บทคัดย่อ

โครงการวิจัยการศึกษาการปลูกกาแฟอราบิก้าภายใต้สภาพร่มเงาร่วมกับการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ เป็นผลงานวิจัยปีที่ 4 จากระยะเวลา 4 ปี ของโครงการ วัตถุประสงค์หลักคือ (1) เพื่อศึกษาวิธีการปลูกกาแฟอราบิก้าภายใต้สภาพร่มเงาร่วมกับการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง (2) เพื่อศึกษาต้นแบบการปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ในการปลูกกาแฟบนพื้นที่สูง (3) เพื่อให้ได้วิธีการปลูกและการผลิตกาแฟอราบิก้าคุณภาพภายใต้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่สูง การศึกษาที่ 1 การศึกษาการปลูกกาแฟภายใต้สภาพร่มเงาร่วมกับการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ดำเนินการวิจัยในแปลงส่งเสริมกาแฟปลูกใหม่ในพื้นที่บ้านขุนยะ ภายใต้โครงการความร่วมมือระหว่างมูลนิโครงการหลวงและบริษัทปิโตรเลียมไทย จำกัด การศึกษาที่ 2 การศึกษาต้นแบบการปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ในการปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงา 5 แห่ง ดำเนินการวิจัยในแปลงกลางแจ้งและในร่ม จากศูนย์หรือสถานีป่าเมี่ยง ตีนตก อินทนนท์ ขุนช่างเคี่ยนและหนองหอย ผลงานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอผลการวัด สภาพแวดล้อม และ Microclimate ของแปลงกลางแจ้งและในร่ม การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของต้นกาแฟ การตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการ ธาตุอาหารในใบ คุณภาพทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และผลการชิมรสชาติ

การศึกษาที่ 1 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟในแปลงที่ทดลองที่จัดทำขึ้นเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ วิจัยในแปลงของเกษตรกรจำนวน 7 ราย มี 9 แปลง ประกอบด้วย 3 กรรมวิธี (1) ปลูกกลางแจ้งจัดการแบบเกษตรกร ไม่มีระบบอนุรักษ์ (Control) (2) ปลูกกลางแจ้งพร้อมกับไม้บังร่ม จัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ (3) ปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ป่าหรือไม้ผลจัดการแบบประณีตตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ พบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ความสูง และจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 มีขนาดและจำนวนเพิ่มมากขึ้น ตามความประณีตของการจัดการ กรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ณ เดือน สิงหาคม 2562 เฉลี่ย 3.29, 3.87 และ 2.55 ซม. ตามลำดับ มีความสูงเฉลี่ย 139.7, 146.7 และ 127.5 ซม. ตามลำดับ จำนวนกิ่งแขนงที่ 1 เฉลี่ย 47.7, 49.5 และ 36.3 กิ่ง ตามลำดับ มีจำนวนกิ่งติดผลเฉลี่ย 29.5, 30.8 และ 17.1 กิ่งตามลำดับ ข้อติดผลต่อกิ่งเฉลี่ย 9.2, 8.9 และ 5.2 ข้อตามลำดับ ผลต่อข้อเฉลี่ย 13.3, 8.7 และ 6.6 ผล ผลผลิตต่อต้นเฉลี่ย 3,831.5, 2,453.2 และ 585.0 ผลตามลำดับ และคำนวณผลผลิตต่อต้นได้ 7.45, 4.77 และ 1.14 กก.ต่อต้น ตามลำดับ แปลงในร่ม (กรรมวิธีที่ 3) และแปลงที่มีการจัดการแบบประณีต (กรรมวิธีที่ 2) มีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบมากกว่า แต่ผลผลิตต่อต้นจากแปลงกลางแจ้งมีมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ พบมีการระบาดของเพลี้ยหอยและราดำบ้าง แต่ไม่มีความแตกต่างกันที่ชัดเจนระหว่างแปลงที่มีการจัดการประณีตต่างกัน ผลการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบต่อเนื่อง พบว่ากรรมวิธีที่ 3 มีอุณหภูมิในช่วงกลางวันต่ำกว่า และความชื้นสัมพัทธ์เปลี่ยนแปลงขึ้นลงน้อยกว่า กล่าวคือในช่วงกลางวันอุณหภูมิต่ำกว่า และความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า ในขณะ

ที่ในช่วงกลางคืนอุณหภูมิสูงกว่าและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าทั้ง 3 ฤดู ผลการวัดค่า Specific leaf weight กรรมวิธีที่ 2 ให้ค่ามากกว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ

การศึกษาที่ 2 การศึกษาต้นแบบการปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ในการปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงา 5 แห่ง แต่ละแห่งประกอบด้วยแปลงกลางแจ้งและในร่ม ผลการวัดสภาพแวดล้อมและ Microclimate พบว่าโดยรวมของทุกสถานี อุณหภูมิในช่วงกลางวันที่วัดได้จากแปลงกลางแจ้งสูงกว่าแปลงในร่ม ในขณะที่เวลากลางคืนอุณหภูมิจากแปลงในร่มจะสูงกว่า ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเวลากลางวันแปลงกลางแจ้งจะต่ำกว่าแปลงในร่ม แต่ในช่วงเวลากลางคืนแปลงกลางแจ้งสูงกว่า น้ำระเหยในฤดูหนาววัดได้เฉลี่ย 1.4-3.5 มม./วัน ฤดูร้อนวัดได้ 6.0-11.6 มม./วัน และในฤดูฝนวัดได้เฉลี่ย 0.3-2.1 มม./วัน ในฤดูหนาวแปลงกลางแจ้งมีอัตราการระเหยมากกว่า ส่วนฤดูร้อนและฝนอัตราการระเหยไม่แตกต่างกันชัดเจน

การตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของต้นกาแฟ ในระยะก่อนเก็บเกี่ยว ระยะพักตัวและระยะที่ผลกำลังเจริญเติบโต พบว่ามี Specific leaf weight (SLW) ซึ่งมีค่า 5.89-13.05 มก./ซม.^{2} ค่าที่วัดได้จากแปลงกลางแจ้งมีค่ามากกว่าแปลงในร่มในทุกศูนย์หรือสถานีและทุกระยะที่เก็บตัวอย่าง ค่า SLW นี้ใช้ประเมินประสิทธิภาพการสังเคราะห์และการสะสมสารสังเคราะห์ที่ใบ (partitioning) โดยเมื่อมีค่า SLW มาก จะมีการสังเคราะห์แสงและการสะสมสารสังเคราะห์มากขึ้นด้วย สำหรับธาตุอาหารในใบในระยะก่อนออกดอกพบธาตุไนโตรเจน 2.08-2.97% แปลงกลางแจ้งให้ค่าน้อยกว่าแปลงในร่มทุกศูนย์/สถานี ฟอสฟอรัส 0.13-0.19% ส่วนใหญ่แปลงกลางแจ้งให้ค่ามากกว่า โพแทสเซียม 1.58-3.67% ส่วนใหญ่แปลงกลางแจ้งให้ค่ามากกว่า แคลเซียม 0.92-1.71% แปลงในร่มให้ค่ามากกว่าแปลงกลางแจ้ง และแมกนีเซียม 0.12-0.39% แปลงในร่มให้ค่ามากกว่าแปลงกลางแจ้งทุกศูนย์/สถานี เมื่อเทียบค่ามาตรฐานโดย Reuter et al (1997) ส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ไม่ขาด แต่ก็ไม่สูงจนเกินไป

ขนาดของต้นกาแฟ องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตในภาพรวมข้อมูลที่ได้จากการวัดขนาดความสูง จำนวนกิ่งแขนงที่ 1 จำนวนกิ่งติดผล ความยาวกิ่งติดผล ข้อติดผลต่อกิ่ง ความยาวข้อที่ติดผล จำนวนผลต่อข้อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นตัวอย่างได้จากแปลงกลางแจ้งและในร่มจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก ที่มีความแตกต่างกันชัดเจนระหว่างแปลงกลางแจ้งและในร่ม ข้อมูลส่วนใหญ่ตัวอย่างจากแปลงกลางแจ้งให้ค่ามากกว่าตัวอย่างจากแปลงในร่ม แต่ไม่ต่างกันทางสถิติ จำนวนผลต่อต้นและผลผลิตต่อต้นที่คำนวณได้จากแปลงกลางแจ้งมีค่ามากกว่าจากแปลงในร่มทุกแปลง ซึ่งหมายถึงแปลงกลางแจ้งทุกแปลงที่ใช้วิจัยในโครงการนี้ให้ผลผลิตต่อต้นมากกว่าแปลงในร่มอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

น้ำหนักและคุณภาพของกาแฟ น้ำหนักผลสด 100 ผล มีค่าเฉลี่ย 149.38-207.26 กรัม ส่วนใหญ่ตัวอย่างจากแปลงในร่มหนักว่ากลางแจ้ง กาแฟกะลา 100 เม็ดหนักเฉลี่ย 18.71-22.43 กรัม ผลตอบสนองต่อร่มเงาของแต่ละสถานีไม่เหมือนกัน สารกาแฟ 100 เมล็ด หนักเฉลี่ย 15.04-19.36

กรัม มีทั้งที่แปลงกลางแจ้งให้น้ำหนักมากกว่าและแปลงในร่มให้น้ำหนักมากกว่า ผลวิเคราะห์หาปริมาณ Cafeine, Chlorogenic acid และ Trigonelline ในกาแฟดิบและกาแฟคั่ว โดยวิธีการ High Performance Liquid Chromatography (HPLC) พบว่าในกาแฟดิบ มี Caffeine 1.35-1.40% Chlorogenic acid 4.94-5.84% และ Trigonelline 0.96-1.23% ส่วนใหญ่ตัวอย่างจากแปลงกลางแจ้งมี Caffeine และ Trigonelline มากกว่าตัวอย่างจากแปลงในร่ม แต่แปลงในร่มให้ค่าของ Chlorogenic acid มากกว่า ส่วนในกาแฟคั่ว พบว่ามี Cafeine 1.31-1.82% Chlorogenic acid 0.68-1.49% และ Trigonelline 0.57-1.03% โดยตัวอย่างจากแปลงกลางแจ้งจากศูนย์ฯป่าเมี่ยงและตีนตก มีค่าของสารทั้ง 3 ชนิดมากกว่าตัวอย่างจากแปลงในร่ม แต่ตัวอย่างจากสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ ขุนช่างเคี่ยนและหนองหอยได้ค่าตรงกันข้าม โดยตัวอย่างจากแปลงในร่มให้ค่าสูงกว่าตัวอย่างจากแปลงกลางแจ้ง

คะแนนผลการชิมรสชาติซึ่งมีตัวชี้วัดประกอบด้วย Aroma, Flavor, Aftertaste, Acidity, Body, Balance, Uniformity, Cleanness, Sweetness และ Overall โดยมีคะแนนรวม (Total) 100 คะแนน คะแนนผลการชิมเกาะกลุ่มกันอยู่ระหว่าง 73.8-76.1 คะแนน ไม่มีความแตกต่างกันชัดเจนระหว่างตัวอย่างจากแต่ละศูนย์/สถานีและแปลกลางแจ้งและในร่ม ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วม (Correlation) ระหว่างองค์ประกอบทางเคมีและคะแนนผลการชิม พบว่าปริมาณ Chlorogenic acid ในกาแฟดิบมีมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับ Balance และ Overall และ Trigonelline ในกาแฟดิบ มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงกับคะแนน Overall และ Total

โดยสรุปผลการศึกษาที่ 1 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟที่ปลูกใหม่ ในภาพรวมการเจริญเติบโตสัมพันธ์กับความประณีตของการจัดการแปลง เมื่อมีการจัดการแปลงและดูแลต้นกาแฟอย่างใกล้ชิด ทำให้ต้นกาแฟมีการเจริญเติบโตดี มีความสม่ำเสมอ กรรมวิธีที่ 2 มีขนาดต้น การเจริญทางกิ่งใบ องค์ประกอบผลผลิตมากกว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 3 แต่กรรมวิธีที่ 1 ซึ่งปลูกกลางแจ้งให้ผลผลิตต่อต้นครั้งแรกมากกว่ากรรมวิธีที่ 2 และ 3 ส่วนการศึกษาที่ 2 เป็นการอธิบายการจัดการแปลงของเจ้าของแปลงและผลของร่มเงาที่มีต่อ Microclimate การตอบสนองทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต การให้ผลผลิตตลอดจนคุณภาพของผลผลิต จะได้นำเสนอในรายงานฉบับสมบูรณ์นี้

คำสำคัญ : การแฟอราบิก้า การอนุรักษ์ดินและน้ำ ระบบเกษตรป่าไม้ สภาพอากาศรอบต้นพืช

ABSTRACT

Arabica coffee cultivation system under the natural resources conservation in inthanon royal agricultural research station is the last year of a 4 years research project. The main objectives of the project were (1) to study new grown Arabica under shade with soil and water conservation on the highland. (2) to study the best practices in coffee plantation. (3) Searching for the good cultivation of coffee for good quality under the conservation growing systems on the highland. The 1st experiment is new coffee plantation at Ban Khunya, under the cooperation program between The Royal Project and Thai Petroleum Public Company Limited. The 2nd research were full canopy of coffee plantation located at Development Center or Station Pa Miang, Teen Tok, Inthanon, Khun Chang Khian and Nong Hoy. This paper will present the environment, microclimate of shade and sun grown coffee. Plant growth, fruiting, some physiology respond, coffee quality, physical appearance, chemical composition and cupping.

The 1st experiment, there were 3 treatments. T1 full sun grown coffee, farmer's management without conservation (control). T2 full sun grown coffee with shade tree, management with consulting from technician of the project. T3 coffee grown under natural shade tree, consulting from technician of the project. Data in August 2019, T1, T2 and T3, had average stem diameter 3.29, 3.87 and 2.55 cm respectively. Plant height 139.7, 146.7 and 127.5 cm respectively. The 1st branch 47.7, 49.5 and 36.3 branches per tree respectively. The fruiting branches 29.5, 30.8 and 17.1 branches per tree respectively. Fruiting node per branch 9.2, 8.9 and 5.2. Fruit per node 13.3, 8.7 and 6.6 fruit. Fruits per tree were estimate 3,831.5, 2,453.2 and 585.0 fruits. And fruit fresh weight by estimate were 7.45, 4.77 and 1.14 Kg respectively. Growth and development of T2 and T3 were better than T1 but the 1st fruiting in T1 was significantly more. Found the green scale insect and black mold in every plots but not significance between treatments. Continuous temperature and air humidity measured in each treatment were described. T3, coffee grown under natural tree shade had slower dual changing between day and night. Day time it had lower temperature and higher air humidity, while night time higher temperature and lower air humidity, when compared with T1 and T2. For the specific leaf weight T2 got significantly higher than T1 and T3.

The 2nd studying, the best practices, were full canopy located at 5 locations. Each location contain of sun grown and shade grown coffee. Continuous temperature and air humidity in every location shown, in day time shade plot had lower temperature but higher in night time. Opposite with air humidity that shade plot was higher in day time and lower in night time. Evaporation in the cold season was average 1.4-35. mm/day, dry season was average 6.0-11.6 mm/day and in the rain season was average 0.3-2.1 mm/day. In the cold season evaporation from sun grown was higher, but in the hot and rain seasons they were not significant.

Some physiology respond of coffee tree, before harvesting, before flowering and fruit retain period were measured. Average of Specific Leaf Weight (SLW) were 5.89-13.05 mg/cm^2. SLW from sun grown was higher than shade grown. The different were every locations and plots. SLW known very high correlated with the photosynthesis and partitioning of photo synthase. The higher the SLW the higher the photosynthesis process. Nutrients content in coffee leaf was determined while dormant period, before flowering. It was found Nitrogen, Calcium and Magnesium 2.08-2.97%, 0.92-1.71% and 0.12-0.39% respectively. Leaf from sun grown plot was lower than shade grown. Phosphorus and potassium contain 0.13-0.19% and 1.58-3.67%, sun grown found more concentration than shade grown. Most nutrients concentration were adequate, compare with Reuter et al, (1997)

Data of plant stem diameter, height, 1st branch, fruiting branch, fruiting branch length, fruiting node per branch, fruit per node were not significant difference between sun and shade grown. Except data from Teen Tok Royal Development Center, sun grown had higher significant different. The fruit and fresh cherry weight per tree that estimate from fruiting components shown sun grown had higher than shade grown.

Average weight of 100 cherries was 149.38-207.26 g, sun grown always lower than sun grown. Weight of 100 parchment coffee was 18.71-22.43 g, some sample shade grown had higher while some sample sun grown was higher. For green bean 100 bean weight 15.04-19.36 g, difference vary from each location. Chemical composition, caffeine, chlorogenic acid and trigonelline were analyzed from green bean and roasted coffee with the High Performance Liquid Chromatography (HPLC). For green bean caffeine was 1.35-1.40%, Chlorogenic acid was 4.94-5.84% and Trigonelline was 0.96-

1.23%. Sun grown was found more Caffeine and Trigonelline. While shade grown was found more chlorogenic acid. For roasted coffee it was found Caffeine 0.57-1.03%, Chlorogenic acid 0.68-1.49% and Trigonelline 1.31-1.82%. Sample from sun grown from Pa Miang and Teen Tok had higher Cafeine, Chlorogenic acid and Trigonelline than from the shade grown. But sample from shade grown from Inthanont, Khun Chang Khian and Nong Hoy had higher Cafeine, Chlorogenic acid and Trigonelline than sun grown.

Cupping score 100 that contain 10 items Aroma, Flavor, Aftertaste, Acidity, Body, Balance, Uniformity, Cleanness, Sweetness and Overall. Result for cupping score were 73.8-76.1, not significant between location of sun and shade grown. Pearson correlation and Stepwise Regression between cupping score and caffeine, Chlorogenic acid, and Trigonelline were analyzed. It was found indirect correlated between Chlorogenic acid in green bean with balance and overall and direct correlated between Trigonelline in green bean with overall and total score.

It could be concluded that, 1st studying that was in new coffee planting with the conservation methodology. The more intensive management the more growth and development of coffee trees. Coffee with intensive management resulted in good vegetative growth, uniformity and resistance to pest. Yield components were measured and yield per tree were estimate. T1 that grown in full sun, for the first bearing there was highest fruit per tree and fresh cherry weight per tree, higher than T2 and T3. The 2nd studying need to explain the management and resulted of sun and shaded grown coffee on morphology, physiology, growth, development, yield and quality of coffee. Most information will be described in this full final report.

Keywords: Arabica coffee, Soil and water conservation, Agroforest, Microclimate