บทที่ 4

อภิปรายผลการวิจัย

4.1 การตอบสนองของหม่อนต่อสภาวะขาดน้ำในระดับต่าง ๆ

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโพรลีนที่สะสมในใบหม่อน

4.1.1.1 การสะสมโพรลีนในใบหม่อนแต่ละพันธุ์ที่ได้รับน้ำในปริมาณปกติ (ชุดควบคุม = ck) พบว่า หม่อนแต่ละพันธุ์มีการสะสมโพรลีนในใบในปริมาณที่ต่างกันเมื่อระยะเวลา (อายุ)เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองของ Thiraporn และ Udomprasert (1994) ในข้าวโพด และ การวิเคราะห์ปริมาณโพรลีนในส่วนต่างๆ ของต้นฝ้ายที่ได้รับน้ำตามปกติในระยะเวลาต่างกัน ของ กาญจนา สาลีติด (2532) พบว่า มีปริมาณการสะสมโพรลีนเพิ่มขึ้น เมื่อต้นฝ้ายอายุมากขึ้น ในทุกๆ ส่วนที่ทำการวิเคราะห์ คือ ราก ใบอ่อน ใบกลาง และใบแก่

4.1.1.2 การสะสมโพรลีนในใบหม่อนที่อยู่ในสภาวะขาดน้ำ เมื่อหม่อนขาดน้ำ พืชหลายชนิดจะมีการสะสมโพรลีนในใบ (Aspinall และ Paleg, 1981) เช่น การทดลองของ Shen และคณะ (1990) ใน flatpea ที่พบว่ามีการสะสมโพรลีนมากเมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำ ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่าเมื่อหม่อนอยู่ในสภาวะขาดน้ำ จะมีการสะสมโพรลีนในใบเพิ่มขึ้นในทุกๆ พันธุ์ และแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ (Anderson และ Beardall, 1991) แต่ละช่วงเวลาด้วยซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่ดำเนินการโดย Thiraporn และ Udomprasert (1994) ในข้าวโพด 2 พันธุ์ ที่ทนแล้งและไม่ทนแล้ง ที่พบว่ามีการสะสมโพรลีนเพิ่มแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ และแต่ละช่วงเวลาด้วย ซึ่งกลไกในการสะสมโพรลีนในใบพืชนั้น ส่วนหนึ่งของโพรลีนที่สะสมนี้ พืชใช้เพื่อป้องกันและปรับค่าออสโมติคภายในเซลและทำหน้าที่เสมือนเป็นแหล่ง คาร์บอน ไนโตรเจน

และพลังงานสำรอง เพื่อมิให้เกิดอันตรายในระบบเมตาโบลิซึม (Joyce และคณะ 1984) และจะช่วยต่อต้าน/ป้องกันการสูญเสียปฏิกิริยา nitrate reductase จนกระทั่งสภาวะขาดน้ำเพิ่มขึ้นถึงจุดๆ หนึ่งที่พืช (ข้าวบาร์เลย์ 2 พันธุ์) มีความแตกต่างกันทางสถิติในการปรับสภาวะตามกฎการสะสม proline นอกจากนี้ Thiraporn และ Udomprasert (1994) ได้ศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวโพด 2 พันธุ์ ที่ทนทานต่อสภาพแห้งแล้ง ในเรือนทดลอง และแปลงทดลอง พบว่า การขาดน้ำทำให้มีการสะสมโพรลีนเพิ่มขึ้นทุกๆ ระยะ โดยเฉพาะในระยะการออกดอก มีสูงกว่าระยะอื่น และแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ด้วย เช่นเดียวกับการศึกษาในข้าวบาร์เลย์ 3 สายพันธุ์ของ Udomprasert and Promboon (1994) ที่ให้ขาดน้ำในระยะต่างๆ กัน พบว่า พันธุ์ AKB2 มีการสะสมโพรลีนสูงสุด และให้ผลผลิตต่ำสุดเมื่อขาดน้ำในระยะเจริญพันธุ์ (Banderska, 1991)ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงสอดคล้องกับผลงานวิจัยดังกล่าว ซึ่งพบว่าหม่อนแต่ละพันธุ์มีการสะสมโพรลีนในปริมาณต่างกัน โดยเฉพาะ พันธุ์คุณไพ มีการสะสมต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆ

ปริมาณการสะสมโพรลีนในใบ มีความสัมพันธ์กับค่าสังเกตลักษณะการเหี่ยวของใบด้วย (ตารางที่ 5) เมื่อระยะเวลาขาดน้ำนานขึ้น ใบจะเหี่ยวมากจนไม่สามารถนำไปเลี้ยงไหมได้ แต่พันธุ์คุณไพ ยังสามารถใช้เลี้ยงไหมได้ แม้ระยะเวลาขาดน้ำถึง 8 วัน ในขณะที่พันธุ์อื่นๆ ใช้ไม่ได้ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับแรงต้านทานการสูญเสียน้ำของผนังเซลที่เรียกว่า wall resistance (WR) เซลใดมี WR สูง น้ำจะออกจากเซลได้ช้าและถ้า WR ต่ำ น้ำจะออกจากเซลได้ง่าย เมื่อพืชขาดน้ำ WR มีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ถ้าพืชได้รับน้ำเต็มที่ค่า WR น้อยมาก (มนตรี เพชรทองคำ, 2529)ในกรณีการศึกษาในหม่อนทั้ง 5 พันธุ์ นี้อาจจะเป็นไปได้ว่า พันธุ์คุณไพ มี WR สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ในสภาวะที่ขาดน้ำจึงทำให้มีการสูญเสียน้ำในใบได้ช้ากว่า สามารถนำไปใช้เลี้ยงไหมได้ ส่วนเวลา 12 วัน ทุกพันธุ์ไม่สามารถใช้เลี้ยงไหมได้ เนื่องจากใบแห้งกรอบ

<u>โพรลีนสามารถใช้เป็นเครื่องชี้บอก (index, ดัชนี) การทนแล้ง ได้หรือไม่</u>

หากพิจารณาถึงสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพรลีนที่สะสมในใบหม่อน ในขณะที่ขาดน้ำ พบว่ามีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณน้ำในใบ (WSD) และมีสหสัมพันธ์เชิงลบ

กับ RWC แสดงว่าเมื่อใดที่ปริมาณน้ำในใบหม่อนลดลง การสะสมโพรลีนในใบจะเพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณที่สะสมนี้ Rajagopal และคณะ (1977) กล่าวว่า น่าที่จะเกิดขึ้นเพื่อใช้เป็นกลไกที่รวดเร็วในการรักษาความเต่งของเซล และเนื้อเยื่อพืช และยังอาจเป็นกลไกที่พืชใช้ในการปรับตัว เพื่อให้ผ่านพ้นระยะแห้งแล้งก็ได้ (Jaeger และ Meyer, 1977) การที่หม่อนทั้ง 5 พันธุ์ มีการสะสมโพรลีนในปริมาณแตกต่างกัน ในสภาวะขาดน้ำ โดยพันธุ์ที่มีการสะสมมากที่สุด ถึงน้อยที่สุด ตามลำดับ โดยใช้ปริมาณโพรลีนที่เพิ่มขึ้นจากสภาวะปกติ 0 วันเป็นดังนี้ คือ บุรีรัมย์ 60 น้อย ตาก ใหญ่บุรีรัมย์ และ คุณไพ

พันธุ์คุณไพ มีการสะสมโพรลีนน้อยที่สุด มีสหสัมพันธ์เชิงลบกับค่าสังเกตการเหี่ยวของใบ เช่นเดียวกับ พันธุ์ใหญ่บุรีรัมย์ ซึ่งมีปริมาณโพรลีนน้อยกว่าอีก 3 พันธุ์ ในขณะที่พันธุ์อื่นใบเหี่ยวมากจนไม่สามารถใช้เลี้ยงไหมได้ แต่ใบของพันธุ์คุณไพ ยังอยู่ในระดับที่ใช้เลี้ยงไหมได้ ซึ่งเป็นค่าสังเกตเบื้องต้น ที่ชี้ให้เห็นความทนทานต่อการขาดน้ำได้ดีกว่าพันธุ์อื่นๆ ดังนั้นการใช้ปริมาณโพรลีนที่สะสมในใบ เป็นเครื่องชี้บอกความทนแล้งในหม่อนอาจจะมีความเป็นไปได้ เนื่องจากมีการวิเคราะห์และทดสอบในพืชหลายชนิดที่ ชี้ให้เห็นความเหมาะสมและความเป็นไปได้ ได้แก่

Irigoyen และคณะ (1992) ศึกษาในอัลฟัลฟ่า ที่ขาดน้ำแล้วมีการสะสมโพรลีนเพิ่มขึ้น เพื่อเป็นการป้องกัน เมตาโบลิซึมของเซล โดยหลีกเลี่ยงการสลายโปรตีน และหรือควบคุมความเป็นกรดด่างของเซล โพรลีนนี้ อาจจะมีประโยชน์ในการตรวจสอบความเสียหายที่เกิดจากความแห้งแล้งก็เป็นได้

Ho และคณะ (1984) ทดสอบในอ้อย 3 พันธุ์ พบว่า พันธุ์ที่ทนแล้งมีการสะสม free proline ในระดับที่แตกต่างกันกับพันธุ์ที่ไม่ทนแล้ง ดังนั้น จึงน่าที่จะเป็นเครื่องชี้บอกในการหาพันธุ์ที่ทนแล้งได้

Manneveux และ Nemmer (1986) ได้ศึกษากลไกทางชีวเคมีที่ต้านทานต่อการขาดน้ำ ในข้าวสาลี 2 ชนิด ได้กล่าวว่า การสะสมโพรลีน น่าจะเป็นกลไกที่สำคัญทางชีวเคมี ในการต้านทานต่อการขาดน้ำ ที่ควรนำมาใช้ในการหาพ่อแม่พันธุ์ที่ต้านทาน

การทดลองให้ข้าวบาร์เลย์ 3 สายพันธุ์ ขาดน้ำ โดย Udomprasert และ Promboon (1994) พบว่า พันธุ์ที่สะสมโพรลีนสูงสุด ให้ผลผลิตต่ำสุด จึงอาจจะใช้ลักษณะการสะสมโพรลีนเป็น negative index สำหรับความทนแล้งในข้าวบาร์เลย์ได้

สำหรับในหม่อน Dorcus และ Vivekanandan (1991) ได้คัดเลือกหม่อนในสภาพอาศัยน้ำฝนโดยการวิเคราะห์ โพรลีน RWC คลอโรฟิลล์ และอื่นๆ พบว่า พันธุ์ที่มีแนวโน้มทนแล้งมีการสะสมโพรลีนมาก แต่ก็มิได้ใช้ โพรลีน เป็นเครื่องชี้บอก คงใช้เฉพาะค่า RWC คลอโรฟิลล์ ผลผลิตใบ และผลผลิตรังไหม เป็นเครื่องชี้บอก กรณีเช่นนี้อาจเป็นไปได้ว่าทำการทดลอง ในสภาพแปลงปลูกที่ไม่สามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ ได้เลย จึงทำให้ผลการวิเคราะห์มีความไม่เหมาะสมแก่การนำมาใช้ประโยชน์ก็ได้

ในด้านปริมาณโพรลีนในใบนี้ Rao และ Nainawatee (1980) ได้ทดสอบกับข้าวสาลี พบว่า พันธุ์ที่ทนแล้งต่ำ มีการสะสมโพรลีน สูงกว่าพันธุ์ที่ทนแล้งได้ดี

ดังนั้น การใช้ปริมาณโพรลีนที่สะสมในใบเป็นเครื่องชี้บอกการทนแล้งในหม่อนจึงน่าจะต้องพิจารณาเหตุผลด้านอื่นประกอบด้วย อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้อาจจะมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ ด้วยเหตุผลในด้าน การวิเคราะห์ที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนเกินไป ใช้เครื่องมือน้อยชิ้น ทำได้ในเวลารวดเร็ว เป็นการประหยัดทรัพยากรและ Naidu และคณะ (1992) ได้ให้ข้อคิดจากการวิจัยว่า ยังคงเป็นวิธีการที่ถูกต้องและเป็นประโยชน์ในการคัดเลือกพืชทนแล้งได้ดีอยู่

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ ISP

4.1.2.1 ปริมาณ ISP ในใบหม่อนที่ได้รับน้ำตามปกติ เมื่อหม่อนอยู่ในสภาวะขาดน้ำ 4 วัน ปริมาณ ISP ที่เพิ่มขึ้นจาก ck 0 วัน ไม่แตกต่างกันในทุก ๆ พันธุ์ แต่เมื่อขาดน้ำ 8 และ 12 วัน พันธุ์คุณไพ มี ISP เพิ่มขึ้นน้อยกว่าพันธุ์อื่นในขณะที่พันธุ์ตากมีอัตราการเพิ่ม ISP สูงกว่าทุกพันธุ์ (ภาพที่ 3) ซึ่ง ISP ที่เพิ่มขึ้นนี้ อาจจะมีผลมาจากการสลายของผนัง organelle ขณะที่พืชอยู่ในสภาวะขาดน้ำ การเจริญของเซลจะไว

4.1.3.2 ปริมาณ RWC ในใบหม่อนที่อยู่ในสภาวะขาดน้ำ

RWC เป็นค่าที่ใช้วัดปริมาณน้ำในใบ หรือในเนื้อเยื่อของพืชที่เวลาใดเวลาหนึ่งในเชิงเปรียบเทียบกับใบที่อิ่มด้วยน้ำ ในสภาวะที่ ขาดน้ำ ค่า RWC ในหม่อนทั้ง 5 พันธุ์ จะลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ซึ่ง Choudhuri (1991) ได้ศึกษาในบอ (jude) 2 พันธุ์ พบว่า RWC ลดลงตามระยะเวลาขาดน้ำที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองในมะเขือยาว 2 พันธุ์ ที่ขาดน้ำโดย Srinivasa (1990)ในพืช Tacarigua (Castrillo, 1992), หญ้า Centipedgrass (Hook และคณะ 1992) หรือใน Brasscica 3 ชนิด ที่ Good และ Maclagan (1993) ได้ศึกษา พบว่า RWC ลดลงตามระยะเวลาที่ขาดน้ำนานขึ้น นอกจากนี้ ยังพบอีกว่า Brassica แต่ละชนิด มีการลดปริมาณ RWC ลงช้า-เร็ว ต่างกัน ในระยะเวลาเดียวกัน โดย *B. napus* (พันธุ์ Westar) มีการลดค่า RWC อย่างช้าๆ แต่ต่อเนื่องกัน หลังขาดน้ำ 5 วัน จะลดลงเหลือ 57% ซึ่งสามารถรักษาค่า RWC ในใบได้สูง ส่วน *B. rapa* (พันธุ์ Endorado) RWC ลดลงต่ำที่สุดเหลือเพียง 30% ทำให้ใบไม่สามารถดึงน้ำกลับมาได้อีก งานทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ จากภาพที่ 3 ที่พบว่า หม่อนพันธุ์คุณไพ ที่ขาดน้ำ ค่า RWC ในใบจะลดลงอย่างช้าๆ แตกต่างจากอีก 4 พันธุ์ ที่ RWC ลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อขาดน้ำถึง 8 วัน RWC ในพันธุ์บุรีรัมย์ 60 จะเหลือเพียง 23.9% ในขณะที่ คุณไพ ยังคงรักษาระดับ RWC ไว้ที่ 58.9% สูงกว่าทุก ๆ พันธุ์ และเมื่อระยะเวลาขาดน้ำนาน 12 วัน RWC ของพันธุ์บุรีรัมย์ 60 ลดลงต่ำสุดเพียง 5.3% แต่พันธุ์คุณไพ ยังมีค่า RWC 21.4% สูงที่สุด แสดงว่า พันธุ์คุณไพ สามารถรักษาระดับ RWC ในใบได้สูงกว่าพันธุ์อื่น และมีความสามารถในการรักษาปริมาณน้ำในใบได้ดีกว่า นอกจากนี้ยังอาจจะขึ้นอยู่กับความสามารถของพืชแต่ละพันธุ์ที่จะรักษา RWC ไว้ให้สูงต่างกัน รวมทั้งระยะเวลาที่พืชนั้นขาดน้ำได้นานไม่เท่ากันด้วย สายพันธุ์ที่มีแนวโน้มทนต่อสภาพแล้งได้ จะขึ้นอยู่กับปัจจัยทั้ง 2 นี้ด้วย (Good และ Maclagan, 1993)

ค่า RWC สามารถใช้เป็นเครื่องชี้บอก (indicator) ถึงการทนแล้งของหม่อนได้หรือไม่

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า RWC กับ ค่าวิเคราะห์อื่นๆ ในหม่อนแต่ละพันธุ์ พบว่า ค่า RWC พันธุ์คุณไพ มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับหลายค่าที่วิเคราะห์ ได้แก่ ปริมาณ chl a, chl b, chl a+b, พื้นที่ใบ, ความกว้างใบ และ ดัชนีเก็บเกี่ยว ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% และที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับลักษณะความยาวของใบ และน้ำหนักใบ กับมีสหสัมพันธ์เชิงลบ กับค่าการเหี่ยวของใบ ด้วย (ตารางที่ 44) ส่วนพันธุ์อื่นๆ ไม่พบความสัมพันธ์ทั้งหมดนี้ในพันธุ์เดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์ ในใบ พบในพันธุ์คุณไพ เป็นสำคัญ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการที่ใบหม่อนพันธุ์คุณไพ สามารถรักษาระดับค่า RWC ไว้ได้มาก ก็สามารถที่จะรักษาปริมาณคลอโรฟิลล์ไว้ ไม่ถูกทำลายได้มากด้วย ดังนั้นการใช้ค่า RWC เป็นเครื่องชี้บอกการทนแล้งในหม่อนจึงน่ามีความเป็นไปได้

Ritchie และคณะ (1990) ได้เปรียบเทียบพันธุ์ข้าวสาลี 2 ชนิด คือ ชนิดที่ต้านทาน และไม่ต้านทานต่อความแห้งแล้ง พบว่า พันธุ์ TAM W-101 ที่ต้านทานความแห้งแล้งได้นั้น มีความสามารถในการรักษาค่า RWC ไว้ได้สูงกว่าพันธุ์ที่ไม่ต้านทาน (Sturdy) ซึ่งการที่ใบมี RWC การสังเคราะห์แสง และความสามารถสังเคราะห์แสงได้สูงนี้ เป็นลักษณะที่ช่วยสนับสนุนในการต้านทานความแห้งแล้ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Schonfeld และคณะ (1988) ที่ทดลองกับข้าวสาลีทั้ง 2 พันธุ์นี้ในแปลงทดลอง และ Shimshi และคณะ (1982) ที่ดำเนินการคล้ายๆ กันนี้ ชี้ให้เห็นว่าพันธุ์ที่ต้านทานแล้งได้มากกว่า (*Triticum kotschyi*) มีการลดลงของค่า RWC ในใบช้ากว่าพันธุ์ที่ไม่ต้านทานแล้ง (*T. aestivum*) นอกจากนี้ Sloane และคณะ (1990) ได้ทดสอบความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งกับถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ที่ทนแล้งและไม่ทนแล้ง ในสภาพแปลงปลูก พบว่า พันธุ์ PI 416937 สามารถรักษาระดับ RWC ในใบได้สูงกว่าพันธุ์ Forrest ผลผลิตของพันธุ์ลดลง น้อยกว่า และได้ใช้การอิ่มตัวของน้ำในใบเปรียบเทียบกับ ความสามารถในการให้ผลผลิต ภายใต้สภาวะขาดน้ำ เป็นตัวชี้บอกความทนแล้ง

Good และ Maclagan (1993) ได้ศึกษาความสัมพันธุ์ระหว่างสภาวะแล้งกับปริมาณน้ำในใบ *Brassica* sp. 3 ชนิด พบว่า พันธุ์ Westar (*Brassica napus*) ซึ่งมีความทนทานต่อสภาพแล้งได้ดีกว่าพันธุ์อื่นๆ ค่า RWC ลดลงช้าอย่างต่อเนื่อง ในสภาวะขาดน้ำ และสามารถรักษาระดับ RWCในใบสูงกว่าพันธุ์ Endorado (*B.juncea*) ซึ่งไม่ทนต่อสภาวะดังกล่าว และการลด RWC จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่นเดียวกับการศึกษาของ Joshi และคณะ (1988) ที่พบว่า ถั่วลิสง พันธุ์ที่ต้านทานต่อการขาดน้ำได้ดีนั้นมีค่า RWC สูงกว่าพันธุ์ที่ไม่ต้านทาน และการที่ถั่วพุ่ม สามารถรักษาสภาพความต่างศักย์ของน้ำใน xylem ไว้ได้ดีเมื่อน้ำในดินต่ำมากๆ ใบจะมีอายุอยู่ได้นานในสภาวะแล้ง ทำให้สามารถเก็บกักน้ำไว้ได้มาก (Itani และคณะ 1993) เมื่อใบเก็บน้ำไว้มาก ย่อมมีค่า RWC สูงในสภาวะดังกล่าวด้วย

ดังนั้นการที่หม่อน พันธุ์คุณไพ สามารถรักษาสถานะของค่า RWC ไว้ได้สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ในสภาวะที่ขาดน้ำนั้น ค่า RWC จึงน่าจะเป็นปัจจัยหนึ่ง ที่ใช้เป็นเครื่องบ่งชี้การทนแล้งของหม่อนได้ในระดับหนึ่ง แต่ทั้งนี้ต้องมีการศึกษาปัจจัยหรือองค์ประกอบอื่นบางอย่างควบคู่กันไปด้วย อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ค่า RWC นับเป็นวิธีการที่น่าพิจารณา เนื่องจาก ทำได้ง่าย สะดวก ประหยัด และไม่ต้องใช้เครื่องมือราคาแพง

4.1.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ water saturation deficit (WSD)

ค่า WSD เป็นค่าที่ใช้วัดปริมาณน้ำที่ใบพืช หรือเนื้อเยื่อพืชต้องการเพื่อให้เกิดการอิ่มตัวในใบ หรือเนื้อเยื่อนั้น ดังนั้นค่า WSD ในใบพืชที่ได้รับน้ำตามปกติจึงควรมีค่าต่ำ เนื่องจากมีปริมาณน้ำอยู่ในใบมากอยู่แล้ว มีความต้องการน้ำจากภายนอกเพื่อให้เกิดการอิ่มตัวในใบอีกเพียงส่วนน้อยเท่านั้น ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าในสภาพปกติหม่อนมีค่า WSD ในใบระดับต่ำ หม่อนแต่ละพันธุ์มีค่า WSD แตกต่างกัน โดยพันธุ์คุณไพมีค่า WSD ต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆ แสดงว่าหม่อนพันธุ์คุณไพ สามารถเก็บน้ำไว้ในใบได้มากกว่า และมีแนวโน้มว่า เมื่อระยะเวลานานขึ้น ใบหม่อนคุณไพ มีความสามารถในการเก็บน้ำในใบไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

ในสภาวะที่หม่อนขาดน้ำ ค่า WSD ทุกพันธุ์เพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาขาดน้ำที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Joger และ Meyer (1977) ที่ได้ศึกษาการตอบสนองของ *Phaseolus vulgaris* ต่อสภาวะการขาดน้ำ พบว่าการขาดน้ำทำให้อัตราส่วนของน้ำหนักสด กับ น้ำหนักแห้ง ลดลง ค่า WSD เพิ่มขึ้น ซึ่งการที่ WSD ที่สูงขึ้นนี้จะไปกระตุ้นกิจกรรม หรือปฏิกริยาของ proline dehydrogenase และ ghutamate dehydrogenase ทำให้มีการสังเคราะห์ และ สะสมโพรลีนมากขึ้น เช่นเดียวกับที่ Navari และคณะ (1990) ได้พบว่า ความเครียดของน้ำในดินทำให้ศักยภาพของน้ำในใบข้าวโพด และทานตะวัน ลดลงและ WSD เพิ่มขึ้น และ Biswas และคณะ (1991) พบว่าสภาวะขาดน้ำ ใน *Vigna sinensis* L. ทำให้ศักยภาพของน้ำในใบลดลง และ WSD เพิ่มขึ้นระดับโพรลีนจะเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งเห็นได้ว่า ค่า WSD ที่เพิ่มขึ้น มีผลต่อการเพิ่มปริมาณการสะสมโพรลีนด้วย

หม่อนพันธุ์คุณไพ มีค่า WSD ต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆ ในสภาวะที่ขาดน้ำทุกช่วงเวลาที่วิเคราะห์ เมื่อวิเคราะห์ปริมาณโพรลีนที่สะสมในใบหม่อน เปรียบเทียบกับพันธุ์บุรีรัมย์ 60 ซึ่งมีค่า WSD สูงที่สุด พบว่ามี สหสัมพันธ์ในเชิงบวก ระหว่าง WSD กับโพรลีนที่สะสมในใบหม่อน โดยเมื่อค่า WSD สูง ปริมาณโพรลีนก็สูงด้วย สหสัมพันธ์ดังกล่าวมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ในพันธุ์คุณไพ และที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในพันธุ์ใหญ่บุรีรัมย์ ส่วนพันธุ์ตาก และ น้อย ค่าความเชื่อมั่นเข้าใกล้ระดับ 95% ส่วนพันธุ์บุรีรัมย์ 60 นั้น ความสัมพันธ์ไม่เด่นชัดนัก (ตารางที่ 43) แสดงว่าการใช้ค่า WSD เพื่อประเมินความทนทานต่อสภาวะขาดน้ำ เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่ทนทานนั้น มีความเป็นไปได้ เนื่องจากมีความสัมพันธ์ที่เด่นชัดในพันธุ์คุณไพ และพันธุ์ใหญ่บุรีรัมย์ ที่มีความทนทานต่อความแห้งแล้งในระดับรองลงมา

4.1.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบหม่อน

4.1.5.1 ปริมาณ chl a ในใบหม่อน

คลอโรฟิลล์ เอ เป็น pigment ที่พบได้ในสิ่งมีชีวิตที่สังเคราะห์แสงได้ยกเว้นแบคทีเรีย หรืออาจกล่าวได้ว่า ในสิ่งมีชีวิตที่มีการสังเคราะห์แสงและปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมา จะมี chl a อยู่ในเซลที่มีสีเขียว ซึ่ง chl a ไม่เพียงแต่จะทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานในระหว่างที่มีโมเลกุลของแสงเท่านั้น แต่ยังมีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานให้เป็น reduction potential ใน P_{680} และ P_{700} ด้วย (Stuhlfauth และคณะ 1990) และ chl a ทำให้การสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นได้สูงสุด รองลงมาคือ chl b (มนตรี เพชรทองคำ, 2534) การศึกษาครั้งนี้ พบว่าในหม่อน 5 พันธุ์ ที่ได้รับน้ำตามปกติ มีปริมาณ chl a แตกต่างกัน โดยพันธุ์คุณไพมี chl a สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ และตาก มี chl a ต่ำกว่าทุกๆ พันธุ์ในทุกช่วงเวลาซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Muroga และคณะ (1980) ที่ดำเนินการในหม่อนพันธุ์ไทย 20 พันธุ์ และหม่อนญี่ปุ่น 5 พันธุ์ ที่พบว่ามีความแตกต่างกันในหม่อนบางพันธุ์ และการศึกษาในหม่อนอินเดีย 6 พันธุ์ โดย Dorcus และคณะ (1991) ก็พบว่าหม่อนแต่ละพันธุ์มี chl a ต่างกัน

การศึกษาและคัดเลือกพันธุ์หม่อน ในเขตเกษตรน้ำฝนของ Dorcus และคณะ (1991) ในด้านปริมาณ chl a ในหม่อน 6 พันธุ์ พบว่า พันธุ์ Kosen ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีแนวโน้มทนทานต่อความแห้งแล้ง ดีกว่าพันธุ์อื่นๆ ปริมาณ chl a สูงกว่า และมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณน้ำในใบด้วย

ในสภาวะที่หม่อนทั้ง 5 พันธุ์ ขาดน้ำพบว่าปริมาณ chl a ในพันธุ์คุณไพ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์อื่น มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า RWC ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% แต่ในพันธุ์อื่น จะไม่พบความสัมพันธ์เด่นชัด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 44 ซึ่งสอดคล้องกับผล

4.1.5.2 ปริมาณ chl b ในใบหม่อน

ในใบหม่อนที่ได้รับน้ำตามปกติ พันธุ์คุณไพมี chl b สูงกว่าพันธุ์อื่น เช่นเดียวกับปริมาณ chl a แต่ในสภาวะที่หม่อนขาดน้ำ chl b ในทุกๆ พันธุ์ลดลงในปริมาณแตกต่างกันโดยพันธุ์คุณไพ มี chl b ลดน้อยกว่าพันธุ์อื่นทั้งในสภาวะที่ขาดน้ำ 4 วัน และ 8 วัน แสดงถึงความสามารถในการรักษาสถานะภาพ หรือคงสภาพของปริมาณ chl a และ chl b ได้ดีกว่า นอกจากนี้ยังพบว่า chl b มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า RWC ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (ตารางที่ 44) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Dorcus และคณะ (1991) ที่พบในการศึกษาพันธุ์หม่อนในสภาพอาศัยน้ำฝน สายพันธุ์ที่มีแนวโน้มทนแล้งได้ จะมี chl b สูง และมีสหสัมพันธ์กับปริมาณ RWC ด้วย

4.1.5.3 ปริมาณ chl a+b ในใบหม่อน

ปริมาณ chl a+b ที่พบในหม่อนพันธุ์ต่างๆ ที่ได้รับน้ำตามปกติมีความแตกต่างกัน ซึ่งจากการศึกษาของ Muroga และคณะ (1988) พบว่าพันธุ์ไทยบางพันธุ์และสายพันธุ์ญี่ปุ่น 5 พันธุ์ มี chl a+b ในปริมาณต่างกัน เช่นเดียวกับผลการศึกษาครั้งนี้ที่พบความแตกต่างของปริมาณ chl a+b ในหม่อนทั้ง 5 พันธุ์โดยพันธุ์คุณไพมี chl a+b มากที่สุด แต่พันธุ์ตาก มี chl a+b น้อยที่สุด ส่วนพันธุ์อื่นๆ อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน

ในสภาวะที่หม่อนขาดน้ำ ปริมาณ chl a+b เริ่มลดลงโดยระยะ 4 วัน ที่ขาดน้ำหม่อนน้อย ยังคงรักษาปริมาณ chl a+b ไว้ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ คุณไพ แต่เมื่อระยะเวลาที่ขาดน้ำนานขึ้นเป็น 8 วัน พันธุ์คุณไพ ยังคงรักษาระดับ chl a+b ไว้ได้สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ โดยปริมาณที่ลดลงมีเพียง 17.5% ในขณะที่ พันธุ์ตากลดลง 59.2% (ตารางที่ 45) การลดลงของปริมาณ chl a+b ในสภาวะที่พืชขาดน้ำนั้นมีผู้ศึกษาในหลายพืช เช่น Dwivedi และคณะ (1979) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี ในใบข้าวที่ขาดน้ำ พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ ลดลงอย่างรวดเร็ว ใบที่เหี่ยวมากจะลดลงมากกว่า เช่นเดียวกับใน egg plant ที่ศึกษาโดย Srinivasa Rao และคณะ

(1986) หรือในข้าวสาลีพันธุ์ที่ทนแล้งและไม่ทนแล้งที่ Gummuluru และคณะ (1989) ได้พบว่าในสภาวะขาดน้ำ ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง โดยพันธุ์ที่สามารถทนแล้งได้ มีคลอโรฟิลล์สูงกว่าพันธุ์ที่ไม่ทน และยังสามารถรักษาปริมาณคลอโรฟิลล์ไว้ได้ในระดับที่สูงกว่าในสภาวะขาดน้ำด้วย เมื่อศึกษาถึงสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ chl a+b กับค่าวิเคราะห์อื่นๆ พบว่ามีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า RWC ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ซึ่งจะไม่พบในพันธุ์อื่นและสอดคล้องกับผลการวิจัยที่ Dorcus et al.(1991) ดำเนินการในหม่อน 6 พันธุ์ ในสภาพอาศัยน้ำฝนพันธุ์ Kosen ที่มีแนวโน้มทนทานต่อความแห้งแล้งนั้น มี chl a+b สูงและมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า RWC

ส่วนระยะเวลาที่หม่อนขาดน้ำ 12 วัน ใบหม่อนทุกพันธุ์มีสภาพแห้งกรอบ ไม่สามารถใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงไหมได้ อาจจะเนื่องมาจากระยะเวลาขาดน้ำนานเกินจุดวิกฤตที่หม่อนทั้ง 5 พันธุ์ สามารถให้ผลผลิตใบได้ จึงพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบหม่อนบางพันธุ์ลดลงน้อยกว่าพันธุ์คุณไพ ได้แก่ ใหญ่บุรีรัมย์ ปริมาณ chl a+b ลดลงเพียง 36.97% ในขณะที่พันธุ์คุณไพ ลดลง 62.1% (ตารางที่ 45) ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากพันธุ์คุณไพ มีการลด chl a+b ในช่วงเวลา 4 และ 8 วัน น้อยกว่าพันธุ์อื่นๆ มาก ในขณะที่หม่อนอีก 4 พันธุ์ ปริมาณ chl a+b ลดลงมากและรวดเร็ว จนไม่มี chl a+b เหลือมากพอที่จะลดต่อไปอีกได้แล้ว จึงทำให้พบสภาวะการลดปริมาณ chl a+b ดังกล่าวก็เป็นได้

การใช้ปริมาณคลอโรฟิลล์ เป็นเครื่องบอกชี้การทนทานต่อความแห้งแล้งในหม่อน ปัจจัยนี้นับว่ามีความเหมาะสม เนื่องจากเมื่อพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์กับผลการวิเคราะห์อื่นๆ แล้ว ปริมาณคลอโรฟิลล์ มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า RWC และเชิงลบ กับค่า WSD และการสะสมโพรลีน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในพันธุ์คุณไพ ซึ่งการวิเคราะห์ก็ทำได้สะดวก ไม่สิ้นเปลืองมากนัก จึงมีความเหมาะสมในระดับหนึ่งที่ควรพิจารณา

4.1.6 ผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของหม่อน

4.1.6.1 ความกว้างของใบ

หม่อนที่ได้รับน้ำตามปกติ พันธุ์บุรีรัมย์ 60 มีขนาดใบกว้างกว่าพันธุ์อื่นๆ ซึ่งเป็นลักษณะประจำพันธุ์ของหม่อนแต่ละพันธุ์ที่มีขนาดใบกว้างไม่เท่ากัน ขนาดความกว้างของใบหม่อนแต่ละพันธุ์มีการขยายขนาดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา แต่เมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำ ความกว้างของใบลดลง ตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น แตกต่างกันในหม่อนแต่ละพันธุ์ หม่อนตาก ลดลงมากที่สุด ซึ่งการลดความกว้างใบลงนี้ อาจเนื่องมาจากการขาดน้ำไปลดการขยายขนาดของเซล (Turner และ Kramer, 1980) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Bunce (1977) ในถั่วเหลืองที่พบว่า การขาดน้ำมีผลต่อการขยายขนาดของเซลมากกว่าการแบ่งเซล ซึ่งในพืชแต่ละชนิดมีการตอบสนองที่แตกต่างกัน จึงทำให้หม่อนแต่ละพันธุ์ลดความกว้างของใบลงในระดับที่แตกต่างกัน

4.1.6.2 ความยาวของใบ

หม่อนที่ได้รับน้ำตามปกติ ความยาวของใบเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา และเริ่มคงที่เมื่อถึงระยะเวลาหนึ่ง ได้แก่ พันธุ์ตาก ใหญ่บุรีรัมย์ และบุรีรัมย์ 60 ความยาวใบเริ่มลดลงเมื่อระยะเวลา 8 วัน แต่พันธุ์คุณไพ และน้อย ยังคงมีการเพิ่มความยาวต่อไป จนถึง 12 วัน จึงคงที่และเริ่มลดลงเช่นเดียวกับการเพิ่มอัตราความยาวของใบข้าวโพดในระยะ 20 ชั่วโมงแรก เพิ่มขึ้นรวดเร็วมากจนเมื่ออายุได้ 17 วัน อัตราความยาวที่เพิ่มเริ่มคงที่ (Ephrath และ Hesketh, 1991)

ในสภาวะที่หม่อนขาดน้ำ ความยาวของใบหม่อนทั้ง 5 พันธุ์ ลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การลดความยาวในใบหม่อนพันธุ์คุณไพ ลดลงน้อยที่สุด 12.41% ส่วนพันธุ์ตาก ลดลงมากที่สุดเฉลี่ย 15.46% ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ephrath และ Hesketh (1991) ที่ให้ข้าวโพด ขาดน้ำแล้วพบว่า อัตราความยาวของใบลดลงช้าในช่วงแรกที่ขาดน้ำ หลังจากนั้นลดลงอย่าง

รวดเร็วตามสภาวะขาดน้ำที่เพิ่มขึ้น และการที่ Serpe และ Matthews (1992) ให้ต้นบีโกเนีย ขาดน้ำด้วย manitol ที่ความต่างศักย์ของน้ำ -0.2 MPa 30 นาที ทำให้ ความยาวของใบลดลง 0.20% h^{-1} อัตราการลดลงของความยาวใบหม่อน สูงกว่า บีโกเนีย เนื่องจากระยะเวลาการขาดน้ำ และชนิดพืชแตกต่างกัน ความยาวของใบพืชนี้ใช้แทนความสัมพันธ์พื้นที่ใบที่กางเต็มที่ ปกติใช้จำแนกการแผ่ของใบหรือพื้นที่ใบด้วย (Westgate และ Boyer, 1984)

4.1.6.3 พื้นที่ใบหม่อน

ในสภาวะที่หม่อน ทั้ง 5 พันธุ์ ได้รับน้ำตามปกติ พื้นที่ใบเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา แต่ในสภาวะที่หม่อนขาดน้ำ พื้นที่ใบหม่อนทุกพันธุ์ลดลง ตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น Muroga และคณะ (1988) ได้ศึกษาเปรียบเทียบพื้นที่ใบหม่อน 25 พันธุ์ ในช่วงฤดูแล้ง และ ฤดูฝน พบว่า ในฤดูแล้ง หม่อนทุกพันธุ์มีพื้นที่ใบลดลงแตกต่างกัน เช่น พันธุ์ตาก ลดลง 42.6% ในขณะที่ พันธุ์น้อย ลดลงเพียง 1.4% Khalil และ Grace (1992) ได้ศึกษาสภาวะขาดน้ำของ *Acer pseudoplatanus* L. ในระยะ 1-15 วัน และ 32-42 วัน ที่ขาดน้ำ การแผ่ของใบไม่มีความแตกต่างกัน จนกระทั่งขาดน้ำที่ระยะ 43-54 วัน จึงพบว่า การขาดน้ำมีผลอย่างมากต่อการลดการแผ่ของใบ ดังนั้นจึงทำให้มีพื้นที่ใบ น้อยกว่า 30% ของที่ได้รับน้ำตามปกติ เช่นเดียวกับการศึกษา ของ Erb และ Draper (1993) และ Sinivasa และ Bhatt (1990) ที่พบการลดของพื้นที่ใบเมื่อขาดน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งนี้ ที่ในสภาวะขาดน้ำ 4 และ 8 วันแรก การลดพื้นที่ใบการลดลงของพื้นที่ใบ เป็นการปรับตัวให้กับสภาวะขาดน้ำอย่างหนึ่ง (Winkel และ Rambal, 1993) เกิดขึ้นช้าๆ แต่หลังจากนั้น จะลดลงอย่างรวดเร็ว โดย พันธุ์ตาก ลดมากที่สุด 47.3% ในขณะที่ พันธุ์น้อย และคุณไพ ลดลงเพียง 28% เท่านั้น ทั้งนี้ เป็นผลมาจากเซลมีการขยายตัวลดลง (การขยายตัวของเซลขึ้นอยู่กับความเต่งหรือน้ำในเซล) เมื่อสภาพการขาดน้ำเกิดขึ้นนานติดต่อกันถึง 12วัน จึงส่งผลให้การแบ่งเซลลดลง การสร้างใบใหม่ก็ลดลงด้วย ซึ่งการสร้างใบใหม่ในสภาพแปลงปลูก โดยเฉลี่ยในระยะ 90 วันแรก หลังจากปักชำกิ่ง มีการสร้างใบหม่อน เฉลี่ย 0.47 ใบต่อวัน (Moruga และคณะ 1988) ดังนั้น พื้นที่ใบโดยรวมจึงลดลงมากกว่าในหม่อน พันธุ์ตาก

ซึ่งอาจจะไม่สามารถปรับตัวให้ทนต่อสภาวะขาดน้ำ ที่นานเกินกว่าระยะหนึ่งที่สามารถทนได้พื้นที่ใบจึงลดลงอย่างรวดเร็ว การศึกษาใน apple ที่ขาดน้ำ 24 วัน Gowing และคณะ (1990) พบว่าการแผ่ของใบและการเกิดใบใหม่ถูกยับยั้ง พื้นที่ใบลดลง 65 % ซึ่งพื้นที่ใบหม่อนพันธุ์ คุณไพ มีสหสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณการสะสมโพรลีนด้วย ซึ่งจะไม่พบสหสัมพันธ์นี้ในพันธุ์อื่น อีก 4 พันธุ์ (ตารางที่ 44)

4.1.6.4 น้ำหนักใบ

ในสภาวะที่หม่อนได้รับน้ำตามปกติ พันธุ์บุรีรัมย์ 60 มีน้ำหนักใบสด 1 ใบ สูงกว่าทุกๆ พันธุ์ เนื่องจากมีใบหนา พื้นที่ใบมากกว่าและผลผลิตใบต่อไร่สูง (วิชาการเกษตร, 2536) น้ำหนักใบหม่อนบางพันธุ์ได้แก่ ตาก คุณไพ และน้อย เริ่มลดลง เมื่อระยะเวลา 12 วัน เช่นเดียวกับการลดของพื้นที่ใบ แต่ในสภาวะที่หม่อนขาดน้ำ หม่อนทุกพันธุ์น้ำหนักใบลดลงตามระยะเวลาขาดน้ำที่เพิ่มขึ้น การสูญเสียน้ำหนักใบเกิดขึ้นรวดเร็วที่สุด ในช่วงเวลา 8 วัน หลังจากนั้นการสูญเสียน้ำหนักใบลดลงช้าๆ ทั้งนี้น่าจะเป็นผลสืบเนื่องมาจาก ในช่วงขาดน้ำเซลสูญเสียความเต่ง ทำให้พื้นที่ใบลดลงเหลือน้อยกว่าที่ควรจะเป็น จึงไปจำกัดการสังเคราะห์แสงรวมของทั้งต้น มีผลต่อการเจริญทางลำต้นและใบ (เฉลิมพล แซมเพชร, 2535) จึงทำให้น้ำหนักใบลดลง โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่ขาดน้ำ 8 วัน อาจจะเป็นช่วงวิกฤตของหม่อนที่สามารถปรับให้เข้ากับสภาวะขาดน้ำได้ หลังจากนั้นการสูญเสียน้ำลดลงช้าๆ อาจจะเนื่องมาจาก ปริมาณน้ำในใบ (RWC) ลดลงเหลือน้อยมาก จนไม่สามารถลดการสูญเสียน้ำได้มากกว่านี้ ซึ่งน้ำหนักใบหม่อนที่ลดลงนี้ มีสหสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณ RWC ด้วย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 44

4.1.6.5 จำนวนใบต่อต้น

ในสภาวะที่หม่อนได้รับน้ำตามปกติ โดยเฉลี่ยเพิ่มจำนวนมากขึ้นตามระยะเวลา โดยพันธุ์คุณไพ มีจำนวนใบต่อต้นมากที่สุด แต่ในสภาวะที่หม่อนทั้ง 5 พันธุ์ ขาดน้ำ จำนวนใบต่อต้นลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น พันธุ์บุรีรัมย์ 60 มีจำนวนใบต่อต้นน้อยที่สุดเพียง 7 ใบ เป็นลักษณะประจำพันธุ์ของหม่อน ส่วนใหญ่บุรีรัมย์ มีจำนวนใบ

ต่อต้นเพิ่มขึ้น เป็น 15 ใบ ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตเกี่ยวกับ จำนวนใบต่อต้นของหม่อนที่ทำการศึกษาในห้องควบคุมสภาพแวดล้อมพืชครั้งนี้ ใบหม่อนที่ขาดน้ำ และอยู่ในสภาพแห้งกรอบจนไม่สามารถใช้เลี้ยงไหมได้ ยังคงมีใบติดกับต้นไม่ร่วงหล่น จึงทำให้จำนวนใบต่อต้นยังคงสูงอยู่ ซึ่งในธรรมชาติแล้ว ใบหม่อนที่แห้งกรอบ จะร่วงหล่นจากกิ่งเสมอทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมในห้องทดลอง แตกต่างจากสภาพแวดล้อมธรรมชาติภายนอกในด้านแรงกล เช่น แรงลม ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ใบร่วงได้ นอกเหนือจากกระบวนการร่วง (มนตรี เพชรทองคำ, 2534) จึงทำให้ใบหม่อนที่ศึกษาในครั้งนี้ ไม่ร่วงหล่นตามธรรมชาติ

4.1.6.6 ความยาวของกิ่งหม่อน

ความยาวของกิ่งหม่อน จัดเป็นองค์ประกอบของผลผลิตอย่างหนึ่ง ในสภาวะที่หม่อนขาดน้ำ ความยาวของกิ่งลดลงมาก เนื่องจากการขาดน้ำนานเกินไป ระหว่างการเจริญทางลำต้น และใบ จนไปลดปริมาณ chl ในใบ การเพิ่มพื้นที่ใบ และ การสังเคราะห์แสงลดลง (Gummuluru และคณะ 1986) สารอาหารที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นเพื่อที่จะลำเลียงไปยังส่วนต่างๆ ของพืช เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตช้าลง (เฉลิมพล แซมเพชร, 2535) จึงทำให้ความยาวของกิ่งหม่อนลดลง เมื่อระยะเวลาขาดน้ำนานขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาการเจริญเติบโตใน peach ที่ขาดน้ำ โดย Proebsting และคณะ (1989) พบว่าการขาดน้ำทำให้การเจริญของยอดลดลง

4.1.6.7 อัตราส่วนระหว่าง root:shoot (R/S)

ในสภาวะที่หม่อนขาดน้ำ อัตราส่วน R/S ของทุกพันธุ์เพิ่มขึ้น จากสภาวะที่ได้รับน้ำตามปกติโดยเฉลี่ย พันธุ์คุณไพ เพิ่ม R/S มากกว่าพันธุ์อื่นๆ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sanders และ Markhart (1992) ที่ศึกษาเกี่ยวกับระบบรากของ *Phaseolus vulgaris* ในสภาวะขาดน้ำ พบว่า ในสภาพที่แห้งแล้งลักษณะทางพันธุกรรมของราก มีความสำคัญมากกว่าลักษณะพันธุกรรมของยอด ในการให้ผลผลิตของถั่วชนิดนี้ โดยเมื่อขาดน้ำค่าความต่างศักย์ของน้ำในใบลดลง R/S เพิ่มขึ้น ใน

พืชที่ทนต่อสภาวะขาดน้ำ R/S จะไม่เป็นในทางเดียวกันกับค่าความต่างศักย์ของน้ำในใบ ในกรณีที่ R/S สูง อาจจะอธิบายได้ในด้านของสัดส่วนของเนื้อที่ผิวของราก กับเนื้อที่ผิวของใบ ถ้าสูงอัตราคายน้ำจะสูงด้วย สภาพเช่นนี้ พืชจะขาดน้ำช้ากว่าปกติ หรือไม่ขาดน้ำเลย รูใบจะเปิดตลอดเวลา ในพืชที่มีพื้นที่ใบมาก พืชจะคายน้ำได้มากแต่อัตราการคายน้ำในใบขนาดใหญ่จะน้อยกว่าใบขนาดเล็กๆ หม่อนพันธุ์คุณไพ มีขนาดใบเล็กกว่าหม่อนพันธุ์อื่นๆ อัตราการคายน้ำ จึงสูงกว่าพันธุ์อื่น และการที่มี R/S เพิ่มขึ้นสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ในสภาวะที่ขาดน้ำ อาจจะมีลักษณะทางพันธุกรรมของระบบรากดีกว่า เนื่องจากหม่อนพันธุ์คุณไพ มีความต้านทานโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบรากโดยตรงอยู่แล้ว คือ โรครากเน่า ซึ่งพันธุ์ที่สามารถต้านทานโรคนี้ได้ ควรมีพันธุกรรมของระบบรากที่ดีด้วย นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Khalil และ Grace (1992) ที่ชี้ให้เห็นว่า ในสภาวะที่ต้นกล้าของ *Acer pseudoplatanus* L. ที่อยู่ในสภาพแห้งแล้งได้นั้น R/S จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา แต่จากการศึกษาในต้นกล้าของยูคาลิปตัส 2 พันธุ์ ที่ได้รับสภาวะขาดน้ำอย่างเดียว R/S ลดลง ถ้าได้รับทั้งสภาวะที่ขาดน้ำ และขาดธาตุอาหารด้วย R/S จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากน้ำหนักส่วนยอดลดลง

4.1.6.8 ผลการวิเคราะห์ relative growth rate (RGR)

ในสภาวะที่หม่อนได้รับน้ำตามปกติ พันธุ์บุรีรัมย์ 60 มีค่าเฉลี่ย RGR สูงที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์ตาก แต่เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเวลา พบว่าในช่วงเวลา 4 วันแรก พันธุ์ตาก มี RGR สูงกว่าทุกพันธุ์ และเริ่มลดลงเมื่อช่วงเวลา 4 วัน และ 8 วันตามลำดับ ซึ่งแสดงว่า พันธุ์ตาก มีการเจริญเติบโตรวดเร็ว ในระยะ 4 วันแรกของการทดลองเท่านั้น หลังจากนั้นการเจริญเติบโตลดลงเป็นลำดับ แต่ในสภาวะที่ขาดน้ำ พันธุ์ตาก การเจริญเติบโตลดลงอย่างรวดเร็ว แตกต่างจากพันธุ์ใหญ่บุรีรัมย์ ที่ มี RGR ต่ำที่สุดในช่วง 4 วันแรก หลังจากนั้น RGR เพิ่มขึ้นทุกช่วงเวลา 4 และ 8 วัน โดย RGR เพิ่มขึ้นมากที่สุดในช่วงเวลา 8 วัน แสดงว่า พันธุ์ใหญ่บุรีรัมย์ มีการเจริญเติบโตในระยะแรกช้ากว่าพันธุ์อื่น และเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วงระยะ 8 วันถัดมา หลังจากนี้การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ แต่เมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำ การเจริญเติบโตในช่วง 4 และ 8 วัน เป็นไปในรูปแบบเดียวกัน แต่อยู่ในระดับต่ำกว่า

สภาวะที่ได้รับน้ำตามปกติ และเจริญเติบโตลดลง หลังจากที่ขาดน้ำถึงช่วง 12 วัน พันธุ์ใหญ่บุรีรัมย์ มีการเจริญเติบโตสูงกว่าทุกพันธุ์ในสภาวะขาดน้ำรองลงมาคือ พันธุ์บุรีรัมย์ 60

พันธุ์คุณไพ ที่ได้รับน้ำตามปกติ มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 8 วัน หลังจากนั้นเริ่มลดลงและในสภาวะที่ขาดน้ำ การเจริญเติบโต ลดลงเป็นลำดับ ตามระยะเวลาที่ขาดน้ำ การเจริญเติบโตของพันธุ์คุณไพ ในสภาวะขาดน้ำต่ำกว่าทุกๆ พันธุ์ ส่วนพันธุ์อื่นๆ มีการเจริญเติบโตลดลง ตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น Erb และ Draper (1993) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ความทนทาน ระหว่างการขาดน้ำ กับธาตุอาหารในดิน ใน blueberry ที่ช่วงเวลาต่างๆ พบว่า ในสภาวะขาดน้ำ RGR ลดจากสภาวะปกติแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับการศึกษาในหม่อนครั้งนี้ที่ไม่พบความแตกต่างของค่า RGR ในแต่ละพันธุ์ที่อยู่ในสภาวะขาดน้ำ

การเจริญเติบโตของพืชในสภาวะปกติ ยังเกี่ยวข้องกับขนาดหรืออายุของต้นพืชด้วย พืชต้นเล็ก หรืออายุน้อยกว่า มีอัตราการเจริญ (น้ำหนักเพิ่ม) ต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักของพืชแต่ละหนึ่งหน่วยเวลา สูงกว่าต้นใหญ่ (เฉลิมพล แซมเพชร, 2535) ดังนั้นการที่หม่อนมีค่า RGR เพิ่มขึ้นในระยะแรกแต่ให้ผลตรงข้ามกับการศึกษาของ Vanloo (1992) ใน ryegrass 2 พันธุ์ ในสภาวะที่ขาดน้ำ 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงวันที่ 22-36 พบว่าค่า RGR แตกต่างกับ control อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ช่วงเวลาหลังจากนี้ (วันที่ 36-57) ไม่มีความแตกต่างกับ control ทั้ง 2 พันธุ์ น่าที่จะสัมพันธ์กับอายุด้วยก็ได้ และการที่พันธุ์ใหญ่บุรีรัมย์ ยังมีการเจริญเติบโตต่อไปอีกแตกต่างจากพันธุ์อื่นๆ อาจจะเกี่ยวข้องกับช่วงการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันในหม่อนแต่ละพันธุ์ก็ได้ กรณีนี้ พันธุ์ใหญ่บุรีรัมย์ อาจจะมีช่วงเวลาการสะสมน้ำหนักแห้ง ที่ยาวนานกว่าพันธุ์อื่น แต่การที่ไม่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์นั้น ควรจะต้องพิจารณาระยะเวลาในการศึกษาให้มีช่วงเวลามากกว่านี้ เพื่อให้พืชแต่ละพันธุ์แสดงลักษณะของพันธุ์ให้เด่นชัดขึ้น

นอกจากนี้ Vanloo (1992) ยังพบอีกว่า อิทธิพลที่สำคัญที่สุดในสภาวะที่ความต่างศักย์ของน้ำต่ำ คือ อัตราการขยายของพื้นที่ใบน้อยกว่าสภาวะที่ได้รับน้ำตามปกติ การสะสมสารอาหารจากการสังเคราะห์แสงลดลง การสะสมน้ำหนัก

แห้งลดลงมากกว่าอัตราการขยายของพื้นที่ใบ เนื่องจากอัตราการสังเคราะห์แสงต่อใบต่ำกว่า จึงทำให้การเจริญเติบโตลดลงในหม่อนพันธุ์ที่พื้นที่ใบลดลงมาก เมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำ แต่พันธุ์ใหญ่บุรีรัมย์ และบุรีรัมย์ 60 ยังมีพื้นที่ใบสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ จึงมีค่า RGR สูงด้วย

<u>ค่า RGR ใช้เป็นเครื่องชี้บอก (indicator) ถึงการทนแล้งของหม่อนได้หรือไม่</u>

จากผลการศึกษา ค่า RGR ในหม่อนครั้งนี้ เห็นได้ว่ามีความแตกต่างในหม่อนบางพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ ใหญ่บุรีรัมย์ ที่สามารถรักษาระดับ RGR ไว้ได้สม่ำเสมอ ในขณะที่พันธุ์อื่นๆ ลดลง การเจริญเติบโต หรือลดการสะสมน้ำหนักแห้งลงมากกว่า แต่จากการวิเคราะห์ด้านอื่นๆ ในห้องปฏิบัติการ ไม่พบความแตกต่างกับพันธุ์อื่นๆ อาจเป็นไปได้ว่าความเหมาะสมในการใช้ค่า RGR เป็นเครื่องชี้บอกถึงการทนแล้งในหม่อน ยังไม่อยู่ในระดับที่สามารถใช้ในการตัดสินใจได้ อย่างไรก็ตาม การทดสอบซ้ำโดยเพิ่มช่วงระยะเวลาการทดสอบมากขึ้น ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ อาจปรากฏชัดเจนขึ้น จนสามารถตัดสินใจได้ดีกว่านี้

4.1.6.9 ผลการวิเคราะห์ leaf area ratio (LAR)

LAR เป็นค่าที่บ่งบอกให้เห็นว่าพืชนั้นๆ มีใบมากน้อยเพียงใด การศึกษาครั้งนี้ได้พบว่า ในสภาวะที่หม่อนได้รับน้ำตามปกติ พันธุ์ใหญ่บุรีรัมย์ และบุรีรัมย์ 60 มีค่า LAR สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ แสดงว่าทั้ง 2 พันธุ์มีใบ หรือ พื้นที่ใบที่สามารถสังเคราะห์แสงได้มาก มีการเจริญ หรืออัตราการสะสมน้ำหนักดีกว่าพันธุ์อื่น (เฉลิมพล แซมเพชร, 2535) ส่วนพันธุ์น้อย มี LAR ต่ำสุด ในทุกช่วงเวลาที่วิเคราะห์ ซึ่งอาจเป็นความแตกต่างระหว่างพันธุ์ก็เป็นได้

ในสภาวะขาดน้ำ 4 วัน พันธุ์บุรีรัมย์ 60 และใหญ่บุรีรัมย์ ยังคงมีค่า LAR สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ แต่เมื่อเวลาขาดน้ำนานขึ้นเป็น 8 วัน LAR ของพันธุ์ใหญ่บุรีรัมย์ ลดลงอย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Erb และ Draper (1993)

ได้ศึกษาความทนทานต่อสภาวะขาดน้ำใน blueberry 10 พันธุ์ พบว่า ค่า LAR ลดลง ซึ่งแสดงว่าหม่อนทั้ง 4 พันธุ์ มีพื้นที่ใบลดลงด้วย แต่พันธุ์คุณไพ กลับมีค่า LAR เพิ่มขึ้น น่าจะเป็นผลมาจากการที่ใบยังอยู่ในระดับที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ ไม่เหี่ยวมาก พื้นที่ใบไม่ลดลงมากเหมือนกับพันธุ์อื่นๆ ค่า LAR จึงยังสูงกว่า แต่เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นเป็น 12 วัน ค่า LAR เริ่มลดลง เช่นเดียวกับพันธุ์อื่นๆ เนื่องจากในสภาวะดังกล่าว เซลพืชได้รับความเสียหายจากสภาวะขาดน้ำที่นานเกินไป ใบเหี่ยวและกรอบเนื่องจากการสูญเสียน้ำในเซลมาก พื้นที่ใบจึงลดลงด้วย จำนวนใบที่เกิดใหม่ไม่มี ค่า LAR ของหม่อนทุกพันธุ์จึงลดลงแม้ว่า พันธุ์คุณไพ ยังมีอยู่ในระดับที่สูงกว่าพันธุ์อื่นก็ตาม แต่ก็ไม่สามารถใช้เป็นเครื่องบ่งชี้การทนทานต่อความแห้งแล้งได้อย่างเด่นชัด

4.1.6.10 ผลการวิเคราะห์ net assimilation rate (NAR)

ค่า NAR เป็นค่าที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการรับแสง/สังเคราะห์แสงของใบแต่ละใบ หรือการสะสมน้ำหนักแห้งต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ต่อหนึ่งหน่วยเวลา ในสภาวะที่หม่อนได้รับน้ำตามปกติในระยะแรกค่า NAR สูง แต่เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น NAR เริ่มลดลง ตามระยะเวลา ซึ่งอาจเป็นผลมาจากในระยะแรกของการเจริญเติบโต จำนวนใบต่อต้นของหม่อนยังน้อยโดยเฉพาะพันธุ์ ตาก มีจำนวนใบต่อต้นน้อยกว่าพันธุ์อื่นๆ การถูกบังแสงในต้นเดียวกันมีน้อยมาก จึงทำให้มี NAR สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ (เฉลิมพล แชมเพชร, 2535) เพราะใบสามารถสังเคราะห์แสงได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ส่วนพันธุ์น้อย ค่า NAR ต่ำกว่าทุกพันธุ์ น่าจะเกี่ยวข้องกับจำนวนใบต่อต้นมีมากกว่า เกิดการบังแสงกันมากค่า NAR จึงต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม จำนวนใบต่อต้นก็มิใช่เป็นตัวแปรตามกับค่า NAR เสมอไป หากจำนวนใบต่อต้นน้อยและพื้นที่ใบน้อยด้วย อัตราการสังเคราะห์แสงต่อพื้นที่ย่อมลดต่ำลงได้

ในสภาวะที่หม่อนขาดน้ำ NAR ของหม่อนทุกพันธุ์ลดลงในช่วงเวลาขาดน้ำ 4 วัน พันธุ์ตาก มี NAR ลดลงเล็กน้อย อยู่ในระดับใกล้เคียงกันโดยพันธุ์ คุณไพ มี NAR สูงกว่าพันธุ์อื่น สอดคล้องกับงานวิจัยใน ryegrass โดย Vanloo (1992) ได้พบว่า NAR ลดลงต่ำกว่า control เมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำ ซึ่งแสดงว่า เมื่อหม่อนขาดน้ำนานขึ้น การสังเคราะห์แสงของใบหม่อนแต่ละใบลดลง โดย

พันธุ์ ตาก ลดลงรวดเร็วมาก อาจเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำในใบ คือค่า RWC ลดลงมากกว่าพันธุ์อื่น เซลเกิดการสูญเสียน้ำมาก เซลแฟบ แห้งกรอบ ทำให้คลอโรฟิลล์ถูกทำลาย กระบวนการสังเคราะห์แสงหยุดชะงัก สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Erb และคณะ (1993) ใน blueberry 10 ชนิด ที่ปลูกในสภาพดิน 2 ชนิด และให้ขาดน้ำ 2 ระดับ พบว่า สภาวะที่ขาดน้ำ ค่า NAR ลดลง แต่ลดในอัตราต่ำมาก ไม่แตกต่างกับสภาวะที่ได้รับน้ำตามปกติ เช่นเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้ ที่ไม่พบความแตกต่างระหว่างระยะเวลาขาดน้ำ และพันธุ์ และ NAR ไม่มีสหสัมพันธ์กับค่าวิเคราะห์อื่นๆ ด้วย

ในสภาวะที่ขาดน้ำช่วง 12 วัน ค่า NAR ของพันธุ์คุณไพลดลงอย่างรวดเร็วและต่ำมากว่าทุกพันธุ์ อาจจะเนื่องมาจากในช่วงเวลา 8 วัน ค่า NAR ของพันธุ์คุณไพ ยังมีอยู่ในระดับสูงกว่าพันธุ์อื่น ใบยังมีประสิทธิภาพในการรับแสงได้ดีกว่า ในขณะที่พันธุ์อื่นๆ ใบเหี่ยวมากจนไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้เมื่อระยะเวลาขาดน้ำเพิ่มขึ้นอีก ประสิทธิภาพในการรับแสงของหม่อนทั้ง 4 พันธุ์ นั้นก็ยังคงที่เนื่องจากไม่มี NAR ที่จะลดลงได้อีก แต่พันธุ์คุณไพ ยังมีใบที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ ในช่วง 8 วัน เมื่อขาดน้ำถึงช่วง 12 วัน ค่า NAR จึงลดลงมากกว่าพันธุ์อื่น ซึ่งในช่วงเวลา 8 วัน อาจจะเป็นช่วงวิกฤตของการขาดน้ำในหม่อนที่ดำเนินการในห้องปฏิบัติการครั้งนี้ก็ได้ เมื่อพิจารณาจากค่า NAR ที่ลดลงในพันธุ์อื่นๆ ประกอบกัน

การใช้ค่า NAR เป็นเครื่องบ่งชี้ความทนทานต่อสภาพแล้งหรือการขาดน้ำในหม่อนทั้ง 5 พันธุ์นี้ ควรมีการพิจารณาผลการวิเคราะห์ด้านอื่นๆ ประกอบด้วย แต่จากการศึกษาครั้งนี้ ค่า NAR อาจจะยังไม่มีความเหมาะสมในการใช้เป็นเครื่องบ่งชี้เท่าที่ควร

4.1.6.12 ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว (harvest index, HI)

HI เป็นลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งผันแปรได้ตามสภาพแวดล้อม เป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการสะสมน้ำหนักแห้ง และการถ่ายเทสารอาหารจากน้ำหนักแห้งไปยังส่วนที่ให้ผลผลิต HI จึงเป็นสัดส่วนระหว่างผลผลิตในเชิง

เศรษฐศาสตร์ (economic yild) กับผลผลิตทางชีวภาพซึ่งผลผลิตในเชิงเศรษฐศาสตร์ของหม่อน คือใบหม่อน

ในสภาวะที่หม่อน 5 พันธุ์ ได้รับน้ำตามปกติ พันธุ์บุรีรัมย์-60 มี HI สูงที่สุด ทุกระยะเวลาที่วิเคราะห์ เนื่องมาจากเป็นพันธุ์ที่มีใบขนาดใหญ่ หนา มีการสะสมสารอาหารจากกระบวนการสังเคราะห์แสง หรือสะสมน้ำหนักแห้งได้มากกว่ารองลงมา คือ พันธุ์คุณไพ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีใบขนาดเล็ก เรียว ตั้งชัน กว่าพันธุ์บุรีรัมย์ 60 มาก และมีลักษณะทรงพุ่มพอเหมาะ ลักษณะดังกล่าว อาจจะมีความสัมพันธ์กับค่า HI ก็ได้ เฉลิมพล แซมเพชร (2535) ได้กล่าวถึงการพิจารณาลักษณะภายนอกว่าพืชใดมีลักษณะที่ให้ HI สูง ตัวอย่าง ในพันธุ์ข้าว IR8 หรือ พันธุ์ กข. ที่มีทรงพุ่มดี คือมีใบสั้นเล็ก เรียง ตั้งชัน ให้ค่า HI สูงกว่าพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งมีใบค่อนข้างกว้างใหญ่ และโค้งงอลง ไม่เอื้ออำนวยต่อการรับแสง และสังเคราะห์แสง ซึ่งกรณีนี้มีความแตกต่างกับ พันธุ์บุรีรัมย์ 60 ที่มีใบขนาดใหญ่ หนา และแผ่กว้าง ตรงกันข้ามกับ พันธุ์คุณไพ ในลักษณะความแตกต่างนี้ควรได้รับการพิจารณาศึกษาเปรียบเทียบ ในรายละเอียดของความแตกต่าง ระหว่างพันธุ์ที่มีลักษณะตรงกันข้ามนี้

ในสภาวะที่หม่อนขาดน้ำ พบว่าค่า HI ในหม่อนทั้ง 5 พันธุ์ ลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น โดยพันธุ์คุณไพ มีค่า HI สูงที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์ใหญ่-บุรีรัมย์ การลดลงของค่า HI ในพันธุ์คุณไพ ลดลงอย่างช้าๆ ซึ่งการที่ HI ลดลงนี้อาจเนื่องมาจากการขาดน้ำ มีผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง และกระบวนการลำเลียงอาหารไม่ดำเนินไปตามปกติ (เฉลิมพล แซมเพชร, 2535) จึงทำให้ค่า HI ลดลงจากสภาวะที่ได้รับน้ำตามปกติ

การใช้ค่า HI เพื่อเป็นเครื่องบ่งชี้การทนแล้งของหม่อนนั้นหากพิจารณาจากสหสัมพันธ์กับค่าอื่นๆ พบว่า มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า RWC, ปริมาณ chl a, chl b, chl a+b และมีสหสัมพันธ์เชิงลบ กับค่า WSD ในหม่อนทุกพันธุ์ ค่า HI มีสหสัมพันธ์กับค่า RWC และ WSD ยกเว้น พันธุ์คุณไพ ที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณ chl และสหสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณโพรลีน แตกต่างจากพันธุ์อื่นๆ ซึ่งจากการสังเกตลักษณะ

ภายนอก และจากค่าสังเกตลักษณะการเหี่ยวของใบหม่อน พันธุ์คุณไพ มีการเหี่ยวน้อยกว่าพันธุ์อื่นๆ แสดงว่ามีแนวโน้มในการทนทานต่อการขาดน้ำได้ดีกว่า มีสหสัมพันธ์กับค่าวิเคราะห์ทั้ง 6 ค่านี้ (ตารางที่ 45) และเป็นที่น่าสังเกตว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณ insoluble protein (ISP)

พันธุ์ใหญ่บุรีรัมย์ ที่มีค่าสังเกตการเหี่ยวของใบมากขึ้นรองลงมาจากพันธุ์ คุณไพ มีสหสัมพันธ์ ที่ใกล้เคียงกับพันธุ์คุณไพมากที่สุด ส่วนพันธุ์ ตากและบุรีรัมย์ 60 ที่มีค่าสังเกตการเหี่ยวของใบมากที่สุด และไม่ทนทานต่อการขาดน้ำ ค่า HI ไม่มีสหสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์ และยังมีสหสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณ ISP ด้วย

ความสัมพันธ์เหล่านี้ น่าที่จะได้พิจารณาเป็นเครื่องชี้บอกถึงความทนทานต่อความแห้งแล้งได้อย่างหนึ่ง นอกเหนือไปจาก ผลการวิเคราะห์อื่นๆ บางอย่างที่กล่าวมา ซึ่ง Blum (1989) ได้ศึกษาและกล่าวถึง วิธีการคัดเลือกพันธุ์พืชที่ต้านทานต่อความแห้งแล้งว่ามีปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณาร่วมกัน 3 ปัจจัย คือ เมื่อพืชนั้นอยู่ในสภาพแห้งแล้ง ควรมีอัตราการคายน้ำเป็นปกติ มีค่า water use efficiency (WUE) สูง และ HI สูงด้วย ดังนั้นการใช้ค่า HI เป็นเครื่องชี้บอกการทนแล้งของหม่อนเป็นสิ่งที่ควรพิจารณา

4.2 <u>การตอบสนองของหม่อนเมื่อให้ได้รับน้ำหลังจากอยู่ในสภาวะขาดน้ำ (rewatering)</u>

4.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณโพรลีนที่สะสมในใบหม่อน

หม่อนที่อยู่ในสภาวะขาดน้ำ 4 วัน (4d) แล้วทำ rewatering ต่อไปอีก 4 วัน (4/4 วัน) ปริมาณโพรลีนในหม่อนทุกพันธุ์ลดล ง จากสภาวะที่ขาดน้ำ 4 วัน โดยพันธุ์คุณไพ สามารถลดการสะสมโพรลีนได้รวดเร็วกว่าพันธุ์อื่นๆ ซึ่งแสดงว่า หม่อนพันธุ์นี้น่าจะมีกลไกที่รวดเร็วในการรักษาสภาพความเต่งของเซล และเนื้อเยื่อไว้ได้ดี เพราะการที่ปริมาณโพรลีนลดลงอย่างรวดเร็วหลังจาก rewatering นี้ เป็นข้อดี และเป็นความสามารถที่ดีสำหรับพันธุ์ที่ทนแล้ง (Choudhuri, 1991)

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ RWC

เมื่อทำการ rewatering กับหม่อนที่อยู่ในสภาวะขาดน้ำ 4 วัน โดยให้น้ำต่อไปอีก 4 วัน (4/4 วัน) และให้น้ำต่อไปอีก 8 วัน (4/8 วัน) ค่า RWC เพิ่มขึ้นในหม่อนทุกๆ พันธุ์ในช่วง 4/4 วัน พันธุ์บุรีรัมย์ 60 RWC เพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือพันธุ์ตาก เปอร์เซ็นต์ของค่า RWC ที่เพิ่มขึ้น สัมพันธ์กับปริมาณ RWC ที่ลดลง ในระยะก่อนทำ rewatering เนื่องจาก RWC ในพันธุ์ บุรีรัมย์ 60 มีต่ำที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์ตาก ส่วนพันธุ์คุณไพ มีปริมาณ RWC ก่อน rewatering ในระดับที่สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ อยู่แล้ว เมื่อทำ rewatering 4/4 วัน RWC ที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ก็จะมีค่าเท่ากับสภาวะที่หม่อนเคยได้รับน้ำตามปกติ และเมื่อเพิ่มระยะเวลาเป็น 4/8 วัน ค่า RWC ก็เพิ่มขึ้นอีกจนอยู่ในระดับใกล้เคียงกับสภาวะปกติมากที่สุด มีเปอร์เซ็นต์ที่ระดับ RWC จะกลับคืนสภาวะปกติ ระหว่าง 0.19-7.53% เท่านั้น สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Srinivasa และ Bhatt (1990) ที่ทำ rewatering กับ มะเขือยาวได้ 72 ชั่วโมง ค่า RWC จะเพิ่มขึ้นมาใกล้เคียงกับค่าเริ่มต้น และการทำ rewatering ในระยะสร้างผลผลิต ค่า RWC กลับคืนช้ากว่าการทำในระยะกำลังเจริญเติบโต ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการกับหม่อนที่อยู่ในระยะเจริญเติบโต ดังนั้นการทำ rewatering แล้วค่าRWC จึงกลับคืนใกล้สภาวะปกติได้อย่างรวดเร็ว และนอกจากนี้ พันธุ์คุณไพ อาจจะมีลักษณะทางชีวเคมีบางอย่างที่สามารถดึงดูดน้ำและเก็บกักน้ำไว้ในใบได้ดีกว่าพันธุ์อื่นๆ ก็ได้ (Choudhuri,1991)

การทำ rewatering ในระยะเวลา 8/4 วัน พบว่า RWC เพิ่มขึ้นได้ช้ากว่าการเริ่มทำ rewatering ที่ 4 วัน ทั้งนี้อาจมีสาเหตุจากระยะเวลาการขาดน้ำนานขึ้น มีผลให้การขยายตัวของเซล และต่อมาการแบ่งเซลลดลง พื้นที่ใบก็ลดลง เมื่อเซลเกิดการสูญเสียน้ำนานขึ้นเซลเกิดการแฟบ ปากใบก็ปิด (มนตรี เพชรทองคำ, 2534) การฟื้นตัวของพืชก็เกิดได้ช้าลง และเมื่อพิจารณาจากค่า RWC ในสภาวะปกติ เปรียบเทียบกับ RWC ที่เพิ่มขึ้นหลังจาก rewatering เห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ที่ค่า RWC จะกลับคืนสู่สภาวะปกติ ในพันธุ์บุรีรัมย์ 60 ยังอยู่ในระดับสูงมาก ถึง 56.29% ในขณะที่พันธุ์คุณไพเหลืออีกเพียง 6.16% ค่า RWC ก็ถึงระดับปกติ ทั้งนี้น่าจะมีสาเหตุสำคัญมาจากการที่ค่า RWC ในใบหม่อน พันธุ์บุรีรัมย์ 60 ในระยะเวลา 8 วัน ก่อน rewatering นั้น อยู่ใน

ระดับต่ำมากเพียง 23.89% ซึ่ง Chaves และ Pereira (1992) ได้พบว่าการทำ rewatering เมื่อค่า RWC ลดลงถึง 30% พืชไม่สามารถฟื้นตัวได้ ซึ่งอาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ปริมาณ RWC ในใบหม่อนพันธุ์บุรีรัมย์ 60 เพิ่มขึ้นช้ากว่าพันธุ์อื่นๆ

ในกรณีการทำ rewatering เพื่อหาความสามารถของพันธุ์หม่อนแต่ละพันธุ์ว่าสามารถฟื้นตัวกลับสู่สภาวะเดิม ได้มากน้อยเพียงใดนั้น ควรได้รับการพิจารณาประยุกต์ใช้ เนื่องจากได้พบความแตกต่างที่เด่นชัดระหว่างพันธุ์ที่ไม่ทนต่อสภาพแห้งแล้ง คือ บุรีรัมย์ 60 กับพันธุ์ที่ทดสอบ ซึ่งคาดว่ามีความทนแล้งดีกว่า คือ พันธุ์คุณไพ

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ ISP

หม่อนพันธุ์คุณไพ ลดปริมาณการสะสม ISP ลงมากกว่าพันธุ์อื่น ที่ระยะเวลา 4/4 วัน และ 4/8 วัน พันธุ์คุณไพ สามารถฟื้นตัวได้เร็วกว่าแตกต่างจากอีก 4 พันธุ์ ซึ่งแสดงว่า เป็นความสามารถเฉพาะพันธุ์พืชนั้นๆ ที่แสดงออกมาเด่นกว่าพันธุ์อื่นๆ ส่วนการทำ rewatering ที่เวลา 8/4 วัน ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน แต่พันธุ์ใหญ่บุรีรัมย์ มีอัตราการลดลงสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ เนื่องจากในระยะที่ขาดน้ำ 8 วัน มี ISP สะสมไว้มากกว่าพันธุ์อื่น เมื่อทำ rewatering แล้ว แม้ว่าระดับของ ISP ที่ 8/4 วัน เพิ่มขึ้นมาจะใกล้เคียงกับ คุณไพ แต่เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แล้ว อัตราการฟื้นตัวจแตกต่างกัน

การนำค่าวิเคราะห์ การฟื้นตัวของ ISP มาใช้เพื่อบอกชี้ความทนทานต่อความแห้งแล้ง หรือการขาดน้ำ น่าจะได้มีการพิจารณา เนื่องจากพบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ ที่ทำการวิเคราะห์ ในทุกระยะการ rewatering

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ WSD

เมื่อทำ rewatering กับหม่อนที่อยู่ในสภาวะขาดน้ำ 4 วัน ที่เวลา 4/4 และ 4/8 วัน ค่า WSD ในทุกๆ พันธุ์ลดลง แต่พันธุ์คุณไพลดลงมาอยู่ในระดับต่ำกว่าพันธุ์อื่น และอยู่ในระดับเดียวกับสภาวะปกติ แสดงให้เห็นความสามารถในการปรับกลไกฟื้นตัวสู่สภาวะปกติได้ในเวลารวดเร็วของหม่อนพันธุ์นี้

ดังนั้น การที่จะใช้ค่า WSD ร่วมในการตัดสินเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์หม่อนที่ทนทานต่อการขาดน้ำ หรือสภาพแล้ง ควรพิจารณาเนื่องจากเป็นวิธีการที่ทำง่าย สะดวก ให้ผลค่อนข้างแม่นยำ และประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่า

4.2.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ chl a, chl b และ chl a+b

ปริมาณ chl ทั้ง 3 ชนิดที่วิเคราะห์ หลัง rewatering ได้ 4/4, 4/8 และ 8/4 วัน ให้ผลเช่นเดียวกัน คือ พันธุ์คุณไพ มีความสามารถในการสร้างคลอโรฟิลล์ให้กลับคืนสู่สภาวะเดิมได้ดีกว่าทุกๆ พันธุ์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเริ่มต้น ในตารางที่ 14, 17 และ 19 เห็นได้ว่า ปริมาณ chl a, chl b และ chl a+b ในพันธุ์คุณไพ ฟื้นตัวสู่สภาพเดิมได้อย่างสมบูรณ์กว่าพันธุ์อื่น รองลงมาคือหม่อนน้อย ที่มีค่าใกล้เคียงกับค่าเริ่มต้นมากกว่าอีก 3 พันธุ์ ดังนั้น การนำวิธีการวิเคราะห์คลอโรฟิลล์ มาใช้เป็นองค์ประกอบในการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์หม่อนที่ทนแล้งจึงมีความเหมาะสม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย