

小麥耐熱種原評估

林訓仕^{1,2}

摘要

小麥屬溫帶作物，在臺灣僅適於冬季裡作種植，隨著全球暖化及全球極端天氣影響，高溫將是臺灣種植小麥所面臨的挑戰之一，因此小麥耐熱新品系選育則顯重要。本耐熱種原評估試驗以自國際玉米小麥改良中心 (International Maize and Wheat Improvement Center, CIMMYT) 引進之 167 個耐熱品系為材料，提早於 10 月播種，進行耐熱種原評估試驗，同時調查病害感染狀況，試驗結果顯示，共有 73 個品系產量高於臺中選 2 號，成熟期則以 130~135 天最多，蛋白質含量主要分布介於 12.5%~13.5%，多屬中筋品種。依據各品系之性狀表現，已自 167 個品系中選拔 20 個品系，作為後續產量及區域試驗之參試材料，並進一步確認其耐熱性表現。

關鍵詞：小麥、耐熱、種原。

前言

全球小麥種植面積約 2 億 1 千公頃，提供全世界 21%食物來源 (FAO, 2010)；Tubiello *et al.* (2000) 指出，自西元 2000 至 2025 年，世界小麥平均產量須由每公頃 2.6 公噸提升至每公頃 3.5 公噸，才足以維持全球小麥需求；但因小麥為溫帶作物，植株生育易受溫度影響，例如印度河-恆和平原 (Indo-Gangetic Plain; IGPs) 為南亞地區小麥重要產區，主要國家有印度、巴基斯坦、尼泊爾及孟加拉，其中印度及巴基斯坦小麥產量分別高居全球第二及第六，Ortiz *et al.* (2008) 推測，隨著全球暖化趨勢，此地區小麥整體適栽區域將往北移，將導致最適小麥栽植區域之面積下降，進而影響小麥產量，同時伴隨著暖化，降雨將逐漸增加，而加劇小麥病蟲害的發生，而此栽培地區移動之情形，在北美亦有相同趨勢。

因國人飲食習慣改變，小麥儼然已成國人第二主食，近年來全球極端天氣已導致糧食作物生產受到嚴重影響且有產量下降趨勢，臺灣平均每年需進口 110 萬公噸以上小麥，但 101/102 年期國內小麥種植面積僅約 290 公頃 (不含金門縣)，總產量約 870 公噸，自給率不足千分之一。因小麥為溫帶作物，冬季裏作為臺灣小麥最適種植期，然而隨著氣候環境變動，冬季高溫已為小麥穩定生產之限制因子，營養生長期高溫常導致植株矮化、分蘗數減少、抽穗時間提早，導致產量下降，生育期高溫高濕亦伴隨

1 臺中區農業改良場。

2 通訊作者 電子信箱：linhsuns@tdais.gov.tw；電話：04-8523101#270。

小麥白粉病、赤黴病顯著發生，因此，耐熱小麥新品種選育實為重要且須及早進行之工作，藉以因應未來氣候之考驗，並可活化休耕農地，提高糧食自給率 (林，2013)。

小麥耐熱篩選

小麥孕穗期最適溫度為 $11.7 \pm 1.61^\circ\text{C}$ ，最高溫及最低溫分別為 $21.4 \pm 2.33^\circ\text{C}$ 、 $1.8 \pm 0.25^\circ\text{C}$ ，開花期最適溫度為 $23.0 \pm 1.15^\circ\text{C}$ ，最高溫及最低溫分別為 $32.0 \pm 1.74^\circ\text{C}$ 、 $9.7 \pm 0.43^\circ\text{C}$ ，穀粒充實期最適溫度為 $21.3 \pm 1.27^\circ\text{C}$ ，最高溫及最低溫分別為 $34.3 \pm 2.66^\circ\text{C}$ 、 $9.6 \pm 0.75^\circ\text{C}$ (Farooq *et al.*, 2011)；臺灣目前小麥最適生育時期為 11 月上旬至翌年 3 月下旬，衡量播種期提早至 8-9 月種植易遭遇颱風及高溫逆境，延後至 12 月播種，小麥充實期高溫亦會導致小麥千粒重下降，且梅雨季節易使成熟期小麥穗上發芽，嚴重影響產量與品質。根據臺中區農業改良場氣象統計資料顯示，彰化縣大村鄉 101 年 10 月平均溫度為 24.1°C ，已較 11 月平均溫度 21.6°C 高 2.5°C 。此外，10 月上旬播種之臺中選 2 號期開花期亦較 11 月播種高 $1.5\sim 2.0^\circ\text{C}$ (圖 1)，故本耐熱種原評估，即以自國際玉米小麥改良中心引進之耐熱品系為參試材料，利用提早播種 (10 月)，篩選可適應營養生長期高溫的小麥品系。

農藝性狀調查

高溫逆境會縮短小麥開花至生理成熟期時間，加速幼穗分化，致使穗數減少、一穗粒數降低及產量下降 (Porter and Gawith, 1999; Saini and Aspinall, 1982; Warrington *et al.*, 1977)。Yin *et al.* (2009) 研究指出，當小麥生育環境溫度高於 20°C ，穀粒充實速度加快，且溫度每提升 5°C ，穀粒充實期即縮短 12 天。因此本試驗藉由調查株高、抽穗期、成熟期及單株產量，探討引種品系耐熱性，並藉由蛋白質含量分析，評估各品系小麥其麵粉品質及利用性。

一、株高

株高調查顯示，對照品種臺中選 2 號株高 77.2cm，167 個引種品系株高分布介於 65~110cm，主要以 80~95cm 最多，共計 115 品系 (圖 2)。

二、抽穗期

抽穗期調查顯示，對照品種臺中選 2 號為 50 天，167 個引種品系抽穗期分布介於 48~82 天，其中 66 個品系抽穗期介於 65~70 天為最多，其次為 50~55 天及 75~80 天，各有 28 及 21 個品系，此外，另有 9 品系抽穗期早於臺中選 2 號，具有早熟品種潛力 (圖 3)。

三、成熟期

成熟期調查顯示，對照品種臺中選 2 號成熟期為 115 天，參試品系以成熟期 130~135 天最多，共計 51 個，並有 25 品系成熟期早於臺中選 2 號，可作為早熟品種育種材料 (圖 4)。

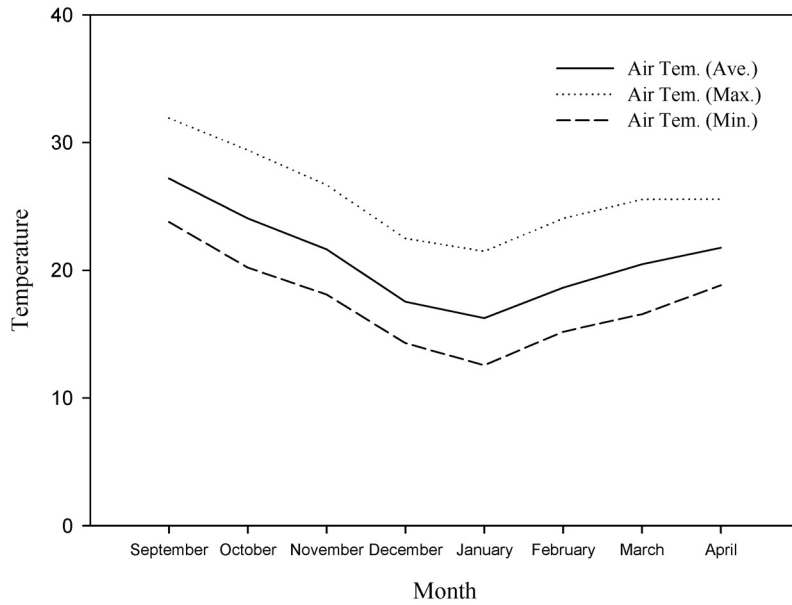


圖 1. 2011 年 9 月至 2012 年 4 月臺中區農業改良場月均溫 (彰化縣大村鄉)。

Fig. 1. Monthly mean temperature at Taichung District Agricultural Research and Extension Station from September 2011 to April 2012.

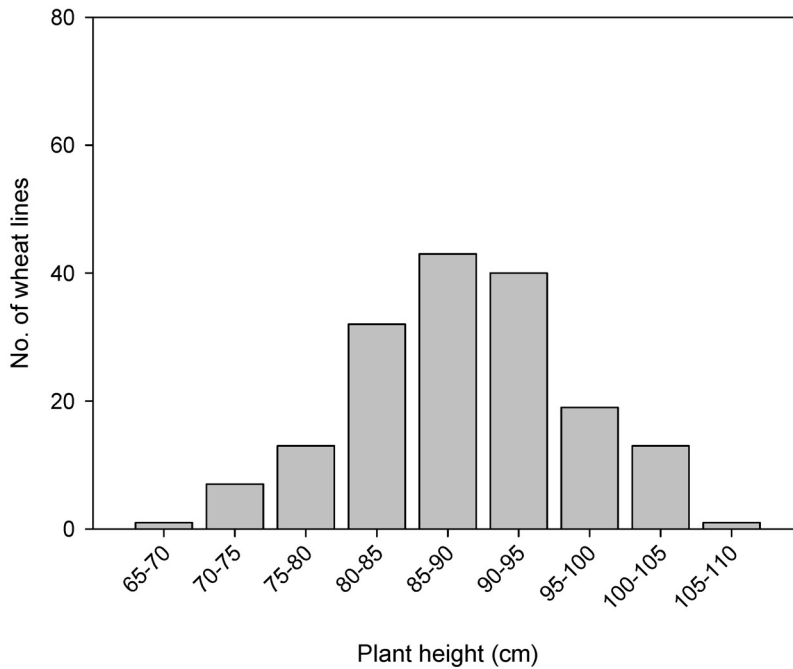


圖 2. 小麥引種品系株高分布。

Fig. 2. Distribution of plant height of introduction lines of wheat.

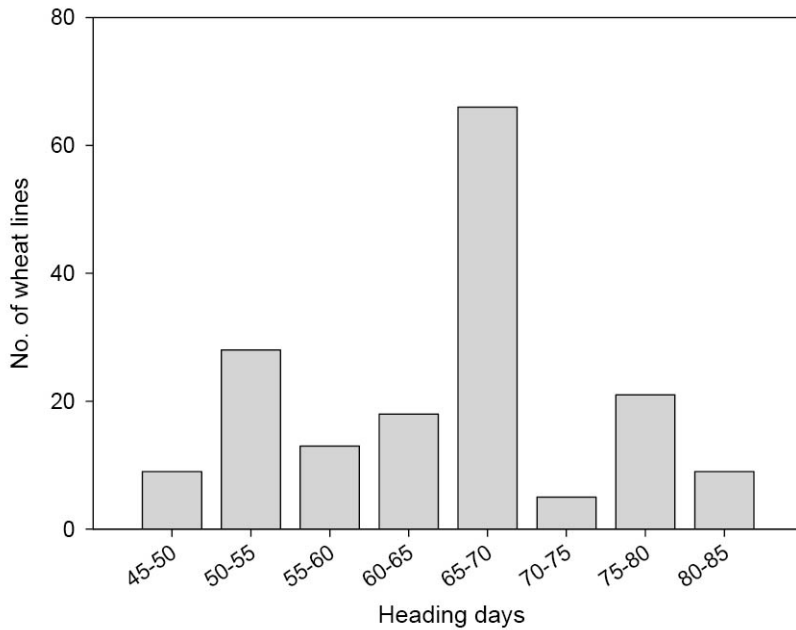


圖 3. 小麥引種品系抽穗期分布。

Fig. 3. Distribution of heading days of introduction lines of wheat.

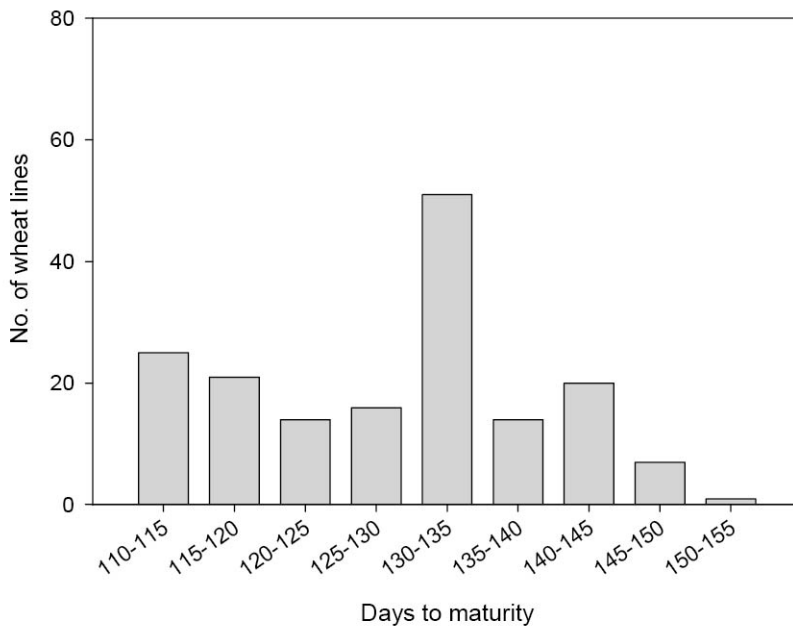


圖 4. 小麥引種品系成熟期分布。

Fig. 4. Distribution of days to maturity of introduction lines of wheat.

四、單株產量

因參試品系株數較少，因此品系產量採單株產量調查，結果顯示，臺中選 2 號單株產量為 50.7g，引種品系則介於 19.5~125.6g，其中 60 個品系抽穗期介於 45~60g 為最多，其次為 60~75g 及 30~45g，各有 45 及 30 個品系 (圖 5)。

五、蛋白質含量

本試驗以全麥粉檢測其蛋白質含量，於小麥採收後利用磨粉機磨粉，並以 0.210mm 篩網過篩，利用近紅外線光譜分析儀 (Near Infrared Spectroscopy, NIR) 分析其總蛋白質含量，結果顯示，臺中選 2 號蛋白質含量為 12.8%，引種品系蛋白質含量分布於 11.5%~14.5%，其中以 12.5%~13.5%最多，共計 145 個品系，佔總品系 86.8% (圖 6)。

病害調查

小麥抽穗至開花期期間，多霧高濕環境易誘發小麥病害，例如銹病 (Rust)、白粉病 (Powdery Mildew)、赤黴病 (Fusarium Head Blight) 及葉斑病 (Septoria tritici) 等。小麥白粉病主要危害葉片，有時亦可侵害葉鞘、桿及穗，初被害部表面呈現圓形或橢圓形白色斑點，嚴重時漸擴大全面呈白色，最後變灰色或淡褐色，其上散生黑色子囊殼。小麥赤黴病在田間發生的主要時期為小麥抽穗至開花期，環境氣候為多濕多霧的情況下，潛伏在田間的病原菌則容易侵入小麥穗部，進而造成感染。初期在穗殼上產生水浸狀淡褐色斑點，逐漸擴大到整個穗部，氣候潮溼的情況下，穗軸與穗殼交界之基部會產生粉紅色之黴狀物，嚴重時，整穗枯死 (郭等，2013)。本次耐熱篩選試驗中，全程無施用病害防除藥劑，觀察引種品系及臺中選 2 號罹病狀況，結果發現，臺中選 2 號及引種品系皆無感染銹病，臺中選 2 號則對葉斑病、白粉病及赤黴病皆無抗性，引種品系則分別有 47 個品系感染葉斑病、50 個品系感染白粉病、47 個品系感染赤黴病 (圖 7、8)。

結語

小麥屬溫帶作物，位處亞熱帶的臺灣種植小麥除需面對高溫逆境外，高相對溼度亦對小麥生育造成影響，此外，近年來極端天氣，如晚冬及早春連續降雨也壓縮小麥栽植適期，造成小麥產量下降。本耐熱種原評估試驗即為選育可適應不同於小麥臺中選 2 號栽培適期之小麥新品種，特別針對可適應 10 月上旬播種特性進行調查，結果發現有數個品系具有發展潛力，後續將針對上述品系進行更進一步的產量及區域試驗，希望能育成耐熱小麥新品種，並配合栽培管理技術，生產豐產質優之國產小麥，達到活化休耕農地，提高糧食自給率目標。

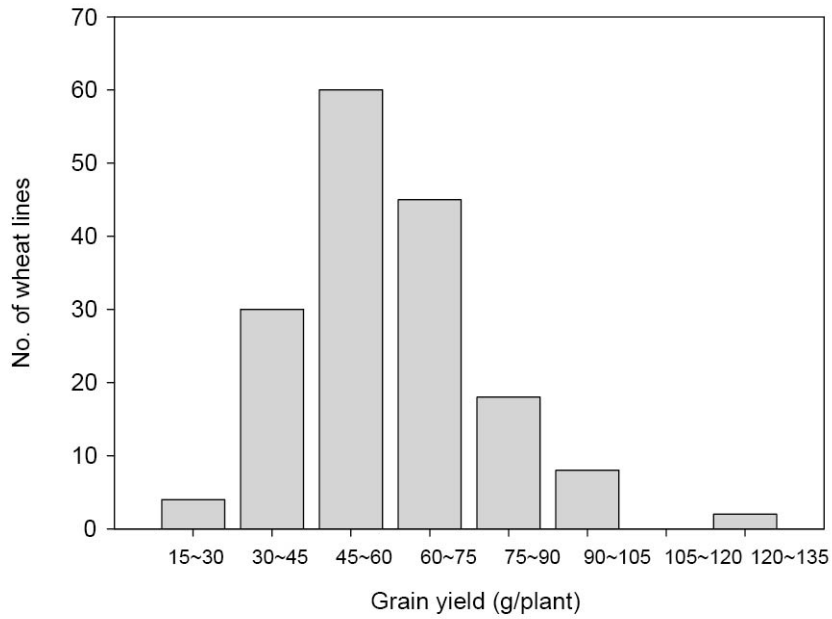


圖 5. 小麥引種品系單株產量分布。

Fig. 5. Distribution of grain yield of introduction lines of wheat.

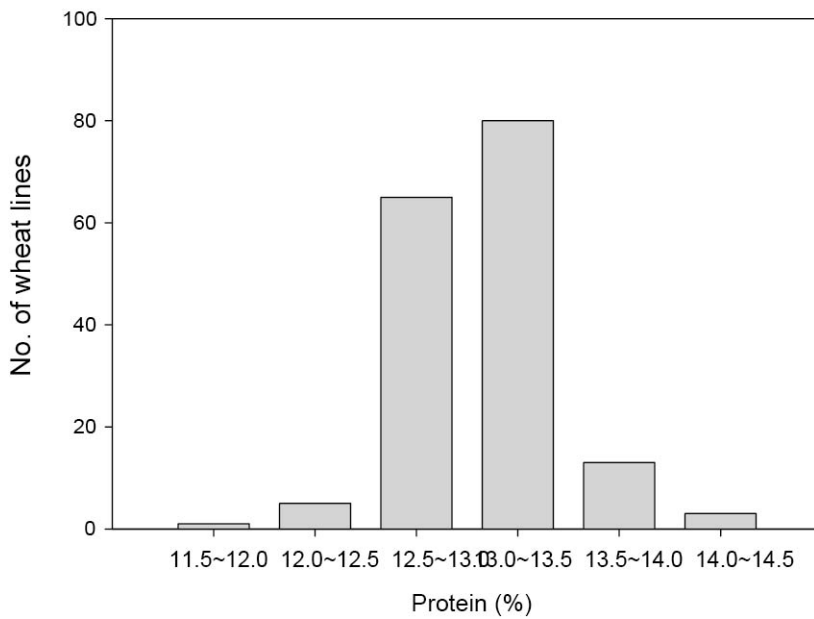


圖 6. 小麥引種品系蛋白質含量分布。

Fig. 6. Distribution of protein content of introduction lines of wheat.

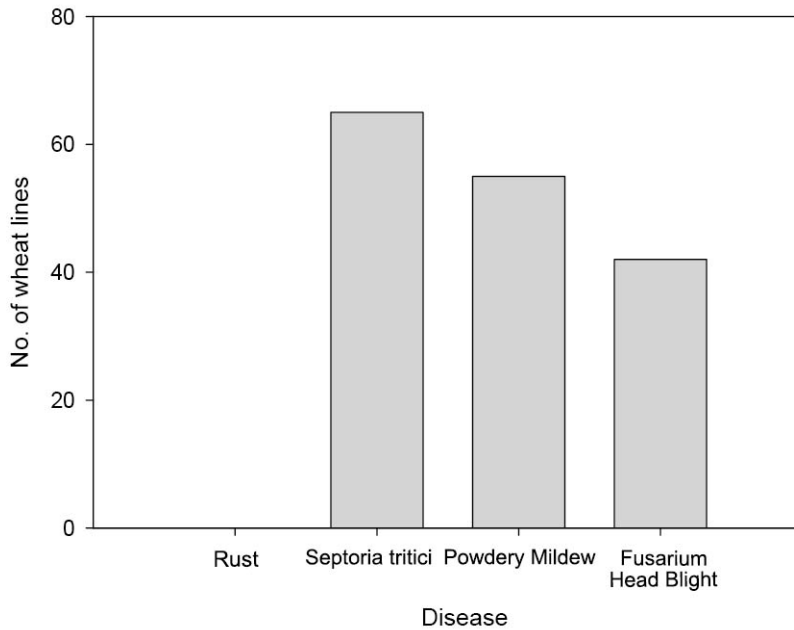


圖 7. 小麥引種品系罹病狀況。

Fig. 7. Disease inflection of introduction lines of wheat.

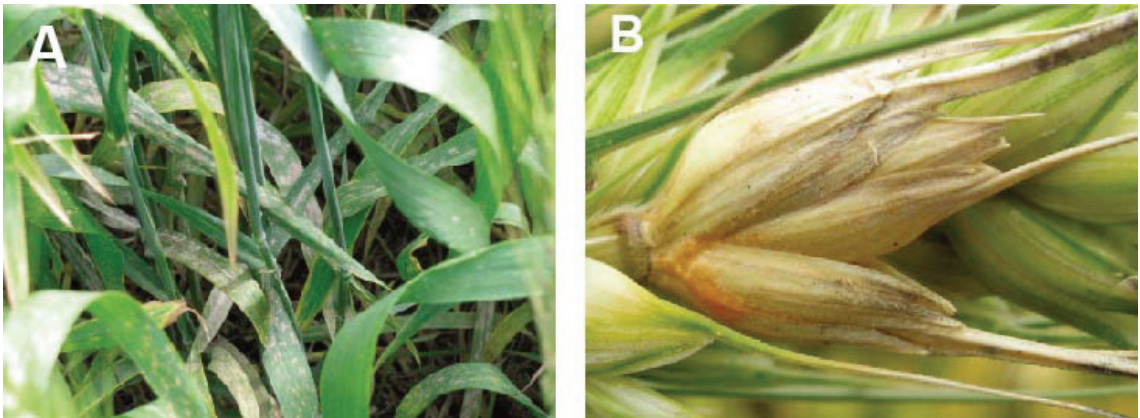


圖 8. 小麥罹病病徵。A：白粉病。B：赤黴病。

Fig. 8. Symptoms of disease of introduction lines of wheat. A: Powdery Mildew. B: Fusarium Head Blight.

參考文獻

林訓仕，2013。暖化對小麥栽植區及產量之影響。行政院農業委員會臺中區農業改良場特刊。116: 267-270。

- 郭建志、林訓仕、廖君達、黃冬青，2013。小麥赤黴病之病原鑑定及防治藥劑篩選，行政院農業委員會臺中區農業改良場特刊，117: 169-175。
- FAO. 2010. Statistical database. <http://www.faostat.fao.org>.
- Farooq, M., H. Bramley, J. A. Palta and K. H. M. Siddique. 2011. Heat stress in wheat during reproductive and grain-filling phases. *Crit. Rev. Plant Sci.* 30:1-17.
- Ortiz, R., K. D. Sayre, B. Govaerts, R. Gupta, G. V. Subbarao, T. Ban, D. Hodson, J. M. Dixon, J. I. O. Monasterio and M. Reynolds. 2008. Climate change: can wheat beat the heat? *Agric. Ecosyst. Environ.* 126: 46-58.
- Porter, J. R. and M. Gawith. 1999. Temperatures and the growth and development of wheat: a review. *Eur. J. Agron.* 10: 23-36.
- Saini, H. S. and D. Aspinall. 1982. Abnormal sporogenesis in wheat (*Triticum aestivum* L.) induced by short periods of high temperature. *Ann. Bot.* 49:835-846.
- Tubiello, F. N., C. Rosenzweig, R. A. Goldberg, S. Jagtap and J. W. Jones. 2000. U.S. national assessment technical report effects of climate change on U. S. crop production part I: wheat, potato, corn, and citrus. <http://www.usgcrp.gov/usgcrp/nacc/agriculture/tubielloetal2000.pdf>.
- Warrington, J. J., R. L. Dunstone and L. M. Green. 1977. Temperature effects at three development stages on the yield of the wheat ear. *Aust. J. Agric. Res.* 28: 11-27.
- Yin, X., W. Guo and J. H. Spiertz. 2009. A quantitative approach to characterize sink-source relationships during grain filling in contrasting wheat genotypes. *Field Crops Res.* 114: 119-126.

Evaluation of Heat Tolerance Germplasm in Wheat

Hsun-Shih Lin^{1,2}

Abstract

Wheat is a temperate-zone crop; thus, the only appropriate season for planting wheat in Taiwan is winter. With global warming and the influences of extreme climate changes, high temperatures have posed a challenge for wheat agriculture in Taiwan. Therefore, novel heat-tolerant wheat strains must be developed. The targets of this genetic evaluation experiment for wheat heat tolerance were 167 heat-tolerant strains that were imported from the International Maize and Wheat Improvement Center. The planting time was moved to October to conduct the genetic heat-tolerance experiment. In addition, disease infection conditions were investigated. According to the experimental results, the yields of 73 strains were higher than that of wheat Taichung Sel. No. 2 and the most common maturation period was 130–135 d. The primary protein content ranged between 12.5% and 13.5%. Most wheat varieties contained medium gluten. Based on their gene expressions, 20 of the 167 strains were selected as samples for conducting additional regional yield experiments. Subsequent experiments will be conducted to verify the heat-tolerance performances of these wheat strains.

Keywords: Wheat, Heat tolerance, Germplasm.

1 Associate Researcher, Taichung DARES, COA.

2 Corresponding Author, Email: linhsuns@tdais.gov.tw ; Tel: 04-8523101#270.