บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองศึกษาผลของความหนาแน่นของต้นพืชต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของกาแฟอราบีก้าสายพันธุ์คาร์ติมอร์ สามารถวิจารณ์ผลการทดลองดังต่อไปนี้

5.1 การศึกษาสภาพแวดล้อม

5.1.1 ผลกระทบจากพลังงานแสง

การปลูกกาแฟที่ความหนาแน่น 400, 700 และ 1,000 ต้นต่อไร่ มีผลต่อพลังงานแสงระหว่างทรงพุ่ม เมื่อวัดพลังงานแสงระหว่างทรงพุ่มที่บริเวณจุดกึ่งกลางระหว่างต้น และสูงจากพื้นดินระดับกึ่งกลางความสูงของทรงพุ่ม (ประมาณ 65--75 เซนติเมตร) พบว่าทำให้เกิดการบังแสงอย่างชัดเจน เพราะทุกความหนาแน่นได้รับพลังงานแสงในรอบวัน แตกต่างกันทุกเดือนที่บันทึกข้อมูล

พลังงานแสงมีผลต่อการสังเคราะห์แสง ทั้งโดยตรงและสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมอื่น ด้วยการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกันระหว่างแสงกับคลอโรฟิลล์ โดยมีคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำเป็นวัตถุดิบ การที่มีพลังงานแสงเพิ่มมากขึ้นมิใช่กฎเกณฑ์ที่จะทำให้ต้นพืชสังเคราะห์แสงได้มากขึ้นด้วย เพราะยังมีปัจจัยประกอบอยู่หลายประการ ประการแรก กาแฟยังมีธรรมชาติของการเป็นพืชในร่ม (Nunes et al., 1993) การได้รับพลังงานแสงสูงเกินไปจะมีกลไกภายในป้องกันตัวเอง และทำให้การสังเคราะห์แสงลดลง (Ramalho et al., 1997) จากผลการทดลองปลูกกาแฟที่ความหนาแน่น 400, 700 และ 1,000 ต้นต่อไร่ ทำให้ต้นกาแฟได้รับพลังงานแสงแตกต่างกันชัดเจน ประการที่สอง พลังงานแสงมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมอื่น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อต้นกาแฟ ทั้งความชื้นในดิน และความชื้นสัมพัทธ์ จากนั้นทำให้พื้นที่ใบ ดัชนีพื้นที่ใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์เปลี่ยนแปลง ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนมีผลต่อการสังเคราะห์แสงของต้นกาแฟทั้งสิ้น

นอกจากนั้นผลการทดลองยังแสดงว่าพลังงานแสงมีความสัมพันธ์กับการเปิดปากใบและค่าศักย์ของน้ำในใบ พลังงานแสงที่สูงขึ้นในเวลากลางวัน (12.00 น.) ปากใบจะปิด และค่าศักย์ของน้ำในใบลดลง กล่าวคือเมื่อพลังงานแสงสูงขึ้น พืชสูญเสียน้ำจากการคายน้ำ ส่งผลให้ค่าศักย์ของน้ำในใบลดลง และปากใบปิด กระทบต่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่จะเข้าสู่ใบพืชเพื่อเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสง

5.1.2 ผลกระทบจากความชื้นในดิน

การทดลองศึกษาผลกระทบจากความชื้นในดินที่มีต่อความหนาแน่นของต้นกาแฟที่ระดับความลึก 30 และ 60 เซนติเมตรในเดือนสิงหาคม,พฤศจิกายน และกุมภาพันธ์พบว่าเดือนสิงหาคม มีความชื้นสูงระหว่าง 70-80% เหตุเพราะอยู่ในช่วงฤดูฝน ทำให้ต้นกาแฟมีการเจริญ-เติบโตทางต้นดี เดือนพฤศจิกายนความชื้นในดินลดลงอย่างมากและเริ่มแสดงความแตกต่างที่ระดับความลึก 60 เซนติเมตร เฉพาะที่ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่เท่านั้น เป็นเพราะยังมีฝนตกอยู่บ้างในเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นฤดูร้อน ความชื้นในดินลดลงจากเดือนพฤศจิกายนประมาณ 40-50% มีค่าที่ระดับความลึก 60 เซนติเมตร เพียง 11.90, 15.60 และ 19.80 % แตกต่างกันทุกความหนาแน่น ซึ่งในระยะนี้การปลูกกาแฟที่ความหนาแน่นต่ำ จะมีใบร่วงมากและทำให้ดัชนีพื้นที่ใบลดลง

จากผลการทดลองดังกล่าว จึงพอสรุปผลของความชื้นในดินได้ว่า ผลของความหนาแน่นของต้นพืช ทำให้การปลูกกาแฟที่ความหนาแน่นสูงจะมีความชื้นในดินสูงด้วย ทั้งยังมีความสัมพันธ์กับค่าศักย์ของน้ำในใบ กล่าวคือ ความชื้นในดินลดลง ปลายฤดูหนาวจนถึงฤดูร้อน ค่าศักย์ของน้ำในใบจะลดลง แต่ผลของความหนาแน่นของต้นพืชที่ทำให้ความชื้นในดินแตกต่างกันไม่ส่งผลให้ค่าศักย์ของน้ำในใบแตกต่างกันได้ และการให้น้ำในช่วงฤดูแล้ง จะไม่ส่งผลระยะสั้นต่อองค์ประกอบของผลผลิต แต่แสดงให้เห็นผลในฤดูกาลต่อไป (บัณฑูรย์และคณะ, 2539 ; Gatharra et al., 1993) สำหรับการทดลองนี้ ผลของความหนาแน่นของต้นพืชดำเนินมาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มมีการบังแสง ดังนั้นระดับความแตกต่างของความชื้นในดินที่เกิดขึ้นจะมีผลต่อการเจริญเติบโตทางต้นและองค์ประกอบของผลผลิต

5.1.3 ผลกระทบจากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศระหว่างทรงพุ่ม

Nune (1988) ทำการทดลองกับกาแฟอราบีก้าพันธุ์คาร์ทูร่า อายุ 2 ปี นำไปไว้ในห้องที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 50 % แล้วให้แสงจากหลอดไฟ 150 μ mol m^{-2} s^{-1} เปรียบเทียบกับกาแฟในเรือนเพาะชำ ความชื้นสัมพัทธ์ 80 % ให้พลังงานแสง (ธรรมชาติ) มากกว่า 150 μ mol m^{-2} s^{-1} และพลังงานแสงน้อยกว่า 50 μ mol m^{-2} s^{-1} พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ 80% จะมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ และประสิทธิภาพการใช้คาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าในห้องที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 50 % ส่วนพฤติกรรมการเปิดปากใบไม่แตกต่างกันในความชื้น 2 ระดับ

ผลการทดลองพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศระหว่างทรงพุ่มหลังจากเดือนสิงหาคม ถึงเดือนพฤศจิกายนลดลงไม่มากนัก แต่ในเดือนกุมภาพันธ์ลดลงอย่างมาก มีลักษณะการลดลงคล้ายกับการลดลงของความชื้นในดิน การเปรียบเทียบระหว่างการปลูกกาแฟที่ความหนาแน่น 400,700 และ 1,000 ต้นต่อไร่ เดือนสิงหาคมไม่พบความแตกต่างด้วยเหตุอยู่ในฤดูฝน แต่เดือน

พฤศจิกายนและกุมภาพันธ์ พบความแตกต่างเฉพาะที่ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่ ที่มีค่าต่ำสุดโดยเดือนพฤศจิกายน มีค่า 75.50, 75.25 และ 68.00% และเดือนกุมภาพันธ์ มีค่า 51.75, 49.50 และ 42.00 % ตามลำดับ สังเกตได้ว่า ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศระหว่างทรงพุ่มที่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างกันในความจริงมากนัก จึงไม่มีผลต่อการเปิดปากใบ สำหรับอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิและประสิทธิภาพการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่ความหนาแน่น 700 และ 1,000 ต้นต่อไร่ มีโอกาส ที่จะมีค่าสูงกว่าการปลูกกาแฟที่ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่ ตลอดฤดูหนาวและฤดูร้อน

5.2 ผลกระทบของความหนาแน่นที่มีต่อสรีรวิทยาของต้นกาแฟ

5.2.1 ผลกระทบต่อปริมาณคลอโรฟิลล์รวม

พืชหลายชนิดหากได้รับพลังงานแสงสูง ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบจะลดลง เช่น ท้อ อายุ 1 ปี ปลูกกลางแจ้งมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม 1.3 mg/dm^2 เมื่อได้รับพลังงานแสงเพียง 21 % จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม เพิ่มขึ้น มีค่า 2.2 mg /drn ^{2} (Kappel and Flore, 1983) และ Kalmai latifolia ที่ปลูกกลางแจ้งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ 19.7 mg cm^{-2} ถ้าลดพลังงานแสงลง 60% จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ 39.4 mg cm^{-2} เพิ่มขึ้นมาก (Brand, 1997) กาแฟก็เช่นเดียวกัน เมื่อได้รับพลังงานแสงสูงเกินไปปริมาณคลอโรฟิลล์รวมจะลดลง (Akunda and Kumar, 1979) คล้ายกับรายงานของ Fahl et al . (1994) ที่พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของกาแฟที่อยู่กลางแจ้งจะมีปริมาณต่ำกว่ากาแฟที่อยู่ในร่ม

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการที่พลังงานแสงเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงทุกเดือน ทั้งยังทำให้เกิดความแตกต่างในเดือนสิงหาคม และพฤศจิกายน ระหว่างการปลูกกาแฟที่ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่ กับที่ความหนาแน่น 700 และ 1,000 ต้นต่อไร่ ข้อสังเกตที่เดือนกุมภาพันธ์แสดงปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ในเดือนนี้ที่ความหนาแน่น 700 และ 1,000 ต้นต่อไร่ ได้รับพลังงานสูงสุดมากกว่าทุกเดือน มีค่า 634 และ 906.5 μ E m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าพลังงานแสง 600 μ E m^{-2} s^{-1} ที่กาแฟจะมีอัตราการสังเคราะห์สูงสุด การเพิ่มพลังงานแสงก็ไม่ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น (Kumar and Tieszen, 1976) ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง สัมพันธ์กับการได้รับพลังงานแสงสูงอย่างต่อเนื่อง และเมื่อพลังงานแสงสูงกว่า 600 μ E m^{-2} s^{-1} แล้ว ปริมาณคลอโรฟิลล์จะไม่เปลี่ยนแปลงมาก เพื่อพยายามรักษาระดับการสังเคราะห์แสงไว้

สำหรับการรายงานการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ในเอกสารต่างๆ ค่อนข้างสับสน โดยฤดูหนาวกับฤดูร้อน Da Matta et al. (1997) รายงานการปลูกกาแฟอราบีก้าในประเทศบราซิลโดยปลูกในกระถางภายใต้เรือนพลาสติก พบว่า ทั้งสองฤดูปริมาณคลอโรฟิลล์ ไม่

เปลี่ยนแปลงแต่ D' Souza et al. (1992) รายงานการปลูกกาแฟในประเทศอินเดียพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ จะลดลงในฤดูหนาวและเพิ่มขึ้นในฤดูร้อนทั้งภายใต้ร่มเงา 70 % และกลางแจ้ง แต่จากผลการทดลองในครั้งนี้ปริมาณคลอโรฟิลล์เดือนพฤศจิกายน(ฤดูหนาว)สูงกว่าเดือนกุมภาพันธ์(ฤดูร้อน)มาก สาเหตุสำคัญมาจากพลังงานแสงที่เพิ่มขึ้นดังกล่าว อีกสาเหตุจะเกี่ยวข้องกับต้นกาแฟเข้าสู่ภาวะขาดน้ำ เพราะการที่ความชื้นในดินลดลงและค่าศักดิ์ของน้ำในใบเดือนธันวาคมและกุมภาพันธ์ลดลงต่ำสุด –19.03 และ –16.15 บาร์ ตามลำดับ ซึ่งแสดงถึงสภาวะขาดน้ำของกาแฟ แต่รายงานความสัมพันธ์ระหว่างการขาดน้ำกับปริมาณคลอโรฟิลล์ ยังแตกต่างกัน โดยบัณฑูรย์และคณะ (2539) พบว่าการขาดน้ำไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์ ส่วนพัฒนพันธุ์ (2532) พบว่าการเข้าสู่ภาวะขาดน้ำของกาแฟจะทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง

5.2.2 ผลกระทบต่อค่าศักดิ์ของน้ำในใบ

นอกจาก Da Matta et al. (1993) รายงานว่ากาแฟเข้าภาวะผลกระทบเมื่อเมื่อเกิดการขาดน้ำ เมื่อค่าศักดิ์ของน้ำมีค่ –20 Mpa (-20 บาร์)แล้ว Akumda (1990) ก็รายงานเช่นเดียวกัน และได้กำหนดการให้น้ำกาแฟไว้ว่าควรจะเริ่มให้น้ำเมื่อค่าศักดิ์ของน้ำในใบลดลง –20 บาร์ ระหว่างเวลา 13.00 น. ถึง 14.00 น. จากผลการทดลองพบว่าต้นกาแฟเริ่มเข้าสู่ภาวะการขาดน้ำตั้งแต่เดือนธันวาคม ดังนั้นการวิจารณ์ผลการทดลองจำเป็นต้องพิจารณาร่วมกับผลกระทบต่อการขาดน้ำของกาแฟด้วย

การเปลี่ยนแปลงค่าศักดิ์ของน้ำในใบกระทบต่อการสังเคราะห์ของพืช Kanechi et al. (1996) รายงานการลดลงของค่าศักดิ์ของน้ำในใบกับการปลูกกาแฟอราบีก้าในเรือนเพาะชำ พบว่าอัตราการสังเคราะห์แสงลดลง ทั้งที่มีการให้คาร์บอนไดออกไซด์เต็มที่ก็ตาม เพราะคาร์บอนไดออกไซด์ ไม่สามารถเข้าสู่ภายในพืชได้ เนื่องจากปากใบจะปิด การลดค่าศักดิ์ของน้ำในใบลงจนมีค่าศักดิ์ –18 บาร์ อัตราการสังเคราะห์แสงจะลดลง 60 % และถ้าศักดิ์ของน้ำในใบมีค่า –30 บาร์ อัตราการสังเคราะห์แสงจะลดลงถึง 90 % ทั้งกลางแจ้งและในร่ม

ผลการทดลองทั้ง 4 เดือน ค่าศักดิ์ของน้ำลดลงในเวลากลางวันสัมพันธ์กับพลังงานแสง และการเปิดปากใบ สำหรับการเปรียบเทียบแต่ละกรรมวิธีในเดือนต่างๆ พบว่าในเดือนสิงหาคมและตุลาคมค่าศักดิ์ของน้ำในใบมีลักษณะใกล้เคียงกัน เหตุผลที่พอจะอธิบายได้คือความชื้นในดินช่วงเวลาดังกล่าวยังมีค่าสูงและไม่แตกต่างกัน ประกอบกับที่ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่ มีระยะปลูกห่างกว่าย่อมทำให้ระบบรากแผ่กระจายสามารถดูดน้ำและอาหารได้สะดวก ซึ่ง Akumda (1990) ก็รายงานว่ารากของต้นกาแฟเป็นปัจจัยจำกัด (limiting factor) ที่สัมพันธ์กับค่าศักดิ์ของน้ำในใบ ผลการทดลองเดือนธันวาคมแสดงว่าต้นกาแฟกำลังเริ่มเข้าสู่ภาวะขาดน้ำมีค่าต่ำทุก

ความหนาแน่นอยู่ระหว่าง –17.65 ถึง –19.03 บาร์ และที่ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่ มีค่าต่ำที่สุดในรอบวัน เดือนกุมภาพันธ์ ค่าศักย์ของน้ำในใบลดต่ำตั้งแต่เวลา 6.00 น. และต่ำเกือบตลอดวันจนถึงเวลา 15.00 น. จึงเพิ่มขึ้น ทั้งช่วงเดือนนี้ ได้รับพลังงานแสงสูงสุด ความชื้นในดิน และความชื้นสัมพัทธ์ ระหว่างทรงพุ่มลดลง จากผลดังกล่าวค่าศักย์ของน้ำในใบควรจะลดลงมากกว่าเดือนธันวาคม แต่ด้วยปากใบปิดเกือบตลอดวันต่างจากเดือนธันวาคมที่ปากใบเปิดตั้งแต่เช้า จึงป้องกันการสูญเสียน้ำในใบ

5.2.3 ผลกระทบต่อการเปิดปากใบ

ผลการทดลองแสดงการเปิดปากใบในรอบวันของทุกเดือน มีจังหวะการเปลี่ยนแปลงคล้ายกัน คือการเปิดปากใบในเวลา 9.00 น. และปิดในเวลา 12.00 น. ทั้งนี้เดือนตุลาคมและกุมภาพันธ์ปากใบจะปิดเกือบตลอดวัน การเปรียบเทียบระหว่างความหนาแน่น 400, 700 และ 1,000 ต้นต่อไร่ พบว่าในเดือนสิงหาคม ตุลาคม และกุมภาพันธ์ มีจังหวะการเปิดปากใบในรอบวันใกล้เคียงกันมาก ยกเว้นในเดือนธันวาคม เวลา 6.00 น. ที่การเปิดปากใบที่ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่มีค่าสูงแล้วลดลงอย่างรวดเร็วในเวลา 9.00 น. เหตุผลที่เป็นเช่นนี้เพราะตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน จนถึงเดือนกุมภาพันธ์อยู่ในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งวรวิทย์ (2531) รายงานว่าในระยะนี้ปากใบของกาแฟทุกพันธุ์ จะเปิดกว้างกว่าปกติและเปิดสูงสุด จนถึงเวลา 14.00 น. โดยเฉพาะพันธุ์ คาร์ติมอร์ แอล ซี 1662 มีการตอบสนองชัดเจน

การพิจารณาความสัมพันธ์ของการเปิดปากใบกับการเจริญเติบโตพบว่า ตั้งแต่เวลา 6.00 น. ถึง 9.00 น. ที่ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่ มีค่าการเปิดปากใบสูงทุกเดือน สำหรับที่ความหนาแน่น 700 และ 1,000 ต้นต่อไร่ มีค่าสูงและต่ำสลับกันไป เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโตทางต้นพบว่า จะมีความสัมพันธ์กันมาก เช่นเดียวกับรายงานของ Barros et al. (1997) ที่ทดลองปลูกกาแฟอราบีก้าสายพันธุ์เรด คาทุย (Red Catuai) อายุ 6 ปี ในประเทศบราซิล พบว่าการเปิดปากใบในตอนเช้าเวลา 8.00 น. ถึง 9.00 น. มีความสัมพันธ์อย่างสูงกับอัตราการเจริญเติบโต

5.2.4 ผลกระทบต่อพื้นที่ใบและดัชนีพื้นที่ใบ

จากผลการทดลองนี้ทำให้เกิดความแตกต่างค่าดัชนีพื้นที่ใบทุกเดือน และทุกความหนาแน่น โดยที่ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่ มีค่าสูงสุด ที่ความหนาแน่น 700 และ 400 ต้นต่อไร่ มีค่าลดลงตามลำดับ ทั้งนี้ Gutierrze and Meinzer (1994 b) รายงานการทดลองกับกาแฟอราบีก้าสายพันธุ์ Yellow Catuai พบว่าการที่ขนาดของทรงพุ่มเจริญเติบโตขึ้นจะเปลี่ยน-

แปลงดัชนีพื้นที่ใบมีค่าระหว่าง 0.7 ถึง 7.5 จะทำให้มีผลต่อการสังเคราะห์แสง ซึ่งการทดลองในครั้งนี้ ดัชนีพื้นที่ใบมีค่าระหว่าง 0.8 ถึง 4.0 เมื่อได้รับพลังงานแสงไม่เท่ากัน ย่อมส่งผลกระทบต่อการสังเคราะห์แสงด้วย

ผลการทดลองพบว่าพื้นที่ใบและดัชนีพื้นที่ใบเปลี่ยนแปลงค่าไปตามฤดูกาล โดยในฤดูฝน (สิงหาคม) มีค่าสูงสุด ฤดูหนาว (พฤศจิกายน) รองลงมาและฤดูร้อน (กุมภาพันธ์) มีค่าต่ำสุด การเปรียบเทียบระหว่างความหนาแน่น 400,700 และ 1,000 ต้นต่อไร่ ทุกเดือนที่บันทึกผลการทดลอง ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่ มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ความหนาแน่น 700 และ 400 ต้นต่อไร่ตามลำดับ รายงานการทดลองของบัณฑูรย์และคณะ (2539) และสมพล (2535) สอดคล้องกับการทดลองครั้งนี้คือต้นกาแฟที่ได้รับพลังงานแสงต่ำกว่าจะมี ดัชนีพื้นที่ใบสูงเช่นกัน Kufa (1997) ได้รายงานสนับสนุนว่าฤดูร้อนมีอุณหภูมิสูง จำนวนใบกาแฟจะลดลงแต่ในฤดูฝนพื้นที่ใบจะเพิ่มขึ้น ผลการทดลอง นอกจากพื้นที่ใบ และดัชนีพื้นที่ใบ จะลดลงตามสภาพภูมิอากาศแล้ว การลดลงยังเกี่ยวข้องกับการเข้าสู่สภาวะขาดน้ำของกาแฟ (พัฒนพันธุ์, 2532) ในระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ ดังที่กล่าวมาแล้ว จึงส่งผลให้เกิดความแตกต่างของพื้นที่ใบและดัชนีพื้นที่ใบมากขึ้น

ค่าดัชนีพื้นที่ใบ มีความสำคัญในการสร้างสารอาหารสะสมในต้นพืช เพื่อส่งผลต่อผลผลิตแต่ทั้งนี้ยังเกี่ยวข้องกับรูปร่างของทรงพุ่ม อัตราการสังเคราะห์แสงต่อหน่วยของพื้นที่ใบ และความสามารถในการเก็บสารอาหาร (Cannell and Huxley, 1969) จากผลการทดลองสภาพแวดล้อมของการปลูกกาแฟที่ความหนาแน่น 700, 1,000 ต้นต่อไร่ มีความเหมาะสมกับการสังเคราะห์แสงดังที่อธิบายแล้ว ทั้งมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่า เมื่อดัชนีพื้นที่ใบยังมากกว่าการปลูกกาแฟที่ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่อีก ย่อมต้องมีการสังเคราะห์แสงได้มากกว่าด้วย

5.3 ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตทางต้นของกาแฟ

ต้นกาแฟมีวงจรการเจริญเติบโตทางต้น ในรอบปี โดยเจริญเติบโตช้าในฤดูหนาวและฤดูร้อน เมื่อเริ่มเข้าฤดูฝนจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว พร้อมแตกใบอ่อน (Browing and Fisher, 1979) ถ้าในระยะนี้ต้นกาแฟมีระบบรากแข็งแรงหรือได้รับไนโตรเจนจะช่วยเพิ่มความสูงของทรงพุ่มและขนาดของลำต้น (Fahl et al., 1994)

Kemble et al. (1994) รายงานความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของมะเขือเทศกับการเจริญเติบโตของราก พบว่าที่ความหนาแน่นต่ำจะทำให้รากหยั่งลึกและมีปริมาณมากกว่าที่ความ

หนาแน่นสูง แม้นการทดลองครั้งนี้จะไม่มีการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางราก แต่นำเสนอเพื่อเป็นข้อสังเกตด้วยการปลูกกาแฟที่ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่ มีระยะปลูกห่างกว่า และขณะทำการทดลองทรงพุ่มไม่เบียดชิดกัน ดังนั้นความสมบูรณ์ของรากจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การเจริญเติบโตทางต้นสูงกว่าความหนาแน่นอื่นในช่วงฤดูฝน

ผลของการปลูกกาแฟที่ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่ มีอัตราการเพิ่มความสูงสะสมของทรงพุ่มมากกว่าแต่ชัดเจนในฤดูฝนเท่านั้น ดังเหตุผลที่เสนอมาข้างต้น และอาจจะสัมพันธ์กับการเปิดปากใบเวลา 9.00 น. ตามที่ Barros et al. (1997) รายงานไว้ เมื่อเข้าสู่ฤดูหนาวกับฤดูร้อนความหนาแน่น 700 และ 1,000 ต้นต่อไร่ มีอัตราความสูงเพิ่มขึ้น การพิจารณาความสูงของทรงพุ่มเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่มและเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น ในเดือนแรกของการทดลองที่ความหนาแน่นสูงจะมีค่ามากกว่าแสดงถึงว่ามีการเจริญเติบโตทางต้นดีมาก่อน ทั้งมีรายงานว่าต้นกาแฟที่มีความชื้นในดินสูงกว่าหรือมีการให้น้ำ จะมีผลต่อการเจริญเติบโตทางต้น (Azizuddin et al., 1994) จากการทดลองพบความชื้นในดินแตกต่างกันย่อมแสดงผลต่อต้นพืช และถ้าการบันทึกข้อมูลดำเนินการจนเข้าสู่สภาพแล้งจัด คือเดือนเมษายนจะเปรียบเทียบได้ชัดเจนมากกว่านี้ จากการทดลองของสมพล (2535) พบว่าการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของทรงพุ่มในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม ต้นกาแฟที่ปลูกอยู่ในร่มมีอัตราการเพิ่มความสูงดีกว่าการปลูกกลางแจ้ง การแตกกิ่งแขนงก็เช่นเดียวกันหากมีการให้น้ำจะทำให้มีการแตกกิ่งแขนงเพิ่มขึ้น (Azizuddin et al., 1994) ซึ่งผลการทดลองปลูกกาแฟที่ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่ มีการแตกกิ่งแขนงมากที่สุด

5.4 ผลกระทบต่อองค์ประกอบของผลผลิต

การศึกษาทดลองเกี่ยวกับกาแฟในด้านต่างๆ จุดมุ่งหมายที่ต้องการคือได้ผลผลิตในปริมาณสูงสุดและคุณภาพดีที่สุด มีรายงานผลการทดลองจำนวนมากเพียงพอที่จะเชื่อได้ว่าการเพิ่มความหนาแน่นหรือจำนวนต้นกาแฟต่อพื้นที่ปลูก ทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น แต่ถ้าไม่เพิ่มความหนาแน่นจนมากเกินไป จะไม่มีผลกระทบต่อขนาดของผล ดังนั้นจะยังคงไม่มีความแตกต่างของขนาดผลเกรด A ซึ่งไม่ลดปริมาณลงด้วย (Njoroge and Kimemia, 1996)

การทดลองปลูกกาแฟอราบีก้าเปรียบเทียบระหว่างกลางแจ้งกับในร่ม พบว่าองค์ประกอบของผลผลิตไม่แตกต่าง (Romero et al., 1994 a) และสมพล (2535) พบว่าจำนวนกิ่งแขนงที่ให้ผลไม่แตกต่างกัน จากการทดลองครั้งนี้ มีองค์ประกอบของผลผลิตที่แตกต่างกันทางสถิติ 2 ลักษณะ คือ จำนวนข้อต่อกิ่ง และจำนวนกิ่งแขนงที่ให้ผล โดยความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่ มีจำนวนสูงสุด ผลการทดลองไม่เหมือนรายงานดังกล่าว ด้วยความแตกต่างของการปลูกกาแฟในร่ม

จะเป็นการลดพลังงานแสงทั้งต้น แต่การบังแสงของทรงพุ่มจะลดพลังงานแสงเพียงบางส่วนของต้นพืชจึงอาจทำให้เกิดความแตกต่างดังกล่าว นอกจากนั้นจำนวนผลต่อข้อ แม้นว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ก็มีค่าแตกต่างกันอยู่บ้าง ระหว่างการปลูกกาแฟที่ความหนาแน่น 400,700 และ 1,000 ต้นต่อไร่ (12.08, 14.65 และ 14.22 ผล ตามลำดับ) เมื่อนำค่าไปพิจารณาความสัมพันธ์กับจำนวนข้อต่อกิ่ง และจำนวนกิ่งที่ให้ผลแล้ว จะมีความสำคัญต่อปริมาณผลผลิตมาก

สำหรับความสัมพันธ์ ระหว่างความหนาแน่นของต้นพืช กับขนาดผล การทดลองกับกาแฟสายพันธุ์ Ruiru 11 พบว่าความหนาแน่นระหว่าง 3,200 ถึง 4,000 ต้นต่อเฮกตาร์ (512-640 ต้นต่อไร่) ให้ผลผลิตสูงสุด และไม่ทำให้ขนาดผลแตกต่างกัน (Njoroge et al., 1992) แต่การทดลองกับกาแฟอราบีก้าสายพันธุ์ SL28 พบว่าผลผลิตสารกาแฟจะเพิ่มขึ้นที่ความหนาแน่น 2,664 ต้นต่อเฮกตาร์ (426 ต้นต่อไร่) และลดลงที่ความหนาแน่น 5,330 ต้นต่อเฮกตาร์ (853 ต้นต่อไร่) แต่ที่ความหนาแน่นนี้เปอร์เซ็นต์ผลสดที่มีขนาดใหญ่ จะมากกว่าที่ความหนาแน่น 2,664 ต้นต่อเฮกตาร์ การทดลองปลูกกาแฟอราบีก้าสายพันธุ์คาร์ติมอร์ที่ความหนาแน่น 400 ถึง 1,000 ต้นต่อไร่ ไม่พบความแตกต่างของขนาดผลสดและสารกาแฟโดยเปรียบเทียบจากน้ำหนัก 100 ผล

องค์ประกอบผลผลิตที่แตกต่างกันมีผลมาจากระดับของความหนาแน่นของต้นพืชในการทดลอง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม รวมทั้งดัชนีพื้นที่ใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ ซึ่งมีผลต่อการสังเคราะห์แสง ดังผลการทดลองที่รายงานมาแล้วทั้งหมด ดังนั้นที่ความหนาแน่น 700 และ 1,000 ต้นต่อไร่ มีการสะสมอาหารทำให้มีผลผลิต (ผลสด) ต่อต้น และสารกาแฟต่อต้นมากกว่าการปลูกกาแฟที่ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่

การทดลองหาความหนาแน่นของต้นพืชที่เหมาะสมกับการปลูกกาแฟอราบีก้าสายพันธุ์คาร์ติมอร์ พบความเหมาะสมโดยใช้ความหนาแน่น 711 ต้นต่อไร่ (Sreenivasan, 1989) และ Gatharra and Kiara (1990) พบความเหมาะสมที่ความหนาแน่น 820 ต้นต่อไร่ ผลการทดลองครั้งนี้ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 3,824 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ ให้ผลผลิต 2,595 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ที่ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่ ยังให้น้ำหนักสารกาแฟต่อไร่สูงสุด ตลอดทั้งขนาดผลและขนาดสารกาแฟไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อเทียบกับที่ความหนาแน่นอื่น จึงนับว่าเป็นระดับความหนาแน่นของต้นพืชที่ควรนำไปใช้ในแปลงปลูกต่อไป