ผลของการเตรียมชาเมล็ดมะรุมด้วยลมร้อนและการแช่เยือกแข็ง ต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH assay

Effect of Preparation of Moringa Seeds Tea by Hot Air and Freeze Drying Methods on Antioxidant Activity by DPPH Assay

รัฐพล ศิลปรัศมี[1] จันทรรัตน์ จาริกสกุลชัย[1] ณัฐพร กาฬภักดี[1] ไพโรจน์ กาฬภักดี[1]
ณฐภรณ์ ศรีจันทร์[1] และทศมา ไพรบึง[1]
Ratthapol Sillaparassamee[1], Juntarat Jaricksakulchai[1], Nattaporn Kalapakdee[1],
Pairod Kalapakdee[1], Nataporn Srichan[1] and Todsama Praibueng[1]
[1]คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
[1]Faculty of Public Health Rajabhat University Valaya-Alongkorn Under Royal
Received: February 15, 2022
Revised: April 21, 2022
Accepted: April 29, 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบวิธีการทำเมล็ดมะรุมแห้งด้วยวิธีอบด้วยลมร้อน และวิธีแช่เยือกแข็ง และนำมาศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay สำรับการพัฒนาเป็นชาเมล็ดมะรุมเพื่อสุขภาพ และศึกษาความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ ผลการทดสอบ พบว่า การทำเมล็ดมะรุมแห้งด้วยวิธีอบด้วยลมร้อน และวิธีแช่เยือกแข็ง ได้ลักษณะทางกายภาพด้านสี กลิ่น ลักษณะผลิตภัณฑ์ ดังนี้ การทำแห้งด้วยวิธีอบด้วยลมร้อน ลักษณะทางกายภาพ สีน้ำตาล มีกลิ่นหอมมะรุม และลักษณะเมล็ดมะรุมไม่สมบูรณ์ ส่วนวิธีแช่เยือกแข็ง ลักษณะทางกายภาพ สีเขียวอ่อน มีกลิ่นมะรุม ลักษณะเมล็ดมะรุมสมบูรณ์ ตามลำดับ เพื่อนำเมล็ดมะรุมที่ผ่านการทำแห้งมาสกัดด้วย เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 5 วัน นำสารสกัดมาทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH Assay พบว่า สารสกัดที่ความเข้มข้น 250 500 และ750 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เจือจางจาก stock solution พบค่า DPPH radical scavenging activity ของการทำเมล็ดมะรุมแห้งด้วยวิธีอบด้วยลมร้อน เท่ากับ ร้อยละ 50.23 68.02 และ 70.68 ตามลำดับ และมีค่า IC50 เท่ากับ ปริมาตร 182.71 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และค่า DPPH radical scavenging activity ของการทำเมล็ดมะรุมแห้งด้วยวิธีอบแช่เยือกแข็ง เท่ากับ ร้อยละ 50.98 56.12 และ 61.08 ตามลำดับ และมีค่า IC50 เท่ากับ 200.00 ปริมาตร ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่า วิธีการทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อน ทำให้ได้สารสกัดที่ต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่าวิธีการทำแห้งด้วยวิธีแช่เยือกแข็งเมื่อเปรียบเทียบที่ปริมาณ ต่าง ๆ ด้านการทดสอบความพึงพอใจด้านประสาทสัมผัสทาง สี กลิ่น รสชาติ ต่อชาเมล็ดมะรุมที่ทำทั้ง 2 วิธี ผลการประเมินความพึง พอใจพบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความพึงพอใจมากที่สุดในชาเมล็ดมะรุมสูตรที 1 คือ ผงเมล็ดมะรุมที่ผ่าน การอบลมร้อนผสมผงใบเตยอัตราส่วน 80:20 ความพึงพอใจต่อสี ค่าเฉลี่ย 4.03 อยู่ในเกณฑ์ดี กลิ่น ค่าเฉลี่ย 3.97 อยู่ในเกณฑ์ดี รสชาติ ค่าเฉลี่ย 3.97 อยู่ในเกณฑ์ดี

คำสำคัญ: มะรุม วิธีการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH Assay สารต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

The goals of this experimental research are to compare the different methods for producing moringa seeds using a hot-air oven and a freezedryer, as well as to investigate the effect of scavenging free radicals using the DPPH assay. The last objective was to find out if the product satisfied the customer. Experimenting with hot-air baked and freeze-dried moringa seeds yielded more appealing color and smell. The result from baking with hot air was that the color of moringa seeds turned blown, the smell was sweet, but the seed's body was not in perfect shape when as frozen moringa seeds turned green. The smell was the same as before as the seed was not broken. The next step, the 95% ethanolic extract, is then tested for scanvening of the free radicals by using the DPPH assay. The DPPH radical scavenging activity of hot-air baked moringa seeds was 50.23, 68.02, and 70.68 percent, respectively, with an IC50 of 182.71 g/ml for the extract concentrated at 250, 500, and 700 g/ml. The DPPH radical scavenging activity of frozen moringa seeds was 50.98, 56.12, and 61.08 percent, respectively, which means the IC50 was 200.00 g/ml. This extract from hot-air dried moringa seeds caused scavenging of the free radicals better than the frozen ones. From the satisfaction test, color, smell, and flavor differences between two formulas of moringa seed tea were found to be impressive. Consumers were impressed by the hot-air baked powder of moringa seed tea (80%) mixed with pandan leaves (20%). The satisfaction with color is about 4. The satisfaction with smell is about 3.97 and taste is about 3.97.

Keyword: Moringa, how to test the effect of free radicals by using DPPH assay, Antioxidants

บทนำ

ประเทศไทยซึ่งปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญในการดูแลสุขภาพมากยิ่งขึ้นจนทำให้พฤติกรรมในการบริโภคเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วเพื่อให้ผู้บริโภค ตระหนักว่าการทานอาหารครบ 5 หมู่ ถูกหลักโภชนาการ ปลอดภัย ไม่มีสารปนเปื้อน เลือกใช้วัตถุดิบขัดสี น้อยที่สุด ปรุงแต่งอาหารเท่าที่จำเป็น เพื่อแสดงความเป็นมิตรกับสุขภาพ หยุดสุขภาพเสื่อมแบบเร่งด่วนจาก สารเคมีสังเคราะห์ในอาหาร

สมุนไพร (medicinal plant หรือ herb) เป็นพืชที่กำเนิดจากธรรมชาติและนับเป็นเทคโนโลยี พื้นบ้านที่สำคัญ ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น เป็นยารักษาโรค บริโภคเป็นอาหาร อาหาร เสริมสุขภาพ สีผสมอาหาร สีย้อม เครื่องสำอาง ตลอดจนนำมาทำเป็นเครื่องดื่มได้อีกด้วย โดยเฉพาะการนำสมุนไพรมาเป็นเครื่องดื่มที่ใช้รูปแบบในการบริโภคเช่นเดียวกับการชงชาโดยการชงชาเป็นการสกัดสารที่เป็นตัวยาสำคัญด้วยน้ำร้อนในช่วงเวลาสั้น ๆ (Srisopha & Wongkrachang, 2019) เพื่อไม่ให้สารที่ไม่พึงประสงค์ถูกสกัดออกมา หรือเพื่อป้องกันไม่ให้สารที่ต้องการถูกทำลายด้วยความร้อนที่นานเกินไป รวมทั้งสามารถรักษากลิ่นรส ที่ต้องการของสมุนไพรชนิดนั้นเอาไว้ด้วย สมุนไพรที่ใช้รูปแบบในการบริโภคเช่นเดียวกับชา มักจะเรียก ชา สมุนไพร โดยส่วนใหญ่มักจะเป็นสมุนไพรที่มีกลิ่นที่ต้องการคงไว้ไม่ให้สูญเสียไปกับความร้อนที่มากเกินไป เช่น ผลมะตูม ดอกกระเจี๊ยบ ขิง ใบหม่อน ใบบัวบก ใบเตย ดอกเก๊กฮวย เป็นต้น (Srisopha & Wongkrachang,2019)

มะรุมมีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Moringa oleifera Lam* มะรุมจัดเป็นพืชผักพื้นบ้านของไทยซึ่งเป็นพืชผักสมุนไพรโดยมีต้นกำเนิดในแถบทวีปเอเชีย อย่างประเทศอินเดียและศรีลังกา โดยเป็นไม้ยืนต้นที่โตเร็ว ปลูกง่ายในเขตร้อน ทนแล้ง สามารถรับประทานได้ทุกส่วนไม่ว่าจะเป็นฝัก ใบ ดอก เมล็ด ราก เป็นต้น แต่ถ้านำมาใช้เป็นยา

สมุนไพรนั้นจะใช้เกือบทุกส่วนของต้นมะรุมรวมทั้งเปลือก ด้วยนอกจากนี้มะรุมยังมีประโยชน์ในการรักษาโรคได้หลายชนิดมีสารต้านอนุมูลอิสระชะลอการเสื่อมสภาพของเซลล์ในร่างกายและบำบัดอาการเจ็บป่วย มะรุมอุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุรวมหลายชนิด (Abdull Razis, Ibrahim & Kntayya, 2014) ซึ่งจุดเด่นของมะรุมก็คือจะมีวิตามินเอ ซี แคลเซียม โพแทสเซียม และธาตุเหล็กในปริมาณที่สูงมาก นอกจากนี้มะรุมยังมีประโยชน์ในการรักษาโรคได้หลายชนิด โดยมะรุมนับเป็นพืชที่มีคุณสมบัติเป็นยา โดยนอกจากปริมาณสารอาหารที่สูง มะรุมยังคงประกอบไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งได้มีการนำไปศึกษาด้านการรักษามะเร็ง พบว่า สารสกัดมะรุมยังสามารถรักษา หรือยับยั้งการกระจายตัวของโรคมะเร็งได้ (Abdull Razis, Ibrahim & Kntayya, 2014) มะรุมจึงกลายเป็นพืชเศรษฐกิจที่น่าสนใจอย่างยิ่ง เนื่องจากมีคุณประโยชน์เอนกประสงค์มากมาย มีคุณค่าทางโภชนาการสูงสุด เป็นพืชมหัศจรรย์ที่ธรรมชาติได้มอบให้กับมวลมนุษยชาติ เพื่อคืนความสมดุลให้แก่ชีวิตมนุษย์ที่ได้รับการคัดเลือกให้รู้จักเรียนรู้และใช้ประโยชน์ รวมถึงผู้ด้อยโอกาสที่สามารถบริโภคมะรุมเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและ บำบัดอาการเจ็บป่วยด้วยค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่าและปลอดภัยกว่าการบำบัดด้วยการ แพทย์แผนตะวันตก กล่าวถึงในคัมภีร์ไบเบิลว่าเป็นพืชที่รักษาได้ทุกโรค ชาวอินเดียได้ทำการทดลองและเชื่อว่ามีคุณสมบัติในการรักษาโรคต่าง ๆ ได้ถึง 300 ชนิด องค์การสหประชาชาติได้ให้การสนับสนุนในการค้นคว้าและวิจัยอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในการรักษาโรคขาดอาหารและอาการตาบอดซึ่งเกิดขึ้นในเด็กแรกเกิดจนถึงวัยเจริญเติบโต โดยในใบมะรุมมีวิตามินเอมากกว่าแครอท ปริมาณแคลเซียมมากกว่านม (Sanguansermri, Phimsen. Wongsawad & Buddharaksa, 2014) ในประเทศด้อยพัฒนา รากสามารถช่วยแก้อาการบวม เปลือกจากลำต้น นำมาลดขนาดโดยการบด นำมาเป็นส่วนประกอบลูกประคบช่วยลดการปวดบวม ตามข้อ น้ำมันจากเมล็ดมะรุม ยังมีสรรพคุณ รักษาผิวหนังชุ่มชื้น รักษาปัญหาจากภาวะการณ์ติดเชื้อราที่ผิวหนัง กลุ่มองค์การกุศลมากมายได้หันมาให้ความสนใจอย่างจริงจังกับพันธุ์ไม้ชนิดนี้ รวมทั้งประเทศไทย นักวิจัยจากคณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์ได้ทำการทดลองวิจัย เพื่อ จะนำมารักษาผู้ป่วยด้วยโรคงูสวัด นอกจากนี้กลุ่มนักวิจัยจากประเทศอื่น ๆ เช่น อังกฤษ เยอรมัน รัสเซีย ญี่ปุ่น จีน ก็หันมาให้ความสนใจและค้นคว้า นำมันที่สกัดจากเมล็ดควบคุมระดับความดันโลหิตในผู้ป่วยความดันโลหิตสูง โรคมะเร็ง เบาหวาน (Thongtako,2020)

สารต้านอนุมูลอิสระ (anti-oxidant) เป็นสารประกอบสำคัญที่ช่วยให้ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยปกติแล้วในกระบวนการต่าง ๆ ในร่างกายจะสร้างของเสียออกมา ซึ่งของเสียหนึ่งในนั้นก็คือ สารอนุมูลอิสระ (free radicals) ซึ่งจะทำลายระบบภูมิคุ้มกัน และก่อให้เกิดภาวะอักเสบที่สูงอย่างต่อเนื่องนี้จะเป็นสาเหตุของภาวะอื่น ๆ ตามมาในผู้สูงอายุ เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด และมะเร็งชนิดต่าง ๆ เป็นต้น สารอนุมูลอิสระในร่างกาย อาจมาจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น อายุที่มากขึ้น ความเครียด การนอนหลับไม่พอ มลพิษ ควันบุหรี่ แอลกอฮอล์ และอาหารแปรรูป ดังนั้นเราจึงจำเป็นที่จะต้องเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระ จากวิตามินและแร่ธาตุให้เพียงพอต่อการจับกับอนุมูลอิสระ เพื่อช่วยให้การทำงานของร่างกายและระบบภูมิคุ้มกัน ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Skulphuek, 2015) เมล็ดมะรุม มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารอนุมูลอิสระ มีโครงสร้างที่ไม่เสถียร ว่องไว ทำให้สามารถสร้างพันธะกับสารอื่นได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการเสื่อมสภาพเรียกว่า “ออกซิเดชัน” เมื่อเกิดออกซิเดชันมากขึ้นก่อให้เกิดการเสื่อมถอยของร่างกายทั้งการเกิดริ้วรอยแห่งความชราก่อนไวและโรคภัยไข้เจ็บต่างๆมากมาย (Wu et al., 2006) ในปัจจุบันวิธีการดำเนินชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้ร่างกายถูกทำร้ายด้วยสารอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและเป็นจำนวนมาก สาเหตุมาจากความเครียด แสงอัลตราไวโอเลต มลภาวะ รวมทั้งควันพิษจากท่อไอเสียและจากขบวนการเผาผลาญอาหารที่เปลี่ยนไป โดยธรรมชาติร่างกายสามารถผลิตสารต้านอนุมูลอิสระได้แต่จะผลิตได้น้อยเมื่อมีอายุเพิ่มมากขึ้น ซึ่งไม่เพียงพอที่จะกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดความเสื่อมถอยของเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกาย จะเสื่อมมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการดูแลสุขภาพและสภาพร่างกายของแต่ละคน

ภาวะเครียดออกซิเดชัน (Oxidative stress) คือ ภาวะที่มีอนุมูลอิสระ (free radical) ในร่างกายมากจนสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายมีปริมาณไม่เพียงพอส่งผลให้เกิดการทำลายออกซิเดชัน (Oxidative damage) ต่อ

ดีเอ็นเอ โปรตีน ไขมันและโมเลกุลขนาดต่าง ๆ ผลเสียจากภาวะเครียดออกซิเดชัน มีดังนี้

1. เกิดจากความไม่สมดุลระหว่างอนุมูลอิสระกับระบบต้านออกซิเดชันในร่างกาย

2. ส่งผลให้ดีเอ็นเอโปรตีน ไขมัน ถูกทำลายโดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน

3. ภาวะไขมันในเลือดสูงเป็นโรคหนึ่งที่เกิดจากความผิดปกติของขบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกายร่วมกับพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่มีไขมันปริมาณมาก

4. เป็นเหตุให้เกิดภาวะที่มีระดับคอเลสเตอรอลในเลือดสูง (hypercholesterolemia)

5. ซึ่งชักนำให้เกิดการสร้างอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้นและทำให้การทำงานของระบบต้านอนุมูลอิสระลดลง

6. ส่งผลเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ อาทิ โรคความดันเลือดสูงโรคหัวใจและหลอดเลือด

การแปรรูปของเมล็ดมะรุมสามารถทำได้หลายวิธีเช่นการตากแห้งหรือตากแดด การนำมาสกัดเป็นน้ำมัน การนำมาบดเป็นผง การอบด้วยลมร้อน และการฟรีซดราย เป็นต้น การตากแห้งเป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมกันมาก แต่พบว่าปัญหาผลิตภัณฑ์สมุนไพรตากแห้งมักมีปัญหาด้านคุณภาพ เช่น สมุนไพรตากแห้งมีสีและความชื้นไม่สม่ำเสมอ มีอายุการเก็บรักษาสั้นและในบางครั้งมีเชื้อราเจริญเพราะผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูง แม้ว่าวิธีการ ตากแห้งเป็นวิธีการที่ประหยัด แต่ทำให้ผลิตภัณฑ์มี คุณภาพไม่ได้มาตรฐาน

ผู้วิจัยได้เลือกวิธีการแปรรูปของเมล็ดมะรุมมา 2 วิธี คือ การอบด้วยลมร้อนและอบแช่เยือกแข็ง

การอบด้วยลมร้อน (drying) คือ การเอาน้ำออกจากวัสดุที่ต้องการทำให้ปริมาณน้ำในวัสดุนั้นลดลง (ความชื้นลดลง) โดยส่วนใหญ่วัสดุนั้นจะอยู่ในสถานะของแข็ง น้ำที่ระเหยออกจากวัสดุนั้นอาจจะไม่ต้องระเหยที่จุดเดือดแต่ใช้อากาศพัดผ่านวัสดุนั้นเพื่อดึงน้ำออกมา วัสดุจะแห้งได้มากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของสาร เมื่อทำให้ของเหลวในวัตถุดิบระเหยเป็นไอ จะได้ผลิตภัณฑ์ของแข็งที่มีสัดส่วนของของเหลวต่ำลง ทำได้โดยใช้ตู้อบขนาดใหญ่ที่มีลมร้อนที่ผ่านการให้ความร้อนจากเครื่องทำความร้อนเป่าผ่านวัสดุทำให้น้ำระเหยไปกับลมร้อนโดยทางช่องระบายลมภายในตู้อบ โดยนิยมใช้อุณหภูมิอบแห้งประมาณ 45-65 เซลเซียส (Chokpermpoon, 2018)

การอบแช่เยือกแข็ง (freeze dried) คือ เทคโนโลยีการทำแห้งเยือกแข็งแบบสูญญากาศ หรือศัพท์ทางภาษาอังกฤษที่เรียกว่า “ฟรีซดราย” (freeze dried technology) หมายถึง การทำแห้ง (dehydration) ด้วยการแช่เยือกแข็ง (freezing) ทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นผลึกน้ำแข็งก่อน แล้วจึงลดความดันเพื่อให้ผลึกน้ำแข็งระเหิด (sublimation) เป็นไอ ด้วยการลดความดันให้ต่ำกว่าบรรยากาศปกติ ขณะควบคุมให้อุณหภูมิต่ำ (ที่อุณหภูมิ เท่ากับหรือ ต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส น้ำแข็งระเหิดที่ความดันเท่ากับ 4.7 มิลลิเมตรปรอทหรือต่ำกว่า) การแช่เยือกแข็ง (freezing) เป็นการลดอุณหภูมิของอาหารให้ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง (freezing point) เพื่อให้เกิดผลึกน้ำแข็ง (ice crystal formation) อัตราเร็วของการแช่เยือกแข็ง (freezing rate) ควรเป็นการแช่เยือกแข็งแบบเร็ว เพื่อให้เกิดผลึกและผลึกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็ก การแช่เยือกแข็งแบบเร็ว ที่นิยมใช้กันมีหลายวิธี เช่น การแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็นเป่า (air blast freezing) การแช่เยือกแข็งแบบไครโอเจน (cryogenic freezing) และการแช่เยือกแข็งแบบจุ่มในของเหลวเย็นจัด (immersion freezing) เป็นต้น (Wongsinkongman et al., 2019)

ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญในการผลิตภัณฑ์สุขภาพโดยศึกษา ผลของการทำแห้งแบบอบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็งต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระและความพึงพอใจของชาเมล็ดมะรุม เพื่อเป็นหนึ่งในแนวทางในการส่งเสริมสุขภาพต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาชาเมล็ดมะรุมเพื่อสุขภาพด้วยวิธีอบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็ง

2. เพื่อศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็ง

3. เพื่อเปรียบเทียบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็ง

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็ง

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ออกซิเดชัน (Oxidation) คือ ปฏิกิริยาที่อะตอมหรือโมเลกุลเกิดการสูญเสียหรือให้อิเล็กตรอนกับโมเลกุลหรืออะตอมอื่นเพื่อสร้างความเสถียรให้กับโมเลกุล โดย

ปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเกิดควบคู่กับ ปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction) เสมอ ตัวที่ให้อิเล็กตรอนเรียกว่า ตัวรีดิวซ์ (Reducing Agent) ตัวที่ทำหน้าที่รับอิเล็กตรอนเรียกว่า ตัวออกซิไดซ์ (Oxidizing Agent) ปฏิกิริยาออกซิเดชันมีเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติและสามารถสร้างด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ (Pornchalermpong, 2016)

ภาวะเครียดออกซิเดชัน (Oxidative stress) คือ ภาวะที่มีอนุมูลอิสระ (free radical) ในร่างกายมากจนสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายมีปริมาณไม่เพียงพอส่งผลให้เกิดการทำลายออกซิเดชัน (Oxidativedamage) ต่อดีเอ็นเอ โปรตีน ไขมันและโมเลกุลขนาดต่าง ๆ

สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) เป็นสารประกอบสำคัญที่ช่วยให้ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยปกติแล้วในกระบวนการต่างๆ ในร่างกายจะสร้างของเสียออกมา ซึ่งของเสียหนึ่งในนั้นก็คือ สารอนุมูลอิสระ (free radicals) สารนี้จะสร้างความเสียหายภายในร่างกายและทำลายระบบภูมิคุ้มกัน ภาวะการอักเสบที่สูงอย่างต่อเนื่องนี้จะเป็นสาเหตุของภาวะอื่น ๆ ตามมาในผู้สูงอายุ เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด และมะเร็งชนิดต่าง ๆ เป็นต้น สารอนุมูลอิสระในร่างกายที่ได้รับมา อาจมาจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น อายุที่มากขึ้น ความเครียด การนอนหลับไม่พอ มลพิษ ควันบุหรี่ แอลกอฮอล์ และอาหารแปรรูป ดังนั้นเราจึงจำเป็นที่จะต้องเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระ จากวิตามินและแร่ธาตุให้เพียงพอต่อการจับกับอนุมูลอิสระ เพื่อช่วยให้การทำงานของร่างกายและระบบภูมิคุ้มกัน ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Skulphuek, 2015) มะรุม เป็นสมุนไพรไทย ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Moringa oleifera Lam*. วงศ์ Moringaceae ชื่อที่เรียกในไทยมีหลากหลายชื่อ ได้แก่ ผักเนื้อไก่ ผักอีฮึม กาแน้งเดิง ผัก อีฮุม มะค้อนก้อม เส่ช่อยะ ชื่ออังกฤษ Horseradish tree, Drumstick tree ลักษณะเป็นไม้ต้น ความสูง ประมาณ 3-6 เมตร มะรุมเป็นพืชท้องถิ่นของประเทศอินเดีย นอกจากนี้ยังพบได้แถบประเทศบังคลาเทศ ปากีสถานและอัฟกานิสถาน ในประเทศไทยมีการปลูกมะรุมทั่วไปเกือบทุกภาค (Faculty of PharmaceuticalSciences, UbonRatchathani University, 2019) ออกดอกและติดผลตลอดทั้งปีมะรุมมีรายงานการใช้ ประโยชน์พื้นบ้านที่หลากหลาย ตามภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย มีรายงานว่ามะรุมมีสรรพคุณ ดังนี้

ใบ ห้ามเลือด ขับน้ำนม ทำให้นอนหลับ รักษาเลือด

จากบัญชียาสมุนไพรในบัญชียาหลักแห่งชาติพบว่าเปลือกมะรุมเป็นหนึ่งในสิบสี่ตัวยาที่เข้ายาตำรับไฟประลัยกัลป์ใช้ขับน้ำคาวปลาในเรือนไฟ ช่วยให้มดลูกเข้าอู่ (Srisuk, 2019) จากการทบทวนรายงานการศึกษาวิจัย พบว่าองค์ประกอบทางเคมีในใบมะรุมพบสารกลุ่มต่าง ๆ เช่น กลุ่มฟลาโวนอลกลัยโคซัยด์ เช่น kaempferol-3-O-b-D-glucopyranoside(astragalin) quercetin-3-O-b-D-glucopyranoside กลุ่มฟีนอลิกกลัยโคซัยด์ เช่น niazirin, pyrrolemarumine-4”-O-a-L-rhamnopyranoside, marumosides A B methyl 4-(a-L-rathamnopy ranosyloxy) benzylcarbamate กลุ่มเบนซิลกลัยโคซัยด์ เช่น benzyl-b-D-glucopyranoside และ benzyl-b-D-xylopyranosyl-(g) b-D- glucopyra noside (Sahakitpichan, Mahidol, Disadee, Ruchirawat & Kanchanapoom, 2011) มะรุมยังประกอบด้วยสารอาหารมากมาย เช่น วิตามินเอ วิตามินซี โปรตีน แคลเซียม โพแทสเซียม ฟอสฟอรัสเหล็ก (Bakre, Aderibigbe & Ademowo, 2013) ด้านสรรพคุณทางยาสารสกัดจากใบมะรุมมีการศึกษาประโยชน์ในระดับหลอดทดลองและสัตว์ทดลอง ด้านฤทธิ์การลดน้ำตาลในเลือดฤทธิ์ และฤทธิ์ด้านการลดระดับความดันโลหิต ฤทธิ์การต้านจุลินทรีย์ ฤทธิ์การต้านการเกิดแผลในกระเพาะอาหารป้องกันการอักเสบของตับ ฤทธิ์การต้านการเกิดเนื้องอกและมะเร็ง ปกป้องเซลล์ประสาท และต้านอนุมูลอิสระ (Hannan et al., 2014) ด้านการศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดใบมะรุม พบว่าสารสกัดน้ำใบมะรุมแก่หนูถีบจักรที่ขนาด 20ก./กก.ไม่ก่อให้เกิดอาการพิษเฉียบพลันและความผิดปกติของอวัยวะสำคัญทางพยาธิวิทยา (Chivapat et al., 2011)

ปัจจุบัน มีการแปรรูปสมุนไพรมะรุม ออกมาอยู่ในรูปผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพอย่างแพร่หลาย แต่ยังไม่มี การศึกษาถึงกระบวนการต่าง ๆ ในการแปรรูปของสมุนไพรมะรุมเพื่อให้อยู่ในรูปแห้งเพื่อควบคุมคุณภาพ สามารถเก็บรักษาคุณภาพ ทั้งในด้านประสิทธิผลและความปลอดภัย จึงยังไม่มีการกำหนดเกณฑ์ สำหรับใช้ในการจัดทำมาตรฐานทางเคมีของใบมะรุม แห้งในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย ดังนั้น ผู้วิจัย จึงได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ-เคมีของเมล็ดมะรุม แห้ง

วิธีการศึกษาและขั้นตอนการวิจัย

เครื่องมือและวัสดุ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องอบลมร้อน (hot air dryer) เครื่องฟรีซดราย (freeze-dry machine) และเครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ส่วนที่ 2 เครื่องมือในการประเมินความพึงพอใจ ซึ่งมีขั้นตอนการทำแบบสอบถาม ดังนี้ ค้นคว้าหาข้อมูลรวบรวมเอกสารทางวิชาการ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ออกแบบสอบถาม ทำการออกแบบสอบถามที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในงานวิจัย ตรวจสอบแบบสอบถาม ทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ โดยใช้วิธีการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาว่าเครื่องมือมีความเป็นตัวแทนหรือครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่พิจารณาจากตารางวิเคราะห์เนื้อหาหรือตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์ซึ่งพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญในศาสตร์ด้านนั้น ๆ จำนวน 3 ท่าน นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงใหม่ไปทดลองใช้ (try out) กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะศึกษา จำนวน 30 คน แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่นโดยหาสัมประสิทธิ์อัลฟ่าของครอนบัค (Cronbach's alpha coefficient) และการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ บุคลากรในมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี จำนวน 30 คน

กลุ่มตัวอย่าง ในการศึกษาครั้งนี้ วิเคราะห์ความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ชาเมล็ดมะรุมที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบอบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็ง

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1) เกณฑ์การคัดเลือกเข้ากลุ่มตัวอย่าง (inclusion criteria)

- อาสาสมัครสุขภาพดี อายุ 20-60 ปี เชื้อชาติไทย

- ไม่มีประวัติการแพ้สารเคมีหรือสารต่าง ๆ จากธรรมชาติ

- เป็นบุคคลที่ดื่มชาร้อน หรือชาสมุนไพร

- ไม่มีโรคประจำตัว (เบาหวาน ความดันโลหิต)

- ไม่อยู่ระหว่างการเป็นอาสาสมัครให้กับงานวิจัยอื่น

- สามารถมาติดตามผลการรักษาตามระยะเวลาที่กำหนดไว้

– ผู้เข้าร่วมการศึกษาลงลายลักษณ์อักษรในใบยินยอมเข้าร่วม การศึกษาด้วยความสมัครใจ

2) เกณฑ์การคัดออกกลุ่มตัวอย่าง (exclusion criteria)

- อาสาสมัครที่อยู่ระหว่างการตั้งครรภ์และให้นมบุตร

1. การทำแห้งเมล็ดมะรุม

เตรียมเมล็ดมะรุม เก็บตัวอย่างมะรุม จากชุมชนสวนพริกไทย หมู่ที่ 8 ถนน ตำบลสวนพริกไทย อำเภอเมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี และแกะส่วนที่เป็นเมล็ดออกจากฝักมะรุมสด นำส่วนเมล็ดมาศึกษาวิจัย โดยนำเมล็ดที่แกะออกจากฝักมะรุม นำมาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 27+2 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่

การทำแห้งด้วยวิธีแบบอบลมร้อน ทำการชั่งน้ำหนักเมล็ดมะรุมก่อนทำการเข้าอบแห้ง ในระหว่างกระบวนการอบแห้งทุก ๆ 1 ชั่วโมง มีการบันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก ด้วยการนำไปชั่งเครื่องชั่งดิจิทัล ทำการอบแห้งเมล็ดมะรุมด้วยวิธีการใช้ความร้อนจากเครื่องอบลมร้อน จนน้ำหนักตัวอย่างไม่มีการเปลี่ยนแปลง

การทำแห้งด้วยวิธีอบแช่เยือกแข็ง การทำแห้งเมล็ดมะรุมแบบแช่เยือกแข็ง โดยนำเมล็ดมะรุม ใส่ในฟลาสค์ก้นกลม แล้วน้ำมาแช่แข็งเป็นฟิล์มบาง ๆ เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Christ, Gamma 2-16LSC) ภายใต้สภาวะสุญญากาศที่ 0.01 มิลลิบาร์ และอุณหภูมิ -50 องศา เซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

ทำการสกัดสารสกัดจากเมล็ดมะรุมที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีการอบลมร้อน และการทำแห้งแบบอบแช่เยือกแข็ง โดยการสกัดด้วย เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เป็น

ระยะเวลา 5 วัน ชั่งเมล็ดมะรุมอบแห้งที่ผ่านการบดหยาบ 400 กรัม แช่ในเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 400 มิลลิลิตร เมื่อครบกำหนดระยะเวลา นำไประเหยสารละลายด้วยเครื่อง rotary evaporator จนได้สารสกัดหยาบเมล็ดมะรุมที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีการอบลมร้อน และสารสกัดหยาบเมล็ดมะรุมที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีการแบบอบแช่เยือกแข็ง เพื่อนำมาศึกษาต้านอนุมูลอิสระ ความสามารถในการจับสารอนุมูลอิสระต่อไป

2. กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ ความสามารถในการจับสารอนุมูลอิสระ

วิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH ดัดแปลงวิธีจาก Wu และคณะ Wu et al. (2006) โดยปิเปตสารสกัดตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ของสารสกัดที่ความเข้มข้น 250 500 และ750 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เติมสารละลาย 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl (DPPH) ความเข้มข้น 0.6 มิลลิโมลาร์ 4 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน เก็บไว้ในที่มืดนาน 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Visible Spectrophotometer (Libra S11 Biochrom, USA) เทียบกับสารละลาย มาตรฐานวิตามินซี

3. ศึกษาความพึงพอใจของตำรับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชงเมล็ดมะรุม

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาความพึงพอใจเป็นแบบสอบถามที่เก็บข้อมูล แบบเลือกตอบ และคำถามปลายเปิด โดยคำถามแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัคร คำถาม 5 ข้อ เพื่อเก็บข้อมูลลักษณะทั่วไป ด้านอายุ เพศ

ตอนที่ 2 ข้อมูลประเมินความพึงพอใจโดยทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic Scale โดยให้ผู้ประเมินลักษณะทางกายภาพ สี กลิ่น รสสัมผัส และความชอบโดยรวมของชาเมล็ดมะรุม นำมาทำชาพร้อมดื่มให้ผู้บริโภคเลือกจำนวน 2 สูตร

1. เตรียมผลิตภัณฑ์ชาเมล็ดมะรุม โดยการนำเมล็ดมะรุมที่ผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยวิธีอบรมร้อนและการทำแห้งด้วยวิธีฟรีสดราย นำมาลดขนาดด้วยการบดละเอียด กำหนดชาเมล็ดมะรุมเป็น 2 สูตร ดังนี้ สูตรที่ 1 ชามะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการอบลมร้อน ผงเมล็ดมะรุมผสมผงใบเตย สัดส่วน คือ 80:20 โดยน้ำหนัก สูตรที่ 2 ชามะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการแช่เยือกแข็ง ผงเมล็ดมะรุมผสมผงใบเตย สัดส่วนคือ 80:20 โดยน้ำหนักชงชา โดยผู้วิจัย กำหนดปริมาณผงชาเมล็ดมะรุมในน้ำชา 1 แก้ว (300 มิลลิลิตร) โดยใช้ปริมาณ 2 ระดับ คือ สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ปริมาณน้ำร้อน 1 แก้ว (300 มิลลิลิตร) แช่ถุงชาประมาณ 5 นาที

2. ประเมินความพึงพอใจโดยทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic Scale โดยให้ผู้ประเมินลักษณะทางกายภาพ สี กลิ่น รสสัมผัส และความชอบโดยรวมของชาเมล็ดมะรุม นำมาทำชาพร้อมดื่มให้ผู้บริโภคเลือกจำนวน 2 สูตร

- สูตรที่ 1 ชามะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการอบลมร้อน ผงเมล็ดมะรุมผสมผงใบเตย สัดส่วน คือ 80:20

- สูตรที่ 2 ชามะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการแช่เยือกแข็ง ผงเมล็ดมะรุมผสมผงใบเตย สัดส่วน คือ 80:20

คะแนนอยู่ระหว่าง 0-5 คะแนน กำหนดให้

1 คะแนน: ความพึงพอใจน้อยที่สุด
2 คะแนน: ความพึงพอใจน้อย
3 คะแนน: ความพึงพอใจปานกลาง
4 คะแนน: ความพึงพอใจมาก
5 คะแนน: ความพึงพอใจมากที่สุด

การวิเคราะห์และสรุปผลข้อมูล

หลังจากเก็บข้อมูลได้ครบจำนวนตามที่ต้องการแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งและให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากนั้นนำข้อมูลมาจัดระเบียบด้วยการแยกประเภทข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ตามตัวแปรที่ศึกษาและนำมาวิเคราะห์ข้อมูลตามวิธีการทางสถิติ เพื่อตอบวัตถุประสงค์และสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ดังต่อไปนี้

เปรียบเทียบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ของเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็ง

สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ดังนี้ ความถี่ (frequency) ร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเฉลี่ย (minimum) ค่าสูงสุด (maximums) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ผลการทดลอง

1. การศึกษาการทำแห้งเมล็ดมะรุม

เพื่อพัฒนาชาเมล็ดมะรุมเพื่อสุขภาพ จากการศึกษาขั้นตอนการผลิตชาเมล็ดมะรุม ผู้วิจัยเริ่มจากการศึกษาคุณสมบัติ เบื้องต้นการทำแห้งของเมล็ดมะรุมเกี่ยวกับลักษณะของเมล็ดมะรุมที่เหมาะสมกับการผลิตชา โดยนำเมล็ดมะรุมที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อน และการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีรสชาติ หลังจากทำแห้ง (ตาราง 1)

บันทึกการสังเกตคุณลักษณะของการทำแห้งเมล็ดมะรุมด้วยวิธีทั้ง 2 วิธี พบว่า การทำแห้งเมล็ดมะรุมด้วยลมร้อนมีผลต่อ สี กลิ่น และลักษณะของเมล็ดมะรุม โดยก่อนนำไปทำแห้งมีสีเขียวอ่อน มีกลิ่นเฉพาะตัวของเมล็ดมะรุม มีลักษณะของเมล็ดมะรุมที่สมบูรณ์ หลังจากที่นำไปทำแห้งแล้ว มีการเปลี่ยนของ สีเปลี่ยนจากสีเขียวอ่อนเป็นสีน้ำตาล กลิ่นมีความหอมขึ้นจากเดิมเป็นกลิ่นเฉพาะตัวของเมล็ดมะรุม และลักษณะเปลี่ยนไปจากเดิมมีความร่อนกรอบของกลีบใบเมล็ดมะรุม

การทำแห้งเมล็ดมะรุมด้วยการแช่เยือกแข็ง ไม่ค่อยมีผลต่อการเปลี่ยนทาง สี กลิ่น และลักษณะภายนอก โดยก่อนทำแห้งมีสีเขียวอ่อน หลังจากการทำแห้งก็ยังคงสภาพเป็นสีเขียวอ่อน ในส่วนของกลิ่นไม่มีการเปลี่ยนแปลงยังคงกลิ่นเฉพาะตัวของเมล็ดมะรุมอยู่ และลักษณะของเมล็ดมะรุมยังคงเป็นดอกสมบูรณ์

2. ผลการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเมล็ดมะรุมที่ทำด้วยวิธีอบลมร้อนและแช่เยือกแข็ง ด้วยวิธี DPPH Assay

เมื่อวัดการดูดกลืนแสงของสารมาตรฐาน Vitamin C สารสกัดจากเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อน และสารสกัดจากเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีแช่เยือกแข็ง ที่ความยาวคลื่น 517 nm โดยวัดค่าการดูดกลืนแสง 2 ครั้ง ที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน และนำไปคำนวณ DPPH radical scavenging (%) ได้ค่า ดังตาราง 2 3 และ 4 ตามลำดับ

DPPH radical scavenging (%) = [(A0-As)/A0] x 100 (1)

โดย A0 = ค่าการดูดกลืนแสงตั้งต้น

As = ค่าการดูดกลืนแสงหลังจากเติมสารตัวอย่าง

จากตาราง 2 และภาพ 2 เมื่อวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารมาตรฐาน Vitamin C ณ เวลา 30 นาที ที่ความยาวคลื่น 517 nm ที่ความเข้มข้นสาร 5 10 และ 15 µg/ml พบว่า สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสง 0.127 0.123 และ 0.012 ตามลำดับ คิดเป็น DPPH radical scavenging (%) ดังนี้ 30.86 54.31 และ 91.76 ตามลำดับ

จากตาราง 3 และภาพ 3 เมื่อวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยการอบลมร้อน ณ เวลา 30 นาที ที่ความยาวคลื่น 517 nm ที่ความเข้มข้นสาร 250 500 และ750 µg/ml พบว่า สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสง 0.0790 0.0663 และ 0.0430 ตามลำดับ คิดเป็น DPPH radical scavenging (%) ดังนี้ 50.23 68.02 และ70.68 ตามลำดับ

จากตาราง 4 และภาพ 4 เมื่อวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยการแช่เยือกแข็ง ณ เวลา 30 นาที ที่ความยาวคลื่น 517 nm ที่ความเข้มข้นสาร 250 500 และ750 µg/ml พบว่า สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสง 0.0831 0.0740 และ0.0693 ตามลำดับ คิดเป็น DPPH radical scavenging (%) ดังนี้ 50.98 56.12 และ61.08 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนและการแช่เยือกแข็ง ด้วยค่า IC50 จากตาราง 5 เปรียบเทียบฤทธิ์การต้านอนุมูลของของชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการอบลมร้อน และชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการแช่เยือกแข็ง พบว่า สารสกัดเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อน ความเข้มข้น 250 500 และ 750 µg/ml มีค่า DPPH radical scavenging (%) มีค่า 50.23 68.02 และ70.68 ตามลำดับ

และมีค่า IC50 เท่ากับ 182.71 µg/ml ส่วนสารสกัดเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีแช่เยือกแข็งความเข้มข้น 250 500 และ 750 µg/ml มีค่า DPPH radical scavenging (%) มีค่า 50.98 56.12 และ 61.08 ตามลำดับ และมีค่า IC 50 เท่ากับ 200.00 µg/ml

3. ผลการประเมินความพึงพอใจต่อผู้บริโภคที่มีต่อชาเมล็ดมะรุม

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป พบว่า กลุ่มตัวอย่าง 30 คน เป็นนักศึกษาร้อยละ 63.3 บุคลากรร้อยละ 36.6 อายุ 20-30 ปีร้อยละ 83.3 อายุ 31-40 ปีร้อยละ 10 อายุ 41-50 ปีร้อยละ 6.6 กลุ่มตัวอย่างมีโรคประจำตัวหรือไม่ มีร้อยละ 13.3 ไม่มีร้อยละ 86.6 กลุ่มตัวอย่าง 30 คน พฤติกรรมการรับประทานชาเพื่อสุขภาพ ไม่เป็นประจำร้อยละ 36.6 เป็นบางครั้งร้อยละ 60 เป็นประจำร้อยละ 3.3 กลุ่มตัวอย่างเคยรับประทานชาเพื่อสุขภาพหรือไม่ ใช่ร้อยละ 43.3 ไม่ใช่ร้อยละ 56.6 กลุ่มตัวอย่างรับประทานชาร้อนเป็นประจำหรือไม่ ใช่ร้อยละ 13.3 ไม่ใช่ร้อยละ 86.6 ผู้วิจัยได้ศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ชาเมล็ดมะรุมกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ความพึงพอใจต่อสีของชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยการอบลมร้อนให้ค่า มากที่สุดร้อยละ 33.3 มากร้อยละ 40 ปานกลางร้อยละ 23.3 และน้อยร้อยละ 3.3 ความพึงพอใจต่อสีของชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยการแช่เยือกแข็ง มากที่สุดร้อยละ 23.3 มากร้อยละ 43.3 ปานกลางร้อยละ 26.6 และน้อยร้อยละ 6.6 ความพึงพอใจต่อกลิ่นของชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยการอบลมร้อน มากที่สุดร้อยละ 33.3 มากร้อยละ 33.3 ปานกลางร้อยละ 30 น้อยร้อยละ 3.3 ความพึงพอใจต่อกลิ่นของชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยการแช่เยือกแข็ง มากที่สุดร้อยละ 13.3 มากร้อยละ 33.3 ปานกลางร้อยละ 36.6 น้อยร้อยละ 10 น้อยที่สุดร้อยละ 6.6 ความพึงพอใจต่อรสชาติของชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยการอบลมร้อน มากที่สุดร้อยละ 36.6 มากร้อยละ 33.3 ปานกลางร้อยละ 20 น้อยร้อยละ 10 ความพึงพอใจต่อรสชาติของชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยการแช่เยือกแข็ง มากที่สุดร้อยละ 20 มากร้อยละ 23.3 ปานกลางร้อยละ 33.3 น้อยร้อยละ 16.6 น้อยที่สุดร้อยละ 6.6

ตอนที่ 2 พบว่า ผู้วิจัยได้ศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อชาเมล็ดมะรุม พบว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อสีของชาเมล็ดมะรุมด้วยวิธีอบลมร้อนมากกว่าวิธีแช่เยือกแข็ง ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อกลิ่นของชาเมล็ดมะรุมด้วยวิธีอบลมร้อนมากกว่าวิธีแช่เยือกแข็ง และผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อรสชาติของชาเมล็ดมะรุมด้วยวิธีอบลมร้อนมากกว่าวิธีแช่เยือกแข็ง ดังแสดงตาราง 6

การยอมรับทางด้านสัมผัสด้านสี พบว่า ค่าเฉลี่ยชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนสูงกว่าชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการแช่แข็ง คือ ชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อน มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.03 อยู่ในระดับดี และชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการแช่แข็ง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.83 อยู่ในระดับดี ตามลำดับ (ภาพ 5)

การยอมรับทางด้านสัมผัสด้านกลิ่น พบว่า ค่าเฉลี่ยชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนสูงกว่าชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการแช่แข็ง คือ ชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อน มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.97 อยู่ในระดับดี และชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการแช่แข็ง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.37 อยู่ในระดับพอใช้ ตามลำดับ (ภาพ 6)

ตาราง 1

ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบด้วยลมร้อน และวิธีแช่เยือกแข็ง

วิธีการทำแห้ง	ลักษณะทางกายภาพ					
	ก่อนทำแห้ง			หลังทำแห้ง		
	สี	กลิ่น	ลักษณะ	สี	กลิ่น	ลักษณะ
แบบอบลมร้อน	เขียวอ่อน	กลิ่นมะรุม	ลักษณะเป็นดอกสมบูรณ์	น้ำตาล	กลิ่นมะรุม	ลักษณะมีการร่อนของกลีบ
แบบแช่เยือกแข็ง	เขียวอ่อน	กลิ่นมะรุม	ลักษณะเป็นดอกสมบูรณ์	เขียวอ่อน	กลิ่นมะรุม	ลักษณะเป็นดอกสมบูรณ์

(A)

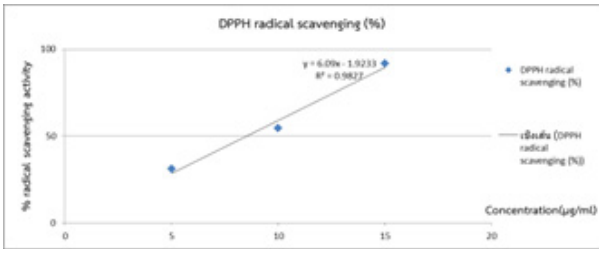
(B)

ภาพ 1 (A) การทำแห้งเมล็ดมะรุมด้วยลมร้อน (B) การทำแห้งเมล็ดมะรุมด้วยการแช่เยือกแข็ง

ตาราง 2

ค่าการดูดกลืนแสงของสารมาตรฐาน Vitamin C ณ เวลา 30 นาที ที่ความยาวคลื่น 517 nm (n=2)

Conc. (µg/ml)	Absorbance (Average)	DPPH radical scavenging (%)
5	0.167	30.86
10	0.123	54.31
15	0.012	91.76

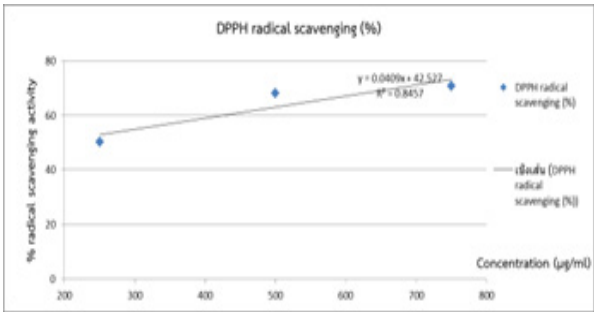


ภาพ 2 การวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) สารมาตรฐาน Vitamin C

ตาราง 3

ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดเมล็ดมะรุมทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อน ณ เวลา 30 นาที ที่ความยาวคลื่น 517 nm (n=2)

Conc. (µg/ml)	Absorbance (Average)	DPPH radical scavenging (%)
250	0.0790	50.23
500	0.0663	68.02
750	0.0430	70.68

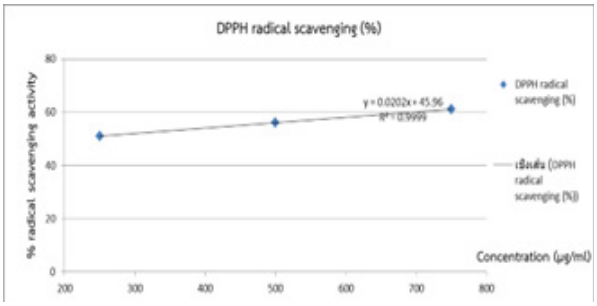


ภาพ 3 การวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ในเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยการอบลมร้อน (n=2)

ตาราง 4

ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดเมล็ดมะรุมทำแห้งด้วยวิธีแบบเยือกแข็ง ณ เวลา 30 นาที ที่ความยาวคลื่น 517 nm (n=2)

Conc. (µg/ml)	Absorbance (Average)	DPPH radical scavenging (%)
250	0.0831	50.98
500	0.0740	56.12
750	0.0693	61.08

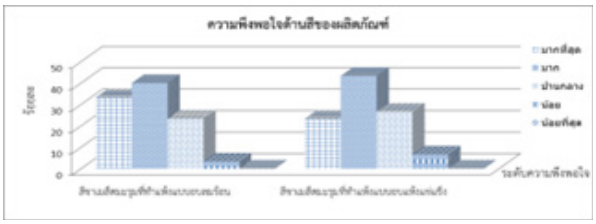


ภาพ 4 การวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ในเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยการแช่เยือกแข็ง (n=2)

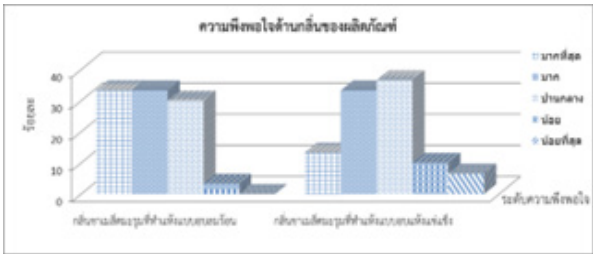
ตาราง 5

แสดงค่า DPPH radical scavenging (%) ความเข้มข้นต่าง ๆ และค่า IC_{50} ของสารสกัดเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนและการแช่เยือกแข็ง

สารตัวอย่างวิเคราะห์	Conc. (µg/ml)	DPPH radical scavenging (%)	IC_{50} (µg/ml)
สารสกัดเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งแบบอบลมร้อน	250	60.23	182.71
	500	68.02	
	750	70.68	
สารสกัดเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง	250	50.98	200.00
	500	56.12	
	750	61.08	



ภาพ 5 ความพึงพอใจด้านสีของผลิตภัณฑ์ชาเมล็ดมะรุม (n=30)



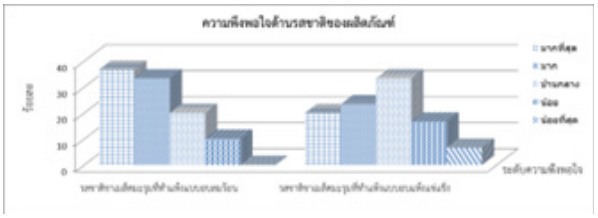
ภาพ 6 ความพึงพอใจด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ชาเมล็ดมะรุม (n=30)

การยอมรับทางด้านสัมผัสด้านรสชาติ พบว่า ค่าเฉลี่ยชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนสูงกว่าชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการแช่แข็ง คือ ชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อน มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.97 อยู่ในระดับดี และชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการแช่แข็ง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.33 อยู่ในระดับพอใช้ ตามลำดับ (ภาพ 7)

ผลการศึกษาการพัฒนาชาเมล็ดมะรุมเพื่อสุขภาพ การทำแห้งเมล็ดมะรุมด้วยลมร้อนมีผลต่อ สี กลิ่น และลักษณะของเมล็ดมะรุม โดยก่อนนำไปทำแห้งมีสีเขียวอ่อน มีกลิ่นเฉพาะตัวของเมล็ดมะรุม มีลักษณะของเมล็ดมะรุมที่สมบูรณ์ หลังจากที่นำไปทำแห้งแล้ว มีการเปลี่ยนของ สี เปลี่ยนจากสีเขียวอ่อนเป็นสีน้ำตาล กลิ่นมีความหอมขึ้นจากเดิมเป็นกลิ่นเฉพาะตัวของเมล็ดมะรุม และลักษณะเปลี่ยนไปจากเดิมมีความร่อนกรอบของกลีบใบเมล็ดมะรุม

การทำแห้งเมล็ดมะรุมด้วยการแช่เยือกแข็ง ไม่ค่อยมีผลต่อการเปลี่ยนทาง สี กลิ่น และลักษณะมากเท่าไร โดยก่อนทำแห้งมีสีเขียวอ่อน หลังจากการทำแห้งก็ยังคงสภาพเป็นสีเขียวอ่อน ในส่วนของกลิ่นไม่มีการเปลี่ยนแปลงยังคงกลิ่นเฉพาะตัวของเมล็ดมะรุมไว้อยู่ และลักษณะของเมล็ดมะรุมยังคงเป็นดอกสมบูรณ์

นำเมล็ดมะรุมที่ผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็ง มาคิดสูตรเพื่อชงชา สูตรที่ได้มีจำนวน 2 สูตรคือ สูตรที่1 นำผงเมล็ดมะรุมอบลมร้อนผสมผงใบเตยอัตราส่วน 80:20 โดยน้ำหนัก สูตรที่ 2 นำผงเมล็ดมะรุมแบบแช่เยือกแข็งผสมผงใบเตยอัตราส่วน 80:20 โดยน้ำหนัก นำชาทั้ง 2 สูตร มาชงกับน้ำร้อน 300 มิลลิลิตร แช่ถุงกรองชา 5 นาทีก่อนดื่ม



ภาพ 7 ความพึงพอใจด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ชาเมล็ดมะรุม (n=30)

ตาราง 6

ความพึงพอใจต่อผู้บริโภคที่มีต่อชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยลมร้อนและการแช่เยือกแข็ง (n=30)

ผลิตภัณฑ์ชาเมล็ดมะรุม	ลักษณะทางกายภาพ	ค่าเฉลี่ย±SD	ระดับความพึงพอใจ
ชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งแบบอบลมร้อน	สี	4.03±0.85	ดี
	กลิ่น	3.97±0.88	ดี
	รสชาติ	3.99±0.99	ดี
ชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง	สี	3.83±0.87	ดี
	กลิ่น	3.37±1.06	พอใช้
	รสชาติ	3.33±1.47	พอใช้

สรุปแลอภิปรายผลการวิจัย

เพื่อพัฒนาชาเมล็ดมะรุมเพื่อสุขภาพ เพื่อศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็ง

ผลการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็ง นำสารสกัดที่ได้จากเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็ง ไปทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีDPPH เมื่อวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยการอบลมร้อน ณ เวลา 30 นาที ที่ความยาวคลื่น 517 nm ที่ความเข้มข้นสาร 250 500 และ750 µg/ml พบว่า สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสง 0.0790 0.0663 และ 0.0430 ตามลำดับ คิดเป็น DPPH radical scavenging (%) ดังนี้ 50.23 68.02 และ 70.68 ตามลำดับ

เมื่อวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยการแช่เยือกแข็ง ณ เวลา 30 นาที ที่ความยาวคลื่น 517 nm ที่ความเข้มข้นสาร 250 500 และ 750 µg/ml มีค่า DPPH radical scavenging (%) มีค่า 50.98 56.12 และ 61.08 ตามลำดับ

เพื่อเปรียบเทียบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็ง

ผลการศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์การต้านอนุมูลของของชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการอบลมร้อนและชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการแช่เยือกแข็ง พบว่า สารสกัดเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อน ความเข้มข้นสาร 250 500 และ 750 µg/ml พบว่า สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสง 0.0790 0.0663 และ 0.0430 ตามลำดับ คิดเป็น DPPH radical scavenging (%) ดังนี้ 50.23 68.02 และ70.68 ตามลำดับ และมีค่า IC_{50} เท่ากับ 182.71 µg/ml ส่วนสารสกัดเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีแช่เยือกแข็ง ความเข้มข้น 250 500 และ 750 µg/ml มีค่า DPPH radical scavenging (%) มีค่า 50.98 56.12 และ 61.08 ตามลำดับ และมีค่า IC_{50} เท่ากับ 200.00 µg/ml

ผลการการประเมินความพึงพอใจต่อชาเมล็ดมะรุมทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็งพบว่าผู้บริโภค

การยอมรับทางด้านสัมผัสด้านสี พบว่า ค่าเฉลี่ยชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนสูงกว่าชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการแช่แข็ง คือ ชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อน มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.03 อยู่ในระดับดี และชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการแช่แข็ง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.83 อยู่ในระดับดี ตามลำดับ

การยอมรับทางด้านสัมผัสด้านกลิ่น พบว่า ค่าเฉลี่ยชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนสูงกว่าชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการแช่แข็ง คือ ชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อน มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.97 อยู่ในระดับดี และชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการแช่แข็ง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.37 อยู่ในระดับพอใช้ ตามลำดับ

การยอมรับทางด้านสัมผัสด้านรสชาติ พบว่า ค่าเฉลี่ยชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนสูงกว่าชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการแช่แข็ง คือ ชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อน มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.97 อยู่ในระดับดี และชาเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยวิธีการแช่แข็ง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.33 อยู่ในระดับพอใช้ ตามลำดับ

ผลสรุปพบว่าอุณหภูมิมีผลต่อการออกฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระ

เมื่อนำเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งทั้ง 2 วิธีมาเปรียบเทียบการออกฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระจะเห็นได้ว่าเมล็ดมะรุมที่ผ่านการอบลมร้อนมีฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าเมล็ดมะรุมที่ผ่านการแช่เยือกแข็งเนื่องจากให้ค่า IC_{50} ต่ำกว่าและเมล็ดมะรุมที่ผ่านการอบลมร้อนมีการผ่านอุณหภูมิสูง สารประกอบฟีนอลจะสูง สารประกอบฟีนอล คือสารประกอบหลักของสารต้านอนุมูลอิสระ สามารถป้องกันการเสื่อมสภาพของเมล็ดมะรุมและเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสีของเมล็ดมะรุมให้เกิดการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ซึ่งมีเอนไซม์ไพลีพีนอลออกซิเดส (PPO) เร่งปฏิกิริยา และอุณหภูมิสูงสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา

ได้ และขับความหวานออกมาจากเมล็ดมะรุมได้ดี ส่วนเมล็ดมะรุมที่ทำแห้งด้วยอุณหภูมิต่ำหรือการแช่เยือกแข็งที่ (อุณหภูมิต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5 องศาเซลเซียส) จะมีสารประกอบฟีนอลต่ำ จึงไม่ค่อยมีการเปลี่ยนสีไปจากเดิม และปฏิกิริยาเร่งสารต้านอนุมูลอิสระจึงช้ากว่า (Seewaeng & Siriamornpun, 2019)

การทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐานการวิจัย คือ การทำแห้งเมล็ดมะรุมด้วยวิธีลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็งที่มีผลต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในชาเมล็ดมะรุม จากผลการวิจัยพบว่า การทำแห้งเมล็ดมะรุมด้วยวิธีลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็งที่มีผลต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในชาเมล็ดมะรุม ดังนั้นจึง ยอมรับสมมติฐานการวิจัย ว่าอุณหภูมิของการทำแห้งเมล็ดมะรุมส่งผลต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์ชาเมล็ดมะรุม

ข้อเสนอแนะ

1.จากงานวิจัยการพัฒนาชาการพัฒนาชาเมล็ดมะรุมด้วยลมร้อนและการแช่เยือกแข็งต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งนักวิจัยรายใหม่ อาจจะเพิ่มวัตถุดิบหรือสมุนไพรชนิดอื่นมาผสมหรือทดแทนได้

2. จากงานวิจัยการพัฒนาชาการพัฒนาชาเมล็ดมะรุมด้วยลมร้อนและการแช่เยือกแข็งต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งนักวิจัยรายใหม่ สามารถนำไปเป็นแนวทางในการทำผลิตภัณฑ์ชาเมล็ดมะรุมเพื่อสุขภาพ

3. จากงานวิจัยการพัฒนาชาการพัฒนาชาเมล็ดมะรุมด้วยลมร้อนและการแช่เยือกแข็งต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งนักวิจัยรายใหม่ สามารถนำไปศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในคนเพื่อเป็นแนวทางการรักษาโรคต่อไป

References

Abdull Razis, A. F., Ibrahim, M. D., & Kntayya, S. B. (2014). Health benefits of Moringa oleifera. Asian Pacific *Journal of Cancer Prevention: APJCP, 15*(20), 8571–8576. https://doi.org/10.7314/apjcp.2014.15.20.8571

Bakre, A. G., Aderibigbe, A. O., & Ademowo, O. G. (2013). Studies on neuropharmacological profile of ethanol extract of Moringa oleifera leaves in mice. *Journal of ethnopharmacology, 149*(3), 783–789. https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.08.006

Chivapat, S., Sincharoenpokai, P., Saktiyasuthorn, N., Shuaprom, A., thongsrirak, P., Sakpetch, A., & Rungsipipat, A. (2013). Acute and chronic toxicity of Moringa oleifera Linn leaves extracts. *The Thai Journal of Veterinary Medicine, 41*(4), 417–424. (in Thai)

Chokpermpoon, S. (2018) A study of drying behavior and color evaluation of dried chili peppers. Inside a multi-layer drying cabinet with image processing techniques. *Science and Technology Journal, 27*(40, 764-775. (in Thai)

Faculty of PharmaceuticalSciences, UbonRatchathani University. (2019). *Marum*. Retrieved from http://www.phargarden.com/main. php?action=viewpage&pid=97. (in Thai).

Hannan, M. A., Kang, J. Y., Mohibbullah, M., Hong, Y. K., Lee, H., Choi, J. S., Choi, I. S., & Moon, I. S. (2014). Moringa oleifera with promising neuronal survival and neurite outgrowth promoting potentials. *Journal of Ethnopharmacology, 152*(1), 142–150. https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.12.036

Mama, B., Nison, N., Duanyai, S., & Manok, S. (2017) Development of cosmetic products from Moringa leaves found in Sripoom community in Thonburi area. *Journal of Isan iPharmacy, 13*(2), 80-89). (in Thai)

Nousing, S., Pajaree Mundee, P., & Leelawat, B. (2014). *Development of germinated germinated rice tea with infusion*. Pathum Thani: Department of Food Science and Technology Faculty of Science and Technology Thammasat University, Rangsit Center. (in Thai)

Pornchalermpong, P. (2016). *Oxidation numbers*. Retrieved from http://www.foodnetworksolution.com. (in Thai)

Sahakitpichan, P., Mahidol, C., Disadee, W., Ruchirawat, S., & Kanchanapoom, T. (2011). Unusual glycosides of pyrrole alkaloid and 4'-hydroxyphenylethanamide from leaves of *Moringa oleifera*. *Phytochemistry, 72*(8), 791–795. https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2011.02.021

Sanguansermri, M., Phimsen. N., Wongsawad, P., & Buddharaksa, P. (2014). Effect of NAA and TDZ combinations on callus induction of drumstick (*Moringa oleifera Lam*). *Naresuan Phayao Journal, 7*(3), 242-251. (in Thai)

Sansanoh, C., Soonthornwat, A., & Jiraphong, C. (2019). A study of processing process on the quality of Holy Basil Tea. *Agricultural Science Journal, 50*(2 Special), 289 -292. (in Thai)

Seewaeng, P., & Siriamornpun, S. (2019). Effect of drying temperature on hytochemicalsand antioxidant activities of Bambusa beecheyana. *Khon Kaen Agriculture Journal, 47*(Suppl. 1), 1385-1392. (in Thai)

Skulphuek, A. (2015). *Antioxidants*. Retrieved from https://www.pobpad.com. (in Thai)

Srisopha, A., & Wongkrachang, K. (2019). *Development of herbal mulberry tea formula with aromatic herbs with anti-glucosidase activity*. Retrieved from https://www.dms.go.th/Content/Select_Landding_page?contentId=24091. (in Thai)

Srisuk, V. (2009). *Marum* [Pamphlet]. Bangkok: Faculty of Pharmacy, Mahidol University. https://www.pharmacy. Mahidol.ac.th/knowledge/files/0008.pdf. (in Thai).

Thongtako, K. (2009). *Moringa properties*. Retrieved from http://www.royin.go.th. (in Thai)

Wongsinkongman, P., Thongchin, T., Shuayprom, A., Ontong, S., Niumsakul, S., & Thongsrirak, P. (2019). Physico-Chemical Properties of *Moringa oleifera Lam*. Dried Leaves. *Journal of Thai Traditional and Alternative Medicine, 17*(2), 168-177. (in Thai)

Wu, L. C., Hsu, H. W., Chen, Y. C., Chiu, C. C., Lin, Y. I., & Ho, J, A, A. (2006). Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chemistry, 95*(2), 319-327. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.002