

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าทุกรูปแบบการปลูก LAI จะเพิ่มขึ้นเป็นลำดับตามอายุการเจริญของพืชและการรับแสงก็จะเป็นไปในทำนองเดียวกันกับการเปลี่ยนแปลง LAI คือ เปอร์เซ็นต์การรับแสงจะเพิ่มขึ้นตาม LAI ที่เพิ่มขึ้น และจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง LAI กับ การรับแสงของแต่ละกรรมวิธีพบว่ามีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด ($R^2 = 0.8560 - 0.9796$) ในทางบวกกับการรับแสงในทุกกรรมวิธี (ภาพที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Shibles and Weber (1965) ซึ่งศึกษาในถั่วเหลืองพบว่า เมื่อ LAI เพิ่มขึ้นการรับแสงของถั่วเหลืองจะเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าทุกรูปแบบการปลูกมี LAI สูงสุดที่ระยะออกดอก (52 วันหลังงอก) ซึ่งเป็นระยะการสร้างพื้นที่ใบสิ้นสุด พบว่า กรรมวิธี ที่ระยะปลูก 25 x 75 ซม. (แปลงควบคุม) มี LAI ต่ำสุดเท่ากับ 4.75 เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ และมีค่า LAI ต่ำกว่าระดับ Optimum LAI ของข้าวโพด ซึ่งเป็นผลมาจากมีความหนาแน่นต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ในขณะที่กรรมวิธีอื่นมี LAI อยู่ระหว่าง 6.17 - 6.95 ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับ optimum LAI เนื่องจากกรรมวิธีอื่นมีความหนาแน่นที่สูงใกล้เคียงกันจึงมี LAI ที่ใกล้เคียงกัน ซึ่ง LAI ข้าวโพดพันธุ์สมัยใหม่จะมีค่า Optimum LAI ประมาณ 5 - 6 (Yoshida, 1981; Moddoni and Otegui, 1996) ซึ่งค่า LAI ของข้าวโพดในระดับนี้จะสามารถรับแสงได้ประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง Monsi and Saeki (1953) รายงานว่า พืชสามารถรับแสงได้สูงสุด 95 เปอร์เซ็นต์ของแสงที่ส่องลงมาทั้งหมดเนื่องจากเป็นผลมาจากการตกกระทบของแสงตามหลักฟิสิกส์ ต่อมา Brougham (1956) ได้ทำการทดลองแล้วพบว่าเมื่อเพิ่ม LAI ของพืชแล้ว การรับแสงก็ไม่เพิ่มขึ้นจึงเรียกระดับของ LAI ที่เหมาะสมขณะนั้นว่า Optimum LAI

ส่วนเปอร์เซ็นต์การรับแสงจะเพิ่มขึ้นเป็นลำดับตามดัชนีพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้นและสูงสุดที่ระยะออกดอก ซึ่งทุกรูปแบบการปลูกมีเปอร์เซ็นต์การรับแสงอยู่ระหว่าง 80.0 - 91.7 เปอร์เซ็นต์ โดยกรรมวิธีที่ระยะปลูก 25 x 50 ซม. ปลูกแถวเดี่ยว (8 ต้น/ตร.ม.) และกรรมวิธีที่ระยะปลูก 25 x 50 ซม. และทุกๆ 3 แถว เว้นระยะ 75 ซม. (6.86 ต้น/ตร.ม.) จะมีเปอร์เซ็นต์การรับแสงสูงสุดอยู่ที่ 91.7 และ 91.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่ขณะที่กรรมวิธีที่ระยะปลูก 25 x 75 ซม. (แปลงควบคุม) รับแสงได้เท่ากับ 88.6 เปอร์เซ็นต์ แต่ที่ระยะปลูก 25 x 50 ซม. และทุกๆ 2 แถว เว้นระยะ 100 ซม. มีความหนาแน่นที่เท่ากับระยะปลูก 25 x 75 ซม. (แปลงควบคุม) คือ 5.3 ต้น/ตร.ม. แต่มีการรับแสงที่ต่ำกว่ามีค่าเท่ากับ 80.0 เปอร์เซ็นต์ ทั้งที่มี LAI ที่สูงกว่า ทั้งนี้เนื่องจากการจัดรูปแบบการปลูกดังกล่าวมีช่องว่างระหว่างแถวที่

กว้างกว่าจึงทำให้เกิดช่องว่างระหว่างแถวมากทำให้การกระจายของใบในพื้นที่ไม่สม่ำเสมอการรับแสง จึงต่ำกว่า จากการทดลองนี้มีข้อสังเกตว่า การจัดความหนาแน่นและรูปแบบการปลูกดังกล่าว มีผลทำให้ LAI และเปอร์เซ็นต์การรับแสงมีค่าสูงกว่าแปลงควบคุมที่ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกในปัจจุบันซึ่งมี LAI ไม่ถึงระดับ Optimum LAI อันเป็นผลมาจาก รูปแบบการปลูกอื่น ๆ มีความหนาแน่นที่สูงกว่าและมี LAI อยู่ในระดับ Optimum LAI จึงรับแสงได้สูงกว่า

เมื่อวิเคราะห์การเจริญเติบโตในรูปการสะสมน้ำหนักแห้ง (ตารางที่ 3) พบว่าการสะสม น้ำหนักแห้งของต้นและใบและน้ำหนักแห้งรวมสูงสุดที่ระยะออกดอก (52 วันหลังงอก) ซึ่งกรรมวิธี อื่นๆ มีน้ำหนักแห้งต้นอยู่ในระดับใกล้เคียงกันคือมีค่าอยู่ระหว่าง 1099 – 921 กก./ไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุมและกรรมวิธีที่ระยะปลูก 25 x 50 ซม. และทุกๆ 2 แถว เว้นระยะ 100 ซม. ซึ่งมีความ หนาแน่นเท่ากับ 5.3 ต้น/ตร.ม มีน้ำหนักแห้งต้นเท่ากับ 877 และ 793 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนการ สะสมน้ำหนักแห้งใบ พบว่า กรรมวิธีที่ระยะปลูก 25 x 50 ซม. ปลูกแถวเดี่ยว มีการสะสมน้ำหนักแห้ง ใบสูงสุดและรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ระยะปลูก 25 x 50 ซม. และทุกๆ 3 แถว เว้นระยะ 75 ซม. มีค่า เท่ากับ 593 และ 548 กก./ไร่ ตามลำดับ และยังพบว่าทั้งสองกรรมวิธีมีการสะสมน้ำหนักแห้งรวมสูง ที่สุด ซึ่งเป็นผลมาจากทั้งสองกรรมวิธีมี LAI สูงอยู่ในระดับ Optimum LAI และมีเปอร์เซ็นต์การรับ แสงได้สูงสุด (ตารางที่ 2) โดยที่แปลงควบคุม และกรรมวิธีที่ระยะปลูก 25 x 50 ซม. และทุกๆ 2 แถว เว้นระยะ 100 ซม. มีการสะสมน้ำหนักแห้งรวมต่ำตามลำดับ ซึ่งที่ระยะปลูก 25 x 50 ซม. และทุกๆ 2 แถว เว้นระยะ 100 ซม. มีเปอร์เซ็นต์การรับแสงต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ จึงส่งผลให้มีการสะสมน้ำหนักแห้งรวมต่ำสุด พันธุ์ที่ศึกษาอยู่นี้ ระยะปลูกที่ 25 x 75 ซม. (แปลงควบคุม) เป็นระยะ ปลูกที่ไม่เหมาะสมเมื่อเปรียบเทียบกับที่ระยะปลูก 25 x 50 ซม. ซึ่งลดระยะระหว่างแถวลงทำให้ LAI เพิ่มขึ้นถึงระดับ Optimum LAI ส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การรับแสงเพิ่มขึ้น จึงมีผลทำให้การสะสม น้ำหนักแห้งรวมสูงขึ้น

และที่ระยะเก็บเกี่ยว (110 วันหลังงอก) พบว่า ทุกรูปแบบการปลูกมีการสะสมน้ำหนักแห้งรวม ของต้นและใบลดต่ำลง เพราะว่ามี การเคลื่อนย้ายสารสังเคราะห์จากต้นและใบไปสู่ผลผลิต จาก กระบวนการ remobilization แต่ต้นสังเคราะห์แสงไม่ได้ ดังนั้นการเคลื่อนย้ายสารสังเคราะห์ของต้นจึง มีการเคลื่อนย้ายมากกว่าใบ และเมื่อวิเคราะห์สัดส่วนน้ำหนักแห้งระหว่างใบและต้น (ตารางที่ 4) พบว่า ในระยะแรกของการเจริญ สัตส่วนของใบจะสูงกว่าต้นในทุกรูปแบบการปลูก หลังจากนั้นสัดส่วนของ ต้นจะเพิ่มขึ้นเป็นลำดับและสูงสุดที่ระยะออกดอก (52 วันหลังงอก) พบว่า ที่ระยะปลูก 25 x 50 ซม. ปลูกแถวเดี่ยว มีสัดส่วนของน้ำหนักแห้งระหว่างใบและต้นต่ำสุดเท่ากับ 1:1.75 เมื่อเปรียบเทียบกับ แปลงควบคุมซึ่งมีค่าเท่ากับ 1:1.94 ทั้งนี้เนื่องจากที่ระยะปลูก 25 x 50 ซม. ปลูกแถวเดี่ยว มีความ

หนาแน่นสูงจึงมีผลต่อการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปสะสมในส่วนของต้นต่ำกว่ารูปแบบการปลูกอื่นซึ่งมีความหนาแน่นที่ต่ำกว่า

สำหรับอัตราการเจริญเติบโตในรูปของการสะสมน้ำหนักแห้งต่อหน่วยพื้นที่ดิน (CGR) และต่อพื้นที่ใบ (NAR) (ตารางที่ 5) ปรากฏว่าในแต่ละกรรมวิธีอัตราการเจริญเติบโตต่อพื้นที่ดิน (CGR) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในลักษณะการเปลี่ยนแปลง LAI และเปอร์เซ็นต์การรับแสง โดยที่ทุกกรรมวิธีจะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดที่ระยะออกดอก (52 วันหลังออก) และจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการเจริญเติบโตและ LAI ของแต่ละกรรมวิธีพบว่ามีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด ($R^2 = 0.8929 - 0.9667$) ในทางบวกกับ LAI ในทุกกรรมวิธี (ภาพที่ 3) เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตและเปอร์เซ็นต์การรับแสง ของแต่ละกรรมวิธีพบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด ($R^2 = 0.8104 - 0.9830$) ในทางบวกกับการรับแสงในทุกกรรมวิธีเช่นกัน (ภาพที่ 4) นั้นแสดงว่า CGR LAI และเปอร์เซ็นต์การรับแสง มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน สรุปคือ CGR ขึ้นอยู่กับ LAI และเปอร์เซ็นต์การรับแสงเช่นเดียวกันกับการสะสมน้ำหนักแห้ง

โดยกรรมวิธีที่ระยะปลูก 25 x 50 ซม. ปลูกแถวเดี่ยว มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดเท่ากับ 52.2 กรัม/ตร.ม/วัน ซึ่งกรรมวิธีนี้มีความหนาแน่น (8 ต้น/ตร.ม.) และมีเปอร์เซ็นต์การรับแสงที่สูงกว่าทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 2) จึงส่งผลให้มีการสังเคราะห์แสงสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับที่ระยะปลูก 25 x 75 ซม. (แปลงควบคุม) และที่ระยะปลูก 25 x 50 ซม. และทุกๆ 2 แถว เว้นระยะ 100 ซม. (5.3 ต้น/ตร.ม.) พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำใกล้เคียงกัน เนื่องจากรับแสงได้ต่ำกว่า โดย Shaw and Weber (1967) กล่าวว่า อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งเป็นผลลัพธ์ที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงและความสัมพันธ์โดยตรงกับเปอร์เซ็นต์การรับแสง จากการทดลองนี้ค่า CGR จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น จากการทดลองของสุพงษ์ (2539) พบว่า ค่า CGR ของต้นข้าวโพดที่ระยะปลูก 75 x 20 ซม. จะเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงกว่าการปลูกข้าวโพดที่ระยะปลูก 75 x 25 ซม. ทุกระยะการเจริญเติบโต เนื่องจากมีความหนาแน่นที่สูงกว่า โดยทั่วไปข้าวโพดเมื่อปลูกภายใต้สภาพที่เหมาะสมจะมีศักยภาพของ CGR ประมาณ 50 กรัม/ตร.ม/วัน (เฉลิมพล, 2542) สำหรับอัตราการเจริญเติบโตในรูปของการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ใบ (NAR) ของข้าวโพดที่ความหนาแน่นและรูปแบบการปลูกที่แตกต่างกัน จะลดลงเป็นลำดับตามอายุของพืชที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 21 - 28 วันหลังออก ต่อจากนั้นจะลดลงอย่างช้าๆ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ระยะปลูก 25 x 75 ซม. (แปลงควบคุม) มีการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ใบ (NAR) สูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 57.8 กรัม/ตร.ม/วัน ทั้งนี้ที่ NAR ลดลงเพราะว่า เมื่อ LAI เพิ่มขึ้นจึงทำให้มีการบังแสงต่อกันของพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นจึงทำให้ NAR ลดลง เกี่ยวกับเรื่องนี้ เฉลิมพล (2542) อธิบายว่า ในระยะแรกของการเจริญของพืช พืชจะมีค่า

NAR สูงมาก เนื่องจากพืชยังมีพื้นที่ใบน้อยอยู่จึงไม่มีการบังแสงกัน แต่ค่า NAR นี้จะลดลงเป็นลำดับตามอายุของพืช เนื่องจากพืชมีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นก่อให้เกิดการบังแสงกันระหว่างใบมากขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิต (ตารางที่ 6) แสดงให้เห็นว่า การปลูกที่มีความหนาแน่นและรูปแบบการปลูกที่แตกต่างกันมีผลทำให้ผลผลิตแตกต่างกัน ผลผลิตเพิ่มขึ้นตามการสะสมน้ำหนักรากที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 3) และเป็นผลมาจากมีจำนวนความหนาแน่นของต้นต่อพื้นที่ต่างกัน โดยที่ระยะปลูก 25 x 50 ซม. ปลูกแถวเดี่ยว (8 ต้น/ตร.ม.) ให้ผลผลิตสูงเท่ากับ 2082 กก./ไร่ โดยระยะปลูก 25 x 75 ซม. (แปลงควบคุม) และ ระยะปลูก 25 x 50 ซม. และทุกๆ 2 แถว เว้นระยะ 100 ซม. ให้ผลผลิตต่ำสุดเท่ากับ 1679 และ 1648 กก./ไร่ ตามลำดับ ซึ่งกรรมวิธีทั้งสองพบว่า มีการสะสมน้ำหนักรากที่ต่ำอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันและมีความหนาแน่นที่เท่ากัน (5.3 ต้น/ตร.ม.) แต่มีรูปแบบการปลูกที่ต่างกันจึงส่งผลให้ผลผลิตต่ำสุดและใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นโดย Niciporovich (1960) ซึ่งให้เห็นว่า ผลผลิตขึ้นอยู่กับการสะสมน้ำหนักรากและประสิทธิภาพการถ่ายเทสารสังเคราะห์หรือหนึ่งก็คือ คัดซีเก็บเกี่ยว ซึ่งจากผลการทดลองนี้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากน้ำหนักรากเป็นสำคัญ เพราะว่าคัดซีเก็บเกี่ยวที่วัดได้จากการศึกษาครั้งนี้ไม่มีความแตกต่างกันในระหว่างกรรมวิธีต่างๆ คือมีค่าอยู่ระหว่าง 0.52 – 0.54 (ตารางที่ 6) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับคัดซีเก็บเกี่ยวของข้าวโพดลูกผสมทั่วไปมีค่าประมาณ 0.42 – 0.52 (Echarta and Andrade, 2003)

เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบผลผลิต พบว่า ความหนาแน่นและรูปแบบการปลูกที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อฝัก โดยที่ระยะปลูก 25 x 75 ซม. (แปลงควบคุม) มีจำนวนเมล็ดต่อฝักสูงสุดเท่ากับ 430 เมล็ด/ฝัก ซึ่งมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 6) เมื่อมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ทำให้จำนวนเมล็ดต่อฝักมีแนวโน้มลดลง อาจเป็นเพราะส่วนของใบซึ่งเป็นแหล่งสร้างสารสังเคราะห์ (source) เกิดความไม่สมดุลกับแหล่งรับสารสังเคราะห์หรือเมล็ด (sink) และพบว่า ระยะปลูก 25 x 50 ซม. และทุกๆ 2 แถว เว้นระยะ 100 ซม. มีจำนวนเมล็ดต่อฝักต่ำกว่าแปลงควบคุม โดยที่ทั้งสองกรรมวิธีมีความหนาแน่นที่เท่ากัน (5.3 ต้น/ตร.ม.) แต่มีรูปแบบการปลูกที่ต่างกัน เกี่ยวกับเรื่องนี้ Gardner and Auma (1989) กล่าวว่า การจัดรูปแบบการปลูกที่ต่างกันที่ความหนาแน่นเดียวกัน จะทำให้มีการรับแสงได้เพิ่มขึ้นแตกต่างกันและส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบผลผลิตเพิ่มขึ้นแตกต่างกันด้วย

จากผลการทดลองจำนวนฝักต่อต้น แสดงให้เห็นว่า ได้รับผลกระทบจากการจัดความหนาแน่นและรูปแบบการปลูกที่ต่างกัน ระยะปลูก 25 x 50 ซม. และทุกๆ 2 แถว เว้นระยะ 75 ซม. และระยะปลูก 25 x 50 ซม. และทุกๆ 2 แถว เว้นระยะ 100 ซม. มีจำนวนฝักต่อต้นสูงที่สุดเท่ากับ 1.80 ฝัก/ต้น ซึ่งที่ ระยะปลูก 25 x 50 ซม. ปลูกแถวเดี่ยว มีจำนวนฝักต่อต้นต่ำสุดเท่ากับ 1.53 ฝัก/ต้น (ตารางที่ 6) ซึ่ง สอดคล้องกับ Jootanon *et al.* (1970) รายงานว่าอัตราความหนาแน่นในการปลูกข้าวโพดที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวโพด แต่เมื่อเพิ่มอัตราการปลูกมากขึ้นจะทำให้มีจำนวนฝักต่อต้นลดลง ซึ่ง

Mark (2001) กล่าวว่า การเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่เป็นการเพิ่มฝักต่อพื้นที่ให้เพิ่มขึ้น แต่เมื่อจำนวนต้นต่อพื้นที่สูงขึ้นจะมีผลทำให้จำนวนฝักต่อต้นลดลง สำหรับน้ำหนัก 100 เมล็ด พบว่า น้ำหนัก 100 เมล็ดไม่มีความแตกต่างกันซึ่งน้ำหนัก 100 เมล็ดในทุกกรรมวิธีมีค่าอยู่ระหว่าง 27.8 – 28.5 กรัม (ตารางที่ 6)

จากการทดลองนี้มีข้อสังเกตว่า ผลผลิตที่ต่างกันเป็นผลมาจากความหนาแน่นที่ต่างกันเป็นสำคัญ เนื่องจากพืชจะมีการแข่งขันระหว่างต้น (interplant competition) และการแข่งขันภายในต้น (intraplant competition) เกิดขึ้น แปลงควบคุมซึ่งมีความหนาแน่นต่ำ จะพบว่าการแข่งขันในลักษณะทั้งสองจะเกิดขึ้นน้อย แต่รูปแบบการปลูกที่มีความหนาแน่นที่สูงกว่า จะพบการแข่งขันระหว่างต้นเกิดขึ้นมาก ซึ่งทำให้แปลงควบคุมมีจำนวนเมล็ดต่อฝักที่สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ แต่รูปแบบการปลูกอื่นๆ ให้ผลผลิตที่สูงกว่าแปลงควบคุมแม้ว่าการเพิ่มความหนาแน่นจะทำให้จำนวนเมล็ดต่อฝักลดลง และจำนวนฝักต่อต้นลดลงก็ตาม แต่มีการชดเชยของผลผลิตจากจำนวนต้นต่อพื้นที่ ที่เพิ่มมากขึ้นจึงทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าแปลงควบคุมนั่นเอง

เมื่อวิเคราะห์ผลของการ remobilization จากการปลูกที่มีความหนาแน่นและรูปแบบการปลูกที่แตกต่างกัน พบว่าเปอร์เซ็นต์การ remobilization ที่ได้จากทุกกรรมวิธีอยู่ระหว่าง 16.3 - 26.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้จากการสารสังเคราะห์ที่เหลือใช้ในการเจริญเติบโต โดยจะถูกเก็บสะสมไว้ที่ใบและลำต้น เมื่อข้าวโพดพัฒนาถึงระยะการสะสมน้ำหนักเมล็ด สารสังเคราะห์นั้นจะถูกเคลื่อนย้ายไปยังเมล็ด ซึ่งการ remobilization จะมีผลต่อองค์ประกอบของผลผลิต (Gardner *et al.*, 1985) โดยแปลงควบคุมมีการ remobilization สูงกว่าทุกกรรมวิธีเท่ากับ 26.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่งผลทำให้มีจำนวนเมล็ดต่อฝักสูงกว่ากรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 6) ในข้าวโพดกระบวนการ remobilization เกิดขึ้นน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับธัญพืช ถ้ากระบวนการดังกล่าวเกิดขึ้นมากกับข้าวโพด จะทำให้ต้นข้าวโพดเปราะบาง และหักล้มได้ง่าย