การเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ แอนโทไซยานิน เบต้าแคโรทีน และฟีนอลิก ในสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำและข้าวดอกข่า

Comparison of Antioxidant Activity, Anthocyanin, Beta-Carotene and Phenolic Compounds in Soap from Black Glutinous Rice and Dokkha Rice

จิรภัทร์ ทาสุ่ม[1], เสฏฐวุฒิ ใจชมภู[1], สมหวัง จันทร์แก้ว[1] และธิดารัตน์ พรหมมา[1]
[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ แอนโทไซยานิน เบต้าแคโรทีน และฟีนอลิกในสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำและข้าวดอกข่า อีกทั้งเพื่อศึกษาความคงตัวของสารต้านอนุมูลอิสระ แอนโทไซยานินและฟีนอลิกในสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำและข้าวดอกข่า โดยศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH ทุก ๆ 0, 7, 15 และ 30 วัน พบว่าร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระมีค่าลดลงตามจำนวนวันที่เพิ่มขึ้น การศึกษาปริมาณสารแอนโทไซยานิน วิเคราะห์ด้วยวิธี pH-differential พบว่าสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าในสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ และสบู่จากสารสกัดข้าวดอกข่า ตามลำดับ การศึกษาปริมาณสารเบต้าแคโรทีน พบว่า สบู่ข้าวเหนียวดำมีปริมาณเบต้าแคโรทีนมากที่สุด รองลงมาคือสบู่ข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า และสบู่ข้าวดอกข่า ตามลำดับ การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Phenolic compounds) ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu Colorimetric assay พบว่าสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำมีค่า 640, 265, 155 และ 215 mg GAE/g extract สูงกว่าในสบู่จากสารสกัดข้าวดอกข่า และสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า ตามลำดับ

คำสำคัญ: ข้าวเหนียวดำ, ข้าวดอกข่า, สารต้านอนุมูลอิสระ, แอนโทไซยานิน, เบต้าแคโรทีน, สารประกอบฟีนอลิก

Abstract

The purpose of this research was to compare the antioxidant activity of anthocyanin, β-carotene and phenolic compounds in soap from Black Glutinous Rice and Dokkha Rice. Also, to study the stability of antioxidants, anthocyanin and phenolic compounds in soap by comparing the antioxidant activity by DPPH method every 0, 7, 15 and 30 days. The result showed that the antioxidant decreased with increasing number of days. Anthocyanin content was analyzed by pH-differential method, we found that the anthocyanin in soap that mixed from Black Glutinous Rice with Dokkha Rice was higher than soap from black glutinous rice extract and β-carotene extracts, respectively. Black Glutinous Rice soap had the highest β-carotene content and followed by mixed Black Glutinous Rice with Dokkha Rice soap and Dokkha Rice soap, respectively. Total phenolic compounds were determined by using Folin-Ciocalteu Colorimetric method. We found that the phenolic compounds in soap from Black Glutinous Rice extract was 640, 265, 155 and 215 mg GAE/g extract. That was higher than the mixed extract soap and Dokkha Rice soap respectively

Keywords: Black Glutinous Rice, Dokkha Rice, Antioxidant, Anthocyanin, β-carotene, Phenolic compounds

1. บทนำ

มนุษย์มีสภาพผิวที่แตกต่างกัน และมีปัญหาผิวที่แตกต่างกัน บางคนมีปัญหาผิวบอบบาง แพ้ง่าย บางคนมีปัญหาผิวหมองคล้ำ ทั้งปัจจุบันต้องเจอกับฝุ่นและมลภาวะต่าง ๆ อาจทำให้ผิวเกิดอาการระคายเคืองหรือแพ้ได้ บางคนมีอาการคันตามตัวเป็นดวงแดงๆ และทำให้เกิดรอยแผลตามมา ซึ่งแผลที่กล่าวมานี้อาจเกิดอาการแทรกซ้อนได้ ถ้าหากคันจนมีอาการติดเชื้อแบคทีเรีย (พบแพทย์, 2016) ฉะนั้น การที่เราจะช่วยลดแบคทีเรียได้นั้น ปกติทั่วไปจะใช้ผลิตภัณฑ์สบู่ที่ผสมสารเคมี ซึ่งสารที่อยู่ในสบู่ล้วนผสมสารซักฟอก สารเคมี ซึ่งเป็นสารที่หลงเหลือในอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ ที่แย่กว่านั้นคือผิวของมนุษย์สามารถดูดซึมของเสียเหล่านี้ได้ถึง 60% และเนื่องจากปัจจุบันสภาวะแวดล้อมเต็มไปด้วยสารมลพิษ ได้แก่ รังสียูวี รังสีแกมมา ควันพิษจากท่อไอเสียรถยนต์และโรงงานอุตสาหกรรม โอโซน ไนตรัสออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ฝุ่น ควันบุหรี่ อาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว แสงแดด ความร้อน สภาวะดังกล่าวนี้ ก่อให้เกิดสารอนุมูลอิสระ (free radicals) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็งผิวหนัง ส่วนอนุมูลอิสระแหล่งภายใน ได้แก่ อนุมูลอิสระที่ร่างกายสร้างขึ้น ดังนั้นเราแทบจะหลีกเลี่ยงอนุมูลอิสระไม่ได้เลย แต่อนุมูลอิสระจะลดลงเมื่อเจอกับสารต้านอนุมูลอิสระ (อธิป สกุลเผือก, 2559) เพราะสารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารที่ช่วยป้องกันและยับยั้งความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์ รวมถึงส่วนอื่น ๆ ของเซลล์ที่เป็นผลมาจากการมีสารอนุมูลอิสระในร่างกายมากเกินไป เมื่อเซลล์เกิดความเสียหายก็อาจเป็นสาเหตุของโรคและความผิดปกติ ต่าง ๆ ตามมาได้ สารต้านอนุมูลอิสระส่วนใหญ่จะอยู่ในพืชผักผลไม้หลายชนิด รวมทั้งในวิตามินและอาหารเสริมทั้งหลาย จึงอาจเป็นทางเลือกหนึ่งในการดูแลสุขภาพและบำรุงผิวพรรณได้ด้วย (พบแพทย์, 2016)

สบู่ (soap) เป็นผลิตภัณฑ์เคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ สบู่ก้อน (soap bar) ที่เกิดจากฏิกิริยา saponification ระหว่างกรดไขมันกับด่าง โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และ สบู่เหลว (liquid soap) ที่เกิดจากปฏิกิริยา saponification ระหว่างกรดไขมันกับด่างโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) (วิชัย ราพฤทธิ์ และศรัณญา อำนักมณี, 2547)

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์สบู่นิยมใช้สารสกัดจากธรรมชาติเป็นส่วนผสมเพื่อเสริมคุณภาพในการบำรุงรักษาผิว สารสกัดจากธรรมชาติส่วนใหญ่มีคุณสมบัติทางยาหรือมีคุณสมบัติในการบำรุงผิว โดยมีพืชหลายชนิดที่มีคุณสมบัติดังกล่าวและนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิตสบู่

ข้าวเหนียวดำ (Black Glutinous Rice) หรือข้าวก่ำ (Purple Rice) เป็นข้าวพื้นเมืองของประเทศไทยนิยมปลูกในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือลักษณะของข้าวก่ำจะมีการปรากฏของสีม่วงบนส่วนต่าง ๆ ของต้น เช่น กาบใบ แผ่นใบ กลีบดอก เปลือกเมล็ด หรือ เยื่อหุ้มเมล็ด สีที่เกิดขึ้นนั้น พบว่ามาจากการสะสมของรงควัตถุ 3 ชนิดคือ แอนโทไซยานิน ฟลาโวนอล และโปรแอนโทไซยานิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารแอนโทไซยานินซึ่งเป็นสารในกลุ่ม flavonoid ซึ่งละลายได้ดีในน้ำ และมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ช่วยลดปัญหาในการเกิดโรคร้ายแรง เช่น โรคมะเร็ง เป็นต้น สารแอนโทไซยานินที่พบในข้าวมีองค์ประกอบหลักเป็นชนิด cyanidin peonidin และ malvidin (พีรนันท์ มาปัน และคณะ, 2557) และในข้าวเหนียวดำยังมีสารธรรมชาติหลายชนิดที่มีประโยชน์ ได้แก่ เกลือแร่ วิตามินอี กรดอะมิโน และจมูกข้าวให้ความชุ่มชื่น คืนความเนียนให้แก่ผิว rice bran oil ช่วยเติมเต็มความชุ่มชื่น วิตามินอี ช่วยชะลอความเสื่อมของผิว ช่วยลดรอยเหี่ยวย่นกระตุ้นการผลิตเซลล์ผิวหนังใหม่ ลดริ้วรอย ฝ้า กระ รักษาแผลเป็นให้นุ่มขึ้น เพิ่มกักเก็บความชุ่มชื่นให้อยู่กับผิวได้นานและป้องกันผิวจากริ้วรอยก่อนวัย

ข้าวดอกข่า หรือ ข้าวไร่ดอกข่า เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองคุณภาพดีที่มีชื่อเสียงของจังหวัดพังงา ซึ่งเกษตรกรนิยมปลูกเป็นส่วนใหญ่ โดยข้าวดอกข่าถือเป็นพันธุ์ดั้งเดิมสืบทอดกันมาตั้งแต่บรรพบุรุษมีลักษณะเด่นคือ มีความต้านทานต่อโรค เมล็ดยาว สีของเมล็ดข้าวสารมีสีน้ำตาลแดงอมม่วง สีที่เกิดขึ้นนั้น พบว่าเกิดจากกลุ่มรงควัตถุที่มีสีส้ม สีเหลือง และสีแดงอยู่ในกลุ่มแคโรทีนอยด์ จัดเป็นแคโรทีนอยด์พวกที่เป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ เพราะสามารถเปลี่ยนรูปเป็นเรตินอล ได้ที่เยื่อบุผนังลำไส้เล็กและตับ และข้าวดอกข่าเมื่อสุกจะมีกลิ่นหอม รสชาติอร่อย ข้าวไม่แข็ง หุงขึ้นหม้อ ข้าวดอกข่าสามารถปลูกในไร่และบริเวณที่สูงตามไหล่เขา โดยไม่ต้องมีน้ำขัง อาศัยเพียงแค่น้ำค้าง น้ำฝน และความชื้นในดินก็ทำให้ข้าวไร่ดอกข่าเจริญเติบโตได้ (กองพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว, 2017)

ปัจจุบันมีการนำข้าวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น สบู่ เครื่องดื่ม อาหารเสริมสุขภาพ เครื่องสำอาง เป็นต้น และมีการพัฒนากระบวนการผลิตสบู่โดยมีการเพิ่มส่วนผสมอื่น ๆ เพื่อให้สบู่มีสรรพคุณตรงตามความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น เช่น มีสีสันที่สวยงามน่าใช้ มีกลิ่นหอม และมีสรรพคุณทางยา ในทางการค้ามีการใช้สารสังเคราะห์จากธรรมชาติ นอกจากนี้ในสบู่จำเป็นต้องมีค่า pH ที่เหมาะสมต่อการใช้ชำระร่างกายและอุดมไปด้วยสิ่งที่บำรุงผิวพรรณให้สะอาด ซึ่งไม่สามารถทราบได้ว่าในการใช้สบู่ชำระร่างกายนั้นคุณค่าภายในสบู่เมื่อเราแกะออกนำมาใช้ เมื่อเวลาผ่านไปสารคุณค่าต่าง ๆ จะยังคงอยู่ในปริมาณที่เหมาะสมต่อการใช้งานหรือไม่ รวมถึงวิตามินต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบยังมีประสิทธิภาพที่เหมาะกับผิวเราอยู่มากน้อยเพียงใด และเนื่องจากปัจจุบันมีงานวิจัยที่ศึกษาแอนโทไซยานินในพันธุ์ข้าวต่าง ๆ มากมาย พบว่าในข้าวเหนียวดำมีปริมาณแอนโทไซยานินที่สูง (สุภาภรณ์ ญะเมืองมอญ และชนากานต์ เทโบลต์ พรมอุทัย, 2559) และมีงานวิจัยที่นำข้าวเหนียวดำไปผลิตสบู่ ผู้วิจัยเห็นว่าควรมีการพัฒนาสบู่ให้มีสารแอนโทไซยานิน และเบต้าแคโรทีนเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้สบู่เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงเป็นที่มาของการทำสบู่จากข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า นอกจากนี้ยังมีสารอื่นที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และสามารถนำผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติอื่น ๆ มาใช้ประโยชน์โดยการนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิตสบู่ และนำข้อมูลที่ได้เผยแพร่สู่ชุมชมรวมถึงการขยายความรู้ในการแปรรูปข้าวเหนียวดำ และข้าวดอกข่า เพื่อเพิ่มมูลค่าจากวัสดุเหลือใช้ให้ออกมาในรูปของผลิตภัณฑ์สบู่ และยังเป็นการเพิ่มรายได้ทางเศรษฐกิจกับองค์กรชุมชนนั้น ๆ

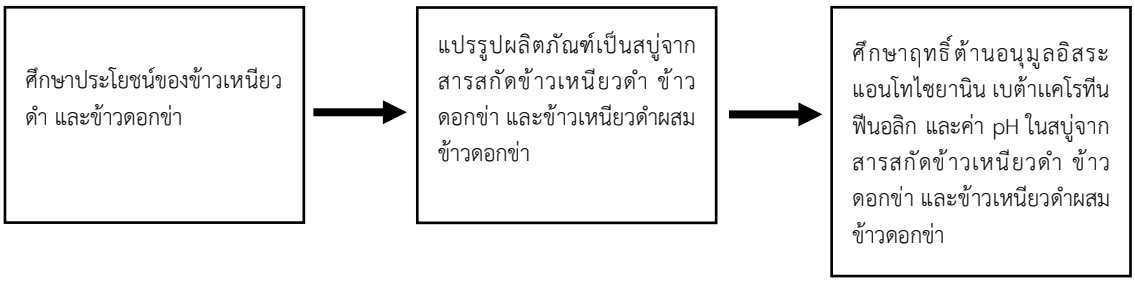
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ แอนโทไซยานิน เบต้าแคโรทีน และฟีนอลิกในสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ และข้าวดอกข่า
2. เพื่อศึกษาความคงตัวของสารต้านอนุมูลอิสระ แอนโทไซยานิน และฟีนอลิกในสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ และข้าวดอกข่า

3. ขอบเขตของการวิจัย

1. ด้านเนื้อหา: การวิจัยครั้งนี้ศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ แอนโทไซยานิน เบต้าแคโรทีน และฟีนอลิกในสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำและข้าวดอกข่า และศึกษาความคงตัวของสารต้านอนุมูลอิสระ แอนโทไซยานิน ฟีนอลิก และค่า pH ในสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำและข้าวดอกข่า
2. ด้านกลุ่มตัวอย่าง: ข้าวเหนียวดำ และข้าวดอกข่า
3. ตัวแปรในการวิจัย
   3.1 ตัวแปรต้น: สบู่ข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า
   3.2 ตัวแปรตาม: ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารแอนโทไซยานิน เบต้าแคโรทีน และฟีนอลิก และค่า pH

4. กรอบแนวคิดในการวิจัย



5. วิธีดำเนินการวิจัย

การขึ้นรูปสบู่

เตรียมวัตถุดิบสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า แต่ละชนิดในจำนวน 0.5 กรัม ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้คือ 9.5 : 0.5 และ 9 : 1 จากนั้นเตรียมกลีเซอรีนจำนวน 9.5 และ 9 กรัม ตามลำดับ นำมาผสมกับสารสกัด (ข้าวเหนียวดำ 0.5 กรัม ข้าวดอกข่า 0.5 กรัม และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า อย่างละ 0.5 กรัม) ใส่ในบีกเกอร์ ตั้งไฟอ่อน ๆ ให้กลีเซอรีนละลายจนหมด คนให้เข้ากันจากนั้นเทสารละลายสบู่ลงในแม่พิมพ์ และรอจนแห้งจึงสามารถนำมาใช้งานได้ (หัสนัย มีมุข และคณะ, 2562)

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยใช้วิธี DPPH assay (Thaipong et al, 2006)

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ และข้าวดอกข่าโดยวิธี DPPH assay ทำโดยชั่งตัวอย่างสบู่ข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า 0.4 กรัม เติมเมทานอล 95% ปริมาณ 20 มิลลิลิตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปกรองด้วยกระดาษกรอง จากนั้นดูดสารสกัดตัวอย่าง และสารละลายมาตรฐาน BHT 1.5 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazy (DPPH) 0.5 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร เตรียมสารละลายควบคุมโดยใส่ 95% เมทานอล อย่างละ 1.5 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย DPPH 0.5 มิลลิลิตร ในหลอดทดลองตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยคำนวณจากร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ (% inhibition) (Thaipong et al, 2006) คำนวณดังสมการ

$$\% \text{ Inhibition} = [(A_{control} - A_{sample})/A_{control}] \times 100$$

กำหนดให้ $A_{control}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม

A_{sample} = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

การศึกษาปริมาณสารแอนโทไซยานินด้วยวิธี pH-differential ดัดแปลงวิธีมาจาก Shao et al., 2014

นำสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า มาชั่งปริมาณ 1.5 กรัม เติมเมทานอล 80% : กรดไฮโดรคลอริก 1 โมลาร์ (85 : 15, v/v) 15 มิลลิลิตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำสารสกัดที่ได้ไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 จำนวน 1 รอบ และเก็บส่วนใสไว้

ใส่สารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสม ข้าวดอกข่า ที่เป็นส่วนใส 0.3 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง เติมบัฟเฟอร์ pH 1 ปริมาตร 2.7 มิลลิลิตร และใส่สารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า ที่เป็นส่วนใส 0.3 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง เติมบัฟเฟอร์ pH 4.5 ปริมาตร 2.7 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 นาโนเมตร ปริมาณสารแอนโทไซยานินจะแสดงในรูป cyanidin-3-glucoside โดยใช้สมการ ดังนี้

$$(mg/L) = A \times MW \times DF \times 1000/ (E \times L)$$

A = ค่าการดูดกลืนแสง $A = (A_{520\ nm} - A_{700\ nm})$ pH 1.0 – $(A_{520\ nm} - A_{700\ nm})$ pH 4.5

MW = น้ำหนักมวลโมเลกุลของ Cyanidin-3-glucoside (449.2 g/mol)

DF = dilution faction

E = molar absorbance ของ cyanidin-3-glucoside (2,600 L/ (cm × 100)

L = cell path length (1 cm)

1,000 = factor จาก ml ไปเป็น 1 L

การศึกษาปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ด้วย UV-Visible Spectrophotometer ดัดแปลงวิธีจาก เสาวลักษณ์ เรืองอ่อน และศักดิ์ศรี แสนยาเจริญกุล, 2560

ชั่งสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า อย่างละ 1 กรัม นำไปสกัดด้วยเฮกเซน 4 มิลลิลิตร เขย่าด้วย Vortex 20 นาที จากนั้นนำไป Centrifuge ที่ 2500 รอบ/นาที เป็นเวลา 5 นาที ดูดสารละลายส่วนใสเก็บใส่หลอด

ทดลองไว้ และส่วนล่างสกัดซ้ำด้วยเฮกเซน (ทำซ้ำ 2 ครั้ง) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณเบต้าแคโรทีนจากกราฟเส้นตรงของสารละลายมาตรฐานเบต้าแคโรทีน

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Phenolic compounds) ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu Colorimetric (Lim et al, 2007)

นำสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า มาชั่งปริมาณ 0.4 กรัม เติมเมทานอล 95% ปริมาณ 20 มิลลิลิตร ปิเปตต์สารสกัดตัวอย่าง (สบู่ข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า) 0.3 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง จากนั้นปิเปตต์สารละลาย 10% Folin Ciocalteu Reagent ใส่ในหลอดทดลองตัวอย่างละ 1.5 มิลลิลิตร นำไปเขย่าให้เข้ากัน แล้วบ่มไว้ 8 นาที ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นปิเปตต์สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (7.5% w/v) ใส่ในหลอดทดลอง ตัวอย่างละ 1.2 มิลลิลิตร นำไปเขย่าให้เข้ากัน แล้วบ่มไว้ 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร

การศึกษาความเป็นกรด-ด่าง (pH) ดัดแปลงวิธีจาก ธเนศวร นวลใย, 2558

การเตรียมสารตัวอย่าง โดยชั่งตัวอย่างสบู่ 1 กรัม เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน และนำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter

6. ผลการทดลอง

การเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ แอนโทไซยานิน เบต้าแคโรทีน และฟีนอลิกของสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ และข้าวดอกข่า เริ่มจากการศึกษาการเตรียมสบู่ 3 สูตร ของแต่ละสารตัวอย่าง ได้แก่ ข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า โดยเปรียบเทียบความคงตัวของสารต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารแอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอลิก ทุก ๆ 0, 7, 15 และ 30 วัน วัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ทุก ๆ 0, 15, และ 30 วัน และเปรียบเทียบปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ของสบู่ข้าวเหนียวดำ สบู่ข้าวดอกข่า และสบู่ข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า

จากการขึ้นรูปสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า แสดงดังภาพที่ 1

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 1 (ก) สบู่ข้าวเหนียวดำ, (ข) สบู่ข้าวดอกข่า, (ค) สบู่ข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า

การศึกษาการวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ผลการศึกษาการวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสบู่ข้าวเหนียวดำ สบู่ข้าวดอกข่า และสบู่ข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า แสดงในตารางที่ 1

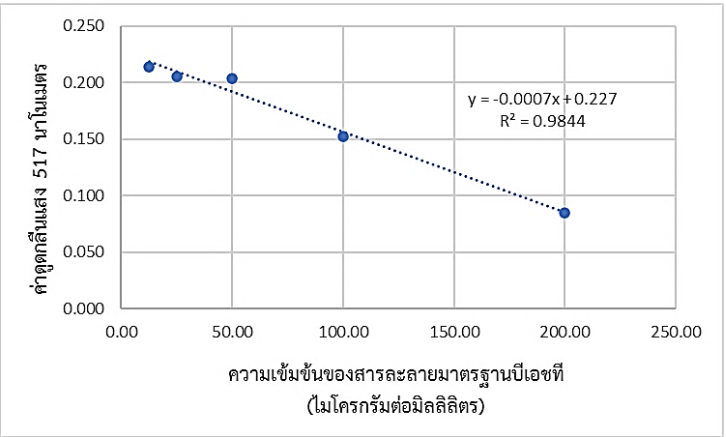
ตารางที่ 1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสบู่ข้าวเหนียวดำ สบู่ข้าวดอกข่า และสบู่ข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า

ตัวอย่าง/ผลิตภัณฑ์	เกณฑ์มาตรฐาน	ความเป็นกรด-เบส (pH)		
		0 วัน	15 วัน	30 วัน
สบู่ข้าวเหนียวดำ	pH 8-10	9.59	9.6	9.58
สบู่ข้าวดอกข่า		9.52	9.46	9.54
สบู่ข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า		9.64	9.49	9.7

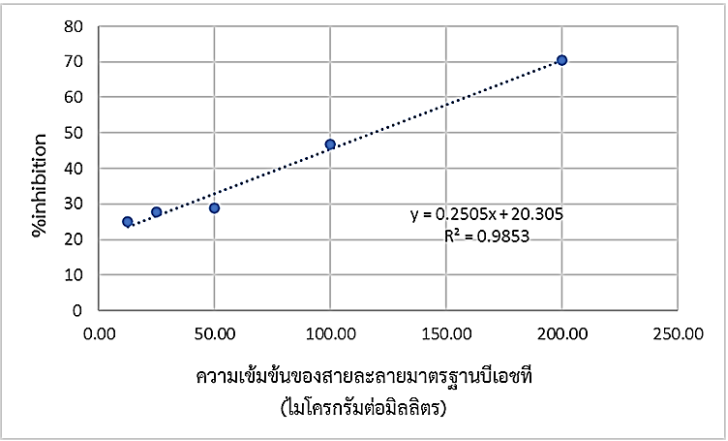
คุณสมบัติทางเคมีของสบู่ข้าวเหนียวดำ สบู่ข้าวดอกข่า และสบู่ข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า พบว่า สบู่ข้าวเหนียวดำ สบู่ข้าวดอกข่า และสบู่ข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า มีค่าความเป็นกรด-เบส (pH) อยู่ในช่วง 9.46 – 9.70 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้สบู่จากสารสกัดธรรมชาติมีค่า pH อยู่ระหว่าง 8-10 (ฉันทรา พูนศิริ, ม.ป.ป.) การผลิตสบู่โดยใช้สารสกัดจากวัสดุธรรมชาติที่ผลิตได้เอง มีเบสตั้งต้นเป็นกลีเซอรีนสบู่ที่ได้จะมีค่า pH อยู่ระหว่าง 8-10 เหมาะสำหรับใช้เป็นสบู่ถูตัว (วิไลพร ปองเพียร, 2556)

ผลการศึกษาปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารละลายมาตรฐาน BHT ด้วยวิธี DPPH assay

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน BHT จะได้กราฟความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง สมการคือ y = -0.0007x + 0.227 โดยมีค่าความเป็นเส้นตรง R^2 = 0.9844 ดังภาพที่ 2



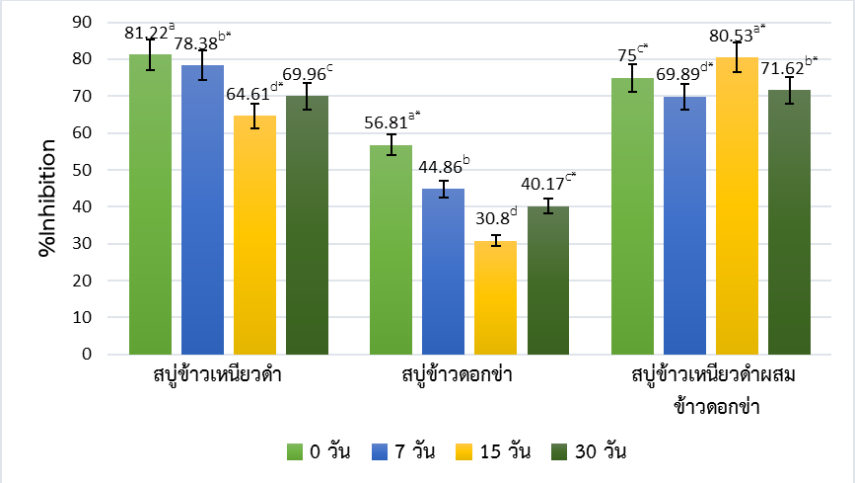
ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตรกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน BHT



ภาพที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการยังยั้งอนุมูลอิสระกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน BHT ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

จากกราฟแสดงร้อยละของการยังยั้งอนุมูลอิสระของสารละลายมาตรฐาน BHT ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ สามารถคำนวณหาค่า IC_{50} ของสารละลายมาตรฐาน BHT ได้จากสมการเส้นตรง คือ y = 0.2505x + 20.305 โดยแทนค่า y เท่ากับ 50 จะได้ค่า IC_{50} ของสารมาตรฐาน BHT เท่ากับ 118.543 ไมโครกรัม BHT ต่อมิลลิลิตร ค่า IC_{50} คือ ค่าความเข้มข้นที่สารนั้นมีประสิทธิภาพ ในการยับยั้งอนุมูลอิสระที่ 50% โดยพิจารณาจากค่าความเข้มข้นของสารที่มีความเข้มข้นน้อยจะมี ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง

ผลการศึกษาปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า

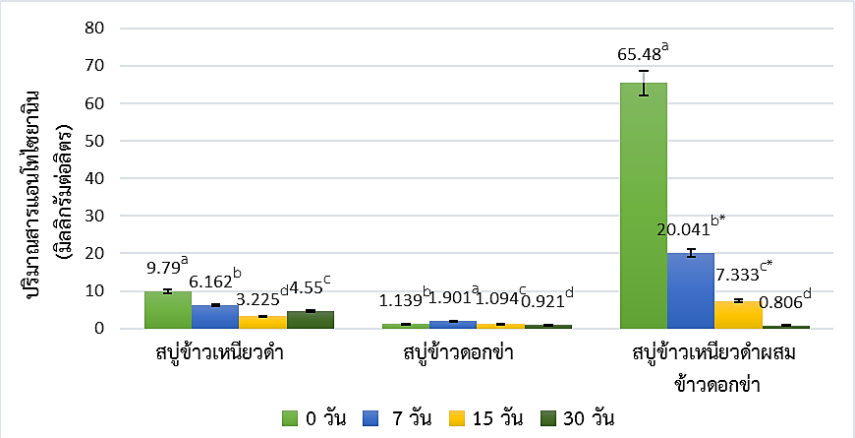


ภาพที่ 4 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระในแต่ละช่วงวันของสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า

หมายเหตุ *ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

จากแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระในแต่ละช่วงวันของสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า พบว่าในสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด โดยฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันที่เพิ่มขึ้น % inhibition เท่ากับ 81.22, 78.38, 64.61, 69.96 ตามลำดับ รองลงมาคือสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า มีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันที่เพิ่มขึ้น % inhibition เท่ากับ 75, 69.89, 80.53, 71.62 ตามลำดับ และสบู่จากสารสกัดข้าวดอกข่า มีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรก % inhibition เท่ากับ 56.81, 44.86, 30.80, 40.17 ตามลำดับ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารแอนโทไซยานิน ของสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำและข้าวดอกข่า ด้วยวิธี pH-differential



ภาพที่ 5 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบปริมาณสารแอนโทไซยานินในแต่ละช่วงวันของสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า

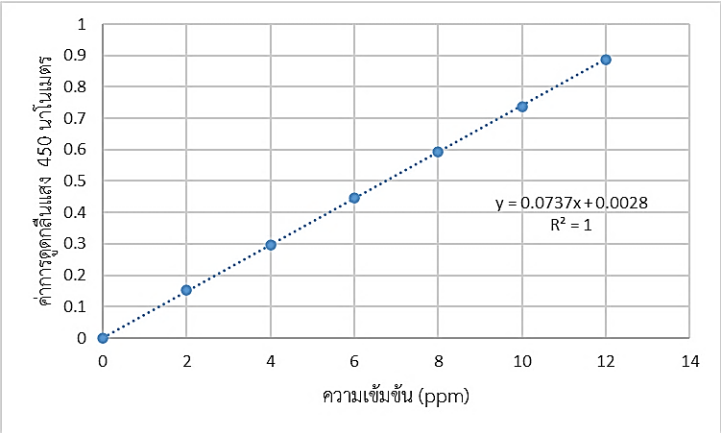
หมายเหตุ *ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

จากแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบปริมาณสารแอนโทไซยานินในแต่ละช่วงวันของสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า พบว่าปริมาณสารแอนโทไซยานินในสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสม

ข้าวดอกข่ามีแนวโน้มลดลงตามวันที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากความคงตัวของสารจะขึ้นอยู่กับค่า pH อุณหภูมิ แสง และระยะเวลา (ยุพาพร ผลาจรศักดิ์, 2547) แอนโทไซยานินจะสลายตัวได้ง่ายด้วยความร้อน ออกซิเจน แสง เมื่อโครงสร้างเปลี่ยนแปลงไป สีจะเปลี่ยนไปด้วย

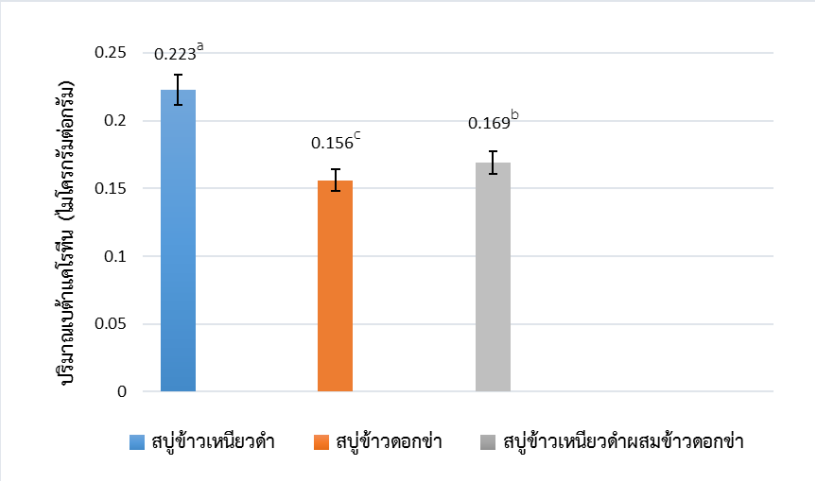
ผลการศึกษาปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ด้วย UV-Visible Spectrophotometer

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเบต้าแคโรทีน จะได้กราฟเส้นตรงสมการคือ y = 0.0737x + 0.0028 โดยมีค่าความเป็นเส้นตรงคือ R^2 = 1 ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 450 นาโนเมตรกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเบต้าแคโรทีน

ผลการศึกษาปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ของสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า

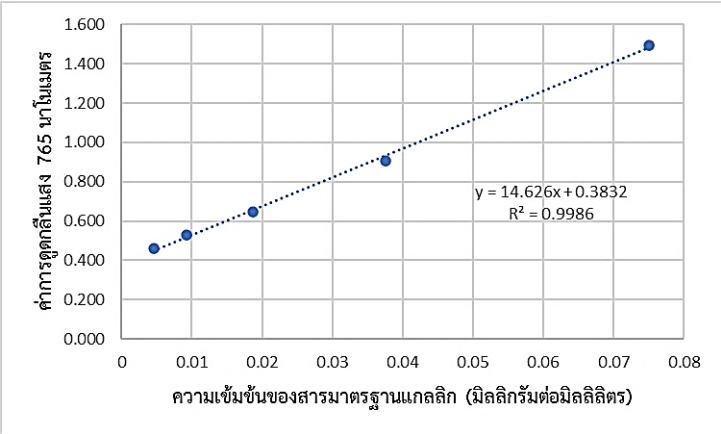


ภาพที่ 7 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า

จากแผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า พบว่าสบู่ข้าวเหนียวดำ มีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงที่สุด รองลงมา คือ สบู่ข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า และสบู่ข้าวดอกข่า ซึ่งมีค่าคือ 0.223, 0.169 และ 0.156 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

ผลการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ด้วยวิธี Folin-Ciocateu Colorimetic

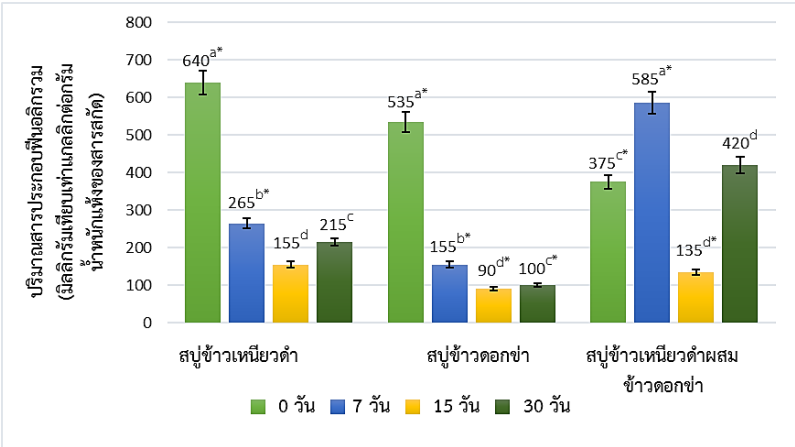
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก จะได้กราฟเส้นตรง ดังสมการคือ $y = 14.626x + 0.3832$ โดยมีค่าความเป็นเส้นตรง $R^2 = 0.9986$ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตรกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก

ผลการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่าด้วยวิธี Folin-Ciocalteu Colorimetric

นำค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกในสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า มาคำนวณในสมการ mg GAE = C x V x DF / m เพื่อหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่าได้ผลดังต่อไปนี้



ภาพที่ 9 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในแต่ละช่วงวันของสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า

หมายเหตุ *ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

จากการศึกษาค่าความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกในแต่ละช่วงวันของสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า เพื่อหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม 0, 7, 15 และ 30 วัน พบว่า สบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ มีค่าเท่ากับ 640, 265, 155 และ 215 mg GAE/g extract ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าในสบู่จากสารสกัดข้าวดอกข่า มีค่าเท่ากับ 535, 155, 90 และ 100 mg GAE/g extract ตามลำดับ และสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า มีค่าเท่ากับ 375, 585, 135 และ 420 mg GAE/g extract ตามลำดับ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจะค่อย ๆ ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา เนื่องจากปัจจัยที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อความคงตัวของสารประกอบฟีนอลิก ได้แก่ อุณหภูมิ และความเป็นกรดด่าง เป็นต้น ส่งผลทำให้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลง เนื่องจากเสื่อมสลายได้ง่ายด้วยความร้อน (ศรัณย์ ลาภนิธิพร และคณะ, 2555)

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการทดลอง

เมื่อศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH จากร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระของสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH พบมากที่สุดในสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ % inhibition เท่ากับ 81.22, 78.38, 64.61, 69.96 ตามลำดับ รองลงมาคือสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า % inhibition เท่ากับ 75, 69.89, 80.53, 71.62 ตามลำดับ และสบู่จากสารสกัดข้าวดอกข่า % inhibition เท่ากับ 56.81, 44.86, 30.80, 40.17 ตามลำดับ

เมื่อศึกษาปริมาณแอนโทไซยินของสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า ปริมาณแอนโทไซยานินพบมาที่สุดในสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า เท่ากับ 65.48, 20.041, 7.333 และ 0.806 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ รองลงมาคือสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ เท่ากับ 9.79, 6.162, 3.225 และ 4.55 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และสบู่จากสารสกัดข้าวดอกข่า เท่ากับ 1.139, 1.901, 1.094 และ 0.921 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

เมื่อศึกษาปริมาณเบต้าแคโรทีน ของสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า พบว่าสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ มีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงที่สุดคือ 0.223 ไมโครกรัมต่อกรัม รองลงมาคือ สบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า และสบู่จากสารสกัดข้าวดอกข่า ซึ่งมีค่าคือ 0.169 และ 0.156 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

เมื่อศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า สารประกอบฟีนอลิกพบมากที่สุดในสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ มีค่าเท่ากับ 640, 265, 155 และ 215 mg GAE/g extract ตามลำดับ รองลงมาคือสบู่จากสารสกัดข้าวดอกข่า มีค่าเท่ากับ 535, 155, 90 และ 100 mg GAE/g extract ตามลำดับ และสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า มีค่าเท่ากับ 375, 585, 135 และ 420 mg GAE/g extract ตามลำดับ

เมื่อศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบว่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ที่ 8-10 ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างของสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า ทั้ง 3 สูตร อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

อภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในสบู่ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ สบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า พบว่าร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระในแต่ละช่วงวันของสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ มีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันที่เพิ่มขึ้น โดยที่ 0 วันมีค่ามากสุดคือร้อยละ 81.22 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และที่ 15 วันมีค่าน้อยสุดคือร้อยละ 64.61 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สบู่จากสารสกัดข้าวดอกข่า มีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยที่ 0 วันมีค่ามากสุดคือร้อยละ 56.81 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และที่ 15 วันมีค่าน้อยสุดคือร้อยละ 30.80 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า พบว่าที่ 15 วันมีค่ามากสุดคือร้อยละ 80.53 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และที่ 7 วันมีค่าน้อยสุดคือร้อยละ 69.89 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และเมื่อเปรียบเทียบร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระในสบู่ทั้ง 3 ชนิด พบว่า ที่ 0 และ 7 วัน สบู่ข้าวเหนียวดำมีค่ามากที่สุดคือร้อยละ 81.22 และ 78.38 ตามลำดับ ที่ 15 และ 30 วันสบู่ข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่ามีค่ามากที่สุดคือร้อยละ 80.53 และ 71.62 ตามลำดับ เนื่องจากสบู่ข้าวเหนียวดำ สบู่ข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า มีสารสกัดออกมาสีส้มเข้ม และสบู่ข้าวดอกข่า ได้สีใส ที่สอดคล้องกับ นพวรรณ ชิราวัธน์ และคณะ, (2560) พบว่า ข้าวกล้องหอมดำสุโขทัย 2 มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุดเป็นเพราะข้าวกล้องหอมดำสุโขทัย 2 มีสีที่เข้มกว่าข้าวทั้งสองชนิด คือให้สีแดงเข้ม รองมาคือ ข้าวไร่พันธุ์ดอกข่าให้สีแดง และข้าวกล้องหอมแดงสุโขทัย1 ให้สีเหลืองส้ม แสดงให้เห็นว่า สีมีผลต่อปริมาณแอนโทไซยานินซึ่งเป็นไปตามผลการวิจัยของ นิศารัตน์ ศิริวัฒนเมธานนท์ (ม.ป.ป.) ให้ผลสอดคล้องกับ สุภาภรณ์ ญะเมืองมอญ และชนากานต์ เทโบลต์ พรมอุทัย, (2559) พบว่า ปริมาณแอนโทไซยานิน มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ที่พบในข้าวพันธุ์เหนียวดำและพันธุ์หอมนิล (Sutharut and Sudarat, 2012) ซึ่งรายงานดังกล่าวได้ อธิบายไว้ว่า แอนโทไซยานินเป็นสารประกอบฟีนอลิกกลุ่มหนึ่ง ที่สะสมอยู่บริเวณเยื่อหุ้มเมล็ดของข้าวมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ (Lucioli, 2012) ข้าวที่มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงก็จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงด้วย และจากงานวิจัยของยุพาพร ผลาจรศักดิ์ พบว่าที่ pH >1 ความคงตัวของแอนโทไซยานินจะสูงที่ pH <4 ที่อุณหภูมิ >4±3 องศาเซลเซียส ความคงตัวของแอนโทไซยานินสูงกว่าสภาวะที่อุณหภูมิ <30±3 องศาเซลเซียส สภาวะที่ไม่มีแสงความคงตัวจะสูงกว่าสภาวะที่มีแสง และความคงตัวจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้น เนื่องจากแอนโทไซยานินละลายได้ดีในน้ำ ไม่เสถียร สลายตัวได้ง่ายด้วยความร้อน ออกซิเจน แสง เมื่อโครงสร้างเปลี่ยนแปลงไปสีจะเปลี่ยนไปด้วย ปัจจัยที่มีผลต่อสีของแอนโทไซยานิน ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างเมื่อ pH เป็นกรดจะมีสีแดง เมื่อ pH สูงขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ปัจจัยเหล่านี้จึงส่งผลต่อความเสรียรภาพของแอนโทไซยานิน และสารต้านอนุมูลอิสระที่อยู่ในสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า

เมื่อนำสบู่ทั้ง 3 ชนิด มาหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีน พบว่า สบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ มีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงที่สุด คือ 0.223 ไมโครกรัมต่อกรัม รองลงมา คือ สบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า และสบู่จากสารสกัดข้าวดอกข่า ซึ่งมีค่าคือ 0.169 และ 0.156 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ เนื่องจากสารเบต้าแคโรทีนเป็นสารที่อยู่ในกลุ่มแคโรทีนอยด์ เป็นรงควัตถุสีเหลืองถึงแดง พบมากในพืชที่มีสีเหลืองหรือสีส้ม (Challen,1997) ดังนั้นในสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ และสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่าที่มีสีแดงเข้มจึงมีปริมาณเบต้าแคโรทีนมากกว่าเมื่อเทียบกับสบู่จากสารสกัดข้าวดอกข่า

สารประกอบของฟีนอลที่เป็นองค์ประกอบในพืช แบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ได้แก่ กรดฟีนอล (phenolic acids) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) คูมาริน (coumarins) และแทนนิน (tannins) Choi et al. (2007) และ Shen et al. (2009) ได้รายงานถึงความหลากหลายของสารฟีนอลที่เป็นองค์ประกอบฟลาโวนอยด์และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ในธัญพืชชนิดต่างๆ เช่น ข้าวที่มีสีดำ สีน้ำตาล สีขาว และข้าวฟ่างสีแดง โดยแอนโทไซยานิน (anthocyanins) เป็นฟลาโวนอยด์กลุ่มที่พบมากในธัญพืชที่มีสี โดยเฉพาะ cyanidin-3-D-β-glucoside และ peonidin-3-D-β-glucoside ซึ่งข้าวกลุ่มที่มีสีดำ-แดง จะมีปริมาณฟลาโวนอยด์ และฟีนอลที่เป็นองค์ประกอบในปริมาณที่มากกว่าข้าวขาวหรือข้าวที่ไม่มีสี เนื่องจากรงควัตถุที่ทำให้เกิดสีในเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวเป็นสารในกลุ่มของฟลาโวนอยด์และฟีนอลที่เป็นองค์ประกอบ (นวลอนงค์ เสมสังข์, ณกมล แก้วลังการ์ และวีรพงษ์ จันทะชัย, ม.ป.ป) จากการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมด้วย วิธี Folin-Ciocalteu Colorimatric method ในสบู่ทั้ง 3 ชนิด พบว่าสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมากกว่าในสบู่จากสารสกัดข้าวดอกข่า และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจะค่อย ๆ ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา เนื่องจากปัจจัยที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อความคงตัวของสารประกอบฟีนอลิก ได้แก่ อุณหภูมิ และความเป็นกรดด่าง เป็นต้น ส่งผลทำให้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลง เนื่องจากเสื่อมสลายได้ง่ายด้วยความร้อน (ศรัณย์ ลาภนิธิพร และคณะ, 2555)

8. ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

1. สามารถนำสบู่จากสารสกัดข้าวเหนียวดำ ข้าวดอกข่า และข้าวเหนียวดำผสมข้าวดอกข่า ไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ เพื่อสร้างรายได้
2. ควรศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีอื่น ๆ เช่น วิธี FRAP ABTS
3. ศึกษาคุณสมบัติของสบู่ในด้านอื่น ๆ เช่น การหาวิตามินซี วิตามินเอ
4. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางจุลชีววิทยา การทดสอบการแพ้หรือระคายเคือง การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สบู่จากสารสกัดข้าว

9. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2563 และโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่สนับสนุน เครื่องมือ/อุปกรณ์ในการทำวิจัยในครั้งนี้

10. เอกสารอ้างอิง

กองพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว. (2017). *ข้าวดอกข่า*. สืบค้นจาก https://www.thairicedb.com/rice-detail.php?id=23

ฉันทรา พูนศิริ. (ม.ป.ป). *การผลิตสบู่น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์*. สืบค้นจาก : opac.tistr.or.th/Multimedia/STJN/4802/ 4802-13.pdf

ธเนศวร นวลใย. (2558). *เจลอาบน้ำสูตรเฉพาะชุมชนเขาเต่า.* นครปฐม : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.

นิศารัตน์ศิริวัฒนเมธานนท์. (ม.ป.ป). *อาหารหลากสีมีประโยชน์หลากหลาย(ตอนที่3): สารเคมีที่มีประโยชน์จาก ผักผลไม้ที่มีสีน้ำเงินและสีม่วง*. ภาควิชาเภสัช พฤกษศาสตร์คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

นพวรรณ ชิราวัธน์, วิภาพร เกิดช่าง, สิบสองเมษา สามงามเขียว และธิดารัตน์ พรหมมา. (2560). การศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวกล้องหอมดำสุโขทัย 2 ข้าวกล้องหอมแดงสุโขทัย 1 และข้าวดอกข่า. *รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 4* (1031 - 1034). กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

นวลอนงค์ เสมสังข์, ณกมล แก้วลังการ์ และวีรพงษ์ จันทะชัย. (ม.ป.ป). *ปริมาณฟลาโวนอย์สารประกอบฟี นอลทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมลูอิสระของสารสกดัจากข้าวไทย*. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

พีรนันท์ มาปัน และคณะ. (2557). การคัดเลือกในชั่วต้นเพื่อลักษณะแอนโทไซยานินในเมล็ดสูงและไม่ไวต่อช่วงแสง ในลูกผสมชั่วที่ 2 ระหว่างข้าวพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดและปทุมธานี *1. วารสารนเรศวรพะเยา*, *7*(2)

พบแพทย์. (2016). *ผิวแพ้ง่ายสาเหตุและเคล็ดลับการรักษา.* สืบค้นจาก https://www.pobpad.com.

ยุพาพร ผลาขจรศักดิ์. (2547). *การสกัดและความคงตัวขอแอนโธไซยานินที่สกัดได้จากเปลือกมังคุด*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วิชัย ราพฤทธิ์ และศรัณญา อำนักมณี. (2547). *การศึกษาหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตสบู่ลูกยอ*. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

วิไลพร ปองเพียร. (2556). *การการพัฒนาสบู่ข้าวลืมผัวและสบู่จากถ่านฝักมะขาม*. สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบรูณ์.

ศรัณย์ ลาภนิธิพร, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และอรพิน เกิดชูชื่น. (2555). องค์ประกอบทางเคมี กายภาพและคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมะม่วงหิมพานต์. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 43*(ฉบับพิเศษ 2), 409-412.

สุภาภรณ์ ญะเมืองมอญ และชนากานต์ เทโบลต์ พรมอุทัย. (2559). ความแปรปรวนของปริมาณแอนโทไซยานิน และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของข้าวเหนียวก่ำพันธุ์พื้นเมืองของไทย. *วารสารเกษตร*, *32*(2), 191 - 199

เสาวลักษณ์ เรืองอ่อน และศักดิ์ศรี แสนยาเจริญกุล. (2560). การศึกษาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและ

จากฟักทอง. *รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชรครั้งที่ 4* (1054 - 1060). กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

หัสนัย มีมุข, วทันยา พิทักษ์ธนากุล และวรลดา เนียมเพาะ. (2562). *การเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารแอนโทไซยานิน และ สารประกอบฟีนอลิกรวมในสบู่จากสารสกัดไหมข้าวโพดหวานสีแดงราชินี ทับทิมสยาม ข้าวหอมแดงสุโขทัย1 และ เปลือกกล้วยไข่ดิบ*. โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาแพงเพชร

อธิป สกุลเผือก. (2559). *อนุมูลอิสระ และสารต้านอนุมูลอิสระ*. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Challen, J.J. (1997). Beta-carotene and other carotenoids: promises, failures and a new vision. *Ortho Molec Med., 12*, 11-19.

Choi, Y., Jeong, H.S. and Lee, J. (2007). Antioxidant activity of methanolic extracts from some grains consumed in Korea. *Food Chemistry*, *103*, 130–138.

Lim, Y. Y., Lim, T.T., & Tee, J.J. (2007). Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. *Food Chemistry.* 103:1003-1008.

Lucioli, S. (2012). Anthocyanins: Mechanism of action and therapeutic efficacy. In: A Capasso (ed) Medicinal Plants as Antioxidant Agents: Understanding Their Mechanism 23 of Action and Therapeutic Efficacy, Research Signpost. India, ISBN: 978-81-308-0509-2

Shao,Y., X. Feifei, S. Sun, B. Jinsong, and B. Trust. (2014). Phenolic acids, anthocyanins, and antioxidant capacity in rice (Oryza sativa L.) grains at four stages of development after flowering. *Food Chem.143*, 90- 96.

Shen, Y., Jin, L., Xiao, P., Lu, Y., Bao, J.S. (2009). Total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity in rice grain and their relations to grain color, size and weight. J. *Cereal Sci., 49*, 106-111.

Sutharut, J. and J. Sudarat. (2012). Total anthocyanin content and antioxidant activity of germinated colored rice. *International Food Research Journal 19*, 215-221.

Thaipong et al. (2006). Comparision of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 669–675.