

แป้งและผลิตภัณฑ์จากแป้งเมล็ดทุเรียนพันธุ์พื้นเมืองในจังหวัดอุตรดิตถ์

Flour and products from native durian seed in Uttaradit province

ฐิติพร เทียรพนนิธิกุล¹, พิชัย ไจกล้ำ², จิราภรณ์ นิคมัทศน์³

Thitiphorn Thankhanithikun¹, Phichai chaikla², Jiraporn Nikomtat³

Received: 28 February 2020 ; Revised: 5 May 2020 ; Accepted: 5 June 2020

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสนองพระราชดำรินโยบายการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เพื่อผลิตแป้งและเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จากแป้งเมล็ดทุเรียนพันธุ์พื้นเมือง (*Durio zibethinus* Murray) นำเมล็ดทุเรียนที่แยกเปลือกเมล็ดออกมาผลิตแป้งจากเมล็ดทุเรียน ตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติและคุณค่าทางโภชนาการของแป้งและศึกษาตำรับผลิตภัณฑ์ขนมครกแครงทุเรียนและทองพับทุเรียน นำแป้งมาตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่า เม็ดแป้งมีรูปร่างเหลี่ยม ผิวขรุขระ พบทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ 3-10 ไมครอน การจัดเรียงตัวเป็นกลุ่มคุณค่าทางโภชนาการต่อ 100 กรัม พบว่า แป้งเมล็ดทุเรียนให้พลังงาน 364.94 กิโลแคลอรี ไขมัน 0.37 กรัม เส้นใย 16.8 กรัม ธาตุเหล็ก 4.51 มิลลิกรัม วิตามินซี 9.08 มิลลิกรัม วิตามินเอ 22.20 ไมโครกรัม วิตามินอี 0.47 มิลลิกรัม ปริมาณอะไมโลส 20 เปอร์เซ็นต์และไม่พบกลูเตน นอกจากนี้ปริมาณแป้งทุเรียนและเนื้อทุเรียนพันธุ์พื้นเมืองที่เหมาะสมในการผสมในขนมครกแครงและทองพับเท่ากับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ โดยแสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในช่วงคะแนนความชอบมากเท่ากับ 8.00 ± 0.82 และ 7.93 ± 0.81 ตามลำดับ งานวิจัยนี้จึงแสดงให้เห็นประโยชน์ของทุเรียนพันธุ์พื้นเมืองนำไปสู่การตระหนักถึงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชท้องถิ่นต่อไป

คำสำคัญ: เมล็ดทุเรียน แป้ง ผลิตภัณฑ์ ทุเรียน

Abstract

The aims of this research were to respond to the Plant Genetic Conservation Project under the Royal initiative of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn, and to make flour and products from native seed durian (*Durio zibethinus* Murray). Seeds of native durian without the seed coat were ground to produce flour. After that, the flour characteristics and nutrition were determined before use with the recipes of Krong-Krang and Thong-Pub. It was found under SEM that durian starch had a polygonal shape, was rough with a size around 3-10 μm . Nutritional values per 100 g of durian seed flour were 364.94 kilocalories, and it contained 0.37 g of fat, 16.8 g of fiber, 4.51 mg of iron, 9.08 mg of vitamin C, and 22.20 μg of vitamin A. The amylose content was 20% and gluten was not found. Finally, the suitable durian flour and durian pulp was 2.5%. The sensory scores, indicted the range of consumer satisfaction, for Krong-Krang and Thong-Pub were 8.00 ± 0.82 and 7.93 ± 0.81 , respectively. Therefore, this study displayed the advantages of native durian seeds in Lap-Lae district, Uttaradit province, and stimulated awareness of local people in plant genetic conservation.

Keywords: Durian Seed, Flour, Product, *Durio zibethinus*

¹ อาจารย์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000

¹ Lecturer, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit 53000, Thailand.

² Assist. Prof., Faculty of Agriculture, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit 53000, Thailand.

³ Assist. Prof., Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit 53000, Thailand.

Corresponding author: Jiraporn Nikomtat, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University, Injimee Road, T. Tha-it, A. Mueang, Uttaradit 53000, Thailand, e-mail: nikomtat_jk@hotmail.com

บทนำ

จังหวัดอุดรธานีตั้งอยู่บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำน่าน เขตภูเขา และที่สูงมีพื้นที่ประมาณครึ่งหนึ่งของจังหวัดอยู่ในบริเวณทางด้านเหนือ และทางตะวันออกของจังหวัด พืชเศรษฐกิจของจังหวัดที่สำคัญ คือ ลางสาดมีการปลูกมากที่สุดในประเทศ นอกจากนี้มีทุเรียน เงาะ มังคุด สับปะรด ลำไย ส่วนพืชไร่ที่เป็นพืชเศรษฐกิจ คือ ข้าวอ้อย ข้าวโพด กระเทียม ถั่วต่างๆ และยาสูบ เป็นต้น¹ การผลิตทุเรียนในจังหวัดอุดรธานีมีการผลิตเป็นจำนวนมากในอำเภอลับแล โดยเป็นการผลิตในระบบวนเกษตร (agro-forestry) มีการทำสวนผลไม้แบบผสมผสานร่วมกับพื้นที่ป่าที่ผูกพันกับวิถีชีวิตของชาวอำเภอลับแลมาตั้งแต่บรรพบุรุษ พื้นที่ปลูกทุเรียนเป็นพื้นที่บนภูเขาและที่ราบระหว่างหุบเขาบริเวณลูกคลื่น เป็นบริเวณที่อยู่ต่อเนื่องจากที่ราบลุ่มแม่น้ำทางเหนือและทางตะวันออกของจังหวัด² โดยทุเรียนเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญอันดับต้นของประเทศมาตลอด ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 600,000 ไร่ ในแต่ละปีจะมีผลผลิตประมาณ 500,000-550,000 ตัน มูลค่าประมาณ 10,000-12,000 ล้านบาท สามารถนำเงินเข้าประเทศจากมูลค่าการส่งออกปีละประมาณ 5,600 ล้านบาท ส่วนประเทศอื่นมีปริมาณและมูลค่าแตกต่างกันไป³

แบ่งจากพืชแหล่งต่างๆ ทั้งในเมล็ด ผล ราก ลำต้น และใบของพืชนั้นจะมีสมบัติโดยรวมใกล้เคียงกัน แต่จะแตกต่างกันในการใช้งานที่ต่างกัน เมื่อทดสอบแป้งโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ แบ่งแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติทางกายภาพแตกต่างกัน ได้แก่ ขนาดและรูปร่างของเมล็ดแป้ง (starch granule) นอกจากนี้สมบัติทางกายภาพอื่นๆ ของแป้งแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป ลักษณะทางกายภาพของแป้งเป็นเม็ดเล็ก ๆ สีขาว ในรูปแป้งแห้งจะไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างแป้งชนิดต่างๆ ได้ เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะเห็นได้ว่าแป้งประกอบด้วยเม็ดแป้งเล็กๆ ซึ่งขนาดและรูปร่างจะต่างไปตามพันธุ์พืช เม็ดแป้งทั่วไปมี ขนาดตั้งแต่ 2 - 100 ไมครอน มีรูปร่างต่างกัน เช่น กลม รูปไข่ และอื่นๆ เม็ดแป้งข้าวเจ้ามีขนาดเล็กที่สุดคือขนาด 3 - 8 ไมครอน มีลักษณะเป็นรูปหลายเหลี่ยม มักพบอยู่รวมกัน เป็นกลุ่ม เม็ดแป้งมันฝรั่งมีขนาดใหญ่และเล็กคละกันมีขนาด 15 - 100 ไมครอน ขนาดใหญ่จะมีลักษณะรูปไข่ ขนาดเล็กมีลักษณะเหมือนหอยนางรม (oyster) เม็ดแป้งข้าวโพดมีขนาด 10 - 25 ไมครอน มีทั้งลักษณะกลมและหลายเหลี่ยม เม็ดแป้งมันสำปะหลังขนาดเฉลี่ยเท่ากับเม็ดแป้งข้าวโพด โดยอยู่ในช่วง 5 - 35 ไมครอน แต่จะมีลักษณะเป็นรูปทรงกลมหรือรูปไข่ที่มีด้านหนึ่งตัดตรง ซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะตัวของแป้งนี้ เม็ดแป้งมันเทศ มีลักษณะคล้ายเม็ดแป้งข้าวโพด แต่มีขนาดใหญ่กว่าโดยเฉลี่ย ประมาณ 1.5 - 2 เท่า เม็ดแป้งสาลี แป้งไรย์ และแป้งบาร์เลย์ มีลักษณะ

กลมที่คล้ายกัน โดยมีทั้งขนาดใหญ่และเล็กคละกัน ขนาดเล็ก 2 - 6 ไมครอน และขนาดใหญ่ 20 - 35 ไมครอน⁴ ได้มีการศึกษาการนำเมล็ดทุเรียนมาผลิตเป็นแป้งเมล็ดทุเรียนและศึกษาสมบัติในด้านลักษณะรูปร่างและขนาดของเม็ดแป้งจากภาพถ่ายขยายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน ค่าสีและองค์ประกอบทางเคมี รวมทั้งการนำแป้งจากเมล็ดทุเรียนไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์ เค้กเนยและคุกกี้⁴ ต่อมาได้มีการศึกษาการผลิตแป้งจากเมล็ดทุเรียนและการใช้ประโยชน์ของแป้งในผลิตภัณฑ์ประเภทเบเกอรี่ (แฮมเบอร์เกอร์ ขนมปังข้าวไร้ และคุกกี้)⁵

ดังนั้นจึงมีความสนใจในการนำเมล็ดทุเรียนพันธุ์พื้นเมือง (*Durio zibethinus* Murray) เหล่านี้มาผลิตเป็นแป้งเมล็ดทุเรียนพันธุ์พื้นเมืองซึ่งสามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ให้เกิดมูลค่า โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อสนองพระราชดำริในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เพื่อผลิตแป้งจากเมล็ดทุเรียนพันธุ์พื้นเมืองในอำเภอลับแล จังหวัดอุดรธานี และเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมของพายและครองแครงกรอบจากแป้งเมล็ดทุเรียนพันธุ์พื้นเมือง งานวิจัยนี้จึงเป็นกิจกรรมการใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์

วิธีการศึกษา

1. การผลิตแป้งจากเมล็ดทุเรียน

การผลิตแป้งจากเมล็ดทุเรียน ใช้วิธีการผลิตแป้งจากเมล็ดทุเรียนดัดแปลงจากสิรินธร ดันเกษม (2542)⁴ นำเมล็ดทุเรียนพันธุ์พื้นเมือง (Figure 1A) แยกเมล็ดออกจากส่วนที่รับประทานได้ ล้างทำความสะอาดเมล็ดนำมาเมล็ดทุเรียนที่ปอกเปลือกเมล็ดและแยกไฮโปคอติล (hypocotyl) ออก (Figure 1B) มาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ หนาประมาณ 2-5 มิลลิเมตร แช่น้ำเมล็ดทุเรียนปริมาณ 1,500 กรัม ในสารละลายสารส้มอิ่มตัว (Potassium alum ; $KAl(SO_4)_2$) ปริมาตร 3,000 มิลลิลิตร (1: 2 w/v) เป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา ล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง นำเนื้อเมล็ดทุเรียนแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) ความเข้มข้น 1% เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา ล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง เมื่อล้างครบแล้วนำเนื้อเมล็ดทุเรียนใส่ลงใน Waring blender เติมสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ($Na_2S_2O_5$) ความเข้มข้น 0.075% ปั่นแล้วล้างแป้งด้วยน้ำสะอาด บีบน้ำออกโดยใช้ผ้ามัสลิน นำเนื้อเมล็ดทุเรียนอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสจนเนื้อทุเรียนแห้ง จากนั้นทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น บดละเอียดเนื้อเมล็ดทุเรียนด้วยเครื่องบดสมุนไพร นำแป้งบดละเอียดมาผ่านตะแกรงร่อนขนาด 120 เมช เก็บแป้งในโถดูดความชื้น (Figure 2)

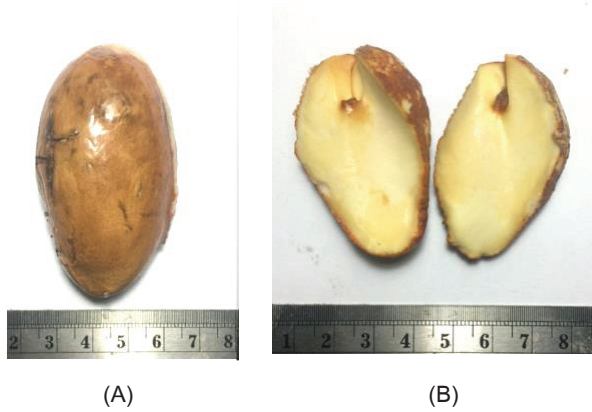


Figure 1 Native durian seed sample ; seed (A), seed without seed coat and hypocotyl (B)



Figure 2 Method of native durian seed flour production

2. ตรวจสอบวิเคราะห์คุณสมบัติของแป้ง

นำแป้งเมล็ดทุเรียนที่ผลิตได้มาตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ ดังนี้

2.1 ตรวจสอบขนาดและลักษณะรูปร่างของเม็ดแป้งเมล็ดทุเรียน แป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด LV-Scanning Electron Microscope: JSM 5910 LV ของศูนย์วิจัยและบริการจุลทรรศน์ศาสตร์อิเล็กตรอน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณกลุ่มสาร สารอาหารและคุณสมบัติทางกายภาพ

2.2.1 วิเคราะห์ปริมาณกลุ่มสาร ได้แก่ พลังงาน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า และความชื้นวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล วิตามิน ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินอี วิตามินซี วิตามินบีหนึ่ง และวิตามินบีสองและแร่ธาตุ ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม โพแทสเซียม เหล็ก และสังกะสี วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ Water activity (วิธี AOAC: Novasina), Viscosity of gelatin (วิธี GMIA), pH (วิธี AOAC: pH meter), Texture quality (วิธี AOAC) และ Particle size โดยโดยสถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

2.2.2 วิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส (วิธีกรมวิชาการเกษตร) โดยบริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

2.2.3 การทดสอบหาปริมาณกลูเตนในแป้ง

นำก้อนโดที่ได้จากการหาการดูดซึมน้ำแล้วมาแช่น้ำทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที ล้างก้อนโด ด้วยน้ำเพื่อแยกสตาร์ชออกจากกลูเตน พยายามล้างอย่าให้ชิ้นส่วนของกลูเตนหลุดไปกับน้ำ อาจใช้ตะแกรงหรือผ้าขาวบางช่วยในการล้าง แช่กลูเตนที่ได้ในน้ำใสอีกประมาณ 10 นาที นำขึ้นมาทำให้สะเด็ดน้ำ บันทึกลักษณะกลูเตนที่ได้จากความรู้สึก จากนั้นคำนวณหาปริมาณกลูเตนเปียกดังสมการ

% กลูเตนเปียก (wet gluten) = (น้ำหนักกลูเตนเปียก/ น้ำหนักแป้ง) × 100

3. ศึกษาหาตำรับขนมครองแครงและตำรับขนมทองพับผสมแป้งเมล็ดทุเรียนพันธุ์พื้นเมือง

ศึกษาหาตำรับมาตรฐานขนมครองแครง⁶⁻⁸ตำรับขนมทองพับ⁹⁻¹⁰ เมื่อได้ตำรับมาตรฐานแล้วทดสอบหาปริมาณแป้งทุเรียนและเนื้อทุเรียนพื้นเมืองอย่างละ 3 ตำรับ โดยแต่ละตำรับใช้ปริมาณแป้งทุเรียนและเนื้อทุเรียนพื้นเมือง ได้แก่ 2.5%, 5.0% และ 7.0% ตามลำดับ วางแผนการทดลองแบบสุ่มผสมสมบูรณ์ (CRD) ประเมินคุณลักษณะทางประสาท

สัมผัสโดยบุคคลทั่วไป จำนวน 30 คน เพื่อหาตัวรับที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9 Point Hedonic Scaling Test นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินทางประสาทสัมผัสมาทำการหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation ; SD) โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

4. การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมครกแครงกรอบทุเรียนและขนมทองพับทุเรียน

4.1 วิเคราะห์ด้านคุณค่าทางโภชนาการ โดยการคำนวณโดยเปรียบเทียบกับบัญญัติไตรยางศ์ของวัตถุุดิบที่ใช้ในการทำขนมครกแครงกรอบทุเรียนและขนมทองพับทุเรียน จากตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข¹¹

4.2 การศึกษาอายุการเก็บรักษา เลือกตัวรับขนมครกแครงกรอบทุเรียนและขนมทองพับทุเรียนที่ได้รับการยอมรับสูงสุดนำมาใส่ภาชนะพลาสติก PP สีกลม ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ข้อมูลทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมครกแครงกรอบทุเรียนและขนมทองพับทุเรียน ทุกๆ 2 วัน ประเมินลักษณะภายนอก สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

ผลการศึกษา

1. การผลิตแป้งจากเมล็ดทุเรียน

ทำการผลิตแป้งเมล็ดทุเรียนจากปริมาณเมล็ดทุเรียนสดครั้งละ 1,500 กรัม จำนวน 4 ครั้ง ได้แป้งทุเรียนที่ร่อนผ่านตะแกรงปริมาณรวม 557.70 กรัม คิดเป็นร้อยละผลผลิตจากปริมาณเมล็ดทุเรียนสด เท่ากับ 18.59 (Table 1) ลักษณะแป้งทุเรียนที่ผลิตได้แสดงดังFigure 2 แป้งทุเรียนที่ไม่ผ่านตะแกรงร่อนมี สีน้ำตาลจากเปลือกเมล็ด ลักษณะร่วน มีกลิ่นเล็กน้อย ส่วนแป้งทุเรียนที่ผ่านการร่อนมีสีน้ำตาลอ่อนเป็นผงละเอียด มีกลิ่นเล็กน้อย (Figure 3) จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติของแป้งในขั้นตอนต่อไป

Table 1 Flour production from native durian seed

Fresh durian seed (g)	Mean of durian seed flour before sieving (g±SD)	Percentage of durian seed flour before sieving	Percentage of durian seed flour after sieving
1,500.00	374.82±69.18	24.99	18.59

* Mean±SD with four replication (n=4).

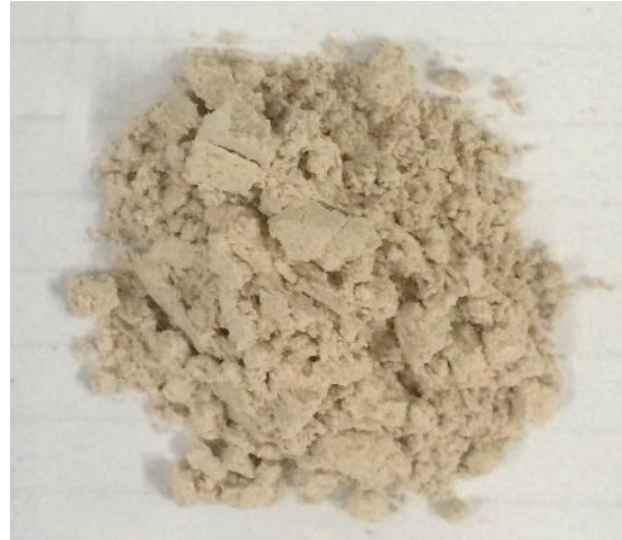


Figure 3 Native durian seed flour after sieving

2. ตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติของแป้งจากเมล็ดทุเรียน

นำเม็ดแป้งชนิดต่างๆ ได้แก่ เม็ดแป้งจากเมล็ดทุเรียน เม็ดแป้งข้าวสาลี เม็ดแป้ง ข้าวเจ้า เม็ดแป้งข้าวโพด เม็ดแป้งมันสำปะหลัง และเม็ดแป้งข้าวโพดมาศึกษาขนาดและรูปร่างของเม็ดแป้ง โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดและถ่ายภาพขยายของแป้งชนิดต่างๆ พบว่า รูปร่างและขนาดของเม็ด แป้งมีขนาดแตกต่างกัน แสดงดังFigure 4 จากภาพถ่ายขยายของเม็ดแป้งเมล็ดทุเรียนพันธุ์พื้นเมือง พบว่าเม็ดแป้งมีรูปร่างเหลี่ยม หลายแบบ ผิวขรุขระ มีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ขนาดประมาณ 3-10 ไมครอน มีการจัดเรียงตัวอยู่เป็นกลุ่ม ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกับแป้งข้าวเจ้า ภาพถ่ายขยายของเม็ดแป้งสาลี พบว่าเม็ดแป้งมีรูปร่าง หลาย แบบ ผิวขรุขระ มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีขนาดประมาณ 20-50 ไมครอนใหญ่กว่าแป้งเมล็ดทุเรียน มีการจัดเรียงตัวอยู่เป็นกลุ่ม ภาพถ่ายขยายของเม็ดแป้งข้าวเจ้า พบว่าเม็ดแป้งมีรูปร่าง เหลี่ยม ผิวเรียบ มีทั้งขนาดเล็ก มีขนาดใกล้เคียงกัน ขนาดประมาณ 3-5 ไมครอน มีการจัดเรียงตัวอยู่เป็นกลุ่มก้อน ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกับ แป้งเมล็ดทุเรียน ภาพถ่ายขยายของเม็ดแป้งมันสำปะหลัง พบว่าเม็ดแป้งมี รูปร่างกลม ผิวเรียบ มี ขนาดใหญ่ ซึ่งมีขนาดประมาณ 10-20 ไมครอนใหญ่กว่าแป้งเมล็ดทุเรียน มีการจัดเรียงตัวส่วนใหญ่กระจายกัน ภาพถ่ายขยายของเม็ดแป้งข้าวโพด พบว่าเม็ดแป้งมีรูปร่าง เหลี่ยมผิวเรียบ ซึ่งมีขนาดประมาณ 10-20 ไมครอน มีขนาดใกล้เคียงกับเม็ดแป้งมันสำปะหลังแต่มีขนาดใหญ่กว่าแป้งเมล็ดทุเรียน มีการจัดเรียงตัวส่วนใหญ่กระจายกัน

การวิเคราะห์ปริมาณกลุ่มสาร (Proximate analysis) ได้แก่ พลังงาน (Energy) คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) โปรตีน (Protein) ไขมัน (Fat) เถ้า (Ash) และความชื้น

(Moisture) พบว่า แป้งเมล็ดทุเรียนที่ร่อนแล้ว ให้พลังงาน 364.94 กิโลแคลอรี พบโปรตีน เท่ากับ 7.11 กรัม ไขมัน เท่ากับ 0.37 กรัม คาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 83.28 กรัม เส้นใย เท่ากับ 16.8 กรัม เถ้า เท่ากับ 2.12 กรัม น้ำตาล เท่ากับ 0.21 กรัม

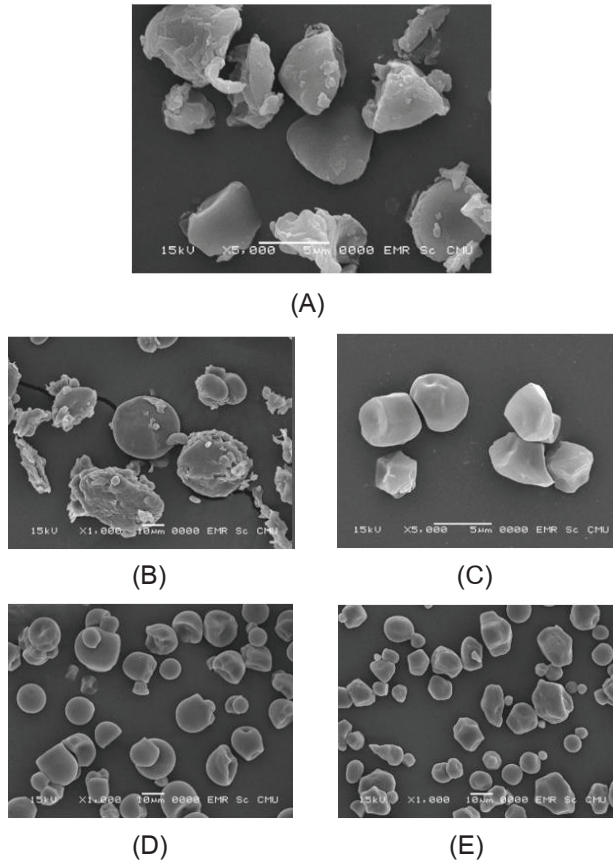


Figure 4 Starch shape by Scanning electron microscope (SEM) ; Native durian seed (SEM 5,000X) (A), Wheat (SEM 1,000X) (B), Rice (SEM 5,000X) (C), Cassave (SEM 1,000X) (D), and Corn (SEM 1,000X) (E).

ชนิดและปริมาณวิตามินที่พบ ได้แก่ วิตามินเอ (Vitamin A, RAE) วิตามินซี (Vitamin C, total ascorbic acid) วิตามินบีหก (Vitamin B-6) โฟเลท และ วิตามินอี (Vitamin E (alpha-tocopherol)) พบว่า แป้งเมล็ดทุเรียนที่ร่อนแล้วพบ วิตามินซีถึง 9.08 มิลลิกรัม วิตามินบีหก เท่ากับ 0.06 มิลลิกรัม โฟเลท เท่ากับ 22 ไมโครกรัม วิตามินเอ เท่ากับ 22.20 ไมโครกรัม และวิตามินอี เท่ากับ 0.47 มิลลิกรัม ชนิดและปริมาณแร่ธาตุที่พบ ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม โพแทสเซียม เหล็ก และสังกะสี พบว่า แป้งเมล็ดทุเรียนที่ร่อนแล้วพบแร่ธาตุต่างๆ เท่ากับ 45, 20, 59, 80, 17, 4.51, และ 0.30 มิลลิกรัม ตามลำดับ

วิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส พบว่าแป้ง เมล็ดทุเรียนที่ร่อนแล้วมีปริมาณอะไมโลส 20 เปอร์เซ็นต์ จากการนำแป้ง

เมล็ดทุเรียนมาศึกษาค่าสีโดยใช้วิธี Colorimeter พบว่าแป้ง เมล็ดทุเรียนพันธุ์พื้นเมืองที่ร่อนแล้วมีค่าสี L^* เท่ากับ 77.67 ค่าสี a^* เท่ากับ 4.48 ค่าสี b^* เท่ากับ 10.92 นอกจากนี้แป้ง เมล็ดทุเรียนพันธุ์พื้นเมืองไม่พบกลูเตนในแป้ง

3. ศึกษาหาตำรับขนมครองแครงและตำรับขนมทองพับผสมแป้งเมล็ดทุเรียนพันธุ์พื้นเมือง

3.1 การศึกษาตำรับขนมครองแครงกรอบผสมแป้งเมล็ดทุเรียน

เมื่อได้ตำรับมาตรฐานครองแครงกรอบแล้ว จึงนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมครองแครงทุเรียนทั้ง 3 ตำรับ ได้แก่ ค04, ค05 และ ค06 โดยแต่ละตำรับเสริมแป้งทุเรียนและเนื้อทุเรียนพื้นเมือง 2.5%, 5.0% และ 7.0% ตามลำดับ จากนั้นได้ทำการประเมินทางประสาทสัมผัสโดยกลุ่มบุคคลทั่วไป จำนวน 30 คน (Table 2) การทดสอบทางประสาทสัมผัสของตำรับขนมครองแครงทุเรียน จำนวน 3 ตำรับ กับกลุ่มบุคคลทั่วไป จำนวน 30 คน พบว่าเมื่อพิจารณาในแต่ละด้านของคุณลักษณะ 6 ด้าน ได้แก่ ด้านลักษณะภายนอก สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม พบว่า ตำรับขนมครองแครงทุเรียน ค 04 (เสริมแป้งทุเรียนและเนื้อทุเรียนพื้นเมืองในตำรับ 2.5%) มีความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก (Figure 5) โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กับตำรับ ค06

Table 2 Sensory score of each durian Krong-Krang recipe (n=30)

Product test	Sensory score of durian Krong-Krang (\pm SD)		
	ค 04	ค 05	ค 06
Appearance	7.67 \pm 1.14a	7.63 \pm 0.80a	7.43 \pm 0.92a
Color	7.73 \pm 1.03a	7.30 \pm 0.94a	7.30 \pm 0.86a
Odor	7.70 \pm 0.86a	7.37 \pm 0.66ab	7.23 \pm 0.92b
Taste	8.00 \pm 0.82a	7.93 \pm 0.85a	7.43 \pm 0.88b
Texture	7.70 \pm 1.19a	7.63 \pm 0.80a	7.40 \pm 0.88a
Overall liking	8.00 \pm 0.82a	7.77 \pm 0.67ab	7.53 \pm 0.85b

Values followed by the same lowercase letter in the same row are not significantly difference using Duncan's multiple range test at $p>0.05$.

3.2 เมล็ดทุเรียน

เมื่อได้ตำรับมาตรฐานครองแครงกรอบแล้ว จึงนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองพับทุเรียนทั้ง 3 ตำรับ ได้แก่ ท 04, ท 05 และ ท 06 โดยแต่ละตำรับเสริมแป้งทุเรียนและ

เนื้อทุเรียนพื้นเมือง 2.5%, 5.0% และ 7.0% ตามลำดับ ได้ทำการประเมินทางประสาทสัมผัสโดยกลุ่มบุคคลทั่วไป จำนวน 30 คน โดยมีรายละเอียดดัง Table 3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของตำรับขนมทองพับทุเรียน จำนวน 3 ตำรับ กับกลุ่มบุคคลทั่วไป จำนวน 30 คน พบว่าเมื่อพิจารณาในแต่ละด้านของคุณลักษณะ 6 ด้าน ได้แก่ ด้านลักษณะภายนอก สี กลิ่น รสชาติเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม พบว่า ตำรับขนมครองแครงทุเรียน ท 04 (เสริมแป้งทุเรียนและเนื้อทุเรียนพื้นเมืองในตำรับ 2.5%) มีความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก (Figure 5) อย่างไรก็ตามแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กับตำรับ ท 05 และ ท 06

Table 3 Sensory score of each durian Thong-Pub recipe (n=30)

Product test	Sensory score of durian Krong-Krang (\pm SD)		
	ท 04	ท 05	ท 06
Appearance	7.87 \pm 0.99a	7.87 \pm 0.72a	7.83 \pm 0.73a
Color	7.70 \pm 0.97a	7.87 \pm 0.72a	7.03 \pm 0.84b
Odor	7.93 \pm 1.03a	7.27 \pm 1.57ab	7.00 \pm 1.41b
Taste	7.57 \pm 1.61a	7.63 \pm 1.14a	7.17 \pm 1.24a
Texture	7.60 \pm 1.05a	7.47 \pm 0.76a	7.20 \pm 0.79a
Overall liking	7.93 \pm 0.81a	7.83 \pm 0.78a	7.57 \pm 1.02a

Values followed by the same lowercase letter in the same row are not significantly difference using Duncan's multiple range test at $p > 0.05$.

4. การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมครองแครงกรอบทุเรียนและขนมทองพับทุเรียน

วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของขนมครองแครงทุเรียนโดยวิธีการเทียบบัญญัติไตรยางศ์จากตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการพบว่า ตำรับขนมครองแครงทุเรียน ในปริมาณ 100 กรัม จำนวน 40 ชิ้น มีพลังงาน 288.74 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรต 47.66 กรัม ไขมัน 7.85 กรัม โปรตีน 7.08 กรัม โยอาหาร 0.67 กรัม แคลเซียม 49.19 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 157.85 มิลลิกรัม โซเดียม 35.26 มิลลิกรัม โพแทสเซียม 68.79 มิลลิกรัม วิตามินเอ 35.8 มิลลิกรัม

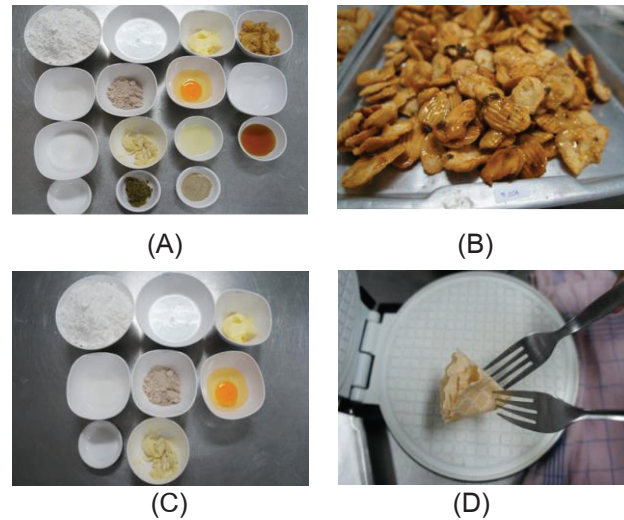


Figure 5 Ingredient and products from native durian seed flour ; Krong-Krang (A-B), and Thong-Pub (C-D)

คุณค่าทางโภชนาการของขนมทองพับทุเรียนพบว่า ตำรับขนมทองพับทุเรียน ในปริมาณ 100 กรัม จำนวน 17 ชิ้น มีพลังงาน 214.21 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรต 25.83 กรัม ไขมัน 9.86 กรัม โปรตีน 5.51 กรัม โยอาหาร 0.57 กรัม แคลเซียม 28.35 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 64.48 มิลลิกรัม โซเดียม 21.32 มิลลิกรัม โพแทสเซียม 50.35 มิลลิกรัม วิตามินเอ 20.86 มิลลิกรัม

จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ขนมครองแครงทุเรียนมาบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถึงกลม PP (Figure 6A) เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเฉลี่ย 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ทำการตรวจสอบทุกๆ 2 วัน พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมครองแครงทุเรียนมีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 12 วัน โดยเริ่มเปลี่ยนแปลงที่เนื้อสัมผัสมีความชื้นของตัวแป้งทำให้มีความกรอบลดลง มีกลิ่นเหม็นหืนของน้ำมันและไม่มีการเกิดเชื้อรา ไม่พบการเกิดเชื้อราหรือเชื้อจุลินทรีย์ ขณะที่ผลิตภัณฑ์ขนมทองพับทุเรียนในบรรจุภัณฑ์ถึงกลม PP เช่นเดียวกัน (Figure 6B) เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเฉลี่ย 35 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 14 วัน ทำการตรวจสอบทุกๆ 2 วัน พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมทองพับทุเรียนในบรรจุภัณฑ์มีอายุการเก็บไม่เกิน 14 วัน เมื่อครบ 14 วัน ลักษณะขนมมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะด้านกลิ่น โดยกลิ่นทุเรียนเริ่มจางลงและเนื้อสัมผัสมีความกรอบลดลง ไม่พบการเกิดเชื้อราหรือเชื้อจุลินทรีย์



Figure 6 Packaging ; Krong-Krang (A), and Thong-Pub (B)

วิจารณ์และสรุปผล

จากการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติของแป้งจากเมล็ดทุเรียนเมื่อนำเปลือกเมล็ดออกแล้ว เม็ดแป้งมีรูปร่างเหลี่ยมหลายแบบ ผิวขรุขระ มีทั้งขนาดเล็กและ ขนาดใหญ่ขนาดประมาณ 3-10 ไมครอน มีการจัดเรียงตัวอยู่เป็นกลุ่ม มีลักษณะคล้ายกับเม็ดแป้งสาลี เม็ดแป้งทุเรียนพันธุ์พื้นเมืองมีขนาดใหญ่กว่าแป้งข้าวเจ้าที่มีขนาดเล็กที่สุดเล็กน้อย เม็ดแป้งที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ได้แก่ เม็ดแป้งสาลี รองลงมา ได้แก่ เม็ดแป้งมันสำปะหลังและเม็ดแป้งข้าวโพด สอดคล้องกับรายงานของสิรินาถ ตันตเกษม (2542) พบว่าแป้งที่ผลิตได้จากเมล็ดทุเรียนมีลักษณะของเม็ดแป้งเป็นเหลี่ยมจัดเรียงตัวอยู่เป็นกลุ่ม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดแป้งมีค่าเฉลี่ย 3-5 ไมครอน⁴ โดยทั่วไปเม็ดแป้งขนาดใหญ่จะเกิดเจลลาคีใน (high gelatinization temperature หรือการสุก) ได้ก่อนขนาดเล็ก แป้งกลุ่มที่มีขนาดเล็กจะมีอุณหภูมิในการเกิดเจล สูงกว่าแป้งกลุ่มที่มีขนาดใหญ่ประมาณ 5 องศาเซลเซียส¹²

คุณค่าทางโภชนาการต่อ 100 กรัมของแป้งเมล็ดทุเรียนพันธุ์พื้นเมืองเมื่อเปรียบเทียบกับคุณค่าทางโภชนาการกับแป้งชนิดอื่นๆ จากฐานข้อมูล National Nutrient Database for Standard Reference Release 28, USDA (United States Department of Agriculture (online), 2016)¹³ ได้แก่ แป้งสาลี แป้งชอร์กัม แป้งข้าวเจ้า (ขาว) แป้งข้าวเจ้า (น้ำตาล) และแป้งข้าวโพด พบว่าแป้งเมล็ดทุเรียนมีไขมันต่ำ 0.37 กรัม เส้นใยสูง 16.8 กรัม ธาตุเหล็กสูง 4.51 มิลลิกรัม วิตามินซีสูง 9.08 มิลลิกรัม วิตามินเอสูง 22.20 ไมโครกรัม วิตามินอีสูง 0.47 มิลลิกรัม พบปริมาณ อะไมโลส 20 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบกลูเตน ขณะที่เมื่อนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับรายงานของสิรินาถ ตันตเกษม (2542) ซึ่งทำการผลิตแป้งจากเมล็ดทุเรียนเช่นเดียวกันพบแป้งจากเมล็ดทุเรียนพันธุ์พื้นเมืองนี้มีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต เส้นใยสูง และมีไขมันต่ำกว่าแต่มีสีที่เข้มกว่า ส่วนปริมาณอะไมโลสในแป้งเมล็ดทุเรียนปริมาณอะไมโลสใกล้เคียงกับแป้งข้าวเจ้า เท่ากับร้อยละ 20.5 แต่ยังคงต่ำกว่าแป้งเมล็ดทุเรียนจากรายงานของสิรินาถ ตันตเกษม (2542) ซึ่งพบปริมาณอะไมโลสเท่ากับร้อยละ 34.97⁴

ผลิตภัณฑ์ขนมไทยทรงเครื่องและทองพับทุเรียนที่ได้รับความนิยมสูงสุดใช้ปริมาณการเสริมแป้งทุเรียนและเนื้อทุเรียนพื้นเมืองน้อยที่สุด คือร้อยละ 2.5 สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้โดยสิรินาถ ตันตเกษม (2542) นำเมล็ดทุเรียนมาผลิตเป็นแป้งเมล็ดทุเรียนและไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์เค้กเนยและคุกกี้ จากการนำแป้งเมล็ดทุเรียนมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ พบว่า สามารถทดแทนได้ในปริมาณร้อยละ 20 และ 30 (โดยน้ำหนักแป้งสาลี) ตามลำดับ⁴ นอกจากนี้วิเศษชนม์ นิลลลท์และประมวล ศรีกาหลง (2556) ศึกษาการผลิตแป้งจากเมล็ดทุเรียนและใช้ประโยชน์ของแป้งในผลิตภัณฑ์ประเภทเบเกอรี่ (แฮมเบอร์เกอร์ ขนมปังขาไก่ และคุกกี้) การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากการนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์ พบว่าการใช้แป้งเมล็ดทุเรียนในผลิตภัณฑ์ที่ระดับ 10% (โดยน้ำหนักแป้งสาลี) ได้รับความยอมรับมากที่สุดใน ด้านสี รสชาติ และการยอมรับรวม อย่างไรก็ตาม การทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวสามารถทดแทนได้สูงสุด 20-30% โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับการทดแทนแป้งเมล็ดทุเรียนที่ 0 และ 10%⁵

คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมทรงเครื่องทุเรียนและขนมทองพับทุเรียน โดยวิธีการเทียบบัญญัติไตรยางค์จากตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการในปริมาณ 100 กรัม พบว่า ทรงเครื่องรอบให้พลังงานมากกว่าขนมทองพับ และมีใยอาหารรวมทั้งแร่ธาตุต่างๆ ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม โพแทสเซียม และวิตามินเอสูงกว่าทองพับ ทั้งนี้เนื่องจากส่วนผสมของทรงเครื่องรอบมีส่วนผสมที่มากกว่าและประกอบด้วยผักชีที่ให้แร่ธาตุและใยอาหาร

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมทรงเครื่องทุเรียน ในบรรจุภัณฑ์ถังกลม PP สามารถเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องได้เป็นเวลา 12 วัน ส่วนผลิตภัณฑ์ขนมทองพับทุเรียนในบรรจุภัณฑ์กระปุกพลาสติกมีหูหิ้ว เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องได้เป็นเวลา 14 วัน ทั้งนี้เพื่อยืดอายุขนมได้นานขึ้นควรเก็บไว้ในอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง (35 องศาเซลเซียส) โดยการแช่เย็นจะช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ประเภทเทอร์โมไฟล์และเมโซไฟล์ได้ เชื้อไซโคลไฟล์ทำให้อาหารแช่เย็นเกิดการเน่าเสียได้แต่ยังไม่ปรากฏว่ามีเชื้อไซโคลไฟล์ที่ก่อให้เกิดโรค ดังนั้นการแช่เย็นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5-7 °C จึงเป็นการยับยั้งการเน่าเสีย และป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคได้ อัตราการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีไม่ว่าจะเชื้อจุลินทรีย์หรือเอนไซม์มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิในลักษณะเลขฐานลอการิทึม การแช่เย็นจึงเป็นการลดอัตราการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากจุลินทรีย์หรือเอนไซม์ได้¹⁴

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ขอขอบคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ที่สนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ 2558 ขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ และโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีสนองพระราชดำริโดยมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ในการเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. กลุ่มงานข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานจังหวัดอุตรดิตถ์. ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดอุตรดิตถ์ [อินเทอร์เน็ต] ; 2556 [เข้าถึงเมื่อ 29 ก.ย. 2557]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.uttaradit.go.th/index2.php>.
2. สุธีร์ สัตยาภรณ์. การทำการเกษตรแบบยั่งยืนของเกษตรกรในอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ; 2544.
3. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีและเครือข่ายนักวิจัยสาขาพืชในจังหวัดจันทบุรี. ทูเรียน: ผลไม้วัฒนธรรมอาเซียน. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี และเครือข่ายนักวิจัยสาขาพืชในจังหวัดจันทบุรี ; 2556.
4. สิรินาถ ดันตเกษม. สมบัติของแป้งจากเมล็ดทุเรียนและการนำไปใช้ประโยชน์. [รายงานการวิจัย]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ; 2544.
5. วริศชนม์ นิลนนท์, ประมวล ศรีกาหลง. การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งเมล็ดทุเรียน. [รายงานการวิจัย]. จันทบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ; 2556.
6. อุบล ดีสวัสดิ์. สร้างความร่ำรวยด้วยอาหาร OTOP. กรุงเทพฯ: บริษัทสถาพรบุ๊คส์ จำกัด ; 2547.
7. จิรียา เดชกุญชร. ขนมไทย เล่ม 1. กรุงเทพฯ: บริษัทสถาพรบุ๊คส์ จำกัด ; 2549ก.
8. ขนมอบ ขนมทอด. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์แสงแดด จำกัด ; 2554.
9. จิรียา เดชกุญชร. ขนมไทย เล่ม 2. กรุงเทพฯ: บริษัทสถาพรบุ๊คส์ จำกัด ; 2549ข.
10. อภิญญา มานะโรจน์. ทองม้วน ทองพับ. กรุงเทพฯ: แม่บ้าน พิมพ์, ม.ป.ป.
11. กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก ; 2544.
12. ดุษฎี อุตภาพ. เทคโนโลยีของคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate Technology) [อินเทอร์เน็ต]; 2561 [เข้าถึงเมื่อ 10 ธ.ค. 2561]. เข้าถึงได้จาก: <https://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/Courseware/BCT611/index.html>.
13. United States Department of Agriculture. National Nutrient Database for Standard Reference Release 28 [cite 2016 Mar 16]. Available from: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>.
14. กิตตยา สมยาภักดี, โสภณัฐย์ กิตติเสรีบุตร. อาหารแช่เย็น. โครงการศูนย์บริการข้อมูลเกี่ยวกับความปลอดภัยในการบริโภคอาหาร (E-Center For Food Safety) มหาสารคาม: ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ; 2545.