

การพัฒนาน้ำมังคุดผสมเปลือกทุเรียนผง

Development of mangosteen juice mixed with durian rind powder

จิรพร สวัสดิการ¹, เตือนรุ่ง เบญจมาศ¹, หยาดรุ่ง สุวรรณรัตน์¹

Jiraporn Sawasdikarn¹, Duanrung Benjamas¹, Yardrung Suwannarat¹

Received: 27 April 2022 ; Revised: 20 July 2022 ; Accepted: 26 August 2022

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อผลิตเปลือกทุเรียนผงและนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์น้ำมังคุด เปลือกทุเรียนผงเตรียมโดยลวกเปลือกทุเรียนในน้ำกลั่น อัตราส่วนระหว่างเปลือกทุเรียนต่อน้ำกลั่น เท่ากับ 1:1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน และคำนวณปริมาณผลผลิต ซึ่งมีค่าปริมาณผลผลิตเท่ากับร้อยละ 11.46 ค่าสีของผงเปลือกทุเรียนวัดโดยใช้ระบบ $L^* a^* b^*$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 68.86, 8.52 และ 16.87 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกทุเรียนผง พบว่ามีค่าความชื้นร้อยละ 9.30 โปรตีนร้อยละ 6.13 ไขมันร้อยละ 0.55 เถ้าร้อยละ 4.63 และ เส้นใยร้อยละ 41.70 เมื่อนำเปลือกทุเรียนผงมาผสมในน้ำมังคุดที่ระดับต่างๆ ได้แก่ ร้อยละ 0, 1, 2 และ 3 โดยน้ำหนัก เมื่อเพิ่มปริมาณเปลือกทุเรียนผง ค่าสี $L^* a^* b^*$ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่าความหนืดของน้ำมังคุดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการทดสอบความชอบ 9 ระดับ ต่อคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่าค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยจะลดลง เมื่อเปลือกทุเรียนผงเพิ่มขึ้น โดยปริมาณที่เหมาะสมในการเสริมเปลือกทุเรียนผงในน้ำมังคุดเท่ากับร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก เปลือกทุเรียนผงซึ่งเป็นแหล่งใยอาหาร สามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม และเป็นการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือทุเรียนเพื่อเพิ่มมูลค่า

คำสำคัญ: ใยอาหาร เปลือกทุเรียน น้ำมังคุด

Abstract

The objective of this research was to produce durian rind powder and to apply it to mangosteen juice. The durian rind powder was prepared by blanching in distilled water at the ratio of 1:1 (w/v) at temperature of 60°C, for 5 min, dried by oven dryer and the yield calculated. The yield of durian rind powder was 11.46%. The color values of durian rind powder indicated by the $L^* a^* b^*$ color system were 68.86, 8.52 and 16.87, respectively. The chemical properties of durian rind powder was analyzed and the results indicated a moisture content of 9.30%, protein 6.13%, fat 0.55%, ash 4.63% and fiber 41.70%. The durian rind powder at 0, 1, 2 and 3 %w/w was added into mangosteen juice. The color $L^* a^* b^*$, total soluble solid and viscosity increased with increasing durian rind powder content in mangosteen juice. The sensory evaluation of mangosteen juice was performed by using 9-point hedonic scale on appearance, color, flavor, taste, texture and overall acceptance. The results showed that as the durian rind powder content increased, the preference score decreased. The mangosteen juice supplemented with 1 %w/w durian rind powder was appropriate. Durian rind powder can be used as a source of dietary fiber in beverages to increase the value of agricultural waste.

Keywords: dietary fiber, durian rind, mangosteen juice

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี 22000

¹ Assist. Prof., Faculty of Agricultural Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Muang District, Chanthaburi 22000, Thailand.

* Corresponding author; Jiraporn Sawasdikarn, Faculty of Agricultural Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Muang District, Chanthaburi 22000, Thailand. jiraporn.s@rbru.ac.th

บทนำ

ทุเรียน เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของไทย ซึ่งมีผลผลิตมากที่สุดในจังหวัดจันทบุรี โดยในปี พ.ศ. 2563 มีผลผลิต 380,446 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ทุเรียนเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคทั้งใน และต่างประเทศ ทั้งในรูปแบบบริโภคสดหรือสินค้าแปรรูป ภายหลังจากการบริโภคหรือแปรรูปทุเรียนจะมีเปลือกทุเรียนเป็นเศษเหลือทิ้งเกิดขึ้น ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 75 ของน้ำหนักทุเรียนทั้งหมด จึงเกิดปัญหาในการกำจัดเนื่องจากมีปริมาณมาก อาจก่อให้เกิดผลเสียต่อสภาวะแวดล้อมได้ ปัจจุบันจึงมีการนำเปลือกทุเรียนมาเพิ่มมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น เชื้อเพลิงอัดแท่ง เยื่อกระดาษ และแก๊สชีวภาพ นอกจากนี้เปลือกทุเรียนยังเป็นแหล่งของใยอาหาร และได้มีการตรวจสอบความเป็นพิษของใยอาหารจากเปลือกทุเรียนด้วยวิธี Acute oral toxicological test ในสัตว์ทดลองพบว่า ตัวอย่างหนูที่ได้รับใยอาหารจากเปลือกทุเรียน ไม่มีความผิดปกติ และไม่เกิดการตายระหว่างการทดสอบ 14 วัน จากการผ่าซากชันสูตรโรคในสัตว์ที่ตาย (Necropsy) ไม่พบการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกาย หนูเนื่องจากการเกิดความผิดปกติหรือเป็นโรคแต่อย่างใด ใยอาหารจากเปลือกทุเรียนมีระดับ Acute oral minimum fatal dose สูงกว่า 2,000 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักหนู ซึ่งบ่งชี้ว่ามีความปลอดภัยในการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารได้ (ไศรดา วัลภา และคณะ, 2553)

ใยอาหาร คือ ส่วนของผนังเซลล์พืชที่ไม่สามารถถูกย่อยด้วยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ แต่จุลินทรีย์บางชนิดในลำไส้ใหญ่สามารถย่อยสลายประกอบบางส่วนของใยอาหารได้ แม้ว่าใยอาหารไม่ใช่สารอาหารและไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย แต่ก็มีความสำคัญต่อภาวะโภชนาการและสุขภาพของมนุษย์ เช่น ช่วยทำให้ระบบทางเดินอาหาร และระบบขับถ่ายทำงานเป็นปกติ ควบคุมระดับและปริมาณของคอเลสเตอรอล และน้ำตาลในกระแสเลือด แหล่งใยอาหารที่สำคัญ ได้แก่ ธัญพืช ตระกูลถั่ว ผัก และผลไม้ ซึ่งในกระบวนการผลิตอาหารทั้งในระดับครัวเรือน และอุตสาหกรรม มักมีเศษเหลือทิ้งเหล่านี้เป็นจำนวนมาก การจัดการเศษเหลือทิ้งโดยทั่วไปจะนำไปทำเป็นปุ๋ยหรืออาหารสัตว์ หรือทิ้งเป็นสิ่งปฏิกูล ในปัจจุบันจึงมีงานวิจัยที่ศึกษาหาแนวทางในการแปรรูปเศษเหลือทิ้งเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสีย และส่งผลโดยตรงในการรักษาสังแวดล้อม (หยาดฝน ทะนงการกิจ, 2556) เช่น การสกัดใยอาหารจากเปลือกข้าว โหมข้าวโพด เปลือกส้มโอ เปลือกสับปะรด และเปลือกกล้วยน้ำว้า เป็นต้น

สำหรับการใช้ประโยชน์จากเศษเปลือกทุเรียนมีงานวิจัยก่อนหน้าที่ทำการศึกษาและนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลากหลายชนิด เช่น การเสริมใยอาหารจากเปลือกทุเรียน

ต่อคุณภาพของขนมปังขาว (ไศรดา วัลภา และคณะ, 2553) การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเกรียบหยองนางรมด้วยเส้นใยอาหารจากเปลือกทุเรียน (กุลพร พุทรมี และศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล, 2560) การใช้แป้งจากเปลือกทุเรียนในพาสต้าปราศจากกลูเตน (นรินทร์ เจริญพันธ์ และ วิยดา กวานเทียน, 2560) และผลของการใช้เปลือกทุเรียนผงทดแทนแป้งข้าวสาลีต่อคุณภาพของเค้กบราวนี่ (เจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์ และจักรวาล ภูเสม, 2561) เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเปลือกทุเรียนผงซึ่งเป็นแหล่งของใยอาหารไปใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม นอกเหนือจากการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยทำการศึกษาในผลิตภัณฑ์น้ำมัจจุต เนื่องจากมัจจุตเป็นผลไม้ที่มีแหล่งผลิตในจังหวัดจันทบุรี และมีสารสำคัญต่างๆ ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาเป็นเครื่องดื่มน้ำผลไม้เสริมใยอาหารจากเปลือกทุเรียนผง เป็นแนวทางหนึ่งในการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือทิ้งทุเรียนลดปัญหาสิ่งแวดล้อม ในเขตจังหวัดจันทบุรี และจังหวัดใกล้เคียง

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาคุณภาพของเปลือกทุเรียนผง และผลการเติมเปลือกทุเรียนผงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมัจจุต

วิธีการวิจัย

1. การศึกษาคุณภาพของเปลือกทุเรียนผง

1.1 การเตรียมเปลือกทุเรียนผง โดยใช้เปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองแก่และไม่เน่าเสีย จากร้านค้าตลาดเนินสูง อ.เมือง จันทบุรี เตรียมตามวิธีการของหยาดรุ่ง สุวรรณรัตน์ และคณะ (2560) เริ่มจากการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปาเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่ติดมากับเปลือกทุเรียน ทำการกำจัดเปลือกนอกที่เป็นส่วนหนามแหลมออก แล้วลดขนาดให้เล็กลง จากนั้นล้างด้วยน้ำประปาทำความสะอาดอีกครั้ง สะเด็ดน้ำก่อนนำไปตากที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ใช้น้ำกลั่นในอัตราส่วนระหว่างเปลือกทุเรียนต่อน้ำกลั่น ที่อัตราส่วน 1 ต่อ 1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) และมีการกวนอย่างสม่ำเสมอ เมื่อครบเวลานำเปลือกทุเรียนที่ได้ไปอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง โดยกำหนดปริมาณความชื้นของเปลือกทุเรียนหลังอบไม่เกินร้อยละ 10 แล้วนำมาบดให้เป็นผงด้วยเครื่องบดผง ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 250 เมช แล้วนำไปเก็บรักษาในภาชนะที่ปิดสนิท คำนวณปริมาณผลผลิต (ร้อยละ) ที่ได้ โดยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{ผลผลิต (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักของเปลือกทุเรียนผง} \times 100}{\text{น้ำหนักเปลือกสด}}$$

1.2 การวิเคราะห์คุณภาพของเปลือกทุเรียนผง

1.2.1 ค่าสี วิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดสี (Chroma meter CR-400) แสดงผลของค่าสีที่วัดได้ในระบบ CIE เป็นค่า L^* a^* และ b^* โดยที่ (1) ค่า L^* คือ ค่าแสดงความสว่างของสี มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 กรณีค่า L^* มีค่าเป็น 0 หมายถึงมืด (Darkness) ถ้ามีค่าเป็น 100 หมายถึง สว่าง (Lightness) (2) ค่า a^* คือ ค่าแสดงความเป็นสีแดงและเขียว (Redness/Greenness) กรณีค่า a^* มีค่าเป็นบวกหมายถึง สีแดง และกรณี ถ้า a^* มีค่าเป็นลบ หมายถึง สีเขียว (3) ค่า b^* คือ ค่าแสดงความเป็นสีเหลืองและน้ำเงิน (Yellowness/Blueness) กรณีค่า b^* มีค่าเป็นบวก หมายถึง สีเหลือง และกรณี ถ้า b^* มีค่าเป็นลบ หมายถึง สีน้ำเงิน

1.2.2 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกทุเรียนผง ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และเส้นใยหยาบ ตามวิธีการของ AOAC (2000)

2. การศึกษาผลของเปลือกทุเรียนผงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมัจจุ

2.1 การเตรียมน้ำมัจจุบรรจุขวดแก้ว

นำมัจจุพันธุ์พื้นเมือง โดยซื้อจากร้านค้าตลาดเนินสูง อ.เมือง จันทบุรี มาล้างทำความสะอาด แยกเปลือกออก หลังจากนั้นนำเนื้อมัจจุมาคั้นด้วยเครื่องคั้นน้ำแยกกาก เพื่อแยกเมล็ดออก สุ่มตัวอย่างวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ซึ่งค่าที่ได้จะอยู่ในช่วง 14-15 องศาบริกซ์ จากนั้นนำไปปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดให้เท่ากับ 10 องศาบริกซ์ โดยการเติมน้ำเปล่า นำไปให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อในระดับพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นทำการบรรจุร้อนในขวดแก้วที่ผ่านการลวก ปิดฝาขวดให้สนิท และนำน้ำมัจจุที่บรรจุแล้วไปต้มให้ความร้อนอีกครั้งพร้อมภาชนะบรรจุในน้ำอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แล้วทำให้เย็นทันที และนำไปวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำมัจจุบรรจุขวดแก้วมีค่าเท่ากับ 2.57 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตรของกรดซิตริก

2.2 การเตรียมน้ำมัจจุผสมจากเปลือกทุเรียนผง

เตรียมน้ำมัจจุตามวิธีการในข้อ 2.1 โดยทำการผลิตน้ำมัจจุผสมเปลือกทุเรียนผงที่ระดับต่างๆ ได้แก่ ร้อยละ 0, 1, 2 และ 3 โดยน้ำหนัก จากนั้นนำผลิตภัณฑ์น้ำมัจจุผสมเปลือกทุเรียนผงมาวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ

2.3 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมัจจุผสมเปลือกทุเรียนผง

2.3.1 วิเคราะห์ค่าสี (ตามข้อ 1.2.1) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ (Refractometer) วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่องวัด

ความเป็นกรด-ด่าง (Mettler Toledo F20) และวัดค่าความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืด (IKA Rotavisc lo-vi)

2.3.2 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคโดยอาศัยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) ซึ่งมีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 = ชอบมากที่สุด) ต่อคุณลักษณะด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 100 คน ซึ่งอยู่ในช่วงอายุ 20-50 ปี เป็นเพศชาย ร้อยละ 42 และเพศหญิง ร้อยละ 58

2.4 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์

นำผลิตภัณฑ์น้ำมัจจุผสมเปลือกทุเรียนผงที่มีปริมาณเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุดจากการทดลองในข้อ 2.3.2 มาวิเคราะห์คุณภาพระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อประเมินหาอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ (ศุภมาศ กลิ่นขจร และคณะ, 2558) โดยวิเคราะห์ในด้านลักษณะปรากฏ ค่าสี ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความหนืด (ตามข้อ 2.3.1) และวิเคราะห์ผลทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 365) พ.ศ. 2556 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา Coliforms และ *E. coli* ตามวิธีการของ BAM (2012)

2.5 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการผลิตภัณฑ์น้ำมัจจุผสมเปลือกทุเรียนผง

นำน้ำมัจจุผสมเปลือกทุเรียนผงที่มีปริมาณที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุดจากการทดลองในข้อ 2.3.2 มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ โดยทำการส่งผลิตภัณฑ์วิเคราะห์ที่บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด โดยรายการวิเคราะห์ ได้แก่ พลังงานทั้งหมด พลังงานจากไขมัน ไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัว คอเลสเตอรอล โปรตีน คาร์โบไฮเดรต น้ำตาล โซเดียม วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 แคลเซียม เหล็ก และใยอาหาร และทำการวิเคราะห์ใยอาหารในน้ำมัจจุที่ไม่เติมเปลือกทุเรียนผง เพื่อเป็นตัวอย่างควบคุมด้วย

3. การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ทำการทดลอง 2 ครั้ง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) สำหรับการทดลองในข้อ 2.3.2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดลอง (Analysis of

variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. คุณภาพของเปลือกทุเรียนผง

จากการเตรียมเปลือกทุเรียนผง โดยการลวกที่สภาวะอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และอัตราส่วนระหว่างเปลือกทุเรียนต่อน้ำกลั่น เท่ากับ 1:1 แล้วอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำการบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 250 เมช พบว่า ได้ค่าผลผลิตเท่ากับร้อยละ 11.46 เปลือกทุเรียนผงมีลักษณะเป็นผงละเอียด สีน้ำตาลอ่อน (Figure 1) เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าสีพบว่า มีค่า L^* เท่ากับ 68.86 ค่า a^* เท่ากับ 8.52 และค่า b^* เท่ากับ 16.87 แสดงถึงผงใยอาหารจากเปลือกทุเรียนมีค่าความสว่างในช่วงปานกลาง มีค่าความเป็นสีแดงเล็กน้อย และมีความเป็นสีเหลือง



Figure 1 Durian rind powder

Table 1 Chemical composition of durian rind powder

Chemical composition	Content (g/100 g)
Moisture	9.30±0.08
Protein	6.13±0.71
Fat	0.55±0.04
Ash	4.63±0.08
Crude fiber	41.70±4.10
Carbohydrate	37.69±1.30

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกทุเรียนผง (Table 1) พบว่ามีปริมาณเส้นใยหยาบมากที่สุดเท่ากับ 41.70 กรัมต่อ 100 กรัม รองลงมาคือคาร์โบไฮเดรตและความชื้น สำหรับโปรตีนและไขมัน มีปริมาณ 6.13 และ 0.55 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ

2. ผลการเติมเปลือกทุเรียนผงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุด

2.1 ค่าสี ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าความหนืด



Figure 2 Mangosteen juice with durian rind powder at various contents (0%, 1%, 2% and 3% w/w)

Table 2 Color of mangosteen juice with durian rind powder at various contents

Durian rind powder contents (%w/w)	Color		
	L^*	a^*	b^*
0	35.43±0.15 ^d	3.72±0.17 ^d	1.33±0.23 ^d
1	36.50±0.09 ^c	5.77±0.05 ^c	4.80±0.09 ^c
2	37.98±0.04 ^b	7.07±0.05 ^b	6.95±0.08 ^b
3	39.07±0.08 ^a	7.72±0.08 ^a	8.17±0.05 ^a

^{abcd} in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$)

จากการผลิตน้ำมังคุดที่มีเปลือกทุเรียนผงระดับต่างๆ ได้แก่ ร้อยละ 0, 1, 2 และ 3 ทำการวิเคราะห์ค่าสี L^* a^* b^* (Table 2) พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณโยอาอาหารจากเปลือกทุเรียน ส่งผลให้ค่าความสว่างของน้ำมังคุด ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองของน้ำมังคุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยสอดคล้องกับ Figure 2 ที่แสดงถึงลักษณะปรากฏด้านสีของน้ำมังคุดเข้มข้นเมื่อเพิ่มปริมาณเปลือกทุเรียนผง

Table 3 Total soluble solid, pH and viscosity of mangosteen juice with durian rind powder at various contents

Durian rind powder contents (%w/w)	Total soluble solid (*Brix)	pH	Viscosity (centipoise)
0	11.00±0.00 ^b	3.60±0.01 ^d	251.80±1.39 ^e
1	11.00±0.00 ^b	3.71±0.01 ^c	1045.50±2.12 ^{bc}
2	11.00±0.00 ^b	3.77±0.01 ^b	1428.67±1.15 ^{ab}
3	12.00±0.00 ^a	3.83±0.01 ^a	2144.00±1.73 ^a

^{abcd} in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$)

จาก Table 3 แสดงค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความหนืดของน้ำมังคุดที่มีเปลือกทุเรียนผงระดับต่างๆ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเปลือกทุเรียนผงจะส่งผลให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น และมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2.2 ผลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดผสมเปลือกทุเรียนผงปริมาณต่างๆ

เมื่อทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อ น้ำมังคุดเสริมโยอาอาหารที่ระดับต่างๆ โดยการประเมินคุณภาพ

ทางประสาทสัมผัส (Table 4) พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ และเนื้อสัมผัส มีแนวโน้มคะแนนความชอบเฉลี่ยลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณเปลือกทุเรียนผง ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวม โดยพบว่าน้ำมังคุดที่ไม่มีเปลือกทุเรียนผงได้คะแนนความชอบเฉลี่ยมากที่สุด อยู่ในช่วงชอบปานกลาง เมื่อผสมเปลือกทุเรียนผงในปริมาณร้อยละ 1 จะได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยในช่วงชอบเล็กน้อย เมื่อเพิ่มเปลือกทุเรียนผงเป็นปริมาณร้อยละ 2 จะได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยในช่วงชอบเล็กน้อยถึงเฉยๆ และเมื่อเปลือกทุเรียนผงเป็นปริมาณร้อยละ 3 คะแนนความชอบเฉลี่ยลดลงอยู่ในช่วงเฉยๆ ดังนั้น ผู้บริโภคจึงให้การยอมรับน้ำมังคุดผสมเปลือกทุเรียนผงที่ไม่เติมเปลือกทุเรียนผงมากที่สุด โดยน้ำมังคุดที่เติมเปลือกทุเรียนผงสามารถเติมได้ในปริมาณร้อยละ 1 เนื่องจากมีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยมากกว่าการเติมเปลือกทุเรียนผงปริมาณร้อยละ 2 และร้อยละ 3

2.3 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์

เมื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำมังคุดผสมเปลือกทุเรียนผงที่มีปริมาณร้อยละ 1 เป็นเวลา 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิห้อง โดยวิเคราะห์ด้านต่างๆ ได้แก่ ค่าสี ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความหนืด (Table 5 และ Table 6) และวิเคราะห์ผลทางจุลินทรีย์ต่างๆ พบว่าเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ค่าความสว่าง L^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นสีแดง a^* ค่อนข้างคงที่ และค่าความเป็นสีเหลือง b^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อทำการเก็บรักษานานขึ้น ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความหนืดมีแนวโน้มลดลง สำหรับการวิเคราะห์ผลด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดผสมเปลือกทุเรียนผงร้อยละ 1 ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา Coliforms และ *E. coli* ไม่พบจุลินทรีย์ทุกกลุ่มระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์

Table 4 Sensory score of mangosteen juice with durian rind powder at various contents

Durian rind powder contents (%w/w)	sensory score of product test					
	Appearance	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall liking
0	7.04±1.76 ^a	7.41±1.54 ^a	6.49±1.76 ^a	7.12±1.78 ^a	7.27±1.47 ^a	7.45±1.24 ^a
1	6.04±2.02 ^b	6.20±1.94 ^b	6.10±1.94 ^{ab}	5.90±2.26 ^b	6.04±2.16 ^b	6.27±2.15 ^b
2	5.41±2.19 ^{bc}	5.90±1.75 ^b	5.41±1.90 ^{bc}	5.39±2.22 ^{bc}	4.76±2.00 ^c	5.65±1.96 ^{bc}
3	5.12±2.32 ^c	5.67±1.90 ^b	5.14±2.12 ^c	4.69±2.24 ^c	4.22±2.14 ^c	5.20±1.80 ^c

^{abc} in the same column with different superscripts are significantly different (p≤0.05)

Table 5 Color of mangosteen juice with 1% durian rind powder added during storage under room temperature for 4 weeks

Storage period (week)	Color		
	L*	a*	b*
1	34.18±0.16 ^c	4.92±0.05 ^a	7.22±0.16 ^c
2	34.79±0.29 ^b	4.94±0.08 ^a	7.95±0.15 ^b
3	35.34±0.18 ^a	4.13±0.06 ^b	7.11±0.12 ^c
4	35.37±0.03 ^a	4.89±0.06 ^a	8.63±0.03 ^a

^{abc} in the same column with different superscripts are significantly different (p≤0.05)

Table 6 Total soluble solid, pH and viscosity of mangosteen juice with 1% durian rind powder added during storage under room temperature for 4 weeks

Storage period (week)	Total soluble solid (*Brix) ^{ns}	pH	Viscosity (centipoise)
1	11.00±0.00	3.78±0.02 ^a	1062.00±5.00 ^a
2	11.00±0.00	3.78±0.01 ^a	1062.00±5.00 ^a
3	11.00±0.00	3.69±0.01 ^b	1045.33±4.73 ^b
4	11.00±0.00	3.67±0.01 ^b	1044.67±5.69 ^b

^{ns} is not significantly different (P>0.05)

^{ab} in the same column with different superscripts are significantly different (p≤0.05)

2.4 คุณค่าทางโภชนาการของของผลิตภัณฑ์ น้ำมังคุดผสมเปลือกทุเรียนผง

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ผลิตภัณฑ์ น้ำมังคุดผสมเปลือกทุเรียนผงปริมาณร้อยละ 1 พบว่า ผลิตภัณฑ์ 100 กรัม มีพลังงานทั้งหมด 48.96 กิโลแคลอรี พลังงานจากไขมัน 2.88 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด 0.32 กรัม ไขมันอิ่มตัว 0.14 กรัม ไม่พบคอเลสเตอรอล โปรตีน 0.88 กรัม คาร์โบไฮเดรต 12.15 กรัม น้ำตาล 10.28 กรัม โซเดียม 7.123 มิลลิกรัม ไม่พบวิตามินเอ วิตามินบี 1 0.037 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 0.021 มิลลิกรัม แคลเซียม 36.215 มิลลิกรัม เหล็ก 0.842 มิลลิกรัม และใยอาหาร 0.43 กรัม ในขณะที่น้ำมังคุดที่ไม่ได้ผสมเปลือกทุเรียนผง (ตัวอย่างควบคุม) มีปริมาณใยอาหาร 0.0059 กรัมต่อน้ำมังคุด 100 กรัม

วิจารณ์และสรุปผล

จากการเตรียมเปลือกทุเรียนผง ที่สภาวะการลวกอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และอัตราส่วนระหว่างเปลือกทุเรียนต่อน้ำกลั่น เท่ากับ 1:1 แล้วอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง พบว่า ได้ค่าปริมาณผลผลิตเท่ากับร้อยละ 11.46 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า งานวิจัยการสกัดใยอาหารจากเปลือกทุเรียน ซึ่งได้ค่าปริมาณผลผลิตเท่ากับร้อยละ 15.03 (หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์ และ จิรพร สวัสดิการ, 2561) อาจเนื่องมาจากในขั้นตอนการเตรียมเปลือกทุเรียนผงมีขั้นตอนในการบดละเอียดและทำการร่อนผ่านตะแกรงเพื่อให้ได้เป็นผงละเอียด ซึ่งเปลือกทุเรียนผงมีลักษณะแข็งเมื่ออบแล้ว จึงไม่สามารถร่อนผ่านตะแกรงได้ทั้งหมด จึงทำให้ปริมาณผลผลิตลดลง

เปลือกทุเรียนผงมีลักษณะเป็นผงละเอียด สีน้ำตาลอ่อน เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าสีพบว่ามีความสว่างในช่วงปานกลาง มีค่าความเป็นสีแดงเล็กน้อย และมีความเป็นสีเหลือง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกุลพร พุทธิ และ ศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล (2560) ที่ทำการสกัดเส้นใยอาหารจากเปลือกทุเรียนเพื่อนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหยองนางรม ซึ่งได้เป็นลักษณะผงสีน้ำตาล เป็นผลมาจากในเปลือกทุเรียนมีองค์ประกอบทางเคมีทั้งโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต ซึ่งส่งผลให้เกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ระหว่างการอบแห้ง (เจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์ และจักรวาล ภูเสม, 2561) โดยสามารถปรับสีของผงใยอาหารให้มีลักษณะขาวขึ้นได้โดยใช้การฟอกสีด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในการศึกษาการสกัดเส้นใยอาหารจากเปลือกข้าว เมื่อฟอกสีเส้นใยอาหารด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 2 จะทำให้ผงเส้นใยอาหารมีสีเหลือง และมีค่าความสว่างมากกว่าเส้นใยที่ไม่ฟอกสี (กุลนิภา ทรุ่งรังสี และคณะ, 2557) สำหรับผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกทุเรียนผง ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของเจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์ และจักรวาล ภูเสม (2561) ซึ่งศึกษาผลของการใช้เปลือกทุเรียนผงทดแทนแป้งข้าวสาลีต่อคุณภาพของเค้กบราวนี่ พบว่าเปลือกทุเรียนผงที่เตรียมได้มีค่าโปรตีน ไขมัน เถ้า เท่ากับ 6.42, 0.38 และ 4.93 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณเส้นใยหยาบมีค่าเท่ากับ 50.81 กรัมต่อ 100 กรัม

ผลของปริมาณเปลือกทุเรียนผงระดับต่างๆ ต่อคุณภาพด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุด พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเปลือกทุเรียนผงทำให้น้ำมังคุดมีค่าความเป็นสีแดงและสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเปลือกทุเรียนผงมีสีน้ำตาลอ่อน จึงทำให้สีของน้ำมังคุดเข้มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณเปลือกทุเรียนผง ดังงานวิจัยของกุลพร พุทธิ และ ศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล (2560) ที่พบว่าการเสริมใยอาหารจากเปลือกทุเรียนในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหยองนางรมเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น และการเสริมใยอาหารจากเปลือกทุเรียนในขนมปังขาว ทำให้น้ำตาลเพิ่มขึ้น (ไศรดา วัลภาและคณะ, 2553)

เมื่อเพิ่มปริมาณเปลือกทุเรียนผง ส่งผลให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น และมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อาจเนื่องมาจากอนุภาคของเปลือกทุเรียนผงขัดขวางการไหลของน้ำมังคุด จึงทำให้ความหนืดของน้ำมังคุดเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณเปลือกทุเรียนผง ซึ่งมีการศึกษาการผสมใยอาหารผงจากกากมะนาวในน้ำสับปะรดพบว่า เมื่อความเข้มข้นของใยอาหารผงสูงขึ้น ขนาดอนุภาคของใยอาหารผงในน้ำสับปะรดจะมีขนาดใหญ่ขึ้น และส่งผล

ให้ความหนืดของน้ำผลไม้มากขึ้นด้วยเนื่องจากมีโอกาสในการขัดกันระหว่างอนุภาคเพิ่มขึ้น ทำให้ขัดขวางการไหลของน้ำผลไม้ (ปรอยฝน เลิศวนวิวัฒนา และนภาพร เชี่ยวชาญ, 2551)

เมื่อนำเปลือกทุเรียนผงมาผสมในน้ำมังคุดที่ระดับต่างๆ ได้แก่ ร้อยละ 0, 1, 2 และ 3 พบว่าค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยจะลดลงเมื่อปริมาณเปลือกทุเรียนผงเพิ่มขึ้น ดังนั้นสามารถผสมเปลือกทุเรียนผงในน้ำมังคุดได้เพียงร้อยละ 1 เท่านั้น อาจเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณเปลือกทุเรียนผงซึ่งมีองค์ประกอบที่เป็นเส้นใยอาหาร ทำให้เพิ่มขนาดอนุภาคในน้ำมังคุด ผู้ทดสอบจึงสามารถรับรู้ได้เมื่อทดสอบชิม โดยมีรายงานของ Surya *et al.* (2020) พบว่าการเติมใยอาหารในน้ำมะขามป้อมพร้อมดื่มที่ปริมาณร้อยละ 0.5 จะได้การยอมรับด้านประสาทสัมผัสมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรเติมใยอาหารในปริมาณร้อยละ 1 และ 3

การศึกษาคูณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ เพื่อประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดผสมเปลือกทุเรียนผงปริมาณร้อยละ 1 ซึ่งเป็นระดับที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรเติมเปลือกทุเรียนผงที่ปริมาณร้อยละ 2 และ 3 โดยพบว่าเมื่อเก็บรักษาน้ำมังคุดนานขึ้นทำให้สีเข้มขึ้น เนื่องจากการเกิดสีน้ำตาลระหว่างการเก็บรักษาจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด จึงจำกัดอายุการเก็บของน้ำผักและผลไม้ (ประสาน สวัสดิ์ชิตัง, 2538) สอดคล้องกับการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเสริมใยอาหารจากเมล็ดแมงลัก พบว่าเมื่อเก็บรักษาน้ำมังคุดนานกว่า 2 สัปดาห์ จะพบการแยกชั้นของอนุภาคผลไม้และของเหลว รวมทั้งน้ำผลไม้ไม่มีสีคล้ำขึ้น (ศุภมาศ กลิ่นขจร และคณะ, 2558) สำหรับผลวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดผสมเปลือกทุเรียนผง ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา Coliforms และ *E. coli* ไม่พบจุลินทรีย์ทุกรายการ ที่อายุเก็บรักษาเป็นเวลา 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ แสดงถึงกระบวนการให้ความร้อนและการบรรจุร้อน รวมทั้งปัจจัยด้านความเป็นกรดของน้ำมังคุดเพียงพอที่จะทำลายเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งมีการศึกษาการให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์และอาศัยเทคนิคการบรรจุร้อน เพื่อเก็บรักษาเนื้อผลกุยวาวชู (*Theobroma grandiflorum*) ที่อุณหภูมิห้องได้ (Silva *et al.*, 2008) ดังนั้นน้ำมังคุดที่ผลิตได้จึงมีความปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 365) พ.ศ. 2556 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท โดยมีข้อกำหนดคือ ตรวจพบยีสต์และรา น้อยกว่า 100 ในเครื่องดื่ม 1 มิลลิลิตร ตรวจพบแบคทีเรียชนิด Coliforms น้อยกว่า 2.2 ต่อเครื่องดื่ม 100 มิลลิลิตร และตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด *E. coli* ดังนั้นจากการศึกษาในครั้งนี้จึงสรุปได้ว่าน้ำมังคุดผสมเปลือกทุเรียนผงปริมาณร้อยละ 1 มีอายุการเก็บรักษา 4 สัปดาห์

คุณค่าทางโภชนาการของน้ำมั่งคุดผสมเปลือกทุเรียนที่มีปริมาณร้อยละ 1 มีปริมาณใยอาหาร 0.43 กรัม ต่อ น้ำมั่งคุด 100 กรัม ในขณะที่น้ำมั่งคุดที่ไม่ได้ผสมเปลือกทุเรียนนั้นมีปริมาณใยอาหารเพียง 0.0059 กรัมต่อ น้ำมั่งคุด 100 กรัม ซึ่งการเสริมใยอาหารจากเปลือกทุเรียนทำให้ปริมาณใยอาหารในน้ำมั่งคุดเพิ่มขึ้นถึง 70 เท่า แต่ยังไม่สามารถกล่าวอ้างทางโภชนาการได้ว่าเป็นแหล่งของใยอาหารหรือใยอาหารสูง ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 182 พ.ศ. 2541 ที่กล่าวว่า การกล่าวอ้างว่าเป็นแหล่งของใยอาหารหรือมีใยอาหาร จะต้อง มีใยอาหารไม่น้อยกว่า 1.5 กรัม ต่อพลังงาน 100 กิโลแคลอรี และการกล่าวอ้างว่าใยอาหารสูงจะต้องมี ไม่น้อยกว่า 3 กรัม ต่อพลังงาน 100 กิโลแคลอรี ในขณะที่น้ำมั่งคุดเสริมใยอาหารจากเปลือกทุเรียนที่มีปริมาณใยอาหารจากการคำนวณเท่ากับ 0.88 กรัม ต่อพลังงาน 100 กิโลแคลอรี

ดังนั้น ผลของการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมั่งคุดผสมเปลือกทุเรียน จึงเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือเปลือกทุเรียนในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม โดยต้องพัฒนา รูปแบบของเปลือกทุเรียน เพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหารจากเปลือกทุเรียนในผลิตภัณฑ์ให้ได้มากขึ้น เป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ประจำปีงบประมาณ 2563

เอกสารอ้างอิง

กุลนิภา ธนรุ่งรังสี, ฌัญฐา เลหากุลจิตต์ และอรพิน เกิดชูชื่น. (2557). การสกัดเส้นใยอาหารจากเปลือกข้าว. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 45 (2) (พิเศษ), 1-4.

กุลพร พุทธิมี และศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล. (2560). การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเกรียบหอยนางรมด้วยเส้นใยอาหารจากเปลือกทุเรียน กลุ่มหอยนางรมครบวงจรคั้งกระเบน ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. *วารสารวิจัยรำไพพรรณี*, 11 (3), 13-22.

เจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์ และจักรวาล ภูเสม. (2561). ผลของการใช้เปลือกทุเรียนผงทดแทนแป้งข้าวสาลีต่อคุณภาพของเค้กบราวน์. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร*, 12 (1), 113-124.

นรินทร์ เจริญพันธ์ และวิดา กวานเทียน. (2560). *ผลของแป้งจากเศษเหลือทิ้งของทุเรียนต่อคุณภาพของพาสต้าปราศจากกลูเตน*. http://dspace.lib.buu.ac.th/xmlui/bitstream/handle/1234567890/3525/2562_069.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

ปรอยฝน เลิศวนวัฒนา และนภาพร เชี่ยวชาญ. (2551). พฤติกรรมการไหลของน้ำสับประดผสมใยอาหารผงจากกากมะนาว. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจร.*, 31 (3), 497-511.

ประสาน สวัสดิ์ชิตัง. (2538). การเกิดสีน้ำตาลของอาหารและการควบคุมป้องกัน. *วารสารอาหาร*, 25 (3), 160-169.

ศุภมาส กลิ่นขจร, นารีรัตน์ สุนทรธรรม, พัจนา สุภาสุรีย์ และสุปรียา สุขเกษม. (2558). การผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากน้ำมั่งคุด. *วารสารวิชาการเกษตร*, 33 (2), 190-204.

โศรดา วัลภา, กุลรภัส วชิรศิริ, ดำรงชัย สิทธิสำอาง และฐิติชญา สุวรรณทัฬ. (2553). ผลของการเสริมใยอาหารจากเปลือกทุเรียนต่อคุณภาพของขนมปังขาว. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 40 (3), 205-208.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2563). *ทุเรียน: เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2563*. <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/durian63.pdf>

หยาดฝน ทะนงการกิจ. (2556). การใช้ประโยชน์จากเศษผักผลไม้เหลือทิ้งเพื่อผลิตเป็นใยอาหารผง. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, 9 (1), 31-38.

หยาดรุ่ง สุวรรณรัตน์, จิรพร สวัสดิ์การ, ปารณีย์ สร้อยศรี และคมสัน มุ่ยสี. (2560). สมบัติทางกายภาพและความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของใยอาหารจากเปลือกทุเรียน. ใน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมสัมมนาวิชาการ, *บูรณาการงานวิจัยสู่การพัฒนาท้องถิ่นที่ยั่งยืน. การนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 17* (หน้า2279-2287). มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

หยาดรุ่ง สุวรรณรัตน์ และจิรพร สวัสดิ์การ. (2561). ปริมาณใยอาหารและคุณสมบัติการต้านแบคทีเรียของใยอาหารจากเปลือกทุเรียนที่ผ่านการทำแห้งแบบลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็ง. *วารสารวิจัยรำไพพรรณี*, 12 (1), 178-185.

AOAC. (2000). *Official Method of Analysis of AOAC international*. (17th ed.). Association of Official Analytical Chemists Inc. USA.

- BAM. (2012). *Bacteriological Analytical Manual*. Food and Drug Administration.
- Silva, V. M., Martins, C., & Silva, L. M. (2008). Design and Optimization of Hot-Filling Pasteurization Conditions: Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) Fruit Pulp Case Study. *Biotechnology Progress*, 19 (4), 1261-1268.
- Surya, N., Jesupriya Poornakala, S., Kanchana, S., & Hemalatha, G. (2020). Development of Amla (*Emblica officinalis*) ready to serve beverage fortified with dietary fiber. *Emergent Life Sciences Research*, 6 (1), 6-15.