การจำแนกลักษณะทางกายภาพ กลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟโรบัสตาและอราบิกาในภาคใต้ของประเทศไทย

Identification of Physical Characteristics, Aromas, Tastes and Flavors of Robusta and Arabica Coffees in Southern Thailand

เอมฤดี มณีรัตน์

Emruedee Maneerat

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Plant Science
Prince of Songkla University

2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การจำแนกลักษณะทางกายภาพ กลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟโรบัสตาและอราบิกาในภาคใต้ของประเทศไทย

Identification of Physical Characteristics, Aromas, Tastes and Flavors of Robusta and Arabica Coffees in Southern Thailand

เอมฤดี มณีรัตน์

Emruedee Maneerat

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Plant Science
Prince of Songkla University

2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การจำแนกลักษณะทางกายภาพ กลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟโรบัสตา และอราบิกาในภาคใต้ของประเทศไทย

ผู้เขียน นางสาวเอมฤดี มณีรัตน์

สาขาวิชา พืชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ระวี เจียรวิภา)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. วิชัย หวังวโรดม)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. สายัณห์ สดุดี)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ระวี เจียรวิภา)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วิชัย หวังวโรดม)

.....กรรมการ

(ดร.ทัศนี ขาวเนียม)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เถกิง วงศ์ศิริโชติ)

รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ .....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ระวี เจียรวิภา)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ .....
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิชัย หวังวโรดม)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ .....
(นางสาวเอมฤดี มณีรัตน์)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ .....

(นางสาวเอมฤดี มณีรัตน์)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การจำแนกลักษณะทางกายภาพ กลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟโรบัสตาและอราบิกาในภาคใต้ของประเทศไทย

ผู้เขียน นางสาวเอมฤดี มณีรัตน์

สาขาวิชา พืชศาสตร์

ปีการศึกษา 2565

บทคัดย่อ

สภาพแวดล้อมและลักษณะพื้นที่ปลูกกาแฟมีบทบาทสำคัญต่อกลิ่นรสของกาแฟ ซึ่งเป็นลักษณะเด่นที่ทำให้ผู้บริโภคให้ความสำคัญและพิจารณาในการดื่ม การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ดกาแฟ พร้อมกับประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ กลิ่น และรสชาติของกาแฟโรบัสตาพื้นเมืองและอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง ได้แก่ 1) การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพและความผิดปกติของเมล็ดกาแฟโรบัสตา 2) การประเมินทางประสาทสัมผัสของกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟโรบัสตาและอราบิกา และ 3) ปริมาณคาเฟอีนและสารระเหยให้กลิ่นในเมล็ดกาแฟโรบัสตา ผลการทดลองที่ 1 พบว่า คุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดในแต่ละพื้นที่ปลูกมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยตัวอย่างเมล็ดจากอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร (CP-TS-2) มีคุณสมบัติทางกายภาพ และเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดที่มีขนาดใหญ่สูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ ส่วนการจำแนกประเภทเมล็ด พบว่า อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร (CP-PT) มีเมล็ดปกติมากที่สุด พีเบอร์รี่พบมากที่สุดที่อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา (SK-JN) แต่อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ (KB-KT) พบเมล็ดพีเบอร์รี่น้อยที่สุด และพบเมล็ดที่มีความผิดปกติมากที่สุด ความผิดปกติที่พบมากที่สุด คือ เมล็ดดำ (ประเภทที่ 1 และ 2) เมล็ดที่มีการเข้าทำลายของแมลง (ประเภทที่ 1 และ 2) และเมล็ดแตก (ประเภทที่ 2) ซึ่งพบได้ในทุกพื้นที่ที่ทำการศึกษา ผลการทดลองที่ 2 พบว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสแปรผันตามปัจจัยสภาพแวดล้อมในแหล่งปลูกและการจัดการของเกษตรกรผู้ปลูก ซึ่งกาแฟโรบัสตาจากพื้นที่อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง (RN-KR-1-D) มีคะแนนมากที่สุด อยู่ในระดับกาแฟพิเศษ (Fine Robusta) ส่วนกาแฟโรบัสตาทดสอบอื่น ๆ อยู่ในระดับ Premium และกาแฟอราบิกาจากพื้นที่ปลูกอำเภอธารโต จังหวัดยะลา และจังหวัดตรัง มีคะแนนรวมสูงในทุกพื้นที่ ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับกาแฟพิเศษ (Specialty) ผลการทดลองที่ 3 พบว่า ปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟคั่วเมื่อพิจารณาถึงกระบวนการแปรรูป พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมล็ดกาแฟที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (Wet process) มีปริมาณคาเฟอีนสูงที่สุด รองลงมา คือ กระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (Honey process) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับกระบวนการแปรรูปแห้ง (Dry process) ที่มี

ปริมาณคาเฟอีนน้อยที่สุด และปริมาณคาเฟอีนของกาแฟที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งทิศตะวันออกและทิศตะวันตกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนสารระเหยที่พบมากที่สุด คือ 1) สารประกอบกลุ่มฟูแรน เช่น 2-Furanmethanol, 2-furan-carboxaldehyde และ 2-furancarboxaldehyde, 5-methyl- และ 2) สารประกอบในกลุ่มไพราซีน เช่น Pyrazine, methyl-, pyrazine, 2,5-dimethyl- และ pyrazine, 2,6-dimethyl- ซึ่งจากการเปรียบเทียบวิธีการ Cupping และ GC-MS ให้ผลที่สอดคล้องกันในทุกคุณลักษณะ ซึ่งกลุ่มสารเหล่านี้ สามารถบ่งชี้ถึงลักษณะเฉพาะของกลิ่นและกลิ่นรสของกาแฟซึ่งมีแหล่งที่มาจากพื้นที่ปลูกทางภาคใต้ของประเทศไทยได้ ดังนั้น การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าความแตกต่างทางสภาพพื้นที่ปลูกกาแฟโรบัสตาทางภาคใต้มีผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกาแฟสาร รวมถึงส่งผลต่อคุณภาพด้านกลิ่นรสของเมล็ดกาแฟ เช่นเดียวกับการปลูกกาแฟอราบิกาทางภาคใต้ ที่มีผลต่อคุณภาพกลิ่นรสใกล้เคียงกับทางภาคเหนือ จึงสามารถใช้บ่งบอกถึงเอกลักษณ์ด้านกลิ่นรสของกาแฟในแต่ละพื้นที่ปลูกได้

Thesis Title Identification of Physical Characteristics, Aromas, Tastes and Flavors of Robusta and Arabica Coffees in Southern Thailand
Author Miss Emruedee Maneerat
Major Program Plant Science
Academic Year 2022

ABSTRACT

The environment and agroclimatic conditions of the coffee growing area play an important role in the flavor of the coffee, which is a unique feature that attracts consumers to drink. This study aimed to explore and compare the morphological characteristics, physical properties, aroma and taste of native Robusta and Arabica coffee grown in southern Thailand. The study consisted of three experiments: 1) evaluation of physical properties and abnormalities of Robusta coffee beans; 2) sensory evaluation of aroma, taste, and flavor of Robusta and Arabica coffee; 3) evaluation of caffeine content and volatile aroma compounds in Robusta coffee beans. The results of the first experiment showed that the physical properties of coffee beans varied significantly according to the growing region. The coffee beans from Tha Sae district, Chumphon province (CP-TS-2), had greater physical properties with higher percentages of large beans than the other areas. Based on the seed classification, it was observed that Phato district in Chumphon province (CP-PT) had the highest number of normal seeds. Chana district in Songkhla province (SK-JN) had the highest number of peaberries, while Klong Thom district in Krabi province (KB-KT) had the least amount and the highest number of defects. The most defects commonly observed in all studied areas were black seeds (category 1 and 2), insect damage seeds (category 1 and 2), and broken seeds (category 2). The results of the second experiment indicated that the aroma, taste, and flavor of the coffee beans were influenced by the environmental factors of the planting area and farming practices. The coffee from Kra Buri district in Ranong province (RN-KR-1-D) was rated highest in Fine Robusta, while the other Robusta coffees were classified as Premium grade. Arabica coffee from Than

To district in Yala province and Trang province received high scores in all areas and were rated in the Specialty grade for their quality. The third experimental results showed that the caffeine content of roasted coffee beans was not statistically different when considering processing. The coffee beans by the wet process had the highest caffeine content, followed by the honey process, while the dry process had the lowest caffeine content. The caffeine contents of coffee beans grown in the eastern and western parts of the southern region were not significantly different. The most volatile compounds were 1) furan compounds such as 2-Furanmethanol, 2-furancarboxal dehyde and 2-furancarboxaldehyde, 5-methyl- and 2) pyrazine compounds such as pyrazine, methyl-, pyrazine, 2,5-dimethyl- and pyrazine, 2,6-dimethyl-. When comparing the Cupping method to the GC-MS method, the results for yield were consistent for all features. These compounds were distinct agroclimatic of the aroma and flavor of coffee origin from the southern region of Thailand. Environmental factors and agroclimatic conditions in Robusta coffee plantations in the southern region affected the physical properties and the flavor quality of the coffee beans. Similarity, the flavors quality of Arabica coffee was similar as compound between Southern and Northern Thailand. Therefore, the study findings would be helpful in indicating the identification of the aroma and flavor of coffee from southern Thailand.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ระวี เจียรวิภา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย หวังวโรดม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำแนะนำ ชี้แนะ ให้ความช่วยเหลือด้านการเรียน รวมถึงแนวทางแก้ปัญหาต่าง ๆ เพื่อที่จะแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ระหว่างการทำงานจนสำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.ทัศนี ขาวเนียม กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาสละเวลา ให้คำแนะนำ ตลอดจนกรุณา ตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยบัณฑิตศึกษาด้านการเกษตรและอุตสาหกรรม เกษตรจาก สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ประจำปีงบประมาณ 2563

ขอขอบคุณสำนักคณะกรรมการอุดมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย และสาขานวัตกรรมการเกษตร และการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ ห้องปฏิบัติการ ตลอดจนคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ช่วยเหลือ สนับสนุน และให้คำแนะนำใน การใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ

ขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือ ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ และ ดูแลตลอดระยะเวลาการศึกษาข้อมูลในขณะทำวิจัย

ขอบคุณสมาชิกทุกคนในห้องปฏิบัติการ (คุณพรเทพ ธีระวัฒนพงศ์ คุณชุติกาญจน์ แสนเสนาะ คุณขนิษฐา ปานโบ คุณนัฐริษา ลิ่มจำเริญ คุณเวธนี พรหมจันทร์ และคุณบุญฑริกา กุลศิลป์) ที่มีส่วนช่วยในการเก็บและบันทึกข้มูล แนะนำและช่วยเหลือตลอดจนทำให้งานวิจัยครั้งนี้ เสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณครอบครัวที่คอยให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน ขอบคุณ ตัวเองที่ผ่านอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานวิจัยจนงานสำเร็จลุล่วงอย่างที่ตั้งใจไว้ และหาก วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความบกพร่องหรือมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้เขียนต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

เอมฤดี มณีรัตน์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(5)
Abstract	(7)
กิตติกรรมประกาศ	(9)
สารบัญ	(10)
รายการตาราง	(11)
รายการภาพประกอบ	(13)
รายการตารางภาคผนวก	(14)
รายการภาพภาคผนวก	(15)
บทที่ 1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์	18
บทที่ 2 วิธีการวิจัย	19
วัสดุและอุปกรณ์	19
วิธีดำเนินการ	25
บทที่ 3 ผลการทดลอง	43
บทที่ 4 วิจารณ์	93
บทที่ 5 สรุปผล	107
เอกสารอ้างอิง	109
ภาคผนวก	119
ประวัติผู้เขียน	134

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สถานที่ปลูกตัวอย่างเมล็ดกาแฟโรบัสตา กระบวนการแปรรูป รหัส พิกัด สภาพแปลงปลูก การส่องผ่านของแสงบริเวณทรงพุ่ม และความสูงระดับน้ำทะเล	21
2	ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิของสวนกาแฟโรบัสตาในภาคใต้ของประเทศไทยจากสถานีอุตุนิยมวิทยาประจำปี พ.ศ.2562	22
3	ลักษณะความผิดปกติของเมล็ดกาแฟ Primary defect และ Secondary defect	30
4	การจัดขนาดทางการค้าของเมล็ดกาแฟโรบัสตา	31
5	ปริมาณการเตรียมสารละลายเกลือ น้ำตาลทราย และกรดซิตริกเพื่อทดสอบและแยกแยะระดับความเข้มข้น	36
6	ระดับคุณภาพคะแนนคุณลักษณะของกาแฟโรบัสตาและอราบิกาในการประเมินโดยวิธี cupping ภายใต้มาตรฐาน UCDA และ SCA	39
7	ระดับคุณภาพคะแนนรวมของกาแฟโรบัสตาและอราบิกาในการประเมินโดยวิธี cupping ภายใต้มาตรฐาน UCDA และ SCA	40
8	ความชื้นของเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย	44
9	คุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟสารโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย	46
10	ค่าสีของเมล็ดกาแฟสารโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย	48
11	สัดส่วนเมล็ดกาแฟสารโรบัสตาที่มีลักษณะปกติ พีเบอร์รี่ และเมล็ดผิดปกติที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย	50
12	สัดส่วนข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟสารโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยตามมาตรฐาน SCA และ UCDA	52
13	ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และเปอร์เซ็นต์การสกัดในเมล็ดกาแฟคั่วโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย	60
14	ค่าความเค็ม และความหวานในกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย	63

15	ปริมาณกรดทั้งหมดในตัวอย่างกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย	66
16	ค่าสีของสารละลายกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย	70
17	คุณลักษณะด้านกลิ่นและกลิ่นรสก่อนเทน้ำร้อน (Dry aroma) ของกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping	82
18	คุณลักษณะด้านกลิ่นและกลิ่นรสหลังเทน้ำร้อน (Wet aroma) ของกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping	83
19	คุณลักษณะด้านกลิ่นและกลิ่นรสของกาแฟโรบัสตาที่โดดเด่นที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping	84
20	คุณลักษณะด้านกลิ่นและกลิ่นรสก่อนและหลังเทน้ำร้อน (Dry aroma และ Wet aroma) ของกาแฟอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping	85
21	คุณลักษณะด้านกลิ่นและกลิ่นรสของกาแฟอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping	86
22	สารระเหยให้กลิ่นของกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในภาคใต้ฝั่งทิศตะวันออกของประเทศไทยโดยวิธี cupping และ GC-MS	92
23	สารระเหยให้กลิ่นของกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในภาคใต้ฝั่งทิศตะวันตกของประเทศไทยโดยวิธี cupping และ GC-MS	94

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะข้อบกพร่องหลัก (ประเภทที่ 1) ของเมล็ดกาแฟสารโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย	53
2	ลักษณะข้อบกพร่องรอง (ประเภทที่ 2) ของเมล็ดกาแฟสารโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย	54
3	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดตามขนาดเมล็ดกาแฟสารโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย	56
4	ขนาดเมล็ดกาแฟสารโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย	57
5	คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกาแฟโรบัสตาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (Dry process) และปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping	74
6	คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกาแฟโรบัสตาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (Wet process) และปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping	76
7	คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกาแฟโรบัสตาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (Honey process) และปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping	77
8	คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกาแฟอราบิกาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (Wet process) และปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping	79
9	คุณภาพคะแนนรวมของกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping	88
10	ปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย เมื่อพิจารณา A) กระบวนการแปรรูป (Process) และ B) ตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่ปลูก	89

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	แบบฟอร์มการคัดคุณภาพเมล็ดกาแฟสาร (Green coffee grading) ตามมาตรฐาน SCA และ UCDA	119
2	ขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาของเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย	120
3	แบบฟอร์มการฝึกประเมินกลิ่นเครื่องเทศ (Spice) และน้ำตาลไหม้ (Sugar browning)	123
4	แบบฟอร์มการฝึกประเมินกลิ่นน้ำตาลไหม้ (Sugar browning)	124
5	แบบฟอร์มการฝึกประเมินกลิ่นดอกไม้ (Floral) และผลไม้รวม (Fruity)	125
6	แบบฟอร์มการฝึกประเมินกลิ่นผลไม้รวม (Fruity) ดอกไม้ (Floral) และสมุนไพร (Herbal)	126
7	แบบฟอร์มการฝึกประเมินกลิ่นประเภทกลิ่นไม่พึงประสงค์ (Taints)	127
8	แบบฟอร์มการฝึกประเมินรสชาติโดยการชิม (1)	128
9	แบบฟอร์มการฝึกประเมินรสชาติโดยการชิม (2)	129
10	แบบฟอร์มการฝึกประเมินรสชาติโดยการชิม (3)	130
11	แบบฟอร์มการประเมินกรดอินทรีย์ (กรดซิตริก กรดมาลิก กรดน้ำส้ม หรือกรดแอซีติก และกรดฟอสฟอริก)	131
12	แบบฟอร์มการให้คะแนนโดยวิธี Cupping ของกาแฟโรบัสตาและอราบิกา	132

รายการภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	วงล้อกลิ่นและรสชาติกาแฟ (Coffee Taster's Flavor Wheel)	121
2	ตำแหน่งสถานที่ปลูกกาแฟโรบัสตาทดสอบในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ของประเทศไทย	122
3	คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกาแฟอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping	133
4	ปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟโรบัสตาคั่วที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย	133

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

กาแฟเป็นพืชสวนอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญของประเทศ เป็นสินค้าหลักที่มีการประเมินคุณภาพตามเกณฑ์ที่หลากหลาย รวมถึงขนาด สี รูปร่างของเมล็ด วิธีการแปรรูป ลักษณะการเพาะปลูก รวมไปถึงกลิ่นและรสชาติ (กรมวิชาการเกษตร, 2562) จากข้อมูลยุทธศาสตร์กาแฟในปี 2560 ถึง 2564 พบว่า มีการส่งออกและสร้างรายได้ต่อปีประมาณ 5,500 ล้านบาท จึงจัดว่าเป็นไม้ผลที่มีศักยภาพในการขยายตัวทางการตลาดสูง ซึ่งความต้องการของตลาดในปี 2563 สูงถึง 81,000 ตัน และในปี 2563 มีพื้นที่ปลูก 230,000 ไร่ แต่มีผลผลิตเพียง 24,000 ตัน จึงทำให้ความต้องการบริโภคกาแฟในประเทศมีมากกว่ากำลังการผลิต กาแฟที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายมี 2 พันธุ์ คือ อราบิกาและโรบัสตา โดยทางภาคใต้ของประเทศไทยส่วนใหญ่นิยมปลูกโรบัสตาอย่างแพร่หลาย ได้แก่ จังหวัดชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี กระบี่ และพังงา เป็นต้น และปัจจุบันเกษตรกรทางภาคใต้เริ่มให้ความสนใจในการทดลองปลูกอราบิกาเพิ่มมากขึ้น (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2560) ซึ่งตลาดกาแฟทั้งในและต่างประเทศมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ถือเป็นแนวทางในการเพิ่มส่วนแบ่งทางการตลาดที่ดี จึงควรพัฒนาการผลิตกาแฟให้ได้คุณภาพที่ดีตรงตามมาตรฐานสากลและเป็นที่ยอมรับของนานาประเทศ นอกเหนือจากการดูแลรักษาและเอาใจใส่ทุกขั้นตอนของเกษตรกรในพื้นที่แล้ว ตลาดกาแฟส่วนกลางยังมีหลักเกณฑ์ในการตรวจสอบมาตรฐานคุณภาพของเมล็ด โดยในระดับมาตรฐานสากลของการทดสอบคุณภาพเมล็ดกาแฟสมาคมกาแฟพิเศษ (Specialty Coffee Association; SCA) ระดับโลกกำหนดวิธีการคัดแยกคุณภาพเมล็ดกาแฟจากตัวอย่างโดยตรวจสอบความสมบูรณ์ ความชื้น กลิ่น และสีของเมล็ด หลังจากนั้น ทำการคัดแยกข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟเพื่อพัฒนาระบบมาตรฐานการผลิตให้ได้มาซึ่งเมล็ดกาแฟคุณภาพ ที่ส่งผลโดยตรงต่อกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรส ที่เป็นเกณฑ์สำคัญที่สุดในการให้คะแนนและจัดเกรดคุณภาพของกาแฟ (Specialty Coffee Association, 2018) ซึ่งกลิ่นหอมและรสชาติของกาแฟเป็นลักษณะที่โดดเด่นที่สุดที่ทำให้ผู้บริโภคให้ความสำคัญและพิจารณาในการดื่ม องค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ดกาแฟ เป็นหนึ่งในปัจจัยหลักที่ส่งผลให้กลิ่นและรสชาติมีความแตกต่างกัน เนื่องจากกาแฟมีสารประกอบจำนวนมากและมีความซับซ้อนของสารเคมีในเมล็ด โดยพบสารระเหยมากกว่า 800 ชนิดในเมล็ดกาแฟ ซึ่งสารที่พบบ่อยที่สุด ได้แก่ กรดอัลดีไฮด์ แอลกอฮอล์ สารประกอบกำมะถัน สารประกอบฟีนอลิก ไพรีดีน ไพโรล และฟูแรน (Yang *et al*., 2016) โดยการจำแนกลักษณะของสารระเหยของกาแฟสามารถระบุ

แหล่งปลูกและสถานที่ผลิตกาแฟได้ Tsegay และคณะ (2019) รายงานว่า แอลกอฮอล์ ฟูแรน และไฮโดรคาร์บอนมีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น ส่วนอัลดีไฮด์ เอมีน เอสเทอร์ และอีเธอร์มีเปอร์เซ็นต์ของสารเหล่านี้ลดลง และพบว่า กาแฟจากประเทศเอธิโอเปียมีความแตกต่างจากกาแฟประเทศแทนซาเนียและกัวเตมาลา โดยสารระเหย 4-(4-hydroxyphenyl)-2-butanone สามารถระบุลักษณะกลิ่นของกาแฟเอธิโอเปียที่มีความสดใหม่ได้

ดังนั้น จึงมีการเปรียบเทียบและประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส คาเฟอีน และสารระเหยให้กลิ่น ของกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย เพื่อทราบถึงลักษณะทางกายภาพเบื้องต้นของเมล็ด ลักษณะเฉพาะของกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟอันเป็นผลมาจากการจัดการด้านการผลิต รวมถึงเป็นแนวทางในการจัดการกระบวนการผลิตกาแฟ ที่สามารถสร้างเอกลักษณ์และมูลค่า รวมทั้งพัฒนากาแฟให้มีคุณภาพมาตรฐานสากล

การตรวจเอกสาร

1. ประวัติกาแฟ

อรวรรณ และคณะ (2557) ได้อธิบายว่า กาแฟเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกา เป็นพืชพื้นเมืองของอาบิสสิเนีย และอาราเบีย โดยถูกค้นพบในปลายศตวรรษที่ 5 (ปี ค.ศ.575) และถูกนำมาใช้เป็นพืชเครื่องดื่มโดยความบังเอิญในศตวรรษที่ 9 เมื่อคนเลี้ยงแพะชื่อ คาลดี (Kaldi) ได้สังเกตจากแพะที่เขาเลี้ยงว่า เมื่อได้กินผลไม้สีแดงของพืชชนิดหนึ่ง แพะมีความคึกคะนองกระปรี้กระเปร่าไม่ยอมหลับไม่ยอมนอน จึงนำเรื่องดังกล่าวนี้เล่าให้พระมุสลิมชื่อ ฮะยี โอเมอร์ (Hadji Omer) ฟัง พระมุสลิมจึงนำผลของต้นไม้ดังกล่าวมาคั่วแล้วต้มดื่ม พบว่า สามารถสร้างความกระปรี้กระเปร่าได้เป็นอย่างดี ซึ่งในเวลาต่อมาได้มีการนำเอาผลของกาแฟไปบริโภคอย่างแพร่หลาย และจากบันทึกของแพทย์ชาวอาหรับยืนยันว่า กาแฟเป็นที่รู้จักกันดีในแถบประเทศตะวันออกกลางในศตวรรษที่ 9 ก่อนที่จะแพร่หลายไปสู่ยุโรปและทั่วโลก ในอดีตชาวอาราเบียเรียกพืชนี้ว่า คะเวฮ์ (Kaweh) ซึ่งมีความหมายว่า พลังหรือความกระปรี้กระเปร่า ต่อมาสำเนียงการเรียกเปลี่ยนไป ตามพื้นที่ต่าง ๆ ของโลก จนเรียกเป็นคอฟฟี่ (Coffee) อันเป็นที่รู้จักและใช้ในปัจจุบัน ส่วนคนไทยสมัยก่อนเรียก โกปี้ หรือข้าวแฝ่ และกาแฟในปัจจุบัน (ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง, 2537)

กาแฟในประเทศไทย มีต้นกำเนิดมาจากนายดีหมุน คนไทยผู้ซึ่งนับถือศาสนาอิสลาม ได้เดินทางไปแสวงบุญ ณ ประเทศซาอุดิอาระเบีย และในปี พ.ศ. 2447 ได้นำเมล็ดพันธุ์กาแฟกลับมาเพาะปลูกที่ตำบลบ้านโหนด อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา ซึ่งกาแฟที่นำมาปรากฏว่าเป็นพันธุ์โรบัสตา ที่เจริญเติบโตได้ดี จึงมีการขยายพันธุ์และส่งเสริมการปลูกออกไปอย่างกว้างขวางในพื้นที่

ภาคใต้ของประเทศไทย ส่วนพันธุ์อราบิกาถูกนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยตามบันทึกของพระสารศาสตร์พลขันธ์ ชาวอิตาลีประมาณปี พ.ศ. 2493 (ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง, 2537; นนทวัชร, 2547) ขณะเดียวกันลักษณะของพื้นที่ปลูกกาแฟโรบัสตา บริเวณจังหวัดสตูล อายุ 100 ปี ซึ่งสันนิษฐานได้ว่า อาจเป็นแหล่งพันธุกรรมกาแฟทั้งจังหวัดสงขลาและสตูล ก่อนแพร่กระจายไปยังส่วนอื่น ๆ ในภาคใต้ (Saensano and Chiarawipa, 2019)

2. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์และพันธุ์กาแฟ

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกาแฟ

กาแฟเป็นพืชตระกูล Rubiaceae เป็นไม้ยืนต้นที่มีทรงพุ่มขนาดเล็กถึงขนาดกลาง (อรวรรณและคณะ, 2557) ระบบรากเป็นรากแก้ว และมีรากแขนงแตกออกมา 4 ถึง 8 ราก ลึกประมาณ 20 เซนติเมตร บริเวณระดับผิวดินเพื่อดูดธาตุอาหารจากดินไปใช้ในการเจริญเติบโต (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2561) ลำต้นตรง แตกกิ่งออกจากลำต้นในลักษณะแยกออกจากกัน และอยู่ตรงข้ามกัน ใบแตกออกเป็นคู่บริเวณข้อ กิ่งขนานไปกับพื้นหรือต่ำลงดิน ซึ่งเป็นที่เกิดของดอก ดอกกาแฟมีสีขาวบริสุทธิ์ กลิ่นคล้ายดอกมะลิ เป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีก้านสั้นรูปคล้ายดาว อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ดอกกาแฟจะออกดอกโดยเริ่มจากข้อที่อยู่ใกล้ลำต้นออกไปหาปลายกิ่ง (นนทวัชร, 2547) ผลของกาแฟมีลักษณะคล้ายลูกหว้า กลมรี ก้านผลสั้น ผลแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เปลือกผล (Exocarp หรือ Outer skin) ผลดิบจะมีสีเขียว และเมื่อผลสุกจะมีสีเหลือง ส้ม แดง หรือแดงเข้มขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ส่วนที่ 2 คือ Mesocarp ประกอบด้วย เนื้อบาง (Pulp) มีสีเหลือง รสชาติหวานเมื่อผลสุกแก่เต็มที่ ถัดจากชั้นเนื้อบางนี้จะเป็นเมือก (Mucilage) ที่ห่อหุ้ม และส่วนที่ 3 คือ กะลา (Endocarp หรือ Parchment) ที่ห่อหุ้มเมล็ดไว้ ระหว่างกะลากับเมล็ดจะมีเยื่อหุ้มบาง ๆ หุ้มอยู่ เรียกว่า เยื่อหุ้มเมล็ด (Sliver skin) ซึ่งกาแฟ 1 ผล จะมีเมล็ด 2 เมล็ด ลักษณะด้านหนึ่งโค้งอีกด้านหนึ่งเรียบ และมีร่องตรงกลาง ด้านเรียบของทั้งสองเมล็ดจะหันหน้าประกบกัน แต่ในบางครั้งผลกาแฟอาจมีเมล็ดเดียว เกิดจากการผสมเกสรที่ไม่สมบูรณ์ (กรมวิชาการเกษตร, 2559; Bastian *et al*., 2021)

2.2 พันธุ์กาแฟ

กาแฟโรบัสตา (Robusta) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Coffea canephora* Pierre ex Frochner เป็นกาแฟพันธุ์ดั้งเดิมของแถบเส้นศูนย์สูตร สามารถปรับตัวเข้ากับสภาวะแวดล้อมได้ดี มีความทนทานต่อโรค จึงได้ชื่อว่า Robusta ซึ่งมีที่มาจากภาษาลาติน คือ Robust ที่หมายถึง ความแข็งแกร่ง (พลรัชต์ และคณะ, 2553) ระยะเริ่มออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยวได้ใช้เวลาประมาณ 9 ถึง 11 เดือน เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 24 ถึง 30 องศาเซลเซียส สามารถปลูกได้ตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึงระดับความสูง 1,200 เมตร (ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง, 2537; นนทวัชร, 2547) ความลาดชันของพื้นที่ไม่เกิน 35 เปอร์เซ็นต์ ได้รับน้ำฝนอย่างสม่ำเสมอไม่น้อยกว่า 7 เดือน หรือไม่ต่ำกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี ดินควรเป็นดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย มีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 5.5 ถึง 6.0 (กรมวิชาการเกษตร, 2559)

กาแฟอราบิกา (Arabica) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Coffea arabica* เป็นกาแฟที่นิยมปลูกกันมากที่สุดในโลก (ณฐมน, 2549) มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมบริเวณประเทศเอธิโอเปีย ระยะตั้งแต่ดอกบานจนถึงเก็บเกี่ยวใช้เวลาประมาณ 6 ถึง 8 เดือน ต้องการอุณหภูมิประมาณ 15 ถึง 24 องศาเซลเซียส (นนทวัชร, 2547) กาแฟอราบิกาสามารถเติบโตได้ดีในพื้นที่ปลูกที่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,200 ถึง 1,800 เมตร แต่สำหรับในภาคเหนือของประเทศไทยกาแฟอราบิกาเจริญและให้ผลผลิตที่ดีที่ความสูง 1,200 ถึง 1,300 เมตรจากระดับน้ำทะเล แต่ไม่เกิน 1,500 เมตร เนื่องจากอาจมีอุณหภูมิต่ำเกินไป และไม่ควรปลูกในพื้นที่ต่ำกว่า 800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล เพราะจะทำให้การสร้างเมล็ดไม่สมบูรณ์ ดินควรเป็นดินร่วนซุย หน้าดินลึก อุดมสมบูรณ์ มีความเป็นกรดเล็กน้อยแต่มีปริมาณของอินทรียวัตถุสูง และระบายน้ำได้ดี (ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง, 2537)

3. ลักษณะทางกายภาพและคุณภาพของเมล็ดกาแฟ

3.1 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกาแฟ

ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกาแฟได้รับอิทธิพลจากความแตกต่างทางพันธุกรรม สภาพภูมิอากาศ พื้นที่ปลูก การดูแลรักษาในกระบวนการผลิต และการเก็บเกี่ยวเมล็ด เมล็ดกาแฟมีชื่อเรียกแตกต่างกัน ในประเทศอินเดีย เรียกว่า Clean coffee ส่วนในประเทศไทยเรียกว่า Green coffee หรือในปัจจุบันนิยมเรียกว่า Green bean (ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง, 2537)

Adriana และ Leandro (2008) กล่าวว่า เมล็ดกาแฟมีลักษณะกลมเหมือนเมล็ดถั่ว ผลปกติมีเมล็ดสองเมล็ดหันประกบกันอยู่ภายใน ทำให้เมล็ดด้านหนึ่งแบนราบอีกด้านกลมโค้งมน ส่วนเมล็ด

พีเบอร์รี่ (Peaberry) เป็นความผิดปกติของผลกาแฟที่เมล็ดหนึ่งฝ่อแบนลีบจนมีขนาดเล็ก ส่งผลให้เมล็ดที่เหลืออยู่ขยายขนาดของเมล็ดเต็มพื้นที่ภายในผล จึงมีทรงกลมตามรูปทรงของผลกาแฟ ซึ่งความผิดปกตินี้อาจเกิดขณะผสมเกสร หรือเมล็ดกาแฟกำลังพัฒนาแต่มีปัจจัยต่าง ๆ ไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้ เมล็ดอาจมีข้อบกพร่องหลากหลายรูปแบบ ซึ่งเกิดจากอิทธิพลที่แตกต่างกัน

พีระพงศ์ และเชาว์ (2555) ทดลองศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟโรบัสตา จำนวน 100 เมล็ด พบว่า มีความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ 18.70±0.22 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักรวม 13.502±0.190 กรัม ความกว้าง ความยาว ความหนามีขนาดเฉลี่ย คือ 0.727±0.310, 0.947±0.380 และ 0.433±0.200 เซนติเมตร ตามลำดับ เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต 0.67±0.16 เซนติเมตร ค่าความเป็นทรงกลม 70.90±0.13 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตรเมล็ด พื้นที่ผิว ความหนาแน่นรวม และความหนาแน่นเนื้อ คือ 0.11±0.12 ลูกบาศก์เซนติเมตร 1.41±0.19 ตารางเซนติเมตร 0.72 ±0.25 กรัมต่อมิลลิลิตร และ 0.928±0.340 กรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

ในทางการค้า Adriana และ Leandro (2008) รายงานว่า ขนาดสำหรับตัวอย่างกาแฟหรือล็อตที่กำหนดควรอยู่ในช่วงขนาดเดียวกัน 85 เปอร์เซ็นต์ โดยประเมินโดยการร่อนผ่านตะแกรงร่อนที่ขนาดต่าง ๆ ตามมาตรฐานทางการค้า

3.2 คุณภาพของเมล็ดกาแฟ

คุณภาพของเมล็ดกาแฟขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตกาแฟ โดยแบ่งปัจจัยเป็น 2 ระยะ คือ ระยะเวลาในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวหรือในช่วงของการเพาะปลูก (Pre-harvest period) และระยะเวลาในช่วงการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต (Harvesting and post-harvest period) โดยระยะเวลาในช่วงของการเพาะปลูกต้องมีการวางแผน จัดการการเพาะปลูกด้วยวิธีเขตกรรมที่ถูกต้องและเหมาะสม ได้แก่ การเลือกพันธุ์ของกาแฟที่ใช้ปลูก การเตรียมพื้นที่ปลูก การกำหนดระยะเวลาปลูก วิธีการปลูก การใส่ปุ๋ย การควบคุมวัชพืช โรค แมลงศัตรู การสร้างร่มเงาแก่สวนกาแฟ การคลุมดิน และการตัดแต่งกิ่ง เป็นต้น ขณะที่การเก็บเกี่ยวผลควรเลือกเก็บเฉพาะผลสุกแก่เต็มที่ ระดับความสุก (Maturity level) ของผล เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพ โดยผลกาแฟดิบ (Immature cherry) และผลกาแฟที่ยังไม่สุกเต็มที่ (Premature cherry) เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพต่ำ ในกรณีที่เมล็ดกาแฟมีเมล็ดสุกไม่เต็มที่ผสมอยู่มากกว่าร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก คุณภาพในด้านกลิ่นและรสชาติของเครื่องดื่มกาแฟที่ได้จะลดต่ำลง (Jham *et al*., 2001)

Adriana และ Leandro (2008) ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของเมล็ดกาแฟที่มีข้อบกพร่อง เปรียบเทียบกับเมล็ดกาแฟคุณภาพทั้งในกาแฟดิบและกาแฟคั่ว โดยศึกษาขนาด ความหนาแน่น สี สารเคมีในเมล็ด ความเป็นกรด ระดับซูโครส คาเฟอีน ไตรกลีเซอไรด์ เอมีน กรด

คลอโรเจนิก และสารระเหยให้กลิ่น การประเมินคุณลักษณะดังกล่าว บ่งชี้ว่า ในกรณีของกาแฟดิบมีความเป็นไปได้ที่ขนาด สี ระดับความเป็นกรด ระดับน้ำตาลซูโครส และการมีฮิสตามีนจะแยกเมล็ดที่บกพร่องและไม่บกพร่องได้ ในกรณีของกาแฟคั่วมีเพียงการประเมินค่าความแปรปรวนของสารระเหยให้กลิ่นอย่างมีประสิทธิภาพเท่านั้นที่จะบ่งบอกลักษณะที่ของเมล็ดที่แตกต่างกัน และสีของเมล็ด เกิดจากชนิดของกาแฟต้นกำเนิด พื้นที่ปลูก การดูแลรักษา รวมถึงการแปรรูปในกระบวนการผลิต และเมื่อเปรียบเทียบสีของเมล็ดกาแฟอราบิกาและโรบัสตาที่ปกติและบกพร่อง โดยใช้เครื่องวัดสีเพื่อหาค่า L*, a* และ b * เทียบกับการตรวจสอบด้วยแผ่นเทียบสี ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

Farah และคณะ (2006) รายงานว่า ข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟบราซิลเกิดจากปัญหาระหว่างการเก็บเกี่ยวและการดำเนินการก่อนการผลิต ส่งผลให้พบข้อบกพร่องของเมล็ด และพบสิ่งเจือปน เช่น แกลบ กิ่งไม้ หิน เป็นต้น นอกจากนั้น ยังพบเมล็ดมีสีดำจากผลกาแฟที่ยังไม่สุก ซึ่งเมล็ดถูกออกซิไดซ์ส่งผลให้เกิดความเสียหาย เมล็ดสีส้ม มีกลิ่นเปรี้ยวเจือปนที่เกิดจากการหมักของผล เมล็ดอ่อน เกิดจากการเก็บผลที่ยังไม่สุกปะปน เมล็ดมีสีดำมีรูจากการเข้าทำลายของแมลง ซึ่งข้อบกพร่องของเมล็ดส่งผลเสียต่อกลิ่นและรสชาติของกาแฟ

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ประกาศมาตรฐานเมล็ดกาแฟโรบัสตาตามมาตรฐานสินค้าเกษตร ในวันที่ 28 มิถุนายน พ.ศ.2561 เพื่อคุ้มครองความปลอดภัยของผู้บริโภค พร้อมทั้งเป็นการยกระดับการผลิตและเป็นมาตรการป้องกันสินค้ากาแฟโรบัสตา ตาม มกษ. 5700-2561 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2561) ดังนี้

ข้อกำหนดคุณภาพทั่วไป

1) ไม่มีกลิ่นผิดปกติ (Off-odour bean) เช่น กลิ่นเหม็นเปรี้ยว กลิ่นหมักบูด กลิ่นรา หรือกลิ่นแปลกปลอม เช่น กลิ่นปุ๋ย กลิ่นสารเคมี กลิ่นดิน เป็นต้น

2) มีสีตรงตามกระบวนการผลิตของเมล็ดกาแฟโรบัสตา

3) มีความชื้นไม่เกิน 12.5 เปอร์เซ็นต์โดยมวล

4) ไม่พบร่องรอยการทำลายเมล็ดกาแฟจากด้วงเมล็ดกาแฟ (Coffee bean weevil) (*Araecerus fasciculatus*)

นอกจากนี้ สมาคมกาแฟพิเศษระดับโลก กำหนดข้อบกพร่องและเกณฑ์การยอมรับคุณภาพเมล็ดกาแฟตามมาตรฐานสากล โดยกำหนดวิธีการคัดแยกคุณภาพเมล็ดกาแฟจากตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของเมล็ด หลังจากนั้น คัดแยกเมล็ดกาแฟตามข้อบกพร่องจากความรุนแรงที่ส่งผลต่อคุณภาพรสชาติและกลิ่นของกาแฟ (Specialty Coffee Association, 2018)

4. กระบวนการแปรรูปกาแฟ

การแปรรูปเมล็ดกาแฟในระดับเกษตรกรรายย่อยเป็นกระบวนการที่ไม่ซับซ้อน สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธีหลัก (Pereira *et al*., 2019) ดังนี้

4.1 กระบวนการแปรรูปกาแฟแบบแห้ง

กระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (Dry process) หรือแบบธรรมชาติ (Natural process) เป็นกระบวนการแปรรูปที่มีมานาน สามารถทำได้ง่าย และเป็นที่นิยมใช้กับกาแฟโรบัสตา ขั้นตอนการแปรรูปเริ่มตั้งแต่การเก็บผลกาแฟสุกนำมาตากแดดให้แห้ง ไม่ควรกองกาแฟหนาเกิน 5 เซนติเมตร และกลับกองกาแฟวันละหลาย ๆ ครั้ง ในเวลากลางคืนควรจะมีการปิดคลุมเมล็ดกาแฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำแห้ง ตากเมล็ดกาแฟจนมีความชื้นต่ำกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ (Clarke and Macrae, 1985) ผลกาแฟที่แห้งสนิทเมื่อเขย่าจะมีเสียงเมล็ดกาแฟกระทบกับเปลือก ซึ่งในขั้นตอนสุดท้ายจะนำกาแฟตากแห้งมาสีเอาเปลือกและกะลาออก จึงได้เมล็ดกาแฟสาร วิธีดังกล่าวนี้ เหมาะสำหรับพื้นที่ขาดน้ำและมีปริมาณกาแฟมาก (ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง, 2537) ซึ่งกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง ผลกาแฟจะมีเมือกและจะค่อย ๆ สลาย จากนั้น จะถูกดูดซึมเข้าสู่ภายในเมล็ดแต่ควบคุมจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้ยาก หากเกิดการหมักจากเมือกหุ้มรอบกะลาซึ่งมีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบจะทำให้กลิ่นและรสชาติของสารกาแฟที่ได้ผิดไปจากปกติ (พงษ์ศักดิ์ และบัณฑูรย์, 2542) และความแปรผันของสภาพอากาศทำให้กาแฟเสื่อมเสียคุณภาพ หากมีการควบคุมความชื้นได้เช่นเดียวกับกระบวนการแปรรูปแบบเปียกจะได้เมล็ดกาแฟที่มีคุณภาพดีขึ้น ซึ่งการทำแห้งใช้เวลานานกว่ากระบวนการแปรรูปแบบเปียกถึงสามเท่า เนื่องจากความชื้นระเหยออกลำบากมีโอกาสติดเชื้อจากจุลินทรีย์มากขึ้น และหากเมล็ดกาแฟมีความชื้นประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ เชื้อรา แบคทีเรีย สามารถเจริญและทำลายคุณภาพเมล็ดได้ หากความชื้นประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ จะเกิดการงอกของเมล็ดกาแฟ และหากความชื้นประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกาแฟจะหดตัวลงมาก คุณภาพก็จะด้อยลง ดังนั้น ควรมีการตากแห้งให้มีความชื้นไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์ โดยการตากแห้งมีสองรูปแบบ คือ 1) การใช้แสงอาทิตย์ แต่ต้องใช้พื้นที่มาก การควบคุมไม่ให้อากาศเปลี่ยนแปลงค่อนข้างยาก มีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ง่าย ต้องใช้แรงงานสูง เนื่องจากต้องเกลี่ยบ่อย ใช้เวลาในการทำแห้งนาน และ 2) การใช้ตู้อบไฟฟ้า ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ ใช้พื้นที่ในการตากแห้งน้อย ควบคุมอากาศเข้าออกได้ ใช้แรงงานต่ำ ใช้เวลาในการตากแห้งน้อย (นนทวัช, 2547)

4.2 กระบวนการแปรรูปกาแฟแบบเปียก

กระบวนการแปรรูปแบบเปียก (Wet process, Washed process หรือ Parchment process) เป็นวิธีที่นิยมกันมากในการผลิตสารกาแฟ เพราะสามารถผลิตกาแฟที่มีคุณภาพสูง เริ่มจากการนำผลกาแฟสุกที่เก็บเกี่ยวได้มาลอยน้ำ เพื่อคัดผลกาแฟที่ฝ่อหรือเสียซึ่งลอยน้ำ และแยกสิ่งแปลกปลอมออก (นนทวัชร, 2547) จากนั้น จึงนำไปปอกเปลือกผลกาแฟ (Pulping) ผ่านเครื่องสีเปลือกผล (Coffee pulper machine) เพื่อบีบให้เปลือกนอกของผลหลุดออกมา วิธีนี้ มีความต้องการเครื่องมือในการปอกเปลือก หรืออาจใช้วิธีตำในครกไม้ โดยผลกาแฟควรได้รับการปอกเปลือกทันทีหลังจากเก็บจากต้นกาแฟ หรืออาจเก็บไว้ได้แต่ไม่ควรเกิน 36 ชั่วโมง เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการหมักของเปลือก ทำให้เกิดกลิ่นอันไม่พึงประสงค์แก่สารกาแฟได้ และเปลือกของกาแฟที่ปอกออกแล้วควรแยกออกจากเมล็ดกาแฟทันที เพื่อป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นตัวการทำให้เกิดการหมักหมมเน่าเปื่อย อันจะมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดกาแฟได้ จากนั้น นำเมล็ดกาแฟที่ได้ไปกำจัดเมือก (Demucilaging) และทำการกะเทาะเปลือกเมล็ดเพื่อให้ได้กาแฟสาร โดยการกำจัดเมือกสามารถทำได้โดยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

1) วิธีธรรมชาติ (Natural treatment)

นำกาแฟที่ปอกเปลือกออกแล้วใส่ในบ่อซีเมนต์หรือถังพลาสติกซึ่งมีทางระบายน้ำด้านล่าง ใส่ผลกาแฟประมาณ 3 ใน 4 ของถัง ใส่น้ำพอท่วมเพื่อแช่เมล็ดกาแฟ คลุมถังด้วยผ้าพลาสติกหรือผ้าใบ เอนไซม์ภายในผลกาแฟและจุลินทรีย์ภายนอกจะช่วยย่อยเมือกหุ้มเมล็ดกาแฟออกภายในเวลา 36 ถึง 72 ชั่วโมง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและลักษณะของเมล็ดกาแฟ เมื่อเมือกที่หุ้มเมล็ดกาแฟหลุดจากเมล็ดแล้ว ควรทำการล้างและขัดเมือกด้วยมือในน้ำทันที ซึ่งต้องใช้น้ำปริมาณมาก (น้ำ 2 ถึง 10 ลิตรต่อผลกาแฟสด 1 กิโลกรัม) โดยล้าง 3 ถึง 4 ครั้ง ก่อนนำออกตากแดดต่อไป (Edward *et al*., 2005)

2) การใส่สารละลายด่าง (Chemical treatment)

ทำได้โดยนำเมล็ดกาแฟมาใส่ลงในถังขนาดใหญ่ แล้วเกลี่ยหรือกวนด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า Gorumanes ซึ่งมีลักษณะคล้ายทัพพีทำด้วยไม้ การผสมสารละลายนี้ทำได้โดยการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 กิโลกรัมผสมน้ำ 10 ลิตร สำหรับเมล็ดกาแฟปริมาณ 25 ถึง 30 เท่า นำสารละลายที่มีส่วนผสมของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 10 เปอร์เซ็นต์ ใส่ลงไปในขณะที่ทำการกวนเมล็ดกาแฟ เมือกรอบเมล็ดจะถูกกำจัดโดยการสัมผัสหรือเกิดปฏิกิริยากับสารละลายด่างนี้ภายในเวลา 30 นาที จากนั้น ควรรีบดำเนินการล้างด้วยน้ำสะอาด 3 ถึง 4 ครั้ง ก่อนนำออกตากแดดต่อไป (ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง, 2537)

3) การใช้แรงเสียดทานหรือการขัดสี (Physical treatment)

การกำจัดเมือกออกด้วยการขัดสีของตัวเมล็ดกาแฟเอง ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Aquapulper เป็นเครื่องกำจัดเนื้อและเมือกออกโดยใช้น้ำเป็นตัวนำ เครื่องมือนี้มีลักษณะเป็นรูปกรวย จะมีการขัดสี และเพื่อป้องกันการแตกของเมล็ด ต้องปรับขนาดของช่องให้มีขนาดเหมาะสมกับขนาดของเมล็ดกาแฟ ข้อเสียของวิธีนี้ คือ ต้องใช้น้ำในปริมาณมากและใช้พลังงานสูง จึงส่งผลให้มีต้นทุนที่สูงตามไปด้วย ข้อดี คือ ประหยัดเวลาและใช้กับกาแฟที่มีปริมาณมาก เหมาะกับการผลิตในระดับอุตสาหกรรม หลังจากนำเมือกออกจากเมล็ดแล้ว เมล็ดกาแฟจะผ่านเข้าเครื่องล้างทำให้เมล็ดกาแฟสะอาดมากขึ้น ก่อนนำออกตากแดดต่อไป (Sivetz and Foote, 1963)

4.3 กระบวนการแปรรูปกาแฟแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก

กระบวนการแปรรูปกาแฟแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (Honey process) เริ่มจากการการล้างทำความสะอาดเมล็ดกาแฟก่อนนำมาสีเปลือกให้ได้กาแฟกะลาที่มีเมือกหุ้ม โดยข้ามขั้นตอนการสลัดเมือก ส่วนที่ติดกับเมล็ดกาแฟนี้จะมีรสหวานและซึมผ่านเมล็ดกาแฟ หลังจากนั้น นำไปตากแห้งจนได้กาแฟกะลา และเก็บไว้รอนำไปสีออกทั้งเปลือกและกะลาจนได้เมล็ดกาแฟสาร (Bastian *et al*., 2021; Poltronieri and Rossi, 2016)

การตากเมล็ดกาแฟกะลาควรกระจายให้มีความหนาประมาณ 3 ถึง 4 นิ้ว แต่ไม่ควรกระจายบางเกินไป เพราะทำให้เปลือกแตกได้ง่ายเนื่องจากเมล็ดกาแฟจะแห้งอย่างรวดเร็ว จนเมล็ดหดตัว งอและสีจางลงได้ ต้องพลิกกลับเมล็ดกาแฟทุก 2 ถึง 3 ชั่วโมง ในช่วงกลางคืนควรนำเมล็ดกาแฟกองรวมกันและใช้พลาสติกคลุมเพื่อป้องกันฝนและรักษาความสะอาด การตากอาจใช้เวลาประมาณ 2 ถึง 3 สัปดาห์ สำหรับพื้นที่ที่มีอากาศแจ่มใสและได้รับแสงแดดจัดอย่างต่อเนื่อง การตากเมล็ดกาแฟอาจใช้วิธีตากในถาดที่ทำด้วยตาข่ายลวด หรือโต๊ะไม้ที่มีพื้นรองและระบายอากาศได้ดี โดยเป็นโต๊ะที่ยกพื้นสูง 75 ถึง 90 เซนติเมตร โดยให้เมล็ดกาแฟกระจายให้ทั่วและได้รับแสงแดดทั่วถึง กระทั่งมีความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ ก่อนนำไปบรรจุลงในกระสอบป่านที่สะอาด เพื่อนำไปสีกะลาต่อไป (ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง, 2537)

การสีกาแฟกะลาหรือผลกาแฟแห้ง (Hulling the parchment หรือ dry cherry) เป็นการสีเปลือกผลแห้งหรือกะลาออก โดยใช้เครื่องสี หรือใช้วิธีตำ เพื่อให้ได้ลักษณะของเมล็ดกาแฟสารที่ดีเป็นเมล็ดสมบูรณ์ไม่แตกหัก สีเขียวอมฟ้า มีความชื้นประมาณ 11 ถึง 12 เปอร์เซ็นต์ (ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง, 2537)

5. กระบวนการคั่วเมล็ดกาแฟ

ในระหว่างการคั่วเมล็ดกาแฟจะเกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีทำให้ได้กลิ่นและรสชาติของกาแฟที่กลมกลืนกัน โดยในขั้นตอนแรกของการคั่วกาแฟจะเริ่มดูดความร้อนและเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นคล้ายกลิ่นของข้าวโพดคั่ว เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึง 205 องศาเซลเซียส เมล็ดกาแฟจะเริ่มพองตัวเป็นสองเท่าและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน มีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ และค่าสีออกตรอน (Agtron number) อยู่ที่ประมาณ 90 ถึง 95 เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึง 220 องศาเซลเซียส สีของกาแฟจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ค่าสีออกตรอนจะลดลงเหลือ 60 ถึง 65 มีการสูญเสียน้ำหนักไป 13 ปอร์เซ็นต์ โดยในขั้นตอนนี้ จะมีการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมี เรียกว่า กระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) ซึ่งมีส่วนสำคัญทำให้สารประกอบในกลุ่มของคาร์โบไฮเดรตเกิดการแตกตัวและมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา เมื่อสิ้นสุดการคั่วต้องทำให้เมล็ดกาแฟเย็นตัวลง ซึ่งระยะเวลาในการคั่วจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับระดับการคั่ว โดยทั่วไปการคั่วสามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ การคั่วแบบอ่อน (Light) ใช้อุณหภูมิประมาณ 193 ถึง 199 องศาเซลเซียส การคั่วแบบกลาง (Medium) ใช้อุณหภูมิประมาณ 204 องศาเซลเซียส และการคั่วแบบเข้ม (Dark) ใช้อุณหภูมิประมาณ 218 ถึง 221 องศาเซลเซียส ในขั้นตอนนี้จะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีในเมล็ดกาแฟ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีต่าง ๆ เช่น การลดลงของค่าความเป็นกรดด่าง การเกิดกรดอะซิติกจากการสลายตัวของน้ำตาลโดยเฉพาะน้ำตาลกลูโคส ให้สี กลิ่นรส ความรู้สึกขม และความเปรี้ยว นอกจากนี้ ยังเกิดการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนซึ่งมีผลต่อการเกิดสารระเหยให้กลิ่นรสในกาแฟ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความชอบของผู้บริโภค เนื่องจากระดับของการคั่วจะส่งผลต่อกลิ่นและรสชาติของกาแฟที่แตกต่างกันออกไป (Clarke and Macrae, 1985)

Maria และคณะ (1996) ศึกษาองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติของกาแฟคั่ว โดยใช้ High resolution gas chromatography-mass spectrometry (HRGC-MS) ในกระบวนการคั่วกาแฟที่มีการสลายตัวของไตรโกเนลลีน น้ำตาลซูโครส กรดอะมิโน และอะราบิโนกาแล็กเทน ในการวิเคราะห์สารประกอบในกาแฟคั่ว พบว่า ฟูแรนไม่ได้เกิดจากการสลายตัวของน้ำตาลเท่านั้น แต่ยังเกิดจากกระบวนการไพโรไลซิสของอะราบิโนกาแล็กเทน ส่วนไพราซีนเกิดจากปฏิกิริยาไพโรไลซิสของกรดอะมิโนไฮดรอกซิลเป็นหลัก และไพริดีนในกาแฟคั่วไม่ได้เกิดจากการสลายตัวของไตรโกเนลลีนเพียงอย่างเดียวแต่เกิดจากปฏิกิริยาไพโรไลซิสของโปรตีนด้วย

6. สารประกอบและสารระเหยให้กลิ่นในเมล็ดกาแฟ

6.1 สารประกอบในเมล็ดกาแฟ

กระบวนการระหว่างการคั่วและหลังการคั่วเมล็ดกาแฟจะมีปฏิกิริยาที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของสารตั้งต้น (Toledo *et al*, 2016) การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและทำให้ผู้บริโภครับรู้ถึงคุณภาพของกาแฟ องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดกาแฟขึ้นอยู่กับการได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลายประการ เช่น สายพันธุ์ การเจริญเติบโต การแปรรูปหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งก่อนการคั่วจำเป็นต้องมีการคัดเมล็ดกาแฟที่มีข้อบกพร่องออกก่อนนำไปคั่ว เพราะเมล็ดที่มีข้อบกพร่องจะส่งผลต่อกลิ่นและรสชาติของกาแฟที่ไม่พึงประสงค์ (Adriana and Leandro, 2008) ซึ่งองค์ประกอบของสารที่อยู่ในเมล็ดกาแฟดิบและในกาแฟคั่วจะแตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณ โดยสารประกอบที่อยู่ในเมล็ดกาแฟดิบจะเป็นสารตั้งต้นที่จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารประกอบที่พบในกาแฟคั่ว

คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)

คาร์โบไฮเดรต พบปริมาณ 50 ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีมากที่สุดในเมล็ดกาแฟดิบ ซึ่งจะพบในรูปของน้ำตาลรีดิวซ์ ไตรโอส เซลลูโลส น้ำตาลไดแซ็กคาไรด์ และโพลีแซคคาไรด์ พบน้ำตาลซูโครสเป็นอัตราส่วนมากที่สุดในคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด โดยพบในกาแฟอราบิกามากกว่ากาแฟโรบัสตา ซึ่งน้ำตาลมีความสำคัญในการเกิดกลิ่นรสและการเกิดสีระหว่างการคั่ว

สารประกอบไนโตรเจน (Nitrogen compounds)

คาเฟอีน (Caffeine) ปริมาณที่อยู่ในกาแฟจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักสองประการ คือ ชนิดของเมล็ดกาแฟที่เป็นแหล่งผลิต และกรรมวิธีในการเตรียมกาแฟ โดยเมื่อผ่านความร้อนปริมาณคาเฟอีนจะลดลงเล็กน้อย คาเฟอีนมีรสขมเล็กน้อย ไม่มีกลิ่น ซึ่งปริมาณคาเฟอีนโดยเฉลี่ยในกาแฟโรบัสตาพบ 2.2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกาแฟอราบิกาพบ 1.2 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ในเมล็ดกาแฟยังพบอนุพันธ์ของคาเฟอีน คือ ธีโอฟิลลีน (Theophylline) ในปริมาณเล็กน้อยอีกด้วย (Clarke and Macrae, 1985)

อดิเรก (2553) ศึกษาผลของชนิดพันธุ์ สภาพแวดล้อม และช่วงของการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากพันธุ์กาแฟที่ใช้ 4 พันธุ์ ปลูกในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จังหวัดเชียงใหม่ ในพื้นที่ระดับความสูง 1,400 เมตรจากน้ำทะเล พบว่า กาแฟอราบิกาแต่ละพันธุ์ให้ปริมาณสารคาเฟอีนในสารกาแฟแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยพันธุ์ทิปปิก้า (Typica) มีปริมาณสารคาเฟอีนสูงที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์คาติมอร์ CIFC 7963-13-28 พันธุ์คาติมอร์ ไฮบริด 420/9 ML 2/4 และพันธุ์คาติมอร์ ไฮบริด 528/46 ML 2/10 มีปริมาณคาเฟอีนเท่ากับ 4.38, 4.36, 4.36 และ 4.19 มิลลิกรัม

ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ สำหรับช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า ในช่วงปลายฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิตมีปริมาณคาเฟอีนสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.60 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ ช่วงกลาง และช่วงต้นฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิต มีค่าเท่ากับ 4.36 และ 4.01 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

วรรณภา และดรุณี (2560) เปรียบเทียบคุณภาพและองค์ประกอบทางชีวเคมีของกาแฟอราบิกาอินทรีย์ที่ปลูกในระดับความสูงที่แตกต่างกันจาก 3 พื้นที่ในอำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High performance liquid chromatography; HPLC) พบว่า เมล็ดกาแฟก่อนและหลังคั่วที่ปลูกในระดับความสูง 800 ถึง 1,000 เมตร มีปริมาณมากที่สุดคือ 1.73 และ 1.43 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับที่ระดับความสูง 1,000 ถึง 1,200 และ 1,200 ถึง 1,400 เมตร โดยมีปริมาณคาเฟอีนในกาแฟเมล็ดดิบและกาแฟเมล็ดคั่วเท่ากับ 0.83 ถึง 0.90 และ 1.05 ถึง 1.15 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

ไตรโกเนลลีน (Trigonelline) เป็นสารอัลคาลอยด์ที่เมื่อแตกตัวจะให้ทั้งกลิ่นและรสขมอ่อน ๆ มีรสขมน้อยกว่าคาเฟอีน พบในเมล็ดกาแฟดิบ 1.00 ถึง 1.30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในกาแฟโรบัสตามี 0.70 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ส่วนอราบิกามีปริมาณ 1.00 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง การสลายตัวให้สารประกอบที่ให้กลิ่นในกาแฟโดยเกิดเป็นสารประกอบระเหยจำพวกไพริดีน ไพโรล และไนอาซิน ซึ่งปริมาณไตรโกเนลลีนลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ ในระหว่างการคั่ว (Varnam and Sutherland, 1994)

โปรตีนและกรดอะมิโน (Protein and amino acids) พบในเมล็ดกาแฟดิบ 14 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนมีการการสูญเสียน้ำในระหว่างการคั่ว รวมไปถึงมีการเปลี่ยนแปลงทั้งชนิดและโครงสร้างอย่างมากเมื่อได้รับความร้อน ซึ่งโปรตีนเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดสารประกอบระเหยจากปฏิกิริยาไพโรไลซิสหลังการคั่ว

กรดคลอโรเจนิก (Chlorogenic acid) การสลายตัวของกรดคลอโรเจนิกเกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสระหว่างการคั่ว ซึ่งพบปริมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ ในเมล็ดกาแฟดิบ เมล็ดกาแฟให้รสขมและฝาดเมื่อมีหมู่ฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบ และจะให้รสเปรี้ยวเมื่อมีกรดคาเฟอิก กรดควินิก และหมู่กรดคาร์บอกซีลิกเป็นองค์ประกอบ

ไขมัน (Lipid)

กาแฟดิบที่ยังไม่ผ่านกระบวนการคั่วประกอบด้วยคอฟฟี่ออย โดยพบในกาแฟโรบัสตาพบ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ส่วนในกาแฟอราบิกาพบ 15 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง โดยประกอบด้วยไตรเอซิลกลีเซอรอล (Triacylglycerols) และไขมันอื่นๆ (ณฐมน, 2549)

6.2 สารระเหยให้กลิ่นในเมล็ดกาแฟ

กาแฟประกอบด้วยสารประกอบจำนวนมาก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารกลุ่มเฮเทอโรไซคลิก (Heterocyclics) คือ สารในกลุ่มของฟูแรน ไพโรล ไทโอฟีน ไพราซีน และไพริดีน โดยสารที่เกี่ยวข้องกับกลิ่นของกาแฟโดยตรง คือ สารประกอบเฮเทอโรไซคลิกที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยเมล็ดกาแฟที่ไม่ผ่านการคั่วจะมีสารเมทอกซีไพราซีน (Methoxypyrazine) ซึ่งให้กลิ่นเหม็นเขียวในกาแฟ (Maier, 1987)

ไพโรจน์ และคณะ (2559) รายงานว่า เมล็ดกาแฟดิบจะไม่มีกลิ่นกาแฟในตัวเอง การพัฒนาของกลิ่นกาแฟเกิดขึ้นในระหว่างการคั่ว โดยมีปฏิกิริยาไพโรไลซิส และปฏิกิริยาเมลลาร์ด เป็นปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสารให้กลิ่น ซึ่งเมล็ดกาแฟที่ผ่านการคั่วแล้ว พบว่า สารประกอบฟูแรนจะมีอิทธิพลต่อกลิ่นรสของกาแฟมากกว่าองค์ประกอบอื่น โดยสารในกลุ่มนี้เกิดจากปฏิกิริยาไพโรไลซิสของน้ำตาล ซึ่งให้กลิ่นคาราเมล สารกลุ่มไพราซีนพบมากเป็นอันดับสอง ให้กลิ่นคั่ว ธัญพืช ขนมปังกรอบหรือกลิ่นขนมปังปิ้ง สารกลุ่มไพโรล ให้กลิ่นหวาน คาราเมล และเห็ด สารไทโอฟีล ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด ให้กลิ่นเนื้อ นอกจากนั้น ยังพบสารไทอะโซลจากการสลายของน้ำตาลซึ่งมีน้อยเมื่อเทียบกับองค์ประกอบอื่น และยังมีสารประกอบอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นจากการคั่วอีกเป็นจำนวนมาก

7. ปัจจัยที่ส่งผลต่อสารระเหยให้กลิ่นในเมล็ดกาแฟ

กลิ่นและรสชาติของกาแฟ เป็นส่วนสำคัญสำหรับการประเมินคุณภาพกาแฟ และเป็นหนึ่งในแรงจูงใจสำคัญสำหรับความพึงพอใจของผู้บริโภค กลิ่นและรสชาติของกาแฟขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย Caporaso และคณะ (2018) รายงานว่า ความเข้มข้นของสารระเหยในกาแฟคั่วสามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างมากโดยขึ้นอยู่กับความร้อนที่ใช้ในระหว่างกระบวนการคั่ว และยังขึ้นอยู่กับสารประกอบในเมล็ดกาแฟ ความแตกต่างทางพันธุกรรมในพืช การแปรผันตามฤดูกาล ที่มาทางภูมิศาสตร์ การแปรรูปก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวของเมล็ด ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม การมีเมล็ดที่มีข้อบกพร่อง รวมถึงความสามารถในการสกัดของสารประกอบแต่ละชนิดด้วยวิธีชงแบบต่าง ๆ นอกจากนี้ พบการทดสอบรสชาติในสตรอว์เบอร์รี่ โดย Penelope แลคณะ (2017) รายงานว่า รสชาติของสตรอว์เบอร์รี่นั้นได้รับอิทธิพลมาจากสายพันธุ์ ระยะการเจริญเติบโต และสภาพแวดล้อม มีการวิเคราะห์เชิงพรรณนาเชิงปริมาณ (Quantitative descriptive analysis; QDA) โดยผู้ผ่านการฝึกอบรมเพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะของกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส เพื่ออธิบายถึงคุณสมบัติของสตรอว์เบอร์รี่ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องมาจากประเภทดอก สายพันธุ์ และการสุกของผล

Caporaso และคณะ (2018) ศึกษาผลของพันธุ์ต่อการเปลี่ยนแปลงสารระเหยให้กลิ่นในเมล็ดกาแฟ 2 พันธุ์ ประกอบด้วย โรบัสตา และอราบิกา จากการปลูกในประเทศบราซิล โคลอมเบีย คอสตาริก้า เอธิโอเปีย กัวเตมาลา ฮอนดูรัส อินเดีย เคนยา เม็กซิโก นิการากัว รวันดา ยูกันดา และเวียดนาม โดยวิเคราะห์สารระเหยให้กลิ่นด้วยวิธี Solid phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry (SPME-GC-MS) และเปรียบเทียบมวลสเปกตรัมกับฐานข้อมูล (NIST) ทั้งหมดจำนวน 250 ตัวอย่าง ซึ่งจากการทดลอง พบว่า มีการกระจายตัวของสารระเหยให้กลิ่นในเมล็ดกาแฟคั่วโรบัสตาและอราบิกา โดยสาร 2-Furanmethanol กรดอะซิติก และ 2-Methyl pyrazine เป็นสารประกอบที่มีมากที่สุด และในกาแฟอราบิกามีเปอร์เซ็นต์ของสาร 2-Furanmethanol สารประกอบฟอร์ฟูรัล และกรดอะซิติกสูงกว่าเมล็ดกาแฟโรบัสตา สารกลุ่มไพริดีนแสดงให้เห็นถึงช่วงของความเข้มข้นที่กว้างที่สุด และมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันระหว่างสองพันธุ์ และพบว่าโรบัสตามีเปอร์เซ็นต์สารกลุ่มไพราซีนที่สูงกว่า

พงษ์ศักดิ์ และบัณฑูรย์ (2542) รายงานว่า กาแฟอราบิกามีกลิ่นและรสชาติแตกต่างจากกาแฟโรบัสตา ซึ่งกาแฟอราบิกามีรสชาติคล้ายไวน์ มีรสเปรี้ยวคล้ายรสเปรี้ยวของกรดน้ำส้มหรือน้ำส้มสายชู มีรสชาติคล้ายน้ำนม มีกลิ่นคล้ายถั่วคั่ว ดอกไม้ ผลไม้จำพวกส้ม แบล็คเคอเรนท์ ส่วนกาแฟโรบัสตามีกลิ่นคล้ายกับอาหารไหม้ เถ้าถ่าน หรือเหม็นอับมากกว่ากาแฟอราบิกา

Caporaso และคณะ (2018) ศึกษาผลของพื้นที่ปลูกต่อการเปลี่ยนแปลงสารระเหยให้กลิ่นในเมล็ดกาแฟโดยแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 4 พื้นที่หลัก ประกอบด้วย ทวีปแอฟริกา เอเชีย อเมริกากลาง และอเมริกาใต้ พบว่า สามารถจำแนกสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ทั้งสี่แห่งจากชนิดของสารระเหยให้กลิ่นในเมล็ดกาแฟ จากการวิเคราะห์ความถูกต้องของการจำแนก คือ 91.30, 97.10, 98.60 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

นอกจากนี้ Tsegay และคณะ (2019) ได้จำแนกและหาปริมาณสารระเหยของเมล็ดกาแฟที่ปลูกที่ระดับความสูงต่าง ๆ ในประเทศเอธิโอเปีย โดยเก็บตัวอย่างเมล็ดกาแฟจำนวน 31 ตัวอย่าง และวิเคราะห์สารระเหยให้กลิ่นด้วยวิธี GC-MS ระบุชนิดและปริมาณโดยการเปรียบเทียบมวลสเปกตรัมที่สอดคล้องกันใน GC-MS กับข้อมูลสเปกตรัม NIST-14 ที่พบในฐานข้อมูล จากการศึกษาพบว่า สารระเหยที่แตกต่างกัน 81 ชนิด ซึ่งสารระเหยได้ที่สำคัญ ได้แก่ Trans-linalool oxide, Linalool, 2-methoxy-4-vinylphenol, cis-linaloloxide, 2-heptanol, α-terpineol และ benzene acetaldehyde สารประกอบที่ระเหยได้ทั้งหมดประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์นั้น ประกอบด้วย แอลกอฮอล์ อัลดีไฮด์ เอสเทอร์ และสารประกอบเฮเทอโรไซคลิก ซึ่งจากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์เพียร์สัน แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ต่างกันทั้งในทิศทางบวกและลบ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแอลกอฮอล์ ฟูแรน และไฮโดรคาร์บอนมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) ซึ่งบ่งชี้ว่า เปอร์เซ็นต์ของสารเหล่านี้เพิ่มขึ้นตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่อัลดีไฮด์ เอมีน เอสเทอร์

และอีเธอร์มีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) ซึ่งบ่งชี้ว่าเปอร์เซ็นต์ของสารเหล่านี้จะลดลงเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น

Ribeiro และคณะ (2012) ศึกษากลิ่นและรสชาติของกาแฟโดยใช้วิธีการ Cupping พบว่าการประเมินแต่ละคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบของสารระเหยภายในเมล็ด ซึ่งบ่งบอกได้ว่า การให้คะแนนของผู้ประเมินที่ผ่านการอบรมสามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของกาแฟได้อย่างความถูกต้อง

Alejandro และ Feria (2002) รายงานว่า กลิ่นและรสชาติไม่สามารถรับรู้และให้คะแนนได้โดยง่าย จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านการฝึกอบรมที่เฉพาะเจาะจง และมีความสามารถในการทดสอบคุณภาพของกาแฟโดยเฉพาะ ซึ่งมุ่งเน้นไปที่การอำนวยความสะดวกในการซื้อขายสินค้า การจัดเกรดคุณภาพของกาแฟในระดับต่าง ๆ และเพื่อแสดงกลิ่นที่โดดเด่นเพื่อสร้างจุดขายให้ผลิตภัณฑ์

8. การประเมินคุณภาพกลิ่นรสของกาแฟด้วยประสาทสัมผัส

คุณภาพของกาแฟขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางประสาทสัมผัส วิธีที่ใช้บ่อยที่สุดในการประเมินคุณภาพกาแฟถ้วย คือ การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส (Worku *et al*., 2016) เพื่อการประเมินกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของเครื่องดื่มกาแฟแทนการทดสอบโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ (Nebesny and Budryn, 2006 ; Alvarado and Linneman, 2010) โดยวิธีการที่ใช้กันมากที่สุดตั้งอดีตถึงปัจจุบัน เรียกว่า Cupping ซึ่งเป็นระบบการให้คะแนนที่พัฒนาขึ้นโดย Specialty Coffee Association of America (SCAA) ภายในเมล็ดกาแฟประกอบด้วยสารระเหยหลายชนิดทำให้การระบุสารประกอบเฉพาะที่ส่งผลต่อลักษณะของกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสนั้นเป็นไปได้ยาก (Sanz *et al*., 2002 ; Chambers and Koppel, 2013) จึงจำเป็นต้องใช้ผู้ทดสอบกาแฟที่มีความเชี่ยวชาญในการประเมิน มักเรียกว่า cuppers ซึ่งเป็นคำที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก (Feria-Morales, 2002) โดยนักชิมกาแฟ จำเป็นต้องผ่านการทดสอบการรับรู้ (Detection test) การฝึกฝนให้สามารถแยกแยะความแตกต่างแม้เพียงเล็กน้อย สามารถบ่งบอกและอธิบายความแตกต่างในคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีอยู่ และความเข้มข้นของสมบัติทางประสาทสัมผัสที่ต้องการตรวจสอบ รวมไปถึงการพัฒนาศัพทานุกรม (Terminology development) เพื่อเป็นกรอบอ้างอิงที่เป็นตัวแทนคุณลักษณะที่มีความแตกต่างที่พบให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ (ก่องกาญจน์, 2561) ของเครื่องดื่มกาแฟ โดยฝึกฝนจากการใช้คำศัพท์จากวงล้อกลิ่นและรสชาติกาแฟ (Coffee Taster's Flavor Wheel) (ภาพภาคผนวกที่ 1) วงล้อนี้แสดงคุณลักษณะของกาแฟจำนวนมาก (มากกว่า 50 คุณลักษณะ) ที่สามารถใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ (Di *et al*., 2014) และจะประเมินคุณภาพกาแฟโดยการให้คะแนน หรือใช้ศัพท์ทางประสาทสัมผัส (Worku *et al*., 2016)

Lingle และ Menon (2017) รายงานว่า ระเบียบปฏิบัติในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ SCA และ UCDA มีเกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 10 คะแนน ของในแต่ละคุณลักษณะ ซึ่งมีระดับคุณภาพตั้งแต่ 5 ถึง 9.75 คะแนน ช่วงตั้งแต่ 5.00 ถึง 5.75 คือ ปานกลาง 6.00 ถึง 6.75 คือ ดี จาก 7.00 ถึง 7.75 คือ ดีมาก จาก 8.00 ถึง 8.75 คือ ดีเยี่ยม และตั้งแต่ 9.00 ถึง 9.75 (หรือ 10.00) ถือว่ามีความโดดเด่นในทางทฤษฎี ซึ่งคะแนนสามารถมีตั้งแต่ขั้นต่ำ (0 คะแนน) ถึงสูงสุด (10 คะแนน) แต่คะแนนที่ต่ำกว่า 5 คะแนน หรือคะแนนเต็ม (10 คะแนน) พบได้ยาก ซึ่งสามารถให้คะแนนต่ำกว่า 5 คะแนน หรือ 10 คะแนนเมื่อเห็นว่าเหมาะสม (Worku *et al*., 2016) และในกาแฟโรบัสตาสามารถประเมินคะแนนรวมได้ในระดับ 100 คะแนน โดยใช้มาตรฐานเดียวกันกับกาแฟอราบิกาที่ 80 คะแนนขึ้นไป เพื่อแยกกาแฟโรบัสตาชั้นดีออกจากเกรดเชิงพาณิชย์ ศัพท์เฉพาะของกาแฟถูกสร้างขึ้นเพื่อแยกความแตกต่างของกาแฟโรบัสตาชั้นดีออกจากกาแฟอราบิกาชนิดพิเศษ

คุณลักษณะที่สำคัญ 10 ประการ สำหรับกาแฟโรบัสตา (Uganda Coffee Development Authority, 2010)

1) กลิ่น (Fragrance/aroma) ได้แก่ กลิ่นหอมแห้ง (กลิ่นของกาแฟบดเมื่อยังแห้ง) และกลิ่นหอมเปียก (กลิ่นของกาแฟเมื่อผสมกับน้ำร้อน) สามารถประเมินสิ่งนี้ได้จาก 3 ขั้นตอนที่แตกต่างกันในกระบวนการทดสอบ

1) ดมกลิ่นหลังจากเทกาแฟบดลงในถ้วยก่อนเทน้ำ

2) ดมกลิ่นที่ปล่อยออกมาในขณะหยุดปฏิกิริยา

3) ดมกลิ่นหลังจากกาแฟผสมกับน้ำร้อน (Steeps)

2) กลิ่นรส (Flavor) แสดงถึงลักษณะเด่นของกาแฟ เป็นความพึงพอใจจากกลิ่นหอมและรสชาติของกาแฟตั้งแต่เริ่มแรกจนถึงรสที่ค้างอยู่ในคอที่ผสมผสานกันของความรู้สึกรับรส (Taste bud) และกลิ่นที่หวนกลับที่ส่งผ่านจากปากสู่จมูก

3) รสที่ค้างอยู่ในคอ (Aftertaste) คือ ความยาวนานของคุณสมบัติด้านกลิ่นรสที่เป็นบวก (รสชาติและกลิ่น) ที่เล็ดลอดออกมาจากด้านหลังของเพดานปาก และคงอยู่หลังจากกาแฟถูกขับออกมา หรือกลืนเข้าไป ในกาแฟโรบัสตาระดับโพแทสเซียมที่พบในระดับที่สูงส่งผลให้มีรสกร่อย (ความเค็มสูงและกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์) และหากระดับต่ำ ส่งผลให้เกิดรสชาติที่ดีค้างอยู่ในคอ (ความเค็มต่ำและกลิ่นหอม)

4) ความสมดุลของรสขม/หวาน (Bitter/sweet) ส่วนประกอบที่มีรสขมมีสาเหตุหลักมาจากระดับกรดคลอโรจีนิกและโพแทสเซียม ในขณะที่ความหวานได้มาจากกรดผลไม้และน้ำตาลที่มีอยู่ในกาแฟ กาแฟโรบัสตาชั้นดีมีรสขมต่ำและมีความหวานสูง ในขณะที่กาแฟโรบัสตาเชิงพาณิชย์มีรสขมสูงและความหวานต่ำ

5) ความรู้สึกค้างในปาก (Mouthfeel) ขึ้นอยู่กับความรู้สึกสัมผัสของของเหลวภายในปาก โดยเฉพาะ การรับรู้ระหว่างลิ้นกับเพดานปาก

6) ความสมดุล (Balance) หากแต่ละคุณลักษณะมีการเพิ่มในทิศทางเดียวกัน คะแนนความสมดุลจะสูง หากตัวอย่างขาดคุณสมบัติตั้งแต่หนึ่งอย่างขึ้นไป หรือมีคุณสมบัติบางอย่างมากกว่าคะแนนความสมดุลจะลดลง

7) ความสมดุลของรสเค็มและรสเปรี้ยว (Salt/acid) หรือความนุ่มนวล (Softness) หมายถึง รสชาติที่น่าพึงพอใจที่ได้จากความเป็นกรด (กรดผลไม้) และความหวานที่แยกแยะได้

8) ความสม่ำเสมอของแต่ละถ้วย (Uniform cups) หมายถึง ความสม่ำเสมอของรสชาติของกาแฟทดสอบแต่ละถ้วยที่ชิม หากมีรสเปรี้ยว หมัก ฟีนอลิก หรือมีเมล็ดที่มีความผิดปกติอยู่ในถ้วยใดถ้วยหนึ่ง หรือหลายถ้วยส่งผลให้มีกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสที่ต่างออกไป ความไม่สอดคล้องกันในรสชาติของกาแฟนี้เป็นคุณลักษณะเชิงลบ

9) ความสะอาดของแต่ละถ้วย (Clean cups) หมายถึง กาแฟทดสอบไม่มีการแสดงผลเชิงลบจากการกลืนกินครั้งแรกจนถึงรสที่ค้างอยู่ในกาแฟทดสอบ

10) ความชอบโดยรวม (Overall) มีขึ้นเพื่อสะท้อนถึงการจัดอันดับแบบองค์รวมของกลุ่มตัวอย่างตามที่ผู้ทดสอบแต่ละคนรับรู้ ซึ่งกาแฟที่ตรงตามความคาดหวังเกี่ยวกับคุณลักษณะและคุณภาพของรสชาติจะได้รับคะแนนสูง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพและคุณภาพของเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ของประเทศไทย

2. เพื่อเปรียบเทียบกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ของประเทศไทย

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

วัสดุและอุปกรณ์

1. วัสดุพืช

การทดลองที่ 1: การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ และความผิดปกติของเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

ศึกษาเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง แบบเปียก และแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียกที่ปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ของประเทศไทยจากสถานที่ต่าง ๆ จำนวน 9 แหล่ง 11 ตัวอย่าง (ตารางที่ 1 และ 2) ประกอบด้วยภาคใต้ฝั่งตะวัน คือ จังหวัดชุมพร (CP) สุราษฎร์ธานี (SR) และสงขลา (SK) ภาคใต้ฝั่งตะวัน คือจังหวัดระนอง (RN) และกระบี่ (KB) โดยมีการจัดการที่แตกต่างกัน (ภาพภาคผนวกที่ 2) ดังนี้

1. พื้นที่อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-PT) พิกัด 9°50'14.6"N98°47'32.2"E อายุ 10 ปี ปลูกร่วมทุเรียน (Durian; *Durio zibethinus* Murray) มีการจัดการน้ำ ให้ปุ๋ยเคมี (15-15-15) อัตรา 200 กรัมต่อต้นต่อปี

2. พื้นที่อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก แบบเปียก และแบบแห้ง (CP-TS-1, CP-TS -2 และ CP-TS -3 ตามลำดับ) พิกัด 10°48'19.1"N 98°56'05.4"E เป็นแปลงปลูกกาแฟเชิงเดี่ยว อายุ 25 ปี ไม่มีการจัดการน้ำ ให้ปุ๋ยเคมี (15-15-15) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อปี และปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

3. พื้นที่อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SR-PN) พิกัด 8°44'52.1"N 98°55'41.1"E อายุ 5 ปี ปลูกร่วมทุเรียน มีการจัดการน้ำ และให้ปุ๋ยเคมี (15-15-15 และ 8-24-24) อัตรา 200 กรัมต่อต้นต่อปี และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

4. พื้นที่อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SK-JN) อายุ 3 ปี ที่ปลูกร่วมยางพารา (Rubber; *Hevea brasiliensis* (Willd.ex Juss) Muell.Arg.) อายุ 3 ปี ไม่มีการจัดการน้ำและไม่มีการให้ปุ๋ย

5. พื้นที่อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SK-SD) พิกัด 6°43'07"N 100°16'34"E อายุ 3 ปี ที่ปลูกร่วมยางพารา อายุ 3 ปี มีการจัดการน้ำ และให้ปุ๋ยเคมี (15-15-15) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อปี และปุ๋ยคอกอัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

6. พื้นที่อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (RN-KR-1) พิกัด 10°16'05.3"N98°52'28.1"E เป็นแปลงปลูกกาแฟแบบอินทรีย์ โดยปลูกร่วมไม้ผล ประกอบด้วย ทุเรียน กล้วยน้ำว้า (Cultivated banana; *Musa sapientum* L.) และหมาก (Betel nut; *Areca catechu* L.) ไม่มีการจัดการน้ำ ให้ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

7. พื้นที่อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (RN-KR-2) พิกัด 10°39'30.9"N 98°51'40.3"E อายุ 36 ปี ปลูกร่วมไม้ผล ประกอบด้วย ทุเรียน เงาะ (Mangosteen; *Garcinia mangostana* L.) และกล้วยน้ำว้า ไม่มีการจัดการน้ำ ให้ปุ๋ยเคมี (15-15-15) อัตรา 200 กรัมต่อต้นต่อปี

8. พื้นที่อำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่ ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (KB-PY) 8°36'08.0"N 98°49'45.3"E แปลงปลูกกาแฟร่วมทุเรียน และลองกอง (Longkong; *Lansium domesticum* Corr.) อายุ 33 ปี มีการจัดการน้ำ ให้ปุ๋ยเคมี (15-15-15) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อปี

9. พื้นที่อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (KB-KT) 7°55'42.8"N 99°14'10.8"E เป็นแปลงปลูกกาแฟร่วมทุเรียน และลองกอง อายุ 25 ปี ไม่มีการจัดการน้ำ ให้ปุ๋ย (15-15-15 และ 8-24-24) อัตรา 200 กรัมต่อต้นต่อปี

ตารางที่ 1 สถานที่ปลูกตัวอย่างเมล็ดกาแฟโรบัสตา กระบวนการแปรรูป รหัส พิกัด สภาพแปลงปลูก การส่องผ่านของแสงบริเวณทรงพุ่ม และความสูงระดับน้ำทะเล

Geographic area of origin (Sub-district, District and Province)	Process	Code	GPS coordinates	Orchard systems	Light transmission (%)	MSL (m)
East coast						
Pha To, Chumphon	Honey	CP-PT	9°50'14.6"N98°47'32.2"E	Mixed orchard	n/a	70
Tha Sae, Chumphon	Honey	CP-TS-1	10°48'19.1"N98°56'05.4"E	Monoculture	84.74	483
Tha Sae, Chumphon	Wet	CP-TS-2	10°48'19.1"N98°56'05.4"E	Monoculture	84.74	483
Tha Sae, Chumphon	Dry	CP-TS-3	10°48'19.1"N98°56'05.4"E	Monoculture	84.74	483
Phanon, Surat Thani	Dry	SR-PN	8°44'52.1"N 98°55'41.1"E	Monoculture	91.44	143
Cha Na, Songkhla	Dry	SK-JN	n/a	Mixed orchard	n/a	n/a
Sa Dao, Songkhla	Dry	SK-SD	6°43'07"N 100°16'34"E	Mixed orchard	n/a	92
West coast						
Kra Buri, Ranong	Wet	RN-KR-1	10°16'05.3"N98°52'28.1"E	Mixed orchard	81.21	46
Kra Buri, Ranong	Dry	RN-KR-2	10°16'05.3"N98°52'25.3"E	Mixed orchard	10.27	62
Plai Phraya, Krabi	Dry	KB-PY	8°36'08.0"N 98°49'45.3"E	Mixed orchard	n/a	135
Khlong Thom, Krabi	Dry	KB-KT	7°55'42.8"N 99°14'10.8"E	Mixed orchard	3.10	46

หมายเหตุ: Mean sea level (MSL), n/a = ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิของสวนกาแฟโรบัสตาในภาคใต้ของประเทศไทยจากสถานีอุตุนิยมวิทยา ประจำปี พ.ศ.2562

Locations	Total rainfall (mm)	Rainy day (days)	RH (%)	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmean (°C)
East coast						
CP-PT	1,764.50	156	80.90	18.80	38.30	27.60
CP-TS-1	1,764.50	156	80.90	18.80	38.30	27.60
CP-TS-2	1,764.50	156	80.90	18.80	38.30	27.60
CP-TS-3	1,764.50	156	80.90	18.80	38.30	27.60
SR-PN	1,233.10	143	82.90	20.10	39.50	27.40
SK-JN	1,370.80	146	76.80	21.60	36.90	28.50
SK-SD	1,370.80	146	76.80	21.60	36.90	28.50
West coast						
RN-KR-1	3,828.70	183	78.50	20.30	37.20	27.70
RN-KR-2	3,828.70	183	78.50	20.30	37.20	27.70
KB-PY	1,474.10	145	80.10	20.00	38.80	27.40
KB-KT	1,474.10	145	80.10	20.00	38.80	27.40

หมายเหตุ: Relative humidity (RH), Minimum temperature (Tmin), Maximum temperature (Tmax), Mean temperature (Tmean)

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1 เครื่องมือทางสรีรวิทยาพืช

- เครื่องวัดสี Chroma meter) (CR-400 Chroma meter, Minolta, Japan)

2.2 อุปกรณ์การวัดการเจริญเติบโต

- เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

2.3 เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ

- เครื่องอบตัวอย่างควบคุมอุณหภูมิ (UF 750, Memmert, Germany)
- เครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง (ES-1200HA, Zepper, China)
- เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง (PA214 (Pioneer), Ohaus, USA
- อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) (Alpha A12, Lauda, Germany)
- เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter) (Starter3100, OHAUS Corporation, USA)
- เครื่อง Gas Chromatograph (GC) (6890A & 6890N, Hewlett Packard ,USA)
- Pocket Refractometer (PAL-Coffee (BX-TDS), Japan)
- เครื่องวัดความเค็ม (Salinity refractometer) (Milwaukee refractometer MR100ATC salinity, Japan)
- เครื่องวัดความหวาน (Brix refractometer) (Atago N1, Japan)
- เครื่องวัดอุณหภูมิอินฟาเรด (UT301A, UNI-T, Taiwan)

2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ทดสอบรสชาติและกลิ่น

- เครื่องบดกาแฟ (Minimax, CG2, China)
- ชุดทดสอบกลิ่นกาแฟ 100 กลิ่น (Coffee flower map T100, Korea)
- ชุดทดสอบกลิ่นกาแฟ 36 กลิ่น Cafe (Le Nez du Café Aroma kit, French)

- ชุดทดสอบกรด (Organic acids taste kit, Korea)
- ถ้วยกระเบื้องสำหรับทดสอบคุณภาพกลิ่นรสกาแฟ ขนาด 200 มิลลิลิตร
- ช้อนทดสอบคุณภาพกลิ่นรสกาแฟ
- ดริปเปอร์ (Drip V-60)
- กระดาษกรอง (Filter paper) เบอร์ 4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 110 มิลลิเมตร
- กาน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ

2.5 สารเคมี

- ฟีนอล์ฟทาลีน (Fluka)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Ajax finechem)
- กรดซิตริก (Vidhyasom CO.,LTH.)

2..6 อุปกรณ์อื่นๆ

- ตะแกรงร่อน (sieve No.18, 17, 16, 15, 14 และ 12)
- โหลแก้วเก็บตัวอย่างเมล็ดกาแฟ
- กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 250 มิลลิลิตร
- ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 125 มิลลิลิตร
- ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 25, 100, 250 และ 500 มิลลิลิตร
- ขวดดูแรน (Laboratory bottle) ขนาด 500 และ 1,000 มิลลิลิตร
- บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 100, 250 และ 500 มิลลิลิตร
- ขวดน้ำกลั่น (Wash bottle)
- ไมโครปิเปตทิป (Micropipette tip) ขนาด 1 และ 5 มิลลิลิตร
- แผ่นฟอยล์อลูมิเนียม (Aluminium foil)
- เครื่องจับเวลา
- ถุงกระดาษอบตัวอย่าง
- กล้องถ่ายภาพ DSLR (Nikon D5600, Nikon, USA)

วิธีดำเนินการ

การทดลองที่ 1: การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ และความผิดปกติของเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ (Physical properties) และความผิดปกติของเมล็ดกาแฟโรบัสตา 11 พื้นที่ 5 จังหวัด ประกอบด้วย จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี สงขลา ระนอง และกระบี่ ซึ่งผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง แบบเปียก และแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียกที่ปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ของประเทศไทย

การบันทึกข้อมูล

1. ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟโรบัสตา

ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟ โดยทดลองสุ่มกลุ่มตัวอย่างเมล็ดกาแฟ 100 เมล็ดต่อพื้นที่ หาค่าความชื้นของเมล็ดกาแฟ โดยนำเมล็ดกาแฟอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักก่อนและหลังอบ และคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียก (Wet weight basis) (Brasil, 2009) (สมการที่ 1)

สัญลักษณ์เฉพาะ

M_c = ความชื้นมาตรฐานเปียก (%)	ϕ = ความเป็นทรงกลม (%)
M_a = น้ำหนักเมล็ดกาแฟก่อนอบ (g)	V_s = ปริมาตรเมล็ด (cm^3)
M_b = น้ำหนักเมล็ดกาแฟหลังอบ (g)	S = พื้นที่ผิว (cm^2)
a = ด้านที่ยาวตั้งฉากกับ b (cm)	ρ_b = ความหนาแน่นรวม (g/cm^3)
b = ด้านที่ยาวที่สุดของเมล็ด (cm)	M_s = มวลรวมของเมล็ด (g)
c = ด้านที่ตั้งฉากกับ a และ b (cm)	V_b = ปริมาตรของภาชนะบรรจุ (ml)
D_g = เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (cm)	

$$M_c = \frac{(M_a - M_b)}{M_a} \times 100 \qquad (1)$$

จากนั้นวัดขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ เพื่อคำนวณค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometric mean diameter) ความเป็นทรงกลม (Sphericity) ปริมาตรเมล็ด (Volume) พื้นที่ผิว (Surface area) และความหนาแน่นรวม (Bulk density) โดยนำค่าความกว้าง ความยาว และความสูงไปคำนวณค่าต่าง ๆ (พีระพงศ์ และเชาว์, 2555) ดังนี้

หาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Mohsenin, 1986) มีหน่วยเป็น เซนติเมตร โดยหาได้จากค่าความกว้าง ความยาว ความหนาเมล็ด ดังสมการที่ 2

$$D_g = (a \times b \times c)^{1/3} \qquad (2)$$

หาค่าความเป็นทรงกลม มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ จากค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตหารด้วยค่าความยาว ดังสมการที่ 3

$$\phi = D_g / b \qquad (3)$$

หาปริมาตรเมล็ด มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร โดยหาได้จากการนำค่าความกว้าง ความยาว ความสูงคำนวณดังสมการที่ 4

$$V_s = \frac{(\pi \times a \times c)\, b^2}{6\,[\,2b - (ax\,c)^{1/2}\,]} \qquad (4)$$

หาพื้นที่ผิว มีหน่วยเป็นตารางเมตร โดยหาได้จากการนำค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต ยกกำลัง 2 คูณด้วย π ดังสมการที่ 5

$$S = \pi\,(D_g)^2 \qquad (5)$$

ความหนาแน่นรวม มีหน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยหาปริมาตรของภาชนะจากนั้นบรรจุเมล็ดกาแฟลงในภาชนะดังกล่าวจนเต็ม ชั่งหาค่ามวลเมล็ดกาแฟ นำค่าที่ได้คำนวณในสมการที่ 6

$$\rho_b = M_s / V_b \qquad (6)$$

2. การวิเคราะห์ค่าสีของเมล็ดกาแฟโรบัสตา

วิเคราะห์ค่าสีของเมล็ดกาแฟโรบัสตา โดยทดลองสุ่มกลุ่มตัวอย่างเมล็ดกาแฟ 100 เมล็ดต่อพื้นที่ และเปรียบเทียบค่าสีของเมล็ดกาแฟเพื่อหาค่า L*, a* และ b* ด้วยเครื่องวัดสี Chroma meter โดยค่า L* แสดงถึงความสว่างของสี ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 เมื่อค่า L* มาก แสดงว่ามีความสว่างของสีมาก ค่า L* น้อย มีความสว่างของสีน้อย และเมื่อค่า L* เท่ากับ 0 แสดงว่ามีสีทึบหรือไม่มีความสว่าง

ค่า a* แสดงถึงสีเขียวและสีแดง ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 60 จนถึง -60 โดยที่ถ้าค่า a* มีค่าติดลบ (-) แสดงว่าวัตถุนั้นมีสีเขียว ถ้าค่า a* ยิ่งติดลบมากแสดงว่ายิ่งมีสีเขียวมาก ส่วนค่า a* ที่มีค่าเป็นบวก (+) แสดงว่าวัตถุนั้นมีสีแดง ถ้าค่า a* ยิ่งมากแสดงว่ามีสีแดงมากกว่า

ค่า b* แสดงถึงสีน้ำเงินและสีเหลือง ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 60 จนถึง -60 โดยที่ถ้าค่า b* มีค่าติดลบ (-) แสดงว่าวัตถุนั้นมีสีน้ำเงิน ถ้าค่า b* ยิ่งติดลบมากแสดงว่ายิ่งมีสีน้ำเงินมาก ส่วนค่า b* ที่มีค่าเป็นบวก (+) แสดงว่าวัตถุนั้นมีสีเหลือง ถ้าค่า b* ยิ่งมากแสดงว่ามีสีเหลืองมาก (ภัคนัย, 2550; León *et al*., 2006; Rahman *et al*., 2019)

3. จำแนกความผิดปกติของเมล็ดกาแฟ (Defects)

มาตรฐานของสมาคมกาแฟพิเศษ (Specialty Coffee Association; SCA) กำหนดวิธีการคัดแยกคุณภาพเมล็ดกาแฟจากตัวอย่างจำนวน 350 กรัม มีความชื้น 10 ถึง 12 เปอร์เซ็นต์ กลิ่นสะอาดสดชื่น ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม เมล็ดมีสีเขียวแกมฟ้า สีเขียวฟ้าอ่อน สีเขียว สีเขียวอ่อน สีเขียวแกมเหลือง หรือสีน้ำตาลอ่อน และเมล็ดกาแฟไม่มีข้อบกพร่องหลัก (Primary defect) หรือข้อบกพร่องรอง (Secondary defect) ไม่เกิน 5 defects (Specialty Coffee Association, 2018)

ทดลองโดยคัดแยกเมล็ดกาแฟโรบัสตาเป็น 3 ประเภท คือ เมล็ดปกติ (Normality) เมล็ดพีเบอร์รี่ (Peaberry) และเมล็ดที่มีความผิดปกติ (Defect) จำนวน 25 ซ้ำ ๆ ละ 350 กรัม ชั่งน้ำหนักโดยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง บันทึกเปอร์เซ็นต์น้ำหนัก จากนั้น นำเมล็ดที่มีความผิดปกติจำแนกตามลักษณะอาการ (ตารางที่ 3) เพื่อศึกษาระดับความผิดปกติของเมล็ดกาแฟแต่ละสถานที่ แบ่งพื้นที่ละ 10 ซ้ำ ชั่งน้ำหนักแต่ละความผิดปกติเพื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์ และจัดเกรดเมล็ดกาแฟ ให้คะแนนจากคุณภาพของเมล็ดจากมาตรฐานของสมาคมกาแฟพิเศษ โดยใช้ฟอร์ม Green coffee grading วิเคราะห์และอภิปรายผล

ความผิดปกติหรือข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟตามมาตรฐานสมาคมกาแฟพิเศษ และสำนักงานพัฒนากาแฟยูกันดา (Uganda Coffee Development Authority; UCDA) แบ่งจากความรุนแรงที่ส่งผลต่อคุณภาพของกาแฟเป็นข้อบกพร่องหลัก 6 ประเภท และ ข้อบกพร่องรอง 10 ประเภท และในกาแฟโรบัสตาให้พิจารณาเพิ่ม 1 Defect คือ Chalky bean ในข้อบกพร่องรอง ดังนี้

3.1 ข้อบกพร่องหลัก (Primary defects)

1) Full black คือ เมล็ดที่มีสีดำตั้งแต่ 50 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดขึ้นไป เกิดจากการหมักที่นานเกินไปในขั้นตอนการแปรรูป หรือมีการติดเชื้อจุลินทรีย์ร่วมด้วย

2) Full sour คือ เมล็ดที่มีสีแดงส้มตั้งแต่ 50 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดขึ้นไป เกิดจากผลเชอรี่ที่สุกเกินไป เมล็ดแห้งตายคาต้น เมล็ดเชอรี่สุกที่ร่วงตามพื้น หรือน้ำที่ใช้ในขั้นตอนการแปรรูปไม่สะอาด มีการปนเปื้อน

3) Dried cherry/pod คือ เมล็ดเชอรี่แห้ง และยังมีเมล็ดกาแฟอยู่ภายใน เกิดจากคุณภาพของเครื่องสีเปลือกหรือเครื่องสีเปลือกแห้ง

4) Fungus damage คือ เมล็ดมีราที่ผิวด้านนอก เกิดจากชื้อราระหว่างการตากแห้งหรือการเก็บรักษา

5) Foreign matter คือ สิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ เช่น กิ่งไม้ พลาสติก โลหะ ฯลฯ

6) Severe insect damage คือ เมล็ดเป็นรูจากการถูกแมลงเจาะ 3 รูขึ้นไป หรือถูกทำลายจนเมล็ดเสียรูปทรง

3.2 ข้อบกพร่องรอง (Secondary defects)

1) Partial black คือ เมล็ดที่มีสีดำไม่ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ด เกิดจากการหมักที่นานเกินไปในขั้นตอนการแปรรูป หรือมีการติดเชื้อจุลินทรีย์ร่วมด้วย

2) Partial sour คือ เมล็ดสีแดงส้มน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ด เกิดจากผลเชอรี่ที่สุกเกินไป เมล็ดแห้งตายคาต้นเมล็ดเชอรี่สุกที่ร่วงตามพื้น หรือน้ำที่ใช้ในขั้นตอนการแปรรูปไม่สะอาด มีการปนเปื้อน

3) Parchment/pergamino คือ เมล็ดกะลาที่มีเมล็ดกาแฟอยู่ภายใน เครื่องสีด้อยคุณภาพ

4) Floater คือ เมล็ดเบา มีความชื้นและความหนาแน่นน้อย สาเหตุจากตากแห้งนานเกินไป

5) Immature/unripe คือ เมล็ดสีน้ำตาลอ่อน เมล็ดเชอรี่ดิบ หรือสุกไม่เต็มที่

6) Withered คือ เมล็ดเหี่ยวแห้ง เกิดจากช่วงที่ผลเชอรี่กำลังจะสุกขาดน้ำ

7) Shells คือ เมล็ดเว้าโหว่ ซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

8) Broken/chipped/cut คือ เมล็ดแตกหัก หรือมีรอยถูกตัด เกิดจากเครื่องสีทั้งแบบสีเปียกและสีแห้งตัดโดนเมล็ดกาแฟสาร

9) Hull/husk คือ เศษกะลาหรือเปลือกเชอรี่แห้งที่ไม่มีเมล็ดอยู่ภายในสาเหตุเกิดจากเครื่องสีด้อยคุณภาพ

10) Slight insect damage คือ เมล็ดที่เป็นรูจากการถูกแมลงเจาะน้อยกว่า 3 รู โดยเมล็ดกาแฟไม่เสียรูปทรง

11) Chalky bean คือ เมล็ดที่มีสีขาวซีด หรือเทาอ่อน เกิดจากการตากแห้งที่อุณหภูมิสูงเกินไป

การประเมินคุณภาพของเมล็ดกาแฟโรบัสตาตามมาตรฐานสมาคมกาแฟพิเศษและสำนักงานพัฒนากาแฟยูกันดา ประเมินจากความรุนแรงที่ส่งผลต่อคุณภาพกาแฟเป็นข้อบกพร่องหลัก และข้อบกพร่องรอง โดยในข้อบกพร่องหลักหากพบเมล็ด Full black, full sour, dried cherry/pod, fungus damage หรือ Foreign matter 1 เมล็ดต่ออาการจะนับเป็น 1 ความผิดปกติที่พบของข้อบกพร่องนั้นๆ ส่วน Severe insect damage หากพบตั้งแต่ 5 เมล็ดขึ้นไป นับเป็น 1 ความผิดปกติที่พบของข้อบกพร่อง

ความรุนแรงของข้อบกพร่องรอง ประกอบด้วย Partial black และ Partial sour หากพบ 3 เมล็ดขึ้นไป นับเป็น 1 ความผิดปกติของข้อบกพร่องนั้น ๆ เมล็ดแบบ Parchment/pergamino, floater, immature/unripe, wither, shells, broken/chipped/ cut, hull/husk และ chalky bean หากพบ 5 เมล็ดขึ้นไป นับเป็น 1 ความผิดปกติของข้อบกพร่องนั้น ๆ ส่วน Slight insect damage หากพบตั้งแต่ 10 เมล็ดขึ้นไป จึงจะนับเป็น 1 ความผิดปกติของข้อบกพร่องนี้ ซึ่งข้อบกพร่องที่พบควรน้อยกว่า 23 ข้อบกพร่อง จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (Exchange grade) หากพบว่ามีข้อบกพร่องไม่เกิน 8 ข้อบกพร่อง จัดอยู่ในเกรดพรีเมี่ยม และข้อบกพร่องไม่เกิน 5 ข้อบกพร่อง จัดอยู่ใน Speciality grade

ตารางที่ 3 ลักษณะความผิดปกติของเมล็ดกาแฟ Primary defect และ Secondary defect

Defect equicalents					
Primary defect (Category 1)		Full defect equicalents	Secondary defect (Category 2)		Full defect equicalents
Full black		1	Partial black		3
Full sour		1	Partial sour		3
Dried cherry/ pod		1	Parchment/ pergamino		5
Fungus damaged		1	Floater		5
Foreign matter		1	Immature/ unripe		5
Severe insect damage		5	Withered		5
			Shells		5
			Broken/ chipped/cut		5
			Hull/husk		5
			Slight insect damage		10
			Chalky bean		5

หมายเหตุ : ค่า 1, 3, 5 และ 10 คือ จำนวนเมล็ดกาแฟผิดปกติที่เมื่อพบให้นับเป็น 1 Defect

ที่มา: Specialty Coffee Association (2018)

4. ขนาดของเมล็ดกาแฟโรบัสตาและโอกาสด้านคุณภาพเมล็ดทางการค้า

การจัดขนาดเมล็ดกาแฟโรบัสตา ใช้ตัวอย่างเมล็ดกาแฟจำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละปริมาณ 200 กรัม ต่อพื้นที่ ร่อนผ่านตะแกรงร่อนรูกลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดมาตรฐาน ISO 4150: 2011 (ตารางที่ 4) ที่มีขนาดแตกต่างกันเรียงจากบนลงล่าง โดยรูตะแกรงขนาดใหญ่ที่สุดอยู่ด้านบน ใช้ตะแกรงร่อนขนาด (Sieve No.) 18, 17, 16, 15, 14 และ 12 เมื่อร่อนแล้วแบ่งขนาดเมล็ดกาแฟได้ 7 ขนาด ได้แก่ เมล็ดที่มีขนาด ≥7.14, 6.75-<7.14, 6.35-<6.75, 5.95-<6.35, 5.56-<5.95, 4.76-<5.56 และ <4.76 มิลลิเมตร ตามลำดับ ชั่งน้ำหนักโดยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง จากนั้น คำนวณเพื่อหาร้อยละโดยมวลของเมล็ดกาแฟแต่ละขนาดที่แยกได้ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2561)

ตารางที่ 4 การจัดขนาดทางการค้าของเมล็ดกาแฟโรบัสตา

Size code	Size of coffee beans (millimeters)	Sieve No.
1	≥7.14	18
2	6.75 - < 7.14	17
3	6.35 - < 6.75	16
4	5.95 - < 6.35	15
5	5.56 - < 5.95	14
6	4.76 - < 5.56	12
7	≤4.76	G*

ที่มา: ดัดแปลงจากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2561)

หมายเหตุ: * เมล็ดกาแฟขนาด ≤4.76 มิลลิเมตร แทนด้วย G

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ ANOVA (Analysis of variance) ด้วยโปรแกรม R-Studio เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 2: การประเมินทางประสาทสัมผัสของกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟโรบัสตาและอราบิกา

1. การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในเมล็ดกาแฟโรบัสตาและอราบิกา

เปรียบเทียบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกาแฟโรบัสตาและอราบิกาซึ่งผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง แบบเปียก แบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก และกาแฟที่ผ่านกระบวนการหมักด้วยยีสต์ (Anaerobic yeast) นม (Anaerobic cultured milk) เบียร์ (Anaerobic ginger beer) และความเย็น (Cold soul) ที่ปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ของประเทศไทย

การบันทึกข้อมูล

การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในเมล็ดกาแฟ (Total dissolved solids; TDS) ศึกษาในกาแฟจากจังหวัดระนอง ชุมพร สุราษฎร์ธานี กระบี่ สงขลา ยะลา และสตูล ทั้งหมด 23 ตัวอย่าง ประกอบด้วย กาแฟโรบัสตาจำนวน 19 ตัวอย่าง ได้แก่ กาแฟที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง 7 ตัวอย่าง แบบเปียก 5 ตัวอย่าง แบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก 3 ตัวอย่าง และกาแฟที่ผ่านกระบวนการหมักด้วยยีสต์ นม เบียร์ และ Cold soul 4 ตัวอย่าง ตามลำดับ และกาแฟอราบิกา 4 ตัวอย่าง ได้แก่ กาแฟที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก 4 ตัวอย่าง โดยศึกษาพื้นที่ละ 2 ซ้ำ การทดลองวิเคราะห์ความสามารถในการสกัดกาแฟใช้วิธีการชงผ่านตัวกรอง (Drip) ในการศึกษา โดยมีขั้นตอนดั้งนี้

1. บดเมล็ดกาแฟคั่วกลาง 20 กรัม ให้มีความละเอียดเท่ากับน้ำตาลทรายขาว
2. วางฟิลเตอร์ลงในดริปเปอร์ (V-60) เทน้ำร้อนล้างฟิลเตอร์เพื่อลดกลิ่นของกระดาษและเทกาแฟลงในฟิลเตอร์
3. ช่วงแรก Pre-infusion ค่อย ๆ เริ่มเทจากตรงกลางแล้ววนออกด้านนอก ให้กาแฟพอชุ่มน้ำใช้เวลาประมาณ 30 ถึง 45 วินาที
4. ช่วงกลาง เทน้ำร้อนจนน้ำกาแฟที่ได้เริ่มเจือจาง หรือประมาณนาทีที่ 2 ของการชง
5. ช่วงท้าย เทน้ำร้อนอย่างช้า ๆ จนครบ 300 มิลลิลิตร สีของน้ำจะเจือจางและใสขึ้น ประมาณช่วงนาทีที่ 2 ถึง 3 นาที บันทึกค่าความเป็นกรดด่าง และเปอร์เซ็นต์ของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำทั้งหมด (%TDS)

การหาค่าผลรวมของของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดโดยวิธีนำผงกาแฟบดไปอบเพื่อหาปริมาณน้ำหนักของผลรวมของของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดยุ่งยากและใช้เวลานาน ดังนั้น การทดลองนี้จึงใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Pocket refractometer ในการหาค่า โดยค่าที่ได้จากเครื่อง คือ %TDS และเมื่อ

ต้องการทราบปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำทั้งหมด สามารถคำนวณได้จากสมการ (7) และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสกัด หรือผลรวมของของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดในสารละลายกาแฟ (%Extraction yield; PE) ได้จากสมการ (8) (Frost *et al*., 2019)

$$TDS\ (g/L) = [\ \%TDS * M_{brew}\ (ml)] / 100 \quad (7)$$

$$PE\ (\%) = [TDS / M_{grounds}\ (g)] * 100 \quad (8)$$

โดยที่ PE คือ ผลรวมของของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดในสารละลายกาแฟ

TDS คือ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในเมล็ดกาแฟ

M_{brew} คือ ปริมาณของน้ำที่ใช้ชงกาแฟ

$M_{grounds}$ คือ ปริมาณของผงกาแฟคั่วบดที่ใช้ในการชง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ ANOVA ด้วยโปรแกรม R-Studio เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

2. การประเมินความเค็ม ความหวาน และปริมาณกรดทั้งหมดในตัวอย่างกาแฟ

การประเมินรสชาติของกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ของประเทศไทย โดยศึกษากาแฟจากจังหวัดระนอง ชุมพร สุราษฎร์ธานี กระบี่ สงขลา ยะลา และสตูล ทั้งหมด 23 ตัวอย่าง ประกอบด้วย กาแฟโรบัสตาจำนวน 19 ตัวอย่าง ได้แก่ กาแฟที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง 7 ตัวอย่าง แบบเปียก 5 ตัวอย่าง แบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก 3 ตัวอย่าง และกาแฟที่ผ่านกระบวนการหมักด้วยยีสต์ นม เบียร์ และ Cold soul 4 ตัวอย่าง ตามลำดับ และกาแฟอราบิกา 4 ตัวอย่าง ได้แก่ กาแฟที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก 4 ตัวอย่าง

การบันทึกข้อมูล

2.1 ค่าความเค็มและความหวานทั้งหมดในตัวอย่างกาแฟ

ศึกษาค่าความเค็มและความหวานทั้งหมดโดยศึกษาตัวอย่างละ 2 ซ้ำ มีวิธีเตรียมตัวอย่างดังนี้

1) ชั่งตัวอย่างกาแฟบด 4 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

2) เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ต้มตัวอย่างที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) 25 นาที พักไว้จนน้ำกาแฟเย็น (อุณหภูมิห้อง)

3) วัดสีของน้ำกาแฟโดยใช้เครื่องวัดสี (Chroma meter) ในการวัดค่า L*, a* และ b* การหาค่าความเค็มใช้เครื่องวัดความเค็ม (Salinity refractometer) มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (%Salinity) การหาค่าความหวานใช้เครื่องวัดความหวาน (Brix refractometer) มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ (%Brix) (Moroney, 2015) เพื่อบันทึกผลและวิเคราะห์ข้อมูล

2.2 ปริมาณกรดทั้งหมดในตัวอย่างกาแฟ

การหาปริมาณกรดทั้งหมดในตัวอย่างกาแฟ โดยวิธีการไทเทรต (Alcazar และคณะ, 2003 อ้างโดย นนทวัชร, 2547) มีขั้นตอนดังนี้

1) ชั่งตัวอย่างกาแฟบด 4 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

2) เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ต้มตัวอย่างที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) 25 นาที

3) ดูดตัวอย่างน้ำกาแฟที่ผ่านการต้มมาปริมาตร 25 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 75 มิลลิลิตร หลังจากนั้น หยดฟนอลฟทาลีน 2 ถึง 3 หยด

4) ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์ จนกระทั่งถึงจุดยุติที่ pH 8.20

5) บันทึกปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ และคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมด ศึกษาเช่นเดียวกันนี้กับกาแฟทุกตัวอย่าง ๆ ละ 2 ซ้ำ หลังจากนั้น นำค่าที่บันทึกได้คำนวณหาปริมาณกรดในรูปของกรดซิตริก (Citric acid) กรดมาลิก (Malic acid) กรดทาร์ทาริก (Tartaric acid) (เกศิณี, 2525 อ้างโดย เจนจิรา และคณะ, 2557) และกรดแอซิติก (Acetic acid) (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2558)

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดซิตริก} = \frac{\text{ความเข้มข้นของ NaOH (0.1N)} * \text{ปริมาตร NaOH ที่ใช้ (มิลลิลิตร)} * 0.064 * 100}{\text{ปริมาตรน้ำกาแฟ (มิลลิลิตร)}} \quad (9)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดมาลิก} = \frac{\text{ความเข้มข้นของ NaOH (0.1N)} * \text{ปริมาตร NaOH ที่ใช้ (มิลลิลิตร)} * 0.067 * 100}{\text{ปริมาตรน้ำกาแฟ (มิลลิลิตร)}} \quad (10)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดทาร์ทาริก} = \frac{\text{ความเข้มข้นของ NaOH (0.1N)} * \text{ปริมาตร NaOH ที่ใช้ (มิลลิลิตร)} * 0.075 * 100}{\text{ปริมาตรน้ำกาแฟ (มิลลิลิตร)}} \quad (11)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดแอซิติก} = \frac{\text{ความเข้มข้นของ NaOH (0.1N)} * \text{ปริมาตร NaOH ที่ใช้ (มิลลิลิตร)} * 0.006 * 100}{\text{ปริมาตรน้ำกาแฟ (มิลลิลิตร)} * 0.1} \quad (12)$$

3. การประเมินทางประสาทสัมผัสของกาแฟโรบัสตาและอราบิกา

การประเมินรสชาติของกาแฟโรบัสตาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง แบบเปียก และแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก รวมทั้งสิ้น 17 ตัวอย่าง ประกอบด้วย จังหวัดระนอง ชุมพร สุราษฎร์ธานี กระบี่ สงขลา สตูล และยะลา และในกาแฟอราบิกา 4 ตัวอย่าง ประกอบด้วย จังหวัดยะลา และตรัง ซึ่งผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียกที่ปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ของประเทศไทย

การบันทึกข้อมูล

3.1 การเตรียมผู้ทดสอบกาแฟโดยวิธีทางประสาทสัมผัส

การทดสอบกาแฟโดยวิธีทางประสาทสัมผัส ผู้ตรวจประเมินต้องผ่านการอบรมความสามารถด้านกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟก่อนการประเมินให้คะแนน เพื่อเป็นการจัดระดับคุณภาพของกาแฟ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2561) โดยในการประเมินนี้ใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ถึง 5 คน ซึ่งผ่านการทดสอบด้านการเกิดความผิดพลาด (Impairment) ด้านความถูกต้องทางประสาทสัมผัส (Acuity) และการอธิบายการรับรู้ทางประสาทสัมผัส (ก่องกาญจน์, 2561) และ R grader หรือผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านการอบรมและการสอบการพิจารณาคุณภาพของเมล็ดกาแฟโรบัสตา ภายใต้มาตรฐานของ CQI จำนวน 2 คน

3.1.1 การประเมินกลิ่นโดยการดม (Aroma)

การประเมินใช้วงล้อกลิ่นและรสชาติกาแฟ เป็นแนวทางในการประเมิน ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่เกิดจากความร่วมมือในการพัฒนาระหว่างสมาคมกาแฟชนิดพิเศษแห่งอเมริกา (SCAA) และองค์กรวิจัยกาแฟโลก (World coffee research; WCR) (Specialty Coffee Association, 2016) เพื่อให้ได้เครื่องมือที่นักชิมกาแฟสามารถใช้ในการวิเคราะห์และอธิบายกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟได้ ซึ่งผู้ประเมินกลิ่นจำเป็นต้องใช้ประสบการณ์ด้านกลิ่นในการประเมิน และเครื่องมือที่ใช้ คือ ชุดทดสอบกลิ่นกาแฟ 36 กลิ่น (Le Nez du Café aroma kit) และชุดทดสอบกลิ่นกาแฟ 100 กลิ่น (Coffee flower map T100) ในการทดสอบ เพื่อให้ผู้ประเมินมีความรู้และแยกแยะกลิ่นได้อย่างหลากหลายมากยิ่งขึ้น

3.1.2 การประเมินรสชาติโดยการชิม (Taste)

การประเมินรสชาตินอกจากจะใช้วงล้อกลิ่นและรสชาติกาแฟเป็นแนวทางในการประเมินแล้ว ผู้ทดสอบต้องเตรียมความพร้อมและความสามารถด้านการรับรู้รสชาติ เพื่อทดสอบชนิดและระดับความเข้มข้นของรสชาติ ก่อนการประเมินในแต่ละคุณลักษณะเพื่อให้คะแนน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ให้ผู้ทดสอบชิมและแยกแยะระดับความเข้มข้นของรสเค็ม หวาน และเปรี้ยว รสชาติละ 3 ระดับความเข้มข้น รวม 9 ตัวอย่างรสทดสอบ โดยการฝึกทดสอบมีหลักการเตรียมสารละลายเพื่อการทดสอบชนิดและระดับความเข้มข้น ดังนี้

1) เตรียมเกลือป่น น้ำตาลทราย และกรดซิตริก ชั่งน้ำหนักด้วยตราชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง ตามระดับความเข้มข้น 3 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณการเตรียมสารละลายเกลือ น้ำตาลทราย และกรดซิตริกเพื่อทดสอบและแยกแยะระดับความเข้มข้น

Solutions	Concentration level per 1 liter of water		
	1	2	3
Salt (g/L)	1.00	2.00	3.00
Sugar (g/L)	7.50	15.00	22.50
Citric acid (g/L)	1.50	3.00	4.50

2) ผสมตัวอย่างที่กำหนดกับน้ำปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร คนจนละลาย

3) ให้ผู้ทดสอบชิมรสชาติแต่ละรสชาติและระดับความเข้มข้น

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบแบบ Blind test ให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างรสชาติ จำแนกชนิดและระดับความเข้มข้นของแต่ละชุดทดสอบที่ชิมลงในแบบฟอร์ม Basic test of coffee

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบชุดผสมของรสชาติ แต่ละสารละลายที่ใช้ในการทดสอบมีการผสมสารละลายพื้นฐาน 2 ถึง 3 ตัวอย่าง ซึ่งผู้ทดสอบจะต้องระบุองค์ประกอบของแต่ละส่วนผสมอย่างถูกต้อง รวมถึงจำนวนประเภทของรสชาติและความเข้มของสารละลายพื้นฐานในแต่ละส่วนผสม โดยแต่ละชุดผสมจะปรากฏชนิดและระดับรสชาติเพียงครั้งเดียวต่อการผสม ตัวอย่างเช่น ชุดผสม A จะมีสารละลายพื้นฐานของรสเปรี้ยวเฉพาะรสเปรี้ยวระดับความเข้มข้นที่ 1 และจะไม่ผสมรวมกับสารละลายพื้นฐานรสเปรี้ยวระดับความเข้มข้น 2 หรือ 3 ลงไปในชุดผสม เป็นต้น

นอกจากนี้ รสชาติของกาแฟมีลักษณะของรสเปรี้ยวที่แตกต่างกัน จึงทดสอบความสามารถในการแยกชนิดของกรดอินทรีย์ที่พบ คือ กรดซิตริก กรดมาลิก กรดน้ำส้มหรือกรดแอซีติก และกรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid) โดยใช้ชุดทดสอบกรดอินทรีย์ (Organic acids taste kit) ในการฝึกการทดสอบ

3.1.3 การประเมินกลิ่นรสหรือรสสัมผัสโดยการดมและชิม (Flavor)

การประเมินภาพรวมของรสสัมผัสและกลิ่น ซึ่งเป็นวิธีโพรไฟล์กลิ่นรส (Flavor profile) ที่ประกอบด้วย การแยกแยะรส กลิ่น และปัจจัยความรู้สึกทางเคมี รวมถึงสิ่งประทับใจด้านประสาทสัมผัสโดยรวม เป็นการประเมินภาพรวมของรสและกลิ่น มักถูกเทียบเข้ากับสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่รอบตัว โดยหากขาดอย่างใดอย่างหนึ่ง ผู้ประเมินอาจไม่สามารถบ่งบอกชนิด หรือรสชาติของรสสัมผัสที่ปรากฏในกาแฟได้ ซึ่งหากได้รับรสและกลิ่นใด ๆ ไปในขณะเดียวกัน จะทำให้กลิ่นเป็นส่วนเติมเต็มที่ดึงเอาความทรงจำของรสชาติที่เคยได้รับมาอีกครั้ง ส่งผลให้เกิดการจำแนกกลิ่นรสว่าเป็นส้ม องุ่น ขนมปัง หรือถั่ว เป็นต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์ตรงของผู้ดื่มกาแฟว่าเคยพบเจอมาแล้วหรือไม่ ซึ่งการเตรียมผู้ทดสอบโดยวิธีทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมด้านการจดจำและการแยกแยะกลิ่น โดยการฝึกการทดสอบนี้ ผู้ทดสอบจะต้องระบุสารให้กลิ่น ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบจากหลายคำตอบตามประเภทของกลิ่น เช่น กลุ่มของกลิ่นดอกไม้ ผลไม้ สมุนไพร เครื่องเทศ หรือกลิ่นไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ เช่น กลิ่นยา ดิน ยาง ควัน เป็นต้น โดยผู้ประเมินจะต้องเลือกคำคุณลักษณะที่อธิบายสารให้กลิ่นได้ดีที่สุด โดยมีการกำหนดเวลาเพื่อลดความล้าทางประสาทสัมผัส (ก่องกาญจน์, 2561)

3.2 การประเมินและให้คะแนนกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟโรบัสตาและอราบิกา

การประเมินกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟใช้วิธีการ Cupping ของ SCA เพื่อทดสอบในกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในภาคใต้ของประเทศไทย โดยมีหลักเกณฑ์และวิธีการดังนี้

3.2.1 กาแฟโรบัสตา

ระดับการคั่ว คือ คั่วอ่อน ระดับการบด คือ กาแฟบด 70 ถึง 75 เปอร์เซ็นต์ ผ่านตระแกรงร่อน US Mesh #20 (841 micron) อัตราส่วนของกาแฟบด คือ 8.75 กรัมต่อน้ำ 150 มิลลิลิตร น้ำที่ใช้มีอุณหภูมิของน้ำ 93 องศาเซลเซียส คุณภาพของน้ำค่า TDS เท่ากับ 100 ถึง 250 part per million สภาพความเป็นด่างของน้ำ (Alkalinity) 40 มิลลิกรัมต่อลิตร และความกระด้างของน้ำ (Hardness) คือ 17 ถึง 85 มิลลิกรัมต่อลิตร และ pH เท่ากับ 7 (Uganda Coffee Development Authority, 2010)

3.2.2 กาแฟอราบิกา

ระดับการคั่ว คือ คั่วอ่อน ระดับการบด คือ กาแฟบด 70 ถึง 75 เปอร์เซ็นต์ ผ่านตระแกรงร่อน US Mesh #20 (841 micron) อัตราส่วนของกาแฟบด คือ 8.25 กรัมต่อน้ำ 150 มิลลิลิตร น้ำที่ใช้มีอุณหภูมิของน้ำ 93 องศาเซลเซียส คุณภาพของน้ำค่า TDS เท่ากับ 75 ถึง 250 part per million สภาพความเป็นด่างของน้ำ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร และความกระด้างของน้ำ (Hardness) คือ 17 ถึง 85 มิลลิกรัมต่อลิตร และ pH เท่ากับ 7 (Specialty Coffee Association, 2018)

การทดลองเพื่อประเมินกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟโดยวิธีการ Cupping ใช้กาแฟในการทดสอบ 5 ถ้วยต่อหนึ่งตัวอย่างทดสอบ โดยโรบัสตาใช้กาแฟถ้วยละ 8.75 กรัม และอราบิกาถ้วยละ 8.25 กรัม ต่อน้ำ 150 มิลลิลิตร โดยวางถ้วยเป็นรูปตัวเอ็ม (M) เตรียมกาแฟบดใส่ถ้วยแล้วปิดฝา เมื่อตัวอย่างครบ ดมกลิ่นผงกาแฟบด (Fragrance) เพื่อประเมินกลิ่น ใช้เวลาหลังจากบดถึงเวลาใส่น้ำไม่ควรเกิน 30 นาที เทน้ำอุณหภูมิประมาณ 93±1 องศาเซลเซียส 150 มิลลิลิตรต่อถ้วย ตรวจสอบอุณหภูมิด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรด (Infrared thermometer gun) ดมกลิ่นหลังเทน้ำร้อน (Aroma) จากนั้นรอ 4 นาที เพื่อหยุดปฏิกิริยาของกาแฟที่ลอยบริเวณผิวน้ำ โดยปัดช้อนออกจากตัวสามครั้ง และดมกลิ่น รอจนกาแฟเย็นลงเหลืออุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส จึงเริ่มชิม หรือรอจนถึง 10 นาที แล้วจึงเริ่มชิม

ในการประเมินมีเกณฑ์การให้คะแนนที่แตกต่างกันตามชนิดกาแฟ (ตารางที่ 6 และ 7) โดยกาแฟโรบัสตาใช้แบบฟอร์มการให้คะแนนของสำนักงานพัฒนากาแฟยูกันดา (Uganda Coffee Development Authority, 2010) และในกาแฟอราบิก้าใช้แบบฟอร์มของมาตรฐานสมาคมกาแฟพิเศษในการให้คะแนน (Specialty Coffee Association, 2018)

ตารางที่ 6 ระดับคุณภาพคะแนนคุณลักษณะของกาแฟโรบัสตาและอราบิกาในการประเมินโดยวิธี cupping ภายใต้มาตรฐาน UCDA และ SCA

Quality scale (point)								
Robusta coffee					Arabica coffee			
Average	Good	Very good	Fine	Outstanding	Good	Very good	Excellent	Outstanding
5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	6.00	7.00	8.00	9.00
5.25	6.25	7.25	8.25	9.25	6.25	7.25	8.25	9.25
5.50	6.50	7.50	8.50	9.50	6.50	7.50	8.50	9.50
5.75	6.75	7.75	8.75	9.75	6.75	7.75	8.75	9.75

ที่มา: Uganda Coffee Development Authority (2010) และ Specialty Coffee Association (2018)

ตารางที่ 7 ระดับคุณภาพคะแนนรวมของกาแฟโรบัสตาและอราบิกาในการประเมินโดยวิธี cupping ภายใต้มาตรฐาน UCDA และ SCA

Total score quality classification		
Total score	Specialty description	Classification
Robusta coffee		
90-100	Outstanding	Very fine
80-90	Fine	Fine
70-80	Very good	Premium
60-70	Average	Usual good quality
50-60	Fair	Usual good quality
40-50	Fair	Commercial
Arabica coffee		
90-100	Outstanding	Specialty rare
85-89.99	Excellent	Specialty origin
80-84.99	Very good	Specialty
<80.00	Below specialty quality	Not specialty

ที่มา: Uganda Coffee Development Authority (2010) และ Specialty Coffee Association (2018)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ ANOVA ด้วยโปรแกรม R-Studio เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 3: ปริมาณคาเฟอีน และสารระเหยให้กลิ่นในเมล็ดกาแฟโรบัสตาในภาคใต้ของประเทศไทย

1. การวิเคราะห์ปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟ

วิเคราะห์ปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟคั่วบด โดยวิเคราะห์ที่กรมวิทยาศาสตร์บริการและมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งใช้เมล็ดกาแฟโรบัสตา 9 ตัวอย่าง จากแหล่งปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ของประเทศไทย ประกอบด้วย จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี ระนอง และกระบี่ ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก แบบเปียก และแบบแห้ง โดยใช้เครื่อง High performance liquid chromatography (HPLC) ตามวิธีการ AOAC (2019) 980.14 มีเงื่อนไขการทดลองต่อไปนี้

ระบบโครมาโตกราฟี HPLC โดยใช้ Waters 2695 และ dual UV/visible (l0280 นาโนเมตร) เป็นตัวตรวจจับ คอลัมภ์ Waters Spherisorb 5 ไมโครเมตร ODS2 4.6×150 มิลลิเมตร การเตรียม Mobile phase มีอัตราส่วนของน้ำต่อกรดอะซิติกต่อเมทานอล เท่ากับ 74 ต่อ 1 ต่อ 25 ความเร็วของฟลักซ์อยู่ที่ 1 มิลลิลิตรต่อนาที ค่ามาตรฐานคาเฟอีนจาก Sigma (St. Louis, MO) โดยเตรียมสารละลายเข้มข้น 500 ไมโครกรัม ของเฟสเคลื่อนที่ของเมทิลแซนทีนต่อมิลลิลิตร ผลลัพธ์แสดงเป็นกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง (Sotelo *et al,* 2012)

2. การศึกษาสารระเหยให้กลิ่นในเมล็ดกาแฟ

การประเมินปริมาณองค์ประกอบทางชีวเคมีในเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ของประเทศไทย 4 จังหวัด ประกอบด้วย ภาคใต้ฝั่งทิศตะวันออก ได้แก่ พื้นที่อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี และภาคใต้ฝั่งทิศตะวันตก ได้แก่ พื้นที่อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง และอำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่ ซึ่งผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง

การบันทึกข้อมูล

วิเคราะห์สารระเหยให้กลิ่นของเมล็ดกาแฟโดย Solid Phase Microextraction-Gas Chromatography-Mass Spectrometry (In situ) ที่สำนักเครื่องมือวิทยาศาสตร์และการทดสอบมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ตามวิธีการของ Franca และคณะ (2009) ใช้ตัวอย่างกาแฟคั่วบดละเอียด (500 ไมโครเมตร) 2.5 กรัม ใส่ในขวดกลมที่มีแผ่นยางปิด (Septum) ให้อุณหภูมิตัวอย่าง

40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาทีที่ ตามด้วยการ Fibre exposure 20 นาที และใช้เวลาเวลาฉีด 5 นาที โดยใช้ DVB/ Carboxen/ PDMS StableFlex (Supelco, Bellefonte, USA) ขนาด 1 เซนติเมตร 50/30 ไมครอน และใช้ 3-Heptanone เป็นสารมาตรฐาน โดยใช้สารละลายเมทานอล 0.01 เปอร์เซ็นต์ 20 ไมโครลิตร ในการวิเคราะห์ GC คอลัมน์ที่ใช้ คือ VF-WAX และ HP5UIMS ดำเนินการโดยใช้แก๊สโครมาโตกราฟ (Trace Ultra) ควบคู่ไปกับเครื่องสเปกโตรมิเตอร์มวล ใช้ฮีเลียมเป็นก๊าซตัวพา หัวฉีด GC ดำเนินการที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ในโหมด Splitless โดยตั้งค่า GC oven ที่อุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส ค้างไว้ 5 นาที แล้วเพิ่มขึ้นเป็น 180 องศาเซลเซียส 10 นาที และอุณหภูมิถึง 250 องศาเซลเซียส ค้างไว้ 5 นาที หลังจากนั้น ตรวจจับแหล่งกำเนิดไอออนที่อุณหภูมิ 300 และ 275 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (Akiyama *et al*., 2007) การระบุสารประกอบหากไม่มีสารประกอบอ้างอิงจากการอินเตอร์เฟซ ใช้วิธีการเปรียบเทียบสเปกตรัมมวลกับฐานข้อมูล (NIST) (Carporaso *et al*., 2018) เพื่อประเมินสารระเหยให้กลิ่นกาแฟโรบัสตา ซึ่งผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง แบบเปียก และแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียกที่ปลูกในภาคใต้ของประเทศไทย

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ ANOVA ด้วยโปรแกรม R-Studio เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาทำการวิจัย คือ ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564

สถานที่ทำการทดลอง และบันทึกข้อมูล

1. แปลงปลูกกาแฟในพื้นที่ภาคใต้ ประกอบด้วย กาแฟโรบัสตา ได้แก่ จังหวัดชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี สงขลา กระบี่ ยะลา และสตูล และแปลงปลูกอราบิกา ได้แก่ จังหวัดยะลา และตรัง

2. แปลงทดลองพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

3. ห้องปฏิบัติการนิเวศสรีรวิทยาพืช (2-0260-0084-1) สาขาวิชานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

บทที่ 3

ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ 1: การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ และความผิดปกติของเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

1. ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟโรบัสตา

การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดกาแฟโรบัสตา พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยเมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ ซึ่งผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (KB-KT) มีค่าความชื้นมากที่สุด คือ 11.64±0.36 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ซึ่งผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (CP-TS-3) มีค่าความชื้น 11.02±0.27 เปอร์เซ็นต์ และอำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร ซึ่งผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-PT) มีเปอร์เซ็นต์ค่าความชื้นน้อยที่สุด คือ 8.25±0.56 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ความชื้นของเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

Manipulation	Moisture content in seed (%)
CP-PT	8.25±0.56e
CP-TS-1	10.73±0.26bc
CP-TS-2	10.34±0.23cd
CP-TS-3	11.02±0.27b
SR-PN	10.51±0.25bcd
SK-JN	10.57±0.14bcd
SK-SD	10.01±0.24d
RN-KR-1	10.60±0.24bcd
RN-KR-2	9.98±0.31d
KB-PY	10.38±0.19bcd
KB-KT	11.64±0.36a
F-test	**
C.V.	2.86

หมายเหตุ: CP; จังหวัดชุมพร, SR; สุราษฎร์ธานี, SK; สงขลา, RN; ระนอง และ KB; กระบี่ PT; อำเภอพะโต๊ะ, TS; ท่าแซะ, PN; พนม, JN; จะนะ, SD; สะเดา, KR; กระบุรี, PY; ปลายพระยา และ KT; คลองท่อม

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P≤0.01) จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ P≤0.01

เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย โดยศึกษาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเรขาคณิต ความเป็นทรงกลม ปริมาตรเมล็ด พื้นที่ผิว และความหนาแน่นรวม พบว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเรขาคณิตมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยพื้นที่ปลูกกาแฟอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ซึ่งผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (CP-TS-2) มีค่ามากที่สุด คือ 0.754±0.029 เซนติเมตร รองลงมา คือ กาแฟอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-TS-1) มีค่าอยู่ที่ 0.715±0.022 เซนติเมตร และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา (SK-JN) ซึ่งมีค่าน้อยที่สุดอยู่ที่ 0.560±0.019 เซนติเมตร ขณะที่ค่าความเป็นทรงกลม พบว่า เมล็ดกาแฟโรบัสตาจากพื้นที่ปลูกกาแฟอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ซึ่งผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง

(CP-TS-3) มีค่ามากที่สุด อยู่ที่ 75.184±2.708 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ซึ่งผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (CP-TS-2) มีค่าอยู่ที่ 65.936±1.391 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9)

จากการเปรียบเทียบปริมาตรเมล็ด พบว่า เมล็ดกาแฟโรบัสตาจากพื้นที่ปลูกกาแฟอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ซึ่งผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (CP-TS-3) มีค่ามากที่สุด อยู่ที่ 0.236±0.056 ตารางเซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ ซึ่งผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (KB-KT) มีค่าอยู่ที่ 0.131±0.016 ตารางเซนติเมตร ส่วนพื้นที่ผิว พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งโดยเมล็ดกาแฟโรบัสตาจากพื้นที่ปลูกกาแฟอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ซึ่งผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (CP-TS-3) มีค่ามากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 1.791±0.137 ตารางเมตร และเมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SK-JN) มีค่าน้อยที่สุด อยู่ที่ 0.986±0.067 ตารางเมตร ส่วนค่าความหนาแน่นรวมที่มากที่สุด คือ เมล็ดกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SR-PN) รองลงมา คือ เมล็ดกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา มีค่าเท่ากับ 3.090±0.003 และ 3.082±0.013 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ซึ่งผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (CP-TS-2) มีค่าอยู่ที่ 2.903±0.005 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 คุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟสารโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

Manipulation	Physical properties				
	GMD (cm)	Sphericity (%)	Volume (cm^3)	Surface area (cm^2)	Bulk density (g/cm^3)
CP-PT	0.587±0.022ef	74.023±2.689ab	0.185±0.035bc	1.086±0.082ef	3.060±0.004b
CP-TS-1	0.715±0.022b	69.794±2.010ef	0.219±0.022ab	1.608±0.099b	2.934±0.005g
CP-TS-2	0.754±0.029a	65.936±1.391g	0.197±0.255bc	1.791±0.137a	2.903±0.005i
CP-TS-3	0.630±0.018cd	75.184±2.708a	0.236±0.056a	1.248±0.071cd	2.995±0.002e
SR-PN	0.607±0.045de	73.550±1.733abc	0.191±0.022bc	1.164±0.173de	3.090±0.003a
SK-JN	0.560±0.019f	71.094±1.333de	0.135±0.019d	0.986±0.067f	2.920±0.005h
SK-SD	0.602±0.031de	71.596±1.422cde	0.165±0.019cd	1.142±0.120de	3.082±0.013a
RN-KR-1	0.652±0.041c	72.051±1.123bcde	0.204±0.027ab	1.339±0.167c	3.024±0.001cd
RN-KR-2	0.621±0.012cde	73.324±1.391abcd	0.198±0.013bc	1.214±0.047cde	2.963±0.001f
KB-PY	0.591±0.021ef	72.254±1.225bcd	0.164±0.013cd	1.097±0.080def	3.030±0.004c
KB-KT	0.599±0.041de	68.481±2.019f	0.131±0.016d	1.131±0.155def	3.013±0.002d
F-test	**	**	**	**	**
C.V.	4.65	2.53	14.71	9.92	0.17

หมายเหตุ: CP; จังหวัดชุมพร, SR; สุราษฎร์ธานี, SK; สงขลา, RN; ระนอง และ KB; กระบี่

PT; อำเภอพะโต๊ะ, TS; ท่าแซะ, PN; พนม, JN; จะนะ, SD; สะเดา, KR; กระบุรี, PY; ปลายพระยา และ KT; คลองท่อม

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \leq 0.01$) จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ $P \leq 0.01$

2. การวิเคราะห์ค่าสีของเมล็ดกาแฟโรบัสตา

การทดสอบคุณภาพความสว่าง (L*)

จากการวิเคราะห์คุณภาพความสว่างของเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย พบว่า เมล็ดกาแฟมีค่า L* แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยเมล็ดกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SK-JN) มีค่าสูงที่สุด ซึ่งมีค่า L* เท่ากับ 60.74±3.92 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SR-PN) ซึ่งมีค่า L* เท่ากับ 50.91±2.35 (ตารางที่ 10)

การทดสอบคุณภาพสี (a*)

จากการวิเคราะห์คุณภาพสีของเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย พบว่า เมล็ดกาแฟมีค่า a* แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยเมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-TS-1) มีค่าสูงที่สุด ซึ่งมีค่า a* เท่ากับ 7.69±0.67 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดกาแฟพื้นที่อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SK-SD) ซึ่งมีค่า a* ต่ำที่สุด เท่ากับ 0.38±1.44 (ตารางที่ 10)

การทดสอบคุณภาพสี (b*)

จากการวิเคราะห์คุณภาพสีของเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย พบว่า เมล็ดกาแฟมีค่า b* แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยเมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-TS-1) มีค่าสูงที่สุด ซึ่งมีค่า b* เท่ากับ 22.93±1.00 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดกาแฟพื้นที่อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SK-SD) ซึ่งมีค่า b* ต่ำที่สุด เท่ากับ 18.85±1.95 (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ค่าสีของเมล็ดกาแฟสารโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

Manipulation	Color shade		
	L*	a*	b*
CP-PT	57.35±2.27bcd	6.52±0.79bc	22.56±0.57a
CP-TS-1	56.38±1.53bcde	7.69±0.67a	22.93±1.00a
CP-TS-2	57.89±1.14bc	5.87±0.72cd	22.56±0.57a
CP-TS-3	54.79±1.19def	6.20±0.61c	22.16±0.10a
SR-PN	50.91±2.35g	7.38±0.69ab	22.89±1.36a
SK-JN	60.74±3.92a	6.80±0.88abc	20.18±1.05b
SK-SD	55.92±2.46cde	0.38±1.44f	18.85±1.95c
RN-KR-1	57.50±2.87bcd	3.56±0.87e	21.33±1.05ab
RN-KR-2	53.72±1.58ef	3.86±0.54e	20.34±1.74b
KB-PY	58.83±1.84ab	5.04±0.44d	22.04±1.05a
KB-KT	52.19±1.62fg	5.11±0.60d	21.45±1.12ab
F-test	**	**	**
C.V.	3.95	14.90	5.77

หมายเหตุ: CP; จังหวัดชุมพร, SR; สุราษฎร์ธานี, SK; สงขลา, RN; ระนอง และ KB; กระบี่
PT; อำเภอพะโต๊ะ, TS; ท่าแซะ, PN; พนม, JN; จะนะ, SD; สะเดา, KR; กระบุรี, PY; ปลายพระยา และ KT; คลองท่อม

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P≤0.01) จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ P≤0.01

3. จำแนกความผิดปกติของเมล็ดกาแฟ (Defects)

จากการศึกษาการจำแนกความผิดปกติของเมล็ดกาแฟโรบัสต้าตามหลักสากล พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยเมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-PT) มีเมล็ดกาแฟปกติมากที่สุด มีค่า 82.48±0.12 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกับเมล็ดกาแฟจากอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (RN-KR-1) มีค่า 80.20±0.09 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกาแฟจากพื้นที่อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SK-JN) ที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดกาแฟปกติน้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 28.74±1.15 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 11)

จากการจำแนกประเภทของเมล็ดกาแฟ พื้นที่ที่พบเมล็ดพีเบอร์รี่มากที่สุด คือ อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SK-JN) อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-TS-1) และอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SK-SD) มีค่า 34.57±1.34, 33.40±0.32 และ 31.65±6.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกาแฟจากพื้นที่อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (KB-KT) ซึ่งพบเมล็ดพีเบอร์รี่น้อยที่สุด มีค่า 9.33±0.09 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 11)

พื้นที่ที่พบเมล็ดกาแฟที่มีความผิดปกติของเมล็ดมากที่สุด คือ เมล็ดกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (KB-KT) มีค่า 38.35±2.15 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ เมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SK-JN) มีค่าอยู่ที่ 36.89±0.04 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-PT) และอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (RN-KR-1) ที่พบเมล็ดกาแฟที่มีความผิดปกติน้อยที่สุด มีเปอร์เซ็นต์อยู่ที่ 4.46±0.15 และ 7.30±0.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 สัดส่วนเมล็ดกาแฟสารโรบัสตาที่มีลักษณะปกติ พีเบอร์รี่ และเมล็ดผิดปกติที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

Manipulation	Green bean types		
	Normal bean (%)	Peaberry (%)	Defect (%)
CP-PT	82.48±0.12a	13.78±0.43cde	4.46±0.15e
CP-TS-1	49.79±0.58e	33.40±0.32a	16.88±0.22c
CP-TS-2	53.27±0.26e	21.89±0.07b	24.95±0.19b
CP-TS-3	66.00±2.79c	18.74±0.34bc	12.18±0.58d
SR-PN	65.00±0.44c	16.29±0.54cd	19.46±1.04c
SK-JN	28.74±1.15f	34.57±1.34a	36.89±0.04a
SK-SD	50.99±1.87e	31.65±6.70a	17.06±3.78c
RN-KR-1	80.20±0.09a	12.92±0.28de	7.30±0.32e
RN-KR-2	58.57±0.77d	17.56±0.35bcd	24.14±0.60b
KB-PY	74.64±1.08b	13.46±0.37de	12.33±0.55d
KB-KT	53.58±0.38e	9.33±0.09e	38.35±2.15a
F-test	**	**	**
C.V.	1.94	7.40	6.32

หมายเหตุ: CP; จังหวัดชุมพร, SR; สุราษฎร์ธานี, SK; สงขลา, RN; ระนอง และ KB; กระบี่ PT; อำเภอพะโต๊ะ, TS; ท่าแซะ, PN; พนม, JN; จะนะ, SD; สะเดา, KR; กระบุรี, PY; ปลายพระยา และ KT; คลองท่อม

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P≤0.01) จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ P≤0.01

เมื่อพิจารณาสัดส่วนของข้อบกพร่องหลักและรอง พบว่า ข้อบกพร่องหลัก (ประเภทที่ 1) พบมากที่สุดในกาแฟจากพื้นที่อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง (RN-KR-2) รองลงมา คือ อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ (KB-KR) ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง มีค่าอยู่ที่ 17.25 และ 16.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพื้นที่ที่พบเมล็ดกาแฟที่มีข้อบกพร่องหลักน้อยที่สุด คือ เมล็ดกาแฟจากอำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-PT) โดยมีค่าอยู่ที่ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งข้อบกพร่องที่พบ ได้แก่ Severe insect damage กล่าวคือ เมล็ดที่มีการเข้าทำลายของแมลงมากกว่า 3 รูหรือมีการเสียรูปทรงเมล็ด (ตารางที่ 12)

พื้นที่ที่มีเมล็ดกาแฟข้อบกพร่องรอง (ประเภทที่ 2) มากที่สุด คือ อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SK-JN) อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (CP-TS-2) และอำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (KB-KT) มีค่า 27.57, 23.61 และ 21.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 12) และเมล็ดกาแฟในพื้นที่อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (PT-CP) พบข้อบกพร่องรองน้อยที่สุด มีค่า 4.67 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 12)

จากการจำแนกสัดส่วนลักษณะความรุนแรงของความผิดปกติของเมล็ดกาแฟทั้งข้อบกพร่องหลักและข้อบกพร่องรองตามมาตรฐานสมาคมกาแฟพิเศษและสำนักงานพัฒนากาแฟยูกันดา พบว่าประเภทของความผิดปกติที่พบมากที่สุด คือ เมล็ดดำ (ประเภทที่ 1 และ 2) เมล็ดที่มีการเข้าทำลายของแมลง (ประเภทที่ 1 และ 2) และเมล็ดแตก (ประเภทที่ 2) ซึ่งพบได้ในทุกพื้นที่ที่ทำการศึกษา นอกจากนี้ ลักษณะของเมล็ดสีซีด เป็นข้อบกพร่องรองที่เพิ่มมา 1 ลักษณะในเกณฑ์การจำแนกข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟโรบัสตา โดยจากการศึกษา พบลักษณะของเมล็ดสีซีดมากที่สุดในเมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SK-JN) รองลงมา คือ เมล็ดกาแฟจากอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-TS-1) แบบเปียก (CP-TS-2) และแบบแห้ง (CP-TS-3) และอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (RN-KR-1) ตามลำดับ (ภาพที่ 1 และ 2)

ตารางที่ 12 สัดส่วนข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟสารโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยตามมาตรฐาน SCA และ UCDA

Defect	Manipulation										
	CP-PT	CP-TS-1	CP-TS-2	CP-TS-3	SR-PN	SK-JN	SK-SD	RN-KR-1	RN-KR-2	KB-PY	KB-KT
Category 1											
Full black	0.00	4.86±6.23	1.59±1.68	9.25±6.30	10.86±7.52	1.57±0.70	1.67±0.01	1.29±1.09	16.47±7.63	7.70±4.74	16.11±6.96
Full sour	0.00	0.18±0.43	0.00	0.00	0.16±0.44	0.20±0.40	0.64±0.03	0.00	0.24±0.48	0.00	0.33±1.37
Cherry/pod	0.00	0.00	0.00	0.09±0.15	0.51±0.67	0.24±0.01	0.00	0.00	0.13±0.28	0.00	0.14±0.24
Fungus damage	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.18±2.76	0.00	0.00	0.13±0.41	0.00	0.00
Foreign matter	0.00	0.00	0.00	0.09±0.18	0.11±0.19	0.11	0.01	0.07±0.09	0.09±0.11	0.08±0.29	0.07±0.13
Severe insect damage	0.08±0.02	0.00	0.13	0.30±0.51	0.75±0.79	4.20±6.37	0.00	0.17±0.29	0.19	0.11±0.18	0.27±0.27
Total (%)	0.08	5.04	1.72	9.73	12.39	7.50	2.23	1.53	17.25	7.89	16.92
Category 2											
Partial black	0.83±0.94	0.26±0.06	0.66±1.15	1.08±1.98	1.48±1.67	6.23±3.86	0.37±1.32	0.84±0.87	0.99±1.76	0.97±1.39	1.66±1.80
Partial sour	0.04	0.08	0.00	0.00	0.09±0.32	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00
Parchment	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Floater	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Immature/unripe	0.25±0.08	0.00	0.00	0.00	0.16±0.30	4.08±0.04	1.33±0.37	0.00	0.00	0.53±1.44	0.00
Withered	0.06±0.01	0.83±1.22	1.90±3.27	0.00	0.20±0.27	0.00	1.97±4.27	0.21±0.26	0.50	0.37	0.85±1.50
Shell	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Broken/chipped/cut	3.45±1.70	10.17±3.28	13.81±4.48	3.25±1,37	1.27±1.23	4.00±0.76	8.82±1.61	2.33±1.10	4.64±2.48	0.41±0.56	8.99±1.92
Hull/husk	0.04±0.01	0.00	0.00	0.33±0.33	0.10±0.17	1.32±0.01	0.11±0.13	0.02±0.08	0.08±0.11	0.02±0.06	0.03±0.06
Slight Insect damage	0.00	0.29	7.13±2.90	3.63±2.07	4.38±3.78	11.26±1.23	0.70±2.34	2.11±1.10	2.10±1.78	2.78±1.78	10.16±3.22
Chalky	0.00	0.14±0.35	0.11±0.28	0.08±0.20	0.00	0.61±0.17	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00
Total (%)	4.67	11.48	23.61	8.37	7.68	27.57	13.32	5.51	7.81	4.71	21.69

หมายเหตุ: CP; จังหวัดชุมพร, SR; สุราษฎร์ธานี, SK; สงขลา, RN; ระนอง และ KB; กระบี่, PT; อำเภอพะโต๊ะ, TS; ท่าแซะ, PN; พนม, JN; จะนะ, SD; สะเดา, KR; กระบุรี, PY; ปลายพระยา และ KT; คลองท่อม

ภาพที่ 1 ลักษณะข้อบกพร่องหลัก (ประเภทที่ 1) ของเมล็ดกาแฟสารโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

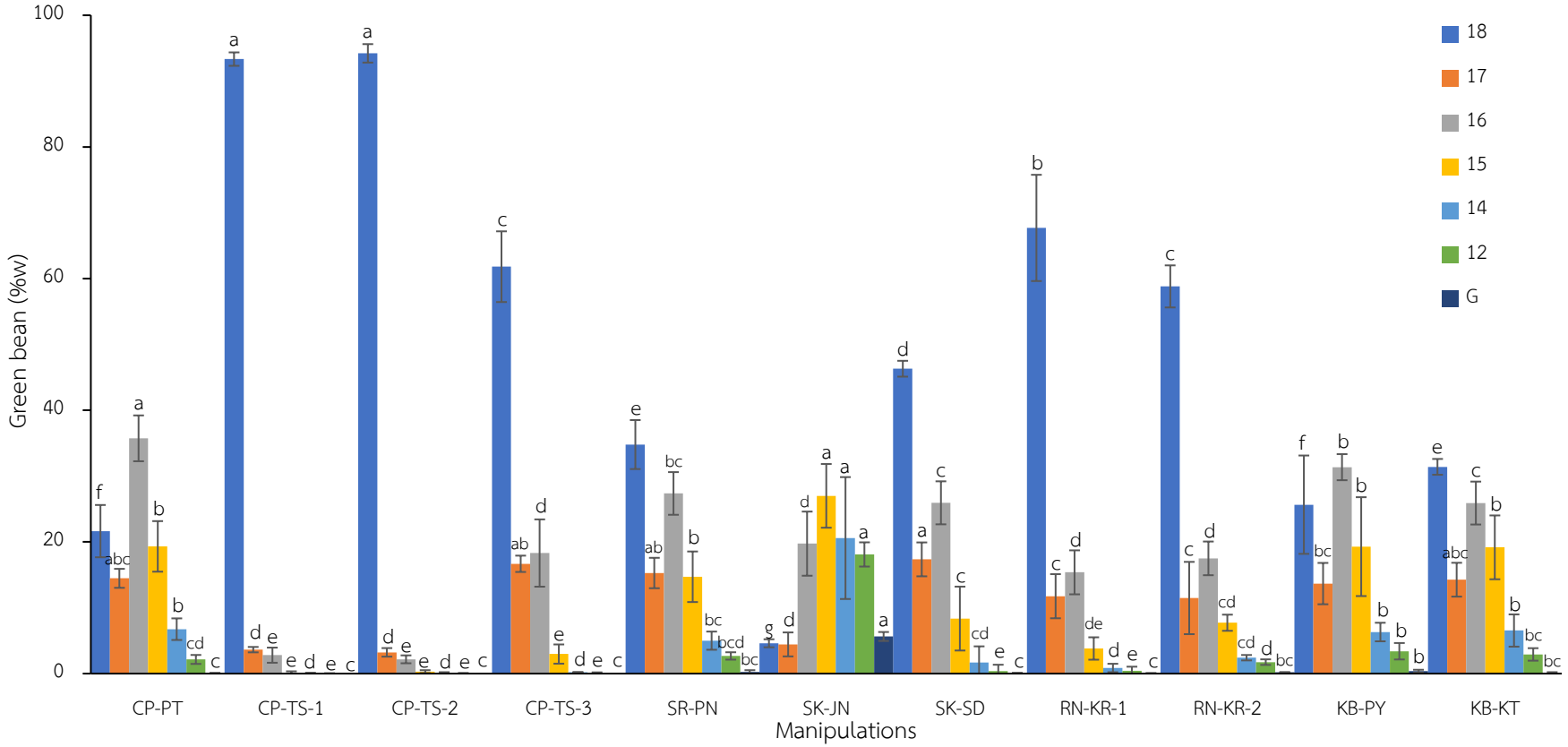
หมายเหตุ: Full black (a), Full sour (b) Dried cherry/pod (c) Fungus damage (d) Foreign matter (e) และ Severe insect damage (f)

ภาพที่ 2 ลักษณะข้อบกพร่องรอง (ประเภทที่ 2) ของเมล็ดกาแฟสารโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

หมายเหตุ: Partial black (a) Partial sour (b) Parchment/pergamino (c) Floater (d) Immature/unripe (e) Wither (F) Shells (g) Broken/chipped/cut (h) Hull/husk (i) Slight insect damage (j) และ Chalky bean (k)

4. ขนาดของเมล็ดกาแฟโรบัสตาและโอกาสด้านคุณภาพเมล็ดทางการค้า

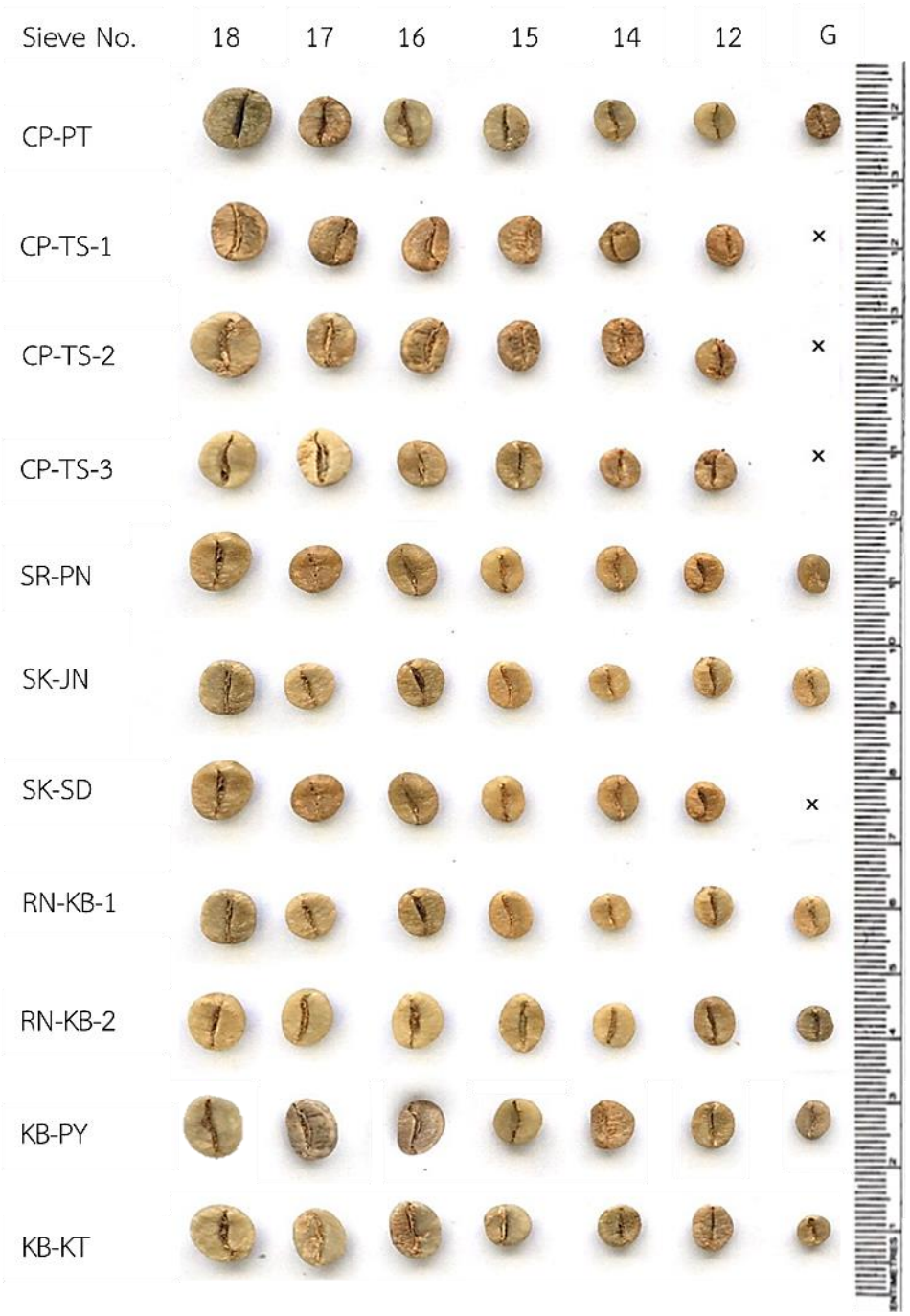
การจัดขนาดของเมล็ดกาแฟโรบัสตาจากพื้นที่ศึกษาทั้งหมด หากพิจารณาโดยภาพรวมของสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดกาแฟที่มีขนาดใหญ่มากที่สุด หรือเมล็ดกาแฟที่มีขนาดใหญ่กว่า 7.14 มิลลิเมตร พบว่า เมล็ดจากพื้นที่ปลูกอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (CP-TS-2) และแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-TS-1) โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักมากถึง 94.22±1.40 และ 93.34±1.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดจากพื้นที่อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (RN-KR-1) และอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (CP-TS-3) โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักอยู่ที่ 67.70±8.07 และ 61.81±5.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่เมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SK-JN) มีเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดกาแฟที่มีขนาดใหญ่กว่า 7.14 มิลลิเมตร ในปริมาณต่ำที่สุด อยู่ที่ 4.60±0.61 เปอร์เซ็นต์ แต่พบเมล็ดที่มีขนาดเล็กกว่า 5.95 มิลลิเมตร (no. 14, 12 และ G) ในปริมาณสูงและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับพื้นที่ปลูกอื่น ๆ โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักอยู่ที่ 20.59±9.26, 18.10±1.84 และ 5.64±0.68 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้น เมล็ดกาแฟจากอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-TS-1) แบบเปียก (CP-TS-2) และแบบแห้ง (CP-TS-3) รวมไปถึงเมล็ดกาแฟจากอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SK-SD) ไม่พบเมล็ดกาแฟที่ขนาดเล็กกว่า 4.76 มิลลิเมตร (no. G) และเมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-PT) อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี (SR-PN) อำเภอปลายพระยา (KB-PY) และอำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ (KB-KT) ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง มีขนาดของเมล็ดกาแฟสารที่มีขนาดเล็กกว่า 7.14 มิลลิเมตร (no. 15, 14, 12 และ G) มีปริมาณอยู่ที่ 60 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3 และ 4)



ภาพที่ 3 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดตามขนาดเมล็ดกาแฟสารโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

หมายเหตุ: CP; จังหวัดชุมพร, SR; สุราษฎร์ธานี, SK; สงขลา, RN; ระนอง และ KB; กระบี่

PT; อำเภอพะโต๊ะ, TS; ท่าแซะ, PN; พนม, JN; จะนะ, SD; สะเดา, KR; กระบุรี, PY; ปลายพระยา และ KT; คลองท่อม Sieve no. G =≤4.76 มิลลิเมตร, 12=4.76-<5.56 มิลลิเมตร, 14=5.56-<5.95 มิลลิเมตร, 5=5.95-<6.35 มิลลิเมตร, 16=6.35-<6.75 มิลลิเมตร, 17=6.75-<71.4 มิลลิเมตร และ 18=≥7.14 มิลลิเมตร ตัวอักษรที่กำกับเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีตเมนต์ที่แตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น P≤0.01 แถบบาร์ที่แสดงในแนวตั้ง=±SD (standard deviation)



ภาพที่ 4 ขนาดเมล็ดกาแฟสารโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

หมายเหตุ: CP; จังหวัดชุมพร, SR; สุราษฎร์ธานี, SK; สงขลา, RN; ระนอง และ KB; กระบี่ PT; อำเภอพะโต๊ะ, TS; ท่าแซะ, PN; พนม, JN; จะนะ, SD; สะเดา, KR; กระบุรี, PY; ปลายพระยา และ KT; คลองท่อม

Sieve no. G =≤4.76 มิลลิเมตร, 12=4.76-<5.56 มิลลิเมตร, 14=5.56-<5.95 มิลลิเมตร, 5=5.95-<6.35 มิลลิเมตร, 16=6.35-<6.75 มิลลิเมตร, 17=6.75-<71.4 มิลลิเมตร และ 18=≥7.14 มิลลิเมตร

ผลการทดลองที่ 2: การประเมินทางประสาทสัมผัสของกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟโรบัสตาและอราบิกาในภาคใต้ของประเทศไทย

1. การประเมินรสชาติของกาแฟโรบัสตาและอราบิกา

1.1 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

จากการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง แบบเปียก และแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก พบว่า เมล็ดกาแฟจากพื้นที่จังหวัดยะลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (YL-D) มีค่า pH มากที่สุด อยู่ที่ 6.30±0.01 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-PT-H) ซึ่งมีค่า pH น้อยที่สุด อยู่ที่ 5.06±0.01 และเมื่อพิจารณาในแต่ละกระบวนการแปรรูป พบว่า ค่า pH จากเมล็ดกาแฟที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง เมล็ดกาแฟจากพื้นที่ปลูกจังหวัดยะลา (YL-D) มีค่า pH มากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกาแฟจากพื้นที่อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SR-PN-D) มีค่าอยู่ที่ 5.14±0.01 และค่า pH จากเมล็ดกาแฟที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก พบว่า เมล็ดกาแฟจากพื้นที่ปลูกจังหวัดสตูล (ST-100y-W) มีค่า pH มากที่สุด เท่ากับ 6.29±0.01 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร (CP-TS-W) ซึ่งมีค่า pH น้อยที่สุด อยู่ที่ 5.19±0.01 ส่วนค่า pH จากเมล็ดกาแฟที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก พบว่า เมล็ดกาแฟจากพื้นที่จังหวัดชุมพร (CP-H) มีค่า pH มากที่สุด เท่ากับ 6.19±0.00 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร (CP-PT-H) ซึ่งมีค่า pH น้อยที่สุด อยู่ที่ 5.06±0.01 นอกจากนี้ เมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปโดยการหมักยีสต์ นม เบียร์ และวิธี Cold soul พบว่า กระบวนการหมักด้วยนมมีค่า pH อยู่ที่ 6.47±0.01 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดกาแฟที่ผ่านกระบวนการหมักด้วยยีสต์ Cold soul และเบียร์ มีค่าอยู่ที่ 6.32±0.01, 6.31±0.01 และ 6.27±0.00 ตามลำดับ ในกาแฟอราบิกาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก พบว่า เมล็ดกาแฟจากอำเภอธารโต จังหวัดยะลา ที่ปลูกแบบเชิงเดี่ยว (YL-TT-W-A) และปลูกร่วมไม้ผล (YL-TT-W-C) มีค่า pH มากที่สุด อยู่ที่ 5.18±0.01 และเมล็ดกาแฟจากอำเภอธารโต จังหวัดยะลา ที่ปลูกร่วมยางพารา (YL-TT-W-B) มีค่าอยู่ที่ 5.15±0.00 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับเมล็ดกาแฟจากจังหวัดตรัง (TR-W) ซึ่งมีค่า pH น้อยที่สุด อยู่ที่ 4.74±0.00 (ตารางที่ 13)

1.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%TDS) และเปอร์เซ็นต์การสกัด (%PE)

จากการวิเคราะห์ปริมาณเปอร์เซ็นต์ของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำทั้งหมด (%TDS) และเปอร์เซ็นต์การสกัด หรือผลรวมของของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (%PE) ในสารละลายกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง แบบเปียก และแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก พบว่า เปอร์เซ็นต์ของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำและเปอร์เซ็นต์การสกัดในกาแฟโรบัสตาที่มีค่ามากที่สุด คือ เมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SK-JN-D) อยู่ที่ 1.36±0.03 และ 20.40±0.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (RN-KR-W) ซึ่งมีค่าน้อยที่สุดอยู่ที่ 1.01±0.01 และ 15.08±0.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในอราบิกา พบว่า เมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอธารโต จังหวัดยะลา ที่ปลูกร่วมยางพารา (YL-TT-W-B) มีเปอร์เซ็นต์ของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ และเปอร์เซ็นต์การสกัดมากที่สุด อยู่ที่ 1.23±0.01 และ 18.38±0.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดกาแฟจากจังหวัดตรัง (TR-W) ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด อยู่ที่ 0.90±0.04 และ 13.50±0.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

จากการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ และเปอร์เซ็นต์การสกัดในเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง พบว่า เมล็ดกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา (SK-JN-D) มีค่ามากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกาแฟจากพื้นที่อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร (CP-TS-D) ซึ่งมีค่าน้อยที่สุดอยู่ที่ 1.07±0.04 และ 15.98±0.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

เปอร์เซ็นต์ของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ และเปอร์เซ็นต์การสกัดในเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก พบว่า อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา (SK-NT-W) มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 1.32±0.01 และ 19.80±0.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับพื้นที่อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง (RN-KR-W) ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด ส่วนสารละลายกาแฟจากเมล็ดที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก พบว่า เมล็ดกาแฟจังหวัดชุมพร (CP-H) มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 1.16±0.01 และ 17.40±0.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับอำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร (CP-PT-H) ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด อยู่ที่ 1.07±0.04 และ 15.98±0.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ ในเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปโดยการหมักยีสต์ นม เบียร์ และวิธี Cold soul พบว่า กระบวนการหมักด้วยยีสต์ มีค่าเปอร์เซ็นต์ของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ และเปอร์เซ็นต์การสกัดมากที่สุด อยู่ที่ 1.34±0.02 และ 20.03±0.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และกระบวนการหมักด้วยหมักนมมีค่าน้อยที่สุด อยู่ที่ 1.17±0.01 และ 17.48±0.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และเปอร์เซ็นต์การสกัดในเมล็ดกาแฟคั่วโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

Locations	pH	%TDS	%PE
Robusta coffee			
		Dry process	
RN-KR-D	5.28±0.01i	1.22±0.06def	18.23±0.95def
CP-TS-D	5.33±0.01h	1.07±0.04ij	15.98±0.53ij
SR-PN-D	5.14±0.01n	1.15±0.02fghi	17.18±0.32fghi
KB-PY-D	5.43±0.02f	1.12±0.05fghi	16.73±0.74ghi
KB-KT-D	5.37±0.00g	1.08±0.00hij	16.20±0.00hij
SK-JN-D	5.17±0.01lmn	1.36±0.03a	20.40±0.42a
YL-D	6.30±0.01bcd	1.26±0.00bcd	18.90±0.00bcd
		Wet process	
RN-KR-W	5.20±0.00jk	1.01±0.01j	15.08±0.11j
CP-TS-W	5.19±0.01jkl	1.09±0.01ghi	16.35±0.21ghi
ST-W	6.28±0.01cd	1.21±0.01def	18.08±0.11def
ST-100y-W	6.29±0.01bcd	1.30±0.02abc	19.43±0.32abc
SK-NT-W	6.28±0.01cd	1.32±0.01ab	19.80±0.21ab
		Honey process	
CP-TS-H	5.21±0.01j	1.09±0.00ghi	16.35±0.00ghi
CP-PT-H	5.06±0.01o	1.07±0.04ij	15.98±0.53ij
CP-H	6.19±0.00e	1.16±0.01efgh	17.40±0.21efgh
F-test	**	**	**
C.V.	0.17	2.21	2.21

หมายเหตุ: Total dissolved solids; TDS, Extraction yield; PE, กระบวนการแปรรูปแบบแห้ง; D, กระบวนการแปรรูปแบบเปียก; W และกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก; H

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P≤0.01) จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ P≤0.01

ตารางที่ 13 (ต่อ) ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และเปอร์เซ็นต์การสกัดในเมล็ดกาแฟคั่วโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

Locations	pH	%TDS	%PE
Robusta coffee			
	Other process		
Anaerobic yeast	6.32±0.01b	1.34±0.02ab	20.03±0.32ab
Anaerobic cultured milk	6.47±0.01a	1.17±0.01efg	17.48±0.11efg
Anaerobic ginger beer	6.27±0.00d	1.24±0.03cde	18.60±0.42cde
Cold soul	6.31±0.01bc	1.21±0.01def	18.15±0.21def
Arabica coffee			
YL-TT-W-A	5.18±0.01klm	1.09±0.01ghi	16.35±0.21ghi
YL-TT-W-B	5.15±0.00mn	1.23±0.01cdef	18.38±0.11cdef
YL-TT-W-C	5.18±0.01klm	1.10±0.06ghi	16.50±0.21ghi
TR-W	4.74±0.00p	0.90±0.04k	13.50±0.64k
F-test	**	**	**
C.V.	0.17	2.21	2.21

หมายเหตุ: Total dissolved solids; TDS, Extraction yield; PE, กระบวนการแปรรูปแบบเปียก; W และกระบวนการแปรรูปโดยการหมักยีสต์ นม เบียร์ และวิธี Cold soul; Other process ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P≤0.01) จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ P≤0.01

2. การประเมินรสชาติในตัวอย่างกาแฟ

2.1 ค่าความเค็ม และความหวานทั้งหมดในตัวอย่างกาแฟ

ค่าความเค็ม

จากการประเมินปริมาณความเค็มของกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ พบว่า มีค่าความเค็ม (%Salinity) สูงสุดอยู่ที่ 1.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ ในพื้นที่ส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษา ทั้งในกาแฟโรบัสตาและอราบิกา ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกาแฟโรบัสตาจากพื้นที่ปลูกอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (RN-KR-W) และกาแฟอราบิกาจากพื้นที่อำเภอธารโต จังหวัดยะลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (YL-TT-W-C) ซึ่งมีค่าความเค็มน้อยที่สุด อยู่ที่ 0.70±0.00 และ 0.75±0.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 14)

ค่าความหวาน

จากการประเมินปริมาณของความหวานของกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ พบว่า เมล็ดกาแฟโรบัสตาจากพื้นที่อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-TS-H) มีค่าความหวาน (%Brix) สูงสุดอยู่ที่ 1.90±0.00 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดกาแฟโรบัสตาจากอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร (CP-TS-W) รองลงมาคือ อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง (RN-KR-W) ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก มีค่าความหวานอยู่ที่ 1.80±0.00 และ 1.70±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในกาแฟโรบัสตาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปโดยการหมักยีสต์ นม เบียร์ และวิธี Cold soul พบว่า กระบวนการแปรรูปแบบหมักยีสต์ มีค่าความหวานสูงสุด อยู่ที่ 1.60±0.00 เปอร์เซ็นต์ และในเมล็ดกาแฟอราบิกา พบว่า เมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอธารโต จังหวัดยะลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (YL-TT-W-B) มีค่าความหวาน อยู่ที่ 1.50±0.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกาแฟจากจังหวัดตรัง ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (TR-W) มีค่าความหวาน อยู่ที่ 1.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าความหวานต่ำสุดที่พบในกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ อยู่ที่ 1.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 ค่าความเค็ม และความหวานในกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

Locations	%Salinity	%Brix
Robusta coffee		
	Dry process	
RN-KR-D	1.00±0.00a	1.10±0.00hi
CP-TS-D	1.00±0.00a	1.00±0.00i
SR-PN-D	1.00±0.00a	1.10±0.14hi
KB-PY-D	1.00±0.00a	1.10±0.00hi
KB-KT-D	0.95±0.07a	1.00±0.14i
SK-JN-D	1.00±0.00a	1.20±0.00gh
YL-D	1.00±0.00a	1.00±0.00i
	Wet process	
RN-KR-W	0.70±0.00d	1.70±0.00bc
CP-TS-W	0.85±0.07b	1.80±0.00ab
ST-W	1.00±0.00a	1.00±0.00i
ST-100y-W	1.00±0.00a	1.00±0.00i
SK-NT-W	1.00±0.00a	1.00±0.00i
	Honey process	
CP-TS-H	0.80±0.00bc	1.90±0.00a
CP-PT-H	1.00±0.00a	1.20±0.00gh
CP-H	1.00±0.00a	1.40±0.00ef
F-test	**	**
C.V.	2.71	3.51

หมายเหตุ: กระบวนการแปรรูปแบบแห้ง; D, กระบวนการแปรรูปแบบเปียก; W และกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก; H

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P≤0.01) จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ P≤0.01

ตารางที่ 14 (ต่อ) ค่าความเค็ม และความหวานในกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

Locations	%Salinity	%Brix
Robusta coffee		
	Other process	
Anaerobic yeast	1.00±0.00a	1.60±0.00cd
Anaerobic cultured milk	1.00±0.00a	1.00±0.00i
Anaerobic ginger beer	1.00±0.00a	1.40±0.00ef
Cold soul	1.00±0.00a	1.40±0.00ef
Arabica coffee		
YL-TT-W-A	0.80±0.00bc	1.25±0.07fg
YL-TT-W-B	0.80±0.00bc	1.50±0.00de
YL-TT-W-C	0.75±0.07cd	1.30±0.00g
TR-W	1.00±0.00a	1.00±0.00i
F-test	**	**
C.V.	2.71	3.51

หมายเหตุ: กระบวนการแปรรูปแบบเปียก; W และกระบวนการแปรรูปโดยการหมักยีสต์ นม เบียร์ และวิธี Cold soul; Other process

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P≤0.01) จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ P≤0.01

2.2 ปริมาณกรดทั้งหมดในตัวอย่างกาแฟ

จากการหาปริมาณกรดซิตริก กรดมาลิก กรดทาร์ทาริก และกรดแอซิติกทั้งหมดในตัวอย่างกาแฟโดยวิธีการไทเทรต ในกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ของประเทศไทย พบว่า มีเปอร์เซ็นต์ของกรดทาร์ทาริกสูงที่สุดทั้งในกาแฟโรบัสตาและอราบิกา รองลงมาคือ กรดมาลิก และกรดซิตริก และพบเปอร์เซ็นต์ของกรดแอซิติกน้อยที่สุดในตัวอย่างทดสอบ (ตารางที่ 15)

จากการวิเคราะห์ปริมาณกรดซิตริก กรดมาลิก กรดทาร์ทาริก และกรดแอซิติกในตัวอย่างกาแฟโรบัสตาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง แบบเปียก และแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก พบว่า กาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SR-PN-D) มีปริมาณกรดซิตริก กรดมาลิก กรดทาร์ทาริก และกรดแอซิติกสูงที่สุด อยู่ที่ 0.986±0.018, 1.032±0.019, 1.155±0.021 และ 0.924±0.017 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่ (KB-PY-D) (มีค่า 0.922±0.036, 0.965±0.038, 1.080±0.424 และ 0.864±0.034 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) รองลงมาคือ กาแฟจากพื้นที่อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง (RN-KR-D) (มีค่า 0.870±0.036, 0.911±0.038, 1.020±0.424 และ 0.816±0.034 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้งนี้ แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-TS-H) ซึ่งพบปริมาณกรดซิตริก กรดมาลิก กรดทาร์ทาริก และกรดแอซิติกต่ำที่สุด มีค่า 0.512±0.036, 0.536±0.038, 0.600±0.424 และ 0.480±0.034 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในกาแฟโรบัสตาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปโดยการหมักยีสต์ นม เบียร์ และวิธี Cold soul พบว่า กาแฟจากกระบวนการแปรรูปแบบหมักยีสต์ มีปริมาณกรดซิตริก กรดมาลิก กรดทาร์ทาริก และกรดแอซิติกสูงที่สุด อยู่ที่ 0.922±0.036, 0.965±0.038, 1.080±0.424 และ 0.864±0.034 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกระบวนการแปรรูปที่หมักด้วยนม ซึ่งพบปริมาณกรดต่ำที่สุด เท่ากับ 0.576±0.018, 0.603±0.019, 0.675±0.021 และ 0.540±0.017 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 15)

จากการวิเคราะห์ปริมาณกรดซิตริก กรดมาลิก กรดทาร์ทาริก และกรดแอซิติกในตัวอย่างกาแฟอราบิกา พบว่า กาแฟจากพื้นที่ปลูกจากจังหวัดตรัง ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (TR-W) พบปริมาณกรดสูงที่สุด อยู่ที่ 0.717±0.036, 0.750±0.038, 0.840±0.424 และ 0.672±0.034 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกาแฟจากพื้นที่อำเภอธารโต จังหวัดยะลา ที่ปลูกร่วมไม้ผล (YL-TT-W-C) ซึ่งพบปริมาณกรดต่ำที่สุด เท่ากับ 0.499±0.018, 0.523±0.019, 0.585±0.021 และ 0.468±0.017 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 ปริมาณกรดทั้งหมดในตัวอย่างกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

Locations	Citric acid (%)	Malic acid (%)	Tartaric acid (%)	Acetic acid (%)
Robusta coffee				
	Dry process			
RN-KR-D	0.870±0.036bc	0.911±0.038b**c**	1.020±0.424bc	0.816±0.034bc
CP-TS-D	0.538±0.036jkl	0.563±0.038jkl	0.630±0.424jkl	0.504±0.034jkl
SR-PN-D	0.986±0.018a	1.032±0.019a	1.155±0.021a	0.924±0.017a
KB-PY-D	0.922±0.036ab	0.965±0.038ab	1.080±0.424ab	0.864±0.034ab
KB-KT-D	0.589±0.036ijk	0.616±0.038ijk	0.690±0.424ijk	0.552±0.034ijk
SK-JN-D	0.704±0.018efg	0.737±0.019efg	0.825±0.021efg	0.660±0.017efg
YL-D	0.678±0.018fgh	0.710±0.019fgh	0.795±0.021fgh	0.636±0.017fgh
	Wet process			
RN-KR-W	0.794±0.036cd	0.831±0.038cd	0.930±0.424cd	0.744±0.034cd
CP-TS-W	0.538±0.000jkl	0.563±0.000jkl	0.630±0.00jkl	0.504±0.00jkl
ST-W	0.870±0.036bc	0.911±0.038bc	1.020±0.424bc	0.816±0.034bc
ST-100y-W	0.576±0.018ijkl	0.603±0.019ijkl	0.675±0.021ijkl	0.540±0.017ijkl
SK-NT-W	0.627±0.018ghi	0.657±0.019ghi	0.735±0.021ghi	0.588±0.017ghi
	Honey process			
CP-TS-H	0.512±0.036kl	0.536±0.038kl	0.600±0.424kl	0.480±0.034kl
CP-PT-H	0.576±0.018ijkl	0.603±0.019ijkl	0.675±0.021ijkl	0.540±0.017ijkl
CP-H	0.691±0.036fg	0.724±0.038fg	0.810±0.424fg	0.648±0.034fg
F-test	**	**	**	**
C.V.	3.93	3.93	3.93	3.93

หมายเหตุ: กระบวนการแปรรูปแบบแห้ง; D, กระบวนการแปรรูปแบบเปียก; W และกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก; H

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P≤0.01) จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ P≤0.01

ตารางที่ 15 (ต่อ) ปริมาณกรดทั้งหมดในตัวอย่างกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

Locations	Citric acid (%)	Malic acid (%)	Tartaric acid (%)	Acetic acid (%)
Robusta coffee				
	Other process			
Anaerobic yeast	0.922±0.036ab	0.965±0.038ab	1.080±0.424ab	0.864±0.034ab
Anaerobic cultured milk	0.576±0.018ijkl	0.603±0.019ijkl	0.675±0.021ijkl	0.540±0.017ijkl
Anaerobic ginger beer	0.780±0.018def	0.764±0.019def	0.855±0.021def	0.684±0.017def
Cold soul	0.781±0.018de	0.817±0.019de	0.915±0.021ed	0.732±0.017de
Arabica coffee				
YL-TT-W-A	0.602±0.018l	0.630±0.019l	0.705±0.021l	0.564±0.017l
YL-TT-W-B	0.653±0.018fghi	0.683±0.019fghi	0.765±0.021fghi	0.612±0.017fghi
YL-TT-W-C	0.499±0.018hij	0.523±0.019hij	0.585±0.021hij	0.468±0.017hij
TR-W	0.717±0.036def	0.750±0.038def	0.840±0.424def	0.672±0.034def
F-test	**	**	**	**
C.V.	3.93	3.93	3.93	3.93

หมายเหตุ: กระบวนการแปรรูปแบบเปียก; W และกระบวนการแปรรูปโดยการหมักยีสต์ นม เบียร์ และวิธี Cold soul; Other process

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P≤0.01) จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ P≤0.01

2.3 การวิเคราะห์ค่าสีของสารละลายกาแฟโรบัสตาและอราบิกา

การทดสอบคุณภาพความสว่าง (L*)

จากการวิเคราะห์คุณภาพความสว่างของสารละลายกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย พบว่า สารละลายกาแฟมีค่า L* แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (CP-TS-W) มีค่าสูงที่สุด ซึ่งมีค่า L* เท่ากับ 21.45±1.43 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสารละลายกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SK-JN-D) ซึ่งมีค่า L* เท่ากับ 2.07±0.20 ส่วนคุณภาพความสว่างของสารละลายกาแฟอราบิกา พบว่า กาแฟจากพื้นที่อำเภอธารโต จังหวัดยะลาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (YL-TT-W-A) มีค่าสูงที่สุด ซึ่งมีค่า L* เท่ากับ 20.14±0.89 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกาแฟจากจังหวัดตรัง ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (TR-W) ซึ่งมีค่า L* ต่ำที่สุด เท่ากับ 6.35±0.82 (ตารางที่ 16)

การทดสอบคุณภาพสี (a*)

จากการวิเคราะห์คุณภาพสีของสารละลายกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย พบว่า สารละลายกาแฟมีค่า a* แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยกาแฟจากพื้นที่อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (RN-KR-D) มีค่า a* สูงที่สุด เท่ากับ 0.16±0.01 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสารละลายกาแฟจากพื้นที่อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (CP-TS-W) ซึ่งมีค่า a* ต่ำที่สุด เท่ากับ -0.34±0.04 ส่วนคุณภาพสีของสารละลายกาแฟอราบิกา พบว่า กาแฟจากพื้นที่อำเภอธารโต จังหวัดยะลา แบบเชิงเดี่ยว ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (YL-TT-W-A) มีค่าสูงที่สุด ซึ่งมีค่า a* เท่ากับ -0.10±0.09 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกาแฟจากจังหวัดตรัง ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (TR-W) ซึ่งมีค่า a* ต่ำที่สุด เท่ากับ -0.25±0.06 (ตารางที่ 16)

การทดสอบคุณภาพสี (b*)

จากการวิเคราะห์คุณภาพสีของสารละลายกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย พบว่า คุณภาพสี (b*) ในสารละลายกาแฟไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในกาแฟโรบัสตา พบว่า กาแฟที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้งมีค่า b* อยู่ในช่วง -0.40 ถึง 0.27 ส่วนกาแฟที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียกมีค่า b* อยู่ในช่วง -0.43 ถึง 0.19 และกาแฟที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียกมีค่า b* อยู่ในช่วง -0.06 ถึง 0.10 ส่วนคุณภาพสีของสารละลายกาแฟอราบิกา พบว่า มีค่า b* อยู่ในช่วง -0.53 ถึง 0.12 (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 ค่าสีของสารละลายกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

Locations	Color shade		
	L*	a*	b*
Robusta coffee			
	Dry process		
RN-KR-D	17.12±4.75ab	0.16±0.01a	-0.09±0.13
CP-TS-D	6.57±0.28bc	-0.29±0.08bc	-0.61±0.01
SR-PN-D	10.51±3.43abc	-0.15±0.21abc	-0.09±0.77
KB-PY-D	14.43±2.31abc	-0.09±0.08abc	-0.33±0.51
KB-KT-D	20.71±8.33a	0.03±0.11ab	-0.21±0.45
SK-JN-D	2.07±0.20c	0.03±0.00ab	0.27±0.18
YL-D	10.84±3.31abc	-0.11±0.00abc	-0.40±0.07
	Wet process		
RN-KR-W	12.49±1.24abc	-0.30±0.04c	-0.43±0.28
CP-TS-W	21.45±1.43a	-0.34±0.04c	-0.13±0.33
ST-W	9.12±3.88abc	-0.04±0.01abc	-0.20±0.37
ST-100y-W	9.21±6.99abc	-0.05±0.08abc	0.19±0.10
SK-NT-W	9.00±8.64abc	-0.19±0.01bc	-0.30±0.44
	Honey process		
CP-TS-H	13.66±6.43abc	-0.05±0.02abc	-0.06±0.21
CP-PT-H	11.95±2.09abc	-0.10±0.01abc	0.02±0.08
CP-H	2.80±1.04c	-0.11±0.15abc	0.10±0.49
F-test	**	**	ns
C.V.	36.75	0.02	0.12

หมายเหตุ: กระบวนการแปรรูปแบบแห้ง; D, กระบวนการแปรรูปแบบเปียก; W แลกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก; H

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P≤0.01) จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ P≤0.01

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 16 (ต่อ) ค่าสีของสารละลายกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

Locations	Color shade		
	L*	a*	b*
Robusta coffee			
	Other process		
Anaerobic yeast	8.39± 5.23abc	-0.07±0.00abc	-0.05±0.35
Anaerobic cultured milk	11.98±1.65abc	-0.12±0.06abc	-0.25±0.18
Anaerobic ginger beer	6.61±5.00bcbc	-0.10±0.08abc	0.09±0.25
Cold soul	2.71±0.06c	0.02±0.04ab	0.40±0.01
Arabica coffee			
YL-TT-W-A	20.14±0.89a	-0.10±0.09abc	0.12±0.07
YL-TT-W-B	13.36±1.76abc	-0.22±0.25bc	-0.30±0.73
YL-TT-W-C	10.18±1.69abc	-0.12±0.13abc	-0.40±0.27
TR-W	6.35±0.82bc	-0.25±0.06bc	-0.53±0.13
F-test	**	**	ns
C.V.	36.75	0.02	0.12

หมายเหตุ: กระบวนการแปรรูปแบบเปียก; W และกระบวนการแปรรูปโดยการหมักยีสต์ นม เบียร์ และวิธี Cold soul; Other process

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P≤0.01) จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ P≤0.01

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

3. การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกาแฟโรบัสตาและอราบิกา

3.1 การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกาแฟโรบัสตา

การประเมินด้านกลิ่น (Fragrance/aroma) พบว่า กาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (RN-KR-1-D) มีคะแนนสูงที่สุด อยู่ที่ 7.75±0.00 คะแนน ส่วนอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-TS-H) มีคะแนนต่ำที่สุดอยู่ที่ 6.94±0.29 คะแนน

การประเมินด้านกลิ่นรส (Flavor) พบว่า กาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (CP-TS-D) มีคะแนนสูงที่สุด อยู่ที่ 7.60±0.35 คะแนน ส่วนอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก และแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-TS-W และ CP-TS-H) และอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SR-PN-D) มีคะแนนต่ำที่สุดอยู่ที่ 7.00±0.31, 7.00±0.20 และ 7.00±0.22 คะแนน ตามลำดับ

การประเมินกลิ่นรสที่ค้างอยู่ในคอ (Aftertaste) พบว่า กาแฟจากพื้นที่อำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่ ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (KB-PY-D) มีคะแนนสูงที่สุด อยู่ที่ 7.60±0.60 คะแนน ส่วนอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SK-JN-D) มีคะแนนกลิ่นรสที่ค้างอยู่ในคอต่ำที่สุด คือ 7.00±0.46 คะแนน

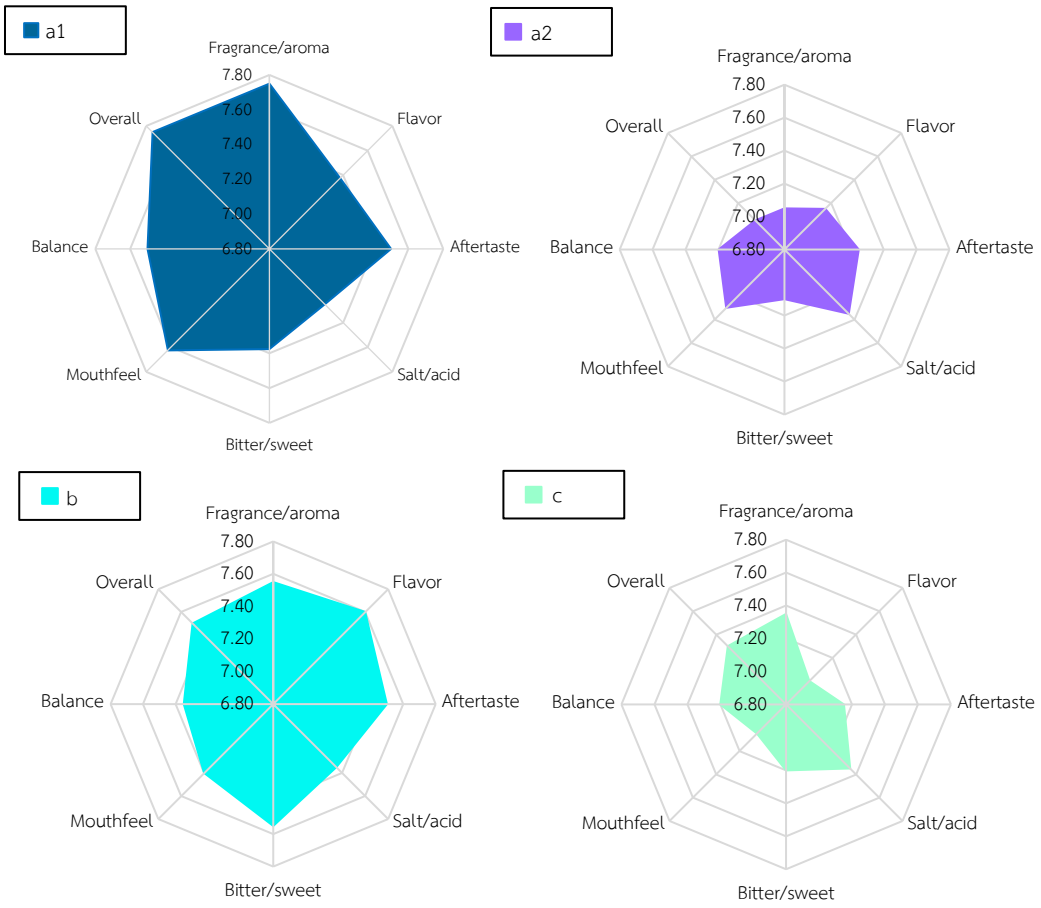
ด้านความสมดุลของรสชาติเค็มต่อรสเปรี้ยว (Salt/acid) พบว่า กาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียกโดยใช้น้ำแร่ (SK-HY-W) มีคะแนนสูงที่สุด อยู่ที่ 7.50±0.20 คะแนน ส่วนอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SK-JN-D) มีคะแนนความสมดุลของรสชาติเค็มต่อรสเปรี้ยว ต่ำที่สุด อยู่ที่ 7.13±0.25 คะแนน

ด้านความสมดุลของรสชาติขมต่อรสหวาน (Bitter/sweet) พบว่า กาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (CP-TS-D) มีคะแนนสูงที่สุด อยู่ที่ 7.55±0.41 คะแนน และกาแฟจากอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-TS-H) มีคะแนนด้านความสมดุลของรสชาติขมต่อรสหวานเท่ากัน ต่ำที่สุด อยู่ที่ 6.75±0.25 คะแนน

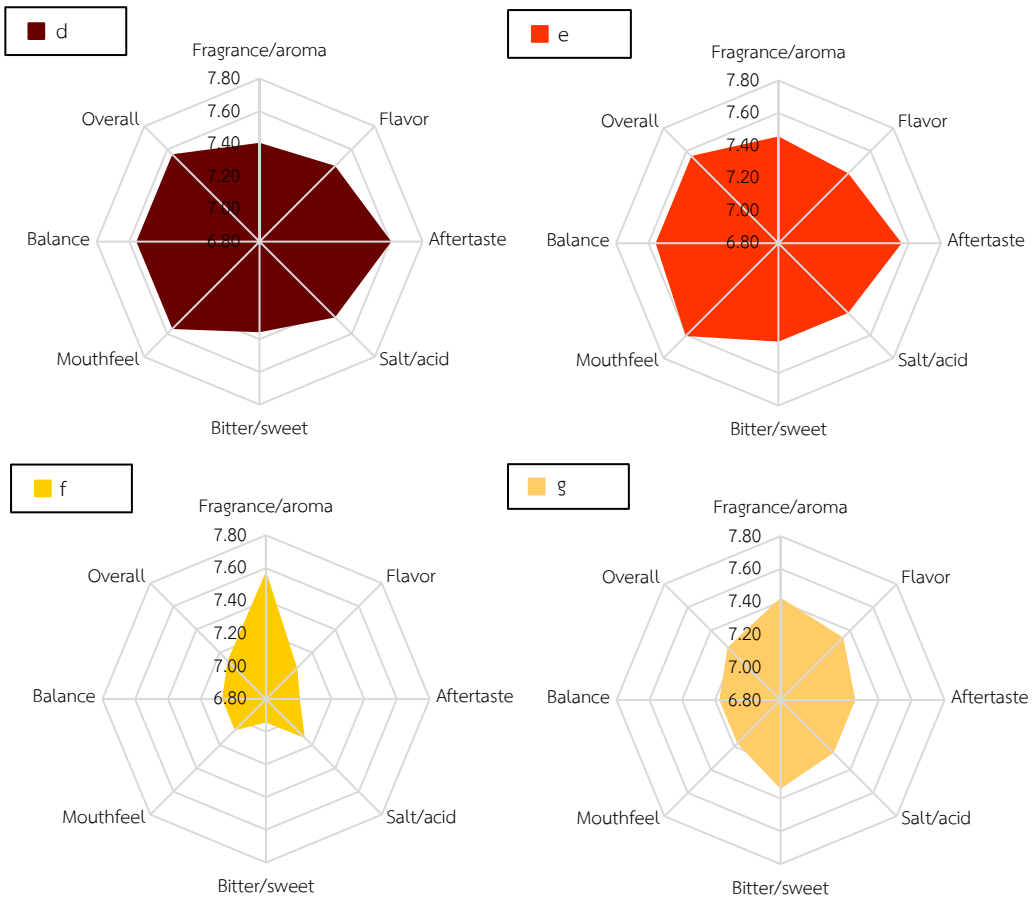
ด้านความรู้สึกค้างในปากของกลิ่นรส (Mouthfeel) พบว่า กาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (RN-KR-1-D) มีคะแนนสูงที่สุด อยู่ที่ 7.63±0.18 คะแนน ส่วนกาแฟจากพื้นที่อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (SR-PN-D) มีคะแนนด้านความติดค้างในปากของกลิ่นรสต่ำที่สุด อยู่ที่ 7.05±0.43 คะแนน

ด้านความสมดุลของรสชาติ (Balance) พบว่า กาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอปลายพระยา และอำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (KB-PY-D และ KB-KT-D) มีคะแนนสูงที่สุด อยู่ที่ 7.55±0.56 และ 7.55±0.57 คะแนน ตามลำดับ ส่วนกาแฟจากพื้นที่อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-TS-H) และอำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (SK-NT-W) มีคะแนนความสมดุลของรสชาติต่ำที่สุด อยู่ที่ 7.00±0.29 และ 7.00±0.25 คะแนน ตามลำดับ

คะแนนความชอบโดยรวมรวม (Over all) พบว่า กาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (RN-KR-1-D) มีคะแนนสูงที่สุด อยู่ที่ 7.75±0.00 คะแนน ส่วนกาแฟจากพื้นที่อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (SK-NT-W) มีคะแนนความชอบโดยรวมต่ำที่สุด อยู่ที่ 6.75±0.25 คะแนน (ภาพที่ 5, 6 และ 7)



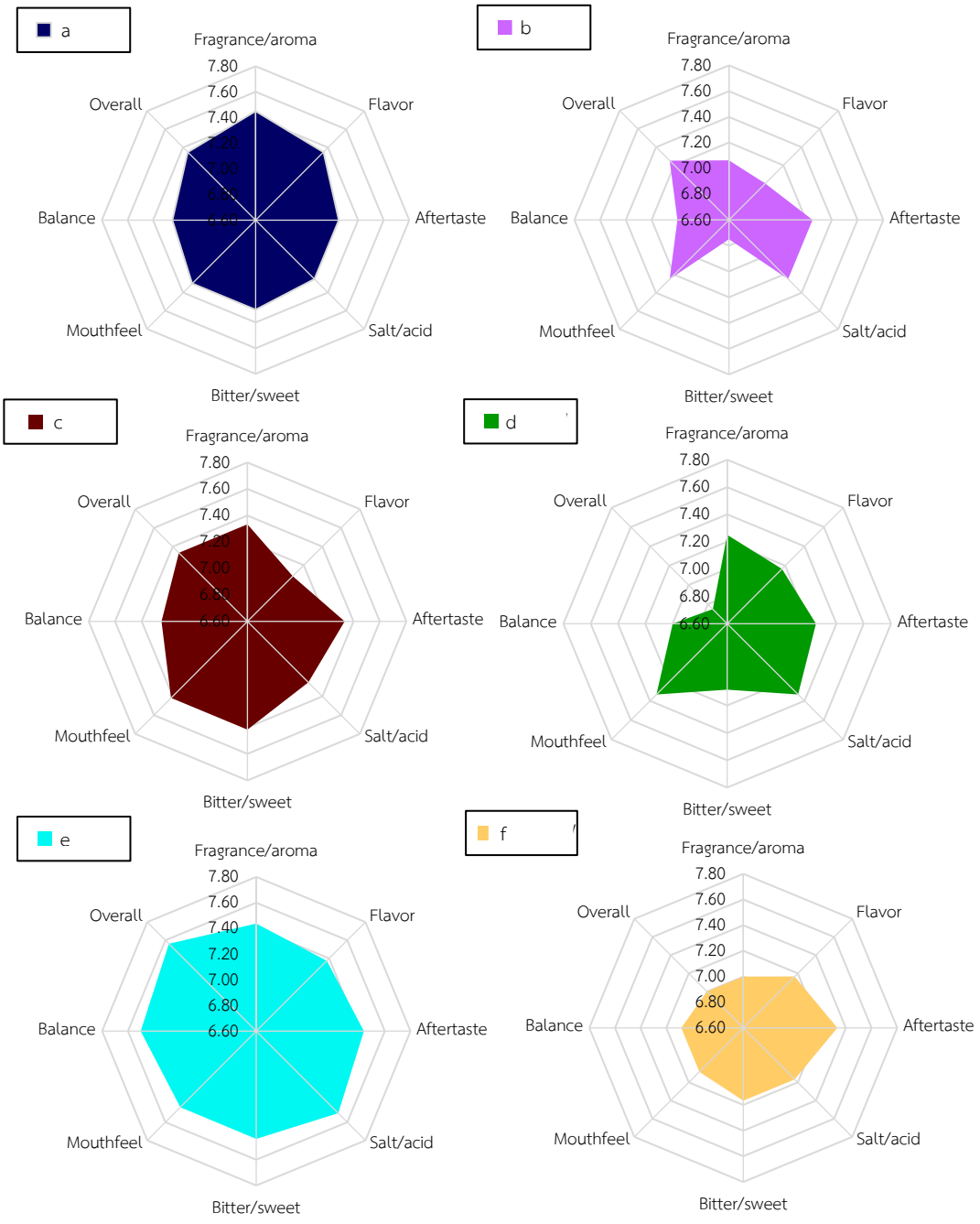
ภาพที่ 5 คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกาแฟโรบัสตาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (Dry process) และปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping หมายเหตุ: a1; RN-KR-1-D, a2; RN-KR-2-D, b; CP-TS-D และ c; SR-PN-D ระดับคุณภาพ Average=5.00-5.99 คะแนน Good=6.00-6.99 คะแนน Very good=7.00-7.99 คะแนน Fine=8.00-8.99 คะแนน และ Outstanding=9.00-10.00 คะแนน



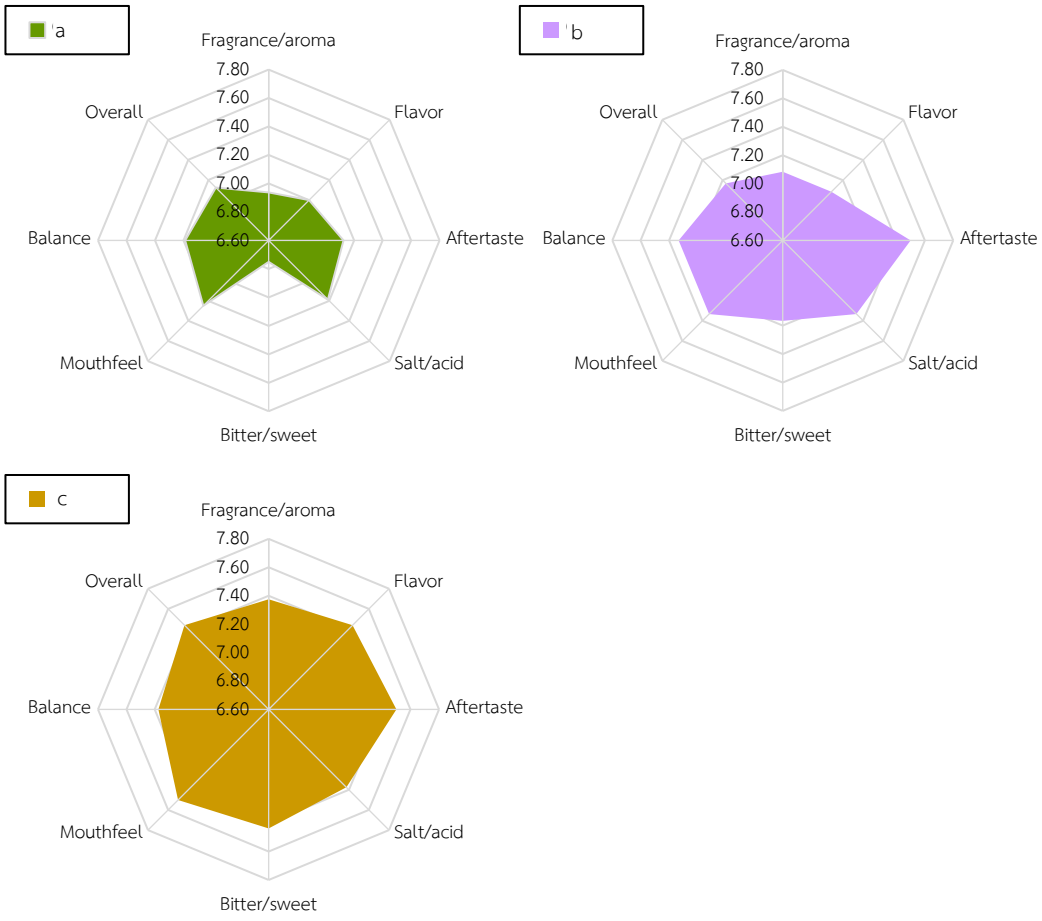
ภาพที่ 5 (ต่อ) คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกาแฟโรบัสตาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (Dry process) และปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping

หมายเหตุ: d; KB-PY-D, e; KB-KT-D, f; SK-JN-D และ g; YL-D

ระดับคุณภาพ Average=5.00-5.99 คะแนน Good=6.00-6.99 คะแนน Very good=7.00-7.99 คะแนน Fine=8.00-8.99 คะแนน และ Outstanding=9.00-10.00 คะแนน



ภาพที่ 6 คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกาแฟโรบัสตาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (Wet process) และปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping หมายเหตุ: a; RN-KR-W, b; CP-TS-W, c; SK-HY-W, d; SK-NT-W, e; ST-W และ f; ST-100y-W ระดับคุณภาพ Average=5.00-5.99 คะแนน Good=6.00-6.99 คะแนน Very good=7.00-7.99 คะแนน Fine=8.00-8.99 คะแนน และ Outstanding=9.00-10.00 คะแนน



ภาพที่ 7 คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกาแฟโรบัสตาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (Honey process) และปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping

หมายเหตุ: a; CP-TS-H, b; CP-PT-H และ c; SK-HY-H

ระดับคุณภาพ Average=5.00-5.99 คะแนน Good=6.00-6.99 คะแนน Very good=7.00-7.99 คะแนน Fine=8.00-8.99 คะแนน และ Outstanding=9.00-10.00 คะแนน

3.2 การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกาแฟอราบิกา

การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกาแฟอราบิกาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก และปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping มีคะแนนในแต่ละคุณลักษณะดังนี้

การประเมินด้านกลิ่น (Fragrance/aroma) พบว่า กาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอธารโต จังหวัดยะลา ที่ปลูกร่วมไม้ผล (YL-TT-W-C) มีคะแนนสูงที่สุด อยู่ที่ 7.45±0.41 คะแนน ส่วนกาแฟจากพื้นที่ปลูกจังหวัดตรัง (TR-W) มีคะแนนต่ำที่สุดอยู่ที่ 7.15±0.29 คะแนน

การประเมินด้านกลิ่นรส (Flavor) พบว่า กาแฟจากพื้นที่ปลูกจังหวัดตรัง (TR-W) มีคะแนนสูงที่สุด อยู่ที่ 7.35±0.22 คะแนน ส่วนกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอธารโต จังหวัดยะลา ที่ปลูกร่วมยางพารา (YL-TT-W-B) มีคะแนนต่ำที่สุดอยู่ที่ 7.15±0.34 คะแนน

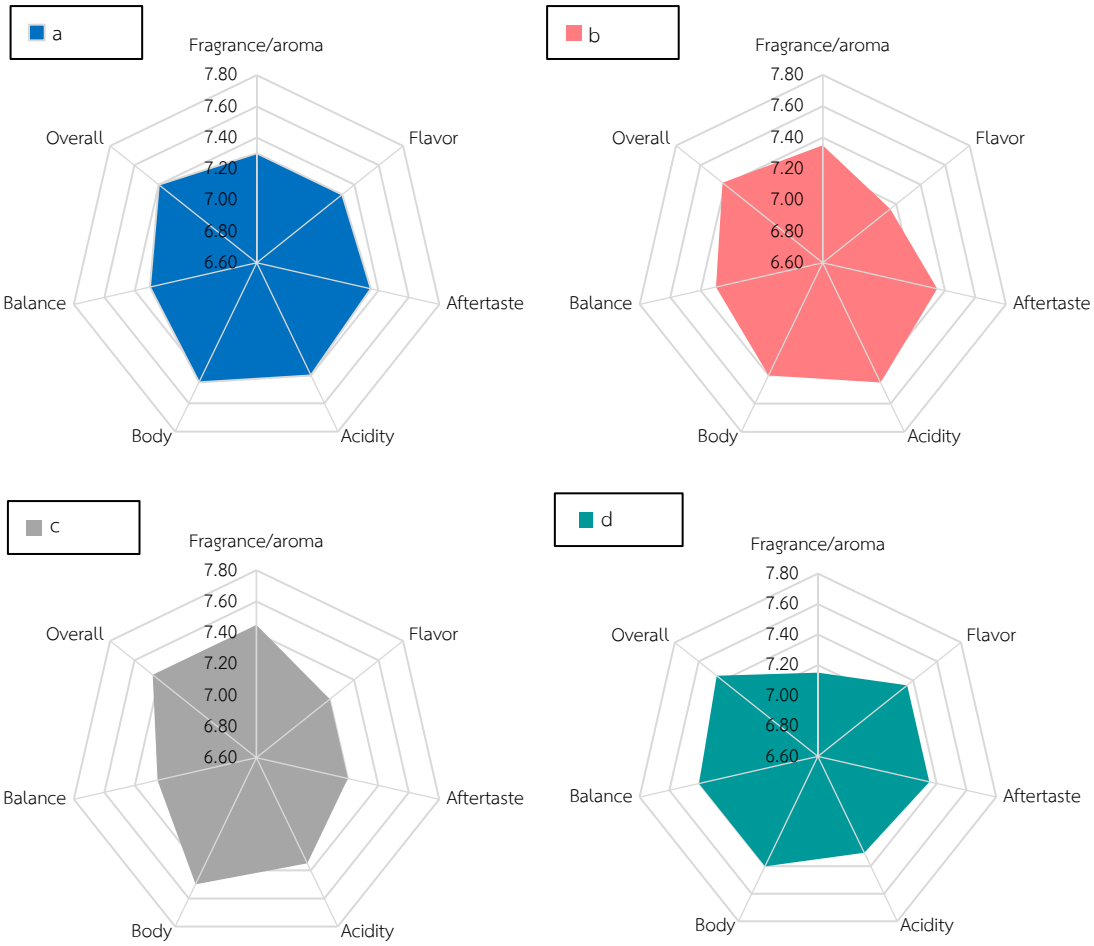
การประเมินกลิ่นรสที่ค้างอยู่ในคอ (Aftertaste) พบว่า กาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอธารโต จังหวัดยะลา ที่ปลูกแบบเชิงเดี่ยว และปลูกร่วมยางพารา (YL-TT-W-A และ YL-TT-W-B) และกาแฟจากพื้นที่ปลูกจังหวัดตรัง (TR-W) มีคะแนนสูงที่สุด อยู่ที่ 7.35±0.38, 7.35±0.45 และ 7.35±0.22 คะแนน ตามลำดับ ส่วนกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอธารโต จังหวัดยะลา ที่ปลูกร่วมไม้ผล (YL-TT-W-C) มีคะแนนกลิ่นรสที่ค้างอยู่ในคอต่ำที่สุด คือ 7.20±0.37 คะแนน

ด้านความเป็นกรดหรือรสชาติเปรี้ยว (Acidity) กาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอธารโต จังหวัดยะลา ที่ปลูกร่วมยางพารา (YL-TT-W-B) มีคะแนนสูงที่สุด อยู่ที่ 7.45±0.60 คะแนน ส่วนกาแฟจากพื้นที่ปลูกจังหวัดตรัง (TR-W) มีคะแนนต่ำที่สุด อยู่ที่ 7.30±0.21 คะแนน

ด้านความรู้สึกหนักในปากของน้ำกาแฟ (Body) พบว่า กาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอธารโต จังหวัดยะลา ที่ปลูกร่วมไม้ผล (YL-TT-W-C) มีคะแนนสูงที่สุด อยู่ที่ 7.50±0.35 คะแนน ส่วนกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอธารโต จังหวัดยะลา ที่ปลูกร่วมยางพารา (YL-TT-W-B) และกาแฟจากพื้นที่ปลูกจังหวัดตรัง (TR-W) มีคะแนนต่ำที่สุด อยู่ที่ 7.40±0.45 และ 7.40±0.14 คะแนน ตามลำดับ

ด้านความสมดุลของรสชาติ (Balance) พบว่า กาแฟจากพื้นที่ปลูกจังหวัดตรัง TR-W) มีคะแนนสูงที่สุด อยู่ที่ 7.40±0.14 คะแนน ส่วนกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอธารโต จังหวัดยะลา ที่ปลูกร่วมไม้ผล (YL-TT-W-C) มีคะแนนความสมดุลของรสชาติต่ำที่สุด อยู่ที่ 7.25±0.31 คะแนน

คะแนนความชอบโดยรวมรวม (Over all) พบว่า กาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอธารโต จังหวัดยะลา ที่ปลูกร่วมไม้ผล (YL-TT-W-C) และกาแฟจากพื้นที่ปลูกจังหวัดตรัง (TR-W) มีคะแนนสูงที่สุด อยู่ที่ 7.45±0.41 และ 7.45±0.11 คะแนน ตามลำดับ ส่วนกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอธารโต จังหวัดยะลา ที่ปลูกแบบเชิงเดี่ยว (YL-TT-W-A) มีคะแนนความชอบโดยรวมต่ำที่สุด อยู่ที่ 7.40±0.38 คะแนน (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกาแฟอราบิกาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (Wet process) และปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping

หมายเหตุ: a; YL-TT-W-A, b; YL-TT-W-B, c; YL-TT-W-C และ d; TR-W

ระดับคุณภาพ Good=6.00-6.99 คะแนน Very good=7.00-7.99 คะแนน

Excellent=8.00-8.99 คะแนน และ Outstanding=9.00-10.00 คะแนน

3.3 การประเมินคุณลักษณะกลิ่นและกลิ่นรสของกาแฟโรบัสตาและอราบิกา

3.3.1 การประเมินคุณลักษณะกลิ่นและกลิ่นรสของกาแฟโรบัสตา

การประเมินคุณลักษณะด้านกลิ่น (Fragrance/aroma) และกลิ่นรส (Flavor) ของกาแฟโรบัสตาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง แบบเปียก และแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก โดยวิธีการ Cupping ให้กลิ่นและกลิ่นรสที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 17 และ 18) โดยกาแฟจากกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง (RN-KR-1-D) มีคะแนนคุณลักษณะด้านกลิ่นสูงที่สุด อยู่ที่ 7.75±0.00 คะแนน ให้กลิ่นเครื่องเทศ นมช็อคโกแลต ขนมปัง ดอกไม้ ผลไม้รวม เบอร์รี่ ขนุน และมะละกอ ในกาแฟคั่วบดก่อนเทน้ำร้อน (Dry aroma) และเมื่อเทน้ำร้อน (Wet aroma) ให้กลิ่นเครื่องเทศ น้ำผึ้ง ดอกไม้ ผลไม้รวม เบอร์รี่ องุ่น ขนุน และมะละกอ ส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่นรส พบว่า อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร (CP-TS-D) มีคะแนนสูงที่สุด อยู่ที่ 7.60±0.35 คะแนน โดยก่อนเทน้ำร้อนให้กลิ่นถั่ว ช็อคโกแลต ดอกไม้ ผลไม้รวม เบอร์รี่ แบล็กเบอร์รี่ องุ่น ขนุน และสมุนไพร เมื่อเทน้ำร้อนให้กลิ่นถั่ว ดาร์กช็อกโกแลต น้ำผึ้ง น้ำเชื่อม น้ำตาลทรายแดง ชาดอกไม้ ดอกไม้ ผลไม้เมืองร้อน เบอร์รี่หมัก และขนุน ในกระบวนการแปรรูปแบบเปียก พบว่า อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง (RN-KR-W) มีคะแนนคุณลักษณะด้านกลิ่นสูงที่สุด อยู่ที่ 7.45±0.21 คะแนน ให้กลิ่นถั่ว ถั่วลิสง ช็อคโกแลต อัลมอนด์ ดอกไม้ มะนาว และสมุนไพร ในกาแฟคั่วบดก่อนเทน้ำร้อน และเมื่อเทน้ำร้อน ให้กลิ่นถั่วลิสง ชาสมุนไพรจีน มะนาว ผัก และฟาง ส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่นรส พบว่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (SK-HY-W) มีคะแนนสูงที่สุด อยู่ที่ 7.38±0.14 คะแนน โดยก่อนเทน้ำร้อนให้กลิ่นเครื่องเทศ อบเชย พริกแห้ง ถั่ว ช็อกโกแลต น้ำตาลทรายแดง คาราเมล ดอกไม้ และผลไม้รวม และเมื่อเทน้ำร้อนให้กลิ่นอบเชย ช็อกโกแลตนม น้ำผึ้ง น้ำตาลโตนด น้ำเชื่อม ชามะนาว และซิตรัส ส่วนกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก พบว่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (SK-HY-H) มีคะแนนคุณลักษณะด้านกลิ่นและกลิ่นรสสูงที่สุด อยู่ที่ 7.38±0.14 และ 7.44±0.13 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งให้กลิ่นเครื่องเทศ ถั่ว ช็อคโกแลต น้ำตาลทรายแดง ดอกไม้ ผลไม้รวม และผลไม้แห้ง ในกาแฟคั่วบดก่อนเทน้ำร้อน และเมื่อเทน้ำร้อน อบเชย ถั่ว นมช็อกโกแลต น้ำผึ้ง ชามะนาว ผลไม้ มะขามป้อม ผัก และเปลือกไม้ (ตารางที่ 19)

3.3.2 การประเมินคุณลักษณะกลิ่นและกลิ่นรสของกาแฟอราบิกา

การประเมินคุณลักษณะด้านกลิ่น และกลิ่นรสของกาแฟอราบิกาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก โดยวิธีการ Cupping พบว่า กาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอธารโต จังหวัดยะลา ที่ปลูกร่วมไม้ผล (YL-TT-W-C) มีคะแนนคุณลักษณะด้านกลิ่นสูงที่สุด อยู่ที่ 7.45±0.41 คะแนน ซึ่งให้กลิ่นเครื่องเทศ ถั่ว โกโก้ ช็อกโกแลต คาราเมล น้ำตาลทรายแดง ดอกไม้ เบอร์รี่ ขนุน และเสาวรส ในกาแฟคั่วบดก่อนการเทน้ำร้อน และเมื่อเทน้ำร้อน ให้กลิ่นอบเชย นมช็อกโกแลต คาราเมล ดอกไม้ ผลไม้รวม เบอร์รี่สุก ขนุนสุก มะขามป้อม และมะขาม ส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่นรส พบว่า กาแฟจากจังหวัดตรัง (TR-W) มีคะแนนสูงที่สุด อยู่ที่ 7.35±0.22 คะแนน โดยก่อนเทน้ำร้อนให้กลิ่นอบเชย กระวาน พริกแห้ง ถั่ว ช็อกโกแลต น้ำผึ้ง น้ำตาลทรายแดง ดอกไม้ ผลไม้รวม มะนาว ซิตรัส และผัก และเมื่อเทน้ำร้อนให้กลิ่นอบเชย กระวาน ถั่ว ช็อกโกแลตนม น้ำตาลทรายแดง ชาดำ ดอกไม้ ผลไม้รวม ซิตรัส มะขามป้อม ผลไม้เมืองร้อน และผัก (ตารางที่ 20 และ 21)

ตารางที่ 17 คุณลักษณะด้านกลิ่นและกลิ่นรสก่อนเทน้ำร้อน (Dry aroma) ของกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping

Locations	Dry aroma in Robusta coffee
RN-KR-1-D	Spice, Milk chocolate, Bread, Floral, Fruity, Berry, Ripe jackfruit, Papaya
RN-KR-2-D	Spice, Cinnamon, Nut, Chocolate, Berry, Citrus, Phenolic
CP-TS-D	Nut, Chocolate, Floral, Fruity, Berry, Blackberry, Grape, Jackfruit, Herb
SR-PN-D	Spice, Cinnamon, Pepper, Dried chili, Nut, Chocolate, Caramel, Fruity, Berry
KB-PY-D	Cardamon, Nut, Cocoa, Chocolate, Caramel, Herb
KB-KT-D	Spice, Nut, Chocolate, Caramel, Stone Fruit, Berry, Herb, Smoke, Phenolic
SK-JN-D	Spice, Cinnamon, Nut, Bean, Chocolate, Brown sugar, Popcorn, Fruity, Dried fruit, Melon, Jackfruit, Vegetable
YL-D	Spice, Cinnamon, Nut, Almond, Cocoa, Chocolate, Caramel, Brown sugar, Lime
RN-KR-W	Nut, Peanut, Chocolate, Almond, Floral, Lime, Herb
CP-TS-W	Spice, Cinnamon, Nut, Chocolate, Coconut Oil, Floral, Tropical Fruit, Bark
SK-HY-W	Spice, Cinnamon, Dried chili, Nut, Chocolate, Brown sugar, Caramel, Floral, Fruity
SK-NT-W	Spice, Coriander seed, Cinnamon, Cardamon, Nut, Cocoa, Chocolate, Floral, Fruity, Lime, Jackfruit
ST-W	Spice, Nut, Cocoa, Chocolate, Vanilla, Caramel, Vegetable, Herb
ST-100y-W	Spice, Cinnamon, Nut, Chocolate, Caramel, Popcorn, Floral, Orange, Vegetable
CP-TS-H	Cinnamon, Nut, Almond, Cocoa, Milk Chocolate, Caramel, Floral, Tropical Fruit, Tamarind
CP-PT-H	Spice, Nut, Brown sugar, Syrup, Fruity
SK-HY-H	Spice, Nut, Chocolate, Brown sugar, Floral, Fruity, Dried fruit

หมายเหตุ: กระบวนการแปรรูปแบบแห้ง; D, แบบเปียก; W และแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก; H

ตารางที่ 18 คุณลักษณะด้านกลิ่นและกลิ่นรสหลังเทน้ำร้อน (Wet aroma) ของกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping

Locations	Wet aroma in Robusta coffee
RN-KR-1-D	Spice, Honey, Floral, Fruity, Berry, Grape, Jackfruit, Papaya
RN-KR-2-D	Cinnamon, Cardamon, Nut, Chocolate, Milk chocolate, Floral, Fruity, Tropical fruit, Phenolic
CP-TS-D	Nut, Dark chocolate, Honey, Syrup, Brown sugar, Blossom tea, Floral, Tropical fruit, Ferment berry, Jackfruit
SR-PN-D	Spice, Cardamon, Nut, Chocolate, Honey, Brown sugar, Floral, Fruity, Berry, Grape, Jackfruit, Coriander root
KB-PY-D	Spice, Cardamon, Chocolate, Honey, Vanilla, Floral, Tropical fruit, Berry, Jackfruit, Herb, Bitter bean
KB-KT-D	Cardamon, Chocolate, Floral, Fruity, Vegetable, Herb, Phenolic, Smoke
SK-JN-D	Cinnamon, Bean, Syrup, Butter, Fruity, Citrus, Jackfruit, Vegetable, Phenolic
YL-D	Cinnamon, Mocha, Malt, Brown sugar, Bread
RN-KR-W	Peanut, Chinese herb tea, Lime, Vegetable, Straw
CP-TS-W	Cardamon, Kidney bean, Chocolate, Milk, Honey, Syrup, Lemon tea, Mango Unripe, Jujube
SK-HY-W	Cinnamon, Milk chocolate, Honey, Jaggery, Syrup, Lemon tea, Citrus
SK-NT-W	Cinnamon, Cardamon Malt, Honey, Jackfruit, Bergamot, Vegetable, Lemongrass, Cucumber, Phenolic, Vinegar
ST-W	Cinnamon, Nut, Mocha, Black tea, Malt, Caramel, Brown sugar, Honey, Floral, Stone fruit, Vegetable
ST-100y-W	Spice, Cinnamon, Chestnut, Chocolate, Mocha, Floral, Fruity, Chrysanthemum, Vegetable, Basmati rice, Earthy
CP-TS-H	Cinnamon, Cardamon, Nut, Cocoa, Milk chocolate, Black tea, Lemon tea, Taro, Jujube ripe
CP-PT-H	Spice, Cardamon, Nut, Chocolate, Mocha, Black tea, Fruity, Lime, Jackfruit, Vegetable
SK-HY-H	Cinnamon, Nut, Milk chocolate, Honey, Lemon tea, Fruity, Indian gooseberry, Vegetable, Bark

หมายเหตุ: กระบวนการแปรรูปแบบแห้ง; D, แบบเปียก; W และแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก; H

ตารางที่ 19 คุณลักษณะด้านกลิ่นและกลิ่นรสของกาแฟโรบัสตาที่โดดเด่นที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping

Locations	Taster's flavor groups								
	Roasted	Spices	Nutty/cocoa	Sweet	Floral	Fruity	Sour/fermented	Green/vegetative	Defect
RN-KR-1-D	-	Spice	Milk chocolate	Honey, Bread	Floral	Fruity, Berry, Grape, Ripe jackfruit, Papaya	-	-	-
CP-TS-D	-	-	Nut, Dark chocolate	Honey, Syrup, Brown sugar	Floral, Blossom tea	Fruit, Berry, Blackberry, Grape, Jackfruit, Tropical fruit	Ferment berry	Herb	-
RN-KR-W	-	-	Nut, Peanut, Chocolate, Almond	-	Floral,	Lime		Herb, Chinese herb tea, Vegetable	Straw
SK-HY-W	-	Spice, Cinnamon, Dried chili	Nut, Chocolate, Milk chocolate	Honey, Jaggery, Syrup, Brown sugar, Caramel	Floral	Fruity, Lemon tea, Citrus	-	-	-
SK-HY-H	-	Spice, Cinnamon	Nut, Chocolate, Milk chocolate	Brown sugar, Honey	Floral	Fruity, Dried fruit, Lemon tea, Indian gooseberry	-	Vegetable	Bark

ตารางที่ 20 คุณลักษณะด้านกลิ่นและกลิ่นรสก่อนและหลังเทน้ำร้อน (Dry aroma และ Wet aroma) ของกาแฟอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping

Locations	Arabica coffee
	Dry aroma
YL-TT-W-A	Spice, Cardamon, Nut, Cocoa, Chocolate, Mocha, Caramel, Berry, Jackfruit, Vegetable, Phenolic
YL-TT-W-B	Spice, Nut, Cocoa, Brown sugar, Fruity, Berry, Vegetable, Herb
YL-TT-W-C	Spice, Nut, Cocoa, Chocolate, Caramel, Brown sugar, Floral, Berry, Jackfruit, Passion fruit
TR-W	Cardamon, Cinnamon, Dried chili, Bean, Chocolate, Honey, Brown sugar, Floral, Fruity, Lemon, Citrus, Vegetable
	Wet aroma
YL-TT-W-A	Spice, Dried chili, Ginger, Galangal, Nut, Milk chocolate, Syrup, Floral, Berry, Raw papaya, Rank, Bark
YL-TT-W-B	Spice, Cardamon, Cinnamon, Milk chocolate, Caramel, Brown sugar, Floral, Ripe fruit, Berry, Vegetable, Purple sweet lord
YL-TT-W-C	Cinnamon, Milk chocolate, Caramel, Floral, Fruity, Ripe berry, Ripe jackfruit, Indian gooseberry, Tamarind
TR-W	Cardamon, Cinnamon, Nut, Milk chocolate, Brown sugar, Black tea, Floral, Fruity, Citrus, Indian gooseberry, Stone fruit, Vegetable

หมายเหตุ: กระบวนการแปรรูปแบบเปียก; W

ตารางที่ 21 คุณลักษณะด้านกลิ่นและกลิ่นรสของกาแฟอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping

Locations	Taster's flavor groups								
	Roasted	Spices	Nutty/cocoa	Sweet	Floral	Fruity	Sour/fermented	Green/vegetative	Defect
YL-TT-W-A	-	Spice Cardamon, Dried chili, Ginger, Galangal	Nut, Cocoa, Chocolate, Mocha, Milk chocolate	Caramel, Syrup	Floral	Berry, Jackfruit, Raw papaya	-	Vegetable	Phenolic, Rank, Bark
YL-TT-W-B	-	Spice, Cardamon, Cinnamon	Nut, Cocoa, Milk chocolate	Brown sugar, Caramel	-	Fruity, Berry	-	Vegetable, Purple sweet lord, Herb	-
YL-TT-W-C	-	Spice, Cinnamon	Nut, Cocoa, Chocolate, Milk chocolate	Brown sugar, Caramel	Floral	Fruity, Berry, Jackfruit, Passion fruit, Indian gooseberry, Tamarind	-	-	-
TR-W	-	Cardamon, Cinnamon, Dried chili	Nut, Chocolate, Milk chocolate	Brown sugar, Honey, Black tea	Floral	Fruity, Lemon, Citrus, Indian gooseberry, Stone fruit	-	Vegetable	-

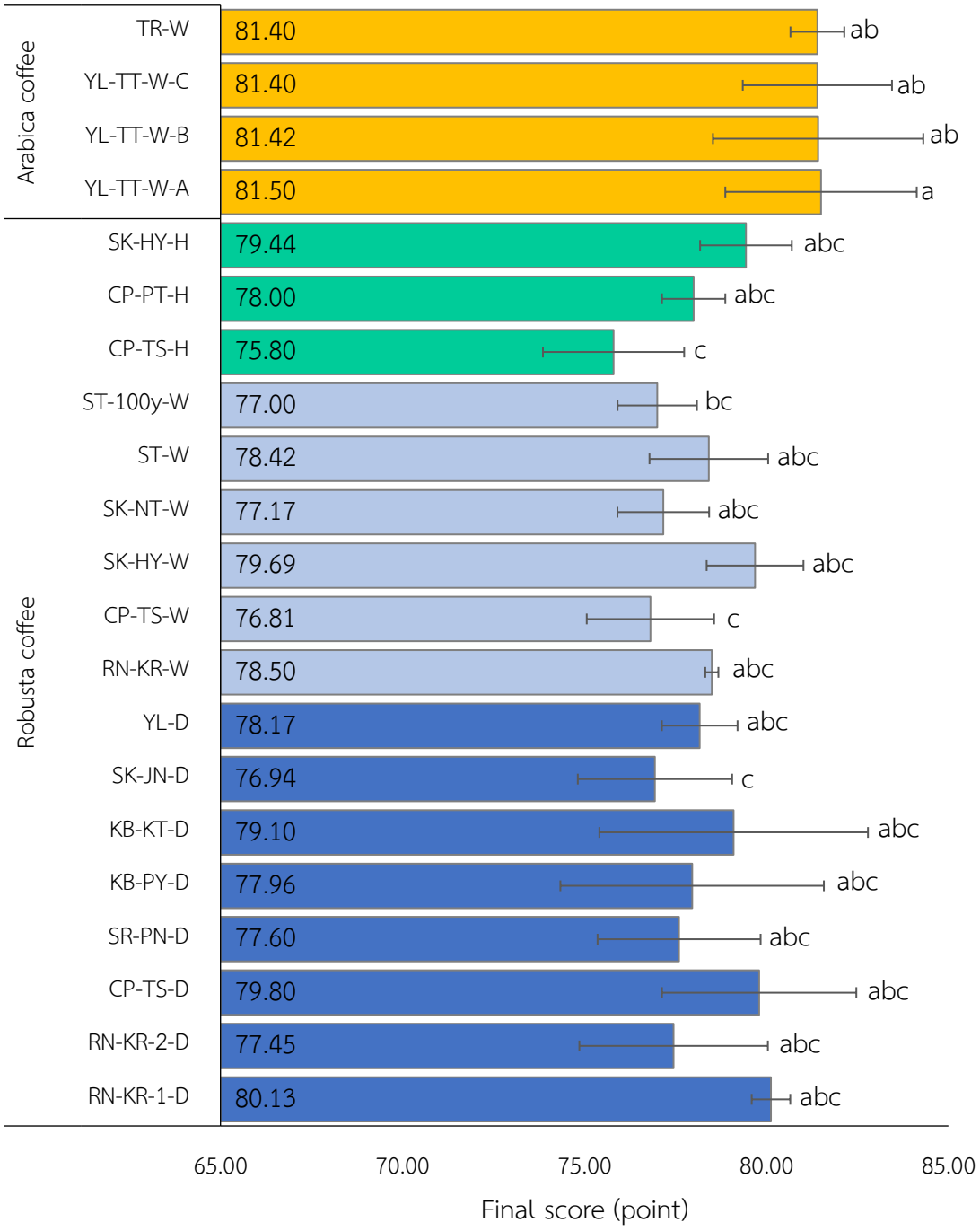
4.3 การประเมินคุณภาพของกาแฟโรบัสตาและอราบิกาโดยวิธีการ Cupping

4.3.1 การประเมินคุณภาพของกาแฟโรบัสตาโดยวิธีการ Cupping

การประเมินกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟโรบัสตาใช้วิธีการ Cupping ของ SCA และใช้แบบฟอร์มการให้คะแนนของ UCDA เพื่อทดสอบกลิ่นและรสชาติของกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ของประเทศไทย พบว่า คะแนนรวมจากพื้นที่ปลูกอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (RN-KR-1-D) มีคะแนนมากที่สุด อยู่ที่ 80.13±0.53 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (CP-TS-H) มีคะแนนต่ำที่สุด อยู่ที่ 75.80±1.94 คะแนน นอกจากนี้ จากการประเมินกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรส พบว่า กาแฟจากจังหวัดระนอง ชุมพร กระบี่ สุราษฎร์ธานี สงขลา ยะลา และสตูล มีคะแนนใกล้เคียงกัน ซึ่งมีคะแนนอยู่ในช่วง 76 ถึง 79 คะแนน (ภาพที่ 9)

4.3.2 การประเมินคุณภาพของกาแฟอราบิกาโดยวิธีการ Cupping

การประเมินกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟอราบิกาใช้วิธีการ Cupping ของ SCA และใช้แบบฟอร์มการให้คะแนนของ SCA เพื่อทดสอบกลิ่นและรสชาติของกาแฟอราบิกาที่ปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ของประเทศไทย ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก พบว่า กาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอธารโต จังหวัดยะลา ซึ่งปลูกแบบเชิงเดี่ยว (YL-TT-W-A) มีคะแนนรวมสูงที่สุด อยู่ที่ 81.50±2.63 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอธารโต จังหวัดยะลา ซึ่งปลูกร่วมยางพารา (YL-TT-W-B) มีคะแนนรวม อยู่ที่ 81.42±2.89 คะแนน รองลงมา คือ กาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอธารโต จังหวัดยะลา ซึ่งปลูกร่วมไม้ผล (YL-TT-W-C) มีคะแนนเท่ากันกับกาแฟจากจังหวัดตรัง (TR-W) มีคะแนนรวม อยู่ที่ 81.40±2.05 และ 81.40±0.74 คะแนน ตามลำดับ (ภาพที่ 9)



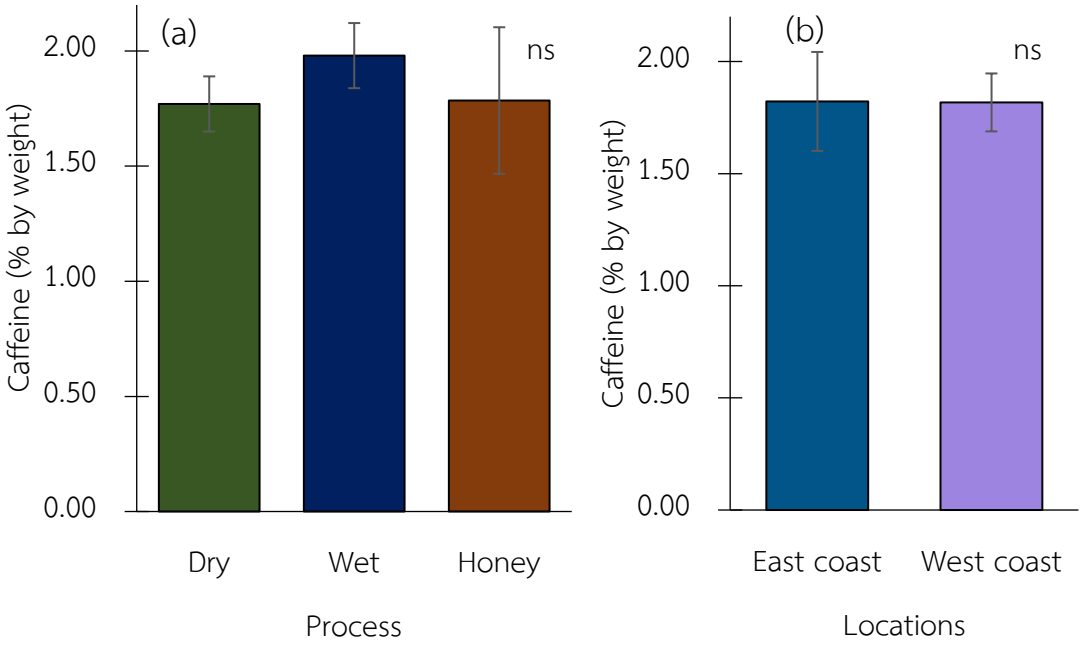
ภาพที่ 9 คุณภาพคะแนนรวมของกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย โดยวิธีการ Cupping

หมายเหตุ: ระดับคุณภาพกาแฟโรบัสตา Very fine=90-100 คะแนน Fine=80-90 คะแนน และ Premium=70-80 คะแนน กาแฟอราบิกา Specialty=≥80 คะแนน และ Not specialty=<80 คะแนน ตัวอักษรที่กำกับเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีตเมนต์ที่แตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น P≤0.05 แถบบาร์ที่แสดงในแนวตั้ง=±SD (standard deviation)

ผลการทดลองที่ 3: ปริมาณคาเฟอีน และสารระเหยให้กลิ่นในเมล็ดกาแฟโรบัสตาและอราบิกาในภาคใต้ของประเทศไทย

1. ปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟ

จากการวิเคราะห์ปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟโรบัสตาซึ่งผ่านกระบวนการคั่ว ที่ปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้เมื่อพิจารณาถึงกระบวนการแปรรูปที่แตกต่างกันพบ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยเมล็ดกาแฟคั่ว ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (Wet process) มีปริมาณคาเฟอีนอยู่ที่ 1.98±0.14 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง กระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (Honey process) มีปริมาณคาเฟอีนอยู่ที่ 1.79±0.32 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง ใกล้เคียงกับเมล็ดกาแฟคั่วที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแห้ง (Dry process) มีปริมาณคาเฟอีนน้อยอยู่ที่ 1.77±0.12 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง และเมื่อพิจารณาถึงตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่ปลูก พบว่า กาแฟที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งทิศตะวันออกและทิศตะวันตกไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ที่ 1.82±0.22 และ 1.82±0.13 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 ปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย เมื่อพิจารณา a) กระบวนการแปรรูป (Process) และ b) ตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่ปลูก

หมายเหตุ: แถบบาร์ที่แสดงในแนวตั้ง คือ ±SD (Standard deviation) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น P≤0.05 ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิต

2. การศึกษาปริมาณองค์ประกอบทางชีวเคมีในเมล็ดกาแฟ

การวิเคราะห์ชนิดของสารประกอบระเหยให้กลิ่นในเมล็ดกาแฟคั่วโรบัสตาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้งจากแปลงปลูกในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งทิศตะวันออก (อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี) และภาคใต้ฝั่งทิศตะวันตก (อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง และอำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่) เพื่อศึกษาชนิดของสารประกอบระเหยในเมล็ดกาแฟ โดยวิธี Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) และเปรียบเทียบมวลสเปตรัมกับฐานข้อมูล (NIST) จากการทดลอง พบว่า กาแฟที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยมีการกระจายตัวของสารระเหยให้กลิ่นในเมล็ดกาแฟคั่วโรบัสตา โดยสารที่พบมากที่สุด คือ 1) สารประกอบกลุ่มฟูแรน (Furans) ซึ่งเกิดจากการสลายตัวขององค์ประกอบภายในเมล็ดกาแฟจากกระบวนการไพโรไลซิส ซึ่งเป็นกลุ่มสารที่มีความสำคัญต่อกลิ่นของกาแฟมากที่สุด เช่น 2-Furanmethanol, 2-furan-carboxaldehyde และ 2-furancarboxaldehyde, 5-methyl- และ 2) สารประกอบในกลุ่มไพราซีน (Pyrazines) เป็นสารที่พบมากเป็นอันดับที่สองรองจากกลุ่มของฟูแรน เช่น Pyrazine, methyl-, pyrazine, 2,5-dimethyl-, pyrazine, 2,6-dimethyl- และ pyrazine, ethyl-

สารระเหยให้กลิ่นในเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งทิศตะวันออก

การวิเคราะห์ชนิดของสารประกอบระเหยให้กลิ่นในเมล็ดกาแฟโรบัสตาจากพื้นที่ปลูกอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร (CP-TS-D) พบสารระเหยให้กลิ่นจำนวน 136 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับคุณลักษณะ 16 คุณลักษณะจากวิธีการ Cupping ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น และกลิ่นรส พบว่า สาร Phenol, 2-methoxy- ให้กลิ่นเครื่องเทศ สาร Pyrazine, 2,6-dimethyl- และ pyrazine, ethyl- ให้กลิ่นถั่ว สาร Pyrazine, methyl- และ 2,3-dimethyl-5-ethylpyrazine ให้กลิ่นดาร์คช็อคโกแลต สาร [2'-(Cyanothio)phenyl]acetic acid ให้กลิ่นน้ำผึ้ง สาร 2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl- ให้กลิ่นน้ำเชื่อม สาร 2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl- และ pyrazine, methyl- ให้กลิ่นน้ำตาลทรายแดง สาร 2-Furanmethanol, acetate ให้กลิ่นดอกไม้ สาร 1-Octen-3-ol ให้กลิ่นชาดอกไม้ สาร 2-Furanmethanol, propanoate และ 1H-pyrrole, 1-(2-furanylmethyl)- ให้กลิ่นผลไม้รวม สาร Maltol ให้กลิ่นเบอร์รี่และเบอร์รี่หมัก สาร Butanoic acid, 3-methyl-, ethyl ester ให้กลิ่นแบล็คเบอร์รี่ สาร 2-Furan-carboxaldehyde ให้กลิ่นองุ่น สาร Butanal, 2-methyl- ให้กลิ่นขนุน สาร Guaiacol, 4-ethyl- ให้กลิ่นผลไม้เมืองร้อน และสาร 2-Butenoic acid, 3-methyl-, methyl ester และ 2,5-Dimethyl-3(2H) furanone ให้กลิ่นสมุนไพร (ตารางที่ 22)

การวิเคราะห์ชนิดของสารประกอบระเหยให้กลิ่นในเมล็ดกาแฟโรบัสตาจากพื้นที่อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี (SR-PN-D) ตรวจพบสารระเหยให้กลิ่นจำนวน 152 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับคุณลักษณะ 15 คุณลักษณะจากวิธี Cupping เพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและกลิ่นรส พบว่า สาร Phenol, 2-methoxy- ให้กลิ่นเครื่องเทศ สาร 2-Methoxy-4-vinylphenol ให้กลิ่นอบเชยและพริกไทย สาร 2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl- และ 2-thiophenemethanol ให้กลิ่นพริกแห้ง สาร Pyrazine, 2,6-dimethyl- ให้กลิ่นถั่ว สาร Pyrazine, methyl- ให้กลิ่นช็อคโกแลต สาร [2'-(Cyanothio)phenyl] acetic acid ให้กลิ่นน้ำผึ้ง สาร 2-Furan-carboxaldehyde; 1-(dimethylfuranyl)-2-propanone และ 2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl- ให้กลิ่นคาราเมล สาร 2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl- และ pyrazine, methyl- ให้กลิ่นน้ำตาลทรายแดง สาร 2-Furanmethanol, acetate ให้กลิ่นดอกไม้ สาร 2-Furanmethanol, propanoate และ 1H-pyrrole, 1-(2-furanylmethyl)- ให้กลิ่นผลไม้รวม สาร Maltol ให้กลิ่นเบอร์รี่ สาร 2-Furan-carboxaldehyde ให้กลิ่นองุ่น สาร Butanal, 2-methyl- ให้กลิ่นขนุน และสาร Furan, 2-[(methylthio)methyl]- ให้กลิ่นรากผักชี (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 สารระเหยให้กลิ่นของกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในภาคใต้ฝั่งทิศตะวันออกของประเทศไทยโดยวิธี cupping และ GC-MS

Sensory descriptions	Compound	Formula	Chemical group	Sensory descriptions	Compound	Formula	Chemical group
	CP-TS-D				SR-PN-D		
Spice	Phenol, 2-methoxy-	C7H8O2	Alcohol	Spice	Phenol, 2-methoxy-	C7H8O2	Alcohol
Nut	Pyrazine, 2,6-dimethyl-	C6H8N2	Amine	Cinnamon	2-Methoxy-4-vinylphen	C9H10O2	Alcohol
	Pyrazine, ethyl-	C6H8N2	Amine	Pepper	2-Methoxy-4-vinylphen	C9H10O2	Alcohol
Dark chocolate	Pyrazine, methyl-	C5H6N2	Amine	Dried chili	2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl-	C6H6O2	Aldehyde
	2,3-Dimethyl-5-ethylpyrazine	C8H12N2	Alcohol		2-Thiophenemethanol	C5H6OS	Alcohol
Honey	[2'-(Cyanothio)phenyl] acetic acid	C9H7NO2S	Carboxylic	Nut	Pyrazine, 2,6-dimethyl-	C6H8N2	Amine
Syrup	2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl-	C6H8O2	Ketone	Chocolate	Pyrazine, methyl-	C5H6N2	Amine
Brown sugar	2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl-	C6H6O2	Aldehyde	Honey	[2'-(Cyanothio)phenyl] acetic acid	C9H7NO2S	Carboxylic
	Pyrazine, methyl-	C5H6N2	Amine	Caramel	2-Furan-carboxaldehyde	C5H4O2	Aldehyde
Floral	2-Furanmethanol, acetate	C7H8O3	Alcohol		1-(dimethylfuranyl)-2-propanone	C9H12O2	Ketone
Blossom tea	1-Octen-3-ol	C8H16O	Alcohol		2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl-	C6H8O2	Ketone
Fruity	2-Furanmethanol, propanoate	C8H10O3	Alcohol	Brown sugar	2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl-	C6H6O2	Aldehyde
	1H-Pyrrole, 1-(2-furanylmethyl)-	C9H9NO	Nitrile		Pyrazine, methyl-	C5H6N2	Amine
Berry(+Ferment)	Maltol	C6H6O3	Alcohol	Floral	2-Furanmethanol, acetate	C7H8O3	Alcohol
Blackberry	Butanoic acid, 3-methyl-, ethyl ester	C7H14O2	Carboxylic	Fruity	2-Furanmethanol, propanoate	C8H10O3	Alcohol
Citrus	Butanoic acid, 4-hydroxy-	C4H8O3	Carboxylic		1H-Pyrrole, 1-(2-furanylmethyl)-	C9H9NO	Nitrile
Grape	2-Furan-carboxaldehyde	C5H4O2	Aldehyde	Berry	Maltol	C6H6O3	Alcohol
Tropical fruit	Guaiacol, 4-ethyl-	C9H12O2	Alcohol	Grape	2-Furan-carboxaldehyde	C5H4O2	Aldehyde
Herb	Butanoic acid, 3-methyl-, ethyl ester	C7H14O2	Carboxylic	Jackfruit	Butanal, 2-methyl-	C5H10O	Aldehyde
	2,5-Dimethyl-3(2H) Furanone	C6H8O2	Ketone	Coriander root	Furan, 2-[(methylthio)methyl]-	C6H8OS	Ethers

สารระเหยให้กลิ่นในเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งทิศตะวันตก

การวิเคราะห์ชนิดของสารประกอบระเหยให้กลิ่นในเมล็ดกาแฟโรบัสตาจากพื้นที่ปลูกอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง (RN-KR-D) ตรวจพบสารระเหยให้กลิ่นจำนวน 142 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับคุณลักษณะ 12 คุณลักษณะจากวิธี Cupping เพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและกลิ่นรส พบว่า สาร 1,2-Cyclopentanedione, 3-methyl- และ phenol, 2-methoxy- ให้กลิ่นเครื่องเทศ สาร 2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl- ให้กลิ่นกระวาน สาร Pyrazine, trimethyl- และ 2-methoxy-4-vinylphenol ให้กลิ่นอบเชย สาร Pyrazine, 2,6-dimethyl-; pyrazine, 2-ethyl-6-methyl- และ pyrazine, ethyl- ให้กลิ่นถั่ว สาร Pyrazine, methyl- และ pyrazine, 2,5-dimethyl- ให้กลิ่นช็อคโกแลต สาร Pyrazine, methyl- ให้กลิ่นนมช็อคโกแลต สาร Butanal, 3-methyl- และ 2-furanmethanol, acetate ให้กลิ่นดอกไม้ สาร 2-Furanmethanol, acetate; 2-furanmethanol, propanoate และ 1H-pyrrole, 1-(2-furanylmethyl)- ให้กลิ่นผลไม้รวม สาร Butanoic acid, 4-hydroxy- ให้กลิ่นซิตรัส สาร Maltol ให้กลิ่นเบอร์รี่ สาร Guaiacol, 4-ethyl- ให้กลิ่นผลไม้เมืองร้อน และพบสาร 2-Naphthalenol ซึ่งให้กลิ่นฟีนอลิกที่ไม่พึงประสงค์ (ตารางที่ 23)

เมล็ดกาแฟคั่วโรบัสตาจากพื้นที่ปลูกอำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่ ตรวจพบสารระเหยให้กลิ่นจำนวน 143 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับคุณลักษณะ 14 คุณลักษณะจากวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและกลิ่นรส พบว่า สาร 1,2-Cyclopentanedione, 3-methyl- และ phenol, 2-methoxy- ให้กลิ่นเครื่องเทศ สาร 1,2-Cyclopentanedione, 3-methyl- และ phenol, 2-methoxy- ให้กลิ่นกระวาน สาร Pyrazine, 2,6-dimethyl-; pyrazine, 2-ethyl-6-methyl- และ pyrazine, ethyl- ให้กลิ่นถั่ว สาร Pyrazine, methyl- และ 2,3-dimethyl-5-ethylpyrazine ให้กลิ่นโกโก้ สาร Pyrazine, methyl-; pyrazine, ethyl- และ pyrazine, 2,5-dimethyl-; propanal, 2-methyl- ให้กลิ่นช็อคโกแลต สาร Disulfide, dimethyl ให้กลิ่นน้ำผึ้ง สาร Guaiacol, 4-ethyl- ให้กลิ่นวานิลลา สาร 2-Furan-carboxaldehyde ให้กลิ่นคาราเมล สาร 1-(dimethylfuranyl)-2-propanone และ 2-furanmethanol, acetate ให้กลิ่นดอกไม้ สาร Maltol ให้กลิ่นเบอร์รี่ สาร Butanal, 2-methyl- กลิ่นขนุน สาร Guaiacol, 4-ethyl- ให้กลิ่นผลไม้เมืองร้อน สาร 3-Pentanol; 2,5-dimethyl-3(2h) furanone ให้กลิ่นสมุนไพร และพบสาร Furan, 2-[(methylthio)methyl]- และ oxazole, trimethyl- ให้กลิ่นสะตอ (ตารางที่ 23)

ตารางที่ 23 สารระเหยให้กลิ่นของกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในภาคใต้ฝั่งทิศตะวันตกของประเทศไทยโดยวิธี cupping และ GC-MS

Sensory descriptions	Compound	Formula	Chemical group	Sensory descriptions	Compound	Formula	Chemical group
	RN-KR-2-D				KB-PY-D		
Spice	1,2-Cyclopentanedione, 3-methyl-	C6H8O2	Ketone	Spice	1,2-Cyclopentanedione, 3-methyl-	C6H8O2	Ketone
	Phenol, 2-methoxy-	C7H8O2	Alcohol		Phenol, 2-methoxy-	C7H8O2	Alcohol
Cardamon	2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl-	C6H6O2	Aldehyde	Cardamon	2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl-	C6H6O2	Aldehyde
Cinnamon	Pyrazine, trimethyl-	C7H10N2	Amine	Nut	Pyrazine, 2,6-dimethyl-	C6H8N2	Amine
	2-Methoxy-4-vinylphen	C9H10O2	Alcohol		Pyrazine, 2-ethyl-6-methyl-	C7H10N2	Amine
Nut	Pyrazine, 2,6-dimethyl-	C6H8N2	Amine		Pyrazine, ethyl-	C6H8N2	Amine
	Pyrazine, 2-ethyl-6-methyl-	C7H10N2	Amine	Cocoa	Pyrazine, methyl-	C5H6N2	Amine
	Pyrazine, ethyl-	C6H8N2	Amine		2,3-Dimethyl-5-ethylpyrazine	C8H12N2	Alcohol
Chocolate	Pyrazine, methyl-	C5H6N2	Amine	Chocolate	Pyrazine, methyl-	C5H6N2	Amine
	Pyrazine, 2,5-dimethyl-	C6H8N2	Amine		Pyrazine, 2,5-dimethyl-	C6H8N2	Amine
Milk chocolate	Pyrazine, methyl-	C5H6N2	Amine		Pyrazine, ethyl-	C6H8N2	Amine
Floral	Butanal, 3-methyl-	C5H10O	Aldehyde		Propanal, 2-methyl-	C4H8O	Aldehyde
	2-Furanmethanol, acetate	C7H8O3	Alcohol	Honey	Disulfide, dimethyl	C2H6S2	Ethers
Fruity	2-Furanmethanol, acetate	C7H8O3	Alcohol		Guaiacol, 4-ethyl-	C9H12O2	Alcohol
	2-Furanmethanol, propanoate	C8H10O3	Alcohol	Caramel	2-Furan-carboxaldehyde	C5H4O2	Aldehyde
	1H-Pyrrole, 1-(2-furanylmethyl)-	C9H9NO	Nitrile	Floral	1-(dimethylfuranyl)-2-propanone	C9H12O2	Ketone
Citrus	Butanoic acid, 4-hydroxy-	C4H8O3	Carboxylic		2-Furanmethanol, acetate	C7H8O3	Alcohol
Berry	Maltol	C6H6O3	Alcohol	Berry	Maltol	C6H6O3	Alcohol
Tropical fruit	Guaiacol, 4-ethyl-	C9H12O2	Alcohol	Jackfruit	Butanal, 2-methyl-	C5H10O	Aldehyde
Phenolic	2-Naphthalenol	C10H8O	Alcohol	Tropical fruit	Guaiacol, 4-ethyl-	C9H12O2	Alcohol

บทที่ 4

วิจารณ์

1. ผลของสภาพแวดล้อมและการจัดการสวนต่อคุณสมบัติทางกายภาพและคุณภาพของเมล็ดกาแฟ

ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกาแฟนั้นเป็นลักษณะที่มีความผันแปรไปตามสภาพพื้นที่ปลูกที่มีความแตกต่างกันในหลายปัจจัย เช่น ภูมิประเทศ (Avelino *et al*., 2005, Decazy *et al*., 2006) ภูมิอากาศ (Vaast *et al*., 2006) ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Wintgens, 2012) แสง ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต ปริมาณ และคุณภาพของผลผลิต ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชญ์ภาส และคณะ (2560) พบว่า พื้นที่ปลูกกาแฟที่แตกต่างนั้น ส่งผลต่อขนาดของเมล็ดกาแฟ ซึ่งผันแปรไปตามสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน (Muschler, 2001; Dessalegn *et al*., 2008) และการจัดการสวน ซึ่งมีสภาพการปลูกตั้งแต่ในสภาพพื้นที่โล่งแจ้งจนถึงภายใต้ร่มเงาในระดับต่าง ๆ (Muschler, 2001) และปัจจัยด้านการให้น้ำและปุ๋ย เป็นต้น

1.1 ผลของสภาพแวดล้อมและการจัดการสวนต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟ

โดยทั่วไปกาแฟสามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ปลูกที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,600 ถึง 2,800 มิลลิเมตรต่อปี (DaMatta *et al*., 2018) โดยการให้น้ำถือว่ามีความสำคัญอย่างมากในการผลิตกาแฟ เนื่องจาก ปริมาณน้ำฝนที่ไม่มีความแน่นอนอาจส่งผลต่อการเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของเมล็ดกาแฟได้ (DaMatta, 2004; Worku, 2010) ซึ่งปริมาณน้ำที่น้อยเกินไปทำให้พืชเกิดความเครียด ทำให้กิ่งตาย ร่วงหล่น ลดปริมาณผลผลิตและนำไปสู่เมล็ดกาแฟที่มีขนาดเล็ก และคุณภาพเมล็ดเสียหายได้ (DaMatta *et al*., 2018) เช่น กาแฟจากอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา (SK-JN) และอำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ (KB-KT) ที่ไม่มีการให้น้ำ และปลูกไม้ผลผสมผสาน พบว่า เมล็ดมีขนาดค่อนข้างเล็กสัมพันธ์กับค่า GMD (0.560±0.019 และ 0.599±0.041 เซนติเมตร ตามลำดับ) ทั้งนี้หากพิจารณาจากปริมาณน้ำฝนต่อปี พบว่า มีเพียง 1,370.8 และ 1,474.1 มิลลิเมตร เท่านั้น ขณะที่สวนกาแฟบริเวณระนอง (RN-KR) และชุมพร (CP-TS) เป็นพื้นที่ที่มีฝนตกต่อปีสูงที่สุด คือ 3,828.7 และ 1,764.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ และมีปริมาณขนาดใหญ่แตกต่างอย่างชัดเจน (ตารางที่ 9)

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cannell (1974) ที่พบว่า ความแตกต่างของขนาดเมล็ดกาแฟที่พบจากการทดลองในแปลงปลูกมีความสัมพันธ์กับความแตกต่างของปริมาณน้ำฝน ส่วนการให้น้ำทำ

ให้ขนาดเมล็ดกาแฟเพิ่มขึ้นได้ เช่นเดียวกับ การจัดการจัดการน้ำในแปลงปลูกอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี (SR-PN) และอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา (SK-SD) ที่มีสัดส่วนขนาดเมล็ดใหญ่สูงขึ้นกว่าขนาดอื่น ๆ 14 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์

ผลผลิตเมล็ดกาแฟจากสวนที่มีการจัดการปุ๋ย และสวนที่มีการจัดการทั้งน้ำและปุ๋ย พบว่า มีเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดกาแฟปกติมากกว่าสวนที่ไม่มีการจัดการน้ำหรือไม่ให้ปุ๋ย โดยเฉพาะเมล็ดกาแฟจากอำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร (CP-PT) สวนที่มีการจัดการน้ำและให้ปุ๋ย พบเมล็ดปกติ (Normal bean) เป็นปริมาณมาก สูงกว่าเมล็ดกาแฟจากอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา (SK-JN) ที่ไม่มีการจัดการน้ำหรือไม่ให้ปุ๋ยถึง 53.74 เปอร์เซ็นต์ ขณะเดียวกัน เมล็ดกาแฟจากอำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่ (KB-PY) แม้มีเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดปกติมากกว่าอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา (SK-JN) แต่มีสัดส่วนของเมล็ดขนาดใหญ่น้อยกว่าเมล็ดกาแฟจากอำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ (KB-KT) เนื่องจากมีการให้ปุ๋ยในปริมาณต่ำ เมล็ดกาแฟจากอำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่ (KB-PY) ให้ปุ๋ยเคมี (8-24-24) อัตรา 100 กรัมต่อต้นต่อปี ส่วนอำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ (KB-KT) ให้ปุ๋ย (15-15-15 และ 8-24-24) อัตรา 200 กรัมต่อต้นต่อปี สอดคล้องกับงานวิจัยของธิดารัตน์ และคณะ (2560) ซึ่งพบว่า การให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15–15–15 อัตรา 10 กรัมต่อต้น ในช่วงเดือนมิถุนายน และให้ปุ๋ยเคมีสูตร 8–24–24 อัตรา 250 กรัมต่อต้น ในเดือนกรกฎาคมและเดือนสิงหาคม ทำให้ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นถึง 41.67 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ให้ปุ๋ย ที่ส่งผลให้มีปริมาณเมล็ดกาแฟสารที่ไม่ได้มาตรฐานมากขึ้น

เกณฑ์ในการประเมินคุณภาพของเมล็ดกาแฟมีหลายลักษณะ ซึ่งลักษณะที่สำคัญที่ใช้ในการประเมินโดยทั่วไป คือ ขนาดของเมล็ดกาแฟ ซึ่งมีเกณฑ์ในการประเมินแตกต่างกันตามแต่ละมาตรฐาน สำหรับการประเมินคุณภาพเมล็ดกาแฟในประเทศไทยเป็นไปตามมาตรฐานสินค้าเกษตรซึ่งกำหนดโดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งกำหนดมาตรฐานขนาดเมล็ดกาแฟไว้ 4 ขนาด คือ เมล็ดขนาดใหญ่สุด (รหัสขนาด 1) และลดหลั่นลงตามขนาด (รหัส 2 ถึง 7) (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2561) ซึ่งราคาจะเกี่ยวข้องและแปรผกผันไปตามขนาดของเมล็ด หากเมล็ดมีขนาดที่หลากหลายจะส่งผลให้ราคาต่ำลง จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า เมล็ดกาแฟจากอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร (CP-TS) ที่มีการให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ มีค่าความกว้าง ความยาว ความหนา และน้ำหนักมากกว่าเมล็ดกาแฟจากอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา (SK-JN) ที่ไม่มีการจัดการน้ำและปุ๋ย และมีเปอร์เซ็นต์ของขนาดเมล็ดกาแฟที่มีขนาดมากกว่า 7.14 มิลลิเมตร มากที่สุด (CP-TS-2; 94.22 และ CP-TS-1; 93.34 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา คือ เมล็ดกาแฟจากอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ที่มีการให้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว (RN-KR-1) (67.70 เปอร์เซ็นต์) และอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ที่มีการให้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (RN-KR-2) (58.81 เปอร์เซ็นต์) แสดงให้เห็นว่า การจัดการน้ำและปุ๋ยในฤดูกาลผลิตเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเพิ่มคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟสารได้ โดยเฉพาะการให้น้ำที่ไม่

เพียงพอในช่วงพัฒนาการของผลและการเก็บเกี่ยวในระยะที่ผลสุกไม่เพียงพอ มักเป็นสาเหตุสำคัญให้เมล็ดกาแฟสารมีขนาดเล็กได้ (Vargas *et al*., 2005) จากแนวทางปฏิบัติดังกล่าว จึงควรมีการจัดทำระบบน้ำในสวนกาแฟโรบัสตา แม้เป็นการปลูกร่วมพืชอื่น ๆ ก็ตาม เนื่องจากปัจจุบันมีความแปรปรวนของสภาพอากาศ โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝนที่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดกาแฟได้ (Bote and Vos, 2017)

การจัดการน้ำและปุ๋ยในแปลงปลูกกาแฟ จึงมีส่วนทำให้กาแฟมีคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดที่มีขนาดใหญ่ได้ โดยมักส่งผลต่อราคาที่เกษตรกรจะจำหน่าย หากเมล็ดมีขนาดที่หลากหลายจะส่งผลให้ราคาต่ำลง ซึ่งขนาดของเมล็ดในทางการค้าที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วงขนาดเดียวกัน 85 เปอร์เซ็นต์ของล็อตการผลิต Adriana และ Leandro (2008) นอกจากนี้ การได้รับผลกระทบจากการจัดการและได้รับปุ๋ยและน้ำที่ไม่เพียงพอ จนส่งผลกระทบต่อความสมบูรณ์ของต้น การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต (ระวี และชนินทร์, 2558; พงศกร และคณะ, 2560) ซึ่งผลกระทบจากการที่ได้รับปุ๋ยไม่เพียงพอ Bote และ Vos (2017) รายงานว่า คุณภาพกาแฟนั้นลดลงเมื่อมีปริมาณไนโตรเจนไม่เพียงพอ แม้ได้รับแสงแดดอย่างเพียงพอ นอกจากนี้ ยังส่งผลต่อสารเคมีในเมล็ดและทำให้ปริมาณคาเฟอีนเพิ่มขึ้น ซึ่ง Vinecky และคณะ (2017) พบว่า การให้ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมในระหว่างการพัฒนาของผล จะช่วยให้มีปริมาณคาเฟอีน ไขมันและกรดคลอโรจีนิกเพิ่มขึ้นในเมล็ดกาแฟ ซึ่งช่วยให้เมล็ดกาแฟมีกลิ่นรสที่พึงประสงค์เพิ่มขึ้นได้ รวมถึงโพแทสเซียมมีผลในเชิงบวก เพิ่มผลผลิตของเมล็ดกาแฟ ปริมาณคาเฟอีน และฟีนอลทั้งหมด (Clemente *et al*., 2015) สอดคล้องกับการแบ่งใส่ปุ๋ยเคมีสลับกับปุ๋ยอินทรีย์พร้อมกับการให้ปุ๋ยยางพารา ที่ช่วยให้ต้นกาแฟโรบัสตามีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงขึ้นได้ (พงศกร และคณะ, 2560) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การจัดการน้ำและปุ๋ยในสวนกาแฟ ช่วยลดผลกระทบจากข้อจำกัดสภาพแวดล้อมที่ปลูกกาแฟโรบัสตาร่วมพืชอื่น ๆ ได้ ทั้งนี้ ข้อควรระวังในการปลูกกาแฟโรบัสตาร่วมกับพืชชนิดอื่น มักเป็นสาเหตุให้ต้นกาแฟได้รับปริมาณแสงลดลง จึงเป็นสาเหตุสำคัญให้มีปริมาณผลผลิตลดลงได้ 25 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (ระวี และพรเทพ, 2564) ดังนั้น การจัดการปุ๋ยในระยะพัฒนาการของผล นอกจากเพิ่มปริมาณและผลผลิตเมล็ดกาแฟแล้ว ยังส่งผลต่อคุณภาพของเมล็ดกาแฟ รวมไปถึง การเพิ่มขึ้นของคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของกาแฟ (Clemente *et al*., 2015; Bote and Vos, 2017)

การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า เมื่อมีการปลูกกาแฟโรบัสตา เกษตรกรควรมีการให้น้ำ การหมั่นให้ปุ๋ยทางดิน และเพิ่มความถี่ในการเก็บเกี่ยวเฉพาะผลสุก พร้อมทั้งจำเป็นต้องคัดเลือกเมล็ดที่ผิดปกติและคัดขนาดเมล็ดกาแฟสารที่มีคุณภาพ เพื่อเพิ่มมูลค่าการผลิตและคุณภาพการนำไปแปรรูป อีกทั้งเป็นการลดผลกระทบจากปัจจัยสภาพแวดล้อมทั้งในแปลงปลูกเชิงเดี่ยวและแปลงปลูกผสมผสาน จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการ และพัฒนาการยกระดับการผลิตเมล็ดกาแฟ

โรบัสตาให้ได้คุณภาพตามมาตรฐานสากลมากขึ้น รวมถึง สามารถสร้างอัตลักษณ์ด้านกลิ่นรสและเพิ่มมูลค่าให้กับเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟโรบัสตาทางภาคใต้ในอนาคตได้

1.2 ผลของสภาพแวดล้อมและการจัดการสวนต่อคุณภาพของเมล็ดกาแฟ

กาแฟโรบัสตาเป็นกาแฟที่ได้รับความนิยมในการปลูกทางภาคใต้ของประเทศไทย แต่ปัญหาที่พบคือ คุณภาพเมล็ดกาแฟ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อกลิ่นและรสชาติ ที่เป็นผลมาจากการจัดการ การเก็บเกี่ยว และกระบวนการแปรรูป ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญต่อคุณภาพของเมล็ดกาแฟ และกระบวนการเก็บเกี่ยวสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางคุณภาพของเมล็ดกาแฟได้ (พีระพงศ์และเชาว์, 2555)

สมาคมกาแฟพิเศษกำหนดวิธีการคัดแยกข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟจากตัวอย่างโดยตรวจสอบความสมบูรณ์ ความชื้น กลิ่น และสีของเมล็ด หลังจากนั้น ทำการคัดแยกข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟ เพื่อพัฒนาระบบมาตรฐานการผลิตให้ได้มาซึ่งเมล็ดกาแฟที่มีคุณภาพ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟในพื้นที่ปลูกทางภาคใต้ของประเทศไทย มีความแตกต่างกันของข้อบกพร่องหลักและข้อบกพร่องรองในแต่ละพื้นที่ปลูก ซึ่งมีความต่างกันของสภาพแวดล้อม และการจัดการสวนของเกษตรกร

ซึ่งจากการศึกษาพบเมล็ดที่มีความผิดปกติมากที่สุดจากอำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ ที่ไม่มีการจัดการน้ำ ให้ปุ๋ยเคมี (KB-KT) และอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา กระบี่ ที่ไม่มีการจัดการน้ำและปุ๋ย (SK-JN) (38.35±2.15 และ 36.89±0.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ส่วนเมล็ดกาแฟจากพื้นที่อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร ที่มีการจัดการน้ำ และให้ปุ๋ยเคมี รวมถึงมีการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดก่อนการจำหน่ายและแปรรูป (CP-PT) และอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ที่ไม่มีการจัดการน้ำ ให้ปุ๋ยอินทรีย์ รวมถึงมีการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดก่อนการจำหน่ายและแปรรูป (RN-KR-1) พบเมล็ดกาแฟที่มีความผิดปกติน้อยที่สุด (4.46±0.15 และ 7.30±0.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Vargas และคณะ (2005) พบว่า การจัดการสวนที่แตกต่างกันส่งผลต่อข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟ ซึ่งมีหลายปัจจัย เช่น การเก็บเกี่ยว และระบบการปลูก และการจัดการน้ำและปุ๋ยในฤดูกาลผลิต เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยลดผลกระทบให้เกิดข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟสารได้

โดยข้อบกพร่องหลัก (ประเภทที่ 1) ที่พบเป็นจำนวนมาก คือ เมล็ดดำ (Full black) ซึ่งพบมากที่สุดในกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ที่ไม่มีการจัดการน้ำ ให้ปุ๋ยเคมี และไม่มีการตรวจคัดคุณภาพเมล็ดก่อนการจัดจำหน่ายหรือแปรรูป (RN-KR-2) (16.47±7.63 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งเกิดจากปริมาณน้ำฝนในพื้นที่มีปริมาณสูง และตากผลผลิตบนลานดิน สอดคล้องกับการศึกษาของ Batista และคณะ (2009) ซึ่งพบว่า การตากกาแฟบนลานดินเสี่ยงต่อการปนเปื้อนมากกว่าการตาก

บนลานซีเมนต์ เนื่องจากกาแฟที่เก็บเกี่ยวมีความชื้น เมื่อสัมผัสกับพื้นดินทำให้มีโอกาสปนเปื้อนเชื้อราสูง ซึ่งในการปฏิบัติการเกษตรที่ดี (GAP) แนะนำให้ตากกาแฟบนลานซีเมนต์ เนื่องจากผลกาแฟมีเปลือกที่หนา ซึ่งในขั้นตอนการตากหากใช้เวลาสั้นก็จะสามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อราที่ก่อให้เกิดความผิดปกติของเมล็ดได้ (Noonim *et al*., 2009) นอกจากนี้ เกษตรกรหรือผู้ประกอบการส่วนใหญ่เก็บรักษาเมล็ดกาแฟในบรรจุภัณฑ์ที่ไม่สามารถป้องกันความชื้นได้ ประกอบกับเก็บรักษาเป็นระยะเวลาประมาณ 6 ถึง 8 เดือน ส่งผลให้มีกลิ่นอันไม่พึงประสงค์และเกิดเชื้อรา จึงควรเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ป้องกันความชื้นได้ และควรรักษาในห้องที่สามารถถ่ายเทอากาศได้ดี มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเก็บรักษาน้อยที่สุด เพราะกาแฟที่แห้งจะมีความสามารถในการดูดความชื้นกลับเข้าสู่เมล็ด และอาจจะทำให้เชื้อราที่ฝังตัวอยู่เจริญเติบโตได้ (ดนัย และคณะ, 2558) และการจัดการด้านการเก็บเกี่ยว และสอดคล้องกับการเก็บเกี่ยวผลผลิตกาแฟเพียง 2 ครั้งในฤดูกาล ของวิธีจัดการสวนแบบอำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ ที่ไม่มีการจัดการน้ำ ให้ปุ๋ยเคมี และไม่มีการตรวจคัดคุณภาพเมล็ดก่อนการจัดจำหน่ายหรือแปรรูป (KB-KT) (16.11±6.96 เปอร์เซ็นต์) ส่งผลให้เมล็ดกาแฟมีการติดเชื้อจุลินทรีย์ร่วมด้วยจากการเก็บเกี่ยวเมล็ดที่ร่วงหรือสุกคาต้น ทำให้มีปริมาณผลผลิตที่สุกเต็มที่และไม่สุกรวมกันก่อนนำไปแปรรูปเป็นสารกาแฟ ส่งผลให้เมล็ดกาแฟสารแบบพื้นที่ปลูกอำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร (CP-PT) และอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง (RN-KR-2) มีลักษณะคุณภาพและน้ำหนักมากกว่าเมล็ดกาแฟสารอำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ (KB-KT) อย่างมีนัยสำคัญด้วย

และข้อบกพร่องรอง (ประเภทที่ 2) ที่พบเป็นจำนวนมาก คือ เมล็ดแตกหัก (Broken/chipped/cut) ซึ่งพบมากที่สุดในกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (CP-TS-2) (13.81±4.48 เปอร์เซ็นต์) ที่เกิดความเสียหายของเมล็ดในกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวในระหว่างการสีเมล็ด นอกจากนี้ สังเกตได้ว่ากาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียกมีเปอร์เซ็นต์ของขนาดเมล็ดใหญ่มากกว่ากระบวนการแปรรูปแบบแห้ง และแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก สาเหตุของ Broken/chipped/cut ที่พบและปริมาณที่มากที่สุดเกิดจากการที่เกษตรกรไม่ได้ปรับขนาดของเครื่องสีให้มีความพอดีต่อขนาดเมล็ด ดังนั้น ในกระบวนการสีเมล็ด ควรมีการปรับขนาดให้เหมาะสมทุกครั้งก่อนการสี และเครื่องมือในการปอกเปลือกผลกาแฟควรได้รับการตรวจเช็คและทำความสะอาดอยู่เสมอ เพื่อกำจัดเปลือกกาแฟที่ตกค้างและทำให้สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ (ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง, 2537) และเมล็ดที่การเข้าทำลายของแมลง (Slight insect damage) พบมากที่สุดในอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา (SK-JN) (11.26±1.23 เปอร์เซ็นต์) ที่เกิดจากแมลงเข้าทำลาย ทำให้ความหนาแน่นของเมล็ดลดลง ซึ่งเกษตรกรควรมีการตัดแต่งกิ่ง จัดการร่มเงา เพื่อง่ายต่อการป้องกันและกำจัดแมลง และยังส่งผลดีต่อขนาดของเมล็ด องค์ประกอบทางเคมี และคุณภาพของเมล็ด รวมไปถึงรสชาติและ

กลิ่นของกาแฟที่มีคุณภาพสูงขึ้นได้ (Muschler, 2001) นอกจากนั้น ยังพบเมล็ดอ่อนหรือเมล็ดที่ยังไม่สุก (Immature/unripe) (4.08±0.04 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งเกิดจากระบวนการเก็บเกี่ยวที่ใช้วิธีการรูดผลกาแฟแทนการเก็บโดยการคัดเฉพาะผลสุก สอดคล้องกับงานวิจัยของถาวร (2550) รายงานว่า เกษตรกรหรือแรงงานจ้างใช้วิธีการเก็บเกี่ยวผลโดยใช้มือหนึ่งโน้มกิ่ง อีกมือหนึ่งเก็บผล และปล่อยผลลงบนผ้าพลาสติกที่ดัดแปลงเป็นภาชนะ ปัญหาของการเก็บแบบนี้ คือ ไม่สะดวกในการเลือกผล เนื่องจากมืออีกด้านหนึ่งต้องโน้มกิ่ง และใช้วิธีการรูดผลกาแฟแทนการเก็บเฉพาะผลที่มีสีส้มหรือแดง ซึ่งรวดเร็วและได้ผลผลิตในปริมาณ แต่ส่งผลให้ผลผลิตไม่มีคุณภาพ ทั้งนี้ ผู้ปลูกมีการประดิษฐ์เครื่องมือโน้มกิ่ง ทำจากไม้หรือท่อพีวีซียาว 160 เซนติเมตร ปลายทั้งสองด้านประกอบด้วยตะขอ (ตะขอด้านหนึ่งใช้เกี่ยวกิ่ง และตะขอด้านล่างไว้เป็นที่วางเท้าเพื่อยึดกิ่ง) ผู้เก็บจึงสามารถใช้มือทั้งสองข้างเลือกเก็บผล อย่างไรก็ตาม พบว่า ผู้เก็บผลที่เป็นแรงงานจ้างนั้นไม่เลือกเฉพาะผลที่เหมาะสมแต่เก็บผลทุกระยะสีผิวเนื่องจากสะดวกและการคิดค่าแรงคิดตามน้ำหนักของผลกาแฟ ผู้รับจ้างจึงเน้นให้ได้ผลปริมาณมากที่สุดโดยไม่คำนึงถึงความสุกผล

Oliveira และคณะ (2016) กล่าวว่า การประเมินสีของเมล็ดกาแฟสีเขียวเป็นกระบวนการสำคัญในการกำหนดคุณภาพและราคาตลาด ซึ่ง Franca และคณะ (2005) พบว่า การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเมล็ดกาแฟที่มีความผิดปกติของเมล็ดทั้งเมล็ดดิบและเมล็ดคั่วสามารถแยกประเภทของเมล็ดที่มีข้อบกพร่องและไม่มีข้อบกพร่องที่ศึกษาได้ ความผิดปกติของเมล็ดเกี่ยวข้องกับการกำหนดคุณภาพกาแฟ ซึ่งอาจเกิดจากกรบวนการระหว่างการเก็บเกี่ยวและการดำเนินการก่อนการแปรรูป โดยเมล็ดสีดำเป็นประเภทที่มีความผิดปกติซึ่งมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างมากที่สุด เมล็ดสีดำเป็นผลมาจากเมล็ดกาแฟที่ตกลงบนพื้นดินตามธรรมชาติ โดยอาจเกิดจากฝนหรือการสุกมากเกินไป (Mazzafera, 1999) สอดคล้องกับกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง (RN-KR-2) พบเมล็ดสีดำ (ประเภทที่ 1) เป็นจำนวนมาก (16.47±7.63 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนอยู่ที่ 3,828.70 มิลลิเมตรต่อปี

โดย กนกพร และคณะ (2561) รายงานว่า การเก็บเกี่ยวผลโดยใช้สีผิวผลเป็นดัชนี และการคัดคุณภาพผลด้วยน้ำนั้น สามารถแยกผลที่ไม่สมบูรณ์ออกทำให้ลดปริมาณผลเสียได้ ซึ่งอาศัยคุณสมบัติทางกายภาพด้านความถ่วงจำเพาะที่แตกต่างกันของผลอ่อนและผลแก่ ซึ่งผลอ่อนหรือผลลอยน้ำเป็นผลที่มีช่องว่างภายในผลมาก รวมไปถึงมีส่วนของเมล็ดที่มีความผิดปกติปะปนอยู่ ซึ่งนอกจากส่งผลต่อคุณภาพเมล็ดที่ดีแล้ว ยังส่งผลต่อขนาดของเมล็ดกาแฟ ที่มักมีผลต่อราคารับซื้อ โดยปานหทัย และคณะ (2558) รายงานว่า คุณภาพของเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ดีพบได้จากการลอยผลกาแฟ และตากผลสดภายใน 1 วันหลังการเก็บเกี่ยว (ตามหลัก GAP) ซึ่งได้เมล็ดคุณภาพดี 93.50 เปอร์เซ็นต์ และมีข้อบกพร่องรวมไม่เกิน 7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคุณภาพเมล็ดส่งผลโดยตรงต่อกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรส (พีระพงศ์ และเชาว์, 2555)

การผลิตเมล็ดกาแฟคุณภาพและมีรสชาติดี เกษตรกรจึงจำเป็นต้องมีการจัดการทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตกาแฟเพื่อให้ได้ปริมาณและคุณภาพของสารกาแฟที่ดีตรงตามมาตรฐานเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟ และเป็นที่ยอมรับของผู้ซื้อและผู้บริโภค

นอกจากนี้ กระบวนการแปรรูปกาแฟ (Coffee processing) มีความสำคัญต่อรายได้และผลตอบแทนของเกษตรกรเป็นอย่างมาก เพราะกรรมวิธีที่ดีจะส่งผลถึงคุณภาพของกาแฟที่ผลิตได้ จึงควรมีการจัดการให้ดีที่สุด การผลิตสารกาแฟสามารถดำเนินการได้หลายวิธี แต่ละวิธีมีข้อจำกัด ข้อดีและข้อเสีย แตกต่างกันออกไป (ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง, 2537) ในกระบวนการแปรรูปแบบแห้ง สภาพภูมิอากาศ ความชื้น และปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ ส่งผลให้การตากแห้งที่เหมาะสมทำได้ยากและนำไปสู่การพัฒนาของเชื้อราในเมล็ด และส่งผลให้คุณภาพของเมล็ดกาแฟลดลง (Meulenaer *et al.,* 2018) หากเกษตรกรมีวิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว และแปรรูปตามหลักวิชาการ สามารถช่วยลดปัญหาจากลักษณะความผิดปกติของเมล็ดกาแฟได้ (Duarte *et al*., 2010) นอกจากนั้น เกษตรกรควรมีการจัดการกระบวนการตากที่ดี โดยการเกลี่ยและกลับกองผลเชอร์รี่อย่างสม่ำเสมอ ไม่กองผลเชอร์รี่หนาจนเกินไป และเก็บเกี่ยวเมล็ดในระยะความสุกที่เหมาะสม

ดังนั้น ข้อบกพร่อง และลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกาแฟ มีความแตกต่างกันในแต่ละลักษณะของพื้นที่ ซึ่งลักษณะเหล่านี้มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดกาแฟ ทั้งในด้านของกลิ่นและรสชาติ ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้ สามารถบ่งชี้ถึงพื้นที่ปลูก การดูแลและการจัดการของเกษตรกรที่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของลักษณะทางกายภาพและคุณภาพของเมล็ด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการและพัฒนามาตรฐานเมล็ดกาแฟให้ได้คุณภาพ ซึ่งเป็นเกณฑ์และมาตรฐานที่สำคัญที่สุดในการจัดระดับ หรือเกรดของคุณภาพกาแฟ ที่สามารถสร้างเอกลักษณ์ และเพิ่มมูลค่าให้กับเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟได้

2. คุณลักษณะและคุณภาพของกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟโรบัสตาและอราบิกา

2.1 รสชาติของกาแฟ

ความนิยมของผู้บริโภคในการดื่มกาแฟนั้น เป็นผลมาจากคุณภาพของกาแฟต่อประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟ ซึ่งเกิดจากปัจจัยทางชีวภาพและกายภาพ การมีองค์ประกอบทางเคมีที่ซับซ้อนจากพันธุกรรมของพืช พื้นที่ปลูก อิทธิพลของสิ่งแวดล้อม เทคนิคการเก็บเกี่ยว การแปรรูป กระบวนการคั่ว การบด และการชงหรือการสกัดกาแฟ (Frost *et al*., 2019) ซึ่งวิธีการสกัดที่เหมาะสม หรือรสชาติที่แปรผันและความชอบของผู้บริโภคเกี่ยวข้องกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด และปริมาณเปอร์เซ็นต์ของกาแฟที่ถูกสกัด (Cotter *et al*., 2020) โดย

เมล็ดกาแฟโรบัสตาคั่วบดจากพื้นที่อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา (SK-JN-D) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ปริมาณเปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายอยู่น้ำทั้งหมด และปริมาณเปอร์เซ็นต์ของกาแฟที่ถูกสกัดสูงที่สุด ซึ่งมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับคุณลักษณะของกลิ่นรส สอดคล้องกับการรายงานของ Batali และคณะ (2020) ซึ่งพบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดและเปอร์เซ็นต์ของกาแฟที่ถูกสกัด ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟ สามารถเป็นตัวชี้วัดบ่งบอกคุณลักษณะและแนวโน้มของกลิ่นรสได้ เช่น รสขม เปรี้ยว และควันมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ในขณะที่รสหอมหวาน กลิ่นผลไม้ และกลิ่นของดอกไม้มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับปริมาณของของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกาแฟ (Frost *et al*., 2019) ส่วนปริมาณเปอร์เซ็นต์ของกาแฟที่ถูกสกัดที่สูงขึ้น โดยทั่วไปเกิดจากการชงที่ใช้ระยะเวลานานกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่มีค่าปริมาณเปอร์เซ็นต์ของกาแฟที่ถูกสกัดต่ำ (Batali *et al*., 2020)

ความเป็นกรดของกาแฟ ถือเป็นคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสที่สำคัญ ถูกกำหนดโดยความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนที่เกี่ยวข้องกับระดับการแตกตัวเป็นกรดในสารละลายที่เป็นน้ำ ปริมาณของกรดส่งผลต่อรสชาติ ไม่ว่าจะเป็นการรับรู้รสผ่านการชิม หรือผ่านกลิ่น (Woodman, 1985) ซึ่งจากการทดลองศึกษาปริมาณกรดซิตริก กรดมาลิก กรดทาร์ทาริก และกรดแอซิติกทั้งหมดในตัวอย่างกาแฟโดยวิธีการไทเทรต พบว่า มีเปอร์เซ็นต์ของกรดทาร์ทาริกสูงที่สุดในทุกพื้นที่ของกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ รองลงมา คือ กรดมาลิก และกรดซิตริก และพบเปอร์เซ็นต์ของกรดแอซิติกน้อยที่สุดในทุกตัวอย่างทดสอบ และค่า pH ของกาแฟโรบัสตาจากพื้นที่จังหวัดยะลา (YL-D) มีค่าสูงที่สุด ซึ่งสัมพันธ์กับรสชาติจากการชิม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Vasconcelos และคณะ (2007) ซึ่งรายงานว่า ค่า pH และความเป็นกรดที่ไทเทรตสัมพันธ์กับการรับรู้ความเป็นกรดทางประสาทสัมผัส นอกจากนั้น วิธีและระยะเวลาในการสกัดยังส่งผลต่อความเป็นกรดของกาแฟ กล่าวคือ เมื่อเปอร์เซ็นต์ของกาแฟที่ถูกสกัดมีปริมาณที่สูงขึ้น ทำให้การรับรู้ถึงความเปรี้ยวหรือความเป็นกรดของกาแฟลดลง (Chiralertpong *et al*., 2008)

2.2 คุณภาพและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟ

ในอุตสาหกรรมกาแฟมีการใช้วิธีการคัดเกรดคุณภาพหลายขั้นตอนเพื่อจำแนกกาแฟในขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการผลิต (Giacalone *et al*., 2019) ซึ่งนำไปสู่ระบบระดับคุณภาพโดยรวมของกาแฟ กับข้อมูลข้อบกพร่องที่พบในการประเมินทางประสาทสัมผัส (Donfrancesco *et al*., 2014) กาแฟโรบัสตาเป็นกาแฟที่ได้รับความนิยมในการปลูกทางภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อกลิ่นและรสชาติ คือ การจัดการ การเก็บเกี่ยว และกระบวนการแปรรูป เนื่องจาก

กระบวนการเก็บเกี่ยวสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณลักษณะของกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของกาแฟ (พีระพงศ์ และเชาว์, 2555) รวมไปถึงพื้นที่ปลูก จากการทดสอบกลิ่นและรสชาติของกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ พบว่า เมล็ดกาแฟจากพื้นที่ปลูกอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ที่ไม่มีการจัดการน้ำ ให้ปุ๋ยอินทรีย์ และมีการคัดคุณภาพเมล็ดก่อนการแปรรูป (RN-KR-1-D) มีคะแนนรวมมากที่สุด และมีกลิ่นที่หลากหลายและโดดเด่น อยู่ที่ 80.13±0.53 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับกาแฟพิเศษ (Fine Robusta) แสดงให้เห็นว่าหากมีการจัดการที่ดี เกษตรกรจะสามารถพัฒนาคุณภาพกาแฟให้อยู่ในระดับพิเศษได้ เช่น การให้น้ำ การใส่ปุ๋ย การลดข้อบกพร่องของเมล็ดกาแฟโดยการจัดการกระบวนการเก็บเกี่ยว หรือการตาก เพื่อลดเมล็ดดำ และกระบวนการสีกาแฟ เพื่อป้องกันเมล็ดแตกหัก และการคัดคุณภาพเมล็ดก่อนกระบวนการแปรรูป และจากการประเมินคุณภาพของกาแฟอราบิกาโดยวิธีการ Cupping ในกาแฟอราบิกาที่ปลูกทางภาคใต้ พบว่า มีคะแนนสูง และอยู่ในระดับกาแฟพิเศษ (Specialty) ในทุกตัวอย่าง และมีคุณภาพไม่ต่างไปจากกาแฟอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ทางภาคเหนือของประเทศไทย (ภาพภาคผนวกที่ 3)

2.3 คาเฟอีนในเมล็ดกาแฟ

คาเฟอีนมีความสำคัญต่อการสร้างรสชาติของกาแฟ โดยทั่วไปสารสกัดกาแฟโรบัสตามีคาเฟอีนเป็นสองเท่าของกาแฟอราบิกา (Jeszka *et al*,. 2016) ซึ่งจากการวิเคราะห์ปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟโรบัสตา ซึ่งผ่านกระบวนการคั่วที่ปลูกในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อพิจารณาถึงกระบวนการแปรรูปและตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่ปลูก โดยเมล็ดกาแฟคั่ว ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียก (1.98±0.14 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง) มีปริมาณคาเฟอีนมากกว่ากระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก (1.79±0.32 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง) และกระบวนการแปรรูปแห้ง (1.77±0.12 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Fuller และ Rao (2017) และ Muzykiewicz และคณะ (2021) รายงานว่า เวลาของกระบวนการหมักในระหว่างกระบวนการผลิตจะทำให้เมล็ดกาแฟมีปริมาณคาเฟอีนที่สูงขึ้น

2.4 สารระเหยให้กลิ่นในเมล็ดกาแฟ

สารประกอบระเหยที่พบในกาแฟคั่วเกิดจากการสลายตัวขององค์ประกอบเคมีภายในเมล็ดกาแฟในขณะที่มีการคั่ว เนื่องจากเมล็ดกาแฟดิบจะยังไม่มีสารประกอบที่ให้กลิ่นรสในกาแฟ ซึ่งการพัฒนาของกลิ่นรสในกาแฟจะเกิดขึ้นระหว่างที่จะเมล็ดกาแฟผ่านการคั่ว ดังนั้น สารประกอบที่พบในเมล็ดกาแฟดิบจะเป็นสารที่ได้มาจากกระบวนการสังเคราะห์ของพืช (Biosynthesis) เช่น สารประกอบในกลุ่ม

ของแอลดีไฮด์ซึ่งเป็นกลุ่มที่พบมากที่สุดในกาแฟดิบให้กลิ่นเหม็นเขียว (Mottram, 2007) ซึ่งการเกิดกลิ่นและกลิ่นรสมีหลายปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้อง คือ ปฏิกิริยาเมลลาร์ด ปฏิกิริยาไพโรไลซิส Strecker degration การแตกตัวของสารประกอบน้ำตาล กรดอะมิโน ไตรโกเนลลีน และสารประกอบอื่น ๆ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและรวมตัวเกิดเป็นสารประกอบที่ให้กลิ่นรส ซึ่งกาแฟคั่วบดถูกระบุว่าพบสารประกอบที่ระเหยได้มากกว่า 800 ชนิด สารประกอบที่สามารถพบได้บ่อย ได้แก่ กรดอัลดีไฮด์ (Aldehydes) แอลกอฮอล์ (Alcohols) สารประกอบกำมะถัน (Sulfur compounds) สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compounds) ไพริดีน (Pyridine) ไทโอฟีน (Thiophene) ไพโรล (Pyrrole) และฟูแรน (Furan) เนื่องจากมีสารประกอบจำนวนมากและมีความซับซ้อนของสารเคมีในเมล็ดกาแฟ (Yang *et al.,* 2016) ซึ่งจากการศึกษา พบว่า กาแฟอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี (ภาคใต้ฝั่งทิศตะวันออก) ตรวจพบสารระเหยให้กลิ่นจำนวน 136 และ 152 ชนิด ตามลำดับ ส่วนกาแฟจากพื้นที่อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง และอำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่ (ภาคใต้ฝั่งทิศตะวันตก) ตรวจพบสารระเหยให้กลิ่นจำนวน 142 และ 143 ชนิด ตามลำดับ และพบสารประกอบในกลุ่มฟูแรนกระจายตัวอยู่มากในทุกพื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นสารที่เกิดจากการแตกสลายตัวขององค์ประกอบภายในเมล็ดกาแฟจากกระบวนการไพโรไลซิส และเป็นกลุ่มสารที่มีความสำคัญต่อกลิ่นของกาแฟมากที่สุด เช่น 2-Furanmethanol, 2-furan-carboxaldehyde, 2-furancarboxaldehyde, 5-methyl- และสารประกอบในกลุ่มไพราซีน (Pyrazines) เป็นสารที่พบมากเป็นอันดับที่สองรองจากกลุ่มของฟูแรน เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดระหว่างกรดอะมิโนกับน้ำตาลรีดิวซ์ ปฏิกิริยาไพโรไลซิส และการแตกสลายของไตรโกเนลลีน (Vernam and Sutherland, 1994) เช่น Pyrazine, methyl-, pyrazine, 2,5-dimethyl-, pyrazine, 2,6-dimethyl- และ pyrazine, ethyl-

Zambonin และคณะ (2005) รายงานว่า การวิเคราะห์ Solid phase microextraction-Gas chromatography-mass spectrometry (SPME-GC-MS) ร่วมกับการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) สามารถบ่งบอกต้นกำเนิดทางภูมิศาสตร์ของกาแฟโรบัสตาได้ นอกจากนั้น Tsegay และคณะ (2019) พบว่า พื้นที่ปลูกมีผลต่อองค์ประกอบเคมีในเมล็ดกาแฟ โดยสารระเหยภายในเมล็ดสามารถระบุพื้นที่ปลูกกาแฟและสถานที่ผลิตของกาแฟได้ ซึ่งจากการทดลอง พบว่า กลิ่นและกลิ่นรสของเครื่องเทศ ถั่ว ดอกไม้ และเบอร์รี่ สามารถพบได้ในทุกพื้นที่ศึกษา ซึ่งสาร Phenol, 2-methoxy- ให้กลิ่นและกลิ่นรสเครื่องเทศ และสาร 1,2-Cyclopentanedione, 3-methyl- ให้กลิ่นและกลิ่นรสเครื่องเทศเฉพาะภาคใต้ฝั่งทิศตะวันตก สาร Pyrazine, 2,6-dimethyl- ให้กลิ่นและกลิ่นรสถั่วทั้งภาคใต้ฝั่งทิศตะวันออกและฝั่งทิศตะวันตก และพบสาร Pyrazine, 2-ethyl-6-methyl- และ pyrazine, ethyl- ให้กลิ่นและกลิ่นรสถั่วเฉพาะภาคใต้ฝั่งทิศตะวันตก สาร 2-Furanmethanol, acetate ให้กลิ่นและกลิ่นรสดอกไม้ทั้งภาคใต้ฝั่งทิศตะวันออกและฝั่งทิศตะวันตก และสาร Maltol ให้กลิ่นและกลิ่นรสเบอร์รี่ในทุกพื้นที่ศึกษา

กาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ แต่ยังมีปัญหาด้านกระบวนการผลิตที่มีต้นทุนสูง คุณภาพไม่ตรงกับที่ตลาดต้องการ ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกลดจำนวนพื้นที่ปลูกกาแฟลง หรือปลูกเป็นพืชเสริม และปัญหาด้านการตลาด เช่น เทคโนโลยีที่เกษตรกรใช้ในการผลิต รวมทั้งที่ดิน แรงงาน ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช การเก็บเกี่ยว ให้ได้คุณภาพตามความต้องการของภาคอุตสาหกรรมและส่งออกยังไม่ได้ และไม่ได้รับการพัฒนาเท่าที่ควร ทำให้ต้นทุนการผลิตต่อไร่สูงกว่าประเทศเพื่อนบ้าน และคุณภาพของเมล็ดกาแฟที่ไม่ได้คุณภาพหรือคุณภาพต่ำ กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ การไม่ยอมรับกระบวนการผลิตที่มีขั้นตอนการจัดการที่ซับซ้อน หรือส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตที่สูงเกินกว่าผู้ปลูกจะรับได้ หรือกระบวนการดังกล่าวส่งผลต่อการคัดทิ้งผลผลิตบางส่วนออกจากระบบโดยที่ผู้ปลูกไม่ได้ประโยชน์ในแง่ตัวเงิน

อีกทั้งราคาต่ำและผันผวน เนื่องจากราคาอิงกับราคาตลาดโลก เกษตรกรไม่สามารถที่จะกำหนดราคาเองได้ ซึ่งในด้านการผลิตหรือการเพิ่มผลผลิต รัฐบาลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรมีมาตรการ การสนับสนุนด้านปัจจัยการผลิตและวิธีการใช้ปัจจัยการผลิตที่ถูกต้อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตให้สูงขึ้น และเนื่องจากต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูง มีการใช้เทคโนโลยีไม่ถูกต้อง ขาดการดูแลรักษาต้นกาแฟและการจัดการด้านแปลงปลูก ส่งผลให้มีต้นทุนแฝงที่มาจากการจัดการ และผู้บริโภคไม่นิยมบริโภคกาแฟไทยเนื่องจากมีกลิ่นและรสที่ไม่พึงประสงค์ ดังนั้น หน่วยงานภาครัฐควรมีการส่งเสริม ฝึกอบรม ให้ความรู้และคำแนะนำ ในการจัดการ ทั้งการวางระบบน้ำ การให้ปุ๋ย การคัดคุณภาพเมล็ด การใช้เทคโนโลยีที่ถูกต้องและเหมาะสมกับเกษตรกรให้สามารถปรับปรุงระบบการผลิต ให้มีประสิทธิภาพให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของตลาด ซึ่งจากผลการศึกษานี้ เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟควรวางแผนกระบวนการปลูกและการดูแลแปลงปลูกเพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตที่ดีขึ้นทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ และจัดการปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการอย่างเป็นระบบ นำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ในกระบวนการผลิต รวมทั้ง การให้น้ำและปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสมต่อสภาพดินของพื้นที่ปลูก ควรมีการจัดการด้านการเก็บเกี่ยว กล่าวคือ เกษตรกรส่วนใหญ่ทางภาคใต้เก็บเกี่ยวผลผลิตโดยการรูดเมล็ด ทำให้ผลผลิตที่ได้อาจปะปนมาซึ่งเมล็ดอ่อน เมล็ดที่มีความผิดปกติ และสิ่งแปลกปลอม จึงควรแบ่งรอบการเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อฤดูกาล และเกษตรกรควรนำผลผลิตกาแฟลอยน้ำก่อนการเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเพื่อการคัดคุณภาพเบื้องต้น เพื่อลดปัจจัยการผลิตทั้งด้านต้นทุนและการจัดการที่อาจได้มาซึ่งเมล็ดกาแฟสารที่ไม่ได้คุณภาพ และเพื่อพัฒนาคุณภาพเมล็ดกาแฟสารให้อยู่ในระดับกาแฟพิเศษ เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟควรให้ความสำคัญถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อกลิ่น รสชาติ และกลิ่นรสของแฟ อาทิ กระบวนการตาก ไม่ควรตากผลผลิตบนลานดินโดยตรง ควรตากบนลานซีเมนต์ แคร่ หรือโรงเรือน และปิดคลุมในเวลากลางคืนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดระยะเวลาของการทำแห้ง การสีเมล็ดควรปรับการทำงานของเครื่องมือให้เหมาะสมกับขนาดของเมล็ด เพื่อป้องการการแตกหักของผลผลิต การคัดคุณภาพของเมล็ดกาแฟสาร หรือการคัดประเภทเมล็ดพีเบอร์รี่ก่อนการจัดจำหน่ายเพื่อเพิ่มมูลค่าทางการค้า

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะศึกษาครั้งต่อไป 1) ผู้ศึกษาควรศึกษาวิธีสร้างอัตลักษณ์ของกาแฟ โดยมุ่งเน้นด้านรสชาติของกาแฟที่ผู้บริโภคนิยมบริโภค เพื่อให้กาแฟไทยทั้งโรบัสตาและอราบิกาได้รับความนิยมสูงขึ้น 2) ในภาคตลาดและการท่องเที่ยว ผู้บริโภคในปัจจุบันนิยมดื่มกาแฟสดและต้องการท่องเที่ยวเพื่อชมแปลงปลูก หรือกระบวนการผลิต ดังนั้น เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟสามารถพัฒนาให้เป็นเกษตรเชิงท่องเที่ยว และสร้างอัตลักษณ์ของกาแฟในพื้นที่ได้ 3) ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาสารระเหยให้กลิ่นของกาแฟไทยอย่างครอบคลุมทุกพื้นที่ และพันธุ์ของกาแฟ การศึกษาครั้งต่อไป ควรศึกษาทั้งพันธุ์ของกาแฟที่มีคุณภาพและเป็นที่นิยม และกาแฟจากในแต่ละพื้นที่ พร้อมทั้งส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกกาแฟพันธุ์ที่ผู้บริโภคนิยมให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด

บทที่ 5

สรุปผล

1. ผลของคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเรขาคณิต ความเป็นทรงกลม ปริมาตรเมล็ด พื้นที่ผิว และความหนาแน่นรวมของเมล็ดกาแฟมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และเมื่อนำเมล็ดกาแฟมาจัดขนาด พื้นที่ปลูกกาแฟเชิงเดี่ยวจากอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ไม่มีการจัดการน้ำ ให้เคมีและปุ๋ยอินทรีย์ มีคุณสมบัติทางกายภาพ และเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดที่มีขนาดใหญ่มากกว่าอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ที่ไม่มีการจัดการน้ำและปุ๋ย ที่พบเมล็ดขนาดเล็กกว่า 5.95 มิลลิเมตร (no. 14, 12 และ G) ในปริมาณสูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ

2. ผลของความผิดปกติของเมล็ดกาแฟที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

จำแนกประเภทเมล็ดกาแฟโรบัสตา พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยอำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร ที่มีการจัดการน้ำและให้ปุ๋ยเคมี มีเมล็ดปกติมากที่สุด ส่วนอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ที่ไม่มีการจัดการน้ำและปุ๋ยพบน้อยที่สุด เมล็ดพีเบอร์รี่พบมากที่สุดที่อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ซึ่งเหมาะแก่การคัดจำหน่ายเพื่อเพิ่มมูลค่าได้ และอำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ ที่ไม่มีการจัดการน้ำ ให้ปุ๋ยเคมี พบเมล็ดพีเบอร์รี่น้อยที่สุด แต่พบเมล็ดกาแฟที่มีความผิดปกติมากที่สุด ส่วนอำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร และอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง (RN-KR-1) ที่มีการจัดการน้ำและปุ๋ย พบเมล็ดกาแฟที่มีความผิดปกติน้อยที่สุด ซึ่งความผิดปกติที่พบมากที่สุด คือ เมล็ดดำ (ประเภทที่ 1 และ 2) เมล็ดที่มีการเข้าทำลายของแมลง (ประเภทที่1 และ 2) และเมล็ดแตก (ประเภทที่ 2) ซึ่งพบได้ในทุกพื้นที่ที่ทำการศึกษา

3. ผลของคุณภาพกาแฟโรบัสตาและอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและกลิ่นรสของกาแฟที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ในประเทศไทยแปรผันตามปัจจัยสภาพแวดล้อมในแหล่งปลูก และการจัดการของเกษตรกรผู้ปลูก หากมีเมล็ดที่มีความผิดปกติจะส่งผลถึงกลิ่นและรสชาติอันไม่พึงประสงค์ ซึ่งกาแฟโรบัสตาจากพื้นที่อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ที่การจัดการน้ำ ปุ๋ย และวิธีเก็บเกี่ยวตามหลักวิชาการ และมีการคัดเมล็ดก่อนการจัด

จำหน่ายหรือแปรรูป (RN-KR-1-D) มีคะแนนมากที่สุด อยู่ในระดับกาแฟพิเศษ (Fine Robusta) ส่วนกาแฟโรบัสตาทดสอบอื่น ๆ อยู่ในระดับ Premium และกาแฟอราบิกาจากพื้นที่ปลูกอำเภอธารโต จังหวัดยะลาและจังหวัดตรัง มีคะแนนรวมสูงในทุกพื้นที่ ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับ กาแฟพิเศษ (Specialty)

ปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟโรบัสตาซึ่งผ่านกระบวนการคั่วเมื่อพิจารณาถึงกระบวนการแปรรูปที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมล็ดกาแฟที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแบบเปียกมีปริมาณคาเฟอีนสูงที่สุด รองลงมา คือ กระบวนการแปรรูปแบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับกระบวนการแปรรูปแห้งที่มีปริมาณคาเฟอีนน้อยที่สุด และปริมาณคาเฟอีนของกาแฟที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งทิศตะวันออกและทิศตะวันตกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สารที่พบมากที่สุด คือ 1) สารประกอบกลุ่มฟูแรน เช่น 2-Furanmethanol, 2-furan-carboxaldehyde และ 2-furancarboxaldehyde, 5-methyl- และ 2) สารประกอบในกลุ่มไพราซีน เช่น Pyrazine, methyl-, pyrazine, 2,5-dimethyl-, pyrazine, 2,6-dimethyl- และ pyrazine, ethyl- ซึ่งจากการเปรียบเทียบวิธีการ Cupping และ GC-MS ให้ผลที่สอดคล้องกันในทุกคุณลักษณะที่พบในกาแฟทุกตัวอย่างที่ทำการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

กนกพร บุญญะอติชาติ, ร่วมจิตร นกเขา, ณัฐพงศ์ รัตนเดช และวิมลมาศ บุญมี. 2561. การจัดการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวและคุณภาพบางประการของผลกาแฟโรบัสต้าในพื้นที่จังหวัดชุมพร. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 5: 42-48.

กรมวิชาการเกษตร. 2562. ระเบียบกรมวิชาการเกษตรว่าด้วยการจำหน่ายและแจกจ่ายพันธุ์พืชสวนของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2562. เข้าถึงได้จาก: http://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2019/99.pdf [เข้าถึงเมื่อ 18 กันยายน 2562].

กรมวิชาการเกษตร. 2559. ยุทธศาสตร์กาแฟ ปี 2560-2564. เข้าถึงได้จาก: http://www.doa.go.th/hort/wpcontent/uploads/2018/11/F2560-2564.pdf [เข้าถึงเมื่อ 19 กันยายน 2562].

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2558. การตรวจวิเคราะห์ความเป็นกรดในซอสบางชนิด โดยวิธี Titration. *ใน* วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์อาหาร เล่มที่ 3. หน้า 49-51. นนทบุรี: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2561. กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร: เมล็ดกาแฟโรบัสต้าตามพระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. 2562. เข้าถึงได้จาก:http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2561/E/287/T_0004.PDF [เข้าถึงเมื่อ 18 กันยายน 2562].

ก่องกาญจน์ กิจรุ่งโรจน์. 2561. การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา. สงขลา: ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เจนจิรา ชุมภูคำ, วีระพงษ์ ทรัพย์นำ และทัศไนย จารุวัฒนพันธ์. 2557. ผลของอัตราส่วนประกอบต่อคุณภาพของไวน์เปลือกกาแฟ และความพึงพอใจของผู้บริโภค. วารสารแก่นเกษตร 42: 415-420.

ณฐมน รุ่งสร้างธรรม. 2549. การเปลี่ยนแปลงสารประกอบระเหยในเมล็ดกาแฟอราบิก้าคั่วระหว่างการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ดนัย บุณยเกียรติ, ปาริชาติ เทียนจุมพล, ณัฏฐวัฒณ์ หมื่นมาณี และสุภาวดี ศรีวงค์เพ็ชร. 2558. การสำรวจกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวกาแฟอะราบิกาและโรบัสตาในประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 46: 235-238.

ถาวร สุภาวงค์. 2550. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเข้าร่วมกลุ่มผลิตกาแฟคั่วบดของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบีก้า ตำบลเทพเสด็จ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธิดารัตน์ เมธาวรากุล, เบญญา มะโนชัย, ปริยานุช จุลกะ, ณัฏฐ พิชกรรม และประภาส ช่างเหล็ก. 2560. อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งและการให้ปุ๋ยต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดกาแฟอาราบิก้าที่ปลูกในสถานีวิจัยเพชรบูรณ์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 48: 284-296.

นนทวัชร ชิตวิลัย. 2547. การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบระเหย และกรดอินทรีย์ระหว่างกระบวนการหมักของกาแฟอราบิก้าที่ปลูกในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ปานหทัย นพชินวงศ์, สุรีรัตน์ ปัญญาโตนะ และเสรี อยู่สถิตย์. 2560. การศึกษาคุณภาพของเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ได้จากการตากแห้งผลสดที่ชะลอการตากไว้ที่ระยะเวลาต่างๆ กัน. เข้าถึงได้จาก: http://www.dss.go.th/images/st-article/pep_7_2550_Color_Measurement.pdf [เข้าถึงเมื่อ 24 กันยายน 2563].

พงศกร สุธีกาญจโนทัย, ระวี เจียรวิภา, บัญชา สมบูรณ์สุข และชนินทร์ ศิริขันตยกุล. 2560. ผลของการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟโรบัสต้าในสวนยางพารา. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 4: 25-31.

พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ และบัณฑูรย์ วาฤทธิ์. 2542. การปลูก และผลิตกาแฟอาราบิก้าบนที่สูง. เกษตรศาสตร์. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พลรัชต์ บุญมี, วรวิทย์ วรนาวิน และทรงวุฒิ มงคลเลิศมณี. 2553. เครื่องคัดแยกขนาดเมล็ดสารกาแฟโรบัสต้า. วารสารเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 4: 33-41.

พีระพงศ์ กัทลี และเชาว์ อินทร์ประสิทธิ์. 2555. คุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟโรบัสต้า ก่อนคั่วและหลังคั่ว. การประชุมวิชาการแห่งชาติ ครั้งที่ 9 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน 6-7 ธันวาคม 2555 หน้า 97-104.

ไพโรจน์ วิริยจารี, สุจินดา ศรีวัฒนะ, เรวัตร พงษ์พิสุทธินันท์, สุภกิจ ไชยพุฒ, จิรนันท์ โนวิชัย และกันตภาส กังสุวรรณ. 2559. รายงานฉบับสมบูรณ์ การพัฒนากลิ่นรสกาแฟพันธุ์อาราบิก้าจากผลิตผลพลอยได้ของกระบวนการแปรรูปกาแฟ ระยะที่ 1: การผลิตเมล็ดกาแฟดิบด้วยเทคโนโลยีทางเอนไซม์. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

ภัคนัย ทองทิอัมพร. 2550. การมองเห็นและการวัดสี. เข้าถึงได้จาก: http://www.dss.go.th/images/st-article/pep_7_2550_Color_Measurement.pdf [เข้าถึงเมื่อ 18 กันยายน 2562].

ระวี เจียรวิภา และชนินทร์ ศิริขันตยกุล. 2558. การปรับตัวลักษณะฟีโนไทป์ของกาแฟโรบัสต้าภายใต้สวนไม้ผลผสมผสาน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 46: 433-436.

ระวี เจียรวิภา และพรเทพ ธีระวัฒนพงศ์. 2564. ผลกระทบทางนิเวศสรีรวิทยาต่อกาแฟโรบัสตาที่ปลูกร่วมในสวนยางพารา. วารสารยางพารา 42: 14-25.

วรรณภา เดชครุฑ และดรุณี นาพรหม. 2560. การเปรียบเทียบคุณภาพและองค์ประกอบทางชีวเคมีของเมล็ดกาแฟอะราบิกาอินทรีย์ที่ปลูกในระดับความสูงพื้นที่ที่แตกต่างกัน. วารสารเกษตร 33: 163-173.

วิชญ์ภาส สังพาลี, ประชา เตชนันท์, สุธีระ เหิมฮึก, จุฑามาศ อาจนาเสียว, เนตรนภา อินสลุด และเกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง. 2560. ความผันแปรของขนาดเมล็ดกาแฟอาราบิก้าภายใต้การปลูกรูปแบบต่างๆ ตำบลวาวี อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย. วารสารแก่นเกษตร 45: 1080-1083.

ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง. 2537. การปลูกและผลิตกาแฟอาราบิก้าบนที่สูง. เชียงใหม่: พี อาร์ คอมพิวเตอร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร. 2560. กาแฟ. เข้าถึงได้จาก :http://www.arda.or.th/kasetinfo/south/coffee/history/01-02.php [เข้าถึงเมื่อ 24 ตุลาคม 2562].

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร. 2561. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์กาแฟ. เข้าถึงได้จาก: http://www.arda.or.th/kasetinfo/south/coffee/controller/index.php [เข้าถึงเมื่อ 22 กันยายน 2562].

อดิเรก ศรีมูล. 2553. ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณคาเฟอีนในสารกาแฟพันธุ์อราบิก้าในจังหวัดเชียงใหม่. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อรวรรณ วิชัยลักษณ์, พิสมัย พึ่งวิกรัย และณัฐธิดา ห้าวหาญ. 2557. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตกาแฟ. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร.

Adriana, S.F. and Leandro, S.O. 2008. Chemistry of defective coffee beans. *In* Food Chemistry Research Developments. pp. 105-138. New York: Nova Science Publishers.

Akiyama, M., Murakami, K., Ikeda, M., Iwatsuki, K., Wada, A., Tokuno, K. and Iwabuchi, H. 2007. Analysis of the headspace volatiles of freshly brewed Arabica coffee using solid-phase microextraction. Journal of Food Science 72: 388-396.

Alejandro, M. and Feria, M. 2002. Examining the case of green coffee to illustrate the limitations of grading systems/expert tasters in sensory evaluation for quality control. Journal of Food Quality and Preference 13: 355-367.

Alvarado, R.A. and Linneman, A.R. 2010. The predictive value of a small consumer panel for coffee-cupper judgment. British Food Journal 112: 1023–1032.

Avelino, J., Barboza, B., Araya, J.C., Fonseca, C., Davrieux, F. and Guyot, B. 2005. Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude

terroirs of Costa Rica, Orosi and Santa Maria de Dota. Journal of the Science of Food and Agriculture 85: 1869-1876.

Bastian, F., Hutabarat, O.S., Dirpan, A., Nainu, F., Harapan, H., Emran, T.B. and Simal, G.J. 2021. From plantation to cup: Changes in bioactive compounds during coffee processing. Journal of Foods 10: DOI:10.3390/foods10112827

Batali, M.E., Ristenpart, W.D. and Guinard, J. 2020. Brew temperature, at fixed brew strength and extraction, has little impact on the sensory profile of drip brew coffee. Journal of Scientific Reports 10: DOI:10.1038/s41598-020-73341-4

Batista, L.R., Chalfoun, S.M., Silva, C.F., Cirillo, M., Varga, E.A. and Schwan, R.F. 2009. Ochratoxin A in coffee beans (*Coffea arabica* L.) processed by dry and wet methods. Journal of Food Control 20: 784–790.

Bote, A.D. and Vos, J. 2017. Tree management and environmental conditions affect coffee (*Coffea arabica* L.) bean quality. NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences 83: 39–46.

Brasília. 2009. Regras Para Análise De Sementes. Brasil: Ministério da Agricultura, Pecuáriae Abastecimento.

Cannell, M.G.R. 1974. Factors affecting Arabica coffee bean size in Kenya. Journal of Horticultural Science 49: 65-76.

Caporaso, N., Martin, B.W., Chenhao, C. and Ian, D.F. 2018. Variability of single bean coffee volatile compounds of Arabica and Robusta roasted coffees analysed by SPME-GC-MS. Journal of Food Quality and Preference 108: 628-640.

Chambers, E. and Koppel, K. 2013. Associations of volatile compounds with sensory aroma and flavor: The complex nature of flavor. Journal of Molecules 18: 4887–4905.

Chiralertpong, A., Acree, T.E., Barnard, J. and Siebert, K.J. 2008. Taste-Odor integration in espresso coffee. Journal of Chemosens 1: 147–152.

Clarke, R.J. and Macrae, R. 1985. Coffee Vol. 1: Chemistry. London: Elsevier Applied Science.

Clemente, J.M., Martinez, H.E.P., Alves, L.C., Finger, F.L. and Cecon, P.R. 2015. Effects of nitrogen and potassium on the chemical composition of coffee beans and on beverage quality. Journal of Acta Scientiarum Agronomy 37: 297-305.

Cotter, A.R., Batali, M.E., Ristenpart, W.D. and Guinard, J. 2020. Consumer preferences for black coffee are spread over a wide range of brew strengths and extraction yields. Journal of Food Science 86: 194-205.

DaMatta F.M., Avila, R.T., Cardoso, A.A., Martins, S.C. and Ramalho, J.C. 2018. Physiological and agronomic performance of the coffee crop in the context of climate change and global warming: A review. Journal of Agricultural and Food Chemistry 66: 5264-5274.

DaMatta, F.M. 2004. Exploring drought tolerance in coffee: A physiological approach with some insights for plant breeding. Brazilian Journal of Plant Physiology 16: 1-6.

Decazy, F., Avelino, J., Guyot, B., Perriot, J.J., Pineda, C. and Cils, C. 2006. Quality of different Honduran coffees in relation to several environments. Journal of Food Science 68: 2356-2361.

Dessalegn, Y., Labuschagne, M.T., Osthoff, G. and Herselman L. 2008. Genetic diversity and correlation of bean caffeine content with cup quality and green bean physical characteristics in coffee (*Coffea arabica* L.). Journal of the Science of Food and Agriculture 88: 1726-1730.

Di, D.B., Gutierrez, G.N. and Chambers, E. 2014. Comparison of results from cupping and descriptive sensory analysis of colombian brewed coffee. Journal of Sensory Studies 29: 301–310.

Donfrancesco, B.D., Guzman, N.G. and Chambers, E. 2014. Comparison of results from cupping and descriptive sensory analysis of Colombian brewed coffee. Journal of Sensory Studies 29: 301-311.

Duarte, G.S., Pereira, A.A. and Farah, A. 2010. Chlorogenic acids and other relevant compounds in Brazilian coffees processed by semi-dry and wet post-harvesting methods. Journal of Food Chemistry 118: 851-855.

Edward, W., Jacques, O.D.L., Tony, M., Herbert, L. and Keith, C. 2005. Arabica Coffee Manual for Lao-PDR. Bangkok: FAO Regional Office for Asia and the Pacific.

Farah, A., Monteiro, M.C., Calado, V., Franca, A.S. and Trugo, L.C. 2006. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. Journal of Food Chemistry 98: 373-380.

Feria-Morales, A.M. 2002. Examining the case of green coffee to illustrate the limitations of grading systems/expert tasters in sensory evaluation for quality control. Journal of Food Quality and Preference 13: 355–367.

Franca, A.S., Oliveira, L.S., Oliveira, R.C., Agresti, P.C.M. and Augusti, R. 2009. A preliminary evaluation of the effect of processing temperature on coffee roasting degree assessment. Journal of Food Engineering 92: 345–352.

Franca, A.S., Oliveira, L.S., Oliveira, R.C., Juliana, C.F.M and Silva, X.A. 2005. Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans. Journal of Food Chemistry 90: 89-94.

Frost, S.C., Ristenpart, W.D. and Guinard, J. 2019. Effect of basket geometry on the sensory quality and consumer acceptance of drip brewed coffee. Journal of Food Science 84: 2297-2312.

Fuller, M. and Rao, N.Z. 2017. The effect of time, roasting temperature, and grind size on caffeine and chlorogenic acid concentrations in cold brew coffee. Journal of Scientific Reports 7: DOI:10.1038/s41598-017-18247-4.

Giacalone, D., Degn, T.K., Yang, N., Liu, C., Fisk, I. and Münchow, M. 2019. Common roasting defects in coffee: Aroma composition, sensory characterization and consumer perception. Journal of Food Quality and Preference 71: 463-474.

Jeszka, M., Sentkowska, A., Pyrzyńska, K. and Peña, M.P.D. 2016. Chlorogenic acids, caffeine content and antioxidant properties of green coffee extracts: influence of green coffee bean preparation. Journal of European Food Research and Technology 242: 1403-1409.

Jham, G.N., Velikova, R., Muller, H.D., Nikolova-Damyanova, B. and Cecon, P. R. 2001. Lipid classes and triacylglycerols in coffee samples from Brazil and effect of coffee type and drying procedures. Journal of Food Research International 34: 111-115.

León, K., Mery, D., Pedreschi, F. and Leon, J. 2006. Color measurement in L*, a* and b* units from RGB digital images. Journal of Food Research International 39: 1084-1091.

Lingle, T.R. and Menon, S.N. 2017. Cupping and grading discovering character and quality. *In* The Craft and Science of Coffee. pp.181-203. India: Coffee Quality Institute.

Maier, H.G. 1987. The acids of coffee. Proceedings of the Proc 12th Association for science and information on coffee colloquium. Paris, France, 29 June-3 July, 1987.

Maria, C.A.B.D., Trugo, L.C., Neto, F.R.A, Moreira, R.F.A. and Alviano, C.S. 1996. Composition of green coffee water-soluble fraction and identification of volatiles formed during roasting. Journal of Food Chemistry 55: 203-207.

Mazzafera, P. 1999. Chemical composition of defective coffee beans. Journal of Food Chemistry 64: 547–554.

Meulenaer, B.D., Duchateau, L. and Boeckx, P. 2018. Effect of altitude on biochemical composition and quality of green arabica coffee beans can be affected by shade and postharvest processing method. Journal of Food Research International 105: 278-285.

Mohsenin, N.N. 1986. Physical Properties of Plant and Animal Materials. New York: Gordon and Breach Science Publishers.

Moroney, K.M., Leea, W.T., O'Briena, S.B.G., Suijver, F. and Marra, J. 2015. Modelling of coffee extraction during brewing using multiscale methods: An experimentally validated model. Journal of Chemical Engineering Science 137: 216-234.

Mottram, D. 2007. The maillard reaction: source of flavour in thermally processed foods. *In* Flavours and Fragrances. pp.269–283 Berlin: Heidelberg Springer.

Muschler, R.G. 2001. Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica. Journal of Agroforestry System 51: 131-139.

Muzykiewicz, A., Nowak, A., Wira, D and Klimowicz, A. 2021. The effect of brewing process parameters on antioxidant activity and caffeine content in infusions of roasted and unroasted arabica coffee beans originated from different countries. Journal of Molecules 72: DOI:10.3390/molecules26123681.

Nebesny, E. and Budryn, G. 2006. Evaluation of sensory attributes of coffee brews from robusta coffee roasted under different conditions. Journal of European Food Research and Technology 224: 159–165.

Noonim, P., Mahakarnchanakul, W., Nielsen, K.F., Frisvad, J.C. and Samson, R.A. 2009. Fumonisin B2 production by *Aspergillus niger* in Thai coffee beans. Journal of Food Additives and Contaminants 26: 94–100.

Oliveira, E.M., Samid, D., Barbosa, B.H.G., Rodarte, M.P. and Pereira, R.G.F.A. 2016. A computer vision system for coffee beans classification based on computational intelligence techniques. Journal of Food Engineering 171: 22-27.

Penelope, O., Sara, C., Edwin, P. and Russell, K. 2017. Developing a strawberry lexicon to describe cultivars at two maturation stages. Journal of Sensory Studies 33: 5-8.

Pereira, G.V.D.M., Neto, D.P.D.C., Júnior, A.I.M., Vasquez, Z.S., Medeiros, A.B.P., Vandenberghe, L.P.S. and Soccol, C.R. 2019. Exploring the impacts of postharvest processing on the aroma formation of coffee bean – A review. Journal of Food Chemistry 272: 441–452.

Poltronieri, P. and Rossi, F. 2016. Challenges in specialty coffee processing and quality assurance. Journal of Challenges 7: 1-22.

Rahman, N.F.A., Ismail, A., Shah, N.N.A.K., Varith, J. and Shamsudin, R. 2019. Effect of drying temperature on Malaysia pomelo (*Citrus grandis* (L.) osbeck) pomace residue under vacuum condition. Pertanika Journal of Science and Technology 27: 57-66.

Ribeiro, J.S., Augusto, F., Salva, T.J.G. and Ferreira, M.M. C. 2012. Prediction models for Arabica coffee beverage quality based on aroma analyses and chemometrics. Journal of Talanta 101: 253–260.

Saensano, C. and Chiarawipa, R. 2019. Dynamic diversity of traditional Robusta coffee (*Coffea canephora*) and conservation status in Southern Thailand. 1st ASEAN Coffee Industry Development Conference, Chiang Mai, Thailand, February 14-17, 2019.

Sanz, C., Czerny, M., Cid, C. and Schieberle, P. 2002. Comparison of potent odorants in a filtered coffee brew and in an instant coffee beverage by aroma extract dilution analysis (AEDA). Journal of European Food Research and Technology 214: 299–302.

Sivetz, M. and Foote, H.E. 1963. Coffee Processing Technology. Westport: Avi Publishing Company.

Sotelo, A., Soleri, D., Wacher, C. Sánchez-Chinchillas, A. and Argote, R.A. 2012. Chemical and Nutritional Composition of Tejate, a Traditional Maize and Cacao Beverage from the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. Journal of Plant Foods Human Nutrition 67: 148–155.

Specialty Coffee Association. 2016. How to Use the Coffee Taster's Flavor Wheel in 8 Steps. Available from: https://scanews.coffee/2016/02/05/how-to-use-the-coffee-tasters-flavor-wheel-in-8-steps/ [accessed on 25 September 2019].

Specialty Coffee Association. 2018. Coffee Standards. California: Specialty coffee association.

Toledo, P.R.A.B., Pezza, L., Pezza, H.R. and Toci, A.T. 2016. Relationship between the different aspects related to coffee quality and their volatile compounds. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 15: 705–719.

Tsegay, G., Redi-Abshiro, M., Chandravanshi, B.S., Ele1, E., Mohammed, A.M. and Mamo, H. 2019. Volatile profile of green coffee beans from *Coffea arabica* l. plants grown at different altitudes in Ethiopia. Journal of Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia 33: 401-413.

Uganda Coffee Development Authority. 2010. Robusta Cupping Protocols. Available from: https://www.coffeestrategies.com/wp-content/uploads/2014/03/ Robusta-Cupping-Protocols.pdf [accessed on 19 September 2019].

Vaast, P., Bertrand, B., Perriot, J.J., Guyot, B. and Genard, M. 2006. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. Journal of the Science of Food and Agriculture 86: 197-204.

Vargas, E.A., Silva, F.B., Santos, E.A., Souza, S.M.C., Souza, S.E., Correa, T.B.S., Franca, R. C.A., Amorim, S.S., Peenning, L.H., Batista, L.R., Periara, R.T.G., Nogueira, M.D., Nacif, A.P. and Junior, P.C. 2005. Influence of coffee processing and defect on the incidence and occurrence of ochratoxin A. Journal of AOAC international 2005: 410-417.

Varnam, A. and Sutherland, J.M. 1994. Beverage Technology Chemistry and Microbiology. New York: Chapman & Hall.

Vasconcelos, A.L.S., Franca, A.S., Glória, M.B.A. and Mendonça, J.C.F. 2007. A comparative study of chemical attributes and levels of amines in defective green and roasted coffee beans. Journal of Food Chemistry 101: 26-32.

Vinecky, F., Davrieux, F., Mera, A.C., Alves, G.S.C., Lavagnini, G., Leroy, T., Bonnot, F., Rocha, O.C., Bartholo, G.F., Guerra, A.F., Rodrigues, G.C., Marraccini, P. and Andrade, A.C. 2017. Controlled irrigation and nitrogen, phosphorous and potassium fertilization affect the biochemical composition and quality of Arabica coffee beans. The Journal of Agricultural Science 155: 902–918.

Wintgens, J.N. 2012. Harvesting and green coffee processing. *In* Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production. pp. 604-715. Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.

Woodman, J.S. 1985. Carboxylic acids. *In* Coffee Chemistry. pp. 266-289. London: Elsevier Applied Science.

Worku, M., Duchateau, L. and Boeckx, P. 2016. Reproducibility of coffee quality cupping scores delivered by cupping centers in Ethiopia. Journal of Sensory Studies 31: 423-429.

Worku, M. 2010. Dry matter partitioning and physiological response of *Coffea arabica* varieties to soil moisture deficit stress at the seedling stage in Southwest Ethiopia. African Journal of Agricultural Research 5: 2066–2072.

Yang, N. Liu, C., Liu, X., Degn, T.K., Munchow, M. and Fisk, I. 2016. Determination of volatile marker compounds of common coffee roast defect. Journal of Food Chemistry 211: 206-214.

Zambonin, C.G., Balest, L., De Benedetto, G.E. and Palmisano, F. 2005. Solid-phase microextraction-gas chromatography mass spectrometry and multivariate analysis for the characterization of roasted coffees. Journal of Talanta 66: 261-265.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 แบบฟอร์มการคัดคุณภาพเมล็ดกาแฟสาร (Green coffee grading) ตามมาตรฐาน SCA และ UCDA

แบบฟอร์ม Green coffee grading

Name/sample: ..... Date: ..... Box No.: .....

Grade: ☐ Specialty ☐ Below Specialty (☐ Premium ☐ Commercial) Total defects: .....

Category: 1

No.	Defect category	Number of defects		Equivalent defects
1	Full black	(1)		
2	Full sour	(1)		
3	Dried cherry/pod	(1)		
4	Fungus damage	(1)		
5	Foreign matter	(1)		
6	Severe insect damage	(5)		
Total primary defects:				

Category: 2

No.	Defect category	Number of defects		Equivalent defects
1	Partial black	(3)		
2	Partial sour	(3)		
3	Parchment/pergamino	(5)		
4	Floater	(5)		
5	Immature/ unripe	(5)		
6	Withered	(5)		
7	Shells	(5)		
8	Broken/chipped/cut	(5)		
9	Hull/ husk	(5)		
10	Slight insect damage	(10)		
11	Chalky bean	(5)		
Total secondary defects:				

Color: Blue, blue-green, green, greenish, yellow-green, pale yellow, yellowish or brownish

Odor: ☐ Clean; ..... ☐ Foreign odor; .....

Note: 1) Form modified from SCA and UCDA by Plant Ecophysiology Lab

2) Green coffee grading test for Arabica and for Robusta (category: 2, no.11)

3) Specialty grade samples must have zero category 1 defects and no more than five category 2 defects.

3.1 Color: blue, blue-green and green

3.2 Odor: free of foreign odors

4) All final results are based on a 350 grams sample equivalent

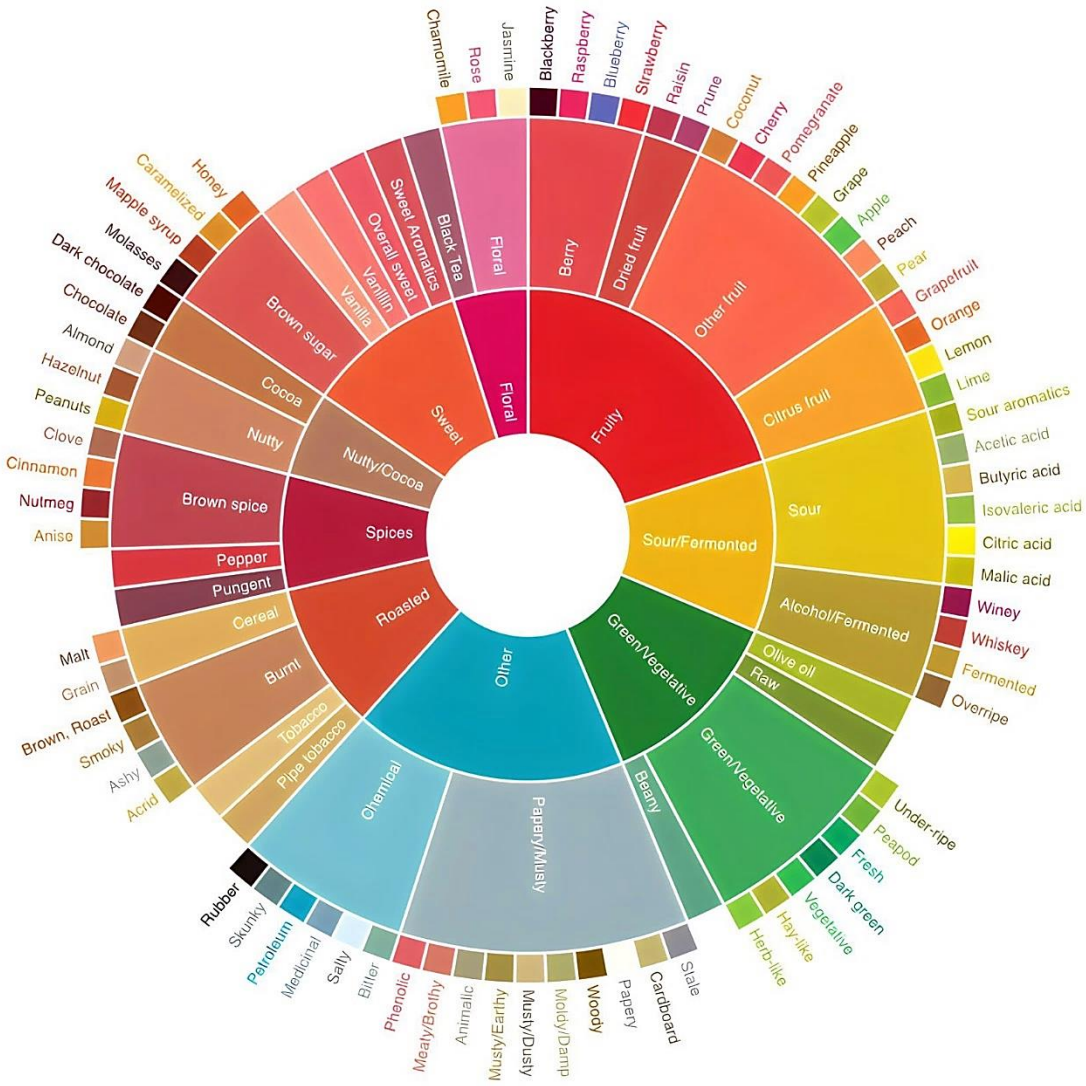
ตารางภาคผนวกที่ 2 ขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาของเมล็ดกาแฟโรบัสตาที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

Locations	Width (cm)	Length (cm)	Thick (cm)
East coast			
CP-PT	0.634±0.025ef	0.795±0.048e	0.396±0.014cde
CP-TS-1	0.765±0.025a	1.026±0.056b	0.461±0.011a
CP-TS-2	0.793±0.025a	1.145±0.051a	0.469±0.024a
CP-TS-3	0.702±0.020b	0.839±0.035cde	0.419±0.024bc
SR-PN	0.664±0.052cde	0.827±0.077de	0.402±0.024bcde
SK-JN	0.606±0.026f	0.787±0.021e	0.362±0.017f
SK-SD	0.669±0.032cde	0.842±0.053cde	0.382±0.021def
West coast			
RN-KR-1	0.717±0.045b	0.905±0.065c	0.421±0.026b
RN-KR-2	0.688±0.012bcd	0.848±0.030cde	0.406±0.010bcd
KB-PY	0.652±0.029de	0.818±0.039de	0.380±0.013ef
KB-KT	0.651±0.038de	0.876±0.079cd	0.371±0.023f
F-test	**	**	**
C.V.	4.63	6.04	4.85

หมายเหตุ: CP; จังหวัดชุมพร, SR; สุราษฎร์ธานี, SK; สงขลา, RN; ระนอง และ KB; กระบี่
PT; อำเภอพะโต๊ะ, TS; ท่าแซะ, PN; พนม, JN; จะนะ, SD; สะเดา, KR; กระบุรี, PY; ปลายพระยา และ KT; คลองท่อม

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P≤0.01) จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ P≤0.01



ภาพภาคผนวกที่ 1 วงล้อกลิ่นและรสชาติกาแฟ (Coffee Taster's Flavor Wheel)

ที่มา: Specialty Coffee Association (2016)

ภาพภาคผนวกที่ 2 ตำแหน่งสถานที่ปลูกกาแฟโรบัสตาทดสอบในสภาพแวดล้อมทางภาคใต้ของประเทศไทย

หมายเหตุ: ภาคใต้ฝั่งทิศตะวันออก a) Pha To, Chumphon, b) Tha Sae, Chumphon, c) Phanon, Surat Thani, d) Cha Na, Songkhla และ e) Sa Dao, Songkhla ภาคใต้ฝั่งทิศตะวันออก f) Kra Buri, Ranong, g) Kra Buri, Ranong, h) Plai Phraya, Krabi และ i) Khlong Thom, Krabi

ตารางภาคผนวกที่ 3 แบบฟอร์มการฝึกประเมินกลิ่นเครื่องเทศ (Spice) และน้ำตาลไหม้ (Sugar browning)

Plant Ecophysiology Lab | 2019

Coffee Aroma

Spice

(Identify the aroma according to each via 64, 76, 78, 80, 81, 85)

Spice	Basil	
	Cinnamon	
	Star Anise	
	Cardamon	
	Ginger	
	Nutmeg	

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี

Sugar browning

Cereal& Nutty Caramel & Chocolate	Pistachio	
	Cream	
	Milk Chocolate	
	Brown Sugar	
	Mocha	
	Scorched Rice	

ตารางภาคผนวกที่ 4 แบบฟอร์มการฝึกประเมินกลิ่นน้ำตาลไหม้ (Sugar browning)

Plant Ecophysiology Lab | 2019

Olfactory Skill Practice

Sugar Browning

(Identify the aroma according to each via 10, 18, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30)

Caramelly	Caramel	
	Fresh Butter	
	Roasted Peanuts	
Nutty	Roasted Hazelnuts	
	Roasted Almonds	
	Walnut	
Chocolaty	Dark Chocolate	
	Vanilla	
	Toast	

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ส่งวนสิทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 5 แบบฟอร์มการฝึกประเมินกลิ่นดอกไม้ (Floral) และผลไม้รวม (Fruity)

PSU PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY Plant Ecophysiology Lab | 2019

Coffee Aroma

Floral

(Identify the aroma according to each via 66, 68, 70, 71, 72, 74)

Floral / Herbal	Elderflower	
	Jasmine	
	Earl Grey	
	Bergamot	
	Lavender	
	Hibiscus	

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี

Fruity

(Identify the aroma according to each via 01, 06, 13, 16, 27, 36)

Fruity	Lychee	
	Blueberry	
	Passionfruit	
	Pink Guava	
	Peach	
	Orange	

ตารางภาคผนวกที่ 6 แบบฟอร์มการฝึกประเมินกลิ่นผลไม้รวม (Fruity) ดอกไม้ (Floral) และสมุนไพร (Herbal)

PSU PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY Plant Ecophysiology Lab | 2019

Olfactory Skill Practice

Enzymatic

(Identify the aroma according to each via 2, 3, 4, 11, 12, 15, 16, 17, 19)

Fruity	Apple	
	Apricot	
	Lemon	
Flower	Coffee Blossom	
	Tea Rose	
	Honey	
Herbal	Potato	
	Cucumber	
	Garden Peas	

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ส่งวนลิขสิทธิ์

ตารางภาคผนวกที่ 7 แบบฟอร์มการฝึกประเมินกลิ่นประเภทกลิ่นไม่พึงประสงค์ (Taints)

Plant Ecophysiology Lab | 2019

Olfactory Skill Practice

Aromatic Taints

(Identify the aroma according to each via 1, 5, 13, 20, 21, 31, 32, 35, 36)

Earthy	Earthy		
	Leather		
	Straw		
Fermented	Coffee Pulp		
	Basmati Rice		
	Medicinal		
Phenolic	Rubber		
	Cooked Beef		
	Smoke		

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี

ตารางภาคผนวกที่ 8 แบบฟอร์มการฝึกประเมินรสชาติโดยการชิม (1)

แบบฟอร์มการประเมินรสชาติโดยการชิม (1)

ในการประเมินรสชาติผู้ทดสอบต้องเตรียมความพร้อมและความสามารถด้านการรับรู้ด้านรสชาติ เพื่อทดสอบชนิดและระดับของรสชาติก่อนการประเมินและให้คะแนน เพื่อให้ผู้ทดสอบชิมและแยกแยะระดับความเข้มข้นของรสเค็ม หวาน และเปรี้ยว โดย I, II และ III แทนระดับความเข้มข้นของรสชาติ เข้มข้นต่ำ กลาง และสูง ตามลำดับ

PSU COLLEGE COMPUTII Plant Ecophysiology Lab 2019

Basic test of Coffee (I)

1. Mark the sample in increasing levels of sour (Code No. __,__,__)

Level / Intensity I (Least Sour) .....

Level / Intensity II (Medium Sour) .....

Level / Intensity III (Most Sour) .....

2. Mark the sample in increasing levels of sweet

Level / Intensity I (Least Sweet) .....

Level / Intensity II (Medium Sweet) .....

Level / Intensity III (Most Sweet) .....

3. Mark the sample in increasing levels of salt

Level / Intensity I (Least Salt) .....

Level / Intensity II (Medium Salt) .....

Level / Intensity III (Most Salt) .....

ตารางภาคผนวกที่ 9 แบบฟอร์มการฝึกประเมินรสชาติโดยการชิม (2)

แบบฟอร์มการประเมินรสชาติโดยการชิม (2)

การทดสอบแบบ Blind test ให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างรสชาติ จำแนกชนิดและระดับความเข้มข้นของแต่ละชุดทดสอบที่ชิมลงในแบบฟอร์ม Basic test of coffee

Basic taste of Coffee (II)

Code	Basic taste (Sour, Sweet or Salt)	Intensity		
		I	II	III
		I	II	III
		I	II	III
		I	II	III
		I	II	III
		I	II	III
		I	II	III
		I	II	III
		I	II	III

ตารางภาคผนวกที่ 10 แบบฟอร์มการฝึกประเมินรสชาติโดยการชิม (3)

แบบฟอร์มการประเมินรสชาติโดยการชิม (3)

การทดสอบชุดผสมของรสชาติ แต่ละสารละลายที่ใช้ในการทดสอบมีการผสมสารละลายพื้นฐาน 2 ถึง 3 ตัวอย่าง ซึ่งผู้ทดสอบจะต้องระบุองค์ประกอบของแต่ละส่วนผสมอย่างถูกต้อง รวมถึงจำนวนประเภทของรสและความเข้มของสารละลายพื้นฐานในแต่ละส่วนผสม โดยแต่ละชุดผสมจะปรากฏชนิดและระดับรสชาติเพียงครั้งเดียวต่อการผสม

Basic taste of Coffee (III)

Code	Sour / Intensity	Sweet / Intensity	Salt / Intensity

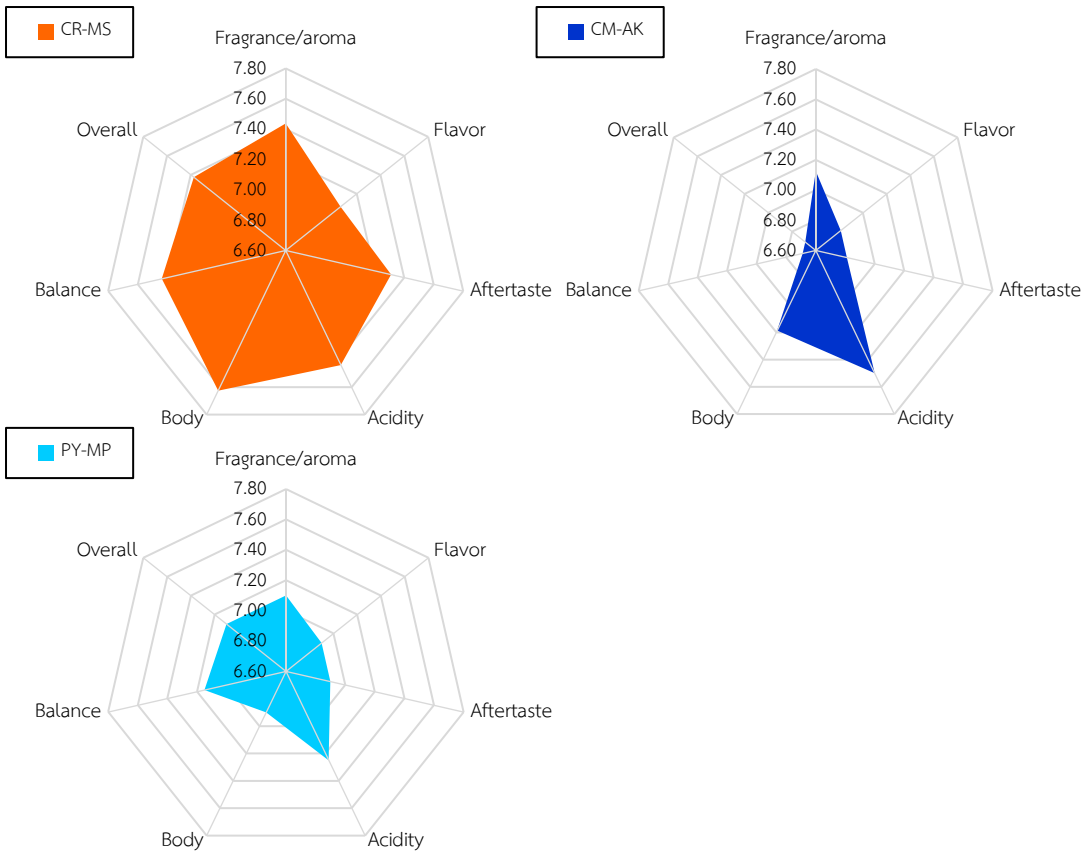
ตารางภาคผนวกที่ 11 แบบฟอร์มการประเมินกรดอินทรีย์ (กรดซิตริก กรดมาลิก กรดน้ำส้มหรือกรดแอซีติก และกรดฟอสฟอริก)

Organic Acid (Citric, Malic, Acetic, Phosphoric)

Group A = ...	Group E = ...
Cup 1	Cup 1
Cup 2	Cup 2
Cup 3	Cup 3
Cup 4	Cup 4
Group B = ...	Group F = ...
Cup 1	Cup 1
Cup 2	Cup 2
Cup 3	Cup 3
Cup 4	Cup 4
Group C = ...	Group G = ...
Cup 1	Cup 1
Cup 2	Cup 2
Cup 3	Cup 3
Cup 4	Cup 4
Group D = ...	Group H = ...
Cup 1	Cup 1
Cup 2	Cup 2
Cup 3	Cup 3
Cup 4	Cup 4

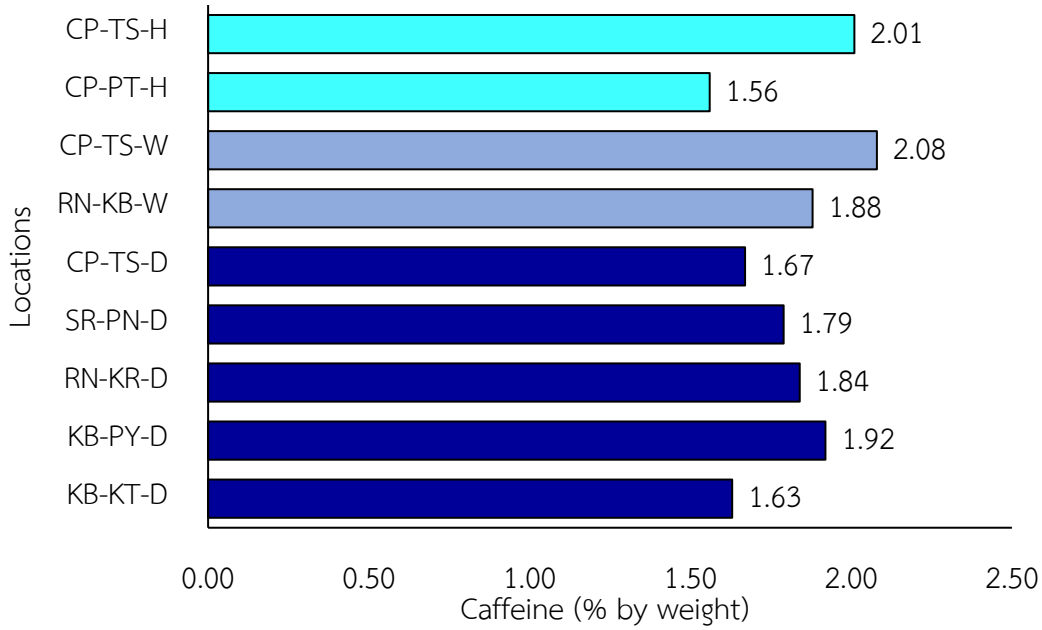
กาแฟมีลักษณะของรสเปรี้ยวที่แตกต่างกัน จึงทดสอบความสามารถในการแยกชนิดของกรดอินทรีย์ที่พบ คือ กรดซิตริก กรดมาลิก กรดน้ำส้มหรือกรดแอซีติก และกรดฟอสฟอริก โดยใช้ชุดทดสอบกรดอินทรีย์ (Organic acids taste kit) ในการฝึกการทดสอบ

ตารางภาคผนวกที่ 12 แบบฟอร์มการให้คะแนนโดยวิธี Cupping ของกาแฟโรบัสตาและอราบิกา



ภาพภาคผนวกที่ 3 คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกาแฟอราบิกาที่ปลูกในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยโดยวิธีการ Cupping

หมายเหตุ: CR; จังหวัดเชียงราย, CM; เชียงใหม่ และ PY; พะเยา



ภาพภาคผนวกที่ 4 ปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟโรบัสตาคั่วที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวเอมฤดี มณีรัตน์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 6210620014

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2560

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

โครงการวิจัยนี้ได้รับการอุดหนุนจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) โครงการทุนวิจัยบัณฑิตศึกษาด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร ประจำปีงบประมาณ 2563

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

เอมฤดี มณีรัตน์, ชุติกาญจน์ แสนเสนาะ, ระวี เจียรวิภา และวิชัย หวังวโรดม. 2565. ผลของการจัดการสวนต่อลักษณะทางกายภาพและคุณภาพของกาแฟสารโรบัสตาที่ปลูกร่วมยางพารา. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 33 ประจำปี 2565 ภายใต้หัวข้อการวิจัยและนวัตกรรมสู่ระดับสากลบนฐานท้องถิ่น ณ โรงแรมทวินโลตัส อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 22-23 สิงหาคม 2565 หน้า 65-72.