รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การพัฒนาเม็ดบีดอัลจิเนตบรรจุสารสกัดฟักข้าว เพื่อเป็นสารสำคัญในผลิตภัณฑ์ดูแลผิว

Development of alginate beads containing *Momordica cochinchinensis* extracts as an active ingredient in skin care products

จิรศิต อินทร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร
เปรมนภา สีโสภา คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร
ศรัณญา สอนมณี คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
พ.ศ. 2562

บทสรุปผู้บริหาร
[Executive Summary]

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

1.1 ชื่อเรื่อง การพัฒนาเม็ดบีดอัลจิเนตบรรจุสารสกัดฟักข้าวเพื่อเป็นสารสำคัญในผลิตภัณฑ์ดูแลผิว
Development of alginate beads containing *Momordica cochinchinensis* extracts as an active ingredient in skin care products

1.2 ชื่อผู้วิจัย จิรศิต อินทร และคณะ
หน่วยงานที่สังกัด เทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร
หมายเลขโทรศัพท์ 055-267-080

1.3 งบประมาณและระยะเวลาทำวิจัย
งบประมาณที่ได้รับ ประจำปี 2561 จำนวนเงิน 150,000 บาท
ระยะเวลาทำวิจัย 1 ปี 6 เดือน ตั้งแต่ มีนาคม 2561 ถึง กันยายน 2562

2. สรุปโครงการวิจัย

ปัจจุบันผู้คนต่างให้ความสนใจในเรื่องความสวยงามและการเสริมสร้างบุคลิกภาพให้ดูดี โดยเฉพาะกลุ่มที่อยู่ในวัยทำงานที่มีสัดส่วนเพิ่มขึ้นจากในอดีต จึงทำให้ตลาดเครื่องสำอางของไทยในช่วงที่ผ่านมามีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง ซึ่งธุรกิจนี้สามารถสร้างมูลค่าได้ทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศ ฟักข้าว (Gac aril, *Momordica cochinchinensis* Spreng) เป็นสมุนไพรที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาค่อนข้างกว้าง อุดมด้วยสารออกฤทธิ์กลุ่มแคโรทีนอยด์ (carotenoids) เป็นสารกลุ่มน้ำมันที่มีสีเหลืองส้มเข้มและมีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ทางเครื่องสำอาง ทำให้ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากฟักข้าวมีสีเหลืองเข้มมากดูไม่น่าใช้งาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องสำอางจากฟักข้าวให้มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างออกไปจากผลิตภัณฑ์เดิม

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเม็ดบีดอัลจิเนตบรรจุสารสกัดฟักข้าว พัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงที่มีเม็ดบีดอัลจิเนตบรรจุสารสกัดฟักข้าวเป็นสารสำคัญ เพื่อศึกษาความคงตัวทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ และเพื่อทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวที่มีเม็ดบีดอัลจิเนต ผลการศึกษาพบว่าอิมัลมีความคงตัวไม่เกิดการแยกชั้นเมื่อตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 3 วัน คือสูตรใช้สารอิมัลซิไฟเออร์ในปริมาณสูตรละร้อยละ 2 เมื่อนำอิมัลชันไปผลิตเม็ดบีดพบว่าทุกสูตรได้เม็ดบีดที่มีทรงกลมสีเหลืองส้ม ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการกักเก็บเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีดพบว่าเม็ดบีดอิมัลชันมีร้อยละประสิทธิภาพในการกักเก็บเบต้าแคโรทีนมากกว่าเม็ดบีดไมโครอิมัลชัน โดยที่เม็ดบีดสูตร X2 มีค่าร้อยละประสิทธิภาพในการกักเก็บเบต้าแคโรทีนสูงที่สุด เมื่อแยกเก็บเม็ดบีดในสารละลาย pH 5.0 , 7.0 และ 9.0 เป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่าสารเบต้าแคโรทีนมีความคงตัวสูงที่สุดเมื่ออยู่ในละลาย pH 5.0 และสูตร X2 มีค่าร้อยละปริมาณเบต้าแคโรทีนคงเหลือสูงที่สุด การทดลองเพื่อศึกษาความคงตัวของเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีด 3 สูตร ที่สภาวะเร่งเป็นระยะเวลา 1 เดือนพบว่าเม็ดบีดสูตร X2A และ X2P มีร้อยละปริมาณเบต้าแคโรทีนคงเหลือมากกว่าร้อยละ 85

จากการตั้งตำรับเซรั่มจำนวน 8 ตำรับสูตรและศึกษาความคงตัวในสภาวะเป็นระยะเวลา 2 เดือน จากนั้นประเมินความคงตัวด้านกายภาพและความคงตัวของสารเบต้าแคโรทีนพบว่า ทุกสูตรมีค่าพีเอชและค่าสีเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยและมีค่าความหนืดลดลงทุกสูตร ทุกสูตรมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนคงเหลือมากกว่าร้อยละ 70 เซรั่มสูตรที่ X2AF01, X2AF04, X2PF01 และ X2PF04 ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อประเมินด้วยสายตา ผลจากการทดสอบผู้บริโภคพบว่า สูตรตำรับ X2PF04 ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด มีคะแนนอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (5.82 ± 0.78)

จากนั้นถ่ายทอดกระบวนการผลิตให้แก่ บริษัทพิชยาเบสท์โปรดักท์ จำกัด ตั้งอยู่ที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ เป็นผู้ประกอบการผลิตเครื่องสำอางจากน้ำมันมะพร้าวและฟักข้าวเพื่อจัดจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ

จากผลการศึกษาพัฒนาสูตรเซรัมเป็นการพัฒนาต่อยอดการใช้ประโยชน์จากน้ำมันฟักข้าว ที่สามารถเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ให้แก่ผู้ประกอบการได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ประเภททุนวิจัยเพื่อพัฒนาสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 เพื่อดำเนินงานพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการที่ต้องการต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมให้มีความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์ โดยผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการวิจัยคือ บริษัทพิชยาเบสท์โปรดักส์ จำกัด อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ทางทีมผู้วิจัยจึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย และขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ได้อนุญาตให้ใช้สถานที่ในห้องปฏิบัติการวิจัยตลอดระยะเวลาของการดำเนินโครงการ ท้ายที่สุดขอขอบพระคุณอาสาสมัครผู้เข้าร่วมโครงการทดสอบความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือด้วยเป็นอย่างดี

คณะผู้จัดทำ

กันยายน 2562

หัวข้องานวิจัยเรื่อง การพัฒนาเม็ดบีดอัลจิเนตบรรจุสารสกัดฟักข้าวเพื่อเป็นสารสำคัญในผลิตภัณฑ์ดูแลผิว

ชื่อผู้วิจัย นายจิรศิต อินทร

คณะ/สังกัด เทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปี 2561 จำนวนเงิน 150,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี 6 เดือน ตั้งแต่ มีนาคม 2561 ถึง กันยายน 2562

คำสำคัญ สารสกัดฟักข้าว เม็ดบีดอัลจิเนต ผลิตภัณฑ์ดูแลผิว

บทคัดย่อ

ฟักข้าวเป็นพืชสมุนไพรที่พบว่ามีสารเบต้าแคโรทีนสูงที่มีศักยภาพนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ดูแลผิว งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาสูตรเม็ดบีดบรรจุสารสกัดฟักข้าวโดยพัฒนาจากไมโครอิมัลชันและอิมัลชัน จากนั้นทำการคัดเลือกสูตรเม็ดบีดที่มีความคงตัวของสารเบต้าแคโรทีนสูงที่สุด มาพัฒนาเป็นตำรับเซรั่มบำรุงผิวหน้าผสมเม็ดบีดที่บรรจุสารสกัดฟักข้าว และศึกษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวหน้า ผลการผลิตเม็ดบีดพบว่าเม็ดบีดอิมัลชันสามารถบรรจุสารสกัดฟักข้าวได้มากกว่าสูตรไมโครอิมัลชัน โดยที่เม็ดบีดสูตร X2 มีประสิทธิภาพในการกักเก็บเบต้าแคโรทีนสูงที่สุดและคงตัวสูงสุดในสภาวะพีเอช 5.0 เม็ดบีดสูตร X2A และ X2P มีร้อยละปริมาณเบต้าแคโรทีนคงเหลือมากกว่าร้อยละ 85 ที่สภาวะเร่งเป็นระยะเวลา 1 เดือน ผลการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวหน้าผสมเม็ดบีดบรรจุสารสกัดฟักข้าวพบว่าทุกสูตรมีค่าพีเอชและค่าสีเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยและมีค่าความหนืดลดลงทุกสูตร โดยมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนคงเหลือมากกว่าร้อยละ 70 เซรั่มบำรุงผิวหน้าสูตรที่ X2AF01, X2AF04, X2PF01 และ X2PF04 ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อประเมินด้วยสายตา ผลจากการทดสอบผู้บริโภคพบว่า สูตร X2PF04 ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด จากการศึกษาทั้งหมดสรุปได้ว่าการบรรจุสารสกัดฟักข้าวในเม็ดบีดอิมัลชัน สามารถนำมาเป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางดูแลผิวได้

Research Title	Development of alginate beads containing *Momordica cochinchinensis* extracts as an active ingredient in skin care products
Author	Mr. Jirasit Inthorn
Faculty	Food and Agricultural Technology
Institute	Pibulsongkram Rajabhat University
Year	2019
Keywords	*Momordica cochinchinensis* extracts, alginate beads, skincare product

ABSTRAC

Gac (*Momordica cochinchinensis*) is a medicinal plant that contains high beta-carotene that has potential to be used in a skin care product. This research developed the formulation of bead containing gac extract from micro-emulsion and emulsion. Then the highest stability of beta carotene bead formulation was selected to formulate into serum and determine its stability. The results of the beads production showed that the emulsion beads could contain more gac extract than microemulsion, and the formula X2 beads have the highest entrapment efficiency and showed maximum stability in pH 5. The formula X2A and X2P contain more than 85% of the amount of beta-carotene after one month for acceleration stability test. The results of the stability of facial serum products mixed with gac beads revealed that all formulas were slightly changed in pH and color but decreased in viscosity. All formulas contain more than 70% of remaining beta-carotene. The results from the consumer test found that the formula X2PF04 received the most liking scores. From all studies, it can be concluded that gac extract in the emulsion bead has a potential to be used as an ingredient in skincare cosmetics.

สารบัญเรื่อง

บทที่		หน้า
บทสรุปผู้บริหาร		ก
กิตติกรรมประกาศ		ค
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
สารบัญเรื่อง		ช
สารบัญตาราง		ซ
สารบัญภาพ		ฌ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย		ญ
1	**บทนำ**	1
	ที่มาและความสำคัญ	1
	วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
	ขอบเขตของการศึกษา	2
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2	**ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง**	3
	ข้อมูลทั่วไปของฟักข้าว	3
	สารสำคัญของฟักข้าวและการวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์รวม	3
	การใช้สารสกัดฟักข้าวในผลิตภัณฑ์ดูแลผิว	4
	การผลิตเม็ดบีดอัลจิเนต (alginate spherification)	4
	ผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวหน้า	5
	การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค	6
3	**วิธีการดำเนินการวิจัย**	7
	สารสกัดสารเคมีและอุปกรณ์	7
	การเตรียมไมโครอิมัลชัน	9
	การเตรียมอิมัลชัน	11
	การเตรียมเม็ดบีดจากไมโครอิมัลชันและอิมัลชัน	12
	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการกักเก็บสารสำคัญในเม็ดบีด	13
	การประเมินลักษณะทางกายภาพของรูปทรงเม็ดบีด	14
	การศึกษาความคงตัวของสารสำคัญในเม็ดบีดในสารละลายต่างพีเอช	14
	การศึกษาความคงตัวของเม็ดบีดในสารละลายซิตริค pH 5.0	15
	การตั้งตำรับผลิตภัณฑ์เซรั่ม	16
	การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เซรั่ม	16
	การทดสอบประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค	17
	การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	18

4	**ผลการศึกษาและอภิปรายผล**	19
	ความคงตัวทางกายภาพของไมโครอิมัลชันและอิมัลชัน	19
	ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการกักเก็บสารสำคัญในเม็ดบีด	19
	ผลการประเมินลักษณะทางกายภาพของรูปทรงเม็ดบีด	21
	ผลการศึกษาความคงตัวสารเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีดในสารละลายต่างพีเอช	21
	ผลการศึกษาความคงตัวของเม็ดบีดในสารละลายซิตริค pH 5.0	22
	ผลการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เซรั่ม	29
	ผลการทดสอบประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค	34
5	**สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ**	37
เอกสารอ้างอิง		38
ภาคผนวก ก กราฟมาตรฐาน		40
ภาคผนวก ข แบบสอบถาม		41
ประวัติผู้วิจัย		43

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	สูตรตำรับไมโครอิมัลชันใช้ Cetiol He เป็นสารลดแรงตึงผิว	9
3.2	สูตรตำรับไมโครอิมัลชันใช้ Labrasol เป็นสารลดแรงตึงผิว	10
3.3	สูตรตำรับไมโครอิมัลชันใช้ Tween 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว	10
3.4	สูตรตำรับอิมัลชันใช้ Aracel 165 เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์	11
3.5	สูตรตำรับอิมัลชันใช้ Emullium Delta เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์	11
3.6	สูตรตำรับอิมัลชันใช้ Lipomulse LUXE เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์	11
3.7	สูตรตำรับอิมัลชัน	14
3.8	สูตรส่วนผสมของสารละลายเซรั่มบำรุงผิว (serum solution)	16
4.1	ผลการประเมินความคงตัวของไมโครอิมัลชันและอิมัลชัน	19
4.2	ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการกักเก็บสารสำคัญในเม็ดบีด	19
4.3	ผลการประเมินความคงตัวของสารสกัดฟักข้าวในเม็ดบีดที่สภาวะต่างพีเอช	24
4.4	ผลการวิเคราะห์ความคงตัวของสีเม็ดบีด	26
4.5	ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสกัดฟักข้าวในเม็ดบีด	27
4.6	ผลการประเมินความคงตัวของสารสกัดฟักข้าวในเม็ดบีดในน้ำที่สภาวะ pH 5.0	27
4.7	ผลการประเมินค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์เซรั่ม	28
4.8	ผลการประเมินค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์เซรั่ม	30
4.9	ผลการประเมินค่าสีของผลิตภัณฑ์เซรั่ม	30
4.10	ผลการประเมินความคงตัวของสารสกัดฟักข้าวในเม็ดบีดในผลิตภัณฑ์เซรั่ม	31
4.11	ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	32
4.12	คะแนนความชอบของผู้บริโภคจำนวน 100 คน	32

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	ลักษณะทางกายภาพของสูตรตำรับไมโครอิมัลชัน	20
4.2	ลักษณะทางกายภาพของสูตรตำรับอิมัลชัน	21
4.3	ลักษณะทางกายภาพของเม็ดบีดไมโครอิมัลชัน	22
4.4	ลักษณะทางกายภาพของเม็ดบีดอิมัลชัน	23
4.5	ลักษณะทางกายภาพของเม็ดบีดอิมัลก่อนและหลังการศึกษาความคงตัว	25
4.6	ผลิตภัณฑ์เซรั่มก่อนและหลังการทดสอบความคงตัว	29
4.7	ร้อยละความสนใจและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค	33

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

β-carotene	เบต้าแคโรทีน
µg	ไมโครกรัม
ΔE*	ค่าความแตกต่างของสี
% w/w	ร้อยละน้ำหนักต่อน้ำหนัก
% v/v	ร้อยละปริมาตรต่อปริมาตร
% yield	ร้อยละผลผลิต
cP	centipoise
ES	emulsion stability
g	กรัม
nm	นาโนเมตร
rpm	รอบต่อนาที
SD	standard deviation

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันผู้คนต่างให้ความสนใจในเรื่องสุขภาพอนามัยและการเสริมสร้างบุคลิกภาพให้ดูดี โดยเฉพาะกลุ่มที่อยู่ในวัยทำงานที่มีสัดส่วนเพิ่มขึ้นจากในอดีต จึงทำให้ตลาดเครื่องสำอางของไทยในช่วงที่ผ่านมามีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง ซึ่งธุรกิจนี้สามารถสร้างมูลค่าได้ทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศ การผลิตเครื่องสำอางเป็นสาขาธุรกิจที่ถูกจัดอันดับให้เป็น 1 ใน 10 ธุรกิจโดดเด่นที่น่าสนใจลงทุนประจำปี 2559 (ศูนย์พยากรณ์เศรษฐกิจและธุรกิจ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย) และในปี 2559 มีมูลค่าการตลาดเป็น 2.8 แสนล้านบาท ซึ่งมาจากผู้ผลิตกลุ่ม SMEs มากกว่า 97% จึงจัดได้ว่าผู้ประกอบการ SMEs เป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางของไทย รัฐบาลจึงผลักดัน ให้ความสำคัญในการพัฒนาและส่งเสริมคุณภาพเครื่องสำอางไทยตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทาง นำนวัตกรรมเข้ามาเพิ่มความสมารถ SMEs ในการพัฒนาเครื่องสำอางให้แตกต่างและคงความเป็นเอกลักษณ์ของสมุนไพรไทย ตามแนวโน้มของการผลิตเครื่องสำอางที่ผู้ผลิตมุ่งเน้นการสร้างนวัตกรรมใหม่ๆและใช้ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ

บริษัทพิชยาเบสท์โปรดักท์ จำกัด ตั้งอยู่ที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ เป็นผู้ประกอบการผลิตเครื่องสำอางจากน้ำมันมะพร้าวและฟักข้าวเพื่อจัดจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ นอกจากนั้นยังเป็นโรงงานรับจ้างผลิตเครื่องสำอาง (OEM) ให้แก่ลูกค้าอื่น โดยผู้ประกอบการมีความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพ มีเอกลักษณ์ที่โดดเด่นและยังคงมุ่งเน้นการใช้วัตถุดิบจากสารธรรมชาติ ซึ่งผู้ประกอบการมีขั้นตอนการผลิตน้ำมันมะพร้าวเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบเอง มีการเพาะปลูกฟักข้าวและมีกรรมวิธีสกัดสารจากฟักข้าวเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางของตนเอง แต่เนื่องจากข้อจำกัดของสารสกัดฟักข้าวเป็นสารกลุ่มน้ำมันที่มีสีเหลืองส้มเข้มและมีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ทางเครื่องสำอาง ทำให้ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากฟักข้าวมีสีเหลืองเข้มมากไม่น่าใช้งาน และหากจะผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เซรั่มใสต้องพัฒนาในรูปแบบไมโครอิมัลชันที่มีปริมาณสารลดแรงตึงผิวในปริมาณสูง ซึ่งอาจทำให้เกิดการระคายเคืองและต้นทุนสูง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องสำอางจากฟักข้าวให้มีลักษณะที่แตกต่างออกไปจากผลิตภัณฑ์เดิมของบริษัท พิชยาเบสท์โปรดักท์ โดยการจะพัฒนาเม็ดบีดอัลจิเนตบรรจุสารสกัดฟักข้าวเพื่อเป็นสารสำคัญในผลิตภัณฑ์ดูแลผิว ซึ่งฟักข้าว (Gac aril, *Momordica cochinchinensis* Spreng) เป็นสมุนไพรที่น่าสนใจและกำลังได้รับความนิยมในปัจจุบัน มีการเพาะปลูกในชุมชนและทั่วไปในประเทศไทย ส่วนสำคัญของฟักข้าวคือเยื่อหุ้มเมล็ด ซึ่งเป็นสมุนไพรที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาค่อนข้างกว้าง อุดมด้วยสารออกฤทธิ์กลุ่มแคโรทีนอยด์ (carotenoids) โดยสารแคโรทีนอยด์สำคัญที่พบ คือ

เบต้าแคโรทีน (β-carotene) และไลโคปีน (lycopene) ซึ่งสารสำคัญดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระ เนื่องจากมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (lipid peroxidation) (Toyosaki, 2002) รวมทั้งมีคุณสมบัติในการปกป้องผิวหนังจากการทำลายของแสงแดด นอกจากนั้นยังมีคุณสมบัติเพิ่มความชุ่มชื้นได้อีกด้วย โดยจากศึกษาประสิทธิภาพการเพิ่มความชุ่มชื้น (moisturizing effect) ของครีมที่มีส่วนผสมจากสารสกัดฟักข้าวในอาสาสมัคร พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของฟักข้าวสามารถเพิ่มความชุ่มชื้นที่ผิวหนังชั้นนอกได้ (cutaneous hydration) (Leevutinun P. et al., 2015) จากคุณสมบัติของเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาฟักข้าวให้ออกมาในรูปของเม็ดบีดขนาดเล็กประมาณหัวเข็มหมุด ซึ่งจะช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของสีจากสารสกัดฟักข้าวได้ โดยที่เม็ดบีดที่พัฒนาขึ้นจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความโดดเด่น ใช้นวัตกรรมการเกิดเม็ดบีดจากสารอัลจิเนตและคาดว่าเม็ดบีดที่พัฒนาขึ้นสามารถประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางประเภทดูแลผิวได้อย่างหลากหลาย ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้ใช้วัตถุดิบทางการเกษตรที่ผลิตภายในประเทศ และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันด้านนวัตกรรมเครื่องสำอางให้แก่ผู้ประกอบการได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1) เพื่อพัฒนาเม็ดบีดอัลจิเนตบรรจุสารสกัดฟักข้าว
2) เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงที่มีเม็ดบีดอัลจิเนตบรรจุสารสกัดฟักข้าวเป็นสารสำคัญ
3) เพื่อศึกษาความคงตัวทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวที่มีเม็ดบีดอัลจิเนต
4) เพื่อทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวที่มีเม็ดบีดอัลจิเนต

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

พัฒนาเม็ดบีดจากอัลจิเนตเป็นสองชนิดได้แก่ เม็ดบีดจากไมโครอิมัลชันและเม็ดบีดจากอิมัลชัน ศึกษาการกักเก็บสารสกัดฟักข้าวในเม็ดบีดทั้งสองชนิด ศึกษาความความเข้ากันได้ของเม็ดบีดทั้งสองชนิดกับสารละลายพอลิเมอร์ 4 ชนิดที่ให้เนื้อเจลใสได้แก่ พอลิเมอร์จากสารธรรมชาติได้แก่ xanthan gum พอลิเมอร์จากกลุ่มเซลลูโลส คือ Hydroxypropyl Methylcellulose (HPMC), พอลิเมอร์สังเคราะห์ที่ต้องปรับ pH คือ carbopol ultrez 20 และพอลิเมอร์สังเคราะห์ชนิดที่ไม่ต้องปรับ pH คือ Aristoflex AVC จากนั้นคัดเลือกชนิดเม็ดบีดที่กักเก็บสารฟักข้าวได้ในปริมาณสูง มีความคงตัว และคัดเลือกสารพอลิเมอร์ที่มีความคงตัวด้านความหนืด มาพัฒนาเป็นสูตรเซรั่มบำรุงผิว และทดสอบความคงตัวทางกายภาพของผลิตภัณฑ์รวมทั้งทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับการผลิตการผลิตเม็ดบีดบรรจุสารสกัดฟักข้าวและสามารถใช้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบเพื่อต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้
2. ได้ผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวต้นแบบที่ผู้บริโภคยอมรับและคงตัวอย่างน้อย 1 ตำรับสูตร

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลทั่วไปของฟักข้าว

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng.

ชื่อเรียกอื่น : ขี้กาเครือ ผักข้าว พุคู้เด๊าะ

ชื่อวงศ์ : *CUCURBITACEAE*

ลักษณะ เป็นไม้เถา ลำต้นอ่อนขนนุ่ม ต่อมาจะเกลี้ยง มีมือเกาะเส้นเดียวออกตามง่ามใบ เป็นใบเดี่ยวออกเรียงสลับกัน แผ่นใบเว้า 3-5 แฉก ลักษณะคล้ายใบตำลึงหรือฝักทองกว้างและยาว 6-15 ซม. ก้านใบยาว 5-8 ซม. ดอก มีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียอยู่ต่างต้นกัน กลีบดอกมีสีขาวอมเหลือง มี 5 กลีบ ดอกเพศผู้มีก้านยาว 5-15 ซม.ดอกเพศเมีย 2-5 ซม.โดยทั่วไปดอกจะบานตอนเช้า และห่อตัวเมื่อตอนแดดจัด ผล รูปไข่ค่อนข้างกลม ขนาดกว้าง 6-9 ซม. ยาว 10-14 ซม. ผิวมีหนามสั้นทั้งผล แก่จัดเป็นสีส้มแดง มีเมล็ดจำนวนมาก เรียงตัวแบบเมล็ดแตงทั่วไป ลักษณะแบนเปลือกหุ้มสีดำ (องค์การสวนพฤกษศาสตร์, 2011)

เนื้อเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวมีสีแดงสดมีคุณค่าทางโภชนาสูงประกอบด้วย สารกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่หลากหลายเช่น beta-carotene, lycopene, zeaxanthin, beta-cryptoxanthin (Aoki et al., 2002) มีรายงานว่าฟักข้าวมีปริมาณ lycopene มากกว่ามะเขือเทศและมี beta-carotene มากกว่าแครอท (Muller et al.,2017) สารกลุ่ม lycopene, beta-carotene และวิตมินอีที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน (Jang, M., & Kim, G.-H., 2016) มีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็งปอด (Yua et al., 2017) นอกจากนี้ผลของฟักข้าวยังอุดมไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง มีการสกัดเอาสารสำคัญเหล่านี้เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญในการทำเครื่องสำอางประเภทต่างๆ เนื่องจากสารสำคัญเหล่านี้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง มีการใช้ประโยชน์ด้านคุณค่าทางโภชนาการของผลฟักข้าวในหลายประเทศในเอเชีย ที่ชัดเจนที่สุดได้แก่ในประเทศเวียดนาม ซึ่งคนเวียดนามได้ใช้ฟักข้าวเป็นองค์ประกอบในอาหารพื้นบ้านหลายชนิด เนื่องจากสีแดงที่สดใสของฟักข้าวและคุณค่าทางอาหาร นอกจากนี้นักวิจัยชาวเวียดนามได้ผสมเนื้อฟักข้าวลงในข้าวเพื่อให้เด็กนักเรียนชนบทที่ขาดวิตามินเอได้ทาน ผลการวิจัยพบว่าเด็กนักเรียนเหล่านี้หายจากอาการขาดวิตามินเออย่างน่าพึงพอใจ

2.2 สารสำคัญของฟักข้าวและการวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์รวม

แคโรทีนอยด์ (carotenoid) เป็นรงควัตถุ (pigment) สีเหลือง ส้ม แดง และส้ม-แดง พบทั่วไปในพืช ใช้เป็นสีผสมอาหาร (food colorant) ในอุตสาหกรรมอาหารจากธรรมชาติ เป็นกลุ่มสารที่มีมีประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกาย ช่วยต้านอนุมูลอิสระ (anti-oxidant) โครงสร้างหลักของรงควัตถุกลุ่มนี้คือ เป็นสายไฮโดรคาร์บอน ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน 40 อะตอม เป็นไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัว มีพันธะคู่หลายตำแหน่ง แคโรทีนอยด์ จำแนกได้เป็น 2 กลุ่มย่อย ดังนี้ 1) แคโรทีน (Carotene) เป็นรงค

วัตถุที่มีสีส้ม หรือส้ม-แดง เป็นสายยาวของไฮโดรคาร์บอน 2) แซนโทฟิวส์ (xanthophyll) มีสีเหลือง หรือส้ม-เหลือง เป็นสายยาวของ ไฮโดรคาร์บอน ที่มีออกซิเจน O เป็นองค์ประกอบ ซึ่งแซนโทฟิวส์ มีหลายชนิดขึ้นอยู่กับระดับ oxidation ของโมเลกุล แคโรทีนอยด์ในอาหารธรรมชาติมีประมาณ 600 ชนิด ที่พบมากมี 6 ชนิด คือ แอลฟา-แคโรทีน (alpha-carotene), บีตา-แคโรทีน (beta-carotene), บีตา-คริพโตแซนทิน (beta-cryptoxanthin), ไลโคพีน (lycopene), ลูทีน (lutein), ซีแซนทีน (zeaxanthin)

การวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมทำได้โดยวิธี Spectrophotometry โดยการใช้ β-carotene เป็นสารมาตรฐาน ละลายในตัวทำละลาย methanol , acetonitrile และ tetrahydrofuran อัตราส่วน 50:45:5 v/v จากนั้นนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร (nm) คำนวณปริมาณสาร carotenoids ในหน่วย mg β-carotene/g of extract โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของ β-carotene (Doka, O et al., 2013)

2.3 การใช้สารสกัดฟักข้าวในผลิตภัณฑ์ดูแลผิว

จากสารกลุ่มแคโรทีนอยด์ และไลโคปีน (lycopene) ซึ่งสารสำคัญดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดอนุมูลอิสระ เนื่องจากมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา lipid peroxidation รวมทั้งมีคุณสมบัติในการปกป้องผิวหนังจากการทำลายของแสงแดดอีกด้วย มีการใช้ประโยชน์เพื่อการดูแลผิว เช่น ทำให้ผิวดูขาว ลดริ้วรอย ป้องกันการทำลายเซลล์จากแสงยูวี สมานบาดแผล ทำให้ผิวนุ่มและลดการระคายเคือง (Sahasrabuddhe et al., 2011)

ในการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการแก่ (anti-aging effect) ของครีมที่มีส่วนผสมจากสารสกัดฟักข้าวในอาสาสมัคร พบว่าผลิตภัณฑ์สามารถเพิ่มความชื้นให้ชั้นผิวหนังได้ โดย moisturizing effect มีค่า 64% และ 75% ของจำนวนอาสาสมัคร เมื่อทาครีม 28 วัน และ 56 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังลดความหยาบของผิวและเพิ่มความเรียบด้วย (Leevutinun P. et al., 2015) จึงชี้ให้เห็นว่า สารสกัดจากฟักข้าวนอกจากจะช่วยลดเลือนริ้วรอยได้ ยังสามารถช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังมีการใช้ฟักข้าวเป็นเครื่องสำอางเชิงพาณิชย์ที่เป็นรูปธรรมคือผลิตภัณฑ์จากฝ่ายเภสัชกรรมและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ได้พัฒนาเครื่องสำอางจากฟักข้าวภายใต้ชื่อการค้า BIO-GAC อย่างหลากหลายทั้ง ผลิตภัณฑ์กลุ่มทำความสะอาด (rinse off) กลุ่มดูแลผิวชนิดไม่ล้างออก (leave on) จำนวน 9 ผลิตภัณฑ์ได้แก่ BIO-GAC Anti-aging serum, BIO-GAC UV shield cream, BIO-GAC Facial scrub cream, BIO-GAC Body scrub cream, BIO-GAC Moisturizing lotion, BIO-GAC Transparent soap, BIO-GAC Facial Whip Foam, BIO-GAC Facial Toner, GAC Under Eye Serum (สำนักจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม, 2018)

2.4 การผลิตเม็ดบีดอัลจิเนต (alginate spherification)

ปัจจุบันการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางมีการแข่งขันกันสูง ผู้ผลิตเครื่องสำอางและผู้ผลิตวัตถุดิบ (supplier) พยายามแข่งขันกันในด้านต่างๆ เช่นสร้างรูปลักษณ์ที่แปลกใหม่ การพัฒนารูปแบบ (dosage) ในกักเก็บสารสำคัญให้คงประสิทธิภาพเพื่อดึงดูดใจผู้บริโภคและหนึ่งในรูปแบบที่น่าสนใจคือเม็ดบีดจากอัลจิเนต (Tadros et al., 2007) มีการพัฒนาอัลจิเนตบีดในรูปของ microencapsulation เพื่อบรรจุเชื้อโพรไบโอติคเพิ่มการรอดชีวิตของเชื้อดังกล่าวในระบบทางเดินอาหาร (Mandal et al., 2006) มีการพัฒนาเม็ดบีดอัลจิเนตบรรจุน้ำมันจากข้าวสาลีดูรัมเพื่อให้ประโยชน์เป็นอาหารและเครื่องสำอางเพื่อเพิ่มความคงตัวของสารสำคัญให้มากขึ้น (Durante et al., 2012)

อัลจิเนต (alginate) เป็นไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) ประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ที่เป็นเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ (heteropolysaccharide) เป็นสารพอลิเมอร์สายตรงที่ได้จากสาหร่ายสีน้ำตาล เช่น *Macrocystis pyrifera, Laminaria digitata, Laminaria hyperborea* มีโครงสร้างโมเลกุลเป็น alpha-L-guluronic (G) and beta-D-mannuronic (M) ที่มีความสมารถเกิดเป็นโครงสร้างเจล (gelation) โดยการสร้างพันธะแนวขวางในโมเลกุล (crosslink) จากสารไอออนประจุบวก (cation) เช่นไอออนแคลเซียม (Ca) มีการประยุกต์ใช้เป็นสารกักเก็บสารสำคัญในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ยา อาหาร ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและเครื่องสำอางได้หลายรูปแบบเช่น biodegradable hydrogels, particle coating และ microencapsulation (Braithwaite et al.,2014)

การผลิตเม็ดบีดอัลจิเนต (alginate spherification) โดยขั้นตอนอย่างง่ายมีขั้นตอนดังนี้ ผสมสารโซเดียมอัลจิเนตในน้ำร้อนที่ความเข้มข้น 2 % w/v และผสมสารละลายโซเดียมอัลจิเนตกับน้ำมันข้าวสาลี จากนั้นปั่นด้วยความเร็วรอบ 350 rpm เป็นเวลา 1 ชั่วโมงได้เป็น อิมัลชัน จากนั้นนำอิมัลชันที่ได้ไปบรรจุในกระบอกฉีดยาและหยดลงบนสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.05 M ที่หมุนอยู่ตลอดเวลาจะได้เม็ดบีดอัลจิเนตเกิดขึ้น (Durante et al., 2012) และอีกการทดลองหนึ่งการผลิตเม็ดบีดอัลจิเนตบรรจุน้ำมันปาล์มในปริมาณสูง โดยการเตรียมสารละลายโซเดียมอัลจิเนตที่ความเข้มข้น 5-45 g/L จากนั้นนำมาผสมกับน้ำมันปาล์ม (ความเข้มข้น 10-60% ในอิมัลชัน) หมุนของผสมที่ความเร็วรอบ 300 rpm เป็นเวลา 45 นาทีจะได้อิมัลชัน จากนั้นนำอิมัลชันบรรจุกระบอกเข็มฉีดยาแล้วหยดลงบนสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (15 g/L) ที่หมุนอยู่ โดยกำหนดความสูงของการหยดอิมัลชันที่ 15 เซนติเมตรและทิ้งเวลาให้เม็ดบีดอัลจิเนตเกิดการ cross-link กับไอออนแคลเซียมเป็นเวลา 30 นาที (Chaa et al., 2011)

2.5 ผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวหน้า

เซรั่มบำรุงผิวเป็นชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ทางเครื่องสำอาง ซึ่งโดยทั่วไปเซรั่มจะมีความหนืดต่ำไหลได้ตามแรงโน้มถ่วงและมีลักษณะเนื้อประมาณ 2 แบบคือ แบบสารละลายใส (solution) และแบบอิมัลชั่น

(emulsion) โดยผลิตภัณฑ์ที่พบในท้องตลาดส่วนมากจะเป็นแบบสารละลายใสที่มีส่วนผสมของสารให้ความหนืดซึ่งมักเป็นสารกลุ่มเส้นใยพอลิเมอร์ชนิดชอบน้ำ (hydrophilic polymer) จากการสังเคราะห์และจากธรรมชาติ เช่น carbomer, cellulose, xanthan gum ข้อดีของผลิตภัณฑ์เซรั่มแบบสารละลายคือไม่มีส่วนผสมจากน้ำมัน จึงเหมาะกับผู้บริโภคที่มีผิวหน้ามันและไม่ต้องการเครื่องสำอางที่มีน้ำเป็นเป็นส่วนประกอบ นอกจากสารกลุ่มพอลิเมอร์แล้ว ผลิตภัณฑ์เซรั่มยังมีส่วนผสมของสารที่ทำหน้าที่ต่างๆเช่น สารให้ความชุ่มชื้น (humectant) สารจับโลหะหนัก (chelating agent) น้ำหอม (fragrance) สารลดแรงตึงผิว (surfactant) สารกันเสีย (preservative) สารตกแต่งสี (colorant) และสารสำคัญ (active ingredient) ต่างๆตามวัตถุประสงค์ของผลิตภัณฑ์เช่น สารลดเลือนริ้วรอยชะลอวัย (anti-aging) สารทำให้ผิวรู้สึกตึงกระชับ (firming agent) สารช่วยทำให้ผิวดูกระจ่างใส (brightening agent) สารยับยั้งจุลชีพ (antimicrobial) วิธีเตรียมเซรั่มชนิดสารละลายใส เตรียมได้โดยการกระจายตัวสารให้ความหนืดในสารกลุ่มให้ความชื้นก่อน จากนั้นละลายสารต่างๆในสูตรตำรับด้วยน้ำกลั่นในการผลิตเครื่องสำอางประเภทเซรั่มอาจใช้ความร้อนหรือไม่ใช้ก็ได้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติในการละลายของพอลิเมอร์ ซึ่งความหนืดที่ต้องการขึ้นอยู่กับปริมาณสารพอลิเมอร์ในสูตรตำรับ (Baki G.& Alexander K. S., 2015)

2.6 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

การที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในการทดสอบการยอมรับก็คือ 9 – point hedonic scale ซึ่งรู้จักกันในอีกชื่อหนึ่งว่า degree of liking scale การใช้ hedonic scale นั้นจะอยู่บนหลักการที่ว่าความชอบของผู้บริโภคนั้น สามารถถูกจัดจำแนกได้โดยค่าของการตอบสนอง (ความชอบและไม่ชอบ) ที่เกิดขึ้น สามารถใช้ 9 – point hedonic scale ได้ง่ายมาก และการแปลผลก็กระทำได้ง่าย ได้รับการยอมรับในการประเมินอาหาร เครื่องดื่มและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ไม่ใช่อาหารอย่างแพร่หลาย hedonic rating หรือการให้คะแนนนั้นการยอมรับนั้น อาจได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาวะของการทดสอบได้ (เช่น ทดสอบภายใต้สภาวะของห้องทดสอบและทดสอบภายในห้องอาหาร เป็นต้น) แต่ลำดับของความชอบในตัวอย่างนั้น ปกติ แล้วจะไม่ถูกกระทบเท่าไรนัก พูดอีกนัยหนึ่งก็คือ ค่า magnitude สัมบูรณ์ (absolute magnitude) ของ hedonic score อาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ แต่ตัวอย่างทุกตัวอย่างจะมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันหรือเหมือนกัน นักวิจัยหลาย ๆ ท่านได้ยืนยันว่า สเกลที่ใช้นี้สามารถเชื่อถือได้และมีความเสถียรต่อการตอบสนองสูง นั่นก็คือวิธีนี้มีความเป็นอิสระจากพื้นที่ที่ใช้ในการทดสอบ (area) และขนาดของผู้ทดสอบ การลดสเกลลงเหลือ 7 หรือ 5 สามารถกระทำได้ เพราะว่ามีบ้างที่บางครั้งผู้ทดสอบจะไม่มีปฏิกิริยาตอบสนองหรือแสดงออกที่ระดับสูง ๆ หรือต่ำ ๆ มากนัก (Resurreccion, 1998) มีรายงานการใช้วิธี 7 – point hedonic scale ในการประเมินทางประสาทสำผัสกับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางสำหรับผู้ชาย (Garrel and Huber, 2016)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยประกอบไปด้วยการตั้งตำรับไมโครอิมัลชันและอิมัลชันที่มีส่วนผสมของสารสกัดเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว โดยทำการผันแปรชนิดและปริมาณของสารลดแรงตึงผิวหรือสารอิมัลซิไฟเออร์ที่แตกต่างกัน ผลลัพธ์ที่ต้องการคือได้ไมโครอิมัลชันและอิมัลชันต้องมีความคงตัวอย่างน้อย 3 วัน จากนั้นนำตำรับอิมัลชันทั้งสองชนิดไปผลิตเม็ดบีดและศึกษาเปรียบเทียบร้อยละผลผลิตเม็ดบีดที่ได้ ลักษณะทางกายภาพ ร้อยละปริมาณการกักเก็บสารเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีด จากนั้นคัดเลือกสูตรที่มีค่าร้อยละปริมาณการกักเก็บสารเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีดสูงที่สุดไปศึกษาความคงตัวในสารละลายที่ความเป็นกรดด่างแตกต่างกัน และการทดลองสุดท้ายในกระบวนการพัฒนาเม็ดบีดคือการเติมสารต้านอนุมูลอิสระและการปรับค่า pH ของอิมัลชันให้เหมาะสมสำหรับการผลิตเม็ดบีด จะได้เม็ดบีดที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาเป็นสารสำคัญในตำรับเซรั่ม จากนั้นทำการศึกษาชนิดและปริมาณที่เหมาะสมของสารกลุ่มพอลิเมอร์ที่คาดว่าทำให้ตำรับเซรั่มมีคงตัวทางกายภาพมากที่สุด จากทำการศึกษาความคงตัวในสภาวะเร่งและคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมไป ทำการศึกษาการประเมินความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

3.1 สารสกัดสารเคมีและอุปกรณ์

3.1.1 สารสกัดเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว

สารสกัดเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว (gac extract) ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัทพิชยาเบสท์โปรดักท์ จำกัด อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งมีกรรมวิธีสกัดดังนี้ นำเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวไปอบแห้งที่อุณภูมิ 50 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาผสมกับน้ำมันมะพร้าวในสัดส่วน 1:1 โดยน้ำหนักปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นผสมไฟฟ้า ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นกรองผ่านเครื่อง screw press

3.1.2 สารวัตถุดิบทางเครื่องสำอาง

Allantoin (Namsiang, thailand)

Aracel 165 (PC intertrade, Thailand)

Aristoflex AVC (Namsiang, thailand)

BHT (พิษณุเคมี, ประเทศไทย)

Butylene Glycol (Namsiang, thailand)

Calcium Chloride (พิษณุเคมี, ประเทศไทย)

Carbopol ultrez 20 (Namsiang, thailand)

Cellosize PCG-10 (PC intertrade, Thailand)

Cetiol He (BASF, Thailand)

Citric acid (10%) (Phitsanuchemecals, Thailand)

Deionized water

Disodium EDTA (Namsiang, thailand)

Emullium Delta (PC intertrade, Thailand)

Glycerin (พิษณุเคมี, ประเทศไทย)

Glydant Plus Liquid (Waterdoctor, Thailand)

Hyaluron (oligo) (Waterdoctor, Thailand)

Isopropyl palmitate (พิษณุเคมี, ประเทศไทย)

Labrasol (PC intertrade, Thailand)

Lipomuse LUXE (PC intertrade, Thailand)

Perfume กลิ่น JUNE (The Myth, Thailand)

Pigment (PC intertrade, Thailand)

Polysorbate 20 (Namsiang, thailand)

Propylene Glycol (Namsiang, thailand)

Sodium alginate (พิษณุเคมี, ประเทศไทย)

Sodium PCA (Namsiang, thailand)

Transcutol GC (PC intertrade, Thailand)

Triethanolamine (99%) (พิษณุเคมี, ประเทศไทย)

Tween 20 (พิษณุเคมี, ประเทศไทย)

Tween 80 (พิษณุเคมี, ประเทศไทย)

Vitamin C (พิษณุเคมี, ประเทศไทย)

Vitamin E (พิษณุเคมี, ประเทศไทย)

Xanthan gum (พิษณุเคมี, ประเทศไทย)

3.1.3 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณ

Hexane (Lab-Scan, Ireland)

Acetone (Lab-Scan, Ireland)

Beta carotene (Sigma-Aldrich, Germany)

Ethanol (Lab-Scan, Ireland)

Methanol (Lab-Scan, Ireland)

3.1.4 อุปกรณ์และเครื่องมือ

Micropipette (Sartorius Biohit, USA)

Multichannel Micropipette (Sartorius Biohit, USA)

96 Well Plate (Thermofisher, Thailand)

Cuvette (Thermofisher, Thailand)

Volumetric Flask (Duran®, USA)

เครื่องชั่งสารทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Mettlertoledo®, Switzerland)

เครื่อง Vortex (IKA®, Germany)

เครื่อง UV-Vis Spectrophotometer (Evolution 201 UV – Throm Scientific,USA)

เครื่อง pH Meter (Mettler-Toledo, Switzerland)

ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven MEMMERT® Germany)

Hot plate (IKA®, Germany)

เครื่องวัดค่าสี (Chroma meter®, Japan)

เครื่องวัดความหนืด (Brookfield® USA)

3.2 การเตรียมไมโครอิมัลชัน

เป็นการทดลองตั้งตำรับสูตรไมโครอิมัลชันผสมสารสกัดเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวที่มีความคงตัวไม่แยกชั้นโดยทำการผันแปรชนิดและปริมาณของสารลดแรงตึงผิวจำนวน 3 ชนิดดังตารางที่ 3.1-3.3 และขั้นตอนการตั้งตำรับไมโครอิมัลชันมีดังนี้

1) ชั่งสารแบ่งตามส่วน (part) ดังตารางที่ 3.1-3.3
2) นำส่วน A คือ สารสกัดเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว, surfactant และ co-surfactant กวนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้ว
3) จากนั้นนำส่วน B ค่อยๆเทลงในส่วน A กวนต่อเนื่องด้วยแท่งแก้วจนใส
4) จากนั้นเติมสารในส่วน C กวนด้วยแท่งแก้วต่อจนเข้ากัน
5) นำไมโครอิมัลชันที่ได้ใส่หลอดทดลองเพื่อประเมินความคงตัวเป็นระยะเวลา 3 วัน
6) ประเมินการแยกชั้นของไมโครอิมัลชัน
7) คัดเลือกตำรับสูตรที่ใช้สารลดแรงตึงผิวปริมาณต่ำที่สุดที่ให้ไมโครอิมัลชันที่ใส คงตัวไม่แยกชั้น ไปศึกษาในขั้นตอนการผลิตเม็ดบีดต่อไป

ตารางที่ 3.1 สูตรตำรับไมโครอิมัลชันใช้ Cetiol He เป็นสารลดแรงตึงผิว

Part	Ingredient	Function	Formulation % w/w			
			H1	H2	H3	H4
A	Gac extract	Active	2.5	2.5	2.5	2.5
A	Cetiol He	Surfactant	15.0	20.0	25.0	30.0
A	Transcutol GC	Co-surfactant	20.0	15.0	10.0	5.0
B	DI water	Solvent	12.5	12.5	12.5	12.5
C	0.8% Sodium alginate	Thickener	50.0	50.0	50.0	50.0
Total			100.0	100.0	100.0	100.0

ตารางที่ 3.2 สูตรตำรับไมโครอิมัลชันใช้ Labrasol เป็นสารลดแรงตึงผิว

Part	Ingredient	Function	Formulation % w/w			
			L1	L2	L3	L4
A	Gac extract	Active	2.5	2.5	2.5	2.5
A	Labrasol	Surfactant	15.0	20.0	25.0	30.0
A	Transcutol GC	Co-surfactant	20.0	15.0	10.0	5.0
B	DI water	Solvent	12.5	12.5	12.5	12.5
C	0.8% Sodium alginate	Thickener	50.0	50.0	50.0	50.0
Total			100.0	100.0	100.0	100.0

ตารางที่ 3.3 สูตรตำรับไมโครอิมัลชันใช้ Tween 80 เป็นสารลดแรงตึงผิว

Part	Ingredient	Function	Formulation % w/w			
			T1	T2	T3	T4
A	Gac extract	Active	2.5	2.5	2.5	2.5
A	Tween 80	Surfactant	15.0	20.0	25.0	30.0
A	Transcutol GC	Co-surfactant	20.0	15.0	10.0	5.0
B	DI water	Solvent	12.5	12.5	12.5	12.5
C	0.8% Sodium alginate	Thickener	50.0	50.0	50.0	50.0
Total			100.0	100.0	100.0	100.0

3.3 การเตรียมอิมัลชัน

เป็นการทดลองตั้งตำรับสูตรอิมัลชันชนิดน้ำมันกระจายตัวในน้ำ (O/W Emulsion) ที่มีความคงตัวไม่เกิดการแยกชั้นโดยทำการผันแปรชนิดและปริมาณของสารอิมัลซิไฟเออร์จำนวน 3 ชนิดดังตารางที่ 3.4-3.6 และขั้นตอนการตั้งตำรับอิมัลชันมีดังนี้

1) ชั่งสารแบ่งตามส่วน (part) ดังตารางที่ 3.4-3.6
2) นำส่วน A คือ Gac extract และ emulsifier นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส
3) นำส่วน B คือ น้ำกลั่นใส่ลงบีกเกอร์และนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส
4) จากนั้นนำส่วน B เทลงในส่วน A จากนั้นนำไปปั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer ที่ความเร็วรอบ 10,000 rpm เป็นเวลา 2 นาที
5) จากนั้นเติมสารในส่วน C กวนด้วยแท่งแก้วต่อจนอุณหภูมิของอิมัลชันลดลงถึงอุณหภูมิห้อง
6) นำอิมัลชันที่ได้ใส่หลอดทดลองเพื่อประเมินความคงตัวเป็นระยะเวลา 3 วัน
7) ประเมินความคงตัวอิมัลชัน (emulsion stability, ES) เพื่อดูแยกชั้นของอิมัลชันโดยจะทำการวัดปริมาตรของอิมัลชันที่มีลักษณะเป็นสีส้มขุ่นที่อาจเกิดการแยกตัวจากชั้นน้ำใส ด้วยสมการ

$$\mathrm{ES.} = \frac{Vemul.}{Vinitial} X\ 100$$

โดยที่ Vemul. คือปริมาตรของอิมัลชันหลังจากเก็บไว้ 3 วัน

Vinitial คือปริมาตรของอิมัลชันเริ่มต้น

8) คัดเลือกตำรับสูตรที่ใช้ปริมาณสารอิมัลซิไฟเออร์ต่ำที่สุดและให้อิมัลชันคงตัวไม่เกิดแยกชั้นไปศึกษาในขั้นตอนการผลิตเม็ดบีดต่อไป

ตารางที่ 3.4 สูตรตำรับอิมัลชันใช้ Aracel 165 เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์

Part	Ingredient	Function	Formulation % w/w			
			A1	A2	A3	A4
A	Gac extract	Active	2.5	2.5	2.5	2.5
A	Aracel 165	Emulsifier	1.0	2.0	3.0	4.0
B	DI water	Solvent	46.5	45.5	44.5	43.5
C	0.8% Sodium alginate	Thickener	50.0	50.0	50.0	50.0
Total			100.0	100.0	100.0	100.0

ตารางที่ 3.5 สูตรตำรับอิมัลชันใช้ Emullium Delta เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์

Part	Ingredient	Function	Formulation % w/w			
			D1	D2	D3	D4
A	Gac extract	Active	2.5	2.5	2.5	2.5
A	Emullium Delta	Emulsifier	1.0	2.0	3.0	4.0
B	DI water	Solvent	46.5	45.5	44.5	43.5
C	0.8% Sodium alginate	Thickener	50.0	50.0	50.0	50.0
Total			100.0	100.0	100.0	100.0

ตารางที่ 3.6 สูตรตำรับอิมัลชันใช้ Lipomulse LUXE เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์

Part	Ingredient	Function	Formulation % w/w			
			X1	X2	X3	X4
A	Gac extract	Active	2.5	2.5	2.5	2.5
A	Lipomuse LUXE	Emulsifier	1.0	2.0	3.0	4.0
B	DI water	Solvent	46.5	45.5	44.5	43.5
C	0.8% Sodium alginate	Thickener	50.0	50.0	50.0	50.0
Total			100.0	100.0	100.0	100.0

3.4 การเตรียมเม็ดบีดจากไมโครอิมัลชันและอิมัลชัน

ทำการเลือกสูตรที่มีความคงตัวมาหลังการตั้งทิ้งไว้ 3 วัน โดยคัดเลือกสูตรที่ใช้สารอิมัลซิไฟเออร์และสารลดแรงตึงผิวต่ำที่สุดที่ยังคงทำให้ตำรับคงตัว มาพัฒนาต่อเป็นเม็ดบีดตามกรรมวิธีดังนี้

1) เตรียม coagulation fluid โดยการละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1.0 % w/v ในน้ำกลั่น จำนวน 600 มิลลิลิตร ใส่บีกเกอร์ขนาด 2,000 มิลลิลิตร กวนสารละลาย coagulation fluid ด้วยแท่งแม่เหล็กบนเครื่อง hot plate stirrer ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที (rpm)
2) จากนั้นหยดไมโครอิมัลชัน/อิมัลชันลงใน coagulation fluid ด้วยหลอดหยดจะเกิดปฏิกิริยาการ cross-link กันที่ผิวของหยดไมโครอิมัลชัน/อิมัลชันทำให้เกิดการขึ้นรูปเป็นเม็ดบีด
3) ทิ้งให้เม็ดบีดเกิดปฏิกิริยาการ cross-link เป็นเวลา 10 นาทีจากนั้นกรองแยกเม็ดบีดที่ผลิตได้ไปชั่งน้ำหนักและคำนวณร้อยละผลผลิตตามสมการ

$$Bead\ production\ Yeild\ (\%) = \frac{Wb}{Wt} x\ 100$$

โดยที่ Wb คือ น้ำหนักของเม็ดบีดที่ผลิตได้

Wt คือ น้ำหนักของเม็ดบีดตามทฤษฎี

4) นำเม็ดบีดทั้ง 6 สูตรไปศึกษาต่อไป

3.5 การวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ

การวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญโดยใช้สารเบต้าแคโรทีนเป็นสารบ่งชี้ (marker) ชั่งสารมาตรฐานเบต้าแคโรทีนจำนวน 5.00 มิลลิกรัม ละลายด้วย acetone 50 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางด้วยด้วย acetone ให้ได้ความเข้มข้น 1.0, 3.0, 5.0, 10.0, 15.0 และ 20.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (µg/ml) นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 473 นาโนเมตรด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-VIS Spectrophotometer) สร้างกราฟมาตรฐานโดยที่แกนนอน (X) คือความเข้มข้นสารเบต้าแคโรทีนและแกนตั้ง (Y) คือค่าดูดกลืนแสงที่ 473 นาโนเมตร

3.6 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการกักเก็บสารสำคัญในเม็ดบีด

นำเม็ดบีด มาวิเคราะห์ปริมาณร้อยละการกักเก็บสารเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีด (% drug loading) และร้อยละประสิทธิภาพในการกักเก็บสารเบต้าแคโรทีน (% entrapment efficiency) โดยทำการสกัดสารสกัดฟักข้าวออกจากเม็ดบีด เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนโดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ชั่งเม็ดบีดจำนวน 5 กรัมผสมกับ ethanol 5 กรัม ปั่นบดด้วยเครื่อง homogenizer ให้เป็นเนื้อเดียวกันจะได้ของผสม (mixture) ที่มีน้ำหนักรวม 10 กรัม
2) ชั่ง mixture 1 กรัม (มีเนื้อเม็ดบีด 500 มิลลิกรัม) ผสมกับ acetone 2.0 มิลลิลิตร และ hexane 2.0 มิลลิลิตร จะได้ mixture 5.0 มิลลิลิตร
3) นำไป mixture 5.0 มิลลิลิตร ไปผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex นาน 5 นาที
4) นำไป mixture 5.0 มิลลิลิตร ไปปั่นเหวี่ยงให้ตกตะกอนด้วยเครื่อง centrifuge ที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที
5) ดูดส่วนใส 1.0 มิลลิลิตรผสมกับ ethanol 4.0 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 473 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-VIS spectrophotometer
6) คำนวณปริมาณสารในเม็ดบีดเทียบกับกราฟมาตรฐานเบต้าแคโรทีน
7) คำนวณปริมาณร้อยละการกักเก็บเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีด (% drug loading) และร้อยละประสิทธิภาพในการกักเก็บเบต้าแคโรทีน (% entrapment efficiency) ตามสมการ (Cheng et al., 2018)

$$\text{Drug Loading (\%)} = \frac{\text{Ma}}{\text{Mb}} x\ 100$$

$$\text{Entrapment Efficiency (\%)} = \frac{\text{Ma}}{\text{Mc}} x\ 100$$

โดยที่ Ma คือ ปริมาณสารสำคัญในเม็ดบีดที่ผลิตได้
Mb คือ น้ำหนักของเม็ดบีดที่ผลิตได้
Mc คือ ปริมาณสารสำคัญตามทฤษฎี

3.7 การประเมินลักษณะทางกายภาพของรูปทรงเม็ดบีด

นำเม็ดบีด วางบนกระจกนาฬิกาแล้วทำการถ่ายภาพ จากนั้นนำเม็ดบีดทุกสูตรไปถ่ายภาพภายใต้กล้องกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ เพื่อเปรียบเทียบลักษณะพื้นผิว รูปทรง สี และความโปร่งหรือทึบแสงของเม็ดมีดสูตรต่างๆ

3.8 การศึกษาความคงตัวของสารสำคัญในเม็ดบีดในสารละลายต่างพีเอช

เนื่องจากผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางกลุ่มดูแลผิวโดยทั่วไปอาจมีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 5 – 9 ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือการประเมินสภาวะค่า pH ที่เหมาะสมที่สุดที่เม็ดบีดยังคงมีรูปร่างกลมและมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนคงเหลือสูงสุด โดยการนำเม็ดบีด จำนวนตำรับสูตรละ 1.0 กรัมแยกผสมกับสารละลายกรดซิตริค (pH 5.0), น้ำกลั่น (pH 7.0) และสารละลาย triethanolamine (pH 9.0) ปริมาตร 25.0 มิลลิลิตร จากนั้นเก็บที่สภาวะเร่งในตู้อบควบคุมอุณหภูมิที่ 45 องศาเซลเซียส โดยปราศจากแสง เป็นระยะเวลา 1 เดือน จากนั้นทำการวิเคราะห์ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่คงเหลือในเม็ดบีดตามข้อที่ 3.6 จากนั้นคำนวณร้อยละปริมาณเบต้าแคโรทีนคงเหลือ (% remaining) ตามสมการ

$$\text{Remaining (\%)} = \frac{Mstability}{Minitial} X\ 100$$

โดยที่ Mstability คือปริมาณเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีดที่เหลืออยู่
Minitial คือปริมาณเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีดเริ่มต้น

จากนั้นคัดเลือกสูตรตำรับเม็ดบีดที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนคงเหลือสูงที่สุดไปพัฒนาต่อโดยการเติมสารต้านอนุมูลอิสระต่างๆ เช่น วิตมินซี วิตมินอี BHT รวมไปถึงการเติมเม็ดสีชนิดไม่ละลาย (pigment) เพื่อประเมินคัดเลือกสูตรเม็ดบีดที่เหมาะสมสำหรับนำมาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เซรั่ม

3.9 การศึกษาความคงตัวของเม็ดบีดในสารละลายซิตริค pH 5.0

ทำการตั้งตำรับอิมัลชันซึ่งมีส่วนผสมที่แตกต่างกันดังตารางที่ 3.7 ตามกรรมวิธีดังข้อ 3.3 นำอิมัลชันทั้ง 3 ตำรับสูตร ไปผลิตเม็ดบีดตามกรรมวิธีดังข้อ 3.4 จากนั้นนำเม็ดบีดที่ได้ไปศึกษาความคงตัวโดยการผสมเม็ดบีดจำนวน 5.0 กรัมผสมกับสารละลายกรดซิตริค (pH 5.0) ปริมาตร 50.0 มิลลิลิตร เก็บในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสโดยปราศจากแสง เป็นเวลา 28 วัน เมื่อครบกำหนดทำการประเมินค่ากายภาพด้านสีด้วยเครื่อง colorimeter จากนั้นทำค่าสีทั้งหมดมาคำนวณ ค่าความแตกต่างของสีก่อนและหลังการเก็บในสภาวะเร่งตามสมการ

$$\Delta E^*. = [(\Delta L.^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{\wedge}½$$

ตารางที่ 3.7 สูตรตำรับอิมัลชัน

Part	Ingredient	Function	Formulation (% w/w)		
			X2M	X2A	X2P
A	Gac extract	Active	2.5	2.5	2.5
A	BHT	Antioxidant	-	0.1	0.1
A	Isopropyl palmitate	oil	5.0	-	-
A	Vitamin E	Antioxidant	-	5.0	5.0
A	Lipomuse LUXE	Emulsifier	2.0	2.0	2.0
A	Pigment	Colorant	-	-	1.0
B	DI water	Solvent	90.1	89.7	88.7
B	Sodium alginate	Thickener	0.4	0.4	0.4
B	Vitamin C	Antioxidant	-	0.3	0.3
Total			100.0	100.0	100.0

วิเคราะห์ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนคงเหลือในเม็ดบีดแต่ละสูตร ในวันที่ 0, 7, 14, 21 และ 28 ของการศึกษา โดยขั้นตอนมีขั้นตอนดังนี้

1) เมื่อครบกำหนดระยะเวลาการศึกษากรองเม็ดบีดออกจากสารละลายกรดซิตริค นำเม็ดบีดที่กรองได้ไปประเมินค่าสี
2) นำเม็ดบีด 5 กรัม ผสม mixed solvent (hexane : acetone,1:1) จำนวน 20 มิลลิลิตร และปั่นด้วยเครื่อง homogenizer ที่ความเร็วรอบ 3,000 rpm เป็นระยะเวลา 1 นาทีจะได้ mixture เป็นอิมัลชัน
3) นำ mixture ไป centrifuge ด้วยความเร็ว 5,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 5 นาที

4) ดูดส่วนสีส้มใสของ mixture จำนวน 300 ไมโครลิตรผสมกับ mixed solvent จำนวน 4,200 ไมโครลิตรนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 473 นาโนเมตร
5) คำนวณปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีดเทียบกับกราฟมาตรฐานเบต้าแคโรทีน
6) คำนวณร้อยละปริมาณสารคงเหลือ (% remaining) จากสมการ

$$\text{Remaining (\%)} = \frac{Mstability}{Minitial} X\ 100$$

โดยที่ *Mstability* คือปริมาณเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีดที่เหลืออยู่
Minitial คือปริมาณเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีดเริ่มต้น

7) คัดเลือกเม็ดบีดสูตรตำรับที่มีความคงตัวด้านสีและปริมาณสารเบต้าแคโรทีนไปผสมในผลิตภัณฑ์เซรั่มต่อไป

3.10 การตั้งตำรับผลิตภัณฑ์เซรั่ม

เตรียมเซรั่มจำนวน 4 ตำรับสูตรโดยแปรผันชนิดสารให้ความหนืด 4 ชนิดดังตารางที่ 3.8 โดยมีขั้นตอนการตั้งตำรับดังนี้

1) ชั่งสารแบ่งตามส่วน (part) ดังตารางที่ 3.8 ละลายทั้ง 3 ส่วนให้ใส
2) นำส่วน B เทลงส่วน A กวนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วจะได้เซรั่มใส
3) นำส่วน C เทลงส่วน A กวนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วจะได้เซรั่มใส
4) ประเมินค่า pH ของตำรับสูตร และปรับค่า pH เป็น 5.0 ด้วย citric acid
5) นำเซรั่มทั้ง 4 ตำรับสูตร (F01, F02, F03, F04) จำนวน 100 กรัมแยกผสมกับเม็ดบีดจำนวน 10 กรัม (2 ตำรับสูตร X2A และ X2P) จะได้ผลิตภัณฑ์เซรั่มผสมเม็ดบีดฟักข้าวจำนวนทั้งสิ้น 8 ตำรับสูตร (X2AF01, X2AF02, X2AF03, X2AF04, X2PF01, X2PF02, X2PF03, X2PF04)

3.11 การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เซรั่ม

ทำการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เซรั่มโดยการเก็บในสภาวะเร่ง 45 องศาเซลเซียสที่ปราศจากแสง เป็นระยะเวลา 2 เดือน ทำการประเมินค่าเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์เซรั่ม ก่อนและหลังการศึกษาความคงตัวดังนี้

1) ค่าสีด้วยเครื่อง colorimeter
2) ค่าความเป็นกรดด่าง ด้วยเครื่อง pH Meter
3) ค่าความหนืดด้วยเครื่อง Viscometer
4) ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนคงเหลือในเม็ดบีด ด้วยวิธีดังข้อ 3.9

ตารางที่ 3.8 สูตรส่วนผสมของเซรั่มบำรุงผิว (serum)

Part	Ingredient	Function	F01	F02	F03	F04
A	Xanthan gum	Thickener	0.50	-	-	-
A	Cellusize PCG10	Thickener	-	0.50	-	-
A	Aristoflex AVC	Thickener	-	-	0.50	-
A	Carbopol ultrez 20	Thickener	-	-	-	0.50
A	Distilled Water	Solvent	82.50	82.50	82.50	82.50
B	Butylene Glycol	Humectant	2.00	2.00	2.00	2.00
B	Propylene Glycol	Humectant	2.00	2.00	2.00	2.00
B	Glycerin	Humectant	2.00	2.00	2.00	2.00
B	Sodium PCA (50%)	Humectant	1.00	1.00	1.00	1.00
B	Transcutol GC	Humectant	2.00	2.00	2.00	2.00
B	10% Hyaluron (oligo) solution	Conditioner	5.00	5.00	5.00	5.00
B	Allantoin	Conditioner	0.30	0.30	0.30	0.30
C	Perfume กลิ่น JUNE	Fragrance	0.20	0.20	0.20	0.20
C	Tween 20	Solubilizer	2.00	2.00	2.00	2.00
C	Glydant Plus Liquid	Preservative	0.50	0.50	0.50	0.50
D	Triethanolamine (99%)	pH adjust	-	-	-	qs
D	Citric acid (10%)	pH adjust	qs	qs	qs	-
	Total					

3.12 การทดสอบประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

ให้ผู้ทดสอบประเมินความพึงพอใจในคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวด้วยวิธีการ 7-point Hedonic scaling test โดยกระทำในอาสาสมัครช่วงอายุ 18 ปีขึ้นไป ในกลุ่มอาสาสมัครที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 100 คน อาสาสมัครจะได้รับผลิตภัณฑ์ จำนวน 4 ตำรับคือ ผลิตภัณฑ์เซรั่มสูตรที่ X2A F04, X2P F04, X2A F01 และ X2P F01 โดยบรรจุเซรั่มลงในบรรจุภัณฑ์ขวดฝาปั๊มสุญญากาศใส เพื่อให้อาสาสมัครเห็นสีและลักษณะของผลิตภัณฑ์เซรั่ม จากนั้นให้อาสาสมัครทดลองทาผลิตภัณฑ์เซรั่มพร้อมตอบแบบสอบถาม โดยอาสาสมัครหยดเซรั่มจำนวน 1 หยดบนแขนด้านใน ใช้นิ้วเกลี่ยเซรั่มให้ดูดซึมจนแห้ง หลังจากนั้นให้คะแนนความชอบหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ ในด้านต่างๆดังนี้ ลักษณะปรากฏโดยรวม ลักษณะของเม็ดบีด กลิ่น เนื้อสัมผัส ความง่ายในการทา ความชุ่มชื้น ความรู้สึกหลังใช้

และความชอบโดยรวม รวมไปถึงฉลากและบรรจุภัณฑ์ด้วย โดยให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 7 คะแนน (Resurreccion, 1998) โดยมีเกณฑ์คะแนนดังนี้

1 หมายถึง ไม่ชอบมาก

2 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง

3 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย

4 หมายถึง เฉยๆ

5 หมายถึง ชอบเล็กน้อย

6 หมายถึง ชอบปานกลาง

7 หมายถึง ชอบมาก

จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของอาสาสมัครในคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ทั้งสองว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่

3.13 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา โดยการหาค่าเฉลี่ยทางเลขคณิต (mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงอนุมาน โดย ใช้สถิติโดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงอนุมานทั้งหมดกำหนดระดับนัยสำคัญไว้ที่ 0.05 วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Statistics 24

one way ANOVA เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์ ในการศึกษา การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการกักเก็บสารสำคัญในเม็ดบีด การศึกษาความคงตัวของสารสำคัญในเม็ดบีดในสารละลายต่างพีเอช

การศึกษาความคงตัวของเม็ดบีดในสารละลายซิตริค pH 5.0

paired t –test เพื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของการทดลองการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เซรั่ม

บทที่ 4

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

4.1 ความคงตัวทางกายภาพของไมโครอิมัลชันและอิมัลชัน

จากการตั้งตำรับสูตรไมโครอิมัลชันโดยทำการผันแปรชนิดของสารลดแรงตึงผิว 3 ชนิดและผันแปรปริมาณสารลดแรงตึงผิวเป็น 4 ระดับในประมาณร้อยละ 15, 20, 25 และ 30 โดยน้ำหนัก (w/w) เพื่อหาสูตรตำรับที่ใช้สารลดแรงตึงผิวในปริมาณต่ำที่สุดที่ให้ตำรับมีความคงตัวเป็นระยะเวลา 3 วัน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1 พบว่ามีสูตรตำรับไมโครอิมัลที่มีความคงตัวไม่เกิดการแยกชั้นเมื่อตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 3 วันได้แก่สูตร H4 (Cetiol He) L4 (Labarsol) และ T4 (Tween 80) ในปริมาณสูตรละร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก (w/w) ดังภาพที่ 4.1 เนื่องจากไมโครอิมัลชันเป็นระบบของผสมระหว่างน้ำกลั่น น้ำมันและสารลดแรงตึงผิวที่มีลักษณะโปร่งแสงหรือใส ดังนั้นการจะทำให้น้ำมันในสูตรตำรับคือน้ำมันฟักข้าว (2.5 % ในสูตรตำรับ) ละลายได้เข้ากันดีกับน้ำจนมีลักษณะใสและไม่เกิดการแยกชั้นเมื่อเวลาผ่านไป ผลการทดลองพบว่าสูตรที่ได้ไมโครอิมัลชันใสและคงตัวไม่เกิดการแยกชั้นคือ เป็นสูตรไมโครอิมัลชันที่มีส่วนผสมของสารลดแรงตึงผิวในปริมาณ 30 % w/w และสารอื่นๆ ดังที่แสดงในตารางที่ 3.1-3.3

จากการตั้งตำรับสูตรอิมัลชันโดยทำการผันแปรชนิดของสารอิมัลซิไฟเออร์ 3 ชนิด และผันแปรปริมาณสารอิมัลซิไฟเออร์ เป็น 4 ระดับในประมาณร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 โดยน้ำหนัก เพื่อหาสูตรตำรับที่ใช้อิมัลซิไฟเออร์ ในปริมาณต่ำที่สุดที่ยังคงให้ตำรับมีความคงตัว ไม่เกิดการแยกเป็นระยะเวลา 3 วัน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1 พบว่ามีสูตรตำรับอิมัลส่วนใหญ่มีความคงตัวที่ดี ไม่เกิดการแยกชั้นเมื่อตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 3 ยกเว้นสูตรที่ A1 และ X1 เนื่องจากอิมัลชันในการทดลองนี้ใช้น้ำมันฟักข้าว 2.5 % ร่วมกับสารอื่นๆ ดังที่แสดงในตารางที่ 3.4-3.6 สารอิมัลซิไฟเออร์ที่เลือกใช้เป็น อิมัลซิไฟเออร์ชนิดก่ออิมัลชันชนิดน้ำมันกระจายตัวในน้ำ (oil in water emulsion) อิมัลชันจึงเป็นระบบของผสมที่ทึบแสงได้ลักษณะเป็นโลชั่นเหลวสีเหลืองขุ่นดังภาพที่ 4.2 จากผลการทดลองผู้วิจัยจึงได้เลือกอิมัลชันสูตร A2, D2 และ X2 ในผลิตเม็ดบีดและการศึกษาอื่น ๆ ต่อไป

4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการกักเก็บสารสำคัญในเม็ดบีด

เมื่อนำไมโครอิมัลชันและอิมัลชันสูตรที่ผ่านการคัดเลือกจากการทดสอบการแยกชั้นมาผลิตเป็นเม็ดบีดด้วยวิธีการหยดไมโครอิมัลชันและอิมัลชันที่มีส่วนผสมของโซเดียมอัลจิเนตลงในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่หมุนวนด้วยเครื่องกวนสารละลาย อัลจิเนตซึ่งเป็นสารที่ได้มาจากสาหร่ายบางชนิดมีโครงสร้างที่เป็น

alpha-L-guluronic และ beta-D-mannuronic ที่มีความสมารถเกิดเป็นโครงสร้างเจล (gelation) โดยการสร้างพันธะแนวขวางในโมเลกุล (crosslink) ร่วมกับสารไอออนประจุบวก (cation) เช่นไอออนแคลเซียม (Ca) จึงเกิดการเป็นเม็ดบีดทรงกลมเกิดขึ้นดังภาพที่ 4.3-4.4 หลังจากการผลิตเม็ดบีดแล้วนำเม็ดบีดที่ได้มาซับน้ำบริเวณผิวให้แห้งแล้วชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณปริมาณร้อยละผลผลิตที่ได้ (%Yield) พบว่าสูตร H4, T4 และ X2 ได้ปริมาณร้อยละผลผลิตมากกว่าร้อยละ 90 ส่วนสูตร L4 ได้ค่าร้อยละผลผลิตต่ำที่สุดดังตารางที่ 4.2 ซึ่งจากรูปถ่ายจะเห็นได้ว่าสูตร L4 ได้ลักษณะเม็ดมีดที่เล็กมีลักษณะเหี่ยวแห้ง ส่วนค่าร้อยละการกักเก็บสารสำคัญในเม็ดบีดและค่าร้อยละประสิทธิภาพในการกักเก็บสารสำคัญ พบว่าสูตร X2 มีค่าสูงสุดถ้าเปรียบเทียบกันในกลุ่มของสูตรอิมัลชัน ส่วนสูตรเม็ดบีดจากไมโครอิมัลชันพบว่าค่าร้อยละประสิทธิภาพในการกักเก็บสารสำคัญมีค่าใกล้เคียงกันและน้อยกว่าเม็ดบีดที่ได้จากอิมัลชัน เนื่องจากเพราะสูตรไมโครอิมัลชันมีปริมาณสารลดแรงตึงผิวในปริมาณที่สูงกว่าสูตรอิมัลชันมาก ดังนั้นสารลดแรงตึงผิวซึ่งเป็นสารที่ละลายน้ำได้ดีอาจจะดึงสารเบต้าแคโรทีนออกจากเม็ดบีดไปละลายอยู่ใน coagulation fluid ในขั้นตอนการผลิตเม็ดบีด ทำให้สารเบต้าแคโรทีนคงเหลือในส่วนเนื้อของเม็ดบีด (matrix) ลดลง

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินความคงตัวของไมโครอิมัลชันและอิมัลชัน

สูตรตำรับไมโครอิมัลชัน	การแยกชั้น	สูตรตำรับอิมัลชัน	% Emulsion stability
H1	แยกชั้น	A1	80
H2	แยกชั้น	A2	100
H3	แยกชั้น	A3	100
H4	ไม่แยกชั้น	A4	100
L1	แยกชั้น	D1	100
L2	แยกชั้น	D2	100
L3	แยกชั้น	D3	100
L4	ไม่แยกชั้น	D4	100
T1	แยกชั้น	X1	90
T2	แยกชั้น	X2	100
T3	แยกชั้น	X3	100
T4	ไม่แยกชั้น	X4	100

สำนักวิทยบริการ และเทคโนโลยีสารสนเทศ มรพส.

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการกักเก็บสารสำคัญในเม็ดบีด

สูตรตำรับ	ร้อยละผลผลิตเม็ดบีด (% Bead production Yield±SD)	ร้อยละการกักเก็บสารสำคัญในเม็ดบีด± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (% drug loading±SD)	ร้อยละประสิทธิภาพในการกักเก็บสารสำคัญ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (% Entrapment Efficiency±SD)
H4	97.50±2.50 [b]	0.031±0.001 [c]	66.52±2.68 [c]
L4	60.00±5.00 [e]	0.053±0.004 [b]	69.44±5.06 [bc]
T4	102.50±2.50 [a]	0.031±0.002 [c]	70.16±3.36 [b]
A2	81.80±0.35 [d]	0.056±0.002 [b]	74.31±3.17 [b]
D2	82.67±1.53 [d]	0.069±0.002 [a]	94.30±2.40 [a]
X2	92.33±0.58 [c]	0.071±0.002 [a]	95.69±2.49 [a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$), n=3

4.3 ผลการประเมินลักษณะทางกายภาพของรูปทรงเม็ดบีด

ลักษณะทางกายภาพด้านรูปทรง สี ความโปร่งหรือทึบแสงของเม็ดบีดทุกสูตรประเมินโดยการใช้ภาพถ่ายกล้องดิจิตอลและกล้องสเตอริโอ พบว่าเม็ดบีดจากสูตรไมโครอิมัลชันสูตร H4 และ T4 มีลักษณะสีส้มสดโปร่งใส เนื้อเม็ดบีดเป็นเนื้อเดียวกันลักษณะค่อนข้างกลมเมื่อเทียบกับสูตร L4 ที่มีลักษณะเม็ดบีดสีส้มขุ่นเล็กน้อย ดังที่แสดงในภาพที่ 4.3 ส่วนเม็ดบีดจากอิมัลชันทั้ง 3 สูตรคือ A2 D2 และ X2 มีลักษณะพื้นผิวนอกเรียบเป็นทรงกลมสีส้มสดและมีความทึบแสงโดยที่มีลักษณะทางกายภาพเหมือนกัน ดังที่แสดงในภาพที่ 4.4

4.4 ผลการศึกษาความคงตัวสารเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีดในสารละลายต่างพีเอช

การศึกษานี้เป็นการประเมินสภาวะค่า pH ที่เหมาะสมที่สุด ที่ทำให้ลักษณะทางกายภาพของเม็ดบีดยังคงมีรูปร่างทรงกลมและมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนคงเหลือสูงสุด โดยการนำเม็ดบีดทั้ง 6 ตำรับสูตรได้แก่ H4, L4, T4, A2, D2 และ X2 จำนวนตำรับสูตรละ 1.0 กรัมแยกผสมกับสารละลายกรดซิตริค (pH 5.0), น้ำกลั่น (pH 7.0) และสารละลาย triethanolamine (pH 9.0) ปริมาตร 25.0 มิลลิลิตร จากนั้นเก็บที่สภาวะเร่งในตู้อบควบคุมอุณหภูมิที่ 45 องศาเซลเซียสโดยปราศจากแสง เป็นระยะเวลา 1 เดือน จากนั้นทำการวิเคราะห์ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่คงเหลือในเม็ดบีด จากการวิเคราะห์ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนคงเหลือพบว่าหลังจากผ่านไป 1 เดือน ที่สารละลาย pH 5.0 และ pH 9.0 มีค่าปริมาณสารเบต้าแคโรทีนคงเหลือใกล้เคียงกัน ส่วนสารละลาย pH 7.0 มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนคงเหลือน้อยที่สุด และเมื่อพิจารณาที่ pH 5.0 พบว่าเม็ดบีดสูตร X2 มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนคงเหลือสูงที่สุด คือร้อยละ 77.89 ส่วนลักษณะรูปทรงของเม็ดที่เก็บในสารละลายทั้งหมดยังคง

รูปไม่เปลี่ยนแปลง มีเพียงสีของเม็ดบีดที่เปลี่ยนแปลงไป โดยมีสีซีดจางลงตามปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่คงเหลือ ดังที่แสดงในภาพที่ 4.5 ปริมาณคงเหลือของสารเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีดอาจมี 2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือการปลดปล่อยสารเบต้าแคโรทีนออกจากเม็ดบีด ซึ่งผลการทดลองจะเห็นว่าเม็ดบีดจากไมโครอิมัลชันมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนคงเหลือน้อยกว่าเม็ดบีดจากอิมัลชันที่มีความสอดคล้องกันกับผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการกักเก็บสารสำคัญในเม็ดบีดในข้อที่ 4.2 ส่วนอีกปัจจัยหนึ่งคือค่า pH ของสารละลายที่มีผลต่อความตัวของเบต้าแคโรทีนดังตารางที่ 4.3 ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ X2 พัฒนาต่อเพื่อให้ได้เม็ดบีดที่มีความคงตัวของสารเบต้าแคโรทีนมากขึ้น

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินความคงตัวของเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีดที่สภาวะต่างพีเอช

เม็ดบีด	ร้อยละปริมาณเบต้าแคโรทีนคงเหลือ		
สูตรตำรับ	pH 5.0	pH 7.0	pH 9.0
H4	45.30±0.42 ^{d}	28.52±0.42 ^{a}	46.30±0.29 ^{d}
L4	18.74±0.30 ^{e}	13.36±0.22 ^{d}	17.61±0.59 ^{f}
T4	11.93±0.15 ^{f}	13.44±0.69 ^{d}	56.41±1.05 ^{c}
A2	74.47±0.67 ^{b}	14.50±0.16 ^{c}	67.47±0.51 ^{a}
D2	64.22±0.17 ^{c}	12.41±0.04 ^{e}	65.19±0.06 ^{b}
X2	77.89±0.08 ^{a}	18.84±0.31 ^{b}	40.30±0.23 ^{e}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$), n=3

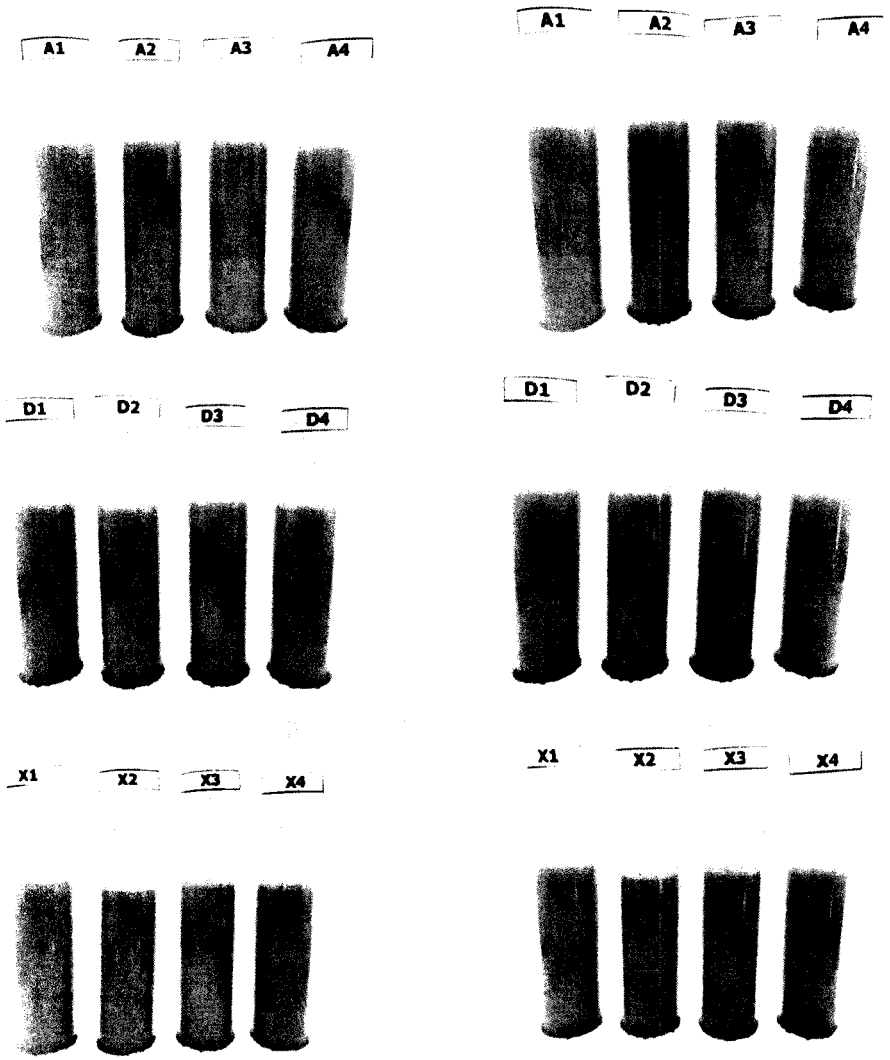
4.5 ผลการศึกษาความคงตัวของเม็ดบีดในสารละลายซิตริค pH 5.0

4.5.1 ผลการศึกษาความคงตัวของสีเม็ดบีด

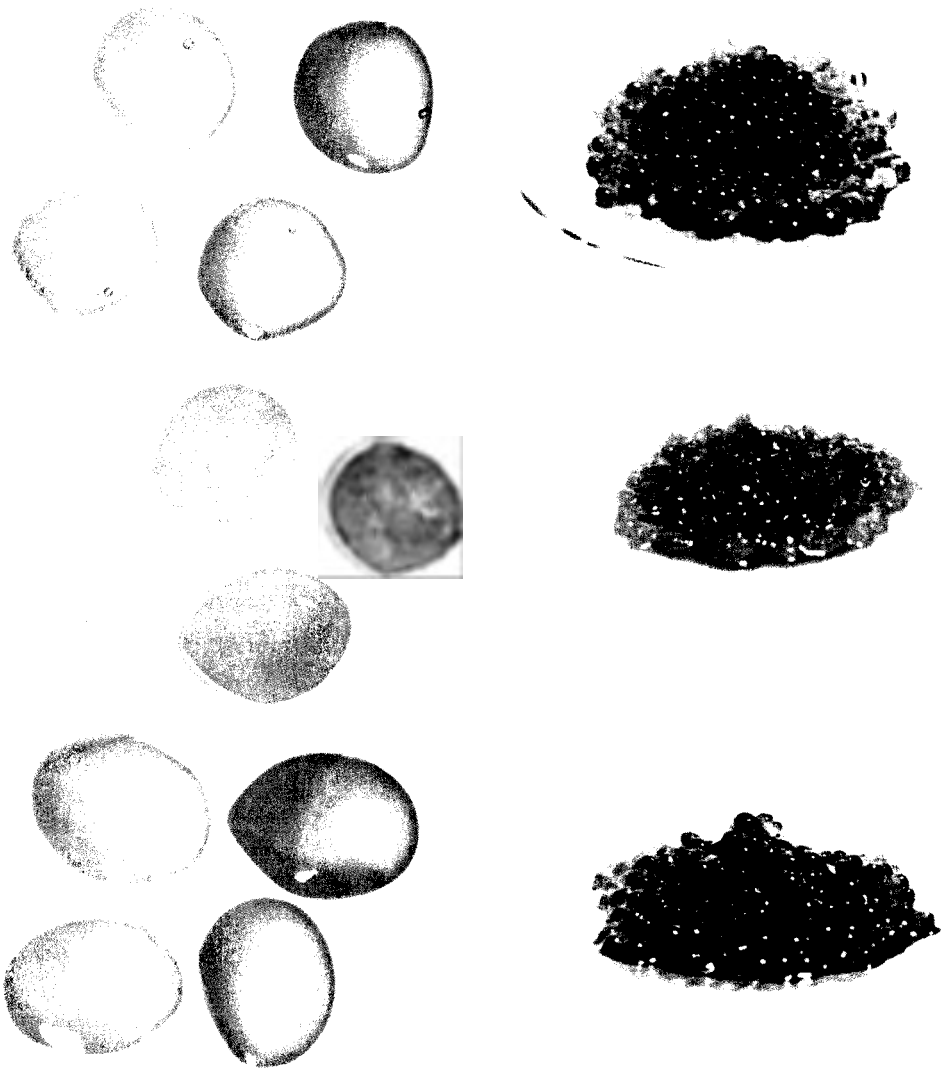
จากการทดลองก่อนหน้าพบว่าเบต้าแคโรทีนมีความคงตัวที่ pH 5.0 มากที่สุด ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้ทำการตั้งตำรับอิมัลชันซึ่งมีส่วนผสมที่แตกต่างกันดังที่แสดงในตารางที่ 3.7 ได้แก่ X2M เป็นสูตรที่ผสมน้ำมัน isopropyl palmitate สูตร X2A ผสมสารต้านอนุมูลอิสระคือวิตมินซีและวิตมินอี และ สูตร X2P ผสมสารต้านอนุมูลอิสระคือวิตมินซี วิตมินอีและผงสี นำอิมัลชันทั้ง 3 สูตรไปผลิตเม็ดบีดตามกรรมวิธีดังข้อ 3.4 จากนั้นนำเม็ดบีดที่ได้ไปศึกษาความคงตัวโดยการผสมเม็ดบีดจำนวน 5.0 กรัมผสมกับสารละลายกรดซิตริค pH 5.0 ปริมาตร 50.0 มิลลิลิตร เก็บในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสโดยปราศจากแสง เป็นเวลา 28 วัน เมื่อครบกำหนดทำการประเมินค่ากายภาพด้านสีด้วยเครื่อง colorimeter จากนั้นนำค่าสีทั้งหมดมาคำนวณค่า ΔE ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสีพบว่าเม็ดบีดสูตรที่ X2M , X2A และ X2P มีค่าเท่ากับ 3.87±0.04, 8.18±0.42 และ 2.95±0.08 ตามลำดับ ดังที่แสดงใน ตารางที่ 4.4

ภาพที่ 4.1 ลักษณะทางกายภาพของสูตรตำรับไมโครอิมัลชัน H1-4 (บน), L1-4 (กลาง), T1-4 (ล่าง)

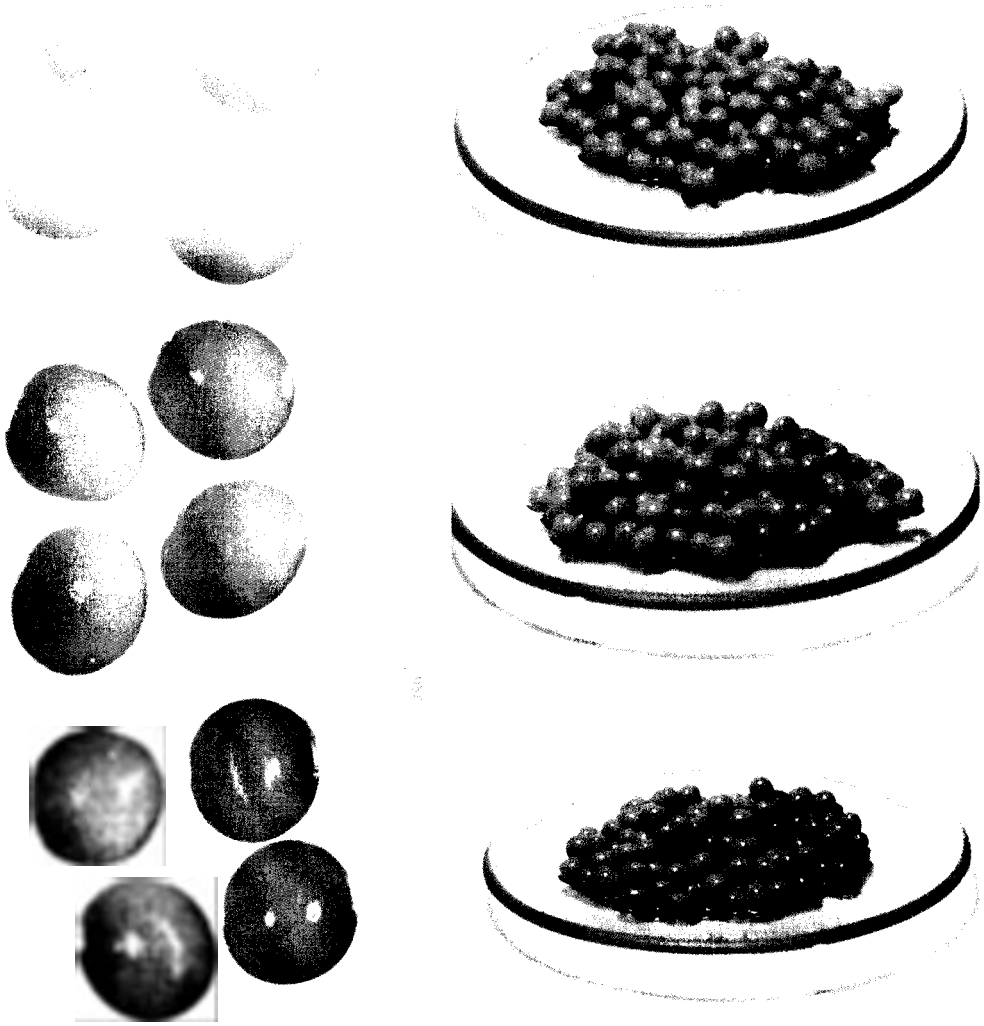
หลังเตรียมไมโครอิมัลชัน (ซ้าย) และตั้งทิ้งไว้หลังเตรียม 3 วัน (ขวา)



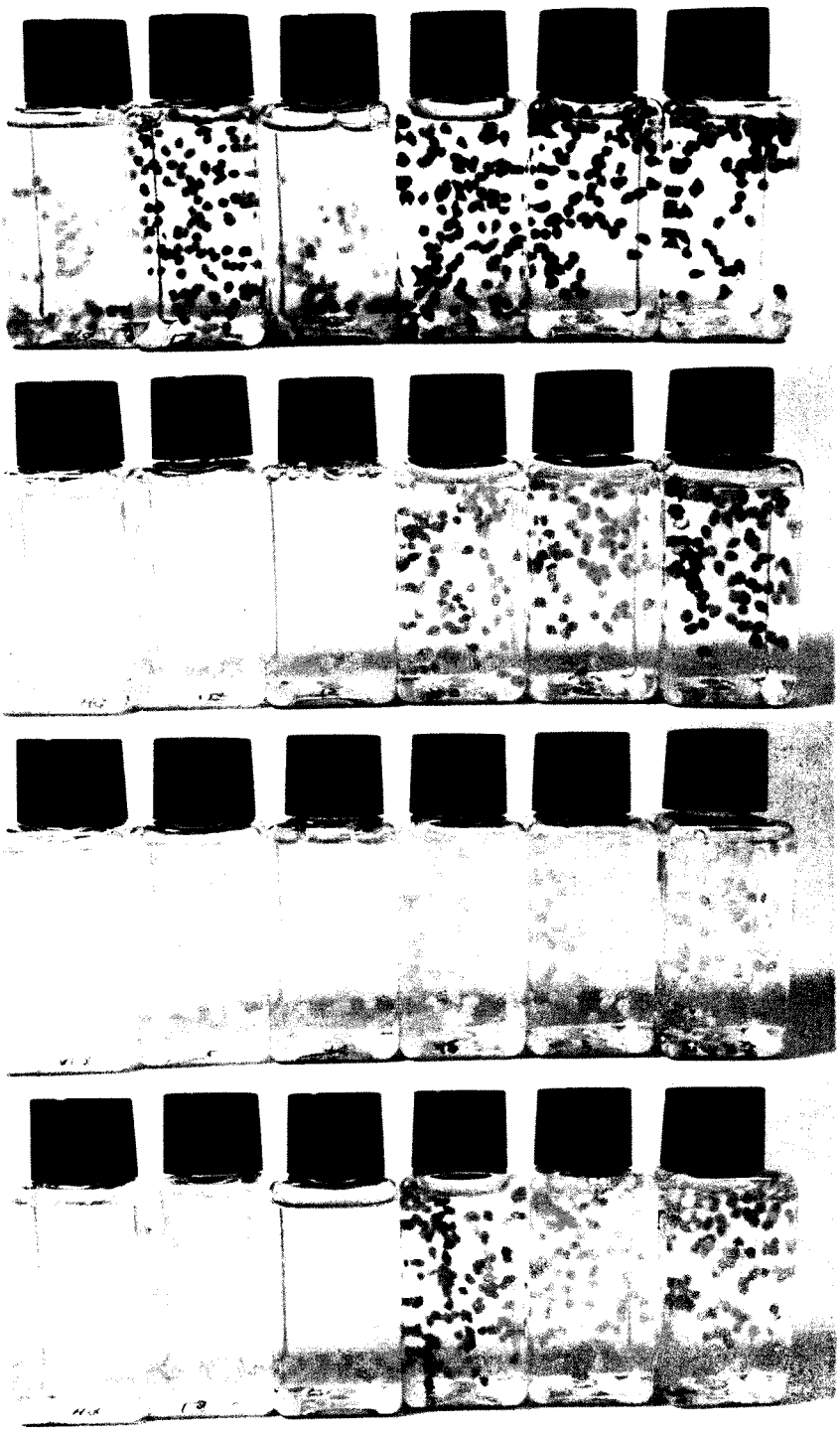
ภาพที่ 4.2 ลักษณะทางกายภาพของสูตรตำรับอิมัลชัน A1-4 (บน), D1-4 (กลาง), X1-4 (ล่าง) หลังเตรียมอิมัลชัน (ซ้าย) และตั้งทิ้งไว้หลังเตรียม 3 วัน (ขวา)



ภาพที่ 4.3 ลักษณะทางกายภาพของเม็ดบีดไมโครอิมัลชันสูตรที่ H4 (บน), L4 (กลาง), T4 (ล่าง) เมื่อถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (ซ้าย) และกล้องถ่ายภาพดิจิทัล (ขวา)



ภาพที่ 4.4 ลักษณะทางกายภาพของเม็ดบีดอิมัลชันสูตรที่ A2 (บน), D2 (กลาง), X2 (ล่าง) เมื่อถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (ซ้าย) และกล้องถ่ายภาพดิจิทัล (ขวา)



ภาพที่ 4.5 ลักษณะทางกายภาพของเม็ดบีดอิมัลชันสูตรที่ L4, H4, T4, A2, D2, X2 (เรียงจากซ้ายไปขวา) ก่อนการศึกษาความคงตัว (บนสุด) และหลังการศึกษาความคงตัวที่ pH 5.0, 7.0, 9.0 (เรียงจากบนลงล่างสุด)

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความคงตัวของสีเม็ดบีด

	ค่าความคงตัวของสีเม็ดบีด								
	X2M			X2A			X2P		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	53.33±0.06	21.90±0.05	76.33±0.08	58.40±0.23	25.17±0.04	70.49±0.58	56.50±0.04	17.79±0.05	60.59±0.01
7	57.01±0.41	21.71±0.17	74.95±1.41	61.41±0.05	25.86±0.05	77.30±0.10	58.29±0.09	18.23±0.06	63.65±0.19
14	56.76±0.05	22.02±0.02	76.26±0.05	62.17±0.02	24.83±0.05	77.60±0.03	56.94±0.03	18.35±0.03	62.74±0.11
21	56.83±0.03	20.76±0.10	77.97±0.04	62.06±0.05	22.82±0.04	76.23±0.04	58.73±0.03	17.84±0.02	63.76±0.04
28	56.81±0.05	20.20±0.02	76.32±0.06	62.43±0.04	24.21±0.04	77.56±0.05	59.05±0.02	17.50±0.03	62.07±0.12
ΔE		3.87±0.04 [b]			8.18±0.42[a]			2.95±0.08 [c]	

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) , n=3

4.5.2 ผลการศึกษาความคงตัวของสารเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีด

หลังจากการศึกษาความคงตัวของเม็ดบีดในสภาวะเร่งเป็นเวลา 28 วัน นำเม็ดบีดสูตรที่ X2M , X2A และ X2P มาวิเคราะห์ปริมาณเบต้าแคโรทีนคงเหลือ (µg carotenoid/ g bead) และปริมาณร้อยละเบต้าแคโรทีนคงเหลือ (% beta carotenoid remaining) พบว่าปริมาณเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีดแต่ละสูตรมีปริมาณไม่เท่ากันในวันเริ่มต้น (day 0) ของการศึกษาความคงตัว และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณเบต้าแคโรทีนทุกสัปดาห์พบว่ามีแนวโน้มลดลงทุกสัปดาห์ในเม็ดบีดทั้ง 3 สูตรดังที่แสดงในตารางที่ 4.5 เมื่อคำนวณร้อยละปริมาณเบต้าแคโรทีนคงเหลือพบว่าทั้ง 3 สูตรมีปริมาณเบต้าแคโรทีนคงเหลือมากกว่าร้อยละ 80 เมื่อผ่านการเก็บในสภาวะเร่งเป็นระยะเวลา 28 วัน ดังที่แสดงในตารางที่ 4.6 โดยที่สูตร X2P มีปริมาณคงเหลือสูงที่สุดคือร้อยละ 89.23±1.30 ส่วนสูตร X2A มีปริมาณคงเหลือรองลงมาคือร้อยละ 85.54±2.37 จากการทดลองที่แปรผันสูตร X2A และ X2P นั้นมีการใส่สารต้านอนุมูลอิสระลงไปรวมถึงการใส่วิตามินซีซึ่งช่วยปรับค่าพีเอชของอิมัลชันให้เป็นกรดด้วย ผลการทดลองพบว่าสูตร X2A และ X2P มีปริมาณเบต้าแคโรทีนที่คงตัวมากกว่าสูตร X2M ดังนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกเม็ดบีดสูตร X2A ที่มีลักษณะสีส้มสดและ X2P ที่มีลักษณะสีเหลืองทองประกายมุก ไปทำการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีด

ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณเบต้าแคโรทีน (µg carotenoid/ g bead)		
	สูตรตำรับเม็ดบีด		
	X2M	X2A	X2P
0	798.51±10.40	800.99±17.37	904.71±11.82
7	749.75±7.54	767.11±15.53	903.47±12.94
14	677.85±6.56	754.30±18.57	865.87±8.70
21	670.00±8.97	696.03±5.73	796.03±7.47
28	639.83±7.05 ^{c}	684.88±4.69 ^{b}	807.19±3.78 ^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) , n=3

4.6 ผลการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เซรั่ม

ทำการตั้งตำรับเซรั่มจำนวน 4 สูตรที่มีความแตกต่างกันที่สารให้ความหนืดดังนี้

F01 ใช้สารให้ความหนืดคือ Xanthan gum

F02 ใช้สารให้ความหนืดคือ Cellusize PCG10 (INCI:HYDROXYETHYLCELLULOSE)

F03 ใช้สารให้ความหนืดคือ Aristoflex AVC, (INCI: AMMONIUM ACRYLOYLDIMETHYLTAURATE/VP COPOLYMER)

F04 ใช้สารให้ความหนืดคือ Carbopol ultrez 20 (INCI: Acrylates/C10-30 Alkyl Acrylate Crosspolymer)

จากนั้นเซรั่มทั้ง 4 ตำรับสูตรจำนวน 100 กรัมแยกผสมกับเม็ดบีด 2 สูตร (X2A และ X2P) จะได้ผลิตภัณฑ์เซรั่มผสมเม็ดบีดฟักข้าวจำนวนทั้งสิ้น 8 ตำรับสูตรได้แก่ X2AF01, X2AF02, X2AF03, X2AF04, X2PF01, X2PF02, X2PF03 และ X2PF04 จากการประเมินค่าพีเอชของตำรับเซรั่มพบว่ามีความเป็นกรดอ่อนๆ ในช่วง 4.48 – 5.20 และหลังจากการเก็บในสภาวะเร่งเป็นเวลา 2 เดือนพบว่ามีสูตรเซรั่มมีค่าพีเอชสูงขึ้นเล็กน้อย ดังที่แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินความคงตัวของเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีดในน้ำที่สภาวะ pH 5.0

ระยะเวลา (วัน)	ร้อยละปริมาณเบต้าแคโรทีนคงเหลือ (% beta carotenoid remaining)		
	สูตรตำรับเม็ดบีด		
	X2	X2A	X2P
0	100	100	100
7	93.91±1.94	95.79±2.23	99.88±2.35
14	84.90±1.77	94.19±2.75	95.73±2.16
21	83.91±0.15	86.93±2.55	88.00±1.45
28	80.13±0.80 ^{c}	85.54±2.37 ^{b}	89.23±1.30 ^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) , n=3

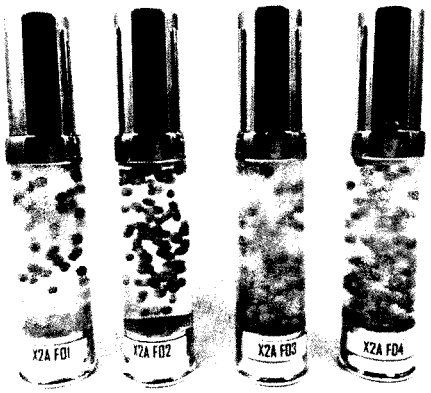
ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์เซรั่ม

สูตรตำรับ	ค่า pH	
	ก่อนเก็บสภาวะเร่ง	หลังเก็บสภาวะเร่ง
X2AF01	4.56±0.05	4.56±0.01
X2AF02	5.06±0.01	5.09±0.01
X2AF03	4.51±0.01	4.54±0.01*
X2AF04	5.23±0.01	5.18±0.01*
X2PF01	4.54±0.02	4.55±0.00
X2PF02	5.05±0.01	5.10±0.01*
X2PF03	4.48±0.01	4.52±0.02*
X2PF04	5.20±0.02	5.18±0.01

หมายเหตุ * ในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) , n=3

ผลการประเมินความหนืดของผลิตภัณฑ์เซรั่มก่อนการเก็บในสภาวะเร่ง พบว่าเซรั่มมีค่าความหนืดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของสารให้ความหนืดที่แตกต่างกัน โดยสารที่ให้ความหนืดสูงที่สุดคือ Cellusize PCG10, Carbopol ultrez 20, Aristoflex AVC และ Xanthan gum ตามลำดับ โดยที่ Xanthan gum ให้ความหนืดต่ำที่สุดดังตารางที่ 4.8 และหลังจากการเก็บในสภาวะเร่งเป็นระยะเวลา 2 เดือนแล้วพบว่าเซรั่มทุกสูตรมีค่าความหนืดลดลง ไม่ว่าจะเป็นสารให้ความหนืดจากกลุ่มพอลิเมอร์ธรรมชาติได้แก่ Cellusize PCG10 และ Xanthan gum สารให้ความหนืดกลุ่มพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่ไม่ต้องปรับค่าพีเอช คือ Aristoflex AVC และสารให้ความหนืดที่ต้องปรับค่าพีเอชด้วยด่างอ่อน คือ Carbopol ultrez 20 ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเครื่องสำอางมักจะมีความหนืดลดลงเมื่อผ่านการเก็บในสภาวะเร่งเป็นเวลานาน อย่างไรก็ตามหากความหนืดไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปจนทำให้ลักษณะภายนอกของเครื่องสำอางเปลี่ยนแปลงไป หรือเหลวลงจนเกินไปจนผู้บริโภคสัมผัสได้ถึงความแตกต่าง ดังนั้นจึงคัดเลือกสูตรที่มีการเปลี่ยนแปลงความหนืดน้อยและเม็ดบีดยังคงกระจายตัวได้อย่างสม่ำเสมอในเซรั่ม นำไปทดสอบความชอบในผู้บริโภคต่อไป

จากรูปผลิตภัณฑ์เซรั่มก่อนและหลังการศึกษาความคงตัวพบว่าเซรั่มสูตร F01 ที่ใช้สารให้ความหนืดคือ Xanthan gum จะมีลักษณะขุ่นเล็กน้อยส่วนสูตรอื่นๆจะมีความใส หลังจากการเก็บในสภาวะเร่งนาน 2 เดือนพบว่าสูตรที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดคือ X2AF02 ซึ่งเม็ดบีดจะลอยขึ้นด้านบน เนื่องจากเม็ดบีดมีส่วนผสมของน้ำมันซึ่งมีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำกลั่นและเนื้อเซรั่มมีความหนืดไม่เพียงพอที่จะช่วยแขวนลอยเม็ดบีดได้ ส่วนสูตร X2PF02 พบว่าเม็ดบีดตกลงด้านล่างเนื่องจากสูตรเม็ดบีด X2P มีส่วนผสมของผงสีทองหรือสารประกายมุกซึ่งเป็นสารกลุ่มซิลิก้าและไมก้า มีความหนาแน่นสูงจึงมีความหนักและตกลงด้านล่างได้หากสูตรเซรั่มมีความหนืดไม่มากพอ ดังที่แสดงในภาพที่ 4.6 ส่วนสูตร X2AF03 และ X2PF03 มีความหนืดลดลงอย่างมากจากความหนืด 969.33 cP ลดลงงเหลือประมาณ 239.57 cP และทำให้เม็ดบีดเกิดการบวมตัวและละลายดังภาพ เมื่อเวลาผ่านไป ดังนั้นสูตรที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงเดิมคือสูตร ที่ X2AF01, X2AF04, X2PF01 และ X2PF04 ผู้วิจัยจึงได้นำเซรั่มทั้ง 4 สูตรไปทดสอบผู้บริโภคต่อไป



ผลิตภัณฑ์เซรั่มก่อนเก็บในสภาวะเร่ง

ผลิตภัณฑ์เซรั่มหลังเก็บในสภาวะเร่ง

ผลิตภัณฑ์เซรั่มก่อนเก็บในสภาวะเร่ง

ผลิตภัณฑ์เซรั่มหลังเก็บในสภาวะเร่ง

ภาพที่ 4.6 ผลิตภัณฑ์เซรั่มก่อนและหลังการทดสอบความคงตัว

ตารางที่ 4.8 ผลการประเมินค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์เซรั่ม

สูตรตำรับ	ค่าความหนืด (cP)	
	ก่อนเก็บสภาวะเร่ง	หลังเก็บสภาวะเร่ง
X2AF01	916.33±3.51	637.77±10.07*
X2AF02	5282.33±132.46	4442.00±131.46*
X2AF03	934.00±2.65	229.97±7.57*
X2AF04	1820.00±28.79	1631.33±33.71*
X2PF01	925.33±7.51	628.43±0.75*
X2PF02	5433.33±17.95	4177.67±145.25*
X2PF03	969.33±18.48	239.57±21.17*
X2PF04	1918.00±10.15	1665.00±25.87*

หมายเหตุ * ในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) , n=3

การประเมินความคงตัวด้านสีของเม็ดบีดในเซรั่มทั้ง 8 สูตรดังตารางที่ 4.9 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงด้านสีเล็กน้อย ค่า ΔE อยู่ในช่วง 1.68±0.27 ถึง 3.93±1.08 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ด้วยสายตา โดยการพิจารณาจากภาพที่ 4.5

ตารางที่ 4.9 ผลการประเมินค่าสีของผลิตภัณฑ์เซรั่ม

สูตรตำรับ	ค่าสี						ΔE
	L*		a*		b*		
	ก่อนเก็บสภาวะเร่ง	หลังเก็บสภาวะเร่ง	ก่อนเก็บสภาวะเร่ง	หลังเก็บสภาวะเร่ง	ก่อนเก็บสภาวะเร่ง	หลังเก็บสภาวะเร่ง	
X2AF01	51.53±0.08	53.85±0.10	24.49±0.06	25.14±0.13	65.50±0.13	65.10±0.45	2.48±0.18 ^{b}
X2AF02	51.53±0.08	53.86±0.12	24.49±0.06	25.37±0.10	65.50±0.13	67.82±0.68	3.43±0.39 ^{a}
X2AF03	51.53±0.08	54.96±0.02	24.49±0.06	23.82±0.15	65.50±0.13	64.41±0.60	3.69±0.21 ^{a}
X2AF04	51.53±0.08	53.82±0.09	24.49±0.06	24.09±0.08	65.50±0.13	67.53±0.08	3.10±0.11 ^{a}
X2PF01	48.37±0.16	50.28±0.21	22.05±0.25	22.74±0.40	59.62±0.17	57.86±2.30	2.92±1.67 ^{a}
X2PF02	48.37±0.16	49.47±0.09	22.05±0.25	23.29±0.02	59.62±0.17	59.39±0.33	1.68±0.27 ^{b}
X2PF03	48.37±0.16	51.49±0.38	22.05±0.25	22.10±0.37	59.62±0.17	57.28±1.24	3.93±1.08 ^{ab}
X2PF04	48.37±0.16	51.62±0.03	22.05±0.25	21.85±0.06	59.62±0.17	60.45±0.22	3.36±0.14 ^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$), n=3

ความคงตัวของสารเบต้าแคโรทีนของเม็ดบีดที่แขวนลอยในเซรั่มที่สภาววะเร่งเป็นระยะเวลา 2 เดือนพบว่าสูตร X2AF01 (73.64±1.27) กับ X2AF04 (71.40±2.20) มีปริมาณเบต้าแคโรทีนคงเหลือไม่แตกต่างกัน และสูตร X2PF01 (75.42±0.63) กับ X2PF04 (76.27±0.78) มีปริมาณเบต้าแคโรทีนคงเหลือไม่แตกกต่างกัน ดังที่แสดงในตารางที่ 4.10 และพบว่าสูตร X2P มีค่าร้อยละเบต้าแคโรทีนมีคงเหลือมากกว่าเม็ดบีดสูตร X2A

ตารางที่ 4.10 ผลการประเมินความคงตัวของเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีดในผลิตภัณฑ์เซรั่ม

Formulation	(µg carotenoid/ g bead)	% Beta carotene remaining
X2A (base line)	645.62±5.40	100±0.00 [a]
X2AF01	475.37±4.35	73.64±1.27 [de]
X2AF02	474.55±5.68	73.50±0.65 [de]
X2AF03	490.25±13.71	75.94±2.23 [cd]
X2AF04	460.91±11.95	71.40±2.20 [e]
X2P (base line)	662.15±17.37	100±0.00 [a]
X2PF01	499.34±9.36	75.42±0.63 [cd]
X2PF02	509.67±4.35	77.01±2.34 [bc]
X2PF03	523.72±1.43	79.13±2.08 [b]
X2PF04	505.12±18.15	76.27±0.78 [cd]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) , n=3

4.7 ผลการทดสอบประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

ผลการทดสอบผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แกค วิตามิน บีด เซรั่ม (Gac Vitamin Bead Serum) ผู้บริโภคที่ตอบแบบสอบถาม แบ่งเป็นเพศหญิง ร้อยละ 80 และเพศชาย ร้อยละ 20 ส่วนใหญ่อายุอยู่ในช่วง 25-29 ปี คิดเป็นร้อยละ 45 รองลงมาคือ อายุ 30-35 ปี และ 36-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 25 และ 21 ตามลำดับ มีระดับการศึกษาขั้นสูงสุดคือ ปริญญาโทหรือสูงกว่า ร้อยละ 49 และปริญญาตรีร้อยละ 33 โดยส่วนใหญ่ร้อยละ 77 ประกอบอาชีพข้าราชการ/พนักงานของรัฐ/รัฐวิสาหกิจ มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนสูงสุดในช่วง 20,001-30,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 48 รองลงมาคือ 30,000 บาทขึ้นไป ร้อยละ 28

จากการทดสอบความชอบของผู้บริโภคจำนวน 100 คนต่อผลิตภัณฑ์แกค วิตามิน บีด เซรั่ม สูตรตำรับ 4 สูตร ด้วยวิธี 7-point hedonic scale ในคุณลักษณะด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ ลักษณะของเม็ดบีด กลิ่น เนื้อสัมผัส ความง่ายในการทา ความชุ่มชื้น ความรู้สึกหลักใช้ และความชอบโดยรวม พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นของเซรั่มทั้ง 4 สูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) เนื่องจากกลิ่นที่ใช้เป็นกลิ่นเดียวกัน ส่วนคุณลักษณะด้านอื่นๆ ผลจากการสอบถามพบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะต่างๆของสูตรตำรับ X2PF04 ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ในขณะที่สูตรตำรับอื่นๆได้รับคะแนนความในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (n=100)

ข้อมูล	ร้อยละ
เพศ	
หญิง	80
ชาย	20
อายุ	
25-29 ปี	45
30-35 ปี	25
36-41 ปี	21
42-47 ปี	8
48-53 ปี	1
ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด	
มัธยมศึกษา	9
ปวช./ปวส./อนุปริญญา	9
ปริญญาตรี	33
ปริญญาโทหรือสูงกว่า	49
อาชีพ	
ข้าราชการ/พนักงานของรัฐ/รัฐวิสาหกิจ	77
พนักงานบริษัทเอกชน	18
แม่บ้าน	5
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
5,000-10,000 บาท	18
10,001-20,000 บาท	3
20,001-30,000 บาท	37
มากกว่า 30,000 บาท	42

ตารางที่ 4.12 คะแนนความชอบของผู้บริโภคจำนวน 100 คน (n=100) ด้วยวิธี 7-point hedonic scale ต่อผลิตภัณฑ์แกค วิตามิน บีด เซรั่มสูตรต่างๆ

คุณลักษณะ	สูตรตำรับ			
	X2A F04	X2P F04	X2A F01	X2P F01
ลักษณะปรากฏ	5.58 ± 0.64^{a}	5.82 ± 0.86^{a}	4.81 ± 1.37^{b}	4.96 ± 0.85^{b}
ลักษณะของเม็ดบีด	5.30 ± 0.87^{b}	5.86 ± 0.92^{a}	5.22 ± 0.92^{b}	5.78 ± 0.85^{a}
กลิ่น^{ns}	5.01 ± 1.40	5.34 ± 1.38	5.06 ± 1.34	5.01 ± 1.26
เนื้อสัมผัส	5.07 ± 1.29^{b}	5.50 ± 1.19^{a}	4.99 ± 0.98^{b}	5.12 ± 0.79^{ab}
ความง่ายในการทา	5.38 ± 1.05^{ab}	5.74 ± 0.91^{a}	5.18 ± 1.18^{b}	5.28 ± 1.19^{b}
ความชุ่มชื้น	5.52 ± 0.82^{ab}	5.74 ± 0.87^{a}	5.27 ± 1.13^{b}	5.50 ± 0.86^{ab}
ความรู้สึกหลังใช้	5.28 ± 0.88^{bc}	5.69 ± 0.97^{a}	5.04 ± 1.19^{c}	5.44 ± 0.97^{ab}
ความชอบโดยรวม	5.20 ± 0.88^{bc}	5.82 ± 0.78^{a}	5.12 ± 1.28^{c}	5.50 ± 0.87^{ab}

หมายเหตุ: 1. ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, คะแนนความชอบ 1 = ไม่ชอบมาก และ 7 = ชอบมาก

2. ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$, n=100

เมื่อพิจารณาในแต่ละคุณลักษณะของเซรั่ม ทางด้านลักษณะปรากฏโดยรวม พบว่า สูตรตำรับ X2AF04 และ X2PF04 ได้คะแนนความชอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \geq 0.05$ โดยได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.58 ± 0.64 และ 5.82 ± 0.86 ตามลำดับ ซึ่งเป็นระดับคะแนนที่สูงกว่าอีกสองสูตร แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคชอบเซรั่มที่มีลักษณะใส ไม่ขุ่น ในด้านลักษณะของเม็ดบีด ผู้บริโภคชอบเม็ดบีดที่มีการเติมผงสีทองมากกว่าเม็ดบีดที่ไม่มีการเติม เนื่องจากเม็ดบีดที่มีการเติมผงสีทอง (X2PF04 และ X2PF01) ได้รับคะแนนความชอบมากกว่าอีกสองสูตรที่ไม่มีการเติม รวมถึงคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส ความรู้สึกหลังใช้ และความชอบโดยรวมของสูตร X2PF04 และ X2PF01 ได้คะแนนความชอบในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลางและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ในขณะที่สูตร X2AF01 เป็นสูตรที่ได้คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านต่างๆค่อนข้างน้อยกว่าสูตรอื่นๆ เนื่องจากเป็นเซรั่มที่ขุ่น ไม่ใส และเม็ดบีดไม่เติมผงสีทอง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกสูตรตำรับ X2PF04 ซึ่งเป็นสูตรที่ได้คะแนนความชอบในด้านต่างๆในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลางและดีกว่าสูตรตำรับอื่นๆ

นอกจากนี้ จากการสอบถามความชอบและความเหมาะสมของบรรจุภัณฑ์เซรั่มจากผู้บริโภค (n=100) พบว่า บรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์เซรั่มได้รับคะแนนความชอบในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง โดยที่ขวดได้คะแนนความชอบเฉลี่ย 5.72 ± 1.57 และฉลากได้คะแนนความชอบเฉลี่ย 5.65 ± 1.53 โดยที่ผู้บริโภคร้อยละ 95 ให้ความเห็นว่าเซรั่มบรรจุอยู่ในขวดที่เหมาะสม และร้อยละ 92 บอกว่าฉลากมีรูปแบบที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์

ในด้านความสนใจและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ พบว่า ผู้บริโภคร้อยละ 91 มีความสนใจในผลิตภัณฑ์นี้ และร้อยละ 87 จะตัดสินใจซื้อเมื่อมีผลิตภัณฑ์แกค วิตามิน บีด เซรั่ม (Gac Vitamin Bead Serum) จำหน่ายในท้องตลาด

ภาพที่ 4.7 ร้อยละความสนใจและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เมื่อมีวางจำหน่ายในท้องตลาดของผู้บริโภค (n=100)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

สูตรตำรับไมโครอิมัลและอิมัลที่มีความคงตัวไม่เกิดการแยกชั้นเมื่อตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 3 วันได้แก่ สูตร H4, L4 และ T4 ซึ่งใช้สารลดแรงตึงผิวในปริมาณสูตรละร้อยละ 30 ส่วนสูตรอิมัลชันคือสูตร ที่ A2, D2 และ X2 ซึ่งใช้สารอิมัลซิไฟเออร์ในปริมาณสูตรละร้อยละ 2 เมื่อนำทั้ง 6 สูตรไปผลิตเม็ดบีด พบว่าทุกสูตรได้เม็ดบีดที่มีทรงกลมสูตรไมโครอิมัลชันให้เม็ดบีดสีส้มใส ส่วนสูตรอิมัลชันให้เม็ดบีดสีส้มทึบ ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการกักเก็บเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีดพบว่าเม็ดบีดอิมัลชัน (A2, D2 และ X2) มีร้อยละประสิทธิภาพในการกักเก็บเบต้าแคโรทีนมากกว่าเม็ดบีดไมโครอิมัลชัน (H4, L4 และ T4) โดยที่เม็ดบีดสูตร X2 มีค่าร้อยละประสิทธิภาพในการกักเก็บเบต้าแคโรทีนสูงที่สุด เมื่อแยกเก็บเม็ดบีดทั้ง 6 สูตรในสารละลาย pH 5.0 , 7.0 และ 9.0 เป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่าสารเบต้าแคโรทีนมีความคงตัวสูงที่สุดเมื่ออยู่ในละลาย pH 5.0 และสูตร X2 มีค่าร้อยละปริมาณเบต้าแคโรทีนคงเหลือสูงที่สุด การทดลองเพื่อศึกษาความคงตัวของเบต้าแคโรทีนในเม็ดบีด 3 สูตร (X2M, X2A และ X2P) ที่สภาวะเร่งเป็นระยะเวลา 1 เดือนพบว่าเม็ดบีดสูตร X2A และ X2P มีร้อยละปริมาณเบต้าแคโรทีนคงเหลือมากกว่าร้อยละ 85

จากการตั้งตำรับเซรั่มจำนวน 8 ตำรับสูตรและศึกษาความคงตัวในสภาวะเป็นระยะเวลา 2 เดือน จากนั้นประเมินความคงตัวด้านกายภาพและความคงตัวของสารเบต้าแคโรทีนพบว่า ทุกสูตรมีค่าพีเอชและค่าสีเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยและมีค่าความหนืดลดลงทุกสูตร ทุกสูตรมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนคงเหลือมากกว่าร้อยละ 70 เซรั่มสูตรที่ X2AF01, X2AF04, X2PF01 และ X2PF04 ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อประเมินด้วยสายตา ผลจากการทดสอบผู้บริโภคพบว่า สูตรตำรับ X2PF04 ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด มีคะแนนอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (5.82 ± 0.78)

5.2 ข้อเสนอแนะ

ควรเพิ่มจำนวนอาสาสมัครในการทดสอบความชอบมากขึ้น

ควรศึกษาประสิทธิภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ในอาสาสมัคร

เอกสารอ้างอิง

Aoki, H., Kieu, N. T. M., Kuze, N., Tomisaka, K., & Chuyen, N. V. (2002). Carotenoid Pigments in GAC Fruit (Momordica cochinchinensis SPRENG). *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry 11*(66), 2479–2482.

Baki, G., & Alexander, K. S. (2015). *Introduction to cosmetic formulation and technology*. canada: John Wiley & Sons, Inc.

Braithwaite, M. C., Tyagi, C., Tomar, L. K., Kumar, P., Choonara, Y. E., & Pillay, V. (2014). Nutraceutical-based therapeutics and formulation strategies augmenting their efficiency to complement modern medicine: An overview. *JOURNAL OF FUNCTIONAL FOODS* (6), 8 2 –9 9.

Chan, E.-S. (2011). Preparation of Ca-alginate beads containing high oil content: Influence of process variables on encapsulation efficiency and bead properties. *Carbohydrate Polymers*(84), 1267–1275.

Cheng, B., Li, D., Huo, Q., Zhao, Q., Lan, Q., Cui, M., . . . Yang, X. (2018). Two kinds of ketoprofen enteric gel beads (CA and CS-SA) using biopolymer alginate. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences, 13*(2), 120-130. doi: https://doi.org/10.1016/j.ajps.2017.10.003

Cheng, B., Li, D., Huo, Q., Zhao, Q., Lan, Q., Cui, M., . . . Yang, X. (2018). Two kinds of ketoprofen enteric gel beads (CA and CS-SA) using biopolymer alginate. *asian journal of pharmaceutical sciences* (13), 2018.

Dóka, O., Ficzek, G., Luterotti, S., Bicanic, D., Spruijt, R., Buijnsters, J. G., . . . Végvári, G. (2013). Simple and Rapid Quantification of Total Carotenoids in Lyophilized Apricots (Prunus armeniaca L.) by Means of Reflectance Colorimetry and Photoacoustic Spectroscopy. *Food Technology 4*(51), 453–459

Durante, M., Lenucci, M. S., Laddomada, B., Mita, G., & Caretto, S. (2012). Effects of Sodium Alginate Bead Encapsulation on the Storage Stability of Durum Wheat (Triticum durum Desf.) Bran Oil Extracted by Supercritical CO2 *Journal of Agricultural and Food Chemistry*(60), 10689–11069.

Garrel, C. v., & Huber, P. (2016). Sensory Methods with Added Value – Attributes of Men's Skin Care Products that Create Consumer Preference. *sofwjournal* (142), 1-9.

Garrel, C. v., & Huber, P. (2016). Sensory Methods with Added Value – Attributes of Men's Skin Care Products that Create Consumer Preference. *sofwjournal, 142*, 1-9.

Jang, M., & Kim, G.-H. Antioxidant Activity and HPLC Analysis of Lycopene, Carotene and Tocopherol from Geuk Momordica Cochinchinesis Spreng Fruit *Journal of International Scientific Publications: Agriculture and Food Volum, 2*(2016), 430-438.

Leevutinan, P., Krisadaphong, P., & Petsom, A. (2015). Clinical evaluation of Gac extract (Momodica cochichinensis) in an anti wrinkle cream formulation. *international journal of cosmetic science, 3*(66), 175-187.

Mandal, S., Puniya, A. K., & Singh, K. (2006). Effect of alginate concentrations on survival of microencapsulated Lactobacillus casei NCDC-298. *International Dairy Journal 16* 1190–1195.

Müller-Maatsch, J., Sprenger, J., Hempel, J., Kreiser, F., Carle, R., & Schweiggert, R. M. (2017). Carotenoids from gac fruit aril (Momordica cochinchinensis [Lour.] Spreng.) are more bioaccessible than those from carrot root and

tomato fruit. *Food Research International* (99), 928–935.

Resurreccion, A. V. A. (1998). *Consumer Sensory Testing For Product Development*: Springer US.

Sahasrabuddhe, S. H. (2011). Lycopene-An Antioxidant *Pharma Times, 43* 13-15.

Tadros, T. F. (2008). *Colloids in Cosmetics and Personal Care* (Vol. 4). Weinheim, Germany: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

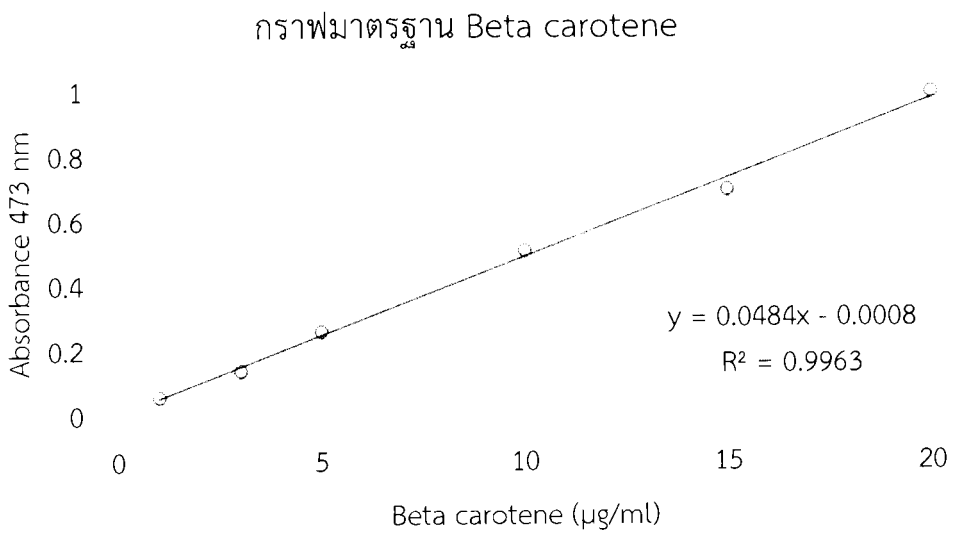
Toyosaki, T. (2002). Antioxidant effect of b-carotene on lipid peroxidation and synergism with tocopherol in an emulsified linoleic acid model system. *International Journal of Food Sciences and Nutrition, 53*, 419–423.

Yua, J. S., Rohb, H.-S., Leeb, S., Jungc, K., Baekb, K.-H., & Kima, K. H. (2017). Antiproliferative effect of Momordica cochinchinensis seeds on human lung cancer cells and isolation of the major constituents. *Revista Brasileira de Farmacognosia* (27), 329–333.

สำนักจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม, ก. (2018). ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากฟักข้าว Retrieved 7 JANUARY, 2018

องค์การสวนพฤกษศาสตร์. (2011). ฐานข้อมูลไม้พื้นบ้าน Retrieved 7 Jan, 2018

ภาคผนวก ก
กราฟมาตรฐานเบต้าแคโรทีน



ภาคผนวก ข

แบบสอบถาม

การพัฒนาเม็ดบีดอัลจิเนตบรรจุสารสกัดฟักข้าวเพื่อเป็นสารสำคัญในผลิตภัณฑ์ดูแลผิว

สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย เพื่อประกอบการพัฒนาเม็ดอัลจิเนตบรรจุสารสกัดฟักข้าวเพื่อเป็นสารสำคัญในผลิตภัณฑ์ดูแลผิว ทางผู้วิจัยใคร่ขอความร่วมมือจากท่านในการตอบแบบสอบถามให้ครบถ้วนสมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดจะมีประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัยครั้งนี้ และจะไม่มีผลกระทบใดๆต่อท่าน

<u>ตอนที่ 1</u> ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. **เพศ** ☐ ชาย ☐ หญิง

2. **อายุ** ☐ 18-23 ปี ☐ 24-29 ปี ☐ 30-35 ปี ☐ 36-41 ปี
   ☐ 42-47 ปี☐☐ ☐ 48-53 ปี ☐ 54-60 ปี ☐ 60 ปีขึ้นไป

3. **ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด** ☐ ประถมศึกษา ☐ มัธยมศึกษา ☐ ปวช./ปวส./อนุปริญญา
   ☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโทหรือสูงกว่า

4. **อาชีพ** ☐ นักเรียน ☐ นักศึกษา ☐ ข้าราชการ/พนักงานราชการ/รัฐวิสาหกิจ
   ☐ แม่บ้าน ☐ พนักงานบริษัทเอกชน ☐ อื่นๆ.....

5. **รายได้เฉลี่ยต่อเดือน** ☐ น้อยกว่า 5,000 บาท ☐ 5,000 – 10,000 บาท
   ☐ 10,001 – 20,000 บาท ☐ 20,001 – 30,000 บาท
   ☐ มากกว่า 30,000 บาท

แกค วิตามิน บีด เซรั่ม (Gac Vitamin Bead Serum)

เป็นผลิตภัณฑ์บำรุงผิวหน้าเพื่อลดเลือนริ้วรอยก่อนวัย อุดมด้วยสารสกัดจากฟักข้าวเข้มข้นที่ช่วยกระตุ้นการสร้างคอลลาเจนและเพิ่มพลังชีวิตให้กับเซลล์ผิว ผสานคุณค่าจากวิตามินช่วยให้ริ้วรอยบนผิวหน้าลดเลือนลงจนสังเกตได้

ตอนที่ 2 การให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์แกค วิตามิน บีด เซรั่ม

คำชี้แจง: ให้ท่านกดที่หัวปั๊มจำนวน 1 ครั้ง ลงบนหลังมือ จากนั้นประเมินคุณลักษณะต่างๆของเนื้อผลิตภัณฑ์โดยให้คะแนนความชอบโดยเขียนเลขคะแนนจาก 1 - 7 (ไม่ชอบมาก ถึง ชอบมาก) ที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

กำหนดให้ :
1 = ไม่ชอบมาก 2 = ไม่ชอบปานกลาง 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 4 = เฉยๆ
5 = ชอบเล็กน้อย 6 = ชอบปานกลาง 7 = ชอบมาก

คุณลักษณะ		รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
เนื้อผลิตภัณฑ์					
ดูลักษณะเนื้อเซรั่มก่อนใช้	ลักษณะปรากฏโดยรวม				
	ลักษณะของเม็ดบีด				
ทาเนื้อเซรั่มบนหลังมือแล้วประเมินตามคุณลักษณะ	กลิ่น				
	เนื้อสัมผัส				
	ความง่ายในการทา				
	ความชุ่มชื้น				
หลังทาเซรั่ม	ความรู้สึกหลังใช้				
	ความชอบโดยรวม				
บรรจุภัณฑ์					
	ขวดเซรั่ม				
	ฉลาก				

☐ หลังจากทดสอบผลิตภัณฑ์แล้ว ท่านชอบเซรั่มสูตรใดมากที่สุด (ระบุรหัสในกรอบสี่เหลี่ยม)

☐ ท่านคิดว่า**ขวด**ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว มีความเหมาะสมหรือไม่

☐ เหมาะสม

☐ ไม่เหมาะสม เพราะ .....

☐ ท่านคิดว่า**ฉลากบรรจุภัณฑ์**มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์หรือไม่

☐ เหมาะสม

☐ ไม่เหมาะสม เพราะ .....

☐ ท่าน**สนใจ**ผลิตภัณฑ์แกค วิตามิน บีด เซรั่มหรือไม่

☐ สนใจ ☐ ไม่สนใจ เพราะ .....

☐ หากมีผลิตภัณฑ์นี้วางจำหน่ายในท้องตลาด ท่านคิดว่า**ท่านจะซื้อหรือไม่**

☐ ซื้อ ☐ ไม่ซื้อ เพราะ .....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

1. นายจิรศิต อินทร

   Mr Jirsit Inthorn

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3600900545606

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

4. หน่วยงาน : คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 156หมู่ 5 ต. พลายชุมพล อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

   Email-address (มหาวิทยาลัย) jirasit.i@psru.ac.th

   โทรศัพท์มือถือ 086-734-3382

5.ประวัติการศึกษาต้องระบุสถาบันการศึกษา สาขาวิชาและปีที่จบการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขาวิชา	สถาบันที่จบ	ปีที่ได้รับ พ.ศ.
วท.ม.	วิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2554
วท.บ.	ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2549

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ *(โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย)*

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย การพัฒนาผลิตภัณฑ์บำรุงผิวผสมอิมัลชันบีดบรรจุสารสกัดขลู่และสารสกัดเมล็ดอะโวคาโด

7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทำเสร็จแล้ว

สุมิตรา จันทร์หอม กนกวรรณ พรมจีน และจิรศิต อินทร.2560. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลบำรุงผิวหน้าจากสารสกัดขลู่. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติพิบูลสงครามวิจัย ครั้งที่ 3 “Thailand 4.0 นวัตกรรมและการวิจัยเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน”:765-770

Inthorn, J., Ingkaninan, K., Waranuch, N. (2011). Optimization of the high shear homogenization technique for preparing solid lipid nanoparticles containing Asparagus racemosus extract. Proceedings of the 7 th Naresuan research conference, V(2),.

7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ :

หัวหน้าโครงการ **ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายและวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบศึกษาด้วยตนเองในหัวข้อโครงสร้างผิวหนังและชีวเคมีของผิวหนัง** *แหล่งทุน คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2560- 30 กันยายน พ.ศ. 2561*

หัวหน้าโครงการ **ผลิตภัณฑ์บาล์มนวดตัวและแชมพูผสมสารสกัดสิรินธรวัลลี** *แหล่งทุน คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร 30 ธันวาคม พ.ศ. 2560- 30 กันยายน พ.ศ. 2561*

ผู้ร่วมวิจัย

1. นางสาวเปรมนภา สีโสภา
   Miss Premnapa Sisopa
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-6502-00096-84-1
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. หน่วยงาน : คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 156 หมู่ 5 ต. พลายชุมพล อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
   หมายเลขโทรศัพท์ : โทรศัพท์ 055-267080 ต่อ 206 โทรสาร : 055-267081
   E-mail : premnapa.s@gmail.com
5. ประวัติการศึกษาต้องระบุสถาบันการศึกษา สาขาวิชาและปีที่จบการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขาวิชา	สถาบันที่จบ	ปีที่ได้รับ พ.ศ.
วท.ม.	วิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2554
วท.บ.	เคมี	มหาวิทยาราชภัฏพิบูลสงคราม	2548

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ *(โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย)*

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทำเสร็จแล้ว

เปรมนภา สีโสภา พรดรัล จุลกัลป์ กนกวรรณ พรมจีน และ ชุติมา พูลยอด. 2559. การศึกษาวิธีสกัดขิงและขมิ้นชันเพื่อใช้สำหรับผลิตภัณฑ์นวดตัว. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 3 “งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น” : 1553 – 1562.

พยุงรัตน์ จันพุ่ม, เกตุการ ดาจันทา และเปรมนภา สีโสภา. 2557. สารประกอบโพลีฟีนอลและความสามารถการต้านออกซิเดชันของบอดี้สครับที่ผลิตจากกากองุ่นของเหลือจากกระบวนการผลิตน้ำผลไม้. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ พิบูลสงครามวิจัย และนิทรรศการ การพัฒนาศักยภาพการท่องเที่ยว จากท้องถิ่นสู่อาเซียน : 181-188.

Sisopa, P. Ounaroon, A. and Tiyaboonchai, W. 2010. Development of Thai native silk cocoon pigment loaded nanostructured lipid carriers. Proceedings 3rd SUT Graduate Conference 2010. 138-142.

Tiyaboonchai, W., Sisopa, P., Viyoch, J. and Ingkaninan, K. 2008. Solid lipid microparticles as a delivery carrier for turmeric crude extract containing curcuminoids. Naresuan University Journal. 16(1): 43-55.

การนำเสนอผลงาน

1. เปรมนภา สีโสภา พรดรัล จุลกัลป์ กนกวรรณ พรมจีน และ ชุติมา พูลยอด. 2559. การศึกษาวิธีสกัดขิงและขมิ้นชันเพื่อใช้สำหรับผลิตภัณฑ์นวดตัว. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 3 "งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น" : 1553 – 1562. (oral presentation)
2. Janpum, P., Dajanta, K. and Sisopa, P. (2015). Effect of Drying Temperature on the Phenolic Components and Antioxidant Activity of Pok Dum Grape Juice Pomace. The 17th Food Innovation Asia Conference 2015 (FIAC 2015) Innovative ASEAN Food Research towards the World, 18-19June 2015 (poster presentation)
3. Effect of medium chain triglyceride and ethanol on physicochemical properties of silk cocoon pigments loaded nanoparticle ในงานประชุมวิชาการ นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 9 : Research-based commercialization of ASEAN economic development วันที่ 28-29 กรกฎาคม 2556 มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก (poster presentation)
4. Development of Thai native silk cocoon pigment loaded nanostructured lipid carriers ในงานประชุมวิชาการโครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 5 วันที่ 30 มีนาคม – 1 เมษายน 2554 Jomtien Palm Beach Hotel & Resort, Pattaya, Thailand (oral presentation)
5. Development of Thai native silk cocoon pigment loaded nanostructured lipid carriers ในการประชุมวิชาการ The 3rd SUT Graduate Conference 2010 วันที่ 21-23 พฤศจิกายน 2553 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา (oral presentation)
6. Study on chemical constituents, antioxidant and anti-tyrosinase activities of pigments from Thai native silk cocoon ในงานประชุมวิชาการ The International Congress for Innovation in Chemistry (PERCH-CIC Congress VI) May 3-6, 2009 Jomtien Palm Beach Hotel & Resort, Pattaya, Thailand (poster presentation)

งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว และสถานภาพในการวิจัย

1. การเพิ่มมูลค่ากากเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำองุ่นเป็นบอดี้สครับ (งบประมาณจาก สกว. โครงการ MAG I ปีงบประมาณ 2555) ผู้ร่วมวิจัย
2. โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์บำรุงผิวจากน้ำผึ้ง (งบประมาณคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร ประจำปีงบประมาณ 2557) หัวหน้าโครงการ
3. การพัฒนาศักยภาพของวิสาหกิจชุมชนเครื่องสำอางเพื่อสร้างแต้มต่อทางธุรกิจในการผลิตครีมบำรุงผิวจากน้ำมันฟักข้าว (งบประมาณจาก สกว. โครงการ Innovative House ปีงบประมาณ 2558) ผู้ร่วมวิจัย
4. การพัฒนาโลชันบำรุงผิวขาวเสริมสารต้านอนุมูลอิสระสูตรนาโนอิมัลชันจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม (งบประมาณแผ่นดิน ปีงบประมาณ 2558) ผู้ร่วมวิจัย

ผู้ร่วมวิจัย

1. นางสาวศรัณญา สอนมณี

   Miss Saranya Sonmanee
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1-6699-00160-15-3
3. ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์
4. หน่วยงาน : คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 156 หมู่ 5 ต. พลายชุมพล อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

หมายเลขโทรศัพท์ : โทรศัพท์ 055-267080 ต่อ 5214 โทรสาร : 055-267081

E-mail : saranya.zom@gmail.com

5. ประวัติการศึกษาต้องระบุสถาบันการศึกษา สาขาวิชาและปีที่จบการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขาวิชา	สถาบันที่จบ	ปีที่ได้รับ พ.ศ.
วท.บ.	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2555

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ *(โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย)*

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทำเสร็จแล้ว

ศรัณญา สอนมณี วิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์ มนฑณา วีระวัฒนากร เสาวลักษณ์ รุ่งแจ้ง. 2558. ปริมาณพลวงในเครื่องดื่มบรรจุขวด PET. การประชุมทางวิชาการเกษตรนเรศวร มหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 13

การนำเสนอผลงาน

7. ศรัณญา สอนมณี วิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์ มนฑณา วีระวัฒนากร เสาวลักษณ์ รุ่งแจ้ง. 2558. ปริมาณพลวงในเครื่องดื่มบรรจุขวด PET. การประชุมทางวิชาการเกษตรนเรศวร มหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 13 (oral presentation)