



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

ศึกษาการทำข้าวกล้องพองโดยไม่ต้องใช้น้ำมันทอด
STUDY OF BROWN RICE PUFFING WITHOUT FAT-FRY

โดย

ประเทือง ไชยประเสริฐ และ ภัฒนษอรณัฏกาศสกุล

2558



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง ศึกษาการทำข้าวกล้องพองโดยไม่ต้องใช้น้ำมันทอด
STUDY OF BROWN RICE PUFFING WITHOUT FAT-FRY

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2558
จำนวน 266,000 บาท

หัวหน้าโครงการ นาย ประเทือง โชคประเสริฐ

ผู้ร่วมโครงการ นาง ภัطنษอรณ์กาศสกุล

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

วันที่ 15 เดือน กันยายน พ.ศ. 2559

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ของมหาวิทยาลัย แม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในระหว่างการทำวิจัยเป็นอย่างดีจนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วง และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกๆ ท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ประเทือง โชคประเสริฐ

ภัฒนษอรณัศาสตร์กุล

กรกฎาคม2559

ศึกษาการทำข้าวกล้องพองโดยไม่ต้องใช้น้ำมันทอด Study Of Brown Rice Puffing Without Fat-Fry

ประเทือง ไชยประเสริฐ และ ภัณฑนภรณ์กาศสกุล

มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

.....

การศึกษาสายพันธุ์ข้าวเหนียวที่เหมาะสมในการนำมาทำเป็นข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด เพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบแทนข้าวโอ๊ตในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจาก ข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด ซึ่งมีข้าวเหนียวทั้งหมด6สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวเหนียวกล้องสันป่าตอง ข้าวเหนียวกล้องข6ข้าวเหนียวกล้องข10ข้าวกล้องพันธุ์สันป่าตอง และ ข้าวกล้องพะเยา โดยพันธุ์ที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส คือ ข้าวกล้องพันธุ์สันป่าตอง (ข้าวเหนียวขาว) และข้าวกล้องพันธุ์ลิ้มผิว (ข้าวเหนียวดำ) ที่ผ่านกระบวนการทำให้พองโดยการคั่วในกระทะร้อน ซึ่งมีอัตราส่วนการพองตัว 1.23 ± 0.03 และ 1.56 ± 0.03 เท่าของข้าวก่อนการพองตัว ตามลำดับ จากนั้นได้มีการนำข้าวกล้องพองไปทดลองทำผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์โดยศึกษาปริมาณกลูโคสในข้าวและปริมาณน้ำผึ้งที่เหมาะสมต่อเนื้อสัมผัสและรสชาติของผลิตภัณฑ์ พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูตรที่มีปริมาณ กลูโคสในข้าว15กรัม และปริมาณน้ำผึ้ง50กรัมโดยมีอัตราส่วนระหว่างข้าวกล้องพอง ต่อข้าวกล้องร้อยละ75ต่อร้อยละ25นอกจากนี้ยังได้ศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด พบว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นานกว่า3เดือนในส่วนของการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค โดยการทดสอบกับผู้ทดสอบ50คน พบว่าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ100และมีผู้บริโภคกว่าร้อยละ90สนใจซื้อผลิตภัณฑ์ จึงนับเป็นความสำเร็จในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

คำสำคัญ : ข้าวพอง, ข้าวแดง, ข้าวแค้นPuffed rice, Waxy-rice

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายของการศึกษา.....	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.4 ขอบเขตของโครงการศึกษา.....	2

บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มุสลี่.....	3
2.2 วัตถุดิบ.....	5
2.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวพอง.....	24
2.4 ชนิดของบรรจุภัณฑ์พลาสติก.....	28
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	31

บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 ระยะเวลาและสถานที่ในการดำเนินงาน.....	36
3.2 วิธีการดำเนินการศึกษา.....	36

บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การศึกษากระบวนการผลิตข้าวกลี้งพองปราศจากน้ำมันทอดและ คุณภาพของ ข้าวกลี้งพองปราศจากน้ำมันทอด และคุณภาพด้าน ประสาทสัมผัส.....	52
4.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์มุสลี่บาร์จากข้าวกลี้งพองปราศจากน้ำมันทอด54	
4.3 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ มุสลี่บาร์จากข้าวกลี้งพองปราศจากน้ำมันทอด.....	57
4.4 การศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษา.....	59
4.5 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค.....	60

บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

บรรณานุกรม.....	63
ภาคผนวก.....	68

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	หลักเกณฑ์การให้คะแนน.....27
3.1	สูตรมูลีบาร์.....43
3.2	การศึกษาปริมาณกลูโคสไשרิปที่เหมาะสมต่อเนื้อสัมผัสของ ผลิตภัณฑ์มูลีบาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด.....45
3.3	การศึกษาปริมาณน้ำผึ้งที่เหมาะสมต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์มูลีบาร์ จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด.....45
3.4	ปริมาณกลูโคสไשרิป และปริมาณน้ำผึ้งที่เหมาะสมต่อเนื้อสัมผัส และรสชาติของผลิตภัณฑ์มูลีบาร์จากข้าวพองปราศจากน้ำมันทอด45
3.5	วัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์มูลีบาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด46
3.6	การศึกษาอัตราส่วนข้าวกล้องพองต่อข้าวค้ำพองที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะ ด้านสีและความชอบโดยรวม.....47
4.1	ผลการตรวจวัดขนาดของเมล็ดข้าวและอัตราส่วนการพองตัว.....53
4.2	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส.....54
4.3	ผลการศึกษาปริมาณกลูโคสไשרิปที่เหมาะสมต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มูลีบาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด.....55
4.4	ผลการศึกษาปริมาณน้ำผึ้งที่เหมาะสมต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์มูลีบาร์ จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด.....55
4.5	ผลการศึกษาอัตราส่วนข้าวกล้องพองต่อข้าวค้ำพองที่เหมาะสม ต่อคุณลักษณะด้านสีและความชอบโดยรวม.....56
4.6	ผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์มูลีบาร์จากข้าวกล้องพองปราศจาก น้ำมันทอด.....58
4.7	ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของผลิตภัณฑ์มูลีบาร์จากข้าวกล้องพอง ปราศจากน้ำมันทอด.....58
4.8	ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์มูลีบาร์จากข้าวกล้องพอง ปราศจากน้ำมันทอด.....59

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่

หน้า

- 4.9 ผลการศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มูลสัตว์จากข้าวกล้องพอง
ปราศจากน้ำมันทอด..... 60

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1	Bircher muesli.....4
2.2	Muesli bar.....4
2.3	ข้าวกล้อง.....6
2.4	ข้าวเหนียวสันป่าตอง.....7
2.5	ข้าวเหนียวกล้อง กข6.....8
2.6	ข้าวเหนียวกล้อง กข10.....9
2.7	ข้าวกล้องผั้ว.....10
2.8	ศิลปะบนนาข้าวจากข้าวพันธุ์เก่าพะเยาที่จังหวัดราชบุรี.....12
2.9	เมล็ดถั่วลิสง.....13
2.10	น้ำผึ้ง.....15
2.11	งาขาว.....17
2.12	งาดำ.....18
2.13	เมล็ดฟักทอง.....19
2.14	มะพร้าวคั่ว.....20
2.15	ลูกเกด.....21
2.16	ผลไม้รวมอบแห้ง.....22
2.17	กลูโคสไซรัป.....23
2.18	เนย.....24
3.1	กระบวนการการทำข้าวให้สุก.....37
3.2	กระบวนการการบ่มข้าวให้เย็นตัวลงและแห้งอย่างช้าๆ (Curing) ในอุณหภูมิต่ำ.....38
3.3	กระบวนการการลดความชื้นในเมล็ดข้าว.....38
3.4	การทำให้ข้าวพองตัวโดยการกั่วในกระทะ.....39
3.5	การทำให้ข้าวพองตัวโดยการอบในเตาอบ.....40
3.6	การทำผลิตภัณฑ์มูสลีบาร์.....48

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
4.1 (a)เพศของผู้ประเมินการยอมรับผู้บริโภคร (b)ช่วงอายุของผู้ประเมิน	
การยอมรับผู้บริโภคร Bircher muesli.....	60
4.2 (a) การยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคร (b) ความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์	
ของผู้บริโภคร.....	61

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาของปัญหา

ประเทศไทยปลูกข้าวมาก มีผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวมากมาย ผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากข้าว เช่น ข้าวพอง หรือธัญพืชพองมักใช้เป็นอาหารเช้าพร้อมรับประทาน หรือใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรส่วนผสมของผลิตภัณฑ์สแนคกรรมวิธีการทำข้าวให้พองในปัจจุบันมักใช้ข้าวเหนียวมาหุงสุก แล้วทำแห้ง จากนั้นนำมาทอดด้วยน้ำมันร้อน ผลิตภัณฑ์ข้าวพองที่ทำขายเป็นผลิตภัณฑ์พื้นบ้านทั่วไปที่พบเห็น ได้แก่ ข้าวตอก ข้าวเม่า ข้าวตู ข้าวตัง ข้าวแต่น

ข้าวแต่นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำขายกันเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะทางภาคเหนือ และนอกจากนั้นยังมีการผลิตข้าวแต่นส่งไปขายต่างประเทศเป็นจำนวนมากอีกด้วย จากการสอบถามคุณ สุธานีเขียวพัฒน์ ผู้ผลิตข้าวแต่นแม่บัวจันทร์ ได้รับคำบอกเล่าว่าทำการผลิตข้าวแต่น วันละกว่า 2 ตัน ส่งไปจำหน่ายต่างประเทศ และกรรมวิธีการทำข้าวให้พองในทุกวันนี้ยังต้องอาศัยน้ำมันทอดซึ่งวิธีดังกล่าวต้องสิ้นเปลืองน้ำมันทอดจำนวนมากและปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาสั้นเนื่องมาจากปัญหาการเหม็นหืน (rancidity) ถึงแม้ว่าในต่างประเทศมีผู้ผลิตเครื่องมือในการทำเมล็ดข้าวให้พองได้แต่เครื่องมือราคาแพงมาก ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการใช้กรอบแนวคิดเช่นเดียวกับการทำขนมปังกรอบจากข้าว (rice crackers หรือ arare) แต่จะทำจากข้าวเหนียวกลึงทั้งเมล็ดไม่บดให้เป็นแป้ง โดยจะทอดลงนึ่งข้าวเหนียวให้เมล็ดแป้งเริ่มเปลี่ยนเป็นเจลแต่เมล็ดยังไม่เกาะติดกัน ทำให้เย็นตัวลง และแห้งอย่างช้า ๆ ภายใต้ความเย็น เพื่อให้โครงสร้างเมล็ดแป้งแข็งแรง เมื่อนำไปคั่วให้ความร้อนในอุณหภูมิสูงเวลาสั้นจะทำให้ความชื้นที่เก็บกักอยู่ภายในโครงสร้างเมล็ดเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็วและเกิดแรงดันอากาศให้เมล็ดแป้งพองตัวขึ้นได้โดยไม่ต้องใช้น้ำมันทอด ซึ่งสามารถนำผลิตภัณฑ์ข้าวที่พองไปเป็นส่วนผสมของอาหารเช้าพร้อมรับประทาน (ready-to-eat-cereal) ใส่ในนมโยเกิร์ตเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ นำไปทำข้าวแต่น นางเล็ด ข้าวแช่ ทำผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น มูสลี่ (Muesli) กระจายสารท ขนมหอยต่าง ๆ หรือบดให้เป็นผงกลายเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมรับประทาน เป็นข้าวแห้งกึ่งสำเร็จรูป เมื่อแช่น้ำแล้วจะคูดน้ำกินตัวเป็นข้าวสุกที่พร้อมรับประทาน โดยผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวพองปราศจากน้ำมันนี้จะมีอายุการ

เก็บรักษานานไม่เกิดการเหม็นหืน และผู้บริโภคอาหารสุขภาพหรือผู้ที่ควบคุมน้ำหนักจะไม่ต้องกังวลเรื่องน้ำมันที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ การพัฒนากรรมวิธีการทำผลิตภัณฑ์ข้าวพองปราศจากน้ำมันทอดสามารถ จะเป็นนวัตกรรมใหม่เพื่อรองรับการขยายผลสู่ภาคอุตสาหกรรมหรือถ่ายทอดสู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้

1.2 ความมุ่งหมายของการศึกษา

- 1.2.2 เพื่อศึกษาการทำข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด
- 1.2.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และ ทางประสาทสัมผัส
- 1.2.3 เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์
- 1.2.4 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ทราบกระบวนการทำข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด
- 1.3.2 ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภค
- 1.3.3 ทราบอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์
- 1.3.4 สามารถเผยแพร่ในรูปแบบบทความวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีภาคปฏิบัติสู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนหรือกลุ่ม OTOP ได้

1.4 ขอบเขตของโครงการศึกษา

ข้าวที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการวิจัยข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด คือ ข้าวกล้องพันธุ์สันป่าตอง พันธุ์กข6 พันธุ์กข10 และข้าวกำลังนา พันธุ์ลิ้มผัว พันธุ์กำสีทอง พันธุ์กำพะเยา และมีการวิเคราะห์คุณภาพที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มุสลี

มุสลี (Muesli) มาจากรากศัพท์ภาษาเยอรมัน-สวิสเซอร์แลนด์ หมายถึง เลอะๆ แหกๆ จากรูปลักษณ์ของมุสลีในยามที่มีการผสมนมก่อนการรับประทาน

ในสวิสนั้น การรับประทานมุสลี เดิมทีไม่ได้รับประทานแบบเดิมนม เกิดจากคุณหมอชาวสวิสท่านหนึ่ง Dr. Bircher-Benner เปิดคลินิกดูแลคนไข้ที่ป่วยด้วยโรคต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นโรคหัวใจ หอบหืด อยู่ในคลินิกกินนอนเพื่อดูแลสุขภาพให้แข็งแรงทุเลาจากโรค แนวทางการดำเนินชีวิตแบบคุณหมอ คือ พยายามรักษาสสมดุลร่างกายโดยการอยู่ใกล้กับธรรมชาติให้มากที่สุด ไม่รับประทานเนื้อสัตว์มาก เน้นพืช ผัก ธัญพืชต่างๆ รวมทั้งผลไม้ทั้งสดและแห้ง ซึ่งแนวคิดนี้มาจากเกษตรกรผู้เลี้ยงแกะบนเทือกเขาแอลป์เมื่อคุณหมอเห็นนักปีนเทือกเขาแอลป์มีแรงแข็งแรงขึ้นที่จะปีนเขากันตั้งแต่เช้า โดยไม่มีที่ท้าวจะเหน็ดเหนื่อย เมื่อหยุดพักก็นำเอาเมล็ดธัญพืชแห้ง ผลไม้แห้ง ถั่วเมล็ดคอกมารับประทาน จึงเป็นที่มาให้คุณหมอนำอาหารของนักปีนเขามาคำนวณผลทางคุณค่าทางอาหาร พบว่าเมล็ดธัญพืชแห้ง รวมทั้งผลไม้และถั่ว นั้น ถ้วนแล้วแต่มีประโยชน์ต่อร่างกาย คุณหมोजึงผสมธัญพืชชนิดต่างๆ ถั่วผลไม้แห้ง ในสัดส่วนที่เหมาะสม ก่อนนำมาผสมกับน้ำหรือนมเพื่อเป็นอาหารให้กับคนไข้ในคลินิกรับประทานทุกมื้อ ซึ่งจะเน้นมือเช้าเป็นพิเศษ พบว่าคนไข้ส่วนใหญ่แข็งแรงขึ้นมาก เป็นเพราะได้รับพลังงานจากธัญพืชต่างๆอีกทั้งโรคต่างๆ ยังบรรเทาอีกด้วย

เมื่อมีการพูดถึงสรรพคุณของมุสลีกันมากขึ้น ทำให้ความนิยมรับประทานมุสลีแพร่หลายมากขึ้นในหมู่ชาวยุโรป เรื่อยมาจนถึงอังกฤษ ในปี ค.ศ. 1926 ชาวอังกฤษนิยมนำมุสลีขึ้นโต๊ะรับประทานคู่กับนมเป็นอาหารเช้า และเรียกมุสลีว่า Bircher Muesli มีความหมายนัยว่าเป็นการเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับมุสลีด้วยน้อยๆนั้นให้มีคุณค่ามากขึ้น

การรับประทานมูสลี่ในแบบคูนหมอบีร์เกอร์นั้น ต้องใช้ข้าวโอ๊ตแบบRolled oat เป็น ส่วนผสมหลัก แช่น้ำข้ามคืนจนนุ่มแล้วนำมาปรุงแต่งด้วยครีมหรือนม น้ำมะนาวอัลมอนด์หรือ เฮเซลนัตพร้อมกับผลไม้สด



ภาพที่2.1 Bircher Muesli

ที่มา : Bircher Muesli(ม.ป.ป. : ออนไลน์)

การรับประทานมูสลี่ นิยมรับประทานเป็นอาหารเช้า เนื่องจากเป็นอาหารที่ให้ คุณประโยชน์หลายด้าน เพราะได้ส่วนผสมจากธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นผลไม้ต่างๆ อีกทั้งยังผ่านการ ปรุงแต่งน้อย นอกจากนั้นยังให้ไฟเบอร์สูง ถั่วเปลือกแข็งให้โปรตีนและโอเมก้า3ทำให้อิ่มได้นาน กว่าจึงเป็นเมนูสุขภาพที่ช่วยควบคุมน้ำหนักได้เป็นอย่างดี ยังพบว่าสามารถลดโอกาสเกิดโรคมะเร็ง อีกทั้งยังกระตุ้นให้การทำงานของระบบขับถ่ายดีขึ้น(มูสลี่. ม.ป.ป. : ออนไลน์)

มูสลี่แผ่น (Mueslibar) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ดัดแปลงให้แตกต่างจากมูสลี่ดั้งเดิม ทำให้ ผลิตภัณฑ์มูสลี่แผ่นรับประทานสะดวก ทดแทนอาหารเช้า หรือเป็นอาหารว่าง ที่อุดมด้วยคุณค่าทาง โภชนาการ รับประทานได้ทันที สะดวกในการรับประทาน และประหยัด จึงเป็นทางเลือกที่ดี สำหรับการดำเนินชีวิตในปัจจุบันที่ต้องการความรีบเร่ง



ภาพที่ 2.2Muesli Bar

ที่มา :Muesli Bar (ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.2 วัตถุดิบ

2.2.1 ข้าว

ข้าว เป็นธัญพืชหลักเพื่อการบริโภคของคนไทยทุกภาค ไม่ว่าจะเป็นข้าวเหนียว หรือข้าวเจ้า ในอดีตคนไทยนิยมบริโภคข้าวที่ผ่านการสีด้วยวิธีโบราณ เช่น การใช้ครกไม้ ใช้ครกกระเดื่อง จะได้ข้าวสารที่มีสีธรรมชาติ มีจมูกข้าวที่ให้ธาตุอาหารและช่วยป้องกันรักษาโรค ปัจจุบันข้าวสารที่รับประทานจะได้จากการสีของโรงสีข้าวขนาดใหญ่ ซึ่งสีข้าวได้รวดเร็วและปริมาณมาก ข้าวสารที่ได้เป็นสีขาว แต่ในทางตรงกันข้าม สิ่งที่มีประโยชน์ต่อร่างกายได้หายไปกับเปลือกข้าว รำข้าว แม้แต่จมูกข้าวต้องกลายเป็นส่วนหนึ่งของปลายข้าว จะเห็นได้ว่าขณะนี้เริ่มให้ความสำคัญของข้าวจากธรรมชาติ นิยมบริโภคข้าวกล้อง ข้าวที่ไม่ได้ขัดสี แต่ยังมีข้าวอีกชนิดหนึ่งเป็นข้าวที่ให้สีออกแดงหรือแดงก่ำ หรือสีม่วงจากธรรมชาติ มีคุณค่าทางอาหารมาก นิยมนำไปประกอบเป็นขนมหวาน ข้าวหลาม ขนมเทียน มากกว่าการบริโภคโดยตรง นั่นคือ ข้าวก่ำ หรือข้าวเหนียวดำ ความเชื่อโบราณนับข้าวก่ำว่าเป็นข้าวประกอบพิธีกรรมในการบำเพ็ญรักษา สีของข้าวก่ำออกแดงม่วง ช่วยในการป้องกันโรคและแมลง โดยถือว่าข้าวก่ำเป็นพญาข้าวที่สามารถสังเคราะห์และปล่อยสารที่ช่วยป้องกันแมลงและโรคให้แก่ข้าวพันธุ์อื่นๆ ที่ปลูกใกล้เคียงกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการปลูกข้าวก่ำแทรกในการปลูกข้าวอื่นๆ ข้าวก่ำมีหลายชื่อ ชื่อที่ภาคกลางรู้จักกันดีคือ ข้าวเหนียวดำ ภาคใต้เรียกเหนียวดำ บางที่ก็เรียกข้าวนิล ที่เอามาทำขนม ข้าวหลาม (ข้าวก่ำพันธุ์พืชสำคัญทางโภชนาการควรค่าแก่การอนุรักษ์, ม.ป.ป. : ออนไลน์)

การวิจัยนี้ มีแนวคิดในการใช้ข้าวกล้องพันธุ์สันป่าตอง พันธุ์กข 6 พันธุ์ กข 10 และใช้ข้าวกำลังนา พันธุ์ลิ้มผัว พันธุ์กำสีทองและพันธุ์กำพะเยา (ใช้ได้ทั้งข้าวใหม่และข้าวเก่า แต่การใช้ข้าวเก่า คือข้าวที่เก็บเกี่ยวไว้หลายเดือนจะทำให้โครงสร้างของเมล็ดแข็งแรงแ้งเมื่อนำไปคั่วให้พองจะเกิดโครงสร้างของโพรงอากาศได้ใหญ่ทำให้การพองตัวมากกว่าข้าวใหม่ การเลือกพันธุ์ข้าวที่มีเมล็ดใหญ่ก็จะได้ข้าวพองที่มีเมล็ดใหญ่เช่นกัน) มาเป็นวัตถุดิบหลักสำหรับวิจัยข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด และนำไปเป็นส่วนผสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์ต่อไป

2.2.1.1 ข้าวกล้อง คือ ข้าวที่สีเอาเปลือก (เกลบ) ออกไป โดยยังมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวเหลืออยู่ ซึ่งจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวนี้ เป็นส่วนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายมากสำหรับข้าวซ้อมมือ เป็นชื่อเรียกข้าวที่เอาเปลือกออกโดยวิธีการตำในครกไม้ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในสมัยโบราณ ชาวบ้านโดยทั่วไปจะใช้วิธีตำข้าวกินกันเอง จึงเรียกข้าวที่ตำว่าข้าวซ้อมมือ แต่ในปัจจุบันใช้เครื่องจักรสีข้าวแทนจึงเรียกข้าวที่สีเอาเปลือกออกว่าข้าวกล้อง และบางคนยังคงเรียกข้าวที่สีเอาเปลือกออกโดยไม่ขัดให้ขาวว่า ข้าวซ้อมมือ ส่วนข้าวขาวหรือข้าวสาร คือข้าวที่เกิดจากการสีขัดหลายๆ ครั้ง จนเยื่อหุ้มเมล็ดและจมูกข้าวหลุดออกไป

เหลือแต่เนื้อในของข้าว (แป้ง) สารอาหารในข้าวกล้องที่มีคุณค่าทางโภชนาการและเป็นประโยชน์ต่อร่างกายมีโปรตีนประมาณ ร้อยละ 6-12 การขัดสีข้าวกล้องจนมีสีขาวจะทำให้โปรตีนสูญหายไปประมาณ ร้อยละ 30 นอกจากนี้ในข้าวกล้องยังประกอบไปด้วย วิตามิน เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 3 วิตามินบี 6 วิตามินอีและเกลือแร่ ได้แก่ แคลเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส ทองแดง ซึ่งจะช่วยให้ส่วนต่างๆ ของร่างกายทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และมีเส้นใยอาหารมาก (Dietary fiber) ซึ่งจะทำให้ท้องไม่ผูก และช่วยป้องกันมะเร็งในลำไส้ใหญ่ ทำให้สุขภาพดีขึ้น เมื่อรับประทานข้าวกล้องเป็นประจำทุกวัน (ข้าวกล้อง. ม.ป.ป. : ออนไลน์)



ภาพที่ 2.3 ข้าวกล้อง

ที่มา :ข้าวกล้อง (ม.ป.ป. : ออนไลน์)

ข้าวกล้องช่วยทำให้อิ่มท้องได้นาน มีแป้งน้อยกว่าข้าวขาวช่วยลดความอ้วน ส่วนคนที่ผอมจะสมบูรณ์ขึ้น เนื่องจากได้รับสารอาหารต่างๆ ที่มีประโยชน์เพิ่มขึ้นมีธาตุเหล็กช่วยป้องกันโลหิตจาง ซึ่งคนส่วนใหญ่ขาดธาตุเหล็กมากกว่าขาดวิตามิน โดยเฉพาะคนที่จำกัดอาหาร คนสูงอายุสตรีมีครรภ์วิตามินบี 1 มากกว่าข้าวขาวประมาณ 4 เท่า ถ้ารับประทานเป็นประจำจะช่วยป้องกันโรคเหน็บชาได้ วิตามินบี 2 มาก ช่วยป้องกันโรคปากนกกระจอกวิตามินบีรวมช่วยป้องกันและบรรเทาอาการอ่อนเพลีย ขาไม่มีแรง อาการปวดแสบและเสียวในขา ปวดน่อง ปวดกล้ามเนื้อ ล้าแตกหรือมีแผลริมฝีปาก และโรคเกี่ยวกับระบบประสาท นอกจากนี้วิตามินบีรวมในข้าวกล้องยังช่วยบำรุงสมองและช่วยให้เจริญอาหารอีกด้วยแคลเซียมและโปรตีน ทำให้กระดูกแข็งแรงเสริมสร้างส่วนที่สึกหรอ ป้องกันไม่ให้เป็นตะคริวไขมันช่วยให้พลังงานแก่ร่างกายช่วยป้องกันอาการท้องผูกและมะเร็งลำไส้ใหญ่ นอกจากนี้ ข้าวกล้องยังช่วยบำบัดรักษาโรคมะเร็ง เนื่องจากเซลล์มะเร็งจะกระจายตัวเร็วขึ้นเมื่อมีน้ำตาลในร่างกายสูง ซึ่งข้าวกล้องจะช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ช่วยปรับสมดุลในร่างกายทำให้มะเร็งเกิดการชะลอตัวหรืออาจจะหยุดการแพร่กระจายได้อีกทั้งยังช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ให้อยู่ในปริมาณปกติ (ประโยชน์ของข้าวกล้อง. ม.ป.ป. : ออนไลน์)

1) ข้าวเหนียวสันป่าตอง

1.1) ความเป็นมา

ข้าวเหนียวสันป่าตอง เกิดจากการกลายพันธุ์ของพันธุ์ข้าวเจ้าเหลืองใหญ่ 10 เมื่อประมาณปี 2498 สถานีทดลองสันป่าตองได้พบว่า พันธุ์ข้าวเจ้าเหลืองใหญ่ที่เกษตรกรปลูกอยู่นั้น มีลักษณะของข้าวเหนียวปะปนอยู่คุณมณี เชื้อวิโรจน์ นักวิชาการเกษตรของสถานีในขณะนั้น ได้คัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวเหนียวออกจากพันธุ์ข้าวเจ้าเดิม แล้วนำไปปลูกศึกษาพันธุ์แบบรวงต่อแถว ใช้เวลานาน 7 ปี ข้าวเหนียวที่ศึกษานั้นมีลักษณะที่ดีหลายประการ สายพันธุ์คงที่ไม่กลายพันธุ์ เป็นข้าวเหนียวไวต่อช่วงแสง ให้ผลผลิตสูง เฉลี่ยประมาณ 520 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด น้ำหนักประมาณ 29.6 กรัม ข้าวนี้ยังอ่อนนุ่ม ด้านทานต่อโรคใบจุดสีน้ำตาล ทนต่อสภาพดินเค็ม ด้วยคุณสมบัติที่ดีหลายประการนี้เอง คณะกรรมการข้าวจึงได้พิจารณามิติดีให้เป็นข้าวพันธุ์ส่งเสริมและขยายพันธุ์ได้ เมื่อวันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ.2505 และตั้งชื่อว่าข้าวเหนียวสันป่าตองซึ่งเป็นข้าวเหนียวสายพันธุ์ดั้งเดิมที่มีคุณภาพของการหุงต้มดีมาก เป็นที่นิยมของผู้บริโภคต่อมาได้รับการผสมพันธุ์จนได้พันธุ์ข้าวอีกหลายสายพันธุ์



ภาพที่ 2.4 ข้าวเหนียวสันป่าตอง

ที่มา: ข้าวเหนียวสันป่าตอง (ม.ป.ป. : ออนไลน์)

1.2) ลักษณะประจำพันธุ์

ข้าวเหนียวสันป่าตองเป็นข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง ลำต้นสูงประมาณ 150 เซนติเมตร ก้านรวงอ่อน เมล็ดข้าวเปลือกสีน้ำตาล ยอดเมล็ดสีฟาง มีขนที่เปลือกเมล็ด ข้าวกล้อง

รูปร่างยาวเรียว ยาว 7.2 มิลลิเมตร กว้าง 2.3 มิลลิเมตร หนา 1.8 มิลลิเมตร (ข้าวเหนียวสันป่าตอง และพันธุ์น้ำรุ ข้าวพันธุ์ดี กรมการข้าว.2554 :ออนไลน์)

2) ข้าวเหนียวกล้อง กข6

ข้าวเหนียวกล้อง กข6 เป็นข้าวที่สีเอาแต่เปลือกอย่างเดียวยังคงมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวที่ให้สาร DNA/RNA ให้ประโยชน์ต่อการสร้างและบำรุงเซลล์ต่างๆ ของร่างกาย แร่ธาตุ และวิตามินต่างๆ ที่มีในข้าวกล้อง เมื่อรับประทานเป็นประจำ สามารถช่วยป้องกันโรคต่างๆ ได้ เช่น โรคเหน็บชา ปากนกกระจอก ปวดตามข้อ อ่อนเพลียไม่มีแรง โรคผิวหนังบางชนิด ตะคริว นิ้วในกระเพาะปัสสาวะ โลหิตจาง ขาดโปรตีน เป็นต้น(สรรพคุณของข้าวกล้อง 4 ชนิด. 2552 :ออนไลน์)



ภาพที่ 2.5 ข้าวเหนียวกล้อง กข6

ที่มา : ข้าวเหนียวกล้อง กข6 (ม.ป.ป. : ออนไลน์)

3) ข้าวเหนียวกล้อง กข10

1.1) ความเป็นมา

ข้าวเหนียว กข10 ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเจ้า กข1 โดยอาบรังสีนิวตรอนเร็ว (Fast neutron) ขนาด 1 กิโลแตร ที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติแห่งประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ.2512 ทำการปลูกคัดเลือกที่สถานีทดลองข้าวบางเขน ได้สายพันธุ์ RD1'69-NF1U-G6-6 หลังจากนั้นได้นำไปปลูกเปรียบเทียบผลผลิตที่สถานีทดลองข้าวในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.2) ลักษณะทั่วไป

ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 130 วัน ปลุกได้ทั้งนาปีและนาปรัง ต้นเตี้ย สูงประมาณ 115 เซนติเมตร ลำต้นสีเขียวเข้มใบค่อนข้างกว้าง เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 4 สัปดาห์ เมล็ดข้าวกล้องยาว 7.6 มิลลิเมตร

1.3) ลักษณะเด่น

เมล็ดเรียวยาวไม่ร่วงง่ายต้านทานโรคไหม้ปานกลางคุณภาพข้าวสุกนุ่ม เหนียวหุงต้มและรับประทานดีผลผลิตเฉลี่ย 660 กิโลกรัมต่อไร่(ข้าวเหนียวชื่อพันธุ์ : กข10.ม.ป.ป. : ออนไลน์)



ภาพที่ 2.6 ข้าวเหนียวกล้อง กข 10

ที่มา : ข้าวเหนียวกล้อง กข 10 (ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.2.1.2 ข้าวดำ เป็นชื่อเรียกของทางภาคเหนือและทางอีสาน จากการค้นหาข้อมูลพบว่า ข้าวดำ (Purple rice) เป็นข้าวพื้นเมืองของเอเชีย มีชื่อเรียกหลากหลายชื่อมาก ทั้งข้าวเหนียวดำ (Black sticky rice) ที่บ้านเรารู้จักกันดี ข้าวที่ถูกห้าม (Forbidden rice) ซึ่งหมายถึงข้าวที่ไม่ใช่ข้าวเศรษฐกิจ ไม่นิยมปลูกกัน ข้าวป่า (Wild rice) ข้าวดำจีน (Chinese black rice) โดยในประเทศไทยมีพันธุ์ข้าวดำพื้นเมืองอยู่มากกว่า 42 สายพันธุ์จากแหล่งปลูกข้าวทั่วไทย ทั้งในสภาพของข้าวนาดีและข้าวไร่ (ข้าวดำพันธุ์พืชสำคัญทางโภชนาการควรค่าแก่การอนุรักษ์. ม.ป.ป. : ออนไลน์) มีพันธุ์ปรับปรุงที่ได้รับการรับรองพันธุ์ตาม พ.ร.บ.พันธุ์พืช พ.ศ.2518 โดยกองคุ้มครองพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร เมื่อวันที่ 18 มีนาคม 2548 จำนวน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ก่ำดอยสะเก็ด (Kum doisaket) และ ก่ำมก้อย (Kum omkoi) (ข้าวดำรักษาโรคพื้นบ้านที่กำลังถูกลืม. 2550 : ออนไลน์) และพันธุ์ก่ำลิ้มผัวที่จะพึงได้รับการรับรองล่าสุด (มข.ค้นพบ “ข้าวดำดอยสะเก็ด” ของดีใกล้ตัวชาวล้านนา.2555:ออนไลน์)จากชื่อภาษาอังกฤษว่า Black glutinousrice แปลว่า ข้าวเหนียวสีดำ อันเป็นคุณสมบัติของข้าวดำคือ หุงแล้วจะเหนียว เป็นยางติดมือ สีของข้าวดำออกแดงม่วง ด้วยคุณค่าทางอาหารของข้าวดำ ได้แก่ ไขมัน โปรตีนคาร์โบไฮเดรต ไฟเบอร์วิตามินเอ แคลเซียม เหล็ก วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และวิตามินอี แต่ที่สำคัญคือสารสีม่วงแดงของเปลือกหุ้มเมล็ด คือแอนโทไซยานิน และแกมมาโอไรซานอล โดยแอนโทไซยานิน มีคุณสมบัติในการต้านการเกิดปฏิกิริยา

ออกซิเดชั่น ช่วยการหมุนเวียนของกระแสโลหิต ด้านอนุมูลอิสระ จะลดการเสื่อมของเซลล์ร่างกาย ช่วยป้องกันโรคหัวใจ โดยเฉพาะแอนโทไซยานิน ชนิดพบในข้าวสีม่วงกลุ่มอินดิกา ซึ่งก็รวมข้าวท่าไทย คือ ไซยานินไฮดรอกซีสาม ก็ได้มีการพิสูจน์แล้วว่า มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์ มะเร็งปอด ส่วนสารแกมมาโอไรซานอล นอกจากจะมีคุณสมบัติเป็นการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเช่นเดียวกันแล้ว ยังสามารถลดคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ และเพิ่มระดับของ High density lipoprotein (HDL) หรือไขมันที่มีประโยชน์ในเลือด และยังมีผลต่อการทำงานของต่อมไธมัส ยับยั้งการอักเสบในกระเพาะอาหาร และยับยั้งการรวมตัวของเกล็ดเลือด ลดน้ำตาลในเลือด และเพิ่มระดับของฮอร์โมนอินซูลินของคนเป็นโรคเบาหวาน ชนิดที่ 2 ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งกระเพาะ นอกจากนี้ ยังมีหน้าที่ด้านการหืนของไขมันในลำไส้ และของนมผงไขมันเต็ม รวมทั้งกระตุ้นให้ภูมิคุ้มกันในคนด้วย (ข้าวท่าพันธุ์พืชสำคัญทางโภชนาการ ควรค่าแก่การอนุรักษ์. ม.ป.ป. : ออนไลน์)

1) ข้าวท่าลิ้มผิว

ข้าวท่าลิ้มผิว จัดเป็นข้าวเหนียวที่มีสีม่วงดำทั้งเยื่อหุ้มเมล็ดและเนื้อเมล็ด รวงมีสีดำ ใบเขียวม่วง เป็นข้าวนาปีพื้นเมืองเดิมของชาวเขาเผ่าม้งในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งเดิมปลูกในสภาพไร่ บนภูเขาที่อำเภอพบพระ จังหวัดตาก ดังนั้นถ้าพูดถึงข้าวท่าลิ้มผิวแล้วชาวเขาและคนไทยภาคเหนือจะรู้จักกันดี จากที่ทราบกันว่าข้าวท่าลิ้มผิวเป็นสายพันธุ์ที่มาจากข้าวไร่ จึงเหมาะสมมากหากจะนำไปปลูกในพื้นที่นาดอนเพราะเป็นพันธุ์ข้าวทนแล้งไม่ต้องการน้ำมาก ปัจจุบันนับว่าเป็นที่นิยมมากอันเนื่องมาจากคุณค่าโภชนาการทางอาหารที่โดดเด่น ซึ่งมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) สูงถึง 833.77 มิลลิกรัม อีกทั้งชื่อที่สะดุดหูและรสชาติเฉพาะตัวที่อร่อยน่าลอง นำค้นหาทำให้ข้าวท่าลิ้มผิวโด่งดังและแพร่หลาย



ภาพที่ 2.7 ข้าวท่าลิ้มผิว

ที่มา : ข้าวท่าลิ้มผิว (ม.ป.ป. : ออนไลน์)

1.1) จุดเด่นของข้าวท่าลิ้มผิว

ข้าวกล้องผั้วเมื่อหุงสุกแล้วจะมี กลิ่นหอม ผิวมัน รสชาติอร่อย เมื่อเคี้ยวจะรู้สึกมันและนุ่มแบบหนุบๆ กรอบกรอบ ถ้าบริโภคเป็นแบบข้าวกล้องจะยิ่งอร่อยและยังเป็นผลดีต่อระบบการขับถ่ายแต่จะลำบากในการเคี้ยวสำหรับผู้สูงอายุช้กน้อย ที่สำคัญ คือ ข้าวกล้องผั้วยังมีฤทธิ์ต่อต้านอนุมูลอิสระเช่นเดียวกับวิตามินอี แต่คุณ สมบัติดีกว่า เนื่องจากโครงสร้างของสารสำคัญมีขั้วจับมากกว่าในวิตามินอี ทำให้การยึดเกาะพื้นผิวมีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยในเรื่องต่อกระดูก และยังใช้เป็นยารักษาโรคตามภูมิปัญญาท้องถิ่น ทั้งอาการตกเลือดหลังคลอด โรคท้องร่วง และโรคผิวหนังและมะเร็งได้ด้วย

1.2) ลักษณะดั้งเดิมของข้าวกล้องผั้ว

มีความสูงของต้นสูงประมาณ 137 เซนติเมตร ออกดอกประมาณกลางเดือนกันยายน เมล็ดกลมอ้วน จำนวนเมล็ดต่อรวงเฉลี่ย 130 เมล็ด น้ำหนักข้าวเปลือก 1,000 เมล็ดประมาณ 37.9 กรัม ผลผลิต สูงสุดเมื่อปลูกใน สภาพ ไร่และอากาศที่เหมาะสมประมาณ 490 กิโลกรัมต่อไร่ ถ้านำมาปลูกในพื้นที่ราบจะได้ 200 ถึง 350 กิโลกรัมต่อไร่ ขึ้นอยู่กับการเกษตรกรรมด้วย เพราะการปลูกต้องดูแลอย่างใกล้ชิดมีการจัดการน้ำที่ดีเนื่องจากข้าวกล้องผั้วไม่ทนต่อน้ำท่วมขัง ค่อนข้างอ่อนแอต่อโรค และแมลงศัตรูข้าว

1.3) คุณค่าทางโภชนาการอาหารของข้าวกล้องผั้ว

พบว่าข้าวกล้องผั้ว มีสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) และสารอาหารรวมถึงวิตามินสูงที่สำคัญและจำเป็นสูงมาก ประกอบด้วยกรดแอสคอร์บิก 833.77 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งจะมีผลต่อเซลล์และยังช่วยป้องกันมะเร็งวิตามินอี 16.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและยังช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลได้ โอเมก้า 3 ปริมาณ 33.94 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมซึ่งจะช่วยบำรุงสมอง ป้องกันภาวะเสื่อมและช่วยความจำ โอเมก้า 6 ปริมาณ 1,160.08 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมช่วยบรรเทาอาการขาดภาวะเอสโตรเจนของวัยทองและช่วยให้ผิวพรรณเปล่งปลั่ง โอเมก้า 9 ปริมาณ 1,146.41 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมซึ่งช่วยลดคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด ทำให้เส้นเลือดไม่อุดตัน ไม่เป็นโรคหัวใจ โรคพากินสันส์และช่วยลดความอ้วน แอนโทไซยานิน 46.56 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม แกมมาโอไรซานอล 508.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมซึ่งช่วยลดคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ ตลอดจนช่วยลดการหย่อนสมรรถภาพทางเพศ ซึ่งประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 10.63 ไขมันร้อยละ 84.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคลเซียม 169.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สังกะสี 23.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมงกานีส 35.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (พันธุ์ข้าวพื้นเมือง. ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2) ข้าวสีทอง

ข้าวกำสืทองเป็นข้าวกำสายพันธุ์ใหม่ซึ่งเกิดจากการค้นพบโดยบังเอิญของชาวบ้านจังหวัดพะเยา จึงยังไม่มีเป็นที่รู้จักของคนทั่วไปมากนัก ลักษณะทั่วไปของข้าวพันธุ์นี้ คือ ต้นมีสีเขียว ออกรวงไว รวงมีสีดำเมล็ดสีดำ เปลือกดำสนิทไม่มีลาย ปริมาณการเก็บเกี่ยวเท่ากับข้าวพันธุ์ กข15

3) ข้าวกำพะเยา

ข้าวกำ เป็นข้าวที่คนทางภาคเหนือนิยมปลูก เพื่อใช้รับประทาน และปลูกเนื่องจากเป็นความเชื่อจากอดีต ส่วนความเป็นมาของข้าวกำพะเยา เริ่มจาก คุณศรวิวรรณ และ คุณจันทร์ฟอง วงศ์เรือง สองสามีภรรยาชาวบ้านซ່อน อยู่บ้านเลขที่ 123 หมู่ที่ 7 ตำบลแม่่นาเรืออำเภอเมือง จังหวัดพะเยา เป็นผู้ริเริ่มนำพันธุ์ข้าวกำมาปลูกเป็นคนแรก โดยนำมาจากอำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย กระทั่ง ปี พ.ศ. 2515 คนจึงเรียกข้าวพันธุ์นี้ว่าข้าวกำพะเยา

ร.ต.ต. พัทธกษณ เล่าว่า เริ่มแรกปลูกเพื่อบริโภคในครัวเรือน แต่เห็นว่าข้าวกำพะเยามีคุณสมบัติประโยชน์ต่อร่างกาย จึงคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ข้าวกำพะเยา นำไปปลูกบนพื้นที่ 30 ไร่ โดยปลูกเป็นข้าวอินทรีย์ทั้งหมด และเริ่มแนะนำให้ชาวบ้านรวมกลุ่มเพื่อปลูกพันธุ์ข้าวกำพะเยาในปี พ.ศ. 2552 ในแบบของข้าวอินทรีย์ มีสมาชิกทั้งหมด 20 ราย ปลูกบนพื้นที่ จำนวน 250 ไร่ ใช้ชื่อกลุ่มบ้านขานาข้าวกำพะเยา จากนั้นได้นำข้อมูลข้าวกำพะเยาไปเผยแพร่ผ่านอินเทอร์เน็ต นอกจากนี้ มูลนิธิกรีนพีซได้ขอยืมพันธุ์ข้าวกำพะเยาไปสร้างเป็นศิลปะบนนาข้าวที่จังหวัดราชบุรี ทั้งยังมีการเผยแพร่รูปภาพไปทั่วโลก ส่งผลให้ข้าวกำพะเยาเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย



ภาพที่ 2.8 ศิลปะบนนาข้าวจากข้าวพันธุ์กำพะเยาที่จังหวัดราชบุรี
ที่มา : ศิลปะบนนาข้าวอินทรีย์(ม.ป.ป. : ออนไลน์)

3.1) คุณประโยชน์ของข้าวกำพะเยา

จากการค้นคว้าข้อมูลทางวิชาการ พบว่าข้าวกล้องมีสารแอนโทไซยานินซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ช่วยการหมุนเวียนของกระแสโลหิต ชะลอการเสื่อมของเซลล์ร่างกาย โดยเฉพาะสารแอนโทไซยานิน เป็นชนิดที่พบในข้าวสีม่วงกลุ่มอินดิโก (ซึ่งรวมข้าวกล้องไทย) คือCyanindin-3 Glucoside ได้พิสูจน์แล้วว่ามีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งปอด และมีสารแกมมาออริซานอล ซึ่งนอกจากจะมีคุณสมบัติเป็นต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเช่นเดียวกันแล้ว ยังสามารถลดคอเลสเตอรอลไตรกลีเซอไรด์ และเพิ่มระดับของ HDL ในเลือด และยังมีผลต่อการทำงานของต่อมไธมัส ยับยั้งการอักเสบในกระเพาะอาหาร และยับยั้งการรวมตัวของเกล็ดเลือด ลดน้ำตาลในเลือดเพิ่มระดับของฮอร์โมนอินซูลินของ คนเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (ถ้าพะเยา ข้าวอินทรีย์ของกลุ่มบ้านชาวนาข้าวกล้องพะเยา. 2554 : ออนไลน์)

2.2.2 ถั่วลิสง

ถั่วลิสง (Peanut หรือ Groundnut) อาจเรียกว่า ถั่วดิน ถั่วขุดหรือถั่วยี่สง เป็นพืชล้มลุกที่เป็นพืชไร่ตระกูลถั่ว (Leguminosae)เช่นเดียวกับถั่วเหลือง และถั่วเขียว มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า **Arachishypogaea L.** เป็นถั่วเมล็ดแห้ง (Legume) ซึ่งมีน้ำมันสูง จัดอยู่ในกลุ่มพืชน้ำมัน (Oil Crop) ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ(ถั่วลิสง. ม.ป.ป. : ออนไลน์)



ภาพที่ 2.9เมล็ดถั่วลิสง

ที่มา:ถั่วลิสง (ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.2.2.1 การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวถั่วลิสง

ถั่วลิสงจะเก็บเกี่ยวเมื่อฝักสุกแก่ ฝักได้เปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีเทาหรือสีน้ำตาล เก็บเกี่ยวโดยการถอนต้นและฝักขึ้นจากดิน เลือกลดฝักแก่ออก หลังการเก็บเกี่ยวจะทำการลดความชื้นด้วยการตากแดด (Sun drying) ให้แห้งสนิทโดยเร็ว (มีความชื้นในเมล็ดต่ำกว่าร้อยละ 14) เพื่อป้องกันเชื้อราสร้างสารพิษ (Mycotoxin) โดยเฉพาะ Aflatoxinซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งในตับ สารพิษนี้ผลิต จากเชื้อรา **Aspergillusflavus**และ **A. parasiticus**การลดความชื้นจะยับยั้งการเจริญ

ของเชื้อราซึ่งผลิตสารพิษชนิดนี้การคัด (Sorting) โดยเครื่องคัดขนาด (Sorter) เป็นขั้นตอนหนึ่งที่จะเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิต

2.2.2.2 ประโยชน์ของถั่วลิสง

ถั่วลิสงเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และเป็นแหล่งของโปรตีนและพลังงาน โดยมีโปรตีนเทียบเท่ากับถั่วแดง ถั่วดำ และถั่วเขียว แต่น้อยกว่าถั่วเหลือง และยังมีกรดอะมิโนอีกหลายชนิดที่จำเป็นต่อร่างกาย ถั่วลิสงมีสารอาหารมากกว่า 30 ชนิด มีโปรตีนมากกว่าถั่วเปลือกแข็งชนิดอื่นๆ ให้โซเดียมต่ำ มีไขมันไม่อิ่มตัวน้อย และยังปราศจากคลอเลสเทอรอลด้วย (สรรพคุณและประโยชน์ของถั่วลิสง. ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.2.2.3 โทษของถั่วลิสง

1) ผลถั่วลิสงถั่วลิสงเป็นอาหารกลุ่มเสี่ยงที่มักตรวจพบสารพิษซึ่งเกิดจากเชื้อราชนิดหนึ่งที่เรียกว่า สารอะฟลาทอกซิน (Aflatoxin) ซึ่งเป็นสารพิษร้ายแรงต่อสุขภาพของผู้บริโภคโดยตรงอย่างเฉียบพลัน (รวมไปถึงสัตว์เลี้ยงด้วย) หากได้รับในปริมาณมากอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคมะเร็งที่ตับ หัวใจ และสมองบวม อาจทำให้เกิดอาการชัก หายใจลำบาก และตับถูกทำลาย โดยสารพิษชนิดนี้สามารถปนเปื้อนมาตั้งแต่ในช่วงการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว การตากแห้ง รวมไปถึงการเก็บรักษาก่อนถึงมือผู้บริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูฝน เชื้อราชนิดนี้จะเจริญเติบโตได้ดีมาก และการปนเปื้อนของสารก็จะเริ่มตั้งแต่ในช่วงการสร้างฝัก

2) สำหรับบางรายอาจมีอาการแพ้ถั่วลิสงได้ ถ้าหากไม่รุนแรง ก็อาจจะเป็นผื่นคันตามตัว เป็นลมพิษ ซึ่งกรณีนี้กินยาแก้แพ้ก็ช่วยได้ รวมไปถึงอาจมีอาการอาเจียน ไอหอบ หายใจไม่สะดวก และมีอาการปวดท้อง แต่ถ้าหากมีอาการแพ้ขั้นรุนแรงอาจทำให้ช็อกและเสียชีวิตได้เลย โดยคนไข้มีอาการตาบวม ปากบวม แน่นหน้าอก หายใจไม่ออก ความดันตก จนเกิดภาวะช็อกและหมดสติ ให้รีบไปพบแพทย์เพื่อรับการรักษาในทันที ซึ่งจากการสำรวจทั้งในและต่างประเทศพบว่าใน 1,000 คน อาจมีผู้แพ้ถั่วลิสงประมาณ 2-14 คน และมีผู้เสียชีวิตจากการแพ้ถั่วลิสงมากกว่า 100 คนต่อปี ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากภูมิคุ้มกันของบุคคลแปรปรวน ทำให้ไม่สามารถรับโปรตีนจากถั่วลิสงที่เป็นอาหารทั่วไปของคนธรรมดาได้ จนเกิดการแพ้โปรตีนในถั่วลิสง แต่การแพ้ก็ไม่จำเป็นว่าจะต้องแพ้โปรตีนจากแหล่งอาหารอื่นด้วย เพราะอาหารแต่ละอย่างมีโครงสร้างไม่เหมือนกัน

2.2.3 น้ำผึ้ง

น้ำผึ้ง (Honey) เป็นอาหารหวานที่ผึ้งผลิตโดยใช้น้ำตาลจากดอกไม้ น้ำผึ้งมักหมายถึงชนิดที่ผลิตโดยผึ้งน้ำหวานในสายพันธุ์ Apis เนื่องจากเป็นผึ้งเก็บน้ำหวานให้คุณภาพสูง และ

สามารถเลี้ยงระบบกล่องได้ น้ำผึ้งมีประวัติการบริโภคของมนุษย์มายาวนาน และถูกใช้เป็นสารให้ความหวานในอาหารและเครื่องดื่มหลายชนิด น้ำผึ้งยังมีบทบาทในศาสนาและสัญลักษณ์นิยม นอกจากนี้ ยังมีภูมิปัญญาที่ใช้น้ำผึ้งในการรักษาอาการเจ็บป่วยอีกด้วย



ภาพที่ 2.10 น้ำผึ้ง

ที่มา: Honey(ม.ป.ป. : ออนไลน์)

ผึ้งนำหวานเปลี่ยนน้ำด้อยเป็นน้ำผึ้งด้วยขบวนการการขยอน และเก็บไว้เป็นแหล่งอาหารหลักในรังผึ้ง Honeycomb โดยผึ้งจะสร้าง ขี้ผึ้งจากเศษเกสรดอกไม้และน้ำเมือก โดยจะเก็บของเหลวจากการขยอนลงในฐานหกเหลี่ยม และปิดไว้ด้วยขี้ผึ้งอ่อน

2.2.3.1 คุณค่าทางโภชนาการ

น้ำผึ้งได้ความหวานจากมอโนแซ็กคาไรด์ ฟรุคโทสและกลูโคส และมีความหวานประมาณเทียบได้กับน้ำตาลเม็ด น้ำผึ้งมีคุณสมบัติทางเคมีที่ดึงดูดในการอบ และมีรสชาติพิเศษซึ่งทำให้บางคนชอบน้ำผึ้งมากกว่าน้ำตาลและสารให้ความหวานอื่นๆ จุลินทรีย์ส่วนมากไม่เจริญเติบโตในน้ำผึ้งเพราะมีค่าแอกติวิตีของน้ำต่ำที่ 0.6 อย่างไรก็ดี บางครั้งน้ำผึ้งก็มีเอนโดสปอร์ในระยะพักตัวของแบคทีเรีย **Clostridium Botulinum** ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อทารก เพราะเอนโดสปอร์สามารถแปลงเป็นแบคทีเรียที่ผลิตชีวพิษในทางเดินอาหารที่ยังไม่เจริญเต็มที่ของทารก ซึ่งทำให้เกิดความเจ็บป่วยและอาจถึงแก่ชีวิต

2.2.3.2 ส่วนประกอบทางเคมี

น้ำผึ้งเป็นสารผสมของน้ำตาลกับสารประกอบอื่น น้ำผึ้งส่วนใหญ่เป็นฟรุคโทส (ร้อยละ 38.5) และกลูโคส (ร้อยละ 31.0) ทำให้น้ำผึ้งคล้ายกับน้ำเชื่อมน้ำตาลอินเวิร์ท (Inverted sugar syrup) ที่ผลิตเชิงสังเคราะห์ ซึ่งมีปริมาณฟรุคโทส ร้อยละ 48 กลูโคส ร้อยละ 47 และซูโครส ร้อยละ 5 คาร์โบไฮเดรตที่เหลือในน้ำผึ้งมีมอลโทสและคาร์โบไฮเดรตซับซ้อนอื่นๆ เช่นเดียวกับสารให้ความหวานที่บำรุงสุขภาพทุกชนิด น้ำผึ้งส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลและมีวิตามินหรือแร่ธาตุอยู่เล็กน้อย น้ำผึ้งยังมีสารประกอบหลายชนิดในปริมาณน้อยซึ่งคาดกันว่าทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ รวมถึง

ไครซิน วิตามินซี คาร์โบไฮเดรตและฟิโนเซมบรินองค์ประกอบที่เจาะจงของน้ำผึ้งแต่ละกลุ่มนั้นขึ้นอยู่กับดอกไม้ที่ผึ้งใช้ผลิตน้ำผึ้ง

2.2.3.3 ผลการวิเคราะห์น้ำผึ้งตามแบบ มีสารดังต่อไปนี้

ฟรุกโทส ร้อยละ 38.2 กลูโคส ร้อยละ 31.3 มอลโทส ร้อยละ 7.1 ซูโครส ร้อยละ 1.3 น้ำ ร้อยละ 17.2 น้ำตาลสูงกว่า ร้อยละ 1.5 เกล็ด ร้อยละ 0.2 อื่นๆ ร้อยละ 3.2

ค่าดัชนีน้ำตาลอยู่ระหว่าง 31 ถึง 78 แล้วแต่นชนิด น้ำผึ้งมีความหนาแน่นราว 1.36 กิโลกรัมต่อลิตร (หนาแน่นกว่าน้ำ ร้อยละ 36)

ในประเทศไทย น้ำผึ้ง ตามแบบแผนการรักษา ตำรับยาโบราณของไทย ได้มีการสืบทอดกันมาตามสูตรยาสมุนไพรโบราณ มักนำมาใช้แต่งกลิ่นเจือรส เพื่อให้ง่ายต่อการรับประทาน

1) แต่งรส น้ำผึ้งมีรสหวานฝาด ร้อนเล็กน้อยเราใช้น้ำผึ้งแต่งรสยาบางชนิด เช่น ยาแก้ไข้ที่มีรสขมมาก จนคนไข้กินไม่ได้ เราต้องใช้น้ำผึ้งผสม และช่วยชูกำลัง

2) ประโยชน์ เป็นส่วนประกอบในการนำไปใช้ โดยน้ำผึ้งมาผสมกับยาผงให้เหนียว เพื่อปั้นเป็นลูกกลอน แต่ผู้ปรุงยาควรนำน้ำผึ้งไปเคี่ยวให้เดือดเพื่อฆ่าเชื้อโรค มิฉะนั้น ยา ลูกกลอนจะขึ้นราภายหลัง

ตามความเชื่อโบราณ น้ำผึ้งเดือน 5 เป็นน้ำผึ้งที่ดีที่สุด เนื่องจากอากาศที่แห้ง จึงทำให้น้ำผึ้งมีความเข้มข้นสูง ตามหลักการแพทย์แผนไทยแล้ว น้ำผึ้งมีประโยชน์มากมาย แต่สำหรับผู้ป่วยบางราย แนะนำว่าไม่ควรกินน้ำผึ้งแบบเข้มข้นโดยไม่ผสมอะไรเลย เช่น คนที่ตีฟิการ คือ มีอาการตัวเหลืองตาเหลือง นอนสะดุ้งผวา เสมหะฟิการ คือมีเสมหะมากและมีภาวะโรคปอดแทรก คนที่น้ำเหลืองเสีย มีฝีพุพอง ตุ่มหนอง หรือโรคผิวหนังต่างๆ

2.2.3.4 น้ำผึ้งเป็นอาหารและยา

1) ลดการอักเสบ หากมีบาดแผลหรือแผลถลอกให้ล้างด้วยน้ำเบกกิ้งโซดา หรืออบเชย ชาเสก ชาใบผักชี (ที่เย็นแล้ว) ซึ่งมีสรรพคุณฆ่าเชื้อทั้งสี่ จากนั้นทาน้ำผึ้งสะอาดบนแผล น้ำผึ้งจะช่วยป้องกันการติดเชื้อและทำให้แผลหายเร็ว

- 2) รักษาโรคผิวหนังจากเชื้อรา ใช้ผงขมิ้นผสมน้ำผึ้งทาบริเวณกลากเกลื้อน
- 3) ด้านข้ออักเสบ ผสมน้ำส้มแอปเปิ้ลไซเดอร์ 2 ช้อนชาลงในน้ำร้อนเติมน้ำผึ้ง 1 ช้อนชา ชงดื่มวันละ 2 ครั้ง
- 4) ลดความดันโลหิตสูง
- 5) ช่วยปรับสมดุลร่างกายและควบคุมน้ำหนัก ผู้ที่รักสุขภาพและผู้ที่มีปัญหาสุขภาพ เช่น โรคปวดข้อ เป็นตะคริวอยู่บ่อยๆ หรือโรคอ้วน สามารถนำวิธีนี้ไปใช้ดื่มเป็นประจำเพื่อสุขภาพที่ดี และช่วยบรรเทาโรคต่างๆ ได้
- 6) ผู้ที่มีปัญหาผิวหนังหรือต้องการบำรุงผิวหน้าให้ดูอ่อนเยาว์
- 7) เพื่อผมเงางาม หลังสระผมเสร็จนำน้ำผึ้งไม่ผ่านความร้อนผสมกับน้ำมันมะกอกอย่างละ 3 ช้อนโต๊ะ นำมาชโลมผมแล้วทิ้งไว้ซัก 3-5 นาที จึงล้างออกด้วยน้ำสะอาด ผมจะนุ่มและเงางามตามธรรมชาติปราศจากสารเคมีใดๆ (น้ำผึ้ง. ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.2.4 งาขาว

งาขาว (White sesame seeds) ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Sesamum orientale* L. จัดอยู่ในวงศ์ Pedaliaceae สำหรับต้นงาขาวนั้นจัดเป็นพืชล้มลุก บางพันธุ์จะมีกิ่งก้าน ในขณะที่บางพันธุ์ไม่มีในแกนหนึ่งจะมีดอกอยู่ประมาณ 3 ดอก ส่วนผลจะเป็นฝัก มีเมล็ดเล็กๆ สีขาว และเมล็ดสีขาวยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร ซึ่งเมื่อแห้งเปลือกเมล็ดจะเปิดอ้าออก แล้วเมล็ดนั้นจะร่วงหล่น (งาขาว. ม.ป.ป. : ออนไลน์)



ภาพที่ 2.11 งาขาว

ที่มา: White sesame seeds (ม.ป.ป.: ออนไลน์)

2.2.4.1 ประโยชน์และสรรพคุณของงา

ประโยชน์ของงาไม่ว่าจะเป็น โปรตีนที่มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย คือ กรดอะมิโนเมธิโอนีน นอกจากนี้ ยังสกัดน้ำมันจากงาออกมาได้อีกด้วย ซึ่งน้ำมันที่ได้นั้นเป็นน้ำมันงาที่มีคุณสมบัติเย็น คือ มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง ทั้งกรดไขมันโอเมก้า3 กรดไขมันโอเมก้า6 ที่มี

คุณสมบัติช่วยลดคอเลสเตอรอล จึงช่วยป้องกันหลอดเลือดแข็งตัวนอกจากนี้ ยังมีวิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญ โดยเฉพาะแคลเซียมที่มีมากกว่านมวัวถึง 6 เท่า มีธาตุเหล็ก แมกนีเซียม สังกะสี ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และทองแดง และยังมากด้วยวิตามินบีชนิดต่างๆ ซึ่งดีต่อระบบประสาท ช่วยทำให้ผ่อนคลาย และวิตามินอีเป็นตัวแอนติออกซิแดนท์ที่ช่วยต้านมะเร็งกลืนและรส ของเมล็ดจากล้ากับถั่ว องค์ประกอบสำคัญในเมล็ดก็คือน้ำมัน ประมาณ ร้อยละ44-60 น้ำมันงานั้นต่อต้านการเกิดออกซิไดส์ได้ดี มีการใช้ในอาหารพวกสลัด หรือน้ำมันปรุงอาหาร และมากรีนและในการผลิตสบู่ ยา และน้ำมันหล่อลื่น และยังเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางบางชนิด (ประโยชน์และสรรพคุณของงา. ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.2.5 งาดำ

งาดำ (Black sesame seeds) ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Sesamum orientale* L. จัดอยู่ในวงศ์ Pedaliaceae จัดเป็นพืชที่มีคุณประโยชน์มากมายรับประทานเป็นอาหารเพื่อสุขภาพอย่างต่อเนื่องเป็นประจำ จะช่วยเสริมสร้างสุขภาพให้แข็งแรง งาดำอุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุ อย่างวิตามินบี 1 วิตามินบี2 วิตามินบี3 วิตามินบี5 วิตามินบี6 วิตามินบี9 แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม โซเดียม ฟอสฟอรัส สังกะสี เหล็ก เป็นต้น โดยสามารถช่วยบำรุงร่างกายเกือบทุกสัดส่วน ไม่ว่าจะเป็น ภูมิคุ้มกัน กระดูก เล็บ ระบบขับถ่าย การบำรุงหัวใจ จึงเหมาะกับทุกวัย งาดำจะจำเป็นอย่างมาก เพราะจะช่วยป้องกันโรคภาวะกระดูกพรุนอย่างได้ผล(งาดำ. ม.ป.ป. : ออนไลน์)



ภาพที่ 2.12 งาดำ

ที่มา: Black sesame seeds (ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.2.5.1 ประโยชน์ของงาดำ

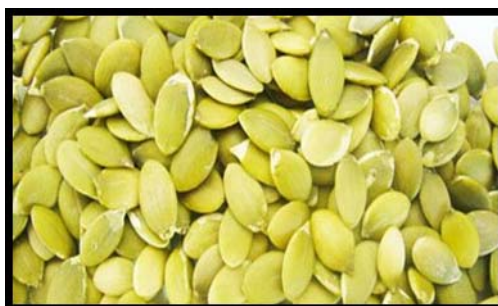
- 1) ช่วยเพิ่มพลังงานและความแข็งแรงของร่างกาย
- 2) ช่วยในการเผาผลาญและสลายไขมัน ลดความอ้วน ช่วยลดการดูดซึมและการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล ช่วยป้องกันหลอดเลือดแข็งตัว
- 3) ช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจ ทำให้ระบบหัวใจแข็งแรงยิ่งขึ้น

- 4) มีสารต่อต้านอนุมูลอิสระป้องกันการเกิดโรคมะเร็งลดความเครียด
- 5) ป้องกันการเสื่อมของเซลล์ในระบบประสาท
- 6) งาดำมีธาตุเหล็กซึ่งช่วยบำรุงโลหิต ลดความดันโลหิต ขยายหลอดเลือด ป้องกันเกล็ดเลือดที่จะเกาะตัวกันเป็นลิ่ม กระตุ้นให้ร่างกายสร้างเม็ดเลือดขาว ซึ่งมีส่วนช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย

ผู้รับประทานบางรายอาจมีอาการแพ้ได้ เช่น ลมพิษ ริมฝีปากบวมเปลือกตาแดง ความดันโลหิตลดลงจนช็อกหมดสติ โดยอาการเหล่านี้อาจ เกิดขึ้นทันทีหลังจากรับประทาน 90 นาที (ประโยชน์และสรรพคุณของงา.ม.ป.ป.: ออนไลน์)

2.2.6 เมล็ดฟักทอง

เมล็ดฟักทอง มีองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิด มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน สังกะสี เหล็กฟอสฟอรัส แคลเซียม ใยอาหาร วิตามินเอ รวมทั้งสารที่ชื่อว่า “คิวเคอร์บิติน” (Cucurbitine) ซึ่งมีฤทธิ์ในการฆ่าพยาธิตัวดีได้ดี และยังช่วยขับปัสสาวะ ป้องกันการเกิดนิ่ว มะเร็งกระเพาะปัสสาวะ นอกจากนี้ น้ำมันจากเมล็ดฟักทองยังช่วยบำรุงประสาทได้ดี และยังมีกรดอะมิโนบางชนิดที่ช่วยป้องกันไม่ให้ต่อมลูกหมากของผู้ชายขยายใหญ่ขึ้น และช่วยปรับระดับฮอร์โมนเพศชายที่ได้จากลูกอัณฑะให้อยู่ในระดับปกติ



ภาพที่ 2.13 เมล็ดฟักทอง

ที่มา : เมล็ดฟักทอง (ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.2.6.1 ประโยชน์ของเมล็ดฟักทอง

- 1) ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลที่ไม่ดี สามารถช่วยลดระดับของ LDL
- 2) การควบคุมน้ำตาลในเลือด เมล็ดฟักทองสามารถช่วยควบคุมระดับอินซูลิน และป้องกันภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานโดยการลดสภาวะความเครียดออกซิเดชัน (Oxidative stress) นอกจากนี้ยังพบว่ามีการศึกษาในน้ำมันเมล็ดฟักทองช่วยป้องกันโรคไตจากเบาหวานได้อีกด้วย

3) ค่อด้านโรควิตกกังวล พบว่าทริปโตเฟน (Tryptophan) ที่พบในเมล็ดผักทอง ช่วยบรรเทาความวิตกกังวล สมองให้ทริปโตเฟนเพื่อทำให้รู้สึกมีความสุขและสบายใจ หากร่างกาย มีทริปโตเฟนน้อยเกินไปก็สามารถนำไปสู่ภาวะซึมเศร้าและความผิดปกติทางอารมณ์อื่นๆ (คุณประโยชน์ของเมล็ดผักทอง.ม.ป.ป.: ออนไลน์)

2.2.7 มะพร้าวคั่ว

มะพร้าว (Coconut) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า **Cocosnucifera L.** จัดอยู่ในวงศ์ Arecaceae หรือ ในชื่อเดิมคือ Palmae เช่นเดียวกับตาล ตาว จาก ลาน และหวาย มะพร้าวเป็นพืชยืนต้นชนิดหนึ่งในตระกูลปาล์ม สามารถใช้ประโยชน์ได้ในหลายทาง (มะพร้าว. ม.ป.ป. : ออนไลน์)

มะพร้าวคั่ว (Roast coconut) คือ การนำมะพร้าวมาเคี้ยว โดยใช้ไฟอ่อนคั่วจนมีสีเหลือง สุกหอมออกสีน้ำตาล จากนั้นตักออกผึ่งไว้พอเย็น มะพร้าวจะกรอบ ควรเก็บใส่ภาชนะที่มีฝาปิดจะทำให้คงความกรอบและอยู่นาน สามารถนำมาประกอบอาหารและขนมได้หลากหลายเมนู ที่ช่วยเพิ่มความหอมมันน่ารับประทานให้กับเมนูต่างๆ ได้เป็นอย่างดีเทคนิคสำคัญที่ทำให้มะพร้าวหอม มัน กรอบ คือ ขนาดต้องใกล้เคียงกัน ไม่หนาหรือบางต่างกัน เวลาคั่วจะได้สุกเสมอกันทุกชิ้น (มะพร้าวคั่ว. ม.ป.ป. : ออนไลน์)



ภาพที่ 2.14 มะพร้าวคั่ว

ที่มา : มะพร้าวคั่ว (ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.2.8 ลูกเกด

ลูกเกด คือ องุ่นแห้ง ที่มีการผลิตในหลายพื้นที่ทั่วโลก และสามารถรับประทานเปล่าๆ หรือจะใช้ในการทำอาหาร การอบขนม และการหมักบ่ม ทั้งยังเป็นเครื่องดื่มนแอลกอฮอล์ได้อีกด้วย ในสหราชอาณาจักร ออสเตรเลีย และแคนาดา คำว่า “Raisin” จะเอาไว้ใช้เรียกองุ่นแห้งเม็ดใหญ่สีเข้ม “Sultana” จะใช้เรียกองุ่นแห้งที่มีสีเหลืองทอง และคำว่า “Currant” ใช้เรียกองุ่นไปปลาเม็ดแห้งพันธุ์ Black corinth



ภาพที่ 2.15 ลูกเกด

ที่มา :ลูกเกด(ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.2.8.1 คุณค่าทางโภชนาการ

ลูกเกดประกอบด้วยน้ำตาลมากถึง ร้อยละ 72 ของน้ำหนัก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลฟรุกโตส และกลูโคส และยังมีโปรตีนประมาณ ร้อยละ 3 และใยอาหาร ร้อยละ 3.7–6.8 ลูกเกดก็เหมือนพ룬และแอปริคอต ที่อุดมด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ แต่มีวิตามินซีน้อยกว่าองุ่นสด ลูกเกดมีโซเดียมต่ำและไม่มีคลอเลสเตอรอล

ลูกเกดหวาน เนื่องจากมีส่วนประกอบของน้ำตาลเข้มข้นมาก (ฟรุกโตสประมาณ ร้อยละ 30 และกลูโคส ร้อยละ 28 ของน้ำหนัก) น้ำตาลสามารถตกผลึก ในผลไม้ได้เมื่อมีการเก็บไว้เป็นเวลานาน ซึ่งน้ำตาลในผลไม้สามารถเจือจางได้ด้วยการนำผลไม้แห้งไปลวกน้ำร้อนหรือในของเหลวอื่นๆ(ลูกเกด. ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.2.9 ผลไม้แห้ง

ผลไม้แห้ง เป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลไม้ จัดอยู่ในกลุ่มอาหารแห้ง (Dried food) หรืออาหารกึ่งแห้ง (Intermediate Moisture Food) ตามมผช. 1471-2550 ผลไม้แห้ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลไม้ที่อยู่ในสภาพดี ไม่เน่าเสีย โดยอาจนำมาผ่านกรรมวิธีแปรรูปเป็นผลไม้ดองหรือผลไม้แช่อิ่มก่อน หรือไม่ได้ มาทำแห้ง (Dehydration) เพื่อลดความชื้นโดยการใช้แสงแดด (Sun drying) หรือนำไปอบแห้ง ทั้งนี้อาจปรุงแต่งกลิ่นหรือรสด้วยส่วนประกอบอื่นที่เหมาะสม เช่น น้ำตาลเกลือพริก ด้วยก็ได้ มีค่า Water activity ไม่เกิน 0.75



ภาพที่ 2.16 ผลไม้รวมอบแห้ง

ที่มา : ผลไม้รวมอบแห้ง (ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.2.9.1 ลักษณะทั่วไป

คุณลักษณะเนื้อที่ดีตามธรรมชาติของผลไม้ผิวหน้าแห้ง ไม่เกาะติดกัน เนื้อไม่แข็ง กระด้าง ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปร่างและขนาดใกล้เคียงกัน

- 1) สีสันที่ดีตามธรรมชาติของผลไม้
 - 2) กลิ่นรสมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของผลไม้และส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์
 - 3) ไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ เช่น แมลง หนู นก
 - 4) วัตถุเจือปนอาหารหากมีการใช้วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสและวัตถุกันเสียให้ใช้ได้ ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด
 - 5) ความชื้น ไม่เกินร้อยละ 18 โดยน้ำหนัก
 - 6) วอเตอร์แอคทิวิตี (Water activity) ต้องไม่เกิน 0.75
 - 7) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
 - 8) *Escherichia coli* โดยวิธี MPN ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม
 - 9) ยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- (ผลไม้แห้ง.ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.2.10 กลูโคสไซรัป (แบริ่ง)

กลูโคสไซรัป (คอร์นไซรัปหรือแบริ่ง) ได้จากการนำแป้งที่บริโภคได้ เช่น แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง หรือแป้งมันฝรั่ง มาทำการไฮโดรไลซ์ด้วยกรดหรือเอนไซม์เพียงบางส่วน โดยผ่านการทำให้บริสุทธิ์และทำให้เข้มข้นขึ้น กลูโคสไซรัปที่ได้จะเป็นสารละลายเนื้อเดียวกันของ D (+)- glucose มอลโทส และพอลิเมอร์อื่นๆ ของกลูโคสในสัดส่วนที่แตกต่างกันออกไป ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยแป้งด้วยตัวกลางและกระบวนการที่ต่างกัน ระดับการสลายตัว

ของแป้งจะมีผลต่อชนิดและสมบัติของกลูโคสไซรัปที่นิยม ซึ่งนิยามกำหนดด้วยค่าสมมูลเด็กซ์โตรส (Dextrose equivalent) หมายถึง ปริมาณของน้ำตาลรีดิวส์ในรูป D-glucose ที่มีในน้ำหนักแห้งทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ หากการไฮโดรไลซ์แป้งแล้วทำให้โมเลกุลของแป้งกลายเป็นสายตรงทั้งหมด เรียกว่า เด็กซ์ตริน ผลผลิตจะมีค่า D.E. เป็นศูนย์ และหากไฮโดรไลซ์แป้งจนได้น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวทั้งหมดผลผลิตจะมีค่า D.E. เป็น 100 ปกติกลูโคสไซรัปที่ผลิตได้จะมีค่า D.E. อยู่ในช่วงกว้างมาก (กลูโคสไซรัป. ม.ป.ป.: ออนไลน์)



ภาพที่ 2.17 กลูโคสไซรัป

ที่มา : Glucose Syrup (ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.2.10 เนย

เนย (Butter) คือ ผลิตภัณฑ์นม (Dairy product) ชนิดหนึ่งที่ได้จากการปั่นนม เพื่อแยกเอาไขมันนม (Butter fat) ออกเพื่อนำมาแปรรูปเป็นเนย ซึ่งมีไขมันนมมากกว่า ร้อยละ 80 มีปริมาณน้ำ (Moisture content) ไม่เกิน ร้อยละ 16 เป็นอิมัลชัน (Emulsion) ชนิด Water- In-Oil Emulsion อาจเติมเกลือเพื่อผลิตเป็นเนยเค็ม

เนยมีสีเหลือง เพราะมีบีตาแคโรทีน (β-Carotene) ไขมันนมมีกรดไขมันสายสั้น เช่น Butyric acid ปริมาณมาก ทำให้เนยมีจุดหลอมเหลวต่ำ และเมื่อเกิดการหืน (Rancidity) จะเกิดกลิ่นได้ง่าย จึงต้องเก็บรักษาไว้ในที่อุณหภูมิต่ำ (Cold storage) (เนย. ม.ป.ป. : ออนไลน์)



ภาพที่ 2.18 เนย

ที่มา : เนย (ม.ป.ป.: ออนไลน์)

2.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “ข้าวพอง”

ข้าวพอง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวมาหุงให้สุก ผึ่งแดดหรืออบให้แห้งนำมาทอดหรือคั่วให้พอง คลุกกับส่วนผสมของน้ำตาลและเบะแซ่ที่เกี่ยวข้องเหนียวพอเหมาะ อาจเติมส่วนผสมอาหารหรือส่วนประกอบอื่นอัดเป็นแผ่น ตัดเป็นชิ้น

2.3.1 คุณลักษณะที่ต้องการ

2.3.1.1 ลักษณะทั่วไป ต้องพอง แห้ง แต่ละชิ้นไม่ติดกันแน่น สามารถแยกออกได้ง่ายด้วยมือโดยไม่เสียรูปทรง ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน อาจแตกหักได้บ้างเล็กน้อย

2.3.1.2 สี มีสีที่ดีตามธรรมชาติของข้าวพอง

2.3.1.3 กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของข้าวพอง ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม

2.3.1.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส เหนียวพอเหมาะ ไม่ร่วนหรือแข็งกระด้าง

หมายเหตุ : เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

2.3.1.5 สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

2.3.1.6 ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก

2.3.1.7 วัตถุเจือปนอาหาร หากมีการใช้สีให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่

กฎหมายกำหนด

2.3.1.8 จุลินทรีย์

1) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

2) ราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

2.3.2 สุขลักษณะในการทำข้าวพองให้เป็นไปตามคำแนะนำตาม GMP

2.3.3 การบรรจุ

2.3.3.1 ให้บรรจุข้าวพองในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

2.3.3.2 น้ำหนักสุทธิของข้าวพองในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

2.3.4 เครื่องหมายและฉลาก

2.3.4.1 ที่ภาชนะบรรจุข้าวพองทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- 1) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ข้าวพอง บีฟ้าง
- 2) ส่วนประกอบที่สำคัญ
- 3) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร
- 4) น้ำหนักสุทธิ
- 5) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

6) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา

7) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

2.3.5 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

2.3.5.1 รุ่นในที่นี้ หมายถึง ข้าวพองที่มีส่วนประกอบเดียวกันทำในระยะเวลาเดียวกัน

2.3.5.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

1) การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอมการบรรจุและเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากชุดเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 2.3.1.5 ข้อ 2.3.3 และข้อ 2.3.4 จึงจะถือว่าข้าวพองรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2) การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สิกลันรสและลักษณะเนื้อสัมผัสให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบ

3) การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความชื้นและวัตถุเจือปนอาหารให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากชุดเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากชุดเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด

4) การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากชุดเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากชุดเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด

2.3.6 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างข้าวพองต้องเป็นไปตามข้อ 2.3.5.2 (1) ข้อ 2.3.5.2 (2) ข้อ 2.3.5.2 (3) และข้อ 2.3.5.2 (4) ทุกข้อ จึงจะถือว่าข้าวพองรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

2.3.7 การทดสอบ

2.3.7.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สิกลันรสและลักษณะเนื้อสัมผัส

1) ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบข้าวพองอย่างน้อย 5 คนแต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

2) วางตัวอย่างข้าวพองลงบนจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

3) หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้อง

					ปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องพอง แห้ง แต่ละชั้นไม่ติดกันแน่น สามารถแยกออกได้ง่ายด้วยมือโดยไม่เสีรูปทรง ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน อาจแตกหักได้บ้างเล็กน้อย	4	3	2	1
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของข้าวพอง	4	3	2	1
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของข้าวปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม	4	3	2	1
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ต้องเหนียวพอเหมาะ ไม่ร่วนหรือแข็งกระด้าง	4	3	2	1

2.3.7.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอมภาชนะบรรจุและเครื่องหมายและฉลากให้

ตรวจพินิจ

2.3.7.3 การทดสอบความชื้นและวัตถุเจือปนอาหาร

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

2.3.7.4 การทดสอบจุลินทรีย์

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

2.3.7.5 การทดสอบน้ำหนักสุทธิให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

(ข้าวพอง. ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.4 ชนิดของบรรจุภัณฑ์พลาสติก

2.4.1 ซองลามิเนต

ซองลามิเนต คือ ถุงพลาสติกที่มีฟิล์มพลาสติกหลายชั้นจำพวก Polyester (PET), Metalized polyester (M-PET), Polyamide (Nylon), Cast polypropylene (CPP), Metalized cast polypropylene (M-CPP), Bi-Oriented polypropylene (BOPP), กระดาษหรือแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์

โดยพิมพ์ลวดลายด้านหลัง (Reverse print) ของฟิล์ม แล้วประกบเข้ากับพลาสติกอีกชั้นหนึ่งกับ CPP, Polyethylene (HDPE, LLDPE, LDPE) ซึ่งยึดระหว่างชั้นฟิล์มด้วยความร้อน หรือกาว (Adhesive) อย่างไรก็ตามจำนวนชั้นฟิล์มมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับตามความต้องการว่าใช้สำหรับสินค้าประเภทอะไร และสินค้าประเภทดังกล่าวต้องการคุณสมบัติด้านใดบ้าง เมื่อทราบความต้องการดังกล่าวแล้ว จึงจะสามารถเลือกประเภทของฟิล์มให้เหมาะสม และมีคุณสมบัติตรงตามความต้องการเพื่อทำการลามิเนตต่อไป (ชาลินี เลี้ยงวชิรานนท์และธิดาธุธนศ. ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.4.1.1 ชนิดฟิล์มที่ใช้งานและคุณสมบัติของฟิล์มชนิดต่างๆ

ได้แก่ LLDPE, PET, OPP, CPP, ONYLON, AULMINEAM เป็นต้น

ตัวอย่างประเภทของฟิล์มและวัสดุที่นิยมนำมาผลิตฟิล์มลามิเนตสำหรับบรรจุภัณฑ์มีดังนี้

1)ฟิล์ม Polyethylene (PE)

ใช้ฟิล์ม LLDPE และฟิล์ม LDPE ในชั้นในสุด ซึ่งเป็นชั้นปิดผนึกหรือเป็นชั้นที่สามารถสัมผัสกับอาหาร โดยปิดผนึกด้วยความร้อน (Heat sealing) ฟิล์ม PE มีคุณสมบัติยืดหยุ่น นุ่ม และยังสามารถต้านทานต่อความชื้น หรือสารเคมีบางประเภท ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น ถุงน้ำตาล ถุงข้าวสารบรรจุเม็ดพลาสติก เป็นต้น

2)ฟิล์ม Polypropylene (PP)

ใช้ฟิล์ม CPP และ ฟิล์ม BOPP ซึ่งมีคุณสมบัติเด่น ด้านใส เหนียว ทนต่อแรงดึง และยังสามารถต้านทานต่อความชื้นได้ดี โดยส่วนใหญ่ ฟิล์ม CPP และ BOPP ทำหน้าที่เป็นชั้นสำหรับการพิมพ์ลวดลายด้านหลัง ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น ฟิล์มหุ้มซองบุหรี่

3)ฟิล์ม Polyester (PET)

ใช้ฟิล์ม BOPET (Biaxial oriented polyethylene terephthalate) ซึ่งมีคุณสมบัติเด่น ด้านใส เหนียว ด้านทนต่อการขีดข่วนหรือการกระแทก ทรงรูปได้ดี และสามารถทนต่อความร้อนสูงจึงสามารถใช้ได้กับไมโครเวฟนอกจากนี้ยังสามารถต้านทานต่อความชื้น สารเคมีหรือตัวทำละลายต่างๆ รวมถึงสามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซต่างๆ ได้ดี อีกทั้งยังมีคุณสมบัติในการถนอมและรักษาสินค้า หรืออาหารที่บรรจุอยู่ภายใน ดังนั้นจึงรักษาความกรอบของขนมขบเคี้ยวได้ดีกว่าฟิล์ม BOPP ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น บรรจุภัณฑ์ถุงอาหารขนมขบเคี้ยวซองกาแฟถุงบรรจุผงซักฟอก เป็นต้น

4)ฟิล์ม Polyamide, PA (Nylon)

ใช้ฟิล์ม BOPA (Biaxial Oriented Polyamide Film) ซึ่งมีคุณสมบัติต่อต้านการรั่วซึม ทนต่อความร้อน-เย็น มีความเหนียวสูง สามารถนำมาใช้ทำบรรจุภัณฑ์สุญญากาศสำหรับ

บรรจุอาหาร ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น บรรจุภัณฑ์สุญญากาศอาหารแช่แข็งบรรจุภัณฑ์สุญญากาศถุงข้าวสาร เป็นต้น

5)ฟิล์ม Metalized

ใช้ฟิล์ม M-BOPA (Metalized Nylon Film), M-CPP

(Metalized Cast Polypropylene Film), M-PET (Metalized Polyester Film) เป็น ต้น มา ผ่านกระบวนการเคลือบด้วยไอของโลหะอะลูมิเนียม (Aluminum) ทำให้ซองบรรจุภัณฑ์มีสีมันแวววาวสามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและความชื้นได้ดี สามารถยืดอายุของสินค้าภายในได้ดีกว่าแผ่นฟิล์มทั่วไป ดังนั้นฟิล์ม Metalized จึงเหมาะกับการใช้งานด้านบรรจุภัณฑ์ เช่น ถุงอาหารขนมขบเคี้ยว, ซองกาแฟ 3in1 เป็นต้น

6)แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminum foil)

เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับฟิล์มพลาสติกชนิดอื่น แต่ก็มีราคาแพงที่สุดเช่นกัน ผิวของอะลูมิเนียมฟอยล์มีความเงาสวยงามเช่นเดียวกับฟิล์ม Metalized โดยอะลูมิเนียมฟอยล์มีคุณสมบัติ ป้องกันการซึมผ่านได้ทั้งก๊าซ น้ำ กลิ่น น้ำมัน และแสงได้อย่างดีเยี่ยม สามารถปกป้อง ถนอมผลิตภัณฑ์ หรือสินค้าที่บรรจุอยู่ภายในได้ยาวนานกว่าฟิล์มชนิดอื่น สามารถใช้ได้ทั้งบรรจุภัณฑ์อาหาร ยา ฯลฯ ทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลว อีกทั้งสามารถเคลือบผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติในการกักความร้อนได้อีกด้วย

โดยสรุปแล้วซองลามิเนตมีคุณสมบัติที่ดี ดังนี้

- 1) มีความใส เงามา สะดุดตา
- 2) มีความเหนียว มีความต้านทานต่อแรงกระแทก และการฉีกขาด
- 3) ไม่มีกลิ่น
- 4) สามารถกันความชื้น ไนมัน และแสงได้
- 5) สามารถป้องกันไม่ให้อากาศเข้าได้
- 6) สามารถยืดอายุการเก็บของสินค้าที่อยู่ภายในบรรจุภัณฑ์ได้

4.2.1 ชนิดของซองลามิเนต

4.2.1.1 ซองลามิเนต ONYLON (OPA) / LLDPE

(Oriented/Nylon/Linear Low density Polyethylene)

เป็นซองลามิเนตที่ประกอบด้วย ฟิล์ม ONYLON ซึ่งมีคุณสมบัติในการกันการซึมของอากาศได้ดีมากทนต่อการเจาะทะลุได้ดี มีความใส วาว นุ่มทนความร้อน เย็นได้ดี ลามิเนตเก็บฟิล์ม LLDPE ซึ่งมีความยืดหยุ่นสูง ทนเคมีกรดด่างได้ดี ซิลติดได้ง่าย ป้องกันความชื้นได้ดี จึง

เหมาะสำหรับทำซองบรรจุอาหารที่ต้องการการซึมผ่านของอากาศ เช่น ซองบรรจุไส้กรอกบรรจุข้าวแบบสุญญากาศ ยีสต์ ผักดอง หมูยอ ฯลฯ

4.2.1.2) ซองลามิเนต OPET/LLDPE

(Oriented polyester/Linear Low density Polyethylene)

เป็นซองที่ประกอบด้วยฟิล์ม OPET หรือเรียกย่อว่า PET ซึ่งมีคุณสมบัติในการกันอากาศและความชื้นได้ดี มีความใสวาว ทนต่ออุณหภูมิได้ทั้งสูง ต่ำ ลามิเนตกับฟิล์ม LLDPE ซึ่งมีความยืดหยุ่นสูง และฉีกง่าย เหมาะสำหรับบรรจุสินค้า ข้าวสาร ซองกุนเชียง ฯลฯ

2.3) ซองลามิเนต OPP/LLDPE

(Oriented polypropylene/Linear Low density Polyethylene)

เป็นซองที่ประกอบด้วยฟิล์ม OPP ซึ่งมีความใส วาว ทนอุณหภูมิสูงได้พอสมควรแต่ทนอุณหภูมิต่ำได้ไม่ดี กันความชื้นและอากาศได้พอสมควร แต่ผิวฟิล์มค่อนข้างกรอบ ลามิเนตกับฟิล์ม LLDPE หรือ CPP เหมาะสำหรับบรรจุ อาหารแห้ง ขนมขบเคี้ยว ฯลฯ อนึ่งในกรณีลามิเนตด้วย CPP ซองจะใสกว่าลามิเนตด้วยฟิล์ม LLDPE

2.4) ซองลามิเนต CPP/LLDPE

(Cast polypropylene/Linear Low density Polyethylene)

ด้วยคุณสมบัติความใส แต่ยังคงมีความยืดหยุ่นพอสมควรนำมาใช้แทน OPP, OPET, NYLON ในการพิมพ์ และนำลามิเนตกับฟิล์ม LLDPE ทำให้ได้ซองลามิเนตที่มีความใส วาว พอสมควรแต่ทนต่อการฉีกขาดได้ดีกว่าการใช้กลุ่ม Oriented ฟิล์ม จึงมีการนำมาประยุกต์ใช้กับถุงบรรจุข้าวสารที่ต้องการลามิเนตเพื่อความสวยงาม และมีความแข็งแรงพอสมควร (ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับถุงพลาสติก. ม.ป.ป. ออนไลน์)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 ข้าวเหนียว

ข้าวเหนียว (Waxy rice, **Oryza sativa**) เป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีปริมาณ อะไมโลเพคตินอยู่สูง ทำให้มีคุณสมบัติอ่อนนุ่มและการเกาะติด (Stickiness) ข้าวเหนียวจึงถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารหลายชนิด เช่น ขนมปังกรอบ ขนมกรอบพอง และข้าวพอง เป็นต้น (Keeratipibul and

Luangsakul, 2008) ผลิตภัณฑ์ข้าวพองที่ทำขายเป็นผลิตภัณฑ์พื้นบ้านทั่วไปที่พบเห็นในประเทศไทย ได้แก่ ข้าวตอก ข้าวเม่า ข้าวคั่ว ข้าวตัง ข้าวแต่น (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2550) ข้าวพอง หรือธัญพืชพองมักใช้เป็นอาหารเช้าพร้อมรับประทาน หรือใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ สแนค(Yadahally et al. 2009)

2.5.1.1 ข้าวเหนียวดำ

เมล็ดข้าวเหนียวดำมีสารสำคัญชื่อแกมมา โอไรซานอล(Gamma oryzanol) ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Antioxidant) สามารถลด Cholesterol triglyceride และเพิ่มระดับของ High density lipoprotein (HDL) ในเลือดมีผลต่อการทำงานของต่อมไธรอยด์ยับยั้งการอักเสบในกระเพาะอาหารและการรวมตัวของเกล็ดเลือดลดน้ำตาลในเลือด และเพิ่มระดับของสารโพลีฟีนอลอินซูลินของคนเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันช่วยการหมุนเวียนของกระแสโลหิต ชะลอการเสื่อมของเซลล์ร่างกาย โดยเฉพาะแอนโทไซยานินชนิดที่พบในข้าวสีม่วงกลุ่มอินดิค้ำซึ่งรวมถึงข้าวดำไทยคือCyanidin 3-Glucoside มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งปอดสารสกัดในข้าวเหนียวดำยังมีคุณสมบัติช่วยสร้างเม็ดเลือดแดงสร้าง “วิลโล” ในผนังลำไส้เล็กซึ่งเป็นส่วนที่ยื่นออกมาเพื่อดูดซึมสารอาหารทำให้ร่างกายสามารถดูดซับสารอาหารได้มากขึ้นส่งผลให้ร่างกายเจริญเติบโตและแข็งแรงยิ่งขึ้นนอกจากนี้ยังพบสารประกอบอื่นๆในเมล็ดข้าวเหนียวดำที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีเข้มได้แก่โปรตีนซึ่งในข้าวกล้องมีปริมาณโปรตีนและกรดอะมิโนที่สำคัญคือไลซีน (Lysine) สูงกว่าข้าวสารธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวโดยทั่วไปแล้วมีแนวโน้มว่าพันธุ์ข้าวที่มีกลิ่นหอมและมีสี (แดงและดำ) จะมีปริมาณธาตุเหล็กสูงกว่าพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง แต่ไม่มีกลิ่นหอมและไม่มีสี (Gregorio, 2002) และพบว่าพันธุ์ข้าวของจีนที่มีเมล็ดยาวสีแดงมีปริมาณธาตุเหล็กสูงสุดถึง 64 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม(Kennedy and Burlingame, 2003) สังกะสีโดยที่ข้าวต่างสีและมีกลิ่นหอมมีแนวโน้มที่มีธาตุสังกะสีในปริมาณสูงวิตามินเป็นสารอาหารที่ร่างกายไม่สามารถสร้างเองได้แต่มีความสำคัญช่วยให้ร่างกายทำงานเป็นปกติเช่นวิตามินเอช่วยในการเจริญเติบโตบำรุงสายตา และซ่อมแซมเนื้อเยื่อ ช่วยพัฒนากระดูกและฟัน และช่วยสร้างภูมิคุ้มกันโรควิตามินอี(Tocopherol) ช่วยชะลอการแก่ของเซลล์ให้การกระจายออกซิเจนในกระแสเลือดดีขึ้น ป้องกันการสะสมและการเกาะของแคลเซียมในหลอดเลือดเป็นสารหลักของสารต้านอนุมูลอิสระช่วยในการดูแลรักษาผิวรักษาแผลเป็นและลดริ้วรอยบนผิวจึงนิยมาผสมเครื่องสำอางวิตามินบี 1(Thiamine) เป็นสารอาหารที่มีบทบาทในกลไกการย่อยคาร์โบไฮเดรตในร่างกายให้ดีขึ้น ทำให้ร่างกายรับอาหารได้มากขึ้น ช่วยสนับสนุนระบบการทำงานของประสาทหัวใจและกล้ามเนื้อ วิตามินบี 2(Riboflavin) จำเป็นสำหรับสุขภาพของผิวหนังและระบบประสาทช่วยบำรุงสายตา

วิตามินบี 6(Pyridoxine) จำเป็นสำหรับสุขภาพของผิวหนังการทำงานของกระเพาะอาหารและลำไส้รวมทั้งการทำงานของระบบประสาทต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) เป็นสารที่ทำหน้าที่ต่อต้านหรือยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันหยุดปฏิกิริยาถูกใช้ของอนุมูลอิสระป้องกันไม่ให้อนุมูลอิสระไปมีผลทำลายเซลล์ในร่างกายซึ่งก่อให้เกิดโรคหลายชนิด โดยปกติในร่างกายมีระบบควบคุมหรือป้องกันอนุมูลอิสระแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ กลุ่มของเอนไซม์กลุ่มของสารและโปรตีนบางชนิดและกลุ่มของสารอาหารบางชนิดปัจจุบันสารต้านอนุมูลอิสระถูกนำมาใช้ในการส่งเสริมสุขภาพป้องกันและรักษาโรคต่างๆในรูปของอาหารและสมุนไพรโดยเฉพาะประเภทที่มีวิตามินซีวิตามินอีและวิตามินเอ ซีลีเนียมและเบต้าแคโรทีน รวมทั้งสารประกอบฟีนอลิกซึ่งทำหน้าที่ขจัดอนุมูลอิสระได้ดี

1)สรรพคุณทางยาของข้าวเหนียวดำ

เนื่องจากในข้าวกล้องของข้าวเหนียวดำมีปริมาณสารแกมมาโอไรซานอลและสามารถสังเคราะห์สารแอนโทไซยานินได้มากกว่าข้าวขาวจึงได้มีการนำคุณสมบัตินี้มาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์โดยพบว่าสารแกมมาโอไรซานอลจะช่วยกระตุ้น Growth hormone ทำให้ร่างกายทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้นร่างกายจึงสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานต่อโรคต่างๆหรือบำบัดอาการของโรคเรื้อรังต่างๆด้วยตัวเองโดยเฉพาะโรคที่เกี่ยวกับความเสื่อม ด้านมะเร็งอัมพฤกษ์ โรคหัวใจ ความดันโลหิต ลดคอเลสเตอรอล เส้นเลือดตีบ โรคเก๊าท์ ไมเกรนลดความเครียดช่วยให้นอนหลับ แก้ปัญหาวัยทองปวดประจำเดือนและสมรรถภาพเพศชายในต่างประเทศได้มีการนำสาร GABA (Aminobutyric acid) ที่พบในข้าวกล้องงอกมาใช้ในวงการแพทย์เพื่อรักษาโรคเกี่ยวกับประสาท เช่น โรควิตกกังวล โรคนอนไม่หลับ และโรคลมชักเพราะสาร GABA หรือกรดแกมมาอะมิโนบิวทิริกจัดอยู่ในกลุ่มกรดโปรตีนที่ช่วยบำรุงเซลล์ประสาททำให้สมองเกิดการผ่อนคลายป้องกันการทำลายสมองซึ่งเป็นสาเหตุของโรคสูญเสียความทรงจำหรืออัลไซเมอร์การเตรียมข้าวกล้องงอกแบบใหม่คืองอกทิ้งเปลือกทำให้ได้สาร GABA สูงขึ้นโดยพันธุ์ข้าวมะลิแดง ให้สาร GABA สูงที่สุด (12 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) นอกจากนี้ตามภูมิปัญญาท้องถิ่นเชื่อว่าข้าวเหนียวดำเป็นสมุนไพรสามารถรักษาโรคได้หลายชนิด (ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2551) เช่น โรคตกเลือดในสตรีโรคท้องร่วงโรคผิวหนังเช่น โรคหิดเป็นต้น

2)การใช้ข้าวเหนียวดำในการประกอบอาหาร

ข้าวเหนียวดำนอกจากใช้รับประทานเป็นข้าวกับอาหารหลากหลายชนิดของชาวอีสานเช่นส้มตำไก่ย่างฯหรืออาหารของชาวเหนือเช่นน้ำพริกหนุ่มฯแล้วยังสามารถดัดแปลงเพื่อทำอาหารคาวหวานได้อีกหลายชนิดเช่นข้าวเม่านึ่งมีข้าวเหนียวดำเป็นอาหารไทยที่นิยมทานเล่นของเด็กในสมัยก่อนและหาทานได้ยากในปัจจุบันซึ่งลักษณะของข้าวเม่านึ่งคือข้าวเม่าทอด

กรอบสี่เหลี่ยมมวลผสมน้ำตาลทรายกึ่งแห้งถั่วลิสงเต้าหู้เหลืองหั่นเป็นชิ้นเล็กๆทอดกรอบพร้อมกลิ่นหอมอ่อนๆของกระเทียมเจียววางเสิร์ฟข้าวเหนียวดำบะจ่างข้าวเหนียวดำข้าวแตน ข้าวเหนียวดำ

3) การพองตัว

การพองตัวของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์ เพราะเป็นปัจจัยคุณภาพอย่างหนึ่งของการยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค กระบวนการทำให้อาหารพองนั้นสามารถที่จะแบ่งได้กว้างๆ คือ กรรมวิธีการทำให้พองในสภาวะความดันบรรยากาศปกติ (Atmospheric pressure process) และอีกกรรมวิธีหนึ่งคือ การให้ความดันแก่อาหารแล้วลดความดันลงทันทีทันใด (Matz. 1970) ตัวอย่างของกรรมวิธีการทำให้พองในสภาวะความดันบรรยากาศปกติด้วยการให้อาหารนั้นกระทบความร้อนโดยทันทีทันใดได้แก่ การทำให้พองด้วยทรายร้อน การทำให้พองด้วยอากาศร้อน การทำให้พองด้วยน้ำมันร้อน และการทำให้พองด้วยลูกกลิ้งร้อน (Chandrasekhar. 1989) และตัวอย่างของกรรมวิธีการให้ความดันแก่อาหารแล้วลดความดันลงทันทีทันใดได้แก่วิธี Gunpuffing (Hoseney. 1986) คุณสมบัติสำคัญที่จะทำให้อาหารเกิดการพองตัวได้มากหรือน้อยนั้น คือ ความเร็วของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความดัน (Hoseney. 1986) การใช้ทรายร้อนทำให้พองทำได้รวดเร็วแต่ว่ามักพบปัญหาการปนเปื้อนของทราย ส่วนการใช้วิธี Gunpuffing นั้นในกระบวนการต้องใช้แรงดันสูงมากและลดความดันลงทันทีทันใดจะเกิดการขยายตัวของไอน้ำอย่างรวดเร็วอีกทั้งไปดันโครงสร้างของเมล็ดให้ขยายตัวออกและน้ำระเหยออกไปทันทีทันใดทำให้โครงสร้างของเมล็ดแห้งแข็งตัวเกิดเป็นรูพรุนเล็กๆ (Porous structure) มากมาย (Hoke et al. 2007) เป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง (Sullivan and Craig. 1984) ในการทำเมล็ดข้าวพอง (Hoke, Housova and Houska. 2005) ในกระบวนการนั้นเกิดการถ่ายเทความร้อนของสารที่อยู่ในแป้ง (Amylose and amylopectin) ผลของการพองตัวนั้นยังมีอิทธิพลจากรูปทรงพื้นฐานและส่วนประกอบของเมล็ดข้าวอีกด้วย (Mariotti et al. 2006) กระบวนการทำให้พองนั้นยุ่งยากซับซ้อนนอกจากต้องใช้ความดันและอุณหภูมิสูงแล้วยังต้องอาศัยประสบการณ์ความชำนาญสูงในการควบคุมอีกด้วย การใช้ความดันที่สูงและอุณหภูมิที่สูงจะทำให้เมล็ดข้าวไหม้ ส่วนการใช้ความดันที่ต่ำจะไม่ทำให้เมล็ดข้าวเกิดการขยายตัว อัตราเร็วของการอัดความดันเข้าไปในถังมีผลต่อปริมาณน้ำหรือความชื้นที่เดิมเข้าไปในข้าว (Hoke et al. 2007) ถ้าความดันน้อยกว่าความต้านทาน ลักษณะเนื้อสัมผัสจะไม่ดี มีรูพรุนไม่สม่ำเสมอ ส่วนที่เป็นรูพรุนก็จะแห้ง การทำข้าวให้พองนั้นมีใช้ข้าวทุกสายพันธุ์จะเหมาะสมสำหรับทำให้พองได้เช่น ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงไม่เหมาะสำหรับการทำให้พอง เพราะมีค่าดัชนีการพองตัวต่ำกว่าข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ (Shuh and Tsai. 1995) อาหารที่ผ่านการทำให้พองตัวนอกจากจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นแล้วยังเกิดการแห้งตัวไปพร้อมกันด้วย (Kozempel et al. 1989) ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการพองตัวของอาหาร คือ อุณหภูมิในการพองตัว

ช่วงเวลาในการพองตัว (Puffing duration) ปริมาณความชื้นเริ่มต้นของชิ้นอาหาร อาหารขบเคี้ยวประเภทสุกพองทันทีที่ต้องการการอบแห้งหลังจากกระบวนการอัดพอง ความชื้นของวัตถุดิบเริ่มต้นมีค่าประมาณร้อยละ 15-20 ความชื้นของอาหารขบเคี้ยวลดลงเป็นร้อยละ 8-12 เมื่อผ่านกระบวนการอัดพอง เนื่องจากน้ำจะถูกความร้อนทำให้งายเป็นไอน้ำและระเหยออกไป ดังนั้นจึงต้องอบไล่ความชื้นเหลือเพียงร้อยละ 2-3 เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่กรอบแห้งและเพื่อเป็นการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ รวมถึงปริมาณของแป้งที่มีอยู่ในชิ้นอาหาร การพองของอาหารเกิดจากอณูของน้ำที่ถูกกักเก็บอยู่ในชิ้นอาหารกลายเป็นไอน้ำและเกิดการขยายตัวโดยทันทีทันใด (Suddenly) ไปดันให้โครงสร้างชิ้นอาหารเกิดการพองตัวออกและทำให้อาหารสุกไปพร้อมๆ กันอาหารที่ผ่านการทำให้พองแล้วจะมีลักษณะเป็นรูพรุนของโพรงอากาศ ที่มีปริมาตรเพิ่มขึ้น ลักษณะเนื้อสัมผัสคล้ายผลิตภัณฑ์สแนค (Snack) สามารถที่จะนำไปคลุกผสมกับผงปรุงรส (Flavors) ต่างๆ เพิ่มความชอบของผู้บริโภค บรรจุในซองพลาสติกที่ป้องกันความชื้นซึมผ่าน นำไปจำหน่ายในท้องตลาด (Arya, 1992) ผลิตภัณฑ์อาหารว่าง (Snacks) จากข้าวที่ผลิตโดยกรรมวิธีการทอดหรือการอบให้พองตัว โดยทั่วไปจะใช้ข้าวเหนียว เพราะว่ามีคุณสมบัติด้านการเกาะติดกันไม่มีอะไมโลสในแป้งและมันสามารถขยายตัวได้ดีเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นรูพรุน (Maneerote, Noomhorm and Takhar, 2009) นอกจากนี้ Chandrasekhar and Chattopadhyay (1988) ได้ทำข้าวให้พองด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียสในเครื่องทำลมร้อนแบบฟลูอิดไคซ์เบด (Continuous heated air fluidized bed puffing machine) Zapotocny et al. (2006) ได้ศึกษาการทำให้เมล็ดผักโขม (Amaranth seeds) พองโดยใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 290 องศาเซลเซียสผ่านเครื่อง Fluidized Bed การใช้ข้าวเหนียวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงมาทำขนมปังจะทำให้การพองตัวน้อยกว่า และเนื้อสัมผัสแข็งกว่าข้าวเหนียวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ (Keeratipibul and Luangsakul, 2008) ในแถบเอเชียจะใช้ข้าวเหนียวบดและแป้งข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์หลากหลาย เช่น ของหวาน ขนมเค้ก ขนมอบ ขนมปังกรอบ ข้าวพอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้แป้งข้าวเหนียวทำขนมกรอบพองจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการขยายตัวได้ดี ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่กรอบโครงสร้างเป็นรูพรุนละลายในปาก (Hsieh and Luh, 1991) กรรมวิธีการทำขนมปังกรอบจากข้าว (Rice Crackers หรือ Arare) ที่ผลิตขายในระดับอุตสาหกรรมจะใช้ข้าวเหนียวเมล็ดหัก นำมาแช่น้ำที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12-24 ชั่วโมง สะเด็ดน้ำแล้วทำการไม่ให้เป็นแป้ง แล้วนำไปนึ่งไอน้ำเพื่อให้แป้งสุกเป็นเวลาประมาณ 20-30 นาที จากนั้นจึงนำแป้งโด (Dough) ไปผ่านเครื่องนวด (Screw Kneader Machine) แล้วนำก้อนแป้งใส่ภาชนะพักไว้เป็นเวลา 2 วัน ที่อุณหภูมิ 2-5 องศาเซลเซียส เพื่อให้ก้อนแป้งเกิดการแข็งตัวขึ้น จากนั้นจึงนำมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดกว้าง×ยาว×สูง โดยประมาณ 6.0×5.0×0.5 มิลลิเมตรต่อจากนั้นนำชิ้นแป้งไปผ่านกระบวนการทำให้แห้ง 2 ครั้งด้วยอุณหภูมิ

ร้อน 50-55 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเหลือความชื้นสุดท้าย ร้อยละ 23 และขั้นตอนสุดท้ายนำไปเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาทีผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการพองตัว (%Volume expansion) คิดเป็นร้อยละ 224-298 ซึ่งถ้าใช้แป้งจากข้าวที่ไม่ใช่ข้าวเหนียว (Non glutinous rice flour) มาป่นมากขึ้นจะทำให้ขนมปังกรอบมีการพองตัวน้อยลง การแช่น้ำเมล็ดข้าวเหนียวเป็นเวลานานหลายๆ ชั่วโมง ให้ข้าวดูดน้ำเข้าไปมากก่อนการทำให้สุกจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ขนมปังกรอบจากข้าวเหนียวเกิดการพองตัวขยายปริมาตรได้ดีและเนื้อสัมผัสที่ดีอีกด้วย (KeeratipibulandLuangsakul, 2008)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 ระยะเวลาและสถานที่ในการดำเนินงาน

เริ่มดำเนินการ	มกราคม 2558
สิ้นสุด	มีนาคม 2559
สถานที่ในการดำเนินงาน	โรงงาน นาร่องอุตสาหกรรมเกษตร และอาคาร ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

3.2 วิธีการดำเนินการศึกษา

3.2 วิธีการดำเนินการศึกษา

3.2.1 การศึกษากระบวนการผลิตข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด และคุณภาพของข้าว
กล้องพองปราศจากน้ำมันทอด และคุณภาพด้านประสาทสัมผัส

3.2.1.1 การทำข้าวให้สุก

1) วัตถุดิบ

1.1) ข้าวกล้อง พันธุ์สันป่าตอง พันธุ์ กข 6 พันธุ์ กข 10

1.2) ข้าวกำลังผิว ข้าวกำลังทอง ข้าวกำลังพะเยา

2) วัสดุอุปกรณ์

2.1) หม้อหุงข้าว(ยี่ห้อ SHARP รุ่น KS-ZT10 ความจุ 1.0 ลิตร)

2.2) กระตมั่ง (อลูมิเนียม/พลาสติก)

2.3) เครื่องชั่ง(ยี่ห้อKENWOOD รุ่นDS800Max:5kg/11lbความละเอียด : 1 g/0.05

oz)

2.4) กระบอกตวง (Cylinder)ขนาด 100 มิลลิลิตร (ความคลาดเคลื่อนปริมาตร
 ± 1.0 , Witeg, Germany)

2.5) น้ำอ่อน (Soft Water)

3) วิธีการทำ



ภาพที่ 3.1 กระบวนการการทำข้าวให้สุก

หมายเหตุ : สังเกตว่าเมล็ดข้าวไม่เกาะติดกัน ถ้าเมล็ดข้าวเกาะติดกันเป็นก้อนแสดงว่าใส่น้ำมากและเมื่อใช้มือบีบหากเมล็ดข้าวแบนได้ง่ายแสดงว่าเมล็ดข้าวสุก

3.2.1.2 การบ่มข้าวให้เย็นตัวและการทำแห้งอย่างช้าๆ (Curing) ในอุณหภูมิต่ำ

การบ่มข้าวให้เย็นตัวลงและการทำแห้งอย่างช้าๆ (Curing) ในอุณหภูมิต่ำ เป็นปัจจัย

สำคัญที่สุดของกรรมวิธีการทำข้าวพองปราศจากน้ำมันทอด

1) วัตถุดิบ

1.1) ข้าวที่ได้จากกรรมวิธีการทำข้าวให้สุก

2) วัสดุอุปกรณ์

2.1) ห้อเย็น หรือตู้ทำความเย็น อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส

2.2) ถาดใส่ข้าวสุก

3) วิธีการทำ

นำข้าวที่หุงสุกแล้วใส่ถาด เกลี่ยให้ความสูงของเมล็ดข้าวในภาชนะไม่เกิน 1/2 นิ้ว



นำไปทำให้เย็นตัวและทำแห้งอย่างช้าๆ (Curing) ในอุณหภูมิต่ำ โดยใช้ตู้เย็นหรือห้องเย็น ที่มีช่วงอุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

ภาพที่ 3.2 กระบวนการการบ่มข้าวให้เย็นตัวและการทำแห้งอย่างช้าๆ (Curing) ในอุณหภูมิต่ำ

3.2.1.3 การลดความชื้นในเมล็ดข้าว

1) วัตถุประสงค์

1.1) ข้าวที่ผ่านกระบวนการการบ่มข้าวให้เย็นตัวและการทำแห้งอย่างช้าๆ (Curing) ในอุณหภูมิต่ำ

2) วัตถุประสงค์

2.1) โรงตากข้าวมีหลังคาที่แสงอาทิตย์สามารถส่องเข้าได้ และมีตาข่ายคลุม ป้องกันแมลงหรือสัตว์ต่างๆ

3) วิธีการทำ

นำข้าวที่หุงสุกไปบ่มในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง (หรือ 2 คืน)
มาลดความชื้นด้วยวิธีการตากแสงแดดเป็นเวลา 8 ชั่วโมง
(หรือจนกว่าเมล็ดข้าวจะแห้งและเหลือความชื้นประมาณ 3%)

หรือ

ลดความชื้นด้วยตู้อบรมร้อนที่อุณหภูมิ 45-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-8 ชั่วโมง



นำเมล็ดข้าวที่แห้งมาร้อนผ่านตะแกรงเพื่อคัดแยกเมล็ดข้าวที่จับตัวเป็นก้อนทิ้ง ซึ่งจะใช้เฉพาะเมล็ด ข้าวที่เป็นเมล็ดเดี่ยว

ภาพที่ 3.3 กระบวนการการลดความชื้นในเมล็ดข้าว

หมายเหตุ : เมื่อลดความชื้นในเมล็ดข้าวลงตามทีกล่าวข้างบนแล้วสามารถเก็บรักษาข้าวไว้ใน
ภาชนะปิดมิดชิดที่อุณหภูมิปกติได้เป็นเวลานานหลายเดือนโดยที่ข้าวไม่เสื่อมเสีย ข้อ
ควรระวังในขั้นตอนนี้คือ หากใช้อุณหภูมิสูงเกินไปหรือตากแสงแดดแรงเกินไปอาจ
ทำให้เมล็ดข้าวแตกร้าวเมื่อนำมาคั่วจึงมีโอกาที่จะแตกหักเป็นท่อนได้มาก

3.2.1.4 การทำให้ข้าวพองตัว

1)การทำให้ข้าวพองตัวโดยการคั่วในกระทะ

1.1) วัสดุดิบ

1) ข้าวที่ผ่านกระบวนการการลดความชื้นในเมล็ดข้าว

1.2) วัสดุอุปกรณ์

1) กระทะ

2) ตะหลิว

3) เตาแก๊ส

4) ถาดทนความร้อน

1.3) วิธีการทำ

นำข้าวที่ผ่านกระบวนการการลดความชื้นในเมล็ดข้าวมาคั่วในกระทะร้อนโดยการให้ความร้อนสูง
ที่อุณหภูมิ 250-300 องศาเซลเซียส ใส่ข้าวบางๆ ในกระทะเป็นเวลา 10-20 วินาที



ข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

ภาพที่ 3.4การทำให้ข้าวพองตัวโดยการคั่วในกระทะ

หมายเหตุ : เมื่อเมล็ดข้าวได้รับความร้อนสูงในเวลาสั้นจะทำให้ น้ำหรือความชื้น (Moisture) ที่
เหลืออยู่ในเมล็ดข้าวกลายเป็นไอน้ำและขยายปริมาตรอย่างรวดเร็วเกิดแรงดันไป
ผลักดันช่องว่างที่มีไอน้ำอยู่ในโครงสร้างของเมล็ดแบ่งให้โครงสร้างของแป้งขยายตัว
และแห้ง

2)การทำให้ข้าวพองตัวโดยการอบในเตาอบ

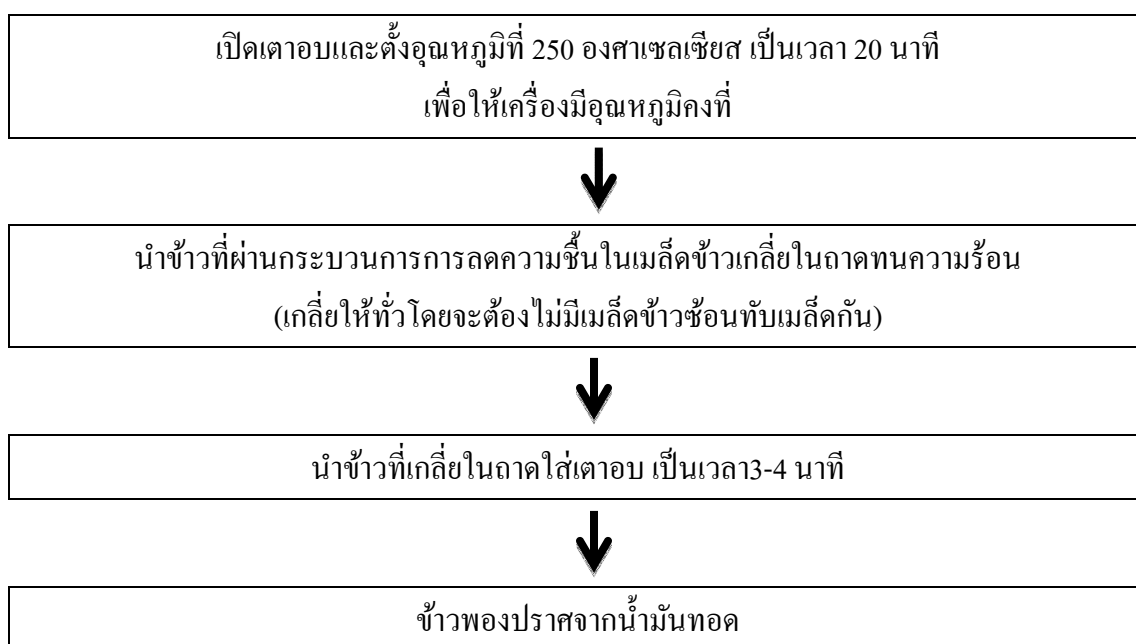
1) วัตถุประสงค์

1.1) ข้าวที่ผ่านกระบวนการการลดความชื้นในเมล็ดข้าว

2) วัสดุอุปกรณ์

2.1) เตาอบเบเกอรี่ (ยี่ห้อ BAKBAR)

3) วิธีการทำ



ภาพที่ 3.5การทำให้ข้าวพองตัวโดยการอบในเตาอบ

3.2.1.5 การศึกษาคุณภาพข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

เมื่อได้ข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดแล้ว จึงนำมาวิเคราะห์ค่าคุณภาพเพื่อให้ทราบว่าข้าวแต่ละพันธุ์มีคุณสมบัติการพองตัวแตกต่างกันหรือไม่และวิธีการทำให้ข้าวพองตัวมีผลต่อการพองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่โดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9 – Point Hedonic Scale ทดสอบความชอบโดยรวมของผู้บริโภคแล้วจึงนำผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วยวิธี ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS และรายงานผลการทดสอบ เพื่อนำไปใช้ในการคัดเลือกข้าวกล้องพองว่าควรใช้ข้าวกล้องพันธุ์ใด วิธีการใด และข้าวเก่าพันธุ์ใด วิธีการใด เป็นวัตถุประสงค์ดีที่สุดเพื่อนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มต่อไป

1)การวัดขนาดของเมล็ด

วัดความกว้าง ความยาว ของเมล็ด จากตัวอย่างข้าวตัวอย่างละ 30 เมล็ด โดยการ
 สุ่มวัด โดยเวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier Calipers) คิตติคอล (ยี่ห้อ Mitutoyo หน่วยเป็น 0.01
 มิลลิเมตร) แล้วจึงนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยและประเมินขนาดเมล็ด

2) การวัดอัตราส่วนการพองตัว (Expansion Ratio)

การวัดอัตราส่วนการพองตัว ทำโดยการนำเมล็ดข้าวที่ผ่านกระบวนการต่างๆ
 จนกระทั่งถึงการลดความชื้นในเมล็ดข้าว แล้วจึงนำเมล็ดข้าวมาวัดปริมาตรในกระบอกตวงขนาด
 500 มิลลิลิตร จะเป็นปริมาตรก่อนการพองตัว จากนั้นนำเมล็ดข้าวดังกล่าวผ่านกระบวนการทำให้
 พอง แล้วจึงนำข้าวพองมาวัดปริมาตรอีกครั้ง จะเป็นปริมาตรหลังการพองตัว แล้วคำนวณอัตราส่วน
 การพองตัวได้จากสูตร (Segnini, Pedreschi, & Dejmeek, 2004)

$$\text{อัตราส่วนการพองตัว} = \frac{\text{ปริมาตรหลังการพองตัว}}{\text{ปริมาตรก่อนการพองตัว}}$$

3.3.1.6 การทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scales ซึ่ง
 ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน

1) การเตรียมตัวอย่างและการนำเสนอตัวอย่าง

1.1) ทำการเตรียมตัวอย่างข้าวกล้องพอง 12 ตัวอย่าง ซึ่งได้จากการเตรียมข้าว
 กล้องพองจากข้าวเหนียว 6 พันธุ์ ที่ผ่านกระบวนการทำให้พองจาก 2 วิธี วางตัวอย่างข้าวกล้องพอง
 ลงบนถ้วยเสิร์ฟจำนวน 1 ซ้อนโต๊ะต่อตัวอย่าง

1.2) นำเสนอตัวอย่างโดยใช้รหัสเลขสุ่ม 3 หลักให้แต่ละตัวอย่างและสุ่มให้มี
 ลำดับการนำเสนอของตัวอย่าง

2) ผู้ทดสอบชิม

ผู้ทดสอบชิมในการศึกษานี้ได้จาก บุคลากรมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระ
 เกียรติ อำเภอร่องาง จังหวัดแพร่ ซึ่งมีจำนวนทั้ง 30 คน คัดเลือกผู้ทดสอบที่มีสุขภาพร่างกาย
 แข็งแรง ผู้ทดสอบชิมไม่ได้ผ่านการฝึกฝน

3) การทดสอบชิมและแบบทดสอบทางคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผู้ทดสอบจะต้องทดสอบชิมตัวอย่างข้าวกล้องพองแล้วประเมินคุณลักษณะ
 ทางด้านสี กลิ่น รสชาติเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของข้าวกล้องพองออกมาเป็นค่าคะแนน
 ความชอบโดยรวม ตั้งแต่ 1 – 9 โดยต้องทดสอบตัวอย่างที่นำเสนอจากซ้ายไปขวาตามลำดับ และ
 เขียนตัวเลขลงในช่องว่างหลังคำอธิบายที่ผู้ทดสอบชิมมีต่อข้าวกล้องพองนั้นตามที่ผู้ทดสอบชิม
 เห็นสมควร และทำการบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างถัดไปทุกครั้ง โดยกำหนดให้คะแนนความชอบ
 ทางประสาทสัมผัส ดังนี้

ไม่ชอบมากที่สุด	= 1	ไม่ชอบเล็กน้อย	= 4	ชอบปานกลาง	= 7
ไม่ชอบมาก	= 2	เฉยๆ	= 5	ชอบมาก	= 8
ไม่ชอบปานกลาง	= 3	ชอบเล็กน้อย	= 6	ชอบมากที่สุด	= 9

3.2.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

3.2.2.1 การศึกษาสูตรมูลี่บาร์

การศึกษสูตรการทำมูลี่บาร์ในท้องตลาด พบว่าสูตรที่มีการเผยแพร่ในอินเทอร์เน็ต

มีดังนี้

ตารางที่ 3.1 สูตรมูลี่บาร์

วัตถุดิบ	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6
ข้าวโอ๊ต	200 ก.	1 ถ.	160 ก.	1 ถ.	100 ก.	-
ข้าวพอง	-	-	-	-	-	2 ถ.
เนยสด	-	125 ก.	-	1 ชต.	250 ก.	1/2 ถ.
น้ำผึ้ง	110 มล.	2 ชช.	60 มล.	1/2 ถ.	-	1/2 ถ.
เมล็ดทานตะวัน	30 ก.	1/2 ถ.	-	-	40 ก.	-
เมล็ดฟักทอง	30 ก.	-	-	-	-	1/4 ถ.
มะพร้าวอบแห้ง	-	1 ถ.	-	-	-	1/2 ถ.
น้ำตาลปิ่น	-	1/2 ถ.	96 ก.	1 ชต.	50 ก.	-
คอนเฟล็กซ์บด	-	2 ถ.	-	1/4 ถ.	-	-
ผลไม้แห้ง	-	-	2 ถ.	1/2 ถ.	180 ก.	1/4 ถ.
ถั่วลิสงคั่ว	-	-	-	-	-	1/4 ถ.
งาขาว งาดำ	-	-	-	-	110 ก.	1/4 ถ.
มูสลี่	-	-	-	-	500 ก.	-
ลูกเกด	45 ก.	-	-	-	100 ก.	1/4 ถ.
แป้ง	-	-	-	-	100 ก.	-
กลูโคสไซรัป	-	-	-	-	-	1/3 ถ.
อัลมอนด์สับ	-	-	-	15 ก.	50 ก.	-
น้ำเปล่า	-	-	15 มล.	1 ชต.	-	-
น้ำมันมะกอก	-	-	89 มล.	-	-	-
เนยถั่ว	-	-	60 ก.	-	-	-
น้ำมันรำข้าว	4 ชต.	-	-	-	-	-
อบเชยป่น	1/2 ชช.	-	1/4 ชช.	-	-	-
บลูเบอร์รี่แห้ง	45 ก.	-	-	-	-	-
เกลือ	-	-	1/2 ชช.	-	-	-

หมายเหตุ : ก. = กรัม, ถ. = ถ้วยตวง, ชต. = ช้อนโต๊ะ, มล. = มิลลิลิตร

1) สูตรที่ใช้ คือ สูตรที่ 6 ปรับส่วนผสมโดยใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น โดยสูตรนี้มีส่วนผสมของธัญพืชและส่วนผสมต่างๆ ที่ครบถ้วนตามหลักโภชนาการตามที่ร่างกายต้องการ จากนั้น จึงนำมาปรับส่วนผสมให้เป็นน้ำหนัก (กรัม) ได้ดังนี้

1.1) ส่วนผสมสำหรับผลิตภัณฑ์มูสลี่ 18 แท่งเล็ก

(ขนาด กว้าง×ยาว×สูง = 3×8×1 เซนติเมตร)

ข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด 2 ถ้วยตวง

กลูโคสไซรัป	15	กรัม
น้ำผึ้ง	50	กรัม
เนยเค็ม	15	กรัม
มะพร้าวคั่ว	50	กรัม
ถั่วลิสงคั่ว	15	กรัม
งาขาว งาคั่ว	15	กรัม
เมล็ดฟักทอง	15	กรัม
ผลไม้อบแห้ง	15	กรัม
ลูกเกด	15	กรัม
น้ำเปล่า	10	กรัม

หมายเหตุ : หน่วยถั่วตวง คือ ถั่วตวงของแห้ง

สามารถปรับเปลี่ยนถั่วหรือผลไม้อบแห้งได้ตามความชอบ

1.2) วิธีการทำ

1.2.1) ตั้งกระทะและเปิดไฟกลาง จากนั้นใส่น้ำเปล่า กลูโคสไซรัป (แบบแซะ) และน้ำผึ้งลงไปเคี่ยวในกระทะ ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสประมาณ 7 นาที เคี่ยวจนหนืด

1.2.2) ใส่ข้าวกล้องพอง ถั่วลิสงคั่ว เมล็ดฟักทอง มะพร้าวคั่ว ลูกเกด งาขาว งาคั่ว และผลไม้อบแห้ง คนให้เข้ากัน

1.2.3) ตักใส่ถาดและใช้ลูกกลิ้งกดอัดให้แน่น

1.2.4) ตัดเป็นชิ้นขนาด $3 \times 8 \times 1$ เซนติเมตร และนำไปให้ความเย็นเพื่อให้แข็งตัวจับกันเป็นแท่ง

1.2.5) นำผลิตภัณฑ์มูสตีบาร์บรรจุลงในบรรจุภัณฑ์

1.2.6) ผนึกซองโดยใช้การซีล (Sealing)(เครื่องซีลยี่ห้อ AKIRA รุ่น PCS 200)จึงได้เป็นผลิตภัณฑ์มูสตีบาร์

3.2.2.2 แผนการทดลอง

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและทดสอบคุณลักษณะด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ มูสตีบาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับ และได้วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยนำสูตรที่ 6 มาดัดแปลง ซึ่งมีส่วนผสม คือ ข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดกลูโคสไซรัป น้ำผึ้ง เนยเค็ม มะพร้าวคั่ว ถั่วลิสงคั่ว งาขาว งาคั่ว เมล็ดฟักทอง ผลไม้อบแห้ง ลูกเกด และน้ำเปล่า

จากส่วนประกอบต่างๆ ในสูตรเบื้องต้น พบว่าวัตถุดิบหลักที่น่าจะมีผลต่อเนื้อสัมผัสและรสชาติของผลิตภัณฑ์ คือ กลูโคสไซรัป และน้ำผึ้ง จึงนำวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดนี้มาพิจารณาเพื่อวางแผนการทดลอง และให้ส่วนประกอบอื่นๆ คงที่ โดยการศึกษาแต่ละปัจจัย และให้ผู้บริโภคนทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-Point hedonic scales จำนวน 30 คน ซึ่งมีแผนการทดลอง ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2การศึกษาปริมาณกลูโคสไซรัปที่เหมาะสมต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

ปัจจัย	สูตร		
	1	2	3
1) กลูโคสไซรัป	10 กรัม	15 กรัม	20 กรัม
2) น้ำผึ้ง	50 กรัม	50 กรัม	50 กรัม

ตารางที่ 3.3การศึกษาปริมาณน้ำผึ้งที่เหมาะสมต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

ปัจจัย	สูตร		
	1	2	3
1) กลูโคสไซรัป	ใช้ค่าที่ได้จากการศึกษาปัจจัยที่ 1		
2) น้ำผึ้ง	40 กรัม	45 กรัม	50 กรัม

ตารางที่ 3.4ปริมาณกลูโคสไซรัปและปริมาณน้ำผึ้งที่เหมาะสมต่อเนื้อสัมผัสและรสชาติของผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

ปัจจัย	ปริมาณที่เหมาะสม
1) กลูโคสไซรัป	10 กรัม
2) น้ำผึ้ง	50 กรัม

จากการศึกษาปริมาณกลูโคสไซรัป และปริมาณน้ำผึ้งที่เหมาะสมต่อเนื้อสัมผัสและรสชาติของผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดแล้ว เมื่อต้องการทำการทดลองจะต้องเตรียมวัตถุดิบดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 วัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์มูสลิ์บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

วัตถุดิบ	ปริมาณ
ข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด	2 ถ้วยตวง
กลูโคสไซรัป	15 กรัม
น้ำผึ้ง	50 กรัม
เนยเค็ม	15 กรัม
มะพร้าวคั่ว	50 กรัม
ถั่วลิสงคั่ว	15 กรัม
งาขาว งาดำ	15 กรัม
เมล็ดฟักทอง	15 กรัม
ผลไม้อบแห้ง	15 กรัม
ลูกเกด	15 กรัม
น้ำเปล่า	10 กรัม

หมายเหตุ : ข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดที่ใช้ในสูตรการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเนื้อสัมผัส และรสชาติของผลิตภัณฑ์ แบ่งเป็น ข้าวกล้อง ร้อยละ 50 และข้าวเก่า ร้อยละ 50

เมื่อได้สูตรที่เหมาะสมต่อเนื้อสัมผัส และรสชาติของผลิตภัณฑ์แล้ว ต่อไปจะเป็นการศึกษาอัตราส่วนข้าวกล้องพองต่อข้าวเก่าพองที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะด้านสีและความชอบโดยรวมของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มูสลิ์บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจาก น้ำมันทอด ดังตารางที่ 3.6 โดยกำหนดให้ปริมาณรวมกันเป็นร้อยละ 100 และใช้วัตถุดิบอื่นๆ ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.6 การศึกษาอัตราส่วนข้าวกล้องพองต่อข้าวเก่าพองที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะ ด้านสีและความชอบโดยรวม

สูตรที่	ปริมาณข้าวกล้องพอง (ร้อยละ)	ปริมาณข้าวเก่าพอง (ร้อยละ)
1	100	-
2	75	25

3	50	50
4	25	75
5	-	100

เมื่อต้องการทำการทดลองจะต้องเตรียมวัตถุดิบดังตารางที่ 3.5 และใช้ข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดในอัตราส่วนดังตารางที่ 3.6 ซึ่งจะได้ทั้งหมด 5 สูตรการทดลอง และมีการขึ้นรูป ดังนี้

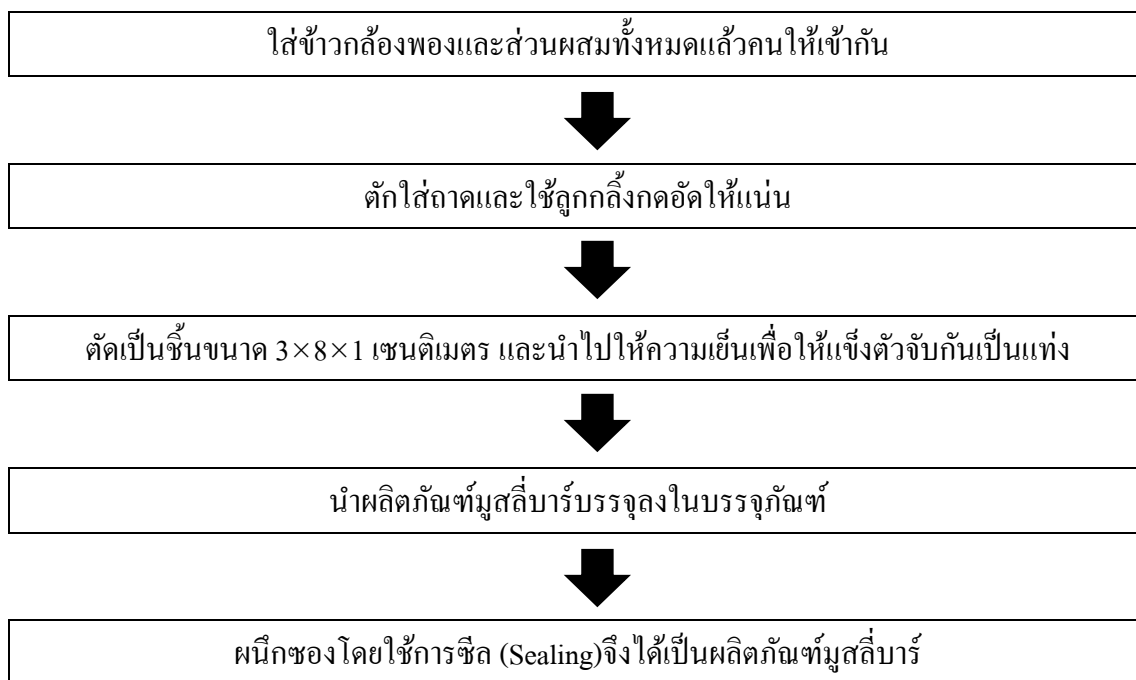
3.2.2.3 การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์

- 1) วัตถุดิบดังตารางที่ 3.5
- 2) วัสดุอุปกรณ์
 - 2.1) กระทะ
 - 2.2) ตะหลิว
 - 2.3) เตาแก๊ส
 - 2.4) ถาดทนความร้อน
 - 2.5) ลูกกลิ้ง
 - 2.6) มีด

3) วิธีการทำ

ตั้งกระทะและเปิดไฟกลางจากนั้นใส่กลูโคสไซรัป (แบบแซะ) และน้ำผึ้งลงไปเคี่ยวในกระทะ ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เคี่ยวจนหนืด

↓ 7 นาที)



ภาพที่ 3.6 การทำผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์

3.2.3 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดโดยนำผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดมาทำการศึกษาคุณภาพดังกล่าว

3.2.3.1 ทางกายภาพ

1) การตรวจวัดค่าสี

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดแต่ละสูตร รวมทั้งหมด 5 ตัวอย่างมาใส่ใน Port insert 1 inch with glass จากนั้นนำตัวอย่างไปวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น Color Flex เพื่ออ่านค่า L^* , a^* และ b^*

3.2.3.2 ทางเคมี

1) การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture)

ตรวจวิเคราะห์โดยใช้เครื่องวัดความชื้นแบบอัตโนมัติ (Sartorius MA35M-0002301V1 SWB24807725) โดยการใส่ตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ลงในงานใส่ตัวอย่าง แล้วปิดฝาเครื่อง จากนั้นเครื่องจะทำงานและอ่านค่าอัตโนมัติ

2)การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar)

(ดำเนินการโดยการส่งตัวอย่างไปตรวจวิเคราะห์ที่สถานบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ศวท. มช.) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่)

น้ำตาลเป็นสารอาหารที่มีความสำคัญอย่างมาก ทั้งให้รสชาติและพลังงาน เป็นอาหารของจุลินทรีย์ ก่อให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล และปฏิกิริยาเคมีอื่นๆ นอกจากนี้ น้ำตาลชนิดที่มีกลุ่มแอลดีไฮด์หรือคีโตนอิสระอยู่ในโมเลกุล ซึ่งเรียกว่าน้ำตาลรีดิวซ์นั้นยังมีคุณสมบัติในการเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ไอออนต่างๆ ที่สำคัญ ได้แก่ ไอออนของเงิน โปรต และทองแดง

3) การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value)

(ดำเนินการโดยการส่งตัวอย่างไปตรวจวิเคราะห์ที่สถานบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ศวท. มช.) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่)

ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value; P.V.) เป็นค่าที่ใช้การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยา Lipid oxidation ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นหืน (Rancidity) เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงการเสื่อมเสียของน้ำมันและไขมันรวมทั้งอาหารที่มีไขมันสูงเช่น อาหารทอด

4) การวิเคราะห์ปริมาณกลุ่มสาร (Proximate analysis)

(ดำเนินการโดยการส่งตัวอย่างไปตรวจวิเคราะห์ที่สถานบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ศวท. มช.) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่)

การวิเคราะห์หาปริมาณของสารประกอบหลักในอาหาร ซึ่งมีกลุ่มใหญ่ๆ 5 กลุ่ม ด้วยวิธีวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ โปรตีน (Protein) คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) ไขมัน (Fat) เถ้า (Ash) และความชื้น (Moisture) และเพื่อให้ทราบปริมาณพลังงาน (Energy) ของผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นทางเลือกให้ผู้บริโภคในการตัดสินใจ

3.3.3.3 ทางจุลินทรีย์

1) การตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหาร (AOAC, 2002)

วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธีการ Pour plate สำหรับการตรวจนับบนอาหารวุ้นแข็ง (Plate count agar) วิธีนี้สามารถใช้ในการตรวจนับแบคทีเรียในอาหารชนิดต่างๆ เช่น นม น้ำ และผลิตภัณฑ์นม ดิน และตัวอย่างอื่นๆ ในสิ่งแวดล้อมต่างกัน วิธีการตรวจสอบที่เหมาะสมสำหรับการตรวจในกลุ่ม Aerobe และ Facultative anaerobe และ Mesophile ขึ้นตอนหลักในการตรวจนับ ประกอบด้วย ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง การเจือจางตัวอย่าง การเทอาหารเลี้ยงเชื้อ การบ่มเชื้อ การตรวจนับโคโลนีบนจานเพาะเชื้อ การคำนวณ และการรายงานผล

2) การตรวจหาปริมาณยีสต์และราในอาหารด้วยวิธี Pour Plate (AOAC, 2002)

3.2.4 การศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษา

เป็นการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ค่าความชื้น เปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหาร และการตรวจหาปริมาณยีสต์ราในอาหารที่เปลี่ยนไปตามระยะเวลาที่แตกต่างกันแต่ละเดือน เป็นเวลา 3 เดือน

3.2.5 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

ทดสอบว่าผลิตภัณฑ์มีศักยภาพทางการตลาดเพียงใด โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการศึกษารับรองมาแล้ว มาแล้ว และผ่านการทดสอบด้านจุลินทรีย์แล้วว่าปลอดภัย จึงนำมาทดสอบการยอมรับการซื้อจากผู้บริโภค โดยการใช้แบบสอบถามการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งผู้ทดสอบชิมในการศึกษานี้ คือบุคลากรและนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ จำนวนทั้ง 50 คน โดยจะคัดเลือกผู้ทดสอบที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงและเป็นผู้ที่รับประทานธัญพืชได้ ไม่แพ้ถั่ว เป็นบุคคลที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน

1) การเตรียมตัวอย่างและการนำเสนอตัวอย่าง

1.1) ทำการเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด ซึ่งได้จากการทดสอบคุณลักษณะต่างๆ ดังข้างต้นจนได้เป็นผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด โดยการวางตัวอย่างมูสลี่บาร์ลงบนถ้วยเสิร์ฟจำนวน 1 ชิ้น

2) ผู้ทดสอบชิม

ผู้ทดสอบชิมในการศึกษานี้ คือบุคลากรและนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ ซึ่งมีจำนวนทั้ง 50 คน คัดเลือกผู้ทดสอบที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงเป็นผู้บริโภคที่สามารถรับประทานธัญพืชต่างๆ ได้ และไม่แพ้ถั่ว ซึ่ง ผู้ทดสอบชิมเป็นบุคคลที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน

3) การทดสอบชิมและแบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผู้ทดสอบจะต้องทดสอบชิมตัวอย่างมูลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดแล้วประเมินคุณลักษณะโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ตามที่ผู้ทดสอบชิมมีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดตามที่ผู้ทดสอบชิมเห็นสมควร ซึ่งมีตัวอย่างแบบสอบถามการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ดังภาคผนวก ง การทดสอบทางประสาทสัมผัส

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การศึกษากระบวนการผลิตข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด และคุณภาพของ ข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดและคุณภาพด้านประสาทสัมผัส

จากการการศึกษากระบวนการผลิตข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด และคุณภาพของ ข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด ด้านคุณภาพและประสาทสัมผัส โดยการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ขนาดของเมล็ด อัตราส่วนการพองตัว (เท่าของข้าวที่ผ่านกระบวนการทำให้สุก ผ่านการทำแห้งอย่างช้าๆ และถูกทำให้แห้งโดยที่ยังไม่ผ่านกระบวนการทำให้พอง) ซึ่งสามารถใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้ (Segnini, Pedreschi and Dejmek. 2004)

$$\text{อัตราส่วนการพองตัว} = \frac{\text{ปริมาณหลังการทอดข้าว}}{\text{ปริมาณก่อนการทอดข้าว}}$$

และได้ทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อให้ทราบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบข้าวกล้องพองจากข้าวสายพันธุ์ใด ผ่านกระบวนการทำให้พองตัวแบบใด เพื่อคัดเลือกข้าวสายพันธุ์ที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

ข้าวกล้องพันธุ์สันป่าตอง (ข้าวเหนียวขาว) และข้าวกำแพงชัยลิ้นจี่ (ข้าวเหนียวดำ) ที่ผ่านกระบวนการทำให้พองโดยการคั่วในกระทะร้อน มีอัตราส่วนการพองตัว 1.23 ± 0.03 และ 1.56 ± 0.03 เท่าของข้าวก่อนการพองตัว ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าข้าวสายพันธุ์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 4.1) ซึ่งมีความสอดคล้องกับ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด ตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าข้าวกล้องพันธุ์สันป่าตอง และข้าวกำแพงชัยลิ้นจี่ที่ผ่านกระบวนการทำให้พองโดยการคั่วในกระทะร้อนได้รับความชอบในด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงกว่าข้าวสายพันธุ์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ($p < 0.05$) ดังนั้น ข้าวกล้องพันธุ์สันป่าตอง และข้าวกำแพงชัยลิ้นจี่ที่ผ่านกระบวนการทำให้พองโดยการคั่ว ในกระทะร้อนจะถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดต่อไป

ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจวัดขนาดของเมล็ดข้าวและอัตราส่วนการฟองตัว

สายพันธุ์	คุณลักษณะ	ความกว้างของเมล็ด (มิลลิเมตร)	ความยาวของเมล็ด (มิลลิเมตร)	อัตราส่วนการฟองตัว (เท่าของข้าวที่ผ่านกระบวนการ)
สันป่าตอง	ผ่านกระบวนการ	0.98	5.73	-
	คั่ว	2.64	7.46	1.23±0.03 ^c
	อบ	2.28	6.28	0.89±0.03 ^c
กข6	ผ่านกระบวนการ	0.95	5.42	-
	คั่ว	2.52	6.02	0.86±0.03 ^d
	อบ	1.73	4.53	0.34±0.04 ^e
กข10	ผ่านกระบวนการ	0.77	5.70	-
	คั่ว	2.29	6.67	1.11±0.03 ^c
	อบ	1.78	7.83	0.40±0.03 ^h
กำลังมั่ว	ผ่านกระบวนการ	1.44	5.06	-
	คั่ว	3.23	7.84	1.56±0.03 ^a
	อบ	2.91	6.55	0.90±0.03 ^c
กำลังทอง	ผ่านกระบวนการ	0.89	6.61	-
	คั่ว	3.01	6.38	1.34±0.03 ^b
	อบ	2.10	4.80	0.41±0.02 ^e
กำลังยะเยะ	ผ่านกระบวนการ	0.95	5.42	-
	คั่ว	2.52	6.02	1.36±0.04 ^b
	อบ	1.73	4.53	0.62±0.02 ^f

หมายเหตุ : a, b, c, d, e, f, g และ h หมายถึง มีความแตกต่างในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยการทดสอบ Duncan's new multiple range test ($p < 0.05$), ผ่านกระบวนการ หมายถึง ข้าวที่หุงสุก ผ่านการทำแห้งอย่างช้าๆ และถูกทำให้แห้งโดยที่ยังไม่ผ่านกระบวนการทำให้ฟอง, คั่ว หมายถึง การทำให้ข้าวฟองตัวโดยการคั่วในกระทะร้อน และอบ หมายถึง การทำให้ข้าวฟองตัวโดยการอบในเตาอบ

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

สายพันธุ์	คุณลักษณะ	สี	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
สันป่าคอง	คั่ว	6.73±1.57 ^b	7.07±1.20	5.87±1.77 ^b	6.93±1.46 ^b	6.43±1.30 ^c
	อบ	6.03±1.60 ^{ab}	6.97±1.60	5.10±1.66 ^{ab}	5.77±1.97 ^a	5.33±1.32 ^{ab}
กข6	คั่ว	5.83±1.46 ^a	6.87±1.67	5.13±1.33 ^{ab}	5.23±1.88 ^a	5.33±1.32 ^{ab}
	อบ	5.73±1.38 ^a	6.77±1.38	4.73±1.65 ^a	5.47±2.44 ^a	5.23±1.38 ^a
กข10	คั่ว	5.63±1.42 ^a	7.10±1.34	5.47±1.71 ^{ab}	5.40±1.94 ^a	6.00±1.53 ^{bc}
	อบ	5.50±1.54 ^a	6.93±1.25	4.97±1.58 ^{ab}	5.50±2.34 ^a	5.17±1.31 ^a
กำลือมั่ว	คั่ว	5.13±1.35 ^{ab}	6.50±1.75	6.13±1.97 ^b	6.43±2.17 ^a	6.53±1.33 ^b
	อบ	5.03±1.18 ^{ab}	6.13±1.94	5.47±1.73 ^{ab}	6.00±2.00 ^a	5.93±1.74 ^{ab}
กำลือทอง	คั่ว	4.43±1.35 ^a	6.50±1.19	5.40±2.01 ^{ab}	6.03±1.95 ^a	5.87±1.52 ^{ab}
	อบ	5.27±1.85 ^b	6.43±1.63	5.10±2.04 ^{ab}	5.87±1.85 ^a	5.53±1.83 ^a
กำพะเยา	คั่ว	5.03±1.37 ^{ab}	7.87±0.97	5.20±1.93 ^{ab}	6.07±2.01 ^a	5.27±1.46 ^a
	อบ	4.43±1.30 ^a	6.30±1.60	5.03±1.54 ^a	5.77±2.12 ^a	5.07±1.28 ^a

หมายเหตุ : ^{a, b และ c} หมายถึง มีความแตกต่างในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยการทดสอบ Duncan's new multiple range test ($p < 0.05$), คั่ว หมายถึง การทำให้ข้าวพองคั่วโดยการคั่วในกระทะอบ หมายถึง การทำให้ข้าวพองคั่วโดยการอบในเตาอบและ ^{ns} หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$)

4.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

จากการศึกษาสูตรการทำมูสลี่บาร์ในท้องตลาด พบว่าสูตรที่มีการเผยแพร่ในอินเทอร์เน็ตจำนวน 6 สูตร ซึ่งสูตรที่เลือกใช้ คือ สูตรที่ 6 เนื่องจากสูตรนี้มีส่วนผสมของวัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นประเทศไทย มีธัญพืชและส่วนผสมต่างๆ ที่ครบถ้วนตามหลักโภชนาการตามที่ร่างกายต้องการ จากนั้นจึงนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด และได้วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) จากสูตรเบื้องต้น พบว่าวัตถุดิบหลักที่น่าจะมีผลต่อเนื้อสัมผัสและรสชาติของผลิตภัณฑ์ คือ กลูโคสไซรัป และน้ำผึ้ง จึงนำวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดนี้มาศึกษาแต่ละปัจจัย และให้ผู้บริโภครทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scales จำนวน 30 คน

จากการทดสอบความชอบของผู้บริโภคด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scales โดยมีจำนวนผู้ทดสอบ 30 คน พบว่าปริมาณกลูโคสไซรัปที่เหมาะสมต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด คือ สูตรที่ 2 ซึ่งมีปริมาณกลูโคสไซรัป 15 กรัม ได้รับคะแนนความชอบในด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.80 ± 0.92 และ 7.73 ± 0.69 ตามลำดับ ซึ่ง

ได้รับคะแนนสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สำหรับปริมาณ น้ำผึ้งที่เหมาะสมต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์มูสลิบาร์ จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด คือ สูตรที่ 3 ซึ่งมีปริมาณน้ำผึ้ง 50 กรัม ได้รับคะแนนความชอบในด้านรสชาติและความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.13 ± 0.97 และ 6.93 ± 0.90 ตามลำดับ ซึ่งได้รับคะแนนสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังนั้น ปริมาณกลูโคสไซรัปและปริมาณน้ำผึ้งที่เหมาะสมต่อเนื้อ สัมผัสและรสชาติของผลิตภัณฑ์มูสลิบาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด คือ 15 และ 50 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีผลการทดสอบดังตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 และเมื่อได้สัดส่วนที่เหมาะสม จึงนำไปศึกษาอัตราส่วนข้าวกล้องพองต่อข้าวเก่าพองที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะด้านสีและ ความชอบโดยรวมต่อไป

ตารางที่ 4.3 ผลการศึกษาปริมาณกลูโคสไซรัปที่เหมาะสมต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มูสลิบาร์ จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

สูตรที่	ปริมาณกลูโคส (กรัม)	สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส	ความชอบ โดยรวม
1	10	6.30 ± 1.60	6.77 ± 1.38	6.50 ± 1.19	6.33 ± 1.97^a	6.53 ± 1.43^a
2	15	6.13 ± 1.94	6.87 ± 1.67	6.93 ± 1.41	7.80 ± 0.92^b	7.73 ± 0.69^b
3	20	6.50 ± 1.75	6.93 ± 1.25	6.43 ± 1.63	6.43 ± 1.50^a	6.67 ± 1.37^a

หมายเหตุ : ^{a และ b} หมายถึง มีความแตกต่างกันในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยการทดสอบ Duncan's new multiple range test ($p < 0.05$) และ ^{ns} หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$)

ตารางที่ 4.4 ผลการศึกษาปริมาณน้ำผึ้งที่เหมาะสมต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์มูสลิบาร์ จากข้าว กล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

สูตรที่	ปริมาณน้ำผึ้ง (กรัม)	สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ	เนื้อสัมผัส ^{ns}	ความชอบ โดยรวม
1	40	5.03 ± 1.37	5.13 ± 1.69	5.13 ± 1.33^a	5.10 ± 2.05	5.53 ± 1.83^a
2	45	5.27 ± 1.85	5.20 ± 1.62	5.47 ± 1.71^a	5.23 ± 2.02	6.00 ± 1.53^a
3	50	5.50 ± 1.54	5.97 ± 1.65	7.13 ± 0.97^b	5.87 ± 2.43	6.93 ± 0.90^b

หมายเหตุ : ^{a และ b} หมายถึง มีความแตกต่างกันในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยการทดสอบ Duncan's new multiple range test ($p < 0.05$) และ ^{ns} หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$)

จากการศึกษาอัตราส่วนข้าวกล้องฟองต่อข้าวเก่าฟองที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะ ด้านสีและความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์มูสลิ์บาร์จากข้าวกล้องฟองปราศจากน้ำมันทอด ซึ่งมีทั้งหมด 5 สูตรการทดลอง ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scales โดยมีจำนวนผู้ทดสอบ 30 คนสำหรับสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านสี คือ สูตรที่ 2 ที่มีอัตราส่วน ข้าวกล้องฟอง ร้อยละ 75 ต่อ ข้าวเก่าฟอง ร้อยละ 25 ได้รับคะแนนความชอบ 7.96 ± 0.93 ซึ่งมีความแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และความชอบโดยรวมได้รับคะแนนความชอบ 6.64 ± 1.46 (ตารางที่ 4.5) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังนั้นจึงได้สูตรที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะ ด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ จึงได้นำคุณลักษณะด้านต่างๆ ที่ได้จากการศึกษาความชอบด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scales โดยมีจำนวนผู้ทดสอบ 30 คน มาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์มูสลิ์บาร์จากข้าวกล้องฟองปราศจากน้ำมันทอด และนำไปตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์มูสลิ์บาร์จากข้าวกล้องฟองปราศจากน้ำมันทอดต่อไป

ตารางที่ 4.5 ผลการศึกษาอัตราส่วนข้าวกล้องฟองต่อข้าวเก่าฟองที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะด้านสีและความชอบโดยรวม

สูตรที่	อัตราส่วนข้าว ข้าวกล้อง : ข้าวเก่า	สี	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส ^{ns}	ความชอบ โดยรวม ^{ns}
1	100 : 0	7.00 ± 1.70^b	6.72 ± 1.76	6.76 ± 1.33	6.20 ± 2.02	7.00 ± 1.35
2	75 : 25	7.96 ± 0.93^a	6.84 ± 1.43	6.56 ± 1.26	6.36 ± 1.70	6.64 ± 1.46
3	50 : 50	6.32 ± 1.65^b	7.12 ± 1.39	6.60 ± 1.58	6.32 ± 1.60	6.76 ± 1.33
4	25 : 75	6.76 ± 1.76^b	6.96 ± 1.33	6.92 ± 1.38	6.56 ± 1.65	6.96 ± 1.42
5	0 : 100	6.16 ± 2.05^b	7.12 ± 1.26	6.96 ± 1.27	6.32 ± 1.62	6.88 ± 1.36

หมายเหตุ : ^a และ ^b หมายถึง มีความแตกต่างกันในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยการทดสอบ Duncan's new multiple range test ($p < 0.05$) และ ^{ns} หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$)

4.3 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้อง พองปราศจากน้ำมันทอด

ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดทั้ง 5 สูตร (อัตราส่วนข้าวกล้องพองต่อข้าวกล้องแตกต่างกัน) ซึ่งสูตรที่ได้รับการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scalesจากผู้ทดสอบ 30 คน สำหรับ ผลการตรวจสอบทางกายภาพเป็นการตรวจวัดค่าสี ซึ่งสูตรที่ 2 ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดในคุณลักษณะด้านสี เมื่อนำมาตรวจวัดค่าสีด้วยระบบ Hunter color system ที่แสดงผลด้วยค่า L^* a^* และ b^* พบว่าสูตรที่ 2 มีค่า L^* a^* และ b^* เท่ากับ 46.46 ± 3.13 , 5.54 ± 0.41 และ 21.80 ± 0.95 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6) ซึ่งมีค่าความสว่าง (L^*) สูงเป็นอันดับ 2 รองจาก สูตรที่ 1 จากตารางที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าค่าความสว่าง (L^*) แปรผันตามอัตราส่วนข้าว กล่ำวคือเมื่ออัตราข้าวกล้องพอง (ข้าวขาว) ลดลง ค่าความสว่าง (L^*) ก็จะลดลงเช่นกัน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดที่เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับ สำหรับองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด (ตารางที่ 4.7) ประกอบด้วยโปรตีน 9.39 กรัมต่อ 100 กรัม คาร์โบไฮเดรต 66.07 กรัม ต่อ 100 กรัม ไขมัน 14.04 กรัม ต่อ 100 กรัม เถ้า 1.44 กรัมต่อ 100 กรัม ความชื้น 9.06 กรัม ต่อ 100 กรัม โดยที่ผลิตภัณฑ์ 100 กรัม มีพลังงาน 428.20 กิโลแคลอรี ต่อ 100 กรัม นอกจากนี้ ยังได้ทดสอบน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) ซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharide) ทุกชนิด เช่น น้ำตาลกลูโคส (Glucose) น้ำตาลกาแล็กโทส (Galactose) น้ำตาลฟรุคโทส (Fructose) ซึ่งเป็นน้ำตาลที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ทันที สำหรับผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 19.71 กรัม ต่อ 100 กรัม ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) เป็นค่าที่ใช้การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยา Lipid oxidation ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นหืน (Rancidity) เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงการเสื่อมเสียของน้ำมันและไขมันรวมทั้งอาหารที่มีไขมันสูงสำหรับผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดมีค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) 6.64 มิลลิกรัมสมมูลต่อ กิโลกรัมจากประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 205) พ.ศ. 2543 เรื่องน้ำมันและไขมัน กำหนดให้มีค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) คิดเป็นมิลลิกรัมสมมูล ต่อ น้ำมันและไขมัน 1 กิโลกรัม ได้ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมสมมูลต่อ กิโลกรัม ซึ่งผลที่ได้ไม่เกินข้อกำหนดดังกล่าวและสุดท้ายเป็นผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดที่ 0, 1, 2 และ 3 เดือน ตรวจไม่พบจุลินทรีย์

4.3.1 ทางกายภาพ

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์มูลสัตว์บารจากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

สูตรที่	อัตราส่วนข้าว ข้าวกล้อง : ข้าวคั่ว	L *	a *	b *
1	100 : 0	53.95±0.78 ^a	7.03±3.34 ^a	25.20±0.84 ^a
2	75 : 25	46.46±3.13 ^b	5.54±0.41 ^{ab}	21.80±0.95 ^b
3	50 : 50	42.89±0.67 ^{bc}	4.38±0.09 ^b	17.25±0.34 ^c
4	25 : 75	39.65±0.80 ^c	3.78±0.27 ^b	15.72±1.06 ^d
5	0 : 100	26.38±2.94 ^d	3.37±0.68 ^b	9.59±0.20 ^c

หมายเหตุ : ^{a,b,c,d และ e} หมายถึง มีความแตกต่างกันในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยการทดสอบ Duncan's new multiple range test (p<0.05)

4.3.2) ทางเคมี

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของผลิตภัณฑ์มูลสัตว์บารจากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

รายการทดสอบ	ผลการสอบ	หน่วย	LOQ	LOD	วิธีทดสอบ
Protein (%N×6.25)	9.39	g/100g	-	-	AOAC (2012) 991.20. (Kjeldhal Method)
Carbohydrate	66.07	g/100g	-	-	Compendium of Method for Food analysis. Thailand. 1 st Edition. 2003
Fat	14.04	g/100g	-	-	AOAC (2012) 948.15
Ash	1.44	g/100g	-	-	AOAC (2012) 923.03. and 920.153
Moisture	9.06	g/100g	-	-	AOAC (2012) 920.10. and 950.46
Energy	428.20	kcal/100g	-	-	Compendium of Method for Food analysis. Thailand. 1 st Edition. 2003
Reducing sugar	19.71	g/100g	-	-	Compendium of method for food analysis (2003)
Peroxide value	6.64	mEq/kg	-	-	In house method based on AOAC (2000) 965.33

หมายเหตุ : ND หมายถึง Not detected (ไม่พบจุลินทรีย์), LOD หมายถึง Limit of quantitation และ LOD หมายถึง Limit of detection

4.3.3) ทางจุลินทรีย์

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์มูลสัตว์บารจากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

ปัจจัยด้านจุลินทรีย์	ปริมาณ (CFU/g)			
	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3
จุลินทรีย์ทั้งหมด	ND	ND	ND	ND
ยีสต์และรา	ND	ND	ND	ND

หมายเหตุ : ND (Not detected) หมายถึง ตรวจไม่พบจุลินทรีย์

4.4 การศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษา

ผลการศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มูสลิ์บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด เป็นการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ค่าความชื้น เปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหาร และการตรวจหาปริมาณยีสต์ราในอาหารที่เปลี่ยนไปตามระยะเวลาที่แตกต่างกันแต่ละเดือน เป็นเวลา 3 เดือน สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (L^* , a^* และ b^*) จะเห็นได้ว่ามีค่าความสว่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสอดคล้องกับค่าความชื้นที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์ใช้ข้าวกล้องซึ่งมีเชื้อเห็ดเมลิคิเดียมที่มีแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุ เมื่อเชื้อเห็ดมีค่าสัมพันธ์กับความชื้นที่ถูกปลดปล่อยจากโครงสร้างภายในของวัตถุดิบ และอาจมีส่วนมาจากการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อม จึงทำให้สีจากเห็ดเห็ดหลุดออกมาทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ลดลงสุดท้ายเป็นผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์มูสลิ์บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดทั้งที่ 0, 1, 2 และ 3 เดือน ตรวจไม่พบจุลินทรีย์

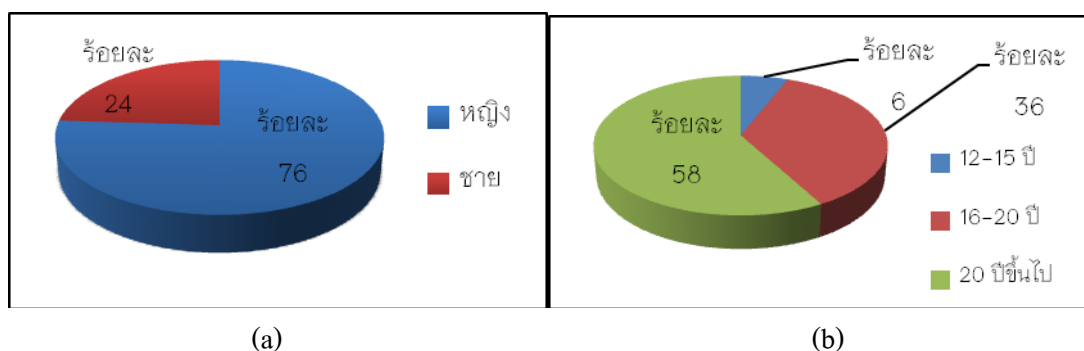
ตารางที่ 4.9 ผลการศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มูลสัตว์บารจากข้าวกล้องพอง
ปราศจากน้ำมันทอด

ปัจจัยทางคุณภาพ	ปริมาณ			
	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3
ทางกายภาพ				
- ค่าสี				
L [*]	46.46±3.13 ^d	45.65±1.67 ^c	44.77±3.03 ^b	45.01±2.09 ^a
a ^{*ns}	7.03±3.34	7.86±2.70	8.93±1.54	8.23±3.16
b [*]	21.80±0.95 ^a	23.09±0.92 ^{ab}	24.36±0.72 ^b	23.14±1.92 ^{ab}
ทางเคมี				
- ปริมาณความชื้น (ร้อยละ) ^{ns}	8.27±0.22	8.35±0.82	8.54±0.11	8.73±0.53
ทางจุลินทรีย์				
- จุลินทรีย์ทั้งหมด(CFU/g)	ND	ND	ND	ND
- จำนวนยีสต์และรา (CFU/g)	ND	ND	ND	ND

หมายเหตุ : ^{a,b และ c} หมายถึง มีความแตกต่างกันในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยการทดสอบ Duncan's new multiple range test (p<0.05) และ ND (Not detected) หมายถึง ตรวจไม่พบจุลินทรีย์ และ ^{ns} หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P < 0.05)

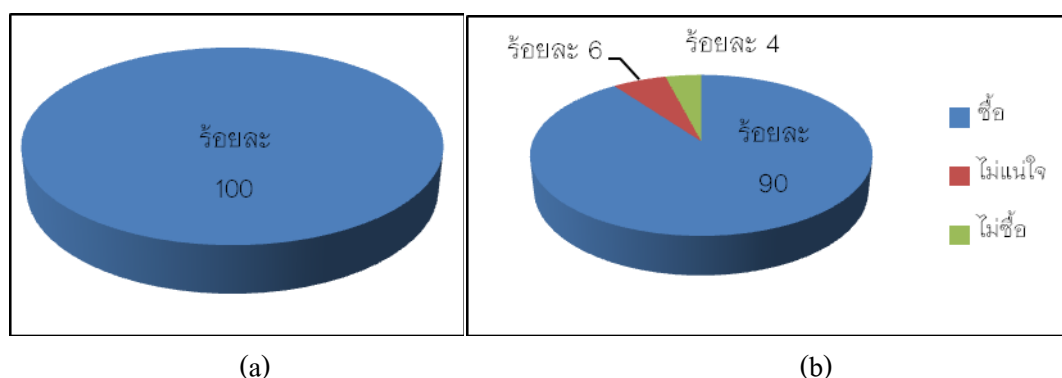
4.5 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

จากการนำผลิตภัณฑ์มูลสัตว์บารจากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดไปประเมิน การยอมรับผู้บริโภค โดยทดสอบกับผู้บริโภคในช่วงอายุ 12-15 ปี 16-20 ปี และ 20 ปีขึ้นไป จำนวน 50 คน สามารถสรุปและแสดงผลดังภาพที่ 4.1 (a), 4.1 (b), 4.2 (a) และ 4.2 (b)



แผนภูมิที่ 4.1 (a)เพศของผู้ประเมินการยอมรับผู้บริโภค(b)ช่วงอายุของผู้ประเมินการยอมรับ
ผู้บริโภค

จากภาพที่ 4.1 (a) แสดงร้อยละของเพศของผู้ประเมินการยอมรับผู้บริโภคร่วม พบว่า ผู้ประเมินที่เป็นเพศหญิงมีจำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 76 และผู้ประเมินที่เป็นเพศชายมีจำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 24 และภาพที่ 4.1 (b) แสดงช่วงอายุของผู้ประเมินการยอมรับผู้บริโภคร่วม พบว่าผู้ประเมินที่มีช่วงอายุ 12-15 ปี มีจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6 ผู้ประเมินที่มีช่วงอายุ 16-20 ปี มีจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 36 และผู้ประเมินที่มีช่วงอายุ 20 ปีขึ้นไป มีจำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 58



แผนภูมิที่ 4.2(a) การยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค (b) ความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

จากภาพที่ 4.2 (a) แสดงร้อยละการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคจำนวน 50 คน ยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 100 และภาพที่ 4.2 (b) แสดงความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคจำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 90 สนใจซื้อผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6 ยังไม่แน่ใจว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์หรือไม่ และผู้บริโภคจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 4 ไม่สนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ผู้ที่เลือกไม่สนใจซื้อผลิตภัณฑ์ได้ให้ข้อเสนอว่า ชื่นชอบผลิตภัณฑ์มูสลิบาร์มีการเกาะติดกันของวัตถุดิบยังไม่เป็นที่น่าพอใจ

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

สายพันธุ์ข้าวเหนียวที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบข้าวกล้องพอง คือ ข้าวเหนียวกล้องพันธุ์สันป่าตอง (ข้าวเหนียวขาว) และข้าวกำแพงชัยลิ้นฟ้า (ข้าวเหนียวดำ) ที่ผ่านกระบวนการทำให้พองโดยการคั่วในกระทะร้อน ซึ่งมีอัตราส่วนการพองตัว 1.23 ± 0.03 และ 1.56 ± 0.03 เท่าของข้าวก่อนการพองตัว ตามลำดับ จึงถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูสลีบาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด มูสลีบาร์ (Muesli Bar) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ดัดแปลงให้แตกต่างจากมูสลีดั้งเดิม ทำให้รับประทานสะดวก ทดแทนอาหารเช้า หรือเป็นอาหารว่าง ที่อุดมด้วยคุณค่าทางโภชนาการ จากส่วนผสมหลัก เช่น ข้าวโอ๊ต กล้วยไฟซ์ และผลไม้แห้งซึ่งมีไฟเบอร์สูงทำให้อิ่มท้องได้นานจึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับการดำเนินชีวิตในปัจจุบันที่ต้องการความรีบเร่ง และเนื่องด้วยประเทศไทยมีข้าวซึ่งมีความผูกพันกับชีวิตคนไทยมาแต่โบราณ จึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูสลีบาร์ซึ่งมีส่วนผสมหลัก คือ ข้าวกล้องพองที่ทำมาจากข้าวเหนียวกล้องแทนการใช้ข้าวโอ๊ต เพราะเมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตจะเห็นได้ว่าข้าวที่มีในประเทศราคาต่ำกว่าข้าวโอ๊ตทำให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงได้ง่ายขึ้น อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของข้าวได้อีกด้วยโดยผลิตภัณฑ์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมีปริมาณกลูโคสไซรัปและปริมาณน้ำผึ้งที่เหมาะสมต่อเนื้อสัมผัสและรสชาติของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 15 กรัม และ 50 กรัม ตามลำดับ มีอัตราส่วนระหว่างข้าวกล้องพองต่อข้าวกำแพงชัยลิ้นฟ้า 75 ต่อ ร้อยละ 25

นอกจากนี้ยังได้ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มูสลีบาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด พบว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นานกว่า 3 เดือน เนื่องจากไม่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ เพราะวัตถุดิบที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นของแห้ง และผ่านการคั่วด้วยความร้อนก่อนนำมาขึ้นรูป ทำให้จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบถูกทำลาย จึงสามารถรับประทานได้ สำหรับการยอมรับผู้บริโภค โดยการทดสอบกับผู้ทดสอบ 50 คน พบว่าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 100 และมีผู้บริโภคกว่าร้อยละ 90 สนใจซื้อผลิตภัณฑ์ จึงนับเป็นความสำเร็จในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูสลีบาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กลุโคสไซรัป. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : http://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2551/food1051ck_ch2.pdf : หน้า 23 – 27 (วันที่ค้นข้อมูล : 14 กรกฎาคม 2558).
- ก่ำพะเยาข้าวอินทรีย์ของกลุ่มบ้านชาวนาข้าวก่ำพะเยา. (2554). [ออนไลน์].แหล่งที่มา : <http://www.matichon.co.th/events/kaset2554/viewnews.php?news=news06> (วันที่ค้นข้อมูล : 24 กรกฎาคม 2558).
- ข้าวกล้อง. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2203/brown-rice-%> (วันที่ค้นข้อมูล : 16 กรกฎาคม 2558).
- ข้าวเก่าพันธุ์พืชสำคัญทางโภชนาการควรค่าแก่การอนุรักษ์. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : http://soclaimon.blogspot.com/2009/12/blog-post_4023.html (วันที่ค้นข้อมูล : 24 กรกฎาคม 2558).
- ข้าวเก่ารักษาโรคพื้นบ้านที่กำลังถูกลืม.(2550).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : <http://elib.fda.moph.go.th/library/default.asp?page2=subdetail&id=8201> (วันที่ค้นข้อมูล : 24 กรกฎาคม 2558).
- ข้าวพอง. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3733/> (วันที่ค้นข้อมูล : 19 กรกฎาคม 2558).
- ข้าวเหนียวชื่อพันธุ์ : กข 10. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : <https://boonyarityakuza.Wordpress.com/category/พันธุ์ข้าวไทย/> (วันที่ค้นข้อมูล : 24 กรกฎาคม 2558).
- ข้าวเหนียวสันป่าตองและพันธุ์ข้าวพันธุ์ดีกรมการข้าว. (2554). [ออนไลน์].แหล่งที่มา : http://www.matichon.co.th/news_detail.php?newsid=1321767794&grpId=no&catid=&subcatid= (วันที่ค้นข้อมูล : 24 กรกฎาคม 2558).
- คุณประโยชน์ของเมล็ดฟักทอง. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : <http://www.fxdio.com/10-benefits-of-pumpkin-seeds.html> (วันที่ค้นข้อมูล : 7 กรกฎาคม 2558).
- ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับถุงพลาสติก. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : www.siamsuccess.co.th/data/plastic-bag.pdf (วันที่ค้นข้อมูล : 7 กรกฎาคม 2558).
- งาขาว. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : www.เกร็ดความรู้.net/งาขาว/ (วันที่ค้นข้อมูล : 7 กรกฎาคม 2558).
- งาดำ. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : <http://frynn.com/งาดำ> (วันที่ค้นข้อมูล : 7 กรกฎาคม 2558).

บรรณานุกรม(ต่อ)

ชาลินีเลี้ยงวชิรานนท์และธิดาจรุญเสศ. (ม.ป.ป.).ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับองุ่นพลาคติ.

[ออนไลน์].แหล่งข้อมูล : <https://www.google.co.th/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&> (วันที่ค้นข้อมูล : 19 กรกฎาคม 2558).

ถั่วลิสง. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1660/peanut> (วันที่ค้นข้อมูล : 7 กรกฎาคม 2558).

น้ำผึ้ง. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/น้ำผึ้ง> (วันที่ค้นข้อมูล : 7 กรกฎาคม 2558).

เนย. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0750/butter> (วันที่ค้นข้อมูล : 16 กรกฎาคม 2558).

ประโยชน์ของข้าวกล้อง. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : <http://www.medicthai.com/อาหารเพื่อสุขภาพ/item/141-ข้าวกล้อง> (วันที่ค้นข้อมูล : 20 กรกฎาคม 2558).

ประโยชน์และสรรพคุณของงา. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : <http://www.4care.co.th/th/articles/interesting-articles/> (วันที่ค้นข้อมูล : 7 กรกฎาคม 2558).

ผลไม้แห้ง. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3004/ผลไม้แห้ง> (วันที่ค้นข้อมูล : 14 กรกฎาคม 2558).

พันธุ์ข้าวพื้นเมือง. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : <http://siamlocalrices.blogspot.com/2012/03/blog-post.html> (วันที่ค้นข้อมูล : 24 กรกฎาคม 2558).

มช.ค้นพบ “ข้าวเก่าคอยสะกิด” ของดีใกล้ตัวชาวล้านนา. (2555). [ออนไลน์].แหล่งที่มา : <http://www.manager.co.th/Campus/ViewNews.aspx?NewsID=9550000135876> (วันที่ค้นข้อมูล : 24 กรกฎาคม 2558).

มะพร้าว. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/มะพร้าว> (วันที่ค้นข้อมูล : 7 กรกฎาคม 2558).

มะพร้าวคั่ว. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : http://www.foodtravel.tv/recingradientShow_Detail.aspx?viewId=276 (วันที่ค้นข้อมูล : 13 กรกฎาคม 2558).

มุสลี. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : <http://women.sanook.com/blog/8971/มุสลี> (วันที่ค้นข้อมูล : 13 กรกฎาคม 2558).

บรรณานุกรม(ต่อ)

- ลูกเกด. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/ลูกเกด> (วันที่ค้นข้อมูล : 14 กรกฎาคม 2558).
- ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริจังหวัดสกลนคร. (2551). ข้าวเหนียว หอม ข้าวเหนียวดำพืชสมุนไพรไทย.1 หน้า.[ออนไลน์].แหล่งที่มา : <http://news.enterfarm.com/content/> (วันที่ค้นข้อมูล : 14 กรกฎาคม 2558).
- สรรพคุณของข้าวกล้อง 4 ชนิด. (2552). [ออนไลน์].แหล่งที่มา : <http://www.vcharkarn.Com/blog/58997> (วันที่ค้นข้อมูล : 24 กรกฎาคม 2558).
- สรรพคุณและประโยชน์ของถั่วลิสง. (ม.ป.ป.).[ออนไลน์].แหล่งที่มา : <http://frynn.com/ถั่วลิสง> (วันที่ค้นข้อมูล : 7 กรกฎาคม 2558).
- อรอนงค์ยวิกุล. (2550). ข้าว. : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 366 หน้า.
- Arya, S. S. 1992. “Convenience foods-emerging scenario”.Indian Food Industry. 11(4), 31–41.
- Chandrasekhar, P. R., and Chattopadhyay, P. K. 1988.Continuous rice puffing machine. Journal of Invention Intelligence. 23(1), 35–36.
- Gregorio, G.B. 2002. Progress in breeding for trace minerals in staple crops.Journal of Nutrition 132: 500 – 502.
- Hoke, K., Houska, M., Pruchova, J., Gabrovska, D., Vaculova, K., and Paulickova, I. 2007. “Optimisation of puffing naked barley”.Journal of Food Engineering.80: 1016– 1022.
- Hoke, K., Housova, J., and Houska, M. 2005. “Optimum conditions of rice puffing”. Journal of Food Sciences, 23(1), 1–11.
- Hoseney, R. C. 1986. “Breakfast cereals”.Principles of cereal science and technology. St Paul, Minnesota, USA: Amer. Assoc. Cereal Chem.
- Hsieh, F. and Luh B.S. 1991. “Rice snack food”’s ,in: Luh B.S. (Ed.), Rice utilization (2nd ed.),Vol. 2Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 233–241

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Keeratipibul, S. and Luangsakul, N. 2008. “The effect of Thai glutinous rice cultivars, grain length and cultivating locations on the quality of rice cracker (arare)”. LWT - Food Science and Technology. 41(10).1934-1943.
- Kennedy, G. and B. Burlingame. 2003. “Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective”. Food Chemistry 80: 589 – 596.
- Kozempel, M. F., Sullivan, J. F., Craig, J. C., Jr., &Konstance, R. P. 1989. “Explosion puffing of fruits and vegetables”. Journal of Food Science. 54(3), 772–773.
- Maneerote J., Noomhorm A., and Takhar P. S.2009. “Optimization of processing conditions to reduce oil uptake and enhance physico-chemical properties of deep fried rice crackers LWT”. Food Science and Technology. (42) 805–812.
- Mariotti, M., Alamprese, C., Pagani, M. A., and Lucisano, M. 2006. “Effect of puffing on ultrastructure and physical characteristics of cereal grains and flours”. Journal of Cereal Science, 43(1), 47–56.
- Matz, S. A. 1970. “Chemistry and technology of cereals as food and feed”. West Port, CT: AVI Publishing Co., Inc..
- Segnini, S., Pedreschi, F., and Dejmek, P. (2004). “Volume measurement method of potato chips”. International Journal of Food Properties. 37–44.
- Sullivan, J.F., and Craig, J.D. Jr. 1984. “The development of explosion puffing”. Food Technology, 38(2), 52–55, 131.
- Shuh, C.-M., and Tsai, C.-L. 1995. “The characteristics of explosion puffing rice products with different amylose contents”. Taiwan Food Science, 22(5), 465–478.
- Yadahally N.S., Vadakkot B.S., and Vishwas M.P. 2009. “Expansion properties and ultrastructure of legumes : Effect of chemical and enzyme pre-treatments”. LWT- Food Science and Technology. 42, 44–49
- Zapotoczny, P., Markowski, M., Majewska, K., Ratajski A., and Konopko H. 2006. “Effect of temperature on the physical, functional, and mechanical characteristics of hot-air-puffed amaranth seeds”. Journal of Food Engineering. 76. 469–476.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

กระบวนการผลิตข้าวพองมูสลิบาร์จากข้าวพองปราศจากน้ำมันทอด

กระบวนการผลิตข้าวพองมูสลิบาร์จากข้าวพองปราศจากน้ำมันทอด

1. วิธีการทำข้าวพองปราศจากน้ำมันทอด



1.1 นำข้าวกล้องมาแช่น้ำเป็นเวลาประมาณ 6-8 ชั่วโมง เพื่อให้ดู่น้ำ

1.2 นำข้าวกล้องที่แช่น้ำมาหุงถึงสุก หุงด้วยหม้อหุงข้าวไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งข้าวแต่ละชนิดจะมีวิธีการหุงที่ต่างกันดังนี้

1.2.1 การหุงข้าวเหนียว เช่น ข้าวเหนียวกล้องสันป่าตอง ข้าวเก่า

1.2.1.1 นำข้าวใส่หม้อและใส่น้ำเพียงเล็กน้อย ข้าว(ที่ผ่านการแช่น้ำมาแล้ว) 1,500 กรัม : น้ำ 100 กรัม (ข้าวก่อนหม้อหุงข้าวใบใหญ่ ต่อ น้ำ ครึ่งแก้ว)

1.2.1.2 กดไฟหุง

1.2.1.3 เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที ให้เปิดฝหม้อ ใช้ทัพพีพลิกข้าวกันหม้อขึ้นมาไม่ให้ข้าวติดกันหม้อ และปิดฝหม้อ น้ำแห้งสนิท จะแสดงไฟอุ่น (รวมเวลาดังแต่กดไฟหุงประมาณ 40 นาที)

1.2.1.4 ให้เปิดหม้อ ตวงน้ำ 50-75 กรัม (น้ำ 1/3 แก้ว) ทอยยพรมน้ำและใช้ทัพพีพลิกข้าวจากล่างขึ้นบนพลิกไปมาให้ได้รับน้ำทั่วถึง และปิดฝหม้อ

1.2.1.5 กดไฟหุงอีกครั้ง

1.2.1.6เมื่อเวลาผ่านไปอีก 30 นาที เปิดฝหม้อพลิกข้าวป้องกันข้าวกันหม้อไหม้ เสร็จแล้วปิดฝหม้อ

1.2.1.7 หุงต่อจนข้าวสุก ปล่อยให้ระอุอีก 15 นาที รวมเวลาดังแต่กดไฟหุงครั้งที่สองประมาณ 45 นาที ถึง 1 ชั่วโมง จนเม็ดข้าวสุกกระทันหัน สุกทั่วเม็ดข้าวไม่เกาะติดกัน ถ้าเม็ดข้าวเกาะติดกันเป็นก้อนแสดงว่าใส่น้ำมากเกินไป และใช้มือบี้เม็ดข้าวดูเม็ดข้าวจะแบนได้โดยง่าย รวมเวลาที่ใช้หุงทั้งสิ้นประมาณ 90 นาที

1.2.2 การหุงข้าวเจ้า เช่น ข้าวขาวดอกมะลิสีทอง ข้าวหอมแดง ข้าวหอมมะลิ

1.2.2.1 ปริมาณข้าว(ที่ผ่านการแช่น้ำมาแล้ว) : น้ำ 1,500 : 200 กรัม (ข้าวค่อนหม้อหุงข้าวใบใหญ่ ต่อ น้ำหนึ่งแก้ว)

1.2.2.2 กดไฟหุง

1.2.2.3 เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 40 นาที น้ำแห้งสนิท จะแสดงไฟอุ่น

1.2.2.4 ให้เปิดฝามือ เดิมน้ำอีก 200 กรัม ใช้ทัพพีพลิกข้าวจากล่างขึ้นบนพลิกกลับไปมาให้ทั่วหม้อให้ข้าวดูดน้ำทั่วถึง และปิดฝามือ

1.2.2.5 กดไฟหุงอีกครั้ง

1.2.2.6 เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 30 นาที ข้าวสุก ปล่อยให้ระอุอีก 15 นาที รวมประมาณ 45 นาที ถึง 1 ชั่วโมง จนเม็ดข้าวสุกกระทันหัน สุกทั่วเม็ดข้าวไม่เกาะติดกัน ถ้าเม็ดข้าวเกาะติดกันเป็นก้อนแสดงว่าใส่น้ำมากเกินไปและใช้มือบี้เม็ดข้าวดูเม็ดข้าวจะแบนได้โดยง่าย รวมเวลาที่ใช้หุงทั้งสิ้นประมาณ 90 นาที

หมายเหตุ : ถ้าใส่น้ำน้อยไป หรือใช้เวลาหุงน้อยไป แป้งในเม็ดข้าวยังเปลี่ยนเป็นเจลไม่เต็มที่ก็ จะ คั่ว ไม่ พอง แต่ถ้าใส่น้ำมากเกินไปก็ทำให้ข้าวไม่พองเช่นกัน

1.3 เมื่อแป้งในเม็ดข้าวเปลี่ยนเป็นเจลดีแล้วโดยที่เม็ดข้าวบางเม็ดแตกออกเล็กน้อย และสุกกระทันหัน ให้นำมาใส่ถาดอะลูมิเนียมเกลี่ยข้าวให้เสมอกัน ให้รับลมเย็นโดยไม่ปิดฝาทาชนะ นำมาแช่เย็นที่อุณหภูมิ 0-4°C. เป็นเวลา 1-2 วัน ในขณะที่แช่เย็นควรพลิกข้าววันละ 1 ถึง 2 ครั้ง เพื่อให้ผิวของเมล็ดข้าวตึงตัวและได้รับความเย็นสม่ำเสมอ

1.4 นำข้าวที่แช่เย็นแล้วมาตากแดด โดยเกลี่ยบาง ๆ บนกระด้ง หรือตาข่าย อย่าให้หนาเกินครึ่งนิ้ว ให้เหลือความชื้นประมาณ 20-25% (ข้าวสารทั่วไปมีความชื้น 14-15%) ในขณะที่ตากแดดควรมีการพลิกกลับกองข้าวเพื่อให้ได้รับแสงแดดสม่ำเสมอ

- ถ้าแดดแรงตากแดดเป็นเวลา 4-5 ชม.

- ถ้าแดดไม่แรงตากแดดเป็นเวลา 1 วัน

1.5 นำข้าวที่ผ่านการตากแดดแล้วมาคั่วในกระทะเหล็กหนาที่ใช้ไฟสูง โดยตั้งกระทะให้ร้อนแล้วใส่ข้าวลงไป คั่วประมาณ 20-30 วินาทีเม็ดข้าวเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการพองตัวได้ดี ถ้าไฟแรงเกินไป หรือเวลานานเกินไปจะทำให้ข้าวไหม้

2. วิธีการทำมูสลิบาร์



2.1 ตั้งกระทะและเปิดไฟกลาง จากนั้นใส่น้ำเปล่า กลูโคสไซรัป (เบะแซ) และน้ำผึ้งลงไปเคี่ยวในกระทะ ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เคี่ยวจนหนืด (ประมาณ 7 นาที)

2.2.1 ใส่ข้าวกล้องพอง ถั่วลิสงคั่ว เมล็ดฟักทอง มะพร้าวคั่ว ลูกเกด งาขาว งาดำ และผลไม้อบแห้ง คนให้เข้ากัน

2.2.2 ตักใส่ถาดและใช้ลูกกลิ้งกดอัดให้แน่น

2.2.3 ตัดเป็นชิ้นขนาด 3x8x1 เซนติเมตร และนำไปให้ความเย็นเพื่อให้แข็งตัวจับกันเป็นแท่ง

2.2.4 นำผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์บรรจุลงในบรรจุภัณฑ์

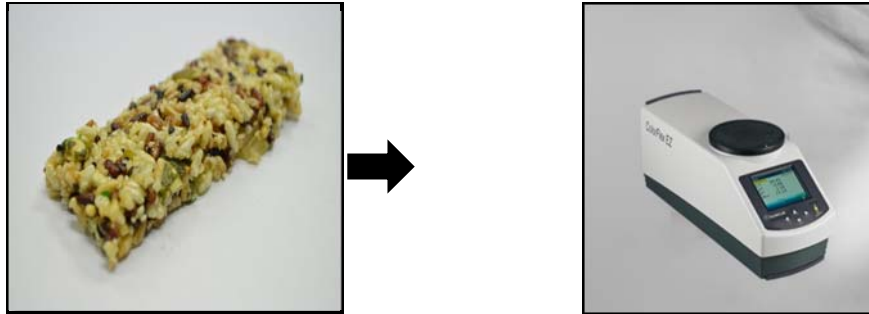
2.2.5 ผนึกช่องโดยใช้การซีล (Sealing) จึงได้เป็นผลิตภัณฑ์มูสลี่บาร์

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์มูลี่บาร์

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์แท่งมูสลี่บาร์

1) การวิเคราะห์ค่าสี



นำผลิตภัณฑ์แท่งมูสลี่บาร์มาวางบน Port insert 1 inch with glass บนเครื่อง hunter lab รุ่น color flex จากนั้นเครื่องจะอ่านค่าอัตโนมัติเป็น L^*, a^*, b^*

L^* = 0 หมายถึงมืด (darkness)

= 100 หมายถึง สว่าง (lightness)

a^* แสดงความเป็นสีแดงและเขียว (redness/greenness)

a^* มีค่าเป็นบวก หมายถึง สีแดง

a^* มีค่าเป็นลบ หมายถึง สีเขียว

b^* คือ แสดงความเป็นสีเหลืองและน้ำเงิน (yellowness/blueness)

b^* มีค่าเป็นบวก หมายถึง สีเหลือง

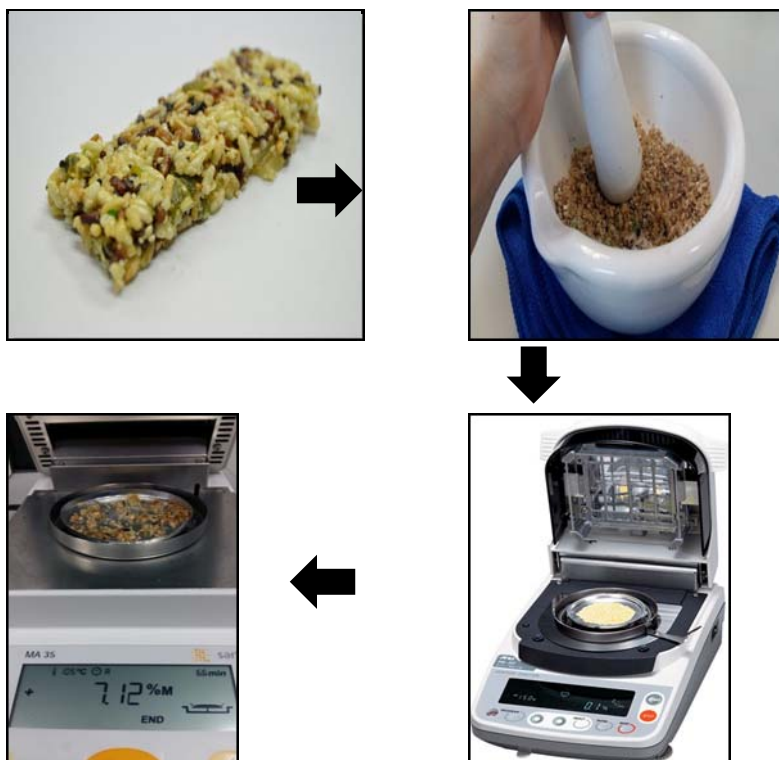
b^* มีค่าเป็นลบ หมายถึง สีน้ำเงิน

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของผลิตภัณฑ์มูลสัตว์

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของผลิตภัณฑ์มูสลิบาร์

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น



โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ความชื้น Sartorius MA35M-0002310V1 SWB248007725 นำผลิตภัณฑ์มาบดในโกร่งเพื่อให้ตัวอย่างมีความละเอียดขึ้นและนำไปใส่ในจานตัวอย่างในเครื่องวัดความชื้นเครื่องจะอ่านน้ำหนักอัตโนมัติจากนั้นปิดฝาเครื่องและกดปุ่ม Enter ให้เครื่องเริ่มทำงานโดยเครื่องจะทำงานและอ่านค่าความชื้นอัตโนมัติ



Science and Technology Service Center, Chiang Mai University
(STSC-CMU)
239 Huay-Kaew Road, Muang District Chiang Mai, Thailand 50200
Tel: 053-941971, 053-943397
Fax: 053-892275 E-mail : stsc@science.cmu.ac.th

ใบรายงานผลการทดสอบ

เลขที่รายงานผล 58/2041

รหัสตัวอย่าง STSC-CMU 58/0859(2)

ชื่อ / หน่วยงานผู้ขอรับบริการ นางสาวกรรณก เพิ่มแพงพัน

ที่อยู่เลขที่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ 17 หมู่ 3 ตำบลแม่ทราย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ 54140

วันที่รับตัวอย่าง 4 ธันวาคม พ.ศ. 2558 ช่วงเวลาที่ทดสอบ 4-21 ธันวาคม พ.ศ. 2558

วันที่ออกรายงานผลทดสอบ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2558

ชื่อตัวอย่าง มูลสัตว์

ลักษณะและสภาพตัวอย่าง ประเภทตัวอย่าง : มูลสัตว์ เป็นแผ่นสี่เหลี่ยม

ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติกปิดสนิท น้ำหนัก 500 กรัม

อุณหภูมิขณะรับตัวอย่าง : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ

ผลการทดสอบตัวอย่าง

ลำดับที่	รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOQ	LOD	วิธีทดสอบ
1	Ash	1.44	g/100g	-	-	AOAC(2012)923.03.and 920.153
2	Carbohydrate	66.07	g/100g	-	-	Compendium of Method for Food analysis .Thailand. 1 st Edition. 2003.
3	Energy	428.20	kcal/100g	-	-	
4	Fat	14.04	g/100g	-	-	AOAC(2012) 948.15
5	Moisture	9.06	g/100g	-	-	AOAC(2012) 925.10. and 950.46.
6	Peroxide value	6.64	mEq/kg	-	-	In house method based on AOAC(2000) 965.33

หมายเหตุ :

(a) ND = Not Detected (ไม่พบ) (b) LOQ = Limit of Quantitation (c) LOD = Limit of Detection

ผลการทดสอบตามเอกสารข้างต้นนี้ รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ได้ทำการทดสอบเท่านั้น และห้ามใช้
รายงานฉบับนี้ในการขอ -คัดทอน โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

FM-QP 5.10-01

หน้า 1/2



Science and Technology Service Center, Chiang Mai University
(STSC-CMU)
239 Huay-Kaew Road, Muang District Chiang Mai, Thailand 50200
Tel: 053-941971, 053-943397
Fax: 053-892275 E-mail : stsc@science.cmu.ac.th

ใบรายงานผลการทดสอบ

เลขที่รายงานผล 58/2041

รหัสตัวอย่าง STSC-CMU 58/0859(2)

ผลการทดสอบตัวอย่าง

ลำดับที่	รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOQ	LOD	วิธีทดสอบ
7	Protein (%N x6.25)	9.39	g/100g	-	-	AOAC (2012) 991.20.(Kjeldhal Method).
8	Reducing Sugar	19.71	g/100g	-	-	Compendium of method for food analysis (2003)

หมายเหตุ :

(a) ND = Not Detected (ไม่พบ) (b) LOQ = Limit of Quantitation (c) LOD = Limit of Detection

ผลการทดสอบตามเอกสารข้างต้นนี้ รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ได้ทำการทดสอบเท่านั้น และห้ามใช้รายงานฉบับนี้ในการขอ - ตัดทอน โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

ลงชื่อ 

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุกอน บวรสมบัติ)

ผู้อำนวยการ สวท-มช.

“ End of report ”

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาทางอาหารของผลิตภัณฑ์มูลสัตว์

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาทางอาหารของผลิตภัณฑ์นมรสดี

1. การตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ☐ ทั้งหมดในอาหาร (AOAC, 2002)

1.1 การเตรียมสารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

1.1.1 สารละลายบัฟเฟอร์ ☐ เปปโตน ความเข้มข้น ☐ น 0.1% (Peptone AR Grade) ซึ่งเปปโตน 0.1 กรัมละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ถ ☐ ยใส่ ☐ ขวดหรือ หลอดทดลอง นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

1.1.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (AR Grade) ซึ่งอาหารเลี้ยงเชื้อมา 23.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต ☐ มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด นำไปฆ่า ☐ เชื้อที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส

1.2 วิธีการวิเคราะห์ ☐

1.2.1 ใช้ ☐ สำลึซบแอลกอฮอล์ ☐ 70 % เช็ดขวดด้วย ☐ ึ่งผลิตภัณฑ์นมรสดีจากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด ก ☐ วนการเป ☐ ดขวด

1.2.2 ใช้ ☐ ช ☐ วนที่ ☐ วนการหม ☐ ำเชื้อเช็ดสำลึซบแอลกอฮอล์ ☐ วนไฟแล ☐ วดักด้วย ☐ ึ่งผลิตภัณฑ์นมรสดีจากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด 25 กรัม ใส่ ☐ ในถุงตีป ☐ นที่ ☐ วนการฆ่าเชื้อแล ☐ วน (ทำภายในตู้ ☐ ถ ☐ ยเชื้อ) เติมสารละลายบัฟเฟอร์ ☐ เปปโตน 225 มิลลิลิตร นำไปตีป ☐ นด ☐ วยเครื่องตีป ☐ นจนด้วย ☐ ึ่งผลิตภัณฑ์นมรสดีจากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดแตกละเอียดและผสมเป ☐ นเนื้อเดียวกัน สารละลายที่ได ☐ เป ☐ นด้วย ☐ ึ่งเจือจาง 1:10 หรือ 10-1

1.2.3 ป ☐ เปตด้วย ☐ ึ่งผลิตภัณฑ์นมรสดีจากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดที่เจือจางที่ความเข้มข้น ☐ น 10-1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ ☐ ลงในหลอดที่มีสารละลายบัฟเฟอร์ ☐ เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย ☐ าดด้วย ☐ ึ่งผลิตภัณฑ์นมรสดีจากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด ให้ ☐ ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ได ☐ เป ☐ นสารละลายด้วย ☐ ึ่งผลิตภัณฑ์นมรสดีจากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดที่เจือ ☐ ึ่ง 1:100 หรือ 10-2

1.2.4 นำด้วย ☐ ึ่งผลิตภัณฑ์นมรสดีจากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอดที่เจือจางที่ความเข้มข้น ☐ น 10-2 มาเจือจางต ☐ ่อให้ ☐ เป ☐ น 10-3, 10-4, 10-5, 10-6 โดยทำเช่นเดียวกับ ☐ 1.2.3

1.2.5 ใช้ ☐ ป ☐ เปตขนาด 1 มิลลิลิตรที่ ☐ วนการหม ☐ ำเชื้อ ป ☐ เปตด้วย ☐ ึ่งอาหารที่เจือจางที่เตรียมไว้ ☐ ลงในงานเพาะเชื้อจานละ 1 มิลลิลิตร ระดับความเจือจางละ 2 จาน โดยเริ่มดูจากด้วย ☐ ึ่งอาหารที่เจือจางมากที่สุด

1.2.6 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar ที่หลอมเหลวอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ลงในงานเพาะเชื้อที่มีด้วย ☐ ึ่งโดยใส่ ☐ งานละประมาณ 15-20 มิลลิลิตร

1.2.7 ผสมตัวอย่าง ☐ ผลิตภัณฑ์มูลสัตว์จากขี้วัวกลิ้งพองปราศจากน้ำมันทอดและอาหารเลี้ยงเชื้อ ☐ เข ☐ กัน โดยการเลื่อนจานเพาะเชื้อในแนวตั้ง, แนวตามเข็มนาฬิกา, แนวอน และแนวทวนเข็มนาฬิกาแนวละ 5 ครั้งแล้ว ☐ วต้งทิ้งไว้ ☐ ไห ☐ แข็งตัว

1.2.8 กลับจานเพาะเชื้อบรรจุในถุงพลาสติกโดยวาง ☐ อกันไม่ ☐ เกิน 5 ชั้น แล้วนำไปบ ☐ มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 2 องศาเซลเซียส เป ☐ นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง

1.2.9 ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ ☐ ะหว ☐ าง 25-250 โคโลนีหา ☐ านเฉลี่ยจากทั้ง 2 จานเพาะเชื้อรายงานผลการตรวจนับว ☐ ามี Mesophilic aerobic bacteria ในรูปจำนวนโคโลนีต ☐ ่อซอส 1 กรัม (cfu/g)

1.3 การตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ ☐

1.3.1 กรณีที่จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ ☐ เจริญอยู่ ☐ ในช ☐ วง 25-250 โคโลนี/จานเพาะเชื้อ

1.3.1.1 ถ ☐ านเพาะเชื้อทั้ง 2 จานจากตัวอย่าง ☐ ึ่งที่ทำให้ ☐ เจือจาง (dilution) ระดับเดียวกันมีจำนวนโคโลนีอยู่ ☐ ะหว ☐ าง 25-250 โคโลนีให้ ☐ ำจำนวนแบคทีเรียทั้ง 2 จานมาหา ☐ านเฉลี่ยแล้ว ☐ าคูณค ☐ วยแฟกเตอร์ ☐ การทำให้ ☐ เจือจาง (dilution factor)

1.3.1.2 ถ ☐ านเพาะเชื้อจานใดจานหนึ่งจากตัวอย่าง ☐ ึ่งที่ทำให้ ☐ เจือจางระดับเดียวกันมีจำนวนโคโลนี ☐ อยกว ☐ ำ 25 หรือมากกว่า 250 โคโลนีนำจำนวนแบคทีเรียทั้ง 2 จาน แล้ว ☐ ำนามาหา ☐ านเฉลี่ยแล้ว ☐ าคูณค ☐ วยแฟกเตอร์ ☐ การทำให้ ☐ เจือจาง

1.3.1.3 ถ ☐ ามีตัวอย่าง ☐ ึ่งที่ทำให้ ☐ เจือจาง 2 ระดับที่ติดกันมีจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้ออยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนีให้ ☐ ับจำนวนแบคทีเรียทั้ง 2 ระดับ แล้ว ☐ ำนาค ☐ ำนับได ☐ ของแต ☐ ละระดับแล้ว ☐ ำนาค ☐ ำนับได ☐ ของแต ☐ ละระดับคูณค ☐ วยแฟกเตอร์ ☐ การทำให้ ☐ เจือจางหาอัตราส ☐ วนความแตกต ☐ างของค ☐ ำนับได ☐ อก ☐ ำนับได ☐ ำไม่ ☐ เกิน 2 เท ☐ ำแล้ว ☐ ำนาค ☐ ำนับได ☐ จากทั้ง 2 ระดับที่เจือจางมาหา ☐ านเฉลี่ยแล้ว ☐ อก ☐ ำนับได ☐ รายงานที่ได้ ☐ ำกว ☐ ำ

1.3.2 กรณีที่ไม่ ☐ ามีเชื้อเจริญอยู่ ☐ ในช ☐ วง 25-250 โคโลนี/จานเพาะเชื้อแต่ ☐ ยังสามารถนับได ☐ ทั้งหมดค ☐ ำนับจำนวนเชื้อมากกว่า 250 โคโลนีเลือกรายงานผล ☐ ำนับได ☐ ึ่ง 250 โดยรายงานว ☐ ำนับ ☐ ำนประมาณ (est.)

1.3.3 กรณีที่ทุกจานเพาะเชื้อมีจำนวนเชื้อ ☐ อยกว ☐ ำ 25 โคโลนี/จานเพาะเชื้อ 105 ให้ ☐ รายงานผลเป ☐ ำนค ☐ ำนจริงที่นับได ☐ จากการทำให้ ☐ เจือจ ☐ ำนับได ☐ ำนต่ำที่สุด (เข ☐ มข ☐ ำนต่ำที่สุด) และรายงานว ☐ ำนเป ☐ ำนค ☐ ำนประมาณ (est.)

1.3.4 กรณีที่ทุกจานเพาะเชื้อไม่ ☐ ามีโคโลนีเจริญเลยให้ ☐ รายงานผลเป ☐ ำนค ☐ ำน ☐ อยกว ☐ ำค ☐ ำนของการทำให้ ☐ เจือจางที่ต่ำที่สุดและรายงานว ☐ ำนเป ☐ ำนค ☐ ำนประมาณ (est.)

1.3.5 กรณีที่จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ ☐ เจริญมากกว่า 250 โคโลนี/จานเพาะเชื้อ

1.3.5.1 ถ ☐ จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ ☐ ที่เจริญจากระดับการทำให้ ☐ เจือจางสูงสุด (เจือจางที่สุด) อยู่ ☐ ระหว่าง ☐ 4-10 โคโลนี/ตารางเซนติเมตร ให้ ☐ นับจำนวนแบคทีเรียเป ☐ นพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร (นับในแนวนอน 6 ตารางที่ติดกัน และนับในแนวตั้ง 6 ตารางที่ติดกัน) หาก ☐ เปลี่ยน ☐ ตารางเซนติเมตรแล้ว ☐ ควบคุม ☐ วยจำนวนพื้นที่ของจานเพาะเชื้อทั้งหมด

1.3.5.2 ถ ☐ จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ ☐ ที่เจริญในระดับการทำให้ ☐ เจือจางสูงสุดมี มากกว่า ☐ 10 โคโลนี/ตารางเซนติเมตรแต่ ☐ ประมาณจำนวน ☐ วยสายตาแล้ว ☐ สามารถที่จะนับได้ ☐ ให้ ☐ นับจำนวนจากพื้นที่ที่เป ☐ นตัวแทนของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดเพียง 4 ตารางเซนติเมตร หาก ☐ เปลี่ยน ☐ ตารางเซนติเมตร แล้ว ☐ ควบคุม ☐ วยจำนวนพื้นที่ของจานเพาะเชื้อทั้งหมด (พื้นที่มาตรฐานของจานเพาะเชื้อขนาด 15 x 100 มิลลิเมตร ประมาณ 56 ตารางเซนติเมตร) โดยที่ระดับการทำให้ ☐ เจือจางที่ต่ำกว่า ☐ นั้นให้ ☐ รายงานผลเป ☐ น too numerous to count หรือ TNTC

1.3.5.3 ถ ☐ จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ ☐ ที่นับมี ☐ เกิน 100 โคโลนีต่อ ☐ ตารางเซนติเมตร ให้ ☐ รายงานผลเป ☐ น ☐ มากกว่า ☐ พื้นที่ของจานเพาะเชื้อ ☐ ควบคุม ☐ วย 100 ☐ ควบคุม ☐ วย ☐ แพลกเตอร์ ☐ การทำให้ ☐ เจือจางที่สูงที่สุดซึ่งก็คือ 5,600 เท ☐ ของ ☐ การทำให้ ☐ เจือจางที่สูงที่สุดและรายงานว ☐ เป ☐ นค่าประมาณ (est.) กรณีที่จานเพาะเชื้อมี spreader มากกว่า ☐ 25% ให้ ☐ รายงานว ☐ “SPR” (spreader) และถ ☐ จำเป ☐ นต้อง ☐ งบให้ ☐ นับโคโลนีที่ spreader เป ☐ น 1 โคโลนีและนำไปรวมกับจำนวนโคโลนีปกติแล้ว ☐ นำไปคำนวณ และกรณีที่เกิดการปนเป ☐ ื้อนหรือเกิดการผิดพลาด ให้ ☐ รายงานผลว ☐ “LA” (laboratory accident)

2. การตรวจหาปริมาณยีสต์ ☐ และราในอาหาร โดยวิธี pour plate (AOAC, 2002)

2.1 การเตรียมสารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

2.1.1 สารละลายบัฟเฟอร์ ☐ เปปโตน ความเข ☐ มข ☐ น 0.1% (Peptone AR Grade) ชั่งเปปโตน 0.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ถ ☐ ายใส่ ☐ ขวดหรือ หลอดทดลอง นำไปหม ☐ เชื้อที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

2.1.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (AR Grade) ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ 39 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต ☐ มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด นำไปหม ☐ เชื้อที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ถ ☐ ่อนนำอาหารเลี้ยงเชื้อมาใช้ ☐ ต ☐ อยปรับความเป ☐ นกรด-ด ☐ ่างเป ☐ น 3.5 โดยการเติมสารละลายกรดทาร์ ☐ ทา ☐ ริกความเข ☐ มข ☐ น 10% ปริมาตร 1.9 มิลลิลิตรต่ออาหารเลี้ยงเชื้อ 100 มิลลิลิตร

2.2 วิธีการวิเคราะห์

2.2.1 ใช้ ☐ สำลึชูปแอลกอฮอล์ ☐ 70 % เช็ดขวดซอสด้วย ☐ ่าง ☐ ่อนการเป ☐ ดขวด

2.2.2 ใช้ ☐ ช ☐ ่อนที่ผ ☐ านการหม ☐ เชื้อ เช็ดสำลึชูปแอลกอฮอล์ ☐ ลงไฟแล ☐ วดักด้วย ☐ ่างผลิตภัณฑ์มูลี่บาร์จากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด 25 กรัม ใส่ ☐ ในถุงตีป ☐ นที่ผ ☐ านการฆ่าเชื้อแล ☐ ว

(ทำภายในตู้ปลอดเชื้อ) เดิมสารละลายบัฟเฟอร์ เปปโตน 225 มิลลิลิตร นำไปตีปั่นด้วยเครื่องตีปั่นจนด้วยแรงแตกละเอียดและผสมเปปตอนเนื้อเดียวกันสารละลายที่ไดเปปตอนด้วยแรงเจือจาง 1:10 หรือ 10-1

2.2.3 ปั่นเปิดด้วยแรงที่เจือจางที่ความเข้มข้น 10-1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดที่มีสารละลายบัฟเฟอร์ เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าด้วยแรงให้ผสมเปปตอนเนื้อเดียวกันไดเปปตอนสารละลายด้วยแรงที่เจือจาง 1:100 หรือ 10-2

2.2.4 นำด้วยแรงที่เจือจางที่ความเข้มข้น 10-2 มาเจือจางต่อให้เปปตอน 10-3 โดยทำเช่นเดียวกับข้อ 2.2.3

2.2.5 ใส่น้ำปั่นขนาด 1 มิลลิลิตรดูดสารละลายของด้วยแรงอาหารที่ความเจือจางต่่างๆ ลงในจานอาหารเพาะเชื้อจานละ 1 มิลลิลิตรความเจือจางละ 3 จาน

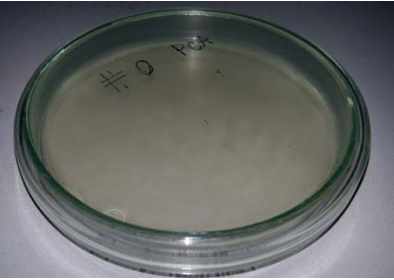
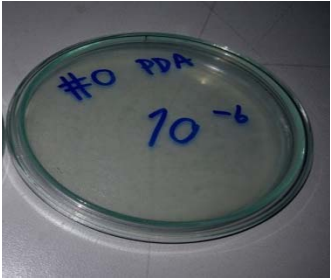
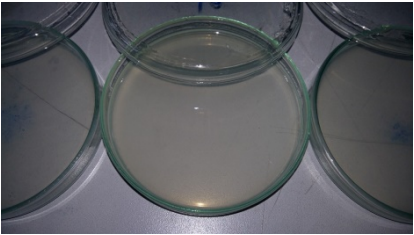
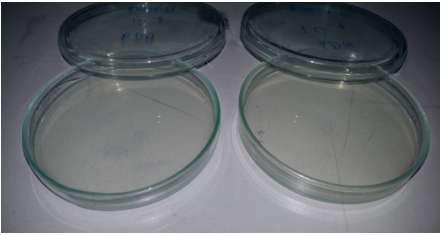
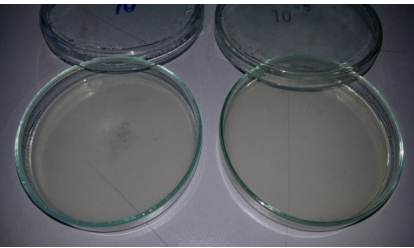
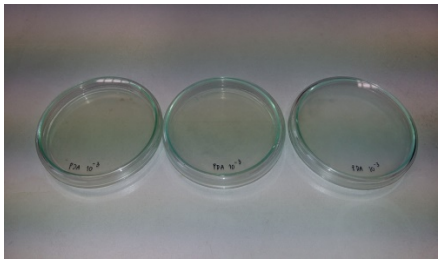
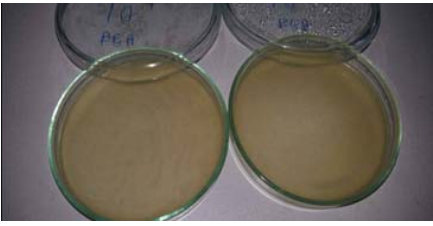
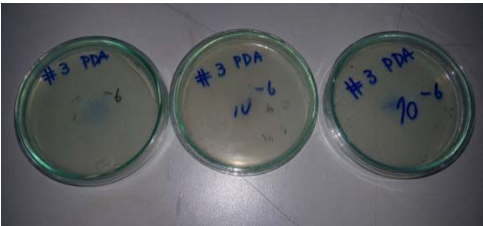
2.2.6 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar Agar ที่หลอมเหลวอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียสที่ผ่านการปรับความเปปตอนกรด-ด่างให้เท่ากับ 3.5 แล่วลงในจานเพาะเชื้อที่มีด้วยแรงโดยใส่จานละประมาณ 15-20 มิลลิลิตร

2.2.7 ผสมด้วยแรงและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากัน โดยการเลื่อนจานเพาะเชื้อในแนวตั้ง, แนวตามเข็มนาฬิกา, แนววน และแนวทวนเข็มนาฬิกาแนวละ 5 ครั้งแล้วตั้งทิ้งไว้ให้แข็งตัว

2.2.8 กลับจานเพาะเชื้อบรรจุในถุงพลาสติกโดยวางซ้อนกันไม่เกิน 3 ชั้น แล่วนำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เปปตอนเวลา 5 วัน

2.2.9 ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนีหากแตกต่างจากทั้ง 3 จานเพาะเชื้อรายงานผลการตรวจนับว่ามีปริมาณเชื้อยีสต์และราในรูปจำนวนโคโลนีต่อผลิตภัณฑ์มวลสารจากข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด 1 กรัม (cfu/g) ใส่วิธีการตรวจนับเช่นเดียวกับการหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหาร

3. ผลการตรวจจุลินทรีย์

เดือนที่	จุลินทรีย์ทั้งหมด	ยีสต์ □ และรา PDA
0		
1		
2		
3		

ภาคผนวก จ
การทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบความชอบต่อข้าวกล้องพองปราศจากน้ำมันทอด

หมายเลขผู้ทดสอบ.....

วันที่ทดสอบ.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างเหล่านี้ตามลำดับที่นำเสนอ และให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านต่างๆ
ตามที่ท่านเห็นสมควร

ไม่ชอบมากที่สุด	= 1	ไม่ชอบเล็กน้อย	= 4	ชอบปานกลาง	= 7
ไม่ชอบมาก	= 2	เฉยๆ	= 5	ชอบมาก	= 8
ไม่ชอบปานกลาง	= 3	ชอบเล็กน้อย	= 6	ชอบมากที่สุด	= 9

รหัส	คุณสมบัติ				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

แบบสอบถาม การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค
เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์มูลี่บาร์

คำชี้แจง : แบบสอบถามชุดนี้เป็น ผลิตภัณฑ์มูลี่บาร์จากงานวิจัย ข้าวกล้องพองโดยปราศจากน้ำมันทอด
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัย แม่โจ้-แพร่เฉลิมพระเกียรติ ความ
คิดเห็นและข้อเสนอแนะของท่าน จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลี่บาร์ โดย
แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ
 ส่วนที่ 1 ข้อมูลโดยทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
 ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์มูลี่บาร์
กรุณาตอบแบบสอบถามทั้ง 2 ส่วน โดยข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจะไม่มีผลกระทบใดๆต่อท่านทั้งสิ้น
ขอขอบคุณที่ท่านให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามฉบับนี้

คำอธิบาย :

ผลิตภัณฑ์มูลี่บาร์ หมายถึง การนำข้าวกล้องดิบมาผ่านกระบวนการต่างๆจนได้เป็นข้าวกล้องพอง
ปราศจากน้ำมันทอด มาผสมรวมกับธัญพืช อาทิเช่น เมล็ดฟักทอง ถั่ว งา ลูกเกด มะพร้าวคั่ว น้ำผึ้ง กลูโคสไซรัป
ผลไม้แห้ง ผสมให้เข้ากันแล้วนำมาขึ้นรูปเป็นแผ่น ผลิดขึ้นเพื่อเป็นขนมขบเคี้ยว ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยไม่มี
ส่วนผสมของสารที่เป็นอันตรายของสุขภาพ มีความสะดวกในการรับประทาน เหมาะจะเป็นอาหารว่างสามารถ
รับประทานได้ทุกที่ทุกเวลาหรือในช่วงเวลาเร่งรีบ

ขอแสดงความนับถือ

คณะผู้วิจัย

คำแนะนำ : โปรดทำเครื่องหมาย / ลงใน ☐ นำคำตอบที่ตรงกับความเป็นจริงของท่าน
ส่วนที่ 1 ข้อมูลโดยทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

☐ ชาย

☐ หญิง

2. อายุ

☐ 12-15 ปี

☐ 16-20 ปี

☐ 20 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษาปัจจุบัน

☐ ประถมศึกษา

☐ มัธยมศึกษาตอนต้น

☐ มัธยมศึกษาตอนปลาย

☐ ปริญญาตรี

4. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

☐ ต่ำกว่า 500 บาท

☐ 501 – 1,000 บาท

☐ 1,000 – 2,000 บาท

☐ 2,001 - -3,000 บาท

☐ 3,000 – 4,000 บาท

☐ มากกว่า 4,000 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์มูลสัตว์

ระบุความชอบโดย/ ลงในช่องที่เห็นว่าเหมาะสมตามความรู้สึกของท่าน

คุณลักษณะ	ดี	กลืน	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
ชอบมากที่สุด					
ชอบมาก					
ชอบปานกลาง					
ชอบเล็กน้อย					
บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ					
ไม่ชอบ					
ไม่ชอบปานกลาง					
ไม่ชอบมาก					
ไม่ชอบมากที่สุด					

2. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

☐ยอมรับ ☐ไม่ยอมรับ

3. หากมีผลิตภัณฑ์มูลสัตว์ ซึ่งมีขนาดบรรจุของซองพลาสติกจำนวน 1 แท่ง 7 บาท ออกวางจำหน่าย ท่านมีความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ดังกล่าวหรือไม่

☐ซื้อ (ตอบเฉพาะข้อ 4 ต่อ)

☐ไม่แน่ใจ (ข้ามไปตอบข้อ 5)

☐ไม่ซื้อ (ข้ามไปตอบข้อ 5)

4. ท่านมีความสนใจจะซื้อผลิตภัณฑ์มูลสัตว์เพราะเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ราคาถูก

☐อร่อย

☐เป็นผลิตภัณฑ์แปลกใหม่

☐เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางอาหาร

☐อื่นๆ โปรดระบุ.....

5. ท่านไม่แน่ใจหรือไม่ซื้อผลิตภัณฑ์มูลสัตว์เพราะเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ราคาแพง

☐ไม่อร่อย

☐ต้องปรับปรุงคุณภาพอีก

☐อื่นๆ โปรดระบุ

(เช่น ดี กลืน รส)

