การออกแบบและพัฒนากระบวนการแยกน้ำในการหมักน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น

Design and Development of a Water Separation Process in Cold-Pressed Coconut Oil Fermentation

รัฐศวรรธน์ กิ่งแก้ว[1], วัสสา รวยรวย[2], อดิศร ไกรนรา[2], วีระยุทธ สุดสมบูรณ์[3]
วีรพล ปานศรีนวล[3] และรอยหทัย แก้วใหม่[4]

Ratsawat Kingkaew[1], Wassa Ruaruay[2], Adisorn Kainara[2], Weerayute Sudsomboon[3],
Weeraphol Pansrinual[3] and Roihathai kaewmai[4]

[1] หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการนวัตกรรมทางธุรกิจ วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคใต้
[2] หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
[3] หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
[4] หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการนวัตกรรมอุตสาหกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

วันที่รับบทความ: 13 สิงหาคม 2566; วันที่ทบทวนบทความ: 25 สิงหาคม 2566; วันที่ตอบรับบทความ: 28 สิงหาคม 2566
วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 31 สิงหาคม 2566

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนากระบวนการหมักและแยกน้ำมันมะพร้าว ด้วยวิธีการหมัก (Fermentation method) จากน้ำกะทิ เพื่อแก้ปัญหาการปนเปื้อนของน้ำหมักในน้ำมันมะพร้าวที่ส่งผลให้เกิดกลิ่นเหม็นหืน โดยการออกแบบอุปกรณ์หมักและแยกน้ำมันมะพร้าวให้สามารถแยกน้ำหมักออกจากกระบวนการก่อนเกิดชั้นน้ำมันมะพร้าว ผลการวิจัยจากการทดลองหมักน้ำกะทิปริมาณ 5,000 กรัม จำนวน 10 ครั้ง สามารถแยกน้ำหมักได้ 3,475 กรัม คิดเป็นร้อยละ 69.50 และสกัดน้ำมันมะพร้าวได้ 856 กรัม คิดเป็นร้อยละ 17.12 โดยเฉลี่ย ผลการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.670/2547) อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

คำสำคัญ: มะพร้าว, น้ำมันมะพร้าว, การสกัดน้ำมันมะพร้าว, การหมัก

Abstract: This research aims to design and develop a process of water separation in coconut oil fermentation to prevent the rancidity in coconut oil by using the fermentation from coconut milk. The developed method can separate the fermented water from the coconut oil before the layer of the coconut oil is formed in the fermentation process. The results of 10 experiments from fermenting 5,000 grams of coconut milk showed that the proposed method can separate 3,475 grams of fermented water, which were 69.50% of total, and it can extract 856 grams of coconut oil, which were 17.12% on average. In addition, the qualification test results according to Community Product Standard (CMEC 670/2547) was within the standard.

Keywords: coconut, coconut oil, coconut oil extraction, fermentation method

1. บทนำ

มะพร้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย มีการนำส่วนต่าง ๆ ของมะพร้าวมาใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย ได้แก่ บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากใบมะพร้าว น้ำช่อดอกมะพร้าวที่ได้จากส่วน น้ำกะทิที่ได้จากเนื้อมะพร้าว เป็นต้น สถิติจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ในปี พ.ศ. 2564 ประเทศมีพื้นที่เพาะปลูกมะพร้าวทั้งสิ้น 860,903 ไร่ สร้างผลผลิตให้กับเกษตรกรได้ 655,433,433 ผล[1] ซึ่งมะพร้าวผลสดจะถูกนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ หนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ น้ำมันมะพร้าว ในปี 2561 น้ำมันมะพร้าวโลกมีมูลค่าตลาดทั้งสิ้น 4.9 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ และมีอัตราการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง คาดว่าในปี 2568 จะมีมูลค่าการตลาดสูงถึง 8.4 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ[2]

น้ำมันมะพร้าวสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ น้ำมันมะพร้าวที่ได้จากกระบวนการผ่านความร้อนสูง (Refined Bleached Deodorized: RBD) และน้ำมันมะพร้าวบีบเย็น (cold-pressed coconut oil) การนำเนื้อมะพร้าวมาผ่านการบีบอัดโดยไม่ผ่านความร้อนสูง เพื่อสกัดให้ได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (Virgin coconut oil)[3] การสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ มี 2 วิธี คือ การสกัดแบบแห้ง (Dry process) โดยให้ความร้อนกับเนื้อมะพร้าว 40-50 องศาเซลเซียส จากนั้นนำเนื้อมะพร้าวไปบีบอัดแบบเย็นเพื่อให้ได้น้ำมันออกมา และวิธีการสกัดแบบเปียก (Wet process) เป็นการสกัดน้ำมันมะพร้าวจากน้ำกะทิ โดยวิธีการเคี่ยว (Boiling) วิธีการหมัก (fermentation) การแช่เย็น (refrigeration) การใช้เอนไซม์ (Enzymes) และการใช้เครื่องเหวี่ยง (Centrifuge) ซึ่งวิธีการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการหมัก (Fermentation) เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และลงทุนต่ำ แต่มีข้อเสียคือเกิดความชื้นในน้ำมันมะพร้าว และมีกลิ่นเปรี้ยวจากการปนเปื้อนของน้ำที่เกิดจากกระบวนหมัก และอาจจะเกิดจากการตักแยกน้ำมันมะพร้าวออกจากภาชนะ ซึ่งวิธีการนี้สามารถสกัดน้ำมันมะพร้าวได้ 15 – 20 เปอร์เซ็นต์จากน้ำหนักทั้งหมด[4]

กลิ่นเหม็นในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธ์ เกิดได้ 2 แบบ คือ กลิ่นเหม็นหืน ได้แก่ การเหม็นหืนแบบ Oxidative, Hydrolytic และ Ketonic ซึ่งเกิดจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ไปย่อยกรดไขมันจากน้ำมันมะพร้าว และกลิ่นเหม็นเปรี้ยว เป็นกลิ่นที่เกิดจากการหมักกะทิ โดยที่มีเชื้อจุลินทรีย์อื่น ๆ นอกจากตัวที่ทำหน้าที่ในการหมัก เกิดเป็นกรดแลกติกทำให้น้ำมันมะพร้าวมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว จากการศึกษากระบวนการหมักน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ของกลุ่มเกษตรกร พบว่ากลิ่นเหม็นหืนที่เกิดจากการแยกโดยน้ำ (Hydrolytic rancidity) จะเกิดขึ้นได้ง่ายจากการปนเปื้อนระหว่างน้ำมันมะพร้าวกับน้ำที่หลงเหลืออยู่ในน้ำมันมะพร้าว ไปแยกสายโซ่ของกรดไขมันออกจากกลีเซอรอลในไตร-กรีเซอไรด์ เกิดเป็นกรดไขมันอิสระ ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหื่นขึ้น สามารถป้องกันได้โดยการหยุดด้วยการไล่น้ำหรือความชื้นด้วยความร้อน หรือ ไม่ให้น้ำจากการหมักหลงเหลืออยู่ในกระบวนการ[5]

งานวิจัยนี้จึงเป็นการออกแบบและพัฒนาการแยกน้ำในกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธ์ก่อนการเกิดชั้นน้ำมันในกระบวนการหมักน้ำมันมะพร้าว โดยการออกแบบอุปกรณ์ที่สามารถแยกน้ำจากกระบวนการหมักได้ก่อนที่จะเกิดการแยกชั้นน้ำมันมะพร้าว ทำให้สามารถลดน้ำที่หลงเหลืออยู่ในกระบวนการหมักและลดการเกิดปฏิกิริยาการเกิดกรดไขมันอิสระที่เป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นในน้ำมันมะพร้าว

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบอุปกรณ์และพัฒนากระบวนการแยกน้ำออกจากระบบการหมักน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เพื่อลดการเกิดปฏิกิริยาที่เป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษากระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวด้วยวิธีการหมัก (Fermentation method) น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เป็นผลผลิตที่ได้จากการสกัดน้ำมันออกจาก

เนื้อมะพร้าวโดยไม่ผ่านความร้อน สามารถทำได้โดยการคั้นเอากะทิจากเนื้อมะพร้าวขูด ผสมน้ำต้มสุกในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 หมักทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จนเกิดเป็น 3 ชั้น ชั้นบนสุดเรียกว่าชั้นครีม ชั้นกลางเป็นน้ำมันมะพร้าว และชั้นล่างเป็นส่วนของน้ำที่เกิดจากการหมัก จะได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ร้อยละ 15 – 20 ของปริมาณกะทิ[6] กระบวนการหมักน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1) การคั่นกะทิจากเนื้อมะพร้าวสด โดยการนำผลมะพร้าวสดมาขูดเอาเนื้อมะพร้าว นำไปคั้นให้ได้หัวกะทิ

2) นำหัวกะทิใส่ในภาชนะทรงกระบอก เติมน้ำต้มสุกในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 แล้วปิดภาชนะด้วยผ้าขาวสะอาด

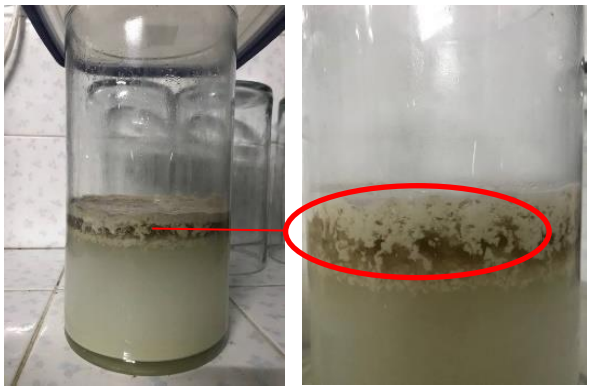
3) หมักทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จะเกิดการแยกชั้นเป็น 3 ชั้น (ชั้นครีม, ชั้นน้ำมัน และ ชั้นน้ำหมัก)

4) ตักน้ำมันมะพร้าวออกจากภาชนะกรองด้วยผ้าขาวสะอาด

3.2 การศึกษาวิธีการหมักน้ำมันมะพร้าวแบบเดิม ศึกษาการผลิตน้ำมันมะพร้าวด้วยวิธีสกัดเย็นเพื่อปรับปรุงวิธีการหมักและแยกน้ำมันมะพร้าวแบบเดิมโดยการออกแบบ และพัฒนาอุปกรณ์หมักและแยกน้ำมันมะพร้าว ให้มีประสิทธิภาพในการแยกน้ำมันมะพร้าวให้ได้ปริมาณมากที่สุด หลังจากน้ำมันมะพร้าวเกิดการแยกตัวจากการหมักแล้ว ซึ่งจะศึกษาวิธีการหมักแบบเดิมเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบวิธีการ และอุปกรณ์หมักและแยกน้ำมันมะพร้าวที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ใช้วิธีการหมักในโถแก้วใส ครั้งละ 3 กิโลกรัม โดยใช้น้ำกะทิจากมะพร้าวผลแก่เต็มที่ ดังแสดงในภาพที่ 1 (ก) เทน้ำกะทิลงในโถแก้ว (ข) น้ำกะทิเริ่มแยกตัวเป็นสองส่วนภายใน 3 ชั่วโมง

(ก) (ข)

ภาพที่ 1 น้ำกะทิหมักในโถแก้ว ขนาด 3 ลิตร



ภาพที่ 2 น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นที่ได้จากการหมัก

3.3 ออกแบบอุปกรณ์หมักและแยกน้ำมันมะพร้าว จากการศึกษาวิธีการหมักแบบเดิมพบว่าน้ำมันมะพน้าวที่เกิดจากกระบวนการหมักได้ปริมาณเฉลี่ย 15-20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่สูญเสียไปกับการตักเพื่อแยกน้ำมันมะพร้าวออกจากภาชนะระหว่างชั้นฝ้าและชั้นครีมกะทิ ซึ่งต้องอาศัยทักษะความชำนาญในการตักเพื่อแยกน้ำมันมะพร้าวออกมา ดังนั้นจึงได้เกิดแนวคิดในการหมักและแยกน้ำมันมะพร้าว โดยอาศัยหลักการของปริมาตรทรงกระบอก มีสูตรในการคำนวณ คือ พื้นที่ฐาน x สูง ในปริมาตรที่เท่ากัน เมื่อพื้นที่ฐานกว้าง ความสูงก็จะน้อย จึงได้ออกแบบให้ภาชนะมีพื้นที่ฐานแคบ ความสูงจึงเพิ่มขึ้นทำให้ชั้นน้ำมันมะพร้าวขยายความสูงและแยกออกได้ง่ายกว่า ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คำนวณความสูงและขนาดของท่อแยกน้ำมันมะพร้าว

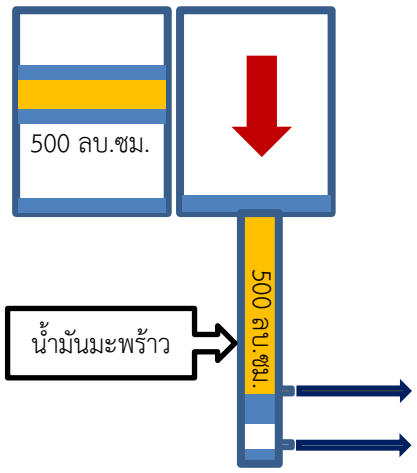
ปริมาตร (ลบ.ซม)	รัศมี (เซนติเมตร)	พื้นที่ฐาน (ตร.ซม)	ความสูง (เซนติเมตร)
3,000	7	154.00	19.48
3,000	5	78.57	38.18
3,000	3	28.29	106.06
3,000	1.5	7.07	424.24

จากการหมักน้ำมันมะพร้าวแบบสกัดเย็น ทำให้เกิดชั้นการหมักเป็น 5 ชั้น ดังนี้ ชั้นฝ้า ชั้นน้ำมัน ชั้นครีมกะทิ ชั้นน้ำหมัก และชั้นครีมกัม ในแต่ละชั้นคำนวณปริมาณได้ดังแสดงในตารางที่ 2 ปริมาณในการคั้นน้ำกะทิ 3,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร สัดส่วน 1:1 (มะพร้าวขูด : น้ำอุ่น) แสดงให้เห็นว่าน้ำกะทิ 1 กิโลกรัม จะให้ปริมาณน้ำหมัก 0.5 กิโลกรัม หรือ ปริมาณน้ำกะทิ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะได้น้ำหมัก 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยจากผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 2 ร้อยละของปริมาณส่วนประกอบแต่ละชั้นจากการหมักน้ำกะทิ

ชั้นที่	ประเภท	ร้อยละ
1	ชั้นฝ้า	10 – 15
2	ชั้นน้ำมัน	15 – 20
3	ชั้นครีมกะทิ	10 – 15
4	ชั้นน้ำหมัก	60 - 70
5	ชั้นครีมกัม	2 – 5

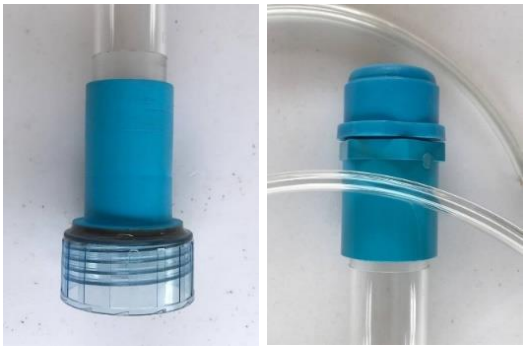
จากปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการทดลองในตารางที่ 2 พบว่า มีปริมาณเฉลี่ยอยู่ที่ 15 – 20 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นปริมาณ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร จึงได้ออกแบบอุปกรณ์เพื่อแยกน้ำมันมะพร้าวในท่อที่มีพื้นที่ฐานแคบลง ทำให้ความสูงของท่อเพิ่มขึ้น น้ำมันมะพร้าวจะอยู่ในท่อแคบทำให้เห็นปริมาณการแยกได้ยาวขึ้น ส่งผลให้แยกน้ำมันได้ง่ายและได้ปริมาณที่มากขึ้น ปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่ได้ประมาณ 500 – 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร ท่อมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร จะต้องใช้ท่อยาวประมาณ 80 เซนติเมตร จึงได้ออกแบบอุปกรณ์แยกน้ำมันมะพร้าวที่มีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 3 เปรียบเทียบพื้นที่หน้าตัดต่างกัน ความสูงจะเปลี่ยนแปลงไป ทำให้สามารถแยกน้ำมันมะพร้าวได้มากขึ้น



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบปริมาตรน้ำมันมะพร้าว ด้วยวิธีการหมักแบบเดิม กับออกแบบอุปกรณ์ที่ได้ออกแบบ

ส่วนประกอบของอุปกรณ์หมักและแยกน้ำมันมะพร้าว ส่วนที่ 1 ถังหมักน้ำกะทิ ทำจากขวดน้ำดื่มขนาด 6 ลิตร วัสดุเป็นพอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate : PET) ทำหน้าที่รองรับและหมักน้ำกะทิให้เกิดเป็นน้ำมันมะพร้าว ส่วนที่ 2 ท่อแยกน้ำมันมะพร้าว ทำจากท่ออะคริลิค ต่อกับข้อต่อเกลียวในขนาด 1.5 นิ้ว เจาะท่อในข้อต่อวาล์วลมเพื่อใช้เป็นทางระบายน้ำหมักและน้ำมันมะพร้าว ส่วนที่ 3 ขาตั้งสเตนเลส 3 ขา ใช้ในการรองรับอุปกรณ์หมักและแยกน้ำมันมะพร้าว ดังแสดงในภาพที่ 4

(ก) ท่อแยกน้ำมันมะพร้าวที่ออกแบบและพัฒนา

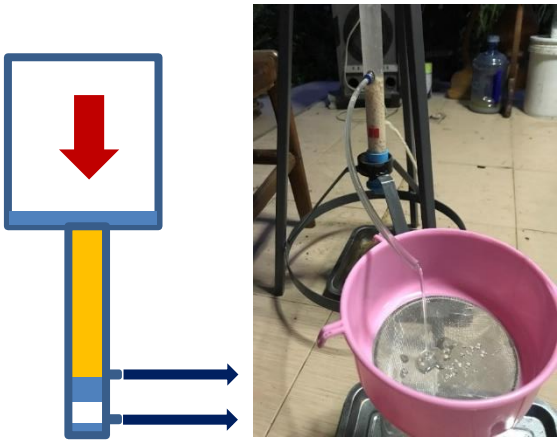


(ข) ส่วนประกอบของท่อแยกน้ำมันมะพร้าว

(ค) ถังหมักและการประกอบอุปกรณ์หมักและแยกน้ำมันมะพร้าว

ภาพที่ 4 ส่วนประกอบของอุปกรณ์หมักและแยกน้ำมันมะพร้าว

หลักการทำงานของอุปกรณ์หมักและแยกน้ำมันมะพร้าว เริ่มจากการเตรียมน้ำกะทิ หลังจากนั้นเทน้ำกะทิลงในถังหมักผ่านการกรองด้วยผ้าขาวสะอาดทิ้งไว้ 2 -3 วัน น้ำกะทิจะแยกชั้น จึงทำการปล่อยน้ำหมักและชั้นครีมออกทางท่อด้านล่าง เพื่อให้น้ำมันมะพร้าวไหลเข้ามาอยู่ในท่อแทนน้ำหมักในตำแหน่งท่อบน แล้วจึงถ่ายน้ำมันมะพร้าวออกมาทางท่อบน ใช้กรองดักชั้นครีมอีกครั้งหนึ่ง ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การใช้อุปกรณ์แยกน้ำมันมะพร้าว

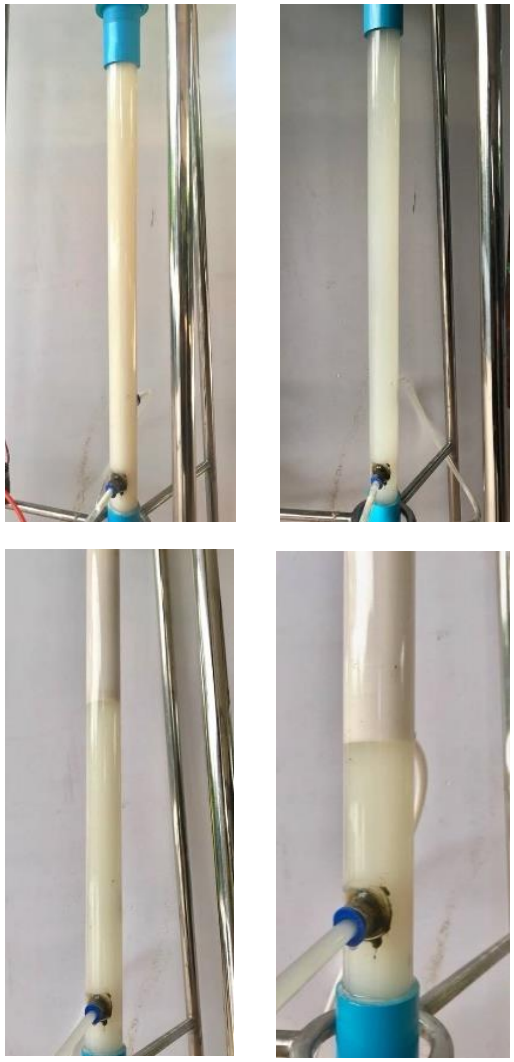
3.4 ทดลองการใช้อุปกรณ์หมักและแยกน้ำมันมะพร้าว จากการออกแบบในทางทฤษฎีและการทดลองการใช้งานเบื้องต้น พบว่า อุปกรณ์หมักและแยกน้ำมันมะพร้าวสามารถหมักและแยกน้ำมันมะพร้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้ทำการทดลองซ้ำเพื่อหาข้อบกพร่องและความคลาดเคลื่อนของการแยกน้ำมันมะพร้าว จึงได้ทำการทดลองหมักและแยกน้ำมันมะพร้าวจำนวน 10 ครั้ง ใช้น้ำกะทิครั้งละ 5,000 มิลลิลิตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร) และบันทึกค่าปริมาณน้ำมันมะพร้าว และน้ำหมักที่เกิดจากกระบวนการแยก พร้อมทั้งหากระบวนการหมักและแยกที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้น โดยมีวิธีการในการทดลอง ดังนี้

1) การทดลองหมัก ใช้เวลา 2 วัน ใช้น้ำกะทิในการทดลอง 5,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เทผ่านการกรองด้วยผ้าขาวสะอาดลงในถังหมัก และทำการหมักทิ้งไว้ 2 วัน ในทางทฤษฎีควรจะได้น้ำมันมะพร้าว 15% คือ ประมาณ 450 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผลจากการทดลองได้น้ำมันมะพร้าว ประมาณ 130 ลูกบาศก์เซนติเมตร น้อยกว่าที่ควรจะเป็น พบว่า น้ำมันมะพร้าวปะปนอยู่ในชั้นครีม ทำให้แยกน้ำมันมะพร้าวในชั้นครีมได้ยาก สาเหตุน่าจะเกิดจากความหนืดของชั้นครีมทำให้น้ำมันมะพร้าวที่แยกชั้นแล้ว เมื่อปล่อยน้ำหมักออก ทำให้ชั้นครีมกะทิ ชั้นน้ำมันมะพร้าว และชั้นครีมฝ้าที่อยู่ชั้นบนสุด ลดระดับลงมาและถูกบีบให้เล็กผ่านท่อแยก จึงทำให้ทั้งสามชั้นปนกัน ส่งผลให้แยกน้ำมันมะพร้าวได้ปริมาณน้อยกว่าปกติ

ภาพที่ 6 น้ำมันมะพร้าวที่แยกได้จากอุปกรณ์

2) การทดลองหมักและแยกน้ำหมักออกก่อนเกิดการแยกตัวของน้ำมันมะพร้าว ใช้น้ำกะทิในการทดลอง 5,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เทผ่านการกรองด้วยผ้าขาวสะอาดลงในถังหมัก สังเกตการณ์แยกชั้นของน้ำกะทิในระยะเวลาที่ห่างกันทุก ๆ 3 ชั่วโมง

ภาพที่ 7 เริ่มต้นเทน้ำกะทิลงในอุปกรณ์



ภาพที่ 8 น้ำหมักเริ่มแยกตัวออกจากน้ำกะทิเมื่อเวลาผ่านไป 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง

จากภาพที่ 9 และ 10 พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง น้ำกะทิแยกเป็น 2 ส่วน คือ ชั้นกะทิ และชั้นน้ำหมัก จึงได้ทำการถ่ายน้ำหมักออก ได้ปริมาณน้ำหมักที่แยกได้ 2,064 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ภาพที่ 9 น้ำหมักแยกชั้นจากน้ำกะทิที่ 12 ชั่วโมงวัดได้ปริมาตร 2,064 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ตารางที่ 3 สรุปการแยกตัวของน้ำกะทิที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ปริมาตรน้ำหมัก (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
3	2,064
6	25
9	1,105
12	95
15	72
18	23
21	54
24	12
รวม	**3,450**

จากการสังเกตการณ์แยกชั้นของน้ำกะทิ เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง พบว่า น้ำกะทิเริ่มเกิดการแยกตัวเป็นน้ำมันมะพร้าวกระจายอยู่ทั่วไปในถังหมักและท่อแยก ดังแสดงในภาพที่ 12

ภาพที่ 10 น้ำมันมะพร้าวเริ่มจับตัวในถังหมัก

หลังจากแยกน้ำหมักออกแล้ว หมักทิ้งไว้ 36 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำมันแยกชั้นออกจากชั้นฝ้าและชั้นครีมกะทิ ได้ผลการทดลองดังแสดงในภาพที่ 13 จากนั้นให้ถ่ายชั้นครีมกะทิออก จนชั้นน้ำมันลดระดับลงมาต่ำกว่าช่องถ่ายน้ำมันช่องบน ทิ้งไว้อีก 12 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการแยกตัวที่สมบูรณ์ และได้น้ำมันมะพร้าวที่มีสีใส ไม่มีครีมกะทิปะปน ดังแสดงในภาพที่ 12

ภาพที่ 11 น้ำมันมะพร้าวกับชั้นครีมกะทิเกิดการแยกตัว

หลังผ่านไป 12 ชั่วโมง ให้ถ่ายน้ำมันมะพร้าวออกผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง และวัดปริมาตรของน้ำมันมะพร้าวที่ได้ ดังแสดงในภาพที่ 12

ภาพที่ 12 แยกน้ำมันมะพร้าวและกรองด้วยกระดาษกรอง

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการทดลองหมักและแยกน้ำมันมะพร้าวด้วยอุปกรณ์ที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้น กระบวนการที่ได้ออกแบบสามารถแยกน้ำหมักออกจากกระบวนการหมักน้ำมันมะพร้าวได้ แสดงให้เห็นว่ากระบวนการนี้สามารถลดการหลงเหลือของน้ำที่ปะปนอยู่ในน้ำมันมะพร้าวได้ร้อยละ 100 และยังสามารถแยกน้ำมัน

มะพร้าวได้มากกว่าวิธีการหมักในภาชนะทรงกระบอกแบบเดิม โดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 17.12 จากการทดลอง 10 ครั้ง สามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4 ผลการทดลองหมักและแยกน้ำมันมะพร้าว (หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร)

ครั้งที่	ชั้นฝ้า	ชั้นน้ำมัน	ชั้นครีมกะทิ	ชั้นน้ำหมัก	ชั้นครีมกัม
1	320	860	240	3,450	80
2	330	880	250	3,400	120
3	280	840	220	3,550	70
4	250	870	240	3,500	120
5	260	800	270	3,550	90
6	280	860	220	3,400	130
7	270	880	210	3,450	110
8	260	870	220	3,550	140
9	300	790	280	3,500	120
10	300	910	230	3,400	100
ค่าเฉลี่ย	285	856	238	3,475	108
ร้อยละ	5.70	17.12	4.76	69.50	2.16

จากตารางที่ 4 พบว่า อุปกรณ์หมักและแยกน้ำมันมะพร้าว มีประสิทธิภาพในการแยกน้ำมันมะพร้าวได้ปริมาตร โดยเฉลี่ย 856 ลูกบาศก์เซนติเมตร คิดเป็นร้อยละ 17.12 และสามารถแยกน้ำหมักออกได้ก่อนหลังจากหมักไป 24 ชั่วโมง เมื่อทำการหมักต่อไปอีก 36 ชั่วโมง อุปกรณ์สามารถแยกครีมกะทิออกไปได้ ยังคงเหลือเฉพาะชั้นน้ำมันมะพร้าวและชั้นฝ้าด้านบน จากการทดลองยังสามารถตักชั้นฝ้าออกทางด้านบนได้เพื่อไม่ให้ปะปนกับน้ำมันมะพร้าวในขณะที่ถ่ายน้ำมันมะพร้าวออกมา จากการทดลองดังกล่าวสามารถเขียนเป็นขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์หมักและแยกน้ำมันมะพร้าวได้ดังนี้

1) เทน้ำกะทิลงในถังหมัก กรองด้วยผ้าขาวสะอาด

2) ปิดถังหมักด้านบนด้วยฝาครอบ หรือปิดด้วยแผ่น Wrap อาหาร

3) หมักทิ้งไว้ 6 ชั่วโมง น้ำกะทิจะแยกเป็นสองส่วน คือ น้ำกะทิ กับ น้ำหมัก ให้ถ่ายน้ำหมักออกให้หมดทางช่องถ่ายด้านล่าง น้ำหมักจะถูกถ่ายออกไปประมาณ 43%ของน้ำกะทิทั้งหมด

4) หมักต่อไปอีก 6 ชั่วโมง ให้ถ่ายน้ำหมักออกทางช่องถ่ายด้านล่าง น้ำหมักจะถูกถ่ายออกไปประมาณ 22%ของน้ำกะทิทั้งหมด

5) หมักต่อไปอีก 12 ชั่วโมง ให้ถ่ายน้ำหมักออกทางช่องถ่ายด้านล่างอีกครั้งหนึ่ง น้ำหมักจะถูกถ่ายออกไปประมาณ 3%ของน้ำกะทิทั้งหมด

6) หมักต่อไปอีก 36 ชั่วโมง ให้ถ่ายน้ำหมักออกบางส่วนประมาณ 2% และให้ถ่ายชั้นครีมออกทางช่องด้านล่าง จนระดับน้ำมันมะพร้าวถึงช่องถ่ายน้ำมันมะพร้าวช่องบน ครีมกะทิจะถูกถ่ายออกไปโดยเฉลี่ยประมาณ 5%

7) หมักต่อไปอีก 12 ชั่วโมง จนน้ำมันมะพร้าวใส และไม่มีปะปนอยู่ในชั้นครีมกะทิ และชั้นฝ้า ให้ใช้ช้อนตักชั้นฝ้าออกจนถึงชั้นน้ำมันมะพร้าว

8) ถ่ายน้ำมันมะพร้าวออกทางช่องถ่ายด้านบน ใช้ที่กรองและกระดาษกรอง ดักตะกอนจากชั้นครีมเพื่อให้ได้น้ำกะทิบริสุทธิ์ โดยเฉลี่ยจะได้น้ำมันมะพร้าวประมาณ 15 – 20% ของน้ำกะทิทั้งหมด

ภาพที่ 13 น้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการทดลอง

4.2 ประเมินคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวด้วยอุปกรณ์หมักและแยกน้ำมันมะพร้าว ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านน้ำมันมะพร้าว 2 ท่าน จากศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เพื่อการปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพการใช้งานอุปกรณ์หมักและแยกน้ำมันมะพร้าวให้มีคุณภาพที่ดี โดยนำตัวอย่างน้ำมันมะพร้าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจคุณภาพของน้ำมันมะพร้าว

ประเมินผลคุณภาพน้ำมันมะพร้าว อ้างอิงมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.670/2547) ดังนี้

1) ค่าความเป็นกรด - ด่าง ด้วยวิธีวิเคราะห์ AOAC Method 934.18 ผลการวิเคราะห์เท่ากับ 2.7

2) น้ำและสิ่งที่ระเหยได้ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส (Moisture Content, %) วิธีวิเคราะห์ ISO 622: 1998 ผลการวิเคราะห์ เท่ากับ 0.2

3) ค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide value ; มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม) ด้วยวิธีวิเคราะห์ IUPAC 2.501 ผลการวิเคราะห์ ไม่พบเพอร์ออกไซด์

4) ค่ากรด (Acid value ; มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัม) ด้วยวิธีวิเคราะห์ ISO 660 : 1992 ผลการวิเคราะห์ เท่ากับ 0.7 มิลลิกรัมต่อกรัม

5) สารตะกั่ว (Pb ; มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ด้วยวิธีวิเคราะห์ AAS-Flame ผลการวิเคราะห์ ไม่พบสารตะกั่ว

6) จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Bacteria ; โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม) ด้วยวิธีวิเคราะห์ Based on USFDA-BAM) ผลการวิเคราะห์ไม่พบจุลินทรีย์

จากผลการวิเคราะห์พบว่าน้ำมันมะพร้าวที่หมักและแยกจากอุปกรณ์ที่ได้สร้างขึ้นมีค่าคุณภาพทุกปัจจัยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ มผช. 670/2547

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำมันมะพร้าวกับมาตรฐาน มผช.670/2547

พารามิเตอร์ที่ตรวจวิเคราะห์	ค่ามาตรฐาน มผช. 670/2547	ผลการวิเคราะห์
ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอม เส้นผม ทราย กรวด	ไม่พบ	ไม่พบ
น้ำและสิ่งที่ระเหยได้ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส	ร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก	0.2
ค่าเพอร์ออกไซด์	ต้องไม่เกิน 10 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม	ไม่พบ
ตะกั่ว	ต้องไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	ไม่พบ
ค่าของกรด	ต้องไม่เกิน 4 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัม	2.7
จุลินทรีย์	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1.5x103 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1ลูกบาศก์เซนติเมตร	ไม่พบ

ผลการประเมินคุณภาพตามน้ำมันมะพร้าวจากผู้เชี่ยวชาญ

1) การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่น

1.1) ต้องใส ไม่มีตะกอนแยกชั้น ค่าเฉลี่ย 4.00 อยู่ในระดับ ดีมาก

1.2) ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของน้ำมันมะพร้าว ค่าเฉลี่ย 4.00 อยู่ในระดับ ดีมาก

1.3) ต้องมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของน้ำมันมะพร้าว ปราศจากกลิ่นหืน หรือกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ ค่าเฉลี่ย 4.00 อยู่ในระดับ ดีมาก

1.4) ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช้ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูล จากสัตว์ ค่าเฉลี่ย 4.00 อยู่ในระดับ ดีมาก

2) น้ำและสิ่งที่ระเหยได้ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ต้องไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก ค่าเฉลี่ย 4.00 อยู่ในระดับ ดี

3) ค่าเพอร์ออกไซด์ ต้องไม่เกิน 10 มิลลิกรัมสมมูล ค่าเฉลี่ย 4.00 อยู่ในระดับ ดีมาก

4) สารปนเปื้อน พบว่า ตะกั่ว ต้องไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 4.00 อยู่ในระดับ ดีมาก

5) ค่าของกรด ต้องไม่เกิน 4 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัม ค่าเฉลี่ย 4.00 อยู่ในระดับ ดีมาก

6) จุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1.5 × 103 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ค่าเฉลี่ย 4.00 อยู่ในระดับดีมาก

5. สรุปผลและอภิปรายผล

อุปกรณ์หมักและแยกน้ำมันมะพร้าวที่ได้พัฒนาขึ้น สามารถหมักน้ำมันมะพร้าวที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน ของ มผช. 670/2547 โดยไม่มีการปนเปื้อนของน้ำหมักในระหว่างขั้นตอนการแยกน้ำมัน การแยกน้ำมันมะพร้าวสามารถทำได้อย่างรวดเร็วและสะดวกในการใช้งาน และสามารถแยกน้ำหมักออกได้ก่อนที่จะเกิดการหมักน้ำกะทิให้เกิดเป็นน้ำมันมะพร้าวช่วยลดการปนเปื้อนระหว่างน้ำหมักและน้ำมันมะพร้าวที่ส่งผลทำให้เกิดจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดกลิ่นหืน และสามารถแยกครีมกะทิออกจากน้ำมันมะพร้าวได้เพื่อให้แยกน้ำมันมะพร้าวได้ง่ายขึ้น ปริมาณที่ได้จากการแยกน้ำมันมะพร้าวเฉลี่ยร้อยละ 17.12 สูงกว่าวิธีการหมักโดยทั่วไป อุปกรณ์ที่ได้ออกแบบและพัฒนาสามารถแยกน้ำมันมะพร้าวได้อย่างสมบูรณ์และลดการสูญเสียน้ำมันมะพร้าวในกระบวนการตักแบบเดิมได้อีกด้วย

5.1 การเปรียบเทียบอุปกรณ์หมักและแยกน้ำมันมะพร้าว

1) ด้านต้นทุน งบประมาณไม่เกิน 3,500 บาท วัสดุมีขายทั่วไปตามท้องตลาด (ระบบหมักและแยก งบประมาณไม่เกิน 1,000 บาท ขาตั้งสเตนเลส 2,500 บาท)

2) ด้านกำลังการผลิต ได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวเพิ่มขึ้น จากการแยกด้วยท่อทรงสูง แยกได้เฉลี่ยร้อยละ 17.12 ปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยในการหมักน้ำมันมะพร้าวของแต่ละพื้นที่ อุปกรณ์หมักและแยกสามารถแยกน้ำมันมะพร้าวได้เพิ่มขึ้น 2–5 เปอร์เซ็นต์

3) ด้านคุณภาพของน้ำมันมะพร้าว ถือว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มผช. 670/2547 ผลการวิเคราะห์ไม่พบสารตะกั่ว ไม่พบเพอร์ออกไซด์ ไม่พบจุลินทรีย์ ค่ากรด (มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัม) มีค่าเท่ากับเท่ากับ 0.7 (มาตรฐานไม่เกิน 4.0)

4) ด้านการใช้งาน ใช้งานได้ง่าย ขั้นตอนการใช้งานไม่ยุ่งยาก แยกน้ำมันได้สะดวกโครงสร้างแข็งแรงและล้างทำความสะอาดได้ง่าย

5.2 การพัฒนาต่อยอดอุปกรณ์หมักและแยกน้ำมันมะพร้าว จากการวิจัยของ ฉัตรชัย สังข์ผุด [6] และงานวิจัยของ ฉัตรชัย สังข์ผุด จีราภรณ์ สังข์ผุด และชุตินุช สุจริต[7] ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการหมักสกัดน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นเพื่อเพิ่มคุณภาพและปริมาณผลผลิตด้วยการนำน้ำกะทิไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง แยกครีมมาบรรจุใส่โถแก้วเติมกล้าเชื้อ Lactobacillus plantarum (BCC 47647) ร้อยละ 1.0 พบว่า มีร้อยละการเก็บเกี่ยวน้ำมันจากครีมสูงสุดเท่ากับ 81.71 คิดเป็นปริมาณผลผลิตน้ำมันร้อยละ 31.45 ของครีมหลังจากกำจัดน้ำออกจากน้ำมันมะพร้าวแล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิห้อง นาน 2 เดือน พบว่า น้ำมันมะพร้าวมีค่าคุณภาพทุกปัจจัยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ มผช. 670/2547 และมาตรฐาน อย. ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 57 (พ.ศ. 2524)

จากการศึกษาวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีความประสงค์ให้พัฒนาเครื่องมือที่สามารถแช่เย็นน้ำกะทิได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า – 20 องศาเซลเซียส เพื่อให้เกิดการแยกชั้นของน้ำหมักและน้ำกะทิ และทำการหมักด้วยวิธีที่ได้พัฒนาขึ้นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] Thai Trade Center Miami. (2020). *Coconut Oil Market Report United States.* Retrieved from www.ditp.go.th/contents_attach/567745/567745.pdf (In Thai)

[2] Nakacha, P. (2014). Extraction of coconut oil. *Kasetsart Journal (Natural Science),* 27(3), 12-31. (In Thai)

[3] Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2022). *Export Statistics Office of Agricultural Economics.* Retrieved from http://impexp.oae.go.th/service/export.php?S _YEAR=2564. (In Thai)

[4] Chomchala, N. (2011). *Miracle Coconut Oil.* Bangkok Thailand: Post Books. (In Thai)

[5] Utayarat, C. (2011). Virgin Coconut Oil. *Journal of Industrial Technology Innovation*, 6(1), 1-10. (In Thai)

[6] Sangpud, C. (2014). Effect of starter culture on the extraction of virgin coconut oil by fermentation. *Wichcha Journal*, 33(1), 26-38. (In Thai)

[7] Sangpud, C., Sangpud, J., & Sujarit, C. (2015). The different stages of coconut fruit and environmental factors affect to the quality of coconut oil fermented by Lactobacillus plantarum (BCC 47647). *Thaksin University Journal,* 18(3), 9-16. (In Thai)