



ผลของการขาดน้ำต่อการเติบโตของต้นกล้าถั่วดำ ถั่วเขียว และถั่วแดงหลวง Effects of Water Deficit on Seedling Growth of *Vigna mungo* (L.)

Hepper, *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek and *Phaseolus vulgaris* L.

เนตรชนก เวียนเสี้ยว¹ กอบเกียรติ แสงนิล¹ และ จารุณี จุงกลาง^{1*}

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการขาดน้ำต่อการเติบโตของต้นกล้าถั่วดำ ถั่วเขียว และถั่วแดงหลวงที่มีอายุ 6 วัน โดยแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 3 ชุด ได้แก่ 1) ชุดควบคุม 2) ชุดทดลองขาดน้ำ (ชุดขาดน้ำ) และ 3) ชุดทดลองขาดน้ำแล้วรดน้ำกลับ (ชุดรดน้ำกลับ) โดยชุดที่ 2 ไม่รดน้ำติดต่อกันเป็นเวลา 9 วัน ในชุดที่ 3 งดการให้น้ำเป็นเวลา 6 วัน แล้วรดน้ำกลับทุกวันเป็นเวลา 3 วัน ส่วนในชุดควบคุมให้น้ำปกติทุกวัน บันทึกผลการทดลองด้วยการวัดค่าความสูงของ epicotyl ต่อดัน น้ำหนักสดต่อดัน และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ในวันที่ 0 3 6 และ 9 จากผลการทดลองพบว่าค่าความสูงของ epicotyl น้ำหนักสด และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (RWC) ลดลง เมื่อจำนวนวันที่งดการให้น้ำเพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และการรดน้ำกลับให้แก่ต้นกล้าถั่วดำ ถั่วเขียว และถั่วแดงหลวง (ที่ขาดน้ำมา 6 วัน) เป็นเวลา 3 วัน พบว่าค่าความสูงของ epicotyl ต่อดัน น้ำหนักสดต่อดัน และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (RWC) เพิ่มขึ้น โดยต้นกล้าถั่วดำมีปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบสูงกว่าถั่วอีก 2 ชนิด เมื่อขาดน้ำเป็นเวลา 9 วัน ดังนั้นถั่วดำจึงสามารถทนทานต่อการขาดน้ำได้ดีกว่าพืชทั้ง 2 ชนิด

¹ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

*Corresponding Author, E-mail: Jaruneej@yahoo.com

ABSTRACT

Effects of water deficit on growth of 6 day old seedlings of black gram, mung bean and kidney bean were investigated. The plants were divided into 3 treatment groups. 1) Control plants received water every day. 2) Water stress was induced by non-irrigated water for 9 days. 3) All plants in the re-watering group were under 6 days of water stress before re-watering for 3 days. Analyses included epicotyl height, fresh weight, and relative water content (RWC) in leaves on the 0, 3rd, 6th and 9th days. The results indicated that epicotyl height, fresh weight, and RWC decreased when the days of water deficit increased, compared to the control group. The results also showed that the physiological indexes of all three species could recover rapidly after re-watering. Black gram retained RWC better than mung bean and kidney bean when subjected to water stress for 9 days. Black gram is more tolerant to water stress than the other 2 species.

คำสำคัญ: การขาดน้ำ ถั่วดำ ถั่วเขียว ถั่วแดงหลวง

Keywords: Water deficit, Black gram, Mung bean, Kidney bean

บทนำ

ในหนึ่งโมเลกุลของน้ำนั้น ประกอบไปด้วย ชาติไฮโดรเจน (H) 2 อะตอม และชาติออกซิเจน (O) 1 อะตอม ที่เชื่อมกันด้วยพันธะโควาเลนต์ และแต่ละโมเลกุลของน้ำเชื่อมกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (Reece et al., 2011) จากคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของน้ำนี้ทำให้น้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช กล่าวคือในโมเลกุลของน้ำที่เชื่อมกันด้วยพันธะโควาเลนต์ที่แข็งแรง ที่มีออกซิเจนแสดงความเป็นขั้วลบ ไฮโดรเจนที่แสดงความเป็นขั้วบวก น้ำจึงทำหน้าที่เป็นตัวทำละลาย (solvent) ที่ดีที่สามารถละลายธาตุอาหารต่าง ๆ เพื่อที่พืชจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโตต่อไป หรือการเชื่อมของน้ำหลาย ๆ โมเลกุลด้วยพันธะไฮโดรเจน ที่ทำให้เกิดแรงโคฮีชัน (cohesive force) เป็นเหตุให้พืชสามารถลำเลียงน้ำจากรากสู่ใบ ซึ่งเป็นการลำเลียงในแนวตั้ง ที่ต้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้ และคุณสมบัติทางด้านความร้อนจำเพาะ (specific

heat) ของน้ำ (Hopkins and Huner, 2004) ยังสามารถช่วยรักษาอุณหภูมิภายในของพืชให้คงที่ เป็นผลให้กิจกรรมต่าง ๆ ภายในเซลล์พืชดำเนินไปได้ตามปกติ นอกจากนั้นน้ำยังเป็นสารตั้งต้น ในกระบวนการเมแทบอลิซึมที่สำคัญในพืช คือกระบวนการสังเคราะห์แสงที่พืชสามารถนำวัตถุดิบซึ่งอยู่ในรูปสารอนินทรีย์ ไปสังเคราะห์สารอาหารที่เป็นสารอินทรีย์ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของพืช หรือเป็นอาหารแก่พวกผู้บริโภค (consumer) ที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้

จากที่กล่าวมานั้นหมายความว่า การขาดน้ำของพืชมีผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังมีรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการขาดน้ำ 5-18 วัน มีผลให้ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ (relative water content; RWC) ในใบ อัตราการสังเคราะห์แสง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของหญ้า (*Aeluropus lagopoides*) ลดลง ซึ่งหากต้นหญ้านี้ได้รับน้ำกลับตัวแปรต่าง ๆ ที่

กล่าวมากลับเพิ่มขึ้น (Mohsenzadeh et al., 2006) และเมื่อข้าวโพด 3 พันธุ์ คือ Doge, Vero และ Luce ที่ขาดน้ำเป็นเวลา 12 วัน พบว่าน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ศักย์ของน้ำ (water potential; Ψ_w) ลดลง และการรดน้ำกลับเป็นเวลา 6 วัน ค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่กล่าวเพิ่มขึ้น (Efeoglu et al., 2008) หรือในกรณีของพืชทะเลทราย 2 พันธุ์ คือ *Malcolmia africana* (L.) R. Br. และ *Bassia hyssopifolia* (Pall.) Kuntz จะมีการเติบโตลดลงเมื่อวัดจากน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และปริมาณคลอโรฟิลล์ เมื่อพืชเหล่านี้อยู่ในสภาวะการขาดน้ำ (Zhou et al., 2011)

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาการขาดน้ำที่มีผลต่อการเติบโต โดยวัดจากค่าน้ำหนักสด ความสูงของ epicotyl และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเลือกศึกษาในต้นกล้า 3 ชนิด คือ ถั่วดำ ถั่วเขียว และถั่วแดงหลวง ซึ่งเป็นพืชที่ทำเมล็ดพันธุ์ได้ง่าย สามารถปลูกและมีการเจริญเติบโตที่ดี อีกทั้งพืชตระกูลถั่วเหล่านี้ยังเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยการทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะหาข้อมูลพื้นฐาน เพื่อคัดเลือกพืชที่มีความเหมาะสม มาใช้ในการศึกษาเรื่องการขาดน้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ในห้องปฏิบัติการวิชาชีววิทยา ของหลักสูตรการศึกษาระดับปริญญาตรี ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และวิชาชีววิทยาของพืช ในหัวข้อความสัมพันธ์ระหว่างพืชกับน้ำของหลักสูตรสาขาวิชาชีววิทยา ในระดับอุดมศึกษา

วิธีการดำเนินการวิจัย

นำเมล็ดพันธุ์ถั่วดำ (*Vigna mungo* (L.) Hepper) ถั่วเขียว (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) และถั่วแดงหลวง (*Phaseolus vulgaris* L.) トラข้าว

ทอง อย่างละ 100 กรัม มาแช่น้ำ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ผึ่งเมล็ดให้แห้ง แล้วนำเมล็ดมาเพาะในถุงดำขนาด 5x10 นิ้วที่มีดินผสม 1,050 กรัม โดยใช้เมล็ดพันธุ์จำนวน 8 กรัม ต่อดินผสม 1 ถุง จากนั้นนำถุงที่เพาะเมล็ดไปวางในโรงเรือนเพาะชำ ของภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งมีอุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 62 ± 2 % ทำการรดน้ำทุกวันในปริมาณที่เท่ากันทุกถุง คือ 250 มิลลิลิตร จนครบ 6 วันแล้วแบ่งกลุ่มพืชแต่ละชนิดที่ปลูกออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 16 ถุง ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ชุดควบคุมรดน้ำปกติ (ชุดควบคุม) รดน้ำทุกวัน เป็นเวลา 9 วัน กลุ่มที่ 2 ชุดทดลองการขาดน้ำ (ชุดขาดน้ำ) งดการให้น้ำ เป็นเวลา 9 วัน กลุ่มที่ 3 ชุดทดลองการขาดน้ำแล้วรดน้ำกลับ (ชุดรดน้ำกลับ) งดการให้น้ำนาน 6 วัน แล้วให้น้ำต่อทุกวันจนครบ 3 วัน

จากนั้นบันทึกผลการทดลองวันที่ 0 3 6 และ 9 โดยการวัดความสูงของ epicotyl ต่อต้น ชั่งน้ำหนักสดต่อต้น และวัดปริมาณน้ำสัมพัทธ์ (relative water content; RWC) ในใบ วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) โดยแต่ละชุดทดลองมี 5 ซ้ำ

การวัดความสูงของ epicotyl และน้ำหนักสดต่อต้น นำต้นถั่วแต่ละชนิดมาวัดความสูงของ epicotyl โดยใช้ไม้บรรทัด วัดจากส่วนของลำต้นเหนือใบเลี้ยงถึงปลายยอด (epicotyl height) หน่วยที่ใช้วัดคือ เซนติเมตร (cm) ส่วนการวัดน้ำหนักสดต่อต้น ใช้ใบมีดตัดโคนต้น บริเวณตำแหน่งของใบเลี้ยง มาชั่งน้ำหนักสด โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง หน่วยที่ใช้วัดคือ กรัม (g)

การวัดปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (ดัดแปลงจากวิธีการของ Gonzalez and Gonzalez-Vilar, 2001) นำใบถั่วแต่ละชนิดมาตัดเป็นวงกลม (leaf disc)

ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร โดยตัดให้ห่างจากโคนใบ 1 เซนติเมตร หรือตรงบริเวณกลางใบ นำไปชั่งค่าน้ำหนักสด (field weight; FW) จากนั้นนำตัวอย่างไปแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งเพื่อวัดค่าน้ำหนักที่เซลล์เต่งเต็มที่ (turgid weight; TW) จากนั้นนำไปโปบแห้งในตู้อบความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำใบที่แห้งแล้วมาชั่งน้ำหนักเพื่อวัดค่าน้ำหนักแห้ง (dry weight; DW) แล้วนำค่าที่วัดได้ทั้งหมดมาคำนวณหาค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ โดยใช้สูตรดังนี้ $RWC (\%) = [(FW - DW)/(TW - DW)] \times 100$

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

ในการทดลองครั้งนี้ได้งดการให้น้ำแก่ ต้นกล้าถั่วดำ ถั่วเขียว และถั่วแดงหลวง เป็นเวลา 9 วัน พบว่าการเจริญเติบโตซึ่งวัดจากความสูงของ epicotyl ต่อดัน น้ำหนักสดต่อดัน และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบของต้นกล้ามีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ได้รับน้ำตามปกติ และเมื่อรดน้ำกลับในวันที่ 6 ทุก ๆ วัน เป็นเวลา 3 วัน พบว่าค่าต่าง ๆ ที่วัดเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับชุดขาดน้ำ (ตารางที่ 1-3) นอกจากนี้ยังพบอาการเหลืองซีด (chlorosis) ที่ใบ จนถึงการตายของเนื้อเยื่อใบ (necrosis) (รูปที่ 1) จากผลการทดลองแสดงว่าน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วทั้ง 3 ชนิดนี้ ซึ่งผลกระทบของน้ำต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วสามารถอธิบายอย่างเป็นลำดับขั้น ได้ดังนี้ เมื่องดการให้น้ำกับต้นกล้าถั่ว ทำให้ปริมาณความชื้นในดินลดลง เมื่อโมเลกุลของน้ำที่อยู่ล้อมรอบอนุภาคของดินลดลง ส่งผลให้ค่า pressure potential (Ψ_p) ในดินติดลบมากขึ้น ซึ่งเป็นผลให้ค่า water potential (Ψ_w) ในดินลดต่ำลง ดังนั้นการดูดน้ำของรากพืชไปใช้ในต้นพืช

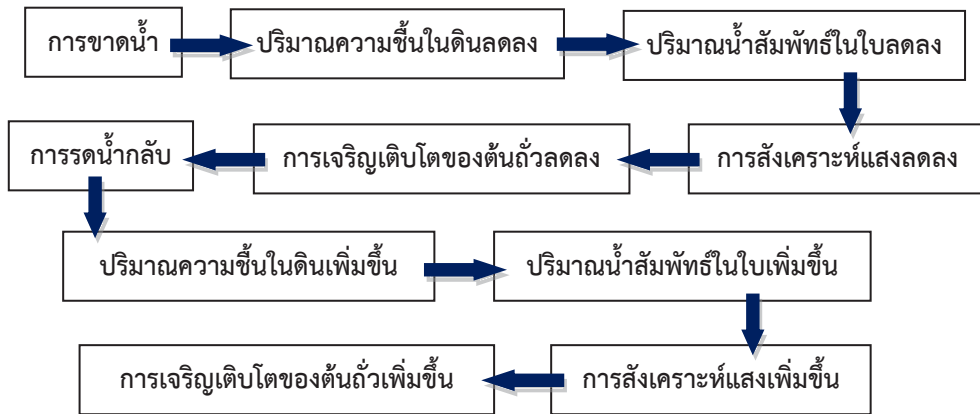
จึงเป็นไปด้วยความลำบากมากขึ้น เมื่อน้ำเข้าสู่พืชได้น้อยลงย่อมส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ รวมถึงแร่ธาตุที่ละลายในน้ำและถูกลำเลียงมากับน้ำที่สำคัญ ๆ เช่น เหล็ก (Fe) แมกนีเซียม (Mg) ไนโตรเจน (N) ลดลงด้วย (Tanguilig et al., 1987) ซึ่งแร่ธาตุสำคัญดังกล่าวมีผลกระทบต่อการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ หรือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของโครงสร้างคลอโรฟิลล์ เมื่อแร่ธาตุดังกล่าวลดลง ปริมาณคลอโรฟิลล์ก็ลดลงด้วย หรือการขาดน้ำจะไปชักนำให้มีการผลิตสารอนุมูลอิสระขึ้นมาเพิ่มขึ้น อนุมูลอิสระดังกล่าวมีผลไปทำลายโครงสร้างเอนไซม์ ที่เกี่ยวข้องกับกับการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ หรืออนุมูลอิสระไปทำลายเยื่อหุ้มของคลอโรพลาสต์ เป็นผลทำให้โครงสร้างของโมเลกุลคลอโรฟิลล์เสียหาย (Mittler, 2002) จากการเพิ่มของอนุมูลอิสระดังกล่าวมา อาจส่งผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงอีกเช่นกัน และเนื่องจากคลอโรฟิลล์ทำหน้าที่ดูดกลืนพลังงานแสงเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง เมื่อสารดังกล่าวลดลง การสังเคราะห์แสงก็ลดลงด้วย อีกทั้งปริมาณน้ำในดินที่ลดลงซึ่งน้ำเป็นวัตถุดิบ ที่จะนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสงลด การสังเคราะห์แสงของต้นกล้าถั่วทั้ง 3 ชนิดย่อมลดลง และส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตของพืช ที่วัดจากความสูงของ epicotyl และน้ำหนักสดต่อดัน และเมื่อให้น้ำกลับกับต้นกล้าถั่วที่ขาดน้ำ พบว่าการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเพิ่มขึ้นเช่นกัน ผลกระทบของน้ำต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วสรุปได้ดังรูปที่ 2 และยังพบว่าผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยในหญ้า และข้าวบาร์เลย์ที่มีต้นกำเนิดมาจากโมริอ็อกโก ที่อยู่ในสภาวะความเครียดจากการขาดน้ำ สภาวะดังกล่าวมีผลให้ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบของพืชลดลง (Mohsenzadeh et al., 2006; Oukarroum et al., 2007) และงานวิจัยใน

ลองกอง และข้าวเจ้าพันธุ์ไม่ไวแสงที่อยู่สภาวะการขาดน้ำ การขาดน้ำมีผลให้ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบลดลง แต่เมื่อมีการรดน้ำกลับให้กับพืชพบว่าค่านี้เพิ่มขึ้น (อุบลรัตน์, 2544; พรทิพย์, 2548) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยในพืชทะเลทราย 2 ชนิด คือ *Malcolmia africana* (L.) R. Br. และ *Bassia hyssopifolia* (Pall.) Kuntz และข้าวเจ้าพันธุ์ไม่ไวแสง ซึ่งเมื่ออยู่ในสภาวะการขาด

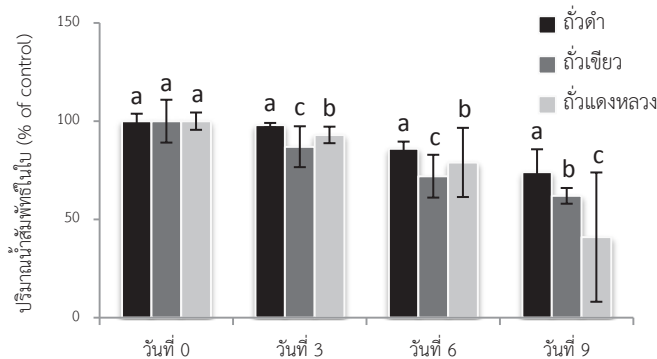
น้ำ สภาวะดังกล่าวมีผลทำให้น้ำหนักสดต่อต้นลดลง (อุบลรัตน์, 2544; Zhou et al., 2011) และสภาวะความเครียดจากการขาดน้ำนี้มีผลทำให้น้ำหนักสดของหญ้า และข้าวโพดลดลง แต่เมื่อมีการรดน้ำกลับให้กับพืชดังกล่าว พบว่าน้ำหนักสดกลับเพิ่มขึ้น (Mohsenzadeh et al., 2006; Efeoglu et al., 2008)



รูปที่ 1 แสดงลักษณะของต้นกล้าถั่วดำ ถั่วเขียว และถั่วแดงหลวง เมื่ออยู่ในสภาวะการขาดน้ำระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 9 วัน



รูปที่ 2 ผลกระทบของน้ำต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวดำ ข้าวเหนียว และข้าวแดงหลวง



รูปที่ 3 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ (RWC) ในใบข้าวดำ ข้าวเหนียว และข้าวแดงหลวง เมื่ออยู่ในสภาวะการขาดน้ำนาน 9 วัน

เมื่อเปรียบเทียบกับต้นกล้าทั้ง 3 ชนิด โดยดูจากค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงสภาพความแข็งแรงของเซลล์ (cell turgidity) หรือสภาพความอ่อนแอของเยื่อหุ้มของเซลล์ (cell flaccidity) ของใบพืช หากปริมาณน้ำในใบพืชลดลง จะมีผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ของพืช ดัง Trouhton (1969) รายงานว่าปริมาณน้ำในใบพืชที่ลดลงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10% (RWC \leq 90%) มีผลกระทบต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ของพืช ดัง

Trouhton (1969) รายงานว่าปริมาณน้ำในใบพืชที่ลดลงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10% (RWC \leq 90%) มีผลกระทบต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ของพืช ดัง

มีผลกระทบต่อกระบวนการหายใจระดับเซลล์ และกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช และปริมาณน้ำที่ลดลงมากกว่า 20% (RCW \leq 80%) สามารถยับยั้ง

กระบวนการสังเคราะห์แสง และเมแทบอลิซึมภายในของพืชได้ ผลจากการทดลองในครั้งนี้พบว่า ข้าวดำสามารถรักษาปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ ได้ดีกว่าข้าวอื่น ๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (รูปที่ 3) โดยที่ต้นกล้าของข้าวดำสามารถรักษาระดับของค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบได้สูงกว่าต้นกล้าข้าวเหนียว และข้าวแดงหลวง 1.2 และ 1.8 เท่า ตามลำดับ เมื่อต้นกล้าขาดน้ำเป็นเวลา 9 วัน (รูปที่ 3) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะผิวของใบข้าวดำมีความมันวาวสูงกว่าข้าวเหนียว และข้าวแดงหลวง ซึ่งบ่งบอกถึงปริมาณสารคิวติเคิล (cuticle) ที่เคลือบอยู่บนผิวใบมีมากกว่า คิวติเคิลซึ่งเป็นสารประเภทไข ได้แก่ แวกซ์ (wax) และคิวติน (cutin) ที่เคลือบอยู่บนผิวใบเพื่อทำ

หน้าที่ป้องกันการระเหยของน้ำออกจากใบ พบในใบพืชที่มีความม้วนสูง เช่น ใบข้าวโพด ดังรายงานการวิจัยของ Ristic and Jenks (2002) ที่ศึกษาผลของความหนาของชั้นคิวติเคิลต่อการสูญเสียน้ำในใบข้าวโพดพันธุ์ ZPBL 1304 และข้าวโพดพันธุ์ ZPL 389 พบว่าใบข้าวโพดพันธุ์ ZPBL 1304 มีการสูญเสียน้ำออกจากใบ

น้อยกว่าใบข้าวโพดพันธุ์ ZPL 389 ถึง 72% เนื่องจากใบมีชั้นคิวติเคิลที่หนากว่า จึงทำให้สามารถลดการสูญเสียน้ำออกจากใบได้ดีกว่า ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าสารคิวติเคิลที่เคลือบหนากกว่าเป็นผลให้การสูญเสียน้ำออกจากผิวใบของถั่วดำ น้อยกว่าถั่วเขียว และถั่วแดงหลวง

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงความสูงของ epicotyl, น้ำหนักสด และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ของต้นกล้าถั่วดำ เมื่ออยู่ในสภาวะการขาดน้ำระดับต่าง ๆ

วันที่	สิ่งที่วัด	ชุดควบคุม	ชุดขาดน้ำ	ชุดรดน้ำกลับ	F-Test ¹
0	ความสูงของ epicotyl (ซม.)	13.08 ± 1.11 ²	13.74 ± 2.12	13.50 ± 1.73	ns
	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)	1.39 ± 0.18	1.43 ± 0.23	1.40 ± 0.09	ns
	ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (%)	83.50 ± 5.19	85.65 ± 3.27	84.28 ± 4.71	ns
3	ความสูงของ epicotyl (ซม.)	21.36 ± 1.97	20.36 ± 2.31	20.56 ± 1.94	ns
	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)	2.62 ± 0.24a	1.98 ± 0.28b	1.80 ± 0.45b	*
	ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (%)	85.20 ± 3.22a	83.94 ± 0.92a	79.07 ± 5.04b	*
6	ความสูงของ epicotyl (ซม.)	31.30 ± 1.11a	28.00 ± 2.47b	26.42 ± 2.39b	*
	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)	2.73 ± 0.22a	2.03 ± 0.19b	1.98 ± 0.15b	*
	ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (%)	84.73 ± 1.57a	73.57 ± 3.04b	74.74 ± 3.67b	*
9	ความสูงของ epicotyl (ซม.)	44.50 ± 3.57a	29.06 ± 1.43b	30.06 ± 0.89b	*
	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)	4.38 ± 0.57a	2.18 ± 0.34b	4.17 ± 1.22a	*
	ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (%)	82.38 ± 7.48a	63.14 ± 9.94b	66.17 ± 3.72b	*

¹ ns = non significant difference คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * = significant difference คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

² ค่าที่แสดงมาจากค่าเฉลี่ย 5 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงความสูงของ epicotyl น้ำหนักสด และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ของต้นกล้าถั่วเขียว เมื่ออยู่ในสภาวะการขาดน้ำระดับต่าง ๆ

วันที่	สิ่งที่วัด	ชุดควบคุม	ชุดขาดน้ำ	ชุดรดน้ำกลับ	F-Test ¹
0	ความสูงของ epicotyl (ซม.)	8.66 ± 1.04 ²	8.48 ± 0.92	8.38 ± 0.97	ns
	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)	0.38 ± 0.11	0.35 ± 0.09	0.34 ± 0.08	ns
	ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (%)	82.48 ± 3.84	79.94 ± 8.72	81.86 ± 3.98	ns
3	ความสูงของ epicotyl (ซม.)	15.72 ± 1.17	15.42 ± 0.40	15.28 ± 1.32	ns
	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)	0.64 ± 0.0a	0.39 ± 0.04b	0.40 ± 0.07b	*
	ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (%)	83.45 ± 1.55a	69.79 ± 8.33b	67.76 ± 4.71b	*
6	ความสูงของ epicotyl (ซม.)	21.12 ± 1.65a	17.94 ± 1.74b	17.36 ± 1.19b	*
	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)	0.72 ± 0.10a	0.41 ± 0.03b	0.40 ± 0.06b	*
	ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (%)	84.20 ± 3.51a	57.14 ± 8.63b	62.48 ± 7.85b	*
9	ความสูงของ epicotyl (ซม.)	24.82 ± 0.99a	18.08 ± 0.89b	19.60 ± 2.03b	*
	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)	0.94 ± 0.11a	0.43 ± 0.06c	0.58 ± 0.05b	*
	ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (%)	84.60 ± 5.16a	49.49 ± 3.20c	75.62 ± 8.51b	*

¹ ns = non significant difference คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * = significant difference คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

² ค่าที่แสดงมาจากค่าเฉลี่ย 5 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และตัวอักษรที่ต่างกันแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงความสูงของ epicotyl น้ำหนักสด และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ของต้นกล้าถั่วแดงหลวง เมื่ออยู่ในสภาวะการขาดน้ำระดับต่าง ๆ

วันที่	สิ่งที่วัด	ชุดควบคุม	ชุดขาดน้ำ	ชุดรดน้ำกลับ	F-Test ¹
0	ความสูงของ epicotyl (ซม.)	11.16 ± 0.86 ²	11.40 ± 0.78	11.90 ± 1.15	ns
	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)	2.05 ± 0.32	1.91 ± 0.26	1.94 ± 0.49	ns
	ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (%)	80.90 ± 2.05	83.00 ± 3.67	82.64 ± 2.66	ns
3	ความสูงของ epicotyl (ซม.)	23.40 ± 1.37	22.76 ± 0.78	22.52 ± 1.42	ns
	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)	2.93 ± 0.28a	2.09 ± 0.37b	2.17 ± 0.47b	*
	ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (%)	81.72 ± 3.54a	76.83 ± 3.49b	76.22 ± 3.43b	*
6	ความสูงของ epicotyl (ซม.)	31.30 ± 3.26a	24.46 ± 2.36b	24.68 ± 2.54b	*
	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)	3.57 ± 0.28a	2.65 ± 0.32b	2.41 ± 0.30b	*
	ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (%)	79.31 ± 1.79a	65.13 ± 14.50b	66.62 ± 3.71b	*
9	ความสูงของ epicotyl (ซม.)	37.30 ± 3.80a	30.60 ± 2.28b	35.06 ± 1.96a	*
	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)	4.90 ± 0.72a	2.84 ± 0.25c	3.54 ± 0.36b	*
	ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (%)	75.65 ± 6.45a	33.91 ± 27.18b	70.16 ± 2.50a	*

¹ ns = non significant difference คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ * = significant difference คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

² ค่าที่แสดงมาจากค่าเฉลี่ย \bar{x} ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สรุปผลการวิจัย

1. ต้นกล้าถั่วดำ ถั่วเขียว และถั่วแดงหลวง ขาดน้ำเป็นเวลา 9 วัน พบว่าความสูงของ epicotyl ต่อต้น น้ำหนักสดต่อต้น และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่รดน้ำทุกวัน แต่เมื่อทำการรดน้ำกลับให้ต้นกล้าถั่วที่ขาดน้ำเป็นเวลา 6 วัน ทุก ๆ วัน เป็นเวลา 3 วัน ทำให้ค่าต่าง ๆ ที่วัดทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองขาดน้ำในวันที่ 9

2. ต้นกล้าถั่วดำ สามารถรักษาปริมาณน้ำสัมพัทธ์ได้มากที่สุด ส่วนต้นกล้าถั่วแดงหลวงรักษาค่านี้ได้ น้อยที่สุด เมื่อต้นกล้าขาดน้ำเป็นเวลา 9 วัน ดังนั้น ต้นถั่วทั้งสองชนิดนี้จึงเหมาะสมในการนำมาใช้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบในเรื่องของอิทธิพลของการขาดน้ำ ต่อการเจริญเติบโตของพืช ในห้องเรียนปฏิบัติการวิชาชีววิทยาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ประจำปี 2555 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

- พรทิพย์ แก้วคง. (2548). การใช้คลอโรฟิลล์มิเตอร์เพื่อประเมินปริมาณไนโตรเจน และคลอโรฟิลล์ของใบลองกอง ในช่วงสภาวะเครียดน้ำ. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 67 หน้า.
- อุบลรัตน์ กล้าศรี. (2544). การเปลี่ยนแปลงสรีรวิทยาและชีวเคมีของข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในสภาวะขาดน้ำ. แหล่งข้อมูล : <http://www.thaithesis.org/detail.php?id=1442> ค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2554.
- Efeoglu, B., Ekmekcib, Y. and Cicek, N. (2008). Physiological responses of three maize cultivars to drought stress and recovery. South African Journal of Botany 51: 9-18.
- Gonzalez, L. and Gonzalez-Vilar, M. (2001). Handbook of Plant Ecophysiology Techniques.

- Netherland: Kluwer Academic Publishers. pp. 207-212.
- Hopkins, W.G. and Huner, N.P.A. (2004). Introduction to Plant Physiology (3rd ed.). United States of America: John Wiley & Sons, Inc. pp. 201-217.
- Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends in Plant Science 7(9): 405-410.
- Mohsenzadeh, S., Malboobi, M.A., Razavi, K. and Farrahi-Ashtiani, S. (2006). Physiological and molecular responses of *Aeluropus lagopoides* (Poaceae) to water deficit. Environmental and Experimental Botany 56: 314-322.
- Oukarroum, A., Madidi, S.E., Schansker, G. and Strasser, R.J. (2007). Probing the responded of barley cultivars (*Hordeum vulgare* L.) by chlorophyll a fluorescence OLKJIP under drought stress and re-watering. Environmental and Experimental Botany 60: 438-446.
- Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V. and Jackson, R.B. (2011). Biology (9th ed.). San Francisco: Pearson Education. pp. 92-103.
- Ristic, Z. and Jenks, M.A. (2002). Leaf cuticle and water loss in maize lines differing in dehydration avoidance. Journal of Plant Physiology 159: 645-51.
- Tanguilig, V.C., Yambao, E.B., O'Toole, J.C. and De Datta, S.K. (1987). Water stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient uptake of rice, maize, and soybean. Plant and Soil 103: 155-168.
- Trouhton, JH. (1969). Plant water stress and carbon dioxide exchange of cotton leaves. Australian Journal of Biological Sciences 22: 289-309.
- Zhou, X., Zhang, Y., Ji, X., Downing, A. and Serpe, M. (2011). Combined effects of nitrogen deposition and water stress on growth and physiological responses of two annual desert plant in northwestern China. Environmental and Experimental Botany 74: 1-8.

