

อัตราพันธุกรรมของความทนทานแล้งและร้อนในถั่วเขียว Heritability of Drought and Heat Tolerance in Mungbean

นวลมณี พรหมนิล¹ และวิศิธร ใจอารีย์¹

Nuanmanee Phromnil¹ and Witith Chairree¹

บทคัดย่อ

ความแห้งแล้งและสภาพอากาศร้อนเป็นปัจจัยสำคัญที่จำกัดความสามารถในการให้ผลผลิตถั่วเขียวในประเทศไทย การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอัตราพันธุกรรมของความทนทานแล้งและร้อนในถั่วเขียว 1 คู่ผสม ซึ่งเกิดจากการผสมข้ามระหว่างถั่วเขียวพันธุ์ทนแล้งและร้อนคือ V1595 และถั่วเขียวพันธุ์ไม่ทนแล้งและร้อน คือ V3131 โดยประเมิน พ่อ แม่ F_1 , BC_1P_1 และ BC_1P_2 ในระยะออกดอกในสภาพแปลงทดลอง และห้องปฏิบัติการ ในสภาวะได้รับน้ำปกติและสภาวะขาดน้ำ โดยใช้วิธีวัดประสิทธิภาพการใช้แสงในสภาพที่ได้รับแสง (Φ_{PSII}) วัดประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (Fv/Fm) เสถียรภาพของเซลล์เมมเบรน (CMT) ปฏิกริยาของเตตราโซเลียมคลอไรด์ (TTC) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบพืช (RWC) ความสูง น้ำหนักเมล็ด และจำนวนฝักต่อต้น ผลการทดลองพบว่ากลุ่มที่ได้รับสภาพขาดน้ำมีค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในช่วง 0.41-0.90 โดยพารามิเตอร์ในสภาพแปลงทดลองและห้องปฏิบัติการที่มีค่าอัตราพันธุกรรมสูง คือ Fv/Fm (0.90) และ $CMT_{(drought)}$ (0.87) ตามลำดับ และกลุ่มได้น้ำปกติมีค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในช่วง 0.41-0.92 พารามิเตอร์ที่มีค่าอัตราพันธุกรรมสูงที่ทดลองในห้องปฏิบัติการ คือ $Fv/Fm_{(control)}$ (0.85), $Fv/Fm_{(heat)}$ (0.71), $CMT_{(drought)}$ (0.90), $CMT_{(heat)}$ (0.80), $TTC_{(drought)}$ 0.92 และ $TTC_{(heat)}$ (0.76) จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าพารามิเตอร์ที่มีค่าอัตราพันธุกรรมสูงในสภาพแปลงทดลองและห้องปฏิบัติการ สามารถนำไปใช้ได้ในการคัดเลือกในสภาวะแห้งแล้งและร้อนของถั่วเขียว

คำสำคัญ : ถั่วเขียว แล้ง ความทนทานร้อน คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ เสถียรภาพของเซลล์เมมเบรน

ABSTRACT

Drought and heat stress are two major abiotic limiting mungbean yield capacity in Thailand, The objective of this study was to estimate heritability of drought and heat tolerance in a mungbean derived from a tolerance mungbean line " V1595 "and a susceptible mungbean line " V3131 ". The P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , BC_1P_1 and BC_1P_2 were evaluated at the reproductive stage in field and laboratory under non stress and stress condition. Light quantum yield (Φ_{PSII}), maximum quantum yield (Fv/Fm), cell membrane thermostability (CMT), triphenyl teteazolium chloride (TTC), reaction, relative water content (RWC) plant height, seed dry weight and pod number per plant were recorded. Heritability estimates of stressed group rang from 0.41-0.96. The light heritabilities were observed for Fv/Fm (0.90)

¹ ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture Kamphaeng Saen Kasetsart University, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom 73140

and CMT (0.87), which were parameters in the field and laboratory, respectively. Heritabilities of the control ranged from 0.41-0.92, of which high heritabilities were obtained from Fv/Fm_(control) (0.85), Fv/Fm_(heat) (0.71), CMT_(drought) (0.90), CMT_(heat) (0.80), TTC_(drought) (0.92) และ TTC_(heat) (0.76). The result of the study show that the parameters which have high heritability could be used for selection for drought and heat tolerance in mungbean.

Keywords : mungbean, drought, heat tolerance, chlorophyll fluorescence, cell membrane thermostability

E-mail : nuanmanee33@yahoo.com

คำนำ

สภาวะความแห้งแล้ง และความร้อนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการให้ผลผลิตถั่วเขียวที่ปลูกในประเทศไทย และเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลผลิตถั่วเขียวของไทยยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ (110-120 กก/ไร่) (ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย , 2550) ตามปกติแล้วถั่วเขียวมีการใช้น้ำต่อฤดูปลูกประมาณ 400-700 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ (เชียงใหม่วิศ, 2552) ตามรายงานในพืช การขาดน้ำทำให้เกิดความเครียดในเซลล์เมมเบรน จวงจันทร์ (2522) กล่าวว่า เมื่อพืชได้รับความเครียด สารละลายต่างๆในเซลล์เกิดการรั่วไหลออกมา ดังนั้น การวัดปริมาณการรั่วไหลสามารถบอกความเสียหายของการขาดน้ำได้ และเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการทดสอบ และคัดเลือกพืชทนแล้งในห้องปฏิบัติการ เช่น ข้าวบาร์เลย์ (Kocheva *et al.*, 2004)

การวัดปฏิกิริยาของเตตราโซเลียมครอไรด์ (TTC) ใช้หลักการทำงานของปฏิกิริยาของเอนไซม์ dehydrogenase ซึ่งมีในเซลล์ที่มีชีวิต เกี่ยวข้องกับการหายใจและปลดปล่อย H⁺ ออกมา เมื่อทำปฏิกิริยากับสารละลายเกลือเตตราโซเลียม (2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride) (TTC) ซึ่งเป็นสารละลายที่ไม่มีสีและแพร่กระจายได้ จะเปลี่ยนรูปเป็นสารใหม่คือ ฟอрмаแซน (formazan) ที่มีสีแดงและไม่แพร่กระจาย เซลล์ที่มีชีวิตหลังการแช่สารละลายนี้จะติดสีแดง ในขณะที่เซลล์ที่ตายแล้วจะเป็นสีเดิมหรือไม่ติดสี ซึ่งสามารถประเมินความทนทานร้อนในพืชได้ เช่น ข้าวสาลี (Porter *et al.*, 1995; Fokar *et al.*, 1998)

คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์แสง (Maxwell and Johnson, 2000) ซึ่งผลของสภาวะเครียดที่มีต่อการทำงานของ PSII ของพืชมีผลต่อการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนจากตัวให้ (donor) ไปยังตัวรับ (acceptor) ซึ่งวัดได้จากค่า Fv/Fm (Krause and Weis, 1991) โดยอัตราส่วนของ Fv/Fm เรียกว่า maximum quantum yield of PSII ของใบที่ยังไม่ได้รับแสง (dark adapted leaf) ขณะที่ใบที่ได้รับแสงอย่างต่อเนื่อง (light adapted leaf) ประสิทธิภาพการใช้แสงจะเรียกว่า effective quantum yield of PSII (Björkman and Demming, 1987) Srinivasan *et al.* (1996) ศึกษาคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์และเสถียรภาพของเซลล์เมมเบรนในการประเมินความทนทานร้อนในพืชตระกูลถั่ว พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของสารอินทรีย์ไตรโกลด์ และประสิทธิภาพของ PSII ทำงานลดลง และ Dhanda and Munjal (2006) ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะเสถียรภาพของเซลล์เมมเบรนในข้าวสาลี โดยพบว่าลักษณะทางพันธุกรรมต่างๆ มีค่าดัชนีการตอบสนองต่อความร้อน และ TTC สูง จะมีผลผลิตสูงด้วย และมีเสถียรภาพของเซลล์เมมเบรนที่ดีกว่า ดังนั้น การพัฒนาพันธุ์ถั่วเขียวให้มีการใช้น้ำน้อยๆ หรือทนทานต่อความแห้งแล้ง จึงอาจเป็นวิธีการหนึ่งใน

การเพิ่มผลผลิตของถั่วเขียวในแปลงของเกษตรกรได้ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอัตราพันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะความทนแล้งและร้อนของถั่วเขียว

อุปกรณ์และวิธีการ

การสร้างประชากรเพื่อใช้ในการศึกษา และการปลูกทดสอบผสมข้ามถั่วเขียว

การสร้างลูกผสมระหว่างถั่วเขียวพันธุ์ทนแล้งและร้อน 'V1595' และพันธุ์ไม่ทนแล้งและร้อน 'V3131' ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้จากการทดสอบและคัดเลือกของ สิริณรี (2551) เมื่อได้ลูกผสมชั่วที่หนึ่ง ผสมตัวเอง และผสมกลับไปยังพ่อและแม่ จะได้ประชากร พ่อ (P_1) แม่ (P_2) ลูกผสมชั่วที่หนึ่ง (F_1) ลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2) ลูกผสมกลับไปยังแม่ (BC_1P_1) และ ลูกผสมกลับไปยังพ่อ (BC_1P_2) สำหรับไว้ศึกษาลักษณะทนแล้งและร้อนต่อไป ถัดต่อมาปลูกประชากรถั่วเขียวในกระถาง ซึ่งใช้ พ่อ 10 ต้น แม่ 10 ลูกผสมชั่วที่หนึ่ง 10 ต้นลูกผสมชั่วที่สอง 100 ลูกผสมกลับไปยังแม่ 24 ต้น และ ลูกผสมกลับไปยังพ่อ 24 ต้น โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ให้น้ำปกติ และกลุ่มงดน้ำ เมื่อถึงระยะออกดอก เริ่มรดให้น้ำในกลุ่มงดน้ำ 7 วัน และเก็บตัวอย่างใบ ซึ่งมีอายุประมาณ 35-40 วัน จากเก็บสายพันธุ์ละ 3 ใบ เพื่อใช้วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยเจาะตัวอย่างใบกลางของถั่วเขียว ด้วยเหล็กเจาะ (punch) ให้เป็นชิ้นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตรของแต่ละสายพันธุ์ ล้างด้วยน้ำกลั่น ใส่ลงในหลอดทดลอง หลอดละ 3 ชิ้น ในทุกสิ่งทดลอง มีขั้นตอน คือ

การทดสอบความทนแล้งและร้อน (drought and heat tolerance)

ทดสอบความทนแล้ง นำตัวอย่างพืชแช่ในสารละลาย polyethylene glycol 6000 (PEG 6000) ที่ความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้เป็นการจำลองสภาพความแห้งแล้งให้แก่พืช แช่ไว้ 8 ชั่วโมง แล้วล้าง PEG ออก และทดสอบความทนร้อน นำตัวอย่างพืชใส่ลงใน water bath ให้ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 54 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ตามวิธีการของ Sullivan (1972)

การทดสอบจากเสถียรภาพของเซลล์เมมเบรน (CMT)

นำตัวอย่างใบพืชโดยผ่านการจำลองสภาพแล้งและร้อน วัดค่าการนำไฟฟ้าของสารอิเล็กโทรไลต์ที่รั่วไหลออกมา (electrolyte leakage conductivity, EC) ด้วยเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (electrical conductivity meter) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก่อน (EC1) และหลัง (EC2) ทำลายสภาพใบโดยการนำไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งความดัน (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ได้ค่า EC 1 และ EC 2 ของ Treatment (T1/T2) และ Control (C1/C2) ตามลำดับ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของเสถียรภาพของเซลล์เมมเบรน (cell membrane thermostability, CMT) ของถั่วเขียวในแต่ละสายพันธุ์เมื่อได้รับสภาพแล้งและร้อน จากสูตร

$$CMT (\%) = (1-(T1/T2))/(1-(C1/C2)) \times 100$$

การทดสอบจากการวัดปฏิกิริยาของเตตราไซโคลมคลอไรด์ (TTC)

เตรียมตัวอย่างใบพืชโดยผ่านการจำลองสภาพแล้งและร้อน แขนงในสารละลาย TTC 0.4 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้ TTC ทำปฏิกิริยา จากนั้นนำตัวอย่างใบมาล้าง เพื่อสกัดสีที่ติดใบพืชออกมา โดยนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร วัดปฏิกิริยาของเตตราไซโคลมเป็นเปอร์เซ็นต์ จากสูตร

$$TTC (\%) = (1 - OD_t/OD_c) \times 100$$

โดยที่ OD_t = ค่าการดูดกลืนแสงของ Treatment และ OD_c = ค่าการดูดกลืนแสงของ Control

การวัดค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ (chlorophyll fluorescence)

ใช้เครื่องมือ PAM-2100 Portable Chlorophyll Fluorometer (Walz, Germany) วัดค่าประสิทธิภาพการให้แสงในสภาพได้แสง (light quantum yield, Φ_{PSII}) ในแปลง และในห้องปฏิบัติการ ในสภาพที่มีแสง (light) และวัดประสิทธิภาพการให้แสงสูงสุด (maximum quantum yield, Fv/Fm) ในแปลงเวลากลางคืน และในห้องปฏิบัติการ สภาพมืด (dark) โดยปิดส่วนของใบด้วย leaf clip แล้วให้แสงแก่ใบ

การวัดปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบพืช (relative water content, RWC)

นำใบข้างสายพันธุ์ละ 3 ใบ มาชั่งน้ำหนักสด (fresh weight; FW) จากนั้นนำใบที่ชั่งแล้ว วางในภาชนะที่มีกระดาษชุบน้ำรองกันภาชนะปิดด้วยพลาสติกบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-20 ชั่วโมง จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักที่พืชเต่งตัวเต็มที่ (fully turgid weight; TW) นำใบพืชไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งจะได้น้ำหนักแห้ง (dry weight; DW) ตามวิธีการของ Turner (1986) จากสูตร

$$RWC (\%) = [(FW - DW) \times 100] / (TW - DW)$$

ข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเขียว

ความสูง ผลผลิตต่อต้น และจำนวนฝักต่อต้น ซึ่งใช้ พ่อ 10 ต้น แม่ 10 ลูกผสมชั่วที่หนึ่ง 10 ต้นลูกผสมชั่วที่สอง 100 ลูกผสมกลับไปยังแม่ 24 ต้น และ ลูกผสมกลับไปยังพ่อ 24 ต้น

การประเมินค่าอัตราพันธุกรรม (heritability)

ประมาณจากค่าความแปรปรวนของพ่อ แม่ ลูกชั่วที่ 1 และลูกชั่วที่ 2 โดยวิธีของ Burton (1951)

$$h^2 = \frac{\sigma_{F_2}^2 - 1/3(\sigma_{P_1}^2 + \sigma_{P_2}^2 + \sigma_{F_1}^2)}{\sigma_{F_2}^2}$$

ผลการทดลองและวิจารณ์

การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมของความทนแล้งและร้อนถั่วเขียวในประชากรต่างๆ พบว่า ในกลุ่มงดน้ำ ค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในช่วง 0.41-0.90 (Table 1) จากการทดสอบในสภาพแปลงทดลองลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมสูง ($h^2 \geq 0.70$) ได้แก่ Fv/Fm (0.90), CMT_(drought) (0.87) และลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมปานกลาง ($0.40 \leq h^2 < 0.70$) ได้แก่ Φ_{PSII} (drought) (0.41), CMT_(heat) (0.47), TTC_(drought) (0.57), RWC (0.46) และ ความ

สูง (0.65) สอดคล้องกับ Amir *et al.* (2001) ซึ่งประเมินอัตราพันธุกรรมของความทนร้อนใน winter และ spring wheat 14 สายพันธุ์ โดยใช้ CMT เป็นพารามิเตอร์ในการศึกษา พบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในช่วง 0.27-0.47 และ James *et al.* (2008) ศึกษาอัตราพันธุกรรมในลักษณะทนแล้งของถั่วเหลือง 10 ประชากร ในแปลงที่ขาดน้ำ และประเมินโดยค่า RWC พบว่า มีค่าอัตราพันธุกรรม อยู่ในช่วง 0.40-0.70 ขณะที่ Painawadee *et al.* (2009) พบว่า ถั่วลิสงอัตราพันธุกรรมของลักษณะ RWC อยู่ในช่วง 0.04-0.46

กลุ่มที่ให้น้ำปกติ ค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในช่วง 0.41-0.92 (Table 1) ลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมสูง ($h^2 \geq 0.70$) ได้แก่ $Fv/Fm_{(control)}$ (0.85), $Fv/Fm_{(heat)}$ (0.71), $CMT_{(drought)}$ (0.90), $CMT_{(heat)}$ (0.80), $TTC_{(drought)}$ (0.92) และ $TTC_{(heat)}$ (0.76) และลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมปานกลาง ($0.40 \leq h^2 < 0.70$) ได้แก่ ความสูง (0.41) สอดคล้องใกล้เคียงกับ Fokar *et al.* (1998) ที่ศึกษาอัตราพันธุกรรมความทนร้อนโดยการวิเคราะห์ TTC ในข้าวสาลี พบว่ามีค่าอัตราพันธุกรรมเท่ากับ 0.89 และเสนอแนะว่าการคัดเลือกในลักษณะดังกล่าวสามารถประสบความสำเร็จได้ ส่วน Amir *et al.* (2001) กล่าวว่า TTC ที่มีค่าอัตราพันธุกรรมสูง สามารถใช้ลักษณะทนร้อนในการคัดเลือกที่ดีในช่วงแรกๆ ใน winter และ spring wheat

Table 1 Heritability estimates of parameters for drought and heat tolerance in mungbean.

Parameters	h^2			
	Field condition		Laboratory condition	
	Stressed	Non stressed	Stressed	Non stressed
Fv/Fm	0.90	-		
Drought				
Φ_{PSII} (drought) ^{2/}			0.41	-
$CMT_{(drought)}$ ^{2/}			0.87	0.90
$TTC_{(drought)}$ ^{2/}			0.57	0.92
Heat				
$Fv/Fm_{(heat)}$ ^{3/}			-	0.71
$CMT_{(heat)}$ ^{3/}			0.47	0.80
$TTC_{(heat)}$ ^{3/}			-	0.76
Control				
$Fv/Fm_{(control)}$ ^{1/}			-	0.85
RWC			0.46	-
Plant height	0.65	0.41		

^{1/} control; ^{2/} drought tolerance measurement with PEG 6000 40 % 8 hour; ^{3/} heat tolerance measurement by 54 °C 15 minute

Φ_{PSII} = light quantum yield, Fv/Fm = maximum quantum yield, CMT = cell membrane thermostability, TTC = 2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride 0.4 %, RWC = relative water content

- = $h^2 < 0.40$ not shows.

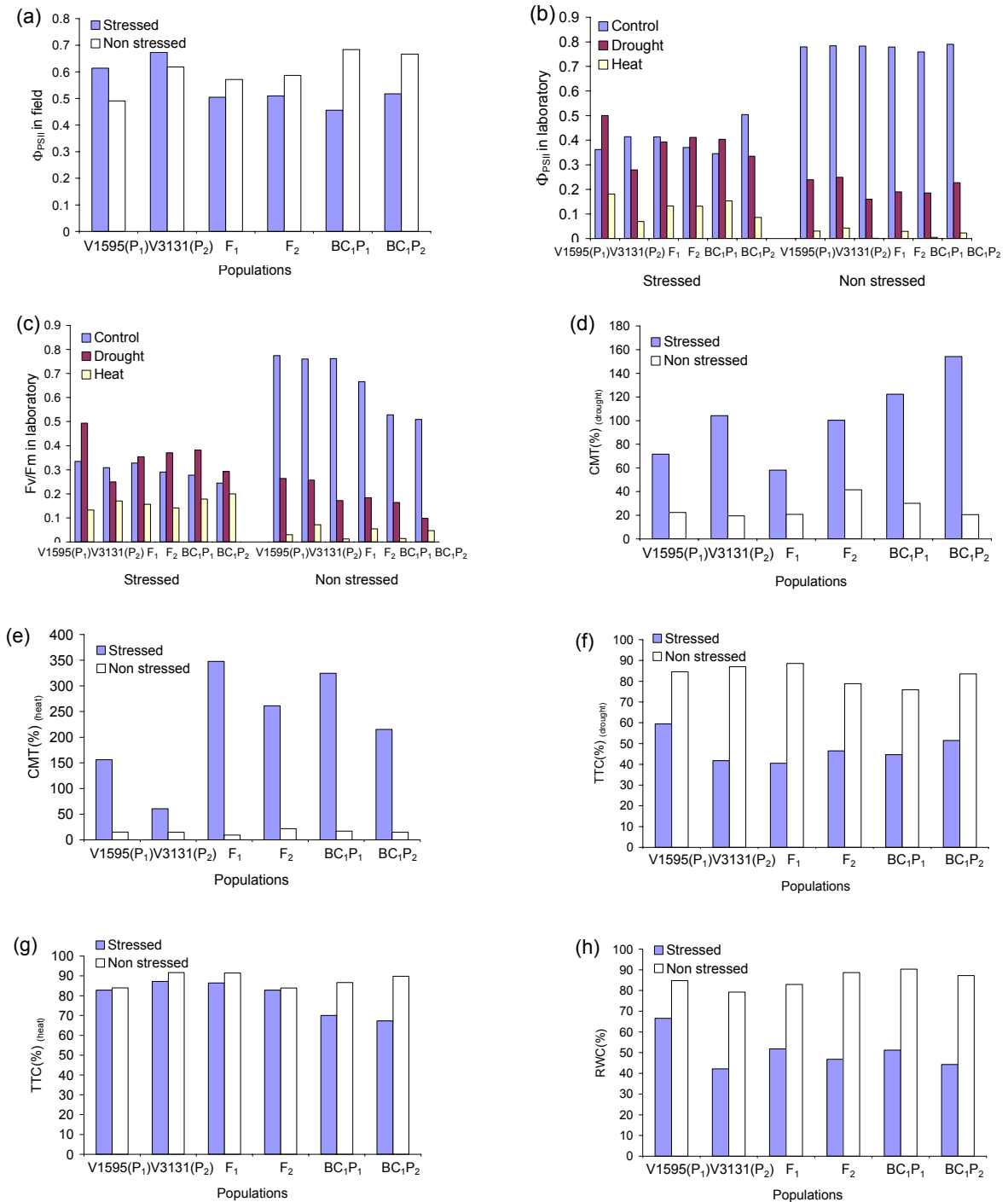


Figure 1 Means of parameters for drought and heat tolerance of (a) Φ_{PSII} in field (b) Φ_{PSII} in laboratory (c) Fv/Fm in laboratory (d) CMT(%)_(drought) (e) CMT(%)_(heat) (f) TTC(%)_(drought) (g) TTC(%)_(heat) and (h) RWC(%) in mungbean populations.

การทดสอบการวัดประสิทธิภาพการใช้แสงในสภาพได้แสง (light quantum yield) ในสภาพแปลง พบว่า ค่าเฉลี่ยของประชากรในกลุ่มให้น้ำปกติ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มงดน้ำ (Figure 1a) การวัดในห้องปฏิบัติการ พบว่า ในกลุ่มงดน้ำ กลุ่ม Control และ กลุ่ม Drought มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ส่วน กลุ่ม Heat มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด เนื่องจากพืชได้รับความเครียดที่มาก ส่วนกลุ่มที่ให้น้ำปกติ กลุ่ม Control มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา คือ กลุ่ม Drought และ กลุ่ม Heat (Figure 1b) และการวัดประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุด (Fv/Fm) ในห้องปฏิบัติการ พบว่าในกลุ่มงดน้ำ

กลุ่ม Drought มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา คือ กลุ่ม Control และกลุ่ม Heat และกลุ่มที่ให้น้ำปกติ พบว่า ค่าเฉลี่ยของประชากร ในกลุ่ม Control มีค่าสูงสุด รองลงมา คือ กลุ่ม Drought และ กลุ่ม Heat (Figure 1c)

วิธีการวัดเสถียรภาพของเซลล์เมมเบรน (CMT)(%) ในกลุ่ม Drought (Figure 1d) และกลุ่ม Heat (Figure 1e) พบว่า ในกลุ่มดน้ำมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ให้น้ำปกติ ซึ่งบอกให้ทราบว่าพืชได้รับความเครียดจากการขาดน้ำ ค่าที่ได้จึงมีเปอร์เซ็นต์สูง ซึ่งแสดงถึงความเสียหายของเซลล์เมมเบรน เมื่ออยู่ภายใต้สภาวะการขาดน้ำ (Bewley, 1979) ส่วนวิธีการวัดปฏิกิริยาของเตตราโซเลียมคลอไรด์ (TTC)(%) ในกลุ่ม Drought (Figure 1f) กลุ่ม Heat (Figure 1g) และ การวัดปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบพืช (RWC)(%) (Figure 1h) มีค่าเฉลี่ยของประชากรในกลุ่มที่ให้น้ำปกติ สูงกว่ากลุ่มที่งดน้ำ ซึ่งวิธี TTC(%)_(drought) (Figure 1f) และ RWC%(Figure 1h) จากกราฟมีค่าเฉลี่ยของประชากรในกลุ่มที่ให้น้ำปกติสูงกว่ากลุ่มที่งดน้ำที่แตกต่างกันชัด ซึ่งสามารถใช้เป็นพารามิเตอร์ในการคัดเลือกพืชในสภาพที่แห้งแล้งได้ดี

สรุปผลและเสนอแนะ

พารามิเตอร์ที่สามารถนำไปใช้ได้ในการคัดเลือกความทนแล้งและร้อน ของกลุ่มที่งดน้ำในสภาพแปลงทดลอง และห้องปฏิบัติการ คือ Fv/Fm และ CMT_(drought) ส่วนพารามิเตอร์ที่สามารถนำไปใช้คัดเลือกได้ ของกลุ่มที่ให้น้ำปกติ ในห้องปฏิบัติการ คือ Fv/Fm_(control), Fv/Fm_(drought), CMT_(drought), CMT_(heat), TTC_(drought) และ TTC_(heat) ซึ่งวิธีการทดสอบดังกล่าว แนะนำว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพืชตระกูลถั่ว และพืชชนิดอื่นได้ เนื่องจากมีค่าอัตราพันธุกรรมที่สูง สามารถถ่ายทอดลักษณะความทนทานแล้งและร้อนไปยังรุ่นลูกได้ และมีโอกาสประสบความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2522. บทปฏิบัติการ เทคโนโลยีของเมล็ดพันธุ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เชียงใหม่นิวส์. 2552. การให้น้ำพืชในนา. ข่าว. แหล่งที่มา :<http://www.kaewpanya.rmutl.ac.th/2552/index.php?>, 31 ตุลาคม 2552.
- สิรินรี นุกบุญ. 2551. การจำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมต่อการทนแล้งและร้อนของถั่วเขียวจากเสถียรภาพของเซลล์เมมเบรน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย. 2550. ถั่วเขียวและผลิตภัณฑ์ : ศักยภาพการเติบโต...ที่ไม่ควรมองข้าม. ข่าว. แหล่งที่มา : <http://www.positioning.com/prnews/prnews.aspx?id=56999>, 24 ตุลาคม 2550.
- Amir, M, H. Ibrahim and J.S. Quick. 2001. Heritability of heat tolerance in winter and spring wheat. *Crop Sci.* 41: 1401-1405.
- Bewley, J. D. 1979. Physiological aspects of desiccation tolerance. *Annual Review of Plant Physiology* 30: 195-238.
- Björkman, O. and B. Demming. 1987. Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77K among vascular plants of diverse origin. *Planta* 170: 489-504.
- Burton, C.W. 1951. Quantitative inheritance in pearl millet (*Pennisetum glaucum*). *Agronomy Journal* 43: 409-417.

- Dhanda, S.S and R. Munjal. 2006. Inheritance of cellular thermotolerance in bread wheat. **Plant Breeding** 125: 557-564.
- Fokar, M., H.T. Nguyen and A. Blum. 1998. Heat tolerance in spring wheat. I. Estimating cellular thermotolerance and its heritability. **Euphytica** 104: 1-8.
- James, AT., R.J. Lawn and M. Cooper. 2008. Genotypic variation for drought stress response traits in soybean. III. Broad-sense heritability of epidermal conductance, osmotic potential, and relative water content. **Australian Journal of Agricultural Research** 59: 679–689.
- Krause, G.H. and E. Weis. 1991. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The basics. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**42: 313-349.
- Kocheva, K., P. Lambrev, G. Georgiev, V. Goltsev and M. Karabaliev. 2004. Evaluation of chlorophyll fluorescence and membrane injury in the leaves of barley cultivars under osmotic stress. **Bioelectrochemistry** 63: 121-124.
- Maxwell, K. and G.N. Johnson. 2000. Chlorophyll fluorescence-a practical guide. **Journal of Experimental Botany** 51: 659-668.
- Painawadee, M., S. Jogloy, T. kesmala, C. akkasaeng and A. Patanothai. 2009. Heritability and correlation of drought resistance traits and agronomic traits in peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Asian Journal of Plant Sciences** 8(5): 325-334.
- Porter, D.R., H.T. Nguyen and J.J. Burke. 1995. Genetic control of acquired thermal tolerance in wheat. **Euphytica** 83: 153-157.
- Srinivasan, A., H. Takeda and T. Senboku. 1996. Heat tolerance in food legumes as evaluated by cell membrane thermostability and chlorophyll fluorescence techniques. **Euphytica** 88: 35-45
- Sullivan, C.Y. 1972. Mechanisms of heat and drought resistance in grain sorghum and methods of measurement, pp. 247-246. *In* N.G.P. Rao and L.R. House, eds. **Sorghum in the seventies**. Oxford and IBH Publ. Co., New Delhi, India.
- Turner,N.C. 1986. Adaptation to water deficits : A changing perspective. **Australian Journal of Plant Physiology** 13: 175-179.