

การพัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่สดจากแป้งข้าวคัดแปรด้วยความร้อนร่วมกับความชื้น

Development of fresh alkaline rice noodles from heat-moisture treated Thai rice flour

ชุดิมา ไชยเชาวน์, และ อรอนงค์ นัยวิกุล

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้แป้งข้าวเจ้าปกร่วมกับแป้งข้าวคัดแปรด้วยความร้อนร่วมกับความชื้นที่มีคุณสมบัติอุ้มน้ำ นวดเป็นก้อนโด รีดเป็นแผ่น และตัดเป็นเส้นได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่สด โดยแปรปริมาณอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 และแป้งข้าวคัดแปรด้วยความร้อนร่วมกับความชื้น (แป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท 1, แป้งข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105, และแป้งข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6) ในอัตราส่วนร้อยละ 30, 50 และ 70 ปรากฏว่า บะหมี่สดจากแป้งข้าวที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวชัยนาท 1 ผสมแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 คัดแปร ในอัตราส่วน 70:30 มีปริมาณผลได้ที่เพิ่มขึ้นหลังจากการต้ม (165.50%) ไม่แตกต่างจากบะหมี่สดแป้งสาลี (163.36%) อย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของบะหมี่สดในกลุ่มของแป้งข้าวด้วยวิธี hedonic 9 scale ที่ระดับ 1 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด, 5 คะแนน หมายถึง เฉยๆ และ 9 คะแนน หมายถึง ชอบมากที่สุด ปรากฏว่า คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความแน่นเนื้อ (6.20), กลิ่น (6.13), และความชอบรวม (6.13) ของบะหมี่สดจากแป้งข้าวที่มีแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 คัดแปรผสมร้อยละ 30 สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับบะหมี่สดจากแป้งข้าวผสมแป้งข้าวคัดแปรอัตราส่วนอื่นๆ ผลการทดสอบอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์บะหมี่สดจากแป้งข้าวผสมแป้งข้าวคัดแปรที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในถุงพอลิเอทิลีน โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าสี และจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ คือ เชื้ออี โคไล ยีสต์ และเชื้อรา เป็นระยะเวลา 5 วัน ปรากฏว่า ค่าความสว่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ค่าความเป็นสีเหลืองมีแนวโน้มลดลง ส่วนจำนวนเชื้ออีโคไล (น้อยกว่า 3 MPN) และยีสต์ และเชื้อรา (ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม) อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่สด จากผลงานวิจัยสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาอาหารเส้นชนิดอื่นที่เดิมใช้แป้งสาลี เช่น มักรกะโรนี และสปาเกตตีได้

คำสำคัญ: บะหมี่สด, แป้งข้าวคัดแปรทางฟิสิกส์ด้วยความร้อนร่วมกับความชื้น, อายุการเก็บรักษา

คำนำ

การใช้แป้งข้าวเป็นวัตถุดิบหลักสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์บะหมี่สดซึ่งโดยทั่วไปใช้แป้งสาลีเป็นส่วนผสมหลัก เป็นการเพิ่มการใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวและเพิ่มมูลค่าข้าวให้สูงกว่าการบริโภคโดยตรง อีกทั้งยังเป็นการช่วยลดปริมาณการใช้แป้งสาลีที่นำเข้าจากต่างประเทศ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาจากข้าวได้รับการยอมรับว่ามีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี โดยข้าวประกอบไปด้วยโปรตีนที่ไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้ มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย ไขมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากกว่าร้อยละ 70 และอุดมไปด้วยสารยับยั้งการเกิดออกซิเดชันที่พบในธรรมชาติ (อรอนงค์, 2550)

แป้งข้าวธรรมชาติมีสมบัติเฉพาะตัวบางประการไม่เหมาะกับการนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์บะหมี่สด คือ มีความคงทนต่อสภาวะในกระบวนการผลิตต่ำ ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์บะหมี่สดที่ได้ การดัดแปรสสารในแป้งข้าวด้วยความร้อนร่วมกับความชื้นเป็นวิธีการดัดแปรทางฟิสิกส์ที่ไม่ทำลายเม็ดสสารฯ กำลังการพองตัวของเม็ดสสารฯ ลดลง และแข็งแรงขึ้น ไม่ถูกทำลายได้ง่ายที่อุณหภูมิสูง ((Lorlowhakam and Naivikul, 2006, Hormdok and Nookhorm, 2007, Chaichaw and Naivikul, 2009, Zavareze *et al.*, 2010) ส่งผลดีต่อคุณภาพการหุงต้มและลักษณะของเส้นบะหมี่

เมื่อสุก คือ ปริมาณของบะหมี่ภายหลังต้มสุก (Cooking yield) มีค่าสูงขึ้น การสูญเสียระหว่างการหุงต้ม (Cooking loss) ต่ำ และเส้นบะหมี่มีความแน่นเนื้อ ยืดหยุ่นดี

จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำแป้งข้าวมาใช้แทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์บะหมี่สด ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่สดจากแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวคัดแปรทางฟิสิกส์ด้วยวิธีความร้อนร่วมกับความชื้นเปรียบเทียบกับแป้งสาลีชนิดทำบะหมี่ โดยทำการคัดแปรสตรังในแป้งข้าว 3 สายพันธุ์ คือ แป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท 1, แป้งข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และแป้งข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 ตรวจสอบสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ ผลผลิตและตรวจสอบคุณภาพเส้นบะหมี่ที่เตรียมจากแป้งข้าวผสมระหว่างแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 กับแป้งข้าวคัดแปรด้วยวิธีความร้อนร่วมกับความชื้นที่อัตราส่วนต่างๆ และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้แป้งสาลีเป็นตัวควบคุม

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างแป้งข้าว

แป้งข้าว (โมปียก) 3 สายพันธุ์ คือ แป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 แป้งข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และแป้งข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 และแป้งสาลีเนกประสงค์ ตราว่าว

ตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวและแป้งสาลีเนกประสงค์

นำแป้งข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ และแป้งสาลีเนกประสงค์ ตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีโดยวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ตามวิธีการ AOAC (2000) วิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสตามวิธีการของ Juliano (1971)

การคัดแปรแป้งข้าวด้วยวิธีความร้อนร่วมกับความชื้น

ปรับความชื้นของแป้งข้าว ให้มีระดับความชื้นร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก ภายในถุงพลาสติกพอลิเอทิลีนให้ทั่วกันทุกส่วน ปิดผนึกถุงให้สนิท ทำให้เกิดความชื้นสมดุลโดยเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง นำถุงบรรจุแป้งออกมาตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเวลา 1 ชั่วโมง บรรจุแป้งปรับความชื้นลงในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ ปิดผนึกให้แน่น นำไปใส่ในตู้อบลมร้อนควบคุมอุณหภูมิที่ 120 องศาเซลเซียส เวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นนำแป้งออกจากถุงเทใส่ถาดเกลี่ยแป้งบางๆ อบในตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เวลา 6 ชั่วโมง นำแป้งข้าวคัดแปรที่ได้ไปโม่ละเอียดด้วยเครื่องบดของแข็งแห้ง และร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 100 เมช เก็บแป้งข้าวคัดแปรที่ได้ในถุงพอลิเอทิลีน ปิดผนึกให้แน่น (Chaichaw and Naivikul, 2009) นำไปตรวจสอบสมบัติต่างๆ ต่อไป

ตรวจสอบสมบัติด้านความเหนียวของแป้งข้าวผสมแป้งข้าวคัดแปรและแป้งสาลี

ตรวจสอบสมบัติด้านความเหนียว (pasting properties) ของแป้งข้าวผสมระหว่างแป้งข้าวชัยนาท 1 และแป้ง ข้าวคัดแปรสายพันธุ์ต่างๆ ที่อัตราส่วนต่างๆ คือ 70:30, 50:50 และ 30:70 (โดยน้ำหนัก) และแป้งสาลีด้วยเครื่องวิเคราะห์ความเหนียวอย่างรวดเร็ว หรืออาร์วีเอ (Rapid Visco Analyser, RVA) (RVA-4, Newport Scientific Co., Ltd., Australia) ตามวิธีการของ AACC (2000)

ผลิตบะหมี่สดและตรวจสอบลักษณะของโด การรีด และลักษณะของเส้นสุกหลังลวก

เตรียมเส้นบะหมี่สดจากแป้งข้าวผสมระหว่างแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และแป้งข้าวคัดแปรด้วยความร้อนร่วมกับความชื้นที่อัตราส่วนต่างๆ คือ 70:30, 50:50 และ 30:70 (โดยน้ำหนัก) และแป้งสาลี (ตัวอย่างควบคุม) โดยผสมส่วนผสมของแป้งกับน้ำที่ละลายโซเดียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.5 ให้เข้ากัน 10 นาที จนได้ก้อนโดที่เรียบเนียน นำก้อนโดใส่ถุงพลาสติก พักไว้ 20 นาที แล้วนำมาผ่านเครื่องรีดโดให้เป็นแผ่นหนาประมาณ 1.5 มิลลิเมตร ตัดเป็นเส้นขนาด 2.0 มิลลิเมตร ตรวจสอบลักษณะของโด การรีด และลักษณะของเส้นสุก

ตรวจสอบคุณภาพการต้มและทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคของเส้นบะหมี่จากแป้งข้าวผสมแป้งข้าวคัดแปรและแป้งสาลี

นำเส้นบะหมี่สดที่ผลิตได้จากแป้งข้าวผสมแป้งข้าวคั่วแปรรูประหว่างแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และแป้งข้าวคั่วแปรรูปด้วยความร้อนร่วมกับความชื้น ตรวจสอบคุณภาพการต้มเส้นบะหมี่ คือ ปริมาณผลได้ที่เพิ่มขึ้นจากการต้ม และร้อยละของการสูญเสียของแข็งระหว่างต้ม ดัดแปลงวิธีของ AACC (1990) และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 15 คน ประเมินความชอบด้านความแน่นเนื้อ กลิ่น และความชอบรวมโดยใช้ Hedonic 9 scale กำหนดให้ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด

ตรวจสอบอายุการเก็บรักษาเส้นบะหมี่สดจากแป้งข้าว

ตรวจสอบอายุการเก็บรักษาเส้นบะหมี่สดบรรจุในถุงพอลิโพรพิลีนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 วัน โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี (Minolta: CM-3500d, Minolta Corp) วัดค่าสี L^* , a^* และ b^* และจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ คือ เชื้ออี โคไล ยีสต์ และเชื้อรา (มผข., 2552)

สถิติที่ใช้ในการวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผล

วิเคราะห์ผลการตรวจสอบสมบัติต่างๆ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design; CRD) และวิเคราะห์ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวและแป้งสาลีอเนกประสงค์

ผลการตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าว 3 สายพันธุ์ คือ แป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท 1, แป้งข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และแป้งข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 เปรียบเทียบกับแป้งสาลี (ตารางที่ 1) ปรากฏว่า แป้งทั้ง 4 ชนิด มีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง (ร้อยละ 9.33-12.59) และมีปริมาณโปรตีนแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณโปรตีนในแป้งสาลี (ร้อยละ 10.63) มีค่าสูงกว่าแป้งข้าวชัยนาท 1 (ร้อยละ 7.59) แป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ร้อยละ 6.39) และแป้งข้าวเหนียว กข 6 (ร้อยละ 6.15) ในขณะที่ในแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีปริมาณลิพิด (ร้อยละ 0.95) สูงกว่าแป้งสาลี (ร้อยละ 0.86) แป้งข้าวชัยนาท 1 (ร้อยละ 0.81) และแป้งข้าวเหนียว กข 6 (ร้อยละ 0.47) ส่วนผลการตรวจสอบปริมาณแอมิโลส ปรากฏว่า แป้งทั้ง 4 ชนิด มีปริมาณโปรตีนแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) แป้งข้าวชัยนาท 1 มีปริมาณแอมิโลสสูงที่สุด (ร้อยละ 30.07) รองลงมา คือ แป้งสาลี (ร้อยละ 26.32) แป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ร้อยละ 17.35) และแป้งข้าวเหนียว กข 6 (ร้อยละ 3.73)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวและแป้งสาลี

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)	แป้งข้าว ¹			แป้งสาลี
	ชัยนาท 1	ขาวดอกมะลิ 105	ข้าวเหนียว กข 6	
ความชื้น	10.43 b±0.50	9.33 c±0.25	10.70 b±0.47	12.59 a±0.03
โปรตีน	7.59 b±0.08	6.39 c±0.07	6.15 d±0.03	10.63 a±0.02
ลิพิด	0.81 c±0.01	0.95 a±0.01	0.47 d±0.11	0.86 b±0.02
เถ้า	0.40 b±0.01	0.49 a±0.01	0.21 d±0.01	0.25 c±0.01
ปริมาณแอมิโลส	30.07 a±0.02	17.35 c±0.02	3.73 d±0.04	26.32 b±0.02

หมายเหตุ ¹ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สมบัติด้านความหนืดของแป้งข้าวผสมแป้งข้าวคั่วแปรรูปและแป้งสาลี

ผลการตรวจสอบสมบัติด้านความหนืดของแป้งข้าวคัดแปรด้วยวิธีความร้อนร่วมกับความชื้นของแต่ละสายพันธุ์เปรียบเทียบกับแป้งข้าวปกติ และแป้งข้าวผสมระหว่างแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ปกติ กับแป้งข้าวคัดแปรแต่ละสายพันธุ์ที่อัตราส่วนต่างๆ โดยใช้แป้งสาลีเป็นตัวควบคุม วิเคราะห์ด้วยเครื่อง RVA แสดงดังตารางที่ 2-4 เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งข้าวคัดแปรกับแป้งข้าวปกติของแป้งข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ และแป้งสาลี ปรากฏว่า แป้งข้าวคัดแปรทั้ง 3 สายพันธุ์ มีอุณหภูมิเริ่มต้นของความหนืด (78.55-91.08 °ซ) สูงกว่าแป้งข้าวปกติ (68.92-87.45 °ซ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ต่ำกว่าแป้งสาลี (93.08 °ซ) แป้งข้าวที่ผ่านการคัดแปรมีค่าอุณหภูมิเริ่มต้นของความหนืดสูงขึ้นหมายความว่าต้องใช้อุณหภูมิสูงจึงทำให้เม็ดสตาร์ชเกิดการพองตัว อย่างไรก็ตาม ค่าความหนืดสูงสุด (112.00-233.00 อาร์วี) ค่าความหนืดลดลง (7.71-58.38 อาร์วี) ค่าความหนืดสุดท้าย (138.09-213.04 อาร์วี) และค่าเซตแบค (19.87-76.79 อาร์วี) ของแป้งข้าวคัดแปรทั้ง 3 สายพันธุ์ต่ำกว่าแป้งข้าวปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าความหนืดสูงสุดลดลง แสดงถึงเม็ดสตาร์ชในแป้งข้าวมีกำลังการพองตัวที่ลดลง และค่าความหนืดลดลงบ่งถึงความแข็งแรงของเม็ดสตาร์ชในช่วงการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงความหนืด แสดงว่าเม็ดสตาร์ชในแป้งข้าวคัดแปรที่มีค่าความหนืดสูงสุดและค่าความหนืดลดลงต่ำกว่า มีความแข็งแรงมากกว่าเม็ดสตาร์ชในแป้งข้าวปกติ ดังนั้น เมื่อแป้งข้าวคัดแปรได้รับความร้อน และมีแรงกระทำต่อส่วนผสมทำให้เม็ดสตาร์ชแตกได้ยากกว่า ดังนั้น จึงมีโอกาสในการนำแป้งข้าวคัดแปรซึ่งมีค่าอุณหภูมิเริ่มต้นของความหนืดสูงขึ้น และค่าความหนืดลดลงต่ำมาใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ คือ บะหมี่สดได้

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงความหนืดจากเครื่องวัดความหนืดอย่างรวดเร็วของแป้งข้าวชัยนาท 1 ปกติ, คัดแปร,

แป้งข้าวผสมระหว่างแป้งข้าวชัยนาท 1 ปกติ กับแป้งข้าวชัยนาท 1 คัดแปร และแป้งสาลี

ตัวอย่าง ¹	อุณหภูมิที่เริ่มเกิด	ลักษณะความหนืด (อาร์วี) ²			
	ความหนืด (°ซ)	ความหนืด สูงสุด	ความหนืด ลดลง	ความหนืด สุดท้าย	เซตแบค
Wheat	93.08 a±0.53	126.24 c±0.82	18.63 d±3.35	164.59 e±4.00	56.96 c±6.54
CN 1	83.45 e±0.57	246.79 a±3.94	56.75 a±4.95	292.46 a±5.83	102.42 a±6.83
HMT-CN 1	91.08 b±0.03	112.00 f±4.00	7.71 e±1.24	138.09 f±3.30	33.80 d±0.53
CN 1:HMT-CN 1 (70:30)	87.83 d±0.03	199.63 b±1.83	39.13 b±1.70	250.79 b±3.13	90.29 b±0.41
CN 1:HMT-CN 1 (50:50)	89.78 c±0.53	171.75 c±1.07	26.92 c±0.35	210.29 c±5.25	65.46 c±4.54
CN 1:HMT-CN 1 (30:70)	89.05 c±0.64	145.21 d±1.47	21.42 cd±0.01	185.92 d±1.53	62.13 c±3.00

หมายเหตุ ¹ CN 1 = แป้งข้าวชัยนาท 1, HMT-CN 1 = แป้งข้าวชัยนาท 1 คัดแปร,

CN 1:HMT-CN 1 (70:30, 50:50 และ 30:70) = แป้งข้าวชัยนาท 1 ผสมด้วยแป้งข้าวชัยนาท 1 คัดแปรด้วยความร้อนร่วมกับความชื้น ร้อยละ 30, 50 และ 70

² ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์จาก 2 ตัวอย่าง ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอักษรที่ต่างกันในระดับมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งข้าวผสมแป้งข้าวคัดแปร (แป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ปกติ กับแป้งข้าวคัดแปรแต่ละสายพันธุ์) ที่อัตราส่วนต่างๆ กับแป้งสาลี ปรากฏว่า แป้งข้าวผสมแป้งข้าวคัดแปรของแต่ละสายพันธุ์ทุกอัตราส่วนมีค่าอุณหภูมิเริ่มต้นของความหนืดที่ต่ำกว่าแป้งสาลีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงว่าแป้งข้าวผสมด้วยแป้งข้าวคัดแปรต้องได้รับความร้อนในระดับต่ำกว่าแป้งสาลีเพื่อให้เม็ดสตาร์ชดูดซับน้ำ พองตัว และเริ่มมีความหนืด อย่างไรก็ตาม ค่าความหนืดสูงสุด ความหนืดลดลง ค่าความหนืดสุดท้าย และค่าเซตแบคของแป้งข้าวผสมแป้งข้าวคัดแปรมีค่าสูงกว่าแป้งสาลี

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงความหนืดจากเครื่องวัดความหนืดอย่างรวดเร็วของแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปกติ, คัดแปร,

แป้งข้าวผสมระหว่างแป้งข้าวชัยนาท 1 ปกติ กับแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 คัดแปร และแป้งสาลี

ตัวอย่าง ¹	อุณหภูมิที่เริ่มเกิด	ลักษณะความหนืด (อาร์วียู) ²			
	ความหนืด	ความหนืด	ความหนืด	ความหนืด	เซตเบค
	(%)	สูงสุด	ลดลง	สุดท้าย	
Wheat	93.08 a±0.53	126.24 ±0.82	18.63 d±3.35	164.59 e±4.00	56.96 c±6.54
KDML 105	87.45 cd±0.01	280.42 a±0.01	86.04 a±4.95	305.54 a±0.01	111.16 a±0.02
HMT-KDML 105	89.90 b±1.76	152.05 e±4.00	15.80 d±1.24	213.04 d±4.19	76.79 b±2.77
CN 1: HMT-KDML 105 (70:30)	85.53 d±0.03	214.54 b±1.00	40.75 b±3.77	260.00 b±1.49	86.21 b±3.25
CN 1: HMT-KDML 105 (50:50)	87.80 c±0.01	196.17 c±0.83	32.63 c±0.77	249.34 b±1.18	85.79 b±2.77
CN 1: HMT-KDML 105 (30:70)	87.45 cd±0.49	178.84 d±0.94	28.30 c±0.53	235.50 c±2.72	84.96 b±3.13

หมายเหตุ ¹ KDML 105 = แป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105, HMT-KDML 105 = แป้งข้าวขาวดอกมะลิ 015 คัดแปร,
 CN 1: HMT- KDML 105 (70:30, 50:50 และ 30:70) = แป้งข้าวชัยนาท 1 ผสมด้วยแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 015 คัดแปรร้อยละ 30, 50 และ 70 ² ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์จาก 2 ตัวอย่าง ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงความหนืดจากเครื่องวัดความหนืดอย่างรวดเร็วของแป้งข้าวเหนียว กข 6 ปกติ, คัดแปร, แป้งข้าวผสมระหว่างแป้งข้าวชัยนาท 1 ปกติ กับแป้งข้าวเหนียว กข 6 คัดแปร และแป้งสาลิ

ตัวอย่าง ¹	อุณหภูมิที่เริ่มเกิด	ลักษณะความหนืด (อาร์วียู) ²			
	ความหนืด (%)	ความหนืดสูงสุด	ความหนืดลดลง	ความหนืดสุดท้าย	เซตเบค
Wheat	93.08 a±0.53	126.24 e±0.82	18.63 e±3.35	164.59 e±4.00	56.96 c±6.54
RD 6	68.92 e±0.01	301.50 a±0.01	151.45 a±0.01	183.33 d±0.01	33.29 d±0.01
HMT-RD 6	78.85 d±0.57	233.00 d±2.82	58.38 d±5.83	194.50 d±3.53	19.87 d±0.53
CN 1: HMT-RD 6 (70:30)	81.95 b±0.63	249.75 c±0.94	73.63 d±5.01	267.75 a±3.36	91.63 a±0.42
CN 1: HMT-RD 6 (50:50)	81.90 b±0.63	268.83 b±6.26	114.96 b±.84	246.70 b±3.18	92.84 a±3.77
CN 1: HMT-RD 6 (30:70)	80.33 c±0.45	251.96 c±0.57	96.96 c±2.65	230.17 c±3.30	75.17 b±4.60

หมายเหตุ ¹ RD 6 = แป้งข้าวเหนียว กข 6, HMT-RD 6 = แป้งข้าวเหนียว กข 6 คัดแปร,
 CN 1: HMT-RD 6 (70:30, 50:50 และ 30:70) = แป้งข้าวชัยนาท 1 ผสมด้วยแป้งข้าวเหนียว กข 6 คัดแปร ร้อยละ 30, 50 และ 70 ² ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์จาก 2 ตัวอย่าง ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p≤0.05)

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะความหนืดของแป้งข้าวผสมแป้งข้าวคัดแปรภายในกลุ่มตัวอย่างเดียวกันที่อัตราส่วนต่างๆ ปรากฏว่า ค่าความหนืดมีแนวโน้มลดลงเข้าใกล้แป้งสาลิตามปริมาณของแป้งข้าวคัดแปรที่เพิ่มขึ้น จากผลการตรวจสอบคาดการณ์ว่าสามารถใช้แป้งข้าวผสมแป้งข้าวคัดแปร (แป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ปกติ กับแป้งข้าวคัดแปร) ในการผลิตขนมี่สดจากแป้งข้าวได้ในระดับหนึ่ง

ลักษณะของโด การรีด และลักษณะของเส้นสุกหลังลวก

ผลตรวจสอบลักษณะของโด การรีด และลักษณะเส้นบะหมี่สุกที่ผลิตจากแป้งข้าวปกติ และแป้งข้าวผสมแป้งข้าวคัดแปร โดยผลิตบะหมี่จากแป้งสาลิเป็นตัวควบคุม แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ลักษณะของโด การรีด และลักษณะของเส้นบะหมี่สุกจากแป้งข้าวและแป้งสาลิ

ตัวอย่างแป้ง	ลักษณะของโด การรีด และลักษณะของเส้นสุก
Wheat (ตัวอย่างควบคุม)	แผ่นโดเรียบเนียน เส้นที่รีดได้คงตัว เส้นหลังลวกมีความเหนียวยืดหยุ่นดีมาก
CN 1	ไม่สามารถขึ้นรูปเป็นก้อนโดได้

HMT-CN 1	ไม่สามารถรีดเป็นแผ่นได้ แผ่นร่วนไม่เกาะกัน
HMT-KDML 105	แผ่นโคเรียบเนียน เส้นที่รีดได้เปราะ เส้นหลังลวกขาดเป็นเส้นสั้นๆ
HMT-RD 6-120-5	แผ่นโคเรียบเนียน เส้นที่รีดได้หยาบ เส้นหลังลวกขาดง่าย และติดกัน
CN 1:HMT-CN 1 (70:30)	แผ่นโคเรียบ เส้นที่รีดได้หักเป็นท่อนๆ 4-5 ซม.
CN 1:HMT-CN 1 (50:50)	แผ่นโคเรียบ เส้นที่รีดได้หักเป็นท่อนๆ 6-7 ซม.
CN 1:HMT-CN 1 (30:70)	แผ่นโคเรียบ เส้นที่รีดได้หักเป็นท่อนๆ 3-4 ซม.
CN 1:HMT-KDML 105 (70:30)	แผ่นโคเรียบ เส้นที่รีดได้เรียบยาว เส้นหลังลวกมีความเหนียว ยึดหยุ่นดี
CN 1:HMT-KDML 105 (50:50)	แผ่นโคเรียบ เส้นที่รีดได้เรียบยาว เส้นหลังลวกมีความเหนียว ยึดหยุ่น
CN 1:HMT-KDML 105 (30:70)	แผ่นโคเรียบ เส้นที่รีดได้เรียบยาว เส้นหลังลวกมีความเหนียว ยึดหยุ่นพอควร
CN 1:HMT-RD 6 (70:30)	แผ่นโคเรียบ เส้นที่รีดได้เรียบยาว เส้นหลังลวกมีความเหนียว ยึดหยุ่นเล็กน้อย
CN 1:HMT-RD 6 (50:50)	แผ่นโคเรียบ เส้นที่รีดได้เปราะ เส้นหลังลวกมีความเหนียว และ เกาะติดกัน
CN 1:HMT-RD 6 (30:70)	แผ่นโคเรียบ เส้นที่รีดได้หยาบ เส้นหลังลวกมีความเหนียว และเกาะติดกัน

หมายเหตุ ¹CN1=แป้งข้าวชัณบท1,HMT-CN1,KDML 105และRD6=แป้งข้าวชัณบท1,ข้าวดอกมะลิ 105และกษ6ดัดแปรตามลำดับ

CN 1: HMT-CN 1 (70:30, 50:50 และ 30:70)=แป้งข้าวชัณบท 1 ผสมด้วยแป้งข้าวชัณบท 1 ดัดแปร ร้อยละ 30, 50 และ 70 CN 1: HMT-KDML 105 (70:30, 50:50 และ 30:70)=แป้งข้าวชัณบท 1 ผสมด้วยแป้งข้าวชัณบท 105 ดัดแปร ร้อยละ 30, 50 และ 70, CN 1: HMT-RD 6 (70:30, 50:50 และ 30:70)=แป้งข้าวชัณบท 1 ผสมด้วยแป้งข้าวเหนียว กษ 6 ดัดแปร ร้อยละ 30, 50 และ 70

จากผลการตรวจสอบลักษณะของโค การรีด และลักษณะเส้นบะหมี่สุกที่ผลิตจากแป้งข้าวปกติ และแป้งข้าวผสมแป้งข้าวดัดแปร (แป้งข้าวชัณบท 1, ข้าวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียว กษ 6) ที่อัตราส่วน 70:30, 50:50 และ 30:70 แสดงให้เห็นว่าแป้งข้าวชัณบท 1 ปกติ แป้งข้าวดัดแปรด้วยความร้อนร่วมกับความชื้นทั้ง 3 สายพันธุ์ และแป้งข้าวชัณบท 1 ผสมแป้งข้าวชัณบท 1 ดัดแปร ทุกอัตราส่วนไม่สามารถนำมาใช้ในการผลิตเส้นบะหมี่สดได้

คุณภาพการต้มและทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคของเส้นบะหมี่สดจากแป้งข้าวผสมแป้งข้าวดัดแปรและแป้งสาลี

ผลการการตรวจสอบปริมาณผลได้ที่เพิ่มขึ้นจากการต้ม และการสูญเสียของแข็งระหว่างต้มของเส้นบะหมี่สด (ตารางที่ 6) ปรากฏว่า เส้นบะหมี่สดจากแป้งข้าวชัณบท 1 ผสมแป้งข้าวชัณบท 105 ดัดแปร ร้อยละ 30 มีปริมาณผลได้ที่เพิ่มขึ้นจากการต้มสูงสุดร้อยละ 165.45 แตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับแป้งข้าวสาลีและแป้งข้าวผสมแป้งข้าวดัดแปรอื่นๆ เส้นบะหมี่จากแป้งข้าวชัณบท 1 ผสมแป้งข้าวชัณบท 105 ดัดแปร ร้อยละ 30 (ร้อยละ 12.61) และแป้งข้าวชัณบท 1 ผสมด้วยแป้งข้าวเหนียว กษ 6 ดัดแปร ร้อยละ 30 (ร้อยละ 11.79) และ 70 (ร้อยละ 11.47) มีค่าการสูญเสียของแข็งระหว่างต้มไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่มีค่ามากกว่าแป้งสาลี (ร้อยละ 9.59)

ตารางที่ 6 คุณภาพการหุงต้มของบะหมี่สดจากแป้งข้าวผสมแป้งข้าวคัดแปรและแป้งสาลี

ตัวอย่างบะหมี่สด ¹	คุณภาพการหุงต้ม ²	
	ปริมาณผลได้ที่เพิ่มขึ้นจากการหุงต้ม (ร้อยละ)	การสูญเสียของแข็งระหว่างหุงต้ม (ร้อยละ)
1. Wheat	163.45 b±0.32	9.59 e±0.01
2. CN 1:HMT-KDML 105 (70:30)	165.60 a±0.36	12.61 c±0.50
3. CN 1:HMT-KDML 105 (50:50)	44.97 f±1.22	26.49 b±0.09
4. CN 1:HMT-KDML 105 (30:70)	37.37 g±0.45	33.81 a±1.36
5. CN 1:HMT-RD 6 (70:30)	106.92 d±0.30	11.79 cd±0.17
6. CN 1:HMT- RD 6 (50:50)	57.81 e±1.51	9.67 e±0.09
7. CN 1:HMT- RD 6 (30:70)	108.58 c±0.79	11.47 d±0.10

หมายเหตุ ¹ CN1:HMT-KDML 105 และ CN1:HMT-RD6 (70:30, 50:50 และ 30:70) = แป้งข้าวชัณภาพ 1 ผสมด้วยแป้งข้าวคัดแปรและแป้งข้าวคัดแปร 105 คัดแปร และ แป้งข้าวชัณภาพ 1 ผสมด้วยแป้งข้าวเหนียว 6 คัดแปร ร้อยละ 30, 50 และ 70,

² ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์จาก 2 ตัวอย่าง ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ

ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์บะหมี่สดพร้อมน้ำซุปรวมจากแป้งข้าวชัณภาพ 1 ผสมด้วยแป้งข้าวคัดแปร 105 คัดแปร และแป้งข้าวเหนียว 6 คัดแปร โดยใช้บะหมี่จากแป้งสาลีเป็นตัวแทน (ตารางที่ 7) ปรากฏว่าบะหมี่จากแป้งสาลีได้รับคะแนนความชอบด้านความแน่นเนื้อ (7.47) กลิ่น (7.67) และการยอมรับรวม (8.00) สูงกว่าบะหมี่จากแป้งข้าวผสมแป้งข้าวคัดแปร ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความชอบบะหมี่ในกลุ่มที่ทำจากแป้งข้าวผสมแป้งข้าวคัดแปร ปรากฏว่าแป้งข้าวผสมแป้งข้าวคัดแปร 105 คัดแปร ที่อัตราส่วนร้อยละ 30 ได้รับคะแนนความชอบด้านความแน่นเนื้อ (6.20) กลิ่น (6.13) และการยอมรับรวม (6.13) มากกว่าบะหมี่จากแป้งข้าวผสมแป้งข้าวคัดแปรอื่นๆ

ตารางที่ 7 คะแนนทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่จากแป้งข้าวผสมแป้งข้าวคัดแปรและแป้งสาลี

ตัวอย่างบะหมี่สด ¹	คุณลักษณะ ¹		
	ความแน่นเนื้อ	กลิ่น	การยอมรับรวม
1. Wheat	7.47 a ±1.27	7.67 a ±0.97	8.00 a ±0.82
2. CN 1:HMT-KDML 105 (70:30)	6.20 b ±1.60	6.13 b ±1.32	6.13 b ±1.32
3. CN 1:HMT-KDML 105 (50:50)	5.87 bc ±0.92	5.10 cd ±1.10	4.60 cd ±1.26
4. CN 1:HMT-KDML 105 (30:70)	3.60 de ±1.49	4.60 d ±0.52	3.00 e ±0.82
5. CN 1:HMT-RD 6 (70:30)	4.50 cd ±1.51	5.80 bc ±0.92	5.20 bc ±0.92
6. CN 1:HMT- RD 6 (50:50)	2.90 e ±1.37	3.70 e ±1.42	4.40 d ±0.84
7. CN 1:HMT- RD 6 (30:70)	1.60 f ±0.97	3.30 e ±1.42	2.80 e ±0.92

หมายเหตุ ¹ CN 1: HMT-KDML 105 (70:30, 50:50 และ 30:70) = แป้งข้าวชัณภาพ 1 ผสมด้วยแป้งข้าวคัดแปร 105 คัดแปร ร้อยละ 30, 50 และ 70, CN 1: HMT-RD 6 (70:30, 50:50 และ 30:70) = แป้งข้าวชัณภาพ 1 ผสมด้วยแป้งข้าวเหนียว 6 คัดแปร ร้อยละ 30, 50 และ 70 ² ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์จาก 2 ตัวอย่าง ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงค่าสีและจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาเส้นบะหมี่สดจากแป้งข้าวผสมแป้งข้าวคัดแปร

ผลการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงค่าสี จำนวนเชื้อ อี โคไล ยีสต์ และเชื้อรา ของเส้นบะหมี่สดจากแป้งข้าวผสมแป้งข้าวคัดแปร ที่เก็บรักษาในตู้แช่เย็น เป็นเวลา 5 วัน (ตารางที่ 8) ปรากฏว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า L* มีแนวโน้ม

เพิ่มขึ้น ส่วน ค่า b* มีแนวโน้มลดลง แสดงว่า เส้นมะหมีมีสีเหลืองลดลง หรือมีสีซีด ส่วนจำนวนเชื้อจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเส้นมะหมีสด (มพช., 2552)

ตารางที่ 8 ค่าสีและจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาเส้นมะหมีสดจากแป้งข้าวผสมแป้งข้าวคั่วแปรรูป

อายุ การเก็บรักษา (วัน)	ค่าสี ¹			เชื้อจุลินทรีย์	
	L*	a*	b*	เชื้อ อี โคไล	ยีส และเชื้อรา
				(< 3 MPN/ sample1 g)	(≤100 Colony/sample1 g)
1	85.35 a±0.14	0.18 b±0.01	17.17 a±0.20	ไม่พบ	100
3	84.56 b±0.40	0.34 a±0.03	15.94 b±0.01	ไม่พบ	<100
5	82.89 c±0.37	0.33 a±0.01	15.81 b±0.14	ไม่พบ	<100

หมายเหตุ ¹ ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์จาก 2 ตัวอย่าง ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p≤0.05)

สรุป

ในงานวิจัยเพื่อพัฒนาการใช้แป้งข้าวคั่วแปรรูปด้วยความร้อนร่วมกับความชื้นทำผลิตภัณฑ์มะหมีสดแทนแป้งสาลี ปรากฏว่า การใช้แป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 คั่วด้วยความร้อนร่วมกับความชื้นร้อยละ 30 ผสมกับแป้งข้าวชัยนาท 1 สามารถทำผลิตภัณฑ์มะหมีจากแป้งข้าวได้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีความแน่นเนื้อและกลืนเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ผลการวิจัยนี้มีความเป็นไปได้สูงที่อุตสาหกรรมอาหารจะนำไปเป็นแนวทางในการผลิตโดยส่งเสริมการใช้วัตถุดิบในประเทศและลดการนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศได้ โดยอาจนำแป้งข้าวคั่วแปรรูปมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวผสมสำเร็จรูป เช่น ผลิตภัณฑ์แป้งข้าวสำเร็จรูปสำหรับทำมะหมี หรืออาจนำแป้งข้าวคั่วแปรรูปมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเส้นประเภทอื่น เช่น สปาเกตตีจากแป้งข้าวต่อไป

คำนิยม

งานวิจัยนี้ ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยหลักจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก รวมทั้งได้รับทุนสนับสนุนบางส่วนจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มก.

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2552. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเส้นมะหมีสด. มพช. 732/2552.
อรอนงค์ นัยวิกุล. 2550. ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
กรุงเทพฯ.

- A.A.C.C. 1990. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th ed.
The American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota.
- . 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th ed.
The American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota.
- A.O.A.C. 2000. Official Methods of Analysis International. 17th ed. The Association of Official Analytical
Chemists, Inc., Virginia.
- Chaichaw, C. and O. Naivikul. 2009. Morphology and physicochemical properties of rice flour modified by
heat-moisture treatment, pp. 524-531. *In* R.O. The Proceeding of 47th Kasetsart University Annual
Conference Vol. 8 Subject: Agro-Industry. Kasetsart University, Bangkok.
- Horndok, R. and A. Noomhorm. 2007. Hydrothermal treatments of rice starch for improvement of rice
noodle quality. *LWT*. 40: 1723-1731.
- Juliano, B. O. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Sci. Today*. 16: 334-340.
- Lorlowhakarn, K. and O. Naivikul. 2006. Modification of rice flour by heat moisture treatment (HMT) to
produce rice noodles. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*. 40 (suppl.): 135-143.
- Zavareze, E. R., C. R. Storck, L. A. S. Castro, M. A. Schirmer and A. R. G. Dias. 2010. Effect of heat-moisture treatment on rice
starch of varying amylose content. *Food Chemistry*. 121: 358-365.