

## วิจารณ์ผลการทดลอง

### 1. การใช้วิธีการต่าง ๆ ตามลักษณะที่ศึกษาเพื่อทดสอบความทนแล้งของถั่วลิสง

#### 1.1 การคัดเลือกพันธุ์ทนแล้งจากการประเมินสายพันธุ์ โดยการให้น้ำน้อยลงอย่างต่อเนื่อง

การประเมินสายพันธุ์เพื่อคัดเลือกพันธุ์ทนแล้งของพืช โดยการให้น้ำน้อยลงอย่างต่อเนื่อง (Line source sprinkler) เป็นวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจเพื่อใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ทนแล้งของถั่วลิสง โดยพิจารณาเปรียบเทียบพันธุ์/สายพันธุ์ จากการให้ผลผลิตในสภาพแห้งแล้ง และดัชนีทนแล้ง (DI) ของถั่วลิสง

ผลผลิตในสภาพแห้งแล้ง คือ ผลผลิตจากแปลงให้น้ำน้อยลงอย่างต่อเนื่องที่ได้รับน้ำปริมาณน้อย ( $W_3$ ) พันธุ์ที่สามารถให้ผลผลิตทางเศรษฐกิจได้ดีเมื่อประสบภาวะแห้งแล้ง ถือว่าเป็นพันธุ์ทนแล้ง ส่วนพันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำ หรือไม่ให้ผลผลิตเลยคือพันธุ์ที่อ่อนแอต่อความแห้งแล้ง ผลผลิตในสภาพแห้งแล้ง คือ ค่าที่แท้จริงในการแสดงออกของพืชว่ามีความสามารถในการทนแล้งมากน้อยเพียงใด

ดัชนีทนแล้ง (Drought Index ; DI) คือ สัดส่วนของผลผลิตในสภาพแห้งแล้งต่อผลผลิตในสภาพที่ได้รับน้ำปริมาณมาก เป็นค่าที่จะแสดงให้เห็นว่า เมื่อพืชกระทบแล้งผลผลิตจะมีสัดส่วนลดลงจากปกติ เพียงใด พันธุ์ที่มีค่า DI สูง หรือมีสัดส่วนการลดลงของผลผลิตน้อย ถือว่าเป็นพันธุ์ที่มีความทนแล้ง เมื่อนำค่า DI ไปหาความสัมพันธ์กับผลผลิตในสภาพแห้งแล้ง พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ( $r=0.786^{**}$ ) แสดงว่า ดัชนีทนแล้งเป็นลักษณะที่สามารถใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ทนแล้งของถั่วลิสงได้ เช่นเดียวกับผลการทดลองของอาวุธ และคณะ (2530) ที่สามารถใช้ดัชนีทนแล้งในการคัดเลือกพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ผลดี

ดัชนีทนแล้ง (DI) ของถั่วลิสง จากการทดลองในครั้งนี้จากถั่วลิสง 25 พันธุ์/สายพันธุ์ พันธุ์ที่มีค่าดัชนีทนแล้งสูงสุด มีผลผลิตฝักแห้งในสภาพแห้งแล้งอยู่ในอันดับที่ 6 ในขณะที่ผลผลิตในสภาพที่ได้รับน้ำมากอยู่ในอันดับที่ 24 ส่วนพันธุ์ที่มีค่าดัชนีทนแล้งรองมามีผลผลิตในสภาพที่ได้รับน้ำน้อยเป็นอันดับที่ 1 ผลผลิตในสภาพที่ได้รับน้ำมากอยู่ในอันดับที่ 3

จะเห็นได้ว่า พันธุ์ที่มีค่า DI สูงสุด เป็นพันธุ์ที่มีผลผลิตต่ำในสภาพที่ได้รับน้ำปกติ และไม่ใช่พันธุ์ที่มีความดีเด่นในการให้ผลผลิตในสภาพแห้งแล้ง แต่มีสัดส่วนการลดลงของผลผลิตน้อยเมื่อกระทบแล้ง ดังนั้นในการที่จะคัดเลือกพันธุ์ทนแล้งโดยพิจารณาจากค่า DI เพียงอย่างเดียวจึงไม่น่าจะถูกต้องควรพิจารณาควบคู่ไปกับผลผลิตทั้งในสภาพปกติและในสภาพแห้งแล้ง

อย่างไรก็ตาม การใช้ดัชนีทนแล้ง (DI) ในการคัดเลือกพันธุ์ ก็ไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุดที่นักปรับปรุงพันธุ์พืชต้องการ เพราะต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายมาก ในการปลูกดูแลรักษาจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต ไม่เหมาะที่จะนำไปใช้กับการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีอยู่จำนวนมากในระยะแรกของการปรับปรุงพันธุ์

## 1.2 การวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll content) ในใบ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบถั่วลิสง มีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์/สายพันธุ์ ที่นำมาทำการทดสอบ และยังมีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่างกัน เมื่อได้รับน้ำปริมาณต่างกัน ถั่วลิสงที่ได้รับน้ำปริมาณมาก ( $W_1$ ) มีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำกว่าถั่วลิสงที่ได้รับน้ำน้อย ( $W_3$ ) ซึ่งเป็นผลที่แตกต่างจากรายงานที่เกิดขึ้นกับพืชอื่นอีกหลายชนิด เช่น อภิพรหม (2529) กล่าวว่า เมื่อพืชประสบปัญหาการขาดน้ำ การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์จะถูกยับยั้ง นริศ และพิทยา (2535) รายงานว่า กาแฟที่ขาดน้ำและประสบภาวะอุณหภูมิของอากาศสูงกว่า  $25^{\circ}\text{C}$  จะทำให้ใบสูญเสียคลอโรฟิลล์ Sudhakar และคณะ (1989) พบว่า ข้าวที่ประสบภาวะแห้งแล้งจะมีความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ลดลง ส่วนพันธุ์ที่มีค่าความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ได้สูงในสภาวะที่ขาดน้ำจะเป็นพันธุ์ที่มีความทนทานต่อความแห้งแล้ง เช่น ข้าวพันธุ์ CR 143-2-2 นอกจากนี้ยังมีผลจากการทดลองหลายเรื่องที่ยืนยันว่า ความคงทนของคลอโรฟิลล์ มีสหสัมพันธ์สูงกับความทนแล้งของพืชที่ปลูกในแปลงที่ขาดน้ำ (Johnson, 1980, Kilen and Andrew, 1969, Richard, 1978)

แต่การทดลองของ Ashraf และ Karim (1991) พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบถั่วเขียวฝัดดำ (blackgram) จะลดลงเมื่อมีการขาดน้ำครั้งแรกครั้งเดียว ถ้ามีวงรอบของการขาดน้ำมากขึ้นเป็น 3 รอบ และ 6 รอบ ปริมาณคลอโรฟิลล์กลับเพิ่มขึ้น ส่วนมากพันธุ์ที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูง มักจะมีน้ำหนักแห้ง (biomass) สูงด้วย แต่มีถั่วเขียวฝัดดำบางพันธุ์ที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงแต่น้ำหนักแห้งต่ำ ซึ่ง Ashraf และ Karim (1991) อธิบายว่าอาจเป็นเพราะความแปรปรวนของเอ็นไซม์บางตัวที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์สารสีเขียว

ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบถั่วลิสง แม้จะมีความแตกต่างระหว่างพันธุ์/สายพันธุ์ และตอบสนองต่อปริมาณการให้น้ำต่างกันแต่เมื่อนำไปหาความสัมพันธ์กับน้ำหนักฝักแห้งที่ปลูกในสภาพแห้งแล้ง ( $W_3$ ) ซึ่งกำหนดให้เป็นค่ามาตรฐานในการทนแล้งของถั่วลิสง ปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่มีความสัมพันธ์กับดัชนีทนแล้ง (DI) ลักษณะความเข้มของคลอโรฟิลล์จึงไม่สามารถนำไปใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ทนแล้งของถั่วลิสงได้โดยตรงแต่อาจใช้แทนค่า DI ได้

### 1.3 การให้คะแนนความเหี่ยวของใบด้วยสายตา (Visual scoring)

ค่าวิเคราะห์คะแนนความเหี่ยวของใบถั่วลิสงที่ประเมินจากการตรวจด้วยสายตาปรากฏว่าการให้คะแนนทั้งสองครั้ง คือ เมื่อถั่วลิสงอายุ 30 วัน และ 73 วัน คะแนนความเหี่ยวมีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์/สายพันธุ์ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ระหว่างระดับการให้น้ำ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในการให้คะแนนครั้งที่ 1 ส่วนการให้คะแนนครั้งที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการให้น้ำ 3 ระดับ อาจเป็นเพราะว่าการให้คะแนนครั้งที่ 2 เมื่อถั่วลิสงอายุ 73 วันนั้น ถั่วลิสงแสดงอาการเหี่ยวมากกว่าการให้คะแนนครั้งแรก รวมทั้งถั่วลิสงที่ได้รับปริมาณน้ำมาก ( $W_1$ ) ก็แสดงอาการเหี่ยวเช่นกันในช่วงก่อนถึงรอบการให้น้ำ จึงทำให้ลำบากต่อการแยกแยะระดับความเหี่ยว สำหรับพืชที่เคยมีรายงานว่า การให้คะแนนความเหี่ยวหรือการแสดงออกของใบเมื่อกระทบแล้ง เป็นวิธีการคัดเลือกพันธุ์ทนแล้งที่ดีนั้น มักจะเป็นพืชตระกูลหญ้า เช่น ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าว และมิลเลท (Blum, 1988) สำหรับการให้คะแนนความเหี่ยวของข้าวนั้น O'Toole (1982) กำหนดช่วงคะแนน 0-5 0 คือใบที่ไม่แสดงอาการผิดปกติ ไม่มีวงงอ คะแนน 5 คือ ใบที่ม้วนงอมากที่สุด นอกจากนี้ Ingram และ คณะ (1990) ก็คัดเลือกข้าวพันธุ์ทนแล้ง โดยวิธีการให้คะแนนได้ผลดีเช่นกัน โดยกำหนดค่ามาตรฐานการให้คะแนนไว้ 9 ระดับ พิจารณาการให้คะแนนจากอาการม้วนงอและจุดแห้งไหม้บนแผ่นใบ ผลการให้คะแนนมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับผลผลิตเมล็ดของข้าวในสภาพกระทบแล้ง จึงแนะนำให้มีการใช้วิธีให้คะแนนใบเป็นวิธีหนึ่งสำหรับการคัดเลือกข้าวพันธุ์ทนแล้ง

การให้คะแนนความเหี่ยวของถั่วลิสง ไม่มีสหสัมพันธ์กับผลผลิตในสภาพแห้งแล้ง (ระดับน้ำ  $W_3$ ) แต่ไปมีความสัมพันธ์ในทางลบกับ DI, RWC และปริมาณคลอโรฟิลล์ มีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับ ดัชนีความงอกของเมล็ดเมื่อกระทบแล้ง (GSI) ดังนั้นวิธีการให้

คะแนนความเหี่ยวของใบ จึงเป็นวิธีที่น่าสนใจอยู่บ้าง สำหรับที่จะใช้ประกอบการคัดเลือกพันธุ์ทนแล้งของถั่วลิสง เพราะอย่างน้อยก็มีสหสัมพันธ์กับดัชนีทนแล้งและปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ ซึ่งบ่งบอกถึงศักยภาพในการให้ผลผลิตเมื่อพืชกระทบแล้ง และชี้ให้เห็นสถานะของน้ำในพืช แต่จะต้องกำหนดมาตรฐานการให้คะแนนที่แน่นอนเสียก่อน จึงจะเป็นหลักพิจารณาได้ถูกต้องยิ่งขึ้น และสามารถเปรียบเทียบกับ การทดลองครั้งอื่น ๆ ได้

#### 1.4 การวัดปริมาณน้ำสัมพัทธ์ (Relative water content ; RWC) ในใบ

ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบถั่วลิสง ที่ทำการตรวจสอบ 2 ครั้ง ปรากฏว่าการทดลองครั้งแรกเมื่อถั่วลิสงอายุ 45 วัน RWC ไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งระหว่างพันธุ์/สายพันธุ์และระหว่างการให้น้ำปริมาณต่างกัน แต่การทดลองครั้งที่ 2 เมื่อถั่วลิสงอายุ 73 วัน พบว่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบมีความแตกต่างระหว่างพันธุ์/สายพันธุ์ แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างระดับการให้น้ำ ถั่วลิสงแต่ละพันธุ์/สายพันธุ์ ตอบสนองต่อระดับการให้น้ำไม่เท่ากัน มีปฏิกริยาสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างพันธุ์/สายพันธุ์กับระดับปริมาณการให้น้ำ

โดยทั่วไปแล้วพืชที่เกิดความเครียดเนื่องจากการขาดน้ำจะมี RWC ลดลงจากปกติ ศักย์ของน้ำในพืชมีค่าต่ำกว่าศูนย์ (อภิพรธ และคณะ, 2529) พืชที่สามารถรักษาระดับ water potential ไว้ได้สูงในสภาวะที่ดินขาดน้ำ จัดว่าเป็นพันธุ์ที่ทนแล้ง (Sharmar and Kumar, 1989) ความสัมพันธ์ระหว่างศักย์ของน้ำในใบ (LWP) กับ RWC ในใบของถั่วลิสงที่ปลูกในสภาพไร้มมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ดังจะเห็นได้จากรายงานของ Ketrting (1986) ที่ผลการวิเคราะห์รีเกรสชันแสดงว่า มีความสัมพันธ์แบบ cubic polynomial ค่า water potential ทำให้เห็นความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์เมื่อ RWC มีค่าตั้งแต่ 80 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป ถ้า RWC มีค่า 75 เปอร์เซ็นต์ หรือต่ำกว่าจะไม่เห็นความแตกต่างระหว่างพันธุ์

ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบถั่วลิสง จากการตรวจสอบครั้งแรก เมื่ออายุ 45 วัน มีค่าตั้งแต่ 52.74 - 76.84 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์ไม่เห็นความแตกต่างระหว่างพันธุ์และระหว่างการให้น้ำ อาจเป็นเพราะพืชมีอาการเครียดจากการขาดน้ำเหมือนกันหมด ส่วนการทดลองครั้งที่สองเมื่อถั่วลิสงอายุ 73 วัน นั้น RWC มีช่วงห่างมากขึ้น คือ ระหว่าง 47.49 - 82.44 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เห็นความแตกต่างระหว่างพันธุ์ แต่ไม่แตกต่างระหว่างการให้น้ำ

เมื่อนำค่า RWC ไปหาความสัมพันธ์กับผลผลิตที่ปลูกในสภาพแห้งแล้ง ( $W_3$ ) พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันแต่อย่างใด แต่ไปมีความสัมพันธ์ในทางลบกับคะแนนความเหี่ยวของใบ

และดัชนีการงอกของเมล็ดในสภาพเครียดจากการขาดน้ำซึ่งไม่สามารถใช้ประโยชน์ในการวัดความทนแล้งของพืชได้ เพราะความหมายของการทนแล้งในที่นี้ คือ ต้องให้ผลผลิตที่มีค่าทางเศรษฐกิจได้ เมื่อปลูกในสภาพแห้งแล้ง

### 1.5 การทดสอบความคงทนของเยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane stability ; CMS)

การทดสอบความคงทนของเยื่อหุ้มเซลล์ด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อหาความสัมพันธ์กับการทนแล้งนั้นเป็นความพยายามเพื่อหาวิธีการคัดเลือกพันธุ์ทนแล้งจากพืชที่ปลูกในสภาพปกติ โดยไม่ต้องทำลายต้นพืช เพียงแต่เก็บใบยอดใบใหม่ที่คลี่ขยายเต็มที่ มาทำการตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ วิธีการนี้มุ่งหวังว่าถ้าพบความแตกต่างระหว่างพันธุ์/สายพันธุ์ และมีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตในสภาพแห้งแล้ง ก็จะเป็นวิธีการที่ประหยัดเวลา ทรัพยากรและแรงงานในการคัดเลือกสายพันธุ์จำนวนมากที่มีอยู่ในโครงการปรับปรุงพันธุ์พืช มีผู้ทำการทดสอบความคงทนของเยื่อหุ้มเซลล์ในสารละลาย Polyethylene glycol กับพืชหลายชนิด เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี *Dactylis glomerata* และถั่วเหลือง พบว่ามีประสิทธิภาพพอสมควรในการหาความแตกต่างทางพันธุกรรมของพืชต่อการทนแล้งและทนร้อน (Premachandra *et al.*, 1990) Laohasiriwong (1982) ทำการทดสอบในถั่วเหลือง พบว่าเปอร์เซ็นต์การถูกทำลายของเยื่อหุ้มเซลล์ มีความสัมพันธ์กับการลดลงของผลผลิต (relative reduction) ( $r=0.8028$ ) จึงแนะนำว่าอาจใช้เป็นวิธีการคัดเลือกพันธุ์ทนแล้งของถั่วเหลืองในช่วงแรก ๆ ได้ และต่อมา Laohasiriwong และ คณะ (1988) ได้ทำการทดสอบวิธีการเดิมกับถั่วเหลืองอีก พบว่า CMS มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์/สายพันธุ์ถั่วเหลือง แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับ Index of susceptibility ซึ่งเป็นดัชนีในการวัดความทนแล้งของพืช

การทดสอบความคงทนของเยื่อหุ้มเซลล์ด้วยวิธีต่าง ๆ จากการทดลองนี้ไม่เห็นความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ ซึ่งอาจเกิดจากการที่ใช้ระดับความเครียดน้อยเกินไป คือ ที่ระดับ  $-1.8$  MPa เยื่อหุ้มเซลล์ของถั่วเหลืองจึงถูกทำลายน้อย สังเกตจากค่าที่เซลล์ไม่ถูกทำลายสูง ตั้งแต่ 82.41 - 92.32 เปอร์เซ็นต์ การกำหนดความเครียดที่ระดับ osmotic stress  $-1.8$  MPa ซึ่งเป็นระดับที่ใช้ทดสอบกับถั่วเหลือง อาจไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับถั่วลิสง เพราะถั่วลิสงมีความสามารถปรับตัวให้มีความทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดีกว่าถั่วเหลือง (Pandy *et al.*, 1984a) และจากการรายงานของ Sivakumar และ Sarma (1986) กล่าวว่า ถั่วลิสงที่กระทบแล้ง สามารถลด leaf water potential ได้ถึง  $-3$  ถึง  $-4.5$  MPa ในขณะที่พืชได้รับน้ำปกติจะมี leaf water

potential -1.2 หรือ -1.3 MPa ดังนั้นการทดสอบความคงทนของเยื่อหุ้มเซลล์ด้วยวิธีนี้จะน่าจะทำให้ระดับความเครียดที่ติดลบมากกว่า -1.8 MPa หรือประมาณ -3 ถึง -5 MPa จึงจะเห็นความแตกต่างของสายพันธุ์

## 1.6 การทดสอบดัชนีความงอกของเมล็ดในสภาพเครียดจากการขาดน้ำ

### (Germination stress index ; GSI)

ดัชนีความงอกของเมล็ดในสภาพเครียดจากการขาดน้ำที่ใช้ในการทดลองนี้ ใช้วิธีการเดียวกับการทดลองในถั่วเหลืองปรากฏว่าวิธีการที่ใช้กับถั่วเหลือง สามารถใช้ได้กับถั่วลิสง ใช้เวลาในการตรวจสอบความสมบูรณ์ แข็งแรงของการงอก 8 วัน ซึ่งก็ทำให้เห็นความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์อย่างชัดเจน และยังทำให้เห็นความแตกต่างของการงอก เมื่อพืชประสบความเครียดเนื่องจากการขาดน้ำที่ระดับต่างกันด้วย

ค่า GSI ที่ทำการทดสอบที่ระดับ osmotic stress -0.3 MPa และ -0.5 MPa ปรากฏผลในทำนองเดียวกัน คือ ทำให้เห็นความแตกต่างระหว่างพันธุ์หรือสายพันธุ์ได้ดี แต่ GSI ที่ระดับ -0.5 MPa มีค่าต่ำกว่าที่ระดับ -0.3 MPa หมายความว่าเมื่อกระทบกับความแห้งแล้งมากขึ้น ความงอกของเมล็ดจะน้อยลง ทำนองเดียวกับผลการทดลองของ Kpoghomou และคณะ (1990) ที่ GSI ของเมล็ดถั่วเหลืองที่ระดับ osmotic stress -0.5 MPa ต่ำกว่าที่ระดับ -0.3 MPa จากรายงานของ Kpoghomou และคณะ (1990) พบว่า ถั่วเหลืองพันธุ์ที่มี GSI สูง มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่ปรากฏเมื่อปลูกในไร่สภาพแห้งแล้ง คือ มักจะมีต้นสูงและสะสมน้ำหนักแห้งได้ดี

แต่จากการหาความสัมพันธ์ของ GSI กับผลผลิตถั่วลิสงที่ปลูกในสภาพแห้งแล้ง ( $W_3$ ) ในการทดลองนี้ ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทั้งสอง เช่นเดียวกับที่ Bouslama และ Schapaugh (1984) รายงานว่า ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง GSI กับการทนแล้งของถั่วเหลืองเมื่อทดสอบ GSI ที่ระดับ -0.6 MPa แต่การทดลองนี้ GSI มีสหสัมพันธ์กับ RWC และคะแนนความเขียวของใบ จึงสรุปว่า การทดสอบความงอกของเมล็ดในสภาพที่มีความเครียดเนื่องจากการขาดน้ำในรูปของค่า GSI ไม่สามารถนำไปใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ทนแล้งของถั่วลิสงได้

## 2. การตอบสนองของสายพันธุ์ถั่วลิสงต่อการขาดน้ำ

การทดลองเพื่อคัดเลือกพันธุ์ทนแล้งของถั่วลิสงจากการประเมินสายพันธุ์โดยการให้น้ำน้อยลงอย่างต่อเนื่องในสภาพไร่ เลือกปลูกในฤดูแล้งเพื่อให้สามารถกำหนดปริมาณการให้น้ำได้ตามที่ต้องการ โดยเฉพาะการให้น้ำระบบ Line source sprinkler ที่มุ่งศึกษาถึงผลของการให้น้ำปริมาณต่างกัน ที่มีต่อความสามารถในการให้ผลผลิตของถั่วลิสงต่างพันธุ์/สายพันธุ์ โดยเฉพาะเมื่อได้รับน้ำปริมาณน้อยหรือกระทบแล้ง

### 2.1 ผลผลิตฝักแห้งและเมล็ดแห้ง (Pod Yield and Seed Yield)

ผลผลิตฝักแห้งและเมล็ดแห้งของถั่วลิสงมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด พันธุ์ที่มีน้ำหนักฝักแห้งสูงก็จะมีน้ำหนักเมล็ดแห้งสูงเช่นกัน ถั่วลิสงต่างพันธุ์/สายพันธุ์ มีความสามารถในการให้ผลผลิตไม่เท่ากัน และให้ผลผลิตต่ำลงตามระดับปริมาณน้ำที่ได้รับน้อยลง น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของถั่วลิสง (เฉลิมพล, 2536) การลดลงของผลผลิตในถั่วลิสงแต่ละพันธุ์/สายพันธุ์ จะมีอัตราไม่เท่ากัน กล่าวคือ มีปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์/สายพันธุ์ กับระดับการให้น้ำ พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง 2 ลำดับแรก ในสภาพขาดน้ำเป็นสายพันธุ์ที่เป็นลูกผสมของพันธุ์ Chico ซึ่งเป็นพันธุ์อายุสั้น การที่พืชมีอายุการเจริญเติบโตสั้น แก่เร็วในสภาวะที่ได้รับน้ำน้อย หรือเมื่อกระทบแล้ง นับเป็นกลไกในการทนแล้งอย่างหนึ่งของพืช จัดอยู่ในการทนแล้งประเภท drought escape (Kramer, 1980) ส่วนพันธุ์ที่ให้ผลผลิตในลำดับที่ 3 และ 4 ในระดับที่ได้รับน้ำน้อย ( $W_3$ ) และเฉลี่ยจากทุกระดับการให้น้ำเป็นพันธุ์ที่อายุปานกลาง และอายุยาว (เก็บเกี่ยว 106 และ 120 วัน) ได้แก่ พันธุ์ Chiba No.1 และ ICGS 38 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ที่ให้ผลผลิตในลำดับที่ 1 และ 2 การทนแล้งของถั่วลิสงพันธุ์อายุปานกลางและยาว อาจเป็นเพราะสามารถรักษาระดับ water potential ได้ดี ทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสง และการเคลื่อนย้ายอาหารไม่ถูกรบกวน

ผลผลิตโดยทั่วไปของการทดลองนี้ค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองอื่น ๆ กล่าวคือ ผลผลิตของถั่วลิสง พันธุ์ตรวจสอบ (Check) เช่น ไทนาน 9 ขอนแก่น 60-1 และ ขอนแก่น 60-2 ในสภาพที่ได้รับน้ำมาก ( $W_1$ ), เป็น 115.13, 97.81 และ 73.42 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่ผลผลิตตามค่าเฉลี่ยจากการรับรองพันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร เป็น 260, 273 และ 247 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2537) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการให้น้ำ

ทุก 14 วัน ปริมาณและการกระจายของน้ำไม่เหมาะสมกับความต้องการของพืช ประกอบกับผิวหน้าดินมีลักษณะแน่นแข็ง ความชื้นบริเวณผิวดินในช่วงก่อนถึงรอบการให้น้ำต่ำ ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการแทงเข็มของถั่วลิสง จึงอาจเป็นสาเหตุให้ผลผลิตต่ำ และสาเหตุหนึ่งอาจมาจากการระบาดของโรคไวรัสใบด่างและต้นแห้ง ซึ่งสังเกตเห็นหลังจากถั่วลิสงออกดอกแล้ว

## 2.2 น้ำหนักแห้งรวม (Total dry matter)

น้ำหนักแห้งรวมของถั่วลิสงที่ปลูกโดยการให้น้ำระบบ Line source sprinkler มีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์/สายพันธุ์ และแตกต่างกันเมื่อได้รับน้ำต่างระดับ น้ำหนักแห้งรวมของถั่วลิสงจะลดลงเมื่อได้รับน้ำปริมาณน้อยลง ซึ่งตรงกับผลการทดลองของ Vorasoot และคณะ (1989) ที่ทำการศึกษาความทนแล้งของพืชไร่บางชนิด โดยประเมินความทนแล้งจากการให้น้ำระบบ Line source sprinkler และจากหลายรายงานที่รวบรวมโดย Sivakumar และ Sarma (1986) ที่รายงานว่าน้ำหนักแห้งรวมจะลดลงเนื่องจากการขาดน้ำ ถ้าถั่วลิสงขาดน้ำในระยะแรกของการเจริญเติบโต การลดลงของน้ำหนักแห้งจะน้อยกว่าการขาดน้ำในระยะการออกดอกและสร้างฝัก ส่วนการขาดน้ำอย่างต่อเนื่อง น้ำหนักแห้งรวมจะไม่เพิ่มขึ้นอีกเลยหลังจากอายุ 60 วัน ไปแล้ว

น้ำหนักแห้งของพืชโดยทั่วไปใช้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงระดับการเจริญเติบโตของพืช และสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงระดับการให้ผลผลิตของพืชนั้น เพราะมักจะพบเสมอว่า ผลผลิตจะมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับน้ำหนักแห้งอยู่ระดับหนึ่ง (เนลิมพล, 2536) Fischer และ Wood (1979) รายงานว่า น้ำหนักแห้งรวมของข้าวสาลีมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับผลผลิตในสภาพที่ได้รับน้ำเต็มที่และยังใช้ทำนายผลผลิตในสภาวะแห้งแล้งได้ดี แต่สำหรับถั่วลิสงที่ประสบสภาวะการขาดน้ำ น้ำหนักแห้งรวมไม่สามารถใช้เป็นตัวชี้วัด (indicator) ในการบ่งบอกถึงระดับการให้ผลผลิตเพราะจากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งรวมกับผลผลิตถั่วลิสงที่ได้รับน้ำปริมาณน้อย ( $W_3$ ) พบว่ามีสหสัมพันธ์ในทางลบที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ ( $r = -0.590^{**}$ ) หมายความว่า น้ำหนักแห้งรวมสูงแต่ผลผลิตต่ำ ผลการทดลองของ Vorasoot และคณะ (1989) ก็พบว่าน้ำหนักแห้งรวมไม่สัมพันธ์ใกล้ชิดกับผลผลิตฝักแห้ง และจากการรวบรวมข้อมูลของ Sivakumar และ Sarma (1986) พบว่า ถั่วลิสงที่กระทบแล้ง ระยะสั้น ๆ ในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ จะสามารถแบ่งส่วนอาหาร (partitioning) เข้าสู่ฝัก ได้ดีกว่าการขาดน้ำในระยะออกดอกและสร้างฝัก จากการรายงานของโครงการถั่ว (Legumes

Program) ICRISAT (1993) กล่าวว่าถั่วลิสงที่มี specific leaf area ต่ำ (ใบหนา) จะมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำ (WUE) เพื่อสร้างน้ำหนักแห้งสูง แต่มีความสามารถในการแบ่งส่วนอาหารเข้าสู่ฝักน้อย พืชที่ประสบภาวะการขาดน้ำจะมี specific leaf weight มากขึ้น (Pandy *et al.*, 1984b) มีขนาดใบเล็กลงแต่ความหนาของใบเพิ่มขึ้น ศักย์ของน้ำในใบ (leaf water potential) ต่ำลง และ RWC ลดลง (Singh *et al.*, 1990) ดังนั้น ถั่วลิสงที่ได้รับน้ำน้อย นอกจากจะสะสมน้ำหนักแห้งได้น้อยกว่าในสภาพปกติแล้วยังแบ่งส่วนอาหารเข้าสู่ฝักได้น้อยอีกด้วย

ถั่วลิสงต่างประเภทและต่างสายพันธุ์ จะมีความสามารถในการแบ่งส่วนอาหารเข้าสู่ฝักได้ต่างกัน ดังจะเห็นได้จากการรายงานของ Legumes Program ICRISAT (1993) ที่ถั่วลิสงพวก virginia ซึ่งเป็นถั่วลิสงกลุ่มที่มีใบหนา จะมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำเพื่อสร้างน้ำหนักแห้งสูง แต่การแบ่งส่วนอาหารเข้าสู่ฝักน้อยกว่าพวก spanish และ valencia ซึ่งเป็นกลุ่มพันธุ์ที่มีใบบางกว่าจึงอาจเป็นเหตุผลสำหรับอธิบายว่า ทำไมพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งรวมสูง จากการทดลองครั้งนี้ จึงไม่ใช่พันธุ์ที่มีผลผลิตฝักแห้งสูง เช่น สายพันธุ์ (Tainan 9 x RCM 387)-3-8-14 มีน้ำหนักแห้งรวมเฉลี่ยทุกระดับการให้น้ำ 748.78 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ให้ผลผลิตฝักแห้งเฉลี่ยเพียง 58.80 กิโลกรัมต่อไร่ เท่านั้น ในขณะที่พันธุ์ที่ให้ผลผลิตฝักแห้งสูงถึง 110.84 กิโลกรัมต่อไร่ คือ สายพันธุ์ (Lampang x Chico)-5-2-6 นั้น มีน้ำหนักแห้งรวม เฉลี่ยจากทุกระดับการให้น้ำเพียง 481.34 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้น น้ำหนักแห้งรวมของถั่วลิสงจึงไม่ใช่ลักษณะที่ดีที่จะทำนายผลผลิตฝักแห้งในสถานะแห้งแล้ง

## 2.3 การเจริญเติบโตด้านความสูง

ความสูงของต้นถั่วลิสงที่ทำการวัดเมื่ออายุ 30 วัน เป็นช่วงที่พืชยังไม่ได้รับผลกระทบจากภาวะการขาดน้ำมากนัก เพราะมีฝนตกในระยะ 2 สัปดาห์แรกของการปลูก และมีการให้น้ำอีก 1 ครั้ง ความสูงที่แตกต่างกันระหว่างพันธุ์/สายพันธุ์ จึงเป็นเพียงลักษณะประจำพันธุ์เท่านั้น ไม่มี ความแตกต่างของความสูงระหว่างการให้น้ำต่างระดับ แต่ผลการวัดความสูงเมื่อถั่วลิสงอายุ 60 วัน และ 90 วัน จะเห็นความแตกต่างระหว่างพันธุ์/สายพันธุ์ และระหว่างการให้น้ำอย่างชัดเจน ความแตกต่างของความสูงระหว่างพันธุ์/สายพันธุ์ เป็นลักษณะประจำพันธุ์แต่ ความแตกต่างของความสูง ระหว่างการให้น้ำปริมาณต่างกันเป็นผลเนื่องมาจากการตอบสนองต่อการขาดน้ำของถั่วลิสง Sivakumar และ Sarma (1986) รายงานว่า เมื่อดินขาดน้ำจะทำให้การ

ขยายตัวของใบและการยึดตัวของลำต้นลดลง ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) ลดลง ถั่วลิสงที่ได้รับน้ำเต็มที่ จะมีดัชนีพื้นที่ใบ 4.4 ในขณะที่ถั่วลิสงที่ประสบภาวะแห้งแล้งอย่างต่อเนื่อง จะมีดัชนีพื้นที่ใบเพียง 1.7 เท่านั้น รูปร่างของใบภายใต้สภาวะการขาดน้ำจะมีใบเล็กกว่าในสภาพปกติ เช่นเดียวกับในถั่วเหลืองที่ประสบภาวะการขาดน้ำ จะทำให้พื้นที่ใบต่อต้นลดลง ความยาวของต้น (ความสูง) ลดลง จำนวนข้อของลำต้นหลัก (main stem) ลดลง ความสูงของต้นถั่วเหลืองที่ประสบภาวะการขาดน้ำช่วงสั้น จะมีความสูงมากกว่าต้นที่ประสบภาวะการขาดน้ำระยะยาว (Laohasiriwong, 1982) Bouslama และ Schapaugh (1984) รายงานว่า สัดส่วนการลดความสูงของต้นถั่วเหลืองในสภาวะขาดน้ำต่อความสูงในสภาพที่ได้รับน้ำตามปกติ ที่เรียกว่า Plant height stress index นั้นมีสหสัมพันธ์กับผลผลิตที่ปลูกในสภาพแห้งแล้ง ถั่วเหลืองที่มีสัดส่วนความสูงลดลงน้อยเมื่อกระทบแล้ง จะให้ผลผลิตสูงกว่าถั่วเหลืองพันธุ์ที่มีความสูงลดลงมาก แต่สำหรับถั่วลิสงไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับผลผลิตในสภาพที่แห้งแล้ง แต่พบความสัมพันธ์กับดัชนีทนแล้ง แสดงว่าความสูงของถั่วลิสงที่ลดลงเมื่อได้รับน้ำต่างระดับ เป็นตัวชี้วัดสัดส่วนการลดลงของผลผลิตในสภาพที่ได้รับน้ำน้อยกับสภาพที่ได้รับน้ำมาก แต่ไม่สามารถใช้เป็นตัวชี้วัด ความทนแล้ง ในแง่ของการให้ผลผลิตได้