

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกาแฟอราบิก้า

กาแฟอราบิก้าเป็นพืชนำเข้านชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาปลูกบนที่สูง เป็นพืชทดแทนพืชเสพติดพื้นของเกษตรกรชาวเขา และนับเป็นพืชที่ใช้ทดแทนได้อย่างสมบูรณ์ พื้นที่ใดปลูกผืนได้ดี จะเป็นพื้นที่ที่ปลูกกาแฟได้ดีด้วย กาแฟและฝิ่นมีข้อดีเหมือนกัน คือ ใช้พื้นที่น้อย ใช้แรงงานมาก ผลผลิตเก็บรักษาได้นาน ราคาต่อหน่วยสูง แต่กาแฟมีข้อได้เปรียบมากกว่า คือ สามารถปลูกได้ดีภายใต้ร่มเงาของไม้ชนิดอื่น ซึ่งฝิ่นไม่สามารถทำได้ นอกจากนั้นฝิ่นยังเป็นพืชเสพติดที่ผิดกฎหมาย

การปลูกกาแฟของไทยมี 2 ระบบหลัก คือ ปลูกเป็นพืชเชิงเดี่ยวกลางแจ้งและปลูกภายใต้ร่มเงาของไม้ชนิดอื่น เช่น ไม้ป่า ไม้ผล หรือไม้ที่ปลูกมาเพื่อใช้เป็นร่มเงาโดยเฉพาะ การปลูกกาแฟกลางแจ้งอาจให้ผลผลิตในระยะแรกมากกว่า แต่ต้นกาแฟเสื่อมโทรมเร็ว อายุการให้ผลสั้น มักมีอาการยอดและกิ่งแห้งตาย (Die back) การปลูกกาแฟใต้ร่มเงา ผลผลิตอาจจะต่ำกว่า แต่อายุการให้ผลผลิตจะยืนยาวกว่า ผลผลิตมีคุณภาพดีกว่า ซึ่งเชื่อว่าเกิดจากการสูกแก่ของผลกาแฟช้า ทำให้มีเวลาสะสมสารหอมระเหยมากกว่า นอกจากนั้นการปลูกกาแฟภายใต้ต้นไม้ที่ให้ร่มเงาจะเป็นการเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ มีประโยชน์ต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งจะช่วยให้การผลิตกาแฟเป็นระบบการเกษตรที่ยั่งยืนต่อไปได้

กาแฟอราบิก้ามีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปอาฟริกา DaMatta. (2004) สรุปว่า แหล่งกำเนิดเป็นภูเขาในประเทศเอธิโอเปีย มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,600 - 2,800 เมตร เป็นพืชภายใต้ร่มเงาของไม้อื่นๆ (Understorey) แหล่งกำเนิดมีความแปรปรวนของอุณหภูมิอากาศน้อย ในสภาพแวดล้อมนี้ อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 20 °C ปริมาณน้ำฝนต่อปี 1,600 - 2,000 มิลลิเมตร มีระยะแห้งแล้งและหนาวเย็น 3 - 4 เดือน เมื่อนำกาแฟอราบิก้าไปปลูกยังพื้นที่ต่างๆ ที่ไม่ใช่ถิ่นกำเนิดจึงต้องปลูกในสภาพอากาศที่คล้ายคลึงกับแหล่งกำเนิด จึงจะให้ผลผลิตและคุณภาพที่ดี

การส่งเสริมการปลูกกาแฟอราบิก้าบนพื้นที่สูงของไทย โดยทั่วไปแนะนำที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 800 เมตร ขึ้นไป แต่สำหรับมูลนิธิโครงการหลวงสนับสนุนให้ผลิตกาแฟคุณภาพดีจากพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 1,000 เมตร เช่น แนะนำให้ปลูกกาแฟอราบิก้าที่ระดับความสูงจากน้ำทะเลตั้งแต่ 1,000 - 1,300 เมตร สิทธิพรและกนิษฐา (2539) สรุปว่า พื้นที่เหล่านี้ปกติมีปริมาณน้ำฝนตลอดปี 1,700 - 2,500 มิลลิเมตร มีการกระจายของฝนในช่วงกว้าง คือ ฤดูฝนมี

ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 6 เดือน เริ่มตั้งแต่ปลายเดือนเมษายนถึงตุลาคม มีช่วงแล้งประมาณ 4 - 5 เดือน ตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายนถึงมีนาคม ซึ่งเป็นระยะเก็บเกี่ยวและต้นกาแฟได้พักตัวเพื่อสร้างตาดอก อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 20 °C ในฤดูร้อนอุณหภูมิกลางวันอาจสูงถึง 35 °C แต่ในฤดูหนาวไม่มีน้ำค้างแข็ง

นอกจากจะแนะนำส่งเสริมการปลูกกาแฟอาราบิก้าบนพื้นที่สูงแล้ว ยังแนะนำให้ปลูกในสภาพร่มเงาของไม้ชนิดอื่น เช่น ไม้ป่า ไม้ผล หรือไม้ที่ปลูกเพื่อใช้ทำร่มเงาของกาแฟโดยเฉพาะ ทั้งนี้เพราะกาแฟต้องการสภาพการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตภายใต้ร่มเงารำไร และเหตุผลสำคัญของการปลูกในระบบนี้เพื่อการอนุรักษ์ป่าไม้ในพื้นที่ปลูก เนื่องจากพื้นที่ปลูกกาแฟอาราบิก้าของไทยคือแหล่งต้นน้ำที่สำคัญของประเทศ

DaMatta (2004) สรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสภาพนิเวศน์และร่มเงาต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต โดยสรุปและวิเคราะห์ถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมและการจัดการ โดยปัจจัยดังกล่าว ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ (Climatic factors and requirements) ความเข้มของแสงและผลผลิต (Shading and yield) อาการกิ่งและยอดตาย (Branch die-back) พลังงานแสงและการแลกเปลี่ยนก๊าซ (Radiant energy) อุณหภูมิอากาศ (Temperature) ลม (Wind) ความชื้นสัมพัทธ์และอัตราการระเหยของน้ำ (Relative humidity and evaporative demand) และระบบปลูกกระยะชิด (High density plantings)

อุณหภูมิอากาศ (Air temperature) อุณหภูมิอากาศที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของกาแฟอาราบิก้าที่สุด คือ อุณหภูมิเฉลี่ย 18 - 21 °C อุณหภูมิเฉลี่ยที่สูงกว่า 23 °C จะเร่งการเจริญและการสุกของผล การที่ผลกาแฟสุกเร็ว ทำให้คุณภาพทั้งทางกายภาพและการชงดื่มไม่ดี ในพื้นที่ที่อุณหภูมิสูงและมีแสงแดดจ้า จึงแนะนำให้เกษตรกรปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาของไม้ชนิดอื่น อุณหภูมิสูงกว่า 24 °C ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง และจะหยุดเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 34 °C ในการวัดอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO₂ พบว่า ที่อุณหภูมิ 10 °C มีอัตราการแลกเปลี่ยนมากกว่าที่ 35 °C (Kumar and Tiezen., 1976, Nunes *et al.* 1968) Barros *et al.* (1997) สรุปว่า อุณหภูมิของอากาศ มีผลโดยตรงต่อการเจริญทางกิ่งใบ ของกาแฟ Bertrand *et al.* (2012) พบว่า สภาพภูมิอากาศมีผลโดยตรงต่อคุณภาพทั้งทางกายภาพและการชงดื่มกาแฟ

ความชื้นสัมพัทธ์และการระเหยของน้ำ (Relative humidity and evaporative demand) ในสภาพแวดล้อมที่ปัจจัยอื่นเกี่ยวกับการสังเคราะห์ไม่ถูกจำกัด ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเป็นปัจจัยจำกัดของการปิดเปิดของปากใบ พบว่า การตอบสนองนี้เป็นไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งเชื่อว่าเป็นผลดีกับต้นกาแฟ ในการปรับตัวต่อสภาพที่ดินมีน้ำน้อย (Barros *et al.*, 1997)

พลังงานแสง (Radiant energy) ในสภาพที่ปากใบเปิดและไม่มีปัจจัยจำกัดการปิดเปิด

ต้นกาแฟที่ปลูกกลางแจ้งจะมีศักยภาพในการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 มากกว่า Farquhar et al. (1989) พบว่า อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซของใบกาแฟในร่มถูกจำกัดด้วยความเข้มของแสง แต่ก็มีรายงานจำนวนหนึ่งที่บอกว่า กาแฟที่ปลูกในร่มและกลางแจ้งมีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ไม่ต่างกัน (Kumar and Tieszen, 1980) Carelli et al. (1999) พบว่าอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซจากใบที่อยู่กลางแจ้งและร่มเงา 50 % ไม่ต่างกัน แต่แตกต่างจากที่ปลูกในสภาพร่มเงา 80 % DaMatta et al. (1997) พบว่านอกจากความเข้มแสงแล้วยังมีปัจจัยของธาตุอาหาร โดยเฉพาะไนโตรเจน พบว่าต้นกล้ากาแฟที่นำออกจากเรือนเพาะชำไปไว้กลางแจ้งเป็นเวลา 130 วัน มีชีวิตรอดได้ ถ้าให้ไนโตรเจนเพิ่ม แต่กลุ่มที่ไม่ได้ให้ไนโตรเจนตายทั้งหมด

ลม (Wind) ความเร็วลมมักจะทำลายต้นกาแฟในระยะปลูกใหม่ โดยทำให้โยกคลอนและเอียงไปตามทิศทางของลม ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ Caramori et al. (1986) พบว่าความเร็วลม 3.0 m s^{-1} ลดอัตราการเจริญเติบโตของความสูงและพื้นที่ใบของต้นกาแฟ สิทธิพรและกนิษฐา (2539) วัดข้อมูลอุตุณิยวิทยาที่สถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน (ความสูง 1,300 เมตร) และสถานีเขตรชลประทาน (ความสูง 300 เมตร) ความเร็วลมเฉลี่ยตลอดปีที่วัดได้มีค่า 68.8 และ 75.0 กม./วัน แต่พบว่าโดยทั่วไปความเร็วลมต่อชั่วโมงบนพื้นที่สูงเฉลี่ยตลอดปีมีมากกว่าพื้นราบ

ร่มเงา (Shading) สภาพร่มเงามีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของกาแฟอาราบิก้า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง มีการเจริญทาง Vegetative มากกว่า Reproductive และพบว่าต้นกาแฟที่เจริญเติบโตในสภาพร่มเงามาก มีข้อหา ขาดผลน้อย ร่มเงาที่เหมาะสมทำให้ต้นกาแฟออกดอกติดผลสม่ำเสมอทุกปี ซึ่งกาแฟที่ปลูกในสภาพกลางแจ้งที่มีการจัดการน้อยมีการติดผลเว้นปี การส่งเสริมแนะนำการปลูกกาแฟสมัยใหม่ที่มีการจัดการแบบประณีตของบริษัทขนาดใหญ่ มีการจัดการน้ำ ปุ๋ยและวัชพืชได้เป็นอย่างดี อาจปลูกกลางแจ้งได้ ในขณะที่การปลูกที่เน้นการอนุรักษ์ ควรเป็นระบบในร่มเงาของไม้ชนิดอื่น สำหรับการปลูกภายใต้ร่มเงา ควรคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของเกษตรกรว่าเป็นพืชหลักหรือพืชรอง ปัจจัยทางสังคมและสิ่งแวดล้อมและความสามารถในการให้ปัจจัยการผลิตกับต้นกาแฟ (Beer et al., 1998)

การทดลองของชวลิตและคณะ (2547) พบว่าการพรางแสงโดยตาข่ายพรางแสงสังเคราะห์ ทำให้ต้นกาแฟมีความสูงมากกว่ากลุ่มที่ไม่พราง แต่ผลผลิตน้อยกว่าและผลกาแฟสุกช้ากว่าประมาณ 1 เดือน

ประเสริฐและธีระเดช (2545) ได้ศึกษาระบบการปลูกกาแฟอาราบิก้าร่วมกับพืชอื่นที่มีต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ โดยปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาป่าไม้และไม้ผลต่างๆ อีก 5 ชนิด พบว่าระบบ

การปลูกกาแฟร่วมกับป่าไม้มีความเหมาะสมต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติบนที่สูงมากที่สุด ซึ่งสมพล (2535) อธิบายว่าร่มเงาจากต้นไม้ป่าต่างๆช่วยให้การพัฒนาด้านสรีรวิทยาของต้นกาแฟสามารถดำเนินต่อไปได้เป็นอย่างดี สุนทร (2540) ศึกษากระบวนการปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาต่างๆได้ให้ข้อสังเกตไว้ว่า การปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาไม่ว่าเป็นต้นไม้ป่าหรือต้นไม้ผลชนิดใดก็ตาม ควรเป็นพันธุ์ไม้ที่มีใบเขียวตลอดปีไม่มีการทิ้งใบในหน้าแล้งรวมทั้งต้องพิจารณาถึงรูปทรงของลำต้น กิ่งก้านและลักษณะใบร่วมด้วย

ในการสำรวจการเกิดโรคและแมลง นิธิและคณะ (2545) ได้รายงานการสำรวจปริมาณการระบาดของโรคและแมลงในระบบการปลูกกาแฟกลางแจ้งและภายใต้ร่มเงาในภาคเหนือตอนบน ผลการสำรวจพบว่ามีระบบการปลูกกาแฟแบบกึ่งกลางแจ้งและภายใต้ร่มเงาในภาคเหนือตอนบน ผลการสำรวจพบว่ามีระบบการปลูกกาแฟแบบกึ่งกลางแจ้ง กาแฟปลูกร่วมป่าไม้ กาแฟปลูกร่วมไม้ผล เช่น ท้อ ขวัญ ลิ้นจี่ ส้มโอ และกาแฟปลูกร่วมกับไม้ป่า ระบบการปลูกกาแฟอย่างเดียวกึ่งกลางแจ้งจะพบโรคสำคัญ คือ โรคใบจุดสีน้ำตาล หนอนเจาะลำต้น ราสนิม กิ่งและยอดแห้ง ผลไหม้ ขาดสังกะสี ราเขม่าดำ เพี้ยหอยสีเขียว ส่วนในร่มเงาจะพบโรคราสนิม กิ่งและยอดแห้ง ขาดธาตุแมกนีเซียม หนอนเจาะลำต้น เพี้ยหอยสีเขียวและเพี้ยหอยสีน้ำตาล ส่วนแปลงที่มีร่มเงาสูงมากๆ จะพบโรคใบจุดสาหร่ายในอัตราสูงแต่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่ต้นกาแฟ จึงสรุปได้ว่า การใช้ร่มเงาในปริมาณเหมาะสมคือระหว่าง 20 - 50 % คาดว่าจะช่วยป้องกันความเสียหายจากศัตรูพืชได้

อาการยอดตาย (Die-back) อาการยอดแห้งตายในกาแฟอราบิกายังไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัด แต่สรุปกันว่าเป็นผลมาจากความผิดปกติทางสรีรวิทยา (Physiology disorder) ไม่ใช่เกิดจากเชื้อโรคพืช ปัจจุบันนี้ถูกเชื่อมโยงกับความเครียดของสภาพแวดล้อม (Environmental stress) สภาพดินไม่เหมาะสม ขาดน้ำ อุณหภูมิสูง ได้รับแสงมาก หรือเกิดจากหลาย ๆ ปัจจัยร่วมกัน (Barros *et al.*, 1999) โดยทั่วไปกาแฟที่ปลูกในร่มจะพบอาการยอดแห้งตายน้อยกว่ากาแฟที่ปลูกกลางแจ้ง ซึ่งในภาพรวมอาจสรุปได้ว่าเป็นผลมาจาก ความไม่สมดุลระหว่าง Source และ Sink และพบว่าในกิ่งกาแฟจากต้นที่มีอาการยอดแห้งตายมีการสะสมแป้งในกิ่งและรากน้อยกว่าจากต้นปกติ และรายงานเพิ่มเติมว่าต้นที่ปลูกกลางแจ้งแม้จะติดผลจำนวนมาก ก็ยังคงมีอาการปกติหากมีใบที่มีศักยภาพในการสังเคราะห์แสงอยู่บนต้น

โรคราสนิมที่ทำให้ใบกาแฟร่วงก่อนที่ใบแก่ตามธรรมชาติ เป็นสาเหตุหนึ่งของอาการยอดแห้งตาย โดย Brown *et al.* (1995) สรุปว่าความรุนแรงของราสนิมจะขึ้นกับปริมาณการติดผลบนต้น ถ้าติดผลน้อยความรุนแรงจะน้อย แต่ถ้าติดผลมาก ความรุนแรงจะมากขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปจะพบว่ากาแฟกลางแจ้งจะติดผลมากกว่าในร่ม และพบความรุนแรงของราสนิมมากกว่า

การตอบสนองต่อความเข้มแสง (ร่มเงา) ของต้นกาแฟ องค์ประกอบหลักที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต คือ สิ่งแวดล้อม สายพันธุ์และการจัดการ สำหรับสิ่งแวดล้อมมหภาค (Macroclimate) ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ในการจัดการแปลงสามารถจัดการเพื่อให้สิ่งแวดล้อมระดับจุลภาค (Microclimate) เหมาะสมกับการให้ผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตได้ เช่น การจัดการร่มเงาเพื่อปรับสภาพแวดล้อมรอบต้นพืชไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงมากหรือน้อยเกินไปจนกระทบกับการสังเคราะห์แสง และการเจริญเติบโต

ร่มเงาทำให้ลดปริมาณการติดผลต่อต้น (Fruit load) โดยมีผลต่อทางสรีรวิทยา เช่น ชื่อยาวมากขึ้น ข้อติดผลต่อกิ่งน้อยลง จำนวนของดอกต่อข้อลดลง ทำให้ผลมีขนาดใหญ่ และคุณภาพดีขึ้น ซึ่งเชื่อว่าการเกิดจากการลดความเครียดจากสิ่งแวดล้อมโดยร่มเงา ทำให้ผลกาแฟมีเวลาสะสมสารหอมระเหยนานขึ้น เนื่องจากร่มเงาทำให้สุกช้ากว่า (Beer *et al.*, 1998, Decazy *et al.*, 2003 and Muschler, 2001)

ในสภาพร่มเงาที่ต่างกัน Cheng *et al* (2016) สรุปว่า น้ำหนักต่อผลของผลสด ขนาดเมล็ดและน้ำหนักของเมล็ด ความพึงพอใจของผู้ดื่มกาแฟ (Preference) ปริมาณคาเฟอีน (Caffeine) ปริมาณ Sucrose และ ปริมาณไขมัน (Lipids or fat) จะมีเพิ่มขึ้นตามความเข้มของร่มเงาที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ ปริมาณ Trigonelline และปริมาณ Chlorogenic acids จะลดลงเมื่อเพิ่มร่มเงา ซึ่งมีผลต่อคุณภาพ

ไม่ร่มเงาถือเป็นกันชน (Buffer) ป้องกันไม่ให้อุณหภูมิสูงมากเกินไปในช่วงเวลากลางวัน หรือต่ำมากในช่วงเวลากลางคืน ทำให้มีผลต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตในระยะยาว Bote and Struik (2011) ซึ่งทำวิจัยในเอธิโอเปียและสรุปว่า อุณหภูมิดิน เข้มแสงในแปลงกลางแจ้งมีมากกว่าในร่ม ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ ในแปลงกลางแจ้งต่ำกว่าในร่ม ในขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยไม่ต่างกันมาก

การวัดการสังเคราะห์แสงและการสะสมสารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงโดยตรงทำได้ยาก และเครื่องมือมีราคาแพง เนื่องจากกระบวนการเกิดตลอดเวลา ในขณะที่มีการสังเคราะห์ก็มีการใช้สารสังเคราะห์ที่ได้ไปพร้อมกัน โดยทั่วไปนิยมการวัดอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ วัดผลรวมของการสะสมสารสังเคราะห์ เช่นน้ำหนักของต้นพืช หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของต้นพืช การวัดขนาดและพื้นที่ใบ วัดค่า Specific leaf area (SLA) ค่า Specific leaf weight (SLW) เพื่อใช้คำนวณประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสง Bote *et al.* (2018) พบว่าค่า Specific leaf area ที่ร่มเงา 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่า $187 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ขณะที่ความเข้มแสง 100 เปอร์เซ็นต์วัดได้ $109 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ Steiman *et al* (2011) พบว่าร่มเงาลดอุณหภูมิใบและเพิ่ม Specific leaf area แต่ไม่มีผลต่อความยาวกิ่ง และพบว่าร่ม

เงาทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบต่างกัน ในขณะที่ Rodríguez-López et al. (2014) พบว่า กาแฟที่ปลูกกลางแจ้งหรือได้แสงมากกว่าจะมีน้ำหนักซาก (Biomass) มากกว่ากลุ่มที่ได้รับแสงน้อยกว่า และพบว่าถ้าได้รับแสงตอนเช้ามีน้ำหนักซากมากกว่าได้รับแสงตอนบ่าย

ใบกาแฟกลางแจ้งซึ่งติดผลจำนวนมาก มีประสิทธิภาพการสังเคราะห์มากกว่าใบในร่ม ทำให้มีการสะสมน้ำหนักแห้งต่อหน่วยพื้นที่ใบได้มากกว่า สำหรับขนาดของใบที่ได้จากแปลงในร่มมีขนาดใหญ่กว่าแปลงกลางแจ้ง อธิบายได้ว่าเมื่อมีความเข้มของแสงน้อย ใบจะปรับตัวเพื่อเพิ่มพื้นที่รับแสง จึงขยายขนาด การขยายขนาดนี้ Bote and Struik (2011) พบว่ามีอัตราการสังเคราะห์มากกว่า อุณหภูมิของใบกาแฟในร่มน้อยกว่าและ Photosynthetically active radiation (PAR) ก็น้อยกว่า

2.2 กรอบแนวคิด (Conceptual Framework) ของโครงการวิจัย

จากที่กาแฟอาราบิก้าเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีภายใต้ร่มเงา ทำให้มีการส่งเสริมปลูกภายใต้ร่มเงาของไม้ป่า หรือไม้ใช้ประโยชน์ชนิดต่างๆ ประกอบกับการทำการเกษตรบนพื้นที่สูงซึ่งเป็นที่ยึดมั่น ต้องการระบบที่มีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้จึงต้องการหาระบบการปลูกและการจัดการแปลงกาแฟอาราบิก้าที่เหมาะสมสำหรับการปลูกบนพื้นที่สูงในภาคเหนือของประเทศไทย โดยเน้นศึกษาระบบที่ปลูกภายใต้ร่มเงาของไม้ยืนต้นชนิดอื่น เช่น ไม้ผลยืนต้น ไม้ป่าธรรมชาติ

1) **แปลงปลูกใหม่ในระบบอนุรักษ์** ซึ่งมีทั้งร่มเงาตามธรรมชาติและร่มเงาที่ปลูกพร้อมกับกาแฟ คำถามการวิจัยที่สำคัญคือการปลูกและการจัดการแปลงปลูกใหม่ ในเกษตรกรรายใหม่ที่ไม่เคยปลูกกาแฟมาก่อน ต้องทำอย่างไรให้ต้นกาแฟมีอัตราการรอดตายสูง ต้นกาแฟมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดี

การปลูกและไม่ปลูกไม้บังร่ม และพืชแซมในสวนกาแฟมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟและการให้ผลผลิตอย่างไร งานวิจัยจึงดำเนินการวัด Microclimate การเจริญเติบโตของกาแฟและไม้บังร่ม ติดตามการจัดการของเกษตรกร ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต ตลอดจนการระบาดของโรคและแมลง

2) **แปลงต้นแบบการปฏิบัติที่ดี** แปลงกลางแจ้งและในร่ม ต้องการหาข้อมูลที่เป็นวิทยาศาสตร์ เช่นความเข้มของแสง ความชื้นของดิน และ Microclimate มาอธิบาย การเจริญเติบโต การตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นกาแฟ และการระบาดของโรคและแมลง ที่มีผลต่อการให้ผลผลิต คุณภาพของผลผลิตทั้งทางกายภาพ เคมี และการชงดื่ม

โดยปี 2562 เป็นการดำเนินงานในปีที่ 4 และนำข้อมูลที่ได้มาสรุป วิเคราะห์ ตลอดจนนำเสนอระบบที่เหมาะสมเพื่อการสร้างและจัดการระบบการปลูกกาแฟอาราบิก้าที่มีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของชุมชนที่ปลูกกาแฟอาราบิก้าบนพื้นที่สูง

2.3 คุณภาพของกาแฟ

คุณภาพของกาแฟโดยทั่วไปมีอยู่ 2 ลักษณะกว้าง ๆ คือ (1) คุณภาพทางกายภาพ (Physical quality) ซึ่งเป็นสิ่งที่รับรู้ได้จากประสาทสัมผัส เช่น ขนาด สี รูปร่างของเมล็ด และกลิ่น (2) คุณภาพการชงดื่ม (Cup tasting quality) ซึ่งประกอบด้วยกลิ่นและรสชาติ โดยทั่วไปคุณภาพทั้ง 2 อย่างนี้อาจแปรผันตรงหรือผกผันหรือไม่สัมพันธ์เลยก็ได้ คุณภาพของกาแฟเป็นสิ่งที่มียู่แล้วตามธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากชนิด พันธุ์ แหล่งปลูก และการจัดการแปลงปลูก ในกระบวนการปลูกและการแปรรูปเกษตรกรต้องทำอย่างพิถีพิถันเพื่อรักษาคุณภาพที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติให้อยู่คู่กับเมล็ดกาแฟจนถึงผู้บริโภค

องค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ดกาแฟสามารถใช้บ่งชี้คุณภาพการชงดื่มได้ เช่น Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids และ sucrose (Ky et al., 2001 และ Campa et al., 2004) นอกจากนั้น Farah et al. (2006) พบว่า caffeoylquinic acids (predominantly 5-caffeoylquinic acid), feruloylquinic acids และอนุพันธ์ของสารดังกล่าวมีผลต่อคุณภาพการชงดื่มของกาแฟ

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพประเมินจากขนาด ลักษณะภายนอกที่มองเห็นและสิ่งเจือปนอื่น ๆ ส่วนการประเมินคุณภาพการบริโภคใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและทดสอบคุณภาพด้วยการชิมรสชาติ คุณภาพทั้ง 2 อย่างนี้ ใช้เพื่อประเมินคุณภาพและกำหนดราคาซื้อขาย ในต่างประเทศนิยมใช้ผลการชิมเพื่อกำหนดราคา ผู้ชิมที่เชื่อถือได้มักเป็นองค์กรด้านการชิมกาแฟ เช่น Specialty Coffee Association of America (SCAA) เป็นองค์กรอ้างอิงที่ทำมาตรฐานสำหรับใช้กับกาแฟ โดยผลการชิมจะทำเป็นคะแนนและสรุปว่ากาแฟแต่ละตัวอย่างที่ชิมมีคุณภาพระดับใด ตารางกำหนดคะแนนดังตารางที่ 1 (SCAA, 2012)

ตารางที่ 2.1 ตารางคะแนนผลการชิมและระดับคุณภาพที่กำหนดโดย SCAA

Total Score	Specialty Description	Classification
95-100	Exemplary	Super Premium Specialty
90-94	Outstanding	Super Premium Specialty
85-89	Excellent	Premium Specialty
80-84	Very Good	Specialty
75-79	Good	Specialty
70-74	Fair	Barely Specialty
<70		Non-specialty
60-70		Premium mild Arabica
50-60		Usual good quality
<50		Average or questionable quality

การบริโภคกาแฟเป็นการบริโภคกลิ่นและรสชาติ ผู้จำหน่ายกาแฟและผู้บริโภคกาแฟต้องการเอกลักษณ์ ที่แตกต่างจากร้านค้าอื่น และมีเรื่องเล่าเกี่ยวกับที่มา ซึ่งอาจจะเป็นพันธุ์และแหล่งปลูก เช่น Mocha จากเยนเมน Kona จากฮาวาย และ Blue Mountain จากจาไมก้า และมีไม่น้อยที่อ้างอิงจากชื่อ ยี่ห้อ นอกจากนั้นจุดขายอื่น ๆ เช่น ตัวเกษตรกรผู้ปลูก กระบวนการปลูกและการจัดการแปลงแบบ อนุรักษ์ หรือลักษณะพิเศษอื่น ๆ ที่สามารถสร้างเป็นเรื่องได้ เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค การมีสาย พันธุ์กาแฟที่ให้ผลผลิตมีคุณภาพดี หลากหลาย ให้ผู้ซื้อและผู้บริโภคกาแฟเลือก เพื่อใช้ผลิตเป็นกาแฟที่มี เอกลักษณ์เฉพาะจำหน่าย จะช่วยรักษาระดับราคากาแฟไม่ให้ตกต่ำ และเพิ่มมูลค่าการค้ากาแฟของไทย

2.4 ระบบการปลูกกาแฟอราบิก้าในประเทศไทย

การส่งเสริมการปลูกกาแฟบนพื้นที่สูงในระยะแรกเริ่ม เป็นการนำกาแฟไปปลูกในพื้นที่ที่ เกษตรกรเคยทำเกษตรมาก่อน ซึ่งถูกแบ่งเป็น 3 ระบบหลัก (Kunstdter et al, 1987)

(1) ระบบหมุนเวียนการใช้พื้นที่ (Rotational shifting cultivation) ของชนกลุ่มกะเหรี่ยง และลัวะ กาแฟในปัจจุบันจึงมักเป็นกาแฟสวนหลังบ้านและกาแฟในป่า ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนไร่เหล้าเป็น สวนกาแฟ เช่นที่บ้านยอดไผ่ (ห้วยซี้เปอะ) ต.แม่ศึก อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่

(2) ระบบไม่หมุนเวียนพื้นที่ (Pioneer shifting cultivation) ที่ทำโดยกลุ่มม้ง เย้า ลาหู่ อาข่า และลีซู กาแฟของชนกลุ่มนี้จะเป็นกาแฟกลางแจ้ง เช่นกาแฟที่ดอยช้าง

(3) ระบบเกษตรป่าไม้ (Agroforests) อย่างสวนเมี่ยงที่ทำโดยคนพื้นราบ ขึ้นไปใช้พื้นที่ปลูกเมี่ยง บนดอย กาแฟในระบบนี้จะเป็นกาแฟภายใต้ร่มเงาของไม้ป่า อย่างพื้นที่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่า

เมียง และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่

ระบบการปลูกกาแฟอาราบิก้าบนพื้นที่สูง ในปัจจุบันจึงอิงตามระบบการเกษตรแบบเดิม คือปลูกในพื้นที่ป่าเหล่าของไร่หมุนเวียน ปลูกกลางแจ้งและปลูกในพื้นที่ป่าที่เคยเป็นสวนเมียงมาก่อน

2.5 แนวทางการพัฒนากาแฟในอนาคตของไทย

1) การพัฒนาพันธุ์กาแฟ

ในปี พ.ศ. 2550 กรมวิชาการเกษตรได้มีการรับรองพันธุ์กาแฟเชียงใหม่ 80 และเริ่มนำออกมาส่งเสริมให้เกษตรกรบนพื้นที่สูงปลูกทดแทนหรือเสริมพันธุ์เดิม จากการติดตามข้อมูลทางพันธุกรรม พันธุ์เชียงใหม่ 80 อยู่ในกลุ่มลูกผสมที่เกิดจากสายพันธุ์คาติมอร์ผสมกลับกับสายพันธุ์อื่น คือระหว่างคาติมอร์ HW26/5 และ SL28 ในรายงานระบุว่าได้คะแนนผลการชิม 6.5-7.0 (มานพ, 2555) สำหรับสายพันธุ์นี้เป็นสายพันธุ์ที่ Op de Laak (1992) เรียกว่าพันธุ์ H306 และตั้งข้อสังเกตว่าน่าจะมีศักยภาพในการปลูกและผลิตในอนาคต

ในการติดตามการให้ผลผลิตและการระบาดของโรคราสนิมใบของสายพันธุ์กาแฟ โดยนักวิจัยของศูนย์วิจัยและฝึกอบรมที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ปลูกที่แปลงรวมพันธุ์ของสถานีวิจัยเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน ตลอดจนในแปลงปลูกของเกษตรกร พบว่าเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 20 ปี หลังจากที่ไม่เคยมีการใช้สารเคมีกำจัดโรคราสนิมในแปลงปลูก มีหลายสายพันธุ์ที่สามารถปรับตัวได้ โดยให้ผลผลิตได้ทุกปี แม้ว่าจะเป็นโรคราสนิมในฤดูฝน แต่ต้นกาแฟสามารถฟื้นตัวได้อย่างรวดเร็ว และให้ผลผลิตได้อีกในปีต่อไป พันธุ์เหล่านี้น่าจะมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นพันธุ์การค้าที่มีคุณภาพการชงดื่มในระดับดีเยี่ยม (Specialty coffee) สายพันธุ์เหล่านี้มีทั้งกลุ่มอาราบิก้าสายพันธุ์แท้ ลูกผสมคาติมอร์ ลูกผสมอิกาตูและสายพันธุ์อื่น ๆ ที่ไม่ทราบพันธุ์กรรมชัดเจน

2) การพัฒนาระบบการปลูกกาแฟ

พงษ์ศักดิ์ (2535) สรุปว่า การส่งเสริมการปลูกกาแฟในระบบเกษตรป่าไม้ นับเป็นงานส่งเสริมที่มีความสำคัญต่อการพัฒนา การปลูกกาแฟ เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจชาวเขา และพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติบนที่สูง ให้มีความยั่งยืนทั้งชีวิต ชุมชนเกษตรกรชาวเขา ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรชาวเขาทั้งสองเผ่าคือมูเซอ และกะเหรี่ยงมีความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับเกษตรเชิงอนุรักษ์หรือระบบ เกษตรป่าไม้ ว่าเป็นระบบที่สามารถยืดอายุพืชให้ยาวนาน สามารถรักษาความชุ่มชื้น สร้างธาตุอาหารในดิน และสามารถเพิ่มผลผลิตแก่พืชเกษตรได้ และยังเข้าใจอีกว่า เกษตรป่าไม้ มีองค์ประกอบ

สำคัญคือ ป่า น้ำ และพื้นที่ปลูกพืช ตลอดจนผลผลิตจากป่าและสัตว์ ผลประโยชน์ของเกษตรกรป่าไม้ ต่อการปลูกกาแฟร่าบิก้าคือ การให้ผลผลิตดีพอสมควร สามารถเพิ่มผลผลิตได้ กาแฟมีอายุยาวนาน สภาพแวดล้อมดี ความอุดมสมบูรณ์ ของดินดี สามารถป้องกันการพังทลายของดินได้ และสามารถได้รับผลประโยชน์จากป่าในระบบด้วย เกษตรกร มีความพอใจในการปลูกกาแฟร่าบิก้าในระบบเกษตรป่าไม้พอสมควร แม้ว่าผลผลิตจะต่ำกว่าเป้าหมายพอสมควรก็ตาม

ประเสริฐและธีระเดช (2545) ทำการศึกษาระบบการปลูกกาแฟร่วมกับไม้ผลเศรษฐกิจสามารถจำแนกได้ดังนี้ การปลูกกาแฟร่าบิก้าร่วมกับไม้ผลตั้งแต่ 3 ชนิดขึ้นไป การปลูกกาแฟร่าบิก้าร่วมกับส้มโอ การปลูกกาแฟร่าบิก้าร่วมกับกล้วย การปลูกกาแฟร่าบิก้าร่วมกับลิ้นจี่ การปลูกกาแฟร่วมกับไม้เศรษฐกิจในระบบต่าง ๆ มีลักษณะเด่นและด้อยแตกต่างกันออกไป การจัดวางระบบควรคำนึงถึงการอยู่ร่วมกันของพืชที่ปลูก สามารถเจริญเติบโต ให้ผลผลิต ให้ค่าตอบแทนทางเศรษฐกิจไปด้วยกันได้หรือไม่ และการผลิตพืชดังกล่าวควรคำนึงผลกระทบของสิ่งแวดล้อมด้วย

