

บทความวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวหลามเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว

Development of Sticky Rice in Bamboo for Value-added Local
Agricultural Products in Sakaeo Province Area

นรินทร์ เจริญพันธ์^{1,*} และ สุธี วังเตื่อย²

Narin Charoenphun^{1,*} and Sutee Wangtueai²

บทคัดย่อ

ข้าวหลามเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมซึ่งได้จากการนำข้าวเหนียว กะทิ น้ำตาล และอาจเติมส่วนประกอบอื่นมาผสมกันแล้วนำมาบรรจุในกระบอกไม้ไผ่ จากนั้นนำไปเผาจนสุก วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวหลาม เริ่มจากการศึกษาสัดส่วนของข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวกล้องงอกที่เหมาะสมในการผลิตข้าวหลาม โดยการแปรเปลี่ยนอัตราส่วนของข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวกล้องงอก 5 ระดับ คือ 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 (w/w) ตามลำดับ พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ 50:50 (w/w) เนื่องจากได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูง การพัฒนารสชาติด้านความหวาน โดยใช้สารให้ความหวาน 3 ชนิด คือ น้ำตาลทรายขาว (สูตรควบคุม) น้ำอ้อยคั้นสดเข้มข้น และน้ำอ้อยคั้นสดเข้มข้นผสมกับน้ำอ้อยผง จากการทดสอบความชอบของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 50 คน ด้วยการให้คะแนนความชอบตามวิธี 9-point hedonic scale พบว่า ข้าวหลามสูตรที่ใช้ น้ำอ้อยคั้นสดเป็นสารให้ความหวาน ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมใกล้เคียงกับสูตรควบคุม (น้ำตาลทรายขาว) ส่วนคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและกลิ่นไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) จากนั้นพัฒนาลักษณะปรากฏ และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวหลาม พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยด้านความชอบรวมของข้าวหลามที่เติมมันสำปะหลัง (พันธุ์ 5 นาที) มันเทศ และลำไยอบแห้ง เท่ากับ 7.78 7.83 และ 7.42 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก

คำสำคัญ: ข้าวหลาม ข้าวกล้องงอก ข้าวเหนียว มันสำปะหลัง มันเทศ

ABSTRACT

Khao-larm (sticky rice in bamboo) is one of well-known sticky rice products normally which comprise coconut milk, sugar, and adding other ingredients. Those ingredients are mixed, placed into the green bamboo tube, and then cooked by using roasting method. This study aimed to investigate germinated brown sticky rice as a nutrition enrichment in Khao-larm product. The five ratios of white sticky rice to germinated brown sticky rice at 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100 (w/w) were studied. The ratio of 50:50 (w/w) was obtained high acceptability scores in terms of overall taste, texture and overall acceptability. Three types of sweeteners (white sugar (control), fresh sugar cane juice and fresh sugar cane juice with brown sugar) was utilized for improving the taste attribute of products. Sensory evaluation was applied to evaluate the acceptability of product by using 9-point hedonic scale with 50 untrained panelists. The results revealed that Khao-larm formula using fresh sugar cane juice received a similar score of taste, texture and overall acceptability compared to control (white sugar). However, the appearance and odor score of both samples were not significantly different ($p > 0.05$). The developing of product appearance and nutritional enrichment of Khao-larm was carried out. Consumers rated the average acceptability scores of Khao-larm being added cassava, sweet potato, and dried longan at 7.78, 7.83 and 7.42, respectively with the level of “like moderately to like very much”.

Keywords: Khao-larm, Germinated brown sticky rice, Sticky rice, Cassava, Sweet potato

*narinch@buu.ac.th

¹Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

²Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai

บทนำ

ข้าวหอม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำข้าวเหนียว กะทิ น้ำตาล และเกลือ อาจเติมส่วนประกอบอื่นๆ เช่น สังกะยา ผีอก ถั่ว เนื้อสัตว์ ผัก หรือ ผลไม้ มาบรรจุในกระบอกไม้ไผ่แล้วปิ้งจนสุก และอาจนำเนื้อข้าวหอมจากกระบอกไม้ไผ่มาบรรจุในภาชนะบรรจุอื่น [1] ซึ่งในสมัยก่อนคนไทยจะใช้กระบอกไม้ไผ่ในการหุงข้าวข้าวที่ได้มีลักษณะเป็นทรงกระบอกที่ถูกเชื่อมกันไว้ด้วยเยื่อไผ่ทำให้เป็นรูปทรงสวยงาม ปัจจุบันนี้คนไทยนิยมรับประทานข้าวหอมเป็นขนมหวาน โดยมีส่วนผสมหลักคือ ข้าวเหนียว กะทิ และน้ำตาล บางสูตรอาจมีการใส่ถั่วดำ หรือส่วนผสมอื่นที่หลากหลายขึ้น เช่น ข้าวหอมสอดไส้โมจิ ซึ่งเป็นข้าวหอมที่นำเอาไส้ขนมโมจิที่เป็นที่นิยมและชื่นชอบ เช่น ไส้ถั่วไข่เค็ม แห้ว ผีอก มะพร้าวอ่อน ฯลฯ ใส่ในเนื้อข้าวหอม ทำให้ได้รสชาติ กลมกล่อมและเสริมคุณค่าทางโภชนาการ แหล่งผลิตข้าวหอมที่มีชื่อเสียงและเป็นผลิตภัณฑ์ของฝากประจำท้องถิ่นในประเทศไทย ได้แก่ ข้าวหอมหนองมน อำเภอแสนสุข จังหวัดชลบุรี ข้าวหอมพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ข้าวหอมแม่สวิงหนองเบน อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ข้าวหอมชุมชนบ้านสวนตาล อำเภอเมือง จังหวัดน่าน และข้าวหอมบ้านพร้าว อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว แต่ปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบของบรรจุภัณฑ์ข้าวหอมทดแทนการใช้ไม้ไผ่ เช่น ข้าวหอมในลูกมะพร้าวอ่อน [2] และข้าวหอมบรรจุในถ้วยฟลอยด์พร้อมฝาพลาสติกปิดสนิท ซึ่งสามารถเก็บรักษาในตู้เย็นได้นานถึง 1 เดือน เวลารับประทานก็เพียงนำมาอุ่นในตู้ไมโครเวฟ [3] เป็นต้น

แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวหอมให้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ โดยการใช้วัตถุดิบจากพืชเศรษฐกิจในท้องถิ่น และการพัฒนาสูตร เนื้อสัมผัส รสชาติ และลักษณะปรากฏของข้าวหอมให้มีลักษณะเฉพาะที่โดดเด่น เป็นเอกลักษณ์ จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวหอมที่หลากหลาย และอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ เพิ่ม

ศักยภาพแข่งขันทางการตลาด ข้าวกล้องงอก (germinated brown rice) เป็นนวัตกรรมหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจ อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะสารกาบา (gamma aminobutyric acid, GABA) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนจากกระบวนการดีคาร์บอกซิเลชันของกรดกลูตามิก มีความสำคัญในการทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาทประเภทสารยับยั้ง ในระบบประสาทส่วนกลาง ทำหน้าที่รักษาสมดุลในสมอง ช่วยทำให้สมองผ่อนคลายและนอนหลับสบาย อีกทั้งยังช่วยกระตุ้นต่อมไร้ท่อ ซึ่งทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมนที่ช่วยในการเจริญเติบโต ทำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ กระชับ และเกิดสารไลโปโทรปิก (lipotropic) ป้องกันการสะสมไขมัน [4] การใช้ข้าวกล้องงอกสดเป็นสารให้ความหวานในข้าวหอม เนื่องจากอ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจหลัก มีปริมาณผลผลิตมากในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว ราคาถูก รสชาติหอมหวาน เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตามธรรมชาติ นอกจากนี้ยังคงคุณค่าทางโภชนาการทั้งวิตามิน และแร่ธาตุต่างๆ สูงกว่าน้ำตาลทรายขาว ซึ่งผ่านกระบวนการแปรรูปหลายขั้นตอน รวมถึงการฟอกสี ทำให้วิตามินและแร่ธาตุที่มีประโยชน์ ถูกทำลายเกือบหมด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตข้าวหอมจากข้าวกล้องงอกเสริมคุณค่าทางโภชนาการ โดยการเติมส่วนผสมของพืชเศรษฐกิจท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว ทั้งนี้ใช้ต้นแบบผลิตภัณฑ์ข้าวหอมของข้าวหอมป่าบาง อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว ซึ่งเป็นสินค้า OTOP (One Tambon One Product) ประจำจังหวัด และมีแนวคิดในการใช้ทรัพยากรของท้องถิ่น ได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง มันเทศ และลำไย เพื่อเสริมคุณค่าทางโภชนาการให้ผลิตภัณฑ์ อันจะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าสูงสุด ซึ่งเป็นการสร้าง อัตลักษณ์ให้กับผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น และยังสามารถนำไปขยายผลเป็นโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีต่อเนื่องได้ในอนาคตเพื่อสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ และมีความหลากหลายได้ต่อไป

*narinch@buu.ac.th

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

² คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. สํารวจข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

สํารวจเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการข้าวหลามของ อำเภอดอนจาน จังหวัดสระแก้ว จำนวน 10 ราย เพื่อการวางต้นแบบของผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ในอนาคต ด้านลักษณะผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบ เทคนิคและวิธีการผลิต รวมทั้งกระบวนการเผาข้าวหลาม เป็นต้น และสอบถามผู้บริโภคทั่วไปในเขตจังหวัดสระแก้ว จำนวน 100 คน โดยใช้แบบสอบถาม เพื่อศึกษาทัศนคติและความต้องการของผู้บริโภค ตลอดจนรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ สรุปข้อมูลเป็นข้อกำหนดรายละเอียดผลิตภัณฑ์ สูตร วัตถุดิบ และกรรมวิธีการผลิต

2. การเตรียมข้าวเหนียวกล็องงอก

ทำการเตรียมข้าวเหนียวกล็องงอกตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Sootthiboon (2006) [5] ที่จะทำให้เกิดปริมาณสารกาบาได้สูงสุด โดยใช้ข้าวเหนียวกล็องพันธุ์ กข 6 (*Oryza sativa* L.) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีการปลูกมากในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว นำข้าวเปลือกมาสีเอาเปลือกออก แช่น้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง แล้วกรองแยกน้ำด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นวางข้าวใส่ตะกร้าพลาสติกที่มีผ้าขาวบางรอง และบรรจุในกล่องพลาสติกปิดฝา บ่มที่ 35±1 องศาเซลเซียส นาน 21 ชั่วโมง ระหว่างการบ่มต้องนำตัวอย่างมาล้างน้ำสะอาดทุกๆ 6 ชั่วโมง เพื่อป้องกันการเกิดกระบวนการหมัก

3. การศึกษาสัดส่วนข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวกล็องงอกที่เหมาะสมในการผลิตข้าวหลาม

ศึกษาสัดส่วนข้าวเหนียวกล็องงอกนึ่งสุก (ผ่านการนึ่งด้วยไอน้ำอุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที) และข้าวเหนียวขาว (ผ่านการแช่น้ำเย็น 6 ชั่วโมง) ที่เหมาะสมในการใช้ผลิตข้าวหลาม โดยการแปรเปลี่ยน

อัตราส่วนของข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวกล็องงอกนึ่งสุก 5 สูตรการทดลอง ดังนี้ 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 (โดยน้ำหนัก (w/w)) ใช้ข้าวเหนียวที่ผสมกันตามอัตราส่วนจำนวน 100 กรัม ใส่ลงในถ้วยอะลูมิเนียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร เติมน้ำกะทิ 30 กรัม ผสมน้ำตาลทรายขาว 17 กรัม แล้วให้ความร้อนด้วยไอน้ำ โดยการนึ่งในหม้อนึ่ง อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที จนข้าวสุก จากนั้นทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรสข้าว รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ทั้ง 5 สูตรการทดลอง โดยวิธี 9-point hedonic scale กำหนดระดับคะแนน คือ 1 ไม่ชอบมากที่สุด 5 เฉยๆ และ 9 ชอบมากที่สุด

4. การพัฒนารสชาติของข้าวหลามข้าวเหนียวกล็องงอก

นำสัดส่วนข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวกล็องงอกที่ได้จากการคัดเลือก ข้อ 3 มาปรับปรุงรสชาติ โดยใช้น้ำตาลอ้อย (ชนิดเข้มข้นและชนิดผง) ทดแทนน้ำตาลทรายขาว โดยผลิตข้าวหลาม 3 สูตรการทดลอง ดังนี้ สูตรที่ 1 ใช้น้ำตาลทรายขาว (สูตรควบคุม) สูตรที่ 2 ใช้น้ำอ้อยเข้มข้นสดเข้มข้น (45 องศาบริกซ์) และสูตรที่ 3 ใช้น้ำอ้อยเข้มข้นผสมกับน้ำอ้อยผง ทุกสูตรปรับความหวานสุดท้ายให้เท่ากันที่ 35 องศาบริกซ์ (Table 1) และทำการผลิตข้าวหลามตามขั้นตอนดังนี้

1. ผสมกะทิ น้ำตาล และเกลือ รวมกันแล้วคนให้เข้ากันจนน้ำตาลละลาย
2. ผสมข้าวเหนียวขาวที่ผ่านการแช่น้ำและข้าวเหนียวกล็องงอกนึ่งสุก (ในอัตราส่วนที่ได้จากข้อ 3)
3. ใส่ข้าวลงในกระบอกไม้ไผ่ ประมาณ 50 กรัม/กระบอก (กระบอกไม้ไผ่ยาวประมาณ 11 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร) โดยเหลือพื้นที่ด้านบนกระบอก (head space) ไว้ประมาณ 2 นิ้ว สำหรับปิดจุก

*narinch@buu.ac.th

¹Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

²Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai

4. เทนน้ำกะทิที่ผสมแล้ว ใส่ลงไปนึ่งในกระบอกข้าวที่ละน้อย จนกระทั่งน้ำกะทิท่วมข้าว (ประมาณ 50 มิลลิลิตร/กระบอก)

5. ปิดกระบอกข้าวหาลามด้วยจุกใบตองห่อกาบมะพร้าวทรงกลม

6. เผาข้าวหาลามในเตาเผาแบบปิด ขนาด 120x170 เซนติเมตร ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

7. ทิ้งไว้ให้อุ่น ประมาณ 15 นาที แล้วทำการปอกเปลือกกระบอกไม้ไผ่ให้บาง

นำข้าวหาลามที่ได้ไปทดสอบความชอบของผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน โดยการให้คะแนนความชอบ ด้วยวิธี 9-point hedonic scale และคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม เพื่อนำไปพัฒนาขั้นตอนต่อไป พร้อมทั้งวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เกล็ด และเยื่อใย ตามวิธีของ AOAC (2000) [6] และวิเคราะห์หาปริมาณกรดแกมมาอะมิโนบิวทิริก (gamma amino butyric acid, GABA) ตามวิธีการของ Ade และคณะ (1998) [7] ในสูตรที่ถูกคัดเลือก

Table 1 Mixed sticky rice in bamboo using three sweeteners

Ingredients	Treatment 1 (g)	Treatment 2 (g)	Treatment 3 (g)
Milled sticky rice	600	600	600
GBSR	600	600	600
Sucrose	300	0	0
Concentrated fresh sugar cane juice (45°Bx)	0	460	200
Brown sugar cane powder	0	0	100
Coconut milk	360	0	360
Crushed coconut *	-	200	-
Salt	10	10	10
Total	1870	1870	1870

Note: * Crushed coconut was mixed with concentrated fresh sugar cane and squashed to obtain liquid

5. การพัฒนาลักษณะปรากฏของข้าวหาลามข้าวเหนียวกลิ้งงอก

การพัฒนาลักษณะปรากฏข้าวหาลามด้วยการเติมมันสำปะหลังพันธุ์ห่านาที่ มันเทศ และลำไยอบแห้ง ปริมาณ 200 กรัม (จำนวน 3 สูตร) ทำการทดสอบความชอบกับผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 60 คน โดยการให้คะแนนความชอบ ด้วยวิธี 9-point hedonic scale

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สํารวจข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

จากการสำรวจพฤติกรรมและการบริโภคข้าวหาลามของผู้บริโภคทั่วไปในพื้นที่ จังหวัดสระแก้ว จำนวน 100 คน ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 70 และเพศชายร้อยละ 30 ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 21-30 ปี (ร้อยละ 30) ระดับการศึกษา ประถมศึกษาถึงปริญญาตรี (ร้อยละ 95) มีอาชีพที่

*narinch@buu.ac.th

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

² คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่

หลากหลาย ทั้งรับจ้างทั่วไปและ เกษตรกร (ร้อยละ 30) นักเรียนและนักศึกษา (ร้อยละ 28) พนักงานบริษัท (ร้อยละ 12) ผู้บริโภคร้อยละ 95 เคยรับประทานข้าวหลาม ซึ่งส่วนใหญ่จะรับประทานข้าวหลามกะทิแบบทั่วไป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวหลาม พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ซื้อข้าวหลามเสริมคุณค่าทางโภชนาการจากข้าวกล้องงอก และข้าวหลามเพิ่มใยอาหาร ผู้บริโภคต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายของสี ผลิตภัณฑ์ต้องมีรสหวานปานกลาง รสเค็มเล็กน้อย และมีกลิ่นหอมตามธรรมชาติของส่วนผสมในระดับปานกลาง หากมีการปรุงแต่งกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ ต้องการให้มีการเติมมันสำปะหลัง ข้าวกล้องงอก และมันเทศ ส่วนข้อมูลในด้านการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ในอนาคตหากมีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ข้าวหลามเสริมคุณค่าทางโภชนาการ ผู้บริโภคต้องการซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 88 และ ไม่น่าใจร้อยละ 12 เนื่องจากไม่ชอบรับประทานข้าวหลาม และไม่แน่ใจว่าอร่อยหรือไม่ ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวหลามเสริมคุณค่าทางโภชนาการในขั้นตอนต่อไป

2. การศึกษาสัดส่วนข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวกล้องงอกที่เหมาะสมในการผลิตข้าวหลาม

จาก Table 2 อัตราส่วนของข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวข้าวกล้องงอกที่แตกต่างกันทั้ง 5 สูตร คือ 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 มีผลต่อคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ (สีและลักษณะของน้ำกะทิ) กลิ่นรสหอมข้าวเหนียว รสชาติโดยรวม เนื้อสัมผัส (การยึดเกาะและความนุ่มเหนียว) และความชอบโดยรวม ($p < 0.05$) พบว่าลักษณะปรากฏที่สังเกตเห็นได้ สีของข้าวหลามมีแนวโน้มเข้มขึ้น แปรผันตรงกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณข้าวเหนียวกล้องงอกซึ่งมีสีน้ำตาลอ่อน โดยทั่วไปข้าวเหนียวกล้องงอกเยื่อหุ้มเมล็ดมีสี

ตั้งแต่สีขาว สีนํ้าตาลอ่อน แดงม่วงจนเกือบดำ ขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวและระดับการขัดสี สารสีเหล่านี้อยู่ในชั้นเยื่อหุ้ม (pericarp) ผลและเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) [8] ในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบข้าวเหนียวกล้องงอกจะผ่านขั้นตอนการทำให้สุกโดยการนึ่งก่อน หากไม่ผ่านการทำให้สุกแล้วเติมนํ้าตาลและส่วนผสมอื่นลงไป จะทำให้ข้าวเหนียวกล้องงอกไม่สุก มีเนื้อสัมผัสแข็งเนื่องจากนํ้าตาลจะไปห่อหุ้มเยื่อหุ้มเมล็ดไว้ซึ่งหากต้องการทำให้สุกต้องใช้ระยะเวลาหนึ่งนานมากขึ้น เมื่อพิจารณาส่วนประกอบของเมล็ดข้าวกล้อง พบว่ามีชั้นของเยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ด และเยื่ออะลิวโรนที่อุดมไปด้วยโปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ดังนั้นการบริโภคข้าวกล้อง จะให้คุณค่าทางอาหารสูง แต่ให้ความรู้สึกระด้างขณะเคี้ยวมากกว่าข้าวสารขัดขาว ทั้งนี้เพราะเส้นใยจากเซลลูโลส และโปรตีนในข้าวกล้องที่ขัดขวางไม่ให้นํ้าซึมผ่านเข้าไปภายในเมล็ดได้ง่าย จึงทำให้ข้าวกล้องกระด้างและใช้เวลาทำให้สุกนานกว่าข้าวขัดขาว [9]

ลักษณะของข้าวเหนียวขาวที่ใช้ในส่วนผสมเป็นข้าวที่ผ่านการแช่นํ้า แต่ยังไม่ผ่านการให้ความร้อนต่างจากข้าวเหนียวกล้องงอกที่ผ่านการแช่นํ้า ทำให้งอกและให้ความร้อนบางส่วนมาแล้ว ดังนั้นลักษณะทางกายภาพของข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวกล้องงอกหนึ่งสุกจึงมีความแตกต่างกัน สูตรการทดลองที่มีปริมาณข้าวเหนียวกล้องงอกเพิ่มมากขึ้น เกิดการเยิ้มของนํ้ากะทิ อาจเนื่องจากนํ้ากะทิ มีไขมันเป็นองค์ประกอบ เข้าไปขัดขวางการรวมตัวของนํ้ากับสตาร์ชในข้าว การทำหน้าที่เป็นตัวประสานของข้าวเหนียวขาวจึงดีกว่าข้าวเหนียวกล้องงอกหนึ่งสุก เนื่องจากเกิดความเหนียว ช่วยเพิ่มการยึดเกาะตัวกันของข้าวเหนียว [10] มีรายงานองค์ประกอบทางเคมีของข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต สตาร์ชทั้งหมด โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และอะไมโลส เท่ากับ ร้อยละ 89.70 89.04 9.30 0.52 0.23 0.29 และ 5.56 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

*narinch@buu.ac.th

¹Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

²Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai

จะเห็นว่า องค์ประกอบของข้าวเหนียวขาวส่วนใหญ่เป็นแป้ง เมื่อแป้งผสมกับน้ำ โครงสร้างที่เป็นระเบียบของเมล็ดแป้งในธรรมชาติจะทำให้แป้งดูดซึมน้ำได้อย่างจำกัด โดยสารละลายแป้งที่ได้จะมีลักษณะเป็นสีขาวขุ่นแขวนลอยในน้ำ สกัดจากสีของเมล็ดข้าวที่แห้งกับเมล็ดที่แช่น้ำจะแตกต่างกัน แต่ถ้าตั้งทิ้งไว้ระยะหนึ่งและให้ความร้อนเมล็ดข้าวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างทำให้เกิดการพองตัวมากขึ้น เป็นผลให้ปริมาตรของเมล็ดข้าวในของเหลวเพิ่มมากขึ้นพร้อมกับบางส่วนของโมเลกุลในเมล็ดข้าวหลุดออกมาจากเมล็ด มีความหนืดมากขึ้น ความหนืดที่เกิดขึ้นนี้เป็นผลจากกระบวนการเจลาติไนเซชัน [11-13] ดังนั้นในการทดลองนี้ข้าวเหนียวขาวจะเกิดกระบวนการเจลาติไนเซชัน

ระหว่างการนี้ ในขณะที่ข้าวเหนียวกลิ้งงอกสุกที่ผ่านขั้นตอนนี้มาแล้วในระหว่างการเตรียมที่ 90-95 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที เกิดเจลาติไนเซชัน โดยสมบูรณ์ไปแล้ว สูตรที่มีข้าวเหนียวขาวปริมาณสูงจึงมีความหนืดสูงกว่าสูตรที่มีข้าวเหนียวขาวน้อย ส่งผลให้การจับตัวกันของส่วนผสมต่างๆ เกิดได้ดี ในขณะที่ สูตรที่มีข้าวเหนียวกลิ้งงอกปริมาณสูง เกิดการเฝื่อนของน้ำกะทิออกมา นอกจากนี้ไขมันในเมล็ดข้าวและไขมันจากกะทิอาจส่งผลต่อคุณภาพของข้าวหลาม โดยไขมันจะขัดขวางการเกิดเจลาติไนเซชัน การจับตัวกับน้ำของแป้งในเมล็ดข้าวเหนียว โดยไขมันจะรวมตัวกับอะมิโลสเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนเฉื่อย ทำให้เกิดกระบวนการเจลาติไนเซชันต่ำ [11]

Table 2 The liking score (n = 20) for the different ratios of milled sticky rice to germinated brown sticky rice (GBSR).

Attributes	Ratio of milled sticky rice to GBSR				
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
Appearance	7.95±0.76 ^a	7.55±0.51 ^a	7.45±0.51 ^a	5.25±0.97 ^b	3.55±0.76 ^c
Rice flavor	7.80±0.61 ^a	7.55±0.51 ^a	7.70±0.47 ^a	7.05±0.82 ^b	6.50±0.76 ^c
Overall taste	7.95±0.51 ^a	7.80±0.61 ^{ab}	7.75±0.63 ^{ab}	7.45±0.68 ^{bc}	7.30±0.73 ^c
Texture	7.80±0.52 ^a	7.75±0.55 ^a	7.75±0.55 ^a	7.10±0.71 ^b	6.30±0.79 ^c
Overall liking	7.80±0.60 ^a	7.50±0.60 ^a	7.45±0.60 ^a	6.50±0.82 ^b	5.35±0.99 ^c

Remark: mean±SD and ^{a, b, c} means within each row indicate significant differences (p≤0.05) using Duncan's multiple range test.

ด้านกลิ่นหอมข้าวกลิ้ง (ความรู้สึกหลังการเคี้ยว) สูตรที่มีการใช้ข้าวกลิ้งงอร้อยละ 100 มีคะแนนการยอมรับน้อยกว่า โดยข้าวเหนียวกลิ้งงอกมีลักษณะเฉพาะของกลิ่น ที่ชัดเจนกว่าข้าวเหนียวขาว และยังมีความนุ่มลิ้นเมื่อสัมผัสลิ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีระหว่างการงอกเกิดการย่อยสลายสารอาหารที่สะสมในเมล็ดข้าวกลิ้งงอก ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ซึ่งจะถูกลดลงโดยเอนไซม์ที่สร้างขึ้นมา จากการสลายตัวของสารพอลิเมอร์

ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ต่างๆ เหล่านี้ ให้สารชีวภาพที่มีคุณค่าต่อร่างกาย และช่วยปรับปรุงคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของข้าวกลิ้งงอกให้ความนุ่มมากขึ้น [14]

รสชาติโดยรวมของทั้ง 5 สูตรการทดลอง พบว่าให้รสชาติหวานมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05) สูตรที่มีการเติมข้าวเหนียวกลิ้งงอกสูงจะให้รสหวานเฉพาะของข้าวเหนียวกลิ้งงอก เนื่องจากเกิดการย่อยสลายสารอาหารที่สะสมในเมล็ดข้าวเหนียวกลิ้งงอกระหว่างการงอก โดยคาร์โบไฮเดรตจะถูกย่อยสลาย ด้วยเอนไซม์

*narinch@buu.ac.th

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

² คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่

ไฮโดรเลส เช่น อะไมเลส และฟอสฟอรีเลส เกิดน้ำตาลที่ละลายได้ ทำให้ข้าวเหนียวกึ่งล่องงอกมีรสหวาน [14] สูตรที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวกึ่งล่องงอก 100:0 (w/w) มีคะแนนความชอบทุกด้านสูงที่สุด และสูตรที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวกึ่งล่องงอกหนึ่งสูงเป็น 0:100 (w/w) มีคะแนนความชอบต่ำที่สุด และเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมของทั้ง 5 สูตรการทดลอง พบว่า สูตรที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ ข้าวหลามข้าวเหนียวกึ่งล่องงอก คือ สูตรที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวกึ่งล่องงอก 50:50 (w/w)

3. การพัฒนารสชาติของข้าวหลามข้าวเหนียวกึ่งล่องงอก

ผลการปรับปรุงรสชาติของข้าวหลามโดยใช้สารให้ความหวานจากธรรมชาติ (น้ำตาลอ้อย) ทดแทนน้ำตาลทรายขาว แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคจำนวน 50 คน ใน Table 3 พบว่า สูตรที่ 1 มีค่าคะแนนความชอบรวมสูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ปัจจัยคุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏ และ กลิ่นรสข้าว ทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) เมื่อสังเกตด้วยตาเปล่าสีของสูตรที่ 3 มีสีน้ำตาลเข้มกว่าสูตรที่ 2 เนื่องจากสีของน้ำตาลทรายแดงที่มีสีเข้ม คะแนน

ความชอบด้านรสชาติรวมสูตรที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ทั้งนี้สูตรที่ 2 มีกลิ่นหอมของน้ำตาลอ้อยคั้นสด เป็นลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากการใช้น้ำตาลทรายขาว ส่วนสูตรที่ 3 มีกลิ่นไหม้ตกค้างเล็กน้อยอาจเนื่องมาจากการใช้น้ำอ้อยผงซึ่งผ่านกระบวนการทำให้เข้มข้นด้วยความร้อนสูงและเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ในระหว่างการให้ความร้อน โดยทั่วไป ผลึกของน้ำตาลจะหลอมตัวเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงและมีการเกิดพอลิเมอร์ของสารประกอบคาร์บอนได้เป็นสารที่มีกลิ่นและรส ถ้าใช้อุณหภูมิสูงทำให้น้ำตาลเปลี่ยนเป็นน้ำตาลไหม้หรือคาราเมล เรียกกระบวนการนี้ว่า คาราเมลไลเซชัน ทำให้อาหารเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล [15] ด้านเนื้อสัมผัสสูตรที่ 2 ให้ลักษณะที่ไม่แตกต่างจากสูตรที่ 1 ในขณะที่สูตรที่ 3 มีสีน้ำตาลเข้ม และมีกลิ่นคล้ายน้ำตาลไหม้ จึงได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาจากปัจจัยคุณภาพ ทั้งลักษณะปรากฏ กลิ่นรสข้าว รสชาติโดยรวม เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม สูตรที่ 2 ได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าสูตรที่ 3 แต่สูตรที่ 2 ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรที่ 1 ($p>0.05$) จึงคัดเลือกไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวหลามข้าวกึ่งล่องงอกเสริมคุณค่าทางโภชนาการในขั้นตอนต่อไป

Table 3 The liking score (n = 50) for three different sweeteners in the mixture of milled sticky rice and germinated brown sticky rice in bamboo.

Attribute	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3
Appearance	7.04±1.48 ^{ns}	6.72±1.14 ^{ns}	6.72±1.49 ^{ns}
Rice flavor	6.96±1.12 ^{ns}	6.50±1.25 ^{ns}	6.70±1.34 ^{ns}
Overall taste	7.34±1.23 ^a	6.40±1.16 ^b	6.50±1.40 ^b
Texture	7.18±1.26 ^a	6.86±1.16 ^{ab}	6.66±1.32 ^b
Overall liking	7.34±1.06 ^a	6.90±1.44 ^{ab}	6.54±1.33 ^b

Remark: mean±SD, ^{a, b, c} means within each row indicate significant differences ($P\leq 0.05$) and ^{ns} means within each row indicate no significant differences ($p> 0.05$) using Duncan's multiple range test.

*narinch@buu.ac.th

¹Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

²Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวหอมข้าวกล้องงอกสุกที่มีการใช้น้ำอ้อยคั้นสดเป็นสารให้ความหวาน พบว่า มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และเยื่อใย ร้อยละ 49.49 33.33 6.01 7.92 2.33 และ 0.92 ตามลำดับ สารกาบาในข้าวกล้องงอก และข้าวกล้องงอกที่ผ่านการนึ่ง เท่ากับ 4.04 และ 3.62 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม แสดงให้เห็นว่าข้าวหอมข้าวเหนียวกล้องงอกเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยที่โปรตีนในเมล็ดข้าวจะถูกย่อยโดยเอนไซม์โปรติเอส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สร้างขึ้นใหม่ในระหว่างการงอกของเมล็ดทำให้เกิดสารกาบาที่มีบทบาทสำคัญในการเป็นสารสื่อประสาทภายในระบบประสาทส่วนกลาง ป้องกันการเสื่อมของสมอง [16] ในการทดลองนี้ได้วิเคราะห์หาปริมาณสารกาบาในข้าวกล้องงอก และข้าวกล้องงอกที่ผ่านการนึ่ง พบว่า สารกาบาในข้าวกล้องงอกมีปริมาณ 4.04 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และสารกาบาในข้าวกล้องงอกที่ผ่านการนึ่งมีปริมาณลดลงเหลือ 3.62 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม โดยปกติแล้วสารกาบาจะไม่สลายตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส [17] การที่สารกาบามีปริมาณลดลงอาจเกิดจากสมบัติของสารกาบาที่เป็นสารที่ละลายง่ายในน้ำ อาจส่งผลทำให้ละลายออกไปกับน้ำในระหว่างการนึ่ง สอดคล้องกับรายงานของอรัญญา และคณะ (2557) [18] ที่ศึกษาผลของระยะเวลาในการนึ่งต่อปริมาณสารกาบาของข้าวฮางพันธุ์สีดำ โดยการเตรียมข้าวฮางและข้าวฮางงอกจากข้าวพันธุ์สีดำ 2 พันธุ์ ได้แก่ หอมนิลและเหนียวดำ ระยะเวลาในการนึ่งข้าวฮางที่ศึกษา คือ 30 60 และ 90 นาที ที่อุณหภูมิน้ำเดือด พบว่าเมื่อระยะเวลาในการนึ่งนานขึ้น ส่งผลทำให้ปริมาณกาบาที่ตรวจได้ในข้าวฮางมีปริมาณน้อยกว่าข้าวฮางงอก และข้าวฮางงอกที่ผลิตจากข้าวหอมนิล มีปริมาณสาร กาบาสูงกว่าข้าวฮางงอกจากข้าวเหนียวดำ

4. การพัฒนาด้านลักษณะปรากฏของข้าวหอมข้าวเหนียวกล้องงอก

จากแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวหอมข้าวเหนียวกล้องงอกเสริมคุณค่าทางโภชนาการ (ข้อที่ 1) ผลิตภัณฑ์ข้าวหอมทั้ง 3 สูตร คือ สูตรมันสำปะหลัง (พันธุ์ 5 นาที) สูตรมันเทศ และสูตรลำไยอบแห้ง ได้รับการยอมรับจากการทดสอบด้วยผู้บริโภคทั่วไปในเขตจังหวัดสระแก้ว จำนวน 60 คน ซึ่งผู้ประเมินส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 61.7 และเพศชาย จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 38.3 ทั้ง 3 สูตรการทดลองได้รับคะแนนความชอบใกล้เคียงกัน โดยคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรสหอมข้าว รสชาติโดยรวม เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อยู่ที่ระดับชอบปานกลาง (6.98-7.83 คะแนน) ดังแสดงใน Table 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ข้าวหอมที่ผลิตได้ทั้ง 3 สูตรการทดลอง ดังแสดงใน Figure 1 สำหรับคะแนนการสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์โดยรวมทั้ง 3 สูตรการทดลอง พบว่าได้รับคะแนนการยอมรับเฉลี่ยโดยรวมข้าวเหนียวกล้องงอกเสริมคุณค่าทางโภชนาการ ทั้ง 3 สูตรอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ย 3.52 ถึง 3.88 จากคะแนนเต็ม 5 โดยผู้บริโภคมีความสนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์หากมีการวางจำหน่ายจริง (ร้อยละ 100) การเติมมันสำปะหลัง (พันธุ์ 5 นาที) มันเทศ และลำไยอบแห้ง ช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการด้วยสารอาหารที่หลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ข้าวหอม เช่น ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในมันสำปะหลัง (พันธุ์ 5 นาที) [11] กรดอะมิโน กรดไขมัน โทอะมิน ไบโอฟลาวิน ไนอะซิน โทโคฟีรอลหรือวิตามินอี บีตา-แคโรทีน โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และสารต้านอนุมูลอิสระสำคัญอีกหลายชนิดในมันเทศ [19] วิตามินซี แคลเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส โซเดียม โพแทสเซียม ไนอะซิน และวิตามินบี ในลำไยอบแห้ง [20] นอกจากนี้ยังส่งผลให้เกิดลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสที่ดีเป็นทางเลือกใหม่ดึงดูดความสนใจให้กับผู้บริโภคที่รักสุขภาพได้อีกทาง

*narinch@buu.ac.th

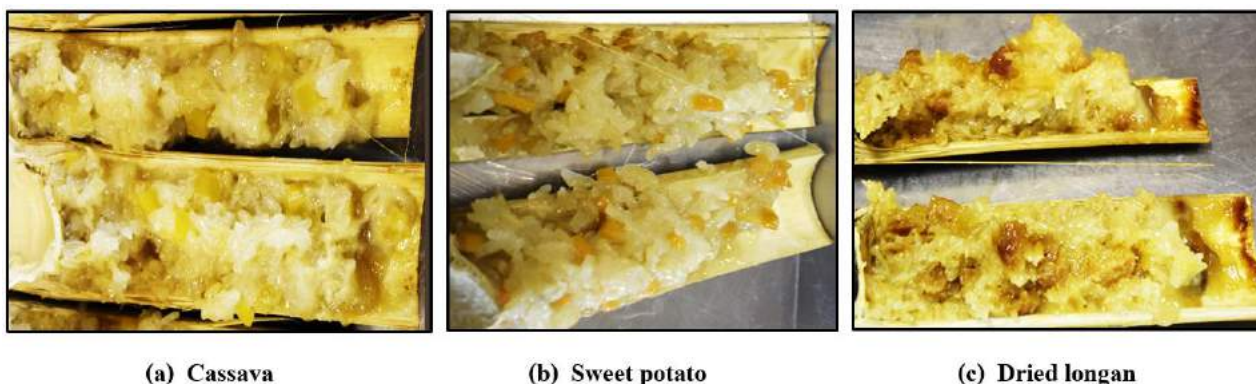
¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

² คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่

Table 4 The liking score (n = 60) of the mixture of milled sticky rice and germinated brown sticky rice in bamboo added cassava, sweet potato, and dried longan.

Attribute	Cassava	Sweet potato	Dried longan
Appearance	7.28±1.47 ^{ab}	7.50±1.24 ^a	6.98±1.47 ^b
Rice flavor	7.33±1.27 ^{ns}	7.40±1.18 ^{ns}	7.10±1.36 ^{ns}
Overall taste	7.48±1.30 ^a	7.58±1.34 ^a	7.00±1.34 ^b
Texture	7.52±1.17 ^{ns}	7.48±1.38 ^{ns}	7.23±1.25 ^{ns}
Overall liking	7.78±1.11 ^{ns}	7.83±1.21 ^{ns}	7.42±1.18 ^{ns}
Acceptance*	3.78±0.09 ^{ab}	3.88±0.96 ^a	3.52±1.03 ^b
Purchase (%)	100	100	100

Remark: mean±SD were collected by 9-point hedonic scale (1 = ‘dislike extremely’ and 9 = ‘like extremely’), * Acceptance were collected by 5-point scale and ^{ns} means within each row indicate no significant differences (p>0.05)

**Figure 1** Germinated brown sticky rice in bamboo added cassava (a), sweet potato (b), and dried longan(c)

สรุปผล

จากการศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวหอมข้าวเหนียวกล้องงอกเสริมคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า สัดส่วนข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวกล้องงอกที่เหมาะสมในการผลิตข้าวหอม คือ ร้อยละ 50 ต่อ 50 สูตรการผลิตที่ถูกคัดเลือกเพื่อผลิตเป็นข้าวหอมข้าวกล้องงอกประกอบด้วยข้าวเหนียวขาว ข้าวเหนียวกล้องงอก น้ำอ้อยคั้นสดเข้มข้น มะพร้าวขูดขาวสำหรับคั้นกะทิ และเกลือ ร้อยละ 32.10 24.6 10.7 และ 0.5 ตามลำดับ รสชาติของข้าวหอม

ด้วยน้ำอ้อยคั้นสดเข้มข้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนการความชอบรวมสูง (6.90 คะแนน) ซึ่งไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม (น้ำตาลทรายขาว) และให้รสชาติที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของน้ำอ้อยคั้นสด อีกทั้งการใช้น้ำอ้อยสดมาเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลทรายขาว เนื่องจากอ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการเพาะปลูกมากในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว และในฤดูการที่มีผลผลิตล้นตลาดอ้อยจะมีราคาตกต่ำ การใช้ประโยชน์จากน้ำอ้อยคั้นสดจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเกษตรกรได้ อีกทั้งจะได้อรรถรรวม

*narinch@buu.ac.th

¹Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo²Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai

หวานตามธรรมชาติของน้ำอ้อยสดที่จะเป็นอัตลักษณ์ที่สามารถดึงดูดใจผู้บริโภคได้อีกทางหนึ่งด้วย องค์ประกอบทางเคมีของข้าวหอมข้าวเหนียวกล้องงอกเสริมคุณค่าทางโภชนาการที่ผลิตได้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และเยื่อใยร้อยละ 49.49 33.33 6.01 7.92 2.33 และ 0.92 ตามลำดับ ปริมาณสารกาบาเริ่มต้นในข้าวเหนียวกล้องงอกมีปริมาณ 4.04 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และข้าวเหนียวกล้องงอกที่ผ่านการนึ่ง มีปริมาณ 3.62 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ส่วนการพัฒนาด้านลักษณะปรากฏและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวหอมข้าวเหนียวกล้องงอกเสริมคุณค่าทางโภชนาการ สามารถทำได้ด้วยการเติมมันสำปะหลังสายพันธุ์ 5 นาที หรือ มันเทศ หรือ ลำไยอบแห้ง ดังนั้นผู้ผลิตสามารถ เลือกใช้วัตถุดิบ สูตรมันสำปะหลังสายพันธุ์ 5 นาที สูตรมันเทศ และสูตรลำไยอบแห้ง ชนิดใดก็ได้ในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ขึ้นอยู่กับฤดูกาลที่เหมาะสมของวัตถุดิบนั้นๆ โดยมีต้นทุนการผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 10 บาทต่อกระบอก อาจมีการศึกษาพัฒนาต่อยอดโดยใช้วัตถุดิบอื่นที่มีในท้องถิ่นมาเป็นส่วนผสมหรือพัฒนารูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 มหาวิทยาลัยบูรพาผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 5/2558

เอกสารอ้างอิง

- [1] มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.746/2548. (2548). ข้าวหอม. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://app.tisi.go.th/otop/standard/standards.html> (10 กันยายน 2558).
- [2] อาณัติ รัตนพานิชย์. (2552). ข้าวหอมในลูกมะพร้าวอ่อน. อุตสาหกรรมสาร กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 52: 17-19.
- [3] ผู้จัดการรายสัปดาห์. (2553). ยกนิ้วให้: ปรับโฉมข้าวหอม มาเป็นถ้วยพร้อมกิน. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.manager.co.th> (17 พฤศจิกายน 2558)
- [4] บุชยา รัตนสุภา. (2552). ข้าวกล้องงอก. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.vcharkam.com/varticle/39050> (12 พฤศจิกายน 2559).
- [5] Sootthiboon, S. (2006). A study of the properties of germinated brown rice and its products. MSc thesis, Asian Institute of Technology (AIT), Pathum Thani, Thailand.
- [6] Association of Official Analytical Chemists (AOAC International). (2000). Official methods of analysis. 17th ed., Washington, D.C.
- [7] Abe, T., Kurozumi, Y., Yao, W.B. and Ubuka, T. (1998). High-performance liquid chromatographic determination of beta-alanine, beta-aminoisobutyric acid and gamma-aminobutyric acid in tissue extracts and urine of normal and (aminooxy) acetate-treated rats. Journal Chromatography B, Biomedical Sciences and Applications. 712(1-2): 43-49.
- [8] ชาญ มงคล. (2536). ข้าว. โรงพิมพ์คุรุสภา. กรุงเทพฯ.
- [9] วรณวิไล ฤทธิเดช. (2551). ผลของการงอกที่มีต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ คุณภาพการหุงต้ม และคุณภาพการรับประทานของข้าวกล้องหอมมะลิและข้าวกล้องมันปู. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่

*narinch@bua.ac.th

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

² คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่

- ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- [10] สุพัตรา งามอรุณเลิศ สายวรุฬห์ ชัยวานิชศิริ และกัลยา เลหาสงคราม. (2545). ผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพของสตาร์ชข้าวเหนียว. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [11] กล้านรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. (2546). เทคโนโลยีแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- [12] นิธิยา รัตนปนนท์. (2549). เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
- [13] ชนิษฐา วงศ์บาศก์. (2553). การพัฒนาอาหารว่างประเภท นึ่งจากแป้งข้าวเหนียวกลั่นงอกใส่ถั่วกวนผสมสตรอเบอรี่กวน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [14] นงนุช วงศ์สินชวัน. (2555). การเพาะข้าวกลั่นงอก. ธรรมชาติบำบัดและสมุนไพร. 3(2): 57-62.
- [15] เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์ ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง ดวงกมล ตั้งสถิตพร และนพพร สกุลยืนยงสุข. (2555). การพัฒนาลูกอมสมุนไพรไทยพื้นบ้าน: ลดการอักเสบและดับกลิ่นปาก. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- [16] พัชรี ตั้งตระกูล วารุณี วารัญญานนท์ วิภา สุโรจนะ เมธากุล และ ลัดดา วัฒนศิริธรรม. (2549). การใช้ประโยชน์จากคัพพะข้าวและข้าวกลั่นงอกเป็นอาหารสุขภาพเพื่อเพิ่มมูลค่า. รายงานการวิจัยสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
- [17] Komatsuzaki, N., Tsukahara, K., Toyoshima, H., Suzuki, T., Shimizu, N. and Kimura, T. (2007). Effect of soaking and gaseous treatment on gaba content in germinated brown rice. *Journal of Food Engineering*. 78: 556-560.
- [18] อรัญญา พรหมกุล พัชรภรณ์ ถิ่นจันทร์ และเกรียงไกร พัทยากร. (2557). ผลของการนึ่งต่อสารกาบาและสมบัติเชิงกายภาพและเคมีของข้าวฮางและข้าวฮางงอกสีดำ. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. 45(2) (พิเศษ): 469-472.
- [19] นรินทร์ เจริญพันธ์ ฐิติพงศ์ ปัญญาคำ และเพชรกร ปัญญาคำ. (2559). การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากมันเทศเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์เกษตรท้องถิ่นของจังหวัดสระแก้ว. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [20] กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2547). ลำไย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://aglib.doa.go.th/lib/images/Downloads/2548/EB00293.pdf> (12 พฤศจิกายน 2559).