於早生定植後 49 天以下結球品種有 11 個，包括硬花品種：H-37、H-41、農友極早生、鳳山極早生、神良 45 天頂極花菜、新珊瑚、雪華及 H-46；半鬆花品種：春夏 45 天花椰菜；鬆花品種：東夏 40 天及慶農 45 天。而中生為定植後 50 天以上結球品種亦有 11 個，包括硬花品種：溫州花椰菜矮白 50 天、安陽雪峰 50 天、H-50、麗華、安陽雪峰 60 天及菊月；半鬆花品種：嬌雪、夏雪早生花椰菜、白秀(F79-779)及 F-779A、夏欣 50 天(表 1)。

2. 試驗方法

本試驗於鳳山分所試驗田進行，供試品種於民國 95 年 4 月 17 日以 50 格穴盤播種育苗，於民國 95 年 5 月 17 日苗已生長到 4~6 片本葉時，定植於大型水平棚架網室內，生育期間平均溫度為 27.5 °C，最高溫為 34.2 °C，最低溫為 22.3 °C(圖 1)。試驗方法根據沈和陳(1991)花椰菜、青花菜育種程序及實施方法進行，田間試驗設計採用逢機完全區集設計(randomized complete block design, RCBD)，畦長 4 m，寬 1 m，小區面積為 4 m²，每小區種 20 株，雙行植，行距為 65 cm，株距為 40 cm。於民國 95 年 7 月 5 日進行植株園藝性狀調查，項目包括株高、展幅、葉長、葉寬、葉長寬比值及花球出現期及花球收穫期之葉片數。植株園藝性狀調查為(1)株高：蕾球頂端至植株基部之距離。(2)展幅：由植株頂端俯視，測量兩側直立葉片最寬的距離。(3)葉長：將植株距離地面算起第 5 片葉片拉直測其長度。(4)葉寬：將植株距離地面算起第 5 片葉片拉直測其寬度。(5)葉片數：計算已展開之本葉數目。

植株結球率及存活率分二次調查，第一次於民國 95 年 7 月 6 日進行採收，先調查生育日數在 49 天以下的花椰菜品種，包括 H-37、H-41、農友極早生、鳳山極早生、神良 45 天頂極花菜、新珊瑚、雪華、H-46、春夏 45 天花椰菜、東夏 40 天及慶農 45 天，第二次於民國 95 年 7 月 14 日進行，再調查生育日數在 50 天以上的花椰菜品種，包括溫州花椰菜矮白 50 天、安陽雪峰 50 天、H-50、麗華、安陽雪峰 60 天、菊月、嬌雪、夏雪早生花椰菜、白秀(F79-779)、F-779A 及夏欣 50 天。花球部分，調查其花球重、花球徑、花球厚、花球特性、正常花球數目及結球率。

3.統計分析

試驗數據採用 COSTAT 中的 ANOVA 進行變方分析，並進行各處理間三重複平均值的標準偏差。

結果

1. 夏季高溫對花椰菜生育與性狀表現之影響

本試驗為在夏季田間高溫環境下進行花椰菜耐熱性之評估，花椰菜耐熱的定義為當環境溫度達 25 °C 以上還能夠結球且花球生長正常，表示此品種耐熱性佳，因此調查民國 95 年 5 月到 7 月花椰菜生育期間溫度，最高溫為 34.2 °C，最低溫為 22.3 °C，其平均溫度為 27.5 °C，符合耐熱花椰菜花球生長條件。將蒐集引進的 22 個花椰菜品種進行耐熱花椰菜品種篩選，根據表 1 可將供試花椰菜品種區分為 11 個早生品種及 11 個中生品種。試驗結果如表 2 所示，在株高方面，22 個花椰菜品種中以鬆花慶農 45 天(早生)、半鬆花嬌雪(中生)、菊月(中生)及硬花的 H-50(中生)等 4 個品種其株高皆在 40 cm 以上，株型直立，其中以嬌雪的品種株高最高，平均為 42.3 cm，其次為慶農 45 天品種 42.2 cm，而硬花的農友極早生株高最矮，僅為 28.7 cm。就株高而言，中生植株比早生植株來的高，而以來自同一家公司的硬花品種而言，慶農的中生花椰菜 H-50 明顯比早生花椰菜 H-37、H-41 和 H-46 來的高大(表 2)；而半鬆花的花椰菜，中生也比早生品種來的高大。在展幅方面，H-50、安陽雪峰 60 天及安陽雪峰 50 天品種展幅皆大於 65 cm，其中以 H-50 品種展幅最大，平均為 72.5 cm，其次為安陽雪峰 60 天品種 68.5 cm；農友極早生、新珊瑚及春夏 45 天花椰菜品種展幅皆小於 50 cm，其中以新珊瑚品種展

幅最小，平均為 47.5 cm，其次為春夏 45 天花椰菜品種 47.8cm。另以慶農公司硬花品種而言，中生品種 H-50 的展幅比早生品種來的大。在葉長方面，東夏 40 天、白秀 (F79-779) 及菊月品種葉長皆達 50 cm 以上，其中以白秀品種葉長最長，平均為 57.0 cm，其次為東夏 40 天品種 56.2 cm；而農友極早生品種葉長最短，平均為 26.7 cm，其次為 H-41 品種 29.1 cm。同樣以慶農公司的硬花品種為例，中生品種 H-50 的葉長比該公司其他 3 個早生品種 (H-37、H-41 及 H-46) 來的長。在葉寬方面，H-50 及白秀 (F79-779) 的葉寬可達 20cm 以上，其中以 H-50 葉寬最寬，平均為 20.5cm，其次白秀為 20.2 cm，而農友極早生的葉寬最窄，平均為 11.1 cm。而就慶農公司硬花品種而言，中生品種的葉寬明顯平均比早生品種的葉寬來的大 (表 2)。在葉長葉寬比值方面，比值最大為新珊瑚，平均為 4.0，其次為東夏 40 天比值 3.4，比值最小為 F-779A 品種，平均比值 1.7。而就單一家公司花椰菜品種來說，慶農公司的硬花品種，其葉長葉寬比值，中生和早生品種之間則沒有顯著差異。在花球出現時葉片數方面，以 H-37 葉片數最多，平均為 27 片，其次為雪華 26 片，而安陽雪峰 50 天、H-50 及菊月葉片數最少，平均為 17 片，但就早生和中生花椰菜品種而言，其葉片數並無顯著的區別。在花球重方面，大部分早生花椰菜其花球可重達 200 g 以上，其中以 H-37 其花球最重，平均為 265.2 g，其次為東夏 40 天為 249.5 g，再次為 H-41 的 245.0 g，而以農友極早生最輕，平均為 104.6 g。在花球徑方面，以東夏 40 天花球徑最長，平均為 15.0 cm，其次為夏欣 50 天品種 14.8 cm，而嬌雪品種花球徑最短，平均為 9.9 cm。在花球厚度方面，以東夏 40 天花球最厚，平均為 8.7 cm，其次為夏欣 50 天 8.2 cm，而嬌雪花球最薄，平均為 5.4 cm。本

試驗於 95 年 8~10 月進行花椰菜品種種植時，在花球重方面，大部分早生花椰菜其花球可重達 500 g 以上，包括 H-41、農友極早生、鳳山極早生、神良 45 天頂極花菜、新珊瑚、雪華、東夏 40 天及慶農 45 天等品種。由試驗可得知，第二次試驗之花球較重且花球徑較大，推測原因可能為 8~10 月間日平均溫度為 25 °C，氣溫較低，適合花椰菜花球生長。

2. 夏季高溫對花椰菜存活率與結球率之關係

分別於 95 年 7 月 6 日及 7 月 14 日兩次調查各花椰菜品種的植株結球率，結果如表 3 所示，生育日數在 50 天以下的早生品種均會結球。早生硬花品種，在定植 50 天時其結球率在 43 %~84 %，至定植 58 天時，其結球率則增為 64 %~89 %；而中生硬花品種，在定植 50 天時其結球率為 0~18 %，至定植 58 天時其結球率則明顯的增加至 0~94 %之間；而半鬆花及鬆花品種也有上述同樣的情形。在結球率方面，於定植 58 天後也有明顯的增加；但中生品種中，有 2 個硬花品種(溫州花椰菜矮白 50 天及菊月)，仍沒有任何結球跡象。由上述調查可知，在定植後 50 天調查時，早生品種(硬花及鬆花)的結球率比中生品種來的高，但是在定植後 58 天 (除了溫州花椰菜矮白 50 天及菊月 2 個中生硬花品種)，中生品種的結球率也有明顯增加趨勢。就硬花品種而言，慶農公司 3 個早生品種， H-37、H-41、及 H-46，在定植後 50 天調查其結球率，與中生硬花品種 H-50 有顯著的差別，但這差別在定植 58 天後調查時，則差距逐漸的縮小。而農友公司的農友極早生和鳳山極早生在定植後 50 天調查其結球率，與中生硬花品種麗華有顯著

的差別，但這差別在定植 58 天後調查時，則差距逐漸的縮小。因為中生硬花品種麗華結球率由定植後 50 天 18.2% 在定植後 58 天升高為 81.8%。

3. 夏季高溫對花球外觀品質之關係

在定植後 58 天時，調查 22 個參試花椰菜品種中正常花球率，發現除了慶農公司早生硬花品種 H-37 有 56.3 % 的正常花球外，其餘測試的品種均為不正常的花球，其不正常的性狀包括有苞葉、紫斑及花球上長毛的現象。在定植後 58 天，分別調查花球的重量、球徑長度及球的厚度(中生品種雖有部份的結球，但因為花球小且不正常，所以沒有調查)(表 5)。以早生硬花品種為例，慶農公司的 H-37、H-41 明顯較其他公司早生硬花品種的產量來的高，而中生硬花品種的麗華球重也和早生品種 H-37、H-41 及 H-46 相當。而就硬花早生品種而言，除了雪華的球徑及球厚稍高一些外，彼此品種之間並沒有明顯的差異性(表 5)。

表 1. 供試花椰菜品種的來源與特性

Table 1. A list of Cauliflower varieties seed in this study

品種名稱	生育日數 (天)	花球結球 收穫期	花球緊密 程度	來源
H-37	37	早生	硬花	慶農種苗公司
H-41	41	早生	硬花	慶農種苗公司
農友極早生	40	早生	硬花	農友種苗公司
鳳山極早生	40~45	早生	硬花	農友種苗公司
神良 45 天頂極花菜	45	早生	硬花	神農種苗公司
新珊瑚	45	早生	硬花	生生種苗公司
雪華	45	早生	硬花	農友種苗公司
H-46	46	早生	硬花	慶農種苗公司
溫州花椰菜矮白 50 天	50	中生	硬花	中國大陸
安陽雪峰 50 天	50	中生	硬花	安陽蔬菜種苗公司
H-50	50	中生	硬花	慶農種苗公司
麗華	50	中生	硬花	農友種苗公司
安陽雪峰 60 天	60	中生	硬花	安陽蔬菜種苗公司
菊月	60	中生	硬花	富農種苗公司
春夏 45 天花椰菜	45	早生	半鬆花	富農種苗公司
嬌雪	50	中生	半鬆花	農友種苗公司
夏雪早生花椰菜	50~55	中生	半鬆花	富農種苗公司
白秀(F79-779)	55	中生	半鬆花	農友種苗公司
F-779A	55	中生	半鬆花	農友種苗公司
夏欣 50 天	50	中生	半鬆花	欣樺種苗公司
東夏 40 天	40	早生	鬆花	欣樺種苗公司
慶農 45 天	45	早生	鬆花	慶農種苗公司

備註：1.播種日期：95.04.17 定植日期：95.05.17

2.生育日數之判定是根據種苗公司所提供的資料。

表 2. 花椰菜品種田間植株園藝性狀之調查結果

Table 2. Growth characteristic of cauliflower varieties in this study

品種名稱	株高 (cm)	展幅 (cm)	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	葉長寬 比值	葉片數	
						花球出現時	花球收穫時
H-37	34.7±3.3	57.8±5.3	29.6±3.3	14.8±2.1	2.0±0.2	27±2.1	29±2.4
H-41	33.0±2.6	54.0±5.3	29.1±2.4	13.3±0.8	2.2±0.2	22±1.5	26±2.6
農友極早生	28.7±3.0	48.2±3.5	26.7±2.9	11.1±1.3	2.4±0.2	19±1.8	24±2.9
鳳山極早生	38.7±2.8	57.1±8.5	30.9±2.7	14.1±1.6	2.2±0.1	21±2.9	26±2.9
神良 45 天頂極花菜	33.0±1.6	54.0±4.3	47.0±2.3	20.5±1.2	2.3±0.2	25±1.6	27±1.9
新珊瑚	31.5±3.6	47.5±6.1	47.5±6.1	12.0±1.3	4.0±0.2	20±2.4	25±4.0
雪華	31.3±3.0	53.3±4.8	29.2±2.5	12.9±1.5	2.3±0.1	26±1.6	29±3.6
H-46	32.6±1.7	50.4±5.4	30.6±1.5	13.4±0.9	2.3±0.1	19±1.9	27±2.9
溫州花椰菜矮白 50 天	36.3±2.6	50.8±4.6	30.9±3.5	15.9±1.2	1.9±0.1	20±1.8	24±4.4
安陽雪峰 50 天	38.0±2.2	66.8±3.8	35.8±3.7	18.6±1.4	1.9±0.1	17±1.9	25±1.2
H-50	41.0±7.1	72.5±0.7	39.7±0.8	20.5±1.1	1.9±0.1	17±0.1	24±0.7
麗華	34.8±1.9	50.8±1.3	29.8±1.8	13.5±1.2	2.2±0.2	22±2.6	29±3.2
安陽雪峰 60 天	39.3±3.0	68.5±9.0	37.6±1.3	18.0±1.4	2.1±0.1	23±1.3	24±2.6
菊月	40.0±7.4	55.0±11.9	55.0±11.9	16.9±3.8	3.3±0.5	17±1.0	24±2.8
春夏 45 天花椰菜	30.2±3.5	47.8±3.8	27.3±3.0	12.4±1.5	2.2±0.2	18±1.9	22±2.4
嬌雪	42.3±2.8	64.0±4.0	35.6±2.9	18.5±4.7	1.9±0.3	25±1.3	30±0.8
夏雪早生花椰菜	37.8±7.3	65.5±11.0	34.4±3.4	17.3±1.0	2.0±0.1	18±1.3	22±4.2
白秀(F79-779)	37.8±3.8	57.0±1.4	57.0±1.4	20.2±2.8	2.8±0.4	22±0.8	22±3.6
F-779A	39.2±2.3	56.3±2.2	31.3±2.6	17.9±1.9	1.7±0.1	21±1.4	26±6.0
夏欣 50 天	34.2±4.4	55.2±8.2	30.3±4.9	14.1±1.8	2.1±0.2	18±2.9	26±3.8
東夏 40 天	37.4±5.5	56.2±11.2	46.2±11.2	13.7±2.3	3.4±0.3	23±5.0	26±2.6
慶農 45 天	42.2±2.8	58.3±8.3	40.7±3.9	17.0±1.3	2.4±0.3	21±2.9	24±3.8

備註：1.播種日期：95.04.17 定植日期：95.05.17

2.調查日期：95.07.06、95.07.14

表 3. 花椰菜品種植株結球率及存活率之調查結果

Table 3. The seedling survival and curd formation percentage of tested cauliflower varieties

品種名稱	生育日數 (天)	存活率 (%)	定植後 50 天調查		定植後 58 天調查	
			結球數 (株)	結球率 (%)	結球數 (株)	結球率 (%)
H-37	37	90	10	55.6	16	88.9
H-41	41	75	7	46.7	12	80.0
農友極早生	40	80	11	68.8	11	68.8
鳳山極早生	40~45	95	16	84.2	16	84.2
神良 45 天頂極花菜	45	75	6	40.0	12	80.0
新珊瑚	45	80	12	75.0	13	81.3
雪華	45	70	7	50.0	10	71.4
H-46	46	70	6	42.9	9	64.3
溫州花椰菜矮白 50 天	50	75	0	0	0	0.0
H-50	50	50	0	0	7	70.0
麗華	50	55	2	18.2	9	81.8
安陽雪峰 50 天	50	80	0	0	15	93.8
安陽雪峰 60 天	60	95	0	0	16	84.2
菊月	60	75	0	0	0	0.0
春夏 45 天花椰菜	45	45	0	0	6	66.6
嬌雪	50	90	3	16.7	17	94.4
夏雪早生花椰菜	50~55	60	0	0	7	58.3
白秀(F79-779)	55	95	0	0	18	94.7
F-779A	55	80	0	0	13	81.3
夏欣 50 天	50	95	0	0	17	89.5
東夏 40 天	40	85	11	64.7	12	70.6
慶農 45 天	45	75	7	46.7	12	80.0

備註：播種日期：95.04.17 定植日期：95.05.17 調查日期：95.07.06、95.07.14

生育日數：50 天、58 天

表 4. 不同花椰菜品種在高溫下其花球生育及性狀之表現

Table 4. The rate of normal curd development in this study

品種名稱	正常花球率 (%)	不正常花球率 (%)	花球性狀
H-37	56.3	43.7	花球外觀正常，花球緊密、潔白，花蕾細緻
H-41	0.0	100.0	1/4 花球外觀正常，花球緊密、潔白，花蕾細緻， 3/4 花球表面產生苞葉
農友極早生	0.0	100.0	花球外觀不正常，花球表面產生苞葉、紫斑
鳳山極早生	0.0	100.0	花球外觀不正常，花球表面產生苞葉，且苞葉很長
神良 45 天頂極花菜	0.0	100.0	花球外觀不正常，花球表面部分有苞葉、紫斑
新珊瑚	0.0	100.0	花球汙染、花球表面產生紫斑、苞葉較短且多
雪華	0.0	100.0	花球外觀不正常，花球表面有毛、紫斑及苞葉
H-46	0.0	100.0	1/4 花球外觀正常，花球緊密、潔白，花蕾細緻， 3/4 花球表面產生苞葉
溫州花椰菜矮白 50 天	-	-	不結花球
H-50	0.0	100.0	花球外觀不正常，花球表面產生苞葉，且苞葉很長
麗華	0.0	100.0	花球外觀不正常，花球表面有毛、紫斑及苞葉
安陽雪峰 50 天	0.0	100.0	花球外觀不正常，花球表面產生苞葉、紫斑
安陽雪峰 60 天	0.0	100.0	花球外觀不正常，花球表面有毛、紫斑及苞葉
菊月	-	-	不結花球
春夏 45 天花椰菜	0.0	100.0	花球外觀不正常，花球表面有毛、紫斑及苞葉
嬌雪	0.0	100.0	花球外觀不正常，花球表面產生苞葉
夏雪早生花椰菜	0.0	100.0	花球外觀不正常，花球表面產生紫斑，且苞葉很長
白秀(F79-779)	0.0	100.0	花球外觀不正常，花球表面有毛、很多紫斑及苞葉
F-779A	0.0	100.0	花球外觀不正常，花球表面有毛、很多紫斑及苞葉
夏欣 50 天	0.0	100.0	花球外觀不正常，花球表面產生毛及苞葉
東夏 40 天	0.0	100.0	花球外觀不正常，花球表面有毛、紫斑及苞葉
慶農 45 天	0.0	100.0	花球外觀不正常，花球表面產生很多紫斑及苞葉

備註：1. 調查日期：95.07.06、95.07.14

2. 生育日數：50 天、58 天

3. 花球形成時生育溫度：28 °C

4. —：表示不結花球

表 5 花椰菜品種田間植株園藝性狀之調查結果

Table 5. The characteristics curds in this study

品種名稱	花球重 (g)	花球徑 (cm)	花球厚 (cm)	花球特性
H-37	265.2±28.6	13.7±1.0	6.4±0.4	硬花早生
H-41	245.0±78.3	14.5±1.8	7.3±0.9	硬花早生
農友極早生	104.6±6.9	10.8±0.8	6.7±0.6	硬花早生
鳳山極早生	154.3±36.7	12.2±2.5	7.0±0.8	硬花早生
神良 45 天頂極花菜	212.8±106.2	11.8±2.6	7.8±1.6	硬花早生
新珊瑚	180.0±79.9	13.5±1.9	8.1±1.1	硬花早生
雪華	189.7±68.1	13.7±2.1	7.4±1.1	硬花早生
H-46	182.0±134.5	12.7±3.5	6.6±1.2	硬花早生
溫州花椰菜矮白 50 天	-	-	-	硬花中生
安陽雪峰 50 天	-	-	-	硬花中生
H-50	-	-	-	硬花中生
麗華	206.9±11.6	14.5±0.7	7.1±0.8	硬花中生
安陽雪峰 60 天	-	-	-	硬花中生
菊月	-	-	-	硬花中生
春夏 45 天花椰菜	-	-	-	半鬆花早生
嬌雪	105.5±23.1	9.9±1.0	5.4±0.5	半鬆花中生
夏雪早生花椰菜	-	-	-	半鬆花中生
白秀(F79-779)	-	-	-	半鬆花中生
F-779A	-	-	-	半鬆花中生
東夏 40 天	249.5±100.7	15.0±2.4	8.7±0.8	鬆花早生
慶農 45 天	-	-	-	鬆花早生
夏欣 50 天	203.7±100.7	14.8±2.0	8.2±0.9	鬆花中生

備註：1. —：表示不結花球

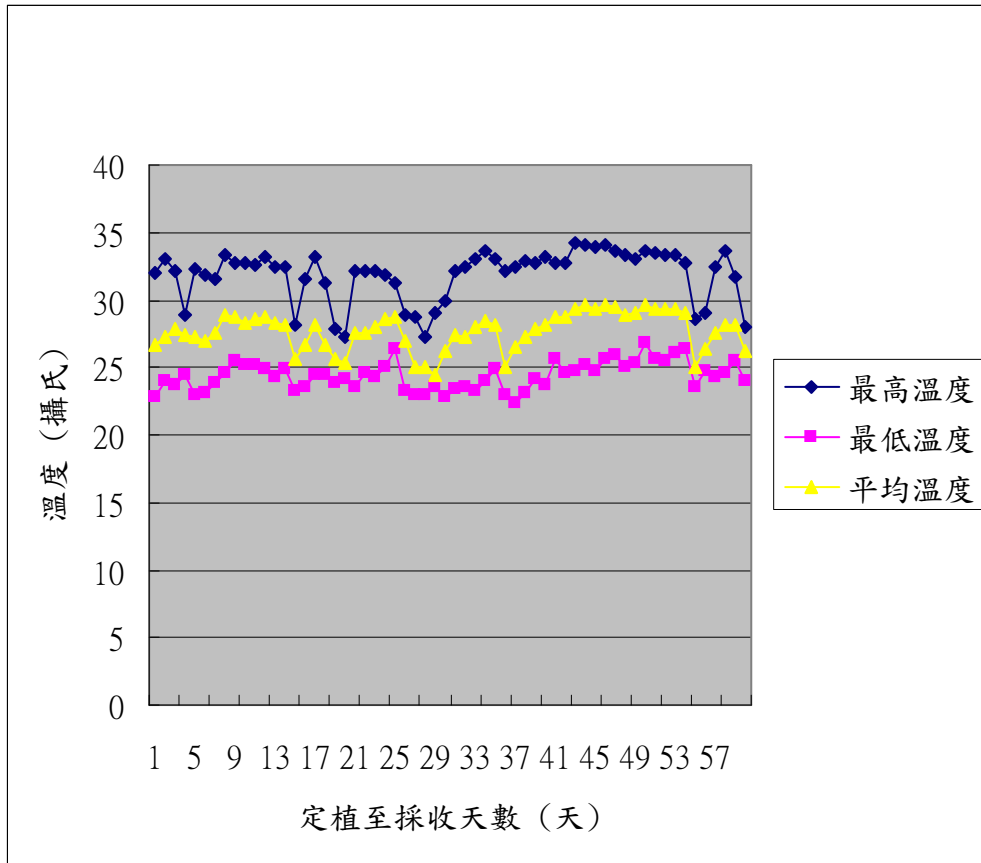


圖 1. 鳳山熱帶園藝試驗分所南區菜園網室早生花椰菜生育溫度

Figure 1. Temperature graph during growth period in Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch.



圖 2. 正常花球 H-37(左圖)及不正常花球鳳山極早生(右圖)之外觀比較

Figure 2. Comparison between a normal curd H-37(left) and abnormal curd Fengshan early(right) in this study.



圖 3、夏季生產花椰菜受暴雨侵襲的情形



圖 4、花球出現綠色苞片生理障礙情形

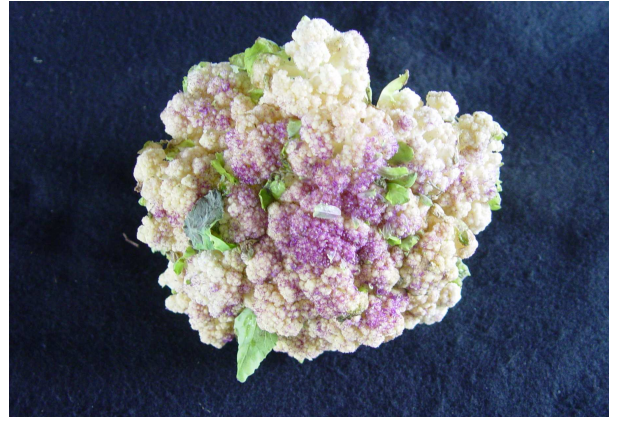


圖 5、花球出現紫斑生理障礙情形



圖 6、花球鬆散情形



圖 7、花球出現毛花生理障礙情形



圖 8、污斑花球情形

討論

1. 夏季高溫對花椰菜生育與性狀表現之影響

本試驗期間日平均溫度處於 25~30 °C 之間，由試驗結果得知，溫度對花椰菜植株之園藝性狀的表現影響甚鉅，除了少數品種外，生育日數在 50 天以上的中生品種其植株具有較高之株高，葉片展幅較大，葉形長而寬圓及葉片數多的特性，而生育日數在 50 天以下的早生品種則其植株較矮小，葉片展幅小且株型直立，葉形短而細尖，葉片數少及花球直徑大而重的特性。Olesen 與 Grevesn (2000)認為溫度的改變可以控制花椰菜花球直徑的大小；Kage 等人(2004)發現在乾旱缺水的逆境生長條件下，對花椰菜莖、葉乾物重及頂芽生長沒有太大的影響。因此，本試驗結果發現早生耐熱花椰菜品種其植株外表形態會做改變，以適應高溫環境，包括植株較矮小、株型直立、葉片數減少、具有短而細尖的葉片及大而重的花球。以慶農公司硬花品種為例，中生比早生品種來的高大，有較大的展幅、葉長及葉寬。

2. 夏季高溫對花椰菜存活率與結球率之關係

溫度對花椰菜的結球率有很大的影響，一般而言花椰菜生育溫度在 25 °C 以上時不會結球(Wurr *et al.*, 2004)，由本試驗結果顯示，大部分耐熱品種有比較高的結球比例，但是不同公司、不同品種差異極大。Wurr 等人(2004)在英國林肯郡地區利用自然氣候變化所呈現不同的溫度來探討溫度對冬季花椰菜產量的影響，結果發現花椰菜花球的生長會隨著溫度的增加，而受到抑制，花球變小，進而影響花椰菜的產量，但台灣的

大部分早生品種其花球結球率受高溫影響較小，此結果則與 Wurr 等人(2004)的試驗結果不同。但另一方面高溫往往會延遲十字花科植物結球出現的時間(Yang *et al.*, 2001)，在此試驗因為日平均溫度高達 27.5 °C 以上，一些早生品種結球的時間也明顯的延後，如慶農 H-37 在日平均 25 °C 時，定植 37 天可結球，在此試驗時，在定植 50 天後才有 56 % 結球，56 天後結球率才達 89 %。

3. 夏季高溫對花球外觀品質之關係

Wurr(1993)研究認為花椰菜需要低溫以促成花球的分化，而高溫時會延遲花球的分化，甚至有部分花椰菜品種其花球會畸形生長。Nowbuth 和 Pearson(1998)研究報告亦指出，如果在花球形成時期遇到溫暖或高溫的氣候，會使花椰菜花球頂端的球徑不再增大，甚至會有皺縮的現象產生，對花球外觀與品質影響很大。本試驗調查結果亦顯示，在栽培期間的日平均溫度達 27.5 °C 以上時，會嚴重影響花椰菜花球的發育，不耐熱品種其花球會出現綠色苞片、毛花、紫斑及花球鬆散等生理障礙現象，嚴重影響到花球的商品價值，此結果與 Erik 等人(2003)研究報告結果符合。近年來全球氣候暖化日益嚴重，Wurr 等人(1996)模擬全球氣候暖化，在平均上升溫度分別為 0.3、0.6、0.9、1.2、1.5 及 3.0 °C 溫度的變化下，探討對早生花椰菜品種生長的影響，試驗結果得知，溫度的上升會延長花椰菜植株的幼苗期、延遲開花和正常花球的生長，但溫度提高會增加在花球生長期和開花結實期的變異。而 Fujime (1983)研究指出花椰菜花球發育時遇到高溫會產生鬆花、毛花及表面似米粒狀的花球。Kage 等人(2004)試驗研究發現在

高溫乾旱缺水逆境的生長條件下，花椰菜花球會延遲生長，花球總乾物重亦會嚴重下降，雖不會改變枝條乾物重和總根長的線性關係，但在高溫乾旱的逆境條件下，花椰菜平均根長則會縮短。Wurr 等人(1996)探討在高溫氣候改變的環境條件下，對萵苣、萵菜及花椰菜等3種蔬菜生長的影響，獲知當增加溫度時會使萵苣提早成熟，且可使花椰菜延遲 49 天的時間才開始花芽分化形成花球，同時亦使花椰菜植株的總葉片數增加為 36 片。本研究結果顯示，在國內外多家種苗公司的早生花椰菜品種中，以慶農公司育成的 H-37、H-41 及 H-46 早生硬花花椰菜表現最好，其中更以 H-37 品種在高溫下表現最佳，H-37 具有早生耐熱之特性，其花球無綠色苞片、毛花、花球顏色潔白無紫斑，且植株生長勢好，花球商品價值高，符合夏季花椰菜市場需求條件，而與其它早生花椰菜品種相比較，表現明顯較為優異。而東南亞地區人民，大部份喜歡硬花品種花椰菜，因此相當適合亞熱帶東南亞地區及國家種植。在台灣地區消費者消費習性是購買半鬆花、鬆花品種的花椰菜，而大部分地區所栽種的半鬆花及鬆花品種花椰菜都能結球，且花球及球面外觀都很正常，例如：春夏 45 天花椰菜、嬌雪、夏欣 50 天及東夏 40 天等品種。但是造成此落差的原因可能是鳳山分所的試驗田環境週邊山丘與建築物阻礙通風，又定植在水平網室內，在夏季 5~7 月，日平均溫度為 27.5 °C 以上，氣象條件更加嚴酷，才導致只有 H-37 品種表現出耐熱的特性。

結論

耐熱早生花椰菜除了少數品種之外，其植株外表形態，大都具有植株較矮小、株

型直立、葉片數少及葉形短而細尖之特性。花椰菜品種對溫度相當敏感，高溫會影響其花芽分化及結球率，而耐熱品種則有比較高的結球率及正常花球數。早生花椰菜品種間其花球之生育受溫度的影響亦相當大，雖然各品種間花球的花芽分化差異不大，但在花球發育正常與否方面在各品種間存在很大的差異。本試驗中參試的 22 個花椰菜品種中，以慶農公司育成的 H-37 早生硬花的花椰菜表現最好，在高溫下不但具有早生耐熱之特性，花球發育正常，正常花球數的比例較高，花球顏色潔白，葉片角度高，葉寬較小，而另外其他的早生花椰菜品種，雖然亦能夠花球分化形成花球，但其花球發育會不正常，會出現腋芽、綠色苞片、多毛、紫黃色等不正常球的現象，顯現出不耐熱的特性。台灣大部分地區所栽種的商業花椰菜品種都能結球，且花球及球面外觀都很正常，但因在鳳山分所試驗田水平網室內高溫環境條件下，才導致只有 H-37 品種表現出耐熱的特性。

參考文獻

- 行政院農業委員會。2006。農業年報。行政院農業委員會。台北市。
- 李伯年。1987。蔬菜育種與採種。國立編譯館印行 p.68-77。
- 沈再發。1998。蔬菜育種研習會專刊：甘藍類蔬菜育種。台灣省農試所特刊第 73 號。p.145-159。
- 沈再發、陳甘澍。1991。花椰菜、青花菜育種程序及實施方法。臺灣省政府農林廳編印 p.17-24。
- 陳國憲、楊藹華，王仕賢。2007。應用分子生物技術 PCR-RFLP 分析花椰菜雜交品種之親本自交不親和類型。台南區農業改良場研究彙報 49：56-65。

- 陳怡婷。2004。以簡單重複序列分子標誌探討花椰菜品種及白菜類的遺傳變異。國立臺灣大學碩士論文。
- 張連宗。1998。台灣十字花科蔬菜品種改良。台灣省農業試驗所專刊第9號。蔬菜育種技術研習會專刊 p.161-192。
- 廖公益。1993。台灣之花菜類蔬菜(2)花椰菜。台灣蔬菜產業演進四十年專集。台灣省農業試驗所專刊第36號 p.202-216。
- Booij, R. 1989. Effect of growth regulators on curd diameter of cauliflower. *Scientia Horticultural* 38:23-32.
- Booij, R. and P. C. Struik. 1990. Effects of temperature on leaf and curd initiation in relation to juvenility of cauliflower. *Scientia Horticultural* 44:201-214.
- Erik, P. K., G. R. Teakle, E. R. McClenaghan, J. R. Lynn, and G. J. King. 2003. Genetic analysis of the bracting trait in cauliflower and broccoli. *Plant Science* 164:803-808.
- Fellows, J. R., D. C. E. Wurr, K. Phelps, and R. J. Reader. 1999. Initiation of early summer cauliflowers in response to temperature. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 74(3): 328-336.
- Fujime, Y. 1983. Studies on thermal conditions of curd formation and development in cauliflower and broccoli, with special reference to abnormal curd development. In: *Memoirs of The Faculty of Agriculture Kagawa University*, No.40. MiKi-tyo, Kagawaken, Japan. p.117-123.
- Kage, H., M. Kochler, and H. Stutzel. 2004. Root growth and dry matter partitioning of cauliflower under drought stress conditions: measurement and simulation. *Europ. J. Agronomy* 20:379-394.
- Kop, E. P., G. R. Teakle, E. R. McClenaghan, J. R. Lynn, and G. J. King. 2003. Genetic analysis of the bracting trait in cauliflower and broccoli. *Plant Science* 164:803-808.
- Nowbuth, R. D. and S. Pearson. 1998. The effect of temperature and shade on curd initiation in temperature and tropical cauliflower. *Acta Horticult* 459:79-86.

- Olesen, J. E. and K. Grevsen. 2000. A simulation model of climate effects on plant productivity and variability in cauliflower (*Brassica oleracea* L. *botrytis*). *Scientia Horticulturae* 83:83-107.
- Pearson, S., P. Hadley, and A. E. Wheldon. 1994. A model of the effects of temperature on the growth and development of cauliflower (*Brassica oleracea* L. *botrytis*). *Scientia Horticulturae* 59:91-106.
- Rahman, H. U., P. Hadley, and S. Pearson. 2007. Relationship between temperature and cauliflower (*Brassica oleracea* L. *var. botrytis*) growth and development after curd initiation. *Plant Growth Requil* 52:61-72.
- Wiebe, H. J. 1990. Vernalization of vegetable crops- A review. *Acta. Hort.* 52:69-75.
- Wurr, D. C. E., J. R. Fellows, K. Phelps, and R. J. Reader. 1993. Vernalization in summer / autumn cauliflower (*Brassica oleracea* L. *botrytis* L.). *J. Exp. Bot.* 44:1507-1514.
- Wurr, D. C. E., J. R. Fellows, and K. Phelps. 1996. Investigating trends in vegetable crop response to increasing temperature associated with climate change. *Scientia Horticulturae* 66:225-263.
- Wurr, D. C. E., J. R. Fellows, and M. P. Fuller. 2004. Simulated effects of climate change on the production pattern of winter cauliflower in the UK. *Scientia Horticulturae* 101:359-372.
- Yang Y. W., C. C. Tsai, T. D. Liou, and K. S. Chen. 2001. Two Heat-tolerant F₁ Hybrids of Chinese Cabbage. *Hort Science* 36(6):1144-1145.

Evaluation of heat tolerance of commercial early cauliflower varieties in Taiwan

Hui-Ling Lo¹⁾, Jaw-Neng Lin¹⁾, Sough-Peng Lee¹⁾, Xiu-Ping Chen¹⁾, Tsung-Dao Liou¹⁾,
Kan-Shu Chen¹⁾

¹⁾ Dept of Vegetable crops, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, Contract Employee, Assistant Researcher, Assistant Researcher, Employee, Researcher, Associate Researcher (corresponding author)
Tel: 07-7310191 ext.701
E-mail: kschen@fthes-tari.gov.tw

Summary: From May to July, twenty two varieties of cauliflower from several seed companies in Taiwan were tested for their heat tolerance in the field of Fengshan Tropical Experiment Station. Different growth parameters were investigated in this test. Due to extreme high temperature ($> 28\text{ }^{\circ}\text{C}$) in the field during test, about 45 % of varieties failed to form curd. Furthermore, most varieties different levels of defects including hairy, leafy and purple color appearance in the curd was observed in most varieties in this test due to extremely hot temperature in the field. The most heat tolerant variety, H-37 from Ching-Long Seed Co. was showed less of these defects as compared with other varieties.

Key words : early 、 cauliflower 、 heat tolerance