

การผลิตและการทดสอบประสาทสัมผัสของข้าวหมากจากข้าวเหนียวกล้อง และข้าวเหนียวกล้องงอก

Production and Sensory Evaluation of Khaow-Mak from Glutinous Brown Rice and Germinated Glutinous Brown Rice

เกศริน แก้วมณี¹, ดร.วัชรีย์ หาญเมืองใจ²

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

²สังกัดคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตข้าวหมาก และการทดสอบประสาทสัมผัสของข้าวหมากที่ผลิตได้จากข้าวเหนียวกล้อง และข้าวเหนียวกล้องงอกจากข้าวสายพันธุ์ท้องถิ่น 3 สายพันธุ์ คือ ข้าวขาว กข6 ข้าวเหนียวดำสันกำแพง และข้าวเหนียวดำดอยมูเซอ ในอัตราส่วนของข้าวแต่ละสายพันธุ์ 5 อัตราส่วน ได้แก่ 1:0, 1:3, 1:1, 3:1, 0:1 เมื่อหมักข้าวหมากครบ 3 วัน พบว่าทุกชุดการทดลองมีค่า pH ในช่วง 3.9-4.1 และปริมาณของของแข็งที่ละลายในน้ำได้มีค่าอยู่ในช่วง 30.9-41.1% Brix และปริมาณแอลกอฮอล์มีค่าอยู่ในช่วง 0.33-0.35 % ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ของข้าวหมาก ตามประกาศเลขที่ 162/2546 ยกเว้นข้าวหมากจากอัตราส่วนของข้าวเหนียวกล้องงอก กข 6 : สันกำแพง (3:1) ที่มีแนวโน้มปริมาณแอลกอฮอล์ที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.46% ในผลของความชอบในผลิตภัณฑ์จากการทดสอบประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้ร่วมประเมินทั้งหมด 30 คน พบว่าข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวขาว กข6 แบบไม่ผสมทั้งข้าวเหนียวกล้องและข้าวเหนียวกล้องงอกได้รับการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และ ความชอบโดยรวมสูงสุด ระดับ 6-7 แต่เมื่อพิจารณาในแต่ละคุณสมบัติ พบว่าข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำสันกำแพงมีการยอมรับในด้านลักษณะปรากฏและสี มากที่สุด โดยข้าวหมากจากข้าวเหนียวกล้อง กข6 : สันกำแพง (1:1) ได้รับยอมรับมากที่สุดในระดับ 6 และข้าวหมากที่ผลิตจากส่วนผสมของข้าวเหนียวดำดอยมูเซอ คือ กข6 : ดอยมูเซอ (3:1) ที่ผลิตจากข้าวเหนียวกล้องงอก มีการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด และข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวกล้องงอกให้ผลการยอมรับที่มากกว่าข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวกล้องซึ่งสามารถนำมาผลิตเป็นข้าวหมากเพื่อเพิ่มมูลค่าของข้าวหมากได้

คำสำคัญ : ข้าวหมาก / ข้าวเหนียวกล้อง / การทดสอบประสาทสัมผัส

Abstract

The aims of this study were to fermented glutinous rice product and evaluate sensory test of the products from glutinous brown rice and germinated glutinous brown rice from indigenous rice varieties; Kor-khor 6 (RD6) glutinous rice, San kam pang black glutinous and Doi Mu Sur black glutinous rice. The experimental ratio of solid: liquid compositions were 1:0, 1:3, 1:1, 3:1 and 0:1 respectively. Results shown that the third day mostly treatments had pH at 3.9-4.1, the total soluble solids at 30.9-41.1 % Brix and alcohol degree at 0.33-0.35 % (v/v). The majority products were standardized under Thai Community Product 162/2546 Standard, unless the ratio of germinated glutinous rice (RD6): San kam pang black glutinous at 3:1. This ratio was 0.46 % alcohol degree and shown increasing trend. The results from sensory evaluation method by 9-point hedonic scales shown that the fermented glutinous rice (RD6) product was moderate satisfaction, the various ratio of glutinous rice (RD6): Doi Mu Sur black glutinous rice in both of germinated and non-germinated rice were strong satisfaction. The results indicated that the brown rice was suitable for fermented glutinous rice product.

Keywords: Khaow-Mak / Glutinous Brown Rice / Sensory Evaluation

บทนำ

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวที่มีความหลากหลาย โดยการเพิ่มมูลค่าของข้าว พบว่าข้าวพื้นเมืองหรือข้าวท้องถิ่นบางชนิดของภาคเหนือ มีปริมาณสารอาหารที่จำเป็นสูง เช่น ข้าวเหนียวดำคอดยสะเก็ด ข้าวเหนียวสันป่าตอง ข้าวกำพะเยา และข้าวกำคอดยมุเซอ ซึ่งข้าวเหล่านี้ได้รับการแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์มากมายเฉพะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์จากการหมักแป้งข้าว แต่โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของการหมักเพื่อให้เกิดแอลกอฮอล์ เช่น สาโท ซึ่งยังไม่มีผลิตภัณฑ์จากการหมักข้าวในรูปของขนมหวานอย่างข้าวหมากมากนัก ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่า เพื่อเป็นการเพิ่มความหลากหลายในการแปรรูปข้าว การฟื้นฟูภูมิปัญญาและอนุรักษ์อาหารหมักพื้นบ้าน เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้ข้าวหมาก และใช้ประโยชน์จากข้าวให้หลากหลาย การผลิตข้าวหมากจากข้าวพันธุ์ท้องถิ่นโดยใช้ข้าวเหนียวกล้องและข้าวเหนียวกล้องอก น่าจะเป็นส่วนหนึ่งเนื่องจากข้าวหมากเป็นอาหารหมักที่หมักจากข้าวเหนียวที่เป็นของหวาน และเครื่องคั้นแอลกอฮอล์พื้นบ้านที่สามารถทำเพื่อรับประทานได้ในครัวเรือน ซึ่งแต่ละแหล่งจะมีความแตกต่างในด้านวัตถุดิบ คือ พันธุ์ข้าว และกรรมวิธีการผลิต ทำให้ข้าวหมากมีความแตกต่างกันในด้านผลิตภัณฑ์และคุณค่าทางอาหาร เนื่องจากข้าวหมากเป็นกระบวนการหมักข้าวที่อาศัยเชื้อจุลินทรีย์จากลูกแป้งที่มีส่วนประกอบของสมุนไพร เมื่อเชื้อเจริญบนข้าวจะผลิตสารสำคัญที่ก่อประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยเฉพาะการเป็นสารโปรไบโอติก (De Llanos et al., 2006) และสารต้านอนุมูลอิสระ ข้าวหมากจึงเป็นอาหารทางเลือกสำหรับคนรักสุขภาพซึ่งได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวหมากในรูปแบบต่าง ๆ ให้มีความหลากหลายมากขึ้น ทั้งในด้านคุณค่าทางโภชนาการ วัตถุดิบที่นำมาทำข้าวหมาก รวมทั้งพัฒนาสีสันทันให้รับประทานจากการศึกษาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาและมุ่งเน้นในด้านการผลิตข้าวหมากจากข้าวเหนียวกล้องและข้าวเหนียวกล้องอก ทั้งข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำ โดยการศึกษาลักษณะทางกายภาพและทดสอบทางประสาท

สัมผัสของข้าวหมากที่ได้จากข้าวสายพันธุ์พื้นเมืองในเขตภาคเหนือ ในอัตราส่วนของข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำที่แตกต่างกันและใช้ลูกแป้งหมากที่ผลิตขึ้นในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งผลของผลิตได้ถือว่าเป็นพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวและเพิ่มมูลค่าของข้าวหมากในท้องถิ่นและสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวหมากให้แก่ชุมชนท้องถิ่นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาลักษณะทางกายภาพของข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวกล้องและข้าวเหนียวกล้องอกจากสายพันธุ์ท้องถิ่น
2. ทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวหมากที่ผลิตได้จากข้าวเหนียวกล้องและข้าวเหนียวกล้องอก

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหาในงานวิจัยนี้จะศึกษาลักษณะทางกายภาพของข้าวหมากที่ผลิตได้มาตรฐาน มพช. และทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวหมากที่ผลิตได้จากข้าวเหนียวกล้องและข้าวเหนียวกล้องอก
2. ขอบเขตด้านตัวแปร
ตัวแปรต้น : ข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวกล้องและข้าวเหนียวกล้องอกสายพันธุ์ท้องถิ่น
ตัวแปรตาม : ลักษณะทางกายภาพของข้าวหมาก และผลการประเมินความพึงพอใจ
ตัวแปรควบคุม : ลูกแป้งข้าวหมาก อัตราส่วนของข้าวแต่สายพันธุ์ ขั้นตอนการทำข้าวหมาก และตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดข้าวหมาก
3. ขอบเขตด้านเวลา : ระยะเวลา 6 เดือน (ธันวาคม 2557 – พฤษภาคม 2558)

การทบทวนวรรณกรรม

1. แนวคิดหลักการทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ข้าวหมาก ตามมาตรฐานชุมชน “ข้าวหมาก” หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวเหนียวขาวหรือข้าวเหนียวดำ ที่ผ่านการล้าง นำนานึ่ง และล้างอีกครั้ง แล้วหมักกับลูกแป้งข้าวหมากในระยะเวลา 2 วันถึง 3 วัน เพื่อเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล และยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ในการทำข้าวหมากจะต้องใช้ลูกแป้งข้าวหมากซึ่งมีเชื้อราที่สามารถสร้างเอนไซม์อะไมเลสออกมาย่อยแป้งในข้าวเหนียวให้เป็นน้ำตาล และถ้าหมักไว้นาน 1 สัปดาห์จะมีกลิ่นเห่าอ่อน ๆ เนื่องจากยีสต์บางชนิด จะหมักน้ำตาลในข้าวหมากเป็นแอลกอฮอล์ จึงควรเก็บข้าวหมากไว้ในตู้เย็นเมื่อหมักได้ที่แล้ว (สมพัตร์ เอี่ยมสะอาด, 2546) ข้าวหมากถือว่าเป็นอาหารหมักพื้นบ้านที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพโดยเฉพาะการเป็นสารโปรไบโอติกและสารต้านอนุมูลอิสระ (ทองจุล ขันขาว, 2554)

ข้าวกล้องมีคุณค่าทางโภชนาการที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายสูงกว่าข้าวขาวหรือข้าวสาร เพราะข้าวกล้องยังคงมีเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวและคัพพะ (rice germ) ซึ่งประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และใยอาหาร ในปริมาณสูง นอกจากนี้ยังพบสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายอีกหลายชนิด เช่น แกมมา ออริซานอล (gamma oryzanol) วิตามินอี ซึ่งเป็นสารประเภทต้านอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอความแก่ และกรดแกมมาอะมิโนบิวทิริก (gamma aminobutyric acid) หรือเรียกย่อๆ ว่ากาบา (GABA) ซึ่งเป็นกรด

อะมิโนชนิดหนึ่งที่สำคัญในระบบประสาทส่วนกลาง (Zhou et al., 2004; Tian et al., 2004) แต่ข้าวกล้องมีปัญหาเรื่องการเก็บรักษาได้ไม่นาน เสื่อมคุณภาพง่าย และข้าวกล้องเมื่อหุงสุกมีเนื้อสัมผัสที่แข็งกระด้างกว่าข้าวขาวจึงทำให้ผู้บริโภคไม่ค่อยนิยมบริโภคข้าวกล้อง การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวด้วยการทำข้าวกล้องงอก (germinated brown rice) เป็นข้าวกล้องที่ผ่านการแช่น้ำทำให้งอกโดยมีส่วนของต้นอ่อนงอกออกจากส่วนที่เป็นคัพพะ ยาวประมาณ 0.5-1.0 มิลลิเมตร พบการเพิ่มขึ้นของสารชีวกิจกรรม เช่น สาร GABA สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound) แกมมาออริซานอล (gamma oryzanol) กรดเฟอร์ริก (ferric acid) ไฟเบอร์ (fiber) อินโนซิทอล (inositol) กรดไฟติก (phytic acid) โทโคไตรอีนอล (tocotrienols) แมกนีเซียม โพแทสเซียมและสังกะสี (Tian et al., 2004 และ วรธนา และคณะ, 2549)

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อนุสรณ์ ทองใหญ่ (2555) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางเคมีฟิสิกส์และประสาทสัมผัสระหว่างการหมักของข้าวหอมจากข้าวเหนียวดำ ระหว่างการหมักมีการลดลงของค่า pH และปริมาณแอนโทไซยานิน พร้อมกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ($p < 0.05$) และ องค์ประกอบทางเคมีของข้าวหอมที่ผ่านการหมักแล้ว ประกอบด้วย ความชื้นร้อยละ 58.57 โปรตีนร้อยละ 10.55 ไขมันร้อยละ 0.81 เถ้าร้อยละ 0.44 ไฟเบอร์หยาบร้อยละ 1.84 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 27.90 และเอซิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 2.28 ข้าวหอมได้รับการยอมรับด้านลักษณะ ปรากฏ สี และความชอบรวม แต่คะแนนความชอบด้านกลิ่นเนื้อสัมผัสรสชาติและกลิ่นรสของข้าวหอมอยู่ในช่วง 6.63 ถึง 6.87 ดังนั้นข้าวเหนียวดำสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตข้าวหอมที่มีแอนโทไซยานิน โปรตีนและไฟเบอร์หยาบ

อุไรวรรณ วัฒนกุล และคณะ (2555) ได้ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการบางประการในข้าวหอมที่ผลิตจากส่วนผสมของข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุง และข้าวเหนียวดำ 5 อัตรา ได้แก่ 1:0, 3:1, 1:1, 1:3 และ 0:1 พบว่า สูตรที่ผสมข้าวเหนียวดำต่อข้าวสังข์หยดพัทลุง อัตรา 1:1 ให้ค่าโปรตีนและไขมันใกล้เคียงกับข้าวเหนียวดำพัทลุงที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.6 และ 0.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณความชื้นและค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในทุกสูตรทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ พบว่าทุกสูตรการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.23-0.47 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการวัดปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธีการทดสอบความสามารถในการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging capacity assay) โดยสกัดตัวอย่างใน 80% ethanol ทำปฏิกิริยากับสารละลาย 0.8 mM DPPH และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ พบว่าข้าวเหนียวดำและข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุงให้เปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระไม่ต่างกัน โดยสูตรที่ใช้ข้าวเหนียวดำต่อข้าวสังข์หยดพัทลุงอัตรา 1:1 ให้ค่าการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด คือ $57.83 \pm 2.24\%$ รองลงมาได้แก่ ข้าวเหนียวดำต่อข้าวสังข์หยดพัทลุงอัตรา 1:3 ข้าวสังข์หยดพัทลุงไม่ผสมและข้าวเหนียวดำตามลำดับแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนข้าวเหนียวดำต่อข้าวสังข์หยดพัทลุงอัตรา 3:1 ที่ให้ค่าน้อยที่สุดคือ $50.44 \pm 9.50\%$

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนเตรียมวัตถุดิบและการทำข้าวหอม

เตรียมพันธุ์ข้าวสายพันธุ์ท้องถิ่นที่ใช้ในการทดลอง คือ ข้าวเหนียวขาวกล้อง กข 6, ข้าวเหนียว

ค้ำกลิ้งสั้นกำแพง และข้าวเหนียวค้ำกลิ้งคอยมุเซอ และลูกแป้งข้าวหมากจากพื้นที่ อ.ไชยปราการ เพื่อนำมาผลิตเป็นข้าวหมาก โดยวิธีการผสมข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำ ทั้งข้าวเหนียวค้ำกลิ้งและข้าวเหนียวค้ำกลิ้งออก ตามแต่ละชนิดสายพันธุ์โดยมี 5 อัตราส่วนผสม แบ่งเป็น 9 ชุดการทดลอง ๆ ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเตรียมตัวอย่างข้าวที่ใช้การผลิตข้าวหมากแต่ละสายพันธุ์ในแต่ละอัตราส่วน

ชุดการทดลอง	ข้าวเหนียวค้ำกลิ้ง	อัตราส่วน
1	ข้าวเหนียวขาวค้ำกลิ้ง กข 6 อย่างเดียว	1:0
2	ข้าวเหนียวค้ำกลิ้งสั้นกำแพงเพียงอย่างเดียว	1:0
3	ข้าวเหนียวค้ำกลิ้งมุเซอเพียงอย่างเดียว	1: 0
4	ข้าวเหนียวขาวค้ำกลิ้ง กข 6 : ข้าวเหนียวค้ำกลิ้งสั้นกำแพง	1:3
5	ข้าวเหนียวขาวค้ำกลิ้ง กข 6 : ข้าวเหนียวค้ำกลิ้งสั้นกำแพง	1:1
6	ข้าวเหนียวขาวค้ำกลิ้ง กข 6 : ข้าวเหนียวค้ำกลิ้งสั้นกำแพง	3:1
7	ข้าวเหนียวขาวค้ำกลิ้ง กข 6 : ข้าวเหนียวค้ำกลิ้งมุเซอ	1:3
8	ข้าวเหนียวขาวค้ำกลิ้ง กข 6 : ข้าวเหนียวค้ำกลิ้งมุเซอ	1:1
9	ข้าวเหนียวขาวค้ำกลิ้ง กข 6 : ข้าวเหนียวค้ำกลิ้งมุเซอ	3:1

เตรียมตัวอย่างแบบเดียวกันในชุดการทดลองของข้าวค้ำกลิ้งออกตามตารางที่ 1

การหมักข้าวหมาก (ดัดแปลงจาก อูรวรรณ วัฒนกุล, 2555) นำตัวอย่างข้าวละชุดการทดลองมาแช่ในน้ำกรองโดยแยกแช่ข้าวเหนียวค้ำกลิ้งขาว และข้าวเหนียวค้ำกลิ้งดำ แช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปนึ่งจนสุก นำข้าวที่นึ่งสุกจนทั่วแล้วมาล้างน้ำ 2 ครั้งจนน้ำยางของข้าวออก จากนั้นนำไปสะเด็ดน้ำ นำลูกแป้งมาบดจนเป็นผงละเอียด จากนั้นนำมาโรยบนข้าวแต่ละชุดการทดลองโดยน้ำหนักของข้าวแต่ละสูตร (kg) ต่อปริมาณลูกแป้ง (kg) คือ 1:0.006 แล้วคลุกเคล้าจนทั่ว ตักใส่ถุง บ่มไว้ภายใต้อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน จนได้เป็นข้าวหมากหมักเสร็จแล้ว วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำ ทำการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2. การศึกษาลักษณะทางกายภาพ ตามมาตรฐาน มพข.ข้าวหมาก

2.1 การตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

นำตัวอย่างข้าวหมากมาบดให้ละเอียดแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตัวข้าวตกตะกอน ทำการหาค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง Microprocessor pH meter จุ่มลงในตัวอย่างข้าวหมาก และอ่านค่าที่ได้โดยปรับค่ามาตรฐานในการวัดแต่ละครั้งด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.00 และ 7.00 ตามลำดับทำโดยทำการหาค่าทั้งหมด 3 ครั้ง

2.2 การตรวจวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solids) โดยใช้เครื่อง

Hand refractometer นำตัวอย่างข้าวหมากที่หมัก มาวัดหาปริมาณของแข็งที่ละลายโดยใช้เครื่อง Hand refractometer บดตัวอย่างข้าวหมากให้ละเอียด แล้วนำมาวัดด้วยเครื่องวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ซึ่งมีสเกลวัดค่าได้ระหว่าง 0-32% ปรับเทียบมาตรฐานโดยใช้น้ำกลั่นปรับให้อ่านได้ 0 ก่อนการใช้วัดตัวอย่างทุกครั้ง หยดตัวอย่างข้าวหมากที่ต้องการทดสอบด้วย Dropper 1-2 หยดลงบนเลนส์ Hand refractometer ปิดฝาเลนส์ แล้วส่องไปที่ที่มีแสงสว่าง อ่านค่าที่เส้นแบ่งระหว่างสีขาวกับสีฟ้า แล้วบันทึกผล

2.3 การหาปริมาณแอลกอฮอล์ โดยวิธี Ebulliometric analysis

นำตัวอย่างข้าวหมากมาบีบคั้นเอาแต่น้ำ นำน้ำข้าวหมากที่ได้ในแต่ละสูตรมาหาปริมาณแอลกอฮอล์ ด้วยเครื่อง Ebulliometer โดยแบ่งการวัดออกเป็น 2 ส่วน คือ วัดจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์ก่อนแล้วจึงหาจุดเดือดของน้ำข้าวหมาก นำค่าจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์ที่ได้ไปตั้งในแผ่นอ่านเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ โดยตั้งจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์ที่อ่านได้ หาจุดเดือดของน้ำข้าวหมากแต่ละอัตราส่วน ต้มตัวอย่างน้ำข้าวหมากจนเดือดด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ เมื่อถึงจุดเดือดอุณหภูมิจะคงที่ประมาณ 15-30 วินาที อ่านจุดเดือดของน้ำข้าวหมากและบันทึกผล จากนั้นอ่านและบันทึกผลเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ของน้ำข้าวหมาก จากแผ่นอ่านเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ และบันทึกผล ทำเช่นเดียวกันนี้กับน้ำข้าวหมากแต่ละสูตร

2.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การประเมินทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point hedonic scale โดยเลือกประชากรกลุ่มทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน ทดสอบโดยการตรวจพินิจและการชิม ตามเกณฑ์ที่ มาตรฐาน มพข. ข้าวหมาก คือ ทดสอบประเมินตามคุณลักษณะคือ 1. ลักษณะปรากฏ 2. สี 3. กลิ่นรส 4. ลักษณะเนื้อสัมผัส และ 5. ความชอบโดยรวม และให้คะแนนตามระดับความชอบมากที่สุด คือระดับ 9 และไม่ชอบมากที่สุด คือระดับ 1 นำผลที่ได้จากการประเมินมาวิเคราะห์ทางสถิติ

2.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ในการทดลองจะทำการวัดค่าต่างๆ จำนวน 3 ซ้ำ และนำมาผลที่ได้มาวิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (+S.D.) และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) ถ้าพบนัยสำคัญทางสถิติจะทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลการวิจัย

การศึกษาลักษณะทางกายภาพ ตามมาตรฐาน มพข.ข้าวหมาก

จากการทดลองผลิตข้าวหมากจากข้าวเหนียวกล้องและข้าวเหนียวกล้องงอก ของข้าวท้องถิ่น 3 สายพันธุ์คือ ข้าวเหนียวขาว กข6 ข้าวเหนียวดำกล้องสันกำแพง และข้าวเหนียวดำกล้องดอยมูเซอ ในแต่ละชุดการทดลองพบว่าข้าวหมากที่ได้มีลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางกายภาพที่ปรากฏ ตามตาราง ที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะทางกายภาพของข้าวหมากที่ผลิตได้จากข้าวเหนียวกลิ้ง

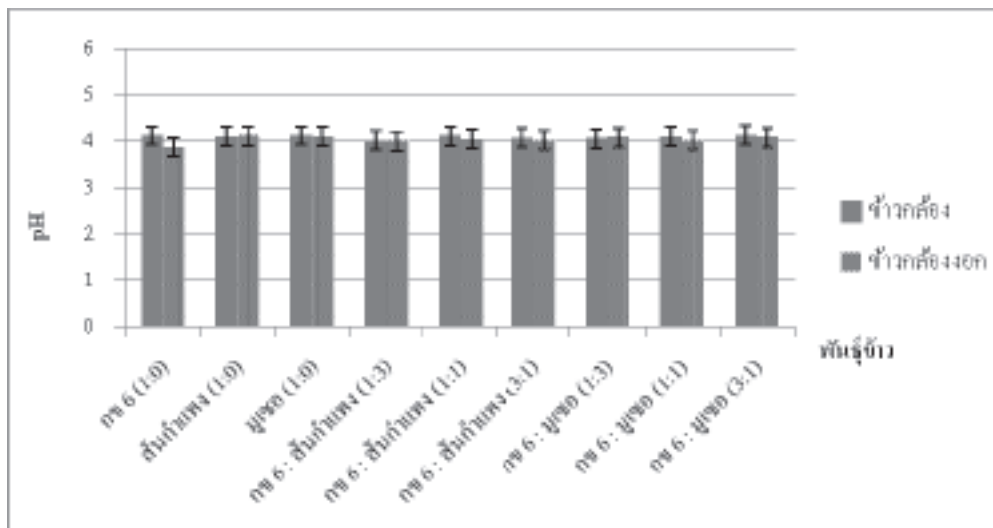
อัตราส่วนข้าวแต่ละสายพันธุ์	ลักษณะทางกายภาพของข้าวกลิ้ง
กข6 (1:0)	เมล็ดข้าวสีขาวขุ่น เนื้อหยาบ มีน้ำต้อยปานกลาง
สันกำแพง (1:0)	เมล็ดข้าวสีแดงดำ เนื้อข้าวแข็ง มีน้ำต้อยน้อย
มูเซอ (1:0)	เมล็ดข้าวสีดำดำ เนื้อข้าวแข็ง มีน้ำต้อยน้อย
กข6 : สันกำแพง (1:3)	เมล็ดข้าวมีสีขาวปนสีแดง เนื้อข้าวนุ่ม มีน้ำต้อยปานกลาง
กข6 : สันกำแพง (1:1)	เมล็ดข้าวมีสีขาวปนสีแดง เนื้อข้าวนุ่ม มีน้ำต้อยเล็กน้อย
กข6 : สันกำแพง (3:1)	เมล็ดข้าวมีสีแดงปนสีขาว เนื้อข้าวแข็ง มีน้ำต้อยเล็กน้อย
กข6 : มูเซอ (1:3)	เมล็ดข้าวมีสีขาวปนสีแดง เนื้อข้าวนุ่ม มีน้ำต้อยปานกลาง
กข6 : มูเซอ(1:1)	เมล็ดข้าวมีสีขาวปนสีแดง เนื้อข้าวนุ่ม มีน้ำต้อยน้อย
กข6 : มูเซอ(3:1)	เมล็ดข้าวสีแดงออกม่วง เนื้อข้าวแข็ง มีน้ำต้อยน้อย

ตารางที่ 3 แสดงลักษณะทางกายภาพของข้าวหมากจากข้าวเหนียวกลิ้งงอก

อัตราส่วนข้าวแต่ละสายพันธุ์	ลักษณะทางกายภาพของข้าวกลิ้งงอก
กข6 (1:0)	เมล็ดข้าวสีขาวขุ่น เนื้อข้าวนุ่มและ มีน้ำต้อยอยู่มาก
สันกำแพง (1:0)	เมล็ดข้าวสีแดงดำ เนื้อข้าว มีน้ำต้อยน้อย
มูเซอ (1:0)	เมล็ดข้าวสีแดงออกดำ เนื้อข้าวแข็ง มีน้ำต้อยน้อย
กข6 : สันกำแพง (1:3)	เมล็ดข้าวมีสีขาวปนสีแดง เนื้อข้าวนุ่มและ มีน้ำต้อยมาก
กข6 : สันกำแพง (1:1)	เมล็ดข้าวมีสีแดงปนสีขาว เนื้อข้าวนุ่ม มีน้ำต้อยปานกลาง
กข6 : สันกำแพง (3:1)	เมล็ดข้าวมีสีแดงปน เนื้อข้าวนุ่ม มีน้ำต้อยเล็กน้อย
กข6 : มูเซอ (1:3)	เมล็ดข้าวมีสีขาวปนสีแดง เนื้อข้าวนุ่มและ มีน้ำต้อยปานกลาง
กข6 : มูเซอ(1:1)	เมล็ดข้าวมีสีขาวปนสีแดง เนื้อข้าวนุ่ม มีน้ำต้อยน้อย
กข6 : มูเซอ(3:1)	เมล็ดข้าวสีแดงออกม่วง เนื้อข้าวนุ่มและ มีน้ำต้อยมาก

การตรวจวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) จากผล pH พบว่าข้าวหมากในแต่ละชุดการทดลองไม่แตกต่างกัน ซึ่งข้าวหมากจากข้าวเหนียวกลิ้งแต่ละชุดการทดลองมีค่าพีเอช เฉลี่ยในช่วง 4.02 - 4.13 ส่วนข้าวหมากจากข้าวเหนียวกลิ้งงอกแต่ละชุดการทดลองมีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 3.87-4.11 ซึ่งข้าวหมาก

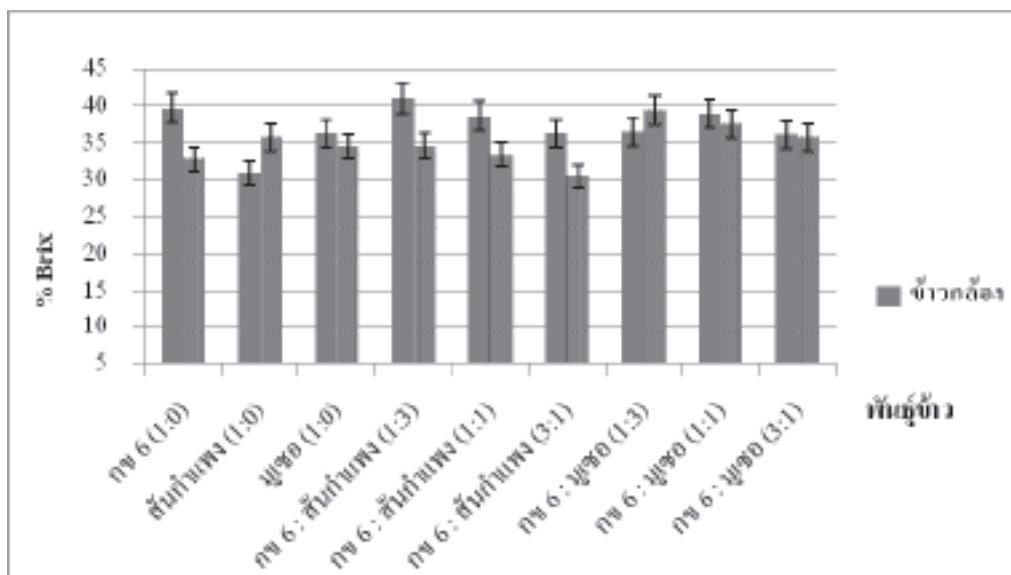
กลีงอก กข 6 (1:0) มีค่าพีเอชน้อยที่สุดเท่ากับ 3.87 และข้าวหมากจากข้าวเหนียวกลีงสูตร กข 6 : มูเซอ (3:1) มีค่าพีเอชสูงสุดเท่ากับ 4.13



กราฟที่ 1 แสดงค่า pH ของข้าวหมากข้าวเหนียวกลีงและข้าวเหนียวกลีงอก

ผลตรวจหาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดพบว่า

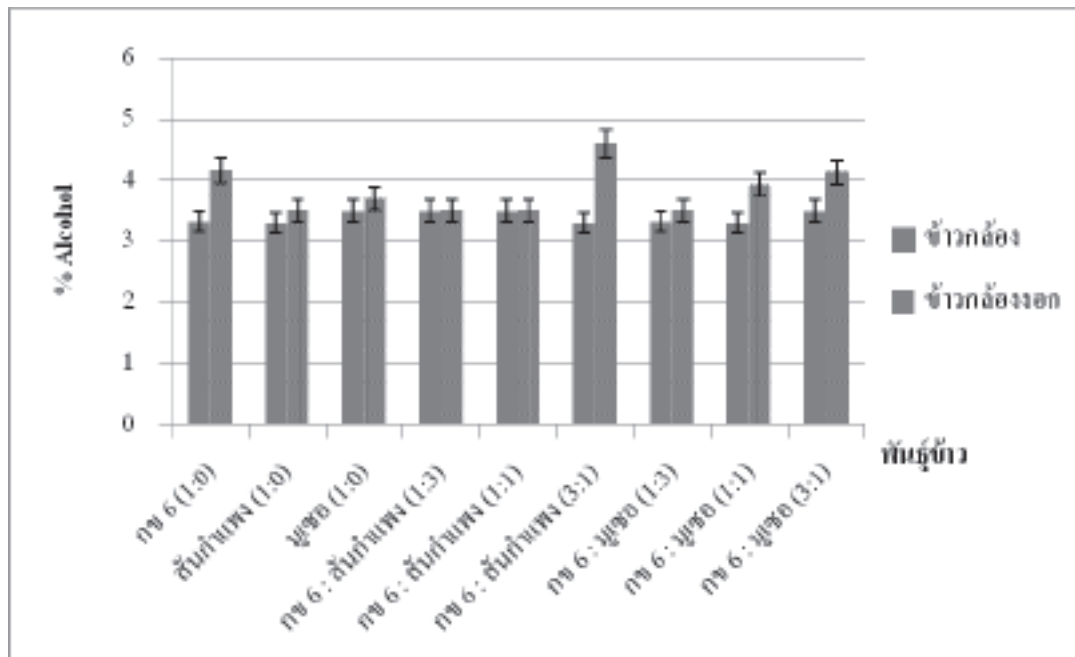
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ในข้าวหมาก พบว่าค่า % Brix ของข้าวแต่ละสูตรมีความแตกต่างกัน แสดงในกราฟที่ 2 พบว่าข้าวหมากจากข้าวเหนียวกลีง สูตร กข 6 : ส้มก้านเพง(1:3) มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงสุดเท่ากับ 41.07



กราฟที่ 2 แสดงค่า % Brix ของข้าวหมากข้าวเหนียวกลีงและข้าวเหนียวกลีงอก

ผลปริมาณแอลกอฮอล์ของข้าวหมาก

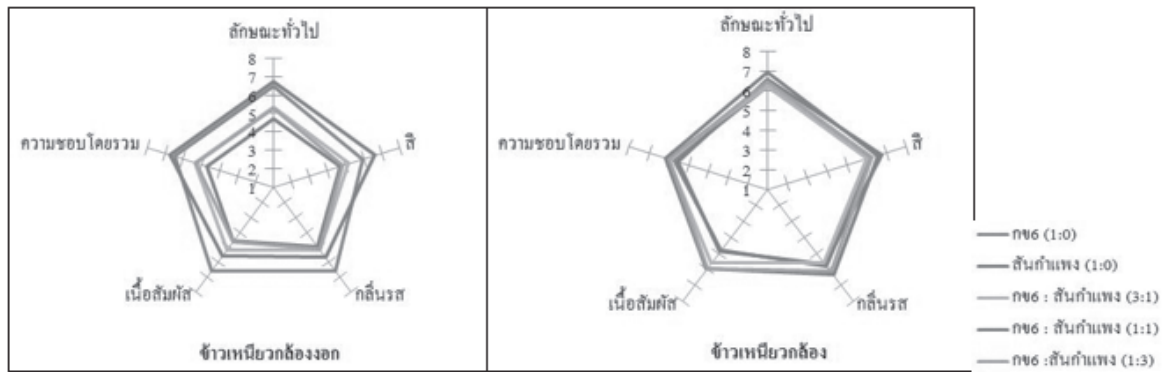
จากกราฟที่ 3 แสดง % แอลกอฮอล์ที่พบในข้าวหมากของแต่ละชุดการทดลอง พบว่าข้าวเหนียวกล้องทุกอัตราส่วนมี % แอลกอฮอล์อยู่ในช่วง 3.30 ± 0.0 - 3.50 ± 0.35 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณแอลกอฮอล์ที่พบในข้าวหมากข้าวเหนียวกล้องงอกมีความแตกต่างกัน มีของปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในช่วง 3.50 ± 0.35 - 4.60 ± 0.70 % ซึ่งข้าวหมากข้าวเหนียวกล้องงอกกข 6 : สันกำแพง (3:1) มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดที่ 4.60 ± 0.70 %



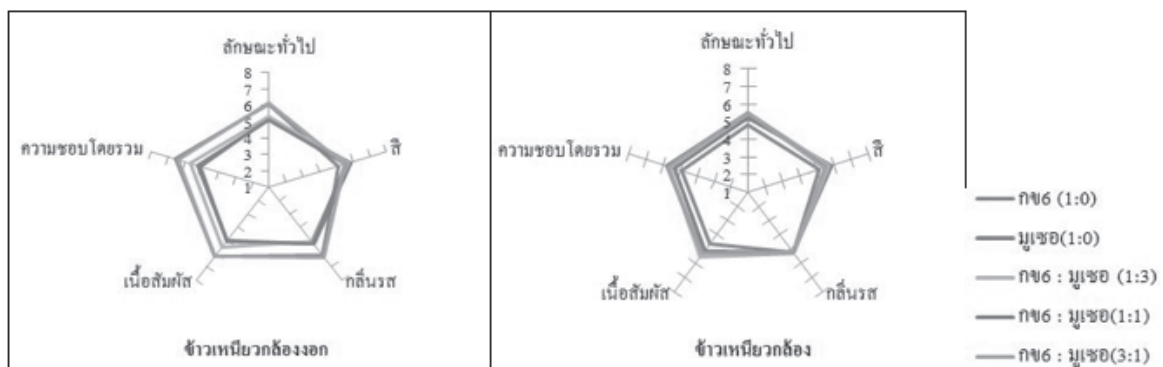
กราฟที่ 3 แสดงค่า % Alcohol ของข้าวหมากข้าวเหนียวกล้องและข้าวเหนียวกล้องงอก

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวกล้องและข้าวเหนียวกล้องงอก ในแต่ละชุดการทดลองจำนวน 10 ตัวอย่าง ในข้าวสายพันธุ์เดียวกัน ผู้ชิมทั้งหมด 30 คน แสดงผลการทดสอบในกราฟที่ 4 และกราฟที่ 5 ผลทางประสาทสัมผัสของข้าวหมากจากข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกพันธุ์สันกำแพงเทียบกับข้าวหมากข้าวกล้อง กข6 พบว่าข้าวหมากกล้องงอก กข6 (1:0) แบบไม่ผสม มีระดับความชอบด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และ ความชอบโดยรวมโดยเฉลี่ยสูงสุด ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับข้าวหมากจากสูตรอื่น และรองลงมาคือข้าวหมาก สกพ(1:0) แบบไม่ผสม และข้าวหมากที่มีการผสมระหว่างข้าว กข6:ข้าวสันกำแพง ในอัตราส่วนต่าง มีระดับความชอบอยู่ในระดับเฉยๆ ส่วนข้าวหมากสันกำแพงกล้องธรรมชาติพบว่าผู้ชิมให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและสีสูงกว่าคุณลักษณะอื่นและข้าวหมากสูตร กข6 : สกพ (1:1) มีระดับความชอบโดยรวมมากที่สุดเท่ากับ 6.10 ± 1.16 ซึ่งอยู่ในระดับชอบ แสดงในกราฟที่ 4



กราฟที่ 4 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวหมากจากข้าวสันกำแพง



กราฟที่ 5 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวหมากจากข้าวมูเซอ

จากกราฟที่ 5 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวหมากพันธุ์มูเซอ พบว่ามีเพียงข้าวหมากกลี้งออกมูเซอแบบผสมระหว่างข้าว กข6 : มูเซอ (3:1) มีผู้ชิมให้คะแนนความชอบสูงสุดในด้านความชอบด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสมากที่สุด ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับข้าวหมากมูเซอสูตรอื่น แต่มีระดับความชอบโดยรวมน้อยกว่าเมื่อเทียบกับข้าวหมากกลี้งออก กข 6 แบบไม่ผสม ส่วนข้าวหมากกลี้งมูเซอแบบผสมในอัตราส่วนอื่นมีความชอบระดับเฉย ๆ

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลองผลิตข้าวหมากจากข้าวเหนียวกลี้งและข้าวเหนียวกลี้งออก ของข้าวท้องถิ่นทั้ง 3 สายพันธุ์มีค่า pH ที่ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คืออยู่ 3.87-4.13 และมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของเจริญ (2548) ซึ่งศึกษาบทบาทรา *Rhizopus* spp. และ *Amylomyces* spp. ในการหมักข้าว พบว่าการหมักด้วย *Rhizopus* spp. ในวันแรกของการหมักข้าวจะมีพีเอชเท่ากับ 4.5 จากนั้นพีเอชลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 2 เท่ากับ 3.5 3.6 3.6 และลดลงเรื่อย ๆ เมื่อเวลาหมักนานขึ้น ส่วน *Amylomyces* spp. มีพีเอชเริ่มต้น 5.25 และเมื่อหมักครบ 4 วัน มีพีเอชเท่ากับ 4.25 และยังคงคล้อยกับงานวิจัยของ อนุสรณ์ (2555) พบว่า ระหว่างการหมักของข้าวหมากแต่ละชุดการทดลองมี pH ในช่วง 3.9-4.1 สอดคล้องกับงานวิจัยของ อนุสรณ์ (2555) พบว่า ระหว่างการหมักมีการลดลงของค่า pH จะน้อยกว่า 4.5 ซึ่งเป็นผลของราในกลุ่มเป็นไปตาม

มาตรฐาน มพข. 162/2546 กำหนด เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของแข็งที่ละลายได้ระหว่างข้าวเหนียวกลิ้งธรรมดา กับข้าวเหนียวกลิ้งงอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในช่วง 30.33-41.00 oBrix ให้ผลการทดลองใกล้เคียงกับการทดลองของ เจริญ (2548) พบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงของของแข็งที่ละลายได้จากการหมักข้าวโดยใช้รา 2 ชนิดเมื่อหมักครบ 72 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 38.50-41.50 oBrix และสอดคล้องกับงานทดลองของ สมพัตร์ (2546) ที่พบว่าค่าความหวานจากการใช้ลูกแป้งที่แตกต่างกัน 3 ชนิด มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 40.85-42.40 oBrix และแตกต่างจากงานวิจัยของงานวิจัย ดาริกา กล่าวไว้ใน อนุสรณ์ (2555) ที่ผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำโดยการหมักข้าวเหนียวหนึ่งทิ้งเมล็ด พบว่ามีปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นและสุดท้ายของการหมักเท่ากับ 31.5-31.7 oBrix ซึ่งมีค่าต่ำกว่า และอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐาน มพข. 162/2546 กำหนด จากการพิจารณาปริมาณแอลกอฮอล์ทุกชุดการทดลอง มีปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้คิดเป็นร้อยละในช่วงระหว่าง 0.33-0.46% ซึ่งอยู่ในค่าที่มาตรฐาน มพข. 162/2546 กำหนด คือ แอลกอฮอล์ต้องไม่เกิน 0.5% โดยน้ำหนัก ทำให้ค่าที่ได้จากการทดลองไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน แต่มีแนวโน้มว่าข้าวหมากข้าวเหนียวกลิ้งงอก กข 6 : สันกำแพง (3:1) มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุดร้อยละ 0.46% และสอดคล้องกับงานทดลองของดาริกา (2539) ที่ผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำโดยใช้ลูกแป้งข้าวหมากในการหมักน้ำแป้งข้าวเหนียวหนึ่ง ได้ปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในช่วง 0.27-0.37%

จากผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของข้าวหมากแต่ละชุดการทดลอง พบว่าผู้ชิมส่วนใหญ่มีความระดับความชอบของข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 แบบไม่ผสมของข้าวหมากกลิ้งงอก และแบบผสมในอัตราส่วน 3:1 (ข้าวเหนียวขาว:เหนียวดำ) มากกว่าอัตราส่วนอื่น เนื่องจากลักษณะข้าวหมากที่มีส่วนผสมของข้าวเหนียวขาวกลิ้ง กข 6. จะมีลักษณะเนื้อข้าวหมากนุ่มกว่าและ มีน้ำน้อยมากและมีปริมาณแอลกอฮอล์ ความหวานและมีรสชาติของข้าวหมากมากกว่าสูตรที่มีส่วนผสมของข้าวเหนียวดำกลิ้งทั้ง 2 ชนิด สูตรอื่น ส่วนข้าวหมากจากข้าวกลิ้งงอกได้รับความชอบมากกว่าข้าวหมากจากข้าวกลิ้งธรรมดา เนื่องจากข้าวกลิ้งงอกเป็นข้าวที่ทำให้ผ่านกระบวนการงอกเพื่อทำให้งอกจะทำให้ข้าวกลิ้งมีสารอาหารโดยเฉพาะ GABA เพิ่มขึ้นซึ่งนอกจากจะได้ประโยชน์จากการที่มีปริมาณสารอาหารที่สูงขึ้นยังทำให้ข้าวกลิ้งงอกเมื่อนำมาหุงสุกจะมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มกว่าข้าวกลิ้งธรรมดา (สุนัน ปานสาคร และจตุรงค์ ดังกาพินธุ์, 2556)

สรุปผลการวิจัย

ข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวกลิ้งและข้าวเหนียวกลิ้งงอกจากส่วนผสมของข้าวเหนียวขาว กข 6 ข้าวเหนียวดำสันกำแพงและข้าวเหนียวดำดอยมูเชอผสมกันทั้งหมด 9 สูตร ข้าวเหนียวดำสันกำแพงและข้าวเหนียวดำดอยมูเชอมีลักษณะทั่วไปของเนื้อข้าวหมากที่แข็งกว่าข้าวหมากที่ผลิตจากส่วนผสมของข้าวเหนียวขาว กข 6 เมื่อนำมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้าน pH ปริมาณแอลกอฮอล์และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ข้าวหมากที่ผลิตได้อยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐาน มพข กำหนด และข้าวหมากข้าวที่ผลิตจากส่วนผสมของข้าวขาว กข 6 และข้าวเหนียวดำสันกำแพงได้รับการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และ ความชอบโดยรวมสูงที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการนึ่งข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่ทำให้ข้าวสุกซึ่งมีผลต่อการทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารอ้างอิง

ทองจุล ชันขาว. (2554). ข้าวหมากอาหารโพรไบโอติกเพื่อสุขภาพ. สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 5, 2557, จาก <http://www.thongjoon.com/2011/10/blog-post.html>.

สุนัน ปานสาคร และจตุรงค์ ลังกาพันธ์. (2556). ข้าวกล้องงอกทำง่าย ได้ประโยชน์สูง (พิมพ์ครั้งที่ 1).

ปทุมธานี : ทริปเพิ้ลกรุ๊ป.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวหมาก. มผช. 162/2546.

สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 17, 2557, จาก <http://tcps.tisi.go.th/public/StandardList.aspx>.

สมพักตร์ เอี่ยมสะอาด. (2546). ผลของลูกแป้ง พันธุ์ข้าวเหนียว และสัณฐานชาติต่อคุณภาพของข้าวหมาก.

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สถาบันราชภัฏเพชรบุรี.

อุไรวรรณ วัฒนกุล. (2555). คุณค่าทางโภชนาการบางประการในข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวสังข์หยดพัทลุง.

ในการประชุมวิชาการแห่งชาติ ครั้งที่ 9 (721-729). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน.

อนุสรณ์ ทองใหญ่. การเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางเคมีฟิสิกส์และประสาทสัมผัสระหว่างการหมัก

ของข้าวหมากจากข้าวเหนียวดำ. ในการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 50 (82-89). กรุงเทพฯ:

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

AOAC. (2000). **Official Methods of Analysis**. 17th ed., The Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA.

De Llanos, R., A. Querol, J. Peman, M. Gobernado, and M.T. Fernandez-Espinar. (2006). **Food and probiotics strains from the Saccharomycetes cerevisiae species as a possible origin of human systemic infection**. Int.J. Food Microbiol. 110(3): 286-290.

Cheng, Q., X. Bai, and Y. Wang. (2008). **Isolation and fermentation condition of milk clotting enzyme producing strain from glutinous rice wine**. Chinese J. Biotech. 24 (6): 999 –1003.

Hu, C., J. Zawistowski, W. Ling and D.D. Kitts. (2003). **Black rice (Oryza sativa L. indica) pigmented fraction suppresses both reactive oxygen species and nitric oxide in chemical and biological model systems**. J. Agric Food Chem. 51(18): 5271-5277.

Tian, S., K. Nakamura, T. Cui and H. Kayahara. (2004). **Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice and germinated brown rice**. J. of Agriculture Food Chemistry, 52 : 4808-4813.

Zhou, Z., K. Robards, S. Helliwell and C. Baanarch. (2004). **The distribution of phenolic acids in rice**. Food Chem. 87 : 401-406.