

บทที่ 5

อภิปรายผล

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยพืชที่อยู่ในพื้นที่แห้งแล้งมักจะประสบปัญหาการเกิดสภาวะความเครียดจากการขาดน้ำ ภัยแล้งเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตของพืช และทำให้ผลผลิตจากพืชทั่วโลกเกิดความเสียหายลดลง เฉลี่ยมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ (Wang *et al.*, 2003) เนื่องจากการขาดน้ำส่งผลกระทบต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมในพืช โดยส่งผลให้ปริมาณน้ำ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณการดูดกลืนแสงในใบพืชลดลง (Mohsenzadeh *et al.*, 2006; Li *et al.*, 2006; Nayyar and Gupta, 2006; Yang *et al.*, 2006) ดังนั้นน้ำในพืชจึงเป็นตัวบ่งชี้หนึ่งที่สามารถใช้บ่งบอกถึงการเจริญเติบโตของพืช (สมบุญ, 2548)

ในการทดลองครั้งนี้เมื่อต้นกล้าของถั่วเขียว ถั่วแดงหลวง และถั่วดำ ขาดน้ำเป็นเวลา 9 วัน พบว่าความสูงและน้ำหนักสดต่อต้นของพืชลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่รดน้ำทุกวัน แต่เมื่อทำการรดน้ำกลับให้กับต้นถั่วที่ขาดน้ำเป็นเวลา 6 วัน ทุกๆ วัน เป็นเวลา 3 วัน ทำให้ความสูงและน้ำหนักสดต่อต้นเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองขาดน้ำในวันที่ 9 (ตาราง 4.1-4.3 ภาพ 4.1-4.6) เนื่องจากเมื่อพืชขาดน้ำทำให้อัตราการลำเลียงแร่ธาตุ เช่น เหล็ก (Fe) ไนโตรเจน (N) ที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ เพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงลดลง อีกทั้งเกิดการสะสมของกรดแอบไซซิก (ABA) เพิ่มขึ้น เป็นผลให้ปากใบปิด ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นปัจจัยจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงแพร่เข้าทางปากใบได้น้อยลง ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง (ภาคภูมิ, 2550) จึงทำให้การสะสมอาหารตามส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ใบ และรากลดลงตามไปด้วย ส่งผลให้การเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักและส่วนสูงของพืชลดลง การทดลองในครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยในพืชทะเลทราย 2 ชนิด คือ *Malcolmia africana* (L.) R. Br. และ *Bassia hyssopifolia* (Pall.) Kuntz และข้าวเจ้าพันธุ์ไม่ไวแสง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ซึ่งเมื่ออยู่ในสภาวะการขาดน้ำ สภาวะดังกล่าวมีผลทำให้น้ำหนักสดต่อต้นลดลง (อุบลรัตน์, 2544 และ Zhou *et al.*, 2011) และงานทดลองในหญ้า (*Aeluropus lagopoides*) และในข้าวโพด 3 พันธุ์ คือ Doge, Vero และ Luce ที่อยู่ในสภาวะความเครียดจากการขาดน้ำ ความเครียดดังกล่าวมีผลทำให้น้ำหนักสดของพืชลดลง แต่เมื่อมีการรดน้ำกลับให้กับพืชดังกล่าว พบว่าน้ำหนักสดเพิ่มขึ้น (Mohsenzadeh *et al.*, 2006; Efeoglu *et al.*, 2008)

คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) เป็นรงควัตถุสีเขียวที่พบมากในพืชโดยพบในคลอโรพลาสต์ (chloroplast) ทำหน้าที่สำคัญในการดูดกลืนพลังงานแสงเพื่อกระตุ้นให้ปฏิกิริยาแสง (light reaction) เกิดขึ้น คือ มีการนำพลังงานแสงไปใช้ในการสังเคราะห์สารพลังงานสูง ได้แก่ ATP และ NADPH ซึ่งสารเหล่านี้จะถูกนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานในการสังเคราะห์น้ำตาลในวัฏจักรคัลวิน (calvin cycle) ของกระบวนการสังเคราะห์แสง สำหรับการวิเคราะห์คลอโรฟิลล์จากเนื้อเยื่อพืช โดยทั่วไปใช้สารเคมีชนิดต่างๆ เช่น อะซิโตน (acetone) เมทานอล (methanol) ไพริดีน (pyridine) หรืออะซิโตนผสมกับเอทิลอะซิเตท (ethyl acetate) เป็นสารสกัด (Vernon and Seely, 1966) นอกจากนี้ Hiscox and Israelstam (1979) ได้พัฒนาวิธีการสกัดคลอโรฟิลล์จากเนื้อเยื่อพืช โดยใช้สารไดเมทิลซัลโฟไซด์ (dimethyl sulfoxide; DMSO) ซึ่งสามารถทำได้ง่ายและรวดเร็ว โดยนำเนื้อเยื่อจุ่มลงในสาร DMSO และใช้อุณหภูมิในการสกัดที่ 65 องศาเซลเซียส สำหรับการใส่สารเคมีชนิดต่างๆ ในการสกัดคลอโรฟิลล์ในเนื้อเยื่อพืชนั้นมักใช้เนื้อเยื่อใบเพื่อสกัด

คลอโรฟิลล์เอ เป็นรงควัตถุที่สำคัญ (primary pigment) และคลอโรฟิลล์บี เป็นรงควัตถุประกอบ (accessory pigment) ซึ่งพบได้ทั่วไปในพืชชั้นสูง ดังนั้นปริมาณคลอโรฟิลล์จึงสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพในการสังเคราะห์แสงของพืชได้ ในการทดลองครั้งนี้พบว่าเมื่อการให้น้ำกับต้นถั่วทั้ง 3 ชนิดเป็นเวลา 9 วัน มีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บีลดลง แต่เมื่อรดน้ำกลับให้กับต้นถั่วที่ขาดน้ำนาน 6 วัน เป็นเวลา 3 วัน มีผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์เอและบีเพิ่มขึ้น (ตาราง 4.4-4.6 ภาพ 4.7-4.15) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในมะเขือเทศ 2 พันธุ์ (Castrillo and Calcagno, 1989) และในต้นหม่อน 5 พันธุ์ คือ บุรีรัมย์ 60 น้อย คุณไพ ตาก และใหญ่บุรีรัมย์ (ประทีป, 2536) และในต้นลองกอง (Sdoodee and Singhabumrung, 1996) ที่อยู่ในสภาวะการขาดน้ำ รวมทั้งต้นถั่วเหลืองที่ถูกชักให้อยู่ในสภาวะการขาดน้ำด้วย NaCl และต้นถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merrill) ในระยะต้นกล้า 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ นว.1 สจ.5 และ มข.35 ที่ถูกชักน้ำให้อยู่ในสภาวะการขาดน้ำด้วย PEG 4000 (Hernandez *et al.*, 1995 และ อัญชลี, 2543) สภาวะดังกล่าวมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง และงานทดลองในพืชทะเลทราย 2 ชนิด คือ *Malcolmia africana* (L.) R. Br. และ *Bassia hyssopifolia* (Pall.) Kuntz และข้าวเจ้าพันธุ์ไม่ไวแสง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ ชัยนาท 1 และพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่อยู่ในสภาวะความเครียดจากการขาดน้ำ สภาวะการขาดน้ำดังกล่าวมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ของพืชลดลง (อุบลรัตน์, 2544 และ Zhou *et al.*, 2011) แต่เมื่อมีการให้น้ำกลับกับพืชพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้น เหตุผลที่ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงอาจเนื่องมาจากการขาดน้ำมีผลไปชักนำให้สารอนุมูลอิสระ (active oxygen species) ได้แก่ superoxide radical (O_2^-), hydroxyl radical ($\cdot OH$), hydrogen peroxide (H_2O_2) และ singlet oxygen (1O_2) มีปริมาณเพิ่มขึ้น (Mittler, 2002) ซึ่งสารเหล่านี้จะไปทำลายโครงสร้างของเอนไซม์ที่ทำหน้าที่

เร่งปฏิกิริยาการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงดังที่ Sandermann (2000) รายงานไว้ว่า hydrogen peroxide และ singlet oxygen มีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ในใบยาสูบ และ *Arabidopsis thaliana* ที่เป็น transgenic plants ดังนั้นเมื่อปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงอาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง เนื่องจากคลอโรฟิลล์ทำหน้าที่ดูดกลืนพลังงานจากแสงในช่วงคลื่นที่เหมาะสม เพื่อกระตุ้นให้อิเล็กตรอนในโมเลกุลของคลอโรฟิลล์มีพลังงานสูงขึ้น และมีการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาแสง อีกทั้งเป็นผลต่อเนื่องให้เกิดการแยกสลายน้ำ (photolysis) ทำให้เกิดโปรตอน (H^+) เพื่อนำไปใช้ในการสร้างสารอินทรีย์ เช่น น้ำตาล ในวัฏจักรคัลวินกระบวนการสังเคราะห์แสง (สมาน, 2544) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า การขาดน้ำทำให้การทำงานของเอนไซม์ rubisco ในวัฏจักรคัลวิน ที่เร่งปฏิกิริยาในขั้นตอน carboxylation ลดลง ซึ่งส่งผลให้การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชลดลงด้วย (Castrillo and Calcagno, 1989) เนื่องจากเอนไซม์ชนิดนี้ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการรวมตัวกันของสาร ribulose-1,5-bisphosphate ซึ่งเป็นสารที่มีคาร์บอน 5 อะตอมกับคาร์บอนไดออกไซด์ได้สาร phosphoglycerate ซึ่งเป็นสารที่มีคาร์บอน 3 อะตอม สารที่ได้นี้จะเข้าสู่ขั้นตอน reduction และ regeneration ในวัฏจักรคัลวินต่อไป เพื่อนำไปใช้สร้างน้ำตาล แป้ง เซลลูโลส และสารอื่นๆ (ภาคภูมิ, 2550) หรือการทดลองของ Souza *et al.* (2004) พบว่าเมื่อต้น Cowpea ขาดน้ำมีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง เพราะการขาดน้ำมีผลให้เซลล์ลุ่มเหี่ยว ทำให้ปากใบปิด เป็นผลให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่สามารถแพร่เข้าสู่ใบได้ หรืออธิบายได้ว่าการขาดน้ำเป็นผลให้สารตั้งต้น (substrate) คือ CO_2 ของกระบวนการสังเคราะห์แสงลดลงนั่นเอง

ในการทดลองครั้งนี้เมื่อถั่วเขียว ถั่วแดงหลวง และถั่วดำ ขาดน้ำเป็นเวลา 9 วัน พบว่าใบถั่วแดงหลวงมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี ลดลงน้อยกว่าใบถั่วอื่นๆ (ภาพผนวก 1 และ 2) อาจเป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างทางด้านสัณฐานวิทยา (morphology) ของใบถั่วทั้ง 3 ชนิด โดยใบถั่วแดงหลวงมีขนาดใหญ่และแผ่นใบกว้างกว่าใบถั่วเขียว และใบถั่วดำ ใบที่อยู่ด้านบนจึงบังแสงใบที่อยู่ด้านล่างได้มากกว่า จึงทำให้เกิดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์เนื่องจากแสงได้น้อยกว่าถั่วอื่นๆ (ภาพ 4.13-4.15) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของสุทธกานต์ (2545) พบว่าเมื่อระดับการบังแสงของใบข้าวเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบสูงขึ้น เนื่องจากปริมาณแสงหรือความเข้มแสงต่ำมีผลทำให้การเสื่อมสลายของคลอโรฟิลล์ลดลง ส่วนในสภาพที่ได้รับแสงเต็มที่คลอโรฟิลล์จะถูกนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสงทำให้การแตกตัว และการเสื่อมสลายสูงขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองของ Okada *et al.* (1992) ได้รายงานว่าสภาพที่ข้าวได้รับความเข้มแสงและอุณหภูมิสูง การเสื่อมสลายของคลอโรฟิลล์สูงกว่าในสภาพที่มีความเข้มของแสงและอุณหภูมิต่ำ จึงทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในสภาพที่บังแสงสูงกว่าในสภาพที่ได้รับแสง นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณ

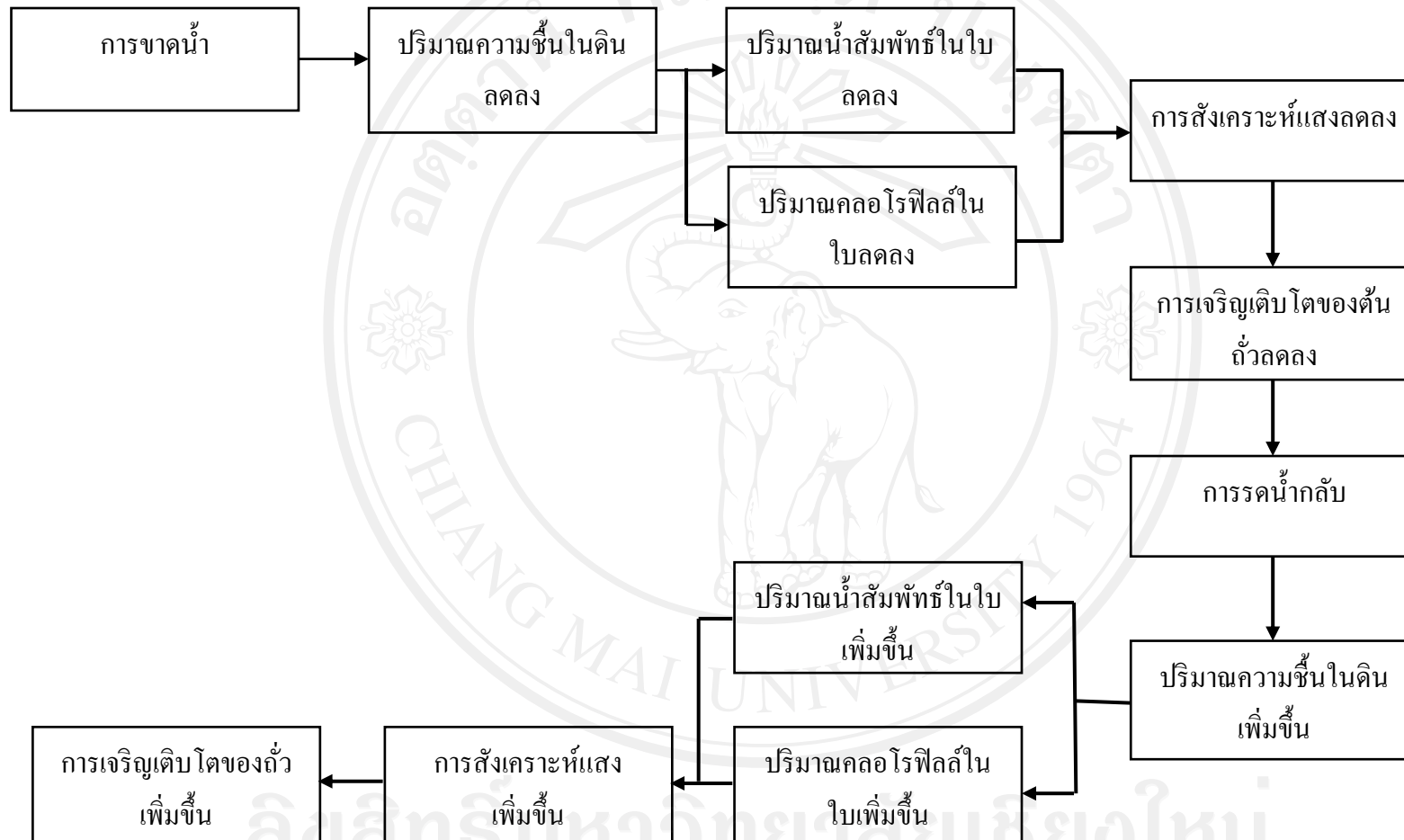
คลอโรฟิลล์ในใบพืชยังเปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่ง อายุและลำดับของใบในทรงพุ่ม และชนิดของพืช รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulator) ในใบพืช ซึ่งได้แก่ ไซโตไคนิน (cytokinins) จิบเบอเรลลิน (gibberellins) เอทิลีน (ethylene) และแอบไซซิก (abscisic acid) (Taiz and Zeiger, 1991) ซึ่งต้องทำการทดลองในถั่วทั้ง 3 ชนิดนี้เพื่อศึกษาคำตอบเพิ่มเติมต่อไป

จากการทดลองครั้งนี้พบว่าเมื่อดินขาดน้ำเป็นเวลา 9 วัน จะส่งผลให้ปริมาณน้ำในใบลดลงซึ่งวัดได้จากค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) ซึ่งปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบเป็นค่าที่สามารถบ่งบอกสภาพความแข็งแรงของเซลล์ (cell turgidity) หรือสภาพความอ่อนแอของเซลล์ (cell flaccidity) ของใบพืชได้ ถ้าปริมาณน้ำในใบพืชลดลง จะมีผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ของพืช ดัง Trouhton (1969) รายงานว่าปริมาณน้ำในพืชที่ลดลงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10% ($RWC \leq 90\%$) มีผลกระทบต่อการเปิดปิดของปากใบ และทำให้การเติบโตของเซลล์ลดลง ปริมาณน้ำที่ลดลง 10-20% (RWC 80-90%) มีผลกระทบต่อการหายใจและกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช และปริมาณน้ำที่ลดลงมากกว่า 20% ($RWC \leq 80\%$) สามารถยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์แสง และเมแทบอลิซึมภายในของพืชได้ เมื่อมีการให้น้ำถั่วเขียว ถั่วแดงหลวง และถั่วดำ เป็นเวลา 9 วัน มีผลทำให้ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบและปริมาณความชื้นในดินลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ได้รับน้ำทุกวัน และเมื่อรดน้ำกลับเป็น 3 วัน โดยเริ่มหลังจากที่ต้นถั่วขาดน้ำ 6 วัน จนครบกำหนดในวันที่ 9 ทำให้ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบและปริมาณความชื้นในดินเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชุดทดลองขาดน้ำในวันที่ 9 (ตาราง 4.7-4.9 ภาพ 4.16-4.21) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองในหญ้า (*Aeluropus lagopoides*) และในถั่ว 6 พันธุ์ คือ Orfeo, Arroz Tuscola, Barvacho, Coscorr'on, Pinto และ Tortola และในข้าวบาร์เลย์ที่มีต้นกำเนิดมาจากโมร็อกโกจำนวน 10 สายพันธุ์ พบว่าเมื่อพืชอยู่ในสภาวะความเครียดจากการขาดน้ำ มีผลให้ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบและปริมาณความชื้นในดินลดลง (Mohsenxadeh *et al.*, 2006; Oukarroum *et al.*, 2007; Martinez *et al.*, 2007) และงานทดลองในต้นลองกอง และในข้าวเจ้าพันธุ์ไม่วาง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่อยู่สภาวะการขาดน้ำ สภาวะดังกล่าวมีผลให้ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบและปริมาณความชื้นในดินลดลง แต่เมื่อมีการรดน้ำกลับให้กับพืช พบว่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบและปริมาณความชื้นในดินเพิ่มขึ้น (อุบลรัตน์, 2544 และพรทิพย์, 2548)

เมื่อเปรียบเทียบถั่วทั้ง 3 ชนิด โดยดูจากค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (RWC) พบว่าถั่วดำสามารถรักษาน้ำในใบได้ดีกว่าถั่วอื่นๆ (ภาพผนวก 3) อาจเนื่องมาจากลักษณะผิวของใบถั่วดำมีความมันวาวสูงกว่าถั่วเขียว และถั่วแดงหลวง ที่บ่งบอกถึงปริมาณสารคิวติเคิล (cuticle) ที่เคลือบอยู่บนผิวใบมีมากกว่า คิวติเคิลซึ่งเป็นสารประเภทไข ได้แก่ แวกซ์ (wax) และคิวติน (cutin) ที่เคลือบ

อยู่บนผิวใบเพื่อทำหน้าที่ป้องกันการระเหยของน้ำออกจากใบ พบในใบพืชที่มีความมันวาวสูง เช่น ใบข้าวโพด ดังรายงานการวิจัยของ Ristic and Jenks (2002) ที่ศึกษาผลของความหนาของชั้นคิวติเคิลต่อการสูญเสียไอน้ำในใบข้าวโพดพันธุ์ ZPBL 1304 และข้าวโพดพันธุ์ ZPL 389 พบว่าใบข้าวโพดพันธุ์ ZPBL 1304 มีการสูญเสียไอน้ำออกจากใบน้อยกว่าใบข้าวโพดพันธุ์ ZPL 389 ถึง 72% เนื่องจากใบมีชั้นคิวติเคิลที่หนากว่าจึงทำให้สามารถลดการสูญเสียไอน้ำออกจากใบได้ดีกว่า ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าสารคิวติเคิลที่เคลือบหนากว่าเป็นผลให้การสูญเสียไอน้ำออกจากผิวใบของถั่วดำ น้อยกว่าถั่วแดงหลวง และถั่วเขียว

จากการทดลองครั้งนี้ได้จัดการให้น้ำแก่ถั่วเขียว ถั่วแดงหลวง และถั่วดำ เป็นเวลา 9 วัน พบว่าความชื้นในดิน ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ ความสูงของต้น และน้ำหนักสดของต้นถั่วลดลง และเมื่อรดน้ำกลับทุกๆ วัน เป็นเวลา 3 วัน พบว่าค่าต่าง ๆ ที่วัดเพิ่มขึ้น นั่นแสดงว่า น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 3 ชนิดนี้ ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้สามารถอธิบายผลกระทบของน้ำต่อการเจริญเติบโตของถั่วทั้ง 3 ชนิด เป็นลำดับขั้นดังนี้ เมื่อจัดการให้น้ำกับถั่ว ทำให้ปริมาณความชื้นในดินลดลง เมื่อโมเลกุลของน้ำที่อยู่ล้อมรอบอนุภาคของดินลดลง ส่งผลให้ค่า pressure potential (Ψ_p) ในดินติดลบมากขึ้น ซึ่งเป็นผลให้ค่า water potential (Ψ_w) ในดินลดต่ำลง การดูดน้ำของรากพืชไปใช้ในต้นพืชเป็นไปด้วยความลำบากมากขึ้น เมื่อน้ำเข้าสู่พืชได้น้อยลงย่อมส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ รวมถึงแร่ธาตุที่ละลายและถูกลำเลียงไปกับน้ำที่สำคัญๆ เช่น เหล็ก (Fe) แมกนีเซียม (Mg) ไนโตรเจน (N) ลดลงด้วย (Tanguilig *et al.*, 1987) ซึ่งแร่ธาตุสำคัญดังกล่าวมีผลต่อการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์หรือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์ เมื่อแร่ธาตุดังกล่าวลดลง ปริมาณคลอโรฟิลล์ก็ลดลงด้วย หรือการขาดน้ำจะไปชักนำให้มีการผลิตสารอนุมูลอิสระขึ้นมามากขึ้น อนุมูลอิสระดังกล่าวไปมีผลทำลายโครงสร้างเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ อาจทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงอีกเช่นกัน (Mittler, 2002) เนื่องจากคลอโรฟิลล์ทำหน้าที่ดูดกลืนพลังงานแสงมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง เมื่อสารดังกล่าวลดลง การสังเคราะห์แสงก็ลดลงด้วย อีกทั้งปริมาณน้ำในดินที่ลดลงซึ่งเป็นวัตถุดิบที่จะนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสงลด การสังเคราะห์แสงของถั่วทั้ง 3 ชนิดก็ลดลง และส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตของพืชที่วัดจากค่าความสูง และน้ำหนักสดต่อต้น และเมื่อให้น้ำกลับกับต้นถั่วที่ขาดน้ำ พบว่าการเจริญเติบโตของต้นถั่วเพิ่มขึ้นเช่นกัน ผลกระทบของน้ำต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว สรุปได้ดังภาพ 5.1



ภาพ 5.1 ผลกระทบของน้ำต่อการเจริญเติบโตของถั่วเขียว ถั่วแดงหลวง และถั่วดำ