http://journal.rmutp.ac.th/

การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ผสมวุ้นน้ำมะพร้าวพร้อมดื่ม และคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ

จันทร์เพ็ญ บุตรใส วรรภา วงศ์แสงธรรม* และ วิจิตรา เหลียวตระกูล

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
60 หมู่ที่ 3 ตำบลหันตรา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

รับบทความ 7 กันยายน 2564 แก้ไขบทความ 11 พฤษภาคม 2565 ตอบรับบทความ 28 มิถุนายน 2565

บทคัดย่อ

มะม่วงหาวมะนาวโห่ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carissa carandas* L. เป็นพืชพื้นบ้านของไทยที่ได้รับความสนใจมากขึ้นเนื่องจากมีประโยชน์ต่อร่างกาย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ผสมวุ้นมะพร้าวพร้อมดื่ม โดยศึกษาสารสำคัญในผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ 3 ระยะ ได้แก่ผลดิบ ผลกึ่งสุกและผลสุก พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบสูงสุดในผลสุกเท่ากับ 9.13 องศาบริกซ์, 133.59 มิลลิกรัมไซยานิดินต่อ 100 กรัมตัวอย่าง และ 540 มิลลิกรัมกรดกาลิคต่อ 100 มิลลิลิตรตัวอย่าง ตามลำดับ ผลดิบมีปริมาณกรดสูงสุดร้อยละ 3.99 ผลกึ่งสุกมีปริมาณวิตามินซีสูงสุดเท่ากับ 45.67 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตรตัวอย่าง การประเมินทางประสาทสัมผัส (9-Pointed Hedonic Scale) น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีส่วนผสมของน้ำตาลทรายขาวร้อยละ 12 อัตราส่วนของวุ้นมะพร้าวที่เหมาะสมร้อยละ 10 เนื่องจากผู้ชิมให้คะแนนด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวมมากที่สุด ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณใยอาหารร้อยละ 0.02 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริก (ร้อยละ) 5.37 ด้านเคมีมีสารประกอบฟีนอลิก 40.14 mg/100 g และสารแอนโทไซยานิน 27.60 mg/100 g ด้านคุณภาพทางจุลินทรีย์มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (น้ำมะเม่า มผช. 486/2556)

คำสำคัญ : มะม่วงหาวมะนาวโห่; วุ้นมะพร้าว; แอนโทไซยานิน

** ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +668 1349 3521, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: wanpa21@hotmail.com*

http://journal.rmutp.ac.th/

The Product Development of Koranda (*Carissa carandas* Linn) Juice Mixed with Nata de Coco and Physiochemical Properties

Janpen Butsai Wanpa Wongsaengtham* and Wijitra Liaotrakoon

Faculty of Agricultural Technology and Agro Industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
60 Moo. 3, Huntra, Phra Nakhon Si Ayutthaya, Phra Nakhon Si Ayutthaya 13000

Received 7 September 2021; Revised 11 May 2022; Accepted 28 June 2022

Abstract

Koranda (*Carissa carandas* L.), which is a kind of Thai local fruit that received more attention due to its health benefits. This research was aimed to develop the new product of ready to drink Koranda juice mixed with Nata de coco. The active ingredients of the Koranda were investigated. It was done in three different stages of Koranda: raw stage, semi-ripening stage and ripening stage. The result was shown that the maturation stage affected the amount of active ingredients. The ripening stage of Koranda had the highest total soluble solid, total anthocyanin content and total phenolic content which were 9.13 °Brix, 133.59 mg cyanidin/100 g, and 540 mg GAE/100 g, respectively. The raw and semi-ripening stages of Koranda had the highest acidity and vitamin C content which were 3.99% and 45.67 mg/100 ml, respectively. The sensory evaluation of Koranda Juice was also investigated to select the optimal amount of sugar and Nata de Coco. It was found that the optimal amount of sugar and Nata de Coco in Koranda juice were 12% and 10%, respectively. Koranda Juice mixed with Nata de Coco had fiber content 0.02%, citric acid 5.37%, total phenolic content 40.14 mg/100 g, and anthocyanin 27.60 mg/100 g. Furthermore, the microbiology qualities of the product were within the Community Product Standards (Ma-maow Juice TCPS 486/2556).

Keywords: Koranda (*Carissa carandas* Linn.); Nata de Coco; Anthocyanin

**** Corresponding Author. Tel.: +668 1349 3521, E-mail Address: wanpa21@hotmail.com***

1. บทนำ

มะนาวโห่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carissa carandas* L. ชื่อเรียกอื่นๆ เช่น มะนาวไม่รู้โห่ (ภาคกลาง) มะนาว โห่ (ภาคใต้) หนามขี้แฮด (เชียงใหม่) หนามแดง (กรุงเทพฯ) เป็นต้น สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ทั้งปี [1] มะม่วงหาวมะนาวโห่มีผลแบบมีเนื้อหลายเมล็ด (Berry) ผลดิบมักจะใช้แปรรูปเป็นเครื่องดื่ม เยลลี่ แยม ทาร์ต และเครื่องเคียง ผลก่อนสุกส่วนใหญ่มักจะทำดอง ในผลสุกจะมีเพคตินมาก ผลสุกชนิดที่มีรสหวานสามารถรับประทานได้ทันที ในบางประเทศปรุงร่วมกับพริกเขียวเพื่อเป็นอาหารที่รับประทานคู่กับแผ่นโรตี [1],[2] มะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นผลไม้พื้นบ้านของไทย เป็นไม้พุ่มยืนต้น ผลอ่อนจะมีสีชมพูอ่อนและเข้มขึ้นเป็นสีแดง สุกจะกลายเป็นสีดำ เป็นพืชที่ปลูก และเจริญเติบโตง่าย ทนแล้ง มีคุณสมบัติและคุณประโยชน์ ได้แก่ มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ป้องกันมะเร็ง ชะลอการแก่ก่อนวัย ช่วยบำรุงโลหิต ขยายหลอดเลือด ป้องกันโรคหัวใจ และยังมีรายงานว่าสามารถใช้เป็นยาบรรเทาปวด ยาต้านการอักเสบ ช่วยขับน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร เป็นต้น[1] คนไทยที่ให้ความสนใจมากขึ้น เนื่องจากมีประโยชน์ต่อร่างกาย [3]

วุ้นมะพร้าว หรือ Nata de Coco เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการหมักด้วยแบคทีเรีย ในกลุ่ม *Acetobacter* sp. ทำให้เกิดเป็นเซลลูโลสในรูปเจล (Cellulose Microfiber) มีลักษณะเป็นเยื่อเหนียว มีสีขาวหรือครีม มีกลิ่นตามแหล่งวัตถุดิบ [4] ให้ใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ สามารถผลิตได้จากพืชสัตว์และเชื้อแบคทีเรีย การผลิตวุ้นสวรรค์สามารถใช้วัตถุดิบหลายชนิด ได้แก่ น้ำมะพร้าว สับปะรด น้ำกะทิ น้ำหางนม กากน้ำตาล และวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร ในประเทศไทยนิยมผลิตวุ้นสวรรค์จากน้ำมะพร้าวซึ่งได้จากส่วนเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการผลิตกะทิ [5] ปัจจุบันมีการนำวุ้นมะพร้าวมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพิ่มขึ้น เนื่องจากเป็นแหล่งเส้นใยอาหาร (Dietary Fiber) [4]

จากสรรพคุณข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาเครื่องดื่มจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่โดยการเสริมเส้นใยอาหารด้วยวุ้นมะพร้าว เพื่อเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์และเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคพี่ต้องการบริโภคเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์สารสำคัญในผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ได้แก่ ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณกรด และปริมาณวิตามินซี ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวุ้นน้ำมะพร้าวเพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหารในการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มผสมวุ้นน้ำมะพร้าว และศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการผลิต

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การเตรียมตัวอย่าง

คัดแยกผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ผลดิบแก่จัดสีชมพูขาว ระยะที่ 2 ผลกึ่งสุกสีแดงเข้ม และระยะที่ 3 ผลสุกสีม่วงเข้ม นำมาล้างทำความสะอาดจากนั้นนำมาปั่นละเอียดด้วยเครื่องปั่นอาหารและกรองด้วยผ้าขาวบางเพื่อใช้ทดสอบหรือวิเคราะห์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.2 การศึกษาและวิเคราะห์สารสำคัญในผลมะม่วงหาวมะนาวโห่

นำน้ำของมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ได้จากข้อ 2.1 ทั้ง 3 ระยะไปทำการวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่

1) ค่าสี ด้วยเครื่องวัดค่าสี (Color QuestXE, HunterLab, USA) ค่า L* แสดงค่าความสว่าง

(Lightness) จากสีขาวจนไปถึงสีดำ ส่วน a* มีค่าสีแดงจนถึงสีเขียว ส่วน b* มีค่าสีเหลืองจนถึงสีน้ำเงิน ค่า

2) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid: TSS) โดยใช้ Hand Refractmeter (Atago, Japan) มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ (°Brix)

3) วัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter

4) วัดปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริก โดยวิธีไตเตรท ตามวิธีการของ AOAC [6]

5) ค่าปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (Total Anthocyanin Content) วิเคราะห์ด้วยวิธีพีเอช-ดิฟเฟอเรนเชียล (pH-differential Method) ตามวิธีการของ S. Fakngoen and S. Meerod [7]

6) ค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic Content) ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu โดยเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานของกรดแกลลิก (Gallic Acid) [8]

7) ค่าปริมาณวิตามินซีทั้งหมด โดยวิธีการไตเตรทกับกับสารละลายไอโอดีน ตามวิธีการของ AOAC [6] โดยการไตเตรทกับสารละลายไอโอดีนเป็นสารละลายมาตรฐานที่ผสมกับน้ำแป้งสุก บันทึกจำนวนหยดแล้วนำไปคำนวณปริมาณวิตามินซี

2.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มผสมวุ้นมะพร้าว

2.3.1 การเตรียมน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่

การเตรียมวัตถุดิบสำหรับการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม [9] โดยนำผลของมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลกึ่งสุกสีแดงและผลสุกสีม่วงเข้มในอัตราส่วน 20:80 มาล้างทำความสะอาด ผ่าเอาเมล็ดออก ต้มในน้ำเดือดในอัตราส่วนผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อน้ำสะอาด 1:3 โดยน้ำหนัก นำมาต้มเดือด 20 นาที เพื่อสกัดสี กลิ่นรสชาติ จากนั้นกรองผ่านผ้าขาวบางได้น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ สำหรับวุ้นมะพร้าวในการทดลองครั้งนี้ใช้วุ้นน้ำมะพร้าวในน้ำเชื่อมทรงลูกเต๋า ตราคิงไอแลนด์ เตรียมโดยการเทผ่านกระชอนเพื่อพักสะเด็ดน้ำเชื่อม จากนั้นนำไปต้มในน้ำเดือดนาน 15 นาที ตักพักในกระชอนเพื่อพักให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นนำมาปั่นละเอียดด้วยเครื่องปั่นอาหาร เพื่อใช้ทำการผลิตในขั้นตอนถัดไป

2.3.2 การศึกษาอัตราส่วนการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มที่เหมาะสม

นำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ได้ข้างต้นมาต้มให้เดือดเติมกรดซิตริกร้อยละ 0.06 คนให้ละลาย เติมน้ำตาลทรายขาวที่อัตราส่วนแตกต่างกัน 3 ระดับได้แก่ ร้อยละ 12, 14 และ 16 ตามลำดับ คนให้เข้ากัน นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที บรรจุลงขวดแก้วในขณะร้อน ปิดฝาขวด นำไปให้ความร้อนด้วยกระบวนการพาสเจอร์ไรส์อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำการหล่อเย็นด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง [10] แล้วเก็บรักษาอุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม โดยเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดไปผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มผสมวุ้นมะพร้าวในขั้นตอนต่อไป

2.3.3 การศึกษาอัตราส่วนการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มผสมวุ้นมะพร้าวที่เหมาะสม

นำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ได้รับการยอมรับโดยรวมมากที่สุดจากข้อ 2.3.2 ไปเติมวุ้นมะพร้าวที่เตรียมไว้ในอัตราส่วนแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 10, 15 และ 20 ตามลำดับ คนให้เข้ากัน นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที บรรจุลงขวดแก้วในขณะร้อน ปิดฝาขวด นำไปให้ความร้อนด้วยกระบวนการพาสเจอร์ไรส์อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำการหล่อเย็นด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง [10] แล้วเก็บรักษาอุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปประเมินคุณภาพทางประสาท

สัมผัสเพื่อคัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มผสมวุ้นมะพร้าว

2.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์

นำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มผสมวุ้นมะพร้าวที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดมาทำการวิเคราะห์ค่าปริมาณใยอาหารหยาบ [6] วัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ โดยใช้ Hand Refractmeter (Atago, Japan) โดยมีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ (°Brix) วัดปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริกโดยวิธีไตเตรท [6] วัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Ultra Scan VIS โดยค่า L* หมายถึง ค่าความสว่าง ค่า a* (เป็นบวก) หมายถึง ความเป็นสีแดง a* (เป็นลบ) หมายถึง ความเป็นสีเขียว และค่า b* (เป็นบวก) หมายถึง ความเป็นสีเหลือง b* (เป็นลบ) หมายถึง ความเป็นสีน้ำเงิน วัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH Meter วัดค่าปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (Total Anthocyanin Content) วิเคราะห์ด้วยวิธีพีเอช-ดิฟเฟอเรนเชียล (pH-differential method) ตามวิธีการของ S. Fakngoen and S. Meerod [7] วัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic Content) ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu โดยเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานของกรดแกลลิก (Gallic Acid) [8] และวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ตามวิธีของ USFDA. [11]

2.5 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมด้วยแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Points Hedonic Scale) ซึ่งมีค่าคะแนนดังนี้ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉย ๆ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 =ชอบมาก และ 9 = ชอบมากที่สุด ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน

2.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ และการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มผสมวุ้นมะพร้าว มีการวางแผนการทดลองสุ่มแบบสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ส่วนการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มและน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มผสมวุ้นมะพร้าวมีการวางแผนการทดลองสุ่มแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยรายงานในรูปของค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 การศึกษาและวิเคราะห์สารสำคัญในผลมะม่วงหาวมะนาวโห่

ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ผลดิบสีชมพูขาว ระยะที่ 2 ผลกึ่งสุกสีแดงเข้ม และระยะที่ 3 ผลสุกสีม่วงเข้ม

จากการนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ออกเป็น 3 ระยะ มาทำการวิเคราะห์ค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ค่าปริมาณกรดที่ได้โดยการไตเตรท ค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ค่าปริมาณสารแอนโทไซยานิน และปริมาณวิตามินซี ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า

1) คุณภาพด้านสี แสดงในตารางที่ 1 พบว่าระยะการสุกของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ค่าความสว่าง L* ผลมะม่วงหาวระยะที่ 1, 2 และ 3 มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยผลดิบจะมีค่าความสว่าง L* มากที่สุดเท่ากับ 46.66±1.28 รองมาคือผลกึ่งสุกและผลสุก ตามลำดับ เมื่อผลเริ่มสุกค่าความสว่างจะเริ่มลดลง ค่าความเป็นสีแดง-เขียว a* ผลกึ่งสุกมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 13.52±0.27 ผลดิบเมื่อเริ่มเข้าสู่ผลกึ่งสุกค่า a* จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและเมื่อผลกึ่งสุกเข้าสู่ผลสุกค่า a* จะมีแนวโน้มลดลง ค่าสีเหลือง b* ผลดิบมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 0.86±0.47 รองลงมาคือผลกึ่งสุกและผลสุก ผลของมะม่วงหาวมะนาวโห่มีการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุทำให้มีสีเข้มขึ้นตามระยะความแก่อ่อน ค่า L* และ ค่า b* มีค่าลดลงตามความแก่ของผล ผลสีม่วงเข้มจะมีค่า L* มากที่สุด ผลดิบค่า a* มีค่าเพิ่มขึ้นผลสีขาวถึงสีแดงและมีค่าลดลงจากผลสีม่วงถึงสีดำ ซึ่งสีของผลเกิดจากการสังเคราะห์และการสะสมของสารแอนโทไซยานิน [12], [13]

2) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) แสดงในตารางที่ 2 พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะการสุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยผลสุกมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 9.13±0.21 องศาบริกซ์ รองลงมาคือผลกึ่งสุกและผลดิบ ตามลำดับ จากรายงานวิจัยของ T. Kayyen [14] กล่าวว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ทั้ง 4 ระยะ คือ ผลดิบ ห่าม แก่และสุก มีค่าความหวานอยู่ในช่วง 7-10 °Brix

รูปที่ 1 ลักษณะของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ 3 ระยะ ก) ระยะที่ 1 ข) ระยะที่ 2 และ ค) ระยะที่ 3

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านสีของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่

ระยะการสุก	สีน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่		
	L*	a*	b*
ผลดิบ	46.66±1.28^{a}	2.52±0.31^{b}	0.96±0.47^{a}
ผลกึ่งสุก	37.15±0.74^{b}	13.52±0.27^{a}	0.65±0.44^{b}
ผลสุก	32.59±0.49^{c}	3.03±0.09^{b}	−0.78±0.31^{c}

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

3) ความเป็นกรด-ด่าง พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะการสุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ผลดิบมีค่าความเป็นกรด-ด่างน้อยที่สุด และมีค่าเพิ่มขึ้นในผลกึ่งสุกและผลสุก ตามลำดับ เท่ากับ 2.68±0.01, 2.71±0.01 และ 3.03±0.01 ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ T. Kayyen [14] พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ทั้ง 4 ระยะ มีค่าอยู่ในช่วง 2.65-2.98 น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ได้จากผลสุกมีค่า pH 2.85

4) ค่าปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ พบว่า ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ลดลงตามระยะการสุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยผลดิบจะมีปริมาณกรดมากที่สุด รองมาคือผลกึ่งสุกและผลสุก มีค่าเท่ากับร้อยละ 3.99, 2.20 และ 1.09 ตามลำดับ ปริมาณกรดทั้งหมดลดลงเนื่องจากกรดจะถูกนำไปใช้เป็นสารประกอบของการหายใจ และเป็นโครงสร้างคาร์บอนของการสังเคราะห์สารชนิดใหม่ในระหว่างการสุก สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ T. Kayyen [14] พบว่า ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ทั้ง 4 ระยะ คือ ผลดิบ ห่าม แก่และสุก มีค่าลดลง โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 3.84, 3.46, 3.07 และ 2.43 ตามลำดับ

5) แอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุในกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่ทำให้เกิดสีแดง สีของแอนโทไซยานินเป็นผลมาจากโครงสร้างของแอนโทไซยานิดินซึ่งรวมกับน้ำตาลมอโนแซ็กคาร์ไรด์ที่พบมากในเนื้อเยื่อพืช [15], [16] สารแอนโทไซยานินมีสมบัติเป็นโภชนเภสัช เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและเส้นเลือดอุดตันในสมอง ชะลอความเสื่อมของดวงตา ช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค ในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคท้องร่วงและอาหารเป็นพิษ [20] ผลการวิเคราะห์ พบว่าค่าปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ตามระยะการสุก โดยผลสุกจะมีปริมาณสารแอนโทไซยานินมากที่สุด รองลงมาคือ ผลกึ่งสุกและผลดิบตามลำดับ เท่ากับ 133.59, 92.40 และ 6.68 mg cyanidin/100g ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ W. Pewlong et al [17] พบว่า ปริมาณแอนโทไซยานินมีความสัมพันธ์กับระยะการสุกของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีความสุกมากขึ้น ผลสุกจะมีปริมาณแอนโทไซยานินมากกว่าผลดิบ และสอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ S. Simla [1] รายงานว่าปริมาณสารแอนโทไซยานิน ในระยะดิบ ระยะกึ่งสุก และระยะสุก มีปริมาณเท่ากับ 13.2, 205.0 และ 427.4 mg cyaniding/100g ตามลำดับ

6) สารประกอบฟีนอลิกมีคุณสมบัติเป็นโภชนเภสัชที่ดีต่อสุขภาพ คือมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) [21] ผลการวิเคราะห์ พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ตามระยะการสุก โดยผลสุกมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมากที่สุด เท่ากับ 540 mg GAE/100g รองลงมาคือผลกึ่งสุกและผลดิบ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีการสะสมของสารประกอบฟีนอลิกในระหว่างระยะเวลาการสุก รายงานการศึกษาของ S. Simla [1] พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในระยะผลดิบ ระยะผลกึ่งสุก และระยะผลสุกที่มีปริมาณมีค่าเท่ากับ 27.4, 71.2 และ 111.6 mg GAE/100g ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ N. Peamaroon et al [18] กล่าวว่าในระยะผลสุกพบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมากกว่าในระยะผลห่าม

7) วิตามินซี เป็นหนึ่งในสารอาหารสำคัญที่ร่างกายมีความต้องการอย่างมาก เนื่องจากมีส่วนช่วยในการเสริมสร้างภูมิต้านทาน ต่อต้านอนุมูลอิสระ ช่วยในกระบวนการสร้างคอลลาเจน และช่วยบำรุงผิวพรรณ ในภาวะที่ร่างกายขาดวิตามินซีจะเกิดความผิดปกติของกระดูก เยื่อบุและผิวหนังต่างๆ ซึ่งเรียกว่าโรคลักปิดลักเปิด หรือ Scurvy ได้ [22] ผลการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณวิตามินซีจะเพิ่มขึ้นในระยะผลดิบไปถึงกึ่งสุกและจะลดลงในระยะผลสุกมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ปริมาณวิตามินซีที่ได้แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับกระยะการสุก ฤดูการเก็บเกี่ยว การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว และสภาวะการเก็บรักษา สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ S. Simla [1] พบว่าปริมาณวิตามินซีในมะม่วงห่าวมะนาวโห่ผลระยะดิบระยะกึ่งสุก และระยะสุก มีค่าเท่ากับ 541.7,

1,081.2 และ 1,022.9 mg/100 ml ตามลำดับ การเก็บเกี่ยวผลที่ระยะการสุกแก่ (ripening stage) จะให้ค่าปริมาณสารสำคัญและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ระยะผลสุกเป็นระยะที่มีปริมาณสารสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือ ผลกึ่งสุกและผลดิบให้ปริมาณสารสำคัญน้อยที่สุด ผลสุกที่มีสีม่วงจะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าผลดิบ (ผลสีชมพู) และผลกึ่งสุก (ผลสีแดง) และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในผลสุกสูงกว่าผลดิบและผลกึ่งสุก [1], [19] มะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลสุกมีปริมาณสารฟิโนลิกทั้งหมด ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH สูงสุด 4.67±0.41mg GAE/g, 54.80±6.07mg/L และ 2.42±0.41mg AAE/ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับระยะผลดิบ (ผลมีสีเขียว) และผลกึ่งสุก (ผลมีสีขาวปนชมพู) และมีวิตามินซี 180.40mg/100g [17]

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่

ระยะการสุก	TSS (%Brix)	pH	TA (%)	TAC (mg cyanidin/100g)	TPC (mg GAE/100g)	Vitamin C (mg/100ml)
ผลดิบ	5.90±0.10^{b}	2.68±0.01^{c}	3.99±0.10^{a}	6.68±1.67^{c}	117.00±1.73^{c}	44.43±0.00^{b}
ผลกึ่งสุก	8.77±0.25^{a}	2.71±0.01^{b}	2.20±0.10^{b}	92.40±1.03^{b}	280.00±1.15^{b}	45.67±0.10^{a}
ผลสุก	9.13±0.21^{a}	3.03±0.01^{a}	1.09±0.15^{c}	133.59±3.34^{a}	540.00±1.15^{a}	13.46±0.10^{c}

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)**,** Total soluble solid (TSS), Total acid (TA), Total anthocyanin content (TAC), phenolic content (TPC)

3.2 การพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มผสมวุ้นมะพร้าว

3.2.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม

ผลการคัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่ม โดยการเติมน้ำตาลที่ปริมาณแตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ร้อยละ 10, 12, 14 และ 16 (ตารางที่ 3) พบว่าผู้ชิมให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่สูตรเติมน้ำตาลร้อยละ 12 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดในระดับคะแนนความชอบมาก รองลงมาคือสูตรที่เติมน้ำตาลร้อยละ 14,10 และ 16 ตามลำดับ ที่คะแนนชิมชอบมากชอบปานกลางและชอบปานกลาง ตามลำดับ ลักษณะปรากฏของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ได้มีลักษณะใส มีกลิ่นตามธรรมชาติของผลมะม่วงหาวคล้ายกลิ่นของน้ำกระเจี๊ยบ [16] ดังนั้นจึงใช้สูตรการเติมน้ำตาลที่ปริมาณร้อยละ 12 ไปทดสอบในขั้นต่อไป

3.2.2 การคัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมของวุ้นมะพร้าว

นำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดไปเติมวุ้นมะพร้าวที่อัตราส่วนแตกต่างกัน 3 ระดับที่ร้อยละ 10, 15 และ 20 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) พบว่า ปริมาณวุ้นมะพร้าวเพิ่มขึ้นทำให้กลิ่นของมะม่วงหาวมะนาวโห่ลดลง เครื่องดื่มเกิดความข่นและข้นขึ้น ผู้ชิมให้คะแนนความชอบต่อน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ผสมวุ้นมะพร้าวลดลงเมื่อปริมาณวุ้นมะพร้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผู้ชิมคะแนน

ความชอบด้านสี กลิ่น และรสชาติ ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) มีคะแนนอยู่ในระดับความชอบปานกลาง ชอบเล็กน้อยและชอบปานกลาง ตามลำดับ ผู้ชิมให้คะแนนความชอบต่อลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลดลงเมื่อปริมาณวุ้นมะพร้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) อย่างไรก็ตามผู้ชิมให้คะแนนความชอบโดยรวมสูตรเติมวุ้นมะพร้าวร้อยละ10 มากที่สุด ในระดับคะแนนความชอบปานกลาง รองลงมาคือสูตรเติมวุ้นมะพร้าวร้อยละ15 และ 20 ตามลำดับ ขึ้นสอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ S. Simla et al [9] พบว่า อัตราส่วนของวุ้นน้ำมะพร้าวร้อยละ 10 เป็นอัตราส่วนที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในด้านรสชาติและความชอบโดยรวมในการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำเม่าพร้อมดื่มผสมวุ้นมะพร้าวบรรจุขวดแก้ว

ตารางที่ 3 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ความเข้มข้นต่างๆ

ค่าทางประสาทสัมผัส	ปริมาณน้ำตาล (ร้อยละ)			
	10	12	14	16
สี	8.00 ± 0.87^{b}	8.30 ± 0.75^{a}	8.11 ± 0.79^{ab}	7.93 ± 0.98^{b}
กลิ่น	7.61 ± 1.12^{b}	7.93 ± 1.23^{a}	7.96 ± 1.12^{a}	7.63 ± 1.21^{b}
รสชาติ	7.77 ± 1.14^{b}	8.28 ± 0.95^{a}	8.25 ± 0.82^{a}	7.56 ± 1.29^{b}
เนื้อสัมผัส	8.00 ± 0.87^{b}	8.30 ± 0.75^{a}	8.11 ± 0.79^{ab}	7.93 ± 0.98^{b}
ความชอบโดยรวม	7.75 ± 1.04^{b}	8.30 ± 0.86^{a}	8.20 ± 0.86^{a}	7.70 ± 1.34^{b}

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

ตารางที่ 4 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ผสมวุ้นมะพร้าว

ค่าทางประสาทสัมผัส	อัตราส่วนของวุ้นน้ำมะพร้าวในน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ (ร้อยละ)		
	10	15	20
สี^{ns}	7.25 ± 1.37	7.08 ± 1.26	7.00 ± 1.23
กลิ่น^{ns}	6.70 ± 1.63	6.48 ± 1.58	6.81 ± 1.39
รสชาติ^{ns}	7.40 ± 1.38	7.23 ± 1.37	7.11 ± 1.19
เนื้อสัมผัส	7.20 ± 1.19^{a}	7.25 ± 1.31^{a}	6.38 ± 1.60^{b}
ความชอบโดยรวม	7.63 ± 1.09^{a}	7.36 ± 1.19^{ab}	$7.23 \pm 1.^{15b}$

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$), ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

3.2.3 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มผสมวุ้นมะพร้าว

จากการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มผสมวุ้นมะพร้าวบรรจุขวดแก้วใส ขนาด 180 มิลลิลิตร ดังแสดงในตารางที่ 5 พบว่า น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มผสมวุ้นมะพร้าวมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 12±0.00 องศาบริกซ์ ผลิตภัณฑ์มีลักษณะสีแดงเข้ม กลิ่นหอม ใสไม่ตกตะกอน ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริก(ร้อยละ) 5.37±0.05 อยู่ในช่วงที่เป็นมาตรฐานของน้ำพร้อมดื่ม การเติมวุ้นมะพร้าวเพื่อเสริมใยอาหารให้กับน้ำมะม่วง

หาวมะนาวโห่ ผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์พบปริมาณใยอาหารร้อยละ 0.02±0.00 สอดคล้องกับการศึกษาของ S. Simla et al [9] พบว่าการเติมวุ้นมะพร้าวลงในน้ำเม่าพร้อมดื่มทำให้ปริมาณใยอาหารของผลิตภัณฑ์น้ำเม่าพร้อมดื่มผสมวุ้นมะพร้าวมีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับน้ำเม่าพร้อมดื่มที่ไม่เติมวุ้นมะพร้าว ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 3.22±0.01พบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 40.14±1.16 mg/100 g และสารแอนโทไซยานินเท่ากับ 27.60±0.91 mg/100 g ในด้านจุลินทรีย์พบปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ตรวจแล้วไม่พบเชื้อ *Staphylococcus aureus และ Escherichia coli* เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำมะเม่า (486/2556) [23]

ตารางที่ 5 คุณภาพของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มผสมวุ้นมะพร้าว

คุณภาพของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ พร้อมดื่มผสมวุ้นมะพร้าว	**ผลการวิเคราะห์**	**มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (ฉบับที่ 486/2556) เรื่อง น้ำมะเม่า**
ใยอาหาร (ร้อยละ)	0.02±0.00	-
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์)	12.00±0.00	-
ปริมาณกรดทั้งหมดรูปกรดซิตริก (ร้อยละ)	5.37±0.05	-
ค่าสี		
- L*	30.35±0.02	-
- a*	1.01±0.11	-
- b*	-2.41±0.02	-
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	3.22±0.01	-
Phenol (Gallic mg/100 g (wet basis))	40.14±1.16	-
anthocyanin (mg/100 g)	27.60±0.91	-
ยีสต์และรา (CFU/ml.)	<1	<100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร
Staphylococcus aureus	ไม่พบ	<10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร
Escherichia coli	ไม่พบ	ไม่พบในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร

4. สรุป

การศึกษาสารสำคัญในผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ พบว่าปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด มีค่ามากที่สุดในผลสุก ผลดิบมีค่าปริมาณกรดมากที่สุด ผลกึ่งสุกพบปริมาณวิตามินซีมากที่สุด น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมดื่มผสมวุ้นมะพร้าวที่ได้มีส่วนผสมของน้ำตาลทรายขาวร้อยละ 12 อัตราส่วนของวุ้นมะพร้าวที่เหมาะสมร้อยละ 10 เนื่องจากให้สี รสชาติ และความชอบโดยรวมมากที่สุด ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณใยอาหารร้อยละ 0.02 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 12 องศาบริกซ์ ผลิตผลิตภัณฑ์มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริก (ร้อยละ) 5.37 ซึ่งอยู่ในช่วงที่เป็นมาตรฐานของน้ำพร้อมดื่ม ด้านเคมีพบสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 40.14 mg/100 g และสารแอนโทไซยานินเท่ากับ 27.60 mg/100 g ด้านคุณภาพทางจุลินทรีย์มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ดังนั้นจึงเป็นการมุ่งเน้นการเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์จากมะม่วงหาวมะนาวโห่โดยนำมาพัฒนาเป็นเครื่องดื่มน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ผสมวุ้นมะพร้าวเป็นการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์ด้วยวุ้น

มะพร้าวเพื่อเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์มีความเป็นไปได้ในการพัฒนาต่อยอดเชิงพาณิชย์ เป็นการส่งเสริมธุรกิจใหม่ให้กับชุมชนต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย ขอขอบคุณนางสาวปัทมา จำนงค์หาญ และนางสาวพรรัตน์ แตงสุวรรณ ผู้ช่วยนักวิจัย ตลอดจนบุคลากรและนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ทุกคนที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วง

6. เอกสารอ้างอิง

[1] S. Simla, “*Carissa carandas* L.: The fruit mentioned in Thai literature that has many health benefits,” *Khon Kean Agr. J.,* vol. 44, no. 3, pp. 557-566, 2016.

[2] R. Maheshwari, A. Sharma and D. Verma, “Phyto-therapeutic Significance of *Karaunda* B.,” *Environ Pharmacol Life Sci*, vol. 1, no. 12, pp. 6-34, 2012.

[3] N. Gumlungpat, A. Charoenpanich and P. Limpachayaporn, “Biological Activity of *Carissa Carandas* Linn. Young Fruit Exttract on HepG2, HeLa and *Human Keratinocyte Cell* HaCaT,” *Udon Thani Rajabhat University Journal of Science and Technology*, vol. 8, no. 2, pp. 33-48, 2020.

[4] K. Sanoppa, T. Poonyavanit and P. Pisuttipong, “Substitution of Sodium Nitrite in Sausages by Pigment Powders from Monascus purpureus Fermented with Nata de Coco,” *The Journal of KMUTNB*, vol. 31, no. 2, pp. 288-299, 2021.

[5] K. Srisupak, S. Ngoenyen and P. Yuthachit. “A Study on the Optimum Amount of Saccharin for Nata de Coco Production,” *Science and Technology Research Journal*, vol. 5, No. 2, pp. 7-15, 2020.

[6] A.O.A.C., “Official Methods of Analysis of AOAC International,” *Gaithersburg, Md.: Association Official Analytical Chemists*, 2000.

[7] S. Fakngoen and S. Meerod, “Extraction and Separation of Anthocyanins from *Carissa carandas* L.,” in *The 4th National Conference KPRU, Kamphaengphet Rajabhat University*, Kamphaengphet, 2017, pp. 1002-1011.

[8] N. Buachoon, “Antioxidant Activity and Total Phenolic from Seed and Fruits of *Carissa Carandas*,” *VRU Research and Development Journal Science and Technology*, vol. 13, No. 2, pp. 53-63, 2018.

[9] S. Saithi, S. Sakhunkhu and K. Sombun, “Production of Mao (Antidesma bunius) juice mixed with Nata de coco in clear-glass bottle,” *RMUTP Research Journal*, vol. 10, no. 2, pp. 66-74, 2016.

[10] N. Kumkong and S. Vatanyoopaisarn. “Development of Vinegar Drink from Fermented Indian Gooseberry,” *The Journal of KMUTNB*, vol. 28, no. 1, pp. 163-174, 2018.

[11] U.S. Food and Drug Administration (USFDA). (2020, June 14). Bacteriological Analytical

Manual Online (BAM online): Yeasts, Molds and Mycotoxins. [Online]. Available:https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-18yeasts-molds-and-mycotoxins

[12] K. Klinsukhon, U. Sukatta, P. Rukthaworn, L. Khacharat, W. Suravanichnirachorn and P. Neumyem, "Fruit ripening stages of *Carissa carandas* Linn. on antioxidant and alpha-Glucosidase inhibition activities," in *Proceeding of 55th Kasetsart University Annual Conference*, Kasetsart University, Bangkok, 2017, pp. 841-844.

[13] A. Joomwong, "Effect of Maturity Stages on Physical and Chemical Quality of *Carissa Carandas* Linn.," *Agricultural Sci J.*, vol. 45, no. 3/1 (Suppl.), pp. 229-232, 2014.

[14] T. Kayyen. "Effect of Maturation Stage on Biological Properties of Carissa carandas," M.S. Thesis, Dept. Biotechnology Graduate School, Silpakorn Univ., Bangkok, Thailand, 2017.

[15] N. Rattanapanone, *Food Analysis Principles*, Odian Store, Bangkok, 2011.

[16] P. Rittilert and K. Warin, "Development of Karanda (*Carissa carandas* L.) Gummy Jelly Product," *Thai Journal of Science and Technology*, vol. 9, no. 2, pp. 341-354, 2020.

[17] W. Pewlong, ,S. Sajjabut, S. Singphet and J. Eamsiri, "Influence of Fruit Ripening Stages on the Bioactive Compounds of *Carissa carandas*," *Agricultural Sci. J.*, vol. 44, no. 2 (Suppl.), pp. 337-340, 2013.

[18] N. Peamaroon, N. Moonrungsee, A. Boonmee, S. Suwancharoen, T. Kasemsuk and J. Jakmunee. "Phytochemical and xanthine oxidase inhibitory activity of Carissa carandas L. fruit extract," *RMUTP Research Journal*, vol. 13, no. 2, pp. 106-118, 2019.

[19] S. Simla, S. Boontang and P. Siritrakulsak. "The evaluation of some Phytochemical content and Antioxidant activity in *Carissa carandas* L., *Khon Kaen Agr. J.*, vol. 41, Suppl. 1, pp. 602-606, 2013.

[20] S. Parnsakhorn, J. Langkapin, ,P. Jamphung and C Srimas. "The production of malt high anthocyanin powder from rice berry," *Journal of Engineering, RMUTT*, vol. 15, no. 2, pp. 41-50, 2017.

[21] C. D. Sae-chan, J. Rinkham, J. Lankaew, V. Visutthithada and S. Sriyam. "Determination of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Wampee (Clausena lansium (Lour.) Skeels) ," *Journal of Innovative Technology Research,* vol. 4, no. 2, pp. 12–21, 2020.

[22] N. Tangkawattanakul and P. Tantanasrigul, "Role of Vitamin C in the Skin," *J. Dept Med Ser*, vol. 44, no. 3, pp. 7–8, 2019.

[23] *Thai Community Product Standard*, Ma-maow Juice TCPS 486/2556, 2013.