


การศึกษาการอบเมล็ดกาแฟโรบัสต้าด้วยตู้อบแห้งแบบถาด
Study of Robusta coffee bean drying by Tray drier



จักริน บำรุงพนิชถาวร
เจตน์สถิตย์ สุวรรณเพชร

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
คณะอุตสาหกรรมอาหาร
พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การศึกษาการอบเมล็ดกาแฟโรบัสต้าด้วยตู้อบแห้งแบบถาด
Study of Robusta coffee bean drying by Tray drier

จัดทำโดย

จักริน บำรุงพนิชถาวร รหัสนักศึกษา 59080138

เจตน์สฤกษ์ สุวรรณเพชร รหัสนักศึกษา 59080141

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

(ผศ.ดร.พงษ์เสริฐ ศรีพรหม)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

31 / 7.7 / 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การศึกษาการอบเมล็ดกาแฟโรบัสต้าด้วยตู้อบแห้งแบบถาด
 ชื่อนักศึกษา จักริน บำรุงพนิชถาวร รหัสนักศึกษา 59080138
 เจตน์สฤกษ์ สุวรรณเพชร รหัสนักศึกษา 59080141
 หลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
 พ.ศ. 2563
 อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พงษ์เสริฐ ศรีพรหม

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะการอบเมล็ดกาแฟด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดและศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของเมล็ดกาแฟอบด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด โดยจะมีวิธีการหลักอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ การอบแห้งเมล็ดกาแฟที่อุณหภูมิ 40 – 60 องศาเซลเซียส เวลา 36 ชั่วโมง และนำเมล็ดกาแฟที่ผ่านการอบแห้งไปทำการศึกษาปริมาณสารต่างในเมล็ดกาแฟ ไม่ว่าจะเป็น คาเฟอีน กรดคลอโรจีนิก ค่าความเป็นกรด-เบส สี จากการศึกษพบว่า กาแฟที่ถูกอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จะมีค่าปริมาณสารคาเฟอีน 6.22 มก./100 ก. ปริมาณสารกรดคลอโรจีนิก 1.0278 มก./100 ก. มีค่า pH อยู่ที่ 5.34 ค่าของสีอยู่ที่ $L^* = 13.25$, $a^* = 1.007$, $b^* = 4.04$ จากผลการทดลองพบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสใช้เวลาอบน้อยที่สุด คือ 9 ชั่วโมง และผลการทดลองทางกายภาพและเคมีพบว่า การเปลี่ยนแปลงของเมล็ดสีไม่มีความแตกต่างกันในเมล็ดกาแฟที่อุณหภูมิแตกต่างกัน แต่ในผลกระทบบางทางเคมี จะมีความแตกต่างในคุณภาพของเมล็ดกาแฟอบแห้ง เช่น ปริมาณกรดอินทรีย์ กรดคลอโรจีนิก และคาเฟอีน พบว่าอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสมีประสิทธิภาพสูงที่สุดสำหรับการรักษาองค์ประกอบทางเคมีที่มีในเมล็ดกาแฟอบแห้ง

คำสำคัญ: เมล็ดกาแฟ คาเฟอีน กรดคลอโรจีนิก การอบแห้ง

Special problem title Study of Robusta coffee bean drying by Tray drier
 Student name Jakarin Bumrungrpanichthaworn Student ID 59080138
 Jedsarit Suwanphet Student ID 59080141
 Program Bachelor of Science in Food Process Engineering
 Year 2020
 Advisor Assist.Prof.Dr.Pongsert Sriprom

ABSTRACT

This special problem aimed to study the conditions of coffee beans using hot air tray dryer and to study the chemical and physical composition of coffee beans after using hot air tray dryer. There are 2 main steps in this process. First, dry the coffee beans at a temperature of 40 - 60 °C for 36 hours and then study the substances in dried coffee beans, including caffeine, chlorogenic acid, pH and color. The results showed that 6.22g/100g of Caffeine, 1.0278g/100g of Chlorogenic acid, 5.34 of pH were achieved in coffee beans dried at 40 °C. The color scale of roasted coffee beans is $L^* = 13.25$, $a^* = 1.007$, $b^* = 4.04$ which meets the standard of roasted coffee beans in general. From the results, it was found that drying at 60 °C required the shortest time to dry, which is 9 hours. The results of physical and chemical changes showed that the change of pigment is no different from coffee beans at different temperatures. But in the chemical effects, there are the differences in the quality of dried coffee beans, such as the amount of organic acids, Chlorogenic acid and Caffeine found that the temperature of 40 °C is the most effective in preserving the chemical composition of dried coffee beans.

Keywords: Green coffee beans, Caffeine, Chlorogenic acids, Drying

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง การศึกษาการอบเมล็ดกาแฟโรบัสต้าด้วยตู้อบแห้งแบบถาด สำเร็จลุล่วงได้ด้วย ความกรุณาช่วยเหลือ แนะนำ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่งและ ติดตามความก้าวหน้าในการศึกษาปัญหาพิเศษนี้ จาก ผศ.ดร.พงษ์เสรีฐ ศรีพรหม ผู้วิจัยตระหนัก ถึงความตั้งใจ และความทุ่มเทของอาจารย์ จึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

รวมถึงขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการและนักวิทยาศาสตร์ประจำคณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่าน ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และคอยอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือต่างๆ จน ปัญหาพิเศษสำเร็จไปได้ด้วยดี

นอกจากนี้ข้าพเจ้ายังได้รับการช่วยเหลือและกำลังใจจากคุณพ่อ คุณแม่ พี่น้อง และเพื่อนๆ ตลอดจนบุคคลต่างๆมากมาย อนึ่ง ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ปัญหาพิเศษเล่มนี้จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย ข้าพเจ้าในฐานะผู้จัดทำปัญหาพิเศษนี้ รู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

จักริน บำรุงพนิชถาวร

เจตน์สฤษฏี สุวรรณเพชร

8 มิถุนายน 2563

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 กาแฟ	3
2.2 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การอบเมล็ดกาแฟ	5
2.3 กระบวนการอบแห้ง	6
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	16
3.1 วัสดุดิบและสารเคมี	16
3.2 อุปกรณ์	16
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	17
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	20
4.1 การศึกษาภาวะการอบ	20
4.2 การศึกษาองค์ประกอบทางภาพของเมล็ดกาแฟอบด้วยตู้อบลมร้อน	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดกาแฟอบด้วยตู้อบลมร้อน	22
บทที่ 5 สรุปลผลและข้อเสนอแนะ	29
5.1 สรุปลผล	29
5.2 ข้อเสนอแนะ	29
บรรณานุกรม	30
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	35
ภาคผนวก ข	37
ประวัติผู้เขียน	44



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ค่าของpH, ของแข็งที่ละลายได้, คาเฟอีน, ไตรโกนีนีน, 3-CQA, 4-CQA, 5-CQA, CQAtotal, 3,4-diCQA, 3,5-diCQA, 4,5-diCQA, diCQAtotal, 3-FQA, 5-FQA, FQAtotal, และกรดคลอโรจีนิก ในเมล็ดกาแฟอาราบิก้าและโรบัสต้า	16
4.1	ผลค่าเมล็ดสีที่อบเมล็ดกาแฟด้วยภาวะการอบที่แตกต่างกัน	21
4.2	ค่าคงที่การแตกตัวของน้ำและ pH เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น	24
ก.1	ผลการวัดค่าเมล็ดสีเมล็ดกาแฟอบแห้งที่ยังไม่ได้หาค่าเฉลี่ยของข้อมูล	36
ข.1	ตารางค่าการดูดกลืนแสงของกรดคลอโรจีนิกและคาเฟอีนที่วัดได้ด้วยเครื่อง UV/Vis – spectrometer	42
ข.2	ตารางปริมาณของกรดคลอโรจีนิกและคาเฟอีนหลังเข้าสมการสารละลายมาตรฐาน	42
ข.4	ตารางแสดงค่า pH	42

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	การเปลี่ยนแปลงของสีของเมล็ดกาแฟจากการอบด้วยไมโครเวฟสุญญากาศ: (a) a *; (b) b *; (c) L *; และ (d) ΔE	6
2.2	การเคลื่อนที่ของความชื้นระหว่างการทำแห้ง	7
2.3	เครื่องลดความชื้นแบบถาด (Tray dryer)	9
2.4	กลไกการทำงานของเครื่อง Tray dryer	10
2.5	ค่าของ UV/vis spectra ของคาเฟอีนในกาแฟที่ละลายในน้ำ	12
2.6	ค่าของ UV/vis spectra ของคาเฟอีนในกาแฟ ในกรณีที่ค่าความพอดีของ Gaussian อยู่ที่ 308-310 nm	13
2.7	แสดงถึงค่าดูดกลืนของ UV-Vis spectra สำหรับเมล็ดกาแฟที่ละลายในน้ำ	14
2.8	ค่าทับซ้อนของ Spectra จาก CGA บริสุทธิ์ที่ละลายในน้ำและ CGA หลังจากสกัดคาเฟอีนออกไปจากเมล็ดกาแฟด้วยสาร Dichloromethane เส้นสีดำจะแสดงให้เห็นถึงค่า CGA บริสุทธิ์ที่ละลายในน้ำ และเส้นสีแดงจะแสดงถึงค่า CGA หลังจากสกัดคาเฟอีนจากสารละลายกาแฟ	14
4.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความชื้น กับเวลาที่อุณหภูมิต่างๆ	20
4.2	ค่าความเป็นกรด – เบส ของภาวะการอบเมล็ดกาแฟอบแห้งที่แตกต่างกัน	23
4.3	ปริมาณกรดอินทรีย์ของภาวะการอบเมล็ดกาแฟอบแห้งที่แตกต่างกัน	25
4.4	ปริมาณกรดคลอโรจีนิกในเมล็ดกาแฟอบแห้งที่ภาวะการอบที่แตกต่างกัน	26
4.5	ปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟอบแห้งที่ภาวะการอบที่แตกต่างกัน	27
ข.1	กราฟสารละลายกรดคลอโรจีนิกมาตรฐาน วัดด้วยเครื่อง UV/Vis spectrometer	43
ข.2	กราฟสารละลายคาเฟอีนมาตรฐาน ด้วยเครื่อง UV/Vis spectrometer	43

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กาแฟ (Coffee) เป็นเครื่องดื่มที่ทำมาจากเมล็ดกาแฟ ได้จากต้นกาแฟ มีการปลูกต้นกาแฟในมากกว่า 70 ประเทศทั่วโลก โดยกาแฟเขียว หรือกาแฟที่ไม่ได้ผ่านการคั่ว เป็นหนึ่งในสินค้าทางการเกษตร ซึ่งมีการซื้อขายอย่างแพร่หลาย โดยเมล็ดกาแฟจะมีการซื้อขายมากเป็นอันดับสองรองจากปิโตรเลียม โดยการบริโภคผลิตภัณฑ์กาแฟทั่วโลกนั้นสูงถึง 9 ล้านตัน ในปีค.ศ. 2015-2016 (ICO, 2017) ในปัจจุบัน ความต้องการกาแฟมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ช่วงฤดูเก็บเกี่ยวและการจัดหาเมล็ดกาแฟสดนั้น กลับมีระยะเวลาที่สั้น (De Melo Pereira et al., 2019; Dong, Hu, Chu, Zhao, & Tan, 2017, 2019) เมล็ดกาแฟสดประกอบไปด้วยน้ำ 75%-85% ซึ่งเกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ขั้นตอนการผลิตเมล็ดกาแฟส่งผลต่อเอกลักษณ์ของกาแฟ เช่น รสและกลิ่น อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนการอบแห้งเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญที่สุดในกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวที่ควรนำมาวิเคราะห์เนื่องจากกาแฟที่ผ่านกรรมวิธีการแปรรูปใดๆ จะต้องทำให้แห้งในปริมาณน้ำสุดท้ายที่น้อยกว่า 12% เพื่อยับยั้งการเน่าเสียของจุลินทรีย์ และป้องกันการเสื่อมสภาพทางเคมี อย่างไรก็ตาม การอบแห้งนี้จะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี สมบัติทางประสาทสัมผัสขององค์ประกอบที่ไวต่อความร้อน รวมถึงการสูญเสียของสี รูปลักษณ์ภายนอก และคุณภาพทางรสชาติ การอบแห้งเมล็ดกาแฟจะสามารถใช้เทคนิคการอบแห้งเชิงกลในวิธีต่างๆได้ (Belitz et al., 2009)

จากการศึกษาวิจัยหลายงานที่ทำการศึกษเกี่ยวกับการอบเมล็ดกาแฟด้วย ข้อมูลเครื่องอบแห้งด้วยลมร้อน (Hot Air Drying) และเครื่องอบลมร้อนแบบถาด (Tray drying) จาก Dong et al., 2017, 2019; Goh, Othman, Mat, Ruslan, & Sopian, 2011 และข้อมูลการอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ (Solar drying) จาก De Melo Pereira et al., 2019 โดยการอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์จะมีแนวโน้มที่ทำให้คุณสมบัติของการผลิตกาแฟคั่วมีรสสัมผัสที่เหนือกว่า แต่เนื่องจากการอบแห้งด้วยอุณหภูมิที่สูง และควบคุมอุณหภูมิกับเวลาได้ยาก ส่งผลเสียต่อโครงสร้างภายในของเมล็ดกาแฟและคุณภาพของกาแฟโดยรวม จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงพื้นฐานของวิธีการที่แตกต่างของการอบแห้งแบบอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอบแห้งแบบแสงอาทิตย์ โดยจะมีเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน และเครื่องอบลมร้อนแบบถาด เป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมความชื้นได้ดีกว่ากระบวนการอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ ที่สามารถควบคุมค่าของพารามิเตอร์ เช่น เวลา อุณหภูมิ กระบวนการเหล่านี้จึงถูกนับเป็นกระบวนการที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเป็นระบบปิดอีกด้วย เหตุนี้จึงเป็นสิ่งที่คุ้มค่าที่จะเปรียบเทียบกระบวนการอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ เนื่องจากการอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์นั้นไม่สามารถควบคุมเวลาและอุณหภูมิได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันมีสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงบ่อยไม่ไปตามฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากภาวะโลกร้อน ดังนั้นการทำแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อนแบบถาด จึงเป็นวิธีที่เป็นทางเลือกแทนเพราะสามารถควบคุมผลิตภัณฑ์อบแห้งนี้ได้ และมีการลงทุนที่น้อยกว่ากระบวนการทำแห้งวิธีอื่นๆ แต่การทำแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อนแบบถาด ควรใช้อุณหภูมิที่สูงกว่า 40 องศาเซลเซียส และไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส เพื่อให้มั่นใจว่าไม่สามารถทำลายเอนไซม์ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการลดลงของสารออกฤทธิ์สำคัญในเนื้อผลกาแฟได้ รวมทั้งยังเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการทำในอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถทำได้ทุกฤดูกาล และสามารถควบคุมการปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอมไปยังตัวอย่างอีกทั้งยังไม่เป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรคอีกด้วย นอกจากนี้สารประกอบหลักที่มีในเมล็ดกาแฟ ทำให้เมล็ดกาแฟมีสมบัติทางฟังก์ชัน คือ สารประกอบฟีนอลิก (กรดคลอโรจีนิก) และสารประกอบอื่นๆที่มีผลต่อรสชาติเช่น คาเฟอีน และปริมาณกรด ค่าความเป็นกรด-เบส จะต้องคำนึงถึงสารจำพวกนี้อีกด้วย

ดังนั้นปัญหาพิเศษนี้จึงนำมาเพื่อศึกษาผลกระทบทางเคมีของการอบแห้งเมล็ดกาแฟด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 ศึกษาภาวะการอบเมล็ดกาแฟด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด
- 1.2.2 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของเมล็ดกาแฟอบด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด

1.3 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาการอบเมล็ดกาแฟโรบัสต้าด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด มีขอบเขตการศึกษาดังนี้

- 1.3.1 ศึกษาภาวะการอบเมล็ดกาแฟด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด โดยปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ อุณหภูมิ (40 ,50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมงที่มีผลต่อความชื้น
- 1.3.2 ศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพของเมล็ดกาแฟอบด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด ได้แก่ สี
- 1.3.3 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดกาแฟอบด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด ได้แก่ ปริมาณคาเฟอีน ปริมาณกรดคลอโรจีนิก ปริมาณกรดอินทรีย์ และ pH

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ

- 1.4.1 ทราบถึงภาวะการอบของตู้อบลมร้อนแบบถาด
- 1.4.2 ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของเมล็ดกาแฟอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กาแฟ

Bubbles (2012) กาแฟ (Coffee) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Coffea* spp. อยู่ใน วงศ์ Rubiaceae และสกุล *Coffea* (Bubbles, 2012) เป็นพืชพื้นเมืองของทวีปแอฟริกาและเอเชียใต้ ผลกาแฟอ่อนจะมีสีเขียว เมื่อสุกสีของเมล็ดจะเปลี่ยนเป็นสีแดง เราเรียกว่า ผลเชอร์รี่กาแฟ (Cherry Coffee) ปัจจุบันนิยมปลูกมากในเขตร้อนชื้นและอบอุ่น นำผลสุกมาแปรรูปเป็นเครื่องดื่มกาแฟและแพร่หลายทั่วโลก กลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว และรสขมมาจากคาเฟอีนที่มีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาท ช่วยให้ร่างกายสดชื่น ไม่ง่วงนอน

2.1.1 องค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดกาแฟ

คาเฟอีน ตัวที่ช่วยสร้างกลิ่นหอมกรุ่นของเมล็ดกาแฟ สารที่สร้างรสชาติขมของกรดคลอโรจีนิก ไปจนถึงสารบางชนิดที่ทำให้กาแฟมีความเปรี้ยวจากกรดอินทรีย์ เช่น กรดมาลิก กรดอะซิติกและกรดควินิก เมื่อสัมผัสกับอากาศหรือความชื้น ปฏิกิริยาทางเคมีก็มีการเปลี่ยนโครงสร้างได้สารพิเศษชนิดใหม่ตามมาด้วย

2.1.1.1 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี เมื่อเมล็ดกาแฟบดถูกคั่ว

Caffitaly (2019) เมื่อเมล็ดกาแฟดิบถูกนำไปเข้าสู่ขั้นตอนการคั่วโดยผ่านความร้อนจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาเคมี เราเรียกการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างในเมล็ดกาแฟในกระบวนการนี้ว่า “ปฏิกิริยาไพโรไลติก(Pyrolytic reaction)” ส่งผลต่อการลดปริมาณของน้ำตาลและโปรตีน มีการเปลี่ยนแปลงอนุพันธ์ของสารตัวอื่น ผงขี้เถ้ามีความหนาแน่นมากขึ้น เกิดการสลายตัวของโมเลกุลของสารจากใหญ่กลายเป็นขนาดเล็ก ทำให้ไวต่อปฏิกิริยา โพลีเมอไรเซชัน (Polymerization) ได้โพลีเมอร์ที่มีชื่อว่า เมลานอยดิน (Melanoidins) สารที่มีคุณสมบัติเกิดสีในกาแฟหลังจากการผลิตเป็นกาแฟสำเร็จรูปแล้ว ส่วนกลิ่นหอมระเหยที่เราสัมผัสได้หลังจากการคั่วแล้วนั้นเกิดขึ้นจากกรดคลอโรจีนิกที่สลายตัวกลายเป็นโมเลกุลขนาดเล็กและระเหยออกมานั่นเอง

2.1.1.2 ผลของการดื่มกาแฟกับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นกับร่างกาย

Admin_K (2016) คาเฟอีนไม่ใช่เพียงสารชนิดเดียวที่ผลต่อร่างกายเรา ทว่าในเมล็ดกาแฟจะพบสารที่มีประโยชน์อย่างวิตามิน E และ B3 มีส่วนช่วยในกระบวนการต่อต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันการเกิดภาวะสมองเสื่อม ลดคอเลสเตอรอลในเลือด ส่วนคาเฟอีนในปริมาณที่พอเหมาะ ช่วยให้ร่างกายรู้สึกสดชื่น อารมณ์ดี กระปรี้กระเปร่าและรู้สึกผ่อนคลายจากความตึงเครียด บางรายที่ดื่มกาแฟเป็นประจำยังพบว่าช่วยลดอาการปวดไมเกรนให้น้อยลงได้อีกด้วย ส่วนปริมาณคาเฟอีนที่ได้รับมากเกินไปจะเริ่มส่งผลกระทบต่อสมอง จากความผ่อนคลายจะกลายเป็นความเครียด รู้สึกปวดศีรษะ ภาวะวุ่นวาย นอนไม่หลับ ใจสั่นและมือสั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยิ่งหากได้รับสูงเกินกว่า 1000 มิลลิกรัมจะถูกจัดได้ว่าอยู่ในชั้นที่เริ่มเป็นพิษต่อร่างกายอย่างรุนแรง ส่งผลให้ผู้ที่ได้รับมีภาวะช็อค กระวนกระวายใจอย่างหนัก ไม่สามารถควบคุมสติตัวเองได้ ใจสั่นอย่างรุนแรง เบื่ออาหาร ไม่สามารถอยู่เฉยๆ ได้ คลื่นไส้ ปัสสาวะบ่อย และอาจเสี่ยงต่อการเสียชีวิต

2.1.2 คาเฟอีน

POB PAD, (2016) อาหารที่มีคาเฟอีนมากที่สุด กาแฟปริมาณ 240 มิลลิลิตร จะมีคาเฟอีนอยู่ประมาณ 95-200 มิลลิกรัม ปริมาณคาเฟอีนที่เหมาะสมไม่ควรเกินวันละ 400 มิลลิกรัม หรือดื่มกาแฟประมาณ 4 แก้ว คาเฟอีนจะมีผลปิดกั้นสารสื่อประสาทชนิดหนึ่ง ส่งผลให้ปริมาณของสารสื่อประสาทชนิดอื่น เช่น โดปามีนและ นอร์อิพิเนฟรินเพิ่มสูงขึ้น จนทำให้มีการส่งข้อมูลของเซลล์ประสาทภายในสมองเพิ่มมากขึ้น จากการศึกษาจึงพบว่า คาเฟอีนอาจทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของสมองดีขึ้นในหลาย ๆ ด้าน เช่น อารมณ์ ความจำ การตอบสนอง ความระมัดระวัง ระดับพลังงาน และกระบวนการคิดทั่วไป

2.1.3 กรดอะซิติก

นิรนาม ข (2562) ได้กล่าวว่า กรดอินทรีย์หรือสารประกอบเคมีอินทรีย์ที่พบได้ในธรรมชาติมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน มีกลิ่นฉุนที่เป็นเอกลักษณ์ มีรสเปรี้ยว ระเหยง่าย ละลายได้ในน้ำ แอลกอฮอล์ กลีเซอริน มีความเสถียร มีสูตรทางเคมี CH_3COOH ในด้านอาหาร กรดอะซิติก ถูกใช้เป็นส่วนผสมในอาหารเพื่อป้องกันการเติบโตของ เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้อาหารเน่าเสีย ใช้เพื่อปรับความเป็นกรด-ด่างของอาหาร และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร นอกจากนี้ ยังใช้เพื่อการเพิ่มรสเปรี้ยวในอาหารเป็นสำคัญ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่ต้องการ รสเปรี้ยวมากหรือน้อย นอกจากนั้น ยังช่วยในการถนอมอาหารและจะไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย ถ้าใช้ในปริมาณที่ทางกระทรวงสาธารณสุขควบคุมไว้

2.1.4 กรดคลอโรจินิก (Chlorogenic Acid)

พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา (2563) เป็นสารประกอบฟีนอล (Phenolic compounds) ชนิดหนึ่งที่พบในพืช และอาหารที่มาจากพืช มีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน เชื่อว่าเป็นสารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ กรดคลอโรจินิก เป็นสารหลักในเมล็ดกาแฟนอกเหนือจากคาเฟอีน ในระหว่างการคั่วกรดคลอโรจินิกจะค่อยๆ สลายตัวไปเป็นกรด คาเฟอิก (Caffeic) และกรดควินิก (Quinic) กว่า 50 % ดังนั้นหลังจากกระบวนการคั่วเมล็ดกาแฟแล้วจะยังคง เหลือกรดคลอโรจินิกอยู่เพียงครึ่งหนึ่ง กรดคลอโรจินิกยังมีคุณสมบัติสำคัญ คือ ช่วยลดการอักเสบของหลอดเลือดหลังรับประทานอาหาร จัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระประสิทธิภาพสูง ช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดตีบในหัวใจ (Coronary Heart Disease) ช่วยต้านอนุมูลอิสระ และป้องกันโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (Type-2 Diabetes, Glucose Management and Metabolic Syndrome) โดยเข้าไปยับยั้งการผลิตน้ำตาลในเซลล์ตับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ปัจจัยที่มีต่อการอบแห้งเมล็ดกาแฟ

สำหรับการอบเมล็ดกาแฟนั้นมีจุดประสงค์เพื่อลดความชื้นออกจากเมล็ดกาแฟ ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยปัจจัยที่มีผลต่อการอบเมล็ดกาแฟ มีดังนี้

2.2.1 ความชื้น (International Coffee Organization, 2002)

องค์การกาแฟนานาชาติ (International Coffee Organization: ICO) แนะนำค่าความชื้นของเมล็ดกาแฟโดยทั่วไปจะยอมรับอยู่ที่ระดับความชื้น 8 – 12.5% เป็นช่วงที่เหมาะสม ค่าความชื้นที่น้อยกว่า 8% มีแนวโน้มที่จะส่งผลให้สูญเสียคุณภาพของกาแฟ ในขณะที่ความชื้นในระดับที่เกินกว่านี้จะมีความเสี่ยงของการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

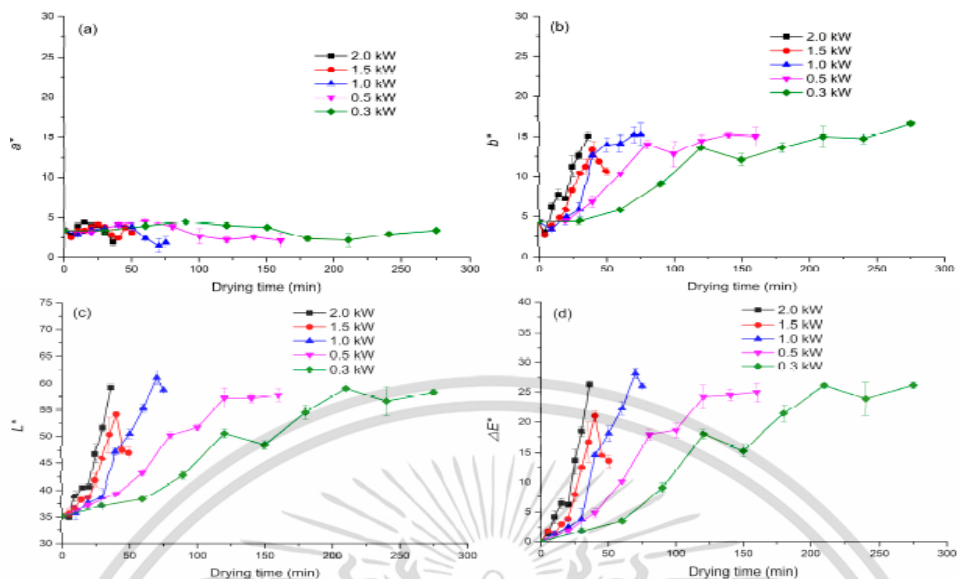
2.2.2 สี กลิ่น และรสชาติ

สีถูกใช้ในการประเมินผลคุณภาพอาหารโดยผู้บริโภค และยังสามารถใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการอบได้และลดการสลายตัวของสารที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพ กล่าวคือ ถึงแม้ว่าสีสามารถบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ หากมองในทางเคมีแล้วนั้นหมายถึงเมล็ดกาแฟมีการสูญเสียสารอาหาร หรือองค์ประกอบภายในเมล็ดกาแฟแบบคร่าวๆได้ ยกตัวอย่างเช่น การอบ หรือการคั่วจนไหม้เหลือแต่สารสีค้ำ นั่นคือถ่านคาร์บอนบางส่วนที่หลงเหลืออยู่ หรือการเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลซึ่งนั้นเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีที่เรียกว่า ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Browning reaction) (พรรณพร, 2561)

กลิ่นหรือคุณสมบัติของสารประกอบสารระเหยในเมล็ดกาแฟเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพกาแฟ การให้ความร้อนระหว่างการอบได้ไปเร่งการปล่อยสารประกอบสารระเหย; การระเหยความชื้นของพื้นผิวมีแนวโน้มที่จะเร่งการสูญเสียของสารระเหยด้วยเช่นกัน (Dong และคณะ, 2017)

2.2.3 อุณหภูมิ และเวลา

เมื่อเมล็ดกาแฟได้รับความร้อน เมล็ดกาแฟก็จะพองออกจนเกือบจะมีขนาดเป็นสองเท่าของของเดิม พร้อมทั้งเปลี่ยนสีและความหนาแน่นไป (นิรนาม ก, 2553) ส่วนเวลานั้นคือตัวควบคุมระยะเวลาที่ความร้อนจะมาสัมผัส หรือทำปฏิกิริยากับเมล็ดกาแฟ เพราะเมื่อใช้เวลามากเกินไปทำให้เมล็ดกาแฟแห้งเกินไปจนสูญเสียองค์ประกอบหลักๆที่สำคัญและต้องการรักษาไปได้ หากใช้เวลาอบน้อยถึงแม้ว่าจะรักษาองค์ประกอบหลักๆที่สำคัญเมล็ดกาแฟไว้ได้ แต่อาจทำให้ความชื้นคงเหลือเยอะเกินไปจนเชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้



ภาพที่ 2.1 การเปลี่ยนแปลงของสี่ของเมล็ดกาแฟจากการอบด้วยไมโครเวฟสุญญากาศ: (a) a^* ; (b) b^* ; (c) L^* ; และ (d) ΔE
ที่มา: Dong และคณะ, 2018

จากภาพที่ 2.1 สามารถสรุปได้ว่าเมื่อใช้อุณหภูมิมากขึ้นสี่ของเมล็ดกาแฟจะเปลี่ยนง่ายขึ้น และใช้เวลาน้อยกว่า แต่ถ้าใช้อุณหภูมิต่ำลงจะทำให้ใช้เวลามากขึ้น

2.3 การอบแห้ง

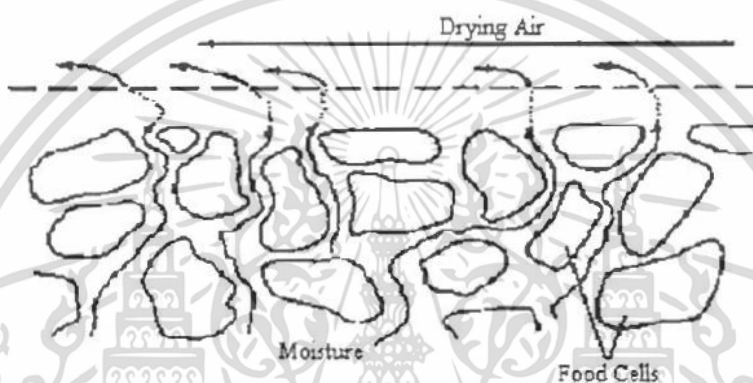
สิ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการอบแห้งผลิตภัณฑ์อาหารคือ น้ำที่มีอยู่ในอาหาร เมื่อก้าวถึงคุณสมบัติทางเคมีทางกายภาพ และเทอร์โมไดนามิกส์ของน้ำที่ยึดเกาะในอาหาร จะมีน้ำอยู่ 3 ประเภท คือ 1. โมเลกุลน้ำที่ยึดกับไอออนิกหรือไดแกม กลุ่มคาร์บอกซิล และอะมิโน 2. โมเลกุลน้ำที่ยึดกับกลุ่มไฮดรอกซิลและเอไมด์ (Amide) ด้วยพันธะไฮโดรเจน และ 3. น้ำอิสระพบในช่องว่างอินเทอร์สทิเชียล (Interstitial pores) ซึ่งแรงคาพิลลารีและองค์ประกอบที่ละลายอยู่ทำให้ความดันโอสตอลง ในระหว่างกระบวนการอบแห้งนั้น ระดับความยากของการกำจัดน้ำออกไปจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าน้ำนั้นอยู่ในกลุ่มใด ระดับความยากในการกำจัดความชื้นออกไปจะลดลงตามลำดับและโอกาสที่น้ำจะถูกกำจัดออกไปเป็นปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามลำดับ หมายความว่าน้ำอิสระจะระเหยและกำจัดออกไปในตอนแรก จากนั้นจะเป็นโมเลกุลที่ยึดด้วยพันธะไฮโดรเจน และสุดท้ายจะเป็นโมเลกุลน้ำที่ยึดด้วยพันธะอิออนิก จากข้อมูลนี้พบสรุปได้ว่าพลังงานที่ต้องใช้ในการกำจัดออกไป เนื่องจากความต้องการพลังงานในการกำจัดความชื้นแตกต่างกันขึ้นกับผลิตภัณฑ์และชนิดของน้ำ ดังนั้นการออกแบบเครื่องทำแห้งจะต้องพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยต่าง ๆ ประสิทธิภาพของเครื่องที่ออกแบบขึ้นกับความสามารถกำจัดความชื้นออกไป นอกจากนี้กลไกที่แตกต่างกันของน้ำที่ยึดของของแข็งยังมีผลต่อลักษณะเฉพาะของคุณภาพอาหารระหว่างเก็บอีกด้วย

2.3.1 กลไกการอบแห้ง

จันทิตรา โยธะคา และ อัญชลิยา อินพรหม (2547) ได้กล่าวว่า เมื่ออากาศหรือลมร้อนพัดผ่านผิวหน้าอาหารที่เปียก ความร้อนจะถูกถ่ายเทไปยังผิวของอาหารและน้ำในอาหารจะระเหยออกมาด้วยความร้อนแฝงของการเกิดไอ ไอน้ำจะแพร่ผ่านฟิล์มอากาศและถูกพัดพาไปโดยลมร้อนที่เคลื่อนที่ดังแสดงภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 การเคลื่อนที่ของความชื้นระหว่างการทำแห้ง

ที่มา : นรินาม ค, 2547

สภาวะดังกล่าวจะทำให้ความดันไอที่ผิวหน้าของอาหารต่ำกว่าความดันไอด้านในของอาหาร เป็นผลให้เกิดความแตกต่างของความดันไอขึ้น อาหารชั้นด้านในจะมีความดันไอสูงและค่อยๆลดต่ำลง เมื่อชั้นอาหารเข้าใกล้อาหารแห้ง ความแตกต่างนี้ทำให้เกิดแรงดันเพื่อไล่น้ำออกจากอาหาร น้ำจะเคลื่อนที่ไปยังผิวหน้าด้วยกลไกต่อไปนี้

1. การเคลื่อนที่ของของเหลวโดยแรง Capillary
2. การแพร่ของของเหลวซึ่งเกิดความแตกต่างของความเข้มข้นของตัวละลายในอาหารส่วนต่างๆ
3. การแพร่ของของเหลวซึ่งถูกดูดซับโดยผิวหน้าของแข็งในอาหาร
4. การแพร่ของไอน้ำในช่องอากาศของอาหาร ซึ่งเกิดความแตกต่างของความดันไอ

อาหารแบ่งออกเป็นไฮโกรสโคปิก (Hygroscopic) และ นอนไฮโกรสโคปิก (Nonhygroscopic) โดยอาหารประเภทไฮโกรสโคปิกเป็นอาหารที่มีค่าความดันไอคงที่แม้ว่าจะมีความชื้นแตกต่างกัน จะสามารถหาความแตกต่างนี้ได้โดยการใช้กราฟของพหุคูณไฮโซเทอม

เมื่อนำอาหารมาใส่ในเครื่องทำแห้ง ช่วงเวลาสั้นๆ ตอนเริ่มการอบแห้งจะเป็นเวลาที่ใช้ในการทำให้ผิวหน้าของอาหารมีอุณหภูมิสูงขึ้นถึงอุณหภูมิกระเปราะเปียก แล้วจึงเริ่มทำให้แห้ง โดยน้ำจะเคลื่อนที่จากด้านในของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารออกมาด้วยอัตราเร็วเท่ากับน้ำที่ระเหยออกจากผิวหน้า ผิวหน้าคงเปียกอยู่ เรียกช่วงนี้ว่าช่วงอัตราเร็วคงที่ (Constant Rate Period) และช่วงต่อเนื่องไปจนถึงความชื้นวิกฤติ (Critical Moisture Content) แต่ในทางปฏิบัติผิวหน้าของอาหารจะค่อยๆแห้งด้วยอัตราเร็วที่ต่างกัน และอัตราการทำให้แห้งโดยรวมจะค่อยๆลดลงในช่วงของอัตราเร็วคงที่ ดังนั้นจุดความชื้นวิกฤติของอาหารแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับปริมาณของอาหารในเครื่องทำให้แห้งและอัตราการทำให้แห้ง ลักษณะที่สำคัญของอากาศแห้งที่ใช้ในช่วงอัตราเร็วคงที่ ได้แก่

1. ต้องมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งสูง
2. มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ
3. มีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง

ฟิล์มอากาศที่อยู่รอบอาหารจะกีดขวางการถ่ายเทความร้อนและไอน้ำระหว่างการทำให้แห้งความเร็วอากาศหรือลมจะเป็นตัวกำหนดความหนาของฟิล์ม ถ้าความเร็วลมต่ำเกินไป ไอน้ำจะเคลื่อนที่จากผิวหน้าของอาหารและยังคงอยู่รอบๆอาหาร ทำให้มีความแตกต่างระหว่างความดันไอและอัตราการทำให้แห้งไม่สูงนัก ถ้าอุณหภูมิของอากาศแห้งต่ำหรือมีความชื้นสูงจะทำให้้อตราเร็วในการระเหยและการทำให้แห้งลดลง

เมื่อความชื้นของอาหารลดต่ำกว่าความชื้นวิกฤติ อัตราการทำให้แห้งก็จะลดลงจนเข้าใกล้ศูนย์ที่ความชื้นสมดุล (ความชื้นในอาหารสมดุลกับความชื้นในอากาศแห้ง) หรือที่เรียกว่าเป็นช่วงอัตราลดลง (Falling Rate Period) อาหารแบบนอนไฮโกรสโคปิกจะมีช่วงอัตราลดลงเพียงช่วงเดียว ในขณะที่อาหารแบบไฮโกรสโคปิก มี 2 ช่วง โดยช่วงแรกของการระเหยจะเคลื่อนที่เข้ามาในอาหารและน้ำจะแพร่ผ่านอาหารแห้งเข้าไปยังอาหารแห้งและจะลดลงเมื่อระเหยของการระเหย เข้ามาถึงจุดศูนย์กลางของอาหารและความดันย่อยของน้ำลดลงต่ำกว่าความดันไออิ่มตัว ช่วงที่ 2 จะเกิดขึ้นเมื่อความดันย่อยของน้ำลดต่ำกว่าความดันไออิ่มตัวและเกิดการแห้งโดยการทำให้แห้ง (Desorption)

ในช่วงอัตราลดลง อัตราการเคลื่อนที่ของน้ำจากภายในอาหารมายังผิวหน้าจะต่ำกว่าอัตราการระเหยของน้ำไปยังอากาศโดยรอบ ผิวหน้าจึงแห้ง ช่วงนี้จะเป็นช่วงที่นานที่สุดของกระบวนการทำให้แห้งในอาหารบางชนิด เช่น การทำให้แห้งเมล็ดธัญพืช ซึ่งมีความชื้นเริ่มต้นต่ำกว่าความชื้นวิกฤติ ปัจจัยที่ควบคุมอัตราการทำให้แห้งจะเปลี่ยนแปลงไปในช่วงอัตราลดลง ปัจจัยที่สำคัญในช่วงแรกจะคล้ายคลึงกับในช่วงอัตราเร็วคงที่ แต่อัตราการถ่ายเทมวลจะค่อยๆกลายเป็นปัจจัยควบคุมการทำให้แห้งที่สำคัญขึ้น

2.3.2 ส่วนประกอบของเครื่องอบแห้งแบบถาด

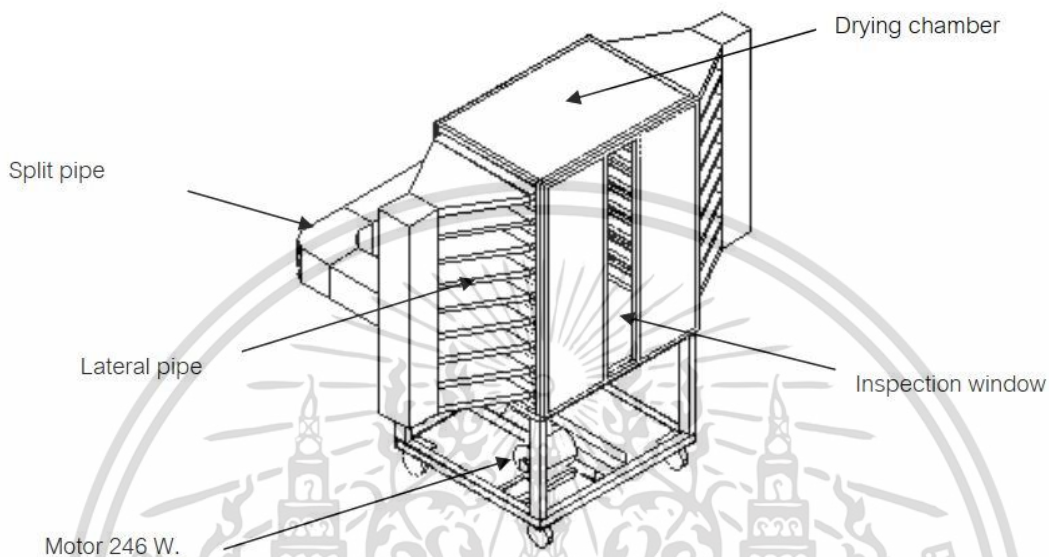
เครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray dryer) ซึ่งทำการปรับปรุงระบบกระจายอากาศร้อน ดังแสดงในภาพที่ 2.3 มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1. ตู้อบ (Drying chamber)

ขนาดภายในกว้าง 75 ซม. ลึก 46 ซม. สูง 90 ซม. มีชั้นวางถาดจำนวน 9 ชั้น แต่ละชั้นห่างกัน 10 ซม. รวมพื้นที่บรรจุ 3.5 ตารางเมตร ที่ระดับขอบบนของถาดซึ่งอยู่ ชิดกับผนังด้านข้าง ซ้ายและขวา จะมีช่องสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อากาศร้อนไหลเข้าหรือไหลออกรวม 18 ช่อง ช่องดังกล่าวมีขนาด 2×46 ซม. สามารถปรับความกว้างได้โดยอาศัยแผ่นเลื่อนแบบพับฉากเพื่อใช้ปรับอัตราการไหลและบังคับทิศทางของอากาศร้อนให้กระจายไปสู่ส่วนกลางของถาดผนังด้านหน้าซึ่งเป็นประตูช่องกระจก (Inspection window) สำหรับตรวจสอบสภาพของผลผลิตระหว่างการอบแห้ง



ภาพที่ 2.3 เครื่องลดความชื้นแบบถาด (Tray dryer)

ที่มา: กระทรวงพลังงาน, 2558

2. ห้องความร้อน (Heat chamber)

ใช้ลดนำความร้อนแบบครีป ขนาด 0.6 กิโลวัตต์ จำนวน 6 อัน ต่อขนานกันและมีแผงสวิตช์ ควบคุมอยู่ด้านนอก ห้องความร้อนนี้จะมีช่องรับอากาศภายนอกจากพัดลมและไหลออกไปยังระบบท่อกระจายอากาศร้อนในกรณีที่ใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิง จะติดตั้งหัวเผาก๊าซไว้ตรงช่องดูดของพัดลม

3. ระบบกระจายอากาศร้อนด้วยท่อ (Hot-air pipes distribution system)

จากช่องอากาศไหลออกของห้องความร้อนมีท่อแยก (Split pipe) แบบสามทางขนาดหน้าตัด 15 × 15 ซม. หันออกไปทางด้านซ้ายและขวาของตู้อบ ภายในท่อแยกทั้งสองข้างมีลึนปีกผีเสื้อสำหรับบังคับทิศทางการไหลของอากาศและด้านบนมีช่องซึ่งใช้เลื่อนเปิดให้อากาศขึ้นไหลออก ท่อแยกทั้งสองนี้จะต่อกับท่อซอย (Lateral pipes) ซึ่งเชื่อมต่อกับช่องอากาศไหลเข้า/ออกทั้ง 19 ช่องของตู้อบ โดยในทางปฏิบัติจะมีการบังคับทิศทางการไหลของอากาศให้เข้าทางด้านซ้ายสลับกับด้านขวาเป็นระยะ

4. พัดลมแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal fan)

พัดลมเป็นชนิดใบพัดโค้งหนา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 25 ซม. ติดตั้งอยู่ด้านล่างของตู้อบใช้สายพานกับล้อสายพานถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 246 วัตต์ ซึ่งทำงานที่ความเร็ว 1,450 รอบต่อนาที

5. ระบบควบคุมความร้อนอัตโนมัติ (Temperature control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

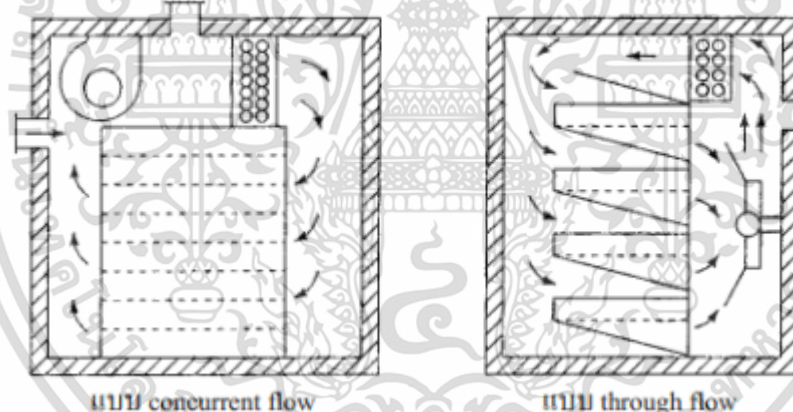
เป็นชุดเทอร์โมสแตท ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบ โดยตัดต่อสวิตช์ ควบคุมลวดนำความร้อน สำหรับการใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงจะอาศัยโซลินอยด์วาล์ว ทำหน้าที่ปิด-เปิดการไหลของก๊าซ

6. เครื่องมือวัด (Instruments)

ได้แก่ เครื่องวัดความเร็วลม มาตรวัดกระแสไฟฟ้า เครื่องชั่งน้ำหนัก เทอร์มิเตอร์ และไฮโกรมิเตอร์

2.3.3 ลักษณะการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบถาด

ตู้อบแบบนี้ จะนำวัตถุดิบวางไว้ในถาด ตะแกรง หรือแผ่นที่มีรูพรุน แล้วเป่าลมร้อนขนานไปกับผิวหน้า วัตถุดิบ หรือเป่าตั้งฉากกับกันถาดที่ยอมให้ลมผ่านได้ ลมร้อนจะผ่านเข้าไปในชั้นวัตถุดิบ เนื่องจากจะใช้ลมร้อนที่มีความเร็วไม่สูงนัก วัตถุดิบจึงยังอยู่นิ่ง ไม่ก่อให้เกิดการสั่นสะเทือนหรือการกระแทกใดๆ ไม่เกิดความเสียหายจากการแตกหัก ตู้อบแบบนี้จะทำงานแบบกะ (batch) จึงเหมาะกับวัตถุดิบที่ต้องการอบ ด้วยการควบคุมภายใต้เงื่อนไขการอบเข้มงวด หรืออบวัตถุดิบหลายๆ ชนิดแต่จำนวนน้อยๆ หรือใช้กับการควบคุมแบบโปรแกรมซึ่งค่อยๆ ปรับอุณหภูมิไปตามความเหมาะสม ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 กลไกการทำงานของเครื่อง tray dryer

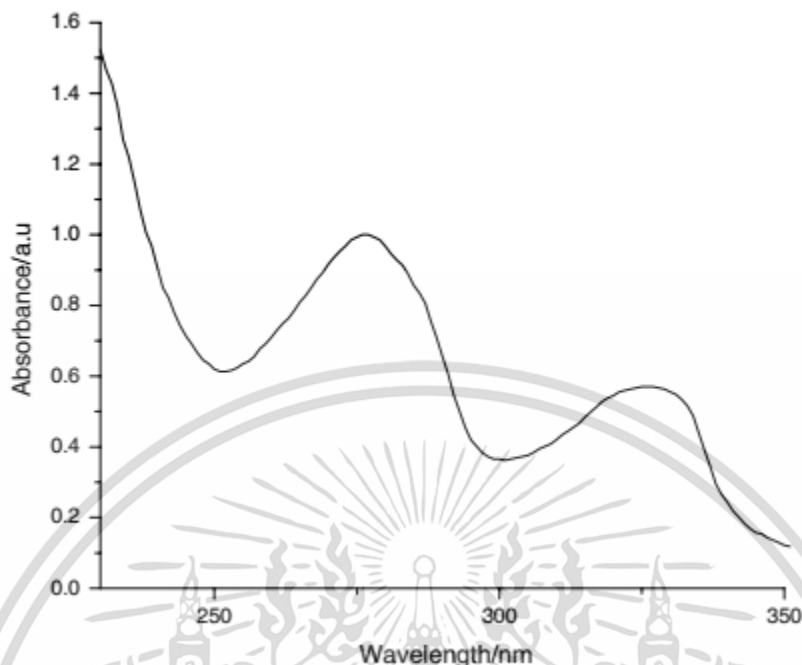
ที่มา: กระทรวงพลังงาน, 2558

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เมล็ดกาแฟผลสุกอาราบิก้า (*Coffea arabica L. cv. Catimor*) ถูกเก็บจากดอยช้าง จังหวัดเชียงราย ประเทศไทย ในช่วงเก็บเกี่ยว เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2559 กระบวนการอบแห้งทั้งหมดนั้นถูกดำเนินการที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ประเทศไทย เมล็ดกาแฟอาราบิก้าเปียกที่ผ่านการแปรรูปโดยใช้วิธีการแบบเปียกนั้นถูกทำให้แห้งในเครื่องฮีทปั๊ม ที่อุณหภูมิ 40, 45 หรือ 50 องศาเซลเซียส (± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 23, 16 หรือ 11 ชั่วโมงตามลำดับด้วยความเร็วลม 0.6 เมตรต่อวินาที และความชื้นคงที่ 70% จนกระทั่งถึงความชื้น $10 \pm 1\%$ (ความชื้นฐานเปียก) ตามที่ผู้ผลิตกาแฟท้องถิ่นแนะนำเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพเนื่องจากความชื้นสูงในภูมิภาคของประเทศไทย ในระหว่างการเก็บรักษากระดากาแฟสีเขียวก่อนที่จะส่งออก ปลอกเปลือก และคั่ว ช่วงอุณหภูมิของ HP (40–50 องศาเซลเซียส) ถูกเลือก เนื่องจากได้มีการแสดงให้เห็นว่า มันรักษาความจุ(เนื้อหา)ทางชีวภาพและสารกลิ่นหอมตั้งต้นในถั่วและกาแฟ (Dong et al., 2017, 2019; Goh et al., 2011)

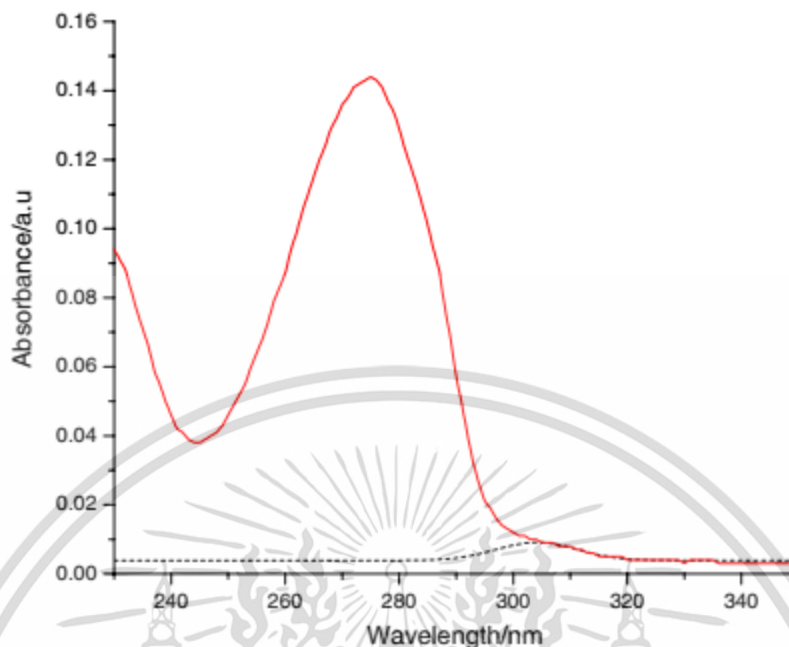
สำหรับการอบแห้งแบบถาด (TD) เมล็ดกาแฟที่ห่อด้วยกระดาษจะถูกกระจายอย่างสม่ำเสมอบนถาดสแตนเลส ($53 \times 72 \times 3$ ซม.) ในชั้นหนา 0.5 ซม. และแห้งที่ 50 (± 0.5) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง ในเครื่องอบลมร้อนแบบพาความร้อนไฟฟ้า (กล้วยน้ำไท, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย)

วิธีการสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ UV/Vis ไม่สามารถใช้สำหรับกำหนดค่าของคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟเนื่องจากผลของสารดูดซับรังสียูวีในรูปแบบเมทริกซ์ (Ortega-Burales et al., 2002; จางและคณะ, 2005) เพื่อให้ค่ากาแฟดีขึ้น จึงต้องนำกาแฟมาละลายในน้ำและส่วนคาเฟอีนต้องถูกสกัดจากการใช้ สาร Dichloromethane โดยสาร Dichloromethane เป็นสารที่ใช้กันมากที่สุดสำหรับการสกัดคาเฟอีนจากเมล็ดกาแฟสีเขียว (Rofti, 1971) ผลลัพธ์เชิงพาณิชย์จำนวนมากใช้สาร Dichloromethane สำหรับ decaffeinating เมล็ดกาแฟเพื่อได้ประสิทธิภาพในการสกัดถึง 98-99% (Clarke, 1980) ผลนี้ยังเห็นได้อย่างชัดเจนในวงสเปกตรัมของคาเฟอีนเมล็ดกาแฟ (ภาพที่ 2.5)



ภาพที่ 2.5 ค่าของ UV/vis spectra ของคาเฟอีนในกาแฟที่ละลายในน้ำ
ที่มา: Ortega-Burrates et al., 2002; Zhang และคณะ, 2005

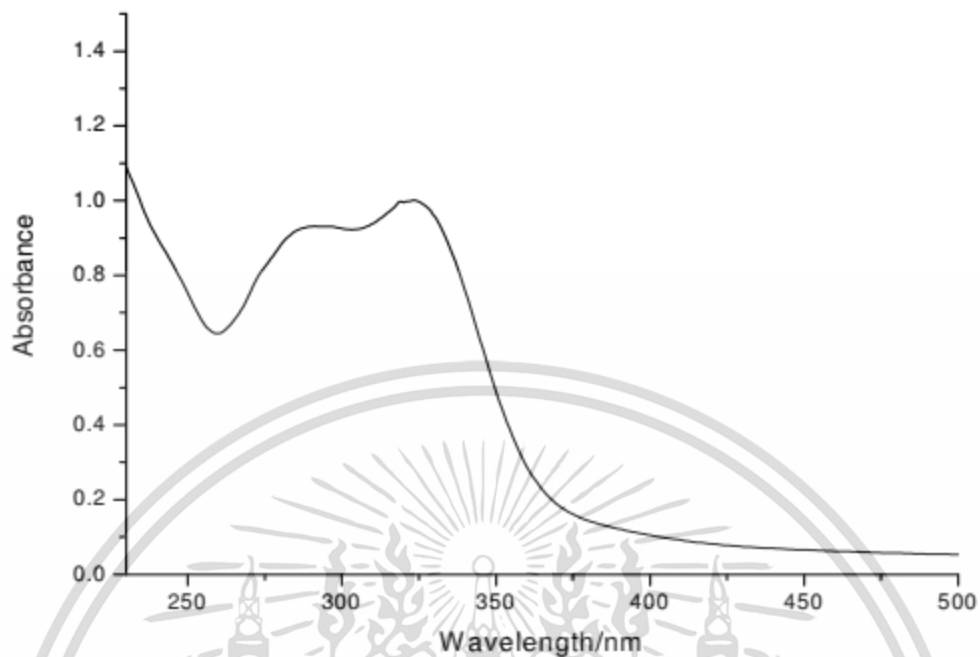
เพื่อให้ค่ากาแฟดีขึ้น จึงต้องนำกาแฟมาละลายในน้ำและส่วนคาเฟอีนต้องถูกสกัดจากการใช้ สาร Dichloromethane โดยสาร Dichloromethane เป็นสารที่ใช้กันมากที่สุดสำหรับการสกัดคาเฟอีนจากเมล็ด กาแฟสีเขียว (Rofti, 1971) ผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์จำนวนมากใช้สาร Dichloromethane สำหรับ decaffeinating เมล็ดกาแฟเพื่อได้ประสิทธิภาพในการสกัดถึง 98-99% (Clarke, 1980) การสกัดข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ จากสเปกตรัมที่ประกอบด้วยคลื่น คลื่นที่เหมาะสมที่ความยาวคลื่น 308 นาโนเมตร (Martin, 1970;Clake และ คณะ, 1985) ดังแสดงในภาพที่2.6



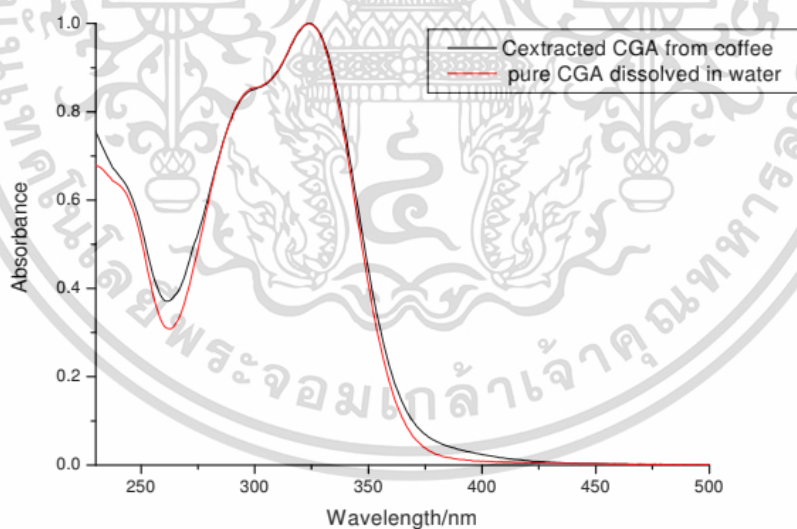
ภาพที่ 2.6 ค่าของ UV/vis spectra ของคาเฟอีนในกาแฟ ในกรณีที่ค่าความพอดีของ Gaussian อยู่ที่ 308-310 nm.

ที่มา: Martin, 1970;Clake และคณะ, 1985

ในการสกัด CGA ในเมล็ดกาแฟ พบว่าจะมีช่วงของคาเฟอีนและCGA จากความยาวคลื่นเฉลี่ย 200- 500 นาโนเมตร ดังภาพที่2.7 จะเห็นได้ว่าค่าสเปกตรัมของเมล็ดกาแฟที่ละลายในน้ำจะอยู่ในช่วงความยาวคลื่นเหล่านี้ จุดแรกที่ถูกสังเกตจะอยู่ในความยาวเฉลี่ย 250-300 นาโนเมตร ซึ่งจะเป็นจุดที่มีค่าสูงสุดสำหรับคาเฟอีนและ CGA ในจุดที่สองของความยาวคลื่น 300-350 นาโนเมตร จะมีค่าต่อเนื่องและสอดคล้องกับค่าสูงสุดของ CGA สำหรับการกำหนดปริมาณ CGA ในเมล็ดกาแฟ จะใช้เครื่อง สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ UV/Vis โดยขั้นแรกจะแยกคาเฟอีนโดยใช้สาร Dichloromethane หลังจากสกัดคาเฟอีนเสร็จ ค่า CGA ที่ได้มาจะแสดงผลเป็นค่าของ spectra ทั้งสองค่า จะมีความเทียบเคียงกันทั้งยอดและรูปทรง ซึ่งค่าหลังจากคำนวณจะอยู่ที่ 91-98.43% (Fujioka และ Shibamoto, 2008) ดังแสดงภาพที่2.8



ภาพที่ 2.7 แสดงถึงค่าดูดกลืนของ UV-Vis spectra สำหรับเมล็ดกาแฟที่ละลายในน้ำ
ที่มา: Fujioka และ Shibamoto, 2008



ภาพที่ 2.8 ค่าทับซ้อนของ Spectra จาก CGA บริสุทธิ์ที่ละลายในน้ำและ CGA หลังจากสกัดคาเฟอีนออกไปจากเมล็ดกาแฟด้วยสาร Dichloromethane เส้นสีดำจะแสดงให้เห็นถึงค่า CGA บริสุทธิ์ที่ละลายในน้ำ และเส้นสีแดงจะแสดงถึงค่า CGA หลังสกัดคาเฟอีนจากสารละลายกาแฟ

ที่มา: Fujioka และ Shibamoto, 2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเป็นกรดของกาแฟขึ้นอยู่กับต้นกำเนิดทางภูมิศาสตร์ของเมล็ดกาแฟเขียว, ผลไม้ที่โตเต็มที่(สุก), กระบวนการเก็บเกี่ยว, สภาพอากาศในระหว่างการเก็บเกี่ยว การอบแห้ง และการวิเคราะห์หลังการเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ ค่าความเป็นกรดของเมล็ดกาแฟยังดูได้จากเงื่อนไขในการเจริญเติบโตได้อีกด้วย ไม่ว่าจะป็นระดับความสูงของต้น หรืออื่นๆ แต่สำหรับกาแฟโรบัสต้าจะเห็นได้ว่ามีค่าความเป็นกรดอยู่ต่ำ ซึ่งแตกต่างจากเมล็ดกาแฟอาราบิก้า แม้ว่าค่าเฉลี่ยจะไม่ต่างกันมาก แต่ค่าความเป็นกรด-เบส ของเมล็ดกาแฟเขียวพันธุ์อาราบิก้าจะต่ำกว่าโรบัสต้าอย่างมีนัยสำคัญ โดยจะมีค่าตั้งแต่ 5.26 - 6.11 และ 5.27 - 6.13 ตามลำดับ (Leroy et al., 2007)

Mendonca และคณะ, (2013) ได้อธิบายเกี่ยวกับของแข็งที่ละลายน้ำได้ สำหรับเมล็ดกาแฟเขียวพันธุ์อาราบิก้าและโรบัสต้า โดยจะมีค่าความแตกต่างกันระหว่าง 23.85 - 27.31 และ 26.07 - 30.6 กรัม/100กรัมของกาแฟ Esteves and Oliveira (2013) กล่าวว่ากาแฟเขียวพันธุ์โรบัสต้า จะมีค่าความแตกต่างระหว่าง 32.46-34.91 กรัม/100กรัม สำหรับเนื้อหาที่บอกลถึงของแข็งที่ละลายน้ำได้จากตาราง 2.1



ตาราง 2.1 ค่าความเป็นกรด-เบส, ของแข็งที่ละลายได้, คาเฟอีน, ไตรโกนีนีน, 3-CQA, 4-CQA, 5-CQA, CQAtotal, 3,4-diCQA, 3,5-diCQA, 4,5-diCQA, diCQAtotal, 3-FQA, 5-FQA, FQAtotal, และกรดคลอโรจีนิก ในเมล็ดกาแฟอาราบิก้าและโรบัสต้า

Parameters	Green coffee samples	
	Arabica	Robusta
pH	5.62 ± 0.00 ^f	5.71 ± 0.00 ^g
Soluble solids (g/100 g)	33.32 ± 0.07 ^f	33.96 ± 0.52 ^f
Caffeine (g/100 g)	1.454 ± 0.007 ^f	2.382 ± 0.019 ^g
Trigonelline (g/100 g)	1.385 ± 0.014 ^f	1.009 ± 0.032 ^g
CQA (g/100 g)		
3-CQA	0.563 ± 0.002 ^f	0.631 ± 0.004 ^g
4-CQA	0.711 ± 0.008 ^f	0.801 ± 0.002 ^g
5-CQA	4.430 ± 0.036 ^f	4.703 ± 0.007 ^g
CQA _{total}	5.704 ± 0.044 ^f	6.135 ± 0.005 ^g
diCQA (g/100 g)		
3,4-diCQA	0.201 ± 0.002 ^f	0.572 ± 0.005 ^g
3,5-diCQA	0.395 ± 0.003 ^f	0.592 ± 0.005 ^g
4,5-diCQA	0.226 ± 0.003 ^f	0.515 ± 0.005 ^g
diCQA _{total}	0.822 ± 0.007 ^f	1.680 ± 0.014 ^g
FQA (g/100 g)		
3-FQA	0.029 ± 0.002 ^f	0.059 ± 0.000 ^g
5-FQA	0.242 ± 0.004 ^f	0.594 ± 0.002 ^g
FQA _{total}	0.271 ± 0.005 ^f	0.653 ± 0.002 ^g
CGA (g/100 g)	6.797 ± 0.054 ^f	8.467 ± 0.013 ^g

*Each value is the mean ± SE (n = 3). Different letters (r, s) indicate significant differences, in a multiple range analysis, for 95% confidence level.

ที่มา: Esteves and Oliveira (2013)

Abebe Belay และ A. V. Gholap (2009) การดูดกลืนของคลื่น UV-Vis ได้รับการตรวจสอบทั้งในแง่ของขีดจำกัดการตรวจจับ (Limit of Detected : LOD), ขีดจำกัดของปริมาณ (Limit of Quantity : LOQ), ค่าเส้นตรง และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กราฟที่มาจากการวัดจะสัมพันธ์กับความเข้มข้นการดูดกลืนที่มีความเข้มข้นที่สอดคล้องกัน โดยจะถูกสร้างขึ้นสำหรับ CGA ที่จุดสูงสุดสำหรับช่วงความเข้มข้นของ $(3.02 - 11.00) \times 10^{-8}$ โมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สมการในการวัดคือ $(Y = -0.00921 + 0.19252X, R = 0.99, S.D = 4.45\%, N = 7, p < 0.0001)$ ซึ่ง Y หมายถึงค่าที่สูงสุด = 324 นาโนเมตร และ X คือ ความเข้มข้นใน mg/L ขีดจำกัดการตรวจจับ (LOD) และปริมาณ (LOQ) จะกำหนดความไวต่อการกระตุ้นของวิธีการและคำนวณจากอัตราส่วนสูงสุดต่อเสียงรบกวน ในการศึกษาปัจจุบัน LOD และ LOQ ค่าของ CGA ได้ 16 และ 54 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัสดุดิบ

เมล็ดกาแฟ จากบริษัทเอกชนในจังหวัดเชียงราย

3.1.2 สารเคมี

เอทานอล (Ethanol, Commercial Grade A , Austria)

คาเฟอีน (Sigma-Aldrich, German)

สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (QREC, World Chemical Group, Thailand)

กรดคลอโรจีนิก (Sigma-Aldrich, German)

ไตรคลอโรมีเทน (RCI, Srithnana Perfect, Taipei)

ฟีนอลฟทาไลน์ (RPE, French Carlo , Erba)

3.2 อุปกรณ์

บีกเกอร์ 1000 มิลลิลิตร (Pyrex, Becthai, Thailand)

บีกเกอร์ 600 มิลลิลิตร (Pyrex, Becthai, Thailand)

บีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร (Pyrex, Becthai, Thailand)

บีกเกอร์ 50 มิลลิลิตร (Pyrex, Becthai, Thailand)

กระบอกตวง 250 มิลลิลิตร (Witeg, Italmar, Thailand)

กระบอกตวง 100 มิลลิลิตร (Lassco, Becthai, Thailand)

ปิเปต Pipette (HBG, Bara Scientific ,Thailand)

เครื่องปั่นแห้ง (HR-2118, Phillips, Indonesia)

แท่งแก้ว (Lenz, Becthai, Thailand)

ช้อนตวง (Lenz, Becthai, Thailand)

เครื่องกวนสารให้ความร้อน (C-Mag HS 7, IKA, Germany)

กรวยกรองแก้ว (Lenz, Becthai, Thailand)

แผ่นกรอง 0.22 ไมครอน (Whatman, Becthai, Thailand)

ขวดรูปชมพู่ 10 มิลลิลิตร (Pyrex, Becthai, Thailand)

ขวดรูปชมพู่ 50 มิลลิลิตร (Pyrex, Becthai, Thailand)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขวดรูปชมพู่ 1000 มิลลิลิตร (Pyrex, Becthai, Thailand)
 โถดูดความชื้น (Lenz, Becthai, Thailand)
 เครื่องวัดค่า pH (pH meter, Japan)
 บิวเรตต์ (Witeg, Italmar, Thailand)
 ขาตั้งและตัวจับบิวเรตต์ (Witeg, Italmar, Thailand)
 กรวยแยกสาร (Lenz, Becthai, Thailand)
 เครื่องวัดสี (Minolta CR 400, Centesia, Thailand)
 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (UV-1061, Bara Scientific, Thailand)
 อะลูมิเนียมฟรอย (Aro, Siam Makro, China)
 เครื่องกวนสารชนิดให้ความร้อน (IKA, Becthai, Thailand)

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 เตรียมเมล็ดกาแฟ

3.3.1.1 ปอกเปลือกเมล็ดกาแฟ

1 เซอร์รีกาแฟ (5100 กรัม) แบ่งออกมาเป็น 3 ส่วน ส่วนละ 1700 กรัม ทั้ง 3 ส่วนนี้จะนำไปใช้สำหรับการอบที่แตกต่างกัน 3 อุณหภูมิ คือ 40 , 50 และ 60 องศาเซลเซียส

2 นำเซอร์รีกาแฟแต่ละส่วนนี้ไปแช่น้ำในอัตราส่วนระหว่างเซอร์รีกาแฟกับน้ำ คือ 1 : 2 เป็นเวลา 36 ชั่วโมง โดยเปลี่ยนน้ำทุก ๆ 12 ชั่วโมง แล้วค่อยปอกเปลือก

3 หลังจากปอกเปลือกออกแล้ว นำเมล็ดกาแฟไปหมักน้ำในอัตราส่วนระหว่างเมล็ดกาแฟกับน้ำ คือ 1 : 2 อีกเป็นเวลา 8 ชั่วโมง

4 นำเมล็ดกาแฟที่ได้หลังจากการหมักนี้ไปบรรจุใส่ถุงซิลิโคนสุญญากาศปิดสนิท เก็บในตู้แช่แข็ง และละลายน้ำแข็ง ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมงเมื่อต้องการเข้ากระบวนการอบ

3.3.1.2 ขั้นตอนการอบ

วางเมล็ดกาแฟสดบนแผ่นอะลูมิเนียมฟรอย แผ่นเมล็ดกาแฟให้ทั่วแผ่นอะลูมิเนียมฟรอย จากนั้นเข้าตู้อบจนได้ค่าความชื้นคงที่ ที่อุณหภูมิ 40 , 50 และ 60 องศาเซลเซียส

3.3.2 การวิเคราะห์

3.3.2.1 หาปริมาณกรดคลอโรจินิก (Chlorogenic acid) โดยวิธี UV/Vis spectrometer

1 ใช้วิธีการสกัดร้อน โดยกาแฟบด 6 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 100 มล. ต้มให้เดือด 100 องศาเซลเซียส และผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 1 ชม. จากนั้นคลายร้อนจนกว่าสารละลายจะมีอุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 กรองตัวอย่างแล้วผสมกับไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane) ในกรวยแยกด้วยอัตราส่วนสารสกัดต่อไดคลอโรมีเทนเป็น 20 : 80 มล. สกัดโดยใส่ไดคลอโรมีเทนทีละ 20 มล. ผสมให้เข้ากัน 10 นาที เพื่อแยกกาเฟอีน (สารละลายชั้นล่าง)

3 วิเคราะห์กรดคลอโรจินิก โดยวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 324 นาโนเมตร โดยใช้ไดคลอโรมีเทนเป็นสารละลาย Blank มาเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดคลอโรจินิกต่อ (นิรมล และสุทธิวัลย์, 2554)

3.3.2.2 หาปริมาณคาเฟอีน (Caffeine) โดยวิธี UV/Vis spectrometer

1 นำสารละลายคาเฟอีน (สารละลายชั้นบน) ที่ได้จากข้อ 3.3.2.1 มาหาปริมาณวิเคราะห์คาเฟอีนโดยวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV/Vis Spectrometer

2 ใช้น้ำกลั่นเป็นสารละลาย Blank มาเทียบกับสารละลายมาตรฐานคาเฟอีน (นิรมล และสุทธิวัลย์, 2554)

3.3.2.3 หาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก (Titratable acidity; TA) โดยวิธีการไตเตรทตามวิธี AOAC (2000)

3.3.2.4 วิเคราะห์สี

สีของกาแฟที่ผ่านการอบภายใต้เงื่อนไขการอบแห้งด้วยอุณหภูมิต่าง ๆ จะถูกวัดด้วยเครื่องวัดสี (Minolta CR 400, Centesia, Thailand) โดยใช้วิธี L^* , a^* , b^* ชั้นตอนจะสอดคล้องกับวิธีทดสอบมาตรฐาน (ASTM, 2013) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสีประกอบไปด้วยค่า L^* ($L^* = 100$ สีขาว, $L^* = 0$ สีดำ), a^* [สีเขียว (+) และ สีเขียว (-)], และ b^* [สีเหลือง (+) และ สีนํ้าเงิน (-)] ค่าความต่างของสี (ΔE), ค่าความเข้มของสี (C^*) และเฉดสี (H^*) ทั้งหมดนี้จะหาได้จาก สมการที่ 3.1 และ 3.2 แต่ละการวัดนั้นถูกกำหนดให้ทำ 5 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่ได้ของตัวแปรจากสีกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก็หาได้แล้ว

$$\Delta E^* = \sqrt{(L_0^* - L^*)^2 + (a_0^* - a^*)^2 + (b_0^* - b^*)^2} \quad (3.1)$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (3.2)$$

$$H^* = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (3.3)$$

โดยสำหรับการวัดสีในเมล็ดกาแฟอบแห้งจะได้เมล็ดกาแฟที่มีเกลบหุ้มไว้อยู่ด้านนอก และด้านในจะมีแผ่นเยื่อ บาง ๆ หุ้มเมล็ดกาแฟไว้อีกชั้น ต้องแกะเกลบและแผ่นเยื่อนั้นออกก่อนจึงจะนำมาศึกษาได้ ซึ่งโดยปกติแล้วจะต้องนำเมล็ดกาแฟอบแห้งไปเข้าเครื่องสีเพื่อแกะเกลบออก แต่เนื่องด้วยสถานที่ที่ใช้ศึกษานั้น ไม่มีเครื่องสีจึงใช้มือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแกะ โดยระหว่างขั้นตอนการแกะแกลบเมล็ดกาแฟอยู่นั้น เมล็ดกาแฟบางเมล็ดเราสามารถลอกแผ่นเยื่อออกมาได้อย่างง่ายดาย เช่น การอบแห้งที่ 60 องศาเซลเซียส สามารถลอกแผ่นเยื่อออกได้ง่ายที่สุด รองลงมาคือ 50 องศาเซลเซียส และ 40 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ทำให้พบว่าภาวะการอบแห้งมีผลต่อการเปลี่ยนสีเมล็ดกาแฟหรือลอกแผ่นเยื่อออกเช่นกัน

3.3.2.5 การเตรียมสารละลายมาตรฐานคาเฟอีน ด้วยวิธี UV/Vis spectrometer

เตรียมสารละลายมาตรฐานคาเฟอีน 10 20 40 80 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260 ด้วยเครื่อง UV/Vis spectrometer หลังจากนั้นให้แสกนหาความยาวคลื่นที่เหมาะสม (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ)

3.3.2.6 การเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดคลอโรจีนิก ด้วยวิธี UV/Vis spectrometer

เตรียมสารละลายมาตรฐาน กรดคลอโรจีนิก 10 20 40 80 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยสารละลายไดคลอโรมีเทน จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 324 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV/Vis spectrometer หลังจากนั้นให้แสกนหาความยาวคลื่นที่เหมาะสม (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ)

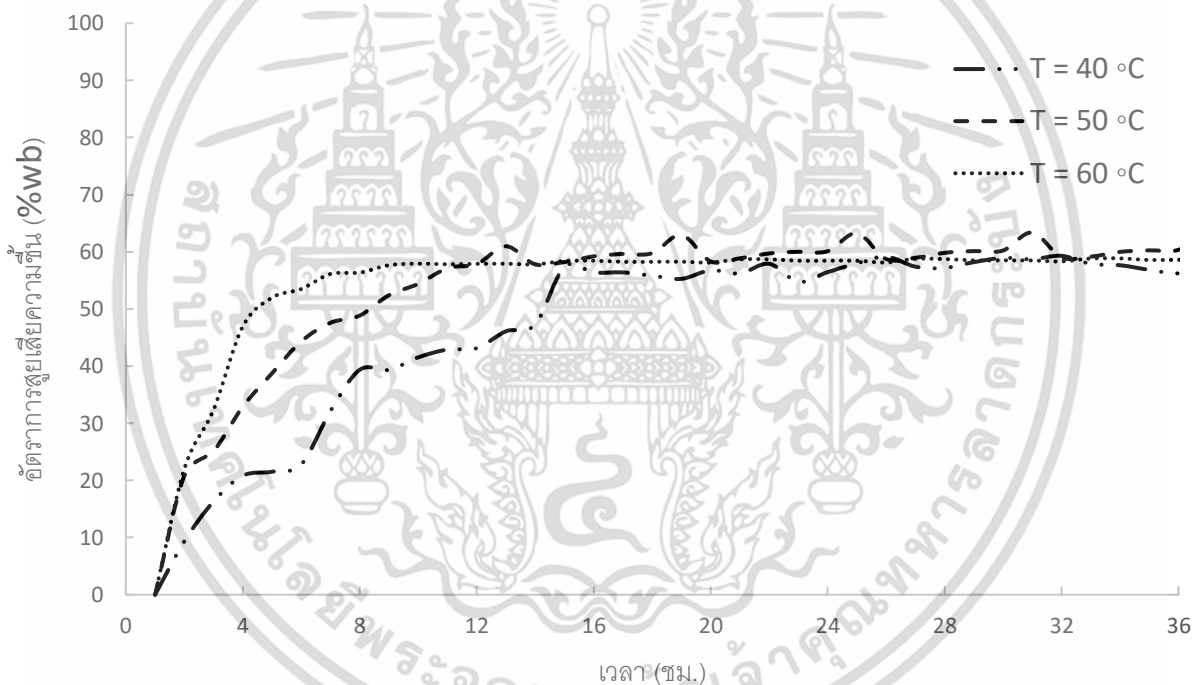
บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการการอบเมล็ดกาแฟด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดนั้น มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาภาวะการอบ องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพที่อบด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด ณ อุณหภูมิที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

4.1 การศึกษาภาวะการอบ

สำหรับการศึกษาภาวะการอบที่อุณหภูมิ 40 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมงเพื่อทำการวิเคราะห์อัตราการสูญเสียความชื้น กับ เวลา ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการสูญเสียความชื้น กับ เวลา ที่อุณหภูมิการอบ 40 ,50 และ 60 องศาเซลเซียส

ผลการทดลองพบว่าจากภาพที่ 4.1 ให้เห็นว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 9 ชั่วโมง มีผลทำให้ความชื้นคงที่เร็วที่สุด ตามด้วยการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 40 องศาเซลเซียส ตามลำดับโดยการอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสมีความคงที่หลังจากแล้วที่ 15 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิมีผลต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาในการอบแห้ง โดยการเพิ่มอุณหภูมิในการอบสูงส่งผลให้ ระยะเวลาในการอบจะน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Dong และคณะ(2018) ในเรื่องของระยะเวลาที่ใช้ในการอบที่เท่ากันแต่ใช้ภาวะการอบที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าเมื่อใช้อุณหภูมิสูงขึ้นการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกาแฟง่ายขึ้น และใช้เวลาน้อยกว่าอุณหภูมิต่ำ

4.2 ศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพของเมล็ดกาแฟอบด้วยตู้อบลมร้อน

การอบแห้งช่วยลดความชื้น และช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ อย่างไรก็ตามการอบแห้งเมล็ดกาแฟก่อนนำไปคั่วมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีและสมบัติทางกายภาพ การศึกษานี้เลือกใช้ตัวอย่างเมล็ดกาแฟ (Robusta ,Chiang Rai, Thailand) ตากแห้งเกรดพาณิชย์ ซึ่งผ่านการแปรรูปวิธีการแบบเปียกและตากแดดเป็นเวลาอย่างน้อย 2 สัปดาห์ หรือ 14 วัน ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพโดยมีการเปรียบเทียบทั้ง 4 สภาวะดังนี้

4.2.1 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของเมล็ดกาแฟ

นำเมล็ดกาแฟที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียสมาวัดการเปลี่ยนแปลงค่าสีเปรียบเทียบเมล็ดกาแฟที่อบด้วยตู้อบลมร้อนแบบกดได้ผลการทดลองในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลค่าเม็ดสีที่อบเมล็ดกาแฟด้วยภาวะการอบที่แตกต่างกัน

Temperature	L*	a*	b*	C*	H*	ΔE	RGB Color
Control	15.22	1.97	9.23	9.44	77.97	82.47	
Sun Drying	17.12	0.770	4.437	4.50	80.15	79.50	
40 °C	13.25	1.007	4.040	4.16	76.01	83.39	
50 °C	14.34	1.263	4.560	4.73	74.51	82.29	
60 °C	13.51	0.863	4.603	4.68	79.38	83.11	

หมายเหตุ : แปลงค่าสีจาก L*, a*, b* เป็น RGB ได้จาก <https://www.nixsensor.com/free-color-converter/>

จากตารางที่ 4.1 พบว่าการอบแห้งมีผลต่อค่าสีเมล็ดกาแฟที่ 40 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่าความสว่าง (L*) สีเหลือง (b*) หรือแม้กระทั่งความเข้มสี (C*) น้อยที่สุดหรือมีสีที่อ่อนที่สุดจากทั้งหมด โดยเปรียบเทียบรายละเอียดยัง 4 ภาวะมีดังนี้ 40 องศาเซลเซียส จะมีความสว่างมากที่สุด รองลงมาคือ 60 องศาเซลเซียส และ 50 องศาเซลเซียส

ตามลำดับ ค่า a^* ตัวควบคุมจะมีค่าน้อยสุด หรือมีความใกล้เคียงกับสีเขียวมากที่สุด รองลงมาคือ 60 องศาเซลเซียส แต่ 40 องศาเซลเซียส และ 50 องศาเซลเซียส ให้โทนสีใกล้เคียงกันแต่ไปทางสีแดงมากกว่า 40 องศาเซลเซียส ; ส่วนค่า b^* 60 องศาเซลเซียส มีค่ามากที่สุด ส่วน 40 องศาเซลเซียส นั้นได้ค่าที่น้อยที่สุดออกไปทางน้ำเงินมากกว่า ทั้งหมด การเปลี่ยนสีในค่า b^* สามารถประเมินโดยตัวอย่างที่เสียหรือเหลืองมากขึ้น ความแตกต่างของค่าเหล่านี้ L^* , a^* และ b^* อาจเนื่องมาจากการสลายตัวของเม็ดสีหรือ Nonenzymatic Maillard browning (Dadali, Demirhan, & Özbek, 2007) และสอดคล้องกับ Dong และคณะ(2018) ค่า b^* ของเมล็ดกาแฟแห้งมีค่าสูงกว่าเมล็ดกาแฟสด แสดงว่าความเหลืองของเมล็ดกาแฟสีเขียวเพิ่มขึ้นหลังการอบแห้ง

อย่างไรก็ตามค่า a^* ของเมล็ดกาแฟสีเขียวและเมล็ดกาแฟอบแห้งแทบจะไม่ต่างกันมีค่าอยู่ระหว่าง 0-5 ซึ่งบ่งชี้ว่าสีแดงของเมล็ดกาแฟสีเขียวและเมล็ดกาแฟอบแห้งนั้นไม่สูง เมื่อประเมินสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนสีของเมล็ดกาแฟ (ΔE) ภาวะแต่ละภาวะ และเปรียบเทียบกับตัวควบคุม สำหรับค่า ΔE สูงสุดจะถูกพบในภาวะ 40 องศาเซลเซียส ในขณะที่ค่าต่ำสุดจะเกิดขึ้นในตัวอย่างอบแห้งโดยตัวควบคุม

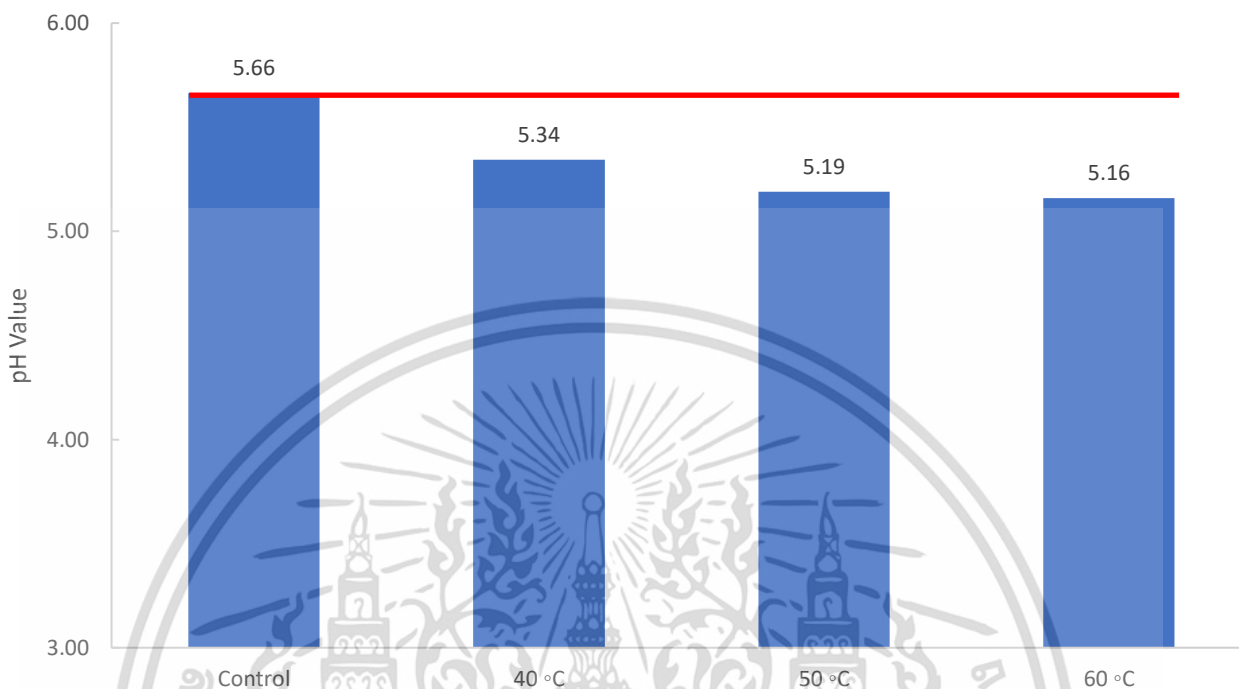
4.3 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดกาแฟอบด้วยตู้อบลมร้อน

สำหรับคุณสมบัติของการอบแห้งนั้นไม่ได้ส่งผลกระทบต่อเพียงแค่ความชื้น หรือทางกายภาพเท่านั้น แต่ยังส่งผลต่อเอนไซม์ สารอาหารซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี เนื่องจากปฏิกิริยาที่สารอินทรีย์สลายหรือเปลี่ยนพันธะเคมีลง โดยมีปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณสมบัติทางเคมีดังนี้

4.3.1 ค่าความเป็นกรด - เบส (pH)

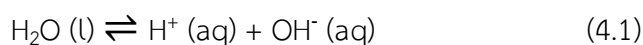
ค่าความเป็นกรดหรือเบสน้ำกาแฟที่ผ่านการอบแห้งที่ภาวะต่าง ๆ และตัวควบคุมที่วัดได้นั้นได้ถูกสรุปลงในภาพที่ 4.2

ค่าความเป็นกรด - เบส (pH Value)



ภาพที่ 4.2 ค่าความเป็นกรด - เบสของภาวะการอบเมล็ดกาแฟอบแห้งที่แตกต่างกัน

จากภาพที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าเมล็ดกาแฟที่อบแห้งด้วยภาวะต่างกันมีค่า pH สูงสุด คือตัวควบคุม และต่ำสุด คือ 60 องศาเซลเซียส และ 40 องศาเซลเซียส เป็น 5.34 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบที่มีค่า pH 5.66 แล้วมีความเป็นกรดต่ำกว่า แสดงว่าสภาวะทั้ง 3 มีความเป็นกรดที่สูงกว่าตัวเปรียบเทียบ จากรายงานของ Leroy et al., (2007) เมล็ดกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้าควรมีค่า pH อยู่ในช่วง 5.27 - 6.13 ภาวะ 50 องศาเซลเซียส และ 60 องศาเซลเซียส ได้ค่าน้อยกว่าที่กำหนดอาจเป็นเพราะอุณหภูมิมีผลต่อการแตกตัวของโมเลกุลของสาร โดยเมื่อโมเลกุลของสารพบกับภาวะที่มีอุณหภูมิสูงจะมีผลทำให้ค่า pH ลดลง เนื่องจากการแตกตัวของน้ำสามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นไฮโดรเจนไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออนได้ (Westlabblogcanada, 2017) โดยจะได้ดังสมการการ 4.1 แตกตัวของน้ำดังนี้



และสารละลายทุกตัวจะมีการเปลี่ยนแปลงค่า pH ผ่านการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเท่านั้น ดูได้จากภาพ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

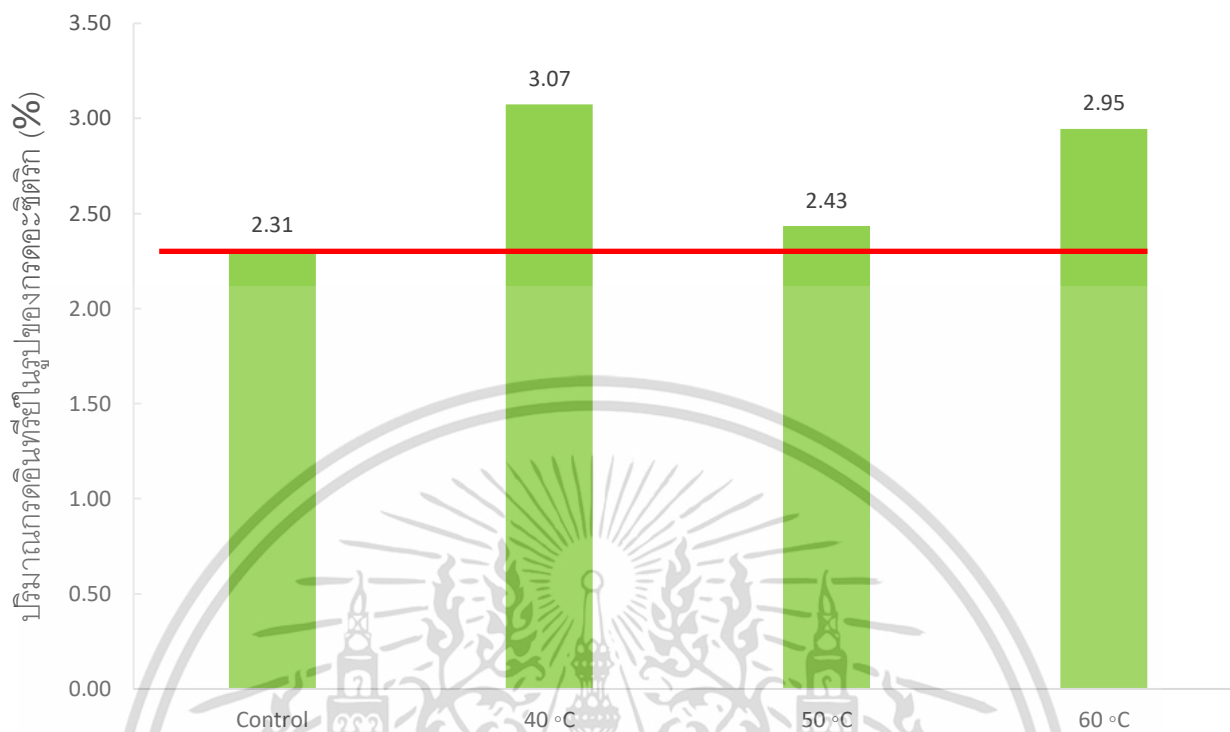
ตารางที่ 4.2 ค่าคงที่การแตกตัวของน้ำและ pH เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

Temperature (°C)	$K_w (mol^2 dm^6)$	pH
0	0.114×10^{-14}	7.47
25	1.008×10^{-14}	7.00
50	5.476×10^{-14}	6.63
100	51.3×10^{-14}	6.14

ที่มา: Westlabblogcanada, 2017

4.3.2 ปริมาณกรดอินทรีย์

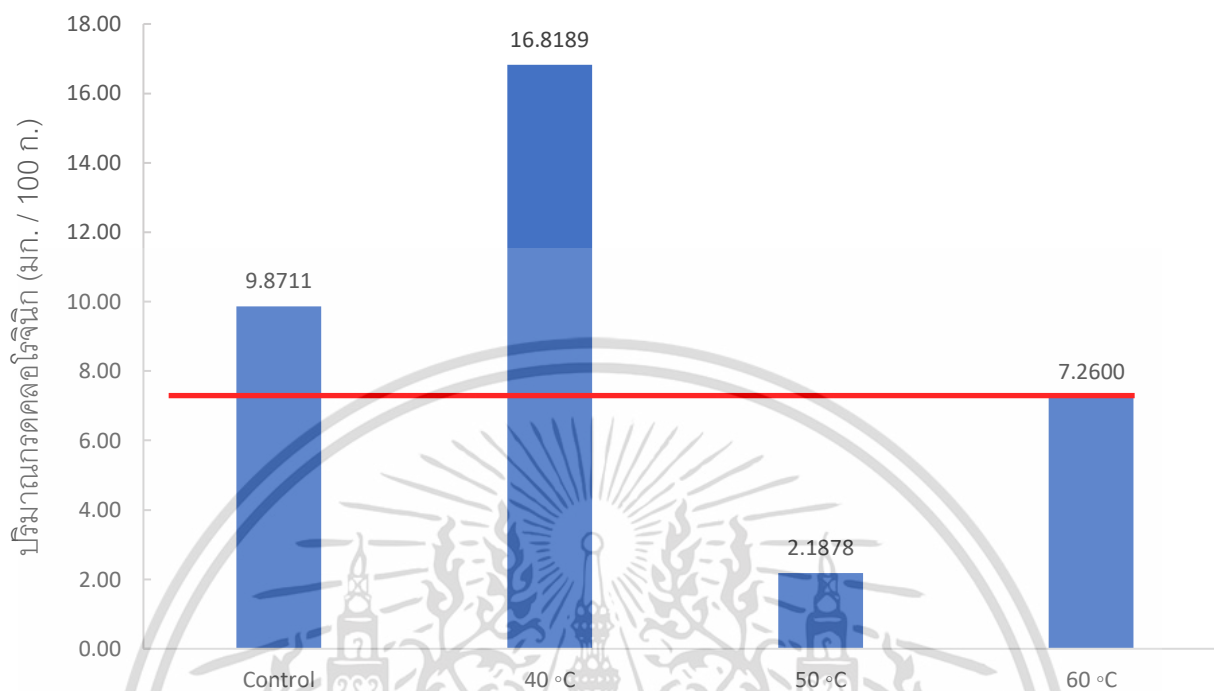
โดยจากภาพที่ 4.2 การอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จะได้ปริมาณกรดอินทรีย์ที่สูงที่สุดคือ 3.07 % , รองลงมาคือ 60 องศาเซลเซียส ได้ 2.95 % ,50 องศาเซลเซียส ได้ 2.43 % และตัวควบคุมที่ได้ 2.31 % ทั้ง 3 สภาวะมีปริมาณกรดที่สูงกว่าตัวควบคุม แสดงภาวะการอบด้วยตู้อบลมร้อนให้ปริมาณกรดอินทรีย์ที่มีในเมล็ดกาแฟสูงกว่าเมื่อเทียบกับเมล็ดกาแฟที่ใช้การตากแห้ง อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิในการตากแห้งด้วยวิธีธรรมชาติต่ำกว่าการอบในตู้อบลมร้อนที่ใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ทำให้ในเอนไซม์ในเนื้อเชอร์รี่กาแฟยังมีการทำงานอยู่ในระหว่างการทำแห้ง ซึ่งอาจจะไปย่อยหรือทำงานกรดที่มีอยู่ในเชอร์รี่กาแฟเป็นสารอนุพันธ์อื่น ๆ (นิรมล และสุทธิวัลย์, 2554)



ภาพที่ 4.3 ปริมาณกรดอินทรีย์ของภาวะการอบเมล็ดกาแฟอบแห้งที่แตกต่างกัน

4.3.3 ปริมาณกรดคลอโรจีนิก

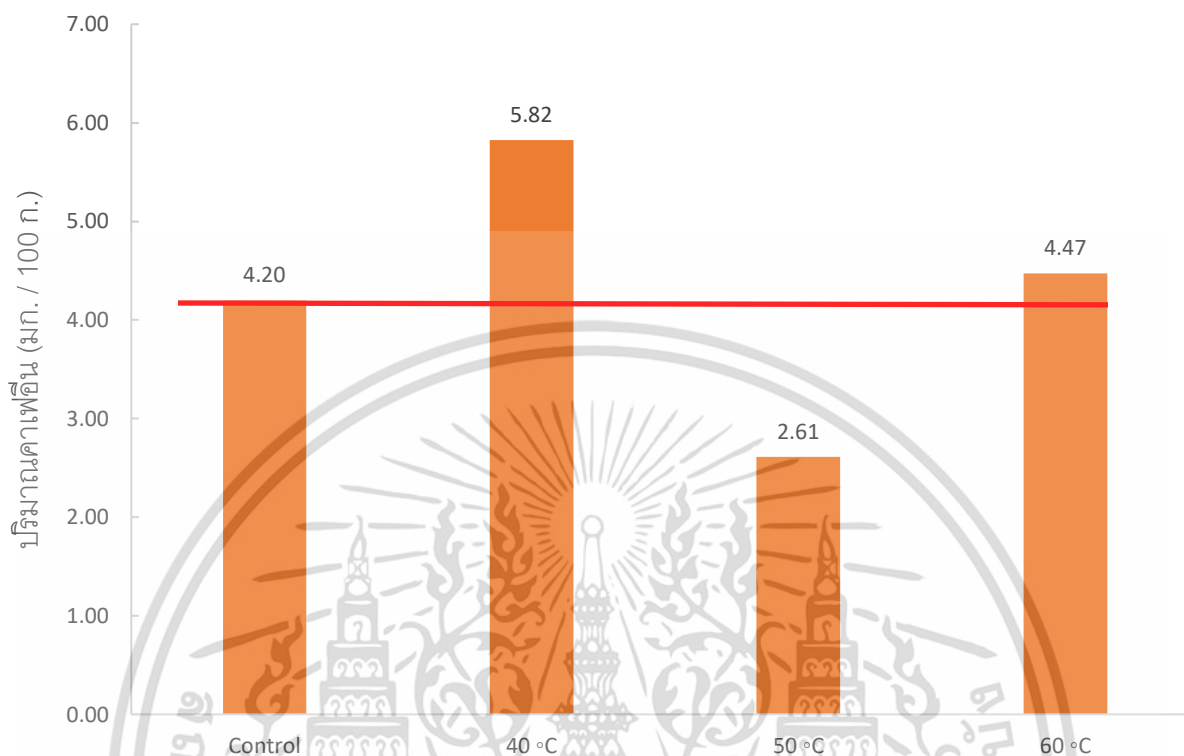
จากภาพ 4.5 แสดงปริมาณกรดคลอโรจีนิกที่มีในเมล็ดกาแฟเรียงลำดับจากน้อยไปมากได้ดังนี้ 50 องศาเซลเซียส (2.1878 มก. / 100 ก.) , 60 องศาเซลเซียส (7.2600 มก. / 100 ก.) น้อยกว่าตัวควบคุม (9.8711 มก. / 100 ก.) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ นิรมล และสุทธิวัลย์ (2554) พบว่าปริมาณกรดคลอโรจีนิกที่อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 มีน้อยกว่าเมล็ดกาแฟที่ตากแห้งโดยวิธีธรรมชาติซึ่งมีอุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส แต่ที่ 40 องศาเซลเซียส (16.8189 มก. / 100 ก.) มีปริมาณที่มากกว่าตัวควบคุมอาจเป็นเพราะเป็นการอบแห้งด้วยอุณหภูมิต่ำ การอบแห้งด้วยอุณหภูมิต่ำนี้ไม่สามารถส่งผลกระทบต่ออนุพันธ์ของสาร หรือเอนไซม์บางตัว ทำให้เอนไซม์ดังกล่าวยังคงมีการทำงาน หรือการคงตัวไปสลายไปเป็นพันธะอื่น เพราะฉะนั้นวิธีการอบแห้งและอุณหภูมิการอบจึงมีผลต่อปริมาณกรดคลอโรจีนิกในเมล็ดกาแฟ



ภาพที่ 4.4 ปริมาณกรดคลอโรจิินิก (มก. / 100 ก.) ที่ภาวะการอบที่แตกต่างกัน

4.3.4 ปริมาณคาเฟอีน

เมล็ดกาแฟที่อบด้วยภาวะที่แตกต่างกันแสดงดังภาพที่ 4.4 พบว่าเมล็ดกาแฟที่อบด้วยอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ได้ปริมาณมากที่สุด (5.8248 มก./100 ก.) และ 50 องศาเซลเซียส (2.6102 มก./100 ก.) ได้ปริมาณที่น้อยสุด โดยจะมี 60 องศาเซลเซียส (4.7731 มก./100 ก.) กับตัวควบคุมมีปริมาณสูงสุดรองลงมา (4.1969 มก./100 ก.) ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าปริมาณกรดคลอโรจิินิกและปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือในเมล็ดกาแฟที่มีปริมาณกรดคลอโรจิินิกสูงก็จะมีปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟสูงเช่นกัน สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ อวยพร (2548) ปริมาณกรดคลอโรจิินิกที่มีในเมล็ดกาแฟจะมีแนวโน้มเดียวกันกับปริมาณคาเฟอีน



ภาพที่ 4.5 ปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟอบแห้งที่ภาวะการอบที่แตกต่างกัน

Dong และคณะ (2017) ผลของเครื่องอบแห้งด้วยลมร้อน ตั้งแต่อุณหภูมิ 40, 45 และ 50 องศาเซลเซียส จะมีค่าเวลาในการอบอยู่ที่ 23, 16 และ 11 ชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนของเครื่องอบแบบถาดด้วยอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จะอยู่ที่ 72 ชั่วโมง และปริมาณคาเฟอีน ตั้งแต่อุณหภูมิ 40, 45 และ 50 องศาเซลเซียส จะมีค่าอยู่ที่ 1.26, 1.20 และ 1.22 ตามลำดับ และเครื่องอบแบบถาดด้วยอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสจะอยู่ที่ 1.25 ผลทั้งหมดเหล่านี้จะแสดงว่ายิ่งอุณหภูมิมาก ค่าจะน้อยลงไปเรื่อยๆ โดยปริมาณคาเฟอีนจะสัมพันธ์กับปริมาณกรดคลอโรจินิก ถ้าค่าสูงก็จะสูง ถ้าค่าต่ำก็จะต่ำตามกันไป และค่าทั้งหมดจะไล่ระดับลดลงไปเรื่อยๆ ซึ่งจากผลการทดลองปริมาณคาเฟอีน ค่าของปริมาณคาเฟอีนของอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีค่าที่ต่ำจนเกินไป โดยอาจมีผลจากข้อผิดพลาดในขั้นตอนการทดลองเกี่ยวกับการสกัด คือ ระยะเวลาในการผสม Dichloromethane กับสารละลายกาแฟ เพื่อสกัดสารคาเฟอีนออกมา สารละลาย Dichloromethane มีจุดเดือดที่ต่ำ เท่ากับ 39.8 (วรวิดี และ ธนินี, 2015) ทำให้สารละลายมีการระเหยได้ง่าย จึงต้องมีการระมัดระวังในส่วนนี้เนื่องจาก ถ้าใช้ระยะเวลาในการสกัดนานจนเกินไป Dichloromethane จะระเหยและทำให้ได้สารที่สกัดไม่เพียงพอ สรุปคือระยะเวลาในการสกัดของเมล็ดกาแฟอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส อาจใช้เวลานานจนเกินไป ทำให้สารคาเฟอีนได้มาไม่เพียงพอ

โดยทั่วไปผลของอุณหภูมิที่ส่งผลต่อสารคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟ จากรายงานของ Dong และคณะ, (2017) ใน การศึกษานี้ปริมาณคาเฟอีนจะไม่แตกต่างกันในเมล็ดกาแฟที่ได้รับการอบแห้งแบบต่างๆ ($p < 0.05$) สิ่งนี้สามารถ อธิบายได้โดยธรรมชาติ ว่าคาเฟอีนค่อนข้างคงที่ เนื่องจากเป็นที่ทราบกันว่า มันมีความต้านทานต่อการเสื่อมสภาพ ได้ดีภายใต้สภาพการอบแห้งแบบต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษานี้ ดูได้จากตารางที่ 4.7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ภาวะในการอบมิงงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาภาวะการอบเม็ล็ดกาแพด้วยตู้อบลมร้อนแบบภาค โดยมีภาวะการอบ 3 สภาวะ ได้แก่ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง จากการอบแห้งทั้ง 3 ภาวะ พบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสใช้เวลาอบน้อยที่สุด คือ 9 ชั่วโมงในการไล่ความชื้นออกจากเม็ล็ดกาแพอบแห้งให้คงที่ และศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของเม็ล็ดกาแพด้วยตู้อบลมร้อนแบบภาคพบว่าการเปลี่ยนแปลงของเม็ล็ดสีไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในผลกระทบทางเคมีบ่งบอกถึงความแตกต่างในคุณภาพของเม็ล็ดกาแพอบแห้ง เช่น ปริมาณกรดอินทรีย์ กรดคลอโรจีนิก และคาเฟอีน พบว่าอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสมีประสิทธิภาพสูงที่สุดสำหรับการรักษาองค์ประกอบทางเคมีที่มีในเม็ล็ดกาแพอบแห้ง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การเลือกใช้เครื่องอบแห้งเม็ล็ดกาแพควรใช้เครื่องอบแห้งที่เป็นระบบปิดให้ลมร้อนหมุนเวียนภายในระบบ และไม่มีการถ่ายเทอากาศจากข้างนอกเข้าสู่ระบบได้ เพื่อที่จะไม่ให้ตัวอย่างดูดความชื้นย้อนกลับได้

5.2.2 สารละลายไดคลอโรมีเทนและสารสกัดกรดคลอโรจีนิกมีความไวต่อแสงจึงควรทำในที่ที่มีแสงน้อย การจัดเก็บก็ควรเก็บในขวดสีชา หรือขวดที่มีการป้องกันแสงได้ และสารดังกล่าวสารระเหยได้ง่ายในอุณหภูมิห้อง หากมีการสูดดมสารระเหยดังกล่าวไปจะเป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ควรสกัดในตู้ดูดควัน

บรรณานุกรม

- กระทรวงพลังงาน. 2558. การอบแห้ง(Drying). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<https://ienergyguru.com/2015/09/drying/>. 11 มีนาคม 2563.
- จันทร์ธา โยธะคา และ อัญชลียา อินพรหม. 2547. การออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยสำหรับห้องปฏิบัติการ. รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เจริญ เจริญชัย. 2557. การทำแห้งอาหาร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
https://ajarncharoen.files.wordpress.com/2014/08/09_dehydration.pdf 14 มีนาคม 2563.
- ณัฐภา กาญจนขุนดี. 2562. ตอนที่ 1 ประวัติของกาแฟ และความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกาแฟ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.khundee.com/ตอนที่1-ประวัติของกาแฟ/>
- เทรนเนอร์เกี้ยว. 2562. กรดคลอโรจีนิก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<https://www.facebook.com/ilovehillkoff/posts/1376663792390571:0>
- นิรนาม ก. 2553. กาแฟ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.anatomy.dent.chula.ac.th/coffee.html>. 17 ธันวาคม 2562
- นิรมล ปัญญาบุศยกุล และสุทธิวัลย์ สีทา. 2554. ผลของการทำแห้งต่อองค์ประกอบ และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเนื้อผลกาแฟ. รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนานนท์. 2563. Phenolic compounds / สารประกอบฟีนอล. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2585/phenolic-compounds-สารประกอบฟีนอล. 20 กรกฎาคม 2563
- พรรณพร กะตะจิตต์. 2561. เคมีอธิบายอาหารใหม่มีสีดำ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<https://www.scimath.org/article-chemistry/item/8474-2018-07-18-04-06-45>. 17 ธันวาคม 2562
- วรวิดี วรภัทร์ และ ธณีนี วงศ์อกนิษฐ์. 2015. Dichloromethane. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<http://ohs.sci.dusit.ac.th/wp/?p=718>. 13 กรกฎาคม 2563
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2561. กาแฟ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://th.wikipedia.org/wiki/กาแฟ>. 22 พฤศจิกายน 2562.
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2562. การอบแห้ง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<https://th.wikipedia.org/wiki/การอบแห้ง>. 22 พฤศจิกายน 2562.

- สุกัญญา อภิภัทรกุล. 2558. การเปรียบเทียบปริมาณคาเฟอีน สารประกอบฟีนอลิกน้ำมันกาแฟ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มีในผงเมล็ดกาแฟบดและกากกาแฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. 24 พฤษภาคม 2563
- สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร. 2552.กาแฟ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.arda.or.th/kasetinfo/south/coffee/controller/index.php>. 22 พฤศจิกายน 2562.
- อวยพร อภิรักษ์อร่ามวง. (2548). การบริโภคกาแฟกับความเสี่ยงต่อเบาหวานชนิดที่ 2. วไทยโภชนาการ. 81-92.
- Abebe Belay, Kassahun Ture, Mesfin Redi, Araya Asfaw. (2007). Measurement of caffeine in coffee beans with UV/vis spectrometer. Food Chemistry. 108 (2008) 310–315.
- Abebe Belay and A.V. Gholap. (2009). Characterization and determination of chlorogenic acids (CGA) in coffee beans by UV-Vis spectroscopy. Research Gate. 3(11). 234-240.
- Admin_K. 2016. Chemical compounds in coffee. [Online]. Available: <https://www.coffeefavour.com/chemical-compounds-in-coffee/>. 14 December 2019
- American Chemical Society.International Coffee Organization (ICO). 2017. Historical data on the global coffee trade. [Online]. Available: <http://www.ico.org/historical/1990%20onwards/PDF/1a-total-production.pdf> (accessed in 1412.17.).
- AMPRO Health. 2563. กรดอะซิติกคืออะไรและมีประโยชน์อย่างไร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://amprohealth.com/nutrition/acetic-acid/>. 13 กรกฎาคม 2563
- Bubbles. 2012. Coffee. [Online]. Available: <http://plantplantcoffee.blogspot.com/>.
- Caffitaly. 2019. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี เมื่อเมล็ดกาแฟบดถูกคั่ว. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.facebook.com/caffitalyTH/posts/850459745306787/>. 20 กรกฎาคม 2563
- De Melo Pereira, G. V., de Carvalho Neto, D. P., Magalhaes Junior, A. I., Vasquez, Z. Se., Medeiros, A. B. P., -Vandenberghe, L. P. S., and Soccol C. R. 2019. Exploring the impacts of postharvest processing on the aroma formation of coffee beans - A review. Food Chemistry, 272, 441–452.
- Dong, W.; Cheng, K.; Hu, R.; Chu, Z.; Zhao, J and Long, Y. (2018). Effect of microwave vacuum drying on the drying characteristics, color, microstructure, and antioxidant activity of green coffee beans. molecules. 23. 1146.

- Dong, W.; Hu, R.; Chu, Z.; Zhao, J. and Tan, L.(2017). Effect of different drying techniques on bioactive components, fatty acid composition, and volatile profile of robusta coffee beans. *Food Chemistry*. 234. 121-130.
- Dong, W., Hu, R., Long, Y., Li, H., Zhang, Y., Zhu, K., & Chu, Z. (2019). Comparative evaluation of the volatile profiles and taste properties of roasted coffee beans as affected by drying method and detected by electronic nose, electronic tongue, and HSSPME-GC-MS. *Food Chemistry*, 272, 723–731.
- Fareeya, K.; Chaleeda, B.; Inthawoot, S. and Keith, R. (2019). Impact of drying process on chemical composition and key aroma components of Arabica coffee. *Food Chemistry*. 291,49-58.
- International Coffee Organization (ICO). 2017. Historical data on the global coffee trade. [Online]. Available: <http://www.ico.org/historical/1990%20onwards/PDF/1a-total-production.pdf>. 20 July 2020
- International Coffee Organization. 2002 . Improving Quality. [Online]. Available: http://www.ico.org/improving_quality.asp. 13 July 2020
- Natalina Cavaco Bicho, António Eduardo Leitão, José Cochicho Ramalho, Nuno Bartolomeu de Alvarenga and Fernando Cebola Lidon. (2013). Identification of Chemical Clusters Discriminators of Arabica and Robusta Green Coffee. *International Journal of Food Properties*. 16:895–904.
- P.E. Aikpokpodion and L.N. Dongo. (2010). EFFECTS OF FERMENTATION INTENSITY ON POLYPHENOLS AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF COCOA BEANS. *Int. J. Sustain. Crop Prod.* 5(4):72-76
- POB PAD. (2016) คาเฟอีน มีประโยชน์หรือให้โทษต่อร่างกาย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.pobpad.com/%E0%B8%84%E0%B8%B2%E0%B9%80%E0%B8%9F%E0%B8%AD%E0%B8%B5%E0%B8%99-%E0%B8%A1%E0%B8%B5%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%82%E0%B8%A2%E0%B8%8A%E0%B8%99%E0%B9%8C%E0%B8%AB%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B9%83>. 20 กรกฎาคม 2563.
- Skywayman. 2014. Before being coffee. [Online]. Available: <https://pantip.com/topic/31890412>. 22 November 2019

Westlabblogcanada. 2017. How Does Temperature Affect pH?. [Online]. Available:
<https://www.westlab.com/blog/2017/11/15/how-does-temperature-affect-ph>. 10 June
2020



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ

ก.1 การวิเคราะห์สี

การวัดหรือวิเคราะห์สี เป็นการระบุค่าสีออกเป็นตัวเลข เนื่องจากการมองเห็นจะขึ้นอยู่กับ 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ แสง วัตถุ และประสาทตาของมนุษย์ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีความซับซ้อนทั้งเรื่องธรรมชาติแสงที่ฉายหรือส่องบนวัตถุ เรื่องของประสาทตาของแต่ละคน และความสามารถในการรับแสงช่วงคลื่นต่างๆ ที่มีระดับความเข้มหรือสว่างต่างกันออกไป ตลอดจนการตีความข้อมูลทีประสาทตาได้รับจากสมองของมนุษย์ ซึ่งเป็นประสบการณ์ที่สะสมมาก่อนของแต่ละบุคคล โดยการพรรณนาและการสื่อสารสีที่มองเห็นและนำไปใช้จะมีอยู่ 3 สิ่งประกอบด้วยกัน คือ เฉดสี (hue), ความสว่าง (value หรือ lightness หรือ brightness) และความอิ่มตัว(chromaหรือ saturation) ระบบที่นำไปใช้คือ CIE L*a*b* (CIELAB)

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดสี (Minolta CR 400, Centesia, Thailand)

วิธีการทดลอง

1. นำเมล็ดกาแฟมาใส่ในเลนส์ของเครื่อง Minolta CR 400 และปิดฝาให้สนิท
2. นำเครื่อง Minolta CR 400 ไปวัดค่าโดยให้ตัวเครื่องครอบเลนส์ และทำการกดเครื่องเพื่อเช็คค่าสี 3 ครั้ง
3. บันทึกผลและเปรียบเทียบกับตัว Control

ตารางที่ ก.1 ผลการวัดค่าเมตริกสีเมลิตกาแพบแห้งที่ยังไม่ได้หาค่าเฉลี่ยของข้อมูล

ภาวะ	ตัวควบคุม			40 องศาเซลเซียส			50 องศาเซลเซียส			60 องศาเซลเซียส		
L*	17.24	17.65	16.48	14	12.86	12.88	15.63	13.54	13.86	13.33	12.96	14.25
a*	0.8	0.77	0.74	1.08	0.87	1.07	1.37	1.27	1.15	1.03	0.76	0.8
b*	4.52	4.58	4.21	4.13	3.87	4.12	4.89	4.43	4.36	4.66	4.43	4.72
ΔL	-79.34	-78.93	-80.09	-82.58	-83.72	-83.69	-80.95	-83.03	-82.72	-83.24	-83.62	-82.33
Δa	0.74	0.71	0.68	1.02	0.81	1.01	1.31	1.21	1.09	0.97	0.7	0.74
Δb	2.67	2.73	2.36	2.28	2.03	2.27	3.04	2.58	2.51	2.81	2.58	2.87
ΔE	79.39	78.98	80.13	82.62	83.75	83.79	81.02	83.08	82.77	83.3	83.66	82.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ข.1 การหาปริมาณกรดคลอโรจินิก (Chlorogenic acid) และคาเฟอีน (Caffeine) โดยวิธี UV/Vis spectrometer

การสกัดกรดคลอโรจินิกและคาเฟอีน เป็นวิธีการที่นำเอาสารทั้งสองอย่างมาตรวจสอบจากเมล็ดกาแฟเพื่อนำไปวิเคราะห์การเพิ่มหรือลดลงของสาร และดูผลกระทบของตัวเมล็ดกาแฟว่า ถ้าสารตัวหนึ่งลดลงหรือเพิ่มขึ้น และถ้าสารทั้งสองตัวลดลงหรือเพิ่มขึ้นจะส่งผลกระทบต่อทางกายภาพ เช่น รสชาติ กลิ่น อย่างไร

อุปกรณ์

1. เครื่องกวนสารชนิดให้ความร้อน (IKA, Becthai, Thailand)
2. กรวยกรองแก้ว (Lenz, Becthai, Thailand)
3. บีกเกอร์ 600 มิลลิลิตร (Pyrex, Becthai, Thailand)
4. ขวดรูปชมพู่ 1000 มิลลิลิตร (Pyrex, Becthai, Thailand)
5. แห้งแก้ว (Lenz, Becthai, Thailand)
6. ซ้อนตวง (Lenz, Becthai, Thailand)
7. บีกเกอร์ 50 มิลลิลิตร (Pyrex, Becthai, Thailand)
8. กระจกตวง 250 มิลลิลิตร (Witeg, Italmar, Thailand)
9. กระจกตวง 100 มิลลิลิตร (Lassco, Becthai, Thailand)
10. ปิเปต Pipette (HBG, Bara Scientific, Thailand)
11. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (UV-1061, Bara Scientific, Thailand)
12. แผ่นกรอง 0.22 ไมครอน (Whatman, Becthai, Thailand)
13. ขาตั้งและตัวจับกรวยแยก (Witeg, Italmar, Thailand)

วิธีการทดลอง

1. ใช้วิธีการสกัดร้อน โดยใช้อัตราส่วนกาแฟบด 6 กรัม ต่อน้ำก่ล่น 100 มล. ต้มให้เดือด 100 °C และผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 1 ชม. จากนั้นคลายร้อนจนกว่าสารละลายจะมีอุณหภูมิห้อง



2. ให้กรองตัวอย่างแล้วผสมกับไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane) ในกรวยแยกด้วยอัตราส่วนสารสกัดต่อไดคลอโรมีเทนเป็น 20 : 80 สกัดโดยใส่ไดคลอโรมีเทนทีละ 20 ผสมให้เข้ากัน 10 นาที เพื่อแยกกาเฟอีน (สารละลายชั้นล่าง)
3. นำกรดคลอโรจินิกไปวิเคราะห์ โดยวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 324 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV/Vis Spectrometer โดยใช้ไดคลอโรมีเทนเป็นสารละลาย Blank มาเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดคลอโรจินิกต่อไป (นิรมล และสุทธิวัลย์, 2554) ส่วนกาเฟอีนไปวิเคราะห์ โดยวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร โดยใช้ น้ำก่ล่นเป็นสารละลาย Blank มาเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดกาเฟอีนต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2 การหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก (Titratable acidity; TA)

เป็นการไทเทรตสารละลายอาหารตัวอย่างด้วยสารละลายมาตรฐานโดยจะวิเคราะห์หว่าจุดยุติของสีเป็นอย่างไร

อุปกรณ์

1. ปีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร (Pyrex, Becthai, Thailand)
2. ขวดรูปชมพู่ 50 มิลลิลิตร (Pyrex, Becthai, Thailand)
3. บิวเรตต์ (Witeg, Italmar, Thailand)
4. ขาตั้งและตัวจับบิวเรตต์ (Witeg, Italmar, Thailand)

วิธีการทดลอง

1. สารละลายเมล็ดกาแฟที่ผ่านการกรองมาแบ่งใส่ในขวดรูปชมพู่อย่างละ 10 กรัม และเติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร และเติม phenolphthalein 3 หยด ในแต่ละขวด



2. นำสาร 0.1 M NaOH ใส่ปีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร และนำกรวยกรองตั้งไว้บนสุดของบิวเรตต์และเทสารให้จนครบปริมาตรที่ต้องการวัด เช็คฟองอากาศตรงปลายหลอดเพื่อไม่ให้เกิดค่า error
3. นำสารละลายกาแฟที่อยู่ในขวดรูปชมพู่ ไทเทรตด้วยสาร NaOH ใส่บิวเรตต์
4. เช็คค่าสี พร้อมจดบันทึกค่า ทำอย่างน้อย 3 - 4 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นำค่าที่ได้จากการไตเตรทมาคำนวณตามสมการ

$$\text{กรดซิตริก(\%)} = \frac{N \text{ ของ NaOH} \times V \text{ ของ NaOH ที่ใช้} \times \text{meq.wt ของกรดซิตริก} \times 100}{V \text{ ของ } \left(\frac{\text{เมล็ดกาแฟเหลว}}{\text{ปริมาณน้ำกลั่นที่เจือจาง}} \right)}$$

โดย meq.wt ของกรดซิตริก = 0.06404



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.3 การหาความเป็นกรด-เบส (pH)

เป็นวิธีการวัดค่ากรด-เบสในอาหาร โดยสามารถนำมาวิเคราะห์หาค่าในเชิงกายภาพทั้งรสชาติและกลิ่นได้ และดูความเปลี่ยนแปลงจากปัจจัยอื่นๆก่อนจะนำมาวัดค่ากรด-เบส ว่าส่งผลอะไรต่อกรด-เบสในอาหารอย่างไร

อุปกรณ์

1. บีกเกอร์ 50 มิลลิลิตร (Pyrex, Becthai, Thailand)
2. เครื่องวัดค่า pH (pH meter, Japan)

วิธีการทดลอง

1. นำเมล็ดกาแฟเหลวที่ผ่านการกรองแบ่งใส่ขวดบีกเกอร์ 50 มิลลิลิตร ไปวัดค่าด้วยเครื่องวัดค่า pH
2. Set ค่าความเป็นกรด-เบสในตัวเครื่อง โดยการกดปุ่ม Cal จาก pH 4 ไปจนถึง pH 7
3. หลังจากเซตค่าเครื่องให้ได้ค่าตามมาตรฐานกรด-เบสให้นำเมล็ดกาแฟเหลวไปวัดด้วยเครื่อง pH โดยการกดปุ่ม read ทำ 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ



4. บันทึกค่าความแตกต่างระหว่าง 3 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ตารางค่าการดูดกลืนแสงของกรดคลอโรจินิกและคาเฟอีนที่วัดได้ด้วยเครื่อง UV/Vis – spectrometer

ภาวะ	กรดคลอโรจินิก (K*ABS)			คาเฟอีน (K*ABS)		
ตัวควบคุม	0.1059	0.1124	0.1082	1.3500	1.3645	1.3796
40 °ซ	0.1331	0.1999	0.2019	1.8892	1.8877	1.9044
50 °ซ	0.0203	0.0541	0.0215	0.7412	0.8972	0.9087
60 °ซ	0.0738	0.0834	0.0909	1.3970	1.4855	1.4808

ตารางที่ ข.2 ตารางปริมาณของกรดคลอโรจินิกและคาเฟอีนหลังเข้าสมการสารละลายมาตรฐาน

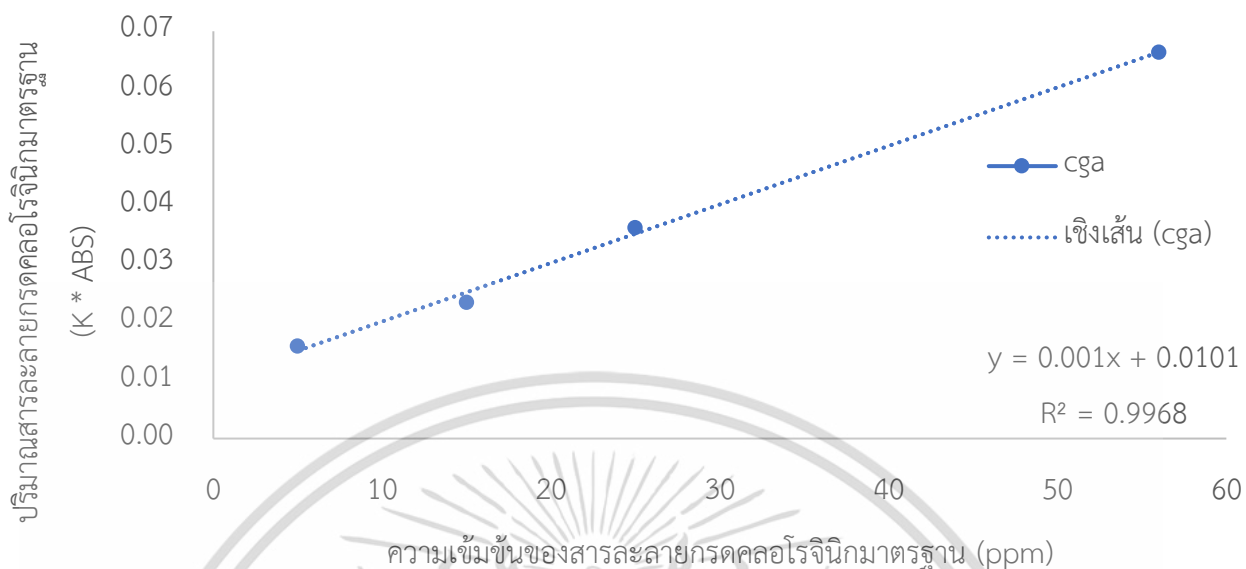
ภาวะ	กรดคลอโรจินิก	คาเฟอีน
ตัวควบคุม	98.71	41.9692
40 °ซ	168.19	58.2479
50 °ซ	21.88	26.1022
60 °ซ	72.60	44.7306

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงดังกล่าวเป็นค่าที่นำเข้าสู่สมการมาตรฐาน และหาค่าเฉลี่ยให้แล้ว มีหน่วยเป็น ppm

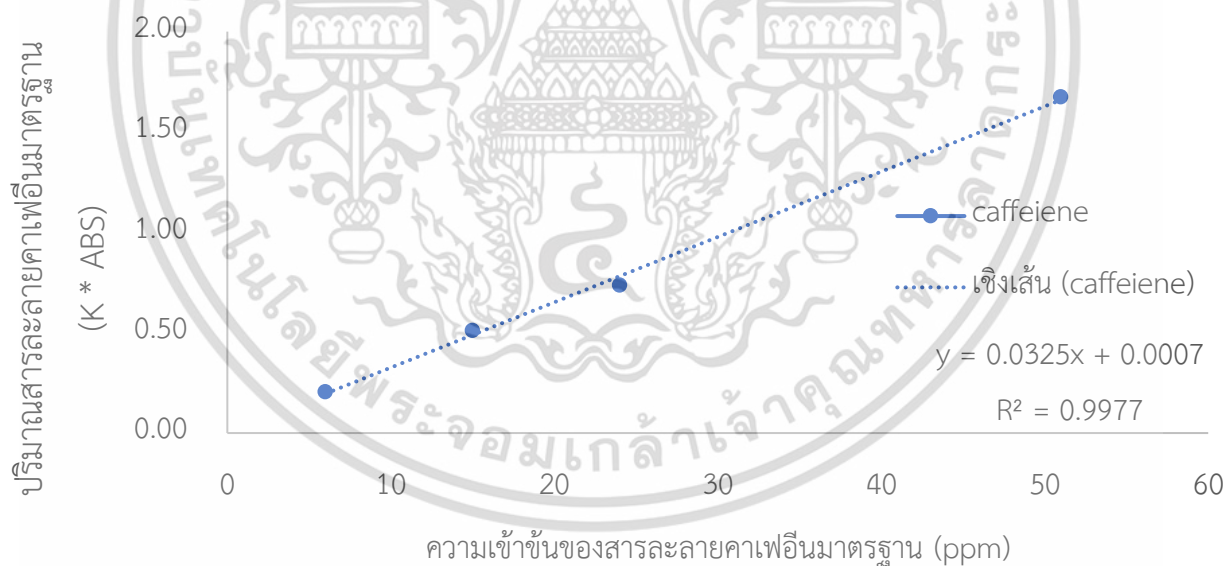
ตารางที่ ข.3 ตารางแสดงค่า pH

ภาวะ	pH		
ตัวควบคุม	5.66	5.67	5.66
40 °C	5.33	5.35	5.35
50 °C	5.18	5.19	5.2
60 °C	5.15	5.16	5.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.1 กราฟสารละลายกรดคลอโรจินิกมาตรฐาน ด้วยเครื่อง UV/Vis spectrometer



ภาพที่ ข.2 กราฟสารละลายคาเฟอีนมาตรฐาน ด้วยเครื่อง UV/Vis spectrometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	จักริน บำรุงพนิชถาวร
วัน เดือน ปี เกิด	23 พฤศจิกายน 2540
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2552 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสตรีมารดาพิทักษ์ จันทบุรี พ.ศ. 2555 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จันทบุรี พ.ศ. 2558 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จันทบุรี, สายวิทยาศาสตร์-คอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2559 เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) คณะอุตสาหกรรมอาหาร สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน และผลงานวิจัย รางวัลที่เคยได้รับ	พนักงานที่บริษัท กรีนเดลี ฟู้ดส์ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ-นามสกุล	เจตน์สฤกษ์ สุวรรณเพชร
วัน เดือน ปี เกิด	5 ธันวาคม 2540
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2549 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาตอนต้น โรงเรียนลาซาลกรุงเทพ พ.ศ.2552 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนลาซาลกรุงเทพ พ.ศ. 2555 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว พ.ศ. 2558 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว, สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ พ.ศ. 2559 เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) คณะอุตสาหกรรมอาหาร สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน และผลงานวิจัย รางวัลที่เคยได้รับ	ฝึกงานที่บริษัท กรีนเดลี ฟู้ดส์ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้