วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย **บทความวิจัย**
ปีที่ 24 ฉบับที่ 2 (2561) 48-53
ISSN 1685-408X
Available online at www.tci-thaijo.org/index.php/TSAEJ

การศึกษากระบวนการผลิตน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าว

Study of Coconut Meat Water Extraction Process

พิไลวรรณ เจิมวงค์รัตนชัย[1], ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์[1*], ประเสริฐศักดิ์ ภักดีวงษ์[1]
Phiraiwan Jermwongruttanachai[1], Siwalak Pathaveerat[1*], Prasertsak Pukdeewong[1]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม, 73140
[1]Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen, Kasetsart University – Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140
*Corresponding author: Tel: +66-861472656, E-mail: fengslp@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการผลิตน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าว เพื่อหาเงื่อนไขการตกตะกอนของโปรตีนในน้ำกะทิพร่องไขมัน โดยนำน้ำกะทิพร่องไขมัน ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95°C เป็นเวลา 3 15 และ 30 นาที แล้วกรองตะกอนด้วยผ้ากรอง 100 ไมครอน จากผลการทดลอง ที่อุณหภูมิ 75°C ได้ตะกอนโปรตีน 1.24 1.55 และ 1.62% โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 85°C ได้ตะกอนโปรตีน 7.80 8.40 และ 12.34% โดยน้ำหนัก และที่อุณหภูมิ 95°C ได้ตะกอนโปรตีน 11.24 14.14 และ 14.71% โดยน้ำหนัก ตามลำดับเวลา พบว่าที่ อุณหภูมิ 95°C โดยใช้เวลา 15 นาที เป็นเงื่อนไขที่เหมาะสมและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เนื่องจากแยกตะกอนโปรตีนได้ดีและใช้เวลาน้อย จากนั้นศึกษาการแยกตะกอนออกจากน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าว โดยใช้เครื่องแยกแบบแรงเหวี่ยง (Disc and bowl centrifugal separator) ที่ความเร็วรอบ 10,500 rpm โดยกำหนดอัตราการไหลเข้าเป็น 4 ระดับ คือ 51 175 293 และ 529 ml min^{-1} แล้วนำไปหาปริมาณตะกอนโปรตีนที่ตกค้างอยู่ พบว่า ที่อัตราการไหล 51 175 293 และ 529 ml min^{-1} ได้ตะกอนที่ตกค้างอยู่ 1.57 1.26 1.92 และ 1.98% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่า ที่อัตราการไหล 175 ml min^{-1} เหมาะสมที่สุดและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 95%

คำสำคัญ: น้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าวน้ำมันมะพร้าว, น้ำมะพร้าว, การสกัด

Abstract

This research is to study the process of coconut meat water extraction. The sedimentation conditions of curd of skimmed coconut milk (scm) was studied. The scm was heated at 75, 85 and 95°C for 3, 15 and 30 minutes and then filtered with 100 micron filter. The results showed that the curd of scm content at 75°C was 1.24, 1.55 and 1.62% by weight, respectively. At 85°C, curd of scm content was 7.80, 8.40 and 12.34% by weight, respectively and at 95°C, coconut milk protein precipitation was 11.24, 14.14 and 14.71% by weight. It can be concluded that 95°C for 15 minutes is the optimal condition and significantly different at 95% of confidence interval, due to high protein content and less time. Then, the sedimentation of the coconut water extract was studied, by using a disc and bowl centrifugal separator. At a speed of 10,500 rpm, the feed flow rates were 3 levels: 51, 175, 293 and 529 ml min^{-1}. The flow rates of 51, 175 293 and 529 ml min^{-1} had the remaining sediment of 1.57, 1.26, 1.92 and 1.98% by weight, respectively. It can be concluded that the optimum flow rate is 175 ml min^{-1} and significantly different at 95% of confidence interval.

Keywords: Coconut oil, Coconut juice, Extraction

1 บทนำ

มะพร้าวเป็นพืชที่มีคุณค่ามาก ทุกส่วนของมะพร้าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ไม่ว่าจะเป็น ใบ ลำต้น ก้าน และส่วนที่มีประโยชน์และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากที่สุดคือ ผลมะพร้าว ซึ่งภายในผลมะพร้าวหรือภายในกะลานั้นเป็นส่วนของเนื้อและน้ำมะพร้าวที่ประกอบไปด้วยสารอาหารและแร่ธาตุต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายมากมาย ผู้คนส่วนใหญ่จึงนิยมบริโภค

สถิติผลผลิตต่อไร่ของมะพร้าวในประเทศไทย ปี 2559 พบว่า ภาคเหนือมี 857 กิโลกรัม/ไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 736 กิโลกรัม/ไร่ ภาคกลาง 749 กิโลกรัม/ไร่ และภาคใต้ 760 กิโลกรัม/ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559)

ในปัจจุบันมีการแปรรูปผลผลิตจากเนื้อมะพร้าวอย่างมากมายหลายรูปแบบ แต่ที่นิยมมากที่สุดคือการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สกัดเย็น เนื่องจากเพิ่มมูลค่าของผลผลิตได้สูง โดยทั่วไปในการสกัดน้ำมันมะพร้าว จะนำเนื้อของมะพร้าวแก่อายุ 12 เดือน มาคั้นเพื่อให้ได้น้ำกะทิ (Seow and Gwee, 1997) จากนั้นกะทิจะถูกนำไปเข้าเครื่องแยกแบบแรงเหวี่ยง (disk-bowl centrifuge separator) เพื่อให้เกิดการแยกกันระหว่างครีมข้นและน้ำนมมะพร้าวพร่องไขมัน สำหรับครีมข้นจะถูกนำไปทำน้ำมันมะพร้าว ในส่วนของน้ำนมมะพร้าวมักจะเป็นส่วนที่ถูกกำจัดทิ้งไปยังไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ เนื่องจากมีตะกอนโปรตีนอยู่มาก จึงทำให้เกิดการบูดเสียได้ง่ายเมื่อได้รับความเย็นหรือความร้อน (นิศรา, 2554) ซึ่งในการกำจัดน้ำนมมะพร้าวไม่ถูกวิธีอาจก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นและมลพิษแก่ชุมชนและสิ่งแวดล้อมได้แต่การกำจัดที่ถูกวิธีจะมีค่าใช้จ่ายที่สูง

โดยทั่วไป กะทิจะมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบอยู่ ซึ่งทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์ตามธรรมชาติ (Birosel et al., 1963) ซึ่งเมื่อกะทิได้รับความร้อนหรือผ่านกระบวนการทางความร้อน (thermal processing) จะทำให้โปรตีนเกิดการเปลี่ยนสภาพ (denaturation) เริ่มสูญเสียความคงตัวและเกิดการเกาะกลุ่มกัน (flocculation) ลอยตัวขึ้นสู่ด้านบนรวมตัวหนาแน่นเป็นชั้นครีมข้น เรียกว่า การแยกชั้นครีม (Dickinson and Stainsby, 1982; Dickinson, 1992) และจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า โปรตีนในกะทิจะเกิดการรวมตัวกันเป็นก้อน (coagulate) เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 80°Cเนื่องจากการเสียสภาพของโปรตีน (Steinkraus et al., 1968) ทำให้สามารถกำจัดตะกอนโปรตีนที่ผสมอยู่ในน้ำกะทิพร่องไขมันได้ง่ายขึ้น งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อหากระบวนการผลิตน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าวจากน้ำกะทิพร่องไขมันที่เหมาะสม โดยพิจารณาอุณหภูมิและระยะเวลาในการให้ความร้อนที่เหมาะสมในการแยกตะกอนโปรตีนออกจากน้ำกะทิพร่องไขมัน และอัตราการไหลที่เหมาะสมสำหรับการแยกตะกอนด้วยเครื่อง Disc and bowl centrifuge separator

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 เตรียมตัวอย่าง

นำกะทิที่คั้นได้จากเครื่องคั้นกะทิ (Coconut milk extractor screw press) กะทิมีอัตราส่วนปริมาณเนื้อมะพร้าวขูด:น้ำ คือ 1:1 ทำการคั้นจำนวน 5 รอบ กรองด้วยผ้าขาวบาง 4 ชั้น จากนั้นนำเข้าเครื่องเหวี่ยงแยกครีม ยี่ห้อ MotorSich รุ่น 100-18 (Figure 1) จะได้ ครีมข้นและน้ำกะทิพร่องไขมันออกมา ซึ่งในส่วนของน้ำกะทิพร่องไขมัน คือ วัตถุดิบที่เราต้องการ

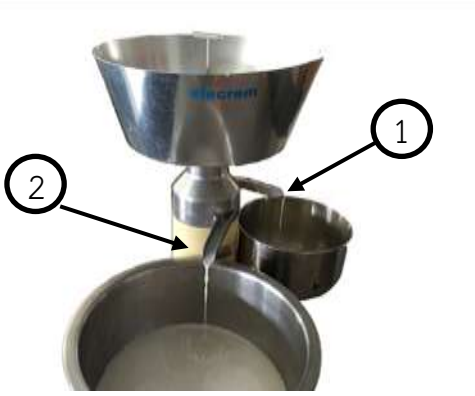

Figure 1 Disc and bowl centrifugal separator. 1. Coconut cream, 2. Coconut skimmed milk

2.2 ทดสอบหาเงื่อนไขในการตกตะกอนของโปรตีนในน้ำกะทิพร่องไขมัน

นำน้ำกะทิพร่องไขมันใส่บีกเกอร์ปริมาณ 150 ml แล้วให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95°C ด้วยอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ยี่ห้อ Thermo scientific รุ่น SC100,150 (Figure 2) เป็นเวลา 3 15 และ 30 นาที ตามลำดับ เป็นจำนวน 3 ซ้ำ นำตัวอย่างหลังการให้ความร้อนมากรองโดยใช้ผ้ากรองขนาด 100 ไมครอน เพื่อแยกตะกอนโปรตีนออก และชั่งน้ำหนักตะกอนโปรตีนที่ได้ในแต่เงื่อนไขการทดลอง จากนั้นทำการเปรียบเทียบความแตกต่างน้ำหนักตะกอนโปรตีนที่ได้จากการทดลองในแต่ละเงื่อนไข การวิเคราะห์ทางสถิติที่เรียกว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) ร่วมกับการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยแบบ Fisher's least significant diferrence (LSD) เพื่อหาเงื่อนไขของอุณหภูมิและเวลาในการต้มที่เหมาะสมที่สุด

Figure 2 The water bath for heating skim coconut milk.

2.3 ทดสอบหาอัตราการไหลที่เหมาะสมของเครื่องเหวี่ยงแบบต่อเนื่อง เพื่อแยกตะกอนโปรตีน

เลือกตัวอย่างที่เหมาะสมที่สุดในการทดสอบหาเงื่อนไขในการตกตะกอนของโปรตีนในน้ำกะทิพร่องไขมัน นำมาเหวี่ยงอีกครั้งเพื่อกำจัดตะกอนและสารแขวนลอยที่หลงเหลือออก โดยใช้เครื่องแยกแบบแรงเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 10,500 rpm (Figure 3) โดยกำหนดอัตราการไหลเข้าเครื่องแยกแบบเหวี่ยง 4 ระดับ คือ 51 175 293 และ 529 ml min^{-1} จากนั้นนำน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าวที่ผ่านการเหวี่ยง มาหาปริมาณตะกอนโปรตีนที่เกิดขึ้นโดยการนำน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าวไปเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (high speed centrifugal) ยี่ห้อ CENTRÍFUGA HARMONIC SERIES รุ่น PLC-012 ที่ความเร็วรอบ 6,500 rpm เป็นเวลา 15 นาที และนำตะกอนที่ได้ไปอบไล่ความชื้นที่ 70°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนักตะกอน จากนั้นวิเคราะห์ผลทางสถิติ เพื่อหาอัตราการไหลที่เหมาะสมที่สุด ในการผลิตน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าว และนำไปสเตอริไรส์ด้วยเครื่อง Autoclave ยี่ห้อ Hirayama รุ่น HA-300MITที่ 121°C เป็นเวลา 15 นาที เพื่อการเก็บรักษาที่ยาวนาน

Figure 3 Flow rate for separating coconut meat water.

2.4 การวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุอาหารของน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าว

นำตัวอย่างน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าวที่ได้จากการทดสอบเครื่องเหวี่ยงแบบต่อเนื่อง เพื่อหาอัตราการไหลที่เหมาะสม ไปทำการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุอาหาร โดยวิเคราะห์ โพรแทสเซียม (Potassium) แคลเซียม (Calcium) แมกนีเซียม (Magnesium) ฟอสฟอรัส (Phosphorous) และ เหล็ก (Iron) โดยวิเคราะห์ด้วยวิธีทดสอบ In-house method based on AOAC (2016) 984.27 ที่ศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร (FQA) สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3 ผลและวิจารณ์

3.1 ผลทดสอบหาเงื่อนไขในการตกตะกอนของโปรตีนในน้ำกะทิพร่องไขมัน

จากการทดสอบการตกตะกอนของโปรตีนในน้ำกะทิพร่องไขมัน โดยการต้มที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95°C เป็นเวลา 3 15 และ 30 นาที ตามลำดับ พบว่า ที่อุณหภูมิที่ 75°C ได้ปริมาณตะกอนโปรตีนจากน้ำกะทิพร่องไขมัน 1.24 1.55 และ 1.62% โดยน้ำหนัก ตามลำดับเวลา ที่อุณหภูมิที่ 85°C ได้ปริมาณตะกอนโปรตีนจากน้ำกะทิพร่องไขมัน 7.80 8.40 และ 12.34% โดยน้ำหนัก ตามลำดับเวลา และที่อุณหภูมิ 95°C ได้ปริมาณตะกอนโปรตีนจากน้ำกะทิพร่องไขมัน 11.24 14.14 และ 14.71% โดยน้ำหนัก ตามลำดับเวลา (Table1) จากข้อมูลที่ได้นำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนที่ได้และเวลา ในแต่ละอุณหภูมิ (Figure 4) พบว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณการตกตะกอนของโปรตีนในน้ำกะทิพร่องไขมันเพิ่มขึ้นด้วย จาก Figure 4 แสดงให้เห็นว่า ในการตกตะกอนของโปรตีนในน้ำกะทิพร่องไขมัน ที่อุณหภูมิ 95°C มีการตกตะกอนปริมาณมากที่สุด แสดงว่าเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสม และเมื่อพิจารณาที่เวลาในการต้มที่เวลา 3 15 และ 30 นาที ในทางสถิติ พบว่า เวลาในการต้ม 15 และ 30 นาที ให้เปอร์เซ็นต์การตกตะกอนของโปรตีนที่ไม่แตกต่างกัน แต่มากกว่าการต้มที่เวลา 3 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเชื่อมั่น 95% (Table 1) จึงเลือกที่เวลา 15 นาที เป็นเวลาที่เหมาะสมที่สุด

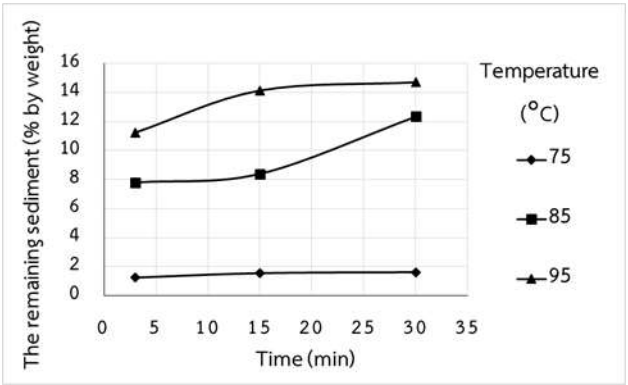

Figure 4 Relationship between the average of sediment with temperatures 75, 85 and 95°C at 3, 15 and 30 minutes, respectively and filtered with 100 micron filter.

Table 1 The percentage of sediment of protein after filtered with 100 micron filter using temperature 75, 85 and 95°C for heating 3, 15 and 30 minutes, respectively.

Temp (°C)	Time (min)		
	3	15	30
75	1.24±0.14bA	1.55±0.01bA	0.73±0.16aA
85	7.80±0.73aB	8.40±0.58aB	12.34±1.29bB
95	11.24±1.26aC	14.14±1.20bC	14.71±0.82bC

Note : 1. Small letter showed difference between times. 2. Capital letter showed difference between temparature

ผลทดสอบหาอัตราการไหลที่เหมาะสมของเครื่องเหวี่ยงแบบต่อเนื่อง เพื่อแยกตะกอนโปรตีน

จากการทดสอบหาอัตราการไหลที่เหมาะสม พบว่าเมื่อกำหนดอัตราการไหลเข้าของน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าว สู่เครื่องแยกแบบแรงเหวี่ยงที่ 51 175 293 และ 529 ml min^{-1} น้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าวที่ได้มีปริมาณตะกอนโปรตีน 1.57 1.26 1.92 และ 1.98% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ จากข้อมูลที่ได้นำมาแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนที่หลงเหลืออยู่และระดับอัตราการไหลเข้าเครื่องแยกแบบแรงเหวี่ยง (Figure 5) พบว่าอัตราการป้อนที่ 51 และ 175 ml min^{-1} สามารถแยกตะกอนโปรตีนที่หลงเหลืออยู่ได้ใกล้เคียงกัน แต่เนื่องจากที่อัตราการไหล 175 ml min^{-1} สามารถผลิตน้ำสกัดจากเนื้อ

มะพร้าวได้มากกว่า 3 เท่าในเวลาที่เท่ากัน ประหยัดเวลาในการผลิต ดังนั้นอัตราการไหลที่เหมาะสมที่สุด คือ 175 ml min^{-1} ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระดับความเชื่อมั่น 95% (Table 2) จากนั้นนำน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าวสเตอริไรส์ที่ 121°C เป็นเวลา 15 นาที เพื่อการเก็บรักษาที่ยาวนาน (Figure 6)

Table 2 The percentage of sediment of protein and the flow rate of Coconut Meat Water.

Flow rate (ml min^{-1})	The percentage of sediment of protein (%)
51	1.57±0.15b
175	1.26±0.13a
293	1.92±0.03c
529	1.98±0.03c

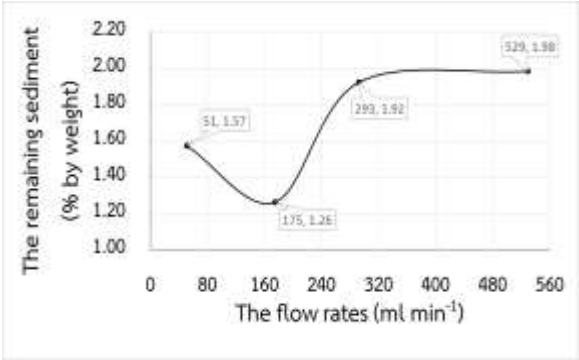

Figure 5 Relationship between the remaining sediment and the flow rate of coconut meat water.

Figure 6 Sterilized Coconut Meat Water.

3.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุอาหารของน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าว

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุอาหารของน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าว (Table 3) พบว่า เมื่อเรียงลำดับค่าเฉลี่ยปริมาณแร่ธาตุอาหารที่วิเคราะห์จากมากไปน้อย คือ โพแทสเซียม 255.46 mg/100g ฟอสฟอรัส 28.86 mg/100g แมกนีเซียม 22.84 mg/100g แคลเซียม 1.83 mg/100g และเหล็ก 0.13 mg/100g ตามลำดับ และงานวิจัยของ วิไลวรรณและคณะ (2554) พบว่าในน้ำมะพร้าวน้ำหอมผลอ่อนมีโพแทสเซียม 228.07 mg/100g แคลเซียม 22.18 mg/100g แมกนีเซียม 14.84 mg/100g

ฟอสฟอรัส 8.59 mg/100g และเหล็ก 5.5 mg/100g จากผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการทดลองนี้ เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของน้ำมะพร้าวต่อ 100 กรัม พบว่าโพแทสเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัสในน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าวมีมากกว่าน้ำมะพร้าวน้ำหอมผลอ่อน และมีแคลเซียมกับเหล็กของน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าวมีน้อยกว่าน้ำมะพร้าวน้ำหอมผลอ่อน จะเห็นได้ว่าน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าวมีแร่ธาตุต่างๆ ใกล้เคียงกับน้ำมะพร้าวน้ำหอมผลอ่อน ดังนั้นจึงมีแนวโน้มที่สามารถนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่สามารถบริโภคได้

Table 3 Composition and physicochemical properties of tender coconut water and coconut meat water extract.

Descriptions (mg/100g)	Analysis of Coconut Water	
	*Tender Coconut Water	Coconut meat water extract
Potassium	228.07	255.46
Calcium	22.18	1.83
Magnesium	14.84	22.84
Phosphorous	8.59	28.86
Iron	5.5	0.13

Note * Data of tender coconut water were received from previous research (วิไลวรรณ ทวิชศรี และคณะ, 2554)

3.3 ขั้นตอนและกระบวนการน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าว

จากการทดลอง พบว่า เงื่อนไขขั้นตอนและกระบวนการน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าวที่เหมาะสม มีดังนี้ (Figure 7)

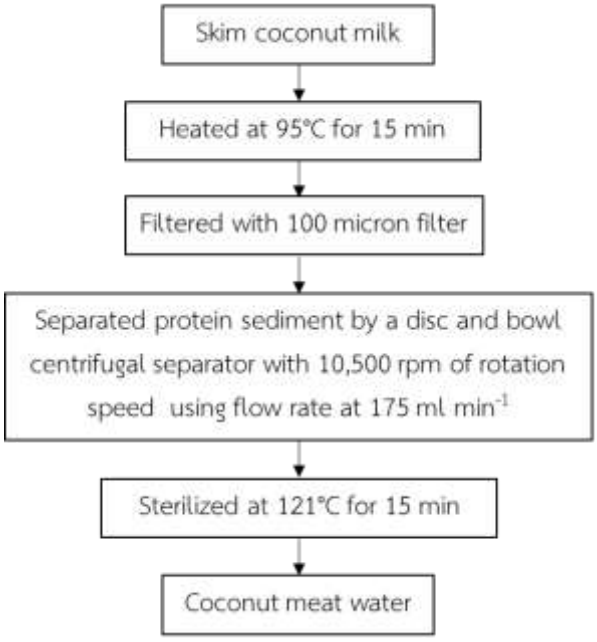

Figure 7 Manufacturing process of coconut meat water.

4 สรุป

ในกระบวนการผลิตน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าวที่มีปริมาณตะกอนโปรตีนต่ำ ควรนำน้ำกะทิพร่องไขมันไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95°C เป็นเวลา 15 นาที ก่อนนำไปเข้าเครื่องแยกแบบแรงเหวี่ยง เพื่อแยกตะกอนโปรตีน จากนั้นนำน้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าวเข้าเครื่องแยกแบบแรงเหวี่ยงอีกครั้ง โดยปรับอัตราการไหลเข้า 175 ml min^{-1} และนำไปสเตอริไรส์ ที่อุณหภูมิ 121°C จะได้น้ำสกัดจากเนื้อมะพร้าวที่มีแร่ธาตุอาหารเหมาะแก่การนำไปทำเป็นเครื่องดื่มบริโภคได้

5 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม ที่ให้การสนับสนุนทุนการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา

6 เอกสารอ้างอิง

nisā ha čharoēn . 2554. kān phoēm khwām khongtuā to̜ khwām ro̜n nai kān prærup læ khwām khongtuā to̜ khwām yen nai kānkep raksā kho̜ng phalittaphan kathisatoērirai. witthayāniphon parinyā thō, Mahāwitthayālai Sinlapāko̜n

Wilaiwan thawit sī , serī yu Sathit , parindā rūna hīma læ pān hathaina phachin wong . 2554. kānpriāpthīap ʻongprakop thang khēmī thī mī ʻitthiphon to̜ sukkhaphāp rawāng maphrāo ho̜m kap maphrāo ton tia phan tāng tāng . sūn wičhai phut suan Chumphǭn samnak wičhai læ phatthanākān kaset khet thī čhet krom wichākān kaset.længkho̜mūn: http://lib.doa.go.th/elib/cgibin/opacexe.exe?opt=crd&op=dsp&bid=24082&qst=%40252&lang=1&db=Main&pat=&cat=kwd&skin=u&lpp=16&catop=&scid=zzz. K̄hêātḥụng meụ̄x 25 Kumphāphanṭh ʻ2561.

samnakngān setthakit kān kaset . 2559. sathiti kān kaset kho̜ng prathet Thai pī 2559 . læng kho̜mūn:

http://www.oae.go.th/download/download_journal/2560/yearbook59.pdf. เข้าถึงเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2561.

Birosel, D.M., Gonzales, A.L., Santos, M.P. 1963. The nature and properties of the emulsifier system of oil globulins in coconut milk and cream. The Philippines Journal of Science, 92(1), 1-15.

Dickinson, E. 1992. An Introduction to Food Colloids. Oxford Science Publishers, Oxford.

Dickinson, E. and Stainsby, G.1982. Colloids in Foods. Applied Science Publishers, London.

Dziezak, J. 1988. Emulsifier: the interfacial key to emulsion stability. Food Technology, 42, 172-186.

Official Methods of Analysis (2016), AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, Method 984.27.

Steinkraus, K.H., David, L.T., Ramos, L-J., Banzon, J. 1968. Development of flavored soymilks and soy/coconut milks for the Philippine market. Philippines Agricultural Scientist, 52, 268-276.