

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวแดง (*Oryza sativa* var. *glutinosa*)
PRODUCT DEVELOPMENT OF A SNACK FROM RED GLUTINOUS RICE
(*ORYZA SATIVA* VAR. *GLUTINOSA*)

ธนวรรณ เพ็งชัย* ศยามน ปริยาจารย์* เอกชัย จารุนทรวิลาส แสนสงค์ โนนสว่าง และ ปณิดา จันทร์เขียว
สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

Thanawan Pengchai* Sayamon Priyachan* Ekachai Jarunetwilas Sansong Nonsawang and
Panida Chankeaw

Department of Food Technology and Nutrition, Faculty of Technology, Udon thani Rajabhat
University

(Received: January 9, 2023; Revised: April 15, 2023; Accepted: April 20, 2023)

*ผู้ประสานงาน : ธนวรรณ เพ็งชัย, ศยามน ปริยาจารย์ อีเมล : tanawan28@yahoo.com,
spariyajarn@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวแดง (*Oryza sativa* var. *glutinosa*) โดยศึกษาระยะเวลาในการอบข้าวที่เหมาะสมสำหรับการพองตัวของข้าวเหนียวแดง และศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้น้ำสตอร์เบอร์รี่เข้มข้นทดแทนกลูโคสไซรัปในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวแดง จากการศึกษาระยะเวลาในการอบข้าวที่เหมาะสมสำหรับการพองตัวของข้าวเหนียวแดง 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิในการอบที่ 65 องศาเซลเซียส พบว่าช่วงเวลาในการอบข้าวเหนียวแดงที่ 3 ชั่วโมง มีปริมาณความชื้นร้อยละ 10.38 หลังทอดมีอัตราการพองตัวสูงสุด 3.68 เท่า ความหนาแน่นโดยรวม 0.25 กรัมต่อมิลลิกรัม มีคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสปานกลาง ค่าสี ความสว่าง(L^*) ค่าสีแดง(a^*) และค่าสีเหลือง(b^*) 56.29, 7.87 และ 13.97 ตามลำดับ และศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้น้ำสตอร์เบอร์รี่เข้มข้นทดแทนกลูโคสไซรัปในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวแดง โดยแปรปริมาณน้ำสตอร์เบอร์รี่เข้มข้น 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 20, 40 และ 60 โดยน้ำหนัก พบว่า น้ำสตอร์เบอร์รี่เข้มข้น ร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก ในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวแดง มีคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสมากที่สุด มีปริมาณน้ำอิสระ 0.378 เนื้อสัมผัส ด้านความแข็ง 7.32 นิวตัน แรงของการเกาะติด 0.101 นิวตัน ค่าสี ความสว่าง(L^*) ค่าสีแดง(a^*) และค่าสีเหลือง(b^*) 51.69, 6.41 และ 15.28 ตามลำดับ มีคุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณความชื้น 66.17 ไขมัน 1.01 ใยอาหาร 0.10 โปรตีน และคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 5.17,

1.37, 14.78, 1.86, 6.80 และ 70.02 ตามลำดับ(โดยน้ำหนักเปียก)

คำสำคัญ: ข้าวเหนียวแดง, ข้าวพอง, น้ำสตรอว์เบอร์รี่เข้มข้น, อาหารขบเคี้ยว

ABSTRACT

The objective of this study was to develop a snack food product from red glutinous rice (*Oryza sativa* var. *glutinosa*) and evaluate its optimum drying time (in 2, 3, 4 and 5 hours, at 65 °C) for puffing of red glutinous rice and to study the appropriate amount of concentrated strawberry juice (4 levels with 0, 20, 40 and 60 % instead of glucose syrup) in this food product. The studies found that, we found that the best drying time for the puffing of red glutinous rice at a temperature of 65 °C was three hours and gave moisture content 10.38 %. After frying the highest swelling rate of this product was 3.68 times and the bulk density was 0.25 g/ml. This snack product had moderate sensory acceptance scores, and the color quality exhibited brightness ($L^*=56.29$), red ($a^*=7.87$), and yellow ($b^*=13.97$). Furthermore, the study of appropriate amount of concentrated strawberry juice showed that 40 % concentration of strawberry juice had satisfactory water activity (0.378), hardness 7.32 N, adhesiveness 0.101 N, color value [brightness($L^*=51.69$), red($a^*=6.41$), and yellow($b^*=15.28$)], and acceptable sensory scores. Finally, the moisture, ash, lipid, fiber, protein and carbohydrate content of this snack were 5.17, 1.37, 14.78, 1.86, 6.80 and 70.02 % (by wet basis), respectively.

Keywords: red glutinous rice, puffed rice, concentrated strawberry juice, snack.

1. บทนำ

อาหารขบเคี้ยว (snack) เป็นอาหารที่รับประทานระหว่างมื้ออาหารหลัก อาหารขบเคี้ยวที่มีลักษณะการขึ้นรูปเป็นชิ้นหรือแท่งหรือลักษณะอื่น ที่ทำให้สามารถรับประทานได้ทันที ส่วนผสมที่ต่างกันทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ ที่มีความแตกต่างของเนื้อสัมผัสและรสชาติ ส่วนผสมหลักที่ใช้สำหรับเป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตอาหารขบเคี้ยวได้แก่ธัญชาติ ถั่วหลายชนิด ผักและผลไม้ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีส่วนผสมรองอื่นๆ เช่น สารช่วยยืดเกาะและสารช่วยเพิ่มกลิ่นรสเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพที่ดีขึ้น และเป็นที่ยอมรับของบริโภคมมากขึ้น [1] ซึ่งรสชาติมีส่วนสำคัญในผลิตภัณฑ์อาหาร จึงมีการนำสารให้ความหวานมาใช้ประโยชน์ นอกจากมีหน้าที่ให้รสหวานแก่ผลิตภัณฑ์แล้ว ยังให้เนื้อสัมผัสแก่

ผลิตภัณฑ์ด้วย สารให้ความหวานที่นิยมใช้ ได้แก่ ซูโครส กลูโคสไซรัป ฟรุกโทสไซรัป และน้ำผึ้ง เป็นต้น [2] ข้าวเหนียวแดง เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมือง มีเยื่อหุ้มผล (pericarp) เป็นสีแดงอุดมด้วยวิตามิน แร่ธาตุ ไขมัน โยอาหารและพฤกษเคมี (phytochemicals) โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) และแอนโทไซยานิน (anthocyanin) [3] ส่วนสตรอว์เบอร์รี่เป็นผลไม้ที่มีสารที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่าต่อร่างกาย เช่น สารประกอบฟีนอลิก วิตามินซี วิตามินเอ โฟเลต และแอนโทไซยานิน ซึ่งช่วยลดการเกิดมะเร็ง ช่วยป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดอุดตัน มีส่วนในการสร้างคอลลาเจน [4] ดังนั้น การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวโดยใช้ข้าวเหนียวเป็นส่วนประกอบหลัก และมีการเพิ่มรสชาติด้วยน้ำผลไม้เข้มข้น และเนื้อผลไม้เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสจากธรรมชาติ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่ามากขึ้น และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ และนำผลผลิตทางด้านการเกษตรมาใช้ประโยชน์มากขึ้น ในการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอาหารขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวแดงและน้ำสตรอว์เบอร์รี่เข้มข้น และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพ พร้อมกับการยอมรับของผู้บริโภค

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1) ศึกษาระยะเวลาการอบข้าวที่พองตัวของข้าวเหนียวแดง

นำข้าวเหนียวแดงจาก จ.อุดรธานี 500 กรัม แช่น้ำ 1.5 ลิตรเป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วล้างทำความสะอาด นำมานึ่งให้สุกโดยใช้ไฟปานกลางเป็นเวลา 20 นาที ปล่อยให้เย็น แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส แปรเวลาอบที่ระดับต่างๆ (2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง) จากนั้นนำมาทอดที่อุณหภูมิ 220-240 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วินาที (ดัดแปลงจากปาริสุทธิ์) [2] และอบที่อุณหภูมิ 170-180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที

ทำการประเมินคุณภาพทางเคมี กายภาพและประสาทสัมผัสของข้าวพองจากข้าวเหนียวแดง ดังนี้

2.1.1) วิเคราะห์ค่าสีตามระบบ CIE L^* a^* b^* ด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น Color Flex

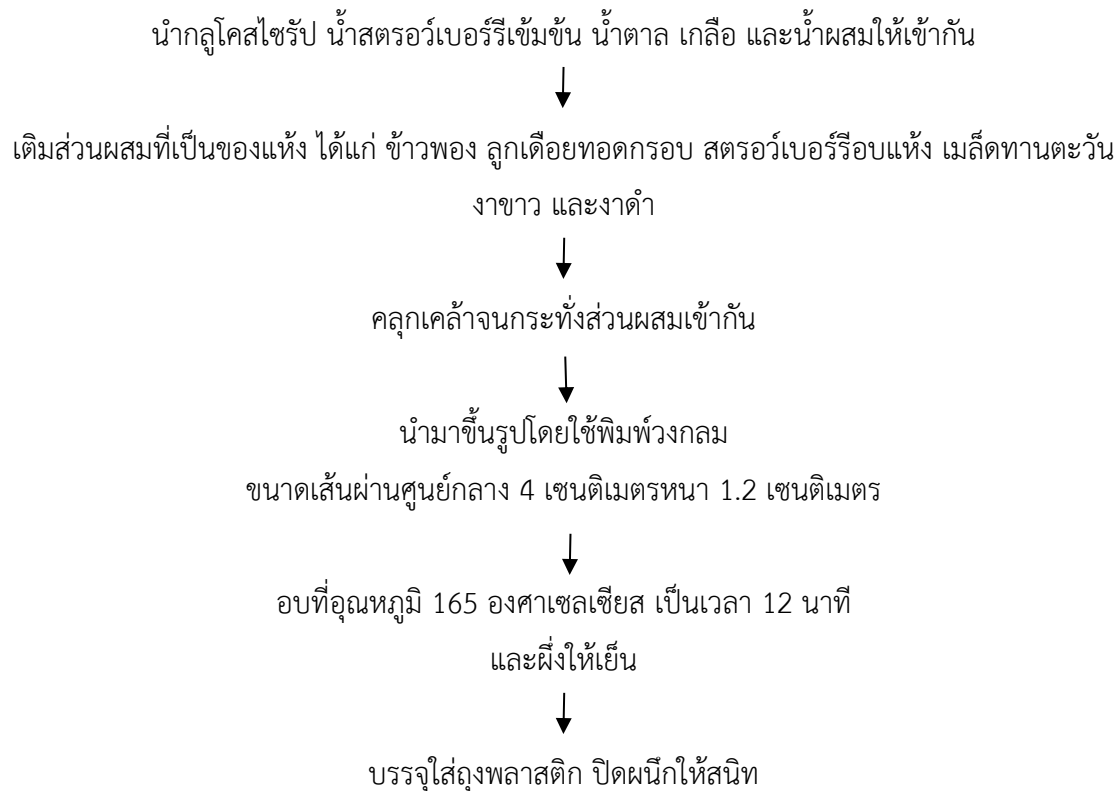
2.1.2) วิเคราะห์ค่าความหนาแน่นโดยรวม (bulk density) และอัตราการพองตัว (expansion ratio) ดัดแปลงจากวิธีของปาริสุทธิ์ [2]

2.1.3) วิเคราะห์ปริมาณความชื้นหลังอบข้าวที่ระยะเวลาต่างๆตามวิธีAOAC [5]

2.1.4) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วย วิธีการ 9-point hedonic scale โดยประเมินด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความกรอบและความชอบโดยรวม ด้วยผู้ทดสอบที่เป็นนักศึกษาในสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี จำนวน 30 คน

2.2) ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของน้ำสตรอว์เบอร์รี่เข้มข้นทดแทนกลูโคสไซรัป

ส่วนผสมของอาหารขบเคี้ยวซึ่งประกอบด้วย ข้าวพองเหนียวแดง 195 กรัม ลูกเดือยทอดกรอบ 124 กรัม สตอร์เบอร์รี่อบแห้ง 56 กรัม เมล็ดทานตะวัน 50 กรัม งาขาวคั่ว 25 กรัม งาดำคั่ว 25 กรัม น้ำตาล 50 กรัม น้ำ 49 กรัม เกลือ 3 กรัม และกลูโคสไซรัป 100 กรัม (ดัดแปลงจากจิตรลดาและ ปวีณา) [6] โดยแปรปริมาณน้ำสตอร์เบอร์รี่เข้มข้น ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ร้อยละ 55 จำนวน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 20, 40 และ 60 โดยน้ำหนัก มีขั้นตอนการผลิตอาหารขบเคี้ยวดังนี้



รูปที่ 1 กรรมวิธีการผลิตอาหารขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวแดง

(ที่มา : ดัดแปลงจากจิตรลดาและปวีณา) [6]

จากนั้นประเมินคุณภาพทางเคมี กายภาพและประสาทสัมผัสของอาหารขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวแดงดังนี้

- 1.1 วิเคราะห์ค่าสีตามระบบ CIE L^* a^* b^* ด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น Color Flex
- 1.2 วิเคราะห์ปริมาณความชื้นตามวิธี AOAC [5]
- 1.3 วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ(Aw) โดยใช้เครื่อง Water activity รุ่น Lab Touch
- 1.4 วิเคราะห์เนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่อง Brookfield รุ่น CT 3

1.5 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วย วิธีการ 9-point hedonic scale โดยประเมินด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความกรอบและความชอบโดยรวม ด้วยผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาในสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี จำนวน 30 คน

3) วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวแดง

นำอาหารขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวแดง ซึ่งมีลักษณะทางเคมี กายภาพที่ดีและมีผลประเมินทางประสาทสัมผัสที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด จากข้อ 2 มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ คือ ปริมาณ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน โยอาหาร และคาร์โบไฮเดรตตามวิธี AOAC [5]

4) การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ มาคำนวณค่าทางสถิติ ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete randomized design; CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ส่วนข้อมูลคุณภาพทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD)

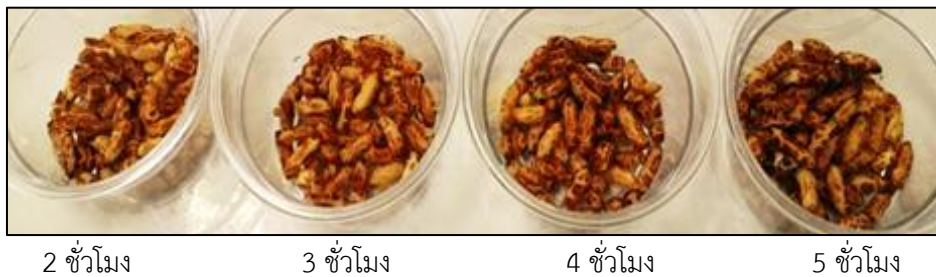
4. ผลการทดลองและวิจารณ์

1) ผลการศึกษาระยะเวลาการอบข้าวที่พองตัวของข้าวเหนียวแดง

ข้าวพองจากข้าวเหนียวแดงที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 2 ผลทดสอบทางเคมี และกายภาพ แสดงผลที่ได้ดัง ตารางที่ 1 และผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale ดังแสดงใน ตารางที่ 2

ผลการศึกษาทางด้านเคมี และกายภาพ พบว่า เมื่อระยะเวลาในการอบแห้งมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณความชื้นของข้าวเหนียวแดงหุงสุกอบแห้งมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อนำไปหุงสุกและอบแห้งที่ระยะเวลา 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง พบว่า มีปริมาณความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 12.20, 10.38, 9.16, 7.26 ตามลำดับ เนื่องจากในกระบวนการอบแห้ง ทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอและเคลื่อนที่ออกจากผิวหน้าไป ทำให้อาหารมีปริมาณความชื้นลดลง [2] และเมื่อนำข้าวเหนียวแดงหุงสุกอบแห้ง มาทอดที่อุณหภูมิ 220-240 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วินาที พบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ให้ค่าอัตราการพองตัวของข้าวพองสูงสุดและความหนาแน่นต่ำสุด เนื่องจากข้าวเหนียวแดงหุงสุกอบแห้งมีปริมาณความชื้น ร้อยละ 10.38 ซึ่งเป็นปริมาณที่พอเหมาะต่อการพองตัวในระหว่างการทอด สอดคล้องกับงานวิจัยของไพบุลย์ [7] ที่ศึกษาการเตรียมข้าวพองจากข้าวที่มีปริมาณ อะไมโลสต่ำ ซึ่งข้าวอบแห้งก่อนนำไปทอดมีปริมาณความชื้น

ร้อยละ 12 อุณหภูมิการทอด 200 องศาเซลเซียส มีอัตราการพองตัวสูงสุด ระยะเวลาในการอบแห้งมากขึ้นส่งผลให้ค่าสีแดง(a^*)ลดลง และค่าสีเหลืองเพิ่ม(b^*)อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) เนื่องจากความร้อนมีผลทำให้สารแอนโทไซยานินในข้าวเหนียวแดงเกิดการสลายตัว และความร้อนส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบเมลลาร์ดเพิ่มขึ้นด้วย[8] ส่วนผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า เมื่อระยะเวลาในการอบแห้งมากขึ้น ทำให้มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รส ความกรอบและความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เพราะการอบแห้งทำให้กลิ่นและรสชาติของข้าวเหนียวแดงมีความเด่นชัดมากขึ้น จึงทำให้เลือกข้าวเหนียวแดงพองที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมงในการเตรียมข้าวพองเพื่อเป็นส่วนผสมในการทำอาหารขบเคี้ยวต่อไป



รูปที่ 2 ลักษณะการพองของข้าวเหนียวแดงที่ได้จากการอบและทอด เมื่อใช้เวลาในการอบที่ 4 ระดับที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมีและกายภาพของข้าวพองจากข้าวเหนียวแดง ก่อนและหลังการทอด*

สมบัติทางเคมีและกายภาพ		เวลาอบ (ชม)			
		2	3	4	5
ก่อนทอด	ความชื้น(%)	12.20 ± 0.24 ^a	10.38 ± 0.86 ^{ab}	9.16 ± 0.97 ^b	7.26 ± 0.23 ^c
หลังทอด	อัตราพองตัว(เท่า)	2.70±0.15 ^b	3.68±0.10 ^a	2.92±0.06 ^b	3.02±0.25 ^b
	ความหนาแน่น(g/ml)	0.28±0.04 ^a	0.25±0.03 ^a	0.27±0.01 ^a	0.29±0.03 ^a
	ค่าสี L*	54.99 ± 0.25 ^a	56.29 ± 0.45 ^a	56.43 ± 0.19 ^a	55.23 ± 0.40 ^a
	a*	8.51 ± 0.14 ^a	7.87 ± 0.08 ^b	7.81 ± 0.35 ^b	7.99 ± 0.06 ^b
	b*	13.34 ± 0.30 ^b	13.97 ± 0.05 ^{ab}	14.01 ± 0.02 ^{ab}	15.38 ± 0.98 ^a

หมายเหตุ : * ตัวเลขในตารางแสดงเป็นค่าเฉลี่ย + ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวพองจากข้าวเหนียวแดง โดยใช้แบบทดสอบ 9-point hedonic scale *

เวลาอบ (ชม)	การประเมินทางประสาทสัมผัส				
	ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่นรส	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม
2	6.05±0.94 ^c	6.90±0.91 ^a	6.15±0.88 ^c	5.95±0.89 ^c	6.50±0.61 ^c
3	6.50±1.00 ^{bc}	7.05±0.89 ^a	6.85±0.81 ^b	6.70±0.73 ^b	7.20±0.70 ^b
4	6.85±1.14 ^b	6.95±1.32 ^a	7.05±0.69 ^b	6.75±0.97 ^b	7.20±0.95 ^b
5	7.80±0.89 ^a	7.30±1.13 ^a	7.95±1.28 ^a	8.45±0.69 ^a	8.55±0.89 ^a

หมายเหตุ : * ตัวเลขในตารางแสดงเป็นค่าเฉลี่ย + ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



0%



20%



40%



60%

รูปที่ 3 ลักษณะของอาหารขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวแดง

ที่ใช้ปริมาณน้ำตาลออร์เบอร์รี่เข้มข้น 4 ระดับ 0, 20, 40 และ 60%

2) ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของน้ำตาลออร์เบอร์รี่เข้มข้นทดแทนกลูโคสไซรัป

ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวแดง ที่แปรปริมาณน้ำตาลออร์เบอร์รี่เข้มข้นทดแทนกลูโคสไซรัป 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 20, 40 และ 60 โดยน้ำหนัก ดังแสดงใน รูปที่ 3 ผลทดสอบทาง

เคมี ภายนอก แสดงผลที่ได้ดัง ตารางที่ 3 และผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale ดังแสดงใน ตารางที่ 4

ทางด้านเคมี และกายภาพ พบว่า ปริมาณน้ำสตรอร์เบอร์รี่เข้มข้นทดแทนกลูโคสไซรัปในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวแดงที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้น้ำสัมผัส และค่าความแข็งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ (A_w) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากน้ำสตรอร์เบอร์รี่เข้มข้นมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 55% ซึ่งต่ำกว่ากลูโคสไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ทั้งหมด 80% ค่าสี ความสว่าง (L^*) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากน้ำสตรอร์เบอร์รี่เข้มข้นมีสีแดงของสารแอนโทไซยานิน [8] ที่ส่งผลต่อการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยพบว่า น้ำสตรอร์เบอร์รี่เข้มข้น ร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก ในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวแดง มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส ความกรอบและความชอบโดยรวมมากที่สุด จึงเลือกมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ดังแสดงในตารางที่ 5 พบว่า มีปริมาณความชื้น เกล็ดไขมัน ใยอาหาร โปรตีน และคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 5.17, 1.37, 14.78, 1.86, 6.80 และ 70.02 ตามลำดับ (โดยน้ำหนักเปียก) โดยผลิตภัณฑ์มีไขมันร้อยละ 14.78 อาจเนื่องจากโดยปกติการทอดอาหารจะทำให้มีน้ำมันซึมเข้าไปในผลิตภัณฑ์อาหารประมาณร้อยละ 10-40 ของน้ำหนักอาหารที่ผ่านการทอด [2]

ตารางที่ 3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวพองจากข้าวเหนียวแดง โดยใช้แบบทดสอบ 9-point hedonic scale *

สมบัติทางเคมีและกายภาพ	น้ำสตรอร์เบอร์รี่เข้มข้น(%)			
	0	20	40	60
ความชื้น(%)	4.91±0.23 ^a	5.05±0.12 ^a	5.17±0.07 ^a	5.35±0.14 ^a
น้ำอิสระ(A_w)	0.355±0.017 ^a	0.363±0.002 ^a	0.378±0.002 ^a	0.389±0.001 ^a
<u>ด้านเนื้อสัมผัส</u>				
ความแข็ง (N)	28.45±1.22 ^a	18.65±1.02 ^b	7.32±1.24 ^c	6.06±1.09 ^c
แรงของการเกาะติด (N)	0.072±0.009 ^a	0.076±0.003 ^a	0.101±0.013 ^a	0.072±0.007 ^a
<u>ค่าสี</u>				
L^*	55.06±1.03 ^a	53.18±0.01 ^b	51.69±0.43 ^{bc}	50.64±0.03 ^c
a^*	6.15±0.58 ^a	6.42±0.21 ^a	6.41±0.28 ^a	6.57±0.36 ^a
b^*	15.55±0.62 ^a	15.49±0.57 ^a	15.28±0.50 ^a	15.40±0.26 ^a

หมายเหตุ : *ตัวเลขในตารางแสดงเป็นค่าเฉลี่ย + ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของอาหารขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวแดง โดยแบบทดสอบ 9-point hedonic scale เมื่อน้ำสตรอว์เบอร์รี่เข้มข้นต่างกัน*

น้ำสตรอเบอร์รี่ เข้มข้น(%)	การประเมินทางประสาทสัมผัส				
	ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่นรส	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม
0	7.00±1.38 ^b	6.90±1.02 ^c	6.90±1.25 ^b	6.30±0.98 ^b	6.55±1.15 ^b
20	6.53±0.96 ^b	6.79±0.85 ^{bc}	7.16±1.01 ^b	6.32±1.11 ^b	6.53±0.96 ^b
40	7.55±0.91 ^a	7.50±0.69 ^{ab}	8.15±1.04 ^a	8.10±1.12 ^a	8.35±0.67 ^a
60	7.00±0.92 ^b	7.30±1.13 ^a	6.80±0.89 ^b	6.60±1.27 ^b	6.90±1.25 ^b

หมายเหตุ : *ตัวเลขในตารางแสดงเป็นค่าเฉลี่ย + ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 5 คุณค่าทางโภชนาการของอาหารขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวแดง*

คุณค่าทางโภชนาการ (%)	น้ำสตรอว์เบอร์รี่เข้มข้น 40% โดยน้ำหนัก
ความชื้น	5.17±0.07
โปรตีน	6.80±0.04
ไขมัน	14.78±0.06
เถ้า	1.37±0.01
ใยอาหาร	1.86±0.06
คาร์โบไฮเดรต	70.02±0.04

4. สรุป

จากการศึกษาวิจัยการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวแดง โดยการใช้ข้าวเหนียวแดงพองอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง และใช้น้ำสตรอว์เบอร์รี่เข้มข้นร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวแดง พบว่า ให้ค่าคุณภาพทางเคมีและกายภาพที่ดีที่สุด และมีคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคมากที่สุด

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ในการอำนวยความสะดวก สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] กมลวรรณ แจ่มชัด อนุวัตร แจ่มชัด และประชา บุญญสิริกุล. (2548). **การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและผลไม้แห้ง**. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [2] ปาริสุทธิ์ สงทิพย์. (2550). **การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและสมุนไพร**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชา พัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [3] เมธพร ผลวา อังคณา จันทพรพันธ์ และทัตดาว ภาชีผล. (2561). คุณลักษณะทางเคมี และกายภาพของข้าวเหนียวแดงระหว่างการพัฒนา ของเมล็ดข้าว 3 ระยะหลังการออกดอก. **แก่นเกษตร**, 46 (ฉบับพิเศษ1), 526-532.
- [4] อภิขัญญา มัยตรีเดช ปานจิต ป้อมอาสา วิสันต์ บุญสาร และ สิริมา เกกิจวงศ์ตระกูล. (2563). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์จวนกรอบสตรอว์เบอร์รีลดพลังงานด้วยหญ้าหวาน**. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**, 25(1), 141-150.
- [5] A.O.A.C. (2000). **Official Method of Analysis**. 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- [6] จิตรลดา จันทรงาม และปวีณา พุทธกุล. (2556). **ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวเหนียวดำ**. ปัญหาพิเศษสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- [7] ไพบุลย์ ธรรมรัตน์वासิก, พิทยา อุดลย์ธรรม, จักรี ทองเรือง, และวรัญญู ศรีเดช. (2545). **การผลิตข้าวพองเพื่อสุขภาพ**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [8] นิธิยา รัตนพานนท์. (2553). **เคมีอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์, 487น.