สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รายงานผลการวิจัย
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง

การแปรรูปผลิตภัณฑ์แป้งข้าวสาลีที่ปลูกภายใต้สภาพแวดล้อม
ภาคเหนือตอนบน

PRODUCT BY WHEAT PLANTING IN THE UPPER
NORTHERN REGION OF THAILAND

โดย

อาคม กาญจนประโชติ สุภักตร์ ปัญญา
และ ประเทือง โชคประเสริฐ

2546

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการใหญ่ คือ การทดสอบศักยภาพของข้าวสาลีเพื่อขอรับรองพันธุ์พืชใหม่ หัวหน้าโครงการ คือ นายสราญ เพิ่มพูน

611/48

รายงานผลการวิจัย
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์แป้งข้าวสาลีที่ปลูกภายใต้สภาพแวดล้อมภาคเหนือตอนบน

PRODUCT BY WHEAT PLANTING IN THE UPPER NORTHERN REGION OF THAILAND

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2544 – 2545
จำนวน 636,372 บาท

หัวหน้าโครงการ อาคม กาญจนประโชติ
ผู้ร่วมโครงการ สุภักตร์ ปัญญา
ประเทือง โชคประเสริฐ pratheun@mju.ac.th

งานวิจัยเสร็จสมบูรณ์
วันที่ 31 ตุลาคม 2546

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำการวิจัยขอขอบพระคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตรที่ได้สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ โดยได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณประจำปี 2544 – 2545 ขอขอบคุณ อาจารย์ธเนศ แก้วกำเนิด หัวหน้าภาควิชา และ คุณวัลยาโมราสุข นักโภชนาการ ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร ที่ได้อนุเคราะห์อุปกรณ์และสถานที่ในการทดลอง

ขอขอบคุณนักวิชาการ เจ้าหน้าที่ และผู้ช่วยวิจัย ของภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร และ ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ช่วยแนะนำการทำงาน และช่วยดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้วิจัย

1 ธันวาคม 2546

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(ก)
หัวข้อย่อยที่1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของแป้งข้าวสาลีที่ปลูกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน	1
บทคัดย่อภาษาไทย	1
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	1
คำนำ	2
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	3
ผลการทดลองและวิจารณ์	5
เอกสารอ้างอิง	11
หัวข้อย่อยที่2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังโฮลวีทจากข้าวสาลีที่ปลูกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน	13
บทคัดย่อภาษาไทย	13
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	14
คำนำ	14
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	15
ผลการทดลองและวิจารณ์	18
เอกสารอ้างอิง	25
หัวข้อย่อยที่3 ศึกษาการทำคุกกี้จากแป้งข้าวสาลีที่ปลูกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย	27
บทคัดย่อภาษาไทย	27
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	28
คำนำ	28
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	29
ผลการทดลองและวิจารณ์	32
เอกสารอ้างอิง	39

สารบัญตาราง

หัวข้อย่อยที่1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของแป้งข้าวสาลีที่ปลูกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

ตารางที่		หน้า
1	น้ำหนักของเมล็ดข้าวสาลีก่อนทำการโม่และน้ำหนักแป้งหลังทำการโม่	5
2	คุณภาพทางกายภาพของเมล็ดข้าวสาลีก่อนทำการโม่	6
3	คุณภาพทางกายภาพของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด	7
4	ตารางผลการทดสอบความข้นหนืดของแป้ง	9
5	คุณภาพทางเคมีของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด	10

หัวข้อย่อยที่2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังโฮลวีทจากข้าวสาลีที่ปลูกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

ตารางที่		หน้า
1	รายละเอียดของสูตรพื้นฐานของขนมปังโฮลวีท	16
2	น้ำหนักของเมล็ดข้าวสาลีก่อนทำการโม่และน้ำหนักแป้งหลังทำการโม่	18
3	คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่าง ๆ ในการทดสอบขนมปังโฮลวีทที่ใช้แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด พันธุ์ฝาง 60 และพันธุ์อินทรี 1 ในอัตราส่วนต่าง ๆ	19
4	ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของขนมปังโฮลวีทจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน	20
5	ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของขนมปังโฮลวีทจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน	22
6	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังโฮลวีท	23

หัวข้อย่อยที่3 ศึกษาการทำคุกกี้จากแป้งข้าวสาลีที่ปลูกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

ตารางที่		หน้า
1	น้ำหนักของเมล็ดข้าวสาลีก่อนทำการโม่และน้ำหนักแป้งหลังทำการโม่	32

การศึกษาลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของแป้งข้าวสาลีที่ปลูกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

อาคม กาญจนประโชติ [1], สุภักตร์ ปัญญา [1], ประเทือง โชคประเสริฐ [2]

[1] ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

[2] ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพ และ ทางเคมีของแป้งข้าวสาลี ที่ปลูกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนจำนวน 10 พันธุ์ได้แก่ พันธุ์ M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, ฝาง60 และอินทรี1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพพบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีก่อนทำการโม่มี ค่าสีในระบบ L* a* b* อยู่ในช่วง 42.90-47.57 , 2.98-4.03 และ 21.29-24.99 ตามลำดับ และมีค่าน้ำหนักต่อ 1,000 เมล็ดเท่ากับ 2.31-3.61 กรัม ลักษณะทางกายภาพของแป้งข้าวสาลีที่ปลูกในเขตภาคเหนือตอนบนเมื่อทำการโม่ทั้งเมล็ดพบว่าค่าสีในระบบ L* a* b* อยู่ในช่วง 72.97-76.85, -2.46 ถึง –1.56, และ 14.93-18.31 ค่า Aw อยู่ในช่วง 0.48-0.57 ลักษณะทางเคมีของแป้งสาลีพบว่าแป้งมีความชื้นในช่วงร้อยละ 11.13 -13.44 ปริมาณเถ้าอยู่ในช่วงร้อยละ 1.75 - 2.70 ปริมาณเยื่อใยอยู่ในช่วงร้อยละ 1.94 – 2.34 ปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วงร้อยละ 11.77 – 14.23 ปริมาณไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 0.66 – 1.92 และปริมาณคาร์โบไฮเดรตอยู่ในช่วงร้อยละ 68.57 – 71.85 ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีเหล่านี้ล้วนเป็นประโยชน์ต่อร่างกายของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากข้าวสาลีต่อไป

คำสำคัญ: แป้งข้าวสาลี, พันธุ์, ประสาทสัมผัส

Abstract

The physical properties and the nutritive values of wheat where plant in upper northern part of Thailand such as M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, Fang 60 and Insee 1. The wheat result was shown that color values (L*, a*, b*) were 42.90-47.57, 2.98-4.03 and 21.29-24.99, respectively. The weight per 1000 seeds value were 2.31-3.61 g. For the physical properties of

whole wheat flour was shown that color values (L*, a*, b*) were 72.97 - 76.85, -2.46 to -1.56 and 14.93 - 18.31, respectively. The water activities (Aw) were 0.48 - 0.57. The nutritive values of whole wheat flour composed of 11.13-13.44% moisture, 1.75-2.70% ash, 1.94-2.34% crude fiber, 11.77-14.23% protein, 0.66-1.92% fat and 68.57-71.85% carbohydrate which this nutrient was benefit for the consumer of wheat product.

คำนำ

ข้าวสาลีเป็นธัญพืชเมืองหนาวที่สำคัญชนิดหนึ่งที่ได้รับการส่งเสริมให้ปลูกในภาคเหนือ ของประเทศไทย ซึ่งมีภูมิอากาศที่ค่อนข้างเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ในปี 2541 ประเทศไทยต้องนำเข้าข้าวสาลีและผลิตภัณฑ์ข้าวสาลีมีมูลค่าถึง 6 พันล้านบาท (จุฑามาศ, 2541) เพื่อบริโภคและผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ขนมปัง ขนมเค้ก คุกกี้ ซาลาเปา ฯลฯ ดังนั้นจึงมีหลายหน่วยงาน และสถาบันต่าง ๆ ได้ทำการศึกษาวิจัยข้าวสาลี เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการเพาะปลูกไปจนกระทั่งถึงการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อหาพื้นที่ทำการเพาะปลูกและพันธุ์ข้าวสาลีที่เหมาะสมกับประเทศไทย ที่สามารถให้ผลผลิตในปริมาณมากและมีคุณภาพสูง สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะเป็นแนวทางหนึ่งในการลดการนำเข้าข้าวสาลีจากต่างประเทศ เนื่องจากข้าวสาลีเป็นธัญพืชที่มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าข้าวมาก ดังนั้นการนำข้าวสาลีไปประกอบอาหารประจำวัน นอกจากจะเป็นการเสริมหรือเพิ่มคุณค่าทางอาหารแล้ว ยังเป็นการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนอาหารโปรตีนในบางท้องถิ่นด้วย นอกจากนั้นแป้งข้าวสาลีที่โม่ทั้งเมล็ดยังมีส่วนของเปลือกและเยื่อโปร่งใน เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด และรำจะไม่ถูกขัดแยกออกไป ซึ่งส่วนประกอบดังกล่าวเป็นแหล่งสะสมอาหารจำพวกโปรตีน, แร่ธาตุ, วิตามินชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะรำซึ่งจะมีปริมาณโปแตสเซียม และฟอสฟอรัสสูงกว่าธาตุอื่น ๆ จึงนับว่ารำเป็นแหล่งของสารอาหารที่มีประโยชน์จำนวนมาก (อรอนงค์, 2540) การขัดสีออกนับว่าเป็นการลดคุณค่าทางอาหารลง ถ้าหากนำมาแปรรูปเป็นแป้งข้าวสาลีบดทั้งเมล็ดจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่แป้งข้าวสาลีเป็นอย่างมาก

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อทดสอบศักยภาพของข้าวสาลีที่ปลูกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน และเพื่อส่งเสริมอาชีพแก่เกษตกรในเขตพื้นที่รวมทั้งเป็นการลดปริมาณข้าวสาลีที่จะต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เป็นผลดีต่อเศรษฐกิจของประเทศในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. **การเตรียมวัตถุดิบ**

วัตถุดิบสำหรับผลิตแป้ง คือใช้เมล็ดข้าวสาลีที่ปลูกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนจำนวน 10 พันธุ์ได้แก่พันธุ์ M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, ฝาง60 และอินทรี1โดยการชั่งน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ตัวอย่างละ 2 กิโลกรัม

2. **การผลิตแป้งข้าวสาลี**

สามารถผลิตได้โดยการทำความสะอาดเมล็ดข้าวสาลีก่อนโดยการใช้ตะแกรงร่อนเพื่อแยกเศษดินหรือทรายที่ปะปนมากับเมล็ดข้าวสาลี จากนั้นนำเมล็ดข้าวสาลีไปโม่โดยใช้วิธีการโม่แห้ง 2 ขั้นตอนคือการโม่หยาบโดยใช้เครื่องโม่แบบโม่หินไฟฟ้า หลังจากนั้นนำกลับมาโม่ละเอียดอีกครั้งหนึ่งโดยใช้เครื่องโม่แบบจานเข็ม (Pin Type Disintegrator, WACO) จะได้แป้งข้าวสาลีที่มีความละเอียดประมาณ 35 mesh

ขั้นตอนการเตรียมแป้งข้าวสาลี

ทำความสะอาดเมล็ดข้าวสาลี
(ร่อนด้วยตะแกรง)
↓
ทำการโม่ด้วยเครื่องโม่หินไฟฟ้า
↓
ทำการโม่ด้วยเครื่องโม่แบบจานเข็ม
↓
แป้งข้าวสาลีที่ใช้สำหรับทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

หมายเหตุ: การโม่โดยใช้เครื่องโม่แบบโม่หินไฟฟ้า ต้องปรับระยะห่างของแผ่นหินขัดให้พอเหมาะก่อนทำการโม่

3. การวิเคราะห์คุณภาพ

3.1 คุณภาพทางกายภาพของเมล็ดข้าวสาลีก่อนทำการโม่

3.1.1. ค่าสี ในระบบ L* a* b* โดย L* คือค่าความสว่าง a* มีค่าเป็นบวก = สีแดง ค่าเป็นลบ = สีเขียว b* มีค่าเป็นบวก = สีเหลือง ค่าเป็นลบ = สีน้ำเงิน โดยใช้ เครื่อง Tri – stimulus colorimeter (JUKI, JC801, Japan) กำหนดให้ช่องที่แสงผ่านตัวอย่างมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 10 มิลลิเมตร

3.1.2. ค่าน้ำหนักต่อ 1,000 เมล็ด (กรัม) (นงค์ลักษณ์, 2528)

3.2 คุณภาพทางกายภาพของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด

3.2.1. ค่าสี ในระบบ L* a* b* เช่นเดียวกับ ข้อ 3.1.1

3.2.2. ค่า Water activity (Aw) โดยเครื่อง Water activity Measuring System (Presica, model MCDAS, USA)

3.2.3. ค่าความข้นหนืดของแป้งโดยเครื่อง Rapid Visco Analyser (RVA) (model 4D, Newport Scientific, Australia)

3.3 คุณภาพทางเคมีของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (AOAC,1995) ค่าของคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดหาได้โดยใช้ความแตกต่างระหว่างน้ำหนักตัวอย่างกับปริมาณองค์ประกอบอื่น ๆ

4. การวางแผนการทดลอง

การประเมินผลทางประสาทสัมผัส ใช้การทดสอบแบบ 9- Point Hedonic Scale โดยวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Complete randomize design (CRD) ทดลอง 3 ซ้ำ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for window 10.0 ส่วนการเปรียบเทียบหาค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan multiple range test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1.การเตรียมวัตถุดิบ

ใช้ข้าวสาลีที่ปลูกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนจำนวน 10 พันธุ์ได้แก่ พันธุ์ M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, ฝาง60 และอินทรี1 เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด ทำการเตรียมเมล็ดพันธุ์ในการโม่ตัวอย่างละ 2 กิโลกรัม

2. การผลิตแป้งข้าวสาลี

นำเมล็ดข้าวสาลีที่คัดเลือกสิ่งเจือปนและทำความสะอาดแล้วในแต่ละพันธุ์มาผลิตเป็นแป้งด้วยวิธีการโม่แห้งซึ่งในขั้นตอนแรกจะทำการโม่หยาบก่อนโดยใช้เครื่องโม่หินไฟฟ้า จะได้แป้งที่มีความละเอียดต่ำมากเนื่องจากเครื่องโม่หินไฟฟ้ามีประสิทธิภาพในการโม่น้อย จะใช้เพื่อทำการบดเมล็ดข้าวสาลีให้แตกออก หลังจากนั้นจึงผ่านเข้าเครื่องโม่แบบจานเข็มเพื่อจะได้แป้งที่มีความละเอียด 35 mesh ปริมาณแป้งที่สูญเสียหลังจากทำการโม่แป้งทั้ง 10 พันธุ์มีปริมาณน้อยมาก (ดังตารางที่1) ลักษณะของแป้งที่ผลิตได้มีสีน้ำตาลอ่อนเนื่องจากมีส่วนประกอบของรำ หรือ คัพภะ ปนอยู่ด้วย เมื่อเทียบกับแป้งข้าวสาลีอเนกประสงค์ที่ขายตามท้องตลาด แป้งชนิดนี้จะมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ เนื่องจากมีไขมันจากส่วนของรำ และคัพภะปะปนมาด้วย ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นหืน โดยเฉพาะเมื่อเก็บในที่ร้อนและชื้น (ละม้ายมาศ และ อารุณ, 2544)

ตารางที่ 1. น้ำหนักของเมล็ดข้าวสาลีก่อนทำการโม่และน้ำหนักแป้งหลังทำการโม่

พันธุ์	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	ฝาง60	อินทรี1
ก่อนโม่(kg)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	200	2.00	2.00	2.00	2.00
หลังโม่(kg)	1.98	1.98	1.97	1.98	2.00	1.96	1.96	1.95	1.96	1.98

3. การวิเคราะห์คุณภาพ

3.1 คุณภาพทางกายภาพของเมล็ดข้าวสาลีก่อนทำการโม่

ค่าน้ำหนักต่อ 1,000 เมล็ดของเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีก่อนทำการโม่ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเมล็ดข้าวสาลีพันธุ์ M3 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 3.61 g และเมล็ดข้าวสาลีพันธุ์ฝาง 60 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 2.31 g แสดงว่าเมล็ดข้าวสาลีพันธุ์ M3 มีขนาดของเมล็ดที่ใหญ่ที่สุดและเมล็ดข้าวสาลีพันธุ์ฝาง 60 มีขนาดเล็กที่สุด ดังตารางที่ 2

คุณภาพด้านค่าสีที่วัดได้ในระบบ L* a* b* (**ตารางที่** 2)โดยค่า L* ของเมล็ดข้าวสาลีเป็นค่าที่บ่งบอกถึงค่าความสว่าง หากค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 100 หมายความว่าเมล็ดนั้นมีค่าความสว่างมาก และหากมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าตัวอย่างนั้นมีสีดำ พบว่าค่า L* ของเมล็ดข้าวสาลีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่เมล็ดข้าวสาลีพันธุ์ M4 มีค่ามากที่สุด และ เมล็ดข้าวสาลีพันธุ์ M1 มีค่าน้อยที่สุด ค่า a* ของเมล็ดข้าวสาลีเป็นค่าที่บ่งบอกถึงค่าความเป็นสีแดงและสี่เขียว หาก a* เป็นค่าบวกจะเป็นสีแดง และหากค่า a* เป็นลบจะเป็นสีเขียวพบว่าค่า a* ของเมล็ดข้าวสาลีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยที่เมล็ดข้าวสาลีพันธุ์ M4 มีค่ามากที่สุด และ เมล็ดข้าวสาลีพันธุ์ M8 มีค่าน้อยที่สุด ค่า b* ของเมล็ดข้าวสาลีเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความเป็นสีเหลืองและน้ำเงินหากค่า b* มีค่าเป็นบวกจะเป็นค่าสีเหลือง และหากเป็นลบจะเป็นค่าของสีน้ำเงิน พบว่าค่า b* ของเมล็ดข้าวสาลีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่เมล็ดข้าวสาลีพันธุ์ M5 มีค่ามากที่สุด และเมล็ดข้าวสาลีพันธุ์ M4 มีค่ามากที่สุด

ตารางที่ 2. คุณภาพทางกายภาพของเมล็ดข้าวสาลีก่อนทำการโม่

ข้าวสาลี	คุณภาพทางกายภาพ			
	ค่าสี			ค่าน้ำหนักต่อ
พันธุ์	L*	a*	b*	1000 เมล็ด (g)
M1	42.90^{b}	3.08^{a}	23.94^{ab}	3.36^{b}
M2	43.92^{ab}	3.58^{a}	23.36^{ab}	2.89^{c}
M3	43.71^{ab}	3.94^{a}	21.39^{b}	3.61^{a}
M4	47.57^{a}	4.03^{a}	21.29^{b}	2.94^{c}
M5	44.44^{ab}	3.83^{a}	24.99^{a}	2.66^{de}
M6	44.69^{ab}	3.64^{a}	23.70^{ab}	2.70^{d}
M7	44.18^{ab}	3.62^{a}	23.67^{ab}	2.70^{d}
M8	46.26^{ab}	2.98^{a}	22.09^{ab}	3.66^{a}
ฝาง 60	45.50^{ab}	3.01^{a}	22.75^{ab}	2.31^{f}
อินทรี 1	45.48^{ab}	3.94^{a}	24.31^{a}	2.55^{e}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.2 คุณภาพทางกายภาพของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด

ค่า Aw ของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดทั้ง 10 พันธุ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M7 มีค่า Aw ต่ำสุดเท่ากับ 0.48 และแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M8 มีค่า Aw สูงสุดเท่ากับ 0.57 ดังแสดงใน **ตารางที่** 3.

ส่วนค่าสีในระบบ L* a* b* โดยค่า L* ของแป้งข้าวสาลีเป็นค่าที่บ่งบอกถึงค่าความสว่าง พบว่าค่า L* ของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่แป้งข้าวสาลีพันธุ์ M8 มีค่ามากที่สุด และ แป้งข้าวสาลีพันธุ์ M1 มีค่าน้อยที่สุด ค่า a*ของแป้งข้าวสาลี พบว่าค่า a* ของแป้งข้าวสาลีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่แป้งข้าวสาลีพันธุ์ M1 มีค่ามากที่สุด และ แป้งข้าวสาลีพันธุ์ M8 มีค่าน้อยที่สุด ค่า b* ของแป้งข้าวสาลี พบว่าค่า b* ของแป้งข้าวสาลีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่แป้งข้าวสาลีพันธุ์ M4 มีค่ามากที่สุด และแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M8 มีค่าน้อยที่สุด (**ตารางที่** 3.)

ตารางที่ 3. คุณภาพทางกายภาพของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด

พันธุ์ข้าวสาลี	คุณลักษณะทางกายภาพ			
	ค่าสี			ค่า Aw
	L*	a*	b*	
M1	72.97^{d}	-1.56^{a}	16.84^{cd}	0.53^{bc}
M2	74.19^{c}	-1.98^{bc}	17.67^{ab}	0.53^{bc}
M3	75.06^{bc}	-1.87^{abc}	17.08^{bcd}	0.51^{bcde}
M4	74.45^{c}	-1.92^{bc}	18.31^{a}	0.50^{cde}
M5	74.80^{c}	-1.92^{bc}	16.73^{cd}	0.48^{e}
M6	74.67^{c}	-1.89^{abc}	17.00^{bcd}	0.52^{bcd}
M7	76.16^{ab}	-2.11^{c}	16.54^{d}	0.48^{e}
M8	76.85^{a}	-2.46^{d}	14.93^{e}	0.57^{a}
ฝาง 60	74.35^{c}	-1.72^{ab}	17.65^{ab}	0.49^{de}
อินทรี 1	75.05^{bc}	-1.92^{bc}	17.36^{bc}	0.54^{ab}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดขณะหุงต้มและทำให้เย็นลงโดยเครื่อง Rapid Visco Analyser (RVA) จาก **ตารางที่** 4. พบว่าแป้งข้าวสาลีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ค่า Pasting Temperature ของแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M8 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 87.67 องศาเซลเซียส ส่วนแป้งข้าวสาลีที่มีค่า Pasting Temperature ต่ำสุดคือพันธุ์ อินทรี1 มีค่าเท่ากับ 78.57 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงว่าแป้งข้าวสาลีพันธุ์อินทรี 1 เมื่อให้ความร้อนแล้วจะสุกเร็วที่สุดและแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M8 จะสุกช้าที่สุด สำหรับค่าความหนืดสูงสุด (Peak Viscosity) พบว่าแป้งสาลีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่แป้งข้าวสาลีพันธุ์อินทรี 1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 1015.00 cP และแป้งข้าวสาลีพันธุ์ ฝาง60 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 180 cP แสดงให้เห็นว่า แป้งข้าวสาลีพันธุ์อินทรี 1 มีขนาดเม็ดแป้งที่ใหญ่และเม็ดแป้งเสียหายน้อย ทำให้การดูดซึมน้ำได้ดี และแป้งข้าวสาลีพันธุ์ฝาง60 มีขนาดเม็ดแป้งที่เล็กและเม็ดแป้งเสียหายมาก ทำให้การดูดซึมน้ำได้น้อย (ปราณี, 2543 ; กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2543) ค่า Break down ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงการถูกทำลายของเม็ดแป้งขณะหุงต้มพบว่าค่า Break down ของแป้งข้าวสาลีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่แป้งข้าวสาลีพันธุ์อินทรี1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 429.67 cP และแป้งข้าวสาลีพันธุ์ฝาง60 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 139.67 cP แสดงว่าแป้งสาลีพันธุ์ฝาง60 ถูกทำลายด้วยความร้อนน้อยที่สุด และแป้งข้าวสาลีพันธุ์อินทรี 1 ถูกทำลายด้วยความร้อนได้มากที่สุด ค่า Final Viscosity ของแป้งข้าวสาลีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่แป้งข้าวสาลีพันธุ์อินทรี1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 1112.33 cP และแป้งข้าวสาลีพันธุ์ฝาง60 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 50.00 cP แสดงว่าแป้งข้าวสาลีพันธุ์อินทรี1 มีปริมาณอะไมโลสมากที่สุด และแป้งข้าวสาลีพันธุ์ฝาง60 มีปริมาณอะไมโลสน้อยที่สุด (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2543) ส่วนค่าการคืนตัว (Set back) ซึ่งมีความสัมพันธุ์กับความแข็งและความนิ่มของแป้งสุกพบว่าค่าการคืนตัวของแป้งข้าวสาลีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่แป้งข้าวสาลีพันธุ์อินทรี 1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 590 cP และแป้งข้าวสาลีพันธุ์ฝาง60 มีค่าการคืนตัวต่ำที่สุดเท่ากับ 9.67 cP

ตารางที่ 4. ตารางผลการทดสอบความข้นหนืดของแป้ง

พันธุ์ข้าวสาลี	สมบัติความหนืด						
	Peak Vicosity (cP)	Trough1 (cP)	Breakdown (cP)	Final Visc (cP)	Setback (cP)	Peak Time (min)	Pasting Temp (°C)
M1	558.67^{c}	237.67^{cd}	321.00^{bc}	580.67^{c}	343.00^{bc}	5.20^{b}	85.53
M2	558.00^{c}	188.00^{de}	370.00^{b}	427.67^{de}	239.67^{ef}	4.95^{c}	83.38
M3	705.00^{b}	341.33^{b}	363.67^{b}	752.00^{b}	410.67^{b}	5.24^{b}	86.88
M4	513.67^{c}	137.67^{e}	376.00^{b}	301.33^{f}	163.67^{g}	4.82^{d}	81.00
M5	497.67^{c}	176.67^{e}	321.00^{bc}	361.00^{ef}	184.33^{fg}	4.93^{c}	84.17
M6	497.67^{c}	172.33^{e}	348.67^{bc}	351.00^{ef}	178.67^{fg}	4.93^{c}	83.62
M7	604.67^{bc}	227.00^{cd}	377.67^{b}	484.67^{cd}	257.67^{de}	4.89^{cd}	82.37
M8	532.00^{c}	252.33^{c}	279.67^{c}	574.33^{c}	322.00^{cd}	5.18^{b}	87.67
ฝาง 60	180.00^{d}	40.33^{f}	139.67^{d}	50.00^{g}	9.67^{h}	3.87^{e}	Err
อินทรี 1	1015.00^{a}	522.33^{a}	429.67^{a}	1112.33^{a}	590.00^{a}	5.40^{a}	78.75

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.3 คุณภาพทางเคมีของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด

จากการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวสาลีพบว่า ค่าความชื้นของแป้งข้าวสาลีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่แป้งข้าวสาลีพันธุ์ M8 มีค่าความชื้นสูงสุดเท่ากับร้อยละ 13.44 และแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M7 มีค่าความชื้นต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 11.13 ปริมาณเถ้าพบว่าในแป้งข้าวสาลีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่แป้งข้าวสาลีพันธุ์อินทรี1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 2.7 และแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M5 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 1.75 ปริมาณเยื่อใยของแป้งข้าวสาลีพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยที่แป้งข้าวสาลีพันธุ์ M2 มีค่ามากที่สุดและแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M1 มีค่าน้อยที่สุด ปริมาณโปรตีนในแป้งข้าวสาลีพบว่าปริมาณโปรตีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่แป้งข้าวสาลีพันธุ์ M3 มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุดเท่ากับ 14.23 และแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M6 มีปริมาณโปรตีนต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 11.77 ซึ่งยังมีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วงเดียวกัน

เมื่อเทียบกับแป้งข้าวสาลีอเนกประสงค์ซึ่งแป้งสาลีโม่ทั้งเมล็ดที่ปลูกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 10 พันธุ์ มีปริมาณโปรตีนสูงซึ่งโปรตีนกลูเตน ช่วยในการอุ้มน้ำทำให้มีคุณสมบัติที่เหมาะที่จะทำขนมปังหรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้ดี (ลักขณา และ นิธิยา, 2540) ปริมาณไขมันของแป้งข้าวสาลี พบว่าปริมาณไขมันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่แป้งข้าวสาลีพันธุ์ M2 มีปริมาณไขมันสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 1.92 และแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M3 มีปริมาณไขมันต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 0.66 และพบว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตของแป้งข้าวสาลีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่แป้งข้าวสาลีพันธุ์ M6 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 71.85 และแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M2 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่ำที่สุด ดังแสดงใน **ตารางที่ 5.**

ตารางที่ 5. คุณภาพทางเคมีของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด

พันธุ์ข้าวสาลี	คุณลักษณะทางเคมี (ร้อยละ)					
	ความชื้น[1]	เถ้า[1]	เยื่อใย[1]	โปรตีน[1]	ไขมัน[1]	คาร์โบไฮเดรต[2]
แป้งอเนกประสงค์*	13-15	0.3-0.5	0.1-0.3	8-13	0.9-1.4	65-70
M1	11.41^{b}	1.91^{b}	1.94^{a}	14.19^{a}	1.65^{a}	68.90^{c}
M2	12.13^{b}	1.99^{b}	2.34^{a}	13.06^{c}	1.92^{a}	68.57^{c}
M3	11.52^{b}	2.23^{ab}	2.28^{a}	14.23^{a}	0.66^{d}	69.09^{bc}
M4	12.16^{b}	2.19^{ab}	1.96^{a}	13.09^{c}	0.80^{cd}	69.79^{bc}
M5	11.36^{b}	1.75^{b}	2.10^{a}	11.98^{d}	1.21^{b}	71.59^{a}
M6	11.28^{b}	1.77^{b}	2.13^{a}	11.77^{d}	1.21^{b}	71.85^{a}
M7	11.13^{b}	1.75^{b}	2.08^{a}	13.34^{bc}	1.17^{b}	70.53^{ab}
M8	13.44^{a}	1.80^{b}	2.03^{a}	13.07^{c}	0.89^{bcd}	68.77^{c}
ฝาง 60	11.76^{b}	2.30^{ab}	1.99^{a}	14.04^{ab}	1.03^{cd}	68.88^{c}
อินทรี 1	11.21^{b}	2.70^{a}	2.22^{a}	12.90^{c}	1.01^{bcd}	69.95^{bc}

หมายเหตุ [1] ตัวเลขที่รายงาน เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ 3 ซ้ำ

[2] ตัวเลขที่รายงาน ได้จากการคำนวณ 100 – ร้อยละ (ความชื้น + เถ้า + เยื่อใย + โปรตีน + ไขมัน)

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

- ที่มา (ลักขณาและคณะ, 2540)

สรุปผลการทดลอง

การทดสอบศักยภาพของแป้งข้าวสาลีที่ปลูกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนจำนวน 10 พันธุ์ได้แก่ พันธุ์ M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, ฝาง60 และอินทรี1 สรุปได้ว่า

1. การทดสอบทางด้านกายภาพของเมล็ดข้าวสาลีที่ปลูกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 10 พันธุ์ ค่าสีในระบบ L* a* b* อยู่ในช่วง 42.90-47.57 , 2.98-4.03 และ 21.29-24.99 ตามลำดับ ค่าน้ำหนักต่อ 1,000 เมล็ดเท่ากับ 2.31-3.61 กรัม

2. การทดสอบทางกายภาพของแป้งข้าวสาลีที่ปลูกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 10 พันธุ์ ให้ผลทางด้านค่าสีในระบบ L* a* b* อยู่ในช่วง 72.97-76.85, -2.46 ถึง –1.56, และ 14.93-18.31ซึ่งมีสีค่อนข้างเข้มเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างกันกับแป้งอเนกประสงค์ตามท้องตลาด เนื่องจากมีส่วนประกอบของรำ หรือ คัพภะ ปนอยู่ด้วย มีค่า Aw อยู่ระหว่าง 0.48-0.57

3. การทดสอบทางเคมีของแป้งข้าวสาลีที่ปลูกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 10 พันธุ์พบว่าแป้งมีความชื้นในช่วงร้อยละ 11.13 -13.44 ปริมาณเถ้าอยู่ในช่วงร้อยละ 1.75 - 2.70 ปริมาณเยื่อใยอยู่ในช่วงร้อยละ 1.94 – 2.34 ปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วงร้อยละ 11.77 – 14.23 ปริมาณไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 0.66 – 1.92 และปริมาณคาร์โบไฮเดรตอยู่ในช่วงร้อยละ 68.57 – 71.85

เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอดและเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2543. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 292 น.

จุฑามาศ อินทจักร. 2541. การวิเคราะห์การตอบสนองอุปทานข้าวสาลีในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. น. 1-2

ปราณี. 2543. เอกสารประกอบคำบรรยาย วิชา เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ธัญชาติ. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. 289 น.

ละม้ายมาศ ไชยมหา และ อารุณ เวียงวี. 2544. ตำรับอาหารข้าวสาลีไทย. ศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดแพร่. แพร่. 81 น.

ลักขณา รุจนะไกรกานต์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2540. หลักการวิเคราะห์อาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. หน้า 153-162.

นงค์ลักษณ์ ประกอบบุญ. 2528. การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. น. 310-311

มณธิดา กาวิชัย. 2545a. การประเมินอาหารทางประสาทสัมผัส. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. น.1-15, 89-96, 133-148 (พิมพ์ดีด)

มณธิดา กาวิชัย. 2545b. คู่มือปฏิบัติการการประเมินอาหารทางประสาทสัมผัส. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. น. 38-42. (พิมพ์ดีด)

อรอนงค์ วินัยกุล. 2540.ข้าวสาลี : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 290 น.

อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล. 2545. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่, 168 น.

AOAC. 1995. Official Method of Analysis 15th ed. The Association of Analytical Chemists, Arlington, Virginia. 1588 p.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังโฮลวีทจากข้าวสาลีที่ปลูกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

อาคม กาญจนประโชติ [1], สุภักตร์ ปัญญา [1], ประเทือง โชคประเสริฐ [2], วัลยา โมราสุข [2]

[1] ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

[2] ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด (Whole wheat) มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบศักยภาพของข้าวสาลีที่ปลูกในเขตภาคเหนือตอนบน อีกทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวสาลีที่เกษตรกรสามารถผลิตได้ในเขตภาคเหนือตอนบน และเป็นการลดปริมาณข้าวสาลีที่จะต้องนำเข้าจากต่างประเทศจากการพัฒนาสูตร โดยการศึกษาปริมาณแป้งข้าวสาลีที่ปลูกบริเวณภาคเหนือตอนบนที่สามารถทดแทนแป้งข้าวสาลีอเนกประสงค์ในการผลิตขนมปังได้ พบว่า เมื่อปริมาณแป้งข้าวสาลีที่ปลูกในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนเพิ่มขึ้น ขนมปังจะมีปริมาตรจำเพาะลดลง และมีค่าความแข็งของเนื้อเพิ่มขึ้น สูตรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตขนมปังโฮลวีทประกอบด้วย แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด 64 กรัม แป้งข้าวสาลีอเนกประสงค์ 16 กรัม แป้งรำ 20 กรัม ยีสต์แห้ง 1.5 กรัม น้ำตาลทราย 9 กรัม น้ำตาลทรายแดง 1.5 กรัม เกลือ 1.5 กรัม เนยขาว 5 กรัม น้ำสะอาด 58 กรัม น้ำผึ้ง 1 ช้อนโต๊ะ โดยสามารถใช้แป้งข้าวสาลีที่ปลูกบริเวณภาคเหนือตอนบนได้ถึงร้อยละ 80 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 33.26-34.53 มีโปรตีนร้อยละ 13.73-22.63 มีไขมันร้อยละ 2.31-3.07 มีเถ้าร้อยละ 2.89-5.4 ใยอาหารร้อยละ 1.19-2.64 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 41.36-44.98 การทดสอบทางกายภาพของขนมปังมีค่าความแข็งของเนื้อขนมปังในช่วง 3.57-8.06 N ปริมาตรจำเพาะ 2.68-3.43 cm^3/g เนื้อในของขนมปังมีสีน้ำตาลอ่อน ค่าสีในระบบ L* a* b* อยู่ในช่วง 37.71-60.39, 1.51-4.32, 2.44 -18.32 จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบชอบขนมปังโฮลวีทในระดับปานกลาง ขนมปังโฮลวีทจากแป้งข้าวสาลีที่ปลูกบริเวณภาคเหนือตอนบนสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้นาน 3-5 วัน

คำสำคัญ: ข้าวสาลี, ขนมปังโฮลวีท

Abstract

Development of whole wheat bread was aimed to check wheat potential where plant in upper northern part of Thailand, then added value of the domestic wheat and reduced the import wheat. For the development of whole wheat bread formulation from the domestic whole wheat flour substituted for the import wheat flour (bread flour). The result was shown that Specific volume was decrease and Hardness was increase when the domestic whole wheat flour was increase. The optimal whole wheat bread formulation composed of 64 g. whole wheat flour, 16 g. bread flour, 20 g. bran, 1.5 g. bread yeast, 9 g. sugar, 1.5 g. brown sugar, 1.5 g. salt, 5 g. shortening, 58 g. water and a tablespoon of honey. The whole wheat flour substituted in whole wheat bread was 80% of total weight flour. For the nutritive values of whole wheat bread 33.26-34.53% moisture, 13.73-22.63% protein, 2.31-3.07% fat, 2.89-5.40% ash, 1.19-2.64% crude fiber and 41.36-44.98% carbohydrate. The physical properties of whole wheat bread, Hardness value were 3.57-8.06 N. The specific volume were 2.68-3.43 cm^3/g and Inside bread was light brown while color values (L* a* b*) were 37.71-60.39, 1.51-4.32 and 2.44-18.32, respectively. And the sensory acceptance testing was tested by panelists which was accepted at the range of normal and can be kept in room temperature for 3-5 day.

คำนำ

ข้าวสาลีเป็นธัญพืชที่สำคัญชนิดหนึ่งซึ่งได้รับการส่งเสริมให้ปลูกในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งมีภูมิอากาศที่ค่อนข้างเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต มีหลายหน่วยงานและสถาบันต่างๆ ได้ทำการศึกษาวิจัยข้าวสาลี เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการเพาะปลูกไปจนกระทั่งถึงการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทั้งนี้เพื่อทดลองหาพื้นที่ทำการเพาะปลูกและพันธุ์ข้าวสาลีที่เหมาะสมกับประเทศไทย ที่สามารถให้ผลผลิตในปริมาณมากและมีคุณภาพสูง สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะเป็นแนวทางหนึ่งในการลดการนำเข้าข้าวสาลีจากต่างประเทศ เพราะปริมาณความต้องการใช้แป้งข้าวสาลีมีมากกว่าปริมาณการปลูกข้าวสาลีได้ในประเทศ นอกจากจะสามารถนำแป้งข้าวสาลีไปใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น บะหมี่ คุ้กกี้ ขนมปัง และอื่นๆ ได้แล้วยังสามารถนำไปดัดแปลงโดยการใช้เทคโนโลยีในการแยกองค์ประกอบของแป้งข้าวสาลีเป็นสตาร์ช (starch) และกลูเตน ซึ่งสามารถนำไปใช้ใน

อุตสาหกรรมอาหารอื่นๆ เนื่องจากแป้งข้าวสาลีเป็นแป้งที่มีคุณค่าทางโภชนาการ มีองค์ประกอบของโปรตีนตั้งแต่ร้อยละ 6 – 20 โดยขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และสถานภาพของการเพาะปลูก จึงทำให้แป้งข้าวสาลีเป็นแหล่งของโปรตีนที่ดีอีกแหล่งหนึ่ง

ลักษณะเด่นของแป้งข้าวสาลีเมื่อนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ขนมปังคือ คุณสมบัติของโปรตีนที่พบนั่นเอง โดยเมื่อนำแป้งมาผสมกับน้ำ มันจะสร้างสารประกอบที่มีความยืดหยุ่นซึ่งเรียกว่า กลูเตน (gluten) และกลูเตนิน (glutenin) คุณสมบัติดังกล่าวนี้พบในแป้งข้าวไรย์บ้างเล็กน้อย แต่จะไม่พบในธัญพืชชนิดอื่นๆ เลย เมื่อนำแป้งข้าวสาลีโม่มาผลิตเป็นขนมปัง จึงให้คุณภาพของขนมปังที่ดีที่สุด ในขณะที่แป้งชนิดอื่นๆ ไม่สามารถนำมาผลิตขนมปังได้หรือทำได้ไม่ดีเท่าแป้งข้าวสาลี

เนื่องจากแป้งข้าวสาลีที่โม่ทั้งเมล็ดนั้น ส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ด เยื่อโปร่งใส เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ดและรำ จะไม่ถูกขัดแยกออกไป ซึ่งส่วนประกอบดังกล่าว เป็นแหล่งสะสมอาหารจำพวกโปรตีน แร่ธาตุ วิตามินบีชนิดต่าง ๆ เอนไซม์ เซลลูโลส เพนโทซาน และไขมัน โดยเฉพาะในรำจะมีปริมาณโพแทสเซียม และฟอสฟอรัสที่สูงกว่าธาตุอื่น ๆ จึงนับได้ว่ารำเป็นแหล่งของสารอาหารที่มีประโยชน์เป็นจำนวนมาก (อรอนงค์. 2540) การขัดสีออกนับว่าเป็นการลดคุณค่าทางอาหารลง ถ้าหากนำมาแปรรูปเป็นแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด จะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่แป้งข้าวสาลีเป็นอย่างมาก

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้ เพื่อทดสอบศักยภาพข้าวสาลีที่ปลูกในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน โดยนำข้าวสาลีจำนวน 10 พันธุ์คือ M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, ฝาง 60 และ อินทรี 1 มาโม่ทั้งเมล็ด (whole wheat flour) จากนั้นแปรรูปเป็นขนมปังโฮลวีท (whole wheat bread) โดยนำแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์มาผสมด้วยในอัตราส่วนต่างๆ เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่มากที่สุด และผู้ทดสอบยอมรับ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การเตรียมแป้งข้าวสาลี

แป้งข้าวสาลีเตรียมได้จากการโม่ 2 ขั้นตอนคือการโม่หยาบโดยเครื่องโม่แบบโม่หินและนำกลับมาโม่ละเอียดอีกครั้งหนึ่งโดยใช้เครื่องโม่แบบจานเข็ม (Pin Type Disintegrator, WACO) จะได้แป้งข้าวสาลีทั้งเมล็ด ความละเอียดประมาณ 35 mesh (ละม้ายมาศ และ อารุณ , 2544)

2. ศึกษาพันธุ์และปริมาณของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดทดแทนแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ในขนมปังโฮลวีท

2.1 สูตรพื้นฐานของขนมปังโฮลวีท

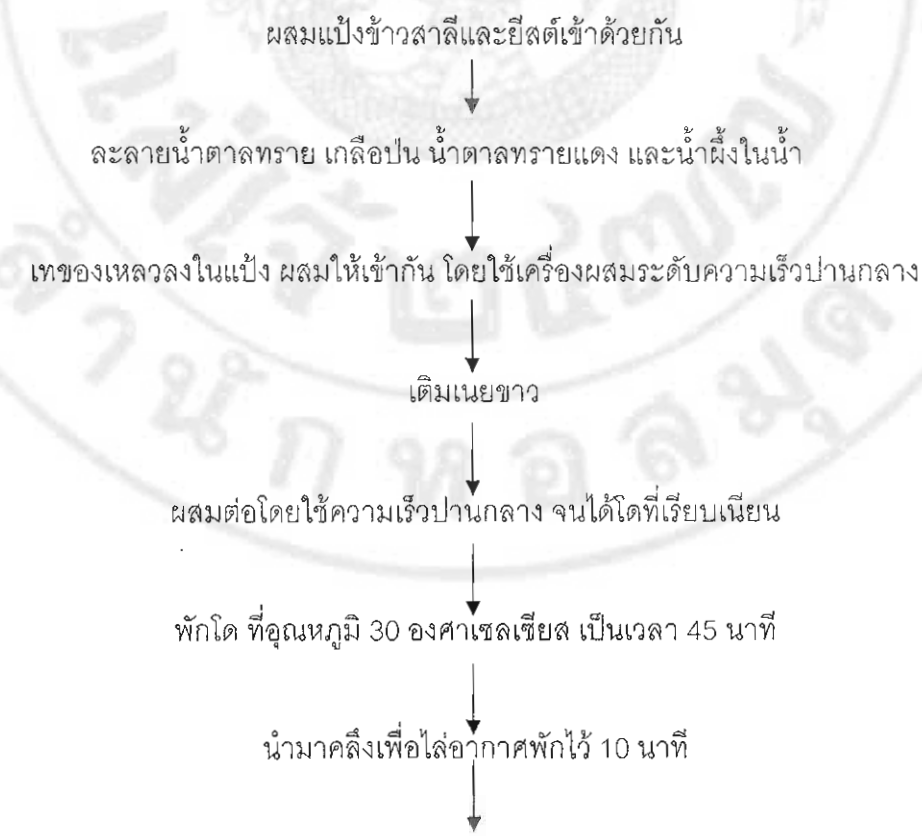
การทดลองหาสูตรขนมปังโฮลวีทที่ดีที่สุด โดยการใช้แป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ในการทำขนมปังโฮลวีท ซึ่งจตุพร และสินีนาฏ, 2545 ได้ศึกษาไว้ว่าสูตรดังต่อไปนี้ได้รับคะแนนจากการทดสอบทางประสาท

สัมผัสมากที่สุด โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 1.

ตารางที่ 1. รายละเอียดของสูตรพื้นฐานของขนมปังโฮลวีท

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (กรัม)
แป้งเอนกประสงค์	80
แป้งรำ	20
ยีสต์แห้ง	1.5
น้ำตาลทรายขาว	9
น้ำตาลทรายแดง	1.5
เกลือ	1.5
เนยขาว	5
น้ำสะอาด	58
น้ำผึ้ง	1 ช้อนโต๊ะ

โดยมีขั้นตอนการทำดังแผนภูมิข้างล่าง



นำมาคลึงซ้ำอีกครั้งแล้วม้วนใส่พิมพ์ ที่ทาด้วยเนยขาว พักไว้ 45 นาที

↓

นำไปอบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 25 นาที หรือจนกว่าจะสุก

↓

นำขนมปังออกจากถาด ทิ้งไว้ให้เย็นในตะแกรงพัก

↓

ขนมปังโฮลวีท

2.2 ศึกษาปริมาณแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดที่ใช้ทดแทนแป้งอเนกประสงค์

การทดลองโดยการใช้แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดพันธุ์ฝาง 60 และพันธุ์อินทรี 1 ทดแทนแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ในขนมปังโฮลวีท ตามสูตรซึ่ง จตุพร และสินีนาฏ, 2545 ได้ศึกษาไว้ว่ามีความเหมาะสม โดยมีอัตราส่วน ดังนี้

- สูตรที่ 1 แป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ทั้งหมด (สูตรพื้นฐาน)
- สูตรที่ 2 แป้งข้าวสาลีพันธุ์ฝาง 60 : แป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ 40:60
- สูตรที่ 3 แป้งข้าวสาลีพันธุ์ฝาง 60 : แป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ 80:20
- สูตรที่ 4 แป้งข้าวสาลีพันธุ์อินทรี 1: แป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ 20:80

โดยนำทั้ง 4 สูตร มาทดสอบการยอมรับทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ให้คะแนนความชอบแบบ 7- point category scale ใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งหมด 50 คน วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely randomized design) ทดสอบความแตกต่างโดยวิธี LSD (The least significant difference) และคัดเลือกอัตราส่วนที่ดีที่สุด เพื่อนำไปทดลองทำขนมปังโฮลวีท จากแป้งข้าวสาลีทั้ง 10 สายพันธ์

3. ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของขนมปังโฮลวีทจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดกับแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์

3.1 ค่าสี ในระบบ L* a* b* โดยใช้ เครื่อง Tri – stimulus colorimeter (JUKI , model JC 801,Japan) กำหนดให้ช่องที่แสงผ่านตัวอย่างมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 2.5 เซนติเมตร

3.2 ค่าความแข็ง โดยใช้เครื่อง Universal Testing Machines (Lloyd-Instruments, model LR 10K, Forum House 12 Barnes Wallis rd. Segenworth east, Fareham, Hants) ใช้ตัวอย่างขนาด 25 x 25 mm โดยใช้หัวกดขนาด 5 x 5 cm กำหนดค่าร้อยละของ compression เท่ากับ 40 และ Rate of compression เป็น 100 mm/min กดลงไปเป็นระยะทาง 10 mm (Kamel and Stauffer, 1993)

3.3ปริมาตรต่อน้ำหนักโดยใช้วิธีของ Rapseed displacement โดยใช้เมล็ดงาในการแทนที่ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2524)

4. ศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของขนมปังโฮลวีทจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดกับแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (AOAC, 1995) ด้าน ความชื้น โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร เถ้า และ คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด

5. การประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ประเมินผลทางประสาทสัมผัสของขนมปังโฮลวีท ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยการทดสอบความชอบแบบ 9- Point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน ซึ่งเป็นนิสิตมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ จำนวน 60 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบบังเอิญ (มณธิดา, 2545)

6 การวางแผนการทดลอง

การประเมินผลทางประสาทสัมผัส, การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพ และคุณค่าทางโภชนาการ โดยวางแผนการทดลองแบบ Complete randomize design (CRD) และวิเคราะห์ผลทางสถิติใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for window 10.0 ส่วนการเปรียบเทียบหาค่าเฉลี่ยใช้ Duncan's new multiple range test : DMRT (อิศรพงษ์, 2545)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเตรียมแป้งข้าวสาลี

ปริมาณแป้งที่สูญเสียหลังจากทำการโม่แป้งทั้ง 10 พันธุ์มีปริมาณน้อยมาก (ดัง ตารางที่2.) ลักษณะของแป้งที่ผลิตได้มีสีน้ำตาลอ่อนเนื่องจากมีส่วนประกอบของรำ หรือ คัพภะ ปนอยู่ด้วย เมื่อเทียบกับแป้งข้าวสาลีอเนกประสงค์ที่ขายตามท้องตลาด แป้งชนิดนี้จะมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าแป้งข้าวสาลี

ตารางที่ 2. น้ำหนักของเมล็ดข้าวสาลีก่อนทำการโม่และน้ำหนักแป้งหลังทำการโม่

พันธุ์	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	ฝาง60	อินทรี1
ก่อนโม่(kg)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	200	2.00	2.00	2.00	2.00
หลังโม่(kg)	1.98	1.98	1.97	1.98	2.00	1.96	1.96	1.95	1.96	1 98

อเนกประสงค์ เนื่องจากมีไขมันจากส่วนของรำ และคัพภะปะปนมาด้วย ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นหืน โดยเฉพาะเมื่อเก็บในที่ร้อนและชื้น (ละม้ายมาศและ อารุณ, 2544)

2. การศึกษาพันธุ์และปริมาณของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดทดแทนแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ในขนมปังโฮลวีท

จากสูตรพื้นฐานขนมปังโฮลวีทของ จตุพร และสินีนาฏ, 2545ได้นำมาทดลองใช้แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดพันธุ์ฝาง 60 และพันธุ์อินทรี 1 ในอัตราส่วนต่าง ๆ ทดแทนแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ในขนมปังโฮลวีท คือ

- สูตรที่ 1 แป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ทั้งหมด (สูตรพื้นฐาน)
- สูตรที่ 2 แป้งข้าวสาลีพันธุ์ฝาง 60 : แป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ 40:60
- สูตรที่ 3 แป้งข้าวสาลีพันธุ์ฝาง 60 : แป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ 80:20
- สูตรที่ 4 แป้งข้าวสาลีพันธุ์อินทรี 1: แป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ 20:80

ตารางที่ 3. คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่าง ๆ ในการทดสอบขนมปังโฮลวีทที่ใช้แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดพันธุ์ฝาง 60 และพันธุ์อินทรี 1 ในอัตราส่วนต่าง ๆ

สูตร	คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
1	5.28[a]	4.98[a]	5.38[a]	5.12[a]	5.30[a]
2	5.30[a]	5.08[a]	5.24[a]	5.50[a]	5.44[a]
3	5.28[a]	4.82[a]	4.72[b]	5.38[a]	5.02[a]
4	5.38[a]	4.82[a]	5.18[a]	4.90[a]	5.10[a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)
ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 3. ขนมปังโฮลวีทสูตรที่ 2 (แป้งข้าวสาลีพันธุ์ฝาง 60 : แป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ 40:60) ได้คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงกว่าสูตรอื่นๆ ในทุกๆ ด้าน ยกเว้นทางด้านรสชาติ แต่คะแนนของขนมปังโฮลวีทสูตรที่ 3 (แป้งข้าวสาลีพันธุ์ฝาง 60 : แป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ 80:20) ซึ่งได้คะแนนต่ำกว่าสูตรที่ 1 เล็กน้อย โดยที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ยกเว้นทางด้านรสชาติ ดังนั้นในการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะใช้แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดทดแทนแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ในปริมาณสูงสุด จึงได้เลือกอัตราส่วน 80:20 มาศึกษาศักยภาพของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด ที่ปลูกในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ทั้งหมด 10 พันธุ์ ได้แก่ M1 – M8, ฝาง 60 และ อินทรี 1 ต่อไป

3. การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของขนมปังโฮลวีทจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน

3.1 ค่าสี (L* a* b*)

จากตารางที่ 4. พบว่าขนมปังโฮลวีทที่ใช้แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด ทั้ง 10 พันธุ์ มีค่าความสว่าง (L*) น้อยกว่าสูตรพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และสีขนมปังโฮลวีทที่ใช้แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดทั้ง 10 พันธุ์ ซึ่งจะออกไปในทิศทางสีแดงเหลืองมากกว่าสูตรพื้นฐาน โดยสีแดง / เขียว (a*) มีแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดพันธุ์ M4, M6, M7, M8 และอินทรี 1ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ส่วนสีเหลือง /น้ำเงิน (b*) มีค่ามากกว่าสูตรพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่า แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด ทั้ง 10 พันธุ์ มีสีค่อนข้างไปทางสีน้ำตาล ซึ่งแตกต่างจากแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ที่นำรำข้าวและคัพภะออก ทำให้แป้งที่ได้มีสีที่ค่อนข้างขาว

ตารางที่ 4. ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของขนมปังโฮลวีทจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน

พันธุ์ข้าวสาลี	ค่าสี			แรงกด	ปริมาตร
	L*	a*	b*	(N)	(cm^3/กรัม)
Control	66.36^{a}	0.47^{d}	11.31^{d}	4.17^{bc}	3.42^{a}
M1	51.68^{cd}	3.86^{ab}	18.32^{c}	7.51^{ab}	3.16^{c}
M2	56.96^{b}	3.14^{abc}	20.76^{ab}	6.60^{abc}	3.13^{d}
M3	51.18^{d}	4.32^{a}	19.49^{abc}	5.48^{abc}	2.83^{e}
M4	55.70^{bcd}	1.91^{bcd}	18.67^{bc}	4.22^{abc}	3.43^{a}
M5	59.69^{b}	2.94^{abc}	20.18^{abc}	3.57^{c}	3.15^{cd}
M6	60.39^{b}	2.43^{abcd}	19.84^{abc}	4.63^{abc}	3.39^{b}
M7	56.22^{bcd}	2.05^{bcd}	19.58^{abc}	5.08^{abc}	3.43^{a}
M8	58.11^{b}	1.51^{cd}	18.90^{bc}	4.00^{bc}	3.12^{d}
ฝาง 60	57.71^{b}	3.92^{ab}	21.44^{a}	8.06^{a}	2.68^{g}
อินทรี 1	56.74^{bc}	2.08^{bcd}	18.97^{bc}	5.71^{abc}	2.71^{f}

หมายเหตุ Control หมายถึง ขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน

ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

3.2 ค่าความแข็ง

จากตารางที่ 4. พบว่าค่าเนื้อสัมผัสของขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐานกับขนมปังโฮลวีทที่ใช้แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด ทั้ง 10 พันธุ์ มีค่าความแข็ง (แรงกด) ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ยกเว้นแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดพันธุ์ ฝาง 60 แสดงให้เห็นว่าขนมปังโฮลวีทที่ใช้แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดพันธุ์ ฝาง 60 จะมีลักษณะที่แข็ง

3.3 ปริมาตรของขนมปังโฮลวีท

จากตารางที่ 4. พบว่าปริมาตรขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐานกับขนมปังโฮลวีทที่ใช้แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดพันธุ์ M4 และ M7 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ซึ่งปริมาตรมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักและพิมพ์ขนมปังที่ใช้ ถ้าเหมาะสมจะทำให้มีปริมาตรขึ้นจากพิมพ์ได้ดี (อรอนงค์, 2540)

4. การศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของขนมปังโฮลวีทจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน

จากตารางที่ 5. พบว่าปริมาณความชื้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน ปริมาณเถ้าของขนมปังโฮลวีทพันธุ์ฝาง 60 และอินทรี 1 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน ปริมาณใยอาหารและปริมาณโปรตีน ของขนมปังโฮลวีท ทั้ง 10 พันธุ์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน ปริมาณไขมันของขนมปังโฮลวีทพันธุ์ M1, M5, M7, M8 และฝาง 60ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตของขนมปังโฮลวีทพันธุ์ฝาง 60 และอินทรี 1 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน จากผลการทดลองหาปริมาณเถ้าและใยอาหารมีค่ามากกว่าขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน และปริมาณโปรตีน มีน้อยกว่าขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน เนื่องจากขนมปังโฮลวีท ทั้ง 10 พันธุ์ ใช้แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดทำให้มีปริมาณใยอาหารสูง ส่วนปริมาณโปรตีนขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐานมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 10.37% ส่วนขนมปังโฮลวีท ทั้ง 10 พันธุ์มีปริมาณโปรตีน เท่ากับ 9.06-9.86% ซึ่งอาจเกิดจากปริมาณของแป้งที่ใช้ทำขนมปังโฮลวีท โดยสูตรพื้นฐานใช้แป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ แต่ขนมปังโฮลวีทอื่นๆ ใช้แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดผสมกับแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์

ตารางที่ 5. ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของขนมปังโฮลวีทจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน

พันธุ์	คุณค่าทางโภชนาการ					
ข้าวสาลี	ความชื้น[1]	เถ้า[1]	ใยอาหาร[1]	โปรตีน[1]	ไขมัน[1]	คาร์โบไฮเดรต[2]
Control	31.89^{a}	1.97^{c}	0.81^{e}	10.37^{a}	2.89^{ab}	52.07^{a}
M1	32.69^{a}	2.13^{c}	1.52^{bcd}	9.83^{b}	2.76^{abc}	51.07^{abc}
M2	33.59^{a}	2.16^{c}	1.75^{a}	9.43^{bcd}	2.31^{a}	50.76^{abc}
M3	33.95^{a}	2.30^{bc}	1.62^{abc}	9.67^{bc}	2.49^{cd}	49.98^{abc}
M4	34.33^{a}	2.17^{c}	1.52^{bcd}	9.30^{cd}	2.56^{cd}	50.13^{abc}
M5	33.78^{a}	2.14^{c}	1.39^{d}	9.26^{cd}	3.07^{a}	50.36^{abc}
M6	33.33^{a}	2.13^{c}	1.43^{cd}	9.22^{cd}	2.49^{cd}	51.40^{ab}
M7	34.04^{a}	2.04^{c}	1.46^{cd}	9.06^{d}	2.63^{bcd}	50.77^{abc}
M8	32.44^{a}	2.02^{c}	1.71^{ab}	9.38^{cd}	2.95^{ab}	51.51^{ab}
ฝาง 60	33.26^{a}	3.60^{a}	1.58^{abcd}	9.86^{b}	2.75^{abc}	48.95^{c}
อินทรี 1	34.53^{a}	2.81^{b}	1.43^{cd}	9.03^{d}	2.52^{cd}	49.67^{bc}

หมายเหตุ [1] ตัวเลขที่รายงาน เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ 3 ซ้ำ

[2] ตัวเลขที่รายงาน ได้จากการคำนวณ 100 – ร้อยละ (ความชื้น + เถ้า + ใยอาหาร + โปรตีน + ไขมัน)

ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

Control หมายถึง ขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน

5. การประเมินผลทางประสาทสัมผัส

เมื่อทำการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของขนมปังโฮลวีทในด้านต่างๆ จากผู้ทดสอบ 60 คน ดัง**ตารางที่** 6. พบว่าลักษณะทางด้านสีของขนมปังโฮลวีทพันธุ์ M1, M6 และM7มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน และลักษณะทางด้านรสชาติของขนมปังโฮลวีททั้ง 10 พันธุ์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน ส่วนลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสของขนมปังโฮลวีทพันธุ์ M2, M3, M7, ฝาง 60 และอินทรี 1 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน และลักษณะทางด้านกลิ่นและความชอบรวมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน

จากวัตถุประสงค์ของการทดลองต้องการทราบการยอมรับของขนมปังโฮลวีทจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดที่มีคะแนนของความชอบรวมตั้งแต่ 5 (เฉยๆ) ขึ้นไป ซึ่งขนมปังโฮลวีทจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด

ทั้ง 10 พันธุ์อยู่ในช่วง 5 - 6 (เฉยๆ – ชอบเล็กน้อย) แสดงว่าแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดทั้ง 10 พันธุ์สามารถนำมาทำเป็นขนมปังโฮลวีทได้ โดยใช้แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด ต่อ แป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ในปริมาณอัตราส่วน 80:20 ซึ่งแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดพันธุ์ M7 ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุด 6.03

ตารางที่ 6. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังโฮลวีท

พันธุ์	การทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังโฮลวีท				
ข้าวสาลี	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
control	6.47^{a}	5.38^{ab}	6.47^{a}	5.82^{a}	5.83^{ab}
M1	5.52^{c}	5.20^{b}	5.07^{c}	4.73^{cd}	5.10^{b}
M2	5.78^{abc}	5.67^{ab}	5.67^{bc}	5.27^{abcd}	5.47^{ab}
M3	6.22^{abc}	5.97^{a}	5.68^{bc}	5.37^{abc}	5.95^{a}
M4	5.93^{abc}	5.70^{ab}	5.82^{b}	5.12^{bcd}	5.92^{a}
M5	6.35^{ab}	5.65^{ab}	5.33^{bc}	4.83^{cd}	5.60^{ab}
M6	5.75^{bc}	5.40^{ab}	5.42^{bc}	4.63^{d}	5.57^{ab}
M7	5.32^{c}	5.27^{ab}	5.43^{bc}	5.40^{abc}	6.03^{a}
M8	5.82^{abc}	5.07^{b}	5.33^{bc}	5.08^{bcd}	5.55^{ab}
ฝาง 60	6.07^{abc}	5.75^{ab}	5.48^{bc}	5.73^{ab}	6.00^{a}
อินทรี 1	6.15^{abc}	5.55^{ab}	5.25^{bc}	5.27^{abcd}	5.50^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สรุปผลการทดลอง

ในการทดลองนำแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดทดแทนแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ เพื่อศึกษาหาพันธุ์และปริมาณที่มากที่สุดที่ใช้ทดแทนในขนมปังโฮลวีท โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับยอมรับ ซึ่งมีวิธีการศึกษาตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ ทำแป้งจากข้าวสาลี 10 พันธุ์ คือ M1 – M8, ฝาง 60 และอินทรี 1 ศึกษาพันธุ์และปริมาณของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดทดแทนแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ในขนมปังโฮลวีท ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของขนมปังโฮลวีทจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด กับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน ศึกษา

เปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของขนมปังโฮลวีทจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด กับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน และทำการประเมินผลทางประสาทสัมผัส การทำขนมปังโฮลวีทจากข้าวสาลี ได้ผลดังนี้

1. การทำแป้งจากข้าวสาลี ปรากฏว่าหลังจากที่ทำการโม่แป้งข้าวสาลีโดยทำการโม่ทั้งเมล็ด ลักษณะของแป้งมีสีน้ำตาลอ่อน เนื่องจากมีส่วนประกอบของรำปะปนมาด้วย ปริมาณแป้งหลังจากการโม่ เกิดการสูญเสียเนื่องจากการโม่ในปริมาณน้อยมาก

2. การศึกษาพันธุ์และปริมาณของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดทดแทนแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ในขนมปังโฮลวีท ปรากฏว่า การทดสอบทางประสาทสัมผัสขนมปังทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) จึงเลือกอัตราส่วนจากสูตรที่ 3 ที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดมากที่สุด มาทำการทดลองต่อไป

3. การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของขนมปังโฮลวีทจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน พบว่าการวัดค่าสี (L* a* b*) มีค่าความสว่าง (L*) น้อยกว่าสูตรพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และสีขนมปังโฮลวีทที่ใช้แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด ทั้ง 10 พันธุ์ ซึ่งจะออกไปในทิศทางสีแดงเหลืองมากกว่าสูตรพื้นฐาน โดยสีแดง / เขียว (a*) มีแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดพันธุ์ M4, M6, M7, M8 และอินทรี1ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ส่วนสีเหลือง /น้ำเงิน (b*) มีค่ามากกว่าสูตรพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ค่าความแข็งจากค่าเนื้อสัมผัสขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐานกับขนมปังโฮลวีทที่ใช้แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด ทั้ง 10 พันธุ์ มีค่าความแข็งที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ยกเว้นแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดพันธุ์ ฝาง 60 ส่วนปริมาตรจำเพาะ พบว่าขนมปังโฮลวีทที่ใช้แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดพันธุ์ M4 และ M7 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน

4. การศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของขนมปังโฮลวีทจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน พบว่าปริมาณความชื้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน ปริมาณเถ้าของขนมปังโฮลวีทพันธุ์ฝาง 60 และอินทรี 1 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน ปริมาณใยอาหารและปริมาณโปรตีน ขนมปังโฮลวีท ทั้ง 10 พันธุ์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน ปริมาณไขมันของขนมปังโฮลวีทพันธุ์ M1, M5, M7, M8 และฝาง 60ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบกับขนมปังโฮลวีทสูตรพื้นฐาน ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตของขนมปังโฮล

AOAC 1995. Official Method of Analysis. 16th ed. The Association of official Analytical Chemists, Arlington, Verginia. 1588p.

Kamel, B.S. and C.E. Stauffer. 1993. Texture measurements on finished baked goods. 1st ed. Advances In Baking Technology. VCH Publishers Inc, Newyork. pp.134-151.

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ศึกษาการทำคุกกี้จากแป้งข้าวสาลีที่ปลูกในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

อาคม กาญจนประโชติ [1], สุภักตร์ ปัญญา [1], ประเทือง โชคประเสริฐ [2]

[1] ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

[2] ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของคุกกี้ (Cookies) ที่ผลิตจากข้าวสาลีที่ปลูกในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวสาลีที่เกษตรกรสามารถผลิตได้ในเขตภาคเหนือตอนบน และเป็นการลดปริมาณข้าวสาลีที่จะต้องนำเข้าจากต่างประเทศ จากการพัฒนาสูตร พบว่าสูตรที่เหมาะสมของการทำผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดผสมกับแป้งสาลีอเนกประสงค์ตามท้องตลาด คือ อัตราส่วนร้อยละ 100:0

โดยการศึกษาปริมาณแป้งข้าวสาลีที่ปลูกบริเวณภาคเหนือตอนบนที่สามารถทดแทนแป้งสาลีอเนกประสงค์ในการทำผลิตภัณฑ์คุกกี้ได้ พบว่าเมื่อปริมาณแป้งข้าวสาลีที่ปลูกในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์คุกกี้จะมีปริมาตรจำเพาะลดลง และมีค่าความแข็งของเนื้อเพิ่มขึ้น สูตรที่เหมาะสมสำหรับการทำผลิตภัณฑ์คุกกี้ประกอบด้วย แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด 250 กรัม น้ำตาลไอซิ่ง 135 กรัม เนยสด 180 กรัม หัวนมผง 30 กรัม ไข่ไก่ 50 กรัม เกลือ 1 กรัม และกลิ่นวนิลา 3.3 กรัม โดยสามารถใช้แป้งข้าวสาลีที่ปลูกบริเวณภาคเหนือตอนบนได้ถึงร้อยละ 100 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 10.22-12.45 มีโปรตีนร้อยละ7.21-8.71 มีไขมันร้อยละ 24.30-26.55 มีเถ้าร้อยละ 1.42-3.39 เยื่อใยร้อยละ 1.76-4.85 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 47.51-52.57 การทดสอบทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งของเนื้อคุกกี้ในช่วง 6.17-11.18 N ปริมาตรจำเพาะ 1.00-1.76 cm^3/g ค่า Spread ratio (W/T) ของคุกกี้มีค่า 4.21-5.67 สีของคุกกี้มีสีน้ำตาลอ่อน ค่าสีในระบบ L* a* b* อยู่ในช่วง 52.36-59.38, 8.07-9.77, 27.52-33.01 จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนผลิตภัณฑ์คุกกี้ในระดับชอบปานกลาง

คำสำคัญ: คุกกี้ ข้าวสาลี

Abstract

The physical properties and the nutritive values of cookie which make from wheat where plant in upper northern part of Thailand, then added value of the domestic wheat and reduced the import wheat. For the development of whole wheat cookie formulation was shown that the optimal ratio of the domestic whole wheat flour substituted for the import wheat flour (cookie flour); 100:0

The whole wheat flour which wheat where plant in upper northern part of Thailand substituted cookie flour. The result was shown that specific volume was decrease and hardness was increase when the domestic whole wheat flour was increase. The optimal whole wheat cookie formulation composed of 250 g. whole wheat flour, 135 g. Icing sugar, 180 g. butter, 30 g. whole milk powder, 50 g. eggs, 1 g. salt, and 3.3 g. vanilla odor. For the nutritive values of whole wheat cookie 10.22-12.45% moisture, 7.21-8.71% protein, 24.30-26.55% fat, 1.42-3.39% ash, 1.76-4.85% crude fiber and 47.51-52.57% carbohydrate. The physical properties of whole wheat cookie, Hardness value were 6.17-11.18 N, the specific volume were 1.00-1.76 cm^3/g, the spread ratio (W/T) were 4.21-5.67 and cookie was light brown while color values (L*, a*, b*) were 52.36-59.38, 8.07-9.77 and 27.52-33.01, respectively. And the sensory acceptance testing was tested by panelists which was accepted at the range of normal

คำนำ

ข้าวสาลีเป็นธัญพืชที่สำคัญชนิดหนึ่งที่ได้รับการส่งเสริมให้ปลูกในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งมีภูมิอากาศที่ค่อนข้างเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ซึ่งมีหลายหน่วยงานและสถาบันต่าง ๆ ได้ทำการศึกษาทดลองในข้าวสาลี ตั้งแต่ขั้นตอนการเพาะปลูกไปจนกระทั่งถึงการแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อทดลองหาพื้นที่ทำการเพาะปลูกและพันธุ์ข้าวสาลีที่เหมาะสมกับประเทศไทย ที่สามารถให้ผลผลิตในปริมาณมากและมีคุณภาพสูง สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรและช่วยให้เกษตรกรมีอาหารที่มีคุณภาพแก่ร่างกายไว้บริโภคอีกทั้งช่วยลดปัญหาเสียดุลการค้าระหว่างประเทศ อันเนื่องมาจากการสั่งซื้อแป้งข้าวสาลีจากต่างประเทศในปริมาณมาก ๆ

เนื่องจากแป้งข้าวสาลีที่โม่ทั้งเมล็ดนั้น ส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดและเยื่อโปร่งใส เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด และรำ จะไม่ถูกขัดแยกออกไป ซึ่งส่วนประกอบดังกล่าว เป็นแหล่งสะสมอาหารจำพวกโปรตีน แร่ธาตุ วิตามินบีชนิดต่าง ๆ เอนไซม์ เซลลูโลส เพนโทซาน และไขมัน โดยเฉพาะในรำจะมีปริมาณโพแทสเซียม และฟอสฟอรัสที่สูงกว่าธาตุอื่น ๆ จึงนับได้ว่ารำเป็นแหล่งของสารอาหารที่มีประโยชน์เป็นจำนวนมาก (อรอนงค์. 2540) การขัดสีออกนับว่าเป็นการลดคุณค่าทางอาหารลง ถ้าหากนำมาแปรรูปเป็นแป้งข้าวสาลีบดทั้งเมล็ด จะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่แป้งสาลีเป็นอย่างมาก

ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาการนำแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดมาทำเป็นผลิตภัณฑ์คุกกี้ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่ผู้บริโภคนิยมมาก และมีการผลิตกันมากในอุตสาหกรรม เนื่องจากรับประทานได้สะดวก มีรสอร่อย และมีอายุการเก็บรักษานานกว่าผลิตภัณฑ์ขนม อบชนิดอื่นๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบศักยภาพข้าวสาลีที่ปลูกในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนในการแปรรูปเป็นขนมคุกกี้ (Cookies) โดยนำข้าวสาลีจำนวน 10 พันธุ์คือ M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, ฝาง 60 และอินทรี 1 มาบดโม่ทั้งเมล็ด (whole wheat flour) ใช้ทดแทนแป้งสาลีเอนกประสงค์จากท้องตลาดในอัตราส่วนต่าง ๆ ในการทำคุกกี้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การเตรียมแป้งข้าวสาลี

สามารถผลิตได้โดยการทำความสะอาดเมล็ดข้าวสาลีก่อนโดยการใช้ตะแกรงร่อนเพื่อแยกเศษดินหรือทรายที่ปะปนมากับเมล็ดข้าวสาลี จากนั้นนำเมล็ดข้าวสาลีไปโม่โดยใช้วิธีการโม่แห้ง 2 ขั้นตอนคือ การโม่หยาบโดยใช้เครื่องโม่แบบโม่หินไฟฟ้า หลังจากนั้นนำกลับมาโม่ละเอียดอีกครั้งหนึ่งโดยใช้เครื่องโม่แบบจานเข็ม (Pin Type Disintegrator) จะได้แป้งข้าวสาลีที่มีความละเอียดประมาณ 35 mesh (ละม้าย มาศและ อารุณ, 2544)

2. ศึกษาปริมาณของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดทดแทนแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ในผลิตภัณฑ์คุกกี้

2.1 สูตรพื้นฐานของคุกกี้และการผลิต

ตั้งอุณหภูมิเตาอบที่ 350 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 180 องศาเซลเซียส ชั่งส่วนผสมตามสูตรดังกล่าว และผสมแป้งตามสัดส่วนที่ทดสอบ ร่อนแป้งผสมกับนมผง เกลือ ร่อนอีกครั้งแล้วพักไว้ ตีเนยให้เป็นครีมด้วยความเร็วปานกลาง เติมน้ำตาลครั้งละ 2 ช้อนจนหมด เติมไข่ กลิ่นวนิลา ตีด้วยความเร็วสูงจน

เข้ากันได้ดีเป็นเวลา 1 นาที นำส่วนผสมเทลงในพิมพ์ กดวางบนถาด อบเป็นเวลา 20 นาที เมื่อครบกำหนดแซะวางบนตระแกรง (ยุวดีและสินีนาฏ, 2545)

สูตร	น้ำหนัก (กรัม)
แป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์	250
น้ำตาลไอซิ่ง	135
เนยสด	180
หัวนมผง	30
ไข่ไก่	50
เกลือ	1
กลิ่นวนิลา	3.3

2.2 ศึกษาปริมาณแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดที่ใช้ทดแทนแป้งอเนกประสงค์ ในการวิจัยครั้งนี้ทดลองโดยใช้แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด พันธุ์อินทรี1 มาทดแทนแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ในคุกกี้ โดยมีอัตราส่วนดังนี้

- สูตรที่ 1 แป้งข้าวสาลีพันธุ์อินทรี1: แป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ 60:40
- สูตรที่ 2 แป้งข้าวสาลีพันธุ์อินทรี1: แป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ 80:20
- สูตรที่ 3 แป้งข้าวสาลีพันธุ์อินทรี1: แป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ 100:0

โดยนำทั้ง 3 สูตร มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ให้คะแนนความชอบแบบ 9-point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน พิจารณาคุณลักษณะในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวางแผนการทดลองแบบ Complete ramdomize design (CRD) และวิเคราะห์ผลทางสถิติใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for window 10.0 ส่วนการเปรียบเทียบหาค่าเฉลี่ยใช้ LSD (The least significant different) เพื่อหาสูตรที่ใช้ปริมาณแป้งสาลีที่ปลูกในพื้นที่ทางภาคเหนือของประเทศไทยในปริมาณสูงที่สุด โดยที่ได้คะแนนการยอมรับอยู่ในระดับปานกลาง

3. **ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการของคุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด**

3.1 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ

- ค่าสี ในระบบ L* a* b* โดย L* คือค่าความสว่าง a* มีค่าเป็นบวก = สีแดง ค่าเป็นลบ = สีเขียว b* มีค่าเป็นบวก = สีเหลือง ค่าเป็นลบ = สีน้ำเงิน โดยใช้ เครื่อง Tri – stimulus

colorimeter (JUKI, model JC801, Japan) กำหนดให้ช่องที่แสงผ่านตัวอย่างมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 2.5 เซนติเมตร

- ค่าความแข็ง โดยใช้เครื่อง Universal Testing Machines (model LR 10K, Lloyd-Instruments, Forum House 12 Barnes Wallis rd. Segenworth east, Fareham, Hants) ใช้ตัวอย่างคุกกี้ โดยใช้หัวหมุดขนาด 0.6 cm กด กำหนดค่า % Break down detector 50% และ Rate of compression เป็น 20 mm/min กดลงไปเป็นระยะทาง 5 mm
- ปริมาตรต่อน้ำหนักโดยใช้วิธีของ Rapseed displacement โดยใช้เมล็ดงาในการแทนที่ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2524)
- ค่า spread ratio (W/T) โดยใช้วัดค่าความกว้าง (W) และความหนา (T)ของคุกกี้เฉลี่ยจากคุกกี้จำนวน 5 ชิ้น

3.2 ศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการ

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (A.O.A.C., 1995) ด้าน ความชื้น โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร เถ้า และ คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (by difference)

4. การประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้ ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยการทดสอบความชอบแบบ 9- Point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน ซึ่งเป็นนิสิตมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ จำนวน 60 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบบังเอิญ (มณธิดา, 2545a,b)

5. การวางแผนการทดลอง

การประเมินผลทางประสาทสัมผัส, การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพ และคุณค่าทางโภชนาการ โดยวางแผนการทดลองแบบ Complete ramdomize design (CRD) และวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for window 10.0 ส่วนการเปรียบเทียบหาค่าเฉลี่ยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT) (อิศรพงษ์, 2545)

ตารางที่ 2. คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่าง ๆ ในการทดสอบผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด พันธุ์อินทรี 1 ทดแทนแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ในอัตราส่วนต่าง ๆ

คุณลักษณะ	ปริมาณแป้งพันธุ์อินทรี 1 (ร้อยละ)		
	60	80	100
สี	6.60^{ns}	6.73^{ns}	6.37^{ns}
กลิ่น	6.60^{ns}	6.70^{ns}	6.83^{ns}
รสชาติ	6.73^{ns}	6.60^{ns}	6.90^{ns}
เนื้อสัมผัส	6.40^{ns}	6.17^{ns}	6.50^{ns}
ความชอบโดยรวม	6.57^{ns}	6.63^{ns}	6.57^{ns}

3. การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้

จากการศึกษาคุณภาพในด้านต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3. ผลของคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด

พันธุ์ข้าวสาลี	คุณลักษณะทางกายภาพ					
	ค่าสี			แรงกด	ปริมาตร	spread ratio
	L*	a*	b*	(N)	(cm^3/g)	(W/T)
M1	55.87^{bcd}	8.07^{c}	30.30^{d}	9.90^{ab}	1.76^{a}	4.21^{e}
M2	55.90^{bcd}	9.25^{ab}	32.17^{abc}	6.17^{c}	1.57^{abc}	4.55^{cd}
M3	55.81^{bcd}	9.15^{ab}	33.01^{a}	9.02^{abc}	1.29^{bcd}	4.74^{cde}
M4	54.72^{d}	9.12^{ab}	31.41^{c}	6.28^{c}	1.63^{ab}	5.36^{ab}
M5	57.15^{b}	8.50^{bc}	31 58^{bc}	7.22^{bc}	1.13^{d}	4.98^{bcd}
M6	55.44^{cd}	9.77^{a}	32.70^{ab}	8.39^{abc}	1.28^{bcd}	4.38^{e}
M7	56.31^{bc}	9.03^{ab}	32.08^{abc}	9.58^{ab}	1.31^{bcd}	5.13^{bc}
M8	55.87^{bcd}	9.08^{ab}	31.71^{bc}	11.18^{a}	1.22^{cd}	4.42^{e}
ฝาง 60	52.36^{e}	9.68^{a}	27.52^{e}	8.16^{abc}	1.00^{d}	4.55^{de}
อินทรี 1	59.38^{a}	8.34^{bc}	31.04^{cd}	6.44^{c}	1.10^{d}	5.67^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($\rho > 0.05$)

ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

3.1 ค่าสี L* a* b*

จาก ตารางที่ 3. ค่า L* ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์คุกกี้พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ อินทรี1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 59.38 และ ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ ฝาง60 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 52.36 ค่า a* ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความเป็นสีแดงของผลิตภัณฑ์คุกกี้พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)โดยที่ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ ฝาง60 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 9.68 และผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M1 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 8.07 ค่า b* ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความเป็นสีเหลือง ของผลิตภัณฑ์คุกกี้พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M3 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 33.01 และ ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ ฝาง60 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 27.52 สีของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตได้มีสีน้ำตาล ซึ่งความเข้มของสีขึ้นอยู่กับสีของรำและปริมาณรำที่ติดมากับแป้งซึ่งเป็นแป้งที่ทำการโม่ทั้งเมล็ด

3.2 ค่าความแข็ง (Hardness)

จาก ตารางที่ 3. พบว่าค่าความแข็งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M8 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 11.18 และผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M2 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 6.17 ค่าความแข็งของคุกกี้แปรผันกับปริมาณไขมัน ซึ่งจะมีผลต่อความชุ่ม ความนุ่ม และความร่วนของคุกกี้ คุกกี้ที่มีไขมันต่ำจึงมักมีลักษณะทางเนื้อสัมผัสไม่ดีสามารถเปรียบเทียบได้จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของคุกกี้ (กุลยา, 2535)

3.3 ปริมาตรของคุกกี้

จาก ตารางที่3.พบว่าค่าปริมาตรของผลิตภัณฑ์คุกกี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 1.76 cm^3/g และผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ ฝาง60 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 1.00 cm^3/g

3.4 ค่า Spread Ratio ของผลิตภัณฑ์คุกกี้

จาก ตารางที่ 3. พบว่าค่า Spread Ratio ของผลิตภัณฑ์คุกกี้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ อินทรี1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 5.67 และผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M1 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 4.21 ค่า Spread Ratio ของคุกกี้ขึ้นอยู่กับปริมาณไขมันในคุกกี้ ซึ่งปริมาณไขมันทำให้แนวโน้มของค่า Spread Ratio มีค่าสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ dough มีความหนืดลดลง คุกกี้จึงสามารถที่จะขยายตัวในการอบได้มากขึ้น (กุลยา, 2535)

4 การศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการในด้านต่างๆ ได้ผลดัง ตารางที่ 4

ตารางที่ 4. คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด

พันธุ์	คุณลักษณะทางเคมี					
ข้าวสาลี	ความชื้น[1]	เถ้า[1]	เยื่อใย[1]	โปรตีน[1]	ไขมัน[1]	คาร์โบไฮเดรต[2]
M1	11.86^{bc}	2.97^{ab}	1.76^{d}	8.04^{b}	25.14^{bcd}	50.23^{bc}
M2	11.26^{de}	2.25^{abc}	1.99^{d}	7.24^{c}	25.73^{abc}	51.53^{ab}
M3	10.22^{f}	3.39^{a}	4.62^{bc}	8.05^{b}	26.20^{ab}	47.51^{d}
M4	10.80^{e}	1.78^{bc}	5.35^{b}	7.88^{b}	26.04^{abc}	48.15^{cd}
M5	11.20^{de}	1.74^{bc}	1.82^{d}	7.72^{bc}	24.95^{cd}	52.57^{a}
M6	11.52^{cd}	2.15^{abc}	2.38d	7.72^{bc}	25.61^{abc}	50.62^{ab}
M7	12.27^{ab}	1.55^{bc}	2.32^{d}	7.70^{bc}	24.39^{d}	51.78^{ao}
M8	10.92^{e}	1.42^{c}	3.57^{c}	7.96^{b}	24.30^{d}	51.83^{ab}
ฝาง 60	11.10^{de}	1.42^{c}	6.60^{a}	8.71^{a}	25.45^{abcd}	46.72^{d}
อินทรี 1	12.45^{a}	1.16^{c}	4.85^{b}	7.21^{c}	26.55^{a}	47.77^{d}

หมายเหตุ [1] ตัวเลขที่รายงาน เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ 3 ซ้ำ

[2] ตัวเลขที่รายงาน ได้จากการคำนวณ 100 – ร้อยละ (ความชื้น + เถ้า + เยื่อใย + โปรตีน + ไขมัน)

ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด (ดังตารางที่ 4) พบว่าปริมาณความชื้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สามารถแบ่งได้ 6 กลุ่ม โดยผลิตภัณฑ์คุกกี้พันธุ์ อินทรี 1 มีค่ามากที่สุดเท่ากับร้อยละ 12.45 และพันธุ์ M3 มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 10.22 ปริมาณเถ้า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม โดยผลิตภัณฑ์คุกกี้พันธุ์ M3 มีค่ามากที่สุดเท่ากับร้อยละ 3.39 และพันธุ์ อินทรี 1 มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 1.42 ปริมาณเยื่อใย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สามารถแบ่งได้ 4 กลุ่ม โดยผลิตภัณฑ์

คุกกี้พันธุ์ฝาง 60 มีค่ามากที่สุดเท่ากับร้อยละ 4.85 และพันธุ์ M1 มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ1.76 ปริมาณโปรตีน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม โดยผลิตภัณฑ์คุกกี้พันธุ์ฝาง 60 มีค่ามากที่สุดเท่ากับร้อยละ 8.71 และพันธุ์อินทรี 1 มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ7.21 ปริมาณไขมัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สามารถแบ่งได้ 4 กลุ่ม โดยผลิตภัณฑ์คุกกี้พันธุ์ อินทรี 1 มีค่ามากที่สุดเท่ากับร้อยละ 26.55 และพันธุ์ M8 มีค่าน้อยที่สุด 24.30 และปริมาณคาร์โบไฮเดรต มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สามารถแบ่งได้ 4 กลุ่ม โดยผลิตภัณฑ์คุกกี้พันธุ์ M5 มีค่ามากที่สุดเท่ากับร้อยละ 52.57 และพันธุ์ฝาง 60 มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 47.51

5. การประเมินผลทางประสาทสัมผัส

เมื่อทำการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้ในด้านต่างๆ (ดังตารางที่ 5) จากผู้ทดสอบ 60 คน พบว่าลักษณะทางด้านสีของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์อินทรี1 มีความชอบสูงสุดเท่ากับ 6.52 และผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ฝาง60 มีคะแนนความชอบต่ำสุดเท่ากับ 4.90 ลักษณะทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M3 มีความชอบสูงสุดเท่ากับ 6.47 และผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ฝาง60 มีคะแนนความชอบต่ำสุดเท่ากับ 5.30 ลักษณะทางด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M7มีความชอบสูงสุดเท่ากับ 7.03 และผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M3 มีคะแนนความชอบต่ำสุดเท่ากับ 6.30 ลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M6 มีความชอบสูงสุดเท่ากับ 6.55 และผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M1 มีคะแนนความชอบต่ำสุดเท่ากับ 5.97 ลักษณะทางด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M4 มีความชอบสูงสุดเท่ากับ 6.93 และผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีพันธุ์ M1 มีคะแนนความชอบต่ำสุดเท่ากับ 5.83

จากวัตถุประสงค์ของการทดลองต้องการทราบการยอมรับผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดที่มีคะแนนของความชอบรวมตั้งแต่ 5 (เฉยๆ) ขึ้นไป ซึ่งผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดทั้ง 10 พันธุ์อยู่ในช่วง 5 - 6 (เฉยๆ – ชอบเล็กน้อย) แสดงว่าแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดทั้ง 10 พันธุ์สามารถนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์คุกกี้ได้

ตารางที่ 5. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้

พันธุ์ข้าวสาลี	คุณลักษณะด้าน				
	สี	กลิ่น	รส	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
M1	5.53^{bc}	6.12^{a}	6.32^{bc}	5.97^{a}	5.83^{b}
M2	6.00^{ab}	5.90^{ab}	6.43^{abc}	6.48^{a}	6.55^{a}
M3	6.00^{ab}	6.47^{a}	6.30^{c}	6.23^{a}	6.27^{ab}
M4	6.23^{ab}	6.38^{a}	6.68^{abc}	6.35^{a}	6.93^{a}
M5	6.00^{ab}	5.82^{ab}	6.80^{abc}	6.50^{a}	6.47^{ab}
M6	6.00^{ab}	6.22^{a}	7.02^{ab}	6.55^{a}	6.75^{a}
M7	5.98^{ab}	6.08^{a}	7.03^{a}	6.48^{a}	6.75^{a}
M8	6.45^{a}	5.92^{ab}	6.52^{abc}	6.43^{a}	6.47^{ab}
ฝาง60	4.90^{c}	5.30^{b}	6.85^{abc}	6.33^{a}	6.65^{a}
อินทรี1	6.52^{a}	6.23^{a}	6.73^{abc}	6.33^{a}	6.33^{ab}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)
ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สรุปผลการทดลอง

ในการทำแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดทดแทนแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ เพื่อศึกษาหาพันธุ์และปริมาณที่มากที่สุดของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ ในคุกกี้ที่ผู้ทดสอบยอมรับในระดับคะแนนปานกลางขึ้นไป โดยมีการศึกษาตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ ทำแป้งจากข้าวสาลี 10 พันธุ์ คือ M1 – M8, ฝาง 60 และ อินทรี 1 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด ศึกษาพันธุ์และปริมาณของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดทดแทนแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ในคุกกี้ ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการของคุกกี้จากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด และทำการประเมินผลทางประสาทสัมผัส

1. **การทำแป้งจากข้าวสาลี** ปรากฏว่าหลังจากที่ทำการโม่แป้งข้าวสาลีโดยทำการโม่ทั้งเมล็ด ลักษณะของแป้งมีสีน้ำตาอ่อน เนื่องจากมีส่วนประกอบของรำปะปนมาด้วย ปริมาณแป้งหลังจากการโม่เกิดการสูญเสียเนื่องจากการโม่ในปริมาณน้อยมาก

2. **การศึกษาพันธุ์และปริมาณของแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดทดแทนแป้งข้าวสาลีเอนกประสงค์ในการทำคุกกี้** ปรากฏว่า คุกกี้ทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และผลการประเมินทางประสาทสัมผัสในทุกด้านอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง จึงเลือกอัตราส่วนจากสูตรที่ 3 ที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดมากที่สุด มาทำการศึกษาในขั้นต่อไปกับแป้งข้าวสาลีพันธุ์ อื่น ๆ

3. **การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของคุกกี้จากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด** พบว่า การวัดสี (L* a* b*) ค่าความสว่าง (L*) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) สามารถแบ่งได้ 4 กลุ่ม โดยคุกกี้พันธุ์อินทรี 1 มีค่ามากที่สุดและพันธุ์ M4 มีค่าน้อยที่สุด และสีของคุกกี้ทั้ง 10 พันธุ์ มีแนวโน้มออกไปทางสีแดงเหลือง โดยสีแดง / เขียว (a*) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม โดยคุกกี้พันธุ์ฝาง 60 มีค่ามากที่สุดและพันธุ์ M1 มีค่าน้อยที่สุด ส่วนสีเหลือง / น้ำเงิน (b*) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) สามารถแบ่งได้ 5 กลุ่ม โดยคุกกี้พันธุ์ M3 มีค่ามากที่สุดและพันธุ์ฝาง 60 มีค่าน้อยที่สุด ค่าความแข็ง (Hardness) จากค่าการแตกหักของคุกกี้ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม โดยคุกกี้พันธุ์ M8 มีค่ามากที่สุดและพันธุ์ M2 มีค่าน้อยที่สุด ค่าปริมาตรจำเพาะ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) สามารถแบ่งได้ 4 กลุ่ม โดยคุกกี้พันธุ์ M1 มีค่ามากที่สุดและพันธุ์ฝาง 60 มีค่าน้อยที่สุด และค่า spread ratio มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) สามารถแบ่งได้ 5 กลุ่ม โดยคุกกี้พันธุ์ อินทรี 1 มีค่ามากที่สุดและพันธุ์ M1 มีค่าน้อยที่สุด

4. **การศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของคุกกี้จากแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ด** พบว่า ปริมาณความชื้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) สามารถแบ่งได้ 6 กลุ่ม โดยคุกกี้พันธุ์ อินทรี 1 มีค่ามากที่สุดและพันธุ์ M3 มีค่าน้อยที่สุด ปริมาณเถ้า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม โดยคุกกี้พันธุ์ M3 มีค่ามากที่สุดและพันธุ์ อินทรี 1 มีค่าน้อยที่สุด ปริมาณเยื่อใย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) สามารถแบ่งได้ 4 กลุ่ม โดยคุกกี้พันธุ์ฝาง 60 มีค่ามากที่สุดและพันธุ์ M1 มีค่าน้อยที่สุด ปริมาณโปรตีน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม โดยคุกกี้พันธุ์ฝาง 60 มีค่ามากที่สุดและพันธุ์อินทรี 1 มีค่าน้อยที่สุด ปริมาณไขมัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) สามารถแบ่งได้ 4 กลุ่ม โดยคุกกี้พันธุ์ อินทรี 1มีค่ามากที่สุดและพันธุ์ M8 มีค่าน้อยที่สุด และปริมาณคาร์โบไฮเดรต มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) สามารถแบ่งได้ 4 กลุ่ม โดยคุกกี้พันธุ์ M5 มีค่ามากที่สุดและพันธุ์ฝาง 60 มีค่าน้อยที่สุด

5. **การประเมินผลทางประสาทสัมผัส** ปรากฏว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบรวมผลิตภัณฑ์คุกกี้ ทั้ง 10 พันธุ์ ในเกณฑ์เฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย

เอกสารอ้างอิง

กุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์. 2535. การใช้แป้งมันเทศพื้นเมืองในการผลิตคุกกี้ วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท. ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 127 น.

จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ วินัยกุล. 2523. เทคโนโลยีเบเกอรี่เบื้องต้น. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ.น.3-10

อรอนงค์ วินัยกุล. 2540.ข้าวสาลี : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 290 น.

ละม้ายมาศ ไชยมหา และ อารุณี เวียงวี. 2544. ตำรับอาหารข้าวสาลีไทย. ศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดแพร่. 81 น.

ลักขณา รุจนะไกรกานต์ และ. 2540. หลักการวิเคราะห์อาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. หน้า 153-162.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.2524.มาตรฐานการผลิตอุตสาหกรรมแป้งสาลีชนิดทำขนมปัง มอก. 375-2524.

มณธิดา กาวิชัย. 2545a. การประเมินอาหารทางประสาทสัมผัส. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. น.1-15, 89-96, 133-148. (พิมพ์ดีด)

มณธิดา กาวิชัย. 2545b. คู่มือปฏิบัติการการประเมินอาหารทางประสาทสัมผัส. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. น. 38-42. (พิมพ์ดีด)

ยุวดี ป้อมน้อยและสินีนาฏ สารพิมพา.2545. การทำคุกกี้เนยสดจากแป้งสาลีที่ปลูกในประเทศไทย. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. 82 หน้า

อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล. 2545. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัย. เชียงใหม่, 168 น.

AOAC 1995. Official Method of Analysis 15th ed. The Association of Analytical Chemists, Arlington, Virginia. 1588 p.