

青蔥耐熱指標之建立—田間性狀篩選¹

楊宏瑛² 張武男³ 曾夢蛟⁴

摘要

本研究以北蔥品種'福蔥'、'新莊'與四季蔥品種'蘭陽 1 號'、'宜蘭 2 號'四品種為材料，經 2001 年與 2002 年春季與夏季共四期田間試驗，探討青蔥之園藝性狀，如單叢重、分蘖數、植株展幅、蔥白直徑、蔥白長度、葉片數目、植株高度、葉片寬度等 8 種性狀與耐熱性之關係。結果顯示'新莊'與'福蔥'為耐熱品種，'蘭陽 1 號'與'宜蘭 2 號'屬熱敏感品種。植株高度、葉片寬度可作為田間高溫指標，卻無法作為青蔥耐熱指標。單叢重、分蘖數、蔥白直徑三性狀適合作為耐熱指標。

(關鍵字：青蔥、耐熱、指標、春作、夏作、單叢重、分蘖數、葉片數目、植株展幅、蔥白直徑、蔥白長度、植株高度、葉片寬度。)

前言

青蔥 (*Allium fistulosum* L.) 屬於蔥科(Alliaceae)多年生草本，原產於中國西北部及西伯利亞貝加爾湖一帶。中國於周朝即有栽培，為中式菜餚中最普遍使用香料之一；歐洲則在中世紀以後才有利用青蔥之紀錄。台灣青蔥栽培面積約 6,000 公頃，居蔥科作物之冠，主要產區分佈於雲林縣、彰化縣及宜蘭縣，年產值約 15 億元。由於青蔥為國人重要烹調蔬菜，全年需求相當穩定，惟青蔥不耐夏季高溫，所以青蔥價格在夏季常飆高，近年更因全球溫室效應影響，夏季溫度迭創新高，更增加夏季青蔥生產的困難。其他蔬菜受高溫影響，例如胡蘿蔔之空心根增加，蘿蔔根部肥大減少(Basu and Minhas, 1991)；馬鈴薯球莖形成受阻(張，1985；Kuo et al., 1988)；豆科著莢率減少(Guilioni et al., 1997；Hall, 1992；Shonnard and Getps, 1994；Warrag and Hall, 1983)。由於植物受特定高溫與持續一段時間，會導致不可逆的傷害，因此，育種家選擇適合之田間環境選拔，可以提高形態特性的檢測可信度(Boyer, 1982；Hall, 1992；St. Martin et al., 1994)。已知青蔥為冷涼作物，生長適溫約 15-25℃，台灣青蔥生產模式以全年生產同時陸續採收，端午至中秋此段期間日、夜溫都較高，栽培困難，為產業上極需突破之關鍵。本研究選擇 2001 年與 2002 年之春、夏作做為高溫篩選之環境，以期找出篩選耐熱青蔥之關鍵性狀。

¹花蓮區農業改良場研究彙報第 185 號，為作者博士論文之一部份。

²花蓮區農業改良場蘭陽分場副研究員兼主任。

³國立中興大學園藝學系兼任教授，本文指導教授。

⁴國立中興大學園藝學系教授，本文指導教授。

材料與方法

一、青蔥品種材料

本試驗選用臺灣主要二系列之栽培種，分別為四季蔥與北蔥，參試之'宜蘭 2 號'與'蘭陽 1

號'屬四季葱，'新莊'與'福葱-蘭陽三號'屬北葱，共 4 個品種。

二、栽培管理

(一)定植期與氣象資料

2001 年與 2002 年春作分別於 2001 年 1 月 9 日與 2002 年 1 月 8 日定植，採收日期為 2001 年 5 月 7 日與 2002 年 4 月 30 日，生育日數分別為 117 與 111 日，生育期間平均溫度分別為 17.9 與 18.2 ，累計降雨量分別為 373 mm 與 121 mm；夏作分別於 2001 年 5 月 21 日與 2002 年 5 月 14 日定植，採收日期為 2001 年 9 月 20 日與 2002 年 8 月 27 日，生育日數稍短為 103 與 104 日，生育期間平均溫度約 26.4 與 26.8 ，累計降雨量分別為 814 mm 與 483 mm，超過 35 的時數分別為 55 hr 與 141 hr。

(二)田間設計

每穴定植直徑 1.0 ± 0.2 cm 種苗 1 株。定植之行株距 20×18 cm，小區面積 6 m²，種植株數 180 株，三重複，田間排列採逢機完全區集。定植深度約 15-20 cm。每期作施肥管理：整地前每 0.1 公頃施用有機質肥料 2 公噸、氮素 6 公斤、磷酐 10 公斤、氧化鉀 16 公斤，定植後每隔 20 日施追肥一次，共四次，每次施用氮素 3 公斤。每期作每 0.1 公頃共需氮素 18 公斤、磷酐 10 公斤、氧化鉀 16 公斤。

三、園藝性狀調查

每品種每小區逢機取樣 3 株，三重複，共取樣 9 株。調查項目如下：(一)單叢重：測量整叢青葱之重量。(二)分蘗數：調查整叢青葱分支數目。(三)葉片數：調查整叢青葱葉片總數量。(四)植株展幅：由植株頂端俯視，測量兩側直立葉片最寬的距離。(五)葱白直徑：葱白部位至基部往上 3cm 處之直徑。(六)葱白長度：測量葉鞘長度。(七)株高：度量葉鞘基部至葉片頂端之長度。(八)葉片寬度：測量葱青寬度。

結果

青葱單叢重，2001 年春作以'蘭陽 1 號'最重，達 186 g，'福葱'最低僅 117 g，'蘭陽 1 號'與'新莊'及'宜蘭 2 號'差異雖不顯著，然與'福葱'差異顯著；夏作單叢重最高值為 271 g 是新莊品種，最輕者為'蘭陽 1 號'。2002 年春作全都在 131 g 以下；2002 年夏作最高者為'福葱'約 266 g，'新莊'為 250 g，'蘭陽 1 號'與'宜蘭 2 號'都在 116 g 以下。四季葱之'蘭陽 1 號'與'宜蘭 2 號'以 2001 年表現較佳，北葱之'福葱'以 2002 年表現較佳相差 34 g，'新莊'則以 2001 年單叢重高但差異不顯著，'蘭陽 1 號'與'宜蘭 2 號'仍以 2001 年表現較佳且差異顯著(表 1)。

2001 年春作分蘗數最高者為'宜蘭 2 號'有 11.8 支，其次'蘭陽 1 號'有 8.8 支，'新莊'與'福葱'分別有 3.3 與 2.3 支；夏作仍以'宜蘭 2 號'最高有 16.7 支，'新莊'有 9.2 支最少。2002 年春作仍以'宜蘭 2 號'最高有 12.9 支；夏作仍以'宜蘭 2 號'最高有 13.5 支，最低者為'蘭陽 1 號'有 7.4 支。2002 年與 2001 年夏作比較，'福葱'增加 14%，'新莊'減少 9%，惟差異不顯著；'蘭陽 1 號'減少 40%，'宜蘭 2 號'減少 20%，差異顯著(表 2)。

單叢葉片總數簡稱葉片數，2001 年春作'宜蘭 2 號'葉數最多，有 34.7 枚，其次'蘭陽 1 號'

有 31.2 枚，'福葱'最少，僅 9.3 枚葉片；夏作全部都在 25 枚葉片以上，又以'宜蘭 2 號'有 47.9 枚最高且與其餘品種差異顯著。2002 年春作'福葱'僅有 10.1 枚葉片，其餘品種皆高於 27 枚，仍以'宜蘭 2 號'具有最多葉片，達 40.5 枚，亦與其餘品種差異顯著；夏作所有品種皆在 31.1 枚以上，仍舊以'宜蘭 2 號'最高，達 41.0 枚，與其餘品種差異顯著，而其餘品種間差異不顯著。期作間差異極顯著，夏作葉數明顯比春作高且差異極顯著。各品種葉數皆高於 25 枚，'福葱'與'新莊'分別增加 14 % 與 22 %；'蘭陽 1 號'與'宜蘭 2 號'之葉片數分別減少 9 % 及 14 %，其中'宜蘭 2 號'差異顯著(表 3)。

整叢植株最外圍對角葉中間之距離即為『植株展幅』，也可稱之植株開張度，2001 年春作展幅最大者為'新莊'，28.2 cm；'福葱'展幅最小，僅 12.9 cm；夏作則以'福葱'展幅最大，達 28.6 cm，春作與夏作相差 15.7 cm；'新莊'卻以春作較夏作多 3.5cm；'蘭陽 1 號'與'宜蘭 2 號'分別相差 1.7 與 0.1 cm。2002 年與 2001 年結果相似。期作間差異極顯著，春作中'新莊'展幅最大與其他品種差異顯著，'福葱'最小；夏作則以'福葱'最大約 28.9 cm，最小者為'宜蘭 2 號'為 19.3 cm 差異極顯著；各品種皆以夏作開張度較春作為大。91 與 90 二年夏作比較，北葱展幅稍增加，四季葱則稍減小，但是差異不顯著(表 4)。

葱白直徑簡稱莖粗，2001 年春作以'福葱'最粗 16.6 mm 與'新莊'相差 0.7 mm，差異不顯著，與最細者之'宜蘭 2 號'相差 6.3 mm 差異極顯著；夏作'新莊'莖粗為 13.3 mm 最粗，與'宜蘭 2 號'及'蘭陽 1 號'差異極顯著。2002 年春作莖粗值最大者為'新莊'達 12.9 mm，四品種皆明顯低於 2001 年春作。2002 年夏作'宜蘭 2 號'最細僅 8.8 mm，'新莊'與'福葱'皆在 11 mm 以上。2001 年與 2002 年夏作比較，除'福葱'差異不顯著外，'宜蘭 2 號'與'蘭陽 1 號'皆以 2002 年較粗，分別相差 1.4-1.9 mm 差異顯著；'新莊'則以 2001 年夏作莖粗較粗，相差 1.8mm，差異顯著。各品種莖粗於春作皆比夏作粗(表 5)。

葱白長度於 2001 年春作，'福葱'最長，22.2 cm 與其他品種差異顯著；夏作仍以'福葱'最長，達 18 cm 比其餘品至少長 5.4 cm 並差異顯著。2002 年春作各品種都在 17 cm 以上，最長者為'新莊'達 20 cm；夏作葱白長都在 16 cm 以上，最短者為'蘭陽 1 號'僅 16.3 cm，皆比 2001 年春作長。二年春作之葱白長度平均都比夏作長且差異顯著(表 6)。

植株高度簡稱株高，2001 年春作株高最高為'福葱'達 76.3 cm 與其他品種差異顯著，最矮小者為'蘭陽 1 號'與'新莊'差異不顯著；夏作則明顯較春作矮小，'福葱'仍最高，有 63.1 cm 亦與其他品種差異顯著；最矮者還是'蘭陽 1 號'僅 50.8 cm 與'宜蘭 2 號'差異不顯著。2002 年春作明顯較 2001 年矮小；夏作仍以'福葱'最高達 64.4 cm 與其他品種差異顯著，最矮者為'宜蘭 2 號'約 54.1 cm。二年平均株高於夏季明顯低於春季。2002 年夏作與 2001 年夏作比較，僅'蘭陽 1 號'2002 年株高較高且差異顯著，其餘品種差異不顯著(表 7)。

葉片寬度方面，2001 年春作最寬者為'新莊'，達 16.8 mm 與其他各品種差異極顯著；夏作普遍較春作窄，惟'宜蘭 2 號'例外。2002 年春作又較 2001 年春作更窄，仍以'新莊'最寬，約 10.0 mm，其次'福葱'為 9.8 mm，與'蘭陽 1 號'、'宜蘭 2 號'差異顯著；夏作最寬者為'新莊'。二年夏作比較除'蘭陽 1 號'外，其餘品種之葉片都以 2002 年較窄，品種內差異顯著(表 8)。

表 1、四個青蔥品種於 2001 年與 2002 年春作與夏作之單叢重比較 (單位：公克/叢)

Table 1. Comparison of plant weight per hill among four cultivars of *Allium fistulosum* L. in spring and summer crops in 2001 and 2002. (Unit:g / hill)

Year	Crop	Lanyang #1	Yilan #2	Fu-tsun	Hsinchuang	LSD _{0.05}
2001	Spring	186	153	117	178	50
2001	Summer	186	238	231	271	57
2002	Spring	87	101	50	131	54
2002	Summer	116	105	266	250	46
Mean	Spring	136	127	83	154	26
	Summer	151	171	248	260	25
LSD _{0.05}		32	36	20	52	

表 2、四個青蔥品種於 2001 年與 2002 年春作與夏作之分蘗數比較 (單位：支/叢)

Table 2. Comparison of tiller number per hill among four cultivars of *Allium fistulosum* L. in spring and summer crops in 2001 and 2002. (Unit:tillers /hill)

Year	Crop	Lanyang #1	Yilan #2	Fu-tsun	Hsinchuang	LSD _{0.05}
2001	Spring	8.8	11.8	2.3	3.3	2.6
2001	Summer	12.3	16.7	10.5	9.2	2.8
2002	Spring	9.4	12.9	3.8	6.3	3.8
2002	Summer	7.4	13.5	12.0	8.4	3.1
Mean	Spring	9.1	12.4	3.1	4.8	1.6
	Summer	9.9	15.1	11.3	8.8	1.4
LSD _{0.05}		1.8	3.1	1.6	2.0	

表 3、四個青蔥品種於 2001 年與 2002 年春作與夏作之葉片數比較 (單位：枚/叢)

Table 3. Comparison of leaf number among four cultivars of *Allium fistulosum* L. in spring and summer crops in 2001 and 2002. (Unit:leaves/ hill)

Year	Crop	Lanyang #1	Yilan #2	Fu-tsun	Hsinchuang	LSD _{0.05}
2001	Spring	31.2	34.7	9.3	15.1	7.2
2001	Summer	34.1	47.9	28.8	25.5	6.8
2002	Spring	28.7	40.5	10.1	27.8	11.7
2002	Summer	31.1	41.0	32.9	31.2	12.4
Mean	Spring	30.0	37.6	9.7	21.5	4.8
	Summer	32.6	44.5	30.9	28.4	4.9
LSD _{0.05}		6.6	9.9	3.1	6.4	

表 4、四個青蔥品種於 2001 年與 2002 年春作與夏作之植株展幅比較 (單位：公分/叢)

Table 4. Comparison of plant width among four cultivars of *Allium fistulosum* L. in spring and summer crops in 2001 and 2002. (Unit:cm/ hill)

Year	Crop	Lanyang #1	Yilan #2	Fu-tsun	Hsinchuang	LSD _{0.05}
2001	Spring	20.3	19.3	12.9	28.2	6.4
2001	Summer	22.0	19.4	28.6	24.7	4.3
2002	Spring	17.6	18.1	16.8	19.2	3.8
2002	Summer	19.6	19.1	29.1	25.9	3.6
Mean	Spring	19.0	18.8	14.9	23.7	2.6
	Summer	20.8	19.4	28.9	25.3	1.9
LSD _{0.05}		4.3	3.5	2.4	3.0	

表 5、四個青蔥品種於 2001 年與 2002 年春作與夏作之蔥白直徑比較 (單位：公釐)

Table 5. Comparison of false-stem diameter among four cultivars of *Allium fistulosum* L. in spring and summer crops in 2001 and 2002. (Unit:mm)

Year	Crop	Lanyang #1	Yilan #2	Fu-tsun	Hsinchuang	LSD _{0.05}
2001	Spring	13.5	10.3	16.6	15.9	2.9
2001	Summer	8.6	6.9	11.7	13.3	1.4
2002	Spring	10.1	8.7	10.7	12.9	1.5
2002	Summer	10.0	8.8	11.4	11.5	1.1
Mean	Spring	11.8	9.5	13.7	14.4	1.1
	Summer	9.3	7.9	11.6	12.4	0.6
LSD _{0.05}		1.4	1.2	1.2	1.4	

表 6、四個青蔥品種於 2001 年與 2002 年春作與夏作之蔥白長度比較 (單位：公分)

Table 6. Comparison of false-stem length among four cultivars of *Allium fistulosum* L. in spring and summer crops in 2001 and 2002. (Unit:cm)

Year	Crop	Lanyang #1	Yilan #2	Fu-tsun	Hsinchuang	LSD _{0.05}
2001	Spring	18.8	20.1	22.2	17.1	1.3
2001	Summer	12.4	12.0	18.0	12.6	1.5
2002	Spring	18.7	17.6	19.4	20.0	1.5
2002	Summer	16.3	17.7	18.9	17.7	1.3
Mean	Spring	18.8	18.9	20.8	18.6	0.7
	Summer	14.4	14.9	18.4	15.2	0.7
LSD _{0.05}		0.7	1.0	1.1	1.2	

表 7、四個青蔥品種於 2001 年與 2002 年春作與夏作之植株高度比較 (單位：公分/叢)

Table 7. Comparison of plant height among four cultivars of *Allium fistulosum* L. in spring and summer crops in 2001 and 2002. (Unit:cm/ hill)

Year	Crop	Lanyang #1	Yilan #2	Fu-tsun	Hsinchuang	LSD _{0.05}
2001	Spring	64.3	69.7	76.3	69.0	5.9
2001	Summer	50.8	52.3	63.1	56.4	5.0
2002	Spring	48.9	51.5	65.1	58.5	4.6
2002	Summer	58.4	54.1	64.4	57.7	4.4
Mean	Spring	56.6	60.6	70.7	63.8	2.6
	Summer	54.6	53.2	63.8	57.1	2.3
LSD _{0.05}		3.0	4.5	3.4	3.1	

討論

本研究比照 Rainwater 等人(1996)於番茄耐熱性狀篩選時之試驗設計，以春作為對照，由夏作園藝性狀中選出單株產量、著果率、種子著生情形等性狀，作為耐熱篩選指標。另許多學者指出單株產量為探究田間與生理間變化之重要性狀(Adams, et al., 2001； Ismail, et al., 2000； Rainwater, et al., 1996)。首先比較單叢重，所有參試品種之單叢重於夏作表現皆優於春作，由於北蔥於春作開花，植株進行生殖生長，以致於單叢重與分蘖數皆低，所以無法比照番茄試驗，藉夏作對春作之單株產量之百分比作判定(Rainwater, et al., 1996)。另 2002 年春作單叢重明顯低下，可能因為該期作累計降雨量僅為 2001 年春作降雨量的 32 %，乾旱導致單

叢重減少年度間的比較無法區分耐熱性。因此進一步比較 2001 年與 2002 年之夏作，又因為 2002 年之夏作比 2001 年超過 35 的時數多 86 hr，各品種之單叢重，以'福蔥'最高，'新莊'次之，再次之為'蘭陽 1 號'，'宜蘭 2 號'最輕。在水稻研究上，分蘖數因高溫而減少(Manalo et al., 1994)；肯德基藍草遇高溫，使分枝性降低 (Marcum, 1998)。青蔥分蘖數亦因高溫而降低最多者為'蘭陽 1 號'，其次'宜蘭 2 號'，'新莊'差異不顯著，'福蔥'反增加。根據青蔥栽培經驗，採收基準以分蘖第三至四次間最佳，若分蘖五次以上，因青蔥分蘖數將在 32 支以上，單支生長空間狹小，致使蔥白直徑變細，所以分蘖 8 支為判定生育是否正常之依據。'蘭陽 1 號'於 2002 年分蘖數低於 8 支，顯示分蘖受阻；各品種葉片數皆高於 25 枚，尤其以'福蔥'之夏作較春作有極顯著增加，增加約 20 枚，其他三個品種則增加的葉片數在 3~7 枚之間(表 3)。

植物遇高溫逆境時會改變葉片位置以減少輻射的吸收(朱，1995)，可能青蔥為管狀葉不同於一般雙子葉植物之片狀葉，植株展幅變化無法分辨高溫持續程度，所以展幅無法作為耐熱指標。適當的分蘖可以提高產量，分蘖數過多是否會使單支蔥過細？因此分析蔥白直徑，蔥白直徑即葉鞘的直徑，葉鞘內有青蔥短縮莖，幼葉(尚未伸出生長孔，未見光的白化葉)以及伸長見光後行光合作用的葉片等所組成(Brewster, 1994)，高溫對'福蔥'與'新莊'之分蘖數及莖粗，無顯著影響；但是對四季蔥則原本應該分蘖之分蘖芽，因高溫抑制其分蘖，繼續存在葉鞘內，導致分蘖數減少(表 2)、莖粗增加(表 4)。莖粗 10 mm 可以區分熱敏感與稍耐熱品種。在日本的研究，蔥白長度與溫度關係相當密切，蔥白發育最佳之土壤溫度為 15℃，日溫 23-30℃，蔥白可達 22-25cm；土壤溫度為 25℃，不論日溫 16、23、30℃，蔥白長度皆低於 15cm(農文協，1989)。雖然定植時藉助定植器可以輕易將蔥白植入 15 cm 土層，但是土壤物理性，會限制根分佈，因此蔥白長度受耕作與栽培習慣之影響，僅 2001 年夏作'蘭陽 1 號'、'宜蘭 2 號'與'新莊'未達 15 cm，其餘期作皆高於 15 cm(表 5)，無法作為耐熱指標。

青蔥葉片相對生長速率與溫度變化呈拋物線相關，18-22℃ 相對生長速度最高，14℃ 以下或 30℃ 以上相對生長速度最低(Brewster, 1994)。但是各品種春、夏作比較或二期夏作比較無法歸納出類似結果(表 5)。符合耐熱品種遇高溫，將葉片變小達到避熱效果(Cornish et al., 1991)，參試品種中屬北蔥之'新莊'與'福蔥'及四季蔥之'宜蘭 2'利用形態變小達到避熱作用，由於無法訂出絕對量，所以葉片寬度不適合作為耐熱指標。

植物抗高溫逆境通常是由複因子所控制(Barton and Brill, 1983)。根據上述園藝性狀比較，建議以單叢重、分蘖數及蔥白直徑等三個項目作為青蔥耐熱性篩選的園藝性狀指標，而將參試品種“新莊”與“福蔥”歸類為耐熱品種，'蘭陽 1 號'與'宜蘭 2 號'屬熱敏感品種。

誌謝

本試驗研究承花蓮區農業改良場楊小姐素絲、邱先生松輝、蔡先生錦村、李小姐靜雯協助試驗進行，文成後承蒙花蓮區農業改良場改良課林課長學詩與中興大學園藝系張教授武男、曾教授夢蛟斧正，僅此致謝。

參考文獻

- 1.朱德民 1995 植物與環境逆境 第二版 明文書局 p.122-145。
- 2.農文協 1989 葱 野菜園藝大百科第十卷 農山漁村文化協會 p.3-152。
- 3.Abdul-Baki, A. A. and J. R. Stommel. 1995. Pollen viability and fruit set of tomato genotypes under optimum-and high-temperature regimes. HortScience 30:115-117.
- 4.Adams, S. R., K. E. Coclshull, and C. R. J. 2001. Cave Effect of temperature on the growth and development of tomato fruits. Ann. Bot. 88:869-877.
- 5.Barton, K. A. and W. J. Brill. 1983. Prospects in plant genetic engineering. Science 219:671-676.
- 6.Basu, P. S. and J. S. Minhas. 1991. Heat tolerance and assimilate transport in different potato genotypes. J. Exp. Bot. 42:861-866.
- 7.Brewster, J. L. 1994. Onions and other vegetable alliums. 236pp.
- 8.Boyer, J. B. 1982. Plant productivity and environment. Science 218:443-448.
- 9.Cornish, K., J. W. Radin, E. L. Turcotte, Z. Lu, and E. Zeiger. 1991. Enhanced photosynthesis and stomatal conductance of pima cotton (*Gossypium barbadense* L.) bred for increased yield. Plant Physiol. 97:484-489.
- 10.Guilioni, L., J. Wery, and F. Tardieu. 1997. Heat stress-induced abortion of buds and flowers in pea : is sensitivity linked to organ age or to relations between reproductive organs ? Ann. Bot. 80:159-168.
- 11.Hall, A.E. 1992. Breeding for heat tolerance. Plant breeding review 9:129-168.
- 12.Ismail, A. M., A. E. Hall, and J. D. Ehlers. 2000. Delayed-leaf-senescence and heat-tolerance traits mainly are independently expressed in cowpea. Crop Sci. 40:1049-1055.
- 13.Manalo, P. A., K. T. Ingram, R. R. Pamplona, and A. O. Egeh. 1994. Atmospheric CO₂ and temperature effects on development and growth of rice. Agriculture, Ecosystems and Environment 51:339-347.
- 14.Marcum, K. B. 1998. Cell membrane thermostability and whole-plant heat tolerance of kentucky bluegrass. Crop Sci. 38:1214-1218.
- 15.Martin, S. K., D. R. Scott, A. F. Schmitthener, and B. A. McBlain. 1994. Relationship between tolerance to phytophthora rot and soybean yield. Plant Breeding 113:331-334.
- 16.Rainwater, D. T., D. R. Gossett, E. P. Millhollon, H. Y. Hanna, S. W. Banks, and M. C. Lucas. 1996. The relationship between yield and the antioxidant defense system in tomatoes grown under heat stress. Free Rad. Res. 25:421-435.
- 17.Shonnard, G. C. and P. Gepts. 1994. Genetics of heat tolerance during reproductive development in common bean. Crop Sci. 34:1168-1175.
- 18.Warrag, M. O. A. and A. E. Hall. 1983. Reproductive responses of cowpea to heat stress: genotypic differences in tolerance to heat at flowering. Crop Sci. 23:1088-1092.