

# การใช้ประโยชน์จากปลายข้าวเพื่อผลิตข้าวแตง

## Utilization of Broken Rice for Rice Cracker Production

นรินทร์ เจริญพันธ์\*

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว

ถนนสุวรรณศร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว 27160

Narin Charoenphun\*

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus,

Suwannasorn Road, Watthananakhon, Sakaeo 27160

### บทคัดย่อ

ปลายข้าวเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการสีข้าว อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการและมีราคาถูก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนของปลายข้าวเจ้าและปลายข้าวเหนียวต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวแตง พบว่าสูตรที่มีอัตราส่วนของปลายข้าวเจ้าต่อปลายข้าวเหนียวร้อยละ 100:0 มีอัตราการพองตัวต่ำที่สุด ความแข็งสูงที่สุด และคะแนนความชอบรวมต่ำที่สุด สูตรที่เหมาะสมในการผลิตข้าวแตงคือสูตรที่มีอัตราส่วนของปลายข้าวเจ้าต่อปลายข้าวเหนียวร้อยละ 0:100 ซึ่งเป็นสูตรที่มีอัตราการพองตัวสูงที่สุด และมีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ (7.70±0.79) กลิ่น (7.60±1.00) รสชาติ (7.63±0.81) เนื้อสัมผัส (7.83±0.79) และความชอบรวม (7.77±0.82) สูงที่สุด การศึกษาผลของการใช้น้ำตาลอ้อยต่อน้ำหญาหวานในอัตราส่วนต่างกันต่อคุณภาพของน้ำเชื่อมราดหน้าข้าวแตง พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มแปรผันตรงกับปริมาณน้ำตาลอ้อยและความแข็งของน้ำเชื่อมหลังทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องมีแนวโน้มแปรผันตรงกับปริมาณน้ำตาลอ้อยและความแข็งของน้ำเชื่อม ในอัตราส่วน 100:0, 75:25 และ 50:50 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) การใช้ประโยชน์จากปลายข้าวในการผลิตข้าวแตงและการนำหญาหวานมาเป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลอ้อยบางส่วน เป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบในท้องถิ่นและทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

**คำสำคัญ:** ข้าวแตง; ปลายข้าว; ข้าวเหนียว; หญาหวาน; อัตราการพองตัว

### Abstract

Broken rice, an inexpensive by-product from the milling process, has high nutritional value. This research aimed to study the ratio of broken rice from non-glutinous rice and glutinous rice on

\*ผู้รับผิดชอบบทความ : narinch@buu.ac.th

the quality of rice cracker products. The results showed that the formula with the ratio of non-glutinous rice to glutinous rice as 100:0 had the lowest swelling rate, the highest hardness, and the lowest overall liking score. Interestingly, the suitable formula for rice cracker production was the formula with non-glutinous rice to glutinous rice as a ratio of 0:100. Apparently, it had the highest swelling rate and the highest score of appearance ( $7.70\pm 0.79$ ), flavor ( $7.60\pm 1.00$ ), test ( $7.63\pm 0.81$ ), texture ( $7.83\pm 0.79$ ), and overall liking ( $7.77\pm 0.82$ ), respectively. The effect of sugarcane sugar on stevia water in different ratios on the quality of the rice cracker syrup were also studied. It was found that the total soluble solids of syrup varied directly to the amount of cane sugar, while the hardness of the syrup after cooling at room temperature varied directly to the amount of stevia water. The ratio of cane sugar on stevia water at 100:0, 75:25 and 50:50 with the average score of appearance, flavor, taste, texture and overall liking were not statistically significant ( $p > 0.05$ ). Utilization of broken rice and stevia water for rice cracker production is an interesting way for value added raw materials in locality, with a variety of products for supplying health-conscious consumers.

**Keywords:** rice cracker; broken rice; glutinous rice; stevia; swelling rate

## 1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ 1 ใน 5 ของโลก ข้าวเป็นแหล่งอาหารหลักที่สำคัญของโลกที่อุดมด้วยสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย โดยคาร์โบไฮเดรตถือเป็นส่วนประกอบหลักคิดเป็นร้อยละ 70-80 ส่วนใหญ่เป็นแป้ง น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลเดกซ์ทริน มีโปรตีนประมาณร้อยละ 7-8 ไขมันพบได้เล็กน้อย วิตามินที่พบ คือ วิตามินบี 1 และบี 2 ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อระบบประสาทของมนุษย์ ส่วนเกลือแร่ที่พบ ได้แก่ โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม เป็นต้น [1] ปลายข้าวหรือข้าวหัก (broken rice) คือ ข้าวไม่เต็มเมล็ดที่ติดอยู่บนตะแกรงร่อนรูกกลมขนาด 1.0 มิลลิเมตร [2] ปลายข้าวประกอบด้วยเศษข้าวที่หักและส่วนของจมูกข้าว โดยทั่วไปปลายข้าวมี 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่หรือข้าวท่อน ปลายข้าวเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการสีข้าว ซึ่งมีราคาถูกกว่าข้าวสารเต็มเมล็ด 3-5 เท่า [3] การนำ

ปลายข้าวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับข้าวซึ่งเป็นวัตถุดิบที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ อีกทั้งยังเป็นช่วยให้เกษตรกรผู้ปลูกข้าวมีรายได้เพิ่มขึ้น ปัจจุบันเริ่มมีการใช้ประโยชน์จากปลายข้าวเพิ่มขึ้น โดยการนำปลายข้าวมาเป็นวัตถุดิบในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหลากหลายชนิด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสกัดจากปลายข้าว [4] การใช้ปลายข้าวเป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้พลังงานต่ำ [5] การผลิตปลายข้าวหมักด้วยราแดงสายพันธุ์ไทยเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสุขภาพ [6] การนำปลายข้าวมาผลิตกลูโคสไซรัป [7] เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นหรือที่เรียกว่านางเล็ด หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำข้าวเหนียวหนึ่งสุก อาจผสมกับส่วนประกอบอื่น เช่น น้ำผลไม้ น้ำผัก น้ำสมุนไพร เกลือ น้ำอ้อย งาม น้ำกะทิ แล้วทำให้เป็นแผ่นหรือรูปทรงอื่น ทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจาก

แสงอาทิตย์หรือพลังงานอื่น ทอดให้พอง อาจปรุงแต่งหน้าด้วยเครื่องปรุงต่าง ๆ ได้แก่ น้ำตาลมะพร้าว เคี้ยว หมูหยอง น้ำพริกเผา เป็นต้น [8] ข้าวแตนเป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่างที่สะดวกในการรับประทานและมีอายุการเก็บรักษานาน ปัจจุบันผู้ประกอบการหลายรายมีการผลิตข้าวแตนเป็นสินค้าส่งออกซึ่งมีแนวโน้มการขยายตัวทางการตลาดอย่างต่อเนื่อง ข้าวแตนเมล็ดเป็นวัตถุดิบหลักที่สำคัญในการผลิตข้าวแตน บางฤดูกาลข้าวแตนเมล็ดมีราคาสูง ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตของผู้ประกอบการเพิ่มสูงขึ้น การนำปลายข้าวมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตข้าวแตนจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิตและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลพลอยได้จากการสีข้าวได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ปลายข้าวเจ้าและข้าวเหนียวในการผลิตข้าวแตน และศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้น้ำหว่านทดแทนการใช้น้ำตาลอ้อยบางส่วนเพื่อผลิตน้ำเชื่อมราดหน้าข้าวแตน วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพควบคู่กับการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค เพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่เหมาะสมในการผลิตข้าวแตน องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในกระบวนการผลิตข้าวแตนจากปลายข้าวเพื่อจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ต่อไปได้

## 2. อุปกรณ์และวิธีการ

### 2.1 การศึกษาผลของการใช้ปลายข้าวเจ้าและข้าวเหนียวต่อคุณภาพของข้าวแตน

#### 2.1.1 การเตรียมน้ำแดงโม

น้ำแดงโมเนื้อสีแดง (*Citrullus lanatus*) ล้างทำความสะอาด ปอกเอาแต่ส่วนเนื้อนำไปปั่นผสมกับน้ำสะอาดในอัตราส่วน (เนื้อแดงโม 6 ส่วน ต่อน้ำสะอาด 1 ส่วน) ด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้ (Philips, HR-2056, China) กรองด้วยผ้าขาวบาง 2

ชั้น เติมน้ำตาลทรายขาวคนให้เข้ากัน ปรับความหวานด้วยการเติมน้ำตาลทรายขาว ให้ได้ปริมาณความหวานเท่ากับ 20 องศาบริกซ์ วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ด้วยเครื่อง hand refractometer (ATAGO MASTER-M, China) เก็บในภาชนะปิดสนิท

#### 2.1.2 การเตรียมปลายข้าวเหนียวนึ่ง

นำปลายข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 มาล้างด้วยน้ำสะอาด แช่น้ำไว้เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ล้างให้สะอาด พักให้สะเด็ดน้ำ นึ่งจนสุก นำไปผึ่งให้เย็น เก็บในภาชนะปิดสนิท

#### 2.1.3 การเตรียมปลายข้าวเจ้าหอมมะลิหุงสุก

นำปลายข้าวเจ้าพันธุ์หอมมะลิ 105 มาล้างด้วยน้ำสะอาด หุงด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า (Sharp, KS-18EOR, Thailand) โดยใช้อัตราส่วนปลายข้าวต่อน้ำสะอาดเท่ากับ 1 : 1.5 หุงจนข้าวสุก

#### 2.1.4 การทดลองใช้ปลายข้าวเหนียวและปลายข้าวเจ้าในการผลิตข้าวแตน

ศึกษา 5 สูตร ประกอบด้วยอัตราส่วนของปลายข้าวเจ้าต่อปลายข้าวเหนียว ดังนี้ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ ส่วนผสมข้าวแตนประกอบด้วยปลายข้าว 100 กรัม น้ำแดงโม 30 กรัม น้ำสะอาด 5 กรัม น้ำตาลทรายขาว 5 กรัม งาดำ 1 กรัม และเกลือป่น 0.5 กรัม วิธีการผลิตข้าวแตน เริ่มจากชั่งส่วนผสมตามสูตร นำข้าวคอกเคล้าให้เข้ากันกับน้ำแดงโมที่เตรียมไว้ เติมเกลือป่นและงาดำผสมให้เข้ากัน พักไว้ 10 นาที ขึ้นรูปด้วยพิมพ์วงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตรหนา 1.5 เซนติเมตร อบในตู้อบลมร้อน (Memmert, ULM400, The Netherlands) ด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จนแห้งสนิท นำไปทอดในน้ำมันอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 วินาที [9] เมื่อสุกได้ที่ตักใส่ภาชนะเพื่อทิ้งให้เย็น บรรจุ

## ในภาชนะปิดสนิท

สังเกตลักษณะปรากฏของข้าวแต่นทั้ง 5 สูตร วิเคราะห์หาค่าอัตราการพองตัวโดยการแทนที่เมล็ดงา [10] จากนั้นคำนวณหาอัตราการพองตัวจากสมการ อัตราการพองตัว = [ปริมาตรข้าวแต่นแห้งก่อนทอด (มิลลิลิตร)/น้ำหนักข้าวแต่นแห้งก่อนทอด (กรัม)]/[ปริมาตรข้าวแต่นหลังทอด (มิลลิลิตร)/น้ำหนักข้าวแต่นหลังทอด (กรัม)] วัดความชื้นในข้าวแต่นแห้งก่อนทอดและข้าวแต่นหลังทอดด้วยเครื่องวัดความชื้น (Moisture Meter, GM640, China) วัดความแข็งของข้าวแต่นด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Daiichi FG 520K, Japan) ใช้ cylinder probe ชนิดหัวกรวย ค่าแรงกดที่วัดได้เป็นหน่วยนิวตัน (N) วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (Colorimeter, WR10QC, China) ด้วยระบบ CIE โดยค่า L\* หรือความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว), ค่า a\* (+a = สีแดง, -a = สีเขียว) และ ค่า b\* (+b = สีเหลือง, -b = สีน้ำเงิน) ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic คะแนน 1 ถึง 9 (9 = ชอบมากที่สุด, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด)

## 2.2 การศึกษาผลของน้ำแตงโม น้ำแคนตาลูป น้ำลำไย และน้ำอ้อยต่อคุณภาพของข้าวแต่น

### 2.2.1 การเตรียมน้ำแคนตาลูป

นำแคนตาลูป (*Cucumis melo* L. var. *cantaloupensis*) ล้างทำความสะอาด ปอกเอาแต่ส่วนเนื้อ นำไปปั่นผสมกับน้ำสะอาดในอัตราส่วน เนื้อแคนตาลูป 6 ส่วน ต่อน้ำสะอาด 1 ส่วน ด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้ (Philips, HR-2056, China) กรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น เติมน้ำตาลทรายขาวคนให้เข้ากัน ปรับความหวานด้วยการเติมน้ำตาลทรายขาว ให้ได้ปริมาณความหวานเท่ากับ 20 องศาบริกซ์ วัดปริมาณของแข็ง

ที่ละลายน้ำได้ ด้วยเครื่อง hand refractometer (ATAGO MASTER-M, China) เก็บในภาชนะปิดสนิท

### 2.2.2 การเตรียมน้ำลำไย

น้ำลำไย (*Dimocarpus longan*) ล้างทำความสะอาด แกะเปลือกและเม็ดออก เอาแต่ส่วนเนื้อ นำไปปั่นผสมกับน้ำสะอาดในอัตราส่วน เนื้อลำไย 6 ส่วน ต่อน้ำสะอาด 1 ส่วน ด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้ (Philips, HR-2056, China) กรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น เติมน้ำตาลทรายขาวคนให้เข้ากัน ปรับความหวานด้วยการเติมน้ำตาลทรายขาว ให้ได้ปริมาณความหวานเท่ากับ 20 องศาบริกซ์ วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ด้วยเครื่อง hand refractometer (ATAGO MASTER-M, China) เก็บในภาชนะปิดสนิท

### 2.2.3 การเตรียมน้ำอ้อยคั้นสด

น้ำอ้อย (*Saccharum officinarum* L.) พันธุ์สุพรรณบุรี 50 ล้างทำความสะอาด ปอกเปลือกคั้นด้วยเครื่องคั้นน้ำอ้อย (Vittavat, CHH, Thailand) กรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น เติมน้ำตาลทรายขาวคนให้เข้ากัน ปรับความหวานด้วยการเติมน้ำตาลทรายขาว ให้ได้ปริมาณความหวานเท่ากับ 20 องศาบริกซ์ วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ด้วยเครื่อง hand refractometer (ATAGO MASTER-M, China) เก็บในภาชนะปิดสนิท

นำข้าวแต่นสูตรที่ผ่านการคัดเลือกในข้อ 2.1 มาศึกษาผลของการใช้น้ำแตงโม น้ำแคนตาลูป น้ำลำไย และน้ำอ้อยคั้นสดในการผลิตข้าวแต่นตามวิธีการดังกล่าวข้างต้น สังเกตลักษณะปรากฏของข้าวแต่นวัดค่าสีและทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสตามวิธีการในข้อ 2.1

## 2.3 การศึกษาผลของอัตราส่วนน้ำตาลอ้อยต่อน้ำหญ้าหวานต่อคุณภาพของน้ำเชื่อมราดหน้าข้าวแต่น

นำน้ำหญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana*

Bertoni) และน้ำตาลอ้อยจากเกษตรกรในพื้นที่อำเภอ เขาฉกรรจ์ จังหวัดสระแก้ว มาวัดปริมาณของแข็งที่ ละลายน้ำได้ด้วยเครื่อง hand refractometer (ATAGO MASTER-M, China) ปริมาณความหวานของน้ำตาล อ้อยเท่ากับ 80 องศาบริกซ์ และปริมาณความหวาน ของน้ำหญ้าหวานเท่ากับ 0.8 องศาบริกซ์ ศึกษา อัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำตาลอ้อยต่อน้ำหญ้าหวาน ต่อคุณภาพของน้ำเชื่อมราดหน้าข้าวแตน โดยใช้ อัตราส่วนของน้ำตาลอ้อยต่อน้ำหญ้าหวานที่ 100:0 75:25, 50:50 และ 25:75 ตามลำดับ วิธีการเตรียม น้ำเชื่อมเริ่มจากการชั่งส่วนผสมน้ำตาลอ้อยและน้ำ หญ้าหวานตามอัตราส่วน วัดปริมาณของแข็งที่ละลาย น้ำได้ด้วยเครื่อง hand refractometer (ATAGO MASTER-M, China) เคี่ยวในหม้อให้ความร้อน ประมาณ 105 องศาเซลเซียส จนชั้นเหนียวมีความ หนืดสุดท้ายประมาณ 85,000 เซนติพอยส์ วัดความ หนืดด้วยเครื่องวัดความหนืด (CSC Scientific Bostwick Consistometer, 24925- 000, USA) จากนั้นนำน้ำเชื่อมที่เตรียมได้ราดหน้าข้าวแตนสูตรที่ ผ่านการคัดเลือกในข้อ 2.1 สังเกตลักษณะปรากฏของ

น้ำเชื่อม วัดค่าความแข็ง และทดสอบการยอมรับทาง ประชาสัมพันธ์ตามวิธีการในข้อ 2.1

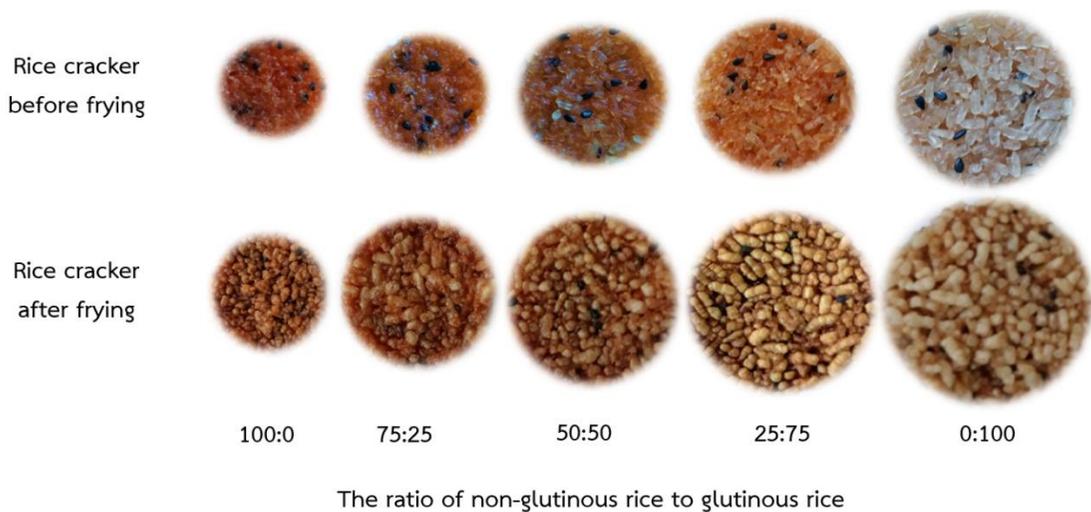
**2.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ**

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) โดยทดลอง 3 ซ้ำ นำ ข้อมูลที่ได้มาแสดงเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน และวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยวิเคราะห์ความ แปรปรวน (ANOVA) นำมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ วิธี Duncan’s new multiple range test (DMRT) [11] ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

**3. ผลการวิจัยและวิจารณ์**

**3.1 ผลของการใช้ปลายข้าวเจ้าและข้าว เหนียวต่อคุณภาพของข้าวแตน**

การสังเกตลักษณะปรากฏของข้าวแตนทั้ง 5 สูตร ก่อนและหลังทอด (รูปที่ 1) พบว่าข้าวแตนทั้ง 5 สูตร ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของปลายข้าวเจ้าหอมมะลิ 105 ต่อปลายข้าวเหนียว กข6 ร้อยละ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ ให้ลักษณะ ปรากฏที่ต่างกัน โดยข้าวแตนสูตรที่ผลิตจากปลายข้าว



**Figure 1** The appearance of rice cracker before frying and after frying

เจ้าต่อปลายข้าวเหนียวร้อยละ 100:0 มีลักษณะค่อนข้างละเอียด และแกะออกจากพิมพ์ยาก หลังการทำแห้งข้าวแต่นมีลักษณะค่อนข้างแข็งยึดติดกันแน่น มีสีส้มแดง หลังการทอดข้าวแต่นมีอัตราการขยายตัวต่ำสุด เนื้อสัมผัสแข็งกระด้าง และข้าวแต่นมีขนาดเล็กที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวแต่นสูตรอื่น ข้าวแต่นสูตรที่ผลิตจากปลายข้าวเจ้าต่อปลายข้าวเหนียวร้อยละ 0:100 ขึ้นรูปง่าย และแกะออกจากพิมพ์ง่าย เม็ดข้าวมีการกระจายตัวสูง เม็ดข้าวติดกันแบบหลวม ๆ หลังการทำแห้งข้าวแต่นไม่จับตัวกันแน่น มีสีแดงอ่อน หลังการทอดข้าวแต่นมีอัตราการขึ้นฟูสูงที่สุด เนื้อสัมผัสกรอบไม่แข็งกระด้าง และข้าวแต่นมีขนาดใหญ่ที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่น การสังเกตโดยภาพรวมของข้าวแต่นทั้ง 5 สูตร พบว่าอัตราการขยายตัวและวงรอบของข้าวแต่นแปรผันตรงกับปริมาณข้าวเหนียว ส่วนความเข้มข้นของข้าวแต่นแปรผกผันกับปริมาณข้าวเหนียว การใช้ปลายข้าวเจ้าและข้าวเหนียวซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน ส่งผลต่อลักษณะปรากฏและสมบัติทางกายภาพของข้าวแต่นต่างกัน

ความชื้นของข้าวแต่นแห้งก่อนทอดและข้าวแต่นหลังทอดทั้ง 5 สูตร แสดงในตารางที่ 1 พบว่าข้าวแต่นทั้ง 5 สูตร มีค่าความชื้นแตกต่างกัน ซึ่งข้าวแต่นสูตรที่ผลิตจากปลายข้าวเจ้าร้อยละ 100 มีความชื้นแตกต่างจากข้าวแต่นสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ข้าวแต่นสูตรที่ผลิตจากปลายข้าวเจ้าร้อยละ 75 และ 50 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับข้าวแต่นที่ผลิตจากปลายข้าวเจ้าร้อยละ 25 และ 0 โดยข้าวแต่นทั้ง 5 สูตร มีค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 6 ตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ข้าวแต่น [8] ข้าวแต่นสูตรที่ผลิตจากปลายข้าวเจ้าร้อยละ 100 มีค่าความชื้นสูงที่สุด และข้าวแต่นสูตรที่ผลิตจากปลายข้าวเหนียวร้อยละ 100 มีค่าความชื้นต่ำที่สุด ปริมาณความชื้นที่ต่างกันนี้ในข้าวแต่น

ทั้ง 5 สูตร อาจเกิดจากในกระบวนการเตรียมปลายข้าวให้สุกด้วยความร้อนมีกระบวนการเตรียมที่ต่างกัน โดยปลายข้าวเจ้าใช้วิธีการหุง ส่วนปลายข้าวเหนียวใช้วิธีการนึ่ง การหุงและการนึ่งอาศัยการถ่ายเทความร้อนที่ต่างกัน การหุงมีการนำข้าวใส่ในหม้อพร้อมกับน้ำ และให้ความร้อนซึ่งปลายข้าวเจ้าที่ผ่านการหุงมีโอกาสสัมผัสกับน้ำในปริมาณสูงกว่าวิธีการนึ่ง การนึ่งต้องเตรียมปลายข้าวเหนียวโดยการแช่ปลายข้าวเหนียวในน้ำเป็นเวลา 6 ชั่วโมง เพื่อให้ให้น้ำซึมเข้าไปในเม็ดข้าว จากนั้นใช้ความร้อนจากไอน้ำร้อนทำให้ข้าวสุก ความร้อนจากไอน้ำจะถ่ายเทไปยังผิวหน้าของอาหารด้วยการพาความร้อนและเข้าสู่ภายในเมล็ดด้วยการนำความร้อน [12] การหุงระหว่างการทำให้สุกข้าวสัมผัสกับน้ำโดยตรงตลอดเวลา ทำให้มีปริมาณความชื้นในเมล็ดที่ผ่านการหุงสูงกว่าการนึ่ง ปลายข้าวเจ้าที่ผ่านการหุงแล้วจึงอิมมิดด้วยน้ำเมื่อเติมน้ำแดงโม่ลงไปทำให้การดูดน้ำเข้าไปในเม็ดข้าวเกิดขึ้นได้น้อยกว่าเม็ดข้าวเหนียวที่ผ่านการนึ่ง ข้าวแต่นสูตรที่ใช้ปลายข้าวเจ้าร้อยละ 100 เกิดโครงข่ายของเจลที่มีลักษณะจับตัวกันแน่น เม็ดข้าวบางส่วนเสียสภาพโครงสร้างระหว่างเกิดเจล ดังนั้นเมื่อนำข้าวแต่นไปอบแห้งด้วยอุณหภูมิและระยะเวลาที่เท่ากันส่งผลให้ปริมาณความชื้นของข้าวแต่นที่ผลิตจากปลายข้าวเจ้าร้อยละ 100 มีการระเหยของน้ำอิสระระหว่างการทำให้แห้งช้ากว่าข้าวแต่นที่ผลิตจากปลายข้าวเหนียวร้อยละ 100 ส่งผลให้ข้าวแต่นสูตรที่ผลิตจากปลายข้าวเจ้าร้อยละ 100 ค่าความชื้นสูงกว่า

อัตราการพองตัวของข้าวแต่นหลังทอดทั้ง 5 สูตร (ตารางที่ 1) พบว่าข้าวแต่นทั้ง 5 สูตร มีอัตราการพองตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยอัตราการพองตัวของข้าวแต่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแปรผันตรงกับปริมาณปลายข้าวเหนียวที่เพิ่มขึ้นในสูตร การพองตัว

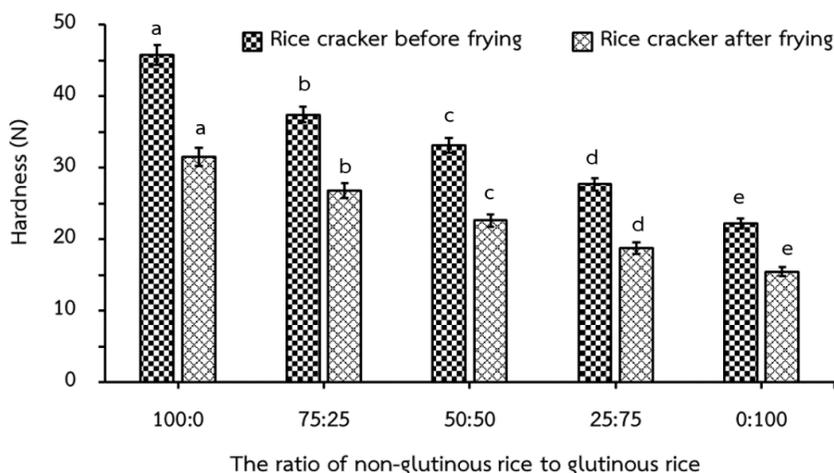
ของข้าวเกิดจากหลายปัจจัย อาทิ กระบวนการแปรรูป ปลายข้าว การนำปลายข้าวมาทำให้สุกเพื่อให้เกิดการ เจลลาคีโนเซชันของเม็ดแป้ง ก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการการ ขึ้นรูป การทำแห้ง และให้ความร้อนภายใต้อุณหภูมิสูง ด้วยการทอดจนทำให้เกิดการพองตัวของข้าว [13] ข้าวแตนสูตรที่มีการใช้ปลายข้าวเจ้าร้อยละ 100 มีผล ทำให้การพองตัวของข้าวแตนลดลง เนื่องจากองค์ ประกอบทางเคมีในปลายข้าวหอมมะลิมีปริมาณ อะไมโลสสูงกว่าปลายข้าวเหนียว ในระหว่างหุงสุกด้วยความร้อน การเกิดเจลลาคีโนเซชันของสตาร์ชจะทำให้ได้ เจลที่แข็งแรง ข้าวสุกจะมีลักษณะเหนียวนุ่มและจับตัว กันแน่นทำให้ขึ้นรูปยากติดพิมพ์และละเอียด หลังการทำ แห้งมีลักษณะผิวด้านนอกที่แห้งคล้ายฟิล์มใส ใอน้ำจึง ไม่สามารถดันโครงสร้างของเจลปลายข้าวเจ้าให้เกิด การพองตัวได้ดี [14] ส่งผลให้อัตราการพองตัวระหว่างการ ทอดของข้าวแตนที่มีส่วนผสมของปลายข้าวเจ้า หอมมะลิลดต่ำลง นอกจากนี้ อัตราการพองตัวยัง เกี่ยวข้องกับกระบวนการทอด โดยระหว่างการทอด ความร้อนจะทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ระเหยกลายเป็นไอ และพยายามออกมาที่ผิวทำให้ผลิตภัณฑ์พองตัวและ เกิดช่องว่างภายในผลิตภัณฑ์ ขณะเดียวกันน้ำมันจะ เข้าไปแทนที่ปริมาณน้ำที่ระเหยออกและช่องว่าง

ภายในผลิตภัณฑ์ทำให้ปริมาณน้ำมันเพิ่มขึ้นและ ความชื้นลดลง [15] ผลิตภัณฑ์ข้าวแตนที่ผลิตจาก ปลายข้าวเจ้าร้อยละ 100 เกิดเจลที่เป็นโครงข่ายที่ แข็งแรงระหว่างการทอดอาจทำให้การระเหยของน้ำ เกิดได้ยากกว่า ส่งผลให้ขีดขวงการพองตัวของ ผลิตภัณฑ์ข้าวแตนที่ผลิตจากปลายข้าวเจ้าร้อยละ 100 ความแข็งของข้าวแตนแห้งก่อนทอดและ ข้าวแตนหลังทอดทั้ง 5 สูตร (รูปที่ 2) พบว่าข้าวแตน ทั้ง 5 สูตร มีค่าความแข็งก่อนทอดและหลังทอด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อ มั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าความแข็งของข้าวแตน มีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณปลายข้าวเหนียวในสูตร เพิ่มขึ้น ความแข็งของข้าวแตนสัมพันธ์กับอัตราการ พองตัว ข้าวแตนสูตรที่มีอัตราการพองตัวสูงที่สุด คือ สูตรที่มีการใช้ปลายข้าวเหนียวในการผลิตร้อยละ 100 มีค่าความแข็งต่ำที่สุด อาจเนื่องจากโครงสร้างของ ปลายข้าวเหนียวแต่ละเมล็ดจับตัวกันอย่างหลวมมี ช่องว่าง ไม่อัดแน่นเหมือนในข้าวแตนที่ผลิตจากปลาย ข้าวเจ้าซึ่งเกิดเจลที่จับตัวกันแน่นทำให้ความแข็งเพิ่ม สูงขึ้น โดยเฉพาะในสูตรที่มีการใช้ปลายข้าวเจ้าร้อยละ 100 ในการผลิตมีค่าความแข็งสูงที่สุด

**Table 1** The moisture content of rice cracker before frying and after frying and swelling rate

Ratios of non-glutinous rice to glutinous rice	Moisture content of rice cracker before frying (%)	Moisture content of rice cracker after frying (%)	Swelling rates
100:0	5.97±0.06 <sup>a</sup>	5.77±0.12 <sup>a</sup>	1.41±0.02 <sup>a</sup>
75:25	5.73±0.12 <sup>b</sup>	5.43±0.12 <sup>b</sup>	1.46±0.04 <sup>b</sup>
50:50	5.57±0.06 <sup>b</sup>	5.23±0.12 <sup>c</sup>	1.84±0.05 <sup>c</sup>
25:75	5.30±0.10 <sup>c</sup>	5.13±0.06 <sup>cd</sup>	2.34±0.05 <sup>d</sup>
0:100	5.13±0.12 <sup>c</sup>	5.00±0.10 <sup>d</sup>	2.83±0.06 <sup>e</sup>

mean±SD; <sup>a-e</sup> means within each column indicate significant differences ( $p \leq 0.05$ ) using Duncan's multiple range test.



**Figure 2** The hardness of rice cracker before frying and after frying [<sup>a-e</sup> means significant differences ( $p \leq 0.05$ ) using Duncan's multiple range test.

**Table 2** The colors of rice cracker before frying and after frying

Ratios of non-glutinous rice to glutinous rice	Colors of rice cracker before frying			Colors of rice cracker after frying		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
100:0	21.40±0.27 <sup>e</sup>	14.83±0.13 <sup>a</sup>	22.60±0.32 <sup>a</sup>	34.32±0.23 <sup>e</sup>	13.12±0.03 <sup>a</sup>	21.59±0.03 <sup>a</sup>
75:25	23.93±0.52 <sup>d</sup>	11.43±0.18 <sup>b</sup>	19.54±0.02 <sup>b</sup>	36.67±0.35 <sup>d</sup>	12.78±0.23 <sup>b</sup>	20.78±0.17 <sup>b</sup>
50:50	37.83±0.10 <sup>c</sup>	10.37±0.02 <sup>c</sup>	19.20±0.21 <sup>b</sup>	37.40±0.09 <sup>c</sup>	12.35±0.01 <sup>c</sup>	20.53±0.50 <sup>bc</sup>
25:75	45.45±0.17 <sup>b</sup>	7.84±0.06 <sup>d</sup>	17.20±0.22 <sup>c</sup>	42.53±0.22 <sup>b</sup>	11.78±0.23 <sup>d</sup>	20.28±0.03 <sup>c</sup>
0:100	47.45±0.17 <sup>a</sup>	7.13±0.02 <sup>e</sup>	15.96±0.06 <sup>d</sup>	46.46±0.19 <sup>a</sup>	8.50±0.08 <sup>e</sup>	18.27±0.09 <sup>d</sup>

mean±SD; <sup>a-e</sup> means within each column indicate significant differences ( $p \leq 0.05$ ) using Duncan's multiple range test.

ค่าสีของข้าวแตนแห้งก่อนทอดและข้าวแตนหลังทอดทั้ง 5 สูตร (ตารางที่ 2) พบว่าข้าวแตนทั้ง 5 สูตร มีค่าความสว่าง (L\*) และค่า a\* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่า L\* ของข้าวแตนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณปลายข้าวเหนียวในสูตรเพิ่มขึ้น ค่า a\* ของข้าวแตนมีค่าอยู่ในช่วงสีแดง ส่วน b\* มีค่าอยู่

ในช่วงสีเหลือง โดยค่า a\* และ b\* แปรผันตรงกับปริมาณของปลายข้าวเจ้า ข้าวแตนมีค่าสีอยู่ในช่วงสีเหลืองแดง เกิดจากสีของน้ำแดงโมซึ่งมีสีแดง เนื้อแดงโมมีเบต้าแคโรทีนและสารไลโคพีน [16] ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเหลืองแดง พบทั่วไปในพืชและสิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสง ทำงานร่วมกับคลอโรฟิล ซึ่งเป็นรงควัตถุที่มีสีเขียว ทำหน้าที่ ดูดซับพลังงานจาก

แสงอาทิตย์ เพื่อการสังเคราะห์ด้วยแสงและช่วยการเจริญเติบโตของพืช และป้องกันอันตรายจากแสง ในอุตสาหกรรมอาหาร ใช้เป็นสีผสมอาหารจากธรรมชาติ เป็นกลุ่มสารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกายช่วยต้านอนุมูลอิสระ [17] ค่า  $a^*$  และ  $b^*$  ของข้าวแตงน้อมีความสัมพันธ์กับค่าความสว่าง สูตรมีการใช้ปลายข้าวเหนียวร้อยละ 100 ในการผลิตมีค่าความสว่างสูงสุดและมีค่าความเข้มของสีเหลืองแดงน้อยกว่าสูตรที่มีส่วนผสมของปลายข้าวเจ้า อาจเกิดจากลักษณะโครงสร้างของข้าวเหนียวและข้าวเจ้าที่ต่างกัน ลักษณะของข้าวเจ้ามีปริมาณอะไมโลสสูงเมื่อต้มสุกเจลมีลักษณะขาวขุ่น ส่วนข้าวเหนียวมีปริมาณอะไมโลเพกทินสูงเมื่อต้มสุกเจลมีลักษณะใสส่งผลให้ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้น รวมถึงการยึดเกาะกันของเม็ดข้าวจับกันแบบหลวม ๆ ไม่ชิดกันแน่นเหมือนในข้าวเจ้า ซึ่งมีโครงสร้างเป็นฟิล์มจับยึดกันแน่นส่งผลให้สีของผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบกับผู้บริโภคทั่วไป 30 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale (ตารางที่ 3) ของข้าวแตงน้อมทั้ง 5 สูตร พบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวแตงน้อมสูตรที่ใช้อัตราส่วนข้าวเจ้าต่อข้าวเหนียว 0 : 100 เป็นสูตรที่มีคะแนนเฉลี่ย

ด้านลักษณะปรากฏ (7.70±0.79) กลิ่น (7.60±1.00) รสชาติ (7.63±0.81) เนื้อสัมผัส (7.83±0.79) และความชอบรวม (7.77±0.82) สูงที่สุด อยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง เมื่อพิจารณาจากลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ ความชื้น อัตราการพองตัว ความแข็ง และคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัส ซึ่งสูตรที่ใช้อัตราส่วนข้าวเจ้าต่อข้าวเหนียว 0 : 100 มีความเหมาะสมในการผลิตข้าวแตงน้อมจากปลายข้าวในขั้นตอนนี้ต่อไป

### 3.2 ผลของน้ำแดงโม น้ำแคนตาลูป น้ำลำไย และน้ำอ้อยต่อคุณภาพของข้าวแตงน้อม

การนำวัตถุดิบในท้องถิ่นมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตข้าวแตงน้อมเพื่อปรับปรุงรสชาติและสร้างคุณลักษณะให้กับผลิตภัณฑ์ โดยข้าวแตงน้อมสูตรที่ใช้ปลายข้าวเหนียวในการผลิตถูกคัดเลือกเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้น้ำแดงโม น้ำแคนตาลูป น้ำลำไย และน้ำอ้อยต่อคุณภาพของข้าวแตงน้อม พบว่าโดยภาพรวมข้าวแตงน้อมจากปลายข้าวเหนียวทั้ง 4 สูตร มีลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ไม่ต่างกัน (รูปที่ 3) การขึ้นรูปง่าย แกะออกจากพิมพ์ง่าย เม็ดข้าวมีการกระจายตัวดี หลังการทำแห้งข้าวแตงน้อมไม่จับตัวกันแน่น มีสีแดงอ่อนถึงน้ำตาลอ่อน หลังการทอดข้าวแตงน้อมมีอัตราการขยายตัวขึ้นดี เนื้อสัมผัสกรอบ ไม่แข็งกระด้าง

**Table 3** The liking score (n = 30) of rice cracker after frying

Ratios of non-glutinous rice to glutinous rice	Attributes				
	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall liking
100:0	1.73±0.69 <sup>c</sup>	4.70±0.95 <sup>c</sup>	5.63±1.45 <sup>b</sup>	1.67±0.76 <sup>d</sup>	2.10±1.12 <sup>c</sup>
75:25	2.07±1.01 <sup>c</sup>	4.77±0.94 <sup>c</sup>	5.80±1.45 <sup>b</sup>	1.90±0.92 <sup>d</sup>	2.33±1.12 <sup>c</sup>
50:50	4.80±2.02 <sup>b</sup>	5.03±1.13 <sup>c</sup>	6.07±1.28 <sup>b</sup>	5.00±1.89 <sup>c</sup>	5.03±2.01 <sup>b</sup>
25:75	7.13±0.97 <sup>a</sup>	7.03±0.89 <sup>b</sup>	7.20±0.61 <sup>a</sup>	7.17±0.87 <sup>b</sup>	7.30±0.47 <sup>a</sup>
0:100	7.70±0.79 <sup>a</sup>	7.60±1.00 <sup>a</sup>	7.63±0.81 <sup>a</sup>	7.83±0.79 <sup>a</sup>	7.77±0.82 <sup>a</sup>

mean±SD; <sup>a-d</sup> means within each column indicate significant differences (p≤0.05) using Duncan's multiple range test.



**Figure 3** The appearance of rice cracker from watermelon, cantaloupe, longan and sugar cane

**Table 4** The colors of four different formulations of the rice crackers

Rice crackers	Colors of rice cracker before frying			Colors of rice cracker after frying		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Watermelon	47.45±0.17 <sup>b</sup>	7.13±0.02 <sup>a</sup>	15.96±0.06 <sup>a</sup>	41.79±0.22 <sup>b</sup>	10.50±0.12 <sup>c</sup>	18.27±0.09 <sup>c</sup>
Cantaloupe	50.23±0.14 <sup>a</sup>	3.89±0.02 <sup>b</sup>	15.08±0.03 <sup>b</sup>	46.46±0.19 <sup>a</sup>	8.50±0.08 <sup>d</sup>	19.25±0.06 <sup>b</sup>
Longan	41.05±0.14 <sup>d</sup>	2.07±0.01 <sup>c</sup>	8.98±0.02 <sup>d</sup>	35.48±0.35 <sup>d</sup>	11.92±0.03 <sup>b</sup>	20.90±0.03 <sup>a</sup>
Cane sugar	35.21±0.09 <sup>c</sup>	1.85±0.01 <sup>d</sup>	10.25±0.01 <sup>c</sup>	37.22±0.18 <sup>c</sup>	12.54±0.02 <sup>a</sup>	20.81±0.06 <sup>a</sup>

mean±SD; <sup>a-d</sup> means within each column indicate significant differences ( $p \leq 0.05$ ) using Duncan's multiple range test.

**Table 5** The liking score ( $n = 30$ ) of four different formulations of the rice crackers

Rice crackers	Attributes				
	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall liking
Watermelon	7.70±0.79 <sup>ns</sup>	7.60±1.00 <sup>ns</sup>	7.63±0.81 <sup>ns</sup>	7.83±0.79 <sup>ns</sup>	7.77±0.82 <sup>ns</sup>
Cantaloupe	7.67±0.84 <sup>ns</sup>	7.53±0.97 <sup>ns</sup>	7.53±0.82 <sup>ns</sup>	7.73±0.83 <sup>ns</sup>	7.67±0.84 <sup>ns</sup>
Longan	7.57±0.86 <sup>ns</sup>	7.43±0.97 <sup>ns</sup>	7.43±0.82 <sup>ns</sup>	7.63±0.85 <sup>ns</sup>	7.57±0.86 <sup>ns</sup>
Cane sugar	7.43±0.94 <sup>ns</sup>	7.40±0.97 <sup>ns</sup>	7.40±0.81 <sup>ns</sup>	7.57±0.94 <sup>ns</sup>	7.47±0.97 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> means not statistically significant ( $p > 0.05$ )

ค่าสีของข้าวแตนแห้งก่อนทอดและข้าวแตนหลังทอดทั้ง 4 สูตร (ตารางที่ 4) พบว่าข้าวแตนทั้ง 4 สูตร มีค่าสีแตกต่างกัน โดยค่าความสว่างของข้าวแตนสูตรน้ำแคนตาลูปมีค่าสูงสุด ค่า  $a^*$  ของข้าวแตนมีค่าอยู่ในช่วงสีแดง ส่วน  $b^*$  มีค่าอยู่ในช่วงสีเหลือง

โดยข้าวแตนหลังทอดสูตรน้ำอ้อยมีค่า  $a^*$  สูงที่สุด ส่วนค่า  $b^*$  พบว่าข้าวแตนหลังทอดสูตรน้ำลำไยและน้ำอ้อยมีค่าสูงสุด ค่าสีของข้าวแตนนอกจากจะสัมพันธ์กับที่เป็นองค์ประกอบรงควัตถุในวัตถุดิบ ยังอาจเกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดซึ่งเป็นปฏิกิริยาการเกิดสี

น้ำตาลชนิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับแอสไซม์ เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวส์กับกรดอะมิโน โปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนอื่น ๆ โดยมีความร้อนเร่งปฏิกิริยา ผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด เป็นสารประกอบหลายชนิดที่ให้สีน้ำตาลและกลิ่นรสต่าง ๆ ทั้งที่พึงประสงค์ และไม่พึงประสงค์ สีน้ำตาลที่เกิดขึ้นระหว่างการทอด [17]

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบกับผู้บริโภคทั่วไปของข้าวแต่นทั้ง 4 สูตร (ตารางที่ 5) พบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวแต่นจากปลายข้าวเหนียวทั้ง 4 สูตร มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการนำวัตถุดิบที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นตามฤดูกาล มาเป็นส่วนผสมในการผลิตข้าวแต่นเพื่อลดต้นทุน และสร้างความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ได้

### 3.3 ผลของอัตราส่วนน้ำตาลอ้อยต่อน้ำตาลหญ้าหวานต่อคุณภาพของน้ำเชื่อมราดหน้าข้าวแต่น

โดยทั่วไปการทำน้ำเชื่อมราดหน้าข้าวแต่นช่วยปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์ หรือช่วยเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ให้มีรสชาติต่าง ๆ น้ำเชื่อมที่นำเข้ามาทาบบริเวณผิวหน้าข้าวแต่นทำหน้าที่เป็นเหมือนกาวเชื่อมตัวข้าวแต่นกับวัตถุดิบที่ใช้แต่งหน้าได้แก่ ข้าวแต่นหน้าหมูหยองน้ำพริกเผา ข้าวแต่นหน้าธัญชาติต่าง ๆ เป็นต้น การผลิตแบบดั้งเดิมจะใช้น้ำตาลอ้อยเคี้ยวเป็นน้ำราดหน้าข้าวแต่น ซึ่งมีรสค่อนข้างหวานซึ่งไม่เหมาะกับผู้บริโภคที่ต้องการหลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารที่มีปริมาณน้ำตาลสูง ดังนั้นการศึกษากาใช้น้ำหญ้าหวาน ซึ่งมีสารให้ความหวาน คือ สตีวิโอไซด์ ที่ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทรายประมาณ 200-300 เท่า แต่ให้พลังงานต่ำกว่าถึง 300 เท่า [18] การศึกษาผลของการใช้น้ำหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลอ้อยบางส่วน โดยใช้น้ำตาลอ้อยต่อน้ำตาลหญ้าหวานในอัตราส่วนที่ต่างกันต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ

ความแข็ง และการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบกับผู้บริโภคทั่วไปของน้ำเชื่อมราดหน้าข้าวแต่น (ตารางที่ 6) พบว่าลักษณะปรากฏของน้ำตาลอ้อยเป็นของแข็งสีน้ำตาลอ่อนส่วนน้ำตาลหญ้าหวานเป็นของเหลวใสไม่มีสี ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำเชื่อมมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณน้ำตาลหญ้าหวานเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากมีปริมาณของของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำตาลอ้อยเริ่มต้นสูงกว่าในน้ำตาลหญ้าหวาน โดยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำตาลอ้อยเริ่มต้นมีค่าประมาณ 80 องศาบริกซ์ ส่วนน้ำตาลหญ้าหวานมีค่าประมาณ 0.8 องศาบริกซ์ การเติมน้ำหญ้าหวานช่วยลดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่ความหวานของน้ำเชื่อมเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำตาลหญ้าหวานที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความแข็งของน้ำเชื่อมหลังทิ้งไว้ให้เย็นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแปรผันตรงกับปริมาณหญ้าหวาน การใช้น้ำตาลอ้อยต่อน้ำตาลหญ้าหวานในอัตราส่วน 100:0 น้ำเชื่อมบริเวณผิวหน้าข้าวแต่นมีลักษณะแข็งและร่วนกว่าสูตรอื่น ส่วนการใช้น้ำตาลอ้อยต่อน้ำตาลหญ้าหวานในอัตราส่วน 25:75 น้ำเชื่อมมีความแข็งและเหนียวมากที่สุด ค่าความแข็งของน้ำเชื่อมหลังทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องอาจเนื่องจากพฤติกรรมกลาสทรานซิชันของน้ำตาล [19] หลังจากการให้ความร้อนแก่สารละลายน้ำตาลจนถึงจุดเดือด การเคี่ยวน้ำตาลจนเป็นน้ำเชื่อมที่ข้นหนืด จากนั้นนำน้ำเชื่อมที่ได้ไปราดบนหน้าข้าวแต่น อุณหภูมิของน้ำเชื่อมข้นหนืดลดลงอย่างรวดเร็วจนน้ำเชื่อมผ่านเข้าสู่สภาวะรับเบอร์ มีลักษณะอ่อนตัว สามารถทำให้รูปร่างตามต้องการ จนอุณหภูมิของน้ำเชื่อมลดลงจนถึงอุณหภูมิจนระเหยอากาศปกติ เข้าสู่สภาวะกลาส ซึ่งน้ำตาลมีลักษณะใส แข็งคล้ายแก้ว สีน้ำตาลเชื่อมติดอยู่กับผิวหน้าของข้าวแต่น น้ำเชื่อมสูตรที่มีการเติมน้ำหญ้าหวานปริมาณมากมีค่าความแข็งกว่าสูตรที่มีปริมาณน้ำตาลหญ้าหวานน้อย อาจเนื่องจากลักษณะทางกายภาพที่ต่างกันของน้ำตาล

อ้อยและน้ำหญ้าหวาน สังเกตจากลักษณะของน้ำตาล หลังจากทำให้เย็น โดยน้ำตาลอ้อยมีลักษณะทางกายภาพหลังจากที่เย็นตัวที่อุณหภูมิห้องเป็นกลุ่มที่ตกผลึกมีลักษณะขุ่นขาวเนื่องจากมีฟองอากาศกระจายอยู่ทั่วและเนื้อสัมผัสมีความแข็งน้อยกว่าน้ำหญ้าหวานซึ่งมีลักษณะไม่ตกผลึก แต่จะมีลักษณะโปร่งแสงและความแข็งสูงกว่า [20] การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบกับผู้บริโภคทั่วไปของข้าวแตนที่ราดหน้าด้วยน้ำเชื่อมทั้ง 4 สูตร พบว่าโดยภาพรวมคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสมีแนวโน้มลดลงเมื่ออัตราส่วนของน้ำหญ้าหวานเพิ่มขึ้น ผลิตรัณฑ์ข้าวแตนสูตรที่ราดหน้าด้วยน้ำเชื่อมที่มีการใช้น้ำตาลอ้อยต่อน้ำหญ้าหวานในอัตราส่วน 25 : 75 มี

คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ (7.00±0.87) กลิ่น (6.90±1.16) รสชาติ (6.97±0.81) เนื้อสัมผัส (6.83±0.83) และความชอบรวม (6.90±0.96) น้อยที่สุด และการใช้น้ำตาลอ้อยต่อน้ำหญ้าหวานในอัตราส่วน 100:0 75:25 และ 50:50 มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) ดังนั้นการใช้น้ำหญ้าหวานเป็นสารให้ความหวานทดแทนการใช้น้ำตาลอ้อย เป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ ซึ่งเป็นสารให้ความหวานที่ให้พลังงานต่ำ ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

**Table 6** Total soluble solids, hardness and the liking score of rice cracker with syrup

Ratios of cane sugar to stevia water	Total soluble solids (°Brix)	Hardness at room temperature (N)	Attributes				
			Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall liking
100 : 0	80.33±0.31 <sup>a</sup>	25.5±0.45 <sup>d</sup>	7.87±0.78 <sup>a</sup>	8.27±0.78 <sup>a</sup>	7.70±0.79 <sup>a</sup>	7.93±0.83 <sup>a</sup>	8.20±0.71 <sup>a</sup>
75 : 25	75.17±0.21 <sup>b</sup>	36.4±0.31 <sup>c</sup>	7.67±0.71 <sup>a</sup>	7.80±1.10 <sup>a</sup>	7.63±0.89 <sup>a</sup>	7.73±0.74 <sup>a</sup>	8.00±0.69 <sup>a</sup>
50 : 50	44.57±0.35 <sup>c</sup>	47.6±0.20 <sup>b</sup>	7.60±0.72 <sup>a</sup>	7.73±1.05 <sup>a</sup>	7.57±0.90 <sup>a</sup>	7.67±0.66 <sup>a</sup>	7.93±0.64 <sup>a</sup>
25 : 75	26.63±0.15 <sup>d</sup>	52.5±0.25 <sup>a</sup>	7.00±0.87 <sup>b</sup>	6.90±.16 <sup>b</sup>	6.97±0.81 <sup>b</sup>	6.83±0.83 <sup>b</sup>	6.90±0.96 <sup>b</sup>

mean±SD; <sup>a</sup> and <sup>d</sup> means within each column indicate significant differences (p≤0.05) using Duncan's multiple range test.

#### 4. สรุป

ปลายข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นข้าวแตน เนื่องจากผลิตรัณฑ์ที่ได้มีลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ อัตราการพองตัว ความแข็ง และคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบสูงที่สุด การใช้น้ำหญ้าหวานทดแทนการใช้น้ำตาลอ้อยบางส่วน ช่วยลดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำของข้าวแตนลงได้ อัตราส่วนของน้ำหญ้าหวานที่

เหมาะสมในการทดแทนน้ำตาลอ้อยที่ไม่เกินร้อยละ 50 ซึ่งให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่ต่างจากสูตรที่มีการใช้น้ำตาลอ้อยร้อยละ 100 นอกจากนี้การนำวัตถุดิบในท้องถิ่นมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตข้าวแตน สร้างความหลากหลายให้กับผลิตรัณฑ์ ช่วยลดต้นทุนการผลิตลงได้ อีกทั้งยังเป็นแนวทางหนึ่งในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรได้อีกทาง

## 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนศูนย์ข้าวบ้านจิก ตำบลวัฒนานคร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว ที่อนุเคราะห์วัตถุดิบเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

## 6. References

- [1] Hensawang, S., 2017, Rice: Importance nutrition and contamination, Environ. J. 21(1): 15-18. (in Thai)
- [2] Bourhom, N., Rice, Available Source: <http://www.doa.go.th/ard/FileUpload/export/8.pdf>, April 10, 2019. (in Thai)
- [3] Thai Rice Mills Association, Rice, Available Source: <http://www.thairicemillers.com>, April 10, 2019. (in Thai)
- [4] Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Extracted Drink from Broken Rice, Available Source: <http://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2015/20150911-Technology-show%202-2558-Food-Beverage-15.pdf>, April 10, 2019. (in Thai)
- [5] Tanasombun, P. and Pichaivongvongdee, S., 2017, Utilization of broken rice as a fat replacer in low calorie tofu salad dressing, SDU Res. J. 10(3): 105-128. (in Thai)
- [6] Subsaendee, T., Kitpreechavanich, V. and Yongsmith, B., 2012, Production of fermented broken rice by Thai red mold as functional food, pp. 574-578., 2nd National Rice Research Conference, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- [7] Chotineerant, S., Piyachomkwan, K., Laohaphatanaleart, K., Santisopasri, V. and Sriroth, K., 2001, Utilization of broken rice for glucose syrup production, pp. 590-598, 39th Kasetsart University Annual Conference: Fisheries, Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- [8] Thai Industrial Standards Institute, Community Product Standards: Sticky Rice Cracker Products, Khaotaen (36/2554), Available Source: <https://www.tisi.go.th>, April 10, 2019. (in Thai)
- [9] Intharapongnuwat, W., 2007. The Improvement of Main Process for Fried Rice Crackers Made by Sansailuang Farmers' Housewives Group, Master Thesis, Maejo University, Chiang Mai. 173 p. (in Thai)
- [10] Tiwthao, O., 2014, Study of Salmon Skin Puffing by Microwave Oven and Frying, Master Thesis, Prince of Songkla University, Songkla, 122 p. (in Thai)
- [11] Duncan, D.B., 1995, Multiple range and multiple F tests, Biometrics 11: 1-42.
- [12] Naivikul, O., 2017, Rice: Science and Technology, Kasetsart University Press, Bangkok, 366 p. (in Thai)
- [13] Wongsa, J., Silapruang, S., Aeimsard, R. and Thumthanaruk, B., 2013, Effect of Jasmine rice on puff quality of glutinous rice crackers filled with chili fish paste, Agric. Sci. J. 44(2): 329-332. (in Thai)
- [14] Sriroth, K. and Piyachomkwan, K., 2007,

- Starch Technology, Kasetsart University Press, Bangkok, 303 p. (in Thai)
- [15] Rattanathamawat, R., Suwonsichon, T., Chompreda, P., Sriroth, K. and Haruthaithanasan, V., Effect of Moisture Content of Half-snacks and Frying Time on Physicochemical Properties of Taro Flour Snack, Available Source: <http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/KC4106006.pdf>, April 10, 2019. (in Thai)
- [16] Auppathak, C., Suttha, W. and Phadungsilp, P., 2013, A Study of Seasoning Watermelon Shell Process, Research Report, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok, 55 p.
- [17] Rattanapanone, N., 2014, Food Chemistry, Odeon store, Bangkok, 504 p. (in Thai)
- [18] Limpaphayom, V., Laohakunjit, N. and Kerdchoechuen, O., 2012, Extraction of stevia water, Agric. Sci. J. 43(2)(Suppl.): 497-500. (in Thai)
- [19] Charoenrein, S. and Reepholkul, K., 2013, Glass transition of sugar during production of peanut brittle, Food 43(3): 74-81. (in Thai)
- [20] Pedcharat, K., Saetang, D, Tungsatitporn, D. and Sakulyunyongsuk, N., 2012, Development of Candy from Thai Herb: Reduce Inflammation, Research Report, Faculty of home economics technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok, 120 p.