ลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์ที่เพาะปลูกในจังหวัดน่าน

Quality Attributes of Rice Cracker made from Glutinous Rice Varieties Cultivated in Nan Province

จิรรัชต์ กันทะขู้* บุษบา มะโนแสน และกัลย์สุดา แสงสุข

สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์ในการเปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวที่ผลิตจากข้าวเหนียวพันธุ์ที่เพาะปลูกมากในจังหวัดน่าน คือ พันธุ์ กข6 พันธุ์สันป่าตอง พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์หวัน 1 โดยเตรียมแผ่นข้าวเกรียบว่าวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6 เซนติเมตร อบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จะได้แผ่นข้าวเกรียบดิบที่มีความชื้นสุดท้ายไม่เกินร้อยละ 15 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของข้าวเกรียบว่าว เมื่อนำข้าวเกรียบไปอบให้สุกด้วยเตาไมโครเวฟที่ระดับกำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 2 นาที พบว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดังนี้ ข้าวพันธุ์ กข6 มีอัตราการพองตัวสูงที่สุด คือ 3.22 เท่า ของปริมาตรเริ่มต้น รองลงมาคือ พันธุ์มะลิหอม พันธุ์สันป่าตอง และพันธุ์หวัน1 มีอัตราการพองตัวเท่ากับ 2.11, 2.05 และ 1.62 เท่าตามลำดับ ความแข็งของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวพันธุ์ กข6 และพันธุ์มะลิหอมไม่แตกต่างกัน (820 กรัมและ 733.5 กรัม ตามลำดับ) โดยมีความแข็งน้อยกว่าข้าวพันธุ์สันป่าตอง และพันธุ์หวัน1 (1237.2 กรัม และ 1046.7 กรัม ตามลำดับ) ค่าความสว่าง (L*) ของข้าวเกรียบว่าวจากข้าวพันธุ์ กข6 มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์มะลิหอม สันป่าตอง และหวัน1 ตามลำดับ ค่าสีแดง (a*) ของข้าวเกรียบว่าวจากข้าวพันธุ์มะลิหอม มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์สันป่าตอง หวัน1 และ กข6 ตามลำดับ ส่วนค่าสีเหลือง (b*) ไม่พบความแตกต่างกันของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวทั้ง 4 พันธุ์ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวพันธุ์มะลิหอมได้รับการยอมรับอยู่ในระดับชอบมาก (8.50 คะแนน) ใกล้เคียงกับข้าวพันธุ์ กข6 (8.08 คะแนน) ในขณะที่ข้าวพันธุ์สันป่าตอง และพันธุ์หวัน 1 ได้คะแนนในระดับชอบเล็กน้อย ดังนั้นพันธุ์ข้าวเหนียวที่ปลูกในจังหวัดน่าน ที่เหมาะสำหรับผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว โดยให้อัตราการพองตัวสูง เนื้อสัมผัสไม่แข็ง มีสีสวยงาม และได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัส คือ พันธุ์มะลิหอม และ พันธุ์ กข6

คำสำคัญ : การแปรรูปอาหาร, ข้าวเกรียบว่าว, พันธุ์ข้าวเหนียว

Abstract

The objectives of this research were to investigate the quality attributes of rice crackers (Khao Kreab Wow) made from 4 glutinous rice varieties cultivated in Nan province. There are RD6, San-Pa-Tong, Mali-Hom, and Wan1 rice varieties. The sheeted dough of cracker was cut into circle pallets by the mold with 6-cm in diameter. The fresh-cut pallets were continuously oven-dried for 3 hours at 35°C until 15% of moisture content was obtained. The dried pallets were baked at 800 watts of microwave power for 2 minutes affected to the quality attributes; expansion ratio, hardness, L* a* b* value, and sensory acceptance. The cracker expansion ratio of RD6 variety was 3.22 times of original volume that was higher than Mali-Hom, San-Pa-Tong and Wan1 varieties, respectively. The texture of rice crackers were determined as instrumental hardness value (grams). The RD6 and Mali-Hom varieties crackers showed a lower hardness than San-Pa-Tong and Wan1. The RD6 variety cracker revealed the highest brightness (L*) that was brighter than Mali-Hom, San-Pa-Tong and Wan1, respectively. The Mali-Hom variety cracker presented the highest values of redness (a*). There were not difference in the yellowness (b*) of all crackers. The sensory attribute acceptance of Mali-Hom and RD6 varieties cracker

were similar. The products were accepted at level of high to very high preference. Mali-Hom and RD6 varieties were suitable for rice cracker processing.

Keywords : food processing, rice cracker, glutinous rice varieties

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน

1. บทนำ

ข้าวเกรียบว่าว หรือ ข้าวควบ (ภาคเหนือ) หรือข้าวพอง (ภาคอีสาน) เป็นอาหารขบเคี้ยวประเภทพองกรอบ ที่ใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบ มักใช้รับประทานเป็นอาหารว่าง หรือระหว่างมื้ออาหารหลัก หรือระหว่างพักผ่อน อาหารพองกรอบมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับวัตถุดิบและกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน วัตถุดิบหลักที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นแป้งหรือข้าว ใช้เทคโนโลยีการทำให้พองแตกต่างกัน เช่นการพองด้วยการย่างบนความร้อน การพองตัวที่เกิดจากแรงอัดที่อุณหภูมิสูง การพองตัวที่เกิดจากแผ่นความร้อน และการพองที่เกิดจากการอบหรือทอดในน้ำมันร้อน โดยลักษณะเด่นของอาหารพองกรอบ คือ มีเนื้อขนมที่พอง เบา กรอบ ความหนาแน่นต่ำ [1] ข้าวเกรียบว่าวเป็นอาหารตามภูมิปัญญาพื้นบ้านที่หารับประทานได้ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย เนื่องจากวัตถุดิบหาได้ง่ายในท้องถิ่น ผลิตจากข้าวเหนียว ซึ่งแต่ละท้องถิ่นมักใช้ข้าวเหนียวพันธุ์ที่เพาะปลูกเองในพื้นที่มาเป็นวัตถุดิบ เช่นเดียวกับพื้นที่จังหวัดน่านที่ประชากรส่วนใหญ่บริโภคข้าวเหนียวเป็นอาหารหลัก จึงพบภูมิปัญญาการแปรรูปข้าวเกรียบว่าวที่ยังสืบทอดมาจนกระทั่งปัจจุบันเช่นกัน การทำข้าวเกรียบว่าว เริ่มจากการนึ่งข้าวเหนียวให้สุก บดให้ละเอียดแล้วเติมน้ำอ้อยและไข่ไก่ ผสมเข้าด้วยกัน ทำเป็นแผ่นบางทาด้วยน้ำมันหรือน้ำมันที่ผสมด้วยไข่แดงต้มสุก เพื่อไม่ให้ติดภาชนะ ทำให้แห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์หรือจากแหล่งพลังงานอื่น ก่อนบริโภคต้องผ่านการให้ความร้อน การผลิตข้าวเกรียบว่าวแบบดั้งเดิมของจังหวัดน่านนั้นมีการใช้ข้าวพันธุ์ กข 6 ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากในจังหวัดน่านเพราะข้าว พันธุ์ กข 6 เป็นพันธุ์ข้าวเหนียวที่ข้าวสุกอ่อนนุ่มและมีกลิ่นหอม แต่ในพื้นที่จังหวัดน่านมีข้าวเหนียวพันธุ์อื่นๆ ที่ยังสามารถนำมาแปรรูปทำข้าวเกรียบว่าวได้ พันธุ์ที่นิยมปลูกได้แก่ พันธุ์ กข6 พันธุ์ กข10 พันธุ์สันป่าตอง พันธุ์หวัน1 พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์หอมสกล งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดดัดแปลงการผลิตข้าวเกรียบว่าว โดยใช้ข้าวเหนียวพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดน่านแทน เพื่อให้ทราบลักษณะคุณภาพด้านต่างๆ ของข้าวเกรียบว่าว ที่ทำมาจากข้าวเหนียวพันธุ์ที่พบในจังหวัดน่าน และทำให้ทราบถึงศักยภาพของพันธุ์ข้าวเหนียวที่พบในจังหวัดน่าน ที่สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวได้ ทำให้ข้าวเกรียบว่าวของจังหวัดน่านมีเอกลักษณ์ ที่สามารถใช้ข้าวในท้องถิ่นมาแปรรูป ช่วยเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ และยังช่วยอนุรักษ์พันธุ์ข้าวในจังหวัดน่านอีกด้วย

2. วิธีดำเนินการวิจัย

ข้าวเหนียว : ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 พันธุ์สันป่าตอง พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์หวัน 1 มีแหล่งที่มาจากบ้านป่าอ้อย ต.ป่าแลวหลวง อ.สันติสุข จ.น่าน

วิธีทำข้าวเกรียบว่าว : ดัดแปลงจากวิธีของกลุ่มแม่บ้านบ้านเชียงโคม ต.เชียงกลาง อ.เชียงกลาง จ.น่าน เริ่มจากการนำข้าวเหนียวเต็มเมล็ดแช่น้ำทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง แล้วนึ่งให้สุกด้วยไอน้ำ เมื่อข้าวสุกเทใส่ลงในเครื่องนวดผสม (Kitchen aid, 5K5ss) ทันที ใส่ไข่ไก่ตามลงไปทันทีเพื่อไม่ให้มีกลิ่นคาว นวดผสมโดยใช้หัวตีรูปใบไม้ที่ระดับความเร็วปานกลาง เป็นเวลา 15 นาที แล้วจึงเติมน้ำตาลปี๊บ น้ำอ้อย นวดผสมให้เข้ากันอีก 10 นาที เมื่อเสร็จแล้วจึงนำแป้งไปขึ้นรูปเป็นแผนข้าวเกรียบว่าว โดยชั่งน้ำหนักแป้งประมาณ 10 กรัม คลึงให้เป็นก้อนกลม โดยก่อนคลึงแป้ง ให้ทามือด้วยน้ำมันพืชผสมไข่แดงต้มสุก เพื่อไม่ให้แป้งติดมือและแป้งมีสีสันสวยงาม จากนั้นจึงใช้ไม้คลึงแป้งรีดก้อนแป้งให้เป็นแผ่นบาง ใช้แม่พิมพ์วงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.0 เซนติเมตร กดตัดแผ่นแป้ง จากนั้นนำแผ่นข้าวเกรียบว่าวไปวางบนตะแกรง ก่อนนำไปอบในตู้อบลมร้อน (WTB binder, FD115) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จนแห้งโดยความชื้นไม่เกินร้อยละ 15 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว [2]

นำข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 พันธุ์สันป่าตอง พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์หวัน 1 ที่เตรียมไว้ มาทำให้สุกโดยการอบด้วยเตาไมโครเวฟ ที่ระดับกำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 2 นาที แล้ววิเคราะห์คุณภาพดังต่อไปนี้

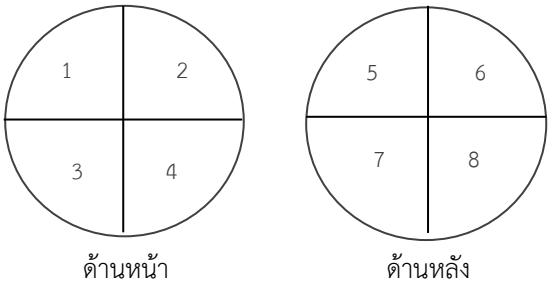
2.1 อัตราการพองตัว

วัดอัตราการพองตัวของข้าวเกรียบว่าวโดยใช้หลักการแทนที่ด้วยเม็ดงา (seed displacement) โดยเทเมล็ดงาลงในภาชนะที่มีขนาดใหญ่เพียงพอสำหรับใส่ข้าวเกรียบว่าวลงไปได้ เทจนเต็มแล้วใช้วัสดุผิวเรียบปาดงาส่วนเกินออกไป แล้ววัดปริมาตรของภาชนะโดยใช้กระบอกตวง เช่นเดียวกันกับการวัดปริมาตรข้าวเกรียบว่าวโดยนำแผ่นข้าวเกรียบใส่ลงในภาชนะ เทเมล็ดงาปิดทับให้ท่วมใช้วัสดุผิวเรียบปาดเมล็ดงาออก นำเมล็ดงาไปวัดปริมาตรด้วยกระบอกตวง[3] ทดลอง 10 ซ้ำ คำนวณอัตราการพองตัวของข้าวเกรียบว่าวดังสมการ (1)

$$\text{อัตราการพองตัว (เท่า)} = \frac{\text{ปริมาตรของภาชนะ (มิลลิลิตร)} - \text{ปริมาตรของเมล็ดงา (มิลลิลิตร)}}{\text{น้ำหนักของแผ่นข้าวเกรียบ (กรัม)}} \quad (1)$$

2.2 ค่าสี L*a*b*

ใช้เครื่องวัดสี (Minolta, CR-10) วัดค่าสี L*a*b* ของข้าวเกรียบว่าว ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง โดยสุ่มวัดจำนวน 8 จุด ทั้งด้านหน้าและด้านหลังแผ่นข้าวเกรียบว่าวดังรูป ทดลอง 3 ซ้ำ



รูปที่ 1 ตำแหน่งในการวัดค่าสี L* a* b* บนแผ่นข้าวเกรียบว่าว

2.3 เนื้อสัมผัส

วัดเนื้อสัมผัสข้าวเกรียบว่าวโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Brookfield, CT3) ใช้หัววัด (probe) แบบ Sphere ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.7 มิลลิเมตร วัดค่าความแข็ง (Hardness) จากแรงที่ใช้ในการเจาะทะลุ (กรัม) ที่อัตราเร็วของหัววัด 1.0 มิลลิเมตร/วินาที ทดลอง 10 ซ้ำ

2.4 การประเมินทางประสาทสัมผัส

ประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ การพองตัว ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยใช้แบบทดสอบชนิด 9-Point hedonic scale กำหนดให้คะแนนเท่ากับ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และคะแนนเท่ากับ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด กำหนดเกณฑ์การยอมรับผลิตภัณฑ์ต้องได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 5 คะแนน ใช้ผู้ทดสอบชิม 50 คน

2.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป วิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 อัตราการพองตัวของข้าวเกรียบว่าว

การพองตัวของข้าวเป็นผลมาจากความร้อนและความดัน โดยความร้อนทำให้ไอน้ำในข้าวเกิดการขยายตัวในช่องว่าง หรือรูของเมล็ดข้าว หรือมีความดันไอน้ำในการดันโครงสร้างของข้าวหรือผลิตภัณฑ์ออกไปทำให้เกิดการพองตัว[4] จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าการพองตัวของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 มีการพองตัวมากที่สุด (3.22 เท่า) รองลงมาคือ พันธุ์มะลิหอม (2.11 เท่า) พันธุ์สันป่าตอง (2.05 เท่า) และพันธุ์หวัน 1 (1.62 เท่า) ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวเหนียว ซึ่งเป็นข้าวที่โครงสร้างประกอบด้วยอะไมโลเพกตินเป็นส่วนใหญ่ มีอะไมโลสเพียงเล็กน้อย ทำให้ได้แผ่นฟิล์มของสตาร์ชที่พองตัวดี มีเนื้อสัมผัส เบา และเปราะ[11]

ตารางที่ 1 อัตราการพองตัวของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียว พันธุ์ กข 6 พันธุ์หวัน 1 พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์สันป่าตอง เมื่ออบด้วยเตาไมโครเวฟที่ระดับกำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 2 นาที

พันธุ์ข้าว	อัตราการพองตัว (เท่า)
กข 6	$3.22^{a} \pm 1.77$
หวัน 1	$1.62^{b} \pm 1.09$
มะลิหอม	$2.11^{ab} \pm 1.95$
สันป่าตอง	$2.05^{ab} \pm 0.96$

^{a,b,c,d} ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ปัจจัยที่มีต่อการพองตัวของข้าวเกรียบว่าว อาจเกิดจากปริมาณอะมิโลสที่พบในข้าว แม้ว่าโดยทั่วไปข้าวเหนียวเป็นข้าวที่ไม่มีอะมิโลส หรืออาจมีเพียงเล็กน้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว จากงานวิจัยพบว่าข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 และพันธุ์สันป่าตอง ไม่มีอะมิโลสเป็นองค์ประกอบอยู่เลย[5,6] โมเลกุลของอะมิโลสและอะมิโลเพกตินที่พบในเม็ดแป้ง มีการจัดเรียงตัวแบ่งได้ 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งมีการจัดเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบเหมือนผลึก ซึ่งเป็นส่วนประกอบของอะมิโลส มีการพองตัวจำกัด เรียกส่วนนี้ว่า crylitalline region อีกกลุ่มหนึ่งมีการจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ ดูดน้ำได้ดี เรียกส่วนนี้ว่า amorphous region เป็นส่วนที่อยู่รอบๆ ผลึก ซึ่งประกอบด้วยอะมิโลเพกตินเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในเม็ดแป้งที่มีอะมิโลเพกตินสูงจะมีส่วนที่เป็น crylitalline region น้อย จึงสามารถดูดน้ำได้รวดเร็ว พองตัวได้ดี เมื่อเทียบกับแป้งที่มีอะมิโลสสูง[7] ในการศึกษาการพองตัวของข้าวสารที่มีปริมาณอะมิโลสแตกต่างกัน พบว่า ข้าวที่ปริมาณอะมิโลสต่ำ เช่น ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ จะมีอัตราการพองตัวสูงสุด เมื่อเทียบกับข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสปาน กลาง-ค่อนข้างสูง (พันธุ์ดอกพยอม) และข้าวที่มีอะมิโลสสูง (พันธุ์เฉี้ยงพัทลุง เล็บนกปัตตานี และ พันธุ์ KGTLR 79133/3/1/2) มีอัตราการพองตัวต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบ ณ อุณหภูมิการทอดระดับเดียวกัน [8] นอกจากนี้ปัจจัยที่มีผลต่อการพองตัวของข้าวเกรียบว่าว อาจเกิดจากองค์ประกอบที่เป็นโปรตีนในข้าว ข้าวที่มีปริมาณโปรตีนต่ำจะให้รสชาติ ความเหนียวนุ่มและการจับตัวกันมากกว่าข้าวที่มีโปรตีนสูง กลูเตลินซึ่งเป็นโปรตีนสะสมหลักในข้าวมีสมบัติไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) มีน้ำหนักโมเลกุลสูงและจับอยู่กับพื้นผิวของเมล็ดแป้งอย่างแน่นหนาด้วยพันธะไดซัลไฟล์และหรือพันธะไฮโดรโฟบิค จากสาเหตุดังกล่าวจึงทำให้กลูเตลินไม่ละลายน้ำที่ค่าพีเอชเป็นกลาง ส่งผลให้เกิดประจุบนพื้นผิวเม็ดแป้ง มีผลต่อการกระจายตัวทำให้แป้งมีอัตราการดูดซับน้ำ อัตราการพองตัวและการเกิดเจลาติไนเซชันเปลี่ยนไป[11] ดังนั้นจากผลการทดลองที่พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์หวัน 1 มีการพองตัวต่ำสุด อาจเกิดจากการที่มีโปรตีนและอะมิโลสเป็นองค์ประกอบอยู่มากกว่าข้าวพันธุ์ กข 6 พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์สันป่าตอง

3.2 ค่าสี L*a*b*

ค่าสี L a* b* ประกอบด้วย ค่า L หมายถึง ค่าความสว่างของสี จาก 0-100 (สีดำ – สีขาว) ค่า a* หมายถึงค่าสีเขียวไปจนถึงสีแดง (ค่า a* เป็นบวก หมายถึง สีแดง ค่า a* เป็นลบ หมายถึง สีเขียว) ค่า b* หมายถึง ค่าสีน้ำเงินไปจนถึงสีเหลือง (ค่า b* เป็นลบ หมายถึง สีน้ำเงิน ค่า b* เป็นบวก หมายถึง สีเหลือง)

ตารางที่ 2 ค่าสี L*a*b* ของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียว พันธุ์ กข 6 พันธุ์หวัน 1 พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์ สันป่าตอง เมื่ออบด้วยเตาไมโครเวฟที่ระดับกำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 2 นาที

พันธุ์ข้าว	ค่าสี		
	L*	a*	b*
กข 6	$60.82^{a} \pm 1.35$	$5.01^{b} \pm 0.57$	$30.78^{a} \pm 0.66$
หวัน 1	$58.65^{c} \pm 1.16$	$5.17^{b} \pm 0.41$	$30.94^{a} \pm 0.60$
มะลิหอม	$59.64^{b} \pm 1.58$	$5.64^{a} \pm 0.93$	$31.19^{a} \pm 1.21$
สันป่าตอง	$59.73^{b} \pm 1.13$	$5.28^{ab} \pm 0.70$	$30.96^{a} \pm 0.89$

^{a,b,c} ตัวเลขในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าค่าความสว่าง (L*) ข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าว พันธุ์ กข 6 มีค่าความสว่างมากที่สุด รองลงมาคือข้าวพันธุ์มะลิหอมและพันธุ์สันป่าตองที่มีค่าความสว่างไม่แตกต่างกัน ในขณะที่พันธุ์หวัน 1 มีค่าความสว่างต่ำที่สุด แต่เมื่อพิจารณาจากตัวเลขค่าความสว่างแล้ว จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยค่อนข้างใกล้เคียงกัน จากรายงานการวิจัยของ ไพบูลย์ และคณะ[8] ที่ศึกษาการทำข้าวพองเพื่อสุขภาพ พบว่าข้าวที่มีอัตราการพองตัวสูง จะมีค่าความสว่างหรือขาวสูงกว่าข้าวที่มีอัตราการพองตัวต่ำ เมื่อพิจารณาอัตราการพองตัวของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 (ตารางที่ 1) พบว่ามีการพองตัวสูงที่สุด เมื่อเทียบกับข้าวพันธุ์อื่น ซึ่งสอดคล้องกับค่าความสว่างที่มีค่ามากที่สุดเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ชนิดของน้ำตาลที่ใช้เป็นส่วนประกอบ อาจมีผลต่อค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว จากการศึกษาค่าความสว่างของข้าวเกรียบว่าวที่ใช้น้ำตาลปี๊บกับน้ำตาลทรายเป็นส่วนประกอบ พบว่ามีค่าความสว่างสูงกว่าข้าวเกรียบว่าวที่ใช้น้ำตาลปี๊บกับน้ำอ้อยก้อนเป็นส่วนผสม เนื่องจากสีของน้ำอ้อยก้อนมีสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้มจึงทำให้สีของข้าวเกรียบว่าวเข้มกว่า[9] ซึ่งสีน้ำตาลของน้ำอ้อยก้อนเป็นสีที่เกิดจากปฏิกิริยาการเกิดคาราเมล (caramelization) ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของโมเลกุลน้ำตาลด้วยความร้อนสูง และมีการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization) ของสารประกอบคาร์บอนได้เป็นสารที่มีกลิ่นและรสเฉพาะตัว เรียกว่า คาราเมล (caramel) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาการเกิดคาราเมล (caramelization) จะมีสีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ ให้กลิ่นของน้ำตาลไหม้ และมีรสขม ละลายได้ในน้ำ[10]

ค่าสีแดง (a*) ของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์มะลิหอมมีค่ามากที่สุดรองลงมา คือ พันธุ์สันป่าตอง พันธุ์หวัน 1 และพันธุ์ กข 6 ส่วนค่าสีเหลือง (b*) พบว่าข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวทุกพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกัน ค่าสีแดงและค่าสีเหลืองนี้อาจเกิดจากไข่แดงที่ใช้เป็นวัตถุดิบ เนื่องจากในไข่แดงมีรงควัตถุ คือ ลูทีน (lutein) และซีแซนทิน (zeaxanthin) ซึ่งเป็นรงควัตถุในกลุ่มแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ซึ่งทำให้ไข่แดงมีสีเหลืองส้มและแดง สีของข้าวเกรียบว่าวอาจเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่มีเอนไซม์เกี่ยวข้องหรือปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างหมู่คาร์บอนิล (carbonyl) ของน้ำตาลรีดิวซ์กับหมู่เอมีน (amine) ในโมเลกุลของโปรตีนเกิดเป็นสารไกลโคซีล (N-substituted glycolsylamine) และเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องจนได้สารสีน้ำตาล โดยความร้อนเป็นปัจจัยที่เร่งอัตราการเกิดปฏิกิริยาให้เพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น[10]

3.3 เนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบว่าว

จากตารางที่ 3 พบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 และพันธุ์มะลิหอม มีค่าความแข็งมากไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ซึ่งความแข็งของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวนี้ เกิดจากอัตราการพองตัวของผลิตภัณฑ์ที่มีเพิ่มมากขึ้น ทำให้ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ลดลง มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งน้อย ส่วนข้าวพันธุ์สันป่าตอง และพันธุ์หวัน 1 มีค่าความแข็งไม่แตกต่าง

กัน แต่มีค่าสูงกว่าข้าวเกรียบว่าที่ทำจากข้าวพันธุ์ กข 6 และพันธุ์มะลิหอม อาจเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีอัตราการพองตัวต่ำ จึงทำให้ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ความแข็งของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นด้วย

ตารางที่ 3 ความแข็งของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียว พันธุ์ กข 6 พันธุ์หวัน 1 พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์ สันป่าตอง เมื่ออบด้วยเตาไมโครเวฟที่ระดับกำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 2 นาที

พันธุ์ข้าว	ความแข็ง (กรัม)
กข 6	820.0[a] ± 153.9
มะลิหอม	733.5[a] ± 162.8
สันป่าตอง	1237.2[b] ± 326.4
หวัน 1	1046.7[b] ± 293.4

[a,b] ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.4 ผลประเมินทางประสาทสัมผัส

จากการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ การพองตัว ความกรอบ และความชอบโดยรวม ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียว 4 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กข 6 พันธุ์หวัน 1 พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์สันป่าตอง พบว่าข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวพันธุ์มะลิหอมได้รับการยอมรับอยู่ในระดับชอบมาก (8.50 คะแนน) ใกล้เคียงกับข้าวพันธุ์ กข6 (8.08 คะแนน) ในขณะที่ข้าวพันธุ์สันป่าตอง และพันธุ์หวัน1 ได้คะแนนในระดับชอบเล็กน้อย ดังนั้นพันธุ์ข้าวเหนียวที่ปลูกในจังหวัดน่าน ที่เหมาะสำหรับผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว โดยให้อัตราการพองตัวสูง เนื้อสัมผัสไม่แข็ง มีสีสวยงาม และได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัส คือ พันธุ์มะลิหอม และ พันธุ์ กข6

ตารางที่ 4 ความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 พันธุ์หวัน 1 พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์สันป่าตอง เมื่ออบด้วยเตาไมโครเวฟที่ระดับกำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 2 นาที

ลักษณะคุณภาพ	พันธุ์ข้าว			
	กข 6	หวัน 1	มะลิหอม	สันป่าตอง
สี	7.52[ab] ± 0.89	7.14[c] ± 0.93	7.70[a] ± 0.76	7.42[b] ± 0.97
กลิ่น	7.22[b] ± 1.06	6.10[d] ± 0.97	7.84[a] ± 1.00	6.50[c] ± 0.81
รสชาติ	7.52[b] ± 0.86	6.54[d] ± 0.91	8.00[a] ± 0.83	7.08[c] ± 0.85
การพองตัว	7.70[b] ± 0.95	6.06[d] ± 1.20	8.26[a] ± 0.80	6.64[c] ± 0.75
ความกรอบ	7.90[b] ± 0.65	6.06[d] ± 1.35	8.28[a] ± 0.76	6.86[c] ± 0.97
ความชอบโดยรวม	8.08[b] ± 0.53	6.34[d] ± 1.02	8.50[a] ± 0.74	6.92[c] ± 0.72

[a,b,c,d] ตัวเลขในแต่ละแถวที่มีอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4. สรุป

จากการศึกษาคุณภาพข้าวเกรียบว่าว โดยใช้ข้าวเหนียว 4 สายพันธุ์ ที่มีการเพาะปลูกมากในจังหวัดน่านคือ ข้าวพันธุ์ กข 6 ข้าวพันธุ์มะลิหอม ข้าวพันธุ์สันป่าตอง และข้าวพันธุ์หวัน 1 เมื่อนำมาอบด้วยเตาไมโครเวฟที่ระดับความร้อน 800 วัตต์ เป็นเวลา 2 นาที มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดังนี้

- ข้าวที่มีอัตราการพองตัวสูงที่สุดคือ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 โดยมีอัตราการพองตัวเท่ากับ 3.22 เท่า ของปริมาตรเริ่มต้น รองลงมาคือ พันธุ์มะลิหอม พันธุ์สันป่าตอง และ พันธุ์หวัน 1 มีอัตราการพองตัวเท่ากับ 2.11, 2.05 และ 1.62 เท่า ตามลำดับ

- ข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียว กข 6 และข้าวเหนียวมะลิหอม มีค่าความแข็งไม่แตกต่างกัน คือมีค่าความแข็งเท่ากับ 820 กรัมและ 733.5 กรัม ตามลำดับ และมีความแข็งน้อยกว่าข้าวพันธุ์สันป่าตอง และพันธุ์หวัน 1 ซึ่งมีค่าความแข็งเท่ากับ 1237.2 กรัม และ 1046.7 กรัม ตามลำดับ

- ค่าความสว่าง (L*) ของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 มีค่ามากที่สุด (60.82) รองลงมาคือ พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์สันป่าตอง และพันธุ์หวัน 1 มีค่าความสว่างต่ำที่สุด ส่วนค่าสีแดง (a*) ของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวพันธุ์มะลิหอม มีค่ามากที่สุด รองลงมา คือ พันธุ์สันป่าตอง พันธุ์หวัน 1 และพันธุ์ กข 6 ตามลำดับ และค่าสีเหลือง (b*) ของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวทั้ง 4 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกัน

- ข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์มะลิหอม ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ การพองตัว ความกรอบ และความชอบโดยรวม มากที่สุดโดยผลประเมินอยู่ในระดับชอบมาก (8.50 คะแนน) รองลงมา คือ ข้าวพันธุ์ กข 6 พันธุ์สันป่าตองและพันธุ์หวัน 1 ตามลำดับ

- พันธุ์ข้าวเหนียวที่มีการปลูกในจังหวัดน่าน ที่มีศักยภาพเหมาะสำหรับผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว คือ ข้าวเหนียวพันธุ์มะลิหอม และ พันธุ์ กข 6

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย ขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายสนับสนุนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาทุกท่านที่ช่วยประสานงานและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย ขอบคุณนักศึกษา อาจารย์และเจ้าหน้าที่สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่านที่ให้ความช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์เครื่องมือในการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วง

6. เอกสารอ้างอิง

[1] งามชื่น คงเสรี. 2541. ผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, นนทบุรี. 429 หน้า

[2] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2549. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 1143/2549 ข้าวเกรียบว่าว. http://library.tisi.go.th/New-web/T/fulltext/CPS/Alphabetical/P1.html[10 มีนาคม 2560]

[3] คณาจารย์ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์. 2539. คู่มือปฏิบัติการ การวัดค่าคุณภาพผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร .

[4] กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2546. เทคโนโลยีแป้ง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพมหานคร. 303น.

[5] รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต กล้าณรงค์ ศรีรอด เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ ไชยรัตน์ เพ็ชรชลานุวัฒน์ รุ่งทิวา วันสุขศรี และบุญทิวา นิลจันทร์. 2546. การศึกษาคุณสมบัติของแป้งข้าวพันธุ์ต่างๆในประเทศไทยเพื่อเป็นกลยุทธ์ในการสร้างผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม. รายงายการวิจัย, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

[6] รุ่งทิวา วันสุขศรี บุญทิวา นิลจันทร์ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ วิไล สันติโสภาศรี และกล้าณรงค์ ศรี รอต. 2547. สมบัติโครงสร้างของสตาร์ชข้าวไทย 2: การเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42: สาขาประมง สาขาอุตสาหกรรมเกษตร, วันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ 2547, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. หน้า 638-647.

[7] อรอนงค์ นัยวิกุล. 2538. เคมีทางธัญญาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 148 น.

[8] ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก จักรี ทองเรือง พิทยา อดุลยธรรม วรัญญู ศรีเดช และมุทิตา มีนุ่น. 2545. การผลิตข้าวพองเพื่อสุขภาพ. รายงานการวิจัย, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

[9] ปทุมพร โสตถิรัตนพันธ์. 2551. การดัดแปลงกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค. รายงานการวิจัย, โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
[10] นิธิยา รัตนาปนนท์. 2549. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร. 504 น.
[11] Hsieh, F., Hu, L., Peng, l. C. and Huff, H. E. 1991. Effects of water activity on textural characteristics of puffed rice cake. Lebensmittel-wissenschaft and Technologie 23(6): 471-473.