



## รายงานวิจัย

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดเครื่องดื่มกาแฟโรบัสต้าจากจังหวัดชุมพร  
The optimization of brewing robusta coffee (*Coffea canephora*)  
cultivated in Chumphon province



นางสุริย์รัตน์ เอ็มพรม  
นางสาวภัทรกร ภควีระชาติ

โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ  
งบประมาณเงินรายได้ ปี พ.ศ. 2563  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ



## รายงานวิจัย

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดเครื่องดื่มกาแฟโรบัสต้าจากจังหวัดชุมพร  
The optimization of brewing robusta coffee (*Coffea canephora*)  
cultivated in Chumphon province



นางสุริย์รัตน์ เอ็มพรม  
นางสาวภัทรกร ภควีระชาติ

โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ  
งบประมาณเงินรายได้ ปี พ.ศ. 2563  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดเครื่องดื่มกาแฟโรบัสต้าจากจังหวัดชุมพร สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากสำนักวิจัยและพัฒนา และขอขอบพระคุณคณะทำงานวิจัยครั้งนี้ทุกท่าน

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ งบประมาณเงินรายได้ ปี พ.ศ. 2563 ให้ผู้วิจัยได้ค้นคว้าวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นางสุรีย์รัตน์ เอ็มพรหม

นางสาวภัทรกร ภควีระชาติ



|              |                                                          |
|--------------|----------------------------------------------------------|
| ชื่อเรื่อง   | การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดเครื่องดื่มกาแฟโรบัสต้า |
| ชื่อผู้วิจัย | จากจังหวัดชุมพร                                          |
|              | นางสุรีย์รัตน์ เอมพรหม                                   |
|              | นางสาวภัทรพร ภควีระชาติ                                  |
| ปีงบประมาณ   | 2563                                                     |

### บทคัดย่อ

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดเครื่องดื่มกาแฟโรบัสต้าจากจังหวัดชุมพร ศึกษาอัตราส่วนของกาแฟต่อน้ำ และระยะเวลาในการสกัดเย็นของกาแฟโรบัสต้า โดยมีอัตราส่วนของกาแฟเป็น 8, 12 และ 16 กรัมต่อปริมาณน้ำ 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ  $5 \pm 2^{\circ}\text{C}$  โดยใช้ระยะเวลา 6 12 18 และ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส จากศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กาแฟโรบัสต้าสกัดเย็นโดยการวัดค่าสี พบว่าระยะเวลาในการแช่ตัวอย่างเพิ่มขึ้นค่าความสว่างมีค่าลดลง ที่ปริมาณกาแฟ 16 กรัม ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร ระยะเวลาในการสกัด 24 ชั่วโมง มีค่าความสว่างต่ำที่สุด ส่วนการวัดค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Brix) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบว่าระดับความเข้มข้นของของแข็งในสารละลาย (Brix) เมื่อปริมาณกาแฟ และระยะเวลาในการแช่กาแฟเพิ่มขึ้นค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความเป็นกรด - ด่าง เมื่อเพิ่มปริมาณกาแฟ และระยะในการแช่กาแฟสกัดเย็นทำให้เกิดการสลายตัวของสารประกอบอินทรีย์ในกาแฟเพิ่มขึ้น ส่งผลให้น้ำกาแฟสกัดเย็นมีค่าความเป็นกรด - ด่างลดลง เมื่อพิจารณาถึงปริมาณกาแฟ และระยะเวลาในการแช่กาแฟเพิ่มขึ้นปริมาณคลอโรจีนิก และปริมาณคาเฟอีนมีค่าเพิ่มขึ้น และสูงที่สุดที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง (กาแฟปริมาณ 16 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร) ส่วนการใช้อัตราส่วนของกาแฟ 8 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 100 มิลลิลิตร ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ให้ผลการยอมรับของผู้บริโภคสูงที่สุด

**คำสำคัญ** การสกัด กาแฟสกัดเย็น โรบัสต้า

|            |                                                                                                        |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title      | The optimization of brewing robusta coffee ( <i>Coffea canephora</i> ) cultivated in Chumphon province |
| Researcher | Mrs. Sureerat Aemprom<br>Miss Pattarabhorn Pakaweerachat                                               |
| Year       | 2020                                                                                                   |

---

### Abstract

This research studied the optimal condition for Chumphon robusta coffee extraction by observed the physical properties of cold-brewed robusta. The ratio of coffee to water and the duration of cold-brewed Robusta coffee were investigated. The ratio of coffee as 8, 12 and 16 g per 100 ml water, then chilled at the temperature of  $5\pm 2$  °C using a period of 6, 12, 18 and 24 h. The results found that the soaking time (16g coffee per 100 ml water) increased TSS brix and pH due to the increased of organic matter in the brewed coffee while decreased the L\* value. The result showed that the lowest L\* value and the highest content of chlorogenic acid and caffeine were found at 24 h soaking time. The brewed ratio of 8 g coffee per 100 ml water for 24 h had the most acceptance score from panelists.

**Keywords** Extraction, Cold Brew, Coffee, Robusta



## สารบัญ

|                                                                   | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------|------|
| กิตติกรรมประกาศ                                                   | ก    |
| บทคัดย่อภาษาไทย                                                   | ข    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ                                                | ค    |
| สารบัญ                                                            | ง    |
| <b>บทที่ 1 บทนำ</b>                                               |      |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญ                                             | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ                                        | 2    |
| 1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย                                         | 2    |
| 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ                                           | 2    |
| <b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>                     |      |
| 2.1 ประวัติและสายพันธุ์กาแฟ                                       | 3    |
| 2.2 กระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟ                                      | 3    |
| 2.3 การคั่วเมล็ดกาแฟ                                              | 4    |
| 2.4 การบด                                                         | 5    |
| 2.5 องค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดกาแฟดิบ                               | 6    |
| 2.6 การชงกาแฟหรือการสกัด                                          | 8    |
| 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง                                         | 10   |
| <b>บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน</b>                                      |      |
| 3.1 วัตถุประสงค์และอุปกรณ์                                        | 13   |
| 3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย                                         | 14   |
| 3.3 วิธีการศึกษาและดำเนินงานวิจัย                                 | 14   |
| <b>บทที่ 4 ผลการทดลอง</b>                                         |      |
| 4.1 ผลการศึกษาอัตราส่วน และระยะเวลาการสกัดเย็นกาแฟโรบัสต้า        | 15   |
| 4.2 ผลการทดสอบคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของกาแฟโรบัสต้าสกัดเย็น | 19   |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                            | หน้า |
|--------------------------------------------|------|
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ        |      |
| 5.1 สรุปผลการทดลอง                         | 21   |
| บรรณานุกรม                                 | 22   |
| ภาคผนวก                                    |      |
| ภาคผนวก ก วัตถุติด อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย | 25   |
| ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ           | 28   |
| ภาคผนวก ค แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส          | 40   |
| ประวัตินักวิจัย                            | 42   |



## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                                        | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการบดกาแฟ                                                | 5    |
| 2.2 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดกาแฟดิบ                                            | 7    |
| 4.1 ผลค่าสีของกาแฟโรบัสต้าสกัดเย็น                                              | 15   |
| 4.2 ผลค่าความเป็นกรด – ด่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด                  | 16   |
| 4.3 ผลปริมาณคลอโรจีนิก และคาเฟอีนของกาแฟโรบัสต้าสกัดเย็น                        | 17   |
| 4.4 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส                                               | 19   |
| ข1 แสดงผลการทดสอบทางกายภาพสีด้านความสว่าง ( $L^*$ )                             | 29   |
| ข2 แสดงผลการทดสอบทางกายภาพด้านสีแดง ( $a^*$ )                                   | 29   |
| ข3 แสดงผลการทดสอบทางกายภาพด้านสีเหลือง ( $b^*$ )                                | 30   |
| ข4 แสดงผลการทดสอบทางเคมีด้านความเป็นกรด-ด่าง (pH)                               | 30   |
| ข5 แสดงผลการทดสอบความเข้มข้นของของแข็งในสารละลาย (Brix)                         | 31   |
| ข6 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความสะอาดของกาแฟ                            | 31   |
| ข7 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเปรี้ยวของกาแฟ                          | 32   |
| ข8 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเข้มข้นของกาแฟ                          | 32   |
| ข9 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส (Flavor)                            | 33   |
| ข10 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความรู้สึกหลังการดื่ม                      | 33   |
| ข11 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความรู้สึกหลังการดื่ม                      | 34   |
| ข12 แสดงผลการทดสอบทางกายภาพสีด้านความสว่าง ( $L^*$ )                            | 34   |
| ข13 แสดงผลการทดสอบทางกายภาพด้านสีแดง ( $a^*$ )                                  | 35   |
| ข14 แสดงผลการทดสอบทางกายภาพด้านสีเหลือง ( $b^*$ )                               | 35   |
| ข15 แสดงผลการทดสอบทางเคมีด้านความเป็นกรด-ด่าง (pH)                              | 36   |
| ข16 แสดงผลการทดสอบความเข้มข้นของของแข็งในสารละลาย                               | 37   |
| ข17 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความสะอาดของกาแฟ                           | 38   |
| ข18 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเปรี้ยวของกาแฟ                         | 38   |
| ข19 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส (Flavor)                           | 38   |
| ข20 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความรู้สึกหลังการดื่ม                      | 39   |
| ข21 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความรู้สึกหลังการดื่ม (Overall Acceptance) | 39   |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่                              | หน้า |
|-------------------------------------|------|
| 4.1 กราฟมาตรฐานคลอโรจีนิก           | 18   |
| 4.2 กราฟมาตรฐานคาเฟอีน              | 18   |
| ก1 เมล็ดกาแฟโรบัสต้าจากจังหวัดชุมพร | 26   |
| ก2 ตัวอย่างกาแฟสกัดเย็น             | 26   |
| ก3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง       | 27   |
| ก4 ผลากผลิตภัณฑ์                    | 27   |



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

กาแฟเป็นหนึ่งในเครื่องดื่มยอดนิยมของคนทั่วโลกมาเป็นเวลานานและได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ ในปัจจุบัน สำหรับประเทศไทยกาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง ซึ่งแหล่งปลูกกาแฟที่สำคัญของไทยอยู่ในภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช ส่วนในภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ และแม่ฮ่องสอน เป็นต้น โดยร้อยละ 79 ของผลผลิตทั้งหมด เป็นพันธุ์โรบัสตา (Robusta) ปลูกในภาคใต้และอีกร้อยละ 21 ของผลผลิตทั้งหมด เป็นพันธุ์อะราบิกา (Arabica) ปลูกในภาคเหนือ (สุดารินทร์ รอดมณี,อารีวรรณ แซ่ตระกูล และณัฐพล ขานหมัด, ออนไลน์, 2558) โดยพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุดคือกาแฟพันธุ์อะราบิกาซึ่งนิยมปลูกที่สุดในจังหวัดเชียงราย และกาแฟพันธุ์โรบัสตาซึ่งนิยมปลูกมากที่สุดในจังหวัดชุมพร เนื่องจากต้องปลูกในพื้นที่ต่ำ ให้ความสูงจากระดับน้ำทะเลเพียง 500 – 600 เมตร เท่านั้น เพราะพันธุ์นี้จะปลูกให้ได้คุณภาพที่ดีต้องปลูกในพื้นที่อากาศชุ่มชื้น ลักษณะของเมล็ดจะอวบอ้วน และเส้นผ่าตรงกลางนั้นจะเป็นเส้นตรง ส่วนกลีบของสายพันธุ์กาแฟ โรบัสตาจะค่อนข้างมีกลิ่นฉุนที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของกาแฟ รสชาติเข้มข้น และขมกว่า ส่วนมากจะถูกนำไปทำเป็นกาแฟสำเร็จรูป เพราะด้วยปริมาณคาเฟอีนที่มีมากถึงร้อยละ 2 ขึ้นไป โดยนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น กาแฟคั่วบด กาแฟสำเร็จรูป และกาแฟสกัดเย็น เป็นต้น

จังหวัดชุมพรถือว่าเป็นประตูเมืองสู่ภาคใต้ เป็นจังหวัดที่มีการปลูกกาแฟมากที่สุดในประเทศไทย มีทั้งกาแฟขายส่ง ขายปลีก แปรรูป มากมายกว่า 10 ยี่ห้อในชุมชนต่าง ๆ ของชุมพร กาแฟชุมพรถือว่าเป็นสุดยอดกาแฟไทยจนได้ฉายาว่าเป็น “ ชุมพรหุบเขาแห่งกาแฟ ” โดยกาแฟอะราบิกามีคาเฟอีนน้อยกว่ากาแฟโรบัสตาแต่มีกลิ่นหอมกว่า ส่วนกาแฟโรบัสตามีคาเฟอีนสูงและขมกว่าแต่ก็ไม่หอมเท่า ดังนั้นจึงมีการผสมกันเพื่อให้เกิดความลงตัว กาแฟจังหวัดชุมพรจึงกลายเป็นที่ต้องการของตลาดเป็นอย่างมาก (นิวัฒน์ อนันตริยะเวช, ออนไลน์, 2014)

คุณประโยชน์ของกาแฟโรบัสตาจากการอ้างอิงของสมาคมโรงเรียนแพทย์แผนโบราณ สำนักวัดพระเชตุพนวิมลมังคลาราม เนื่องจากในเมล็ดกาแฟพันธุ์โรบัสตานั้นมีปริมาณกาแฟประมาณ ร้อยละ 0.8-1.7 มีสรรพคุณเป็นยาสมุนไพรช่วยให้ตาแข็ง บำรุงหัวใจ แก้ปวดศีรษะเนื่องจากเส้นประสาท ทำให้ร่างกายสดชื่นจัดความอ่อนล้า ช่วยลดอาการหงุดหงิด ซึมเศร้า รวมไปถึงความเครียด และแก้อาการหอบหืด (KARATBARSAEC, ออนไลน์, ม.ป.ป.)

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยจึงศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟโรบัสตาโดยใช้การสกัดเย็น โดยนำกาแฟพันธุ์โรบัสตาจากจังหวัดชุมพร มาทำการทดลองหาวิธีการสกัดกาแฟที่ดีที่สุดและทำการศึกษาหาอัตราส่วนกาแฟต่อน้ำโดยมีระยะเวลาเป็นตัวแปร

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ

- 1.2.1 เพื่อศึกษาวิธีการสกัดที่เหมาะสมต่อการสกัดกาแฟโรบัสตา
- 1.2.2 เพื่อศึกษาอัตราส่วนของกาแฟต่อน้ำ และระยะเวลาในการสกัดเย็นของกาแฟโรบัสตา
- 1.2.3 เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของกาแฟโรบัสตาต่อผู้บริโภค

## 1.3 สมมติฐาน

ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของกาแฟโรบัสตาด้วยวิธีการสกัดในแบบต่างๆโดยมีปริมาณและระยะเวลาเป็นตัวแปรในการควบคุม

## 1.4 วิธีการดำเนินงาน

- 1.4.1 กำหนดหัวข้อที่ต้องการศึกษา
- 1.4.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 1.4.3 ตั้งสมมติฐาน
- 1.4.4 วางแผนการดำเนินงาน
- 1.4.5 ศึกษาและดำเนินการทดลอง
- 1.4.6 เขียนรายงานของการศึกษาโครงการและสรุปผล

## 1.5 ขอบเขตการศึกษา

1.5.1 ศึกษากระบวนการเปรียบเทียบของการสกัดกาแฟ และประเมินลักษณะกาแฟโดยวิธีการสกัด 3 รูปแบบ คือ วิธีสกัดเย็นแบบแช่เย็น วิธีสกัดแบบดริปเย็นแล้วแช่เย็น และวิธีแบบชงร้อนแล้วแช่เย็น โดยมีอัตราส่วนกาแฟ 8 กรัม ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปแช่ที่อุณหภูมิ 5 °C

1.5.2 นำตัวอย่างมาทำการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (RCBD) โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 10 ท่าน ทำการทดสอบทางด้านกายภาพด้วยเครื่อง ColorQuest XE ทำการทดสอบทางด้านเคมีโดยวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง METTLER TOLEDO pH Meter วัดค่าความเข้มข้นของของแข็งที่อยู่ในสารละลาย (Brix) ด้วยเครื่อง MASTER REFRACTOMETER MANUAL รุ่น MASTER-M (Cat.No2313) จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์และสรุปผล

1.5.3 นำตัวอย่างที่ดีที่สุดจากตอนที่ 1 มาทำการศึกษาอัตราส่วนของปริมาณกาแฟต่อน้ำ โดยมีอัตราส่วนเป็น 8, 12 และ 16 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร โดยมีระยะเวลาเป็นตัวแปรที่ 12, 18 และ 24 ชั่วโมง

1.5.4 นำตัวอย่างมาทำการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (BIB) โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 30 ท่าน ทำการทดสอบทางด้านกายภาพด้วยเครื่อง ColorQuest XE ทำการทดสอบทางด้านเคมีโดยวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง METTLER TOLEDO pH METER วัดค่าความเข้มข้นของของแข็งที่อยู่ในสารละลาย (Brix) ด้วย MASTER REFRACTOMETER MANUAL รุ่น MASTER-M (Cat.No2313) จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์และสรุปผล

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 กาแฟสกัดเย็น (Cold Brew) หมายถึง การชงกาแฟในรูปแบบหนึ่งโดยใช้กาแฟคั่วบดสกัดกับน้ำในอัตราส่วน 8 ต่อ 100 จากนั้นจึงนำไปแช่เย็นโดยใช้ระยะเวลา 12 ถึง 24 ชั่วโมง

1.6.2 ผู้เชี่ยวชาญ (Specialist) หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญพิเศษที่มีประสบการณ์ หรือประกอบกิจการทางด้านกาแฟ อย่างต่ำ 3 ปีขึ้นไป

1.6.3 BIB (Balanced Incomplete Block Design) หมายถึง แผนการทดลองแบบบล็อกไม่สมบูรณ์แต่สมดุลซึ่งจะใช้กับการทดลองที่มีตัวอย่างจำนวนมาก โดยจะจัด Block Size ให้เท่ากัน และทุกตัวอย่างจะมีจำนวนที่ซ้ำกันจากนั้นทำการกระจายตัวอย่างโดยจะไม่มีการซ้ำกันในบล็อกเดียวกัน

## 1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้แนวทางในการผลิตเครื่องดื่มกาแฟโรบัสตาด้วยวิธีต่าง ๆ โดยใช้ระยะเวลาเป็นตัวเปรียบเทียบ

1.7.2 ได้ผลิตภัณฑ์กาแฟที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟโรบัสตาในเชิงธุรกิจได้ต่อไป





## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ประวัติและสายพันธุ์กาแฟ

กาแฟเป็นพืชในตระกูล Rubiaceae มีถิ่นกำเนิดมาจากประเทศเอธิโอเปีย ชื่อ Coffee มาจากคำว่า Kaffa ซึ่งเป็นชื่อจังหวัดในเอธิโอเปียที่มีการพบต้นกาแฟ กาแฟเริ่มนำมาใช้เป็นเครื่องดื่มโดยชาวอาราเบียในศตวรรษที่ 15 ในปี ค.ศ. 1865 สองพี่น้องตระกูลอาร์บักเกิ้ล เป็นผู้ริเริ่มการค้ากาแฟใส่ถุงกระดาษขายในเมืองพิตต์สเบิร์ก ประเทศอเมริกา ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการซื้อขายกาแฟคั่ว กาแฟเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมทั่วโลก โดยประเทศบราซิลเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ที่สุดของโลก สายพันธุ์กาแฟที่เป็นที่นิยมในทางการค้ามี 2 สายพันธุ์ คือ Coffea Arabica ชื่อทางการค้าคือ อะราบิกา (Arabica) และ Coffea Canephora ชื่อทางการค้าคือ โรบัสตา (Robusta) ในประเทศไทยมีการปลูกกาแฟทั้ง 2 สายพันธุ์

2.1.1 กาแฟพันธุ์โรบัสตา (Robusta) เป็นกาแฟที่พันธุ์ดั้งเดิมของแถบเส้นศูนย์สูตร เป็นพันธุ์ที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี มีความทนทานต่อโรคมากกว่าสายพันธุ์อะราบิกา สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพภูมิอากาศอบอุ่นปลูกได้ทั้งในร่มและกลางแจ้ง สภาพภูมิอากาศที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีอยู่ที่อุณหภูมิ 24-30 องศาเซลเซียส สามารถปลูกได้ตั้งแต่เหนือระดับน้ำทะเลจนถึงระดับความสูง 1200 เมตร (จิรสวัสดิ์ ภูวิกรมัย และสิริ ชัยเสรี, 2546, หน้า 13) กาแฟสายโรบัสตามีคุณภาพที่ต่ำกว่ากาแฟอะราบิกาทั้งกลิ่น รสชาติ และขนาดเมล็ดที่เล็กกว่ามาก แต่กาแฟพันธุ์อะราบิกามีเนื้อกาแฟมากกว่าและมีอัตราส่วนคาเฟอีนที่ต่ำกว่า กาแฟโรบัสตาจึงไม่นิยมนำไปทำกาแฟผงสำเร็จชนิดละลายน้ำ

2.1.2 กาแฟพันธุ์อะราบิกา (Arabica) เป็นกาแฟพันธุ์ที่มีความสำคัญมากที่สุดซึ่งผลผลิตประมาณกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของกาแฟที่ปลูกทั่วโลกลักษณะของกาแฟพันธุ์อะราบิกา กาแฟพันธุ์ อะราบิกาสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพภูมิอากาศเย็น อุณหภูมิที่เจริญเติบโตได้ดีอยู่ระหว่าง 13-21 องศาเซลเซียส (จิรสวัสดิ์ ภูวิกรมัย และสิริ ชัยเสรี, 2546, หน้า 3) ประเทศไทยนิยมปลูกกันในภาคเหนือ กาแฟอะราบิกาเป็นกาแฟที่มีคุณภาพดีให้ทั้งรสชาติ และกลิ่นที่หอม มีอัตราส่วนของคาเฟอีนต่ำ กาแฟอะราบิกานิยมนำมาคั่ว บด ชงด้วยการกรองกาก หรือนิยมนิยกว่ากาแฟสด

#### 2.2 กระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟ

2.2.1 ผลกาแฟสุกจะมีสีแดงเรียกว่า เชอร์รี่ (Cherries) เมื่อนำส่วนเปลือกหุ้มเมล็ด (Mucilaginous pulp) จะได้เมล็ดกาแฟ (Green Coffee Bean) 2 เมล็ด ด้านหนึ่งของเมล็ดกาแฟจะแบนเรียบและมีเปลือกบางหุ้ม เรียกว่า Silver Skin ผลของกาแฟสุกที่ให้เมล็ดกลมเพียง 1 เมล็ดเป็นลักษณะผิดปกติจะเรียกว่า พีเบอร์รี่ (Pea berry) กระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟทำได้ 2 วิธี คือ

2.2.1.1 กระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟแบบแห้ง (Dry Process) เป็นกระบวนการแปรรูปที่มีมานาน และนิยมใช้กับกาแฟพันธุ์ โรบัสตา เริ่มตั้งแต่ผลกาแฟสุกนำมาตากแดดให้แห้ง ตากให้

แห้งจนกว่าเมล็ดกาแฟมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 12 ในขั้นตอนสุดท้ายจะนำเมล็ดกาแฟตากแห้งมาลอกเอาเปลือกออกจึงนำเมล็ดมาใช้

2.2.1.2 กระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟแบบเปียก (Wet Process) เป็นกระบวนการที่ทำให้เมล็ดกาแฟที่มีคุณภาพสูง นิยมใช้ในการแปรรูปเมล็ดกาแฟสายพันธุ์อะราบิกา เริ่มจากการนำผลกาแฟดิบ (ผล Cherry) ที่เก็บได้มาลอกเปลือกออกซึ่งต้องทำในวันเดียวกันกับวันที่เก็บผลกาแฟดิบ เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ผลกาแฟดิบนั้นเน่าเสียก่อน จากนั้นทำการกำจัดเมือกที่ติดอยู่ออกไปโดยนำไปแช่น้ำและหมักไว้ระยะเวลาประมาณ 24 - 36 ชั่วโมง ก่อนที่จะล้างด้วยน้ำสะอาดแล้วนำไปตากแดดให้แห้งบนลานซีเมนต์ หรือตากในตะแกรงที่ทำด้วยตาข่ายและยกให้สูงขึ้นจากพื้นดินเพื่อให้ความชื้นระบายนอกได้มากยิ่งขึ้น (Joseph, 2546, หน้า 20)

## 2.3 การคั่วเมล็ดกาแฟ

ผลกาแฟและเมล็ดกาแฟต้องผ่านกระบวนการมากมายก่อนที่จะกลายเป็นเมล็ดกาแฟคั่วขั้นแรก กาแฟจะถูกเลือกสรร โดยใช้มือเป็นส่วนใหญ่ จากนั้น นำมาจัดเรียงตามความสุก สี จากนั้นเนื้อกาแฟจะถูกนำออกมาโดยเครื่องจักร ส่วนเมล็ดจะถูกหมักเพื่อกำจัดชั้นเมือกบางๆ ที่เกาะอยู่ตามเมล็ด เมื่อกระบวนการหมักเสร็จสิ้น เมล็ดกาแฟจะถูกล้างทำความสะอาดโดยใช้ น้ำบริสุทธิ์คุณภาพสูงเพื่อกำจัดกากที่เกิดการหมัก ซึ่งก่อให้เกิดน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนสูง หลังจากนั้นเมล็ดกาแฟจะถูกนำไปตากแห้งจัดเรียงและระบุว่าเป็นเมล็ดกาแฟเขียว

ขั้นตอนต่อไปคือการคั่วเมล็ดกาแฟเขียว โดยปกติแล้ว กาแฟจะถูกจำหน่ายหลังจากคั่วแล้ว และกาแฟทุกรูปแบบจำเป็นต้องผ่านการคั่วก่อนที่จะบริโภค กาแฟสามารถคั่วได้โดยผู้ประกอบการหรือจะคั่วเองได้ที่บ้าน กระบวนการคั่วเมล็ดกาแฟจะส่งผลต่อรสชาติของเมล็ดกาแฟ เนื่องจากเมล็ดกาแฟมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและทางเคมี เมล็ดกาแฟที่ผ่านการคั่วจะมีมวลลดลงเพราะสูญเสียความชื้นไป แต่จะมีปริมาตรมากขึ้น ทำให้มีความหนาแน่นลดลง ความหนาแน่นของเมล็ดกาแฟส่งผลต่อความเข้มข้นของกาแฟ กระบวนการคั่วจะเริ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิภายในเมล็ดกาแฟสูงถึง 200 องศาเซลเซียส แม้ว่าเมล็ดกาแฟแต่ละประเภทจะมีความชื้นและความหนาแน่นที่แตกต่างกัน และยังคงคั่วด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกัน หลังจากที่มีความร้อนได้แผ่แบ่งที่อยู่ภายในเมล็ดกาแฟ และเปลี่ยนแปลงให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวซึ่งจะเริ่มเกรียม และเปลี่ยนสีของเมล็ดกาแฟระหว่างกระบวนการคั่ว เมล็ดกาแฟจะสูญเสียซูโครสอย่างรวดเร็วและอาจสูญเสียไปทั้งหมดหากคั่วติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ระหว่างการคั่ว น้ำมันหอมระเหย กรดและคาเฟอีนจะอ่อนลง ทำให้รสชาติของกาแฟเปลี่ยนไป ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส น้ำมันชนิดอื่นจะขยายขึ้นหนึ่งในนั้นคือ Caffeol ซึ่งจะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส (จิรสวัสดิ์ ภูวิกรมย์ และสิริ ชัยเสรี, 2546, หน้า 3) ซึ่งทำให้กาแฟมีกลิ่นและรสชาติที่เด่นชัดขึ้น

สีของเมล็ดกาแฟที่ผ่านการคั่ว สามารถแบ่งได้ด้วยสายตามนุษย์ออกเป็น 4 ระดับได้แก่

2.3.1 ระดับอ่อน (Light Roast) กาแฟที่คั่วระดับนี้จะมีส่วนน้ำตาลอ่อนคล้ายสีของอบเชย การคั่วระดับนี้เป็นการคั่วที่มีความหอมของกาแฟ และคุณสมบัติของกาแฟไว้ได้มากที่สุด แต่จะมีความเปรี้ยวและมีรสชาติฝาดอยู่มาก

2.3.2 ระดับปานกลาง (Medium Roast) การคั่วกาแฟระดับกลางเมล็ดกาแฟจะมีสีน้ำตาลเข้ม ให้รสชาติที่ขมและมีความเปรี้ยวเล็กน้อย เป็นระดับการคั่วที่ให้ความกลมกล่อมของกลิ่น และรสชาติของกาแฟได้ดีที่สุด

2.3.3 ระดับเข้ม (Dark Roast) เมล็ดกาแฟที่คั่วในระดับนี้จะมีสีน้ำตาลค่อนข้างเข้ม มีรสชาติขมและหวานเล็กน้อยแต่ไม่เปรี้ยว มีกลิ่นฉุนของกาแฟที่คั่วปนกับกลิ่นหอมของกาแฟแท้ ๆ

2.3.4 ระดับเข้มมาก (Very dark Roast) เมล็ดกาแฟที่คั่วจะมีสีน้ำตาลเข้มเกือบไปทางดำ มีน้ำมันเคลือบอยู่จนมันเป็นเงา รสชาติค่อนข้างขม มีความหวานอยู่บ้างเล็กน้อย ไม่มีความเปรี้ยวหลงเหลืออยู่ และมีกลิ่นที่ฉุนกว่าการคั่วระดับอื่น ๆ

## 2.4 การบด (Grinding)

กาแฟที่มีรสชาติดอ่อนและรสเข้มนั้น เกิดจากการคั่วและวิธีการบดหยาบหรือละเอียด กาแฟที่บดหยาบรสชาติจะอ่อนกว่ากาแฟที่บดละเอียด กาแฟบดเมล็ดกาแฟให้เหมาะกับเครื่องชงมีส่วนสำคัญมาก ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการชงมีหลายชนิด แต่ละชนิดต้องการการบดเมล็ดกาแฟที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องบดให้มีความสัมพันธ์กับการชง ในอดีตการบดใช้วิธีการตำในครกต่อมาได้มีการประดิษฐ์เครื่องบดกาต้มน้ำ ปัจจุบันมีเครื่องบดกาแฟไฟฟ้าที่สามารถปรับความหยาบละเอียดของการบดได้ ซึ่งการบดเมล็ดกาแฟมี 4 แบบ คือ แบบหยาบ หยาบปานกลาง ละเอียด และละเอียดมาก ซึ่งขนาดอนุภาคของกาแฟบดจะมีความเหมาะสมต่อวิธีในการชง และเวลาในการชงที่ต่างกันตามตาราง

ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับที่บดกาแฟกับประเภทของการชงกาแฟ

|                    | แบบกด                    | แบบต้ม                   | แบบกรอง                  | เครื่อง Espresso         | เวลาที่ใช้ในการบด |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|
| บดหยาบ             | <input type="checkbox"/> |                          |                          |                          | 8-10 วินาที       |
| บดหยาบปานกลาง      |                          | <input type="checkbox"/> |                          |                          | 12-15 วินาที      |
| บดละเอียด          |                          |                          | <input type="checkbox"/> |                          | 20-25 วินาที      |
| บดละเอียดมาก       |                          |                          |                          | <input type="checkbox"/> | 25-30 วินาที      |
| เวลาในการชง        | 4-6 นาที                 | 4-6 นาที                 | 1-4 นาที                 | 10-20 วินาที             |                   |
| ปริมาณน้ำกาแฟ/ถ้วย | 120 มิลลิลิตร            | 60 มิลลิลิตร             | 60 มิลลิลิตร             | 60 มิลลิลิตร             |                   |

หมายเหตุ : ปริมาณกาแฟที่ใช้ 8-10 กรัม

ที่มา : (Joseph, 2546 หน้า 20)

## 2.5 องค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดกาแฟดิบ

องค์ประกอบของสารที่มีอยู่ในเมล็ดกาแฟดิบ และในกาแฟคั่วจะแตกต่างกันทั้งในด้านชนิดและปริมาณ โดยสารประกอบที่อยู่ในเมล็ดกาแฟดิบ จะเป็นสารตั้งต้นที่จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารประกอบที่พบในกาแฟคั่ว

### 2.5.1 คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)

คาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบที่มีมากที่สุดในเมล็ดกาแฟดิบ ถึงร้อยละ 50-60 (Sivetz, M., and Foote, H. E., 1963, p.233) ในเมล็ดกาแฟดิบพบคาร์โบไฮเดรตในรูปของน้ำตาลรีดิซ น้ำตาลไดแซคคาไรด์ ไตรโอส เซลลูโลส น้ำตาลซูโครสพบเป็นอัตราส่วนมากที่สุด คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด โดยพบในกาแฟอาราบิกามากกว่าโรบัสตา (จิรสวัสดิ์ ภูวิกรมัย และสิริ ชัยเสรี, 2546, หน้า 5) น้ำตาลมีความสำคัญในการเกิดกลิ่นรส และการเกิดสี ระหว่างกระบวนการคั่ว (Varnam, H.A., and Sutherland, P.J., 1994, p.250)

### 2.5.2 สารประกอบไนโตรเจน

#### 2.5.2.1 คาเฟอีน (Caffeine)

คาเฟอีนมีรสขมเล็กน้อย ไม่มีกลิ่น ปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟจะขึ้นกับสายพันธุ์ ปริมาณคาเฟอีนโดยเฉลี่ยของกาแฟพันธุ์อาราบิการ้อยละ 1.2 ส่วนของกาแฟพันธุ์โรบัสตาร้อยละ 2.2 (Varnam, H.A., and Sutherland, P.J., 1994, P.251) คาเฟอีนละลายได้เล็กน้อยในน้ำเย็นและละลายได้ถึงร้อยละ 40 ในน้ำอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และระเหิดได้ที่อุณหภูมิ 178 องศาเซลเซียสคาเฟอีนมีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง เพิ่มอัตราการสูดดมโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจ เมื่อผ่านความร้อนปริมาณคาเฟอีนจะลดลงเล็กน้อย (Sivetz, M., and Foote, H. E., 1963, p. 233)

#### 2.5.2.2 ไตรโกนีนีน (Trigonelline)

ไตรโกนีนีนส่วนใหญ่พบได้ในเมล็ดกาแฟ พบในเมล็ดกาแฟดิบถึงร้อยละ 1.0-1.5 มีรสขมเล็กน้อยกว่าคาเฟอีน ปริมาณไตรโกนีนีนจะลดลงร้อยละ 10 ในระหว่างการคั่ว (Sivetz, M., and Foote, H. E., 1963, P.233) การสลายตัวของไตรโกนีนีนจะให้สารประกอบที่ให้กลิ่นรสในกาแฟ โดยเกิดเป็นสารประกอบระเหย จำพวกไพรีดิน (Pyridine) ไพโรล (Pyrrole) และไนอาซิน (Niacin) (จิรสวัสดิ์ ภูวิกรมัย และสิริ ชัยเสรี, 2546, หน้า 5)

#### 2.5.2.3 กรดคลอโรจีนิก (Cholorogenic acid)

ปริมาณที่พบกรดคลอโรจีนิกในกาแฟดิบคือ ร้อยละ 8 การสลายตัวของกรดคลอโรจีนิกจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสในระหว่างการคั่ว เมล็ดกาแฟจะให้สารประกอบกรดคาเฟอิก (Caffeic acid) และกรดควินิก (Quinic acid) ซึ่งให้รสเปรี้ยวและฝาด

#### 2.5.2.4 โปรตีนและกรดอะมิโน (Protein and Amino acids)

ปริมาณที่พบโปรตีนและกรดอะมิโนในเมล็ดกาแฟดิบคือ ร้อยละ 14 ซึ่งโปรตีนจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งชนิดและโครงสร้างอย่างมากเมื่อได้รับความร้อน โดยการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับการสูญเสียไนโตรเจนในระหว่างการคั่ว โปรตีนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้เกิดสารประกอบระเหยจากปฏิกิริยาไพโรไลซิสหลังการคั่ว (Sivetz, M., and Foote, H. E., 1963, p. 233)

### 2.5.2.5 ไขมัน (Lipid)

ในเมล็ดกาแฟดิบที่ยังไม่ผ่านกระบวนการคั่วประกอบด้วย coffee oil โดยพบในกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้าร้อยละ 15 ของน้ำหนักแห้ง ส่วนในอาราบิก้าพบร้อยละ 10 ของน้ำหนักแห้ง โดยประกอบด้วย Triacylglycerols และไขมันอื่น ๆ (Sivetz, M., and Foote, H. E., 1963, p. 234)

**ตารางที่ 2.2** องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดกาแฟดิบ (Green beans)

| องค์ประกอบทางเคมี                | %dry matter basis (W/W) |
|----------------------------------|-------------------------|
| <b>Nitrogen compounds</b>        |                         |
| Caffeine                         | 1.2                     |
| Trigonelline                     | 1.0                     |
| Protein and free amino acid      | 9.2                     |
| <b>Carbohydrates</b>             |                         |
| Sucrose                          | 6-8.3                   |
| Reducing sugar                   | 0.1                     |
| Polysaccharide                   | 40-50                   |
| Cellulose                        | 5.0                     |
| <b>Chlorogenic acid</b>          | 5-7.5                   |
| Citric acid                      | 0.5                     |
| Malic acid                       | 0.5                     |
| Oxalic acid                      | 0.2                     |
| Tartaric acid                    | 0.4                     |
| <b>Lipids</b>                    |                         |
| Triacylglycerols                 | 75.2                    |
| Esters of terpene alcohols       | 18.5                    |
| Diterpene alcohols               | 0.4                     |
| Esters of sterols and fatty acid | 3.2                     |
| sterols                          | 22.2                    |
| Tocopherols                      | 0.04-0.06               |
| Phosphatides                     | 0.1-0.5                 |

ที่มา : (Varnam, H.A., and Sutherland, P.J., 1994, p.254)

### 2.5.3 ชนิดและองค์ประกอบของสารประกอบระเหยในกาแฟ

องค์ประกอบของสารระเหยในเมล็ดกาแฟที่ยังไม่ผ่านกระบวนการคั่ว (Green beans) พบว่ามีจำนวนมาก แต่ให้คุณลักษณะของกลิ่นที่ไม่เป็นที่ต้องการ ซึ่งประกอบด้วย อัลเคน (Alkanes) อัลคีน (Alkenes) ไพราซีน (Pyridines) ควิโนลีน (Quinolines) ไพโรล (Pyrole) แอริลเอมีน

(Arylamines) และโพลีเอมีน (Polyamines) ซึ่งสารประกอบในกาแฟมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยเช่น สายพันธุ์ สภาพะในการปลูก และกระบวนการแปรรูป องค์ประกอบของสารระเหยเหล่านี้เกิดจะเกิดการเปลี่ยนแปลง และมีจำนวนเพิ่มขึ้น เมื่อเมล็ดกาแฟผ่านการคั่ว สารประกอบระเหยที่เกี่ยวข้องกับกลิ่นของกาแฟโดยตรง คือ สารประกอบเฮเทอโรไซคลิก ที่มีไนโตรเจน ออกซิเจน และซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ ส่วนสารประกอบที่ไม่ระเหยในกาแฟจะเป็นสารตั้งต้นในการทำให้เกิดกลิ่นรสกาแฟ คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไตรโกนีนีน และกรดอะมิโนอิสระ ไขมัน เมล็ดกาแฟที่ผ่านการคั่วแล้วพบว่า สารประกอบฟuranจะมีอิทธิพลต่อกลิ่นรสของกาแฟมากกว่าองค์ประกอบอื่น (ณฐมน รุ่งสร้างธรรม, 2549, หน้า 14)

## 2.6 การชงกาแฟหรือการสกัด

การชงกาแฟมีหลากหลายวิธี ซึ่งสามารถแบ่งประเภทตามให้น้ำกับความละเอียดของกาแฟที่นำไปบดได้เป็น 4 ประเภทหลักๆ ดังนี้ (นงนภา วงศ์วารี, 2548, หน้า 25-27)

### 2.6.1 การต้มเดือด

เป็นวิธีการดั้งเดิมในการชงกาแฟซึ่งยังใช้อยู่ในตะวันออกกลาง แอฟริกาเหนือและตุรกี ซึ่งเรียกวิธีนี้ว่า Ibrik โดยวิธีการ โดยวิธีการต้มผงกาแฟละเอียดเข้ากับน้ำในหม้อคอคอด และปล่อยให้เดือดเล็กน้อย บางครั้งจะเติมน้ำตาล หรือเครื่องเทศลงไป เช่น กระวาน กานพลู ชินนามอน เพื่อเพิ่มความหอม และรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์

### 2.6.2 การใช้ความดัน

2.6.2.1 เอสเพรสโซ (Espresso) เป็นการชงด้วยน้ำเดือดและอัดความดัน มักเป็นการชงพื้นฐานสามารถนำไปผสมกาแฟหลายๆ ชนิด หรือสามารถเสิร์ฟเปล่า ๆ เป็นช็อต กาแฟชนิดนี้มีความเข้มข้นเป็นอย่างมากเนื่องจากการชงแบบเอสเพรสโซจะต้องใช้น้ำจำนวนน้อยเพื่อให้ได้ความเข้มข้นอันเป็นเอกลักษณ์ของกาแฟชนิดนี้

2.6.2.2 เครื่องชงกาแฟแบบใช้น้ำร้อนซึม (Percolator extraction) มีลักษณะคล้ายกาต้มน้ำ โดยเรียกเครื่องชงประเภทนี้ว่า โมก้าพอต (Moka pot) แบ่งออกเป็นสามส่วน โดยส่วนล่างใช้สำหรับต้มน้ำเพื่อให้ไอน้ำลอยขึ้นไปยังกาแฟบดละเอียด ที่อยู่ในส่วนกลางของเครื่องชงและหมุนวนขึ้นลงจนกาแฟเข้มข้นถึงระดับที่ต้องการ น้ำกาแฟที่ดีจะถูกเก็บอยู่ในส่วนบนสุด การต้มกาแฟประเภทนี้ขึ้นอยู่กับเวลาและอุณหภูมิของน้ำในการต้ม

### 2.6.3 การใช้แรงโน้มถ่วง

2.6.3.1 การชงแบบหยดหรือแบบกรอง (Deep extraction) เป็นการหยดน้ำร้อนผ่านกาแฟบดละเอียดที่วางอยู่ในเครื่องกรอง อาจเป็นกระดาดกรองหรือโลหะเจาะรู ความเข้มข้นกาแฟขึ้นอยู่กับสัดส่วนระหว่างน้ำกับกาแฟ

2.6.3.2 เครื่องชงกาแฟแบบใช้น้ำร้อนซึม (Syphon extraction) มีลักษณะคล้าย ๆ กับ Percolator แต่ใช้ระยะเวลาในการต้มที่น้อยกว่า ไม่เกิน 3 นาที ลักษณะคล้ายถ้วยแก้วทอดลงวิทยาศาสตร์คือ มีแท่งกระบอกแก้วอยู่ทางด้านบน มีถ้วยแก้วสำหรับใส่น้ำอยู่ด้านล่าง และมีตะเกียง

ไฟอยู่ใต้ถ้วยแก้วเพื่อต้มน้ำให้เดือด เมื่อน้ำเดือดจะไหลย้อนขึ้นไปยังแท่งกระบอกแก้วที่มีผงกาแฟบรรจุอยู่ เมื่อดับตะเกียงน้ำกาแฟจะไหลกลับลงสู่ถ้วยแก้วด้านล่างอีกครั้ง

#### 2.6.4 การจุ่ม

เฟรนช์เพรส (French press) ลักษณะเป็นแก้วใสมีแท่งกดเป็นก้านโลหะอยู่ตรงกลาง ส่วนปลายด้านล่างจะมีแผ่นกรองกากกาแฟ เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมกับกาแฟที่บดค่อนข้างหยาบ การชงจะใช้วิธีแช่ผงกาแฟบดในน้ำร้อนประมาณ 4 นาที เพื่อสกัดรสชาติของกาแฟออกมาแล้วจึงกดแผ่นลองเพื่อนด์นากากาแฟสู่ด้านล่าง ในขณะที่น้ำกาแฟจะอยู่ด้านบน

#### 2.6.5 การสกัดเย็น

การสกัดเย็น คือ การแยกส่วนของน้ำหรือน้ำมันจากวัตถุดิบที่เราสกัดออกมา โดยสกัดออกมาจากส่วนต่าง ๆ ของวัตถุดิบนั้น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพืชผักและผลไม้ชนิดต่าง ๆ การสกัดเย็นจะได้ น้ำหรือน้ำมันจากบริเวณส่วนต่างๆของพืชผักและผลไม้ เช่น ผล เมล็ด หัว ใบ ดอก และเปลือก โดยอาศัยขั้นตอนป้อนอัดที่อุณหภูมิห้องโดยตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนแล้วนำส่วนของน้ำมันบริสุทธิ์มาใช้งาน หรืออาจจะใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือแรงดันสูงเพื่อช่วยบีบหรือกดน้ำมันออกมา ทั้งนี้การสกัดต้องไม่ผ่านกระบวนการความร้อนหรือสารเคมีใด ๆ ซึ่งจะช่วยคงสีรสชาติตามธรรมชาติคงคุณค่าและสรรพคุณของพืชผักและผลไม้ชนิดนั้น ๆ ไว้ได้อย่างครบถ้วน

การสกัดเย็นกาแฟเป็นอีกหนึ่งวิธี การสกัดเย็นที่มักคุ้นหูและเคยพบเห็นได้ตามร้านกาแฟคือกาแฟสกัดเย็น หรือที่เรียกว่า Cold Brew Coffee ซึ่งเกิดจากการสกัดหรือชงกาแฟโดยใช้น้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ เช่น น้ำเย็น หรือน้ำอุณหภูมิห้อง การที่ใช้น้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ ทำให้สารประกอบต่าง ๆ ในกาแฟละลายออกมาได้น้อยเมื่อเทียบกับการใช้น้ำร้อนชง ดังนั้น กาแฟสกัดเย็นจึงมีรสชาติที่นุ่มนวลและมีความเปรี้ยวที่ต่ำกว่ากาแฟชงร้อนทั่วไป แต่การชงด้วยวิธีสกัดเย็นมีขั้นตอนที่ใช้เวลานาน คือ การแช่น้ำอุณหภูมิห้องกับกาแฟคั่วบด แช่ทิ้งไว้ 12-24 ชั่วโมง จากนั้นกรองเอาแต่น้ำกาแฟ จะได้น้ำกาแฟที่รสชาติไม่ฝืดเคือง

การชงกาแฟโดยวิธีการสกัด สามารถแบ่งได้ 2 วิธี

2.6.5.1 การชงแบบแช่สกัด (Immersion) หมายถึง เป็นการชงกาแฟโดยการแช่เพื่อให้ น้ำสกัดสารในกาแฟออกมา โดยให้กาแฟจมอยู่ภายในน้ำทั้งหมด ดังนั้นเวลาในการสกัดจะเป็นตัวแปรสำคัญรสชาติของกาแฟ การชงรูปแบบนี้ได้แก่ การชงด้วยเครื่องชงแบบ French Press หรือ Siphon เป็นต้น

2.6.5.2 การสกัดโดยให้น้ำไหลผ่านกาแฟ (Infusion) หมายถึง เป็นการสกัดโดยให้น้ำไหลผ่านกาแฟบดและกระดาษกรอง โดยสามารถนำสารในกาแฟออกมาได้มากกว่าวิธีการแบบ Immersion เนื่องจากสามารถสร้างแรงตกกระหน่ำระหว่างน้ำและกาแฟบด การชงด้วยวิธีนี้ได้แก่ การชงแบบ Drip หรือ Pour-over

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Sivetz, M., and Foote, H. E., 1963 ได้กล่าวถึงคุณภาพของกาแฟว่า เมื่อเราบริโภคกาแฟเราไม่ได้คำนึงถึงสารอาหารในกาแฟ แต่อยู่ที่กลิ่นรส ความสด ความหอม ดังนั้นการเก็บรักษากาแฟคั่วให้

ยังคงความสด มีกลิ่นหอม เป็นเรื่องที่น่าสนใจ ปัญหาที่สำคัญของกาแฟคั่วคือการสูญเสียกลิ่นรส และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น ในการเลือกวัสดุที่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ ความสามารถในการซึมผ่านของไอน้ำ ความสามารถในการซึมผ่านของออกซิเจน ความสามารถในการซึมผ่านของคาร์บอนไดออกไซด์และสารประกอบระเหย

Rao, N. Z. and Fuller, M., 2018 ศึกษาความเป็นกรดและสารต้านอนุมูลอิสระของกาแฟขยี้่นโดยใช้กาแฟคั่วอ่อนจาก 5 ภูมิภาค ได้แก่ บราซิล เอธิโอเปีย โคลัมเบีย พม่า เม็กซิโก โดยใช้ อัตราส่วน 1: 10 หรือกาแฟ 35 กรัมต่อน้ำ 350 มิลลิลิตร และทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 21- 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง จากนั้นได้ทำการหาค่า PH โดยใช้วิธี Titration และปริมาณสารต้านอนุมูลจำพวก กรดคาเฟอิลควินิก (Caffeoylquinic acid) ในกาแฟที่ใช้วิธีการสกัดทั้งแบบร้อนและแบบเย็นพบว่า มีค่า pH ที่ใกล้เคียงกันตั้งแต่ 4.85 ถึง 5.13 สำหรับค่า TA พบว่าปริมาณกรด ในกาแฟสกัดร้อนมีปริมาณมากกว่ากาแฟสกัดเย็น นอกจากปริมาณกรดที่น้อยกว่าของกาแฟสกัดเย็น ยังมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่น้อยกว่ากาแฟสกัดร้อนอีกด้วย

จิรสวัสดิ์ ภูวิกรมย์ และ สิริ ชัยเสรี, 2546 ได้ทำการทดสอบโดยนำกาแฟโรบัสตาจากจังหวัดชุมพร ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 240 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที เมื่อนำมาวิเคราะห์สารระเหยในกาแฟโดยใช้ Gas-Chromatography-mass (GC-MS) พบกลิ่นที่มีความสำคัญต่อกาแฟ 7 กลิ่น ได้แก่ กลิ่นเนยถั่ว กลิ่นถั่วเน่า กลิ่นข้าวโพดคั่ว กลิ่นหมื่นเขียว กลิ่นน้ำตาลไหม้ กลิ่นคั่ว กลิ่นกล้วยตาก

Rao, N. Z. and Fuller, M., 2017 ได้ทำการศึกษาความเข้มข้นของคาเฟอีนและค่า pH จากกาแฟสกัดเย็น 4 ตัวอย่างได้แก่ กาแฟคั่วแบบเข้มและบดปานกลาง กาแฟคั่วเข้มและบดหยาบ กาแฟคั่วกลางและบดปานกลาง กาแฟคั่วกลางและบดหยาบ ผลที่ได้จากการวัดค่า pH คือ กาแฟที่คั่วระดับกลาง และบดปานกลางมีค่า pH สูงที่สุด อยู่ 5.61 และ ค่า pH น้อยที่สุด คือกาแฟคั่วกลางและบดหยาบ โดยมีค่า pH อยู่ 5.47 ส่วนปริมาณคาเฟอีนของกาแฟมีค่าที่ใกล้เคียงกัน 240 มิลลิกรัม ต่อน้ำ 12 ออนซ์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ขนาดของกาแฟที่บดแล้วมีผลต่อปริมาณคาเฟอีนและกรดในเครื่องดื่มกาแฟ

สหัสชา น้ำทิพย์, 2551 ได้ทำการศึกษาอัตราส่วนและเวลาที่ใช้ในการสกัดน้ำกาแฟ เพื่อนำไปใช้ผลิตเป็นน้ำกาแฟสกัดเข้มข้น พบว่าที่อัตราส่วนร้อยละ 30 และเวลาที่ใช้ในการสกัด 1 นาที ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุด โดยได้รับคะแนนการยอมรับรวมเท่ากับ  $6.33 \pm 1.35$  คะแนน คือ ระดับชอบเล็กน้อย ซึ่งน้ำกาแฟสกัดเข้มข้นที่ได้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ  $5.18 \pm 1.27$  ความหนืด  $1.48 \pm 0.09$  เซนติพอยส์ มีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) เท่า  $9.88 \pm 0.50$  ค่า สีแดง-สีเขียว ( $a^*$ ) เท่ากับ  $13.80 \pm 2.22$  ค่าสีเหลือง-สีน้ำเงิน ( $b^*$ ) เท่ากับ  $-7.44 \pm 0.63$  จากนั้นเมื่อนำน้ำกาแฟสกัดที่ได้ไปทำให้เข้มข้นด้วยการแช่เยือกแข็งสองวิธีคือ แบบ Progressive Crystallization และแบบ suspension crystallization พบว่าอัตราการแช่เยือกแข็งและการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นในระหว่างการแช่เยือกแข็งนั้น วิธีการแช่เยือกแข็งแบบ Progressive Crystallization มีอัตราการ แช่เยือกแข็งที่เร็ว ทำให้น้ำกาแฟสกัดที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากร้อยละ  $5.32 \pm 0.06$  เป็นร้อยละ  $17.54 \pm 0.11$  ในระยะเวลา 3 ชั่วโมง

พระยัย สุนทรกมล, 2547 ศึกษาองค์ประกอบของสารระเหยด้วยเทคนิค Purge & Trap/GC-MS ของกาแฟ 2 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์อะราบิกา และโรบัสตา ต้องการประกอบของสารระเหยในเมล็ดกาแฟที่ผ่านการคั่วในระดับเข้มพบว่า กาแฟสายพันธุ์อะราบิกา มีปริมาณของสารในกลุ่ม Furans และ Pyridines สูง ส่วนโรบัสตาจะประกอบด้วยสารระเหยในกลุ่มของ Alcohols Pyrrole และ acids ได้แก่ Butanoic acid เมล็ดกาแฟดิบที่ผ่านการแปรรูปที่แตกต่างกัน พบว่า การลดความชื้นด้วยเครื่องอบแห้งสามารถกำจัด Hexanal และ Benzaldehyde จากเมล็ดกาแฟดิบ ซึ่งช่วยลดปริมาณองค์ประกอบของสารระเหยที่ไม่ต้องการได้ ตัวอย่างเมล็ดกาแฟที่ผ่านกระบวนการคั่วจะมีปริมาณของสารระเหยในกลุ่ม Fufans Pyrazines และ Pyridines เพิ่มขึ้นเมื่อระดับการคั่วเพิ่มขึ้น เมล็ดกาแฟที่คั่วในระดับเข้มสารระเหยในกลุ่มของ Pyrazine Pyrrole และ Acetic acid จะหายไป แต่จะพบ 2-Methoxyphenol ซึ่งไม่พบในเมล็ดกาแฟที่คั่วระดับอื่น

ปิยะมาศ ช่วงวานิต, 2547 ได้ทำการทดสอบการยอมรับกาแฟคั่วโรบัสตาโดยนำเมล็ดกาแฟที่ได้จากการปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยวิธีการสีเปลือกนอกและสลายเยื่อหุ้มเมล็ดด้วยเอนไซม์ เพคตินเอสมาคั่วที่ระดับการคั่วกาแฟ 3 ระดับ ได้แก่ คั่วอ่อน (น้ำหนักเมล็ดกาแฟหลังการคั่วลดลงร้อยละ  $12.00 \pm 0.30$ ) คั่วปานกลาง (น้ำหนักเมล็ดกาแฟหลังการคั่วลดลงร้อยละ  $14.00 \pm 0.30$ ) และคั่วเข้ม (น้ำหนักเมล็ดกาแฟหลังการคั่วลดลงร้อยละ  $16.00 \pm 0.30$ ) จากผลทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยการดมกลิ่นและชิมรสชาติกาแฟร้อนพบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคให้การยอมรับในกาแฟร้อนที่จากกาแฟที่คั่วระดับปานกลางมากที่สุด และกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคเสนอแนะว่าต้องการให้กาแฟร้อนมีกลิ่นหอมเพิ่มมากขึ้น

Maria, C.A.B. De., Trugo, L.C., Neto, F.R., Aquino, Moreira, R.F.A 1996 ได้ศึกษาองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้เกิดกลิ่นรสของกาแฟคั่วโดยใช้ High Resolution Gas Chromatography / Mass Spectrometry (HRGC/MS) ในกระบวนการคั่วกาแฟมีการสลายตัวของไตรโกเนลลิน (Trigonelline) น้ำตาลซูโครส กรดอะมิโน และ อาราบิโนกาแลคแทน (Arabinogalactan) ในการวิเคราะห์สารประกอบในกาแฟคั่วพบว่า พูรานไม่ได้เกิดจากการสลายตัวของน้ำตาลเท่านั้น แต่ยังเกิดจากการไรโรโรซิสของอาราบิโนกาแลคแทน ไพราซินเกิดจากปฏิกิริยาไพโรโรซิสของกรดอะมิโนไฮดรอกซิล (Hydroxyl amino acid) เป็นหลัก และ ไพรีดินในกาแฟคั่วไม่ได้เกิดจากการสลายตัวของไตรโกเนลลิน (Trigonelline) เพียงอย่างเดียวแต่เกิดจากปฏิกิริยาไพโรโรซิสของไพรีดินด้วย

Fuller and Rao, 2017 ศึกษาจลนพลศาสตร์ของการสกัด และความเข้มข้นของคาเฟอีนและกรดคลอโรจีนิก (3-CGA) ในกาแฟสกัดเย็นและกาแฟสกัดแบบดั้งเดิม (สกัดร้อน) พบว่าในการสกัดร้อนมีปริมาณกรดคลอโรจีนิก และคาเฟอีนสูงกว่ากาแฟสกัดเย็น ทำให้รสชาติของกาแฟที่สกัดร้อนมีความขมกว่ากาแฟสกัดเย็น ส่วนขนาดของการบดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Kim and Kim (2014) รายงานว่ารสชาติของกาแฟสกัดเย็นที่ใช้ระยะเวลาในการสกัด 18 ชั่วโมง ผู้บริโภคชาวเกาหลีให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด

สุกัญญา (2559) เปรียบเทียบปริมาณคาเฟอีน สารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มีในผงเมล็ดกาแฟบด และกากกาแฟ ซึ่งในการสกัดนั้นจะใช้เครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ และการสกัดโดยใช้เครื่องเขย่าโดยใช้คลื่นเสียง มาสกัดคาเฟอีนโดยใช้ไดคลอโรมีเทน พบว่าการสกัดแบบแรกจะได้คาเฟอีนสูงกว่าการสกัดแบบที่สองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ส่วนปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระนั้นได้สกัดแยกด้วยตัวทำละลายต่างชนิดกัน (เฮกเซน เอทิลอะซิเตท และน้ำ) พบว่า ชั้นเอทิลอะซิเตทของสารสกัดผงกาแฟบด และกากกาแฟมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด (  $506.078 \pm 11.16$  และ  $519.571 \pm 20.86$  mg gallic acid/kg) ส่วนฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH แสดง ค่า IC<sub>50</sub> ของส่วนสกัดชั้นเอทิลอะซิเตท ( $0.0094 \pm 0.0002$  และ  $0.0108 \pm 0.0048$  mg/mL) และ วิธี FRAP พบว่า ส่วนสกัดดังกล่าวนี้มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดเช่นกัน ( $668.602 \pm 18.92$  และ  $631.542 \pm 17.33$  mg Fe<sup>2+</sup>/ kg) (สุกัญญา, 2559)

กรดคลอโรจีนิก เป็นเอสเทอร์ของกรดควินิกกับกรดคาเฟอิกหรือกรดเฟอร์ริก กรดคลอโรจีนิกเป็นสารที่ให้รสขมในกาแฟและจัดเป็นกลุ่มของสารประกอบที่สำคัญ 2 กลุ่มใหญ่ๆ ซึ่งเรียกว่า กรดคาเฟอิลควินิก เช่น กรด 3-คาเฟอิลควินิก (3-caffeoylquinic acid), กรด 3,4 ไดคาเฟอิลควินิก (3, 4 -dicaffeoylquinic acid) และเอสเทอร์ของกรดควินิกกับกรดเฟอร์ริก ซึ่งเรียกว่า กรดเฟอร์โรลควินิก (ferruloylquinic acid) เช่น กรด 3-เฟอร์โรลควินิก (3-ferruloylquinic acid) โดยทั่วไปในเมล็ดกาแฟจะมีปริมาณของกรดคลอโรจีนิก ชนิดกรด 3-คาเฟอิลควินิกมากที่สุด รองลงมาเป็น กรด 5-คาเฟอิลควินิก และ 4-คาเฟอิลควินิก ตามลำดับ เมล็ดกาแฟที่มีปริมาณคาเฟอีนมากจะมีกรดคลอโรจีนิกมากด้วย ในเมล็ดกาแฟชนิดโรบัสต้าจะมีกรดคลอโรจีนิกสูงกว่าเมล็ดกาแฟชนิดอะราบิกา (อวยพร, 2548; Fujioka and Shibamoto, 2008) กรดคลอโรจีนิกมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งการทำงานของ glucose-6- phosphate translocase transporter ในตับ ทำให้ลดการสร้างกลูโคสจากตับและกรดคลอโรจีนิกน่าจะมีผลดีต่อผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 เนื่องจากเบาหวานชนิดนี้มีการสร้างกลูโคสจากตับเพิ่มส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น กรดคลอโรจีนิกจึงเป็นสารสำคัญที่ลดความเสี่ยงต่อการเกิดเบาหวานชนิดที่ 2 (อวยพร, 2548) สวนคาเฟอีน (Caffeine) เป็นสารอนุพันธ์ของพิวรีนที่พบในกาแฟ ไม่มีกลิ่น มีรสขมปนอม ประกอบร้อยละ 10 ของความขมที่มีในเครื่องดื่มกาแฟ (Macrae, 1985) มีฤทธิ์ในการกระตุ้นประสาทและทำให้กระปรี้กระเปร่า ในกาแฟโรบัสต้ามีคาเฟอีนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่ากาแฟอะราบิกา ประมาณ 2 - 3 เท่า ในเมล็ดกาแฟโรบัสต้ามีสารในกลุ่มของกรดคลอโรจีนิก(chologenic acids) ได้แก่ Caffeoylquini acids Dicaffeoylquinic acids และFeruloylquinic acids ในปริมาณที่มากกว่ากาแฟอะราบิกา โดยสารต่างๆ เหล่านี้ เป็นสารที่ทำให้เกิดกลิ่นควัน (smoker aroma) และทำให้เกิดรสชาติที่เข้มข้น ดังนั้น กาแฟโรบัสต้าจึงมีรสชาติที่เข้มข้นกว่ากาแฟอะราบิกา (Ky et al., 2001)





## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงาน

#### 3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์

##### 3.1.1 วัตถุดิบ

เมล็ดกาแฟพันธุ์โรบัสตา จากจังหวัดชุมพร

##### 3.1.2 อุปกรณ์

3.1.2.1 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล MATA

3.1.2.2 เครื่องบดกาแฟ Bon Café รุ่น Coffee grinder

3.1.2.3 ที่ร่อนแบ่งขนาด 30 เมช

3.1.2.4 เครื่องชงกาแฟ BUONO รุ่น TSK1819

3.1.2.5 ถ้วยดริปกาแฟ

3.1.2.6 กาต้มน้ำไฟฟ้า

3.1.2.7 กระดาษกรอง

3.1.2.8 ถังสุญญากาศ

3.1.2.9 อ่างผสมสแตนเลส

3.1.2.10 ช้อน

3.1.2.11 ถ้วยตวงของเหลว

3.1.2.12 กรวยกรองน้ำ

3.1.2.13 กระบอกใส่น้ำขนาดบรรจุ 2.5 ลิตร

##### 3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.1.3.1 ถ้วยชิม

3.1.3.2 ขวดพลาสติกขนาด 150 มิลลิลิตร

3.1.3.3 แบบประเมินทางด้านประสาทสัมผัส

## 3.2 การดำเนินการวิจัย

### 3.2.1 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

### 3.2.2 ผู้ประเมินทางด้านประสาทสัมผัส

ผู้เชี่ยวชาญหรือบุคคลที่มีประสบการณ์ประกอบกิจการเกี่ยวกับกาแฟอย่างน้อย 3 ปีขึ้นไป

## 3.3 วิธีการศึกษาและดำเนินงานวิจัย

3.3.1 การศึกษาอัตราส่วนของกาแฟต่อน้ำ และระยะเวลาในการสกัดเย็นกาแฟโรบัสต้าจากจังหวัดชุมพร

นำกาแฟคั่วบดมาศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการสกัดจำนวน 3 ระดับ คือ 8, 12 และ 16 กรัม ต่อน้ำ 100 กรัม (Denis Richard Seninde, 2011) และศึกษาระยะเวลาการสกัดเย็นที่อุณหภูมิ  $5 \pm 2$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยเก็บตัวอย่างทุก 3 ชั่วโมง จากนั้นเก็บตัวอย่างเพื่อรอการวิเคราะห์ และทดสอบการยอมรับ

### 3.3.2 การศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (คลอโรจีนิก และคาเฟอีน)

นำตัวอย่างกาแฟที่สกัดได้จากข้อ 3.2.1 ที่ระยะเวลา 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง มาวิเคราะห์ปริมาณคลอโรจีนิก และคาเฟอีน ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) โดยใช้ reversed-phase HPLC (Agilent 1200 series, Diode-Array Detector, auto injector และ column temperature regulator) Separations were accomplished using a reversed phase, analytical (150 × 4.6-mm I. D.), 5 µm particle diameter Mightysil C18 column (Kanto chemical, Japan). วัฏภาคเคลื่อนที่เมธานอลร้อยละ 25 (v/v) ใช้ความยาวคลื่น 272 nm.

### 3.3.3 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี hedonic scale (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) โดยทดสอบปัจจัยในเรื่อง Aroma, Acidity, Flavor, Body, Aftertest และ Balance วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี Analysis Variance โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 ผลการศึกษาอัตราส่วนของกาแฟต่อน้ำ และระยะเวลาในการสกัดเย็นกาแฟโรบัสต้า

ผลของอัตราส่วนของกาแฟต่อน้ำ และระยะเวลาในการสกัดเย็นกาแฟโรบัสต้าต่อลักษณะทางด้านกายภาพ และเคมี การศึกษาอัตราส่วนของปริมาณกาแฟ 8, 12 และ 16 กรัมต่ออัตราส่วนน้ำ 100 มิลลิลิตร และทำการสกัดเย็นที่อุณหภูมิ  $5 \pm 2$  °C เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้ระยะเวลาเป็นตัวแปรในการควบคุมโดยจะกำหนดระยะเวลาเป็น 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างไปวัดค่าสีด้วยเครื่อง ColorQuest XE วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง METTLER TOLEDO pH METER ทำการวัดค่าความเข้มข้นของของแข็งที่อยู่ในสารละลาย (Brix) ปริมาณคลอโรจีนิค และคาเฟอีน แสดงดังตารางที่ 4.1 – 4.3

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการค่าสี  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  ของกาแฟโรบัสต้าสกัดเย็นที่อัตราส่วนของกาแฟต่อน้ำ และระยะเวลาในการสกัดเย็นต่าง ๆ

| ตัวอย่างกาแฟ<br>(กรัม) | ระยะเวลาในการ<br>สกัดกาแฟ<br>(ชั่วโมง) | $L^*$             | $a^*$              | $b^*$             |
|------------------------|----------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| 8                      | 6                                      | $7.54 \pm 0.04^a$ | $25.23 \pm 0.28^b$ | $8.74 \pm 0.26^b$ |
| 8                      | 12                                     | $5.60 \pm 0.04^c$ | $26.11 \pm 0.28^a$ | $9.38 \pm 0.05^a$ |
| 8                      | 18                                     | $5.09 \pm 0.04^d$ | $24.83 \pm 0.01^c$ | $8.60 \pm 0.15^b$ |
| 8                      | 24                                     | $2.98 \pm 0.02^g$ | $16.28 \pm 0.10^f$ | $4.95 \pm 0.02^e$ |
| 12                     | 6                                      | $6.23 \pm 0.24^b$ | $24.18 \pm 0.12^d$ | $7.12 \pm 0.23^c$ |
| 12                     | 12                                     | $4.18 \pm 0.04^e$ | $22.04 \pm 0.11^d$ | $6.94 \pm 0.12^c$ |
| 12                     | 18                                     | $3.49 \pm 0.05^f$ | $18.78 \pm 0.05^e$ | $5.84 \pm 0.07^d$ |
| 12                     | 24                                     | $1.64 \pm 0.02^h$ | $9.48 \pm 0.08^g$  | $2.61 \pm 0.15^f$ |
| 16                     | 6                                      | $4.12 \pm 0.21^e$ | $2.24 \pm 0.09^i$  | $0.92 \pm 0.02^h$ |
| 16                     | 12                                     | $0.72 \pm 0.02^i$ | $4.10 \pm 0.05^h$  | $1.11 \pm 0.07^g$ |
| 16                     | 18                                     | $0.55 \pm 0.03^j$ | $3.01 \pm 0.14^i$  | $0.76 \pm 0.05^h$ |
| 16                     | 24                                     | $0.71 \pm 0.02^i$ | $4.28 \pm 0.10^h$  | $1.05 \pm 0.06^g$ |

หมายเหตุ : <sup>a,b,c,...</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

จากตารางที่ 4.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กาแฟโรบัสต้าสกัดเย็นโดยการวัดค่าสี พบว่าระดับความสว่าง  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อระยะเวลาในการแช่ตัวอย่างเพิ่มขึ้นค่าความสว่างมีค่าลดลง หรือสีกาแฟมีค่าเข้มขึ้นเมื่อพิจารณาถึงปริมาณของกาแฟพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณกาแฟค่าความสว่างมีค่าลดลงเช่นเดียวกันเนื่องจากขณะทำการคั่วกาแฟจะเกิดปฏิกิริยาคาราเมลทำให้เมล็ดกาแฟมีสีน้ำตาลเข้ม เมื่อทำการสกัดกาแฟในระยะเวลา และปริมาณกาแฟที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้คาราเมลละลายออกมาจากกาแฟได้เพิ่มขึ้น น้ำกาแฟสกัดเย็นจึงมีสีเข้ม หรือค่าความสว่างลดลง

ตารางที่ 4.2 แสดงผลค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Brix)

| ตัวอย่างกาแฟ<br>(กรัม) | ระยะเวลาในการสกัดกาแฟ<br>(ชั่วโมง) | pH                      | Brix                   |
|------------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| 8                      | 6                                  | 6.67±0.04 <sup>a</sup>  | 1.67±0.02 <sup>h</sup> |
| 8                      | 12                                 | 6.59±0.04 <sup>ab</sup> | 2.00±0.02 <sup>f</sup> |
| 8                      | 18                                 | 6.55±0.02 <sup>bc</sup> | 2.33±0.03 <sup>e</sup> |
| 8                      | 24                                 | 6.48±0.01 <sup>c</sup>  | 3.00±0.02 <sup>c</sup> |
| 12                     | 6                                  | 6.69±0.05 <sup>a</sup>  | 1.67±0.02 <sup>h</sup> |
| 12                     | 12                                 | 6.63±0.04 <sup>a</sup>  | 2.33±0.02 <sup>e</sup> |
| 12                     | 18                                 | 6.62±0.05 <sup>ab</sup> | 2.67±0.03 <sup>d</sup> |
| 12                     | 24                                 | 6.49±0.04 <sup>c</sup>  | 3.16±0.03 <sup>b</sup> |
| 16                     | 6                                  | 6.62±0.02 <sup>a</sup>  | 1.83±0.02 <sup>g</sup> |
| 16                     | 12                                 | 6.61±0.05 <sup>ab</sup> | 2.67±0.03 <sup>d</sup> |
| 16                     | 18                                 | 6.62±0.02 <sup>ab</sup> | 3.00±0.03 <sup>c</sup> |
| 16                     | 24                                 | 6.48±0.05 <sup>c</sup>  | 3.33±0.02 <sup>a</sup> |

หมายเหตุ : <sup>a,b,c</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

จากตารางที่ 4.2 การวัดค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Brix) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบว่าระดับความเข้มข้นของของแข็งในสารละลาย (Brix) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อปริมาณกาแฟ และระยะเวลาในการแช่กาแฟเพิ่มขึ้นค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อทำการแช่กาแฟไว้ในน้ำเย็นจะเกิดการแพร่ หรือการละลายของของแข็งที่ละลายได้อย่างช้า ๆ จนเมื่อครบเวลา 24 ชั่วโมงทำให้มีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงที่สุด ส่วนค่าความเป็นกรด - ด่าง พบว่าที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง สารประกอบอินทรีย์ของกาแฟสามารถละลาย หรือสลายตัวได้น้อยทำให้ค่าค่าความเป็น กรด - ด่างของน้ำกาแฟสกัดเย็นที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าความเป็นกรด - ด่างของน้ำปกติ (pH 7) เมื่อเพิ่มปริมาณกาแฟ และระยะในการแช่กาแฟสกัดเย็นทำ

ให้เกิดการสลายตัวของสารประกอบอินทรีย์ในกาแฟเพิ่มขึ้น ส่งผลให้น้ำกาแฟสกัดเย็นมีค่าความเป็นกรด – ด่างลดลง และเมื่อแช่กาแฟจนครบ 24 ชั่วโมง มีค่าความเป็นกรด – ด่าง ลดลงต่ำที่สุด

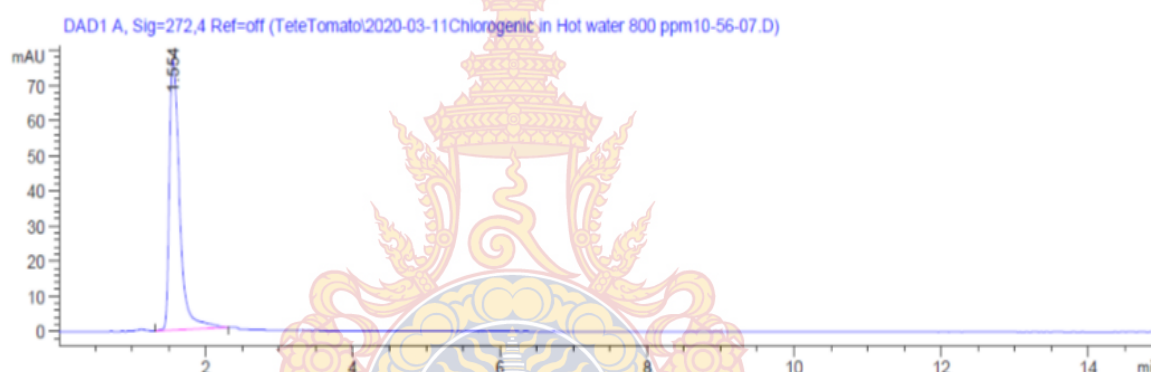
**ตารางที่ 4.3** แสดงผลปริมาณคลอโรจีนิก และคาเฟอีนของกาแฟสกัดเย็นที่สภาวะต่าง ๆ

| ตัวอย่างกาแฟ<br>(กรัม) | ระยะเวลาในการสกัดกาแฟ<br>(ชั่วโมง) | คลอโรจีนิก<br>(มิลลิกรัม ต่อ ลิตร) | คาเฟอีน<br>(มิลลิกรัม ต่อ ลิตร) |
|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| 8                      | 6                                  | 512.144±65.978 <sup>d</sup>        | 91.124±22.145 <sup>e</sup>      |
| 8                      | 12                                 | 539.093±51.956 <sup>d</sup>        | 108.788±30.664 <sup>e</sup>     |
| 8                      | 18                                 | 623.458±45.124 <sup>d</sup>        | 122.844±29.457 <sup>d</sup>     |
| 8                      | 24                                 | 771.595±27.674 <sup>c</sup>        | 155.706±25.764 <sup>b</sup>     |
| 12                     | 6                                  | 542.546±22.245 <sup>d</sup>        | 99.156±31.021 <sup>e</sup>      |
| 12                     | 12                                 | 598.245±21.145 <sup>d</sup>        | 112.457±34.254 <sup>e</sup>     |
| 12                     | 18                                 | 894.257±47.348 <sup>b</sup>        | 142.256±42.151 <sup>c</sup>     |
| 12                     | 24                                 | 1,029.614±63.863 <sup>a</sup>      | 207.774±12.887 <sup>a</sup>     |
| 16                     | 6                                  | 609.784±32.145 <sup>d</sup>        | 102.457±12.197 <sup>e</sup>     |
| 16                     | 12                                 | 613.245±32.658 <sup>d</sup>        | 125.245±36.525 <sup>d</sup>     |
| 16                     | 18                                 | 923.586±56.947 <sup>b</sup>        | 151.336±55.471 <sup>b</sup>     |
| 16                     | 24                                 | 1,124.658±72.145 <sup>a</sup>      | 212.458±18.332 <sup>a</sup>     |

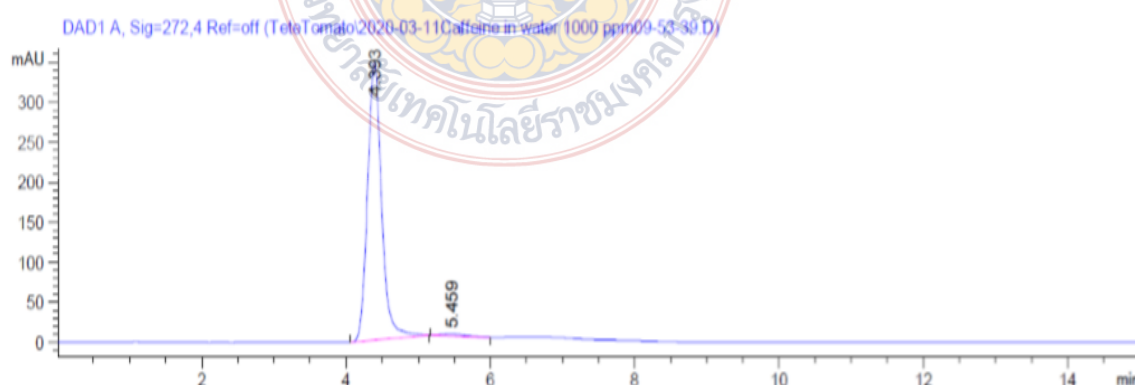
หมายเหตุ : <sup>a,b,c,d</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลปริมาณคลอโรจีนิก (กราฟมาตรฐานแสดงดังภาพที่ 4.1) และคาเฟอีน (กราฟมาตรฐานแสดงดังภาพที่ 4.2) ของกาแฟสกัดเย็นที่สภาวะต่าง ๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาถึงปริมาณกาแฟ และระยะเวลาในการแช่กาแฟเพิ่มขึ้นปริมาณคลอโรจีนิก และปริมาณคาเฟอีนมีค่าเพิ่มขึ้น และสูงที่สุดที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง (กาแฟปริมาณ 16 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร) กรดคลอโรจีนิก เป็นเอสเทอร์ของกรดควินิกกับกรดคาเฟอิกหรือกรดเฟอร์รูริก กรดคลอโรจีนิกเป็นสารที่ให้รสขมในกาแฟและจัดเป็นกลุ่มของสารประกอบที่สำคัญ 2 กลุ่มใหญ่ๆ ซึ่งเรียกว่า กรดคาเฟอิลควินิก เช่น กรด 3-คาเฟอิลควินิก (3-caffeoylquinic acid), กรด 3,4 ไดคาเฟอิลควินิก (3, 4 -dicaffeoylquinic acid) และเอสเทอร์ของกรดควินิกกับกรดเฟอร์รูริก ซึ่งเรียกว่า กรดเฟอร์รูโลิลควินิก (ferruloylquinic acid) เช่น กรด 3-เฟอร์รูโลิลควินิก (3-ferruloylquinic acid) โดยทั่วไปในเมล็ดกาแฟจะมีปริมาณของกรดคลอโรจีนิก ชนิดกรด 3-คาเฟอิลควินิกมากที่สุด รองลงมาจะเป็น กรด 5-คาเฟอิลควินิก และ 4-คาเฟอิลควินิก ตามลำดับ เมล็ดกาแฟที่มีปริมาณคาเฟอีนมากจะมีกรดคลอโรจีนิกมากด้วย ในเมล็ดกาแฟชนิดโรบัสต้าจะมีกรดคลอโรจีนิกสูงกว่าเมล็ดกาแฟชนิดอะราบิกา (อวยพร, 2548; Fujioka and Shibamoto, 2008) กรดคลอโรจีนิกมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งการทำงานของ

ของ glucose-6- phosphate translocase transporter ในตับ ทำให้ลดการสร้างกลูโคสจากตับ และกรดคลอโรจีนิกน่าจะมีผลดีต่อผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 เนื่องจากเบาหวานชนิดนี้มีการสร้างกลูโคสจากตับเพิ่มส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น กรดคลอโรจีนิกจึงเป็นสารสำคัญที่ลดความเสี่ยงต่อการเกิดเบาหวานชนิดที่ 2 (อวยพร, 2548) สวานคาเฟอีน (Caffeine) เป็นสารอนุพันธ์ของพิวรีนที่พบในกาแฟ ไม่มีกลิ่น มีรสขมเป็นองค์ประกอบร้อยละ 10 ของความขมที่มีในเครื่องดื่มกาแฟ (Macrae, 1985) มีฤทธิ์ในการกระตุ้นประสาทและทำให้กระปรีกระเปร่า ในกาแฟโรบัสตามีคาเฟอีนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่ากาแฟอาราบิก้าประมาณ 2 - 3 เท่า ในกาแฟโรบัสตามีสารในกลุ่มของ กรดคลอโรจีนิก (chologenic acids) ได้แก่ Caffeoylquini acids Dicafeoylquinic acids และ Feruloylquinic acids ในปริมาณที่มากกว่ากาแฟอาราบิก้า โดยสารต่างๆ เหล่านี้ เป็นสารที่ทำให้เกิดกลิ่นควัน (smoker aroma) และทำให้เกิดรสชาติที่เข้มข้น ดังนั้น กาแฟโรบัสต้าจึงมีรสชาติที่เข้มข้นกว่ากาแฟอาราบิก้า (Ky et al., 2001)



ภาพที่ 4.1 กราฟมาตรฐานคลอโรจีนิกที่ระยะเวลา 1.554 นาที



ภาพที่ 4.2 กราฟมาตรฐานคาเฟอีนที่ระยะเวลา 4.393 นาที

## 4.2 ผลการทดสอบคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของกาแฟโรบัสต้าสกัดเย็น

การทดสอบคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส แสดงผลการทดลองดังตารางที่ 4.4 โดยทำการทดสอบความสะอาด ความเปรี้ยว ความเข้มข้น กลิ่นรส ความรู้สึกหลังการดื่ม และความชอบโดยรวมของกาแฟโรบัสต้าสกัดเย็น

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์กาแฟโรบัสต้าสกัดเย็น

| กาแฟ (กรัม)<br>ต่อระยะเวลา<br>(ชั่วโมง) | ผลการยอมรับกาแฟโรบัสต้าสกัดเย็น    |                                      |                         |                         |                           |                         |
|-----------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
|                                         | ความสะอาด<br>ของกาแฟ <sup>ns</sup> | ความเปรี้ยว<br>ของกาแฟ <sup>ns</sup> | ความเข้มข้น<br>ของกาแฟ  | กลิ่นรส                 | ความรู้สึก<br>หลังการดื่ม | ความชอบ<br>โดยรวม       |
| 8: 6                                    | 7.12±0.98                          | 5.98±0.94                            | 5.96±0.84 <sup>c</sup>  | 5.14±0.95 <sup>d</sup>  | 5.02±0.95 <sup>e</sup>    | 5.56±1.23 <sup>e</sup>  |
| 8: 12                                   | 7.00±1.10                          | 6.12±1.23                            | 6.12±0.98 <sup>bc</sup> | 6.23±0.57 <sup>c</sup>  | 6.31±0.57 <sup>d</sup>    | 6.12±0.98 <sup>d</sup>  |
| 8: 18                                   | 7.09±1.12                          | 5.64±1.01                            | 6.74±0.74 <sup>b</sup>  | 6.53±1.05 <sup>c</sup>  | 6.72±1.05 <sup>bc</sup>   | 6.96±0.82 <sup>c</sup>  |
| 8: 24                                   | 7.54±1.23                          | 6.32±1.21                            | 7.47±0.63 <sup>a</sup>  | 7.96±0.63 <sup>a</sup>  | 8.01±0.63 <sup>a</sup>    | 8.44±0.75 <sup>a</sup>  |
| 12: 6                                   | 7.08±1.10                          | 6.86±0.96                            | 5.32±1.23 <sup>c</sup>  | 5.21±1.40 <sup>d</sup>  | 6.04±1.27 <sup>d</sup>    | 6.32±1.22 <sup>d</sup>  |
| 12: 12                                  | 6.96±0.84                          | 6.72±0.87                            | 6.47±0.99 <sup>b</sup>  | 6.24±0.84 <sup>cd</sup> | 6.55±0.96 <sup>bc</sup>   | 6.78±0.75 <sup>cd</sup> |
| 12: 18                                  | 6.87±1.04                          | 5.83±0.93                            | 7.08±0.96 <sup>a</sup>  | 6.55±0.93 <sup>c</sup>  | 6.78±0.84 <sup>bc</sup>   | 6.99±1.04 <sup>c</sup>  |
| 12: 24                                  | 7.12±0.97                          | 6.63±0.95                            | 7.21±0.82 <sup>a</sup>  | 7.02±0.72 <sup>b</sup>  | 7.12±0.96 <sup>b</sup>    | 7.28±0.81 <sup>b</sup>  |
| 16: 6                                   | 6.92±1.23                          | 6.41±0.84                            | 5.24±1.12 <sup>c</sup>  | 5.38±0.78 <sup>d</sup>  | 5.44±1.02 <sup>de</sup>   | 5.98±0.96 <sup>d</sup>  |
| 16: 12                                  | 6.84±0.85                          | 6.56±1.31                            | 6.34±1.09 <sup>b</sup>  | 6.14±0.96 <sup>cd</sup> | 6.12±1.14 <sup>d</sup>    | 6.57±0.74 <sup>cd</sup> |
| 16: 18                                  | 7.12±0.96                          | 6.73±1.21                            | 6.93±1.01 <sup>ab</sup> | 6.03±0.87 <sup>cd</sup> | 6.66±0.98 <sup>bc</sup>   | 6.98±1.01 <sup>c</sup>  |
| 16: 24                                  | 7.03±1.04                          | 6.39±0.97                            | 7.12±0.73 <sup>a</sup>  | 7.15±0.64 <sup>b</sup>  | 6.57±1.02 <sup>bc</sup>   | 7.25±0.98 <sup>b</sup>  |

หมายเหตุ : <sup>a,b</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กาแฟโรบัสต้าสกัดเย็น พบว่ามีผลคะแนนด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านความสะอาดของกาแฟ และความเปรี้ยวของกาแฟ ไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) เนื่องจากเรื่องความสะอาดของกาแฟนั้น กาแฟโรบัสต้าที่นำมาสกัดเย็นเป็นกาแฟที่ผ่านการคัดเลือกมาจากจังหวัดชุมพร และมีกระบวนการผลิตที่ดีจึงทำให้เมื่อนำกาแฟมาสกัดเย็นแล้วกาแฟก็ยังคงมีความสะอาด และให้ความรู้สึกไม่แตกต่างกัน อีกทั้งเมล็ดกาแฟที่นำมาทดลองเป็นสายพันธุ์เดียวกัน คั่วที่อุณหภูมิ 240 °C ระยะเวลา 13 นาที ซึ่งเป็นการคั่วระดับคั่วเข้ม (Dark roast) ทำให้กลิ่นแปลกปลอมหายไป ได้กลิ่นหอมของกาแฟมากยิ่งขึ้น จึงทำให้มีคะแนนไม่แตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ส่วนความเปรี้ยวของ

กาแฟพบว่ากาแฟที่นำมาสกัดเย็นเป็นกาแฟโรบัสต้าคั่วเข้มทำให้ปริมาณคาเฟอีน และกรดคลอโรเจนิกลดลง มีรสชาติขมปนหวานแต่ไม่เปรี้ยว (นงนภา วงศ์วาริ, 2548, หน้า19) จึงทำให้ค่าความเป็นกรด – ด่างไม่ต่ำมากส่งผลให้กาแฟที่ทำการสกัดเย็นไม่เปรี้ยวในทุกสภาวะการทดลอง ในส่วนความเข้มข้นของกาแฟ พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการพัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟโรบัสต้าโดยใช้การสกัดเย็นที่ 24 ชั่วโมง ให้ค่าความเข้มข้นสูงที่สุด เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดเพิ่มขึ้น ทำให้กาแฟมีความเข้มข้นมากขึ้น เมื่อทำการศึกษาด้านกลิ่นรส พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการพัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟโรบัสต้าโดยใช้การสกัดเย็น ที่ ปริมาณกาแฟ 8 กรัม ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร ใช้ระยะเวลาในการสกัด 24 ชั่วโมง ให้ค่าการยอมรับสูงที่สุด รวมถึงความรู้สึกหลังการดื่ม และความชอบด้วยรวมด้วยเช่นกัน



## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กาแฟโรบัสต้าสกัดเย็นโดยการวัดค่าสี พบว่าระยะเวลาในการแช่ตัวอย่างเพิ่มขึ้นค่าความสว่างมีค่าลดลง หรือสีกาแฟมีค่าเข้มขึ้น การวัดค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Brix) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบว่าระดับความเข้มข้นของแข็งในสารละลาย (Brix) เมื่อปริมาณกาแฟ และระยะเวลาในการแช่กาแฟเพิ่มขึ้นค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความเป็นกรด - ด่าง เมื่อเพิ่มปริมาณกาแฟ และระยะในการแช่กาแฟสกัดเย็นทำให้เกิดการสลายตัวของสารประกอบอินทรีย์ในกาแฟเพิ่มขึ้น ส่งผลให้น้ำกาแฟสกัดเย็นมีค่าความเป็นกรด - ด่างลดลง เมื่อพิจารณาถึงปริมาณกาแฟ และระยะเวลาในการแช่กาแฟเพิ่มขึ้นปริมาณคลอโรจีนิก และปริมาณคาเฟอีนมีค่าเพิ่มขึ้น และสูงที่สุดที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง (กาแฟปริมาณ 16 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร) ส่วนการใช้อัตราส่วนของกาแฟ 8 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 100 มิลลิลิตร ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ให้ผลการยอมรับของผู้บริโภคสูงสุด



## บรรณานุกรม

- การคั่วกาแฟคืออะไร มีผลต่อรสชาติกาแฟอย่างไร. [ออนไลน์]. (2562) สืบค้นจาก:  
<https://www.koffeetools.com> (วันที่สืบค้น 6 กุมภาพันธ์ 2563).
- กาแฟโรบัสตา สรรพคุณ Robusta coffee ประโยชน์และโทษของกาแฟ. [ม.ป.ป.], [ออนไลน์].  
สืบค้นจาก: <https://www.karatbarsaec.com> (วันที่สืบค้น 22 ธันวาคม 2562)
- กองส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร 1. (2561). กรมการค้าภายในกระทรวงพาณิชย์: กาแฟ. [ออนไลน์].  
สืบค้นจาก: [https://agri.dit.go.th/file/micro/711-9-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B9%81%E0%B8%9F-%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%A2\\_61.pdf](https://agri.dit.go.th/file/micro/711-9-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B9%81%E0%B8%9F-%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%A2_61.pdf). (วันที่ค้นข้อมูล : 2 สิงหาคม 2562)
- จิรสวัสดิ์ ภูวิกรมย์, สิริ ชัยเสรี. (2546). ปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อสารให้กลิ่นรสของกาแฟสมแบบไทย. หน้า3. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).
- ณฐมน รุ่งสร้างธรรม. (2549). การเปลี่ยนแปลงสารประกอบระเหยในเมล็ดกาแฟอาราบิก้าระหว่างการเก็บรักษา. หน้า14. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).  
ทำความเข้าใจกับ Cold Drip และ Cold Brew กาแฟที่ทั้งต่างกันและอาจเหมือนกัน. (2562). [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://www.mangozero.com/difference-between-colddrip-and-coldbrew-coffee/>
- นงนา วงศ์วารี. (2548). The Coffee Lovers. (พิมพ์ครั้งที่ 1). หน้า19, หน้า 25-27. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- นิวัฒน์ อนันตริยะเวช, (2014). ตะลุยมืองชุมพร ชมเมืองแห่งหุบเขากาแฟ. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://2017.sadoodta.com> (วันที่สืบค้น 22 ธันวาคม 2562).
- ปยะมาศ ขวงวานิต อรพิน ภูมิภมร เพ็ญขวัญ ชมปรีดา และ ปญนุช นาคะ. (2546). การทดสอบการยอมรับกาแฟคั่วโรบัสตาและการปรุงผสมกาแฟ. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42: สาขาประมง สาขาอุตสาหกรรมเกษตร, 450-456.
- พระยัย สุนทรกมล. (2547). ผลของความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ กระบวนการแปรรูป และระดับการคั่วต่อการเกิดกลิ่นรสของกาแฟไทย. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- ศิริชัย. ทำความรู้จักกับกาแฟ Arabica & Robusta สายพันธุ์กาแฟยอดนิยม. [ออนไลน์]. สืบค้น

จาก:<https://beanshere.com/posts/coffee-history-basic-brewing-roasting> (วันที่สืบค้น 17 มกราคม 2563)

- สุกัญญา อภิภัทรกุล. (2559). การเปรียบเทียบปริมาณคาเฟอีน สารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มีในผงกาแฟและกากกาแฟ*เรศวรวิจัย ครั้งที่ 12: วิจัยและนวัตกรรมกับการพัฒนาประเทศ*, กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 173-183.
- สหัชชา น้าทิพย์. (2551). การพัฒนาน้ำกาแฟสกัดเข้มข้นด้วยวิธีการทำให้เข้มข้นแบบแช่เยือกแข็ง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).
- สุดารินทร์ รอดมณี, อาริวรรณ ช่างตระกูล และณัฐพล ขานหมัด. (2558). การศึกษากระบวนการการปลูกกาแฟการแปรรูปกาแฟ และบริหารจัดการของวิสาหกิจชุมชน กลุ่มกาแฟบ้านลำสิงห์ ๑ จังหวัดชุมพร. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://www.alro.go.th> (วันที่สืบค้น 18 มกราคม 2563)
- อรุณทิพย์ เหมะธูลิน, สกฤต กานต์ สิมลา, สุรศักดิ์ บุญแต่ง และสุดาทิพย์ อินทร์ชื่น. (2555). ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี ( $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$ ) กับปริมาณแอนโทไซยานิน ในเชื้อพันธุ์กรรมข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://ag2.kku.ac.th> (วันที่สืบค้น 4 กุมภาพันธ์ 2563)
- Bell LN, Wetzel CR, Grand AN. (1996). Caffeine content in coffee as influenced by grinding and brewing techniques. *Food Res. Int.* 29:785–789.
- Blank I, Sen A, Grosch W. (1992). Potent odorants of the roasted powder and brew of Arabica coffee. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung*. 195:239–245.
- Blumberg S, Frank O, Hofmann T. (2010). Quantitative studies on the influence of the bean roasting parameters and hot water percolation on the concentrations of bitter compounds in coffee brew. *J. Agric. Food Chem.* 58: 3720–3728.
- Czerny, M., Mayer, F. and Grosch, W. (1999). Sensory study on the character impact odorants of roasted arabica coffee. *J. Agric. Food Chem.* 47: 695-699.
- Del Castillo MD, Ames JM, Gordon MH. (2002). Effect of roasting on the antioxidant activity of coffee brews. *J. Agric. Food Chem.* 2002;50:3698–3703
- Dessalegn Y., M. T. Labuschagne, G. Osthoff, L. Herselman. (2007). Variation for green bean caffeine, chlorogenic acid, sucrose and trigonelline contents among Ethiopian arabica coffee accessions. *Ethiop. J. Sci.*, 30(1) : 77-82

DIN ISO 20481, Coffee and coffee products – Determination of caffeine content by HPLC, Jan.2011 (ISO 20481:2008)

Holscher, W., Vitzthum, O.G. and Steinhart, H. (1992). Prenyl alcohol-source for odorant in toasted coffee. *J. Agric. Food Chem.* 40: 655-658.

Joseph, S.G. (2546). กาแฟขงให้เป็นค้มให้อร่อย. หน้า20 (พิมพ์ครั้งที่ 4). เชียงใหม่: The knowledge center.

Megan Fuller and Niny Z. Rao. (2017). The Effect of Time, Roasting Temperature, and Grind Size on Caffeine and Chlorogenic Acid Concentrations in Cold Brew Coffee

Niggeweg R, Michael AJ, Martin C. (2004). Engineering plants with increased levels of the antioxidant chlorogenic acid. *Nat. Biotechnol.* 22:746–754.

Smith, A. W. (1985). Agricultural practices. In R. J. Clarke & R. Macrae (Eds.), *Coffee chemistry* (pp. 18-23). Elsevier, Applied Science: Amsterdam.

Semmelroch, P and W. Grosch. (1996). Studies on character impact odorants of coffee brews. *J. Agric. Food Chem.* 44: 537-543.

Spadone, J. C., Gary Takeoka, Rdmy Liardon, (1990). Analytical Investigation of Rio Off-Flavor in Green Coffee, *J. Agrlc. Food Chem.*, Vol. 38, No. 1, p : 226-233

Trugo, L. C., & Macrae, R. A. (1984). Chlorogenic acid composition of instant coffee. *Analyst*, 109, 263-266.

Willem, B. (2006). Variety is the Spice of Coffee - Geisha and Other Varietals. *Roast Magazine* May/June 2006, p.1-4.

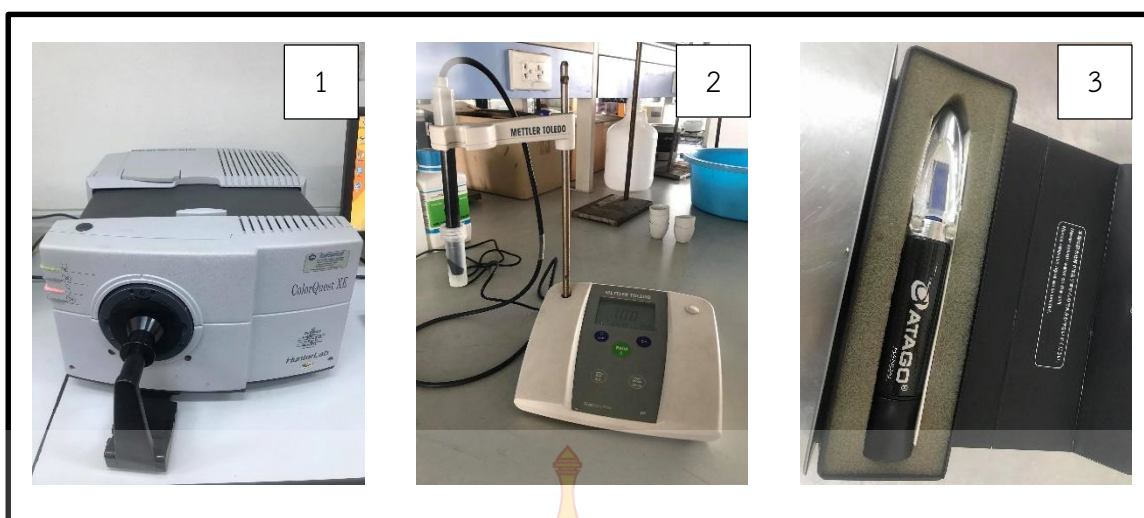
Zhu, X. (2004). Simultaneous analysis of theanine, chlorogenic acid, purine, alkaloids and catechins in tea samples with the help of multi-dimension information of online High performance liquid chromatography / electrospray- mass spectrometry. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis.* 34 : 695-704

ภาคผนวก ก



# ก1 วัตถุดิบในการใช้ทำกาแฟสกัดเย็น





ภาพที่ ก3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

หมายเลข 1 เครื่องวัดสี ColorQuest XE

หมายเลข 2 เครื่องวัดค่ากรด-ด่าง (pH) Mettler Toledo pH Meter

หมายเลข 3 เครื่องวัดค่าความเข้มข้นของของแข็งที่อยู่ในสารละลาย (Brix) MASTER REFRACTOMETER MANUAL รุ่น MASTER-M (Cat.No2313)



ภาพที่ ก4 ฉลากผลิตภัณฑ์

ภาคผนวก ข  
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ



**ตารางที่ ข1** ตารางแสดงผลการทดสอบทางกายภาพสีด้านความสว่าง (L\*)

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: L

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F        | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 4.839 <sup>a</sup>      | 2  | 2.419       | 202.572  | .000 |
| Intercept       | 53.733                  | 1  | 53.733      | 4498.979 | .000 |
| Simple          | 4.839                   | 2  | 2.419       | 202.572  | .000 |
| Error           | .143                    | 12 | .012        |          |      |
| Total           | 58.715                  | 15 |             |          |      |
| Corrected Total | 4.982                   | 14 |             |          |      |

a. R Squared = .971 (Adjusted R Squared = .966)

**ตารางที่ ข2** ตารางแสดงผลการทดสอบทางกายภาพด้านสีแดง (a\*)

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: a

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F        | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 122.155 <sup>a</sup>    | 2  | 61.078      | 198.042  | .000 |
| Intercept       | 1559.784                | 1  | 1559.784    | 5057.556 | .000 |
| Simple          | 122.155                 | 2  | 61.078      | 198.042  | .000 |
| Error           | 3.701                   | 12 | .308        |          |      |
| Total           | 1685.640                | 15 |             |          |      |
| Corrected Total | 125.856                 | 14 |             |          |      |

a. R Squared = .971 (Adjusted R Squared = .966)

ตารางที่ ข3 ตารางแสดงผลการทดสอบทางกายภาพด้านสีเหลือง (b\*)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: b

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F        | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 13.784 <sup>a</sup>     | 2  | 6.892       | 237.225  | .000 |
| Intercept       | 146.453                 | 1  | 146.453     | 5040.837 | .000 |
| Simple          | 13.784                  | 2  | 6.892       | 237.225  | .000 |
| Error           | .349                    | 12 | .029        |          |      |
| Total           | 160.586                 | 15 |             |          |      |
| Corrected Total | 14.133                  | 14 |             |          |      |

a. R Squared = .975 (Adjusted R Squared = .971)

ตารางที่ ข4 ตารางแสดงผลการทดสอบทางเคมีด้านความเป็นกรด-ด่าง (pH)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: PH

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F         | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|-----------|------|
| Corrected Model | .001 <sup>a</sup>       | 2  | .000        | .048      | .953 |
| Intercept       | 496.547                 | 1  | 496.547     | 58493.750 | .000 |
| simple          | .001                    | 2  | .000        | .048      | .953 |
| Error           | .051                    | 6  | .008        |           |      |
| Total           | 496.599                 | 9  |             |           |      |
| Corrected Total | .052                    | 8  |             |           |      |

a. R Squared = .016 (Adjusted R Squared = -.312)

**ตารางที่ ข5** ตารางแสดงผลการทดสอบทางเคมีด้านความเข้มข้นของของแข็งในสารละลาย (Brix)

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Brix

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|---|------|
| Corrected Model | .000 <sup>a</sup>       | 2  | .000        | . | .    |
| Intercept       | 36.000                  | 1  | 36.000      | . | .    |
| simple          | .000                    | 2  | .000        | . | .    |
| Error           | .000                    | 6  | .000        |   |      |
| Total           | 36.000                  | 9  |             |   |      |
| Corrected Total | .000                    | 8  |             |   |      |

a. R Squared = . (Adjusted R Squared = .)

**ตารางที่ ข6** ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความสะอาดของกาแฟ (Cup Cleanness)

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: cup

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F       | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|---------|------|
| Corrected Model | 16.200 <sup>a</sup>     | 11 | 1.473       | .848    | .600 |
| Intercept       | 1414.533                | 1  | 1414.533    | 814.337 | .000 |
| simple          | .067                    | 2  | .033        | .019    | .981 |
| rep             | 16.133                  | 9  | 1.793       | 1.032   | .453 |
| Error           | 31.267                  | 18 | 1.737       |         |      |
| Total           | 1462.000                | 30 |             |         |      |
| Corrected Total | 47.467                  | 29 |             |         |      |

a. R Squared = .341 (Adjusted R Squared = -.061)

ตารางที่ ข7 ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาธสัมพันธ์ด้านความเปรี้ยวของกาแฟ (Acidity)

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: acidity

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F        | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 26.600 <sup>a</sup>     | 11 | 2.418       | 3.455    | .010 |
| Intercept       | 940.800                 | 1  | 940.800     | 1344.000 | .000 |
| simple          | 11.400                  | 2  | 5.700       | 8.143    | .003 |
| rep             | 15.200                  | 9  | 1.689       | 2.413    | .053 |
| Error           | 12.600                  | 18 | .700        |          |      |
| Total           | 980.000                 | 30 |             |          |      |
| Corrected Total | 39.200                  | 29 |             |          |      |

a. R Squared = .679 (Adjusted R Squared = .482)

ตารางที่ ข8 ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาธสัมพันธ์ด้านความเข้มข้นของกาแฟ (Body)

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: body

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F       | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|---------|------|
| Corrected Model | 35.633 <sup>a</sup>     | 11 | 3.239       | 1.545   | .199 |
| Intercept       | 1373.633                | 1  | 1373.633    | 655.267 | .000 |
| simple          | 16.267                  | 2  | 8.133       | 3.880   | .040 |
| rep             | 19.367                  | 9  | 2.152       | 1.027   | .456 |
| Error           | 37.733                  | 18 | 2.096       |         |      |
| Total           | 1447.000                | 30 |             |         |      |
| Corrected Total | 73.367                  | 29 |             |         |      |

a. R Squared = .486 (Adjusted R Squared = .171)

ตารางที่ ข9 ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส (Flavor)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: flavor

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F       | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|---------|------|
| Corrected Model | 25.033 <sup>a</sup>     | 11 | 2.276       | .801    | .639 |
| Intercept       | 1400.833                | 1  | 1400.833    | 493.123 | .000 |
| simple          | 6.867                   | 2  | 3.433       | 1.209   | .322 |
| rep             | 18.167                  | 9  | 2.019       | .711    | .693 |
| Error           | 51.133                  | 18 | 2.841       |         |      |
| Total           | 1477.000                | 30 |             |         |      |
| Corrected Total | 76.167                  | 29 |             |         |      |

a. R Squared = .329 (Adjusted R Squared = -.082)

ตารางที่ ข10 ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความรู้สึกล้นการดื่ม (Aftertaste)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: aftertaste

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F        | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 21.133 <sup>a</sup>     | 11 | 1.921       | 1.846    | .120 |
| Intercept       | 1498.133                | 1  | 1498.133    | 1439.488 | .000 |
| simple          | 7.267                   | 2  | 3.633       | 3.491    | .052 |
| rep             | 13.867                  | 9  | 1.541       | 1.480    | .228 |
| Error           | 18.733                  | 18 | 1.041       |          |      |
| Total           | 1538.000                | 30 |             |          |      |
| Corrected Total | 39.867                  | 29 |             |          |      |

a. R Squared = .530 (Adjusted R Squared = .243)

**ตารางที่ ข11** ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาธสัมพันธ์ด้านความรู้สึกลหลังการดื่ม (Overall Acceptance)

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: overall

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F       | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|---------|------|
| Corrected Model | 29.000 <sup>a</sup>     | 11 | 2.636       | 1.592   | .184 |
| Intercept       | 1387.200                | 1  | 1387.200    | 837.906 | .000 |
| simple          | 18.200                  | 2  | 9.100       | 5.497   | .014 |
| rep             | 10.800                  | 9  | 1.200       | .725    | .681 |
| Error           | 29.800                  | 18 | 1.656       |         |      |
| Total           | 1446.000                | 30 |             |         |      |
| Corrected Total | 58.800                  | 29 |             |         |      |

a. R Squared = .493 (Adjusted R Squared = .183)

**ตารางที่ ข12** แสดงผลการทดสอบทางกายภาพสีด้านความสว่าง (L\*)

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: L

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F          | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|------------|------|
| Corrected Model | 91.662 <sup>a</sup>     | 8  | 11.458      | 8361.033   | .000 |
| Intercept       | 208.222                 | 1  | 208.222     | 151945.957 | .000 |
| Simple          | 91.662                  | 8  | 11.458      | 8361.033   | .000 |
| Error           | .025                    | 18 | .001        |            |      |
| Total           | 299.909                 | 27 |             |            |      |
| Corrected Total | 91.686                  | 26 |             |            |      |

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

ตารางที่ ข13 แสดงผลการทดสอบทางกายภาพด้านสีแดง (a\*)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: a

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F          | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|------------|------|
| Corrected Model | 2068.331 <sup>a</sup>   | 8  | 258.541     | 15665.659  | .000 |
| Intercept       | 5542.128                | 1  | 5542.128    | 335811.151 | .000 |
| Simple          | 2068.331                | 8  | 258.541     | 15665.659  | .000 |
| Error           | .297                    | 18 | .017        |            |      |
| Total           | 7610.756                | 27 |             |            |      |
| Corrected Total | 2068.628                | 26 |             |            |      |

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

ตารางที่ ข14 แสดงผลการทดสอบทางกายภาพด้านสีเหลือง (b\*)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: b

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F         | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|-----------|------|
| Corrected Model | 268.660 <sup>a</sup>    | 8  | 33.582      | 3509.002  | .000 |
| Intercept       | 567.829                 | 1  | 567.829     | 59332.014 | .000 |
| Simple          | 268.660                 | 8  | 33.582      | 3509.002  | .000 |
| Error           | .172                    | 18 | .010        |           |      |
| Total           | 836.661                 | 27 |             |           |      |
| Corrected Total | 268.832                 | 26 |             |           |      |

a. R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .999)

ตารางที่ ข15 แสดงผลการทดสอบทางเคมีด้านความเป็นกรด-ด่าง (pH)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ph

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F          | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|------------|------|
| Corrected Model | .092 <sup>a</sup>       | 8  | .011        | 6.676      | .000 |
| Intercept       | 1164.007                | 1  | 1164.007    | 678794.782 | .000 |
| Simple          | .092                    | 8  | .011        | 6.676      | .000 |
| Error           | .031                    | 18 | .002        |            |      |
| Total           | 1164.130                | 27 |             |            |      |
| Corrected Total | .122                    | 26 |             |            |      |

a. R Squared = .748 (Adjusted R Squared = .636)

ตารางที่ ข16 แสดงผลการทดสอบทางเคมีด้านความเข้มข้นของของแข็งในสารละลาย (Brix)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Brix

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|---|------|
| Corrected Model | 6.000 <sup>a</sup>      | 8  | .750        | . | .    |
| Intercept       | 147.000                 | 1  | 147.000     | . | .    |
| Simple          | 6.000                   | 8  | .750        | . | .    |
| Error           | .000                    | 18 | .000        |   |      |
| Total           | 153.000                 | 27 |             |   |      |
| Corrected Total | 6.000                   | 26 |             |   |      |

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

**ตารางที่ ข17** ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความสะอาดของกาแฟ (Cup Cleanness)

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Cup

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F       | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|---------|------|
| Corrected Model | 20.000 <sup>a</sup>     | 8  | 2.500       | .619    | .759 |
| Intercept       | 3572.100                | 1  | 3572.100    | 885.103 | .000 |
| Simple          | 20.000                  | 8  | 2.500       | .619    | .759 |
| Error           | 326.900                 | 81 | 4.036       |         |      |
| Total           | 3919.000                | 90 |             |         |      |
| Corrected Total | 346.900                 | 89 |             |         |      |

a. R Squared = .058 (Adjusted R Squared = -.035)

**ตารางที่ ข18** ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเปรี้ยวของกาแฟ (Acidity)

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Acidity

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F        | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 23.400 <sup>a</sup>     | 8  | 2.925       | .953     | .479 |
| Intercept       | 3496.900                | 1  | 3496.900    | 1138.918 | .000 |
| Simple          | 23.400                  | 8  | 2.925       | .953     | .479 |
| Error           | 248.700                 | 81 | 3.070       |          |      |
| Total           | 3769.000                | 90 |             |          |      |
| Corrected Total | 272.100                 | 89 |             |          |      |

a. R Squared = .086 (Adjusted R Squared = -.004)

**ตารางที่ ข18** ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเข้มข้นของกาแฟ (Body)

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Body

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F       | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|---------|------|
| Corrected Model | 16.889 <sup>a</sup>     | 8  | 2.111       | .518    | .840 |
| Intercept       | 3584.711                | 1  | 3584.711    | 878.818 | .000 |
| Simple          | 16.889                  | 8  | 2.111       | .518    | .840 |
| Error           | 330.400                 | 81 | 4.079       |         |      |
| Total           | 3932.000                | 90 |             |         |      |
| Corrected Total | 347.289                 | 89 |             |         |      |

a. R Squared = .049 (Adjusted R Squared = -.045)

**ตารางที่ ข19** ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส (Flavor)

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Flavor

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F       | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|---------|------|
| Corrected Model | 27.556 <sup>a</sup>     | 8  | 3.444       | .821    | .587 |
| Intercept       | 3484.444                | 1  | 3484.444    | 830.118 | .000 |
| Simple          | 27.556                  | 8  | 3.444       | .821    | .587 |
| Error           | 340.000                 | 81 | 4.198       |         |      |
| Total           | 3852.000                | 90 |             |         |      |
| Corrected Total | 367.556                 | 89 |             |         |      |

a. R Squared = .075 (Adjusted R Squared = -.016)

ตารางที่ ข20 ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความรู้สึกหลังการดื่ม (Aftertaste)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Aftertaste

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F        | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 30.022 <sup>a</sup>     | 8  | 3.753       | 1.116    | .361 |
| Intercept       | 3750.678                | 1  | 3750.678    | 1115.699 | .000 |
| Simple Error    | 30.022                  | 8  | 3.753       | 1.116    | .361 |
| Error           | 272.300                 | 81 | 3.362       |          |      |
| Total           | 4053.000                | 90 |             |          |      |
| Corrected Total | 302.322                 | 89 |             |          |      |

a. R Squared = .099 (Adjusted R Squared = .010)

ตารางที่ ข21 ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความรู้สึกหลังการดื่ม (Overall Acceptance)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Overall

| Source          | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F        | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 34.156 <sup>a</sup>     | 8  | 4.269       | 1.202    | .309 |
| Intercept       | 3712.044                | 1  | 3712.044    | 1044.738 | .000 |
| Simple Error    | 34.156                  | 8  | 4.269       | 1.202    | .309 |
| Error           | 287.800                 | 81 | 3.553       |          |      |
| Total           | 4034.000                | 90 |             |          |      |
| Corrected Total | 321.956                 | 89 |             |          |      |

a. R Squared = .106 (Adjusted R Squared = .018)

ภาคผนวก ค

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส



ตารางที่ ค1 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกาแฟโรบัสตาสกัดเย็น

แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เรื่อง ผลของการคั่วกาแฟโรบัสตาต่อการสกัดเย็น วันที่ทดสอบ.....

ผู้ประเมิน : ( ) นักศึกษา ( ) อาจารย์ ( ) อื่นๆ.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของตัวเลขรหัสในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้

คะแนนความชอบ (1 - 9)

กำหนดให้ สเกลความชอบ 1 - 9

- 1 = ไม่ชอบมากที่สุด      2 = ไม่ชอบมาก      3 = ไม่ชอบปานกลาง  
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย      5 = ไม่สามารถระบุได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ      6 = ชอบเล็กน้อย  
7 = ชอบปานกลาง      8 = ชอบมาก      9 = ชอบมากที่สุด

| คุณลักษณะ          | คะแนนความชอบ |      |      |
|--------------------|--------------|------|------|
|                    | รหัส         | รหัส | รหัส |
| Cup Cleaness       |              |      |      |
| Acidity            |              |      |      |
| Body               |              |      |      |
| Flavor             |              |      |      |
| Aftertaste         |              |      |      |
| Overall Acceptance |              |      |      |

ข้อเสนอแนะ.....

Cup Cleaness = ความสะอาดของกาแฟ คือ ปราศจากกลิ่นหมัก กลิ่นฟาง กลิ่นหญ้า

Acidity = ความเปรี้ยวของกาแฟ คือ ความเปรี้ยวที่ดีจะมีรสเปรี้ยวอ่อน ๆ แบบแอปเปิ้ลเขียว ส่วนความเปรี้ยวที่ไม่ดีจะมีรสชาติเปรี้ยวแหลมแบบมะนาวหรือน้ำส้มสายชู

Body = ความข้นของกาแฟ

Flavor = กลิ่นรสของกาแฟ

Aftertaste = ความรู้สึกหลังการดื่ม คือความรู้สึกที่ยังคงค้างอยู่ หลังจากที่ได้ดื่มกาแฟเข้าไป กาแฟที่มี Aftertaste ที่ดีจะมาจากกาแฟที่มี Body ที่ดี

Overall Acceptance = ความชอบโดยรวม

ประวัตินักวิจัย



## ประวัติผู้เขียน (นักวิจัยคนที่ 1)

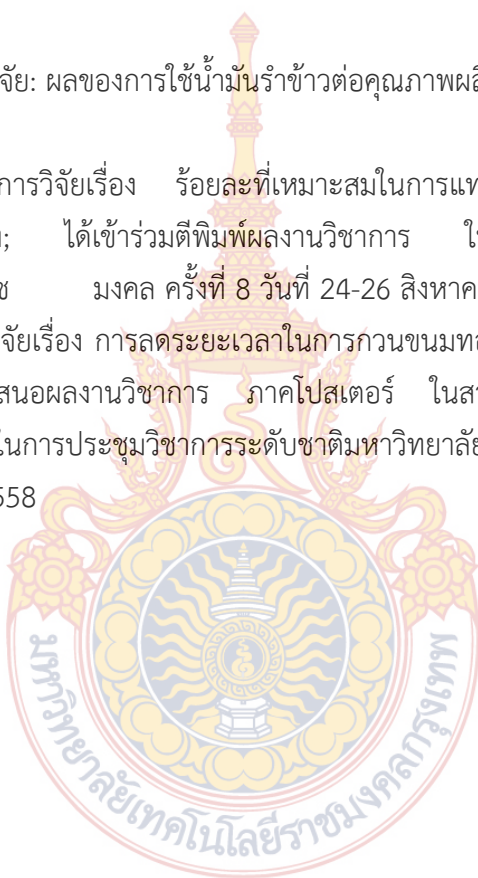
|                 |                                                                                                      |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ - นามสกุล  | นางสุรีย์รัตน์ นามสกุล เอ็มพรหม                                                                      |
| วันเดือนปีเกิด  | 1 มกราคม 2526                                                                                        |
| สถานที่เกิด     | จังหวัดพิจิตร                                                                                        |
| ประวัติการศึกษา | ศศ.ม. ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาชุมชน)<br>ศศ.บ. คหกรรมศาสตรบัณฑิต (อาหารและโภชนาการ) |

### ประวัติการทำงาน

หัวหน้าโครงการวิจัย: ผลของการใช้น้ำมันรำข้าวต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาสาวย่อย งบรายได้ ปี พ.ศ. 2560

ผู้ร่วมวิจัย : การวิจัยเรื่อง ร้อยละที่เหมาะสมในการแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งมันสำปะหลังในขนมทองโปร่ง; ได้เข้าร่วมตีพิมพ์ผลงานวิชาการ ในการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8 วันที่ 24-26 สิงหาคม พ.ศ.2559

ผู้ร่วมวิจัย : การวิจัยเรื่อง การลดระยะเวลาในการกวนขนมทองด้วยการใช้ถั่วทองนึ่งทดแทนแป้งสาลี; ได้เข้าร่วมนำเสนอผลงานวิชาการ ภาคโปสเตอร์ ในสาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา, วิทยาศาสตร์การอาหาร. ในการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 7 วันที่ 1-2 กันยายน พ.ศ.2558



## ประวัติผู้เขียน (นักวิจัยคนที่ 2)

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ - นามสกุล            | นางสาวภัทรกร ภควีระชาติ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| วันเดือนปีเกิด            | 5 มีนาคม 2527                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| สถานที่เกิด               | จังหวัดบุรีรัมย์                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ประวัติการศึกษา           | 2549 วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการอาหาร)<br>มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี<br>2553 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมกระบวนการอาหาร)<br>มหาวิทยาลัยเชียงใหม่                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ประวัติการทำงาน           | 2553 - 2554 ผู้ช่วยนักวิจัย ศูนย์วิจัยเกษตรหลวง เชียงใหม่<br>กรมวิชาการเกษตร<br>2554 - 2556 นักวิทยาศาสตร์ ศูนย์พัฒนาฯ ไทยและสมุนไพร<br>กระทรวงสาธารณสุข<br>2556 - 2557 นักวิทยาศาสตร์ (คหกรรมศาสตร์) มหาวิทยาลัย<br>ราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์<br>2557-2558 อาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี<br>2558 - ปัจจุบัน อาจารย์ สาขาอาหารและโภชนาการ<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ผลงานวิจัย / ผลงานวิชาการ | ภัทรกร ภควีระชาติ. 2558. ผลของความเข้มข้นต่อการดึงน้ำออกด้วยการออสโมซิสของขึ้นรากบัว.<br>การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 7 “ราชมงคลกับการ<br>วิจัยอย่างยั่งยืน”. (2); 551-557.<br>Pattaraporn., W. and Yongyut., C. 2009. Effect of temperature and concentration on<br>mass transfer in dragon fruit during osmotic dehydration. Proceedings of 47 <sup>th</sup><br>Kasetsart University Annual Conference: Agro-Industry<br>Pakaweerachat., P., Suphan., K., Chotchaicharin., N., Suchaithanavanich., S. an<br>Saengsai., S. 2012. Determination and comparison of gallic acid, rutin and<br>isoquercitrin contents in ready-to-drink, herbal tea, black tea, green tea and<br>mulberry tea products. Proceedings NATPRO 4: The Fourth International<br>Conference on Natural Products for Health and Beauty ; 28-30 November<br>2012, Chiang Mai, Thailand. 641 p. |

- Suphan., K., **Pakaweerachat., P.**, Suchaithanavanich., S., Chotchaicharin., N. and Saengsai., S. 2012. Determination of aristolochic acid I in Krai-Krue roots and Thai Traditional medicine “Visumphayayai”. Proceedings NATPRO 4: The Fourth International Conference on Natural Products for Health and Beauty ; 28-30 November 2012, Chiang Mai, Thailand. 641 p.
- Chotchaicharin. , N. , **Pakaweerachat. , P. ,** Suphan. , K. , Suchaithanavanich. , S. , Mattaveewong., N., Yuangsa-ard., W. and Saengsai., S. 2012. Development of encapsulated coconut oil powder for using as raw material in healthy product. Proceedings NATPRO 4: The Fourth International Conference on Natural Products for Health and Beauty ; 28-30 November 2012 , Chiang Mai, Thailand. 641 p.
- Pattarabhorn Pakaweerachat** and Teerin Chysirichote. 2016. Preparation of Triphala Waste for Gallic Acid Production by Solid State Fermentation from *Aspergillus niger* ATCC 16888. The 9<sup>th</sup> TSAE International Conference, 8- 10 September 2016, 70-75.
- Teerin Chysirichote and **Pattarabhorn Pakaweerachat.** 2018. Ultrasonic-assisted extraction of gallic acid and isoquercetin from *aspergillus niger* fermented triphala waste. The 4<sup>th</sup> International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST 2018) “Exploring Innovative Solutions for Smart Society”. MATEC Web of Conferences (192): 525-528.

