



ปัญหาพิเศษ

การทดสอบคุณภาพเมล็ดกาแฟที่ปลูกภายใต้ร่มเงาและที่โล่งบน
พื้นที่สูง อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก

**Quality Testing of Coffee Beans Grown in Shade and Open
Areas in Highland, Mae Ramat District, Tak Province**

ภัทรวรรณ ควนวิไล

ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART

UNIVERSITY



ใบรับรองปัญหาพิเศษ
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์เกษตร)

ปริญญา

..... วิทยาศาสตร์เกษตร

..... พืชไร่นา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การทดสอบคุณภาพเมล็ดกาแฟที่ปลูกภายใต้ร่มเงาและที่โล่งบนพื้นที่สูง อำเภอแม่
ระมาด จังหวัดตาก

Quality Testing of Coffee Beans Grown in Shade and Open Areas in
Highland, MaeRamat District, Tak Province

นามผู้วิจัย ภัทรวรรณ ควนวิไล

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก

(รุ่งสาตราจารย์ธานี ศรีวงศ์ชัย, วท.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีรชัย มัธยัสถ์ถาวร, ป.ร.ด.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรีชาติ พรหมโชติ, Ph.D.)

วันที่ 5 เดือน เมษายน พ.ศ. 2568

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การทดสอบคุณภาพเมล็ดกาแฟที่ปลูกภายใต้ร่มเงาและที่โล่งบนพื้นที่สูง
อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก

Quality Testing of Coffee Beans Grown in Shade and Open Areas in Highland, Mae Ramat
District, Tak Province

โดย

ภัทรวรรณ ควนวิไล

เสนอ

ภาควิชาพืชไร่และเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณคุณศิริชัย พานสกุลบุตร ที่ให้พื้นที่ในการเก็บตัวอย่างข้อมูลพื้นที่ปลูกกาแฟของขอบคุณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงเลอตอที่ช่วยอำนวยความสะดวกของขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ธานี ศรีวงศ์ชัย อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่คอยช่วยเหลือ และให้คำแนะนำในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ขอขอบคุณภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ หรือบุคคลที่เคยช่วยเหลือข้าพเจ้าในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ภัทรวรรณ ควนวิไล

มีนาคม 2568

บทคัดย่อ

ภัทรวรรณ ควนวิไล 2568: การทดสอบคุณภาพเมล็ดกาแฟที่ปลูกภายใต้ร่มเงาและที่โล่งบนพื้นที่สูง อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์เกษตร ภาควิชาพืชไร่ฯ อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ธานี ศรีวงศ์ชัย, วท.ค. 29 หน้า

กาแฟอาราบิก้าเป็นพืชเศรษฐกิจที่คุณภาพของเมล็ดได้รับอิทธิพลจากปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการปลูกในพื้นที่ที่มีระดับแสงและร่มเงาต่างกัน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดกาแฟอาราบิก้าที่ปลูกในพื้นที่สูง ตำบลเลอตอ อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก ภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน 3 ลักษณะ ได้แก่ (1) พื้นที่โล่ง (2) พื้นที่ใต้ร่มเงา และ (3) พื้นที่ระหว่างโล่งและใต้ร่มเงา โดยเก็บผลกาแฟเชอรี่จากแต่ละพื้นที่ แกะเปลือก อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน และนำเมล็ดที่ได้มาคั่วที่อุณหภูมิ 240 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นวัดขนาดของเมล็ดกาแฟก่อนและหลังคั่ว พร้อมทั้งตรวจสอบกลิ่นด้วยเครื่อง electronic nose ผลการทดลองพบว่า เมล็ดกาแฟที่ปลูกในพื้นที่ระหว่างโล่งและใต้ร่มเงามีขนาดใหญ่ขึ้นทั้งในด้านความกว้างและความยาวหลังการคั่วมากกว่าพื้นที่โล่งและใต้ร่มเงา นอกจากนี้ การวิเคราะห์กลิ่นของเมล็ดกาแฟที่ผ่านการคั่วแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างพื้นที่ปลูก โดยเมล็ดกาแฟจากพื้นที่ระหว่างโล่งและใต้ร่มเงามีองค์ประกอบกลิ่นที่แตกต่างจากเมล็ดกาแฟที่ปลูกในพื้นที่โล่งและพื้นที่ใต้ร่มเงา ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า การปลูกกาแฟในพื้นที่ระหว่างโล่งและใต้ร่มเงาอาจเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนาคุณภาพกาแฟ ทั้งในแง่ของขนาดเมล็ดและองค์ประกอบกลิ่น ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการเลือกพื้นที่ปลูกกาแฟหรือการจัดการไม้บังร่มเพื่อผลิตกาแฟคุณภาพที่ดี

คำสำคัญ: คุณภาพเมล็ดกาแฟ, พื้นที่ปลูก, ร่มเงา, ขนาดเมล็ดกาแฟ, กลิ่นกาแฟ

ภัทรวรรณ

๒๕

2 / 04 / 68

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก

Abstract

Pattarawan Khuanwilai 2025: Quality Testing of Coffee Beans Grown in Shade and Open Areas in Highland, Mae Ramat District, Tak Province. Bachelor's special problem in Agricultural Science, Department of Agronomy. Special problem advisor: associate professor Tanee Sreewongchai, Ph.D. 29 pages.

Arabica coffee is an economic crop whose bean quality is influenced by environmental factors, especially growing in areas with different light and shade levels. This research aimed to investigate the quality of Arabica coffee beans grown in highland areas, Letor Subdistrict, Mae Ramat District, Tak Province, under three different environmental conditions: (1) open area, (2) shaded area, and (3) area between open and shaded area. Coffee cherries from each area were collected, peeled, dried at 50 °C for 5 days, and roasted at 240 °C for 10 minutes. The size of the coffee beans before and after roasting was measured, and the aroma was tested using an electronic nose. The results showed that coffee beans grown in open and shaded areas were larger in both width and length after roasting than those grown in open and shaded areas. In addition, aroma analysis of roasted coffee beans showed differences between planting areas, with coffee beans from open and shaded areas having different aroma components than those grown in open and shaded areas. The results of this study suggest that growing coffee in open and shaded areas may be a suitable approach for developing high-quality coffee, both in terms of bean size and aroma components, which are important information for selecting coffee planting areas or shade tree management to produce good quality coffee.

Keywords: Coffee bean quality, Planting area, Shade, Coffee bean size, Coffee aroma

Pattarawan

Student's signature

Tanee S

Special Problem Advisor's signature

2 / 04 / 68

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	13
อุปกรณ์	13
วิธีการ	13
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	19
สรุปผลการทดลอง	25
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	26
ภาคผนวก	27
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	29

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

1 ระดับการคว่ำเมสันคาเฟ

10

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ต้นกาแฟอายุ 5 ปี ที่ออกเป็นผลกาแฟเชอรี่ สีแดงคือสุกแก่ สีเขียวยังไม่สุกแก่	14
2	การเก็บเกี่ยวผลผลิตกาแฟ ที่เป็นผลกาแฟเชอรี่	14
3	การอบเมล็ดกาแฟด้วยตู้อบลมร้อน	15
4	การชั่งน้ำหนักเมล็ดกาแฟ	15
5	การวัดความกว้าง ขาว เมล็ดกาแฟ	16
6	การคั่วเมล็ดกาแฟ	16
7	การวัดกลิ่นด้วยเครื่อง electronic nose	17
8	สีของเมล็ดกาแฟก่อนและหลังคั่ว ที่ปลูกในพื้นที่โล่ง ระหว่างพื้นที่โล่งกับภายใต้ร่มเงาและพื้นที่ภายใต้ร่มเงา บนพื้นที่สูง ต.เลอตอ อ.แม่ละมาด จ.ตาก	19
9	ความกว้างก่อนและหลังคั่วของเมล็ดกาแฟที่ปลูกในพื้นที่โล่ง ระหว่างพื้นที่โล่งกับภายใต้ร่มเงาและพื้นที่ภายใต้ร่มเงา บนพื้นที่สูง ต.เลอตอ อ.แม่ละมาด จ.ตาก	21
10	ความกว้างก่อนและหลังคั่วของเมล็ดกาแฟที่ปลูกในพื้นที่โล่ง ระหว่างพื้นที่โล่งกับภายใต้ร่มเงาและพื้นที่ภายใต้ร่มเงา บนพื้นที่สูง ต.เลอตอ อ.แม่ละมาด จ.ตาก	21
11	การจัดกลุ่มของกลิ่นกาแฟหลังคั่วระหว่างพื้นที่โล่งแจ้ง พื้นที่ภายใต้ร่มเงา และพื้นที่ระหว่างที่โล่งแจ้งกับร่มเงา บนพื้นที่สูง ต.เลอตอ อ.แม่ละมาด จ.ตาก	22
12	การจัดกลุ่มของกลิ่นกาแฟหลังคั่วระหว่างพื้นที่โล่งแจ้งและ พื้นที่ระหว่างที่โล่งแจ้งกับร่มเงา บนพื้นที่สูง ต.เลอตอ อ.แม่ละมาด จ.ตาก	23

การทดสอบคุณภาพเมล็ดกาแฟที่ปลูกภายใต้ร่มเงาและที่โล่งบนพื้นที่สูง อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก

Quality Testing of Coffee Beans Grown in Shade and Open Areas in Highland, Mae Ramat
District, Tak Province

คำนำ

กาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญสำหรับเกษตรกรในพื้นที่สูงของประเทศไทย โดยเฉพาะในจังหวัดตาก ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก หนึ่งในปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดกาแฟคือ สภาพแวดล้อมในการปลูก โดยเฉพาะระดับของร่มเงา ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น พื้นที่โล่ง ระหว่างพื้นที่โล่ง กับภายใต้ร่มเงาและพื้นที่ภายใต้ร่มเงา การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของเมล็ดกาแฟที่ปลูก ในทั้งสามสภาพแวดล้อม ได้แก่ พื้นที่โล่ง ระหว่างพื้นที่โล่งกับภายใต้ร่มเงา และพื้นที่ภายใต้ร่มเงา บนพื้นที่สูง ของอำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก โดยใช้เกณฑ์การวิเคราะห์มาตรฐานด้านกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของ กาแฟ ผลการศึกษาย่จะช่วยให้เข้าใจถึงผลกระทบของระดับร่มเงาต่อคุณภาพของเมล็ดกาแฟ และสามารถนำไป เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการเพาะปลูกให้เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมและเพิ่มมูลค่าผลผลิตของ เกษตรกรในพื้นที่ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร นักวิชาการ และผู้ที่สนใจใน อุตสาหกรรมกาแฟ รวมถึงเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาคุณภาพกาแฟไทยให้สามารถแข่งขันในตลาดได้ อย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบคุณภาพและความแตกต่างของเมล็ดกาแฟทางกายภาพ และกลิ่นที่ปลูกในพื้นที่ภายใต้ร่มเงาและที่โล่งบนพื้นที่สูง ต.เลอตอ อ.แม่ละมาด จ.ตาก

การตรวจเอกสาร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กาแฟ (coffee) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Coffea* sp. จัดเป็นไม้พุ่มขนาดกลาง สูงประมาณ 3-5 เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของกาแฟ โดยทั่วไปกาแฟมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ดังต่อไปนี้

ลำต้นกาแฟ มีลักษณะตรง โดยเริ่มแรกของการเติบโตต้นกาแฟจะไม่มีแตกกิ่ง แต่จะมีใบ แตกออกมาตรงข้ออยู่ตรงข้ามกันเป็นคู่ ต่อมาจึงมีการแตกกิ่งออกมาจากลำต้นในลักษณะขนานกับพื้นดิน หรือห้อยต่ำลงดิน ในบริเวณกิ่งนี้เองจะเป็นที่ออกดอกและติดผลของกาแฟ กาแฟจะแตกกิ่งออกมาเรื่อย ๆ ทำให้เกิดพุ่มที่หนาทึบ อันเป็นที่มาของโรคและแมลงทำให้ผลผลิตตกต่ำดังนั้นเมื่อมีการแตกกิ่งออกมามาก เกษตรกรจะต้องตัดแต่งกิ่ง เพื่อเพิ่มผลผลิตและเก็บเกี่ยวง่าย

ดอกกาแฟ ดอกกาแฟมีสีขาวบริสุทธิ์ กลิ่นหอมคล้ายดอกมะลิ รูปคล้ายดาวมีก้านสั้น รวมอยู่กันเป็นกลุ่ม จะเกิดตามข้อต้นกาแฟบ้างเป็นส่วนน้อย แต่ส่วนใหญ่ดอกกาแฟจะออกดอกจากข้อของกาแฟ โดยเริ่มจากข้อที่อยู่ใกล้ลำต้นออกไปหาปลายกิ่ง กาแฟมีลักษณะพิเศษคือ ข้อของกิ่งจะสั้นสามารถที่จะเกิดดอก และติดได้มาก ดอกกาแฟเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีทั้งเกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมียอยู่ในดอกเดียวกัน เกสรตัวเมียจะอยู่สองส่วน ส่วนเกสรตัวผู้จะมีเท่ากับกลีบดอกคือ ประมาณ 2-4 อัน กาแฟบางพันธุ์ อาจมีการผสมข้ามพันธุ์กันได้หากปลูกอยู่ใกล้กัน เวลาออกดอกของกาแฟขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำ ถ้าในท้องถิ่นที่มีฝนตกเป็นฤดู ดอกจะออกหลังจากฝนตกประมาณ 1 เดือน แต่ถ้าหากอากาศชุ่มชื้นอยู่ตลอดทั้งปี หรือมีการชลประทานเพียงพอ กาแฟจะออกดอกตลอดทั้งปี

ผลกาแฟ เกิดมาจากดอกของกาแฟ แต่ที่เราเห็นดอกกาแฟมีมาก ๆ ก็ไม่ใช่ทุกดอกจะติดเป็นผล กาแฟโดยมากก็จะมีปริมาณร้อยละ 15-25 เท่านั้น ที่จะติดเป็นผลกาแฟ ลักษณะของผลกาแฟมันจะ คล้ายลูกหว้า เนื้อกาแฟเมื่อสุกเต็มที่จะมีรสหวานเล็กน้อยมีลักษณะเป็นยางเหนียว ๆ เปลือกนอกเมื่อสุกจะมีสีส้มแดง แดงเข้มหรือเหลือง แล้วแต่พันธุ์ ในผลหนึ่ง ๆ จะมีเมล็ดจำนวน 2 เมล็ด ยกเว้นบางผลอาจมี เมล็ดเดียว หรือใหญ่ 1 เมล็ดเล็ก 1 เมล็ด เนื่องจากการล้มเหลวในการผสมเกสรหรือแท้ง

เมล็ดกาแฟ มีลักษณะโค้งด้านหนึ่ง ส่วนอีกด้านหนึ่งจะเรียบและมีร่องตรงกลาง โดย 1 ผลจะมี เมล็ดกาแฟ 2 เมล็ด ซึ่งอยู่ในลักษณะเอาด้านเรียบประกบกันเป็นรูปลักษณะรียาวรูปไข่ ยาวประมาณ 8-12 มิลลิเมตร เมล็ดมีเยื่อบาง ๆ สีเงินหุ้มอยู่ และอยู่ภายในเปลือกหุ้มที่เรียกว่ากะลา (parchment) เมล็ด ที่มีเปลือกหุ้ม

อยู่เรียกว่า กาแฟกะลา (parchment coffee) เมื่อกะเทาะกะลานี้ออกจะเหลือเมล็ดเรียกว่า สารกาแฟ (Green coffee) ซึ่งเมื่อสดมีสีขาว เมื่อแห้งจะมีสีเขียวอ่อน จึงเรียกว่า กรีนคอฟฟี่ เมื่อเก็บไว้นาน ๆ จะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีดำ

พันธุ์กาแฟที่มีความสำคัญในเชิงเศรษฐกิจ

กาแฟทุก specie เป็นไม้ยืนต้นมีลักษณะเป็นไม้พุ่มเล็กไปจนถึงไม้พุ่มขนาดใหญ่สูงถึง 10 เมตรลักษณะของต้นใบ ยอด และดอก มีความหลากหลาย สีของยอดและขนาดของใบแตกต่างกันมากระหว่าง Specie ในจำนวนกาแฟ 4 species ที่มีการปลูกในปัจจุบันมีเพียง 2 species เท่านั้นที่มีความสำคัญเชิงเศรษฐกิจปลูกเป็นการค้าอย่างแพร่หลาย ส่วนอีก 2 species ปลูกในขอบเขตจำกัดเพื่อใช้บริโภคตามท้องถิ่น หรือใช้ในการผสมพันธุ์เพื่อถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ดีบางประการสู่พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าในเชิงเศรษฐกิจ พันธุ์กาแฟที่สำคัญมีดังนี้ (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

กาแฟอาราบิก้า (*Coffea Arabica*)

เป็นกาแฟ พันธุ์ ที่มีความสำคัญมากที่สุด ซึ่งผลิตประมาณกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของกาแฟที่ปลูกทั่วโลก เป็นกาแฟที่สารผสมตัวเองได้ ดังนั้นกาแฟอาราบิก้าจึงมีมากมายหลายชนิด ทั้งที่เกิดจากผสมตัวเอง (self-fertile) ในธรรมชาติ ทำให้มีการผสมภายในสายพันธุ์ (inbreeding) หรือเกิดการกลายพันธุ์ การผสมพันธุ์ กาแฟอาราบิก้าโดยนักผสมพันธุ์พืชนั้นได้เริ่มขึ้นหลังปี พ.ศ. 2493 เป็นต้นมา กาแฟอาราบิก้า ส่วนใหญ่มีลักษณะลำต้นใบและเมล็ดเล็ก มีผลผลิตปานกลาง คุณภาพของเมล็ด ดีที่สุดรสชาติหอมหวาน ชวนดื่ม (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

กาแฟโรบัสต้า (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner)

พันธุ์กาแฟที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคิดเป็น 20% ทั่วโลกรองลงมาจากอาราบิก้า ลักษณะของเมล็ดจะอวบอ้วนและส่วนผ่าตรงกลางนั้นจะเป็นเส้นตรง โรบัสต้าจะปลูกในพื้นที่ต่างกับอาราบิก้าโดยสิ้นเชิงคือ ปลูกในพื้นที่ต่ำ ให้ความสูงจากระดับน้ำทะเลเพียง 500 – 600 เมตร เท่านั้น เพราะพันธุ์นี้จะปลูกให้ได้คุณภาพที่ดีต้องปลูกในพื้นที่อากาศชุ่มชื้น จึงพบว่ามีปลูกในจังหวัดแถบภาคใต้ เช่น ชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี เป็นต้น ส่วนกลิ่นของสายพันธุ์กาแฟโรบัสต้าจะค่อนข้างออกไปทางฉุน รสชาติก็จะเข้มข้นและขมกว่า ส่วนมากจะถูกนำไปทำเป็นกาแฟสำเร็จรูป เพราะด้วยปริมาณคาเฟอีนที่มีมากถึง 2% ขึ้นไป (SUZUKI COFFEE, 2022)

กาแฟพันธุ์เชียงใหม่ 80

สายพันธุ์ คาติมอร์ CIFIC 7963 ซึ่งเป็นพันธุ์ลูกผสมระหว่าง H.W.26/5 (832/1 Hibrido de Timor x 19/1 Caturra) กับพันธุ์ SL.28 มีลักษณะต้นเตี้ย ข้อสั้น ขอดสีเขียว ใบมีขนาดปานกลาง ผลสุกสีแดง ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 500-900 กรัมต่อต้น เมื่ออายุ 7 ปี ให้ สารกาแฟเฉลี่ย 215 กิโลกรัมต่อไร่ คุณภาพการชิมอยู่ในระดับดีปานกลาง (กรมวิชาการเกษตร, 2562)

พื้นที่เหมาะสมในการปลูกกาแฟแต่ละชนิด

กาแฟอาราบิก้า การปลูกกาแฟอาราบิก้าส่วนใหญ่อยู่บนที่สูงตั้งแต่ระดับ 800 ถึง 1800 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล ซึ่งส่วนใหญ่มีสภาพเป็นป่าและพื้นที่ลาดชัน จึงควรปลูกกาแฟเทอเรส (Terraced) ตามแนวคอนทัวร์ (Contour Line) ซึ่งมีลักษณะเป็นขั้นบันได หรือปลูกอยู่ระหว่างแนว Orchard ส่วนที่ลาดชันมาก ๆ ควรเตรียมพื้นที่ปลูกในช่วงฤดูแล้ง กรณีที่ปลูกกาแฟในสภาพป่าควรถางต้นไม้เล็กออกโดยไม่จำเป็นต้องตัดต้นไม้ใหญ่ เพราะสามารถวางแผนปลูกกาแฟได้ต้นไม้ใหญ่ หรืออาจปลูกกาแฟเป็นพืชแซมระหว่างแถวไม้ผลเมืองหนาวที่เกษตรกรปลูกอยู่เช่น บัวย ท้อ สาลี่ พลัม พลับ เป็นต้น ซึ่งไม้อ่อนเหล่านี้จะเป็นไม้บังลมและบังแสงแดดแก่ต้นกาแฟ การปลูกกาแฟบนพื้นที่โล่งกลางแจ้งก็ควรปลูกไม้บังร่มที่เป็นไม้โตเร็วควบคู่กันไปด้วย (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

กาแฟโรบัสต้า กาแฟโรบัสต้า ไม่ทนทานต่อน้ำค้างแข็ง (frost) เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส ดังนั้นควรปลูกในเขตเส้นศูนย์สูตรที่อากาศมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 20–30 องศาเซลเซียส น้ำฝนและอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่กำหนดผลผลิตและรสชาติ ควรมีปริมาณน้ำฝนไม่ต่ำกว่า 1,500 มิลลิเมตร/ปี ความสูงจากน้ำทะเลจึงไม่ใช่ปัจจัยสำคัญ แหล่งปลูกกาแฟโรบัสต้าในประเทศไทยนิยม ปลูกมากที่แถบภาคใต้ (อาภรณ์ และวิจิตร, 2529)

พันธุ์เชียงใหม่ 80 เขตภาคเหนือตอนบนและตอนล่าง สูงจากระดับน้ำทะเล 700 เมตรขึ้นไป มีอุณหภูมิ 18-25 องศาเซลเซียส และปริมาณน้ำฝนไม่ต่ำกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี (กรมวิชาการเกษตร, 2562)

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการปลูกกาแฟ

การให้น้ำ ส่วนใหญ่พื้นที่ปลูกกาแฟอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ พื้นที่ปลูกควรมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอย่างน้อย 1,200-1,500 มิลลิเมตรต่อปี โดยและต้องมีการกระจายน้ำฝนอย่างน้อย 5 - 8 เดือน หากช่วงแล้งยาวนานควรมีแหล่งน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอในการให้น้ำได้ตลอด ช่วงแล้ง ให้น้ำในช่วงฤดูแล้งอย่างน้อย

สัปดาห์ละ 1 ครั้ง แต่ในกรณีพื้นที่ปลูกไม่มีแหล่งน้ำให้ ใช้เศษวัชพืชหรือฟางข้าวคลุมบริเวณโคนต้นตั้งแต่หมดฤดูฝนโดยเฉพาะพื้นที่ปลูกกาแฟ กลางแจ้ง ซึ่งช่วงที่สำคัญที่ต้นกาแฟต้องการน้ำ ได้แก่

ช่วงหลังจากดอกพักตัวสมบูรณ์และจะออกจากการพักตัว หากมีน้ำไม่เพียงพอต้องให้น้ำเพิ่มเติม มิฉะนั้นดอกและผลพัฒนาได้ไม่เต็มที่ ดอกจะเหี่ยวและฝ่อไป ทำให้ไม่มีการติดผล เกษตรกรควรให้น้ำเพื่อช่วยให้ดอกมีการพัฒนาและติดผลได้ดี

ช่วงพัฒนาผล ในช่วงเริ่มติดผลหลังจากดอกได้รับการผสมเกสรแล้ว เกิดการติดผลขนาดเล็ก มากอยู่เบียดกันเป็นกลุ่ม หากความชื้นไม่เพียงพอ ดอกที่เริ่มติดแล้วอาจจะฝ่อหรือเหลืองร่วง หลุดไป หากให้น้ำแล้วในช่วงดอกบานและดินยังชื้นอยู่ไม่จำเป็นต้องให้น้ำ หากไม่ได้ให้น้ำมา ก่อนและฝนทิ้งช่วงนานกว่า 3 สัปดาห์ ควรให้น้ำทุก 3-4 สัปดาห์

ช่วงที่ผลกำลังขยายตัวอย่างรวดเร็วและช่วงที่ผลสะสมน้ำหนักแห้ง เป็นช่วงสำคัญที่สุด ต้นกาแฟไม่ควรขาดน้ำในช่วงนี้ (อายุ 3 - 4 เดือนหลังดอกบาน) เพราะผลจะขยายตัวอย่าง รวดเร็วจากขนาดเมล็ดพริกไทย ขยายขนาดโตขึ้นเรื่อย ๆ เป็นเวลา 3 เดือน ผลจะสร้างเนื้อเยื่อ รอบ ๆ เมล็ดมากกว่าเนื้อเมล็ด และสร้างช่องว่างไว้ให้เมล็ดเติบโตมีขนาดเล็ก หากขาดน้ำจะทำให้เมล็ดมีขนาดเล็ก ทำให้มีผลผลิตต่ำ หากฝนไม่ตกในช่วงนี้ควรต้องให้น้ำแก่ต้นกาแฟ และช่วง ที่ผลสะสมน้ำหนักแห้ง ซึ่งเป็นช่วงระยะต่อจากช่วงผลขยายตัวอย่างรวดเร็ว และในช่วงที่ผล สร้างเนื้อเมล็ด ในช่วงนี้ดินควรจะมีน้ำขึ้น และหากฝนมีการทิ้งช่วงนานกว่า 3 สัปดาห์ควรให้น้ำช่วย (กรมวิชาการเกษตร, 2562)

ดิน กาแฟเป็นพืชที่ชอบดินร่วนซุย มีการระบายน้ำดี ถ้าน้ำขังต้นกาแฟจะใบเหลือง รากอ่อนจะเน่าและตายได้ นอกจากนี้ก็จะต้องเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ดินที่เหมาะสมในการปลูกกาแฟมากที่สุดคือ ดินร่วนสีแดง เพราะมีโพแทสเซียมสูง กาแฟที่ติดผลต้องการโพแทสเซียมสูงกว่าพืชอื่น ๆ ดินที่ปลูกกาแฟควรมีค่า pH อยู่ ที่ 4.5-6.5

แสงแดด กาแฟเป็นพืชที่ทนต่อแสงแดดจัด ถ้ากาแฟได้รับแสงแดดจัดเกินไป ใบกาแฟจะไหม้ โดยเฉพาะกาแฟ อาราบิก้าต้องการแสงแดดน้อย ดังนั้น การปลูกจึงควรปลูกไม้บังร่มด้วย เช่น กระจิน แคลumpang ทองหลวง เป็นต้น (องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้, 2490)

การปลูก

1. การปลูกกาแฟสภาพไม่มีร่มเงา การปลูกกาแฟอาราบิก้าบนที่สูงมีข้อจำกัดในการเลือกพื้นที่ปลูก เนื่องจากพื้นที่ปลูกกาแฟอาราบิก้าที่เหมาะสมในประเทศไทย ส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับความสูงตั้งแต่ 700 เมตรจากระดับน้ำทะเลขึ้นไป แต่พื้นที่บนที่สูงส่วนใหญ่เป็นเขตป่าสงวน อุทยาน วนอุทยานซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร ดังนั้นการเลือกพื้นที่ปลูกจึงทำได้ค่อนข้างจำกัดทำให้ต้องปลูกกาแฟอาราบิก้าในสภาพกลางแจ้ง เป็นสาเหตุทำให้ต้นทุนการผลิตกาแฟอาราบิก้าเพิ่มขึ้น เช่น ค่าแรงงาน ค่าวัสดุการเกษตร ได้แก่ ปุ๋ยเคมี วัสดุคลุมดินสารเคมี ป้องกันและกำจัดโรค แมลงศัตรูพืช หากการปลูกกาแฟอาราบิก้าในสภาพกลางแจ้งสามารถเลือกพื้นที่เหมาะสม (สามารถรับแสงได้เพียงครึ่งวัน) และกำหนดทิศทางแถวปลูกให้ถูกต้องที่จะต้องช่วยลดการใช้เงินทุนได้

2. การปลูกกาแฟภายใต้สภาพพืชร่มเงา เนื่องจากสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยโดยทั่วไปสูงขึ้นและฝนตกน้อยลง การปลูกกาแฟบนที่สูงก็เกิดปัญหาเช่นนี้ ต้นกาแฟจะได้รับแสงแดดโดยตรงนานเกือบตลอดวัน ทำให้ปากใบปิดไม่สามารถดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงได้ ดังนั้น จึงควรปลูกไม้บังร่ม (shade Planting) เพื่อช่วยลดอาการใบไหม้ (sun burn) จนถึงยอดแห้งตาย ที่เรียกว่า Die back ซึ่งเกิดในสภาพอุณหภูมิสูงลิ้นแห้งแล้งและขาดธาตุอาหาร ไม้บังร่ม กาแฟมีหลายชนิดหลายพันธุ์แบ่งออกเป็น

(2.1) ไม้บังร่มชั่วคราว (temporary shade) ต้องเป็นไม้ขนาดกลาง โตเร็ว ใช้สำหรับบังร่มกับกาแฟในระดับต่ำและขยายพันธุ์ง่าย ควรเป็นพืชตระกูลถั่ว โดยปลูกระหว่างแถวกาแฟ ไม้บังร่มที่นิยมปลูกกันในประเทศ ได้แก่ ทองหลวงไร้หนาม (*Erythrina lithosperma* Mig) ทองหลวงน้ำ (*E. Fisco lour*) แคฝรั่ง (*Gliricidia sepium* Stend) จีเหล็กอเมริกัน (*Cassia Floribunda* Cav.) ใช้ระยะปลูก 6 x 6 เมตร ถ้าปลูกที่ระดับความสูงเกิน 700 เมตรจากระดับน้ำทะเล ควรใช้ระยะปลูกระหว่าง 4 x 4 เมตร - 8 x 8 เมตร และต้องมีการบังคับให้แตกทรงพุ่มที่ระดับความสูงประมาณ 5 เมตร โดยการตัดยอด และตัดกิ่งที่แตกออกมาที่ระดับความสูง 1.5 เมตร เพื่อให้มีการแตกกิ่งเฉพาะกิ่งแขนงใกล้เคียงยอดอ่อนเท่านั้น นอกจากนี้ยังต้องตัดกิ่งแขนงหรือกิ่งย่อยใหม่ไม่ให้ทึบจนเกินไปในช่วงฤดูฝนประมาณเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม เพื่อลดความชื้นในแปลงป้องกันการเกิดโรคเน่าดำ (black rot) ซึ่งมี สาเหตุมาจากเชื้อรา *Koleroga noxia* การตัดแต่งกิ่งไม่ให้ไม้บังร่มชั่วคราวมีทรงพุ่มทึบจนเกินไป ควรจะกระทำทุกปี

(2.2) ไม้บังร่มถาวร เป็นไม้ใหญ่ ทรงพุ่มกว้าง และให้ร่มเงาระดับสูง มีทั้งที่เป็นพืชตระกูลถั่ว และที่ไม่ใช่พืชตระกูลถั่ว หรือเป็นไม้เศรษฐกิจที่สามารถใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้หรือเป็นอาหารได้ เท่าที่พบ มีบางชนิดที่สามารถเจริญเติบโต นายบุญที่สูงทางภาคเหนือ ได้แก่ ซิลเวอร์โอ๊ค (*Grevillea robusta* Cunn.) พญาสัตบรรณ (*Albizia Lebbeck Benth.*) ถ่อน (*A. procera*) กางหลวง (*A. chinensis* Merr.) ถาง (*CA. lebbeckiodes* Benth) ถั่วหู

ช้าง (Elephant ears; *Enterolobium cyclocarpum* Griseb) สะดอ (*Parikia speciosa* Hassk.) และเพรียง (*P. javanica* Merr.) ไม่บ่มร่ถาวรที่ดีต้องโปรง ใบสลายตัวได้ง่ายในดิน ทรงพุ่มแผ่กว้าง กิ่งจะต้องไม่แตกในระดับต่ำกว่า 10 เมตร (ถ้ามีต้องกำจัดทิ้ง) การตัดแต่งกิ่งไม่บ่มร่ถาวร เพื่อให้โปรงอยู่เสมอ และอยู่ในสภาพที่จะคล่องหรือลดความเข้มของแสงแดด แทนที่จะบังแสงแดดตลอดทั้งวัน (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

ความแตกต่างทางด้านกลิ่น และรสชาติของกาแฟโรบัสต้ากับกาแฟอาราบิก้า

กาแฟพันธุ์อาราบิก้าเป็นพันธุ์สำคัญของตลาดกาแฟโลก เนื่องจากกาแฟพันธุ์อาราบิก้ามีปริมาณการผลิตทั่วโลกประมาณร้อยละ 80 ส่วนกาแฟโรบัสต้ามีเพียงร้อยละ 20 ลักษณะเด่นของกาแฟพันธุ์อาราบิก้า คือมีรสชาติความขมที่น่าพึงพอใจอย่างเด่นชัดประกอบกับมีกลิ่นหอมเป็นลักษณะเฉพาะตัว จึงทำให้กาแฟพันธุ์อาราบิก้ามีราคาสูงกว่ากาแฟชนิดอื่นๆ แต่ตลาดกาแฟในประเทศไทยนั้นจะมีกาแฟพันธุ์โรบัสต้าเป็นหลักซึ่งพิจารณาจากจำนวนผลผลิตได้ในประเทศ กาแฟพันธุ์โรบัสต้าในภาคใต้มีผลผลิตปีละประมาณ 80,000 ตัน ส่วนกาแฟพันธุ์อาราบิก้าในภาคเหนือผลิตได้เพียงปีละประมาณ 400 ตัน (พงษ์ศักดิ์ และ บัณฑูรย์, 2542)

กาแฟพันธุ์อาราบิก้ามีกลิ่น และรสชาติแตกต่างจากกาแฟพันธุ์โรบัสต้าคือ กาแฟพันธุ์อาราบิก้ามีรสชาติคล้ายไวน์ (winey) มีรสเปรี้ยวของกรดน้ำส้มหรือน้ำส้มสายชู (sour) มีรสชาติคล้ายนํ้านม (milky) มีรสชาติ หรือกลิ่นกาแฟที่คล้ายถั่วคั่ว (nutty) มีกลิ่นหอมของกาแฟที่คล้ายดอกไม้ (fragrant) มีกลิ่นหอมของกาแฟที่คล้ายกับผลไม้จำพวกส้ม (citrus) และจะมีกลิ่นหอมของกาแฟที่คล้ายผลแบล็คเคอแรนท์ (black currant) มากกว่ากาแฟพันธุ์โรบัสต้า

กาแฟโรบัสต้าจะมีกลิ่น และรสชาติที่แตกต่างจากกาแฟอาราบิก้าคือ กาแฟโรบัสต้าจะมีกลิ่นคล้ายของเสีย (rotten) และมีกลิ่นเหม็นอับ หรือกลิ่นหืน (rancid) มีกลิ่นคล้ายกับกลิ่นสาบของสัตว์ (animal-like) มีกลิ่น และรสชาติคล้ายอาหารไหม้ (burnt) รสชาติคล้ายไขมันละลายอยู่ในกาแฟ (motor oil) มีกลิ่นคล้ายยาง (rubber-like) มีกลิ่นคล้ายขี้เถ้าหรือเถ้าถ่าน (ashy) และจะมีกลิ่นสาบ หรือเหม็นอับมากกว่ากาแฟอาราบิก้า (musty) (พงษ์ศักดิ์ และบัณฑูรย์, 2542)

กลิ่นและรสชาติของกาแฟ

เมล็ดกาแฟที่ได้จากต้นหลังจากผ่านกระบวนการผลิตเมล็ดกาแฟแล้วจะมีสีเขียว และกลิ่นเหม็นเขียว ซึ่งกลิ่น และสีของเมล็ดกาแฟที่แท้จริงจะเกิดขึ้นในระหว่างคั่วเมล็ดกาแฟโดยทั่วไปจะคั่วเมล็ดกาแฟที่อุณหภูมิ 210 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 6-10 นาที น้ำมันกาแฟจะอยู่ในเมล็ดกาแฟที่ผ่านการคั่วประมาณร้อยละ 10 โดยน้ำมันกาแฟจะเป็นตัวให้กลิ่นหอมของกาแฟ ซึ่งมีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนักของสารประกอบ

ระเหย ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะสามารถแยกออกมาได้โดยใช้วิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ และสกัดออกมาโดยใช้ตัวทำละลายประเภท ลิโพฟิลิก เช่น อีเทอร์ เป็นต้น โดยกลิ่น และรสชาติของกาแฟจะบ่งบอกถึงคุณภาพของเมล็ดกาแฟ กลิ่น และรสชาติของกาแฟจะประกอบด้วยสารประกอบที่ระเหยได้ และสารประกอบที่ระเหยไม่ได้ โดยสารประกอบที่ระเหยได้จะเป็นสารให้กลิ่น ซึ่งจะเป็นสารที่ทำให้เกิดกลิ่นรสในปาก และในโพรงจมูก ซึ่งเป็นไปได้ว่าโพรงจมูกของมนุษย์จะสามารถแยกความแตกต่างระหว่างกลิ่นรสของกาแฟที่ดีกับกลิ่นรสที่ไม่ดี (off flavor) ในกาแฟได้ และยังสามารถแยกความแตกต่างระหว่างกาแฟแต่ละพันธุ์ได้อีกด้วย

กาแฟประกอบด้วยสารประกอบจำนวนมากสามารถแยกออกได้จากกลิ่นของกาแฟ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสารพวกเฮเทอโรไซคลิก (heterocyclics) คือสารในกลุ่มของ ฟูแรน ไพโรล ไทโอฟิน ไพราซีน และ ไพรีดีน โดยสารที่เกี่ยวข้องกับกลิ่นของกาแฟโดยตรงคือ สารประกอบเฮเทอโรไซคลิกที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เมล็ดกาแฟที่ไม่ผ่านการคั่วจะมีสาร methoxypyrazines ซึ่งให้กลิ่นเหม็นเขียวในกาแฟ ซึ่งจะมีความเข้มข้นประมาณ 10 ส่วนในหนึ่งล้านส่วน (ppm) องค์ประกอบพื้นฐานของเมล็ดกาแฟประกอบด้วย pyridines, quindines, aromatic amines และ alkylpyrazines องค์ประกอบของเมล็ดกาแฟในธรรมชาติจะประกอบด้วย furans, aromatic aldehydes และแอลกอฮอล์ ส่วนสารประกอบที่ไม่ระเหยของเมล็ดกาแฟดิบจะเป็นสารตั้งต้นในการทำให้เกิดกลิ่นรสกาแฟ คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน เปปไทด์ กรดอะมิโนอิสระ polyamines, tryptamines, lipids, phenolic acids, trigonelline และพวกกรดที่ไม่ระเหยชนิดต่าง ๆ ส่วนประกอบหลักของเมล็ดกาแฟที่สูญเสียไปในระหว่างการคั่ว คือ น้ำตาลซูโครสร้อยละ 0.3-7.3 chlorogenic acid ร้อยละ 3.5-7.6 โปรตีนร้อยละ 3.1-11.6 และปริมาณของกรดอะมิโนจะมีการเปลี่ยนแปลงไปโดยกรดอะมิโนพวกอาร์จินีน (arginine) ซิสเทอีน (cysteine) ไลซีน (lysine) ซิสทีน (cystine) และทรีโอนีน (threonine) จะถูกทำลายไปในระหว่างการคั่ว (Maarse, 1991) แต่จะเป็นตัวหลักที่ช่วยทำให้เกิดสารประกอบที่ให้กลิ่นรสของกาแฟในช่วง 5 นาทีแรกของการคั่วที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส (Maier, 1987)

กระบวนการคั่วเมล็ดกาแฟ (roasting process)

ในระหว่างการคั่วเมล็ดกาแฟจะเกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีทำให้ได้กลิ่นและรสชาติของกาแฟที่กลมกลืนกัน โดยในขั้นตอนแรกของการคั่วเมล็ดกาแฟจะเริ่มดูดความร้อนและเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองอ่อนๆ มีกลิ่นคล้ายกับกลิ่นของข้าวโพดคั่ว เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึง 205 องศาเซลเซียส เมล็ดกาแฟจะเริ่มพองตัวเป็นสองเท่า และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนๆ มีการสูญเสียน้ำหนักประมาณร้อยละ 5 และค่าสีออกตรอน (agtron number) อยู่ประมาณ 90-95 เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึง 220 องศาเซลเซียส สีของเมล็ดกาแฟจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และค่าสีออกตรอนจะลดลงเหลือ 60-65 มีการสูญเสียน้ำหนักไปร้อยละ 13 โดยในขั้นตอนนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีที่เรียกว่ากระบวนการไพโรไลซิส (pyrolysis) ซึ่งมีส่วนสำคัญทำให้สารประกอบในกลุ่มของคาร์โบไฮเดรตเกิดการแตกตัว และมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

เมื่อสิ้นสุดการคั่วต้องทำให้เมล็ดกาแฟเย็นตัวลง (Coffee Research Institute, 2002) ซึ่งระยะเวลาในการคั่วจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับระดับการคั่วที่จะเป็นการคั่วแบบใด โดยทั่วไปการคั่วกาแฟสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับคือการคั่วแบบอ่อน (light roast) ใช้อุณหภูมิประมาณ 193-199 องศาเซลเซียส การคั่วแบบกลาง (medium roast) ใช้อุณหภูมิประมาณ 240 องศาเซลเซียส และการคั่วแบบเข้ม (heavy roast) ใช้อุณหภูมิประมาณ 218-221 องศาเซลเซียส (Clarke, 1985) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความชอบของผู้บริโภค เนื่องจากระดับของการคั่วจะส่งผลต่อกลิ่นและรสชาติของกาแฟที่แตกต่างกันออกไป (ตารางที่ 1) และระดับการคั่วส่วนมากจะดูจากค่าสีหลังจากการคั่วเสร็จโดยใช้เครื่อง Agtron roast analyzer (Coffee Research Institute, 2001)

การควบคุมสภาวะในการคั่วมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของเมล็ดกาแฟจึงมีการวัด และควบคุมตัวแปรต่างๆ เช่น การถ่ายเทความร้อน อัตราการสูญเสีย น้ำ อุณหภูมิในการคั่วและอุณหภูมิของเมล็ดกาแฟ ซึ่งช่วยในการควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ที่จะมีผลต่อคุณภาพของกาแฟ (Schenker และคณะ, 2002)

ตารางที่ 1 ระดับการคั่วเมล็ดกาแฟ

ระดับการคั่ว	คุณลักษณะ
แบบอ่อน	มีสีน้ำตาลคล้ายกับสีของอบเชย ความชื้นหนืดน้อย มีความเป็นกรดอ่อนๆ และการเกิดกลิ่นรสยังเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์
แบบอ่อน-กลาง	มีสีน้ำตาลอ่อนๆ มีความเป็นกรด และเข้มหนืดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย
แบบกลาง	มีสีน้ำตาล ความเป็นกรด และความชื้นหนืดเพิ่มขึ้น
แบบกลาง-เข้ม	มีสีน้ำตาลอ่อนเข้ม มีหยดน้ำมันเคลือบที่ผิวของเมล็ดกาแฟเล็กน้อย ความเป็นกรดเริ่มลดลง และความชื้นหนืดเพิ่มขึ้น เหมาะสำหรับการทำกาแฟเอสเปรสโซ
แบบเข้ม	มีสีน้ำตาลดำ และหยดน้ำมันเคลือบรอบเมล็ดกาแฟ กลิ่นกาแฟเริ่มหายไป แต่ความชื้นหนืดจะเพิ่มขึ้น
แบบเข้มมาก	กาแฟสีดำสนิท มีน้ำมันออกมาเคลือบผิวด้านนอกมาก กลิ่นกาแฟและความชื้นหนืดค่อนข้างน้อย

การเปลี่ยนแปลงของเมล็ดกาแฟในระหว่างการคั่ว

การคั่วกาแฟเป็นขั้นตอนเกี่ยวกับการปรุงกลิ่นรสของกาแฟ โดยการให้ความร้อนแก่เมล็ดกาแฟเพื่อไล่ความชื้น อีกทั้งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และทางกายภาพ น้ำ ซึ่งอยู่ในรูปของความชื้นในเมล็ดกาแฟ จะกลายเป็นไออออกจากเมล็ดที่อุณหภูมิของเมล็ดกาแฟประมาณ 100 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิของเมล็ดกาแฟเพิ่มขึ้นถึง 180 เซลเซียส จะเกิดการสลายตัว เนื่องจากความร้อน หรือที่เรียกว่าไพโรไลซิส รวมถึงการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในเมล็ด ซึ่งจะเปลี่ยนสารประกอบอินทรีย์บางส่วนในเมล็ดไปเป็นสารที่ให้กลิ่น และรส (aroma and flavour) เช่น เปลี่ยนโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไปเป็น อัลดีไฮด์ คีโตน แอลกอฮอล์ ฯลฯ ปฏิกิริยาที่เกิดจากไพโรไลซิสบางชนิดเป็นแบบคายความร้อน (exothermic reaction) ทำให้เมล็ดกาแฟมีอุณหภูมิสูงขึ้น เป็น 200 – 210 องศาเซลเซียส กาแฟที่ผ่านการคั่วจะมีน้ำหนักน้อยกว่าเดิม น้ำหนักที่หายไปอยู่ในช่วงร้อยละ 12 - 20 ขึ้นอยู่กับระดับการคั่ว โดยน้ำหนักที่หายไปเกิดจากเมล็ดกาแฟที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 10 - 12 ในช่วงที่น้ำหนักหายไปอย่างรวดเร็วเมล็ดกาแฟจะเริ่มเปลี่ยน เป็นสีน้ำตาลและสีของเมล็ดจะเข้มขึ้นเมื่อน้ำหนักหายไปมากขึ้น นอกจากนี้เมล็ดกาแฟจะเกิดการพองตัวและเพิ่มขนาดเป็นสองเท่าจากเดิม (สมหมาย, 2528)

การเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ

กาแฟที่ผ่านการคั่วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ ทำให้รูปร่าง ขนาด และคุณสมบัติทางกายภาพอื่น ๆ เปลี่ยนไป ได้แก่

1. น้ำหนักที่หายไปทั้งหมด (total weight loss)

โดยทั่วไปมีค่าประมาณ 15- ถึง 18 คิดจากกาแฟที่มีความชื้น 10% ถึง 12 และเป็นน้ำหนักที่หายไปหลังจากเกิดไพโรไลซิส ร้อยละ 4- 6 องค์ประกอบที่หายไปมากที่สุดคือ กรดคลอโรเจนิก (chlorogenic acid) โดยกรดชนิดนี้เริ่มต้นจะมีปริมาณร้อยละ 7 และหลังการคั่วจะลดลงเหลือเพียงร้อยละ 4 เนื่องจากการสลายตัวไปเป็นสารประกอบเบากลุ่มของ ฟีนอล (Ky *et al.*, 2001) ซึ่งจะมีผลต่อรสชาติของกาแฟมาก ถ้าคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นผลจากไพโรไลซิสก็สูญเสียไปบางส่วน ในขณะที่คาเฟอีนมีการสูญเสียไปเพียงเล็กน้อย

2. การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของกาแฟเกิดเนื่องจากไพโรไลซิสของคาร์โบไฮเดรตกลายเป็นกรดคาร์บอกซิลิก ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของกาแฟลดลงจาก 5.5-4.9 โดยจะขึ้นกับระดับการคั่วกาแฟ กาแฟ

ที่คั่วเข้มมาก ๆ ค่าความเป็นกรด-ด่างจะลดลง เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจะทำให้กรดสลายตัวของกรด และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็ถูกขับออกไป

3. การเปลี่ยนแปลงสีและรสชาติ

สีของกาแฟที่เปลี่ยนแปลงหลังการคั่วเกิดขึ้นได้เพราะไฟโรไลซิสของคาร์บอน และโปรตีนแต่ละชนิดเปลี่ยนแปลงเนื่องจากโปรตีน และกรดไขมันที่ถูกไฮโดรไลซ์ (Sivetz and Foote, 1963)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ผลกาแฟเชอร์รี่ จำนวน 14 ตัน เมล็ดกาแฟชนิดอาราบิก้า อายุ 5 ปี จากแปลงเกษตรที่ปลูกบนพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,100 เมตร ต.เลอตอ อ.แม่ระมาด จ.ตาก
2. ตู้อบลมร้อน
3. อุปกรณ์วัดความกว้าง ความยาวเมล็ดกาแฟ เวอร์เนียร์
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก
5. เตาคั่วไฟฟ้า
6. เครื่อง electronic nose

วิธีการ

1. สุ่มเก็บผลกาแฟเชอร์รี่ ที่ปลูกในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน 3 พื้นที่ ได้แก่ (1) พื้นที่โล่ง (2) พื้นที่ไร่ร่มเงา และ (3) ระหว่างพื้นที่โล่งกับภายใต้ร่มเงา
2. แกะเปลือกผลกาแฟเชอร์รี่และอบเมล็ดกาแฟ 50 องศา นาน 5 วัน
3. ชั่งน้ำหนักเมล็ดกาแฟให้ได้ 60 กรัม
4. วัดขนาดเมล็ดกาแฟก่อนนำไปคั่ว
5. คั่วกาแฟโดยใช้เตาคั่วไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 240 องศา นาน 10 นาที
6. ชั่งน้ำหนักเมล็ดกาแฟ วัดขนาดเมล็ดกาแฟหลังนำไปคั่ว
7. ทดสอบกลิ่นกาแฟด้วยเครื่อง electronic nose



ภาพที่ 1 ต้นกาแฟอายุ 5 ปี ที่ออกเป็นผลกาแฟเชอร์รี่ สีแดงคือสุกแก่ สีเขียวยังไม่สุกแก่



ภาพที่ 2 การเก็บเกี่ยวผลผลิตกาแฟ ที่เป็นผลกาแฟเชอร์รี่



ภาพที่ 3 การอบเมล็ดกาแฟด้วยตู้อบลมร้อน



ภาพที่ 4 การชั่งน้ำหนักเมล็ดกาแฟ



ภาพที่ 5 การวัดความกว้าง ขาว เมล็ดกาแฟ



ภาพที่ 6 การคั่วเมล็ดกาแฟ



ภาพที่ 7 การวัดกลิ่นด้วยเครื่อง electronic nose

สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย

1. สถานที่การทำวิจัย

1.1 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ข้าว ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

1.2 แปลงเกษตรกรรมแบบ นายศิริชัย พานสกุลบุตร เลขที่ 245 ม.1 ต.แม่ต๋น อ.แม่ระมาด จ.ตาก

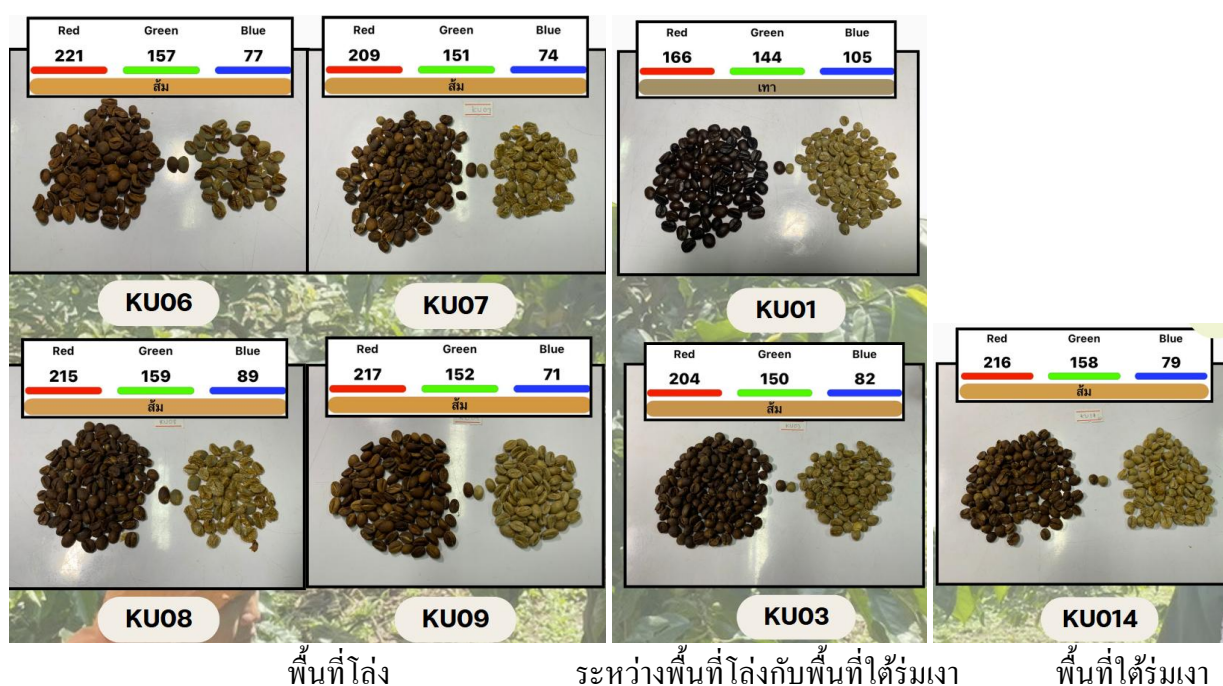
2. ระยะเวลาการทำวิจัย

พฤษภาคม 2566-กันยายน 2567

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการสำรวจต้นกาแฟของแปลงเกษตรกรรมต้นแบบ นายศิริชัย พานสกุลบุตร เลขที่ 245 ม.1 ต.แม่ตื่น อ.แม่ระมาด จ.ตาก ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,100 เมตร โดยสุ่มเก็บผลกาแฟเชอรี่ ที่ปลูกในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน 3 พื้นที่ ได้แก่ (1) พื้นที่โล่ง (2) พื้นที่ใต้ร่มเงา และ (3) ระหว่างพื้นที่โล่งกับภายใต้ร่มเงา จากนั้นนำเอาเปลือกกาแฟออก แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิร้อน และเก็บเมล็ดไว้เป็นเวลา 6 เดือน จากนั้นแยกกะลาออกจากเมล็ดกาแฟ แล้วนำมาชั่งน้ำหนักวัดขนาดกว้างยาวของเมล็ดก่อนคั่ว จากนั้นนำเมล็ดไปคั่วที่อุณหภูมิ 240 องศาเซลเซียส 10 นาที แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก วัดขนาดเมล็ด และดมกลิ่นด้วยเครื่อง electronic nose ได้ผลการทดลองดังนี้

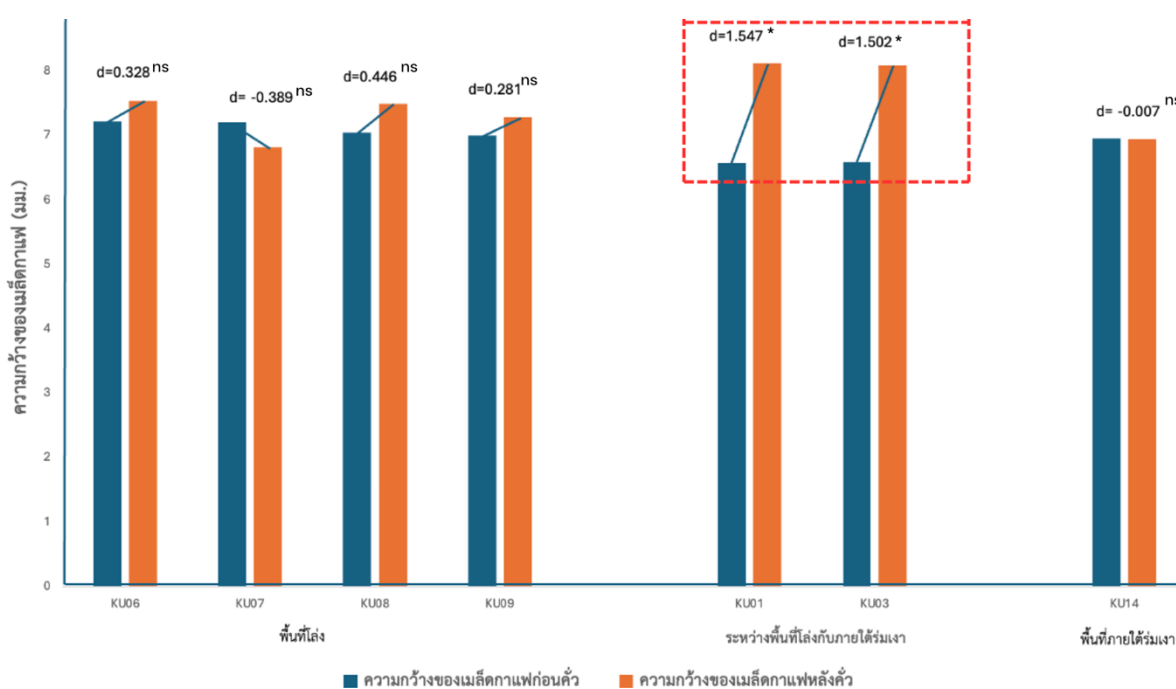
สีของเมล็ดกาแฟก่อนคั่วและหลังคั่วแสดงในภาพที่ 8 สังเกตเห็นความแตกต่างของสีหลังคั่วอย่างเห็นได้ชัด แสดงให้เห็นว่าเมล็ดกาแฟที่ปลูกในบริเวณที่แตกต่างกันส่งผลต่อสีของเมล็ดกาแฟหลังคั่ว ดังนั้นการเก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดกาแฟ ควรมีการแยกพื้นที่กัน เพื่อให้ได้คุณภาพกาแฟที่สม่ำเสมอ



ภาพที่ 8 สีของเมล็ดกาแฟก่อนและหลังคั่ว ที่ปลูกในพื้นที่โล่ง ระหว่างพื้นที่โล่งกับภายใต้ร่มเงาและพื้นที่ภายใต้ร่มเงา บนพื้นที่สูง ต.เลอตอ อ.แม่ระมาด จ.ตาก

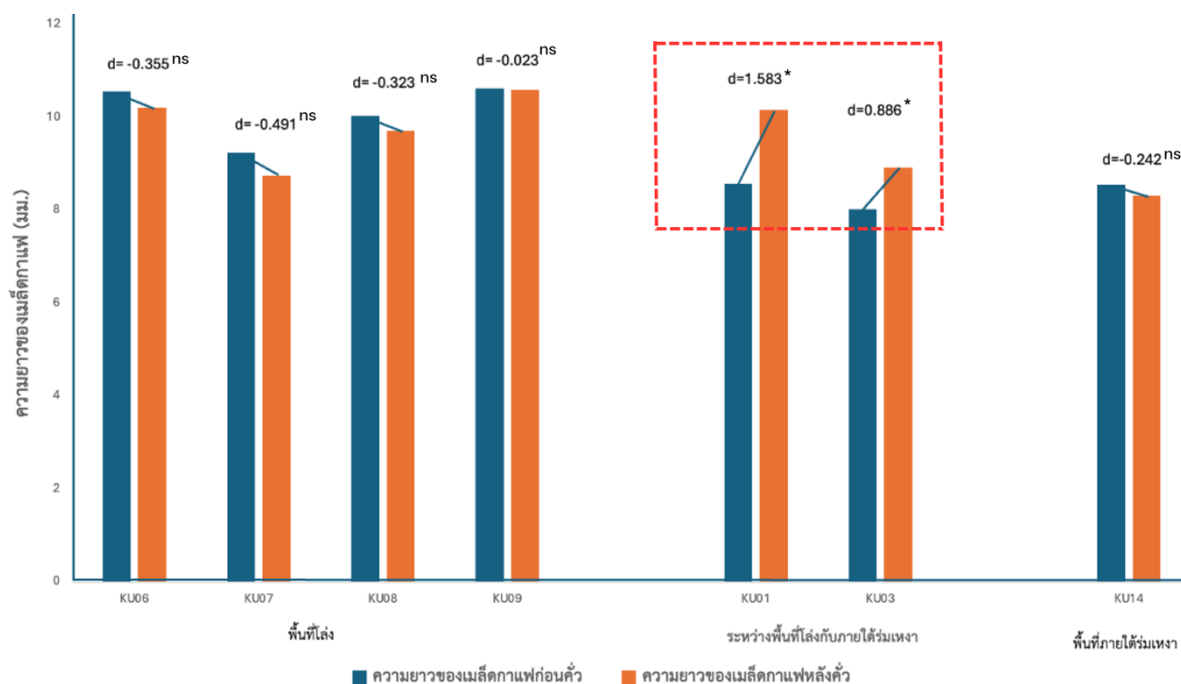
ความกว้างก่อนและหลังคั่วของเมล็ดกาแฟ โดยใช้แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเมล็ดกาแฟก่อนและหลังคั่วของเมล็ดกาแฟในแต่ละบริเวณ ค่าเฉลี่ยดังกล่าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในบริเวณพื้นที่ระหว่างพื้นที่โล่งกับภายใต้ร่มเงา ซึ่งระบุด้วยตัวอักษรด้านบนของแท่งกราฟ โดย KU01 และ KU03 (ภาพที่ 9) จากบริเวณระหว่างพื้นที่โล่งกับภายใต้ร่มเงา มีความกว้างหลังคั่วเพิ่มมากขึ้นจากก่อนคั่วเฉลี่ยสูงสุดที่ 1.547 เซนติเมตร และ 1.502 เซนติเมตรซึ่งแตกต่างจากบริเวณอื่น ๆ ในขณะที่พื้นที่โล่งและพื้นที่ภายใต้ร่มเงาไม่แตกต่างกันทางนัยสำคัญ ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าบริเวณที่ปลูกกาแฟมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดกาแฟ ซึ่งสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการเลือกบริเวณปลูกต้นกาแฟให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง มีคุณภาพและเหมาะสมต่อการเพาะปลูกต่อไป

ความยาวก่อนและหลังคั่วของเมล็ดกาแฟ โดยใช้แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเมล็ดกาแฟก่อนและหลังคั่วของเมล็ดกาแฟในแต่ละบริเวณ โดยค่าเฉลี่ยดังกล่าวมีแนวโน้มไปทางเดียวกับความกว้างก่อนและหลังคั่วของเมล็ดกาแฟ ค่าเฉลี่ยดังกล่าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในบริเวณพื้นที่ระหว่างพื้นที่โล่งกับภายใต้ร่มเงา ซึ่งระบุด้วยตัวอักษรด้านบนของแท่งกราฟ โดย KU01 และ KU03 (ภาพที่ 10) จากบริเวณระหว่างพื้นที่โล่งกับภายใต้ร่มเงา มีความกว้างหลังคั่วเพิ่มมากขึ้นจากก่อนคั่ว เฉลี่ยสูงสุดที่ 1.583 เซนติเมตร และ 0.886 เซนติเมตรซึ่งแตกต่างจากบริเวณอื่น ๆ ในขณะที่พื้นที่โล่งและพื้นที่ภายใต้ร่มเงาไม่แตกต่างกันทางนัยสำคัญ ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าบริเวณที่ปลูกกาแฟมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดกาแฟ ซึ่งสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการเลือกบริเวณปลูกต้นกาแฟให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง มีคุณภาพและเหมาะสมต่อการเพาะปลูกต่อไป



ภาพที่ 9 ความกว้างก่อนและหลังคั่วของเมล็ดกาแฟที่ปลูกในพื้นที่โล่ง ระหว่างพื้นที่โล่งกับภายใต้ร่มเงาและพื้นที่ภายใต้ร่มเงา บนพื้นที่สูง ต.เลอดอ อ.แม่ละมาด จ.ตาก

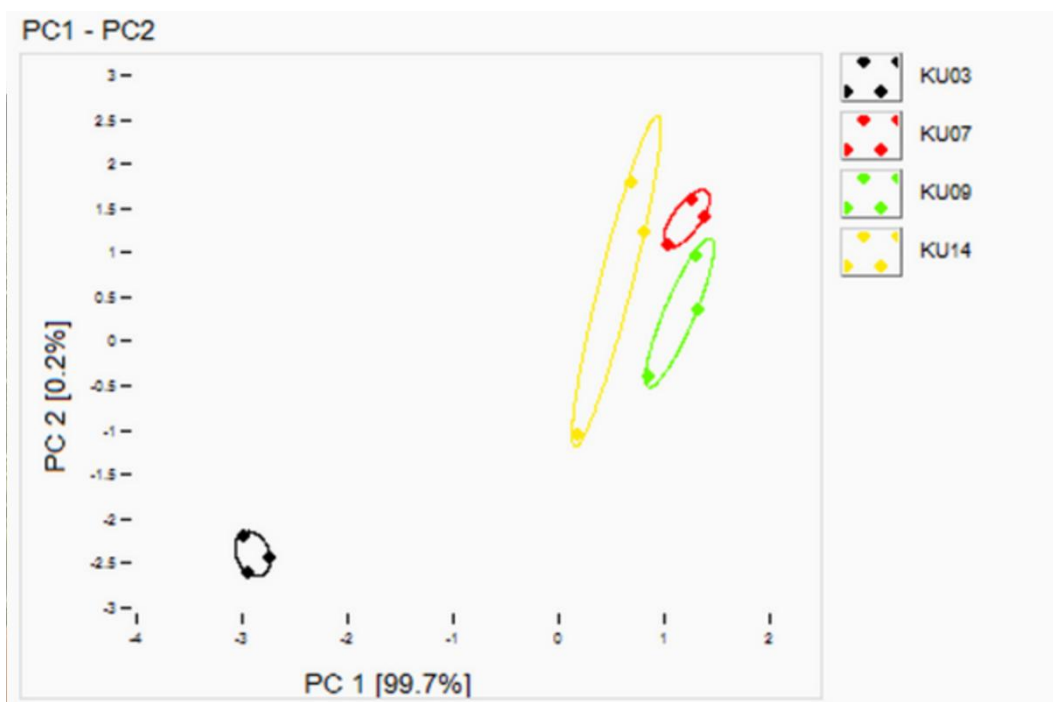
หมายเหตุ: d=ความแตกต่าง



ภาพที่ 10 ความกว้างก่อนและหลังคั่วของเมล็ดกาแฟที่ปลูกในพื้นที่โล่ง ระหว่างพื้นที่โล่งกับภายใต้ร่มเงาและพื้นที่ภายใต้ร่มเงา บนพื้นที่สูง ต.เลอดอ อ.แม่ละมาด จ.ตาก

หมายเหตุ: d=ความแตกต่าง

จากภาพแสดงผลการทดลองเกี่ยวกับการจัดกลุ่มของกลิ่นกาแฟหลังคั่ว โดยใช้ภาพจากเครื่อง electronic nose ในการจัดกลุ่ม ซึ่งจากภาพดังกล่าวจะแสดงให้เห็นว่ากลิ่นในบริเวณที่ปลูกเมล็ดกาแฟมีการเกาะกลุ่มกันอย่างเห็นได้ชัด (ภาพที่ 11) โดย KU07 และ KU09 เมล็ดกาแฟบริเวณพื้นที่โล่ง กับ KU14 เมล็ดกาแฟบริเวณพื้นที่ภายใต้ร่มเงาข้อมูลมีความเกาะกลุ่มกัน ในขณะที่ KU03 เมล็ดกาแฟบริเวณพื้นที่ระหว่างที่โล่งแจ้งกับภายใต้ร่มเงาข้อมูลไม่เกาะกลุ่มกับอีกสองบริเวณ ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าบริเวณในการปลูกกาแฟมีผลต่อคุณภาพกาแฟในท้องถิ่น ซึ่งข้อมูลนี้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการเลือกบริเวณในการปลูกกาแฟให้ผลผลิตสูง คุณภาพดีและเหมาะสมกับการเพาะปลูกต่อไป



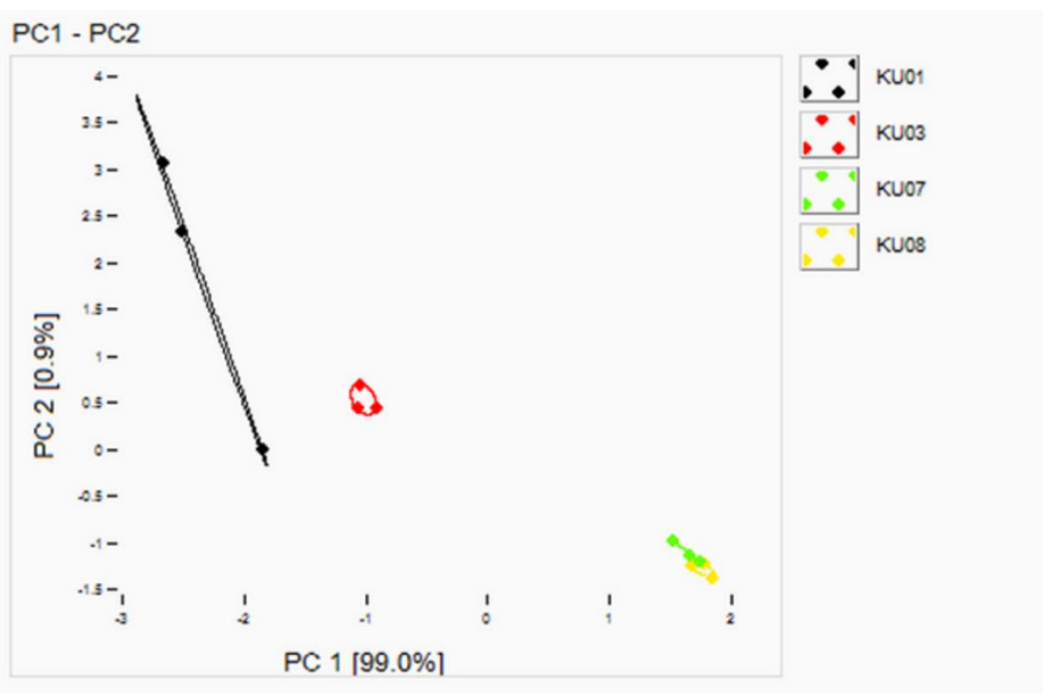
ภาพที่ 11 การจัดกลุ่มของกลิ่นกาแฟหลังคั่วระหว่างพื้นที่โล่งแจ้ง พื้นที่ภายใต้ร่มเงา และพื้นที่ระหว่างที่โล่งแจ้งกับร่มเงา บนพื้นที่สูง ต.เลอตอ อ.แม่ละมาด จ.ตาก

หมายเหตุ: KU03 เมล็ดกาแฟบริเวณพื้นที่ระหว่างที่โล่งแจ้งกับภายใต้ร่มเงา

KU07 KU09 เมล็ดกาแฟบริเวณพื้นที่โล่งแจ้ง

KU14 เมล็ดกาแฟบริเวณพื้นที่ภายใต้ร่มเงา

การจัดกลุ่มของกลิ่นกาแฟหลังคั่ว โดยใช้ภาพจากเครื่อง electronic nose ในการจัดกลุ่ม ซึ่งจากภาพดังกล่าวจะแสดงให้เห็นว่ากลิ่นในบริเวณที่ปลูกเมล็ดกาแฟมีการเกาะกลุ่มกันอย่างเห็นได้ชัด โดย KU01 และ KU03 (ภาพที่ 12) เมล็ดกาแฟบริเวณพื้นที่ระหว่างที่โล่งแจ้งกับภายใต้ร่มเงา กับ KU07 และ KU08 เมล็ดกาแฟบริเวณพื้นที่โล่งแจ้ง ข้อมูลมีความเกาะกลุ่มกัน ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าบริเวณในการปลูกกาแฟมีผลต่อคุณภาพกาแฟในเรื่องกลิ่น ซึ่งข้อมูลนี้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการเลือกบริเวณในการปลูกกาแฟให้ผลผลิตสูง คุณภาพดีและเหมาะสมกับการเพาะปลูกต่อไป



ภาพที่ 12 การจัดกลุ่มของกลิ่นกาแฟหลังคั่วระหว่างพื้นที่โล่งแจ้งและ พื้นที่ระหว่างที่โล่งแจ้งกับร่มเงา บนพื้นที่สูง ต.เลอตอ อ.แม่ละมาด จ.ตาก

หมายเหตุ: KU01 KU03 เมล็ดกาแฟบริเวณพื้นที่ระหว่างที่โล่งแจ้งกับภายใต้ร่มเงา

KU07 KU08 เมล็ดกาแฟบริเวณพื้นที่โล่งแจ้ง

จากการทดลองลักษณะเมล็ดกาแฟความกว้างก่อนและหลังคั่วของเมล็ดกาแฟ ความยาวก่อนและหลังคั่วของเมล็ดกาแฟ และการจัดกลุ่มกลิ่นของเมล็ดกาแฟหลังคั่ว ของเมล็ดกาแฟที่ปลูกในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน 3 พื้นที่ ได้แก่ (1) พื้นที่โล่ง (2) พื้นที่ใต้ร่มเงา และ (3) ระหว่างพื้นที่โล่งกับภายใต้ร่มเงา พบว่าในสภาพแวดล้อมบริเวณระหว่างพื้นที่โล่งกับภายใต้ร่มเงา เป็นบริเวณที่มีความแตกต่างกันทางด้านคุณภาพจากเมล็ดกาแฟในบริเวณอื่นๆ ในการทดลองครั้งนี้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเมื่อพิจารณาจากความกว้างก่อนและหลังคั่วกับความยาวก่อนและหลังคั่วเมล็ดกาแฟมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นไปในทิศทางเดียวกัน และความต่างของกลิ่น ด้วยเหตุผลนี้บริเวณระหว่างพื้นที่โล่งกับภายใต้ร่มเงาจึงเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการเลือกปลูกกาแฟ โดย Nutman (1937) ได้รายงานว่าการปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงา 50 % ของตาข่ายพรางแสงพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์สูงสุด ซึ่งส่งผลถึงการ

สังเคราะห์แสงและส่งผลให้ได้ผลผลิตสูงสุดเมื่อเทียบกับสภาพการปลูกกาแฟในพื้นที่อื่น ส่วน REDWOOD (2025) ได้รายงานว่าการปลูกกาแฟในสภาพแวดล้อมที่มีแสงน้อย ส่งผลให้ต้นกาแฟเจริญเติบโตช้าลง แต่เมล็ดกาแฟที่ได้มีความหนาแน่นและรสชาติที่ซับซ้อนมากขึ้น นอกจากนี้ การปลูกในร่มเงายังช่วยลดความเสี่ยงจากโรคและแมลง

สรุปผลการทดลอง

1. กาแฟที่ปลูกระหว่างพื้นที่โล่งกับภายใต้ร่มเงาเมล็ดหลังคั่วมีขนาดใหญ่ขึ้นทั้งด้านความกว้างและความยาวอย่างชัดเจน
2. กลิ่นของเมล็ดกาแฟหลังคั่วมีความแตกต่างกัน
3. เมล็ดกาแฟที่ได้จากพื้นที่ระหว่างพื้นที่โล่งกับภายใต้ร่มเงามีกลิ่นแตกต่างจากเมล็ดกาแฟที่ได้จาก 2 พื้นที่ คือ พื้นที่โล่งและพื้นที่ภายใต้ร่มเงา

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

คู่มือการจัดการการผลิตกาแฟอาราบิก้า. 2562. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ

นนทวัชร ชิตวิสัย. 2547. การเปลี่ยนแปลงของสารระเหย และกรดอินทรีย์ระหว่างกระบวนการหมักของกาแฟอาราบิก้าที่ปลูกในประเทศไทย

วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ชัยรัตน์ คู่เทียม. 2490. คู่มือการเพาะกล้ากาแฟและการบำรุงรักษากล้ากาแฟ. องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้เขตเชียงใหม่ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ภาคเหนือบน องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กลอยใจ ปุเจียว. 2560. ศึกษาการเสียบยอดและทดสอบปุ๋ยอินทรีย์การเจริญเติบโตของกาแฟอาราบิก้า.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Mistercoffeeshop. 2565. เมล็ดกาแฟ อราบิก้า&โรบัสต้า “แตกต่างกันยังไง”. แหล่งที่มา

https://www.mistercoffeeshop.net/content/29166/coffee-a-r?srltid=AfmBOooPKbS_0Ms-, 11

มีนาคม 2568

มานพ หาญเทวี. 2542. การปลูกกาแฟอาราบิก้า. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

พงษ์ศักดิ์ อังกลสิทธิ์ .2542. การปลูกและผลิตกาแฟอาราบิก้าบนที่สูง.ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 ดำรงและ สุ่มเก็บเมล็ดกาแฟในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน 3 พื้นที่ ได้แก่ (1) พื้นที่โล่ง (2) พื้นที่ใต้ร่มเงา และ (3) ระหว่างพื้นที่โล่งกับภายใต้ร่มเงา



ภาพผนวกที่ 2 การแกะเปลือกผลกาแฟ ก่อนนำเมล็ดไปลดความชื้น

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	ภัทรวรรณ ควนวิไล
วัน เดือน ปี	24 กันยายน พ.ศ.2545
สถานที่เกิด	จังหวัดพังงา
ประวัติการศึกษา	มัธยมศึกษา โรงเรียนดีบุกพังงาวิทยายน
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-