

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การตอบสนองของกาแฟอาราบิก้า พันธุ์คาติมอร์ ต่อลักษณะร่มเงาไม้ยืนต้น ในสภาพพื้นที่ดอน

จากการศึกษาอิทธิพลของสภาพร่มเงาที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟอาราบิก้า พันธุ์คาติมอร์ ซึ่งมีการปลูกสภาพกลางแจ้งเป็นทรีตเมนต์เปรียบเทียบ (control) และทำศึกษาสภาพร่มเงา 2 สภาพ คือสภาพร่มเงามะม่วง และสภาพร่มเงาขางพารา พบว่า การปลูกสภาพร่มเงามะม่วงส่งผลให้ กาแฟมีการเจริญเติบโตของลำต้นและใบ ดีกว่าการปลูกกลางแจ้ง ทำให้กาแฟอาราบิก้ามีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของต้น ขนาดทรงพุ่ม เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น จำนวนกิ่ง จำนวนใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักใบ ตลอดจน ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และ คลอโรฟิลล์รวม มากกว่ากาแฟที่ปลูกกลางแจ้ง นอกจากนี้ กาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงามะม่วงมีปริมาณคาเฟอีนในใบสูงกว่ากาแฟที่ปลูกกลางแจ้งเล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับผลงานของอานนท์ (2534) ที่พบว่ากาแฟเจริญเติบโตของใบจะดีขึ้นเมื่อความเข้มแสงลดลง และมีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้น ซึ่ง Kimermia and Njoroge (1988) อธิบายว่าว่าต้นกาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงา จะมีอุณหภูมิใบในตอนกลางวันต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ 1 ถึง 2 องศาเซลเซียส เนื่องจากร่มเงาเป็นตัวลดระดับความเข้มแสงและอุณหภูมิใบลง

ส่วนกาแฟที่ปลูกในสภาพร่มขางพารา มีความสูงของลำต้นมากกว่า แต่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นเล็กกว่า มีจำนวนกิ่ง จำนวนใบน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับกาแฟที่ปลูกกลางแจ้ง แสดงให้เห็นถึงสภาวะของการได้รับความเข้มของแสงไม่พอเพียง ส่งผลให้การเจริญเติบโตไม่สมบูรณ์ และกาแฟที่ปลูกในสภาพร่มขางพารามีปริมาณคาเฟอีนในใบต่ำกว่ากาแฟที่ปลูกกลางแจ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับกาแฟที่ปลูกสภาพกลางแจ้ง พบว่า มีการเจริญเติบโตน้อยกว่ากาแฟที่ปลูกในร่มเงา แต่มีความหนาของใบ จำนวนเซลล์พาลิเสด และจำนวนปากใบ สูงกว่ากาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงาอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และยังมีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำกว่ากาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงาอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ลักษณะดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าได้รับปริมาณแสงมากกว่าสภาวะอันเหมาะสมที่กาแฟต้องการ กล่าวคือสภาพกลางแจ้งจะมีปริมาณความเข้มแสงสูงมาก จึงส่งผลถึงอุณหภูมิที่สูงมากขึ้น ทำให้กาแฟที่ปลูกในสภาพกลางแจ้งมีการเจริญเติบโตน้อยกว่า ซึ่งสอดคล้องกับ รายงานของ อานนท์ (2534) วรวิทย์ (2531) และพัฒน์พันธุ์ (2535) ที่พบว่า การเพิ่มความเข้มของแสงจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโต เช่น พื้นที่ใบลดลง ใบหนาขึ้น

จำนวนคลอโรพลาสต์ลดลง จำนวนปากใบต่อพื้นที่ของใบที่อยู่ในสภาพกลางแจ้งจะมีจำนวนมากกว่าใบที่อยู่ในร่ม ดังนั้น พืชที่เจริญเติบโตในที่กลางแจ้งและได้รับแสงแดดที่มีความเข้มสูง จะมีความถี่ของปากใบสูงกว่าพืชที่ขึ้นในร่มเงา นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่าใบกาแพที่ปลูกในสภาพที่ได้รับแสงแดดจัดจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำกว่ากาแพที่ปลูกในสภาพร่มเงา โดยที่ความเข้มของแสงมากเกินไป และอุณหภูมิที่สูงเกินไป ทำให้คลอโรฟิลล์ถูกทำลาย และการสังเคราะห์แสงผิดปกติ นอกจากนั้นความเข้มของแสงที่เพิ่มขึ้นยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของพืช โดยจะทำให้พื้นที่ใบลดลงและใบหนาขึ้นมีผลทำให้ชั้นคิวติน (Cuticle) และผนังเซลล์หนาขึ้น คลอโรพลาสต์ลดลง แสดงอาการสูญเสียคลอโรฟิลล์ ก็เกิดอาการ chlorophyll bleaching มีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดน้อยลง (Cannell, 1985; และ Akunda and Kumar, 1979)

เป็นที่น่าสังเกตว่า กาแพต้องการอุณหภูมิที่ 20 ถึง 25 องศาเซลเซียส และความเข้มแสง $600 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Cannell, 1985) ขณะที่มีการรายงานของวรวิทย์ (2531) แสดงให้เห็นสถานะของแสงในประเทศไทย ณ สถานีทดลองเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีความเข้มของแสง $1,700 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ ในฤดูฝน และ $2,000 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ ในฤดูร้อน จะเห็นได้ว่าหากลดความเข้มแสงลงเหลือเพียง 30 ถึง 35 เปอร์เซ็นต์ ก็เพียงพอสำหรับการเจริญของกาแพในสภาพดังกล่าว

แต่ตลอดระยะเวลาของการศึกษาครั้งนี้ พบว่าอุณหภูมิของอากาศในสภาพกลางแจ้งสูงถึง 30 ถึง 40 องศาเซลเซียส (ตารางผนวกที่ 2) อันเป็นผลมาจากความเข้มแสงสูงมาก จึงทำให้กาแพที่ปลูกในสภาพกลางแจ้งมีการเจริญเติบโตน้อยกว่า

ส่วนในร่มเงามะม่วง ได้รับความเข้มแสงลดลงจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่าสภาพกลางแจ้ง โดยมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 21 ถึง 30 องศาเซลเซียส (ตารางผนวกที่ 2) กาแพที่ปลูกในร่มมะม่วง จึงได้รับอุณหภูมิที่ไม่สูงมาก และยังคงได้รับปริมาณแสงเพียงพอ จึงสร้างคาร์โบไฮเดรตได้ ซึ่งคาร์โบไฮเดรตนอกจากจะเป็นสารตั้งต้นของการเจริญเติบโตแล้ว ยังเป็นสารตั้งต้นของสารประกอบอื่น ๆ ทั้ง primary และ secondary metabolite ชนิดต่าง ๆ อีกด้วย ทำให้การเจริญเติบโตมีจำนวนใบ น้ำหนักใบ และพื้นที่ใบมากกว่ากาแพที่ปลูกในสภาพกลางแจ้ง

ขณะที่ในร่มยางพารามีความเข้มของแสงลดต่ำกว่ากลางแจ้งอย่างมากเป็นเวลาหลายเดือนติดต่อกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่าง เดือน มิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พบว่าร่มยางพารามีความหนาที่บวมมาก ทำให้แสงผ่านสู่พื้นล่างได้ไม่ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 1) กาแพที่ปลูกในร่มยางพาราได้รับแสงไม่พอเพียง จึงทำให้กาแพไม่มีการเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์ และมีปริมาณกาแพอื่นน้อยกว่ากาแพที่ปลูกในสภาพกลางแจ้ง

5.2 การตอบสนองของกาแฟอาราบิก้า พันธุ์คาติมอร์ ต่อลักษณะร่วมเงาไม้ยืนต้น ในสภาพพื้นที่สูง

จากการปลูกกาแฟในสภาพกลางแจ้ง (control) เปรียบเทียบกับการปลูกภายใต้ร่มเงา ซึ่งมีสภาพร่มเงาลิ้นจี่ และร่มเงาไม้ป่าธรรมชาติ พบว่าในสภาพกลางแจ้ง กาแฟมีการเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนกิ่ง สูงกว่ากาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงาอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในขณะที่การปลูกในสภาพร่มไม้ป่าธรรมชาติ มีมุมของกิ่งในการรับแสง ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์รวม สูงกว่ากาแฟที่ปลูกสภาพกลางแจ้งอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนการปลูกในสภาพร่มเงาลิ้นจี่ มีขนาดทรงพุ่ม น้ำหนักใบ พื้นที่ใบ สูงกว่ากาแฟที่ปลูกในสภาพกลางแจ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในลักษณะทางกายวิภาค การปลูกสภาพกลางแจ้ง มีจำนวนเซลล์อีพิเดมิส และจำนวนปากใบ สูงกว่ากาแฟที่ปลูกในสภาพร่มเงาอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และพบว่ากาแฟในสภาพร่มเงาลิ้นจี่มีปริมาณคาเฟอีนสูงกว่ากาแฟที่ปลูกกลางแจ้งอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การสังเคราะห์แสงของพืชจะเกิดได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยภายในและภายนอก โดยปัจจัยภายในส่วนใหญ่จะเป็นโครงสร้างของพืช และปริมาณคลอโรฟิลล์ การสะสมภายในคลอโรพลาสต์ที่เป็นผลผลิตของการสังเคราะห์แสง และอิทธิพลของเอนไซม์ ส่วนปัจจัยภายนอกคือ คุณภาพและปริมาณของแสงที่ตกลงใบพืช อุณหภูมิที่ล้อมรอบ ความชื้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซออกซิเจนในสภาพบรรยากาศที่อยู่รอบๆ รวมทั้งน้ำ และแร่ธาตุอาหารพืชก็เป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสง (สัมฤทธิ์, 2544) โดยการปลูกกาแฟในสภาพต่างกันมีผลทำให้ความชื้นของแสงและอุณหภูมิในต่างกัน (ตารางผนวกที่ 1-7) จึงส่งผลให้การเจริญเติบโตของกาแฟแตกต่างกัน Huxley (1967) กล่าวว่าต้นกาแฟอาราบิก้าที่ปลูกภายใต้ระดับความเข้มแสงปานกลางจะมีน้ำหนักแห้งและพื้นที่ใบต่อต้นสูงกว่ากาแฟที่ปลูกภายใต้ระดับความเข้มแสงสูงหรือในสภาพกลางแจ้ง แสดงว่าในสภาพกลางแจ้ง และสภาพร่มเงามากใบกาแฟจะมีอัตราการสังเคราะห์แสงต่ำกว่าใบที่ได้รับแสงปานกลาง จากการตรวจวัดการเจริญเติบโตพบว่า การปลูกในสภาพร่มเงาลิ้นจี่ มีขนาดทรงพุ่ม น้ำหนักใบ พื้นที่ใบ สูงกว่ากาแฟที่ปลูกในสภาพกลางแจ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาผลของร่มเงาต่อการเจริญของกาแฟ Vander Vossen (1988) อธิบายไว้ว่าการปลูกกาแฟภายใต้สภาพร่มเงาที่เหมาะสมจะทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อพื้นที่ใบมีมากกว่าทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงกว่า ทางด้านอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับพลังงานแสงซึ่งส่งผลกระทบต่ออัตราการสังเคราะห์แสงของพืช Kumar (1979) พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการสังเคราะห์แสงของใบกาแฟอาราบิก้า จะอยู่ในช่วงระหว่าง 20 ถึง 25 องศาเซลเซียส จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิของแต่ละสภาพ พบว่ากาแฟที่ปลูกกลางแจ้งส่วนมากมีอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส ซึ่งการปลูกกาแฟในสภาพร่มเงาจะทำให้พลังงานแสงและอุณหภูมิลดลงได้ (Cannell, 1985) กล่าวว่าอุณหภูมิที่ 45 องศาเซลเซียส จะทำให้อัตราการสังเคราะห์แสง

ของใบกาแฟจะหยุดลงอย่างสิ้นเชิง (Heath and Mansfield, 1969) ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิใบที่สูงเกินกว่าจุดที่เหมาะสมจะมีผลให้ปากใบปิด เนื่องจากมีการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นภายในช่องว่างระหว่างเซลล์ในใบ ฉะนั้นการให้ร่มเงาแก่แปลงปลูก จะส่งผลต่อสภาพแวดล้อม ตลอดจนประสิทธิภาพของต้นกาแฟด้วย Willey (1975) รายงานว่า การให้ร่มเงาจะทำให้ผลผลิตของพืชลดลง ทั้งนี้เพราะร่มเงามีผลทำให้ประสิทธิภาพการสร้างอาหารของพืชต่ำลง ในกรณีของกาแฟ Kimermia and Njoroge (1988) กล่าวว่า การให้ร่มเงาจะช่วยให้กาแฟสามารถให้ผลผลิตได้ยาวนานขึ้น และจะช่วยลดอัตราการตายยอด (die back) ได้ ร่มเงาจะช่วยลดอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดในรอบวันได้ นอกจากนี้ร่มเงาจะช่วยลดอุณหภูมิอากาศลงได้ ซึ่งจะมีผลทางอ้อมไปถึงระดับอุณหภูมิของใบกาแฟ Kumar and Tieszen (1976) รายงานว่า อัตราการสังเคราะห์แสงของใบกาแฟจะลดลงถ้ามีอุณหภูมิผิวใบสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส การให้ร่มเงาแก่แปลงปลูกจะช่วยลดอุณหภูมิดินได้ ซึ่งจะทำให้อัตราการระเหยของน้ำและการสลายตัวของสารอินทรีย์ในดินลดลงด้วย (Willey, 1975) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการที่แปลงปลูกพืชได้รับสภาพร่มเงา จะมีผลทำให้สภาพแวดล้อมต่างๆ ที่พืชได้รับเปลี่ยนแปลงไปได้ ซึ่งการให้ร่มเงาในแปลงกาแฟ นอกจากจะมีผลต่อการลดอุณหภูมิตด ความเข้มแสง ช่วยลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินเนื่องจากน้ำฝน ลดปริมาณวัชพืชซึ่งเป็นปัญหาเกี่ยวกับพืชในแง่การแก่งแย่งอาหาร การบังแสงแล้ว การให้ร่มเงาจะมีผลต่อการให้ผลผลิตกาแฟลดลง การที่ผลผลิตลดลงนี้เป็นกลไกตามธรรมชาติของพืชที่จะปรับตัวให้เกิดความสมดุลกับอาหารสะสมและธาตุอาหารที่พืชจะสามารถดูดเอามาใช้ได้ เพื่อลดอันตรายอันเกิดจากการให้ผลผลิตมากเกินไป ซึ่งสนับสนุนข้อกล่าวของ Cannell (1985) ที่ว่าเมื่อปริมาณธาตุอาหารภายในต้นกาแฟอยู่ในสภาพที่ไม่สมดุลกันระหว่างการสร้างอาหาร และการใช้อาหารจะก่อให้เกิดอาการตายยอดในกาแฟได้

ระบบการปลูกกาแฟในประเทศไทยระยะแรก ๆ ส่งเสริมให้ปลูกกาแฟในระบบเปิดไม่มีร่มเงา ซึ่งต่อมาเกิดปัญหาตามมามากมาย เช่น โรคเหี่ยว โรคกิ่งและยอดแห้งตาย หนอนเงาะ ลำต้นภายหลังจึงเห็นให้ปลูกกาแฟในร่มซึ่งจะช่วยลดปัญหาเหล่านี้ได้มาก (วราพงษ์ และคณะ, 2542) ธีระเดช และคณะ (2541) ได้ทำการวิเคราะห์ระบบการปลูกกาแฟอาราบิก้าทางภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยในปัจจุบันพอจะแบ่งเป็น 3 ระบบ คือ ระบบการปลูกกาแฟอย่างเดียว ระบบการปลูกกาแฟร่วมกับพืชอื่นประกอบด้วยไม้ป่า ไม้ผลเศรษฐกิจ และระบบการปลูกกาแฟในสวนหลังบ้าน วราพงษ์ และคณะ (2542) กล่าวว่ากาแฟเป็นพืชยืนต้นที่สามารถปลูกเพื่อพัฒนาเป็นป่าไม้ได้เป็นอย่างดี ทั้งในด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ระบบการผลิตกาแฟอาราบิก้าบนที่สูงที่เหมาะสมต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในระบบการเกษตรแบบยั่งยืนนั้น การผลิตกาแฟอาราบิก้าในระบบร่วมกับพืชอื่น ดีกว่าระบบการผลิตกาแฟอาราบิก้าอย่างเดียวเพราะมีความหลากหลายของ

หลายพืชหลายชนิดในระบบ โดยเฉพาะการผลิตกาแฟร่วมกับไม้ผลเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นการลดความเสี่ยงทางด้านการตลาดผลิตของพืชต่าง ๆ ในระบบ โดยพืชต่างๆ ในระบบ จะต้องเกี่ยวคู่กันในแง่ของการบำรุงเงาไม้ให้ร่มเงาบังต้นกาแฟหนาที่มากเกินไป โดยการจัดระยะปลูกของไม้ผลต่างๆ ที่ร่วมกับกาแฟให้เหมาะสม การปลูกกาแฟกลางแจ้งจะมีโรคและแมลงเข้าทำลายต้นกาแฟมาก แต่ถ้าในสภาพภายใต้ร่มเงาที่หนาที่เกินไปก็ไม่เหมาะสม เพราะกาแฟไม่เจริญเติบโตทางกิ่งก้านจะมีขนาดเล็ก หรือเจริญเติบโตทางด้านข้างมากเกินไปจนไม่ติดผล กาแฟที่ปลูกในร่มเงาปานกลาง จะมีการเจริญเติบโตได้ดี ไม่มีโรคและแมลงรบกวนมากนัก และเกิดผลมากโดยไม่เป็นโรคผลใหม่ หรือกิ่งและยอดแห้ง นอกจากการปลูกกาแฟร่วมกับไม้ผลเศรษฐกิจ ยังสะดวกในการจัดการ ด้านต่างๆ เช่น การให้น้ำ ใส่ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช ไปพร้อมกันโดยไม่แยกการจัดการในแต่ละพืช ช่วยลดแรงงาน และต้นทุนการผลิตไปด้วย (วราพงษ์ และคณะ, 2542) Rayner (1942) ได้อธิบายไว้ว่า เมื่อต้นกาแฟโดนแสงแดดเต็มที่ในขณะที่อุณหภูมิก็สูง ทั้งแสงแดด และอุณหภูมิสูงนี้จะไปเร่งการปรุงอาหารของกาแฟอย่างเต็มที่จนกระทั่งเกิดการดูดซับธาตุอาหารมากเกินไป ทำให้การติดดอกติดผลมากเกินไปความสามารถของต้นกาแฟจะรับได้ ถ้าจำนวนผลกาแฟติดมากเกินไปในปีหนึ่ง ในปีต่อมาจะทำให้ คุณภาพของเมล็ดลดลงอย่างมาก เพราะว่าธาตุอาหารถูกใช้ไปอย่างรวดเร็วจนกระทั่งไม่เพียงพอสำหรับการออกดอกและติดผลในปีถัดไป ผลกาแฟที่สุกก่อนแก่จัดเนื่องจากโดนแสงแดดจัดเกินไป เมื่อนำไปคั่วจะทำให้เกิดรสขม ซึ่งเหมือนกับการเก็บเมล็ดกาแฟที่ไม่สุกจากกิ่งเช่นกัน การปลูกกาแฟอาราบิก้าโดยใช้ไม้บังร่มจะช่วยลดอุณหภูมิและความเข้มของแสงทำให้เมล็ดกาแฟมีคุณภาพสูงที่เรียกว่า mild coffee เนื่องจากการกำจัดแสงที่มากเกินไปนี้ออกไปทำให้สารที่ก่อให้เกิดรสชาติและกลิ่นที่หอมหวานเกิดการรวมตัวกันขึ้นในผลกาแฟ นอกจากนั้นอายุของต้นกาแฟและช่วงเวลาที่ให้ผลผลิตคั่งคั่งขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมรอบๆ ต้นกาแฟให้เหมาะสม ถึงอย่างไรก็ตาม ร่มเงามีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับกาแฟอาราบิก้าที่ปลูกอยู่บนพื้นที่ไม่สูงนักในเขตร้อนและฝนตกชุก (Harrar, 1956)