



การใช้แป้งดัดแปรและผงปรุงรสเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบ

The Use of Modified Starch and Seasoning for the Development of Baked Cashews

สุภางค์ เรืองฉาย^{1*}Supang Ruangchai^{1*}¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย กรุงเทพมหานคร 10400¹School of Science and Technology, University of The Thai Chamber of Commerce, Bangkok, 10400, Thailand

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณแป้งดัดแปรที่ร้อยละ 5 10 และ 15 โดยน้ำหนักเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ และปริมาณของผงปรุงรส (รสก้วยเตี่ยวเรือ รสแกงเขียวหวาน และรสหอยลายผัดพริกเผา) ที่ร้อยละ 5 10 และ 15 โดยน้ำหนักเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เพื่อใช้เคลือบเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ก่อนนำไปอบ พบว่าการใช้ปริมาณแป้งดัดแปรที่ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ และการใช้ปริมาณผงปรุงรสที่ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ทุกรสชาติ ได้รับการยอมรับสูงมากทางประสาทสัมผัส โดยเฉพาะสูตรผงปรุงรสก้วยเตี่ยวเรือได้รับการยอมรับมากที่สุดทุกด้าน ได้แก่ รูปทรงที่เคลือบ กลิ่นรส รสชาติ ความกรอบเบาของแป้งเคลือบและความชอบโดยรวม เท่ากับ 8.4 ± 0.11 8.3 ± 0.10 8.3 ± 0.10 8.2 ± 0.11 และ 8.3 ± 0.10 ตามลำดับ ($p > 0.05$) เมื่อนำเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เคลือบแป้งดัดแปรและผงปรุงรสที่ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ทั้ง 3 รสชาติ มาตรวจสอบค่า a_w ค่าความชื้น และความกรอบเบาของแป้งเคลือบ พบว่าสูตรผงปรุงรสก้วยเตี่ยวเรือมีค่า a_w และค่าความชื้นน้อยที่สุด แต่มีความกรอบเบาของแป้งเคลือบมากที่สุด ขณะที่สูตรผงปรุงรสแกงเขียวหวานก้วยเตี่ยวเรือมีค่า a_w และค่าความชื้นมากที่สุด แต่มีความกรอบเบาของแป้งเคลือบน้อยที่สุด เมื่อทำการตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ พบว่าไม่มีการปนเปื้อนของ Total plate count (TPC) ไม่พบยีสต์-รา รวมถึงไม่พบ *Coliforms* และ *E. coli*

ABSTRACT

The study of the amount of modified starch at 5, 10 and 15% (w/w) by cashews and the amount of seasoning (kuay-tiew-rau, kaeng-khiew-wan and stir fried clams with roasted chili paste) at 5, 10 and 15% (w/w) by cashews for coating cashews before baking. It was found that the amount of modified starch at 10% (w/w) by cashews and the amount of every seasoning at 10% (w/w) by cashews was highly acceptable for sensory evaluation. The kuay-tiew-rau seasoning received the highest acceptability score for every sensory evaluation such as coated shapes, flavor, taste of seasoning, crispy, and overall acceptability with the scores of 8.4 ± 0.11 , 8.3 ± 0.10 , 8.3 ± 0.10 , 8.2 ± 0.11 and 8.3 ± 0.10 , respectively ($p > 0.05$). When

*E-mail: supang_rua@utcc.ac.th

checking the 3 baked cashews formulas with modified starch at 10% (w/w) by cashews for water activity, moisture content, and crispiness, the results revealed that kuay-tiew-rau seasoning formula had the least water activity and moisture content, but the highest crispiness. In contrast, kaeng-khiew-wan seasoning formula had the highest water activity and moisture content, but the least crispiness. For microorganisms, there was no contamination of yeast, mold, *Coliforms*, and *E. coli*.

คำสำคัญ: เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ แป้งดัดแปร ผงปรุงรส ความกรอบ

Keywords: Cashews, Modified Starch, Seasoning, Crispiness

บทนำ

เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ถือเป็นวัตถุดิบที่มีมากทางภาคใต้ของประเทศไทย และมีราคาสูง มีคุณค่าทางโภชนาการที่น่าสนใจมากมาย ในงานวิจัยที่สเปนพบว่า ชาวสเปนหลังจากกินเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก โดยคนที่กินเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ อย่างน้อยสัปดาห์ละ 2 ครั้ง มีโอกาสน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นน้อยกว่าผู้ที่ไม่กินถึงร้อยละ 31 หากกินทดแทนขนม ซึ่งมีส่วนประกอบของน้ำตาลและไขมันปริมาณมาก จะช่วยควบคุมน้ำหนักไม่ให้เพิ่มขึ้นได้ แต่เนื่องจากเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงมากจึงเกิดการเหม็นหืนได้ง่าย ฉะนั้นควรเก็บในขวดแก้วหรือภาชนะสุญญากาศ และเก็บไว้ในที่แห้ง หลีกเลี่ยงการวางปะปนกับเครื่องเทศหรืออาหารมีกลิ่นแรงเพื่อป้องกันการดูดกลิ่นจากอาหารชนิดอื่น สามารถเก็บในตู้เย็นได้นานถึง 6 เดือน และหากเก็บในช่องแช่แข็งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน การแปรรูปเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในรูปแบบขนมขบเคี้ยวที่มีความกรอบฟูแบบบางเบา และมีรสชาติที่คุ้นเคยในครัวเรือนโดยใช้เครื่องเทศเข้ามาพัฒนาสูตร จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งงานวิจัยนี้เน้นศึกษาการใช้แป้งดัดแปรและผงปรุงรส เพื่อช่วยเพิ่มเนื้อสัมผัสให้มีความกรอบฟูเบาของแป้งเคลือบ และมีรสชาติที่ผู้บริโภครู้จักและเป็นที่ยอมรับ โดยศึกษาหาปริมาณแป้งดัดแปรที่เหมาะสมและปริมาณที่เหมาะสมของผงปรุงรสในการเพิ่มรสชาติให้กับผลิตภัณฑ์อันเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภค โดยผงปรุงรสที่นำมาพัฒนาจะเน้นรสชาติอาหารคาวโดยใช้เครื่องปรุงรสกลิ่นสมุนไพร เนื่องจากรสชาติดั้งเดิมที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยคาราเมลและงา ซึ่งมีความหวานเป็นขนมขบเคี้ยวที่ผู้บริโภคบางท่านไม่ชอบ จึงเกิดความคิดที่จะใช้รสอาหารคาวเพื่อเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค

วิธีการดำเนินการวิจัย

การเตรียมผลิตภัณฑ์

โดยนำมะม่วงหิมพานต์ 100 กรัม (ใช้เมล็ดมะม่วงหิมพานต์เต็มเม็ด ขนาดกว้าง 2.3 เซนติเมตร x ความหนา 1.0 เซนติเมตร) ผสมกับแฉะที่ปรับความหนืดแล้ว 10 กรัม (แฉะแฮมมีค่า Total Soluble Solid = 75 °Brix) คลุกให้ทั่ว แล้วชั่งแป้งดัดแปร (บริษัท SMS Corporation) ผสมกับผงปรุงรส (บริษัทยูโพร ซีซีเอ็น) โรยให้ทั่วเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ วางเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ทำการคลุกเรียบร้อยแล้ว บนถาดที่รองกระดาษไขสำหรับใช้ออบผลิตภัณฑ์ (baking paper) นำไปอบที่อุณหภูมิ 150 °C เป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้เมล็ดมะม่วงหิมพานต์สุก จากนั้นอบด้วยอุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลา 10 นาที เพื่อเพิ่มความกรอบเบาของแป้งเคลือบให้ผลิตภัณฑ์

การพัฒนาสูตร

การพัฒนาสูตรโดยการหาอัตราส่วนของแป้งดัดแปรที่ใช้เคลือบเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ กับชนิดและปริมาณของผงปรุงรส ดังนี้

- ปริมาณแป้งดัดแปรที่ร้อยละ 5 10 และ 15 โดยน้ำหนักเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

- รสชาติของผงปรุงรส ได้แก่ รสกล้วยเดี่ยวเร็ว (ต้นทุนกิโลกรัมละ 245 บาท) รสแกงเขียวหวาน (ต้นทุนกิโลกรัมละ 250 บาท) และรสหอยลายผัดพริกเผา (ต้นทุนกิโลกรัมละ 235 บาท) ซึ่งรสชาติเหล่านี้ได้จากการสอบถามความต้องการเบื้องต้นของผู้บริโภค

- ปริมาณของผงปรุงรสที่ร้อยละ 5 10 และ 15 โดยน้ำหนักเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

โดยทำการพัฒนาแต่ละรสชาติ เพื่อทดสอบความชอบของผู้ทดสอบและคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดในแต่ละรสชาติ

การวิเคราะห์ผลทางประสาทสัมผัส

โดยนำผลิตภัณฑ์ที่มาทำการทดสอบโดยวิธี 9 – points Hedonic Scale Test (9 = ชอบมากที่สุด 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) ประเมินผลทางด้านรูปทรงที่เคลือบ กลิ่นรส รสชาติ ความกรอบเบาของแป้งเคลือบเบาของแป้งเคลือบ และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน ทดลอง 2 ซ้ำ นำปริมาณของแป้งตัดแปรและปริมาณของผงปรุงรส (ในแต่ละรสชาติ) ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดไปทำการวิเคราะห์ผลทางเคมีกายภาพต่อไป

การวิเคราะห์ผลทางเคมีกายภาพ

- วัดค่าสี โดยนำผลิตภัณฑ์มาบดให้มีขนาด 100 mesh ตักใส่ภาชนะแก้วกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 1 เซนติเมตร จนเต็ม วัดค่าสี (ทำ 3 ซ้ำ) โดยใช้ Hunter lab colorimeter รุ่น Color Flex บริษัท คัลเลอร์ โกลโบล จำกัด ประเทศสหรัฐอเมริกา

- วัดค่า Water activity (ทำ 3 ซ้ำ) โดยนำผลิตภัณฑ์ที่บดแล้ว (ขนาด 100 mesh) 3 กรัม ใส่ลงในภาชนะบรรจุวัดค่า (a_w) ที่อุณหภูมิห้อง (25 - 30 °C) รองนค่าที่อ่านได้คงที่ บันทึกผล วัดโดยใช้ Aqualab Lite (a_w) รุ่น AL1066 บริษัท Decagon Devices Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา

- วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (สุภาค, 2552) โดยนำผลิตภัณฑ์ที่บดแล้ว 5 กรัม ใส่ในถ้วยอลูมิเนียม ออบในตู้อบลมร้อน (Hot air Oven) ที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง คำนวณหาความชื้นตามสูตร

$$\text{ความชื้น} = \frac{\text{น.น.ที่หายไป} \times 100}{\text{น.น.ตัวอย่างก่อนอบ}}$$

- วัดความกรอบเบาของแป้งเคลือบโดยใช้เครื่อง Texturometer รุ่น LRX บริษัท Lloyd Instrument ประเทศอังกฤษ ใช้หัวกดด้วยแรงกด 1 นิวตัน

การวิเคราะห์ผลทางจุลินทรีย์ตามวิธี AOAC (1990)

1. ทา Total Plate Count

2. Yeast and Mould

3. *Coliform, E. coli* โดยวิธี Presumptive test รวมทั้งหาค่า MPN ของโคลิฟอร์ม โดยวิธี Completed test

การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

ทางประสาทสัมผัส และทางเคมีกายภาพ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS for Window version 14.0 เมื่อความแปรปรวนแสดงระดับความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การพัฒนาสูตรโดยใช้แป้งตัดแปร ชนิดและปริมาณผงปรุงรส

จากการพัฒนาสูตรเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบด้วยแป้งตัดแปรและผงปรุงรส (ตารางที่ 1-3) จะเห็นว่าแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ถ้าใช้แป้งน้อยเกินไปจะทำให้รูปทรงของแป้งตัดแปรในการเคลือบไม่สม่ำเสมอ ถ้าใช้มากเกินไปจะทำให้แป้งตัดแปรที่เคลือบมีความหนา แข็ง ไม่เบาและไม่ฟู ซึ่งปริมาณของแป้งตัดแปรที่เหมาะสมต่อการเคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยผงปรุงรสทั้ง 3 รสชาติ คือ ร้อยละ 10 ของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ จะทำให้การเคลือบมีรูปทรงที่สวยงาม มีความกรอบเบาของแป้งเคลือบ โดยที่ปริมาณผงปรุงรสที่เหมาะสมกับการเคลือบคือการใช้แป้งตัดแปรกับผงปรุงรสในปริมาณเท่ากัน ทั้งที่ร้อยละ 10 ของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ และร้อยละ 15 ของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ให้ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ดีและใกล้เคียงกัน โดยสูตรที่ใช้แป้งตัดแปรและผงปรุงรสที่ร้อยละ 10 ของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ได้รับการยอมรับมากที่สุด โดยได้รับการยอมรับในรสกล้วยเดี่ยวเร็วมากที่สุดในทุกด้าน (ได้แก่ รูปทรงที่เคลือบ = 8.4 ± 0.11 กลิ่นรส = 8.3 ± 0.10 รสชาติ = 8.3 ± 0.1 ความกรอบเบาของแป้งเคลือบ = 8.2 ± 0.1 และความชอบโดยรวม = 8.3 ± 0.1) รองลงมาคือรสหอยลาย ผัดพริกเผา และรสแกงเขียวหวาน ตามลำดับ ด้วยการยอมรับมากที่สุดในการใช้ผงปรุงรสที่ร้อยละ 10 ของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ จึงเลือกสูตรดังกล่าวไปในการนำไปผลิต (เพราะสูตรที่มีการใช้วัตถุดิบที่น้อยกว่า แต่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจะช่วยให้ต้นทุนในการผลิตต่ำกว่า ถือเป็น การควบคุมต้นทุนในการผลิตที่เหมาะสมต่อไป) นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้แป้งตัดแปรในปริมาณน้อยแต่ใช้ผงปรุงรสจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบเบาของแป้งเคลือบลดลงเนื่องจากความชื้นในผงปรุงรส จึงส่งผลให้แป้งมีความชื้นเพิ่มขึ้น ส่วนการใช้แป้งตัดแปรในปริมาณมากแต่ใช้ผงปรุงรสน้อยจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบเบาและไม่ฟูและมีรสชาติของเครื่องปรุงไม่เข้มข้นเท่าที่ควร จึงนำสูตรที่ดีที่สุดของแต่ละรสชาติมาทำการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพต่อไป

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบด้วยแป้งตัดแปรและผงปรุงรส กล้วยเดี่ยวเร็วที่ร้อยละ 5 10 และ 15 ของน้ำหนักเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

Formula (% ww of cashews)	Sensory Evaluation				
	Coated shapes	Flavor	Taste for seasoning	Crispiness	Overall Acceptability
5% Mds + 5% seasoning	7.5 ± 0.10^c	7.9 ± 0.10^c	7.9 ± 0.11^c	7.5 ± 0.11^c	7.7 ± 0.10^d
5% Mds + 10% seasoning	7.5 ± 0.10^c	8.1 ± 0.10^b	7.6 ± 0.11^d	7.3 ± 0.10^d	7.6 ± 0.10^e
5% Mds + 15% seasoning	7.2 ± 0.10^d	8.2 ± 0.10^{ab}	7.6 ± 0.11^d	7.3 ± 0.11^d	7.7 ± 0.10^d
10% Mds + 5% seasoning	8.2 ± 0.10^{ab}	7.6 ± 0.10^d	7.9 ± 0.11^c	8.0 ± 0.10^b	7.9 ± 0.10^b
10% Mds + 10% seasoning	8.4 ± 0.11^a	8.3 ± 0.10^a	8.3 ± 0.10^a	8.2 ± 0.11^a	8.3 ± 0.10^a
10% Mds + 15% seasoning	8.2 ± 0.10^{ab}	8.2 ± 0.10^{ab}	8.1 ± 0.10^b	8.2 ± 0.11^a	8.1 ± 0.10^{ab}
15% Mds + 5% seasoning	8.0 ± 0.10^b	7.3 ± 0.11^e	7.9 ± 0.11^c	7.8 ± 0.10^b	7.8 ± 0.10^c
15% Mds + 10% seasoning	8.2 ± 0.10^{ab}	7.6 ± 0.10^d	8.2 ± 0.11^{ab}	7.8 ± 0.10^b	7.8 ± 0.10^c
15% Mds + 15% seasoning	8.4 ± 0.11^a	8.3 ± 0.10^a	8.3 ± 0.10^a	7.5 ± 0.11^c	8.0 ± 0.10^{ab}

^{a-e} ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มนี้แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

Mds = แป้งตัดแปร

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบโดยใช้แป้งตัดแปรและผงปรุงรสแกงเขียวหวานที่ร้อยละ 5 10 และ 15 ของน้ำหนักเมล็ดมะม่วงหิมพานต์.

Formula (% ww of cashews)	Sensory Evaluation				
	Coated shapes	Flavor	Taste for seasoning	Crispiness	Overall acceptability
5% Mds + 5% seasoning	7.5 ± 0.11 ^c	7.6 ± 0.10 ^c	7.4 ± 0.10 ^c	7.3 ± 0.11 ^c	7.4 ± 0.10 ^e
5% Mds + 10% seasoning	7.5 ± 0.09 ^c	7.8 ± 0.10 ^b	7.1 ± 0.10 ^d	7.1 ± 0.10 ^d	7.5 ± 0.10 ^d
5% Mds + 15% seasoning	7.1 ± 0.10 ^d	7.9 ± 0.10 ^{ab}	7.1 ± 0.10 ^d	7.1 ± 0.11 ^d	7.5 ± 0.10 ^d
10% Mds + 5% seasoning	8.2 ± 0.11 ^{ab}	7.3 ± 0.10 ^d	7.4 ± 0.10 ^c	7.8 ± 0.10 ^{eb}	7.8 ± 0.10 ^b
10% Mds + 10% seasoning	8.4 ± 0.10 ^a	8.0 ± 0.10 ^a	7.9 ± 0.10 ^a	8.0 ± 0.11 ^a	8.0 ± 0.10 ^a
10% Mds + 15% seasoning	8.2 ± 0.10 ^{ab}	8.0 ± 0.10 ^a	7.7 ± 0.10 ^b	8.0 ± 0.11 ^a	7.9 ± 0.10 ^{ab}
15% Mds + 5% seasoning	8.0 ± 0.11 ^b	7.0 ± 0.11 ^e	7.4 ± 0.10 ^c	7.6 ± 0.10 ^b	7.5 ± 0.10 ^d
15% Mds + 10% seasoning	8.2 ± 0.10 ^{ab}	7.3 ± 0.10 ^d	7.8 ± 0.10 ^{ab}	7.6 ± 0.10 ^b	7.7 ± 0.10 ^c
15% Mds + 15% seasoning	8.4 ± 0.10 ^a	8.0 ± 0.10 ^a	7.9 ± 0.10 ^a	7.3 ± 0.11 ^c	7.8 ± 0.10 ^b

^{a-e} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

Mds = แป้งตัดแปร

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบโดยใช้แป้งตัดแปรและผงปรุงรสหอยลาย ผัดพริกเผาที่ร้อยละ 5, 10 และ 15 ของน้ำหนักเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

Formula (% ww of cashews)	Sensory Evaluation				
	Coated shapes	Flavor	Taste for seasoning	Crispiness	Overall Acceptability
5% Mds + 5% seasoning	7.5 ± 0.11 ^c	7.8 ± 0.10 ^c	7.5 ± 0.11 ^c	7.2 ± 0.11 ^d	7.5 ± 0.10 ^d
5% Mds + 10% seasoning	7.5 ± 0.11 ^c	8.0 ± 0.10 ^b	7.2 ± 0.11 ^d	7.0 ± 0.10 ^e	7.5 ± 0.10 ^d
5% Mds + 15% seasoning	7.2 ± 0.10 ^d	8.1 ± 0.10 ^{ab}	7.2 ± 0.11 ^d	7.0 ± 0.11 ^e	7.6 ± 0.10 ^d
10% Mds + 5% seasoning	8.2 ± 0.10 ^{ab}	7.5 ± 0.10 ^d	7.5 ± 0.11 ^c	7.7 ± 0.10 ^b	7.7 ± 0.10 ^c
10% Mds + 10% seasoning	8.4 ± 0.10 ^a	8.1 ± 0.10 ^{ab}	7.9 ± 0.10 ^a	8.0 ± 0.11 ^a	8.0 ± 0.10 ^a
10% Mds + 15% seasoning	8.2 ± 0.10 ^{ab}	8.2 ± 0.10 ^a	7.7 ± 0.10 ^b	7.9 ± 0.11 ^{ab}	7.8 ± 0.10 ^{ab}
15% Mds + 5% seasoning	8.0 ± 0.10 ^b	7.2 ± 0.11 ^e	7.5 ± 0.11 ^c	7.5 ± 0.10 ^c	7.5 ± 0.10 ^d
15% Mds + 10% seasoning	8.2 ± 0.10 ^{ab}	7.5 ± 0.10 ^d	7.8 ± 0.11 ^{ab}	7.5 ± 0.10 ^c	7.5 ± 0.10 ^d
15% Mds + 15% seasoning	8.4 ± 0.10 ^a	8.2 ± 0.10 ^a	7.9 ± 0.10 ^a	7.2 ± 0.11 ^d	7.8 ± 0.10 ^b

^{a-e} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

Mds = แป้งตัดแปร

เมื่อนำสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดทางประสาทสัมผัสของแต่ละรสชาติ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ใช้แป้งตัดแปรกับผงปรุงรสนิรปริมาณเท่ากัน คือที่ร้อยละ 10 ของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มาวัดค่าสี พบว่า ผลิตภัณฑ์เมล็ดมะม่วงหิมพานต์สูตรกล้วยเดี่ยวจะมีสีเข้มที่สุด โดยมีค่า L^* และค่า a^* มากที่สุดเท่ากับ 69.77 ± 0.11 และ 29.91 ± 0.10

ตามลำดับ โดยมีสีน้ำตาลเข้มกว่าสูตรอื่น ส่วนผลิตภัณฑ์เมล็ดมะม่วงหิมพานต์สูตรแกงเขียวหวานจะมีสีเขียวอ่อน ขณะที่ผลิตภัณฑ์เมล็ดมะม่วงหิมพานต์สูตรหอยลายผัดพริกเผาจะมีสีส้มแดง ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าสีของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบ (สูตรที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุดของแต่ละรสชาติ)

Formula	Color		
	L*	a*	b*
10% Mds + 10% kuay-tiew-rau seasoning	69.77 ± 0.11 ^a	29.91 ± 0.10 ^a	2.02 ± 0.11 ^c
10% Mds + 10% kaeng-khiew-wan seasoning	38.66 ± 0.11 ^c	-7.78 ± 0.11 ^c	6.67 ± 0.11 ^b
10% Mds + 10% stir fried clams with roasted chili paste seasoning	51.69 ± 0.11 ^b	18.94 ± 0.11 ^b	15.16 ± 0.11 ^a

^{a-c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

Mds = แป้งตัดแปร

L* = ความสว่าง (0 = มืด, 100 = สว่าง)

a* = แดง / เขียว (+ = แดง, - = เขียว)

b* = เหลือง / น้ำเงิน (+ = เหลือง, - = น้ำเงิน)

ผลิตภัณฑ์อาหารผงควรมีค่า water activity (a_w) อยู่ระหว่าง 0.2 - 0.4 ซึ่งค่า a_w สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงความคงตัวของผลิตภัณฑ์ต่อปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidative stability) เช่น ปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิด (lipid oxidation) และการขึ้น (rancidity) เป็นต้น งานวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะตุมผงสำเร็จรูปด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอย จะมีค่าความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 5 และ a_w มีค่า 0.6 สามารถเก็บไว้ได้นานและมีความปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ (ศิริพร, 2561) งานวิจัยของพาขวัญ (2558) ผลิตภัณฑ์ปลาร้าผงมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.5 และมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 8 ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนด มผช. 134/2557 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2557) ทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นาน ขณะที่ มผช. 494/2547 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ผงปรุงรสอาหารกำหนดให้มีค่า a_w ไม่เกิน 0.65 โดยงานวิจัยนี้ผลิตภัณฑ์เมล็ดมะม่วงหิมพานต์เคลือบแป้งตัดแปรและผงปรุงรสทุกสูตร มีค่า a_w ต่ำกว่า 0.4 และมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 8 นอกจากนี้ยังพบว่าเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เคลือบแป้งตัดแปรและผงปรุงรสกวยเตี๋ยวเรือมีค่า a_w และค่าความชื้นต่ำกว่าสูตรอื่นส่งผลให้มีความกรอบเบาของแป้งเคลือบมากที่สุด ขณะที่เมล็ดมะม่วงหิมพานต์เคลือบแป้งตัดแปรและผงปรุงรสแกงเขียวหวานมีค่า a_w และค่าความชื้นสูงกว่าสูตรอื่น ส่งผลให้มีความกรอบเบาของแป้งเคลือบน้อยที่สุด (ดังแสดงในตารางที่ 5) ซึ่งความกรอบเบาของแป้งเคลือบเกิดจากความหนืดของแป้ง น้ำแป้งต้องมีความหนืดที่เหมาะสมเพื่อให้ชั้นแป้งหลังทอดหรืออบเรียบเนียน การพองตัวดี เนื้อหนาและเกาะติดกับชิ้นอาหารได้ดีด้วย แป้งที่ใช้ควรมีปริมาณอะไมโลสสูง เช่น แป้งสาลี เพราะมีคุณสมบัติสร้างชั้นฟิล์มที่ดีทำให้ลดการดูดซับน้ำมันในระหว่างการทอด และทำให้ผลิตภัณฑ์กรอบได้นาน แป้งที่มีคุณสมบัติในการเพิ่มความหนืดและทำให้เกิดเจลในอาหารที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่ แป้งข้าวโพด แป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า แป้งมันฝรั่ง แป้งมันเทศ เม็ดแป้งเมื่อได้รับความร้อนจะดูดซึมน้ำและพองตัวขึ้น ทำให้เม็ดแป้งเคลื่อนที่ยาก จนเกิดความหนืดขึ้น (สุทธิณี, 2563)

ตารางที่ 5 ค่า a_w และปริมาณความชื้นของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบ (สูตรที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุดของแต่ละรสชาติ)

Formula	a_w	Moisture (%)	Texturometer (N)
10% Mds + 10% kuay-tiew-rau seasoning	0.27±0.12 ^b	7.5±0.10 ^c	10.1251±0.19 ^a
10% Mds + 10% kaeng-khiew-wan seasoning	0.32±0.10 ^a	8.0±0.11 ^a	8.4168±0.10 ^c
10% Mds + 10% stir fried clams with roasted chili paste seasoning	0.28±0.11 ^b	7.7±0.10 ^b	9.8989±0.11 ^b

^{a-c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

Mds = แป้งตัดแปร

จากตารางที่ 6 การตรวจสอบจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เมล็ดมะม่วงหิมพานต์เคลือบแป้งตัดแปรและผงปรุงรสทุกสูตรพบว่าไม่พบจำนวนจุลินทรีย์ ไม่ว่าจะเป็นจำนวน Total plate count (TPC) ยีสต์และรา รวมทั้งโคลิฟอร์มและอีโคไล จำนวนจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบ (มพช. 684/2556) โดยเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบจะต้องมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^6 CFU/g ส่วนยีสต์ และราต้องไม่เกิน 100 CFU/g (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2556)

ตารางที่ 6 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์รา และปริมาณโคลิฟอร์มและอีโคไล ในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบ (สูตรที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุดของแต่ละรสชาติ)

Formula	TPC (CFU /g)	Yeast & Mold (CFU /g)	Coliform & E.coli (MPN/g)
10% Mds + 10% kuay-tiew-rau seasoning	not detect	not detect	not detect
10% Mds + 10% kaeng-khiew-wan seasoning	not detect	not detect	not detect
10% Mds + 10% stir fried clams with roasted chili paste seasoning	not detect	not detect	not detect

not detect หมายถึง ไม่พบเชื้อ

Mds = แป้งตัดแปร

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การใช้แป้งตัดแปรกับผงปรุงรสในปริมาณเท่ากัน คือร้อยละ 10 ของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ทั้งรสกล้วยเดี่ยวหรือรสแกงเขียวหวาน รสหอยลายผัดพริกเผา ได้รับการยอมรับมากกว่าที่อัตราส่วนอื่นๆ โดยรสกล้วยเดี่ยวเรือได้รับการยอมรับมากที่สุด มีความกรอบเบาของแป้งเคลือบมากที่สุด โดยแป้งตัดแปรที่ใช้ทำให้มีความกรอบเบา ชั้นแป้งหลังทอดเรียบเนียน การพองตัวดี เนื้อหนา และเกาะติดกับชิ้นอาหารได้ดีด้วย และทำให้ผลิตภัณฑ์กรอบได้นาน รวมทั้งไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ยีสต์-รา รวมถึง *Coliforms* และ *E. coli*

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้อาจยังไม่ได้ศึกษาในด้านเปรียบเทียบบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษา ดังนั้นจึงมีความเห็นว่าจะทำการศึกษารูปร่างที่ช่วยถนอมอาหารให้คงคุณภาพกรอบใหม่นานที่สุด เช่น การบรรจุกระป๋อง หรือการแพคสุญญากาศร่วมด้วย

เอกสารอ้างอิง

- พาขวัญ ทองรักษ์. (2558). การพัฒนากระบวนการผลิตและบรรจุภัณฑ์ปลาร้าผงเสริมกรอบ. ยุทธศาสตร์การจัดการด้านอาหารของประเทศ. คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
- ศิริพร สอนสมบูรณ์สุข. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะตูมผงสำเร็จรูปด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอย. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). มาตรฐานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ชุมชนผงปรุงรสอาหาร. มผช. 494/2547. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2556). มาตรฐานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ชุมชนเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบ. มผช. 684/2556. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2557). มาตรฐานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาร้าผง. มผช. 134/2557. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สุทธิณี สีสังข์. (2563). คุณสมบัติของแป้งที่มีผลต่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ. กลุ่มวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. กรมประมง
- สุภางค์ เรืองฉาย. (2552). การพัฒนาน้ำพริกมะขามผสมกระเจี๊ยบ. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย 29(4): 88-101.
- AOAC International. (1990). Bacteriological Analytical Manual. Gaithersburg, MD., USA.

