ระดับโครงการ

กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รายงานผลสัมฤทธิ์สำหรับทุนสนับสนุนงานพื้นฐาน (Fundamental Fund)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

หน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร

รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติ

Research and Further Development on Natural-Extract Products

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

นางสาวอกนิษฐ์ พิศาลวัชรินทร์

Akanit Pisalwadcharin

ปี 2564

กรมวิชาการเกษตร

บทสรุปผู้บริหาร

ปัจจุบันผู้บริโภคตื่นตัวหันมาใส่ใจกับการดูแลสุขภาพของตัวเองมากขึ้น แนวโน้มการผลิตและการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพจึงเพิ่มสูงขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นยังมีผู้บริโภคจำนวนไม่น้อยที่ถือแนวคิดที่ว่า “การป้องกันดีกว่าการรักษา” โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เพื่อการดูแลสุขภาพที่มีส่วนประกอบของสารสกัดจากธรรมชาติที่สามารถดูแลสุขภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความปลอดภัย และปราศจากผลข้างเคียงที่ไม่ดีต่อสุขภาพ

สารธรรมชาติ (Natural Product) คือสารที่ได้มาจากการสกัดวัสดุธรรมชาติ เช่น พืชผลทางการเกษตร สัตว์ และจุลชีพ สารธรรมชาติมีความปลอดภัยกับสุขภาพ อีกทั้งสารธรรมชาติส่วนใหญ่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประโยชน์กับสุขภาพ จึงมีการคิดค้นวิจัยและพัฒนาสารธรรมชาติจากแหล่งวัตถุดิบใหม่ๆ โดยเฉพาะวัตถุดิบทางด้านการเกษตร และการต่อยอดนำผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารและเวชสำอางเพื่อสุขภาพ

ผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติที่สำคัญ ได้แก่ เอนไซม์บรอมิเลนซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สามารถสกัดได้จากส่วนต่างๆ ของสับปะรด โดยเอนไซม์บรอมิเลนจัดเป็นสารเติมแต่งอาหารที่สามารถใช้ได้อย่างปลอดภัย มีประสิทธิภาพในการช่วยย่อยอาหาร สารแคปไซซินที่สกัดได้จากพริกมีฤทธิ์กระตุ้นการขยายตัวของหลอดเลือดที่ผิวหนังทำให้เลือดไปเลี้ยงผิวหนังได้ดีขึ้น ทั้งยังมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและสารต้านการอักเสบที่สามารถบรรเทาอาการปวดเมื่อย อีกทั้งสารสกัดแคปไซซินจากพริกยังประกอบด้วยสารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูง และสารสกัดสีจากวัสดุธรรมชาติที่มีความปลอดภัยต่อการบริโภค เช่น แอนโทไซยานินที่สามารถสกัดได้จากดอกอัญชัญ นอกจากจะเป็นสารเติมแต่งสีในผลิตภัณฑ์อาหารแล้วยังมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันด้วย

โครงการวิจัยนี้ได้นำผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติ ได้แก่ เอนไซม์บรอมิเลนจากสับปะรด สารสกัดแคปไซซินจากพริก และสีผงจากดอกอัญชัญ มาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและเวชสำอางเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพ ซึ่งสามารถต่อยอดผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติได้ 3 ผลิตภัณฑ์ คือ ผลิตภัณฑ์ช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบกรานูลฟองฟู่ โดยเอนไซม์บรอมิเลนสกัดได้จากน้ำคั้นสับปะรดและทำแห้งให้อยู่ในรูปแบบผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบกรานูลฟองฟู่ ผลิตภัณฑ์สามารถเกิดสภาวะฟองฟู่และสิ้นสุดได้รวดเร็ว สามารถนำมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์ช่วยย่อยได้, ผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน โดยสกัดสารแคปไซซินจากพริกขี้หนูและนำไปเติมในสูตรผลิตภัณฑ์เจลนวดได้ผลิตภัณฑ์เจลนวดสำหรับบรรเทาอาการปวดเมื่อยที่มีสารสำคัญและฤทธิ์จับอนุมูลอิสระในปริมาณสูง และผลิตภัณฑ์สีผงที่สกัดได้จากดอกอัญชัญและทำแห้งด้วยวิธีการทำแห้งแบบโฟมแมท จะได้ผลิตภัณฑ์สีผงที่มีสีชมพู มีสารสำคัญคือสารแอนโทไซยานินซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแต่งสีในผลิตภัณฑ์ซอร์เบตทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงซึ่งมีความปลอดภัยและมีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้

นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติจากโครงการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและเวชสำอางอื่นๆ ได้ เช่น การนำผลิตภัณฑ์ช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลนใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชนิดต่างๆ สาร

กรมวิชาการเกษตร

สกัดแคปไซซินจากพริกสามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เวชสำอางชนิดอื่นๆ เช่น ครีมนวดผิวบรรเทาปวด ยาหม่องแคปไซซินสำหรับบรรเทาปวด เป็นต้น และผลิตภัณฑ์สีผงจากดอกอัญชัญสามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดอื่นๆ เช่น นำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม เป็นต้น ซึ่งจะเป็นการต่อยอดผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตผลเกษตรในประเทศด้วย

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติโดยใช้วัตถุดิบธรรมชาติสำหรับนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและเวชสำอาง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบกรานูลฟองฟู่ ผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน และผลิตภัณฑ์สีผงจากดอกอัญชัน

การผลิตเครื่องดื่มช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบกรานูลฟองฟู่ ทำการสกัดเอนไซม์บรอมิเลนโดยตีปั่นสับปะรดและคั้นน้ำ จากนั้นนำมาตกตะกอนโปรตีนด้วยเอทานอลในสภาวะเย็นและทำแห้งด้วยวิธีทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง โดยศึกษาอัตราส่วนของกรดอินทรีย์กับโซเดียมโซเดียมไบคาร์บอเนตที่เหมาะสมในการก่อให้เกิดสภาวะฟองฟู่ ศึกษาปริมาณเอนไซม์บรอมิเลนผง ร้อยละปริมาณของสารก่อสภาวะฟองฟู่ในสูตรผลิตภัณฑ์ และทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ได้สูตรผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนความชอบโดดเด่น คือ กรดซิตริก 0.80 g กรดทาร์ทาริก 0.40 g โซเดียมไบคาร์บอเนต 0.90 g เอนไซม์บรอมิเลนผง 0.20 g พีวีพี 0.15 g สารลดการก่อโฟม 0.036 g ซูคลาโรส 0.007 g ไซลิทอล 0.800 g และสารให้กลิ่นสับปะรด 0.120 จากนั้นเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการทำกรานูลแห้ง ได้ผลิตภัณฑ์กรานูลฟองฟู่ที่มีสมบัติการไหลของผงยาในระดับดี และยังคงค่ากิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลนไว้ได้ที่ 87.9 % สามารถละลายน้ำได้ดี โดยใช้เวลาในการเกิดสภาวะฟองฟู่ 94 วินาที

การผลิตผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินจากสารแคปไซซินที่สกัดได้จากพริกพันธุ์ซุปเปอร์ฮอต โดยสภาวะที่ใช้ในการสกัดสารแคปไซซิน คือ สกัดโดยใช้อัตราส่วนของเอทานอล : พริก เท่ากับ 1 : 5 (w/v) ได้สารสกัดหยาบแคปไซซินที่มีปริมาณสารแคปไซซิน 2,374.35 (µg/g) จากนั้นทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินที่มีปริมาณสารสกัดแคปไซซิน 1.0, 1.5 และ 2.0 % พบว่าผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินที่เติมสารสกัดแคปไซซิน 1.5 % มีปริมาณสารแคปไซซินเหมาะสมที่สุด คือ 0.0123 (% โดยน้ำหนักของตัวอย่าง) ปริมาณฟีนอลิกรวม 2.83 (mg gallic acid/g) และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (SC50) เท่ากับ 10.11 (mg/ml) จากนั้นทำการทดสอบการระคายเคืองต่อผิวหนังของผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินในอาสาสมัครจำนวน 15 คน พบว่าอาสาสมัครจำนวน 11 คน ไม่พบการระคายเคืองที่ผิวหนังบริเวณที่ทาผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน ขณะที่อาสาสมัครจำนวน 4 คน มีอาการแดงและบวมเล็กน้อยบริเวณที่ทาผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินแต่อาการจะหายไปภายใน 24 ชั่วโมง

การผลิตสีผงจากดอกอัญชันด้วยวิธีการทำแห้งแบบโฟมแมท ทำการสกัดดอกอัญชันด้วยสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 0.15 M อัตราส่วนดอกอัญชันแห้งต่อสารละลายกรดซิตริกเป็น 1:50 (w/v) สกัดที่อุณหภูมิ 60 °C ระยะเวลา 30 นาที นำสารสกัดที่ได้ระเหยน้ำออกเพื่อให้สารสกัดมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 8 °B ผสมมอลโตเด็กซ์ทริน 20% โดยน้ำหนัก จากนั้นเติมสารก่อโฟม methocel ปริมาณ 2.5% ตีให้เกิดโฟมเป็นเวลา 15 นาที ใส่ถุงบีบให้เป็นเส้นขนาดกว้าง 0.5-0.7 cm ยาว 34-36 cm ลงบนถาด นำไปทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ได้สีผงเป็นสีชมพู มีความชื้น 4.50% ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีเท่ากับ 0.239 ค่าสี L* a* และ b* เท่ากับ 42.11, 15.90 และ -1.45 ตามลำดับ ค่าการละลาย 86.92% ปริมาณแอนโทไซยานิน 19.37 mg cyanidin-3-glucoside/100g สีผงที่ได้นำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ซอร์เบต ปริมาณที่เหมาะสมคือ 2.5% โดยน้ำหนักของส่วนผสมทั้งหมด เมื่อเก็บรักษาสีผงเป็นเวลา 4 เดือนในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ พบว่าสีผงมีความชื้นเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างจากเริ่มต้น ในขณะที่ปริมาณสารแอนโทไซยานินมีค่าลดลง

กรมวิทยาศาสตร์

Abstract

The objectives of this research were to study the production of natural products from the natural materials, for its application in food and cosmetic products. Three natural products were the digestive aid supplement drink with bromelain enzyme in the effervescent granules recipe, the capsaicin massage gel and the powder color from butterfly pea flowers.

Production of the digestive aid supplement drink with bromelain enzyme in the effervescent granules recipe. The enzyme bromelain powder was produced by crushing and squeezing pineapple fruit to get the juice then the bromelain extraction was driven by precipitation of the proteins with cold ethanol and was drying by freeze-drying technical to produce the effervescent granules product. The suitability of the organic acid and sodium bicarbonate ratio that source of the effervescent effect, amount of bromelain powder, the proportion of effervescent agents, amount of sweeteners were studied. The favorite formulation by consumer testing contained citric acid 0.80 g tartaric acid 0.40 g sodium bicarbonate 0.90 g with the bromelain powder of 0.20 g, sucralose, and xylitol was used as sweeteners at 0.007 g and 0.8 g respectively. Polyvinylpyrrolidone 0.15 g, anti-foam agent 0.036 g, and flavoring agent 0.12 g were used as the additives agent in this product also. The granule product can be prepared by the dry granulation method which the good flowability properties were obtained and the bromelain activity was maintained at 87.9 %. The product was good water-soluble and takes 94 seconds for effervescent time.

Production of the capsaicin massage gel product from capsaicin crude extract. Capsaicin crude extract obtained from extraction condition using ethanol : Chilis (Superhot) ratio of 1 : 5 (w/v) gave capsaicin content of 2,374.35 (µg/g). Subsequently it was developed into three massage gels were formulated with 1.0, 1.5 and 2.0 % of capsaicin crude extract. The results showed that the massage gels with 1.5 % of capsaicin crude extract gave the best results. The capsaicin massage gel with 1.5 % of capsaicin crude extract had capsaicin content of 0.0123 (% weight of sample), total phenolic content of 2.83 (mg gallic acid/g) and antioxidant activity (SC50) was 10.11 (mg/ml). Then, skin irritation test of the capsaicin massage gel was carried out on 15 volunteers. The results showed that there was no irritation in 11 volunteers and 4 volunteers had slight redness and swelling on the area were applied capsaicin massage gel, which the symptoms disappeared within 24 hours.

Production of the powder color from butterfly pea flowers by foam-mat drying method. Extraction of butterfly pea flowers used 0.15 molar citric acid solution, the ratio of dried butterfly

กรมวิทยาศาสตร์

pea flowers to citric acid solution was 1:50 (weight by volume). The optimal condition of extraction was at 60 ° C for 30 minutes. An extract was evaporated water, the total soluble solid content of extract was 8 ° Brix and mix with 20% maltodextrin by weight. Then, 2.5% methocel was mixed by weight, to beat until foam was forming for 15 minutes and placed a plastic bag into strips 0.5-0.7 cm wide, 34-36 cm long onto the tray. It was dried by using oven dryer at 70 ° C for 3 hours. Powder color extracted from butterfly pea flowers had pinkish, that moisture content was 4.50%, water activity value was 0.239, color values L* a* and b* were 42.11, 15.90 and -1.45, respectively. The sample expressed as the solubility 86.92%, total anthocyanin content 19.37 mg and equivalent of cyanidin-3-glucoside / 100g. Powder color has been applied for sorbet products. The optimal formula to produce sorbet product was powder color from butterfly pea flowers 2.5%. Afterward, the powder color was kept at ambient temperature for 4 months in an aluminum foil bag. It was found that moisture content changed slightly but not different from the initial quality, while the amount of total anthocyanin was decreased.

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับการสนับสนุนทุนการวิจัยเพื่อพัฒนาโครงการวิจัยและพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติ

โครงการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้จากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหลายภาคส่วน คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะกรรมการและผู้ทรงคุณวุฒิ สกสว. ที่ให้ข้อเสนอแนะที่มีคุณค่ายิ่งในการพัฒนาคุณภาพงานวิจัย และแนวทางการนำงานวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อผู้บริหาร กรมวิชาการเกษตร คณะกรรมการวิชาการ กองแผนงานและวิชาการ ของกรมวิชาการเกษตร ผู้อำนวยการกองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร คณะผู้เชี่ยวชาญ คณะกรรมการวิชาการ ข้าราชการ พนักงานราชการ พนักงานจ้างเหมา ของกองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร และผู้ช่วยวิจัยทุกท่าน ที่ร่วมแรงร่วมใจจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมาย

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเนื้อหาสาระจากงานวิจัยนี้จะมีคุณูปการต่อผู้สนใจ เกษตรกร ผู้ประกอบการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สามารถนำไปพัฒนาหรือต่อยอดเพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติ ที่นำผลิตผลเกษตรในประเทศมาใช้ประโยชน์ อันจะเป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตผลเกษตรในประเทศได้ และหากมีข้อผิดพลาดประการใด คณะผู้วิจัยขอน้อมรับไว้ ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

14 กุมภาพันธ์ 2565

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	1
บทคัดย่อ	3
Abstract	4
กิตติกรรมประกาศ	6
สารบัญ	7
สารบัญภาพ	8
สารบัญตาราง	9
บทที่ 1 บทนำ	10
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน	14
บทที่ 3 ผลการศึกษา	21
บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล	32
เอกสารอ้างอิง	39

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
Figure 1 Appearance of the effervescent effect by varied 50-80% of the effervescent based with the acid -sodium bicarbonate ratio as 1.03:0.77	23
Figure 2 Appearance of effervescent granule powder	24
Figure 3 Capsaicin massage gel with capsaicin extracts 1.0 %, 1.5 % and 2.0 %	25
Figure 4 Appearance of butterfly pea foam and powder at different foaming agent	26
Figure 5 Appearance of butterfly pea sorbet was kept at -20 °C for 4 weeks	27
Figure 6 Appearance of effervescent granule powder	28
Figure 7 Capsaicin massage gel	28
Figure 8 Appearance of butterfly pea with foaming agent methocel	29
Figure 9 Appearance of butterfly pea sorbet	30
Figure 10 Capsaicin massage gel with 1.5 % capsaicin extract	30

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
Table 1 Results of the effervescent effect by varied the weight of organic acid and the citric acid-tartaric acid ratio with 0.77 g of sodium bicarbonate	22
Table 2 Results of the effervescent effect by varied bromelain powder 0.1-0.4 g with 60% of the effervescent based (1.03 g of total acid and 0.77 g of sodium bicarbonate	22
Table 3 Results of the effervescent effect by varied 50-80% of the effervescent based with the acid -sodium bicarbonate ratio as 1.03:0.77	23
Table 4 Properties of effervescent product form	23
Table 5 Capsaicin content of capsaicin massage gels with capsaicin extracts	24
Table 6 Quality of butterfly pea sorbet was kept at -20 °C for 4 weeks	26

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 1 บทนำ

1. วิสัยทัศน์ และพันธกิจของหน่วยงาน

<u>วิสัยทัศน์</u>

กรมวิชาการเกษตรเป็นองค์กรที่เป็นเลิศด้านการวิจัยและพัฒนาด้านพืช เครื่องจักรกลการเกษตร และเป็นศูนย์กลางรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรด้านพืชในระดับสากล บนพื้นฐานการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

<u>พันธกิจ</u>

1. สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยด้านพืชและเครื่องจักรกลการเกษตร สู่กลุ่มเป้าหมาย
2. กำหนดและกำกับดูแลมาตรฐานระบบการผลิตและผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต พัฒนาระบบตรวจรับรองสินค้าการเกษตรด้านพืชให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
3. อนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืช แมลง และจุลินทรีย์
4. กำกับ ดูแล และพัฒนากฎหมายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ

2. ยุทธศาสตร์ชาติที่สอดคล้องกับแผนปฏิบัติงานด้าน ววน. ของหน่วยงาน

❑ยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านความมั่นคง

เพื่อบริหารจัดการสภาวะแวดล้อมของประเทศให้มีความมั่นคง ปลอดภัย และมีความสงบเรียบร้อยในทุกระดับและทุกมิติ

☑ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน

เน้นการยกระดับศักยภาพในหลากหลายมิติควบคู่กับการขยายโอกาสของประเทศไทยในเวทีโลก

❑ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์

คนไทยในอนาคต มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีทักษะสื่อสารภาษาอังกฤษและภาษาที่ 3 และมีคุณธรรม

❑ยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม

สร้างความเป็นธรรม และลดความเหลื่อมล้ำในทุกมิติ กระจายศูนย์กลางความเจริญทางเศรษฐกิจและสังคม เพิ่มโอกาสให้ทุกภาคส่วนเข้ามาเป็นกำลังของการพัฒนาประเทศในทุกระดับ

❑ยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

คำนึงถึงความยั่งยืนของฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านมาตรการต่างๆ ที่มุ่งเน้นให้เกิดผลลัพธ์ต่อความยั่งยืน

❑ยุทธศาสตร์ที่ 6 ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ

การปรับเปลี่ยนภาครัฐ ยึดหลัก “ภาครัฐของประชาชนเพื่อประชาชนและประโยชน์ส่วนรวม”

กรมวิชาการเกษตร

3. วงเงินงบประมาณกองทุน ววน. ที่ได้รับจัดสรรในปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 และโปรดระบุแผนงาน/โครงการให้สอดคล้องกับโปรแกรมของแผน ววน.

โปรแกรมตามแผน ววน.	งบประมาณ (บาท)
โปรแกรม 7 การวิจัยและสร้างนวัตกรรมเพื่อตอบโจทย์ท้าทายด้านทรัพยากรสิ่งแวดล้อมและการเกษตร	624,000

4. รายละเอียดโครงการ

ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันผู้บริโภคตื่นตัวและหันมาใส่ใจกับการดูแลสุขภาพของตัวเองมากขึ้น แนวโน้มการผลิตและการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพจึงเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เพื่อการดูแลสุขภาพที่มีส่วนประกอบของสารสกัดจากธรรมชาติที่สามารถดูแลสุขภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความปลอดภัย และปราศจากผลข้างเคียงที่ไม่ดีต่อสุขภาพ

เอนไซม์บรอมิเลนสามารถผลิตจากสับปะรด ซึ่งจัดเป็นเอนไซม์ชนิด crytein protease ที่เร่งปฏิกิริยาการย่อยเปปไทด์และเอสเตอร์ของกรดอะมิโน (Murachi and Neurath, 1960) จึงสามารถย่อยโปรตีนซึ่งเป็นกลุ่มของโพลีเปปไทด์สายยาวให้สั้นลงได้ ด้วยเหตุนี้เอนไซม์บรอมิเลนจึงเป็นสารธรรมชาติที่จะสามารถช่วยส่งเสริมการย่อยระบบย่อยอาหารของเราได้ โดยเอนไซม์บรอมิเลนมีความเสถียรและคงกิจกรรมของการย่อยโปรตีนได้ในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างที่ค่อนข้างกว้าง ทำให้สามารถคงกิจกรรมของการย่อยโปรตีนได้ทั้งในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กของมนุษย์ (Balakrishnan *et al*., 1981) นอกจากนี้เอนไซม์บรอมิเลนยังจัดเป็นสารเติมแต่งอาหารที่สามารถใช้ได้อย่างปลอดภัย (Generally Recognized As Safe) โดยองค์การอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. Food and Drug Administration, 2019; Hikisz 2021) และมีความเป็นพิษในระดับที่ต่ำมาก โดยบรอมิเลนมีค่า LD50 สูงกว่า 10 กรัม/กิโลกรัม (Taussig *et al*., 1975) อย่างไรก็ตามในพลาสมาจะมีสารที่ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์บรอมิเลน ทำให้การได้รับเอนไซม์บรอมิเลนด้วยการบริโภคจะคงกิจกรรมของการย่อยโปรตีนได้ดีที่สุด (Hale, 2002) โดยมักจะพบเห็นเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบผลิตอาหารเสริมบรรจุแคปซูลที่มีวางจำหน่ายโดยทั่วไป ซึ่งทำให้เราต้องบริโภคแคปซูลเข้าไปด้วยซึ่งอาจเป็นปัญหากับผู้ที่มีภาวะกลืนได้ยาก งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาผลิตเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบเครื่องดื่มที่มีการประยุกต์ใช้รูปแบบนำส่งสารออกฤทธิ์ด้วยวิธีที่ทำให้เกิดฟองฟู่ (effervescent effect) ซึ่งจะช่วยเพิ่มชีวประสิทธิผลของตัวยาหรือสารออกฤทธิ์สำคัญได้ดีจากการละลายในแรงดันออสโมติกและนำส่งยาเพื่อให้ลอยตัวในกระเพาะอาหารได้ เป็นต้น อีกทั้งเป็นรูปแบบที่มีการนำไปใช้เพื่อเพิ่มการดูดซึมสารอาหาร วิตามิน หรือแร่ธาตุ ซึ่งวิธีการนำส่งสารชนิดฟองฟูมีข้อดีที่ทำให้มีรสชาติที่ดี กลบกลิ่นรสไม่พึงประสงค์ของตัวยาได้ และดึงดูดความสนใจของผู้ใช้ได้เนื่องจากเกิดฟองหลังผสมน้ำ เหมาะกับผู้ที่ไม่สามารถรับประทานยาเม็ดหรือแคปซูลได้ (Gothoskar and Kshirsagar, 2004) การศึกษาการผลิตเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบเครื่องดื่มช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบกรานูลฟองฟู่จะเป็นการพัฒนา

กรมวิชาการเกษตร

ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่มีส่วนประกอบสารสกัดจากธรรมชาติเพื่อการดูแลสุขภาพอย่างครอบคลุม ผลิตภัณฑ์มีความทันสมัย สะดวกต่อการใช้งานและปลอดภัยต่อผู้บริโภค

สารสกัดแคปไซซินเป็นสารกลุ่มแคปไซซินอยด์ (capsaicinoids) ซึ่งเป็นสารประกอบสำคัญของพริก ที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสเผ็ดร้อน ซึ่งประกอบด้วยแคปไซซิน (capsaicin) มีปริมาณสูงสุด คือ 61 % ไดไฮโดรแคปไซซิน (dihydrocapsaicin) 22 % นอร์ไดไฮโดรแคปไซซิน (nordihydrocapsaicin) 1% โฮโมแคปไซซิน (homocapsicin) 1% และโฮโมไดไฮโดรแคปไซซิน (homodihydrocapsaicin) 1% (Cisneros-Pineda *et al*., 2007) สารแคปไซซินพบมากในบริเวณเยื่อแกนกลางสีขาวหรือที่เรียกว่า “รกพริก” (Placenta) (Reyes *et al*., 2011) สารสกัดแคปไซซินจากพริกมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและสารต้านการอักเสบ (Zimmer *et. al*., 2012) อีกทั้งมีประโยชน์ทางด้านยาและการแพทย์มากมาย ได้แก่ บรรเทาปวด ลดการอักเสบ มีรายงานการวิจัยว่ามีการใช้ capsaicin ในรูปแบบครีมและแผ่นแปะเฉพาะที่เพื่อรักษากลุ่มอาการปวดเรื้อรัง เช่น โรคประสาท post-herpetic ปวดกล้ามเนื้อและกระดูก โรคเส้นประสาทอักเสบจากเบาหวาน โรคข้อเข่าเสื่อม และข้ออักเสบรูมาตอยด์ นอกจากนี้ยังใช้เพื่อรักษาอาการปวดจากผื่น เป็นต้น (Reyes *et. al*., 2011) โดยสารแคปไซซินจะกระตุ้นเส้นประสาทที่ผิวหนังและกระตุ้นการขยายตัวของหลอดเลือดที่ผิวหนังทำให้การไหลเวียนของเลือดดีขึ้น (Thayne *et. al*, 2003) คณะกรรมการอาหารและยาของสหรัฐอเมริการยอมรับให้ใช้แคปไซซินเป็นยาเฉพาะที่ได้โดยไม่ต้องมีใบสั่งแพทย์ โดยทางการค้ามีครีมแคปไซซินจำหน่ายที่ความเข้มข้น 0.0123, 0.025% และ 0.075 % ดังนั้นการนำสารสกัดแคปไซซินจากพริกซึ่งเป็นสารสกัดจากธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เวชสำอางรูปแบบเจล จะเป็นการพัฒนาต่อยอดงานวิจัย ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพได้

สีธรรมชาติเป็นสีที่ได้จากพืชซึ่งความหลากหลายของสีขึ้นอยู่กับรงควัตถุในพืชนั้นๆ รงควัตถุจัดเป็นสารประกอบฟีนอลิกมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันมีประโยชน์ในการช่วยป้องกันและลดการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น รงควัตถุสีม่วงคือสารแอนโธไซยานินส์ พบในดอกอัญชัน ดอกกระเจี๊ยบ องุ่น พลัม ซึ่งวัตถุดิบจากธรรมชาติเหล่านี้มีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพทำให้การใช้สีจากธรรมชาติไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค โดยดอกอัญชันจัดเป็นสมุนไพร มีสีน้ำเงินเข้มหรือน้ำเงินอมม่วง สารสีจากดอกอัญชันคือสารแอนโทไซยานิน จัดเป็นสารประกอบฟีนอลิกมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ เพิ่มประสิทธิภาพในการมองเห็น แก้อาการตาฟาง ตามัว ตาเสื่อมจากโรคเบาหวาน โรคต้อหิน โรคต้อกระจก ดอกอัญชันนั้นยังช่วยยับยั้งการรวมตัวของเกล็ดเลือด ช่วยขับปัสสาวะ และยังช่วยผ่อนคลายกล้ามเนื้อ นอกจากนี้แอนโทไซยานินยังมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของไขมัน ชะลอการเกิดโรคไขมันอุดตันในหลอดเลือดและโรคหลอดเลือดหัวใจแข็งตัว (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, ม.ป.ป.ก) การผลิตสีผงจากดอกอัญชัญโดยวิธีการทำแห้งโดยวิธีโฟมแมท (Foam-mat drying) เป็นการทำแห้งแบบที่ใช้ความร้อนไม่สูงมากและมีวิธีการที่ง่ายไม่ซับซ้อนที่สำคัญมีต้นทุนการผลิตไม่สูง จะได้สีผงที่เป็นสารธรรมชาติ มีความปลอดภัยกับผู้บริโภค อีกทั้งยังมีสารแอนโทไซยานินที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นประโยชน์กับสุขภาพของผู้บริโภคอีกด้วย

กรมวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์ของโครงการ

ศึกษาการประยุกต์ใช้สารสกัดจากธรรมชาติ ได้แก่ บรอมิเลนจากสับปะรด แคปไซซินจากพริก และสารสกัดจากดอกอัญชัน ในผลิตภัณฑ์อาหาร ผลิตภัณฑ์เติมแต่งอาหาร และผลิตภัณฑ์เจลนวดเพื่อการดูแลสุขภาพ

ขอบเขตการศึกษา

1) ศึกษาการประยุกต์ใช้สารสกัดบรอมิเลนจากสับปะรดในผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อช่วยในระบบการย่อยอาหาร
2) ศึกษาการประยุกต์ใช้สารสกัดแคปไซซินจากพริกในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเพื่อกระตุ้นการขยายตัวของหลอดเลือดที่ผิวหนังและมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง
3) ศึกษาการประยุกต์ใช้วิธีการทำแห้งแบบโฟมเพื่อผลิตสีผงสำหรับเติมแต่งผลิตภัณฑ์อาหารจากสารสกัดดอกอัญชัน

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน

1.วิธีการดำเนินการวิจัย

การทดลองที่ 1 การผลิตผลิตภัณฑ์ช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบกรานูลฟองฟู่

(ระยะเวลาดำเนินงาน ตุลาคม 2563 - กันยายน 2564)

สถานที่ทำการวิจัย กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร

วิธีการ

1. การผลิตเอนไซม์บรอมิเลนผงโดยวิธีทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

1.1 เตรียมสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย โดยล้างด้วยน้ำสะอาดผสมคลอรีนเข้มข้น 50 พีพีเอ็ม แล้วตัดแยกเอาส่วนจุกและก้านออก หั่นสับปะรดรวมทั้งเปลือก เนื้อและแกนเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วชั่งชิ้นสับปะรดครั้งละ 1 Kg นำไปตีปั่นด้วยเครื่องบดปั่นนาน 1 นาที แล้วบีบคั้นน้ำพร้อมแยกกากด้วยเครื่องคั้นน้ำผลไม้ กรองด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นพักไว้ในขวดที่ปิดสนิดที่อุณหภูมิ 4 °C (ตู้เย็น) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ให้ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำตกตะกอน แล้วรินเอาน้ำคั้นส่วนใสมาใช้สกัดเอนไซม์บรอมิเลน โดยการตกตะกอนด้วยเอทานอลเกรดอาหารเข้มข้น 95% ที่แช่เย็นจัด (0 °C) อัตราส่วน 26:74 โดยปริมาตร จากนั้นพักไว้ให้ตกตะกอนสมบูรณ์ที่ 4 °C นาน 1 ชั่วโมงก่อนนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 10,000 rpm เป็นเวลา 15 นาที อุณหภูมิ 4 °C ด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูง แล้วรินแยกสารละลายส่วนใสออก เก็บตะกอนโปรตีนที่ได้มาละลายด้วยน้ำกลั่นและนำไปทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

1.2 ตรวจสอบคุณสมบัติของเอนไซม์บรอมิเลนผง ได้แก่ ค่าความชื้น ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ปริมาณผลผลิตที่ได้ ค่าสี และกิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลน (ปรับปรุงวิธีจาก Ketnawa, 2009) โดยเตรียมสารละลายตัวอย่างผงเอนไซม์บรอมิเลน ที่ 10 mg/mL ในสารละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์ pH7 แล้วผสมสารละลายตัวอย่าง 50 µL กับสาระละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์ pH7 400 µL และสารละลาย 1% Casein 100 µL ในหลอดพลาสติดขนาด 2 mL เขย่าแล้วบ่มที่ 37 °C นาน 10 นาทีในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ จากนั้นเติมสารละลาย 5.8% (w/v) กรดไตรคลอโรอะซีติก 1000 uL แล้วเขย่าและปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 rpm นาน 10 นาที ด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงขนาดเล็ก ดูดสารละลายส่วนใสไปวัดการดูดกลืนแสงในช่วง 250-350 nm โดยพิจารณาค่า λmax ที่ 275

2. ศึกษาอัตราส่วนผสมสำหรับการการผลิตเครื่องดื่มในรูปแบบกรานูลฟองฟู่

2.1 ศึกษาชนิดและอัตราส่วนของส่วนผสมพื้นฐานสำหรับก่อสภาวะฟองฟู่ (Effervescent base)

ทำการศึกษาอัตราส่วนผสมของกรดอินทรีย์และและโซเดียมไบคาร์บอเนตที่จะให้เป็นสูตรพื้นฐานสำหรับก่อสภาวะฟองฟู่ โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD แบบ 2 ปัจจัย

ปัจจัยที่ 1 กรดอินทรีย์ ได้แก่ - กรดซิตริก : กรดทาร์ทาริค 1:0 (w/w)
- กรดซิตริก : กรดทาร์ทาริค 2:1 (w/w)
- กรดซิตริก : กรดทาร์ทาริค 1:1 (w/w)
- กรดซิตริก : กรดทาร์ทาริค 1:2 (w/w)
- กรดซิตริก : กรดทาร์ทาริค 0:1 (w/w)

ปัจจัยที่ 2 ปริมาณกรดอินทีย์รวม ที่ 0.61 0.77 และ 1.03 g ต่อโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.77 g

กรมวิชาการเกษตร

รวม 15 กรรมวิธี โดยแต่กรรมวิธีจะมีเอนไซม์บรอมิเลนมาตรฐาน 0.1 g เป็นส่วนผสม

2.2 ศึกษาอัตราส่วนเอนไซม์บรอมิเลนผงที่เหมาะสมของในสูตรผลิตภัณฑ์

ทำการศึกษาโดยคัดเลือกอัตราส่วน Effervescent base จากข้อ 2.1 จำนวน 2 สูตร แล้วผสมกับผงเอนไซม์บรอมิเลน โดยแปรปริมาณที่ 0.1 0.2 0.3 และ 0.4 g แล้วเติมพีวีพี 0.15 g และสารลดโฟม 0.036 g ปรับปริมาตรส่วนผสมเป็น 3 g ด้วยมอลโตเด็กซ์ตริน ออกแบบการทดลองแบบ CRD จำนวน 8 กรรมวิธี 4 ซ้ำ

2.3 ศึกษาปริมาณส่วนผสมพื้นฐานสารก่อสภาวะฟองฟู่ในสูตรผลิตภัณฑ์

ใช้อัตราส่วน Effervescent base จากข้อ 2.1 จำนวน 2 สูตร และปริมาณผงเอนไซม์บรอมิเลนที่ได้จากข้อ 2.2 โดยแปรปริมาณ Effervescent base ที่ 50 60 70 และ 80% ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ทั้งหมด เติมพีวีพี 0.15 g และสารลดโฟม 0.036 g ปรับปริมาตรส่วนผสมเป็น 3 g ด้วยมอลโตเด็กซ์ตริน ออกแบบการทดลองแบบ CRD จำนวน 8 กรรมวิธี 4 ซ้ำ

2.4 วิธีการเตรียมส่วนผสมผลิตภัณฑ์และการทดสอบคุณสมบัติ

การเตรียมส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ในข้อ 2.1-2.4 ทำโดยชั่งส่วนผสมต่างๆ ตามอัตราส่วนที่กำหนด แล้วผสมในกระป๋องพลาสติกปากกว้างที่ปิดสนิด แบบวนไป-มาเป็นลักษณเลขแปด เป็นเวลา 5 นาที และผสมแบบเจือจางทีละส่วน (geometric dilution) ซึ่งเตรียมในห้องปฏิบัติการที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศไม่เกิน 50% และอุณหภูมิห้อง 25±1 °C จากนั้นนำไปทดสอบ

- ลักษณะการเกิดสภาวะแบบฟองฟู่ โดยเทส่วนผสมในบีกเกอร์ขนาด 250 mL เติมน้ำ 100 mL จับเวลาในการเกิดปฏิกิริยาคาร์บอเนชัน โดยบันทึกระยะเวลาตั้งแต่เริ่มเทน้ำจนกระทั้งฟองยุบตัว (efferverscent time) และเห็นสีของสารละลายชัดเจน
- ลักษณะการละลายการละลาย โดยการสังเกตแล้วให้คะแนนลักษณะการละลาย (solubility score) ที่ปรากฏหลังสิ้นสุดปฏิกิริยาปฏิกิริยาคาร์บอเนชัน ตามวิธีของ Aslani (2013) ดังนี้

  5 = ละลายได้ดีมาก ไม่มีตะกอนเหลืออยู่

  4 = ละลายได้ดี มีตะกอนเหลืออยู่เล็กน้อย

  3 = ละลายได้ มีตะกอนเหลืออยู่ปานกลาง

  2 = ละลายได้เล็ก มีตะกอนเหลืออยู่อยู่มาก

  1 = ไม่ละลาย

  และวัดค่า pH ของสารละลายที่ได้

3. ทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภค

คัดเลือกสูตรที่เหมาะสม แล้วนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภค โดยวิธี 7-point hedonic scale กับผู้บริโภคจำนวน 30 คน

4. ศึกษาการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แบบกรานูล

4.1 เลือกใช้สูตรที่มีคะแนนความชอบในการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคดีที่สุด มาเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์แบบกรานูลต้นแบบ โดยชั่งส่วนผสมต่างๆ ตามอัตราส่วนที่กำหนด แล้วผสมในกระป๋องพลาสติกตามวิธีการในข้อ 2.5 จากนั้นเทผงผสมลงในโกร่งเซรามิกแล้วบดให้ละเอียด แล้วนำอัดเป็นแผ่น slug โดยใช้โมด์ลอัด

กรมวิชาการเกษตร

แป้งกับเครื่องอัดระบบลมเป็นเวลา 2 นาที จำนวน 2 ครั้ง นำแผ่น slug ที่ได้มาบดให้ละเอียดอีกครั้ง และร่อนผ่านตะแกรง เก็บผลิตภัณฑ์ที่ได้ในถุงอลูมิเนียมและปิดผนึกสุญญากาศ

4.2 ทดสอบคุณสมบัติการไหลของผงยา (Flow property) โดยประยุกต์วิธีของ เชาวลิต (2557) และทัศนา (2564) ทำได้โดยหาค่า

- ความหนาแน่นรวม (bulk density; ρ_{bulk}) โดยการเติมผงผลิตภัณฑ์ที่ชั่งน้ำหนักแน่นอนแล้ว (mass; m) ลงไปในกระบอกตวงขนาด 10 mL โดยที่ระวังไม่ให้ผงฯ เกิดการอัดแน่น แล้วอ่านค่าปริมาตรของผงฯ ที่บรรจุในกระบอกตวง (bulk volume; V_0) และคำนวณตามสูตร $\rho_{bulk}=m/V_0$ (g/cm3)

- ความหนาแน่น tapped (tapped density; ρ_{tapped}) โดยเคาะกระบอกตวงที่บรรจุผงฯ จากขั้นตอนการหาความหนาแน่นรวม แล้วยกและปล่อยกระบอกตวงที่ความสูงเดียวกันจำนวน 5 ครั้ง อ่านค่าปริมาตรของผงฯ ที่บรรจุแล้วทำซ้ำต่อไปอีกรอบละ 5 ครั้ง จนอ่านได้ปริมาตรสุดท้ายค่อนข้างคงที่ (final volume; V_f) และคำนวณตามสูตร $\rho_{tapped}=m/V_f$ (g/cm^3)

- Compressibility index จากสูตร compressibility index = $((\rho_{tapped} - \rho_{bulk})/\rho_{tapped}) \times 100$ แล้วประเมินหาสมบัติการไหลตามระดับสเกลดังนี้

สมบัติการไหล (Flow property)	Compressibility index
Excellent	≤10
Good	11-15
Fair	16-20
Passable	21-25
Poor	26-31
Very poor	32-37
Very, Very poor	>38

ทดสอบกิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลน โดยละลายผงผลิตภัณฑ์ 6.83 g ในน้ำ 100 mL แล้วนำไปกิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลนตามวิธีการในข้อ 1.2 และลักษณะการเกิดสภาวะแบบฟองฟู่กับลักษณะการละลายการละลายตามวิธีการในข้อ 2.5

การทดลองที่ 2 การประยุกต์ใช้สารสกัดแคปไซซินในผลิตภัณฑ์เจลนวด

(ระยะเวลาดำเนินงาน ตุลาคม 2563 - กันยายน 2564)

สถานที่ทำการวิจัย กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร

<u>วิธีการ</u>

1. การสกัดสารแคปไซซินจากพริก สกัดพริกขี้หนูพันธุ์ซุปเปอร์ฮอตด้วยเอทานอลเข้มข้น 95 % อัตราส่วนของพริกแห้งต่อเอทานอล เท่ากับ 1:5 (w/v) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง (ดัดแปลงจาก Gudeva *et. al*. 2013) จากนั้นนำสารสกัดจากพริกที่ได้มาทำการวิเคราะห์ ดังนี้

กรมวิชาการเกษตร

1.1 ปริมาณสารที่ได้จากการสกัด (%yield)

1.2 ปริมาณสารแคปไซซิน โดยวิธี High Performance Liquid Chromatography (Zimmer *et. al*., 2012)

1.3. สารฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic) โดยวิธี Folin-Ciocalteu method (Zimmer *et. al*., 2012)

1.4 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity) โดยวิธี DPPH Radical Scavenging Assay (Zimmer *et. al*., 2012)

2. การประยุกต์ใช้สารสกัดแคปไซซินในผลิตภัณฑ์เจลนวด โดยเตรียมผลิตภัณฑ์ตามสูตรมาตรฐาน แล้วเติมสารสกัดแคปไซซินปริมาณ 1.0, 1.5 และ 2.0 % โดยน้ำหนัก

สูตรมาตรฐานการผลิตผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน ดังนี้

คาร์โบพอล	5.0 %
ไตรเอทาโนลาไมน์	3.5 %
กลีเซอรีน	6.0 %
สารสกัดแคปไซซิน	1.0, 1.5 และ 2.0 % โดยน้ำหนัก
เติมน้ำสะอาดให้ส่วนผสมมีปริมาณครบ	100 %

วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน ดังนี้

2.1 ปริมาณสารแคปไซซิน โดยวิธี High Performance Liquid Chromatography (Zimmer *et. al*., 2012)

2.2 สารฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic) โดยวิธี Folin-Ciocalteu method (Zimmer *et. al*., 2012)

2.3 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity) โดยวิธี DPPH Radical Scavenging Assay (Zimmer *et. al*., 2012)

2.4 วิเคราะห์คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน โดยวัดค่า pH และความข้นหนืด

2.5 การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน โดยวิธี Freeze and thaw cycle

3. การทดสอบความเป็นพิษ (cytotoxicity) ของผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินต่อเซลล์ไฟโบรบลาสท์ผิวหนังมนุษย์ โดยสารมาตรฐานที่ใช้เปรียบเทียบ คือ Sodium lauryl sulfate ทดสอบความเป็นพิษของเซลล์ผิวหนังมนุษย์ด้วยวิธีการย้อมสี sulforhodamine

4. การทดสอบการระคายเคืองต่อผิวหนังในอาสาสมัครของผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน โดยสารมาตรฐานที่ใช้เปรียบเทียบ คือ sodium lauryl sulfate โดยกำหนดพื้นที่ผิวหนังบริเวณผิวด้านในของอาสาสมัคร จำนวน 15 คน (ชาย 6 คน หญิง 9 คน) อายุระหว่าง 21-58 ปี วัดค่า erythema index ด้วยหัววัด Mexameter บนผิวหนังอาสาสมัครที่เวลาเริ่มต้น (0 ชั่วโมง) จากนั้นทาเจลนวดแคปไซซินปริมาณ 0.2 กรัม เปรียบเทียบกับการทาสารมาตราฐาน sodium lauryl sulfate บนผิวในพื้นที่ 2x2 ตารางเซนติเมตร แล้วติดสำลีแผ่นบนผิวหนังบริเวณที่กำหนดเป็นเวลา 4, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่า erythema index ของผิวบริเวณที่ทาเจลนวดแคปไซซินกับผิวที่ทาสารมาตราฐาน sodium lauryl sulfate และผิวบริเวณที่ไม่ได้ทาสารใด โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยความแดง (erythema index) ที่เปลี่ยนแปลง

5. วิเคราะห์ต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 3 การผลิตสีผงโดยวิธีการทำแห้งแบบโฟมแมท

(ระยะเวลาดำเนินงาน ตุลาคม 2563 - กันยายน 2564)

สถานที่ทำการวิจัย กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร

วิธีการ

1. ศึกษาชนิดสารก่อโฟมที่เหมาะสม วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 5 ซ้ำ มี 3 กรรมวิธี ได้แก่

    กรรมวิธีที่ 1 methocel A4M

    กรรมวิธีที่ 2 ไข่ขาวผง (egg albumin)

    กรรมวิธีที่ 3 glyceryl monostearate (GMS)

    โดยเริ่มจากการสกัดสารสีจากดอกอัญชันแห้งด้วยสารละลายกรดซิตริกเข้มข้น 0.15 M สกัดที่อุณหภูมิ 60 °C นาน 30 นาที อัตราส่วนดอกอัญชันแห้งต่อตัวทำละลาย 1:50 (w/v) นำสารสกัดที่ได้ระเหยน้ำออกเพื่อให้สารสกัดมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 8 °B ผสมมอลโตเด็กซ์ทริน 20% โดยน้ำหนัก เติมสารก่อโฟมปริมาณ 2.5% ทำการตีให้เกิดโฟม 15 นาที จากนั้นใส่ถุงบีบเป็นเส้นกว้าง 0.5-0.7 cm ยาว 34.36 cm ลงบนถาด และนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 °C ระยะเวลา 3 ชั่วโมง และตรวจสอบคุณภาพของโฟม ได้แก่ ความคงตัว ความหนาแน่น การขึ้นฟู และตรวจสอบคุณภาพของสีผง ได้แก่ ค่าสี ความชื้น การละลาย ร้อยละผลผลิต ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ปริมาณแอนโทไซยานิน

2. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้ง วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 5 ซ้ำ มี 4 กรรมวิธี ได้แก่

    กรรมวิธีที่ 1 อุณหภูมิ 60 °C ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

    กรรมวิธีที่ 2 อุณหภูมิ 60 °C ระยะเวลา 3 ชั่วโมง

    กรรมวิธีที่ 3 อุณหภูมิ 70 °C ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

    กรรมวิธีที่ 4 อุณหภูมิ 70 °C ระยะเวลา 3 ชั่วโมง

    เตรียมตัวอย่างตามชนิดของสารก่อโฟมที่เหมาะสมจากข้อ 1 นำตัวอย่างอบแห้งที่อุณหภูมิและระยะเวลาตามกรรมวิธี ทำการตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่ ค่าสี ความชื้น การละลาย ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี และปริมาณแอนโทไซยานิน

3. ศึกษาอายุการเก็บรักษาสีผง วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ มี 5 กรรมวิธี ได้แก่

    กรรมวิธีที่ 1 อายุการเก็บรักษา 0 เดือน

    กรรมวิธีที่ 2 อายุการเก็บรักษา 1 เดือน

    กรรมวิธีที่ 3 อายุการเก็บรักษา 2 เดือน

    กรรมวิธีที่ 4 อายุการเก็บรักษา 3 เดือน

    กรรมวิธีที่ 5 อายุการเก็บรักษา 4 เดือน

    เตรียมตัวอย่างสีผงบรรจุใส่ถุงอะลูมิเนียฟอยล์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง สุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจคุณภาพทุก 1 เดือน ได้แก่ ค่าสี ความชื้น การละลาย ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ปริมาณแอนโทไซยานิน และคุณภาพด้านจุลินทรีย์

4. ศึกษาการประยุกต์ใช้สีผงในผลิตภัณฑ์ซอร์เบตและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

กรมวิชาการเกษตร

4.1 ศึกษาการประยุกต์ใช้สีผงในผลิตภัณฑ์ซอร์เบต เตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ซอร์เบตโดยใช้สูตรจากการผลิตน้ำอัญชันพร้อมดื่มมีส่วนผสมประกอบคือ น้ำ 81.5% น้ำตาล 16% และสีผง 2.5% จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคให้ข้อเสนอแนะว่า มีรสชาติเปรี้ยวนำ ควรเพิ่มรสหวาน จึงทำการปรับสูตร โดยแปรระดับปริมาณน้ำตาล 5 ระดับ วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ มี 5 กรรมวิธี ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ปริมาณน้ำตาล 16%
กรรมวิธีที่ 2 ปริมาณน้ำตาล 17%
กรรมวิธีที่ 3 ปริมาณน้ำตาล 18%
กรรมวิธีที่ 4 ปริมาณน้ำตาล 19%
กรรมวิธีที่ 5 ปริมาณน้ำตาล 20%

ตรวจคุณภาพผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ค่าสี ปริมาณสารแอนโทไซยานิน และทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี hedonic scale (7 point) กำหนดคะแนน 1= ไม่ชอบมาก 2 = ไม่ชอบปานกลาง 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 4 = เฉยๆ 5 = ชอบเล็กน้อย 6 = ชอบปานกลาง และ 7 = ชอบมาก โดยใช้จำนวนผู้ทดสอบ 20 คน เพื่อคัดเลือกสูตรซอร์เบตที่เหมาะสม

4.2 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ซอร์เบต โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ มี 5 กรรมวิธี ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 อายุการเก็บรักษา 0 สัปดาห์
กรรมวิธีที่ 2 อายุการเก็บรักษา 1 สัปดาห์
กรรมวิธีที่ 3 อายุการเก็บรักษา 2 สัปดาห์
กรรมวิธีที่ 4 อายุการเก็บรักษา 3 สัปดาห์
กรรมวิธีที่ 5 อายุการเก็บรักษา 4 สัปดาห์

เตรียมผลิตภัณฑ์ซอร์เบตตามสูตรที่เหมาะสม บรรจุตัวอย่างซอร์เบตลงในถ้วยพลาสติกขนาด 3 ออนซ์ เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ -20 ℃ สุ่มเก็บตัวอย่างทุก 1 สัปดาห์ เพื่อตรวจคุณภาพผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ค่าสี ปริมาณสารแอนโทไซยานิน และทดสอบทางประสาทสัมผัส

3. การปรับแผนงบประมาณระหว่างปี

☑ ไม่มี ❑ มี ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่..... (โปรดแสดงหลักฐานในภาคผนวก)

❑ เปลี่ยนแปลงงบประมาณ โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

❑ เปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์/ผลผลิต โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง..... .....

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 3 ผลการศึกษา

3.1 ผลการดำเนินงานของโครงการ

การประยุกต์ใช้สารสกัดจากธรรมชาติ ได้แก่ บรอมิเลนจากสับปะรด แคปไซซินจากพริก และสารสกัดจากดอกอัญชัน ในผลิตภัณฑ์อาหาร ผลิตภัณฑ์เติมแต่งอาหาร และผลิตภัณฑ์เจลนวดเพื่อการดูแลสุขภาพ ได้ผลิตภัณฑ์จากสารสกัดธรรมชาติ 3 ผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบกรานูลฟองฟู่ โดยทำการสกัดเอนไซม์บรอมิเลนจากน้ำคั้นสับปะรดและนำมาตกตะกอนโปรตีนด้วยเอทานอลในสภาวะเย็นและทำแห้งด้วยวิธีทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง จะได้ผงโปรตีนที่มีปริมาณผลผลิต 0.37 % ต่อน้ำหนักสด ซึ่งเป็นผงโปรตีนที่มีสีเหลืองอ่อน ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีและความชื้นเป็น 0.15 และ 4.6±0.3% ตามลำดับ มีกิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลนเป็น 32,253.35±809.29 CDU/g จากนั้นทำการผลิตเป็นเครื่องดื่มในรูปแบบกรานูลฟองฟู่โดยมีส่วนผสมพื้นฐานสำหรับก่อสภาวะฟองฟู่ (effervercent base) คือ กรดซิตริกผสมกับกรดทาร์ทาริค (C:T) ที่อัตราส่วน 1:0 2:1 1:1 1:2 และ 0:1 กับโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.77 g แล้วแปรปริมาณกรดอินทรีย์ดังกล่าว 3 ระดับ ได้แก่ 0.61 0.77 และ 1.03 g ซึ่งแต่ละอัตราส่วนจะมีเอนไซม์บรอมิเลน 0.1 g เป็นส่วนผสม เมื่อนำส่วนผสมดังกล่าวไปเติมน้ำกลั่น 100 mL จะก่อให้เกิดปฏิกิริยาคาร์บอนเนชันจากการสะเทินโซเดียมไบคาร์บอเนตด้วยกรดอินทรีย์ เมื่อพิจารณาจากระยะเวลาในการเกิดสภาวะฟองฟู่ (efferverscent time) พบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่ให้ระยะเวลาการเกิดสภาวะฟองฟู่เร็วที่สุด *($p \leq 0.05$)* คือ กรดอินทรีย์ปริมาณ 1.03 g ที่อัตราส่วนกรดซิตริก:กรดทาร์ทาริค เป็น 1:0 และสภาวะที่ใช้อัตราส่วนของกรดซิตริก:กรดทาร์ทาริค 2:1 เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่ 2 เนื่องจากระยะเวลาในการเกิดสภาวะฟองฟู่ได้ใกล้เคียงกัน (Table 1) อีกทั้งมีรสชาติเปรี้ยวที่ดีกว่ากรดซิตริกเพียงอย่างเดียว ประกอบกับกรดทาร์ทาริกมีราคาสูง จึงเลือกใช้ในปริมาณที่ไม่มากเกินจำเป็น การศึกษาอัตราส่วนเอนไซม์บรอมิเลนผงที่เหมาะสมในสูตรผลิตภัณฑ์ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณผงเอนไซม์บรอมิเลนในสูตรผลิตภัณฑ์ จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีระยะเวลาในการเกิดสภาวะฟองฟู่มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่มีเอนไซม์บรอมิเลนผง 0.1 และ 0.2 g ละลายได้ดีกว่าสูตรที่มีเอนไซม์บรอมิเลนผง 0.3 และ 0.4 g ดังนั้นปริมาณเอนไซม์บรอมิเลนที่เหมาะสม คือ 0.2 g เนื่องจากสูตรผลิตภัณฑ์จะต้องมีปริมาณเอนไซม์บรอมิเลนผงที่มากที่สุดและสามารถละลายได้หมด (Table 2) ขั้นตอนต่อไปศึกษาปริมาณส่วนผสมพื้นฐานสารก่อสภาวะฟองฟู่ในสูตรผลิตภัณฑ์ โดยแปรปริมาณ Effervescent based ในสูตรผลิตภัณฑ์ 50-80% ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์รวม พบว่าปริมาณส่วนผสมสารก่อสภาวะฟองฟู่ที่เหมาะสม คือ 70% โดยน้ำหนักผลิตภัณฑ์ เนื่องจากส่วนผสมสามารถละลายได้หมดและให้สภาวะการเกิดฟองฟู่ที่ไม่หนาแน่นเกินไป (Table 3) (Figure 1) จากนั้นทำการเติมแต่งรสชาติผลิตภัณฑ์โดยการเติมสารให้ความหวาน คือ ซูคลาโรสและไซลิทอล และเติมสารให้กลิ่นสับปะรด และทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้วยวิธี hedonic scale พบว่าสูตรที่มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสโดดเด่น ประกอบด้วยกรดซิตริก (0.80 g) กรดทาร์ทาริก (0.40 g) โซเดียมไบคาร์บอเนต (0.90 g) เอนไซม์บรอมิเลนผง (0.20 g) พีวีพี (0.15 g) สารลดการก่อโฟม (0.036 g) ซูคลาโรส (0.007 g) ไซลิทอล (0.800 g) และสารให้กลิ่นสับปะรด (0.120 g) จากนั้นทำการผลิตผลิตภัณฑ์ในรูปแบบกรานูลฟองฟู่ โดยใช้วิธีการเตรียมกรานูลแห้ง (dry granulation) ผงกรานูลที่ผลิตได้ (Figure 2) มี Compressibility Index เป็น 11.14±1.40 ซึ่งอยู่ในช่วงสมบัติการไหลของผงยาที่ดี (Good =11-15) และยังคง

ศูนย์วิทยทรัพยากร

กิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลนไว้ได้ถึง 87.9% (คำนวณจากร้อยละของค่ากิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลนผงกรานูลต่อผงผสม) (Table 4) ต้นทุนการผลิตเอนไซม์บรอมิเลนผง 100 กรัม เท่ากับ 7,520.60 บาท โดยไม่คิดค่าพลังงาน

Table 1 Results of the effervescent effect by varied the weight of organic acid and the citric acid-tartaric acid ratio with 0.77 g of sodium bicarbonate

Weight of	Acid ratio	Effervescent	pH	Solubility
0.61	1:0	195.0±17.7 ab	5.7	5
	2:1	210.3±12.6 b	6.2	5
	1:1	187.7±11.7 ab	6.4	5
	1:2	195.3±15.6 ab	6.0	5
	0:1	201.3±21.2 ab	6.2	4
0.77	1:0	205.7±22.2 b	5.3	5
	2:1	198.3±16.2 ab	5.4	4
	1:1	189.3±15.3 ab	5.8	4
	1:2	198.7±11.9 ab	5.3	5
	0:1	173.3±26.3 ab	5.0	3
1.03	1:0	166.0±37.2 a	4.8	5
	2:1	187.7±4.2 ab	4.5	5
	1:1	195.7±23.7 ab	4.6	4
	1:2	189.3±16.2 ab	4.4	4
	0:1	195.7±13.9 ab	4.2	4

In a column, means followed by different letter are significantly different ($p \leq 0.05$) by DMRT

Table 2 Results of the effervescent effect by varied bromelain powder 0.1-0.4 g with 60% of the effervescent based (1.03 g of total acid and 0.77 g of sodium bicarbonate)

Acid ratio	Bromelain	Effervescent time	pH	Solubility
1:0	0.1	74.0±9.3 a	4.8	5
	0.2	115.0±10.2 bc	4.9	4
	0.3	98.8±25.3 b	4.9	4
	0.4	153.8±11.2 d	4.9	3
2:1	0.1	74.0±7.2 a	4.5	5
	0.2	125.5±7.2 c	4.5	5
	0.3	221.3±10.3 e	4.5	4
	0.4	250.0±16.4 f	4.6	3

In a column, means followed by different letter are significantly different ($p \leq 0.05$) by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 3 Results of the effervescent effect by varied 50-80% of the effervescent based with the acid -sodium bicarbonate ratio as 1.03:0.77

Acid ratio	Total	Effervescent time	pH	Solubility
1:0	50	131.5±9.04 bc	4.83	3
	60	129.5±11.12 bc	4.82	4
	70	126.0±7.39 bc	4.63	4
	80	96.3±5.12 a	4.55	4
2:1	50	141.8±10.72 c	4.26	3
	60	119.3±13.38 b	4.37	4
	70	97.3±23.20 a	4.47	4
	80	85.3±16.82 a	4.53	4

In a column, means followed by different letter are significantly different ($p \leq 0.05$) by DMRT

Table 4 Properties of effervescent product form

Product Form	Bulk density g/cm^3	Tapped density g/cm^3	Compressibility Index	Flow characters	Bromelain activity (CDU/g)		Effervescent time (sec)
Mixing powder	0.61±0.01	0.77±0.03	21.25±3.31	Passable	33,325±562	a	102.75±10.53
Granule powder	0.43±0.00	0.48±0.01	11.14±1.40	Good	29,288±307	b	94.00±5.48

In a column, means followed by different letter are significantly different ($p \leq 0.05$) by t-test

กรมวิทยาศาสตร์

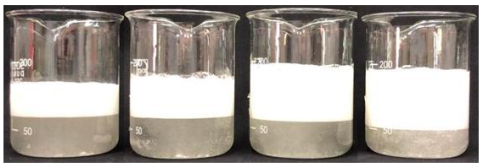
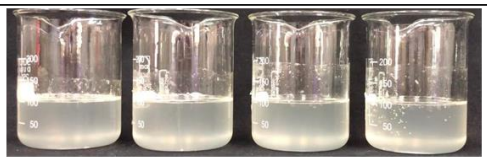
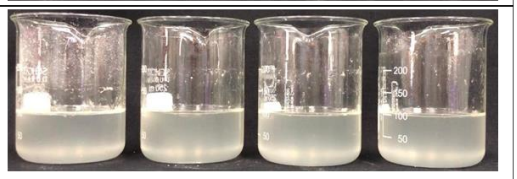
State	Citric acid : Tartaric acid 2:1 (w/w)				Citric acid : Tartaric acid 1:0 (w/w)			
Carbonation effect								
After carbonation effect								
Effervescent base	50%	60%	70%	80%	50%	60%	70%	80%

Figure 1 Appearance of the effervescent effect by varied 50-80% of the effervescent based with the acid -sodium bicarbonate ratio as 1.03:0.77

ผลิตภัณฑ์รูปแบบกรานูล

Figure 2 Appearance of effervescent granule powder

2. ผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินทำได้โดยสกัดสารแคปไซซินจากพริกพันธุ์ซุปเปอร์ฮฮตด้วยเอทานอล 95% ที่อัตราส่วน 1:5 จะได้สารสกัดแคปไซซินที่มีปริมาณผลผลิต 13.85 % มีปริมาณสารแคปไซซิน 2,213.54 mg/g สารฟีนอลิกทั้งหมด 1,964.56 (mg gallic acid/g) และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH %) SC_{50} เท่ากับ 41.29 จากนั้นทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินโดยเติมสารสกัดแคปไซซินปริมาณ 1.0, 1.5 และ 2.0 % ในสูตรการผลิตเจลนวด (Figure 3) พบว่าผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินที่เติมสารสกัดแคปไซซิน 1.5 % มีปริมาณสารแคปไซซินเหมาะสมที่สุด คือ 0.0123 (% โดยน้ำหนักของตัวอย่าง) เนื่องจากมีปริมาณสารแคปไซซินใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า (Table 5) และมีปริมาณฟีนอลิกรวม 2.83 (mg gallic acid/g) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (SC50) เท่ากับ 10.11 (mg/ml) คิดเป็น 0.001 เท่าของวิตามินซี ผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินมีค่า pH เท่ากับ 6.9 และมีความข้นหนืดเท่ากับ 2485 g เมื่อทำการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เจลนวดโดยวิธี Freeze and thaw cycle พบว่าผลิตภัณฑ์มีความคงตัวดีไม่เกิดการแยกชั้น การทดสอบความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน ต่อเซลล์ไฟโบรบลาสท์ผิวหนังมนุษย์ พบว่าผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน ความเข้มข้น 0.001-1 mg/ml ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ไฟโบรบลาสท์ผิวหนังของมนุษย์ ในขณะที่ความเข้มข้น 10 mg/ml เป็นพิษต่อเซลล์ การทดสอบการก่อการระคายเคืองของผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินในอาสาสมัครจำนวน 15 คน พบว่าอาสาสมัครจำนวน 11 คน ไม่พบการระคายเคืองที่ผิวหนังบริเวณที่ทาผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน ขณะที่

กรมวิชาการเกษตร

อาสาสมัครจำนวน 4 คน มีอาการแดงและบวมเล็กน้อยบริเวณที่ทาผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินแต่อาการจะหายไปภายใน 24 ชั่วโมง ดังนั้นผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังในอาสาสมัครส่วนใหญ่ ผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินปริมาณ 100 กรัม มีราคาต้นทุนการผลิต 18.88 บาท (ต้นทุนไม่รวมค่าอุปกรณ์ เครื่องมือ และพลังงานเชื้อเพลิง)

Table 5 Capsaicin content of capsaicin massage gels with capsaicin extracts

Sample	Capsaicin content (%/weight sample)
Capsaicin massage gel with capsaicin extracts 1.0 %	0.0086
Capsaicin massage gel with capsaicin extracts 1.5 %	0.0123
Capsaicin massage gel with capsaicin extracts 2.0 %	0.0182

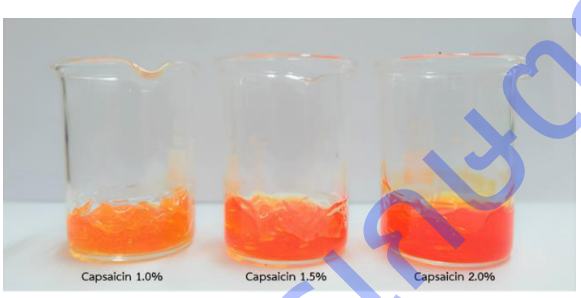


Figure 3 Capsaicin massage gel with capsaicin extracts 1.0 %, 1.5 % and 2.0 %

3. ผลิตภัณฑ์สีผงจากดอกอัญชัน ทำการผลิตสีผงจากดอกอัญชัญด้วยวิธีการทำแห้งแบบโฟมแมท โดยศึกษาชนิดของสารก่อโฟมที่เหมาะสมในการผลิตสีผง 3 ชนิด ได้แก่ methocel A4M, ไข่ขาวผง (egg albumin) และ glyceryl monostearate (GMS) (Figure 4) พบว่า โฟมจากสารก่อโฟม methocel มีความคงตัวของโฟมดีที่สุด เนื่องจาก methocel เป็นกัมมีคุณสมบัติเป็นเจล ทำหน้าที่เป็นตัวลดแรงตึงผิว ช่วยในการยึดเกาะและทำให้อิมัลชั่นคงตัว เป็นคุณสมบัติที่ดีในการเป็นสารช่วยให้เกิดโฟมและความคงตัวในผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำแห้งแบบโฟมแมท (Sharma and Gujral, 2011) การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งโฟมสีดอกอัญชัน พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งสีผงแบบโฟมแมท คือ การทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 °C ระยะเวลา 3 ชั่วโมง เนื่องจากสีผงจากการทำแห้งที่สภาวะนี้มีความชื้นต่ำกว่า 5% ได้สีผงเป็นสีชมพูและมีรสเปรี้ยว เมื่อทำการเก็บรักษาสีผงจากดอกอัญชันเป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่าสีผงไม่มีการเปลี่ยนแปลงด้านสี แต่ปริมาณแอนโทไซยานินของสีผงมีแนวโน้มลดลง โดยเมื่อเก็บรักษาสีผงเป็นระยะเวลา 2 เดือน สีผงมีปริมาณแอนโทไซยานินลดลงแตกต่าง ($p > 0.05$) กับสีผงเริ่มต้น การประยุกต์ใช้สีผงในผลิตภัณฑ์อาหาร คือ ผลิตภัณฑ์ซอร์เบต พบว่าสูตรที่เหมาะสมคือ น้ำ 78.5% น้ำตาล 19% และสีผง 2.5% เมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซอร์เบตเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยเก็บที่อุณหภูมิ -20 °C (Table 6) พบว่าค่าสีของผลิตภัณฑ์ซอร์เบตไม่มีการเปลี่ยน (Figure 5) โดยพิจารณาจากค่า ΔE ของผลิตภัณฑ์ซอร์เบตที่อายุการเก็บรักษา 1 2 3 และ 4 สัปดาห์ มีค่า ΔE น้อยกว่า 2.3 แสดงว่าสีของผลิตภัณฑ์ซอร์เบต ไม่แตกต่างกับเริ่มต้น (0 สัปดาห์) ปริมาณแอนโทไซยานินของผลิตภัณฑ์ซอร์เบตไม่เปลี่ยนแปลงมีค่าอยู่ในช่วง 0.54 ถึง 0.55 mg cyanidin-3-glucoside/100g การทดสอบทางประสาทสัมผัสของ

กรมวิชาการเกษตร

ผลิตภัณฑ์ซอร์เบตที่อายุการเก็บรักษา 4 สัปดาห์ พบว่าตลอดอายุการเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์ซอร์เบตมีคะแนนความชอบทุกด้านไม่แตกต่างจากเริ่มต้น โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในช่วง 5.80-6.10 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ซอร์เบต พบว่า ผลิตภัณฑ์ซอร์เบต 100 g พลังงาน 88.64 kcal ผลิตภัณฑ์ซอร์เบตไม่มีไขมันและคลอเลสเตอรอล เมื่อคำนวณคุณค่าทางโภชนาการต่อ 1 หน่วยบริโภค 80 g จะได้รับพลังงานทั้งหมด 70 kcal

Figure 4 Appearance of butterfly pea foam and powder at different foaming agent

กรมวิทยาศาสตร์

Table 6 Quality of butterfly pea sorbet was kept at -20 °C for 4 weeks

Qualities		Shelf life (week)					Reference standard
		0	1	2	3	4	
color value	L*	25.35	24.76	25.00	24.89	25.05	
	a*	5.93	6.28	6.27	6.08	5.80	
	b*	-4.15	-4.08	-4.09	-4.00	-3.99	
	ΔE	0.00	0.69	0.49	0.51	0.36	
pH		2.63	2.71	2.75	2.73	2.84	
total soluble solid (°B)		24.61	23.96	24.08	24.59	24.19	
anthocyanin content		0.55 a	0.55 a	0.55 a	0.54 a	0.55 a	
Total Plate Count (CFU/g)		<10	25	<10	80	65	-
Bacillus cereus (CFU/g)		<10	<10	<10	<10	<10	<100**
Escherichia coli (per 0.01g)		ND	ND	ND	ND	ND	ND*
Listeria monocytogenes (per 25g)		ND	ND	ND	ND	ND	ND**
Staphylococcus aureus (per 0.1g)		ND	ND	ND	ND	ND	ND**
Salmonella spp. (per 25g)		ND	ND	ND	ND	ND	ND**

In a row, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level

ND = Not Detected

* Notification of the Ministry of Public Health (No.354) B.E.2556

** Notification of the Ministry of Public Health (No.364) B.E.2556

Figure 5 Appearance of butterfly pea sorbet was kept at -20 °C for 4 weeks

กรมวิชาการเกษตร

3.2 ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output)

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
1. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ ระดับห้องปฏิบัติการ	2	ต้นแบบ	**1. ต้นแบบผลิตภัณฑ์** ระดับห้องปฏิบัติการ	2	ต้นแบบ	1. ได้ต้นแบบผลิตภัณฑ์ช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบกรานูลฟองฟู่ โดยหนึ่งหน่วยบริโภค 3.41 g ประกอบด้วย กรดซิตริก 0.80 g กรดทาร์ทาริก 0.40 g โซเดียมไบคาร์บอเนต 0.90 g เอนไซม์บรอมิเลนผง 0.20 g พีวีพี 0.15 g สารลดการก่อโฟม 0.036 g ซูคลาโรส 0.007 g ไซลิทอล 0.80 g และสารให้กลิ่นสับปะรด 0.120 g สามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบกรานูลฟองฟู่ด้วยวิธีการทำกรานูลแห้ง ทำให้มีสมบัติการไหลของผงยาในระดับดี (compressibility index 11.14) และยังคงค่ากิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลนไว้ได้ 87.9 % ซึ่งผลิตภัณฑ์นี้เมื่อละลายในน้ำ 100 ml สามารถละลายได้ดีในน้ำและเกิดสภาวะฟองฟู่ได้รวดเร็ว (94 sec) ให้รสชาติหวานอมเปรี้ยว และมีกลิ่นสับปะรดเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์รูปแบบกรานูล **Figure 6** Appearance of effervescent granule powder 2. ต้นแบบผลิตภัณฑ์เจลนวดเติมสารแคปไซซินที่มีปริมาณสารแคปไซซิน 0.0123 % ต่อน้ำหนักตัวอย่าง ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 2.83 (mg gallic acid/g) ฤทธิ์จับอนุมูลอิสระ DPPH มีค่า SC50 เท่ากับ 10.11±4.34 mg/ml คิดเป็น 0.001 เท่าของวิตามินซี เจลนวดเติมสารแคปไซซินไม่เป็นพิษต่อเซลล์ไฟโบรบลาสท์ผิวหนังของมนุษย์ และไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังในอาสาสมัครส่วนใหญ่ **Figure 7** Capsaicin massage gel	ผู้บริโภคมีความพึงพอใจผลผลิตที่ได้ มีการยอมรับว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ผลผลิตที่ได้มีปริมาณสารแคปไซซินอยู่ในระดับที่ใช้ในทางการค้า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจ มีการยอมรับว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
2. ต้นแบบเทคโนโลยี ระดับห้องปฏิบัติการ	1	ต้นแบบ	**2. ต้นแบบเทคโนโลยี** ระดับห้องปฏิบัติการ	1	ต้นแบบ	1. เทคโนโลยีการผลิตสีผงโดยวิธีการทำแห้งแบบโฟมแมท การผลิตสีผงจากดอกอัญชันโดยวิธีทำแห้งแบบโฟมแมท โดยนำสารสกัดดอกอัญชันที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 8 °B ผสมมอลโตเด็กซ์ทรินปริมาณ 20% โดยน้ำหนัก จากนั้นเติม methocel (สารก่อโฟม) ปริมาณ 2.5% ตีให้เกิดโฟมเป็นเวลา 15 นาที ใส่ถุงบีบให้เป็นเส้นขนาดกว้าง 0.5-0.7 cm ยาว 34-36 cm ลงบนถาด โดยควบคุมน้ำหนักโฟมต่อถาด 65-70 กรัม นำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง **Figure 8** Appearance of butterfly pea with foaming agent methocel	ผลผลิตที่ได้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดของข้อกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานสำหรับสารสกัดให้สีจากส่วนของพืชหรือสัตว์ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา) ผู้บริโภคมีความพึงพอใจ มีการยอมรับว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ

กรมวิชาการเกษตร

3. กระบวนการใหม่ ระดับห้องปฏิบัติการ	2	กระบวนการ	**3. กระบวนการใหม่** ระดับห้องปฏิบัติการ	2	กระบวนการ	1. กระบวนการใช้ผลิตภัณฑ์สีผงจากดอกอัญชัญที่ได้จากวิธีการทำแห้งแบบโฟมแมทในผลิตภัณฑ์ซอร์เบตปริมาณ 2.5 % ผลิตภัณฑ์ซอร์เบตที่ได้มีสีชมพูอมม่วง ค่าสีของผลิตภัณฑ์มีค่าใกล้เคียงกัน ค่าสี L* อยู่ในช่วง 25.58 ถึง 26.87 ค่าสี a* อยู่ในช่วง 8.61 ถึง 10.92 และค่าสี b* อยู่ในช่วง -5.23 ถึง -4.52 ปริมาณแอนโทไซยานินมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 0.47 ถึง 0.50 **Figure 9** Appearance of butterfly pea sorbet 2. กระบวนการใช้สารสกัดแคปไซซินจากพริกในผลิตภัณฑ์เจลนวด โดยเติมสารสกัดแคปไซซินจากพริกปริมาณ 1.5 % ในสูตรเบสเจล ซึ่งมีส่วนผสม ดังนี้ คาร์โบพอล 5.0 % ไตรเอทาโนลามีน 3.5 % กลีเซอรีน 6.0 % และน้ำสะอาด ได้ผลิตภัณฑ์เจลนวดที่มีลักษณะเป็นเจลใสสีส้ม มีปริมาณสารแคปไซซิน 0.0123 % ต่อน้ำหนักตัวอย่าง **Figure 10** Capsaicin massage gel with 1.5 % capsaicin extract	ได้กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติ ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในผลผลิตที่ได้ มีการยอมรับว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ได้กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติที่มีการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เจลนวดที่ ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในผลผลิตที่ได้ มีการยอมรับว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ

กรมวิชาการเกษตร

3.3 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (Outcome) (ถ้ามี)

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลลัพธ์
- เทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์ช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบกรานูลฟองฟู่สาหรับถ่ายทอดให้กลุ่มเกษตรกรและผู้ประกอบการอาหารเพื่อสุขภาพนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานหรือพัฒนาต่อยอดเพื่อการผลิตจริงเชิงพาณิชย์	2564
- เทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์เจลนวดเติมสารสกัดแคปไซซินจากพริกสำหรับถ่ายทอดให้กลุ่มเกษตรกรและผู้ประกอบการผลิตเครื่องสำอางนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานหรือพัฒนาต่อยอดเพื่อการผลิตจริงเชิงพาณิชย์	2564
- เทคโนโลยีการผลิตสีผงโดยวิธีการทำแห้งแบบโฟมแมท พร้อมข้อมูลคุณสมบัติของสี และการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร สาหรับถ่ายทอดให้กลุ่มเกษตรกรและผู้ประกอบการอาหารไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์หรือพัฒนาต่อยอด	2564

3.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (Impact) (ถ้ามี)

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
ด้านเศรษฐกิจ :	
ด้านสังคม :	
ด้านสิ่งแวดล้อม :	

3.5 การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

วิธีการ/กระบวนการผลักดันงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล

สรุปผล

การทดลองที่ 1 การผลิตผลิตภัณฑ์ช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบกรานูลฟองฟู่

การศึกษาการผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลนในรูปแบบกรานูลฟองฟู่ พบว่าการผสมกรดอินทรีย์และโซเดียมไบคาร์บอเนตลงจะทำให้เกิดปฏิกิริยาคาบอนเนชันเมื่อเจอน้ำโดยจะก่อให้เกิดฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เป็นสภาวะแบบฟองฟู่และจะค่อยๆ ลดลงจนเหลือเป็นสารละลายไม่มีตะกอนหรือมีตะกอนเล็กน้อย ซึ่งอัตราส่วนกรดอินทรีย์กับโซเดียมไบคาร์บอเนตสำหรับเป็นส่วนผสมพื้นฐานสำหรับก่อสภาวะฟองฟู่ (effervercent base) ที่ 1.03:0.77 ที่มีอัตราส่วนกรดซิตริก:กรดทาร์ทาริก (C:T) เท่ากับ 1:0 และ 2:1 เป็นสภาวะเริ่มต้นที่เหมาะสม ผลการเติมเอนไซม์บรอมิเลนผงที่เหมาะสมคือ 0.2 g เนื่องจากเป็นปริมาณมากพอที่เติมลงไปในสูตรได้ แล้วสามารถละลายหมดเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา การศึกษาปริมาณ effervercent based พบว่าที่ 70% โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (3 g) มีอัตราส่วน ของ C:T 1:0 จะประกอบด้วยกรดซิตริก 1.20 g และโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.90 g และสูตรที่มีอัตราส่วน ของ C:T 2:1 จะประกอบด้วยกรดซิตริก กรดทาร์ทาริค และโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.80 0.4 และ 0.9 g ตามลำดับ เป็นปริมาณที่เหมาะสม โดยก่อให้เกิดสภาวะฟองฟู่ที่รุนแรงและสิ้นสุดปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วซึ่งช่วยให้สารต่างๆ ละลายได้ดี ในการศึกษาทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคเบื้องต้นใช้ซูคลาโรสร่วมกับไซลิทอลเป็นสารให้ความหวานและสารให้กลิ่นสับปะรดเพื่อทำให้เครื่องดื่มมีรสชาติที่ดีขึ้น จะได้สูตรที่มีคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคโดดเด่น เป็น 3.41 g ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค ประกอบด้วยกรดซิตริก (0.80 g) กรดทาร์ทาริก (0.40 g) โซเดียมไบคาร์บอเนต (0.90 g) เอนไซม์บรอมิเลนผง (0.20 g) พีวีพี (0.15 g) สารลดการก่อโฟม (0.036 g) ซูคลาโรส (0.007 g) ไซลิทอล (0.800 g) และสารให้กลิ่นสับปะรด (0.120 g) สามารถผลิตเป็นผลิตภัณฑ์กรานูลด้วยวิธีการทำกรานูลแห้งโดยการอัดผงผสมให้เป็นแผ่นแข็ง และบดให้ได้ผลิตภัณฑ์กรานูลที่มีสมบัติการไหลของผงยาในระดับดี (Compressibility Index 11.14±1.40) และยังคงค่ากิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลนไว้ได้ 87.9% โดยผลิตภัณฑ์นี้สามารถละลายในน้ำ 100 mL ได้ดี เกิดสภาวะฟองฟู่และสิ้นสุดได้รวดเร็วในเวลา 94 sec และ ให้รสชาติหวานอมเปรี้ยว และมีกลิ่นสับปะรด

การทดลองที่ 2 การประยุกต์ใช้สารสกัดแคปไซซินในผลิตภัณฑ์เจลนวด

การสกัดสารแคปไซซินจากพริกพันธุ์ซุปเปอร์ฮอตด้วยเอทานอล 95% ที่อัตราส่วน 1:5 จะได้สารสกัดแคปไซซินที่มีปริมาณผลผลิต 13.85 % มีปริมาณสารแคปไซซิน 2,213.54 mg/g สารฟีนอลิกทั้งหมด 1,964.56 (mg gallic acid/g) และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH %) SC_{50} เท่ากับ 41.29 เมื่อทำการผลิตผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน โดยเติมสารสกัดแคปไซซินปริมาณ 1.5 % พบว่าผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินมีปริมาณสารแคปไซซิน 0.0123 (% ต่อน้ำหนักตัวอย่าง) สารฟีนอลิกทั้งหมด 2.83 (mg gallic acid/g) และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH %) SC50 เท่ากับ 0.11±4.34 mg/ml คิดเป็น 0.001 เท่าของวิตามินซี การทดสอบความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินต่อเซลล์ไฟโบรบลาสท์ผิวหนังมนุษย์ พบว่าผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน ความเข้มข้น 0.001-1 mg/ml ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ไฟโบรบลาสท์ผิวหนังของมนุษย์

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ในขณะที่ความเข้มข้น 10 mg/ml เป็นพิษต่อเซลล์ การทดสอบการก่อการระคายเคืองของผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินพบว่าเจลนวดแคปไซซินไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังในอาสาสมัครส่วนใหญ่

การทดลองที่ 3 การผลิตสีผงโดยวิธีการทำแห้งแบบโฟมแมท

การผลิตสีผงจากดอกอัญชันโดยวิธีการทำแห้งแบบโฟมแมท มีขั้นตอนการผลิตคือ ทำการสกัดดอกอัญชันแห้งด้วยสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 0.15 M อัตราส่วนดอกอัญชันแห้งต่อสารละลายกรดซิตริกเป็น 1:50 (w/v) ทำการสกัดที่อุณหภูมิ 60 °C ระยะเวลา 30 นาที นำสารสกัดที่ได้ระเหยน้ำออกเพื่อให้สารสกัดมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 8 °B ผสมมอลโตเด็กซ์ทริน 20% โดยน้ำหนัก จากนั้นเติมสารก่อโฟมปริมาณ 2.5% ตีให้เกิดโฟมเป็นเวลา 15 นาที ใส่ถุงบีบให้เป็นเส้นขนาดกว้าง 0.5-0.7 cm ยาว 34-36 cm ลงบนถาด นำไปทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ได้สีผงเป็นสีชมพูและมีรสเปรี้ยว การเก็บรักษาสีผงระยะเวลา 4 เดือน มีคุณภาพด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน การประยุกต์ใช้สีผงในผลิตภัณฑ์ซอร์เบตมีสูตรที่เหมาะสมคือ น้ำ 78.5% น้ำตาล 19% และสีผง 2.5% ผลิตภัณฑ์ซอร์เบตที่ได้มีปริมาณแอนโทไซยานิน 19.37 mg cyanindin-3-glucoside/100 g และเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซอร์เบตที่อุณหภูมิ -20 °C เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์ซอร์เบตมีคุณภาพด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

อภิปรายผล

การผลิตเอนไซม์บรอมิเลนผงผลิตได้จากการตีปั่นและคั้นน้ำจากผลสับปะรด แล้วนำมาสกัดเอนไซม์บรอมิเลน โดยตกตะกอนโปรตีนด้วยเอทานอลเย็น จากนั้นนำตะกอนโปรตีนที่ได้ไปทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง จะได้เอนไซม์บรอมิเลนที่มีปริมาณผลผลิต เท่ากับ 0.37 % ต่อน้ำหนักสด ซึ่งเป็นผงโปรตีนที่มีสีเหลืองอ่อน โดยมีค่าสี L* a* b* และ H เท่ากับ 42.4 0.5 5.1 และ 3.0Y ตามลำดับ ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีและความชื้นเป็น 0.15 และ 4.6±0.3% ตามลำดับ โดยมีกิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลนเป็น 32,253.35±809.29 CDU/g

การศึกษาชนิดและอัตราส่วนของส่วนผสมพื้นฐานสำหรับก่อสภาวะฟองฟู่ (Effervescent Base) โดยกรดที่นิยมใช้ได้แก่ กรดซิตริก (Giyatmi, 2019) เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาสะเทินให้ก๊าซคาร์บอนได้ดี (พรศักดิ์, 2547) ละลายน้ำได้ดีมาก ไม่ดูดความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 75% ในรูปของ Monohydrate และกรดผสมระหว่างกรดซิตริกกับกรดทาร์ทาริค (Jassim, 2018; SURINI, 2017; Naji-Tabasi, 2021) ซึ่งละลายน้ำได้ดีเช่นกัน ไม่ดูดความชื้นอย่างมีนัยสำคัญที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 65% โดยกรดทาร์ทาริคมีความเป็นกรดน้อยกว่าและให้รสชาติเปรี้ยวที่แตกต่างจากกรดซิตริก อีกทั้งยังช่วยให้ตำหรับไม่เหนียวมากจนเกินไป โดยงานวิจัยนี้ได้กำหนดปริมาณกรดซิตริกผสมกับกรดทาร์ทาริคที่อัตราส่วน 1:0 2:1 1:1 1:2 และ 0:1 กับโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.77 g แล้วแปรปริมาณกรดอินทรีย์ดังกล่าว 3 ระดับ ได้แก่ 0.61 0.77 และ 1.03 g รวมเป็น 15 อัตราส่วน ซึ่งแต่ละอัตราส่วนจะมีเอนไซม์บรอมิเลน 0.1 g เป็นส่วนผสมด้วย เมื่อนำส่วนผสมดังกล่าวไปเติมกลั่น 100 mL จะก่อให้เกิดปฏิกิริยาคาร์บอนเนชันจากการสะเทินโซเดียมไบคาร์บอเนตด้วยกรดอินทีย์ จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นเกลือซิเตรด เกลือทาร์เทรต โมเลกุลน้ำ และฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในลักษณะที่เป็นฟองฟู่หนาแน่น กระจายตัวแล้วลอยออกจากสารละลายทันที และมีลักษณะเป็นฟองโฟมลอยอยู่บนผิวหน้าของสารละลาย หลังจากนั้นฟองจะค่อยๆ ยุบตัวจนเหลือเป็นสารละลายใส โดยเมื่อพิจารณาจากระยะเวลาในการเกิดสภาวะฟองฟู่ (efferverscent time) พบว่ากรดอินทรีย์ 1.03 g ที่อัตราส่วนกรดซิตริก:กรดทาร์ทาริค (C:T) เป็น 1:0 ให้

กรมวิชาการเกษตร

ระยะเวลาการเกิดสภาวะฟองฟู่เร็วที่สุด *(p≤0.05)* แต่กรดอินทรีย์ 0.77 g ที่อัตราส่วน C:T เป็น 1:0 และกรดอินทรีย์ 0.61 g อัตราส่วน C:T เป็น 2:1 ช้ากว่าอย่างมีนัยสำคัญ *(p≤0.05)* ในขณะที่อัตราส่วนอื่นๆ ให้ระยะเวลาการเกิดสภาวะฟองฟู่ไม่แตกต่างจากสามอัตราส่วนดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ (*p>0.05*) และทุกอัตราส่วนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทั้งหมด คือต้องน้อยกว่า 5 นาที (Giyatmi, 2019) ค่า pH ของสารละลายที่ได้จะลดลงตามลำดับเมื่อปริมาณกรดอินทรีย์เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณกรดที่มากเกินพอนี้ทำให้สารละลายมีรสชาติเปรี้ยวเล็กน้อย-เปรี้ยวมากเมื่อปริมาณกรดอินทรีย์เป็น 0.77 และ 1.03 g ดังนั้นจึงคัดเลือกสภาวะที่ใช้กรดอินทรีย์ 1.03 กรัม มีอัตราส่วนของกรดซิตริก:กรดทาร์ทาริคเป็น 1:0 เป็นสภาวะเหมาะสมที่หนึ่ง และอัตราส่วนของกรดซิตริก:กรดทาร์ทาริคเป็น 2:1 เป็นสภาวะที่ 2 เนื่องจากระยะเวลาในการเกิดสภาวะฟองฟู่ได้ใกล้เคียงกัน อีกทั้งมีรสชาติเปรี้ยวที่ดีกว่ากรดซิตริกเพียงอย่างเดียว ประกอบกับกรดทาร์ทาริกมีราคาสูง จึงเลือกใช้ในปริมาณที่ไม่มากเกินจำเป็น

การศึกษาอัตราส่วนเอนไซม์บรอมิเลนผงที่เหมาะสมในสูตรผลิตภัณฑ์ โดยแปรปริมาณที่ 0.1 0.2 0.3 และ 0.4 g ลงในส่วนผสมของสารก่อสภาวะฟองฟู่ (Effervescent Base) ซึ่งประกอบด้วยกรดอินทรีย์ 1.03 g กับโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.77 g ที่อัตราส่วนกรดซิตริกกับกรดทาร์ทาริค (C:T) เป็น 1:0 และ 2:1 กำหนดปริมาณสารเติมแต่งอื่นๆ ได้แก่ พีวีพี (PVP-K30) 5% ซึ่งใช้เป็นสารยึดเกาะและสารลดโฟม 1.2% โดยน้ำหนัก ปรับปริมาตรเป็น 3 g ด้วยมอลโตเด็กซ์ตริน รวมจำนวน 8 สูตร พบว่าหลังจากเกิดปฏิกิริยาคาร์บอนเนชันจะได้สารละลายที่มีสีเหลืองเข้มขึ้นตามปริมาณผงเอนไซม์บรอมิเลนที่มากขึ้นในสูตร และมีระยะเวลาในการเกิดสภาวะฟองฟู่มากขึ้นด้วยอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05) ในลักษณะเดียวกันทั้งสอง Effervescent Base เนื่องจากปริมาณโปรตีนยิ่งมากจะทำให้เกิดฟองโฟมหนา อีกทั้งยุบตัวได้ช้าลง สูตรที่มีเอนไซม์บรอมิเลนผงปริมาณ 0.3 และ 0.4 g พบคราบและกลุ่มก้อนของเอนไซม์ที่ไม่สามารถละลายได้หมดที่ระดับ 3-4 ในขณะที่สูตรที่มีเอนไซม์บรอมิเลนผง 0.1 และ 0.2 g จะละลายได้ดีกว่าที่ระดับ 4-5 ซึ่งที่ 0.1 g มีระยะเวลาการเกิดสภาวะฟองฟู่สั้นที่สุดและละลายได้ดีที่สุด *(p≤0.05)* โดยสูตรผลิตภัณฑ์จะต้องมีปริมาณเอนไซม์บรอมิเลนผงที่มากที่สุดและสามารถละลายได้หมดภายใต้สภาวะข้างต้น จึงได้เลือกใช้เอนไซม์บรอมิเลนผง 0.2 g เป็นปริมาณที่เหมาะสม

การศึกษาปริมาณส่วนผสมพื้นฐานสารก่อสภาวะฟองฟู่ในสูตรผลิตภัณฑ์ โดยแปรปริมาณ Effervescent based ที่เหมาะสมในสูตรผลิตภัณฑ์ 50-80% ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์รวม กำหนดอัตราส่วนของกรดอินทรีย์โซเดียมไบคาร์บอเนตที่ใช้เป็น 1.03:0.77 และอัตราส่วนกรดซิตริก:กรดทาร์ทาริค (C:T) เป็น 1:0 และ 2:1 พบว่าปริมาณ Effervercent base ที่เพิ่มขึ้นจะให้ลักษณะการเกิดสภาวะฟองฟู่ที่รุนแรง และหนาแน่นมากขึ้นตามลำดับ แต่ระยะเวลาในการเกิดสภาวะฟองฟู่จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ *(p≤0.05)* เมื่อปริมาณ Effervercent based เป็น 70 และ 80 % อีกทั้งช่วยให้การละลายของส่วนผสมต่างๆ ดีขึ้น (ระดับ 4) แต่ปริมาณ Effervercent base ที่ 50% ไม่เพียงพอที่จะทำให้ส่วนผสมต่างๆ ละลายได้หมด (ระดับ 3) โดยสังเกตุจากลักษณะที่ปรากฏหลังสิ้นสุดปฏิกิริยาคาร์บอนเนชัน และเนื่องจาก Effervercent base 80% ให้สภาวะการเกิดฟองฟู่ที่หนาแน่นเกินไปที่อาจส่งผลให้ล้นออกจากภาชนะได้เมื่อนำไปใช้ จึงเลือกส่วนผสมสารก่อสภาวะฟองฟู่ที่ 70% โดยน้ำหนักผลิตภัณฑ์เป็นสภาวะที่เหมาะสมเมื่อส่วนผสมทั้งหมดรวมเป็น 3 g ดังนั้นสูตรของส่วนผสมสารก่อสภาวะฟองฟู่ที่มีอัตราส่วน ของ C:T 1:0 จะประกอบด้วย กรดซิตริก 1.20 g และโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.90 g และสูตรที่มี

กรมวิชาการเกษตร

อัตราส่วน ของ C:T 2:1 จะประกอบด้วย กรดซิตริก กรดทาร์ทาริค และ โซเดียมไบคาร์บอเนต 0.80 0.4 และ 0.9 g ตามลำดับ

การทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภค จากสูตรส่วนผสมสารก่อสภาวะฟองฟู่ที่มีอัตราส่วน C:T เท่ากับ 1:0 (กรดซิตริก 1.20 g และ โซเดียมไบคาร์บอเนต 0.90 g) และสูตรที่มีอัตราส่วน C:T เท่ากับ 2:1 (กรดซิตริก 0.80 g กรดทาร์ทาริค 0.4 g และโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.9 g) โดยทั้งสองสูตรมีเอนไซม์บรอมิเลนผง 0.2 g พีวีพี 0.15 g และสารลดการก่อโฟม 0.036 g เติมสารให้ความหวาน คือ ซูคลาโรส ปริมาณ 0.007 g และไซลิทอลปริมาณ 0.8 g และเติมสารให้กลิ่นสับปะรดทางการค้า ปริมาณ 0.12 g จะได้สูตรผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมจำนวน 2 สูตร ที่มีปริมาณ 3.41 g ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค จากนั้นนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคโดยวิธี hedonic scale (7 ระดับ) ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน อายุระหว่าง 21-54 ปี โดยเติมผลิตภัณฑ์ลงในน้ำ 100 mL และให้ผู้ทดสอบประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่าสูตรที่ 1 มีคะแนนความชอบด้านคุณลักษณะที่ปรากฏ สี รสชาติ กลิ่น และความชอบโดยรวม เป็น 5.8 5.48 5.67 5.89 และ 5.93 ตามลำดับ และสูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบด้านคุณลักษณะที่ปรากฏ สี รสชาติ กลิ่น และความชอบโดยรวม เป็น 5.04 5.19 5.78 5.33 และ 5.74 ตามลำดับ โดยคะแนนด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวมทั้งสองสูตรไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ *($p>0.05$)* แต่สูตรที่ 1 มีคะแนนความชอบด้านคุณลักษณะที่ปรากฏ และกลิ่นรส (flavor) ดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญ *($p\leq0.05$)* แม้ว่าคะแนนความชอบโดยรวมไม่ต่างกันแต่การมีส่วนผสมของกรดทาร์ทาริกอาจส่งเสริมให้มีกลิ่นรสที่ดีกว่า

การผลิตผลิตภัณฑ์แบบกรานูลโดยวิธีการเตรียมกรานูลแห้ง (dry granulation) โดยเตรียมผลิตภัณฑ์ตามสูตรที่ 1 และผลิตผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปกรานูลฟองฟู่ โดยประยุกต์ใช้วิธีการอัดด้วยเครื่องอัดระบบแรงดันลมแทนการตอกเม็ดหรืออัด slug ด้วยคอมแพคเตอร์ (Rakte, 2014) เมื่อนำผลิตภัณฑ์แบบผงกรานูลและแบบผงผสมที่ไม่ผ่านกระบวนการทำกรานูลนั้นไปทดสอบคุณสมบัติต่างๆ พบว่าผงกรานูลที่ผลิตได้มี Compressibility Index เป็น 11.14±1.40 ซึ่งอยู่ในช่วงสมบัติการไหลของผงยาที่ดี (Good =11-15) ส่วนผงผสมมี Compressibility Index เป็น 21.25±3.31 อยู่ในช่วงสมบัติการไหลของผงยาแบบพอใช้ได้ (Passable = 21-25) แสดงให้เห็นว่าสูตรผลิตภัณฑ์นี้สามารถผลิตให้อยู่ในรูปแบบกรานูลฟองฟู่ได้จริงภายใต้กระบวนการทำกรานูลแห้งดังกล่าว ซึ่งยืนยันได้จากการมีสมบัติการไหลของผงยาที่ดีขึ้น มีระยะเวลาในการเกิดสภาวะฟองฟู่ไม่แตกต่างไปจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และยังคงกิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลนไว้ได้ถึง 87.9% (คำนวณจากร้อยละของค่ากิจกรรมเอนไซม์บรอมิเลนผงกรานูลต่อผงผสม)

การคำนวณต้นทุนการผลิตเอนไซม์บรอมิเลนผง 100 กรัม ใช้สับปะรดปัตตาเวีย 25.3 กก. เท่ากับ 329.1 บาท และเอทานอล 86.4 ลิตร เท่ากับ 7,191.5 บาท รวมเป็น 7,520.6 บาท โดยไม่คิดค่าพลังงาน เมื่อคำนวณต้นทุนการผลิตจากสูตรที่ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคดีที่สุด จะได้ต้นทุนต่อหนึ่งหน่วยบริโภค เท่ากับ 15.96 บาท ไม่รวมค่าพลังงาน

การทดลองที่ 2 การประยุกต์ใช้สารสกัดแคปไซซินในผลิตภัณฑ์เจลนวด

การสกัดสารแคปไซซินจากพริกทำได้โดยอบพริกสดที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นระยะเวลา 24 ชม. จากนั้นทำการสกัดพริกด้วยเอทานอล 95% ที่อัตราส่วน 1:5 จะได้สารสกัดแคปไซซินในรูปของเหลวข้นหนืดที่เรียกว่าโอเรโอเรซิน (oleoresin) ที่มีปริมาณผลผลิต 13.85 % มีปริมาณสารแคปไซซิน 2213.54 mg/g สารฟีนอลิกทั้งหมด 1964.56 (mg gallic acid/g) และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH %) SC_{50} เท่ากับ 41.29 เมื่อ

กรมวิชาการเกษตร

เปรียบเทียบกับการสกัดแคปไซซินของ Gudeva *et. al*. (2013) ที่ทำการสกัดสารแคปไซซินจากพริกโดยใช้ตัวทำละลายเอทานอล 96% (v/v) พบว่าสารสกัดที่ได้มีความเข้มข้นของสารแคปไซซิน 12.712 mg/ml ซึ่งสารสกัดแคปไซซินที่สกัดได้ในการวิจัยนี้มีปริมาณสารแคปไซซินในปริมาณที่สูงกว่าอาจเนื่องมาจากพันธุ์พริกที่ใช้ในการสกัดแตกต่างกัน ซึ่งพริกแต่ละชนิดจะมีปริมาณสารแคปไซซินแตกต่างกัน

การประยุกต์ใช้สารสกัดแคปไซซินในผลิตภัณฑ์เจลนวด โดยผลิตเจลนวดแคปไซซินจำนวน 3 สูตร ซึ่งเติมสารสกัดแคปไซซินจากพริกปริมาณแตกต่างกัน ได้แก่ 1.0, 1.5 และ 2.0 % ในสูตรเบสเจล ซึ่งมีส่วนผสม ดังนี้ คาร์โบพอล (Carbopol) 5 % ไตรเอทาโนลามีน (triethanolamine) 3.5 % กลีเซอรีน (glycerin) 6 % และน้ำสะอาด ได้ผลิตภัณฑ์เจลนวดที่มีลักษณะเป็นเจลใสสีส้ม เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณสารแคปไซซินในเจลนวดทั้งสามสูตร พบว่าสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เจลนวด คือ เจลนวดแคปไซซินที่เติมสารสกัดแคปไซซินปริมาณ 1.5 % เนื่องจากมีปริมาณสารแคปไซซินใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินที่เติมสารสกัดแคปไซซินปริมาณ 1.5 % พบว่าผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินมีปริมาณสารแคปไซซิน 0.0123 (% ต่อน้ำหนักตัวอย่าง) สารฟีนอลิกทั้งหมด 2.83 (mg gallic acid/g) และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH %) SC50 เท่ากับ 0.11±4.34 mg/ml คิดเป็น 0.001 เท่าของวิตามินซี ซึ่งมีค่า SC50 เท่ากับ 0.01±000 เมื่อทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน พบว่าผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินมีค่า pH เท่ากับ 6.9 และมีความข้นหนืดเท่ากับ 2485 g เมื่อทำการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เจลนวดโดยวิธี Freeze and thaw cycle พบว่าผลิตภัณฑ์มีความคงตัวดีไม่เกิดการแยกชั้น

การทดสอบความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินต่อเซลล์ไฟโบรบลาสท์ผิวหนังมนุษย์ พบว่าผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินความเข้มข้น 0.001-1 mg/ml ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ไฟโบรบลาสท์ผิวหนังของมนุษย์ ในขณะที่ความเข้มข้น 10 mg/ml เป็นพิษต่อเซลล์ จากนั้นทดสอบการระคายเคืองต่อผิวหนังของอาสาสมัครจำนวน 15 คนที่ทาผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน พบว่าอาสาสมัครจำนวน 11 คน (ร้อยละ 74) ไม่พบการระคายเคืองที่ผิวหนังบริเวณที่ทาผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน ขณะที่ผิวหนังของอาสาสมัครจำนวน 4 คน (26 %) ที่ทาเจลนวดแคปไซซินเมื่อเวลาผ่านไป 4 ชั่วโมง มีอาการบวมและแดงเมื่อสังเกตด้วยตาเปล่า แต่อาการเหล่านี้หายไปเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง เมื่อวัดความแดงของผิวด้วยหัววัด Mexameter ของผิวหนังอาสาสมัคร พบว่าค่าเฉลี่ยความแดงของผิวอาสาสมัครหลังทาเจลนวดแคปไซซินตลอดระยะเวลาทดสอบ (ชั่วโมงที่ 4, 24, 48 และ 72) ไม่แตกต่างกับก่อนทาตัวอย่างทดสอบ ดังนั้นผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังในอาสาสมัครส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามเจลนวดแคปไซซินอาจก่อให้เกิดการระคายเคืองในอาสาสมัครบางคน เช่น บวม แดงและคันได้

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซิน พบว่าผลิตภัณฑ์เจลนวดแคปไซซินปริมาณ 100 กรัม มีราคาต้นทุนการผลิต 18.88 บาท (ต้นทุนไม่รวมค่าอุปกรณ์ เครื่องมือ และพลังงานเชื้อเพลิง)

การทดลองที่ 3 การผลิตสีผงโดยวิธีการทำแห้งแบบโฟมแมท

การศึกษาชนิดสารก่อโฟมที่เหมาะสมในการผลิตสีผงโดยใช้สารก่อโฟมที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ methocel A4M, ไข่ขาวผง (egg albumin) และ glyceryl monostearate (GMS) พบว่า โฟมจากสารก่อโฟม methocel มีความคงตัว (ปริมาณของเหลวที่แยกตัวออกจากโฟมเมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง) ดีที่สุด คือมีค่าความคงตัวต่ำที่สุด 1.70 ml โฟมจาก methocel มีความคงตัวมากกว่าโฟมจากไข่ขาวผงและโฟมจาก GMS โดย

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

methocel สามารถช่วยกักเก็บอากาศไว้ได้นานทำให้โฟมไม่ยุบตัวเร็ว โฟมจากไข่ขาวผงมีความหนาแน่นน้อยที่สุดและมีการขึ้นฟูมากที่สุด แต่มีความคงตัวน้อยกว่าโฟมจาก methocel แสดงว่าโฟมจากไข่ขาวผงสามารถกักเก็บอากาศไว้ได้มากที่สุดแต่จะยุบตัวเร็วกว่าโฟมจาก methocel สำหรับโฟมจาก GMS มีค่าความคงตัวสูง (13.34 ml) และมีการขึ้นฟูต่ำกว่าโฟมจาก methocel และโฟมจากไข่ขาวผง แสดงว่าโฟมจาก GMS สามารถกักเก็บอากาศได้น้อยและไม่นาน ทำให้โฟมไม่คงตัวและยุบตัวเร็ว โดยค่าความหนาแน่นและปริมาณการแยกตัวของของเหลวของโฟม (ค่าความคงตัว) มีความสัมพันธ์กัน คือโฟมที่มีความหนาแน่นน้อยมีปริมาณการแยกตัวของของเหลวต่ำ แสดงว่าโฟมนั้นมีความคงตัวสูง ดังนั้นจากข้อมูลคุณภาพของโฟมสีอัญชัน โฟมจาก methocel เป็นโฟมที่มีความคงตัวดีที่สุด เนื่องจาก methocel เป็นกัมมีคุณสมบัติเป็นเจล ทำหน้าที่เป็นตัวลดแรงตึงผิว ช่วยในการยึดเกาะและทำให้อิมัลชั่นคงตัว เป็นคุณสมบัติที่ดีในการเป็นสารช่วยให้เกิดโฟมและความคงตัวในผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำแห้งแบบโฟมแมท (Sharma and Gujral, 2011) เมื่อนำโฟมจากสารก่อโฟม 3 ชนิด อบที่อุณหภูมิ 70 °C ระยะเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าโฟมจาก methocel มีความคงตัวดี ไม่ยุบ โฟมแห้งภายในเวลา 3 ชั่วโมง โฟมจากไข่ขาวผงแห้งภายใน 3 ชั่วโมง แต่เกิดการยุบตัวระหว่างอบแห้งในขณะที่โฟมจาก GMS เกิดการยุบตัวเป็นน้ำ และต้องใช้เวลาอบนานกว่า 3 ชั่วโมง การตรวจคุณภาพของสีผง พบว่าสีผงจากสารก่อโฟม GMS มีสีเข้มที่สุด โดยมีค่าสี L* (ความสว่าง) ต่ำกว่าสีผงจากสารก่อโฟมไข่ขาวผงและ methocel ความชื้นของสีผงจากสารก่อโฟม GMS มีค่าสูงสุดแต่ไม่เกิน 5.0% การละลายของสีผงจากสารก่อโฟม GMS มีค่ามากที่สุด แสดงว่าสีผงจากสารก่อโฟม GMS ละลายน้ำได้ดี สีผงจากสารก่อโฟม 3 ชนิด มีค่าผลผลิตใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 15.33-16.41% สีผงจากสารก่อโฟม methocel มีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับสีผงจากสารก่อโฟมไข่ขาวและ GMS

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งโฟมสีดอกอัญชัน พบว่าสีผงที่ทำแห้งด้วยอุณหภูมิ 70 °C ระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีความชื้นน้อยที่สุดแต่ไม่แตกต่าง ($p>0.05$) กับสีผงที่ทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 °C ระยะเวลา 2 ชั่วโมง และ อุณหภูมิ 60 °C ระยะเวลา 3 ชั่วโมง สีผงที่ทำแห้งด้วยสภาวะทั้ง 4 สภาวะ มีค่าสีใกล้เคียงกัน ค่าสี L* (ความสว่าง) อยู่ในช่วง 43.24 ถึง 44.18 ค่าสี a* อยู่ในช่วง 15.36 ถึง 15.47 และค่าสี b* อยู่ในช่วง -1.54 ถึง -1.42 สีผงที่ทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 °C ระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีค่าการละลายมากที่สุด แต่ไม่แตกต่าง ($p>0.05$) กับสีผงที่ทำแห้งด้วยอุณหภูมิ 70 °C ระยะเวลา 2 ชั่วโมง และสีผงที่ทำแห้งด้วยอุณหภูมิ 60 °C ระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง สีผงที่ทำแห้งด้วยอุณหภูมิ 60 °C ระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับสีผงที่ทำแห้งด้วยอุณหภูมิ 60 °C ระยะเวลา 2 ชั่วโมง และ อุณหภูมิ 70 °C ระยะเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง จากข้อมูลคุณภาพของสีผงจึงเลือกอุณหภูมิ 70 °C ระยะเวลา 3 ชั่วโมง เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งสีผงแบบโฟมแมท เนื่องจากสีผงจากการทำแห้งที่สภาวะนี้มีความชื้นต่ำกว่า 5%

การศึกษาอายุการเก็บรักษาสีผงจากดอกอัญชันเป็นเวลา 4 เดือน พบว่าสีผงมีลักษณะเป็นผงสีชมพู เมื่อเก็บรักษาสีผงเป็นระยะเวลา 4 เดือน สีผงไม่มีการเปลี่ยนแปลงด้านสี โดยพิจารณาจากค่าความแตกต่างของสีโดยรวมระหว่างตัวอย่างกับตัวอย่างมาตรฐาน (ΔE) ถ้า ΔE มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 2.3 ถือว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกับตัวอย่างมาตรฐาน (Sharma, 2003) สีผงที่อายุการเก็บรักษา 1 2 3 และ 4 เดือน มีค่า ΔE น้อยกว่า 2.3 แสดงว่ามีค่าสีไม่แตกต่างจากเริ่มต้น (0 เดือน) เมื่อเก็บรักษาสีผงเป็นเวลานานขึ้น ค่าความชื้นของสีผงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่าง ($p>0.05$) กับความชื้นของสีผงเริ่มต้น ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของสีผงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับความชื้น สีผงที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน มีค่าการละลายลดลงแต่ไม่แตกต่าง ($p>0.05$) กับสีผงเริ่มต้น ปริมาณแอนโทไซ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ยานินของสีผงมีแนวโน้มลดลง โดยเมื่อเก็บรักษาสีผงเป็นระยะเวลา 2 เดือน สีผงมีปริมาณแอนโทไซยานินลดลงแตกต่าง ($p>0.05$) กับสีผงเริ่มต้น ปริมาณสารปนเปื้อนและคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของสีผงตลอดอายุการเก็บรักษา 4 เดือน มีปริมาณอยู่ในเกณฑ์ข้อกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานสำหรับสารสกัดให้สีจากส่วนของพืชหรือสัตว์ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, ม.ป.ป.)

การประยุกต์ใช้สีผงจากดอกอัญชันในผลิตภัณฑ์ซอร์เบต ผลิตภัณฑ์ซอร์เบตที่ได้มีสีชมพูอมม่วง ค่าสีของผลิตภัณฑ์ ค่าสี L* อยู่ในช่วง 25.58 ถึง 26.87 ค่าสี a* อยู่ในช่วง 8.61 ถึง 10.92 และ ค่าสี b* อยู่ในช่วง -5.23 ถึง -4.52 ปริมาณแอนโทไซยานินมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 0.47 ถึง 0.50 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซอร์เบต พบว่าผลิตภัณฑ์ซอร์เบตทั้ง 5 สูตร (ปริมาณน้ำตาล 16 17 18 19 และ 20%) มีคะแนนความชอบด้านสีไม่แตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์ซอร์เบตที่ใส่น้ำตาล 19% มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรสชาติ มากที่สุดแต่ไม่แตกต่าง ($p>0.05$) กับผลิตภัณฑ์ซอร์เบตที่ใส่น้ำตาล 20% จึงเลือกผลิตภัณฑ์ซอร์เบตสูตรที่ใส่น้ำตาล 19% สำหรับศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซอร์เบตที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ -20 °C พบว่า ค่าสีของผลิตภัณฑ์ซอร์เบตไม่มีการเปลี่ยน ปริมาณแอนโทไซยานินของผลิตภัณฑ์ซอร์เบตไม่เปลี่ยนแปลงมีค่าอยู่ในช่วง 0.54 ถึง 0.55 mg cyanidin-3-glucoside/100g คุณภาพด้านจุลินทรีย์ตลอดอายุการเก็บรักษา 4 สัปดาห์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซอร์เบต พบว่า ตลอดอายุการเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์ซอร์เบตมีคะแนนความชอบทุกด้าน ไม่แตกต่างจากเริ่มต้น การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ซอร์เบต พบว่า ผลิตภัณฑ์ซอร์เบต 100 กรัม พลังงาน 88.64 kcal ผลิตภัณฑ์ซอร์เบตไม่มีไขมันและคลอเลสเตอรอล เมื่อคำนวณคุณค่าทางโภชนาการต่อ 1 หน่วยบริโภค 80 กรัม จะได้รับพลังงานทั้งหมด 70 kcal

ข้อเสนอแนะต่อผู้เกี่ยวข้องสำหรับการดำเนินงานในระยะต่อไป

ผลิตภัณฑ์จากสารธรรมชาติที่ได้จากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและเวชสำอางอื่นๆ ได้ อาทิเช่น

1. ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลน สามารถนำวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มช่วยย่อยจากเอนไซม์บรอมิเลนไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชนิดต่างๆ ได้
2. สารสกัดแคปไซซินจากพริกสามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เวชสำอางชนิดอื่นๆ เช่น ครีมนวดผิวบรรเทาปวด ยาหม่องแคปไซซินสำหรับบรรเทาปวด เป็นต้น
3. การผลิตสีผงจากดอกอัญชัญสามารถนำเทคโนโลยีการผลิตไปประยุกต์ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์สีผงจากพืชชนิดอื่นได้

ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

สถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา 2019 ภายในประเทศยังอยู่ในภาวะเฝ้าระวัง ซึ่งการประกาศใช้สถานการณ์ฉุกเฉิน หรือการทำงานที่บ้าน มีผลกระทบต่อการทำงานวิจัยและมีผลกระทบต่อการจัดซื้อวัตถุดิบในการทำงานวิจัย และสารเคมีบางชนิดที่ต้องมีการจัดซื้อจากต่างประเทศ

ศรีชัยการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 197) พ.ศ. 2543. เรื่องกาแฟ.

กระทรวงสาธารณสุข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 350) พ.ศ. 2556. เรื่องนมโค. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 130, ตอนพิเศษ 87 ง (ลงวันที่ 24 กรกฎาคม 2556).

กระทรวงสาธารณสุข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 354) พ.ศ. 2556. เรื่องไอศกรีม. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 130, ตอนพิเศษ 87 ง (ลงวันที่ 24 กรกฎาคม 2556).

กระทรวงสาธารณสุข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 364) พ.ศ. 2556. เรื่องมาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 130, ตอนพิเศษ 148 ง (ลงวันที่ 31 ตุลาคม 2556).

เชาวลิต มณฑล กฤษณา ไกรสินธุ์ จิระพรชัย สุขเสรี และลักษณา เจริญใจ. 2557. การศึกษาสมบัติการไหลของผงยาสมุนไพรเพื่อการเตรียมยาในรูปแบบของแข็ง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 22 ฉบับที่ 5 (ฉบับพิเศษ).

ทัศนา พิทักษ์สุธีพงศ์. 2564. การทดสอบหาค่า Bulk density และ Tapped density ของแกรนูล. สืบค้นจาก: https://www.youtube.com/watch?v=Iw1xoPiQivQ [ธันวาคม 2564].

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 418) พ.ศ. 2563 ออกตามความในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. ๒๕๒๒ เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ เงื่อนไข วิธีการใช้ และอัตราส่วนของวัตถุเจือปนอาหาร (ฉบับที่ 2).

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. ม.ป.ป.ก ดอกอัญชัน. สืบค้นจาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2975/butterfly-pea [11 กรกฎาคม 2562].

สมจิต สุรพัฒน์. 2540. ไอศกรีมและผลิตภัณฑ์. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. ม.ป.ป. ข้อกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานสำหรับสารสกัดให้สีจากส่วนของพืชหรือสัตว์. สืบค้นจาก: http://www.fda.moph.go.th/sites/food/FoodAdditives/Extract-from-the-Plant-or-Animal.pdf [11 มกราคม 2562].

Aslani A and Jahangiri H. 2013. Formulation, characterization and physicochemical evaluation of ranitidine effervescent tablets. Adv Pharm Bull. 3(2):315-22.

Balakrishnan, V., Hareendran, A. and Nair C. 1981. Double-blind cross-over trial of an enzyme preparation in pancreatic steatorrhoea J. Assoc. Phys. 29:207-209.

Cisneros- Pineda O., Torres- Tapia L.W., Gutie´rrez- Pacheco L.C., Contreras- Martin F., Gonzalez-Estrada T., Peraza-Sa´nchez S.R. 2007. Capsaicinoids quantification in chili peppers cultivated in the state of Yucatan, Mexico. Food Chemistry 104: 1755–1760.

Giyatmi and Lingga, D. 2019. The effect of citric acid and sodium bicarbonate concentration on the quality of effervescent of red ginger extract. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 383. 012022. 10.1088.

Gothoskar, A. & Kshirsagar, Sanjay. 2004. A Review of Patents On Effervescent Granules. Pharmaceutical Reviews.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

Gudeva L. K., Mitrev S., Maksimova V., Spasov D. 2013. Content of capsaicin extracted from hot pepper (Capsicum annuum ssp. microcarpum L.) and its use as an ecopesticide. Hem. ind. 67 (4): 671–675

Hale, L.P. 2004. Proteolytic activity and immunogenicity of oral bromelain within the gastrointestinal tract of mice. Int Immunopharmacol. 4(2):255-64.

Hikisz P. and Bernasinska-Slomczewska J. 2021. Beneficial Properties of Bromelain. Nutrients. 13(12):4313.

Jassim, Z.A., Rajab, N.A. and & Mohammed, N.H. 2018. Study the effect of wet granulation and fusion methods on preparation, characterization, and release of lornoxicam sachet effervescent granules. Drug Invention Today (10)9:1612.

Morgan Jr, A. I., R. P. Graham, L. F. Ginnette and G. S. Williams. 1961. Recent developments in foam-mat drying. Food Technology. 15(4): 37-39.

Murachi, T. and H. Neurath. 1960. Fraction and specify studied on stem bromelain. J. Biol Chem. 235: 99-107.

Naji-Tabasi, S., Emadzadeh, B., Shahidi-Noghabi, M., Abbaspour, M., and Akbari, E. 2021. Physico-chemical and antioxidant properties of barberry juice powder and its effervescent tablets. Chemical and biological technologies in agriculture. 8(23).

Rakte, A.S., and Nanjwade, B.K. 2014. DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF NOVEL ENZYMES. WORLD JOURNAL OF PHARMACY AND PHARMACEUTICAL SCIENCES. 3(8):1600-1620.

Ratti, C. 2009. Advances in Food Dehydration. CRC Press, New York.

Reyes- Escogido M. L., Gonzalez- Mondragon E. G., Vazquez- Tzompantzi E. 2011. Chemical and Pharmacological Aspects of Capsaicin. Molecules 16: 1253-1270.

Sharma, G. 2003. Digital color imaging. CRC Press, New York.

Sharma, P. and H.S. Gujral. 2011. Effect of sand roasting and microwave cooking on antioxidant activity of barley. Food Research International. 44: 235-240.

Surini, S., Wardani, M. R. W., & Sagita, E. 2017. EVALUATING OF EFFERVESCENT TABLETS CONTAINING GRAPE SEED (VITIS VINIFERA L.) EXTRACT AS A NUTRACEUTICAL. International Journal of Applied Pharmaceutics. 9:150–153.

Taussig, S.J., Yokoyama, M.M. and Chinen A. 1975. Bromelain: a proteolytic enzyme and its clinical application: a review. Hiroshima Journal of Medical Sciences. 24(2-3):185–193.

Thayne A. Munce and W. Larry Kenney. 2003. Age-Specific Skin Blood Flow Responses to Acute Capsaicin. Journal of Gerontology: BIOLOGICAL SCIENCES. Vol. 58A, No. 4, 304–310.

กรมวิทยาศาสตร์

Zimmer, A. R., Leonardi Bianca., Mirona D., Schapovala E., Oliveirac J. R., Gosmanna G. 2012. Antioxidant and anti-inflammatory properties of Capsicum baccatum: From traditional use to scientific approach. Journal of Ethnopharmacology 139: 228–233.

กรมวิชาการเกษตร