

อิทธิพลของการขาดน้ำในช่วงก่อนออกดอกต่อลักษณะที่เกี่ยวข้องกับ การตรึงไนโตรเจนของถั่วลิสง

Effect of pre-flowering drought on traits related to nitrogen fixation of peanut genotypes

ดรุณี พวงบุตร¹, สันัน จอกลอย^{1*}, บรรยง ทูมแสน¹, นิมิตร วรสุต¹, ชุตินพงศ์ อรรคแสง¹
และอารันต์ พัฒโนทัย¹

Darunee Puangbut¹, Sanun Jogloy^{1*}, Banyong Toomsan¹, Nimitr Vorasoot¹,
Chutipong Akkasaeng¹ and Aran Patanothai¹

บทคัดย่อ: การกระทบแล้งในช่วงก่อนออกดอก มีผลทำให้การตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้น และส่งผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับการตอบสนองของจำนวนปม และน้ำหนักปม เมื่อเกิดการขาดน้ำในช่วงก่อนการออกดอก และเมื่อได้รับน้ำกลับคืน รวมถึงความสัมพันธ์ของลักษณะดังกล่าวกับลักษณะการตรึงไนโตรเจน ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองของจำนวนปม และน้ำหนักปม เมื่อเกิดการขาดน้ำในช่วงก่อนการออกดอก และเมื่อได้รับน้ำกลับคืน และหาความสัมพันธ์ของลักษณะจำนวนปม น้ำหนักปมกับลักษณะการตรึงไนโตรเจนในถั่วลิสง 12 พันธุ์ ปลูกในสภาพแปลงทดลอง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2 ฤดู โดยฤดูฝน ระหว่างเดือน มิ.ย. - ต.ค. 2548 และฤดูแล้ง ระหว่างเดือน ธ.ค. 2548 - เม.ย. 2549 วางแผนงานทดลองแบบ Split plot design จำนวน 4 ซ้ำ โดยกำหนดให้ระดับความชื้นดิน 2 ระดับ ได้แก่ field capacity (F.C.) และ 1/3 available water (1/3 A.W.) เป็น main plot โดยให้ขาดน้ำตั้งแต่งอกจนถึงอายุ 40 วันหลังงอก และกำหนดให้ sub-plot เป็นพันธุ์ถั่วลิสง 12 พันธุ์ เก็บข้อมูลจำนวนปม น้ำหนักแห้งปม ที่อายุ 40 50 และ 70 วันหลังงอก จากการศึกษาพบว่าเมื่อถั่วลิสงขาดน้ำในช่วงก่อนออกดอก ทำให้จำนวนปม และน้ำหนักปมลดลง แต่เมื่อได้รับน้ำกลับคืน ทำให้จำนวนปม และน้ำหนักปมแห้งเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับพืชมรดกที่ได้รับน้ำปกติ นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนปม และน้ำหนักแห้งปมมีสหสัมพันธ์ที่สูงกับการตรึงไนโตรเจน ในสภาพที่เกิดการกระทบแล้งในช่วงก่อนการออกดอก และในสภาพที่ไม่ขาดน้ำ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าจำนวนปม และน้ำหนักแห้งปม สามารถใช้เป็นลักษณะทางอ้อมที่ใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ที่มีการตรึงไนโตรเจนสูง

คำสำคัญ: การขาดน้ำ, การให้น้ำกลับคืน, น้ำหนักแห้งปม, *Arachis hypogaea* L.

ABSTRACT: Drought at pre-flowering growth stage can increase nitrogen fixation (NF) and pod yield in peanut. However, information on the responses of nodule number and nodule dry weight and the relationship between these traits with nitrogen fixation under pre-flowering drought (PFD) are still lacking. The objective of this study was to determine the responses of nodule number and nodule dry weight and the relationship between both traits with nitrogen fixation under PFD. Twelve peanut genotypes were evaluated in a split plot design with four replications for two seasons during June to October 2005 and December 2005 to April 2006 under field conditions at the Khon Kaen University Farm. Two water regimes (field capacity (F.C.)) and 1/3 available soil water from emergence

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

* Corresponding author: sanun@kku.ac.th

to 40 days after emergence (DAE)) were assigned in main plots and 12 peanut genotypes were assigned in sub-plots. Nodule number and nodule dry weight were recorded at 40, 50 and 70 DAE. PFD reduced nodule number and nodule dry weight. However, nodule number and nodule dry weight were increased after re-watering. In addition, nodule number and nodule dry weight were highly correlated with NF under PFD conditions. The results indicated that nodule number and nodule dry weight could be used as selection criteria for high NF under pre-flowering drought. **Keywords:** water deficit, recovery, nodule dry weight, *Arachis hypogaea* L.

บทนำ

ถั่วลิสงส่วนใหญ่ปลูกในพื้นที่อาศัยน้ำฝน การกระทบแล้งในช่วงต่างๆ ของการเจริญเติบโต จึงมักพบอยู่เสมอๆ การกระทบแล้งในช่วงการสร้างฝัก ทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก แต่การกระทบแล้ง ในช่วงก่อนออกดอก กลับทำให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้น (Nageswara Rao et al., 1985; Puangbut et al., 2010) การศึกษาที่ผ่านมา พบว่า ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และสรีรวิทยามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิต เมื่อเกิดการขาดน้ำในช่วงก่อนการออกดอกหรือในช่วงต้นของการเจริญเติบโตของถั่วลิสง

การศึกษาที่ผ่านมายังพบว่า ลักษณะการตรึงไนโตรเจนมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิต เมื่อเกิดการขาดน้ำในช่วงก่อนการออกดอก (Puangbut et al., 2010) โดยทั่วไปการกระทบแล้ง มีผลทำให้การตรึงไนโตรเจน และลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการตรึงไนโตรเจนลดลง (Serraj et al., 1999; Reddy et al., 2003; Pimratch et al., 2008a) แต่การกระทบแล้งในช่วงก่อนออกดอก มีผลทำให้มีการตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้น และส่งผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นด้วย (Puangbut et al., 2010)

ลักษณะการตรึงไนโตรเจน เป็นลักษณะที่วัดยาก และเสียค่าใช้จ่ายสูง ในขณะที่จำนวนปม น้ำหนักแห้งปม เป็นลักษณะที่วัดง่าย และเสียค่าใช้จ่ายต่ำ ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้ อาจจะนำมาใช้เป็นลักษณะทางอ้อมในการคัดเลือกพันธุ์ที่มีการตรึงไนโตรเจนสูง ในสภาพที่เกิดการขาดน้ำในช่วงก่อนออกดอก ถ้าจำนวนปม น้ำหนักแห้งปม มีความสัมพันธ์กับการตรึงไนโตรเจน ซึ่ง Pimratch et al. (2008b) ชี้ให้เห็นว่าจำนวนปม และน้ำหนักแห้งปม มีความสัมพันธ์กับการตรึงไนโตรเจน ในสภาพที่ขาดน้ำตลอดช่วงการเจริญเติบโต

แต่อย่างไรก็ตาม ยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับการตอบสนองของลักษณะจำนวนปมและน้ำหนักแห้งปม ของถั่วลิสงพันธุ์ต่างๆ เมื่อเกิดการขาดน้ำในช่วงก่อนการออกดอก และเมื่อได้รับน้ำกลับคืน รวมถึงความสัมพันธ์ของลักษณะจำนวนปม และน้ำหนักแห้งปมกับการตรึงไนโตรเจน ในสภาพดังกล่าว ซึ่งข้อมูลนี้สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการคัดเลือกพันธุ์ถั่วลิสงให้มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนที่สูง ภายใต้การขาดน้ำในช่วงก่อนออกดอก โดยใช้ลักษณะจำนวนปม และน้ำหนักแห้งปม เป็นลักษณะทางอ้อมในการคัดเลือกพันธุ์ที่ตรึงไนโตรเจนสูง ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองของลักษณะจำนวนปมและน้ำหนักแห้งปม และหาสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะจำนวนปม และน้ำหนักแห้งปมกับการตรึงไนโตรเจน เมื่อเกิดการขาดน้ำในช่วงก่อนออกดอก

วิธีการศึกษา

นำถั่วลิสง 12 พันธุ์ ปลูกในสภาพแปลงทดลอง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2 ฤดู โดยฤดูฝน ระหว่างเดือน มิ.ย. - ต.ค. 2548 และฤดูแล้ง ระหว่างเดือน ธ.ค. 2548 - เม.ย. 2549 วางแผนงานทดลองแบบ Split plot design จำนวน 4 ซ้ำ โดยกำหนดให้ระดับความชื้นดิน 2 ระดับ ได้แก่ field capacity (F.C.) และ 1/3 available water (1/3 A.W.) เป็น main plot และกำหนดให้ sub-plot เป็นพันธุ์ถั่วลิสง 12 พันธุ์

การวิเคราะห์ข้อมูลดิน ได้แก่ ชูดิน (ยโสธร) คุณสมบัติทางเคมี (pH; 6.2 อินทรีย์วัตถุ; 0.85% ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 0.036% และวัดปริมาณความชื้นดินที่ระดับ F.C. (11.3%) ที่ระดับ P.W.P. (4.9%) และคำนวณหาความชื้นดินที่ระดับ 1/3 A.W.

(6.9%) โดยใช้ pressure plate

งานวิจัยครั้งนี้ใช้ถั่วลิสง 12 พันธุ์ ซึ่ง 8 พันธุ์ (ICGVs 98300, 98303, 98305, 98308, 98324, 98330, 98348 และ 98353) เป็นพันธุ์ทนแล้งที่ได้มาจาก International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) พันธุ์ Tifton-8 เป็นพันธุ์ทนแล้ง ที่มีระบบรากดี (Coffelt et al., 1985) ที่ได้จาก United State Department of Agriculture (USDA) ส่วนพันธุ์ KK 60-3 เป็นพันธุ์อ่อนแอต่อความแห้งแล้ง แต่ตรึงไนโตรเจนสูง และพันธุ์ไทนาน 9 เป็นพันธุ์ตรึงไนโตรเจนได้น้อย (Vorasoet et al., 2003; McDonagh et al., 1993) และพันธุ์ Non-nod เป็นพันธุ์ที่ไม่มีการสร้างปม ซึ่งใช้เป็นพันธุ์อ้างอิงในการคำนวณการตรึงไนโตรเจน (McDonagh et al., 1993)

การปลูกและดูแลรักษา

ทำการไถพรวนดิน หว่านปูนขาว อัตรา 100 กก./ไร่ และก่อนปลูกใส่ปุ๋ยอัตรา 0-9-6 กก./ไร่ ของ $N-P_2O_5-K_2O$ คลุกเมล็ดด้วยแคปแทน อัตรา 10 ก./เมล็ด 1 กก. เพื่อป้องกันเชื้อรา และสำหรับถั่วลิสงพันธุ์ KK 60-3 และ Tifton-8 ที่มีการพักตัวของเมล็ดนั้นพรมด้วยอีเทรล (48%) อัตรา 2 ซีซี/น้ำ 1 ล. เพื่อทำลายการพักตัว ปลูกในแปลงย่อย ขนาด 2.1×2.5 ม. จำนวน 7 แถว แต่ละแถวยาว 2.5 ม. ใช้ระยะปลูก 30×10 ซม. จำนวน 3 เมล็ด/หลุม และใช้เชื้อไรโซเบียมผสมน้ำรดตามแถวปลูก หลังปลูก 1 วัน ฉีดพ่นสาร alachlor อัตรา 500 ซีซี/ไร่ และทำการปลูกซ่อมในหลุมที่ไม่งอก เมื่อถั่วลิสงอายุได้ 7 วันหลังปลูก เมื่อถั่วลิสงอายุได้ 14 วันหลังปลูก ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม พร้อมกำจัดวัชพืช เมื่อถั่วลิสงอายุ 45 วัน ใส่ปุ๋ยซั่ม 50 กก./ไร่ และใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 3% อัตรา 5 กก./ไร่ และฉีดพ่นสารเคมีป้องกันโรคและแมลงทุก 2 สัปดาห์

การให้น้ำชลประทาน

ให้น้ำชลประทานด้วยระบบการให้น้ำแบบน้ำหยด (drip irrigation) โดยมีมาตรวัดน้ำสำหรับวัดปริมาณ

น้ำที่ให้น้ำในแต่ละ main plot ตามที่กำหนด ให้ดินมีความชื้นที่ field capacity (F.C.) และ $1/3$ available water ($1/3$ A.W.) โดยวางท่อให้น้ำหยดระหว่างแถวปลูกทุกแถวไว้ใต้ดินลึก 10 ซม. หลังจากปลูกถั่วลิสงแล้วให้น้ำอย่างสม่ำเสมอตลอดแปลงทดลอง ให้มีความชื้นที่ระดับ F.C. ของความลึกดินในระดับ 0- 20 ซม. เพื่อให้ถั่วลิสงงอกสม่ำเสมอ หลังจากถั่วลิสงงอกในทรีตเมนต์ที่ขาดน้ำปล่อยให้ระดับความชื้นดินลดลงจนถึง $1/3$ A.W. แล้วจึงควบคุมระดับความชื้นดินที่ระดับ $1/3$ A.W. จนถึงอายุ 40 วันหลังงอก และหลังจากนั้นจึงให้น้ำกลับคืนสู่ระดับ F.C. ทุกแปลง จนถึงระยะเก็บเกี่ยว ส่วนในทรีตเมนต์ที่ได้รับน้ำที่ระดับ F.C. ได้ทำการควบคุมการให้น้ำทุกแปลง ให้มีความชื้นที่ F.C. หรือลดลงต่ำกว่า F.C. ได้ไม่เกิน 1% ของความชื้นดิน จนถึงระยะเก็บเกี่ยว โดยปริมาณน้ำที่ให้น้ำแต่ละครั้งให้เท่าที่คำนวณได้ตามความต้องการน้ำของถั่วลิสงตามวิธีของ Doorenbos and Pruitt (1992) และการระเหยของน้ำจากผิวดินในระหว่างหมูพืช ซึ่งคำนวณได้ตามวิธีของ Singh and Russel (1981) ในแต่ละแปลงย่อย

การเก็บข้อมูล

จำนวนปม และน้ำหนักแห้งปม วัดที่อายุ 40 50 และ 70 วันหลังงอก โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจำนวน 5 ต้นต่อแปลง โดยนับจำนวนปมทั้งหมด ที่แยกออกมาจากราก นำไปคำนวณหาจำนวนปมต่อต้น และจากนั้นนำส่วนปมที่แยกออกมาจากราก ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ $80^{\circ}C$ เป็นเวลา 48 ชม. และบันทึกน้ำหนักแห้งปม

การตรึงไนโตรเจน

การตรึงไนโตรเจน วัดที่อายุ 40 วันหลังงอก และเมื่ออายุเก็บเกี่ยว โดยวิธี N difference method และมีถั่วลิสงพันธุ์ Non-nod เป็นพันธุ์อ้างอิง รายละเอียดของวิธีการวิเคราะห์ และการคำนวณหาปริมาณไนโตรเจน ได้อธิบายไว้ใน Puangbut et al. (2010)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยแยกในแต่ละฤดู และในแต่ละระดับน้ำ เนื่องจากข้อมูลในแต่ละฤดูมีปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับฤดู และมีปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับระดับน้ำ (ไม่แสดงข้อมูล) และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) (Hoshmand, 2006) จากนั้นคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนปม และน้ำหนักแห้งปมกับการตรึงไนโตรเจน ภายใต้สภาพที่ได้รับน้ำปกติและขาดน้ำในช่วงก่อนออกดอก

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จำนวนปม

จากการทดลองในฤดูฝน พบว่าในช่วงที่เกิดการขาดน้ำ (อายุ 40 วันหลังงอก) มีผลทำให้ถั่วลิสงมีจำนวนปมเฉลี่ยลดลง 71 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) และยังพบว่าในทรีตเมนต์ที่ขาดน้ำ พันธุ์ Tainan 9 เป็นพันธุ์ที่มีจำนวนปมต่อต้นสูงสุด (54 ปมต่อต้น) และเมื่อถั่วลิสงได้รับน้ำกลับคืน ที่อายุ 50 วันหลังงอกพบว่าในทรีตเมนต์ที่ขาดน้ำ ถั่วลิสงยังคงมีจำนวนปมเฉลี่ยลดลง เมื่อเทียบกับทรีตเมนต์ที่ได้น้ำปกติ โดยมีจำนวนปมเฉลี่ยลดลง 40% แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อถั่วลิสงได้รับน้ำกลับคืน ที่อายุ 70 วันหลังงอก พบว่าถั่วลิสงมีจำนวนปมเฉลี่ยเพิ่ม 8% โดยพันธุ์ Tainan 9 เป็นพันธุ์ที่มีจำนวนปมต่อต้นสูงสุด (257 ปมต่อต้น) ในขณะที่พันธุ์ ICGV 98353 ที่มีจำนวนปมต่อต้นต่ำสุด (165 ปมต่อต้น)

Table 1 Nodule number of 11 peanut genotypes under irrigated and pre-flowering drought (PFD) conditions at 40, 50 and 70 days after emergence (DAE) in the rainy season (2005).

Genotypes	Number of nodule per plant ^{1/}					
	40 DAE		50 DAE		70 DAE	
	Irrigated	PFD	Irrigated	PFD	Irrigated	PFD
ICGV 98300	82d	28c	109d	64c	168d	217b
ICGV 98303	87c	24d	108d	51d	164d	192c
ICGV 98305	93c	15e	113c	46d	198c	173e
ICGV 98308	77d	19d	92e	54d	167d	187d
ICGV 98324	76d	27c	93e	70c	145e	168e
ICGV 98330	83d	21d	100d	56d	166d	173e
ICGV 98348	79d	15e	95e	48d	178c	183c
ICGV 98353	67e	20d	86e	51d	147e	165e
Tainan 9	119a	54a	157a	121a	244a	257a
KK 60-3	102b	31b	147b	93b	220b	234b
Tifton-8	91c	22d	157a	96b	202b	216b
Mean	87	25	114	68	182	196
CV. (%)	18.3	17.4	23.5	22.6	20.4	18.9

^{1/} Means in the same column with the same letter (s) are not significantly different by DMRT at $p < 0.05$

จากการทดลองในฤดูแล้ง พบว่าเมื่อเกิดการขาดน้ำในช่วงก่อนออกดอก (อายุ 40 วันหลังงอก) มีผลทำให้ถั่วลิสงมีจำนวนปมเฉลี่ยลดลง 63% (Table 2) โดยพันธุ์ Tainan 9 เป็นพันธุ์ที่มีจำนวนปมต่อต้นสูงสุด (65 ปมต่อต้น) และเมื่อถั่วลิสงได้รับน้ำกลับคืน ที่อายุ 50 วันหลังงอก พบว่าถั่วลิสงมีจำนวนปมเฉลี่ยลดลง 32% แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อถั่วลิสงได้รับน้ำกลับคืน ที่อายุ 70 วันหลังงอก พบว่าถั่วลิสงมีจำนวนปมเฉลี่ยเพิ่ม 13% โดยพันธุ์ Tainan 9 เป็นพันธุ์ที่มีจำนวนปมต่อต้นสูงสุด (245 ปมต่อต้น) ในขณะที่พันธุ์ ICGV 98353 ที่มีจำนวนปมต่อต้นต่ำสุด (155 ปมต่อต้น)

น้ำหนักรังไข่

จากการทดลองในฤดูฝน พบว่าในช่วงที่เกิดการขาดน้ำในช่วงก่อนออกดอก (อายุ 40 วันหลังงอก)

มีผลทำให้ถั่วลิสงมีน้ำหนักแห้งปมเฉลี่ยลดลง 47% (Table 3) และยังพบว่าในทรีตเมนต์ที่ขาดน้ำ พันธุ์ KK 60-3 เป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งปมต่อต้นสูงสุด (0.061 ก./ต้น) และเมื่อถั่วลิสงได้รับน้ำกลับคืน ที่อายุ 50 วันหลังงอก พบว่าในทรีตเมนต์ที่ขาดน้ำ ถั่วลิสงยังคงมีน้ำหนักแห้งปมเฉลี่ยลดลง เมื่อเทียบกับทรีตเมนต์ที่ได้น้ำปกติ โดยมีน้ำหนักแห้งปมเฉลี่ยลดลง 29% แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อถั่วลิสงได้รับน้ำกลับคืน ที่อายุ 70 วันหลังงอก พบว่าถั่วลิสงมีน้ำหนักแห้งปมเฉลี่ยเพิ่ม 58% โดยพันธุ์ KK 60-3 เป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งปมต่อต้นสูงสุด (0.452 ก./ต้น) ในขณะที่พันธุ์ ICGV 98353 ที่มีน้ำหนักแห้งปมต่อต้นต่ำสุด (0.170 ก./ต้น)

Table 2 Nodule number of 11 peanut genotypes under irrigated and pre-flowering drought (PFD) conditions at 40, 50 and 70 days after emergence (DAE) in the dry season (2005/06).

Genotypes	Number of nodule per plant ^{1/}					
	40 DAE		50 DAE		70 DAE	
	Irrigated	PFD	Irrigated	PFD	Irrigated	PFD
ICGV 98300	87b	37b	112b	77c	177c	222b
ICGV 98303	79c	38b	102c	79c	162c	190c
ICGV 98305	77c	25c	98c	50d	152d	183c
ICGV 98308	79c	29c	102c	54d	158d	177c
ICGV 98324	70d	29c	95c	60d	154d	158d
ICGV 98330	79c	20d	96c	64d	164c	172c
ICGV 98348	80c	20d	112b	56d	173c	188c
ICGV 98353	64d	18d	89d	50d	141e	155d
Tainan 9	114a	65a	137a	115a	220b	245a
KK 60-3	106a	36b	127b	102b	210a	240a
Tifton-8	99b	26c	123b	99b	208b	230b
Mean	85	31	108	73	174	196
CV. (%)	15.2	18.4	18.5	21.8	15.2	12.1

^{1/} Means in the same column with the same letter (s) are not significantly different by DMRT at $p < 0.05$

จากการทดลองในฤดูแล้ง พบว่าในช่วงที่เกิดการขาดน้ำในช่วงก่อนออกดอก (อายุ 40 วันหลังงอก) มีผลทำให้ถั่วลิสงมีน้ำหนักแห้งปมเฉลี่ยลดลง 53% (Table 4) โดยพันธุ์ KK 60-3 เป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งปมต่อต้านสูงสุด (0.064 ก./ต้น) และเมื่อถั่วลิสงได้รับน้ำกลับคืน ที่อายุ 50 วันหลังงอก พบว่าถั่วลิสงมีน้ำหนักแห้งปมเฉลี่ยลดลง 18 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อถั่วลิสงได้รับน้ำกลับคืน ที่อายุ 70 วันหลังงอก พบว่าถั่วลิสงมีน้ำหนักแห้งปมเฉลี่ยเพิ่ม 25% โดยพันธุ์ KK 60-3 เป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งปมต่อต้านสูงสุด (0.278 ก./ต้น) ในขณะที่พันธุ์ ICGV 98353 ที่มีน้ำหนักแห้งปมต่อต้านต่ำสุด (0.158 ก./ต้น)

จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าเมื่อเกิดการขาดน้ำก่อนออกดอก ทำให้ถั่วลิสงทุกพันธุ์ มีจำนวนปมและน้ำหนักแห้งปมลดลง แต่เมื่อได้รับน้ำกลับคืน ที่อายุ 70 วันหลังงอก มีผลทำให้จำนวนปม น้ำหนักแห้งปมเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับทรีตเมนต์ที่ได้รับน้ำปกติมาตลอด

โดยพันธุ์ Tainan 9 เป็นพันธุ์ที่มีจำนวนปมสูงสุดทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง ในขณะที่พันธุ์ KK 60-3 มีน้ำหนักแห้งปมสูงสุดทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง การที่พันธุ์ KK 60-3 มีน้ำหนักแห้งปมสูงกว่าพันธุ์ Tainan 9 ซึ่งมีจำนวนปมมากกว่า อาจเกิดจากพันธุ์ KK 60-3 มีขนาดปมใหญ่กว่าพันธุ์ Tainan 9 (Pimratch et al., 2008b) จึงมีน้ำหนักปมสูงกว่า ส่วนการเพิ่มขึ้นของจำนวนปมและน้ำหนักแห้งปม หลังจากได้รับน้ำกลับคืน อาจเกิดจากการที่ถั่วลิสงมีการหยั่งลึก และการกระจายตัวของรากเพิ่มขึ้น เมื่อเกิดการขาดน้ำ (Songsri et al., 2008) ส่งผลทำให้ถั่วลิสงมีความสามารถในการดูดน้ำและแร่ธาตุเพิ่มขึ้น ประกอบกับมีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้น เมื่อได้รับน้ำกลับคืน (Puangbut et al., 2010) ทำให้มีการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น (Nageswara Rao et al., 1988) และส่งผลทำให้มีการสร้างปมเพิ่มมากขึ้น เมื่อเกิดการขาดน้ำในช่วงก่อนออกดอกและเมื่อได้รับน้ำกลับคืน

Table 3 Nodule dry weight of 11 peanut genotypes under irrigated and pre-flowering drought (PFD) conditions at 40, 50 and 70 days after emergence (DAE) in the rainy season (2005).

Genotypes	Nodule dry weight (g plant ⁻¹) ^{1/}					
	40 DAE		50 DAE		70 DAE	
	Irrigated	PFD	Irrigated	PFD	Irrigated	PFD
ICGV 98300	0.092a	0.048b	0.197b	0.088c	0.237b	0.404b
ICGV 98303	0.088b	0.036c	0.155c	0.095c	0.215c	0.363c
ICGV 98305	0.046d	0.029d	0.085e	0.070d	0.173d	0.169e
ICGV 98308	0.086b	0.036c	0.151c	0.096c	0.205c	0.376c
ICGV 98324	0.074c	0.032c	0.128d	0.063d	0.206c	0.230d
ICGV 98330	0.082b	0.036c	0.142c	0.096c	0.207c	0.367c
ICGV 98348	0.074c	0.037b	0.130d	0.078d	0.205c	0.357c
ICGV 98353	0.049d	0.028d	0.086e	0.068d	0.172d	0.170e
Tainan 9	0.086b	0.050b	0.196b	0.173b	0.230b	0.401b
KK 60-3	0.092a	0.061a	0.205a	0.196a	0.260a	0.452a
Tifton-8	0.092a	0.060a	0.198b	0.160b	0.236b	0.418b
Mean	0.078	0.041	0.152	0.108	0.213	0.337
CV. (%)	12.3	13.6	15.4	16.6	14.8	15.4

^{1/} Means in the same column with the same letter (s) are not significantly different by DMRT at $p < 0.05$

Table 4 Nodule dry weight of 11 peanut genotypes under irrigated and pre-flowering drought (PFD) conditions at 40, 50 and 70 days after emergence (DAE) in the dry season (2005/06).

Genotypes	Nodule dry weight (g plant ⁻¹) ^{1/}					
	40 DAE		50 DAE		70 DAE	
	Irrigated	PFD	Irrigated	PFD	Irrigated	PFD
ICGV 98300	0.087b	0.037b	0.121c	0.077d	0.172c	0.212c
ICGV 98303	0.088b	0.032c	0.111c	0.089c	0.167c	0.186d
ICGV 98305	0.077c	0.040b	0.119c	0.095c	0.164c	0.189d
ICGV 98308	0.092b	0.037b	0.126c	0.106c	0.143d	0.207c
ICGV 98324	0.060e	0.030c	0.089d	0.078d	0.144d	0.187d
ICGV 98330	0.063d	0.029c	0.105d	0.106c	0.161c	0.208c
ICGV 98348	0.074c	0.039b	0.099d	0.114b	0.160c	0.218c
ICGV 98353	0.087b	0.031c	0.085d	0.063d	0.132e	0.158d
Tainan 9	0.105a	0.054a	0.156b	0.115b	0.188b	0.242b
KK 60-3	0.101a	0.064a	0.166a	0.132a	0.222a	0.278a
Tifton-8	0.104a	0.052a	0.150b	0.112b	0.195b	0.227b
Mean	0.085	0.040	0.121	0.099	0.168	0.210
CV. (%)	8.6	12.8	13.2	12.5	10.9	11.1

^{1/} Means in the same column with the same letter (s) are not significantly different by DMRT at $p < 0.05$

สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนปม น้ำหนักแห้งปมกับการตรึงไนโตรเจน

จากการทดลองเดียวกันนี้ได้มีการรายงานว่าเมื่อเกิดการขาดน้ำในช่วงก่อนออกดอกและได้รับน้ำกลับคืน ทำให้ถั่วลิสงมีการตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับพรีตเมนต์ที่ไม่ขาดน้ำ และส่งผลทำให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้น (Puangbut et al., 2010) ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของจำนวนปมและน้ำหนักแห้งปมดังที่กล่าวมาแล้ว อาจจะเป็นลักษณะที่ทำให้ถั่วลิสงมีการตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ภายใต้สภาพการขาดน้ำในช่วงก่อนออกดอก

จากการทดลองในฤดูฝน พบว่าลักษณะการตรึงไนโตรเจนมีค่าสหสัมพันธ์สูงกับจำนวนปมและน้ำหนักแห้งปม ภายใต้สภาพที่เกิดการขาดน้ำในช่วงก่อนออกดอก ($r = 0.75^{**}$ และ 0.84^{**} ตามลำดับ) และสภาพที่ไม่ขาดน้ำ ($r = 0.68^{**}$ และ 0.66^{*} ตามลำดับ) (Figure 1) และในทำนองเดียวกัน จากการทดลองในฤดูแล้ง พบว่าลักษณะการตรึงไนโตรเจนมีค่าสหสัมพันธ์สูงกับจำนวนปมและน้ำหนักแห้งปม ภายใต้สภาพที่เกิดการขาดน้ำในช่วงก่อนออกดอก ($r = 0.87^{**}$ และ 0.91^{**} ตามลำดับ) และสภาพที่ไม่ขาดน้ำ ($r = 0.71^{*}$ และ 0.82^{**} ตามลำดับ) (Figure 2)

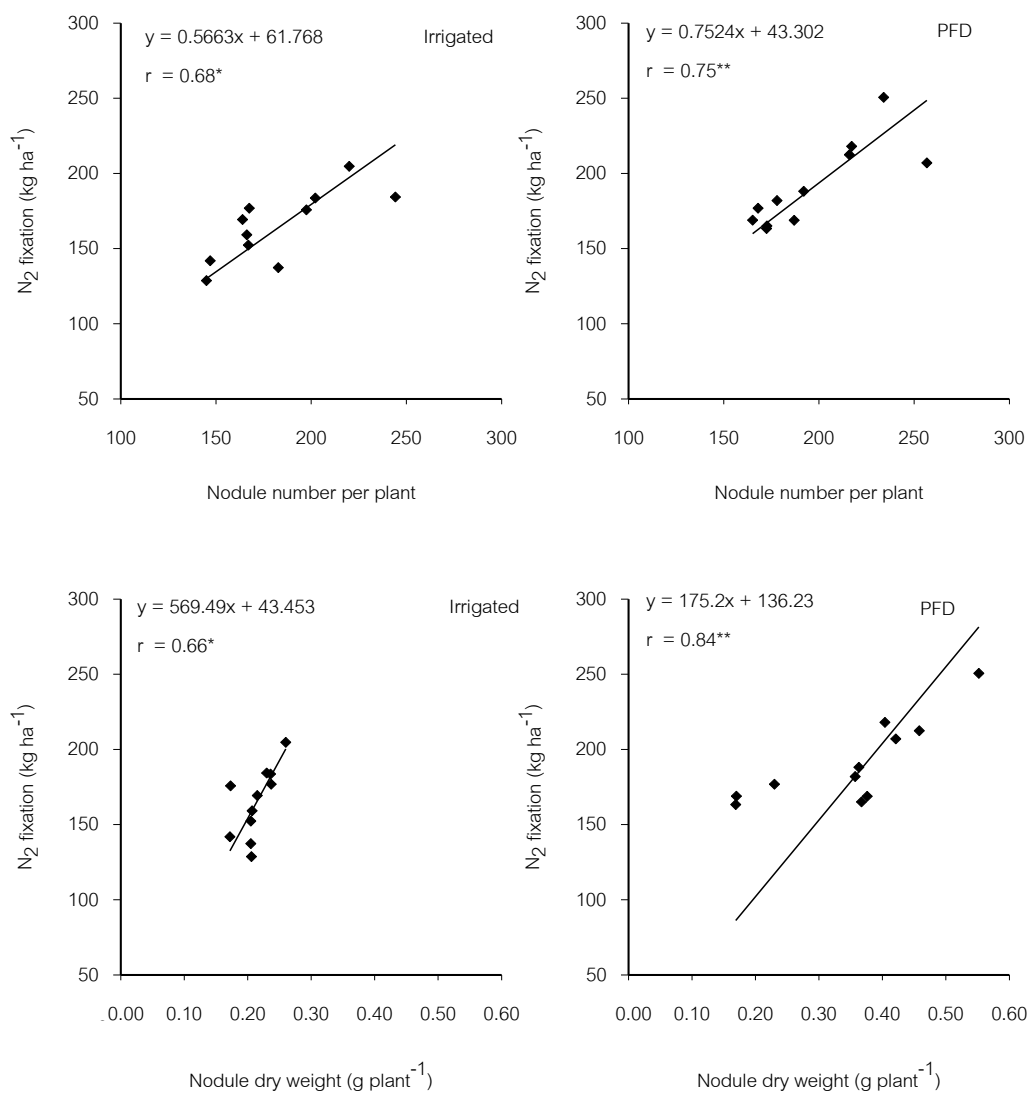


Figure 1 Correlation between N_2 fixation with nodule number and nodule dry weight under irrigated and pre-flowering drought (PFD) conditions in the rainy season.

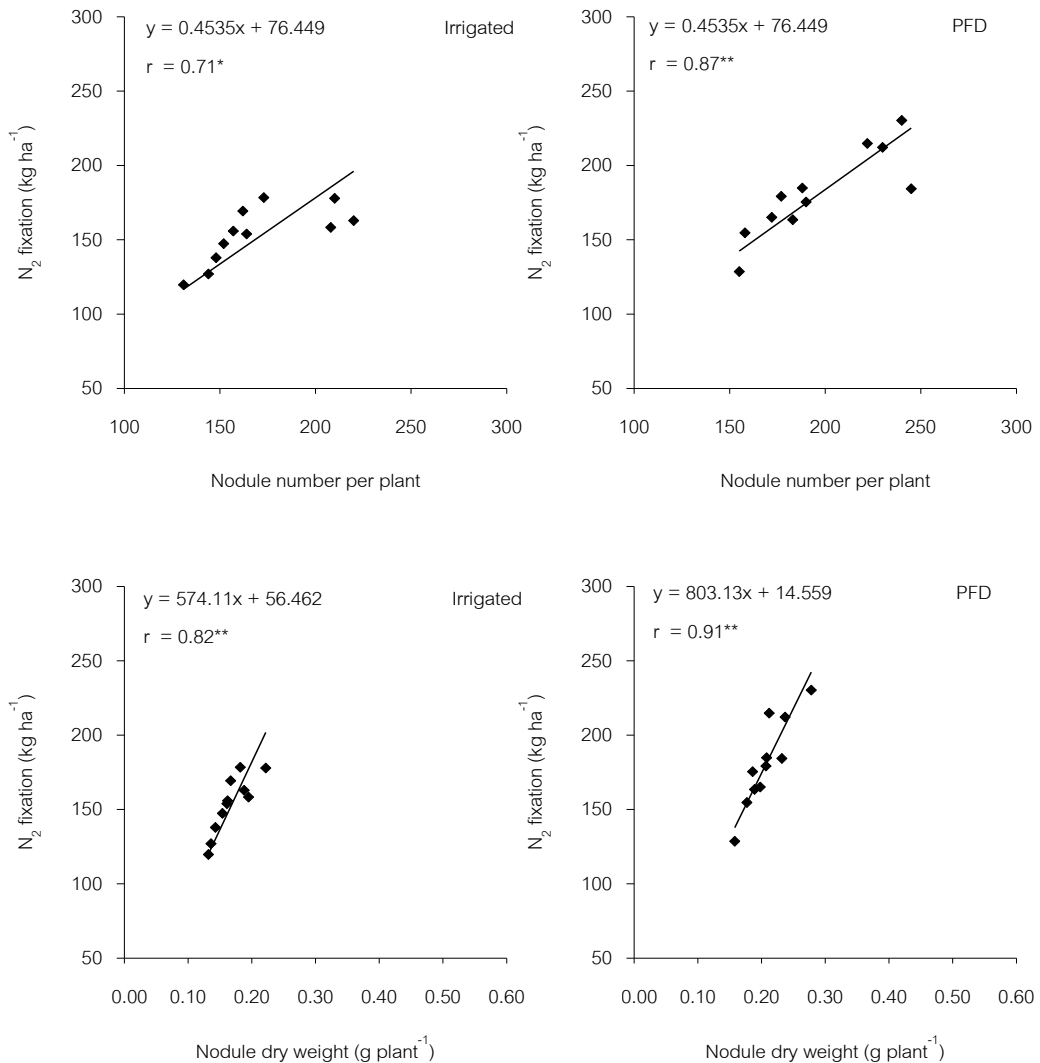


Figure 2 Correlation between N_2 fixation with nodule number and nodule dry weight under irrigated and pre-flowering drought (PFD) conditions in the dry season.

จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าจำนวนปม น้ำหนักแห้งปม มีความสัมพันธ์กับการตรึงไนโตรเจนภายใต้สภาพที่เกิดการขาดน้ำในช่วงก่อนออกดอกและได้รับน้ำกลับคืน และสภาพที่ไม่ขาด ซึ่งสอดคล้องกับ Pimratch et al. (2008b) และ Weisz et al. (1985) ที่รายงานว่าจำนวนปม น้ำหนักแห้งปม มีผลต่อการตรึงไนโตรเจนภายใต้สภาพที่เกิดการขาดน้ำระยะยาว และ Pimratch et al. (2008b) ยังพบว่าน้ำหนักแห้งปมมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมการตรึงไนโตรเจน ภายใต้สภาพที่เกิดการขาดน้ำ ดังนั้นลักษณะจำนวนปม น้ำหนักแห้งปม อาจ

จะนำมาใช้เป็นลักษณะทางอ้อมในการคัดเลือกพันธุ์ที่มีการตรึงไนโตรเจนที่สูง ทั้งนี้ลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะที่สามารถวัดได้ง่าย และเสียค่าใช้จ่ายต่ำ ซึ่งเหมาะกับการนำไปใช้ในการประเมินสายพันธุ์จำนวนมาก

สรุป

จากการศึกษาสรุปได้ว่าการขาดน้ำในช่วงก่อนออกดอก ทำให้มีจำนวนปมและน้ำหนักแห้งปม

ลดลง แต่เมื่อได้รับน้ำกลับคืนกลับพบว่าถั่วลิสงมีจำนวนปม และน้ำหนักแห้งปมเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วลิสงที่ไม่ขาดน้ำในช่วงดังกล่าว และยังพบว่าจำนวนปม และน้ำหนักแห้งปม มีค่าสหสัมพันธ์สูงกับการตรึงไนโตรเจน ในสภาพที่เกิดการกระทบแล้งในช่วงก่อนการออกดอก ดังนั้นจำนวนปม และน้ำหนักแห้งปม สามารถใช้เป็นลักษณะทางอ้อมในการคัดเลือกพันธุ์เพื่อให้มีการตรึงไนโตรเจนสูง ในสภาพที่เกิดการขาดน้ำในช่วงก่อนออกดอก

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณหน่วยงาน และบุคคลที่สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ คือ โครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก (คปก.) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โครงการเมธีวิจัยอาวุโสของ ศาสตราจารย์ ดร. อารันต์ พัฒนอินทร์ และโครงการเมธีวิจัยอาวุโสของ รศ.ดร. สนั่น จอกลอย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- Coffelt, T.A., R.O. Hammons, W.D. Branch, R.W. Mazingo, P.M. Phipps, J.C. Smith, R.E. Lynch, C.S. Kvien, D.L. Ketring, D.M. Porter, and A.C. Mixon. 1985. Registration of Tifton-8 peanut germplasm. *Crop Sci.* 25:203.
- Doorenbos, J., and W.O. Pruitt. 1992. Calculation of crop water requirements, P.1-65. The FAO irrigation and drainage paper No. 24. FAO, Rome.
- Hoshmand, A.R. 2006. Design of experiments for agriculture and the natural sciences 2nd ed. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, FL.
- McDonagh, J.F., B. Toomsan, V. Limpinuntana, and K.E. Giller. 1993. Estimates of the residual nitrogen benefit of groundnut to maize in Northeast Thailand. *Plant Soil* 154:267-277.
- Nageswara Rao, R.C., J.H. Williams, M.V.K. Sivakumar, and K.D.R. Wadia. 1988. Effect of water deficit at different growth phases of peanut. II. Response to drought during pre-flowering phase. *Agron. J.* 80:431-438.
- Nageswara Rao, R. C., Sardar Singh, M. V. K. Sivakumar, K .L. Srivastava, and J. H. Williams. 1985. Effect of water deficit at different growth phases of peanut. I. Yield response. *Agron. J.* 77:782-786.
- Pimratch, S., S. Jogloy, N. Vorasoot, B. Toomsan, A. Patanothai, and C.C. Holbrook. 2008a. Relationship between biomass production and nitrogen fixation under drought-stress conditions in peanut genotypes with different levels of drought resistance. *J. Agron. Crop Sci.* 194:15-25.
- Pimratch, S., S. Jogloy, N. Vorasoot, B. Toomsan, T. Kesmla, A. Patanothai, and C.C. Holbrook. 2008b. Effect of drought stress on traits related to N₂ fixation in eleven peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes differing in degrees of resistance to drought. *Asian J. Plant Sci.* 7:334-342.
- Puangbut, D., S. Jogloy, B. Toomsan, N. Vorasoot, C. Akkasaeng, T. Kesmla, C.N. Rachaputi Rao, G.C. Wright, and A. Patanothai. 2010. Physiological basis for genotypic variation in tolerance to and recovery from pre-flowering drought in peanut. *J. Agron. Crop Sci.* 196:358-367.
- Reddy, T.Y., V.R. Reddy, and V. Anbumozhi. 2003. Physiological responses of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) to drought stress and its amelioration: a critical review. *Plant Growth Regul.* 41:75-88.
- Serraj, R., T.R. Sinclair, and L.C. Purcell. 1999. Symbiotic N₂ fixation response to drought. *J. Exp. Bot.* 50:143-155.
- Singh, S., and M.B. Russell. 1981. Water use by maize/ pigeonpea intercrop on a deep Vertisol. P.271-282. Proceedings of international workshop on pigeonpeas, vol.1. 15-19 December 1980. ICRISAT Center Patancheru, Andhra Pradesh, India.
- Songsri, P., S. Jogloy, N. Vorasoot, C. Akkasaeng, A. Patanothai, and C.C. Holbrook. 2008. Root distribution of drought resistant peanut genotypes in response to drought. *J. Agron. Crop Sci.* 194:92-103.
- Vorasoot, N., P. Songsri, C. Akkasaeng, S. Jogloy, and A. Patanothai. 2003. Effect of water stress on yield and agronomic characters of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Songklanakarin J. Sci. and Tech.* 25:283-288.
- Weisz, R.P., F.R. Denison, and T.R. Sinclair. 1985. Response to drought stress of nitrogen fixation (Acetylene reduction) rates by field-grown soybean. *Plant Physiol.* 78:525-530.