รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มจากน้ำมันรำข้าวโดยการใช้ระบบไมโครอิมัลชันเพื่อเป็นกลยุทธ์ในการสร้างผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม

Development of rice bran oil serum using microemulsion system for developing value-added products

โดย
ศนิพร จันทร์บุรี (หัวหน้าโครงการ) คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
พ.ศ. 2561

แบบสรุปผู้บริหาร
[Executive Summary]

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย/แผนงานวิจัย

1.1 ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) การพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มจากน้ำมันรำข้าวโดยการใช้ระบบไมโครอิมัลชันเพื่อเป็นกลยุทธ์ในการสร้างผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม

(ภาษาอังกฤษ) Development of rice bran oil serum using microemulsion system for developing value-added products

1.2 ชื่อคณะผู้วิจัย นางสาวศนิพร จันทร์บุรี

หน่วยงานที่สังกัด คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร

หมายเลขโทรศัพท์ 098-809-6785

1.3 งบประมาณที่ได้รับและระยะเวลาทำวิจัย

ได้รับงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 งบประมาณที่ได้รับ 60,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี 6 เดือน ตั้งแต่ 1 มีนาคม 2561 ถึง 28 สิงหาคม 2562

2. สรุปโครงการวิจัย

ทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนมีดีพิษณุโลก ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ได้มีการผลิตข้าวเพื่อจัดจำหน่าย เช่น ข้าวหอมมะลิ ข้าวไรซ์เบอรี่ ข้าวเหลืองอ่อน ทั้งในรูปแบบของข้าวสารและข้าวกล้องบรรจุถุง แต่อย่างไรก็ตามการจำหน่ายผลผลิตทางการเกษตรโดยตรงจะทำให้ได้ราคาค่อนข้างต่ำ ประกอบกับทางกลุ่มยังขาดทักษะในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม จากการลงพื้นที่ชุมชนพบว่ากลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนมีดีพิษณุโลกมีวัสดุที่ได้จากการสีข้าวคือแกลบและรำเป็นจำนวนมากโดยทางกลุ่มได้มีการนำรำข้าวไปสกัดเป็นน้ำมันรำข้าวเพื่อจำหน่าย ทางผู้วิจัยจึงได้เกิดแนวคิดในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่รำข้าวโดยพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากน้ำมันรำข้าว คือ ผลิตภัณฑ์เซรั่มจากน้ำมันรำข้าว ซึ่งมีคุณสมบัติเพิ่มความชุ่มชื้น เพิ่มความกระจ่างใส และชะลอการเกิดริ้วรอยให้แก่ผิวหนัง ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มจากน้ำมันรำข้าวโดยระบบไมโครอิมัลชัน โดยมีการเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวหอมมะลิด้วยวิธี DPPH จากผลการทดลองพบว่าน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าน้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิประมาณ 10 เท่า จากนั้นได้นำมาพัฒนาระบบไมโครอิมัลชันประกอบด้วยน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่, Eumulgin® VL 75 และ Cetiol® HE

โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มจะประกอบด้วยน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่, Eumulgin® VL 75, Cetiol ® HE และน้ำที่ปริมาณร้อยละ 35 , 44, 11 และ 10 ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์เซรั่มมีลักษณะใส สีส้ม ซึ่งเป็นสีธรรมชาติที่มาจากน้ำมันรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มีสีเหลืองน้ำตาล มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5.5 ซึ่งปลอดภัยกับผิวหนัง จากการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่า คุณลักษณะทางด้านความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ สี และความใส มีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 5.1, 5.7, 5.5 และ 5.0 คะแนนตามลำดับ (คะแนนเต็ม 7 คะแนน) นอกจากนี้การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เซรั่มด้วยวิธี Freeze-thaw cycle พบว่าไม่เกิดการแยกชั้นของตำรับของผลิตภัณฑ์ โดยการใช้เทคโนโลยีระบบไมโครอิมัลชันในเซรั่มมีจุดเด่น คือ ระบบไมโครอิมัลชันจะทำให้สารสำคัญถูกกักเก็บในอนุภาคขนาดเล็ก สามารถซึมผ่านเข้าสู่ผิวหนังได้ง่าย และระบบจะค่อย ๆ ปลดปล่อยสารสำคัญเข้าสู่ผิวโดยทำตัวเหมือนเป็นส่วนกักเก็บสารสำคัญโดยให้ตัวสารสำคัญที่บรรจุอยู่สามารถปลดปล่อยจากส่วนเก็บกักออกสู่ผิว ซึ่งผลงานวิจัยผลิตภัณฑ์เซรั่มจากน้ำมันรำข้าวโดยการใช้ระบบไมโครอิมัลชันนี้สามารถนำไปต่อยอดในเชิงพาณิชย์และถ่ายทอดให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนมีดีพิษณุโลกเพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มีความสอดคล้องกับกรอบการดำเนินงานวิจัยด้านวิสาหกิจชุมชน โดยการนำวัตถุดิบในท้องถิ่นมาเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้นอันจะเป็นการช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่ชุมชนต่อไป องค์ความรู้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในการทำผลิตภัณฑ์เซรั่มระบบไมโครอิมัลชันจากน้ำมันที่สกัดได้จากผลิตผลทางการเกษตรอื่น ๆ ได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงสมบูรณ์ได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ให้ทุนอุดหนุนการทำวิจัยแก่นักวิจัยหน้าใหม่ ประจำปีงบประมาณ 2561 คณะนักวิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ และขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่เครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน ณ ห้องปฏิบัติการกลางและห้องปฏิบัติการของสาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก

ศนิพร จันทร์บุรี
สิงหาคม 2562

หัวข้องานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มจากน้ำมันรำข้าวโดยการใช้ระบบไมโครอิมัลชันเพื่อเป็นกลยุทธ์ในการสร้างผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม

ชื่อผู้วิจัย นางสาวศนิพร จันทร์บุรี

คณะ/สังกัด คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2561 จำนวนเงิน 60,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี 6 เดือน **ตั้งแต่** 1 มีนาคม 2561 ถึง 28 สิงหาคม 2562

คำสำคัญ น้ำมันรำข้าวไรซ์เบอร์รี่, ไมโครอิมัลชัน, เซรั่ม

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มจากน้ำมันรำข้าวโดยระบบไมโครอิมัลชัน ในเบื้องต้นได้มีการเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวหอมมะลิด้วยวิธี DPPH จากผลการทดลองพบว่าน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าน้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิอย่างมีนัยสำคัญ (ประมาณ 2 เท่า) ($P<0.05$) จากนั้นนำมาพัฒนาระบบไมโครอิมัลชันประกอบด้วยน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่, Eumulgin® VL 75 และ Cetiol® HE ซึ่งทำหน้าที่เป็นวัฏภาคน้ำมัน วัฏภาคสารลดแรงตึงผิว และวัฏภาคสารลดแรงตึงผิวร่วม ตามลำดับ โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มจะประกอบด้วยน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่, Eumulgin® VL 75, Cetiol ® HE และน้ำที่ปริมาณร้อยละ 35 , 44, 11 และ 10 ตามลำดับ จากการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าคุณลักษณะทางด้านความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ สี และความใส พบว่าสูตรที่เหมาสมมีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 5.1, 5.7, 5.5 และ 5.0 คะแนนตามลำดับจากคะแนนเต็ม 7 คะแนน นอกจากนี้การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เซรั่มด้วยวิธี Freeze-thaw cycle พบว่าไม่เกิดการแยกชั้นของตำรับของผลิตภัณฑ์

Research Title	Development of rice bran oil serum using microemulsion system for developing value-added products
Author	Miss Sanipon Chanburee
Faculty	Faculty of Food and Agricultural Technology
Institute	Pibulsongkram Rajabhat University
Year	2019
Keywords	Riceberry rice bran oil, Microemulsion, Serum

ABSTRACT

This study aimed to develop serum product from rice bran oil by microemulsion. The antioxidant property of Riceberry bran oil and Jasmine rice bran oil were compared using DPPH assay. The result showed that the EC_{50} value of the Riceberry bran oil was significantly higher than jasmine rice bran oil, more than 2-folds compared to jasmine rice bran oil ($P<0.05$). Microemulsion is composed of a mixture of Riceberry bran oil, Eumulgin® VL 75 and Cetiol® HE as oil, surfactant and co-surfactant, respectively. The optimized microemulsion consisted of 35 % (w/w) Riceberry bran oil, 44% (w/w) Eumulgin® VL 75, 11 % (w/w) Cetiol® and 10 % (w/w) water. From sensory evaluation, the sensory liking scores for overall, appearance, color and transparency of the optimum formulation were 5.1, 5.7 and 5.5 respectively (7-point hedonic scale). In addition, the stability of the formulation was investigated by Freeze-thaw cycle. The results showed that no phase separation was observed in all formulations.

สารบัญ

บทที่		หน้า
	แบบสรุปผู้บริหาร	ก
	กิตติกรรมประกาศ	ค
	บทคัดย่อภาษาไทย	ง
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
	สารบัญ	ฉ
	สารบัญตาราง	ซ
	สารบัญภาพ	ฌ
1	**บทนำ**	1
	1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
	1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	3
	1.4 สมมติฐานของการวิจัย	3
2	**แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	4
	2.1 ข้าว	4
	2.2 ส่วนประกอบของข้าว	4
	2.3 น้ำมันรำข้าว	7
	2.4 น้ำมันรำข้าวต่อผิวหนัง	7
	2.5 ความสำคัญของสารต้านออกซิเดชันต่อผิวหนัง	7
	2.6 สารต้านออกซิเดชันในข้าว	8
	2.7 ระบบไมโครอิมัลชัน	8
	2.8 การสร้างและความคงตัวของไมโครอิมัลชัน	9
	2.9 ส่วนประกอบของไมโครอิมัลชันและการสร้างแผนภาพเฟส	11
	2.10 กลไกการเพิ่มการนำส่งทางผิวหนังของไมโครอิมัลชัน	13
	2.11 ผลิตภัณฑ์เซรั่มและสารละลาย	13

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	**วิธีการดำเนินงานวิจัย**	15
	3.1 วัสดุและสารเคมี	15
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	16
	3.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	16
4	**ผลการวิจัยและการอภิปรายผล**	23
	4.1 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-l-1-picrylhydrazil (DPPH)	23
	4.2 การคัดเลือกสารลดแรงตึงผิวและสารลดแรงตึงผิวร่วมเพื่อสร้าง pseudo-ternary phase diagram	24
	4.3 การเตรียมตำรับไมโครอิมัลชันผสมน้ำมันรำข้าวโดยการสร้าง pseudo-ternary phase diagram	27
	4.4 การพัฒนาสูตรตำรับเซรั่มน้ำมันรำข้าว	30
	4.5 การศึกษาความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ด้วยแบบทดสอบ 7-point hedonic scale	31
	4.6 การทดสอบความคงตัว	32
	4.7 อภิปรายและวิจารณ์ผลการวิจัย	32
5	**สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ**	34
	5.1 สรุปผลการวิจัย	34
	5.2 ข้อเสนอแนะ	34
เอกสารอ้างอิง		35
ภาคผนวก		38
ประวัติผู้วิจัย		40
แบบสรุปโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์		44

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 บทสรุปข้อแตกต่างที่เปรียบเทียบระหว่างอิมัลชัน นาโนอิมัลชัน และไมโครอิมัลชัน........ 9
3.1 ชนิดของสารลดแรงตึงผิว สารลดแรงตึงผิวร่วม และอัตราส่วนระหว่างสารลดแรงตึงผิวร่วม........ 17
3.2 ส่วนประกอบของตำรับในการสร้าง Pseudo-ternary phase diagram........ 19
3.3 อัตราส่วนของสารผสมระหว่างวัตภาคน้ำมันและสารลดแรงตึงผิว........ 19
3.4 สูตรตำรับเซรั่มไมโครอิมัลชันจากน้ำมันข้าวไรซ์เบอร์รี่........ 21
4.1 ค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 ของข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวหอมมะลิ........ 23
4.2 การแปรผันอัตราส่วนสารลดแรงตึงผิวและสารลดแรงตึงผิวร่วม........ 25
4.3 สูตรในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มระบบไมโครอิมัลชันจากน้ำมันข้าวไรซ์เบอร์รี่........ 30
4.4 ความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์เซรั่มไมโครอิมัลชัน........ 31
4.5 การทดสอบความคงตัวลักษณะทางเคมีกายภาพของสูตรเซรั่มไมโครอิมัลชันด้วยวิธี Heat cool cycle จำนวน 6 รอบ........ 32

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	โครงสร้างต้นข้าว	6
2.2	โครงสร้างเมล็ดข้าว	6
2.3	แผนภาพเฟสไตรภาค (ternary phase diagram) และพื้นที่เกิดไมโครอิมัลชันของระบบ ไมโครอิมัลชัน	13
3.1	แผนภาพเฟสไตรภาคที่มีการ plot จุดต่าง ๆ ตามอัตราส่วนในตารางที่ 3.3	20
4.1	ประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระจาก GraphPad Prism	24
4.2	ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่	24
4.3	Pseudo-ternary phase diagram เมื่อเปลี่ยนแปลงอัตราส่วน Emumulgin® VL 75: Cetiol®HE ที่ 2:8, 5:5 และ 8:2 เมื่อใช้น้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิ (A) น้ำมันข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ (B) และน้ำมันรำข้าวผสมระหว่างข้าวหอมมะลิและข้าวไรซ์เบอร์รี่ (C)	29
4.4	ผลิตภัณฑ์เซรั่มโดยสูตรไมโครอิมัลชัน (A) สูตรที่ 1, (B) สูตรที่ 2 และ (C) สูตรที่ 3	30

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

วิสาหกิจชุมชนคนมีดีพิษณุโลก ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เป็นวิสาหกิจชุมชนที่มีการรวมกลุ่มกันระหว่างเกษตรกรรุ่นใหม่ที่ได้กลับมาทำอาชีพเกษตรกรรมตามโครงการต่าง ๆ เช่น คนกล้าคืนถิ่น ทายาทเกษตรกร ยังสมาร์ทฟาร์มเมอร์ หรือผู้ที่ต้องกลับมาดูแลครอบครัว ซึ่งจากการดำเนินการตามโครงการดังกล่าวพบว่าผลผลิตทางการเกษตรที่ได้จะเป็นรูปแบบเดิมและมีตลาดรองรับน้อย ทำให้ไม่สามารถพัฒนาอาชีพเกษตรกรรมให้มั่นคงและยังยืนต่อไปได้ในสภาพสังคมและเศรษฐกิจที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทำให้เกิดการรวมตัวทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน โดยการรวมกลุ่มเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนขึ้น เพื่อนำประสบการณ์ ความรู้ ความสามารถเฉพาะด้านของแต่ละคนมารวมกันและมีการวางแผนการผลิตสินค้าอย่างเป็นระบบ โดยการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพมาตรฐาน และปริมาณที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งจะทำให้เกษตรกรรุ่นใหม่เกิดความมั่นคงในอาชีพ รวมถึงผู้บริโภคได้สินค้าปลอดภัยและมีคุณภาพมากขึ้น โดยในปัจจุบันทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนมีดีพิษณุโลก ได้มีการผลิตข้าวเพื่อจัดจำหน่าย ซึ่งสินค้าหลักที่จำหน่าย คือ ข้าวหอมมะลิ ข้าวไรซ์เบอรี่ ข้าวเหลืองอ่อน ข้าวกล้อง บรรจุถุง และพืชผลทางการเกษตร ได้แก่ มะม่วงกระเจี๊ยบ และกล้วย เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ที่นำมาวางจำหน่ายยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาต่ำ ไม่มีความหลากหลายและกลุ่มยังขาดทักษะในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม จากการลงพื้นที่เพื่อสำรวจความต้องการภายในชุมชนที่ผ่านมาพบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนมีดีพิษณุโลก มีวัตถุดิบได้จากการสีข้าว คือแกลบและรำเป็นจำนวนมาก โดยในปัจจุบันทางกลุ่มได้มีการนำรำข้าวไปสกัดเป็นน้ำมันรำข้าวเพื่อจำหน่าย นอกจากนี้พบว่าข้าวไรซ์เบอรี่เป็นอีกผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตมากแต่จำหน่ายได้ปริมาณน้อยเพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่บริโภคเฉพาะกลุ่มเท่านั้น จากปัญหาดังกล่าวทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้เกิดแนวคิดในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ข้าว โดยพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากน้ำมันรำข้าว ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะมีคุณสมบัติเพิ่มความชุ่มชื้น เพิ่มความกระจ่างใส และชะลอการเกิดริ้วรอยให้แก่ผิวหนัง

โดยน้ำมันรำข้าว (rice bran oil) ประกอบด้วยสารพฤกษเคมีที่มีสมบัติการต้านออกซิเดชันสูง ได้แก่ กลุ่มสารประกอบฟีนอล เช่น phenolic acids และ flavonoids ข้าวที่มีสีของเมล็ดเป็นสีแดงหรือสีม่วงดำจะมีสารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่ม phenolic compounds, anthocyanins และ proanthocyanins (Itani and Ogawa, 2004) สารต้านออกซิเดชันเหล่านี้ส่วนใหญ่ถูกสะสมอยู่ใน

ส่วนของชั้น pericarp และ aleurone layers ในส่วนของรำข้าว (Abdel- Aal et al., 2006) จึงนิยมนำรำข้าวมาสกัดเป็นน้ำมันและใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเพื่อชะลอการแก่ของเซลล์ ป้องกันการเกิดริ้วรอยก่อนวัย น้ำมันรำข้าวไรซ์เบอร์รีสกัดเย็นมีสาร gamma oryzanol ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยปกป้องผิวจากปฏิกิริยา lipid peroxidation ที่กระตุ้นจากรังสียูวี ทำให้น้ำมันรำข้าวมีคุณสมบัติเป็น sun screen agent ช่วยปกป้องผิวจากแสงแดด (Brigitte, 1995) และมีสาร tocopherol ซึ่งช่วยปรับสภาพผิวจากอนุมูลอิสระที่ถูกกระตุ้นจากรังสียูวี ช่วยป้องกันอาการไหม้แดด (sunburn) และรอยย่น (photo-aging wrinkling) ของผิวหนังได้ (Bissett, 2009) จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้เกิดแนวคิดในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่น้ำมันรำข้าว โดยพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางรูปแบบเซรั่มสูตรไมโครโนอิมัลชัน (microemulsion)

ไมโครอิมัลชันเป็นระบบที่ประกอบด้วยน้ำมัน น้ำ และสารลดแรงตึงผิวในอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยการสร้าง pseudo-ternary phase diagram ทำให้เกิดอนุภาคแขวนลอยที่มีขนาดเล็กมาก (10-140 nm) ทำให้อิมัลชันใส มีความหนืดต่ำ มีความคงตัวทางอุณหพลวัต (thermodynamic) มีวิธีการเตรียมที่ง่ายจากการผสมสารเข้าด้วยกันและเป็นระบบนำส่งสารสำคัญโดยเพิ่มการดูดซึมตัวสารสำคัญผ่านผิวหนังได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นยังป้องกันการเสื่อมสลายของสาระสำคัญได้อีกด้วย

ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้จึงได้มีการศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิและข้าวไรซ์เบอร์รี่ และนำมาพัฒนาระบบไมโครอิมัลชันโดยศึกษาชนิดของสารลดแรงตึงผิวและสารลดแรงตึงผิวร่วมเพื่อหาบริเวณที่เกิดไมโครอิมัลชันจาก pseudo-ternary phase diagram ซึ่งเป็นการพัฒนาโดยใช้สารเคมีใหม่ที่ยังไม่มีการถูกเลือกใช้ในงานวิจัยอื่น ๆ มาก่อนในการเตรียมไมโครอิมัลชัน ดังนั้นในการทดลองจึงมีการคัดเลือกสารเคมีที่มีหน้าที่เป็นสารลดแรงตึงผิวและสารลดแรงตึงผิวร่วมที่เหมาะสม รวมทั้งหาอัตราส่วนที่เหมาะสมด้วย เพื่อให้ได้กระบวนการผลิตที่เหมาะสมและทดสอบความคงตัวของระบบไมโครอิมัลชันดังกล่าวแล้วนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เซรั่ม ซึ่งผลงานวิจัยสามารถนำไปต่อยอดในเชิงพาณิชย์และถ่ายทอดให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้ ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับกรอบการดำเนินงานวิจัยด้านวิสาหกิจชุมชน โดยการนำวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นมาเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถเพิ่มมูลค่าและการเพิ่มรายได้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

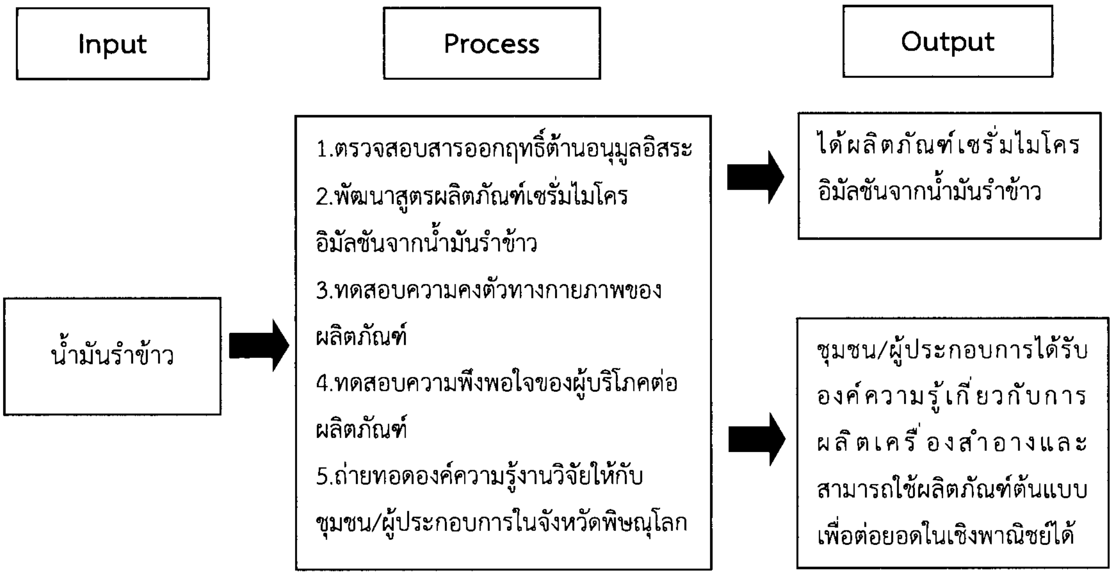
1) เพื่อทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากข้าวไรซ์เบอร์รี่โดยมีการศึกษาเปรียบเทียบกับน้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิ

2) เพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เซรั่มไมโครอิมัลชันจากน้ำมันรำข้าวไรซ์เบอร์รี่
3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์
4) เพื่อทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ไมโคอิมัลชัน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาค้นคว้าวิธีการสกัดจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพและการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เซรั่มไมโครอิมัลชันจากน้ำมันรำข้าวผสมสารสกัดจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ รวมทั้งทดสอบความคงตัวทางกายภาพของผลิตภัณฑ์และทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ จากนั้นถ่ายทอดองค์ความรู้งานวิจัยให้กับวิสาหกิจชุมชนคนมีดีพิษณุโลก ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

1.4 สมมติฐานของการวิจัย



บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าว

ข้าว (rice, *Oryza sativa*) จัดเป็นอาหารหลักของคนไทย และมีการเพาะปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศ สามารถแบ่งได้ตามแหล่งปลูก โดยไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวอันดับ 1 ของโลก โดยในปี 2554 ไทยมีส่วนแบ่งตลาดร้อยละ 30.70 (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันไทยมีส่วนแบ่งการตลาดโลกลดลงจากปัญหาสภาพเศรษฐกิจ การเพาะปลูก และการแข่งขันของประเทศกลุ่มอาเซียนที่สามารถผลิตข้าวได้มากขึ้นและเป็นคู่แข่งที่สำคัญของไทยเนื่องจากมีต้นทุนการผลิตที่ถูกว่า ทำให้อุตสาหกรรมข้าวของไทยเปลี่ยนมาเน้นด้านการแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปหรือผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้สูงขึ้น หรือการเลือกเพาะปลูกข้าวที่มีมูลค่าสูง คือ ข้าวที่มีสี (แดง ม่วง หรือดำ) เช่น ข้าวไรซ์เบอร์รี ข้าวลืมผัว และข้าวสังข์หยด เป็นต้น

2.2 ส่วนประกอบของข้าว

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวแบ่งออกเป็น 6 ส่วนดังต่อไปนี้

2.2.1 ราก มีหน้าที่ยึดลำต้นให้ตั้งตรงและหาอาหารไปเลี้ยงลำต้น รากของข้าวจัดอยู่ในประเภทรากฝอย เมื่อเอาเมล็ดข้าวที่พ้นระยะพักตัวแล้ว แช่น้ำไว้ 24 ชั่วโมง หลังนั้นนำมาหุ้ม (incubation) อีก 48 ชั่วโมง ข้าวจะเริ่มงอกโดยรากที่งอกออกมาครั้งแรกนั้นเป็นรากอ่อนหรือรากแรกกำเนิด (radicle) ขณะข้าวที่เจริญเติบโตขึ้น รากฝอยจะเริ่มเกิดขึ้นโดยงอกมาจากข้อถี่ล่างๆ เรียกรากฝอยชุดที่สองว่า adventitious root ส่วนรากแรกกำเนิดจะค่อยๆหมดอายุและสลายตัวไปเมื่อข้าวมีอายุถึง 25-30 วัน และเมื่อย้ายกล้าไปปักดำ ใบกล้าที่เคยเขียวอยู่ในแปลงกล้าก็จะค่อยๆเหลืองขึ้น เนื่องจากรากของต้นกล้าถูกถอน และเมื่อรากงอกออกมาใหม่จากข้อที่อยู่ใต้ผิวดินเริ่มหาอาหารเลี้ยงต้นและใบ ใบก็จะเริ่มเขียวขึ้นมาใหม่ในสภาพปกติ รากของข้าวจะแพร่อยู่ใต้ผิวดิน

2.2.2 ต้น ประกอบไปด้วยข้อและปล้อง ข้อเป็นที่เกิดของใบ ที่ข้อมีตา ตาจะเจริญขึ้นเป็นหน่อใหม่ซึ่งจะทำให้ข้าวหนึ่งต้นแตกกอขึ้นเป็นหลายต้นได้ ปล้องของข้าวกลวงและแถบนุ่มเล็กอยู่เหนือตำแหน่งตาก่อนที่ข้าวจะสร้างช่อดอก ข้าวจะยังไม่ยืดปล้องขึ้นมา ลักษณะที่เราเรียกว่าต้นข้าวในระยะก่อนที่ข้าวจะสร้างช่อกอดนั้นก็คือ ใบและกาบต้นข้าวมีลักษณะสั้นถี่ อยู่เหนือจุดกำเนิดราก

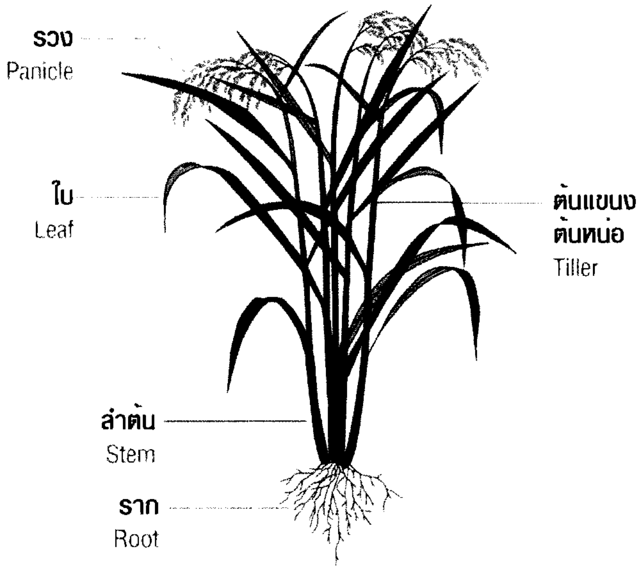
2.2.3 ใบ มีลักษณะเป็นแผ่นบาง แคบ และยาว มีกำเนิดจากข้อในทิศทางสลับกัน ใบประกอบด้วย 2 ส่วนคือ กาบใบและตัวใบ กาบใบมีกำเนิดจากข้อและหุ้มห่อปล้องที่อยู่เหนือขึ้นไป แต่ละข้อจะมีเพียงกาบใบเดียวเท่านั้น ตัวใบเดียวจะเชื่อมอยู่บนกาบใบตรงที่เรียกว่า ข้อต่อใบ ตัวใบมีเส้นใบเป็นเส้นขนานตามลักษณะของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีท่อน้ำท่ออาหารใหญ่อยู่ตรงกลางใบเรียกว่า เส้นกลางใบ ใบสุดท้ายของข้าว เรียกว่า ใบธง ใบธงจะทำมุมกับต้นข้าวต่างกันไปแล้วแต่พันธุ์ข้าว ใบธงมีหน้าที่สำคัญที่สุดคือ ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงสร้างอาหารไปสะสมที่เมล็ด

2.2.4 รวง คือ ช่อดอกของข้าว เกิดขึ้นที่ปล้องสุดท้าย ระยะตั้งแต่ข้อของปล้องสุดท้ายลงมาจนถึงกาบของใบธง เรียกว่า คอรวง ข้าวต่างจะมีคอรวงสั้นยาวต่างกันออกไป

2.2.5 ดอก ดอกข้าว เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ลักษณะดอกประกอบด้วยเปลือกนอก 2 แผ่น คือเปลือกนอกแผ่นใหญ่เรียกว่า lemma และเปลือกนอกเล็กเรียกว่า palea ซึ่งภายใน lemma และ palea ประกอบด้วยเกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมีย ดังนั้นเมื่อดอกข้าวบานจากปลายรวงสู่โคนรวง ก้านชูเกสรตัวผู้จะส่งอับเรณูโผล่อออกมาจากดอกข้าวซึ่งเป็นขณะเดียวกันกับอับเรณูแตกและละอองเรณูจะร่วงหล่นลงบนเกสรตัวเมีย และจะส่งท่อนำเชื้อตัวผู้ไปผสมกับเชื้อตัวเมียที่รังไข่ ด้วยเหตุนี้ข้าวจึงจัดเป็นพืชผสมตัวเอง

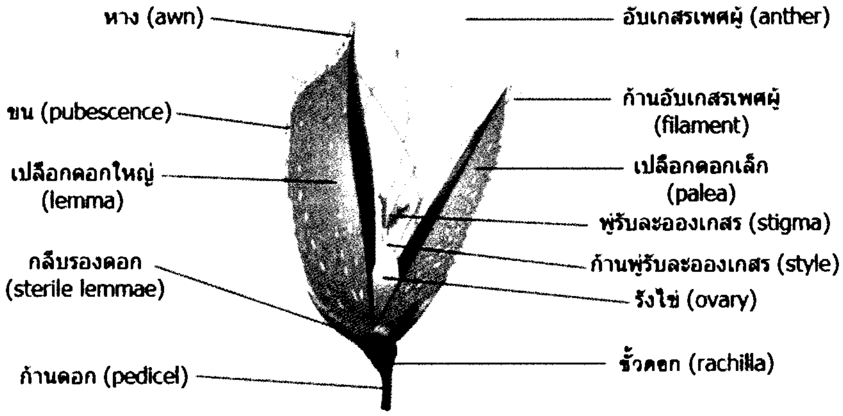
2.2.6 เมล็ดข้าว เมื่อเรณูกระจายออกมาในช่วงอับเรณูแตกและตกลงบนยอดเกสรตัวเมียแล้ว ท่อนำนิวเคลียสเพศผู้จะงอกเข้าไปในก้านชูเกสรตัวเมียเข้าสู่รังไข่ นิวเคลียสหนึ่งจะเข้าผสมกับไข่ในรังไข่แล้วเจริญขึ้นเป็นคัพภะ อีกนิวเคลียสหนึ่งจะเข้าผสมกับไข่อื่นที่เหลืออีก 2 ชุดแล้วเจริญขึ้นเป็นเอ็นโดสเปิร์ม เมล็ดข้าว ประกอบด้วยสองส่วนหลัก คือ ส่วนที่ห่อหุ้มเมล็ดข้าวหรือผล เรียกว่า แกลบ (hull หรือ husk) และส่วนเนื้อผลหรือผลแท้ (true fruit หรือ caryopsis grain) หรือข้าวกล้อง (brown rice หรือ caryopsis) แกลบประกอบด้วยเปลือกใหญ่ (lemma) เปลือกเล็ก (palea) ประกบกัน โดยแกลบจะถูกกำจัดออกระหว่างการสีข้าวส่วนประกอบของเมล็ดข้าวเรียงลำดับจากชั้นนอกถึงชั้นในคือเยื่อหุ้มผล (pericarp) เยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) นิวเซลลัส(nucellus) เยื่อหุ้มชั้นใน (aleurone layer) และส่วนของเนื้อสตาร์ช (starchy endosperm) ซึ่งมีมากที่สุดในเมล็ดข้าว (ประมาณร้อยละ 80 ของเมล็ดทั้งหมด) (อรอนงค์, 2547) ปลายข้าว เป็นเมล็ดข้าวหักขนาดเล็กที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 7 (มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2555) เป็นผลพลอยได้จากการสีข้าวคิดเป็นปริมาณร้อยละ 15 ปลายข้าวประกอบด้วยละอองข้าวหรือเยื่อหุ้มเมล็ด เมล็ดข้าวที่หักและจมูกข้าว (embryo) ปลายข้าวมีทั้งขนาดขนาดเล็กและขนาดใหญ่ (ธาตรี, 2549) ปลายข้าวหรือข้าวหักประมาณร้อยละ 70 ถูกนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์และแปรรูปอาหารรวมถึงการนำมาใช้เป็นส่วนผสม

ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ดังรายงานของ ประสิทธิ์ (2553) ระบุว่า บริษัทอเมริกันแห่งหนึ่งมีผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากข้าวได้แก่ครีมบำรุงผิว แชมพู ครีมล้างหน้า ครีมอาบน้ำ เป็นต้น



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของต้นข้าว

ที่มา : http://www.allricesurin.com/article/58/ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของเมล็ดข้าว

ที่มา : http://www.ricethailand.go.th/Rkb/varieties

2.3 น้ำมันรำข้าว

รำข้าว หมายถึง ส่วนเยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ด นิวเซลลัส ชั้นแอลิวโรน ชั้นซับแอลิวโรน และคัพภะของเมล็ดข้าว (อรอนงค์, 2547) รำข้าวได้จากการสีข้าว ซึ่งจะได้ประมาณ 8-10% ของน้ำหนักข้าวเปลือกทั้งหมด รำขาวมีองคประกอบหลายชนิดไดแก โปรตีนประมาณ 15% ไขมันประมาณ 15-30% เส้นใย 6-20% และคาร์โบไฮเดรตซึ่งอาจมีปริมาณสูงถึง 50% องค์ประกอบของรำข้าวขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของข้าว เทคนิคการสีข้าว และวิธีการทำให้เกิดความเสถียร (Stabilization) ของข้าว

2.4 น้ำมันรำข้าวต่อผิวหนัง

น้ำมันรำข้าว เป็นน้ำมันที่สกัดมาจากรำข้าว ประกอบด้วยสารกลุ่มฟอสโฟไลปิด (Phospholipids) และกลุ่มของเซราไมด์ (Ceramide) ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของชั้นใต้ผิวหนัง ช่วยทำให้ผิวหนังมีความยืดหยุน ปราศจากริ้วรอยที่เกิดก่อนวัย โดยเซราไมด์ยังมีคุณสมบัติเพิ่มความกระจ่างใสได้ (Brightening agent) (Verleyen, 2001) ซึ่งสามารถยังยั้งการสังเคราะห์เมลานิน และยังเป็นสารเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ผิวหนังเช่นกัน นอกจากนี้ น้ำมันรำข้าว ประกอบด้วยสารสำคัญที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ วิตามินอี (Tocotrienol) และออริซานอล (Oryzanol) (Muntana and Prasong, 2010)

2.5 ความสำคัญของสารต้านออกซิเดชันต่อผิวหนัง

ทฤษฎีที่เกี่ยวกับอนุมูลอิสระมีการพูดถึงกันมาอย่างยาวนานกว่าครึ่งศตวรรษ ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1954 โดยกระบวนการแก่ชราเป็นจุดเริ่มต้นของปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดอนุมูลอิสระ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความเสื่อมสภาพของระบบต่าง ๆ ในร่างกายเมื่อเวลาผ่านไป โดยต่อมาได้ค้นพบว่าการเกิดอนุมูลอิสระนั้นมีจุดเริ่มต้นมาจากไมโทคอนเดรีย (mitochondrion) ซึ่งเป็นแหล่งสร้างพลังงานของเซลล์ และช่วงอายุของเซลล์ก็ถูกกำหนดด้วยอัตราการทำลายไมโทคอนเดรียของอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น ดังนั้นการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันและลดการเกิดอนุมูลอิสระสามารถช่วยยืดอายุของเซลล์สิ่งมีชีวิตได้ ไม่ว่าจะเป็นการยับยั้งโดยสารต้านออกซิเดชันที่ไปขัดขวางปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดออกซิเดชัน เช่น วิตามินอี หรือลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันให้ช้าลงโดยไปจับกับโลหะหนักต่างๆ เช่น ทองแดง เหล็ก และตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (catalysts) ชนิดต่าง ๆ (Harman, 2003)

การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเกิดริ้วรอยบริเวณผิวหนังซึ่ง ปฏิกิริยาออกซิเดชันดังกล่าวสามารถเกิดขึ้นได้จากภายในร่างกายของมนุษย์เอง หรือถูกกระตุ้นจาก

สิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น การสัมผัสกับอากาศ แสงแดด มลภาวะ สารเคมีชนิดต่าง ๆ รวมทั้งความเครียดด้วย (Rinnerthaler et al.,2015; Poljšak and Dahmane,2012) โดยสิ่งกระตุ้นเหล่านี้จะก่อให้เกิดอนุมูลอิสระและอนุมูลอิสระของออกซิเจน (reactive oxygen species; ROS) ซึ่งได้แก่ อนุมูลซูเปอร์ออกไซด์ ($O_2^{\bullet -}$) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) อนุมูลไฮดรอกซิล ($HO^{\bullet}$) และซิงเกิลออกซิเจน ($^1O_2$) เป็นต้น โดยที่อนุมูลอิสระของออกซิเจนเหล่านี้จะก่อให้เกิดความเครียดภายในเซลล์ ที่เรียกว่า oxidative stress ซึ่งโดยปกติร่างกายคนเราจะมีกลไกที่คอยต่อสู้กับความเครียดภายในเซลล์ที่เกิดขึ้นดังกล่าว ซึ่งกลไกการป้องกันผิวหนังจากรังสีอัลตราไวโอเลตจากแสงแดดโดยธรรมชาติของร่างกายมนุษย์ ได้แก่ เม็ดสีผิว และเอนไซม์ที่มีสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น เอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส (superoxide dismutase, SOD) เอนไซม์กลูต้าไทโอนเพอร์ออกซิเดส (glutathione peroxidase, GPx) และเอนไซม์คะตาเลส (catalase) ต่าง ๆ แต่หากเกิด oxidative stress มากเกินไป จนทำให้ร่างกายไม่สามารถต้านทานได้ก็จะก่อให้เกิดอันตรายและความเสียหายต่อเซลล์ต่อไป แต่อย่างไรก็ตามเราสามารถรับสารต้านอนุมูลอิสระจากภายนอกได้ เช่น การรับประทานอาหารที่มีวิตามินเอ วิตามินซี และวิตามินอี หรือป้องกันผิวหนังจากภายนอกโดยใช้ผลิตภัณฑ์กันแดด หรือใช้เครื่องสำอางที่มีสมบัติในการต้านออกซิเดชัน เป็นต้น (Poljšak and Dahmane, 2012)

2.6 สารต้านออกซิเดชันในข้าว

ข้าวมีสารพฤกษเคมีที่มีสมบัติการต้านออกซิเดชันกลุ่มสารประกอบฟีนอล ซึ่งส่วนใหญ่คือ phenolic acids, flavonoids และ oryzanol ขณะที่ข้าวที่มีสีของเมล็ดเป็นสีแดงหรือสีม่วงดำ ได้รับการยอมรับว่าเป็นแหล่งสำคัญของสารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่ม phenolic compounds, anthocyanins และproanthocyanins สูง สารต้านออกซิเดชันเหล่านี้ส่วนใหญ่ถูกสะสมอยู่ในส่วนของชั้น pericarp และ aleurone layers ของเมล็ดข้าว (Abdel-Aal et al., 2006) จึงทำให้ส่วนของรำข้าว (rice bran) มีปริมาณสารต้านออกซิเดชันเหล่านี้สูงกว่าส่วนของเมล็ดข้าว โดยรายงานของ Gunaratne et al. (2013) พบว่า รำข้าวมีปริมาณของ total phenolic compounds, proanthocyanin, phenolic acid, gamma-oryzanol และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเมื่อวัดด้วยวิธี ABTS method สูงกว่าข้าวกล้อง (brown rice) และข้าวขัดขาว (polished rice) ชนิดและปริมาณของสารต้านออกซิเดชันในข้าวมีความแตกต่างกันขึ้นกับสายพันธุ์

2.7 ระบบไมโครอิมัลชัน (Microemulsion system)

โดยทั่วไป มีการให้คำนิยามระบบไมโครอิมัลชันว่าเป็น “ระบบของน้ำ น้ำมัน และสารลดแรงตึงผิว (หรือสารชอบน้ำและไขมัน) ซึ่งเป็นสารละลายที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียวและมีคุณสมบัติเชิงแสงเหมือนกันทุกทิศทาง (single optically isotropic) และเป็นสารละลายมีความคงตัวทางอุณหพลวัต (thermodynamic stability)” ไมโครอิมัลชันเป็นระบบกระจายของน้ำมันและน้ำ ที่ทำให้เกิดความคงตัวด้วยฟิล์มระหว่างผิว (interfacial film) ของสารลดแรงตึงผิวซึ่งส่วนใหญ่ต้องใช้ร่วมกับสารลดแรงตึงผิวร่วม (co-surfactant) และสารลดแรงตึงผิวร่วมที่ใช้อย่างแพร่หลายเป็นประเภทโพลีไฮดรอกซี (polyhydroxy compound) และแอลกอฮอล์ชนิดสายโซ่สั้นหรือปานกลาง (Lawrence, 2000) ปัจจุบันนี้ได้มีการแบ่งไมโครอิมัลชันตามโครงสร้างและระดับไมโคร (microstructure) ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ (1) น้ำในน้ำมัน (water-in-oil, w/o) (2) ต่อเนื่องแบบคู่ (bicontinuous) และ (3) น้ำมันในน้ำ (oil-in-water, o/w)

เมื่อดูจากส่วนประกอบของระบบไมโครอิมัลชันจะมีความคล้ายคลึงกับระบบอิมัลชันมาก เนื่องจากมีส่วนประกอบเป็นน้ำมัน น้ำ และสารลดแรงตึงผิว เช่นเดียวกัน ข้อแตกต่างที่สำคัญระหว่างอิมัลชันและไมโครอิมัลชัน คือ ขนาดและรูปร่างของหยดของเหลวที่กระจายในวัฏภาคต่อเนื่อง ซึ่งเป็นสิ่งบ่งชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างความคงตัวทางอุณหพลวัตของทั้ง 2 ระบบ (ตารางที่ 1) อิมัลชันเป็นระบบที่มีความคงตัวทางจลศาสตร์ (kinetically stable) แต่ไม่คงตัวทางอุณหพลวัต และหลังการเก็บไว้ระยะหนึ่ง อาจเกิดการรวมตัวของหยดของเหลวที่อาจนำไปสู่การแยกชั้นของเหลวเป็นสองวัฏภาคในทางตรงกันข้าม ไมโครอิมัลชันมีความคงตัวทางอุณหภูมิอุณหพลวัตจึงไม่เกิดการแยกชั้นของสองวัฏภาค สำหรับอิมัลชันขนาดเล็กที่อาจเรียก มินิอิมัลชัน (mini-emulsion) หรือ นาโนอิมัลชัน (nanoemulsion) เป็นอิมัลชันที่มีขนาดหยดของเหลวที่เล็กกว่าไมครอน ซึ่งช่วยเพิ่มความคงตัวทางจลศาสตร์ได้ดีเช่นเดียวกัน แต่ยังมีความคงตัวของอนุภาคต่ำกว่าไมโครอิมัลชัน (Boonme, 2007; Junyaprasert and Boonme, 2002)

ตารางที่ 2.1 บทสรุปข้อแตกต่างที่เปรียบเทียบระหว่างอิมัลชัน นาโนอิมัลชัน และไมโครอิมัลชัน

	ชนิดของอิมัลชัน		
สมบัติ	**แมคโครอิมัลชัน**	**นาโนอิมัลชัน**	**ไมโครอิมัลชัน**
ลักษณะที่มองเห็น	ทึบแสงเป็นน้ำนม	โปร่งแสง	โปร่งใส
ขนาดของหยดเหลว	มากกว่า 1 ไมโครเมตร	20-200 นาโนเมตร	10-100 นาโนเมตร
ความคงตัว	ไม่คงตัว	จลนศาสตร์	อุณหพลวัต
การสร้าง	ต้องการพลังงาน	ต้องการพลังงาน	เกิดขึ้นได้เอง
ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว	ต่ำ	ต่ำ	สูง

2.8 การสร้างและความคงตัวของไมโครอิมัลชัน

การสร้างและความคงตัวของไมโครอิมัลชันอธิบายได้จากการเปลี่ยนแปลงพลังงานอิสระ (free energy) ที่ทำให้หยดของเหลวคงรูปอยู่ได้และมีความคงตัว พลังงานอิสระ (G_f) ซึ่งเกิดขึ้นได้จาก (1) สารลดแรงตึงผิวที่ลดแรงตึงระหว่างผิว (interfacial tension) ของสองวัฏภาค และ (2) การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปี (entropy) ของระบบ ตามสมการดังต่อไปนี้ $\Delta G_f = \gamma_i \Delta A - T\Delta S$

โดยที่ γ_i แรงตึงระหว่างผิว A เป็นพื้นที่ผิวของหยดของเหลว T อุณหภูมิสัมบูรณ์ และ ΔS เป็นค่าการเปลี่ยนแปลงเอนโทรปีของระบบ

ในสภาวะที่มีสารลดแรงตึงผิวและสารลดแรงตึงผิวร่วม ทำให้ γ_i มีค่าต่ำมากจนเข้าใกล้ศูนย์ A ที่เป็นพื้นที่ผิวของหยดของเหลวขนาดเล็กมากจะมีค่าที่สุดมาก ค่า $\gamma_i \Delta A$ เป็นส่วนที่ส่งผลกระทบต่อความไม่คงตัวต่อไมโครอิมัลชัน ซึ่งจะมีค่าลดลงเมื่อแรงตึงระหว่างผิวมีค่าลดลง ในทางตรงกันข้าม ค่า $T\Delta S$ ของไมโครอิมัลชันมีค่าที่สูงมาก เนื่องจากการผสมวัฏภาคหนึ่งเข้าสู่อีกวัฏภาคหนึ่งและเกิดการสร้างหยดของเหลวในปริมาณมหาศาล ในขณะเดียวกันการแพร่ของสารลดแรงตึงผิวในชั้นระหว่างผิวและการแลกเปลี่ยนมอนอเมอร์ ในไมเซลล์ของสารลดแรงตึงผิวเป็นผลทำให้เกิดการเพิ่มค่าเอนโทรปี ดังนั้น ค่า ΔG_f ของไมโครอิมัลชันจึงจะมีค่าเป็นลบเสมอ (Aserin, 2005)

ผู้พัฒนาสูตรตำรับไมโครอิมัลชันต้องมีความระมัดระวังในการเลือกสารลดแรงตึงผิวและธรรมชาติของสองวัฏภาค ในการที่จะทำให้ค่าแรงตึงระหว่างผิวมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ สามารถไฮเดรทอย่างเหมาะสมในส่วนหัวของสารลดแรงตึงผิว ด้วยวิธีการนี้ทำให้ผลกระทบต่อการไม่คงตัวจากการเพิ่มพื้นที่ผิวมีค่าต่ำสุด และการเพิ่มเอนโทรปีจะเกิดมากที่สุด ไมโครอิมัลชันดังกล่าวจะเกิดการสร้างขึ้นได้เอง (spontaneous, self-associate หรือ self-aggregate) และเกิดความคงตัวทางอุณหพลวัต

ด้วยขนาดหยดของเหลวของไมโครอิมัลชันมีขนาดที่เล็กกว่าความยาวคลื่นแสงที่มองเห็นเป็นอย่างมาก ไมโครอิมัลชันจึงมีลักษณะโปร่งใส (transparent) และโครงสร้างของมันไม่สามารถตรวจสอบได้โดยการใช้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดาและไมโครอิมัลชันมีพื้นที่ผิวที่สูงมาก ดังนั้น สามารถบรรจุหรือกักเก็บสารปริมาณมากที่ไม่ละลายในวัฏภาคต่อเนื่องภายนอกลงในแกนกลางหรือบริเวณระหว่างผิว (interface) โมเลกุลสารที่บรรจุอยู่บริเวณหน้าสัมผัสจะอยู่ในสภาพถูกละลาย ดังนั้น ประสิทธิภาพของไมโครอิมัลชัน อาจวัดได้จากความจุของสารละลายของสารละลาย (solubilization capacity) ของงสาร

2.9 ส่วนประกอบของไมโครอิมัลชันและการสร้างแผนภาพเฟส

เมื่อผสม น้ำมัน น้ำ สารลดแรงตึงผิว และสารลดแรงตึงผิวร่วม เข้าด้วยกัน ไมโครอิมัลชันเป็นระบบเดียวในกลุ่มโครงสร้างนี้ที่สามารถสร้างขึ้นได้เองโดยขึ้นกับธรรมชาติทางเคมีและความเข้มข้นของสารประกอบ อุณหภูมิ และความดัน วิธีการที่เป็นประโยชน์ต่อการแสดงให้เห็นอนุกรมซับซ้อนของอันตรกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อผสมสารประกอบในอัตราส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน คือการสร้างแผนภาพเฟส (phase diagram) โดยให้แต่ละมุมของแผนภาพแสดงค่าความเข้มข้นของสารแต่ละชนิดเป็นร้อยละ 100 ดังที่แสดงให้เห็นในภาพที่ 2.3a ในแผนภาพเฟสไตรภาค (ternary phase diagram) สามารถชี้ให้เห็นบริเวณที่เกิดเป็นไมโครอิมัลชันหรือระบบโครงสร้างใกล้เคียงอื่นที่เกิดขึ้นในภาพที่ 2.3b แสดงให้เห็นบริเวณที่เกิดเป็นไมโครอิมัลชันทั้งสามชนิด ได้แก่ ชนิดน้ำในน้ำมัน ต่อเนื่องแบบคู่ และน้ำมันในน้ำ ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้เองโดยขึ้นกับธรรมชาติ (Lawrence, 2000)

ถึงแม้ว่าไมโครอิมัลชันสามารถเกิดขึ้นได้เองและไม่ต้องอาศัยพลังงานในการเตรียม แต่มีหลายปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเตรียมไมโครอิมัลชันและคุณสมบัติของไมโครอิมัลชันที่เตรียมได้ ปัจจัยเหล่านี้ ได้แก่ ชนิดและความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวน้ำมัน และสารลดแรงตึงผิวร่วม ดังนั้นปัญหาของการพัฒนาสูตรไมโครอิมัลชันคือไม่มีทฤษฎีตายตัวสำหรับการเลือกใช้ส่วนประกอบที่เหมาะสม สำหรับการหาชนิดและปริมาณของสารประกอบที่เหมาะสมระบบไมโครอิมัลชัน วิธีการสร้างแผนภาพเฟสเป็นแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการหาบริเวณของอัตราส่วนขอสารประกอบที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดเป็นไมโครอิมัลชัน (Aboofazeli, 1994)

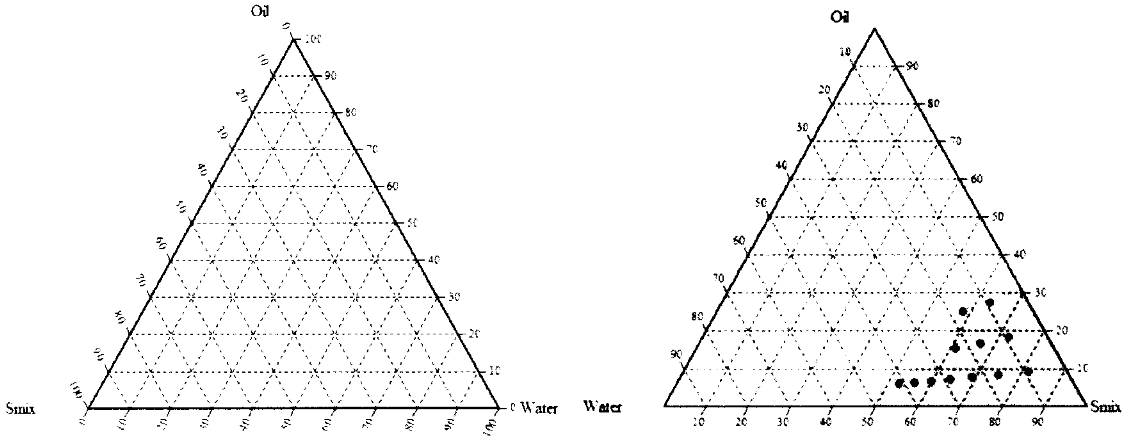
การประเมินปริมาณที่เหมาะสมของสารประกอบแต่ละชนิดสำหรับการสร้างไมโครอิมัลชันสามารถทำได้โดยการสร้างแผนภาพเฟสไตรภาค ซึ่งสามารถทำได้โดย 2 วิธีการ คือ (1) การไตเตรทส่วนผสมของสารประกอบ 2 ชนิด ด้วยสารประกอบชนิดที่ 3 และ (2) การเตรียมตัวอย่างจำนวนมากในอัตราส่วนของสารประกอบต่าง ๆ กัน ทั้งสองวิธีนี้จะให้ผลที่เหมือนกัน ถ้าของผสมทั้งหมดถึงจุดสมดุลได้อย่างรวดเร็ว ในทางตรงกันข้ามถ้าของผสมไม่สามารถเข้าสู่จุดสมดุลได้อย่างรวดเร็ว ควรเลือกใช้วิธีการที่ 2 ในการสร้างแผนภาพเฟสไตรภาค

สำหรับไมโครอิมัลชันทั่วไปที่ประกอบด้วย น้ำมัน น้ำ และสารลดแรงตึงผิว การสร้างแผนภาพเฟสของระบบทำได้โดยการสร้างแผนภาพเฟสไตรภาคซึ่งมีมุมแต่ละมุมของแผนภาพแสดงปริมาณสารเป็นร้อยละ 100 อย่างไรก็ตามไมโครอิมัลชันจะมีการเติมสารประกอบอื่นเพิ่มเติม ได้แก่ สารลดแรงตึงผิวร่วม ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบผลของสารประกอบชนิดที่ 4 หรือจำนวนที่มากกว่าต่อระบบ อาจใช้วิธีการสร้างเป็นแผนภาพเฟสชนิดสองมิติโดยให้สารประกอบตัวหนึ่งมีค่าคงที่ แล้วแล้วเปลี่ยนแปลง เปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนที่คงที่ เช่น สารลดแรงตึงผิว/สารลดแรงตึงผิวร่วม น้ำ/ตัว

สารสำคัญ หลังจากสร้างแผนภาพเฟสได้แล้ว สามารถทำการเตรียมไมโครอิมัลชันได้ง่ายด้วยการผสมสารประกอบที่อัตราส่วนเหมาะสมตามที่ปรากฏบริเวณไมโครอิมัลชันในแผนภาพเฟส (Wang, 2013)

ในทางเภสัชกรรมนิยมใช้สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุในการเตรียมไมโครอิมัลชัน เช่น เอทอกซิเลตซอร์บิแทนเอสเทอร์ (ethoxylated sorbitan ester) หรือ ทวีน (Tween) ซึ่งเป็นกลุ่มสารลดแรงตึงผิวที่รู้จักกันดีและเป็นที่นิยมใช้กันอย่างมาก น้ำมันละหุ่งชนิดไฮโดรจิเนตเอทอกซิเลต (hydrogenenated ethoxylated castor oil) ที่มีกลุ่มทอกซิเลต 8-40 กลุ่มเป็นสารลดแรงตึงผิวที่มีประสิทธิภาพสูง นอกจากนั้นยังพบการใช้เอทอกซิเลตแฟตตีแอลกอฮอล์ (ethoxylated fatty alcohol หรือ Myrj) เอทอกซิเลตแฟตตีแอซิต (ethoxylated fatty acid หรือ Brij) โพลอกซาเมอร์ (poloxamer) หรือ โพลีออกซีเอทิลีนไกลคอลบล็อก (polyoxyethylene glycol blocks) Brij 97 หรือ Brij 96 หรือ C_(18:1) E_10หรือ โพลีออกซีเอทิลีน-10-โอลิอิลอีเทอร์ (polyoxyethylene-10-oleyl ether) สารต่างๆเหล่านี้เป็นสารที่นิยมใช้เป็นสารทำอิมัลชันสำหรับเตรียมอิมัลชันธรรมดาชนิดน้ำในน้ำมันและชนิดน้ำมันในน้ำ ซึ่งมีการใช้มากในตำรับเครื่องสำอางและเป็นที่นิยมมาใช้ในการเตรียมไมโครอิมัลชันหลายประเภท สารลดแรงตึงผิวชนิดเอทอกซิเลตเป็นสารที่มีความไวต่ออุณหภูมิและจะกลายเป็นสารไม่ชอบน้ำเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น สารลดแรงตึงผิวมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่น้อยกว่า ได้แก่ ซูกาเอสเทอร์ (sugar esters) และโพลีไกลคอลเอสเทอร์ (polyglycol esters) สำหรับซู กาเอสเทอร์เป็นสารลดแรงตึงผิวที่ไม่ระคายเคืองที่นิยมใช้มากในประเทศญี่ปุ่นแต่ไม่เป็นนิยมใช้ในประเทศทางแถบตะวันตก ที่ส่วนใหญ่จะนิยมใช้โพลีไกลคอลเอสเทอร์ของกรดไขมัน (PGEs) มากกว่า เนื่องจากสารนี้ให้ผลในการเป็นสารเพิ่มการดูดซึมด้วย

สารลดแรงตึงผิวชนิดมีประจุที่นิยมใช้ คือ Aerosol OT (AOT) หรือ บิส-2-เอทิลเฮกซิลซัลโฟซักซิเนสโซเดียม (bis (2-ethylhexyl) sulfosuccinaye sodium) มีรายงานว่าสารนี้ถูกนำมาใช้ในการนำส่งยาผ่านผิวหนัง และมีการศึกษาหนึ่งได้ระบุว่าไมโครอิมัลชันของ AOT มีความปลอดภัยในการใช้เป็นตัวพาผ่านผิวหนัง



a b

ภาพที่ 2.3 แผนภาพเฟสไตรภาค (ternary phase diagram) (a) และพื้นที่เกิดไมโครอิมัลชัน (b) ของระบบไมโครอิมัลชัน

ที่มา : Chemix Program

2.10 กลไกของการแพร่ผ่านผิวหนังของไมโครอิมัลชัน

สามารถเพิ่มการแพร่ผ่านผิวหนังได้จากการเพิ่ม thermodynarmic activity ของตัวยาในไมโครอิมัลชันที่สามารถประยุกต์ให้เกิดการเอื้อต่อการแบ่งส่วนเข้าสู่สตราตัมคอร์เนียม (Delgado-Charro, 1997) การแทรกผ่านของสารที่บรรจุเกิดขึ้นโดยตรงจากหยดของเหลวเข้าสู่สตราตัมคอร์เนียมโดยไม่ให้หลอมตัวเข้ากับชั้นสตราตัมคอร์เนียม หยดไมโครอิมัลชันอาจแตกออกบนพื้นผิวของสตราตัมคอร์เนียมจากนั้นก็ปลดปล่อยสารบรรจุเข้าสู่ชั้นผิวหนัง (Peltola, 2003) โดยไมโครอิมัลชันจะค่อย ๆ ปลดปล่อยตัวยา โดยสามารถทำตัวเหมือนเป็นส่วนกักเก็บยาโดยให้ตัวยาที่บรรจุอยู่สามารถปลดปล่อยออกจากวัฏภาคเทียมภายในเข้าสู่วัฏภาคเทียมภายนอก และในที่สุดเข้าสู่ชั้นผิวหนัง (Peltola, 2003)

2.11 ผลิตภัณฑ์เซรั่มและสารละลาย

ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางในรูปแบบเซรั่มและสารละลาย เป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบของเหลวที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน เนื่องจากการที่มีลักษณะเป็นของเหลว จึงทำให้สามารถแพร่กระจายบนผิวหนังได้ดี ให้ความรู้สึกดีเมื่อทาบนผิวหนัง ในการตั้งตำรับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางในรูปแบบเซรั่มและสารละลาย นอกเหนือจากสารออกฤทธิ์แล้ว จำเป็นต้องมีองค์ประกอบหลักที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง

ได้แก่ตัวทำละลาย ซึ่งการศึกษาค่าการละลายของสารออกฤทธิ์ในตำรับนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยให้ผู้ผลิตสามารถเลือกตัวทำละลายในตำหรับผลิตภัณฑ์ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งตัวทำละลายในตำรับแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ น้ำและน้ำมัน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) น้ำ เป็นตัวทำละลายที่มีขั้ว นิยมใช้เป็นตัวทำละลายหลักในการเตรียมผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางในรูปแบบเซรั่มและสารละลาย ดังนั้น สารออกฤทธิ์ที่เหมาะสมจะนำมาเตรียมผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางในรูปแบบดังกล่าว จึงจำเป็นที่จะต้องสามารถละลายได้ดีในน้ำ แต่หากสารออกฤทธิ์นั้นละลายได้ไม่ดีนัก อาจใช้เทคนิคการละลายต่าง ๆ หนังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ในการเพิ่มการละลายของสารออกฤทธิ์ในตำรับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางแบบเซรั่มและสารละลายได้

2) น้ำมัน ในกรณีที่สารออกฤทธิ์ละลายได้ดีในน้ำมัน ผู้ผลิตอาจพิจารณาการเตรียมผลิตภัณฑ์ในรูปแบบเซรั่มและสารละลายที่ใช้น้ำมันเป็นตัวทำละลายได้ แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ในรูปแบบนี้ไม่เป็นที่นิยมมากนัก จะให้ความรู้สึกเป็นมันและเหนอะเหนียวเมื่อใช้บริเวณผิวหน้า แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ในรูปแบบนี้สามารถช่วยป้องกันผิวหนังจากการสูญเสียความชุ่มชื้นได้ดีกว่าผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอื่น ๆ น้ำมันที่นำมาใช้เป็นตัวทำละลายในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางรูปแบบเซรั่มและสารละลายนั้น อาจเป็นน้ำมันที่ได้จากการสังเคราะห์ เช่น mineral oil, isopropyl palmitate, isopropyl myristate หรือน้ำมันที่ได้จากธรรมชาติ เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันมะกอก น้ำมันรำข้าว เป็นต้น

3) สารเติมแต่งในตำรับ สารเติมแต่งในตำรับผลิตภัณฑ์ (Additives) เป็นสารที่ผู้ผลิตตั้งใจเติมลงไปในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะบางประการ เช่น การเติมสารกันเสียหรือสารต้านอนุมูลอิสระเพื่อยืดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ การเติมสีและน้ำหอมเพื่อเพิ่มความน่าใช้ให้แก่ผลิตภัณฑ์ ทั้งยังช่วยตอบสนองความพึงพอใจของผู้บริโภค และช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์อื่นๆ นอกจากนี้ยังอาจจะเติมสารเพิ่มความชุ่มชื้นและสารเพิ่มความนุ่มลื่นผิว เพื่อให้ได้ผลที่ดีต่อการใช้งานบริเวณผิวหนังได้อีกด้วย

ผลิตภัณฑ์เซรั่มสามารถใช้ได้กับคนทุกวัย โดยเลือกผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับช่วงวัย เช่น เซรั่มสารต้านออกซิเดชัน สารเพิ่มความชุ่มชื้น และบำรุงผิว หรืออื่น ๆ ผลิตภัณฑ์เซรั่มสามารถเตรียมได้ทั้งในรูปแบบเจล อิมัลชัน น้ำ และออยล์ โดยผลิตภัณฑ์เซรั่มจะมีการใช้สารออกฤทธิ์ที่เข้มข้นมากกว่าผลิตภัณฑ์ครีมและผลิตภัณฑ์เจลบำรุงผิวทั่วไป ส่งผลทำให้ราคาของเซรั่มมักสูงกว่าผลิตภัณฑ์อื่น ๆ

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

1) น้ำมันข้าวไรซ์เบอร์รี่ ผลิตโดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนมีดี จังหวัดพิษณุโลก
2) น้ำมันข้าวหอมมะลิ ผลิตโดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนมีดี จังหวัดพิษณุโลก

3.1.2 วัสดุและสารเคมี

1) DPPH (Sigma-Aldrich, GmbH, Germany)
2) Butylated hydroxytoluene (Sigma-Aldrich, GmbH, Germany)
3) Ceteareth-20 (Eumulgin® b2) (Connell bros. co.Ltd., Thailand)
4) Ceteareth-30 (Eumulgin® b3) (Connell bros. co.Ltd., Thailand)
5) Ethoxydiglycol (Transcutol® CG) (P.C. Intertrade Co. Ltd., Thailand)
6) Jasmine rice fragrance (Thai-China Flavors and Fragrances Industry Co. Ltd., Thailand)
7) Lauryl Glucoside, Polyglyceryl-2 Dipolyhydroxystearate, Glycerin (Eumulgin® VL 75) (Connell bros. co.Ltd., Thailand)
8) Methanol (RCI Labscan, Ltd, Thailand)
9) PEG-7 Glyceryl Cocoate (Cetiol® HE) (Connell bros. co. Ltd., Thailand)
10) PEG-8 Caprylic/Capric Glycerides (Labrasol®) (P.C. Intertrade Co. Ltd., Thailand)
11) Phenoxyethanol (and) Chlorphenesin (and) Glycerin (Microcare® PHC) (Phitsanuchemical Co. Ltd., Thailand)
12) Propylene glycol (Phitsanuchemical, Phitsanulok, Thailand)
13) Polysorbate 20 (Tween®20) (Phitsanuchemical, Phitsanulok, Thailand)
14) Steareth-21 (Eumulgin® s21) (Connell bros. co.Ltd., Thailand)
15) Trolox (Sigma-Aldrich, GmbH, Germany)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1) โปรแกรม GraphPad Prism Version 7 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA)
2) โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 17.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)
3) Analytical balance (Mettlertoled, MS3002S, Switzerland)
4) Centrifuge (MPM-380/R, Poland)
5) Colorimeter (Chroma Meter CR-400, KONICA MINOLTA, Japan)
6) Homogenizer (T25 digital ULTRA TURRAX®, IKA®, LABORATORY EQUIPMENT, Germany)
7) Hot air oven (Memmert, Thailand)
8) Hot plate (C-MAG HS 7 S000, LABORATORY EQUIPMENT, Thailand)
9) pH meter (Mettlertoled, MS3002S, Switzerland)
10) Microplate Reader (EZ Read 800 microplate reader, Biochrom Ltd., USA)
11) UV-Visible spectrophotometer (EVO201, Becthai Bangkok Equipment & Chemical Co.,Ltd., China)
12) Viscometer (RV DV2T, BROOKFIELD VICOMETER, USA)

3.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.3.1 การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิ และ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ด้วยวิธี 2,2-diphenyl-l-1-picrylhydrazil (DPPH)

<u>การสกัดสารสำคัญจากน้ำมันรำข้าวเพื่อทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ</u>

เตรียมสารสกัดจากน้ำมันรำข้าวหอมมะลิ และ น้ำมันรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยชั่งน้ำมันตัวอย่าง 5 g เติมเมทานอล 5 ml จากนั้นนำไปปั่นที่ความเร็ว 500 rpm นาน 120 minเพื่อให้สารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ละลายใน methanol แยกออกจากน้ำมัน นำตัวอย่างที่ได้มาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 8,000 rpm นาน 15 min เก็บส่วนของสารละลายเมทานอลไปศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay

<u>การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-l-1-picrylhydrazyl (DPPH)</u>

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay ดัดแปลงจาก Brand-Williams et al. (1995) โดยนำสาร supernatant ในส่วนที่ละลายใน methanol จากข้อ 1.1 มา 75 µl ผสมกับ

สารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.2 mM 150 µl บ่มตัวอย่างในที่มืดเป็นเวลา 30 min วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 520 nm (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ) เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Trolox (Sigma-Aldrich, GmbH, Germany) จากนั้นคำนวณ ค่าร้อยละความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ (% free radical scavenging) ตามสมการที่ (1) และหาค่า EC_{50} จากโปรแกรม GraphPad Prism Version 7

$$\text{free radical scavenging (\%)} = 1 - \left| \frac{Abs_{sample}}{Abs_{control}} \right| \times 100 \qquad (1)$$

โดย Abs_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดจากน้ำมันรำข้าว

$Abs_{control}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุม

3.3.2 การคัดเลือกสารลดแรงตึงผิว และ สารลดแรงตึงผิวร่วมเพื่อสร้าง pseudo-ternary phase diagram

ชั่งสารลดแรงตึงผิว และ สารลดแรงตึงผิวร่วม ดังตารางที่ 2 จากนั้นนำมาปั่นผสม ความเร็วรอบ 500 rpm นาน 2 นาที เพื่อให้สารเข้ากันดี บันทึกผลว่าได้สารผสมที่ใสหรือไม่และคัดเลือกสารตัวอย่างที่ใสเพื่อนำไปพัฒนาระบบไมโครอิมัลชันต่อไป

ตารางที่ 3.1 ชนิดของสารลดแรงตึงผิว สารลดแรงตึงผิวร่วม และอัตราส่วนระหว่างสารลดแรงตึงผิวและสารลดแรงตึงผิวร่วม

สารลดแรงตึงผิว	สารลดแรงตึงผิวร่วม	อัตราส่วนระหว่าง สารลดแรงตึงผิว : สารลดแรงตึงผิวร่วม
Eumulgin®B2	Propylene glycol Cetiol® HE Labrasol® Transcutol® CG	8:2, 5:5, 2:8

สารลดแรงตึงผิว	สารลดแรงตึงผิวร่วม	อัตราส่วนระหว่าง สารลดแรงตึงผิว : สารลดแรงตึงผิวร่วม
Eumulgin®B3	Propylene glycol Cetiol® HE Labrasol® Transcutol® CG	8:2, 5:5, 2:8
Eumulgin®S21	Propylene glycol Cetiol® HE Labrasol® Transcutol® CG	8:2, 5:5, 2:8
Eumulgin®VL 75	Propylene glycol Cetiol® HE Labrasol® Transcutol® CG	8:2, 5:5, 2:8
Labrasol®	Propylene glycol Cetiol® HE Labrasol® Transcutol® CG	8:2, 5:5, 2:8

3.3.3 การเตรียมตำรับไมโครอิมัลชันผสมน้ำมันรำข้าวโดยการสร้าง pseudo-ternary phase diagrams

<u>การสร้าง pseudo-ternary phase diagrams</u>

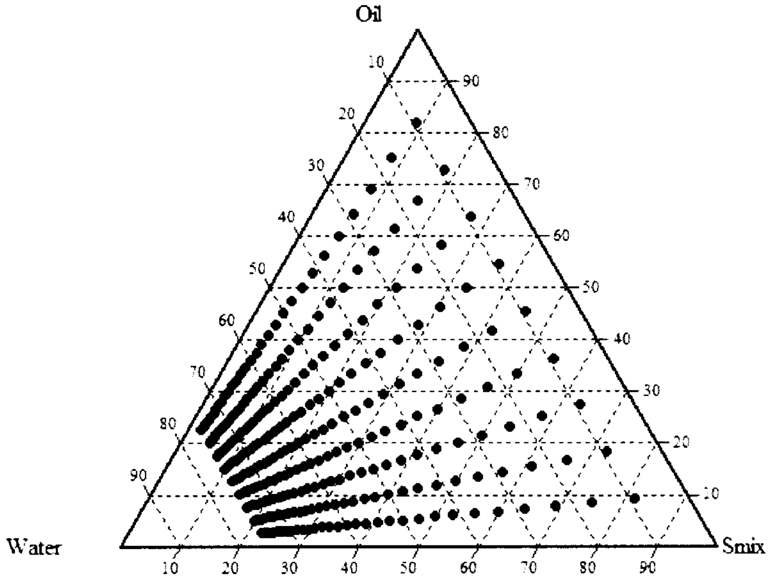
สร้าง pseudo-ternary phase diagram ของระบบที่ประกอบด้วยน้ำมัน, สารลดแรงตึงผิว และสารลดแรงตึงผิวร่วม (S_{mix}) ดังแสดงในตารางที่ 3 โดย S_{mix} ถูกคัดเลือกมาจากการทดลองที่ 2 ในกระบวนการเกิดระบบไมโครอิมัลชันให้ผสมวัฏภาคน้ำมันกับวัฏภาคสารลดแรงตึงผิว (S_{mix}) ในอัตราส่วนต่างๆ คนให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว จากนั้นไตเตรทด้วยน้ำกลั่นครั้งละ 100 µl ปั่นให้เข้ากัน ที่ความเร็วรอบ 500 rpm บันทึกผลโดยดูว่าระบบใสหรือขุ่น นำผลที่ได้มาสร้าง pseudo ternary phase diagram เพื่อหาบริเวณที่เกิดไมโครอิมัลชัน โดยมีปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ ชนิดของน้ำมัน ชนิดของสารลดแรงตึงผิว และชนิดของสารลดแรงตึงผิวร่วม

ตารางที่ 3.2 ส่วนประกอบของตำรับในการสร้าง Pseudo-ternary phase diagram

ส่วนประกอบ	ระบบที่ 1	ระบบที่ 2	ระบบที่ 3
น้ำมัน	น้ำมันข้าวหอมมะลิ	น้ำมันข้าวไรซ์เบอร์รี่	น้ำมันข้าวหอมมะลิผสม น้ำมันข้าวไรซ์เบอร์รี่
สารลดแรงตึงผิว (คัดเลือกมาจากการทดลองที่ 2)	ทดลองกับสารลดแรงตึงผิว 2 ชนิด	ทดลองกับสารลดแรงตึงผิว 2 ชนิด	ทดลองกับสารลดแรงตึงผิว 2 ชนิด
สารลดแรงตึงผิวร่วม	ทดลองกับสารลดแรงตึงผิวร่วม 3 ชนิด	ทดลองกับสารลดแรงตึงผิวร่วม 3 ชนิด	ทดลองกับสารลดแรงตึงผิวร่วม 3 ชนิด

ตารางที่ 3.3 อัตราส่วนของสารผสมระหว่างวัตภาคน้ำมันและสารลดแรงตึงผิว

วัตภาคน้ำมัน (g)	S_{mix} (g)
0.1	0.9
0.2	0.8
0.3	0.7
0.4	0.6
0.5	0.5
0.6	0.4
0.7	0.3
0.8	0.2
0.9	0.1



ภาพที่ 3.1 แผนภาพเฟสไตรภาคที่มีการ plot จุดต่าง ๆ ตามอัตราส่วนในตารางที่ 3.3

ที่มา : Chemix Progra

<u>การพัฒนาสูตรตำรับเซรั่มน้ำมันรำข้าว</u>

เตรียมตำรับเซรั่มน้ำมันรำข้าวโดยคัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสม จาก pseudo-ternary phase diagram มา 3 อัตราส่วนเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เซรั่ม 3 ผลิตภัณฑ์ ตารางที่ 3.4 จากนั้นนำไมโครอิมัลชันมาพัฒนาเป็นเซรั่มโดย เติมสารเพิ่มความชุ่มชื้น, สารต้านออกซิเดชัน, น้ำหอมและสารกันเสีย ได้แก่ Propylene glycol, Butylated hydroxytoluene, Jasmine rice fragrance และ Microcare PHC ตามลำดับ (ตามลำดับวัฏภาค A-E) คนให้เข้ากัน จากนั้นศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ เปรียบเทียบทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์

ตรวจวิเคราะห์คุณภาพสูตรตำรับเซรั่มที่เตรียมได้ ดังนี้

1) ค่าสี L* a* b* วัดด้วยเครื่อง Minolta color meter

2) ค่าความเป็นกรดด่าง วัดด้วยเครื่อง pH meter

3) ค่าความหนืด วัดด้วยเครื่อง Viscometer รุ่น Brookfield viscometer model DV-II ชั่งตัวอย่างเซรั่ม 2 กรัม นำไปวัดด้วยเครื่อง viscometer โดยใช้ spindle no. SC-14 ความเร็วรอบ 200 รอบ/นาที เวลา 20 วินาที

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มรพส.

ตารางที่ 3.4 สูตรตำรับเซรั่มไมโครอิมัลชันจากน้ำมันรำข้าวไรซ์เบอร์รี่

วัฏภาค	หน้าที่ของสาร
A	ส่วนของน้ำมันที่เหมาะสม สารต้านอนุมูลอิสระ
B	สารลดแรงตึงผิว สารลดแรงตึงผิวร่วม
C	ตัวทำละลายน้ำหอม น้ำหอม
D	ตัวทำละลาย สารเพิ่มความชุ่มชื้น
E	สารกันเสีย

3.3.4 การศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีด้วยวิธี 7-point hedonic scale

ประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคจำนวน 30 คน ต่อผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาแล้วด้วยวิธีการทดสอบความชอบและการยอมรับ 7-point hedonic scale (1 คือ ชอบน้อยสุด และ 7 คือ ชอบมากที่สุด) (เพ็ญขวัญ, 2550) ในด้านลักษณะปรากฏ สี ความใส ความหนืด การกระจายตัว ความเหนอะหนะ ความชุ่มชื้น และความชอบโดยรวม

3.3.5 การทดสอบความคงตัว

นำผลิตภัณฑ์เซรั่มจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ ทดสอบความคงตัวด้วยวิธี Heat-cool cycle จำนวน 6 รอบโดยทำการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในภาชนะปิดสนิทและพ้นแสงที่อุณหภูมิ 45 °C นาน 48 ชั่วโมง และเก็บที่ 4 °C นาน 48 ชั่วโมง นับเป็น 1 รอบ ทำการตรวจวิเคราะห์ความคงตัวของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1) คุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพ
2) ค่าสี L* a* b* วัดด้วยเครื่อง Minolta color meter
3) ค่าความเป็นกรดด่าง วัดด้วยเครื่อง pH meter
4) ค่าความหนืด วัดด้วยเครื่อง Viscometer

ชั่งตัวอย่างเซรั่ม 2 กรัม นำไปวัดด้วยเครื่อง Brookfield viscometer model DV-II โดยใช้ spindle no. SC-14 ความเร็วรอบ 200 รอบ/นาที เวลา 20 วินาที

3.3.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

รายงานผลการทดลองเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) จากข้อมูลผลการทดลอง 3 ซ้ำ และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 17.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) โดยการวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.05 (P<0.05)

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มจากน้ำมันรำข้าวโดยการใช้ระบบไมโครอิมัลชันเพื่อเป็นกลยุทธ์ในการสร้างผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม เป็นการพัฒนาโดยใช้สารเคมีใหม่ที่ยังไม่มีการถูกเลือกใช้ในงานวิจัยอื่น ๆ มาก่อนในการเตรียมไมโครอิมัลชัน ดังนั้นในการทดลองจึงมีการคัดเลือกสารเคมีที่มีหน้าที่เป็นสารลดแรงตึงผิวและสารลดแรงตึงผิวร่วมที่เหมาะสม รวมทั้งหาอัตราส่วนที่เหมาะสมด้วย แล้วนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เซรั่มและทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เพื่อทดสอบถึงสารลดแรงตึงผิวและสารลดแรงตึงผิวร่วมตัวใหม่ที่อัตราส่วนดังกล่าว โดยมีรายละเอียดของผลการวิจัยดังนี้

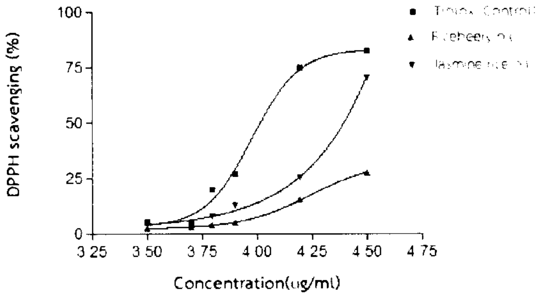
4.1 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-l-1-picrylhydrazil (DPPH)

จากการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่า น้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิและข้าวไรซ์เบอร์รี่มีค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 (EC_{50}) เท่ากับ 8,166 และ 172 mg/ml ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1) ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระได้มากกว่าประมาณ 10 เท่า เมื่อเทียบกับน้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิและจากภาพที่ 4.1 พบว่าความเข้มข้นของน้ำมันรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ 160 mg/ml เป็นปริมาณที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่ม

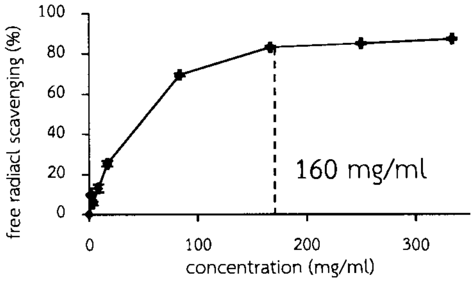
ตารางที่ 4.1 ค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50, ของข้าวไรซ์เบอร์รี่และ ข้าวหอมมะลิ

ตัวอย่าง	EC_{50}(mg/ml) ±SD
น้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิ	$8,166.00 \pm 1.59^{a}$
น้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่	172.00 ± 0.26^{b}
สารมาตรฐาน Trolox	10.95 ± 0.04^{c}

หมายเหตุ EC_{50}คือ ค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50, ค่าในตารางแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P<0.05$



ภาพที่ 4.1 ประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระจาก GraphPad Prism



ภาพที่ 4.2 ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

4.2 การคัดเลือกสารลดแรงตึงผิว และ สารลดแรงตึงผิวร่วมเพื่อสร้าง pseudo-ternary phase diagram

จากผลการทดอง (ตารางที่ 4.2) ในการคัดเลือกสารลดแรงตึงผิว สารลดแรงตึงผิวร่วม ที่อัตราส่วนต่าง ๆ พบว่า เมื่อใช้ Eumulgin® VL75 เป็นสารลดแรงตึงผิวหลักร่วมกับสารลดแรงตึงผิวร่วมชนิดต่าง ๆ(Propylene glycol, Transcutol®CG, Cetiol®HE และ Labrasol®) พบว่าสามารถเข้ากันได้ดีจนใส และเมื่อใช้ Labrasol® เป็นสารลดแรงตึงผิวหลักร่วมกับสารลดแรงตึงผิวร่วมชนิดต่าง ๆ (Propylene glycol, Transcutol®CG, Cetiol®HE และ Labrasol®) พบว่าสามารถละลายเข้ากันได้ดีจนใส

ดังนั้นจากผลการทดลองในการคัดเลือกสารลดแรงตึงผิวนี้ จึงเลือก Eumulgin® VL75 และ Labrasol® เป็นสารลดแรงตึงผิวหลักที่จะศึกษาต่อไป ร่วมกับ Propylene glycol, Transcutol®CG, Cetiol®HE และ Labrasol® โดยจะถูกนำมาสร้าง pseudo-ternary phase diagram เพื่อหาพื้นที่ในการเกิดไมโครอิมัลชัน เพื่อคัดเลือกสารไปพัฒนาเป็นเซรั่มไมโครอิมัลชันต่อไป

ตารางที่ 4.2 การแปรผันอัตราส่วนสารลดแรงตึงผิวและสารลดแรงตึงผิวร่วม

สารลดแรงตึงผิว	สารลดแรงตึงผิวร่วม	อัตราส่วน	ความสามารถในการละลาย
Eumulgin®B2	Propylene glycol	8:2	×
		5:5	×
		2:8	×
	Transcutol®CG	8:2	×
		5:5	√
		2:8	√
	Cetiol®HE	8:2	×
		5:5	×
		2:8	√
	Labrasol®	8:2	×
		5:5	×
		2:8	√
Eumulgin®B3	Propylene glycol	8:2	×
		5:5	×
		2:8	×
	Transcutol®CG	8:2	×
		5:5	×
		2:8	×
	Cetiol®HE	8:2	×
		5:5	×
		2:8	×
	Labrasol®	8:2	×
		5:5	√
		2:8	√
Eumulgin®S21	Propylene glycol	8:2	×
		5:5	×
		2:8	×

สารลดแรงตึงผิว	สารลดแรงตึงผิวร่วม	อัตราส่วน	ความสามารถในการละลาย
Eumulgin®S21	Transcutol®CG	8:2	×
		5:5	×
		2:8	×
	Cetiol®HE	8:2	×
		5:5	×
		2:8	√
	Labrasol®	8:2	×
		5:5	×
		2:8	√
Eumulgin® VL75	Propylene glycol	8:2	√
		5:5	√
		2:8	√
	Transcutol®CG	8:2	√
		5:5	√
		2:8	√
	Cetiol®HE	8:2	√
		5:5	√
		2:8	√
	Labrasol®	8:2	√
		5:5	√
		2:8	√
Labrasol®	Propylene glycol	8:2	√
		5:5	√
		2:8	√
	Transcutol®CG	8:2	√
		5:5	√
		2:8	√

สารลดแรงตึงผิว	สารลดแรงตึงผิวร่วม	อัตราส่วน	ความสามารถในการละลาย
Labrasol®	Cetiol®HE	8:2	√
		5:5	√
		2:8	√
	Cetiol®V	8:2	√
		5:5	√
		2:8	√

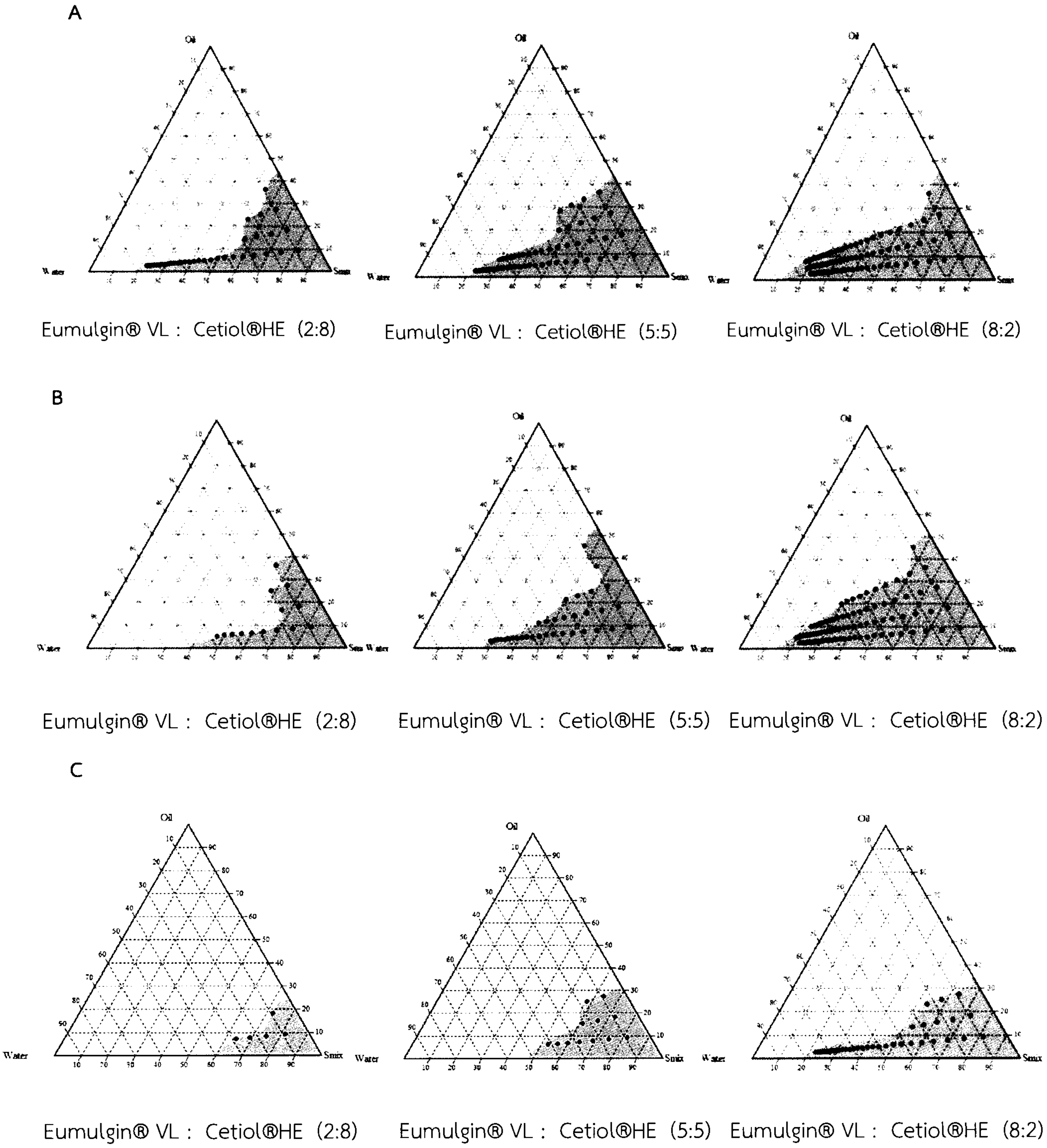
หมายเหตุ : √ = ละลายเข้ากันจนใส, × = ไม่สามารถเข้ากันได้

4.3 การเตรียมตำรับไมโครอิมัลชันผสมน้ำมันรำข้าวโดยการสร้าง pseudo-ternary phase diagram

จาก pseudo ternary phase diagram ของระบบไมโครอิมัลชันที่ใช้น้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิ (ระบบที่ 1) และ น้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ระบบที่ 2) เป็นวัฏภาคน้ำมัน เมื่อศึกษาอัตราส่วนของสารลดแรงตึงผิวหลักต่อสารลดแรงตึงผิวร่วม ซึ่งประกอบด้วย Eumulgin ® VL 75 ต่อ Co-surfanctant (Transcutol®CG, Propylene glycol และ Cetiol®HE) พบว่าเมื่อใช้ Eumulgin ® VL 75 เป็นสารลดแรงตึงผิวหลัก ร่วมกับ Cetiol®HE ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวร่วม สามารถเกิดพื้นที่ของไมโครอิมัลชันได้มากที่สุด โดยทำการทดลองเปรียบเทียบระหว่างสารลดแรงตึงผิวหลักและสารลดแรงตึงผิวร่วมของEumulgin ® VL 75 ต่อ Cetiol®HE ที่อัตราส่วน เท่ากับ 2:8, 5:5 และ 8:2 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแEumulgin ® VL 75 จะมีพื้นที่ในการเกิดไมโครอิมัลชันเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 6) และเมื่อเปรียบเทียบพื้นที่การเกิดไมโครอิมัลชันของระบบไมโครอิมัลชันที่ใช้น้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิ (ระบบที่ 1) และ น้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ระบบที่ 2) เป็นวัฏภาคน้ำมันโดยมีอัตราส่วนของ Eumulgin ® VL75 ต่อ Cetiol®HE เท่ากับ 8:2 พบว่าระบบไมโครอิมัลชันที่มีน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ระบบที่ 2) จะมีพื้นที่ในการเกิดไมโครอิมัลชันมากกว่า (ระบบที่1) สำหรับระบบที่ 3 พบว่าเมื่อใช้วัฏภาคน้ำมันที่ผสมระหว่างน้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิและข้าวไรซ์เบอร์รี่พบว่า พื้นที่ในการเกิดไมโครอิมัลชันน้อยกว่า ระบบที่ 1 และ ระบบที่ 2 ในทุกอัตราส่วน

ดังนั้นระบบที่มีความเหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์การพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มสูตรไมโครอิมัลชัน คือ ระบบที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย น้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นวัฏภาคน้ำมัน และมี Eumulgin® VL 75 และ Cetiol® HE เป็นสารลดแรงตึวหลักและสารลดแรงตึงผิวร่วมตามลำดับ โดยสัดส่วนของไมโครอิมัลชันที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มประกอบด้วย น้ำมันรำข้าวไรซ์

เบอร์รี่ 35 % (w/w) Eumulgin® VL 75 44 % (w/w) Cetiol®HE 11 % (w/w) และน้ำ 10 % (w/w) ซึ่ง Eumulgin® VL 75 มีชื่อทางเคมีว่า (Lauryl Glucoside (and) Polyglyceryl-2 Dipoly hydroxystearate (and) Glycerin) มีรายงานว่าช่วยเพิ่ม solubility ของสารได้ และยังมีความปลอดภัยต่อการใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ส่วน Cetiol® HE เป็น non-ionic surfactant ซึ่งสารทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการใช้เป็น สารลดแรงตึงผิว และสารลดแรงตึงผิวร่วม สำหรับผลิตภัณฑ์ทางเครื่องสำอาง



ภาพที่ 4.3 แสดง Pseudo-ternary phase diagram เมื่อเปลี่ยนแปลงอัตราส่วน Emumulgin® VL 75 : Cetiol®HE ที่ 2:8, 5:5 และ 8:2 เมื่อใช้น้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิ (A) น้ำมันข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ (B) และน้ำมันรำข้าวผสมระหว่างข้าวหอมมะลิและข้าวไรซ์เบอร์รี่ (C)

4.4 การพัฒนาสูตรตำรับเซรั่มน้ำมันรำข้าว

จากฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ และพื้นที่การเกิดไมโครอิมัลชันจาก pseudo ternary phase diagram เมื่อใช้น้ำมันรำข้าวเป็นวัฏภาคน้ำมัน พบว่ามีสูตรที่ 3 (ภาพที่ 4.3C) มีอัตราส่วนที่เหมาะสมให้การนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่ม (ตารางที่ 4.3) เมื่อนำมาพัฒนาตำรับเซรั่มโดยการเติมสารเพิ่มความชุ่มชื้น สารต้านออกซิเดชัน น้ำหอมและสารกันเสีย พบว่าได้ผลิตภัณฑ์ที่ให้ลักษณะใสสีส้มซึ่งเป็นสีธรรมชาติที่มาจากน้ำมันรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มีสีเหลืองน้ำตาล (ภาพที่ 8) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5.5 ซึ่งปลอดภัยกับผิวหนัง

ภาพที่ 4.4 ผลิตภัณฑ์เซรั่มโดยสูตรไมโครอิมัลชัน (A) สูตรที่ 1, (B) สูตรที่ 2 และ (C) สูตรที่ 3

ตารางที่ 4.3 สูตรในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มระบบไมโครอิมัลชันจากน้ำมันรำข้าวไรซ์เบอร์รี่

วัฏภาค	ส่วนประกอบ	สูตรที่ 1 (%w/w)	สูตรที่ 2 (%w/w)	สูตรที่ 3 (%w/w)
A	น้ำมันรำข้าวไรซ์เบอร์รี่	20.0	25.0	30.0
	BHT	1.0	1.0	1.0
B	Eumulgin®VL 75	40.0	40.0	40.0
	Cetiol®HE	12.0	12.0	12.0
C	Tween®20	5.0	5.0	5.0
	Jasmine rice fragrance	2.5	2.5	2.5
D	Water	14.5	5.0	4.5
	Propylene glycol	4.5	9.5	4.5
E	Microcare® PHC	0.5	0.5	0.5

4.5 การศึกษาความความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ด้วยแบบทดสอบ 7-point hedonic scale

จากการประเมินความความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์เซรั่มคุณลักษณะด้านความชอบโดยรวมลักษณะปรากฏ สี ความใส ความหนืด การกระจายตัว ความเหนอะหนะ และความชุ่มชื้น โดยใช้แบบทดสอบ7-point hedonic scale (ตารางที่ 4.4) พบว่าสูตรที่ 1 มีค่าคะแนนความชอบในคุณลักษณะทางด้านความชอบโดยรวมลักษณะปรากฏ สี และความใส สูงกว่าสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับและ 5.1±0.8 (ชอบเล็กน้อย) 5.7±0.9 (ชอบเล็กน้อย) 5.5±1.2 (ชอบเล็กน้อย) 5.0±0.8 (ชอบเล็กน้อย) ตามลำดับจากคะแนนเต็ม 7 คะแนน จากผลการศึกษาความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค สูตรที่ 1 จึงถูกนำไปศึกษาในเรื่องของความคงตัวต่อไป และจากการที่ผลิตภัณฑ์มีความเหนอะหนะค่อนข้างมาก ทำให้ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะดังกล่าวค่อนข้างน้อย จึงจะได้มีการปรับปรุงความเหนอะหนะของผลิตภัณฑ์ให้ลดลง

ตารางที่ 4.4 การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เซรั่มไมโครอิมัลชันในคุณลักษณะต่าง ๆ

คุณลักษณะ	**ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ย**		
	สูตรที่ 1	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
ลักษณะปรากฏ	5.70 ± 0.92^{a}	4.95 ± 0.94^{b}	4.40 ± 1.35^{b}
สี	5.50 ± 1.19^{a}	4.60 ± 1.23^{b}	3.95 ± 1.28^{b}
ความใส	5.05 ± 0.83^{a}	4.20 ± 1.44^{b}	4.10 ± 1.25^{b}
ความหนืด	4.25 ± 1.16^{ns}	4.55 ± 1.28^{ns}	4.05 ± 1.50^{ns}
การกระจายตัว	4.65 ± 1.60^{ns}	5.15 ± 1.50^{ns}	4.55 ± 1.79^{ns}
ความเหนอะหนะ	3.50 ± 1.79^{ns}	4.15 ± 1.93^{ns}	3.75 ± 1.68^{ns}
ความชุ่มชื้น	4.75 ± 1.62^{ns}	4.70 ± 1.49^{ns}	4.20 ± 1.58^{ns}
ความชอบโดยรวม	5.05 ± 0.83^{a}	4.20 ± 1.44^{b}	4.10 ± 1.25^{b}

หมายเหตุ : ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P<0.05$

ns = non-significant

4.6 ผลการทดสอบความคงตัว

จากการทดสอบความตัวด้วยวิธี Heat Cool Cycle จำนวน 6 รอบ เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพสูตรตำรับที่เตรียมได้ ลักษณะที่ปรากฏ วัดค่าสี วัดค่าความหนืด วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง จากการทดสอบความคงตัวพบว่า ลักษณะทางเคมีกายภาพของเซรั่มไมโครอิมัลชั่น ทั้ง 3 สูตร มีความคงตัวดีไม่เกิดการแยกชั้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความหนืด อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ผลแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบความคงตัวลักษณะทางเคมีกายภาพของสูตรเซรัมไมโครอิมัลชั่น ด้วยวิธี Heat Cool Cycle จำนวน 6 รอบ

ผลการทดสอบ	ก่อนทดสอบความคงตัว	หลังทดสอบความคงตัว 6 Cycle
pH	5.50 ± 0.03^{ns}	5.54 ± 0.01^{ns}
Viscosity (cP)	271.00 ± 1.00^{ns}	270.00 ± 0.00^{ns}
L*	33.04 ± 0.58^{a}	20.37 ± 0.02^{b}
a*	1.58 ± 0.01^{ns}	1.60 ± 0.02^{ns}
b*	0.91 ± 0.95^{a}	1.62 ± 0.02^{b}
ลักษณะที่ปรากฏ	มีลักษณะสีเหลืองใส ไม่มีตะกอน	มีลักษณะสีเหลืองใส ไม่มีตะกอน

หมายเหตุ : ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P<0.05$,
ns = non-significant

4.7 อภิปรายและวิจารณ์ผล

จากการทดลองพบว่า การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-l-1-picrylhydrazil (DPPH) น้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิและข้าวไรซ์เบอร์รี่มีค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 (EC_{50}) เท่ากับ 45.53 และ 21.26 mg/ml ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระได้มากกว่า 2 เท่า เมื่อเทียบกับน้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิ จากผลการทดลองสอดคล้องกับการศึกษาของ Itani and Ogawa (2004) ที่พบว่าข้าวที่มีสีของเมล็ดเป็นสีแดงหรือสีม่วงดำ จะมีแหล่งสำคัญของสารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่ม phenolic compounds, anthocyanins และ proanthocyanidins สูงกว่าข้าวที่มีสีขาว และจากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของน้ำมันรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ 160 mg/ml เป็นปริมาณที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่ม จากการศึกษาอัตราส่วนของสารลดแรงตึงผิวหลักต่อสารลดแรงตึงผิวร่วมจาก Pseudo ternary phase diagram ของระบบไมโครอิมัลชันที่ใช้

น้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิ (ระบบที่ 1) และ น้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ระบบที่ 2) เป็นวัฏภาคน้ำมัน เมื่อศึกษาอัตราส่วนของสารลดแรงตึงผิวหลักต่อสารลดแรงตึงผิวร่วม ซึ่งประกอบด้วย Eumulgin ® VL 75 ต่อ Co-surfanctant (Transcutol®CG, Propylene glycol และ Cetiol®HE) พบว่าเมื่อใช้ Eumulgin ® VL 75 เป็นสารลดแรงตึงผิวหลัก ร่วมกับ Cetiol®HE ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวร่วม สามารถเกิดพื้นที่ของไมโครอิมัลชันได้มากที่สุด โดยทำการทดลองเปรียบเทียบระหว่างสารลดแรงตึงผิวหลักและสารลดแรงตึงผิวร่วมของ Eumulgin ® VL 75 ต่อ Cetiol®HE ที่อัตราส่วนเท่ากับ 2:8, 5:5 และ 8:2 พบว่า น้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ระบบที่ 2) เป็นวัฏภาคน้ำมันที่มีอัตราส่วน 8:2 ของ Eumulgin ® VL 75 ต่อ Cetiol®HE มีพื้นที่ในการเกิดไมโครอิมัลชันมากกว่า (ระบบที่1) และเมื่อนำน้ำมันทั้งสองชนิดมาผสมกัน (ระบบที่ 3) พบว่าพื้นที่การเกิดอิมัลชันลดลงเมื่อศึกษาด้วยชนิดของสารลดแรงตึงผิวและสารลดแรงตึงผิวร่วมชนิดเดียวกัน และอัตราส่วนเดียวกันกับระบบที่ 1 และ ระบบที่ 2 ทั้งนี้อาจเกิดจากชนิดและปริมาณของส่วนประกอบน้ำมันที่แตกต่างกัน ซึ่งจากทฤษฎีของ Aboofazeli (1994) หลักการเกิดไมโครอิมัลชันขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของน้ำมัน น้ำ และสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสม ดังนั้น จากการทดลองทั้ง 3 ระบบ แสดงให้เห็นว่า ชนิดของน้ำมันมีผลต่อการเกิดพื้นที่ไมโครอิมัลชัน

ระบบที่มีความเหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มสูตรไมโครอิมัลชัน คือ ระบบที่ 2 ประกอบด้วย น้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นวัฏภาคน้ำมัน และมี Eumulgin® VL 75 และ Cetiol® HE เป็นสารลดแรงตึวหลัก และสารลดแรงตึงผิวร่วมตามลำดับ มีรายงานว่าช่วยเพิ่ม solubility ของสารได้ และยังมีความปลอดภัยต่อการใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ส่วน Cetiol® HE เป็น non-ionic surfactant ซึ่งสารทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการใช้เป็น สารลดแรงตึงผิวและสารลดแรงตึงผิวร่วมสำหรับผลิตภัณฑ์ทางเครื่องสำอาง จากนั้นได้ทำการศึกษาความความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ด้วยแบบทดสอบ 7-point hedonic scaleพบว่าสูตรที่ 1 มีค่าคะแนนความชอบในคุณลักษณะทางด้านความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ สี และความใส สูงกว่าสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับและ 5.1 ± 0.8 (ชอบเล็กน้อย) 5.7 ± 0.9 (ชอบเล็กน้อย) 5.5 ± 1.2 (ชอบเล็กน้อย) 5.0 ± 0.8 (ชอบเล็กน้อย) ตามลำดับจากคะแนนเต็ม 7 คะแนนและจากการทดสอบความตัวด้วยวิธี Heat Cool Cycle พบว่าลักษณะทางเคมีกายภาพของเซรั่มไมโครอิมัลชั้น ทั้ง 3 ขวด มีความคงตัวดี กล่าวโดยสรุป สารสกัดน้ำมันข้าวหอมมะลิและสารสกัดข้าวไรซ์เบอร์รี่มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ และสามารถนำมาพัฒนาเครื่องสำอางประเภทเซรั่มจากระบบไมโครอิมัลชั่น ซึ่งจากข้อมูลที่กล่าวมาสามารถนำไปต่อยอดในงานวิจัยอื่นๆต่อไปได้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระระหว่างน้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิและข้าวไรซ์เบอร์รี่พบว่าน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดีกว่าและให้พื้นที่ในการเกิดไมโครอิมัลชันได้มากกว่า จึงเหมาะสมในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เซรั่มที่สำหรับบำรุงผิวหน้า โดยสัดส่วนของไมโครอิมัลชันที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มประกอบด้วย น้ำมันรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ 35 % (w/w) Eumulgin® VL 75 44 % (w/w) Cetiol®HE 11 % (w/w) และน้ำ 10 % (w/w) โดยผู้บริโภคให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์จากการประเมินทางประสาทสัมผัส

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) เนื่องจากการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญและสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดน้ำมันรำข้าวและน้ำมันข้าวหอมมะลิเพียงวิธีการเดียวอาจจะยังไม่เพียงพอ ควรทดสอบหาปริมาณสาระสำคัญชนิดอื่น ๆด้วยการทดสอบด้วยวิธี HPLC

2) เพิ่มเติมการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีอื่น

3) ทั้งนี้ถ้ากต้องการรู้ว่าน้ำมันรำข้าวแต่ละชนิดมีปริมาณของน้ำมันหรือสารสำคัญในปริมาณเท่าไหร่ ควรมีการส่งตรวจหรือวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันหรือสารสำคัญชนิดต่าง ๆเพื่อจะสามารถตอบได้ว่าเมื่อนำน้ำมันรำข้าวจากข้าวชนิดต่างๆมาศึกษาไมโครอิมัลชันแล้วส่งผลให้พื้นที่การเกิดไมโครอิมัลชันไม่เท่ากัน เช่น ปริมาณ โทโคเฟอรอล (tocopherol) และแกมมาออริซานอล (gamma-oryzanol)

4) ควรมีการทดสอบการระคายเคืองของผลิตภัณฑ์กับอาสาสมัครด้วยวิธี Patch Test

5) ควรปรับปรุงสูตรเซรั่มให้มีความคงตัวทางเคมีกายภาพ และทำการทดสอบความคงตัวด้วยวิธี Long term stability (3 เดือน)

เอกสารอ้างอิง

ธาตรี จีราพันธุ์. (2549). *อาหารและการให้อาหารสัตว์*. สืบค้น 18 สิงหาคม 2562, จาก http://elearning.nsru.ac.th/web_ elearning/animal/lesson2_2.php

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. (2550). *การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค*. กรุงเทพ: ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประภาพร บุญมี. ไมโครอิมัลชัน. 2553.*วารสารสมาคมส่งเสริมการวิจัย, 1*, 7-15.

ประสิทธิ์ วังภคพัฒนวงศ์. (2553). โภชนาการของข้าวและนวัตกรรมการใช้ประโยชน์. *วารสารคลินิกอาหารและโภชนาการ, 4*(1), 32-40.

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2555). *ข้าว (มกษ. 4004-2555)*. กรุงเทพ: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ยุทธศาสตร์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมข้าว (พ.ศ. 2554-2559) ภายใต้แผนกลยุทธ์การวิจัยและพัฒนา สวทช. ระยะที่ 2 พ.ศ. 2554 – 2559*. กรุงเทพ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

อรอนงค์ นัยวิกุล. (2547). *ข้าว วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Abdel-Aal, E.M., Young, J.C., and Rabalski, I. 2006. Anthocyanin composition in black, blue, pink, purple, and red cereal grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54*, 4696–4704.

Aboofazeli, R., & Lawrence, M. J. (1994). Investigations into the formation and characterization of phospholipid microemulsions. II. Pseudo-ternary phase diagrams of systems containing water-lecithin-isopropyl myristate and alcohol: influence of purity of lecithin. International *Journal of Pharmaceutics, 106*(1), 51–61.

Aserin, A., & Garti, N. (2005). Microemulsions for Solubilization and Delivery of Nutraceuticals and Drugs. In *Microencapsulation Methods and Industrial Applications* (2nd Ed). pp. 345–428. Boca Raton: CRC Press.

Bissett, D.L. 2009. Common cosmeceuticals. *Clinics in Dermatology, 27*(5): 435-445.

Brigitte, K. 1995. Cosmetic sunscreen composition containing ferulic acid and gamma-oryzanol, DE Pat 4421038 (to Gold-well GMBH, DE). *Chemical Abstracts, 123,* 296-279.

Boonme P. (2007). Applications of microemulsions in cosmetics. *J Cosmet Dermat, 6,* 223-228.

Delgado-Charro, M. B., Iglesias-Vilas, G., Blanco-Méndez, J., López-Quintela, M. A., Marty, J.-P., & Guy, R. H. (1997). Delivery of a hydrophilic solute through the skin from novel microemulsion systems. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics, 43*(1), 37–42.

Gunaratne, A., Wu, K., Li, D., Bentota, A., Corke, H., & Cai, Y.-Z. (2013). Antioxidant activity and nutritional quality of traditional red-grained rice varieties containing proanthocyanidins. *Food Chemistry, 138,* 1153-1161.

Harman, D. (2003). The free radical theory of aging. *Antioxidants and Redox Signaling, 5*(5), 557-561.

Hellmagazine.com. (2011). *All you ever wanted to know about cosmetic serum. Experts from Vichy help us explain the ins and outs of cosmetic serum.* Retrieved 24 March 2019 from http://www.hellomagazine.com/ healthandbeauty/skincare-and-fragrances/201109146118/cosmetic-serum-know-how/

Itani, T., & Ogawa, M. 2004. History and recent trends of red rice in Japan. *Japanese Journal of Crop Science, 73*(2), 137–147

Junyaprasert VB, & Boonme P. (2002). Microemulsions for topical drug delivery. *J Ind Pharm, 5,* 21-29.

Lawrence, M. J. (1996). Microemulsions as drug delivery vehicles. *Current Opinion in Colloid & Interface Science, 1*(6), 826–832.

Lawrence, M. J., & Rees, G. D. (2000). Microemulsion-based media as novel drug delivery systems. *Advanced Drug Delivery Reviews, 45*(1), 89–121.

Peltola, S., Saarinen-Savolainen, P., Kiesvaara, J., Suhonen, T., & Urtti, A. (2003). Microemulsions for topical delivery of estradiol. *International Journal of Pharmaceutics, 254*(2), 99–107.

Poljšak, B. & Dahmane, R (2012). Free radicals and extrinsic skin aging. *Dermatology research and practice, 2012*, 1-4.

Rinerthaler, M., Biscof, J., Streubel, M.K., Trost, A. & Richter, K. (2015). *Oxidative stress in aging human skin. Biomolecules, 5*(2), 545-589.

Wang, X. Q., & Zhang, Q. (2013). Microemulsions for Drug Solubilization and Delivery. Drug Delivery Strategies for Poorly Water-Soluble Drugs. In *Drug Delivery Strategies for Poorly Water-Soluble Drugs*. (pp. 287–323). UK: John Wiley & Sons.

Verleyen, T., Verhe, R., Garcia, L., Dewettinck, K. and Huyghebaert, Greyt, W.D. (2001). Gas chromatographic characterization of vegetable oil.deodorization distillate. *J. Chromatogr A, 921*, 1277-285.

ภาคผนวก

แบบสอบถามความความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ด้วยแบบทดสอบ 7-point hedonic scale

แบบสอบถาม

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มสูตรไมโครอิมัลชันจากน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

ส่วนที่1 ข้อมูลทั่วไป

1.เพศ ( ) ชาย ( ) หญิง

2.อายุ (ปี) ( ) 20-29 ปี ( ) 30-39 ปี ( ) 40-49 ปี ( ) 50 ปีเป็นต้นไป

ส่วนที่ 2 การประเมินความชอบของผลิตภัณฑ์

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับโดยประเมินตามคุณลักษณะแล้วให้คะแนนตามชอบที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

1 = ไม่ชอบมาก 2 = ไม่ชอบปานกลาง 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 4 = เฉยๆ

5 = ชอบเล็กน้อย 6= ชอบปานกลาง 7 = ชอบมาก

คุณลักษณะ	**รหัสตัวอย่าง**		
	812	**920**	**634**
ลักษณะปรากฏ			
สี			
ความใส			
ความหนืด			
การกระจายตัวเมื่อทาบนผิว			
ความเหนอะหนะ			
ความชุ่มชื้นบนผิวหลังทา			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ ....

....

....

....

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

นางสาวศนิพร จันทร์บุรี (Miss Sanipon Chanburee)

เลขหมายประจำตัวบัตรประชาชน 1360500091507

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

ที่อยู่ที่ทำงาน สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ. เมือง จ. พิษณุโลก
โทรศัพท์ 055-267080 โทรสาร 055-267081
มือถือ 988096785
E-mail: sanipon_ch@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขาวิชา	สถาบันที่จบ	ปีที่ได้รับ พ.ศ.
วท.ม.	วิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2559
วท.บ.	วิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2551

ประวัติการทำงาน

ตำแหน่งงาน	บริษัท/สถาบัน	ระยะเวลาทำงาน
นักวิจัยและพัฒนา	บริษัท ไมลอททฺ แลบบอราทอรีส์ จำกัด	1 ปี (พ.ศ. 2552-2553)
นักวิจัย	คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร	2 ปี (พ.ศ. 2553-2555)
อาจารย์	คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม	2 ปี (พ.ศ. 2559-2562)

สาขาวิชาการที่มีเชี่ยวชาญ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและเทคโนโลยีระบบนำส่งเครื่องสำอาง

งานวิจัย

ที่	ชื่อโครงการ	แหล่งทุน	ปีงบประมาณ	สถานะโครงการ	
				ระหว่างดำเนินการ	เสร็จแล้ว
1	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มจากน้ำมันรำข้าวโดยการใช้ระบบไมโครอิมัลชันเพื่อเป็นกลยุทธ์ในการสร้างผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม	มรพส	2561		✓
2	การศึกษาปัญหาการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม	คทก	2561		✓
3	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและเครื่องสำอางจากสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดกาแฟบ้านรักไทย	มรพส	2561	✓	

ผลงานตีพิมพ์

ชนนิกานต์ วารีพิทักษ์ พรดรัล จุลกัลป์ ศนิพร จันทร์บุรี และ เปรมนภา สีโสภา. 2560. การพัฒนาครีมบำรุงผิวหน้าสำหรับกลางคืนจากสารสกัดเมล็ดอะโวคาโด. รายงานสืบเนื่องจากงานประชุมวิชาการระดับชาติพิบูลสงครามวิจัย ครั้งที่ 3 “Thailand 4.0 นวัตกรรมและการวิจัยเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน”: 223-229.

ศนิพร จันทร์บุรี ธนพล กิจพจน์ กนกวรรณ พรมจีน และ ธันวมาส กาศสนุก. 2562. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มจากน้ำมันรำข้าวโดยการใช้ระบบไมโครอิมัลชัน. *แก่นเกษตร, 47*(ฉบับพิเศษ 1), 67-72.

การเสนอผลงานในงานประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ

แบบบรรยาย

ศนิพร จันทร์บุรี, ธนพล กิจพจน์, กนกวรรณ พรมจีนและธันวมาส กาศสนุก.(2562). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มจากน้ำมันรำข้าวโดยการใช้ระบบไมโครอิมัลชัน.ในการประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 20 ประจำปี พ.ศ. 2562 วันที่ 28-29 มกราคม 2562 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Chanburee, S., & Tiyaboonchai, W. (2017). Mucoadhesive nanostructured lipid carriers (NLCs) as potential carriers for improving oral delivery of curcumin. Drug Development and Industrial Pharmacy, 43(3), 432-440.

Chanburee, S., & Tiyaboonchai, W. (2017). Enhanced intestinal absorption of curcumin in Caco-2 cell monolayer using mucoadhesive nanostructured lipid carriers. J Biomed Mater Res B Appl Biomatter.

การเข้าร่วมฝึกอบรมในประเทศ

1. งานประชุมวิชาการระดับชาติ พิบูลสงครามวิจัย ครั้งที่ 3 ประจำปี พ.ศ.2560 ระหว่างวันที่ 23-24 มีนาคม 2560 มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก
2. งานประชุมวิชาการระดับชาติ พิบูลสงครามวิจัย ครั้งที่ 4 ประจำปี พ.ศ.2561 วันที่ 23 มีนาคม 2561 มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก
3. กิจกรรมการแข่งขัน start up (Startup Thailand League 2018) THAILAND LEAGUE 2018 ในวันที่ 21- 22 เมษายน 2561 ณ อาคาร KX มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
4. การประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 20 วันที่ 28-29 มกราคม 2562 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น
5. กิจกรรมการแข่งขันทักษะวิชาการและวิชาชีพทางด้านการเกษตรระดับชาติ เครือข่ายเกษตรราชภัฏทั่วประเทศครั้งที่ 5 วันที่ 10-11 กุมภาพันธ์ 2562 เครือข่ายเกษตรและสาขาที่เกี่ยวข้องมหาวิทยาลัยราชภัฏทั่วประเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
6. กิจกรรมการแข่งขัน start up (Startup Thailand League 2019) วันที่ 19-21 เมษายน 2562โครงการจัดตั้งกองมาตรฐานวิชาการและประกันคุณภาพการศึกษา ห้องประชุมกาซะลอง มหาวิทยาลัยศิลปากร

7. การอบรมโครงการพัฒนาสมรรถนะนักวิจัยคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร 6 มีนาคม 2562คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสางครมคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสางครม
8. การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการสหกิจศึกษา หลักสูตร คณาจารย์นิเทศงานสหกิจศึกษาและการจัดการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานในวันที่ 23-25 พฤษภาคม 2562 สหกิจศึกษาเครือข่ายอุดมศึกษาภาคเหนือตอนล่าง มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามอาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
9. การอบรมโครงการพัฒนาศักยภาพนักวิจัยด้านทรัพย์สินทางปัญญา การอภิปราย เรื่องเทคนิคการเขียนยกร่างคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรและลิขสิทธิ์ เพื่อขอรับความคุ้มครองจากกรมทรัพย์สินทางปัญญา วันที่ 16 มกราคม 2562 ห้องประชุมอุทัยธานี โรงแรมท๊อปแลนด์ จังหวัดพิษณุโลก

แบบสรุปโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

---

1. ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มจากน้ำมันรำข้าวโดยการใช้ระบบไมโครอิมัลชันเพื่อเป็นกลยุทธ์ในการสร้างผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม

(ภาษาอังกฤษ) Development of rice bran oil serum using microemulsion system for developing value-added products

2. ชื่อหัวหน้าโครงการ

นางสาวศนิพร จันทร์บุรี

Miss Sanipon Chanburee

ตำแหน่ง อาจารย์

หน่วยงาน คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร

สถานที่ติดต่อ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก

โทรศัพท์ 098-8096785 โทรสาร 055-2677081 E-mail sanipon_ch@hotmail.com

3. ระยะเวลาโครงการ 1 ปี 6 เดือน ตั้งแต่เดือน มีนาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2562

4. บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มจากน้ำมันรำข้าวโดยระบบไมโครอิมัลชัน ในเบื้องต้นได้มีการเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวหอมมะลิด้วยวิธี DPPH จากผลการทดลองพบว่าน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าน้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิอย่างมีนัยสำคัญ (ประมาณ 10 เท่า) ($P<0.05$) จากนั้นนำมาพัฒนาระบบไมโครอิมัลชันประกอบด้วยน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่, Eumulgin® VL 75 และ Cetiol® HE ซึ่งทำหน้าที่เป็นวัฏภาคน้ำมัน สารลดแรงตึงผิว สารลดแรงตึงผิวร่วม และน้ำตามลำดับ โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มจะประกอบด้วยน้ำมันรำข้าวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่, Eumulgin® VL 75, Cetiol ® HE และน้ำที่ปริมาณร้อยละ 35 , 44, 11 และ 10 ตามลำดับ จากการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าคุณลักษณะทางด้านความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ สี และความใส พบว่าสูตรที่เหมาสมมีคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 5.1, 5.7, 5.5 และ 5.0 คะแนนตามลำดับจากคะแนนเต็ม 7 คะแนน นอกจากนี้การทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เซรั่มด้วยวิธี Freeze-thaw cycle พบว่าไม่เกิดการแยกชั้นของตำรับของผลิตภัณฑ์

Abstract

This study aimed to develop serum product from rice bran oil by microemulsion. The antioxidant property of Riceberry bran oil and Jasmine rice bran oil were compared using DPPH assay. The result showed that the EC_{50} value of the Riceberry bran oil was significantly higher than jasmine rice bran oil phase, more than 10-folds compared to jasmine rice bran oil ($P<0.05$). Microemulsion is composed of a mixture of Riceberry bran oil, Eumulgin® VL 75 and Cetiol® HE as oil, surfactant and co-surfactant, respectively. The optimized microemulsion consisted of 35 % (w/w) Riceberry bran oil, 44% (w/w) Eumulgin® VL 75, 11 % (w/w) Cetiol® and 10 % (w/w) water. From sensory evaluation, the sensory liking scores for overall, appearance, color and transparency of the optimum formulation were 5.1, 5.7 and 5.5 respectively (7-point hedonic scale). In addition, the stability of the formulation was investigated by Freeze-thaw cycle. The results showed that no phase separation was observed in all formulations.

5. วัตถุประสงค์ของโครงการ

5.1 เพื่อทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันรำข้าวไรซ์เบอร์รี่โดยมีการศึกษาเปรียบเทียบกับน้ำมันรำข้าวจากข้าวหอมมะลิกับข้าวไรซ์เบอร์รี่

5.2 เพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เซรั่มไมโครอิมัลชันจากน้ำมันรำข้าว

5.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์

5.4 เพื่อทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์ไมโคอิมัลชัน

6. เป้าหมายของโครงการ

6.1 ได้ผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตเซรั่มไมโครอิมัลชันจากน้ำมันรำข้าวเพื่อนำไปผลิตและจำหน่ายในเชิงพาณิชย์

6.2 อาจารย์ได้นำผลที่ได้จากการวิจัยไปใช้ในการเรียนการสอน และนักศึกษาได้รับความรู้ใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาในสาขาวิชา

6.3 ผู้สนใจได้รับความรู้เกี่ยวกับเซรั่มไมโครอิมัลชั่น และแนวทางการใช้ประโยชน์จากข้าวจากการเผยแพร่ผลการวิจัยในบทความวิจัยระดับชาติ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการสร้างสรรค์หรือประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่และต่อยอดการวิจัยทางวิชาการต่อไป

7. งบประมาณ

รายละเอียดงบประมาณ	งบประมาณที่ได้รับ (บาท)	งบประมาณที่ใช้จ่าย (บาท)	ยอดคงเหลือ (บาท)
1. งบบุคลากร	-	-	-
2. งบดำเนินงาน	60,000	60,000	-
2.1 ค่าใช้สอย	15,000	15,000	-
2.2 ค่าวัสดุ	45,000	45,000	-
3. งบลงทุน (ครุภัณฑ์ ถ้ามี)	-	-	-
รวม	**60,000**	**60,000**	-

กรณีมีเงินทุนวิจัยคงเหลือให้หัวหน้าโครงการนำเงินคงเหลือพร้อมดอกผล (ถ้ามี) และสมุดบัญชีเงินฝาก (ต้นฉบับ) ส่งหน่วยงานภายใน 30 วัน นับแต่วันสิ้นสุดโครงการ เพื่อให้หน่วยงานตรวจสอบและทำรายงานเสนอมหาวิทยาลัยต่อไป

8. ผลงานที่ได้รับจากโครงการนี้

ให้ผู้วิจัยรายงานผลงานวิจัยตามหัวข้อในตารางรายละเอียดผลงาน ซึ่งประกอบด้วย รูปแบบผลงานวิจัย การผลิตนักศึกษา การจดสิทธิบัตร และการเสนอผลงานวิจัย

ผลงาน	รายละเอียด
1. รูปแบบผลงานวิจัย ได้แก่ ต้นแบบผลิตภัณฑ์/กระบวนการใหม่/เทคโนโลยีใหม่/องค์ความรู้	
❑ ยังไม่ได้รูปแบบผลงานวิจัยที่ชัดเจน	
❑ ได้รูปแบบผลงานวิจัย ดังนี้ (ระบุรายละเอียดโดยย่อของแต่ละรูปแบบ)	
❑ ต้นแบบผลิตภัณฑ์ .... ❑ กระบวนการใหม่ .... ❑ เทคโนโลยีใหม่	1.1 เชิงพาณิชย์ (ระบุชื่อบริษัท/องค์กร/สถาบัน และกิจกรรมโดยย่อในการนำเอาผลงานวิจัยไปใช้) ☐ ก. ดำเนินการแล้ว.. ☐ ข. อยู่ระหว่างดำเนินการ.. ☐ ค. ยังไม่มีการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ ☐ มีแผนที่จะดำเนินการ ในวัน/เดือน/ปี......................... หากต้องการให้มหาวิทยาลัยประสานงานกับภาคเอกชน กรุณาแจ้งให้ ทราบด้วย ☐ อื่น ๆ ระบุ..

ผลงาน	รายละเอียด
.... ❑ องค์ความรู้	1.2 เชิงสาธารณะประโยชน์ (ระบุว่าเป็นกรณีที่ 1 และ/หรือกรณีที่ 2) 1.2.1 <u>กรณีที่ 1</u> เป็นการนำผลงานวิจัยถ่ายทอดให้กับหน่วยงานภาครัฐ/ภาคเอกชน/ชุมชน/กลุ่มบุคคลโดยไม่หวังผลกำไร (ให้ระบุชื่อหน่วยงาน/ชุมชน/กลุ่มบุคคลที่รับผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์และกิจกรรมโดยย่อในการนำผลงานวิจัยไปใช้) 1.2.2 <u>กรณีที่ 2</u> เป็นการเผยแพร่ผลงานวิจัยโดยการจัดประชุม/สัมมนา/ฝึกอบรม (ให้ระบุชื่อหัวข้อที่จัด วัน/เดือน/ปีที่จัด และสถานที่ที่จัด) ❑ ก. ดำเนินการแล้ว.. ❑ ข. อยู่ระหว่างดำเนินการ... ❑ ค. ยังไม่มีการนำเสนอผลงานวิจัยไปใช้เชิงสาธารณะประโยชน์ ❑ มีแผนที่จะดำเนินการ ในวัน/เดือน/ปี........................ หากต้องการให้มหาวิทยาลัยประสานงานกับภาคเอกชน กรุณาแจ้งให้ ทราบด้วย ❑ อื่น ๆ ระบุ.. **หมายเหตุ** ถ้ารูปแบบผลงานวิจัยมีมากกว่า 1 รูปแบบให้ระบุการนำไปใช้ประโยชน์ในแต่ละรูปแบบ เช่น โครงการ ก. มี 2 รูปแบบคือ 1) ต้นแบบผลิตภัณฑ์ ให้ระบุการนำไปใช้ประโยชน์ทั้ง 2 ประเภท และ 2) เทคโนโลยีใหม่ ให้ระบุการนำไปใช้ประโยชน์ทั้ง 2 ประเภท ด้วย
2. สิทธิบัตร	
❑ 2.1 จดสิทธิบัตรแล้ว	ระบุรูปแบบผลงานวิจัยที่นำไปจด วัน/เดือน/ปีที่ยื่นจด หมายเลขสิทธิบัตร ประเทศที่ยื่นจดสิทธิบัตร
❑ 2.2 กำลังดำเนินการยื่นขอจดสิทธิบัตร	ระบุรูปแบบผลงานวิจัยที่นำไปจด วัน/เดือน/ปีที่ยื่นจด หมายเลขสิทธิบัตร ประเทศที่ยื่นจดสิทธิบัตร
❑ 2.3 อยู่ในระหว่างเตรียมคำขอจดสิทธิบัตร	ระบุรูปแบบผลงานวิจัยที่นำไปยื่นจด
❑ 2.4 ยังไม่จดสิทธิบัตร	❑ ก.ต้องการคำปรึกษาจากเจ้าหน้าที่ด้านจดสิทธิบัตรของมหาวิทยาลัย

ผลงาน	รายละเอียด	
	❑ อื่น ๆ ระบุ..	
3. การเสนอผลงานวิจัย		
❑ 3.1 ยังไม่มีการนำเสนอผลงานวิจัย		
☑ 3.2 มีการนำเสนอผลงานวิจัยแล้วในรูปแบบ ดังนี้		
3.2.1 บทความทางวิชาการ		
☑ 3.2.1.1 วารสาร (Journal)		สถานภาพ
	☑ ก. ระดับชาติ (ศนิพร จันทร์บุรี, ธนพล กิจพจน์, กนกวรรณ พรมจีนและ ธันวมาส กาศสนุก. (2562). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มจากน้ำมันรำข้าวโดยการใช้ระบบไมโครอิมัลชัน.วารสารแก่นเกษตร 47 (ฉบับพิเศษ 1), 67-72	❑ อยู่ระหว่างการเรียบเรียง/เขียน (In preparation) ❑ ยื่นเอกสารแล้ว อยู่ระหว่างการพิจารณา (Submitted) ❑ ได้รับการตอบรับแล้ว อยู่ระหว่างการจัดพิมพ์ (Accepted, In press) ☑ ได้รับการจัดพิมพ์แล้ว (Published)
	❑ ข. ระดับนานาประเทศ (ระบุชื่อผู้วิจัยและ/หรือผู้ร่วมวิจัย ปีที่ตีพิมพ์ ชื่อบทความ ชื่อวารสาร ฉบับที่ และเลขหน้าที่พิมพ์)	❑ อยู่ระหว่างการเรียบเรียง/เขียน (In preparation) ❑ ยื่นเอกสารแล้ว อยู่ระหว่างการพิจารณา (Submitted) ❑ ได้รับการตอบรับแล้ว อยู่ระหว่างการจัดพิมพ์ (Accepted, In press) ❑ ได้รับการจัดพิมพ์แล้ว (Published)
❑ 3.2.1.2 หนังสือ/คู่มือ/ตำรา	❑ ก. ภาษาไทย (ระบุชื่อผู้เขียน ชื่อหนังสือ ชื่อเรื่อง ชื่อสำนักพิมพ์ และวัน/เดือน/ปีที่พิมพ์)	❑ อยู่ระหว่างการเรียบเรียง/เขียน (In preparation)

ผลงาน	รายละเอียด	
		☐ ได้รับการจัดพิมพ์แล้ว (Published)
	☐ ข. ภาษาอังกฤษ (ระบุชื่อผู้เขียน ชื่อหนังสือ ชื่อเรื่อง ชื่อสำนักพิมพ์ และวัน/เดือน/ปีที่พิมพ์)	☐ อยู่ระหว่างการเรียบเรียง/เขียน (In preparation) ☐ ได้รับการจัดพิมพ์แล้ว (Published)
☐ 3.2.1.3 เอกสารประกอบการประชุม	☐ ก.ระดับชาติ (ระบุชื่อผู้วิจัย และ/หรือผู้ร่วมวิจัย ชื่อผลงานที่เสนอ ชื่อการประชุม วัน/เดือน/ปีที่จัด และสถานที่ ☐ Proceeding ☐ Book of Abstracts	
	☐ ข.ระดับนานาชาติ (ระบุชื่อผู้วิจัย และ/หรือผู้ร่วมวิจัย ชื่อผลงานที่เสนอ ชื่อการประชุม วัน/เดือน/ปีที่จัด และสถานที่ ☐ Proceeding ☐ Book of Abstracts	
☑ 3.3 การประชุมวิชาการ	☑ ก. ระดับชาติ (ศนิพร จันทร์บุรี, ธนพล กิจพจน์, กนกวรรณ พรมจีนและธันวมาส กาศสนุก. (2562). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มจากน้ำมันรำข้าวโดยการใช้ระบบไมโครอิมัลชัน. ในการประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 20 ประจำปี พ.ศ. 2562 วันที่ 28-29 มกราคม 2562 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ☑ บรรยาย ☐ โปสเตอร์	
	☐ ข. ระดับนานาชาติ (ระบุชื่อผู้วิจัย และ/หรือผู้ร่วมวิจัย ชื่อผลงานที่เสนอ ชื่อการประชุม วัน/เดือน/ปีที่จัด และสถานที่จัด เมือง ประเทศ) 1. การประชุมในประเทศ ☐ บรรยาย ☐ โปสเตอร์ 2. การประชุมในต่างประเทศ ☐ บรรยาย ☐ โปสเตอร์	
4. รางวัล/เกียรติบัตรที่ได้รับจากผลงานวิจัยนี้		
☐ ยังไม่เคยได้รับรางวัล/เกียรติบัตร		
☑ ได้รับรางวัล/เกียรติบัตร ดังนี้		

ผลงาน	รายละเอียด
☑ ในประเทศ	(รางวัลระดับชมเชย ในการนำเสนอแบบบรรยายหัวข้อการพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มจากน้ำมันรำข้าวโดยการใช้ระบบไมโครอิมัลชัน ประเภทอาจารย์และนักวิชาการ จากการประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 20 ประจำปี พ.ศ. 2562 วันที่ 28-29 มกราคม 2562 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
❑ ต่างประเทศ	(ระบุชื่อรางวัล/เกียรติบัตรที่ได้รับ ผลงานที่ทำให้ได้รับรางวัล หน่วยงานที่มอบรางวัล ประเทศ และวัน/เดือน/ปีที่ได้รับ)