สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาอัตราส่วนของข้าวเหนียวดำกับข้าวเหนียวขาวในการทำข้าวหมาก

Study on Rate of Black glutinous rice and White glutinous rice of Sweet fermented glutinous rice

โดย

นายสมศิลป์ เจริญสุข

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ปีการศึกษา 2547

สน.
ส285ก
2547

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....58877
วัน,เดือน,ปี.....10 ก.พ. 2549

b.....11424617
i.....

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
การดัดแปลง ทำซ้ำ ทุกรูปแบบ ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2547

ชื่อเรื่อง การศึกษาอัตราส่วนของข้าวเหนียวดำกับข้าวเหนียวขาวในการทำข้าวหมาก
Study on Rate of Black glutinous rice and White glutinous rice of Sweet fermented glutinous rice

ชื่อ-สกุล นายสมศิลป์ เจริญสุข

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปิยะนารถ จันทร์เล็ก

บทคัดย่อ

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนของข้าวเหนียวดำกับข้าวเหนียวขาวในการทำข้าวหมาก โดยมีอัตราส่วนดังนี้ 100:0 75:25 50:50 25:75 0:100 และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวหมาก นอกจากนี้ยังได้วิเคราะห์ค่าพีเอชและค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์ ที่อายุการหมัก 0-3 วัน

จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเคมี พบว่าในการวัดค่าพีเอชนั้น ปรากฏว่าข้าวหมากตัวอย่างที่ 1 มีค่าน้อยที่สุด คือ 5 ส่วนข้าวหมากตัวอย่างอื่นๆ นั้นมีค่าพีเอช เท่ากับ 6 เมื่อหมักข้าวหมากได้ 3 วัน สำหรับค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์ ปรากฏว่าตัวอย่างที่ 1 มีค่าน้อยที่สุด คือ 29 และตัวอย่างที่ 5 มีค่ามากที่สุด คือ 41 เมื่อหมัก ข้าวหมากได้ 3 วัน จากนั้นได้นำข้าวหมากทั้ง 5 ตัวอย่าง ไปทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคจำนวน 30 คน พบว่าในด้านสี กลิ่น และเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยผู้บริโภคให้การยอมรับตัวอย่างที่ 5 ตัวอย่างที่ 3 และตัวอย่างที่ 5 มากที่สุด ตามลำดับ สำหรับในด้านรสชาติ พบว่าตัวอย่างที่ 1 มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากตัวอย่างที่ 2 3 4 และ5 และในด้านความชอบโดยรวม ผลปรากฏว่าตัวอย่างที่ 5 ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 3.697 คะแนน และตัวอย่างที่ 1 ผู้บริโภคให้การยอมรับน้อยที่สุด โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 2.953 คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายด้วยกัน ผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ปิยะนารถ จันทร์เล็ก อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา ให้ข้อเสนอแนะแนวทางการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ และกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. ปิ่นมณี ขวัญเมือง ที่ให้คำแนะนำในการทำปัญหาพิเศษ รวมทั้งผู้ช่วยศาสตราจารย์ จินตนา บุนนาค ที่ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในเรื่องของอุปกรณ์การทดลอง นอกจากนี้ต้องขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตรที่ให้ความสะดวกในเรื่องต่างๆ และรวมทั้งการช่วยเหลือของเพื่อนๆ ในเรื่องของการทดลองและทดสอบผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นผลให้เกิดความสมบูรณ์ของปัญหาพิเศษเรื่องนี้

ความดีและประโยชน์อันเนื่องจากปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอมอบให้แด่บิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกคน ที่ได้ให้การสนับสนุนในด้านทุนทรัพย์และเป็นกำลังใจตลอดมา รวมทั้งอาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน

สมศิลป เจริญสุข

มีนาคม 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ข้าวหมาก	3
2.1.1 นิยาม	3
2.1.2 คุณลักษณะที่ต้องการ	3
2.1.3 ขั้นตอนการทำข้าวหมาก	4
2.1.4 การเสื่อมเสียของข้าวหมาก	5
2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตข้าวหมาก	6
2.2.1 ลูกแป้งข้าวหมาก	6
2.2.2 น้ำตาลทราย	9
2.2.3 ข้าวเหนียว	11
2.3 พฤติกรรมการบริโภค	15
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	19
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	19
3.2 วิธีการ	20
3.2.1 การวางแผนการวิจัย	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	20
3.3 สถานที่ทำการวิจัย.....	20
3.4 ระยะเวลาที่ใช้วิจัย.....	20
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล.....	21
4.1 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักข้าวหมาก.....	21
4.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อข้าวหมาก.....	23
4.3 วิจารณ์ผล.....	25
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	26
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	26
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	26
บรรณานุกรม.....	27
ภาคผนวก ก.....	30
ภาคผนวก ข.....	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงคุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลชนิดต่างๆ	11
2	แสดงคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียว	12
3	ผลการวิเคราะห์ทางเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักข้าวหมาก ข้าวเหนียวดำกับข้าวเหนียวขาว ที่อายุการหมัก 0-3 วัน	22
4	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวหมาก	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว..... 13

2 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของพีเอช ที่อายุการหมัก 0-3 วัน..... 22

3 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเปอร์เซ็นต์บริกซ์ ที่อายุการหมัก 0-3 วัน..... 23

ภาคผนวก ก

4 แสดงลักษณะทางกายภาพของลูกแป้งข้าวหมาก..... 30

5 แสดงลักษณะทางกายภาพของข้าวหมากตัวอย่างที่ 1..... 30

6 แสดงลักษณะทางกายภาพของข้าวหมากตัวอย่างที่ 2..... 31

7 แสดงลักษณะทางกายภาพของข้าวหมากตัวอย่างที่ 3..... 31

8 แสดงลักษณะทางกายภาพของข้าวหมากตัวอย่างที่ 4..... 32

9 แสดงลักษณะทางกายภาพของข้าวหมากตัวอย่างที่ 5..... 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

อาหารหมักจัดเป็นอาหารที่มีมาแต่โบราณ โดยเฉพาะอาหารหมักจากธัญชาติ เช่น ขนมปัง เบียร์ เหล้าพื้นบ้านต่างๆ และข้าวหมาก สำหรับข้าวหมากเป็นอาหารพื้นบ้านของไทยทำจากข้าวเหนียวทั้งข้าวเหนียวดำและข้าวเหนียวธรรมดา ลูกแป้งข้าวหมากและน้ำตาล อาจจะเติมน้ำด้วยหรือไม่ก็ได้ แต่ข้าวหมากข้าวเหนียวดำไม่ค่อยพบบ่อยนัก (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, ม.ป.พ. : 4)

การผลิตข้าวหมากส่วนใหญ่มีการคำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการน้อยมาก โดยข้าวหมากมีคุณค่าทางโภชนาการดังนี้ น้ำ 60 % โปรตีน 2 % คาร์โบไฮเดรต 27 % ไขมัน 0.1 % เกลือแร่และวิตามินในปริมาณที่น้อยมาก (ต่อพงษ์ ศรีเกษม และนิตย์ติมา ดงทวี, 2540 : 3) จะพบก็แต่การนำข้าวหมากไปบริโภคประกอบกับอาหารอื่นๆ เช่น ข้าวหมากบัวลอยหรือบริโภคกับข้าวหลามตัดเรียกว่า ข้าวหมากข้าวหลามตัด จากการศึกษาเอกสารพบว่า มีการใช้ข้าวกล้องในรูปข้าวเหนียวกล้อง เป็นส่วนผสมในการทำข้าวหมากโดยใช้ข้าวเหนียวกล้องต่อข้าวเหนียวในอัตราส่วน 3 : 1 หรือใช้ในปริมาณร้อยละ 74.6 ของส่วนผสมทั้งหมด ทำให้ได้ข้าวหมากที่มีองค์ประกอบทางเคมีดังนี้ พลังงาน 142.3 กิโลแคลอรี่ ความชื้น 63.3 กรัม โปรตีน 3.7 กรัม ไขมัน 1.1 กรัม คาร์โบไฮเดรต 29.4 กรัม ใยอาหาร 1.6 กรัม และเถ้า 0.4 กรัม (อรอนงค์ นัยวิกุล และคณะ, 2546 : 469,470)

จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าข้าวหมากนั้นยังมีคุณค่าทางโภชนาการน้อยอยู่ จึงมีความสนใจที่จะพัฒนาข้าวหมากให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มมากขึ้น และพบว่าข้าวหมากที่จำหน่ายในท้องตลาด จะใช้ข้าวเหนียวดำหรือข้าวเหนียวขาว อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยยังไม่พบผู้ผลิตรายใดที่นำข้าวเหนียวทั้ง 2 ชนิด มาผสมกัน ดังนั้นการศึกษาอัตราส่วนของข้าวเหนียวดำกับข้าวเหนียวขาว ในการทำข้าวหมากเพื่อเป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภค เพื่อจะได้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบันที่สนใจกับสุขภาพของตนเองมากขึ้น รวมทั้งยังช่วยให้ข้าวหมากได้เป็นที่รู้จักมากขึ้นอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของข้าวเหนียวดำกับข้าวเหนียวขาวในการทำข้าวหมาก
2. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวหมากที่ผลิตได้
3. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักข้าวหมาก

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาอัตราส่วนของข้าวเหนียวดำกับข้าวเหนียวขาวในการทำข้าวหมากและศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวหมาก ประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยวิธี hedonic scale ประเมินในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม แล้ววิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of variance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ซึ่งทำการทดสอบกับตัวแทนผู้บริโภค จำนวน 30 คน คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมของข้าวเหนียวดำกับข้าวเหนียวขาวในการทำข้าวหมาก
2. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าวหมาก

ข้าวหมากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตและบริโภคกันทุกภาคของประเทศ จึงมีการกำหนดเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ที่ 162/2546 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 นิยาม

ข้าวหมาก หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวเหนียวขาวหรือข้าวเหนียวดำ ที่ผ่านการล้างแล้วนำมานึ่ง และล้างอีกครั้งแล้วจึงหมักกับลูกแป้งข้าวหมากในระยะเวลา 2-3 วัน เพื่อเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล และยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ (www.tisi.go.th, 6 สิงหาคม 2547)

สำหรับน้ำตาลหรือน้ำหวานที่ได้จากการย่อยข้าวเหนียวนี้ เรียกว่า น้ำต้อย มีความหวานประมาณ 30-40 องศาบริกซ์ (ปริมาณน้ำตาลคิดเป็นกรัมของน้ำตาลซูโครสต่อ 100 มิลลิลิตร) น้ำต้อยที่ย่อยได้ในวันที่ 1และ 2 ยังไม่ค่อยหวานจัด เพราะแป้งยังถูกย่อยไม่สมบูรณ์ จะเริ่มหวานจัดประมาณวันที่ 3 (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, ม.ป.ป. : 20)

2.1.2 คุณลักษณะที่ต้องการ

2.1.2.1 ลักษณะทั่วไป

เมล็ดข้าวเหนียวยังคงรูปเดิม ปริมาณน้ำพอท่วมก้อนข้าวเหนียว และน้ำควรมีลักษณะใส และไม่มีเชื้อราปรากฏให้เห็นเด่นชัด

2.1.2.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้

2.1.2.3 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติที่เกิดจากการหมัก มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย อาจมีรสชาติของแอลกอฮอล์เล็กน้อยและปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นเหม็นบูด รสเปรี้ยวจัด

2.1.2.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส

ต้องนุ่ม ไม่เป็นไตแข็ง

2.1.2.5 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ขนสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.6 เอทิลแอลกอฮอล์

ต้องไม่เกินร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก

2.1.2.7 วัตถุเจือปนอาหาร

ห้ามใช้วัตถุกันเสียและสีทุกชนิด

2.1.2.8 ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

อยู่ระหว่างร้อยละ 40-50 โดยน้ำหนัก

2.1.2.9 ความเป็นกรด-ด่าง

อยู่ระหว่าง 4.0-4.5

2.1.2.10 จุลินทรีย์

Escherichia coli โดยวิธี MPN ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (www.tisi.go.th, 6 สิงหาคม 2547)

ในประเทศแถบเอเชีย ก็มีข้าวหมากเช่นกัน เช่น ในอินโดนีเซีย เรียกว่า ทาเป้ เคทัน (Tape Ketan) ทำจากข้าวเหนียวนึ่งผสมกับแป้งลูกหมาก เรียกว่า ราคิ (ragi) ปิดด้วยใบตองเก็บไว้ 2 วัน ประเทศจีนมีการผลิตข้าวหมาก เลา เชา (Lao Chao) หรือ Chiu-niang หรือ Tien-Chiu-niang ทำจากลูกแป้ง (Chiu-yueh หรือ peh-yueh) ผสมกับข้าวเหนียวที่นึ่งสุกและทำให้เย็น บรรจุถ้วยเก็บไว้ 2-3 วัน ส่วนในประเทศอินเดีย เรียกว่า เมอช่า (Murcha) ทำจากลูกแป้งผสมข้าว มีรากและใบไม้พื้นเมืองผสมอยู่ด้วย (ลูกจันทร์ ภัครัชพันธุ์, 2524 : 147)

2.1.3 ขั้นตอนการทำข้าวหมาก

1. ล้างข้าวเหนียวและแช่น้ำค้างคืนหรือประมาณ 3 ชั่วโมง หากแช่ด้วยน้ำละลายสารส้มจะทำให้ข้าวเหนียวไม่หักง่าย

2. นึ่งข้าวเหนียวจนสุก ประมาณ 15-30 นาที

3. ทิ้งไว้ให้เย็นพร้อมทั้งทำให้ข้าวเหนียวกระจายตัว ไม่เป็นก้อนเมื่อข้าวเหนียวหมาดหรือเกือบแห้งให้พรมด้วยน้ำปูนใสให้ทั่ว (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมก., 2547 : 11)หรือนำไปล้างด้วยน้ำสะอาดหรือน้ำปูนใสจนข้าวหมดยาง หรือจะปั้นเป็นก้อนกลมๆ จุ่มน้ำสะอาดแล้วรีบยกขึ้น วางบนภาชนะที่มีรูเพื่อให้น้ำไหลออกได้ ซึ่งการจุ่มน้ำจะทำให้ข้าวเหนียวร่วนแยกเม็ดออกจากกัน (วรายุ ลี้ประเสริฐ, 2546 : 12)

4. เกลี่ยข้าวให้หนาเท่าๆ กัน แล้วโรยและคลุกด้วยลูกแป้งข้าวหมากที่บดละเอียดให้ทั่ว โดยใช้ลูกแป้ง 0.2 % โดยน้ำหนักของข้าวเหนียวดิบ หรือลูกแป้ง 1 ลูก ต่อข้าวเหนียวดิบ 2 ลิตร หากในฤดูหนาวควรเพิ่มลูกแป้งเป็น 2 เท่า

5. บรรจุใส่ภาชนะที่แห้งสะอาด โดยให้ข้าวเรียงตัวกันหลวมๆ ไม่กดแน่น ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนามากและให้มีที่ว่างเหนือภาชนะ เพื่อให้มีอากาศเพียงพอ

6. เก็บไว้ในที่ร่มประมาณ 2-3 วัน จะได้ข้าวหมากที่มีรสหอมหวาน (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, ม.ป.ป. : 23) หากในฤดูหนาวควรนำผ้าพลาสติกคลุมไว้ เพื่อเพิ่มความอบอุ่นให้ข้าวหมากมีความหวานเร็วขึ้น ส่วนในฤดูร้อนไม่ต้องคลุม (วรายุ ลี้ประเสริฐ, 2546 : 18)

2.1.4 การเสื่อมเสียของข้าวหมาก

การทำข้าวหมากเป็นวิธีที่ง่าย แต่จะให้คุณภาพดีทำได้ยากเพราะบางครั้งข้าวหมากมีกลิ่นรสไม่ดี รสเปรี้ยวมาก มีน้ำมากเกินไป บางครั้งมีสีแดงหรือมีสปอร์หรือเชื้อราเกิดขึ้น

2.1.4.1 สาเหตุจากข้าวและวิธีการเตรียมข้าวสำหรับหมักไม่เหมาะสม

1. นึ่งข้าวนานเกินไปทำให้ข้าวละ เมื่อล้างน้ำทำให้ข้าวเหนียวแฉะและเปรี้ยวง่าย

2. ข้าวที่นึ่งสุกไม่ทั่วถึงทำให้ข้าวหมากแข็งเป็นไตภายในเมล็ดข้าวเนื่องจากแช่ข้าวเหนียวไม่นานพอหรือนึ่งข้าวเร็วเกินไป

3. ล้างข้าวขณะที่ข้าวยังร้อนอยู่ทำให้ข้าวเหนียวแฉะ

4. คลุกลูกแป้งกับข้าวเหนียวขณะที่ข้าวยังไม่สะเด็ดน้ำ ทำให้ความชื้นของข้าวสูงทำให้เกิดความเปรี้ยวจากเชื้อแบคทีเรียได้ง่าย

2.1.4.2 สาเหตุจากลูกแป้งข้าวหมาก

1. ลูกแป้งเก่าเกินไป เชื้อข้าวหมากส่วนใหญ่ตายแล้วทำให้ใช้เวลาในการหมักนาน ข้าวหมากจึงมีกลิ่นไม่ค่อยดี รสหวานน้อย

2. ลูกแป้งไม่ดี เสีย มีเชื้อราและยีสต์ปนเปื้อนมากทำให้ข้าวหมากเปรี้ยวหรือมีกลิ่นรสผิดปกติ และทำให้ข้าวหมากมีสีเหลืองเห็นขยุ้มราและสปอร์สีต่างๆ ได้

3. ใช้ลูกแป้งน้อยเกินไป ได้ข้าวหมากช้า เนื้อข้าวไม่ฟูนิ่มตลอด เมล็ดข้าวมีสีไม่น่ารับประทาน ออกสีน้ำตาลมาก

4. ใช้ลูกแป้งมากเกินไป ข้าวหมากที่ได้เร็วเกินไปเก็บไว้ได้ไม่นาน มีกลิ่นของเครื่องเทศแรงและทำให้มีน้ำมาก

2.1.4.3 สาเหตุจากน้ำและภาชนะที่ใช้ไม่สะอาด

1. หากภาชนะที่ใช้ไม่สะอาด อาจทำให้เกิดสีเหลืองหรือสีแดงเป็นหย่อมๆ ได้ (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, ม.ป.ป. : 24) และภาชนะที่ใช้ทำข้าวหมาก ห้ามนำไปใช้ในกิจกรรมอื่น เวลาล้างต้องใช้น้ำสะอาดเท่านั้นห้ามใช้ผงซักฟอกหรือน้ำยาล้างจาน เพราะจะทำให้เกิดกลิ่นปนกับข้าวเหนียวได้ (วรายุ ลี้ประเสริฐ, 2546 : 18)

2. น้ำควรใช้น้ำฝนหรือน้ำก๊อกที่สะอาด เพราะคุณสมบัติและองค์ประกอบทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคมีของน้ำมีผลต่อรสชาติและคุณภาพของข้าวหมาก หากใช้น้ำก๊อกที่มีสนิมหรือน้ำที่ใช้กระด้างจะทำให้ข้าวหมากมีจุดเหลืองๆ ได้ (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2525 : 30)

2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตข้าวหมาก

2.2.1 ลูกแป้งข้าวหมาก

ตามความหมายของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ที่ 162/2546 ให้ความหมายของลูกแป้งข้าวหมากไว้ว่า ลูกแป้งข้าวหมาก หมายถึง ลูกแป้งที่เป็นแหล่งของกล้าเชื้อราและยีสต์ที่เหมาะสมโดยการเติมสมุนไพรบางชนิด เมื่อนำมาหมักกับข้าวเหนียวนึ่งสามารถทำให้เกิดน้ำตาลกับแอลกอฮอล์ได้ (www.tisi.go.th, 6 สิงหาคม 2547)

2.2.1.1 ลักษณะลูกแป้งข้าวหมาก

ลูกแป้งข้าวหมาก มีลักษณะเป็นครึ่งวงกลม มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3-4 เซนติเมตร สีขาวนวล ลูกแป้งที่ดีควรจะโปร่งเบา ไม่มีรอยแตก มีกลิ่นหอม (วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล, 2536 : 72) ก้อนแป้งเป็นรูพรุน ซึ่งเกิดจากการฟูของแป้งขณะบ่ม เมื่อขยี้จะยุ่ยเป็นผงละเอียด ไม่มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว (นภา โล่ห์ทอง, 2535 : 5) ลูกแป้งเมื่อมีอายุมากจะมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น (ปราโมทย์ ธรรมรัตน์, ม.ป.ป. : 20)

2.2.1.2 ส่วนประกอบในการทำลูกแป้งข้าวหมาก

1. แป้ง ใช้ได้ทั้งแป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวเจ้า แต่พบว่าลูกแป้งที่ผลิตจากแป้งข้าวเจ้าล้วนๆ มีคุณภาพดีกว่าลูกแป้งที่ผลิตจากแป้งข้าวเหนียวหรือแป้งข้าวเจ้าผสมแป้งข้าวเหนียวและแป้งที่ใช้ต้องใหม่ สำหรับการใช้แป้งสำเร็จที่ผลิตเป็นการค้า ส่วนใหญ่มีการเติมสารยับยั้งการเจริญของเชื้อราและยีสต์ เช่น กรดโปรปีโอนิก (นภา โล่ห์ทอง, 2535 : 8)

2. สมุนไพรและเครื่องเทศ ลูกแป้งข้าวหมากแต่ละสูตรจะใช้สมุนไพรและเครื่องเทศต่างชนิดกันและในอัตราส่วนที่ต่างกัน (สุมาลี เหลืองสกุล, 2539 : 212) แต่สมุนไพรและเครื่องเทศที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นชะเอม กระเทียม ดีปลี ขิงแห้ง ข่าแห้งและพริกไทย โดยสมุนไพรและเครื่องเทศเหล่านี้ จะประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่เกี่ยวข้อง ดังนั้นความเก่าใหม่ของสมุนไพรและเครื่องเทศจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่ง เนื่องจากสารออกฤทธิ์ส่วนใหญ่เป็นสารระเหย เมื่อเก็บสมุนไพรไว้นานๆ สารเหล่านี้จะลดปริมาณลง โดยเฉพาะสมุนไพรและเครื่องเทศที่เก็บไว้ในรูปผงละเอียด อัตราการระเหยจะยิ่งเร็วขึ้น

3. ลูกแป้งเก่า ต้องบดลูกแป้งให้เป็นผงละเอียด เพื่อใช้เป็นกล้าเชื้อสำหรับลูกแป้งใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.3 ขั้นตอนการผลิตลูกแป้งข้าวหมาก

1. เตรียมแป้งโดยซาวข้าวให้สะอาด แช่น้ำไว้ประมาณ 2-3 ชั่วโมง นำไปโม่แล้วทับน้ำให้แห้ง หรือทำให้ข้าวสะเด็ดน้ำก่อนแล้วนำไปบดหรือปั่นให้ละเอียดแล้วร่อนด้วยแร่ง หากแช่ข้าวนานเกินไปโดยไม่เปลี่ยนน้ำ จะมีผลให้แบคทีเรียแลคติกและ *Bacillus* spp. เพิ่มจำนวนขึ้น ทำให้ลูกแป้งมีคุณภาพลดลง

2. บดสมุนไพรชนิดแห้งให้ละเอียด สมุนไพรสดอาจนำไปบดพร้อมกับข้าว

3. ผสมแป้งและสมุนไพรกับลูกแป้ง (ลูกแป้ง 5 กรัม ต่อแป้ง 1 กิโลกรัม) ที่บดละเอียดโดยการร่อนด้วยแร่งหรือปั่นด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า เติมน้ำหรือน้ำต้มชะเอมลงไปในปริมาณที่เมื่อนวดแป้งแล้วสามารถปั้นเป็นก้อนได้

4. นวดแป้งจนเหนียวแล้วหมักแป้งไว้ประมาณ 6-12 ชั่วโมง จึงนำมาปั้นเป็นก้อนกลมๆ

5. เรียงลูกแป้งบนกระด้งหรือภาชนะก้นโปร่ง ให้แต่ละลูกห่างกันเล็กน้อย หากปั้นลูกแป้งมีขนาดใหญ่เมื่อเรียงบนภาชนะแล้วควรกดด้านบนเล็กน้อย เพื่อให้ลูกแป้งบางลง จุลินทรีย์ภายในลูกแป้งจะมีโอกาสรับอากาศมากขึ้น

6. เมื่อเรียงลูกแป้งเต็มภาชนะแล้ว ให้โรยผงลูกแป้งที่เตรียมไว้ลงบนผิวของลูกแป้งที่ปั้นใหม่ โดยใช้ผงลูกแป้ง 15 กรัม ต่อสูตรที่ใช้แป้ง 1 กิโลกรัม คลุมด้วยผ้าหนาๆ โดยไม่ให้สัมผัสกับผิวลูกแป้ง บ่มประมาณ 48 ชั่วโมง นำไปตากหรืออบให้แห้ง การตากนั้นควรมีแผ่นกระจกใสกั้นแสง เพื่อไม่ให้ลูกแป้งได้รับแสงโดยตรงเพราะอาจทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ลดลง

2.2.1.4 จุลินทรีย์ในลูกแป้งข้าวหมาก

ลูกแป้งจัดได้ว่าเป็นกล้าเชื้อผสม (mixed cultures) ที่มีทั้งเชื้อรา ยีสต์และแบคทีเรีย

1. เชื้อรา ที่พบในลูกแป้งข้าวหมาก ส่วนมากอยู่ในอันดับ Mucorales ได้แก่ *Mucor, Rhizopus* และ*Chlamydomucor* (*Amylomyces*) นอกจากนี้ยังพบเชื้อราในชั้น Ascomycetes ได้แก่ *Aspergillus* และ *Penicillium* (สมชาย ปรีชาบริสุทธิ์กุล, 2529 : 13) โดยเชื้อราหลักที่พบได้แก่ *A.rouxii* พบประมาณ 10^4 CFUต่อกรัม ส่วนลูกแป้งที่ปั้นใหม่ๆ พบถึง 1.5×10^5-2.7×10^5 CFUต่อกรัม โดยสันนิษฐานว่าเป็นเชื้อที่ผ่าเหล่าอย่างถาวรจาก *Rhizopus* spp. (นภา โล่ห์ทอง, 2535 : 13)

1.1 *Chlamydomucor* เป็นเชื้อราที่มีความสำคัญที่สุดในการทำข้าวหมาก ราพวกนี้มีเส้นใยแบบ nonseptate mycelium ส่วนของ rhizoid, sporangiophore และsporangium มีลักษณะเหมือนราพวก *Rhizopus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 *Rhizopus* พบในจำนวนน้อยกว่า *Chlamydomucor* มีเส้นใยแบบ nonseptate mycelium มี sporangium รูปทรงกลมสีดำ sporangiospore เป็นรูปไข่และที่ผิวมีลายตามขวาง

1.3 *Mucor* พบได้น้อยในลูกแป้งข้าวหมาก มีเส้นใยแบบ nonseptate mycelium ส่วนของ sporangiophore ไม่แตกกิ่งก้านสาขาและไม่เป็นกลุ่ม rhizoid sporangium มีขนาดเล็ก กลม สีดำ sporangiospore เป็นรูปไข่ ผิวเรียบ

1.4 *Penicillium* พบในลูกแป้งบางแห่งที่เก่า มีเส้นใยแบบ septate mycelium ส่วนของ conidiophore ไม่มีสีและผิวเรียบ ส่วน conidia ต่อกันเป็นเส้นสายและมีสีเขียว ลักษณะรวมของ sterigma กับ conidia คล้ายกับหวีเล็กๆ

1.5 *Aspergillus* สามารถแบ่งเป็นกลุ่มได้ดังนี้

ก. *Aspergillus niger* มีเส้นใยแบบ septate mycelium ส่วนของ foot cell บนเส้นใยเป็นที่ตั้งของ conidiophore ซึ่งมีผิวเรียบและไม่มีสี vesicle มีรูปร่างกลม ตอนอายุน้อยส่วนของ conidial head มีรูปร่างกลม สีดำ พอโตเต็มที่รูปร่างเปลี่ยนเป็น splitting loose column หรือ loose radiate โดยที่ส่วนน้อยยังคงรูปกลมเช่นเดิม

ข. *Aspergillus flavus* มีเส้นใยแบบ septate mycelium ส่วน conidiophore มีผิวหยาบและไม่มีสี vesicle มีรูปร่างกลม ตอนอายุน้อยส่วนของ conidial head มีรูปร่างกลม สีเขียวปนเหลือง พอโตเต็มที่รูปร่างเปลี่ยนเป็น column splitting loose column หรือ loose radiate และเปลี่ยนสีเป็นสีเขียว โดยส่วนน้อยยังเป็นสีน้ำตาล (สมชาย ปรีชาบริสุทธิ์กุล, 2529 : 13-14)

2. เชื้อยีสต์ ที่พบส่วนใหญ่ ได้แก่ *Endomycopsis* spp. และ *Hansenula malanga* โดยมี *Saccharomyces cerevisiae*ปะปนมาบ้าง นอกจากนี้ยังมียีสต์ชนิดอื่นที่พบในลูกแป้งเฉพาะแหล่ง ได้แก่ Candadi spp. *Torulopsis* spp. ยีสต์ที่พบในลูกแป้งมีปริมาณสูงถึง 5×10^{6}-8×10^{7} เซล ต่อกรัมของลูกแป้ง (นภา โล่ห์ทอง, 2535 : 15)

2.1 *Endomycopsis* เป็นยีสต์ที่สามารถย่อยแป้งได้ พบมากกว่ายีสต์อื่นๆ เชื้อยีสต์นี้เซลล์มีรูปร่างทรงกลม ทรงกระบอกและทรงไข่ ต่อกันเป็นเส้นใยแบบ true mycelium สร้างหน่อแบบทวีคูณ สามารถใช้น้ำตาลกลูโคสได้ดี ส่วนน้ำตาลมอลโตสและซูโครสใช้ได้อย่างช้าๆ ไม่สามารถใช้น้ำตาลกาแลคโตสได้

2.2 *Hansenula* เป็นยีสต์ที่สร้างกลิ่นเอสเทอร์ ซึ่งเป็นกลิ่นที่ดีของข้าวหมาก เซลล์มีรูปร่างทรงกลมและทรงไข่ สร้างหน่อแบบทวีคูณ เซลล์ต่อกันเป็นเส้นใยแบบ pseudo mycelium สามารถแบ่ง *Hansenula* ตามลักษณะทางสรีระวิทยา ได้เป็น 2 พวก ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. พวกที่ใช้น้ำตาลกลูโคสและซูโครสได้ดี ส่วนน้ำตาลมอลโตสใช้ได้อย่างช้าๆ น้ำตาลแลคโตสและราฟฟิโนสสามารถใช้ได้มาก ความสามารถในการดูดซึมปรากฏว่าสามารถดูดซึม เซลโลบิโอส อิริทริตอล กาแลคโตส มอลโตส ราฟฟิโนส ซูโครส แป้ง ไรบิทอลและเกลือไนเตรทได้ดี

ข. พวกที่ใช้น้ำตาลกลูโคสได้เท่านั้น ความสามารถในการดูดซึมก็สามารถทำได้กับน้ำตาลกลูโคสและเกลือไนเตรทเท่านั้น

2.3 *Saccharomyces* พบในลูกแป้งเหล้ามากกว่าลูกแป้งข้าวหมาก เป็นยีสต์ที่เปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ ดังนั้นจึงมีบทบาทหลังจากเป็นข้าวหมากแล้ว โดยจะเป็นตัวเพิ่มรสชาติแก่ข้าวหมาก เซลล์มีรูปร่างทรงกลมและทรงไข่ สร้างหน่อแบบทวีคูณ สามารถใช้น้ำตาลกลูโคส กาแลคโตส ซูโครสและมอลโตสได้ดีกว่าเชื้อยีสต์พวก *Endomycopsis*และ *Hansenula* แต่ไม่สามารถใช้แป้งได้ สามารถดูดซึมกาแลคโตส, ซูโครส, มอลโตสและราฟฟิโนสได้ดี แต่ไม่สามารถดูดซึมแป้งและเกลือไนเตรทได้ (สมชาย ปรีชาบริสุทธิ์กุล, 2529 : 15-16)

3. แบคทีเรีย โดยแบคทีเรียบางชนิดจะทำให้ข้าวหมากเสีย ซึ่งส่วนใหญ่ที่พบนั้นเป็นพวกที่สร้างกรดแลคติก ได้แก่ *Pediococcus pentosaceus* พบประมาณ 10^4-10^7 เซลต่อกรัม ซึ่งขึ้นอยู่กับที่มาของลูกแป้ง นอกจากนี้ยังพบ *Lactobacillus* spp. และเชื้อน้ำส้มสายชู (*Acetobacter* spp., *Gluconobacter* spp.) และยังพบ *Bacillus* spp. ซึ่งพบในลูกแป้งบ่อยๆ เพราะปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ (นภา โล่ห์ทอง, 2535 : 15)

2.2.1.5 กิจกรรมของจุลินทรีย์ในข้าวหมาก

เชื้อจุลินทรีย์ในลูกแป้งข้าวหมาก จะเริ่มทำงานทันทีเมื่อผสมกับข้าวเหนียว โดยจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีกิจกรรมต่างกัน บางชนิดเสริมกันทำให้เกิดกลิ่นรสเฉพาะของข้าวหมาก (สมชาย ปรีชาบริสุทธิ์กุล, 2529 : 17) ในช่วงแรกนั้น *Amylomyces rouxii*, *Endomycopsis fibuligera* และ *Hansenula* sp. ทำหน้าที่ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล โดยเอนไซม์อะไมเลสและกลูโคสอะไมเลส (สุมาลี เหลืองสกุล, 2539 : 212) ต่อมาน้ำตาลบางส่วนจะถูก *Hansenula* และ *Sacchromyces* นำไปใช้เพื่อให้เกิดเอสเทอร์และแอลกอฮอล์ ทำให้ข้าวหมากมีกลิ่นรสดีขึ้นและเอสเทอร์ยังเกิดจากไขมันในข้าวเหนียวถูกย่อย เป็นกรดไขมันโดยเอนไซม์ไลเปสและกรดไขมันนี้จะทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์เกิดเป็นเอสเทอร์ (สมชาย ปรีชาบริสุทธิ์กุล, 2529 : 17)

2.2.2 น้ำตาลทราย

น้ำตาลทรายเป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ซึ่งมีหน้าที่หลักทางโภชนาการคือ ให้พลังงานแก่ร่างกาย แต่โดยทั่วไปจะใช้ประโยชน์ของน้ำตาลในด้านการให้ความหวานแก่อาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 ประเภทของน้ำตาล

น้ำตาลนั้นสามารถแบ่งได้หลายประเภท ตามเกณฑ์ที่แตกต่างกัน เช่น

1. แบ่งตามโครงสร้างทางเคมี มี 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1.1 โมโนแซคคาไรด์ หรือน้ำตาลชั้นเดียว เป็นน้ำตาลพื้นฐานของน้ำตาลที่มีโมเลกุลซับซ้อนอื่นๆ เช่นกลูโคส นิยมเรียก เดกซ์โตรส (Dextrose) เพราะหมุนแสงระนาบเดียวไปทางขวา และฟรุคโตส เรียกว่า เลวูโวส (Levulose) เพราะหมุนแสงระนาบเดียวไปทางซ้าย

1.2 โอลิโกแซคคาไรด์ หรือน้ำตาลหลายชั้น ประกอบด้วยน้ำตาลชั้นเดียว 2-10 โมเลกุล น้ำตาลที่ใช้เป็นอาหารส่วนใหญ่คือไดแซคคาไรด์หรือน้ำตาลสองชั้น เช่นซูโครสหรือน้ำตาลทราย แลคโตสหรือน้ำตาลนม และมอลโตสหรือน้ำตาลมอลท์

2. แบ่งตามแหล่งที่มา มี 2 ประเภท คือ

2.1 น้ำตาลจากพืช ได้แก่น้ำตาลอ้อย น้ำตาลมะพร้าว น้ำตาลโตนด น้ำตาลเมเปิ้ลและน้ำผึ้ง เป็นต้น

2.2 น้ำตาลจากสัตว์ มีชนิดเดียว คือแลคโตส

3. แบ่งตามกรรมวิธีการผลิต มี 3 ประเภท คือ

3.1 น้ำตาลพื้นบ้าน หรือน้ำตาลที่ไม่ได้ปั่นแยกผลึก (Non-centrifugal Sugar) โดยเคี่ยวจากน้ำตาลหลายชนิดด้วยกรรมวิธีดั้งเดิม มีลักษณะไม่เป็นผลึกหรือเป็นเกล็ดและไม่ค่อยบริสุทธิ์ ถ้าผลิตจากอ้อย เรียกว่าน้ำตาลทรายแดง น้ำตาลอ้อยหรือน้ำตาลงบ ส่วนน้ำตาลจากปาล์มหากผลิตจากโตนด เรียกว่าน้ำตาลโตนด น้ำตาลเมืองเพชรหรือน้ำตาลหม้อ ถ้าผลิตจากมะพร้าว เรียกว่าน้ำตาลมะพร้าว น้ำตาลปึกหรือน้ำตาลปี๊บ

3.2 น้ำตาลทราย น้ำตาลที่ผลิตโดยโรงงานและที่มีการซื้อขายในตลาดโลกปัจจุบัน คือน้ำตาลทรายดิบ (Raw sugar) โดยต้องนำไปทำให้เป็นน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (Refined sugar) เป็นผลึกใส สะอาด ไร้สี ซึ่งตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดให้มีค่าโพลไม่น้อยกว่า 99.7 สเกลน้ำตาลสเกล น้ำตาลอินเวิร์ตไม่มากกว่าร้อยละ 0.04 ความชื้นไม่มากกว่าร้อยละ 0.1 สีน้อยกว่า 60 หน่วย ICUMSA

3.3 น้ำเชื่อม ส่วนใหญ่ที่ใช้ในอาหารจะได้จากการย่อยสลายแป้งด้วยกรดและ/หรือเอนไซม์ ซึ่งน้ำตาลในน้ำเชื่อมจะมีปะปนกันหลายชนิด เช่นแบะแซ จะมีมอลโตสในปริมาณที่สูง (กวี จุติกุล, 2529 : 231-233)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2 หน้าที่ของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์

1. ให้ความหวานและกลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์

2. ช่วยในการตีครีมและไข่ให้มีความคงตัว

3. ช่วยเก็บความชุ่มชื้นของอาหาร

4. ทำให้สีของอาหารสวยงาม (ทิพวรรณ เฟื่องเรือง, 2540 : 238)

นอกจากนี้น้ำตาลยังเป็นอาหารแก่ยีสต์ ซึ่งช่วยในการเกิดแอลกอฮอล์ในข้าวหมากอีกด้วย (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2525 : 30)

2.2.2.3 การเลือกซื้อน้ำตาล

1. พิจารณาดูความสะอาด เช่น ไม่มีเศษผงหรือแป้งเจือปนมากับอาหาร

2. เลือกน้ำตาลที่ไม่ขัดขาวมาใช้ หากสีของน้ำตาลไม่มีผลต่อสีของขนม เพราะน้ำตาลไม่ขาวจัดมีราคาถูกกว่าน้ำตาลที่ขัดขาว

3. เลือกน้ำตาลชนิดต่างๆ ให้ตรงกับที่ใช้ประกอบอาหาร (อบเชย วงศ์ทองและขนิษฐา พูนผลกุล, 2547 : 120)

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลชนิดต่างๆ

องค์ประกอบ	น้ำตาลทราย	น้ำตาลทรายสีรำ	น้ำตาลมะพร้าว
พลังงาน (แคลอรี่)	358	370	383
โปรตีน (กรัม)	0	0	0.4
ไขมัน (กรัม)	0	0	0.1
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	99.5	99.5	95
แคลเซี่ยม (มิลลิกรัม)	-	76	80
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	-	37	40
เหล็ก (มิลลิกรัม)	-	2.6	11.4
ไนอาซิน (มิลลิกรัม)	0	0	1.0
วิตามิน เอ (ไอยู)	0	0	280

ที่มา : อบเชย วงศ์ทองและขนิษฐา พูนผลกุล, 2547 : 120

2.2.3 ข้าวเหนียว

ข้าวเหนียวเป็นข้าวที่มีเมล็ดข้าวสีขาวขุ่นสำหรับข้าวเหนียวขาว และสีม่วงแดงเข้มเกือบดำสำหรับข้าวเหนียวดำ เพราะมีสารจำพวก anthocyanin เป็นสารที่ละลายได้ดีในน้ำซึ่งสามารถนำไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้แต่งสีอาหารได้ (นิจศิริ เรืองรังษีและพยอม ตันติวัฒน์, 2534 : 100) ข้าวเหนียวเมื่อนึ่งจะได้ข้าวสุกที่จับตัวกันเหนียวแน่น ประกอบด้วยแป้งชนิดอะไมโลเพ็คติน (amylopectin) เป็นส่วนใหญ่ มีแป้งอะไมโลส (amylose) เล็กน้อย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545: 2)

ตารางที่ 2 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียว

องค์ประกอบ	ข้าวเหนียว
ความชื้น	11.9
พลังงาน (แคลอรี่)	366
โปรตีนจากพืช (กรัม)	6.9
ไขมัน (กรัม)	1.0
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	79.7
เส้นใย (กรัม)	0.2
แคลเซี่ยม (มิลลิกรัม)	16
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	95
เหล็ก (มิลลิกรัม)	1.1
ไนอาซิน (มิลลิกรัม)	2.6
วิตามิน บี1 (มิลลิกรัม)	0.13
วิตามิน บี2 (มิลลิกรัม)	0.04

ที่มา : ชวลิต รัตนกุล, ม.ป.ป. : 210

2.2.3.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของเมล็ดข้าว

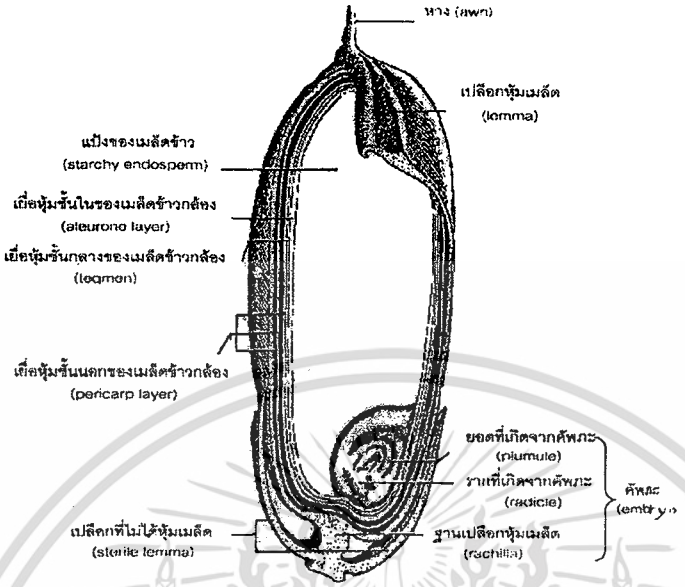
โครงสร้างของเมล็ดข้าวประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ

ส่วนที่ 1 เป็นเปลือก จะประกอบด้วยเปลือกแข็งและเปลือกหุ้มเมล็ด โดยจะมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งร่างกายคนเราไม่สามารถย่อยได้จึงจำเป็นต้องแยกออก แต่ส่วนเปลือกหุ้มเมล็ดจะมีสารอาหารพวกวิตามินและแร่ธาตุอยู่

ส่วนที่ 2 เป็นเนื้อเมล็ด มีคาร์โบไฮเดรต คือสตาร์ชเป็นองค์ประกอบหลัก และยังมีโปรตีน ไขมัน แร่ธาตุและวิตามินด้วย

ส่วนที่ 3 เป็นคัพภะ คือส่วนที่จะเจริญเป็นต้นอ่อน จึงมีสารอาหารอยู่มากกว่าส่วนอื่นๆ โดยเฉพาะไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว

ที่มา : สถาบันวิจัยข้าว, 2543 : 8

2.2.3.2 ข้าวเหนียวพันธ์เขี้ยวงู

ข้าวเหนียวพันธ์เขี้ยวงู เป็นข้าวเหนียวที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้มาจากการฉายรังสีข้าวเจ้าขาวมะลิ 105 ทำให้ได้ข้าวพันธ์ใหม่ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

- อายุการเก็บเกี่ยว	ประมาณ	21	พฤศจิกายน
- ระยะฟักตัวของเมล็ดข้าว	ประมาณ	36	วัน
- เม็ดข้าวกล้อง	ยาว	7.23	มิลลิเมตร
	กว้าง	2.28	มิลลิเมตร
	หนา	1.77	มิลลิเมตร
- ความสูง	ประมาณ	154	เซนติเมตร
- ผลผลิต	ประมาณ	666	กิโลกรัม/ไร่

1. คุณสมบัติเด่น

ลักษณะเด่นของข้าวเหนียวเขี้ยวงู คือทนแล้งได้ดีพอสมควร ทำให้ผลผลิตไม่ลดลงในฤดูการทำนาที่ฝนทิ้งช่วง คุณภาพการขัดสีและคุณภาพในการหุงต้มดีมากจะได้ข้าวสุกที่อ่อนนิ่มและมีกลิ่นหอม ลำต้นแข็งแรง ไม่ล้มง่าย ปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อม ลักษณะต้นสูงเหมาะกับสภาพนาลุ่ม การแตกกออยู่ในเกณฑ์ดี ผลผลิตสูง ต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล เก็บเกี่ยวและนวดง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คุณสมบัติด้อย

เป็นพันธ์ที่ปลูกได้ในเฉพาะในฤดูนาปี เนื่องจากข้าวพันธ์นี้กำเนิดมาจากข้าวเจ้า เมื่อปลูกนานๆ จะเกิดการกลายพันธ์เป็นข้าวเจ้าได้ง่าย ไม่ต้านทานขอบใบแห้ง เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและแมลงบั่ว (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545 : 9)

2.2.3.3 คุณภาพทางเคมีของเมล็ดข้าวเหนียว

คุณภาพทางเคมีของเมล็ดข้าว หมายถึง สัดส่วนและองค์ประกอบทางเคมีที่มีผลต่อคุณภาพข้าวสุก โดยมีผลทำให้ข้าวสุกนั้น นุ่ม เหนียว หรือร่วนขึ้นหม้อ ซึ่งมีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้ (ทศรฐ อินแปลง, 2543 : 6)

1. ปริมาณอะไมโลสและอะไมโลเพคติน (Amylose and Amylopectin content) อัตราส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน เป็นปัจจัยที่ทำให้ข้าวสุกมีคุณสมบัติแตกต่างกัน โดยปริมาณอะไมโลสทำให้ข้าวสุกมีความเหนียวลดลงหรือร่วนมากขึ้น และทำให้ข้าวนุ่มน้อยลง เนื่องจากคุณสมบัติการคืนตัวของอะไมโลสที่สุกแล้ว เรียกว่าการคืนตัวกลับของแป้ง (Retrogradation) (สถาบันวิจัยข้าว, 2543 : 244) ซึ่งข้าวที่มีอะไมโลสสูงจะดูดน้ำและขยายปริมาตรในขณะหุงต้มได้มากกว่าข้าวอะไมโลสต่ำ เรียกว่าการหุงขึ้นหม้อ ส่วนความนุ่มและความเหนียวของข้าวสุก จะขึ้นกับสัดส่วนอะไมโลเพคตินในสตาร์ช ข้าวเหนียวจะมีอะไมโลเพคตินเกือบทั้งหมด ทำให้ดูดน้ำและขยายตัวน้อยกว่าข้าวเจ้า ทำให้ข้าวสุกที่ได้จะเหนียวและนุ่มกว่า (ทศรฐ อินแปลง, 2543 : 6-7) ในการวิเคราะห์หาปริมาณ อะไมโลส ทำได้โดยการย้อมสีเมล็ดข้าวกับสารละลายไอโอดีน แล้ววัดความเข้มของสีด้วยSpectrophotometer ที่ช่วงคลื่นแสง 610 นาโนมิเตอร์ โดยข้าวเหนียวจะได้สีน้ำตาลแดง ส่วนข้าวเจ้าได้สีน้ำเงินเข้ม ซึ่งวิธีนี้จะสามารถแยกข้าวเจ้าและข้าวเหนียวออกจากกันได้

2. ความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency) แม้ปริมาณ อะไมโลสจะทำให้คุณภาพข้าวสุกต่างกัน แต่เมื่อข้าวมีอะไมโลสเท่ากัน อาจจะมีความแข็งของข้าวสุกแตกต่างกัน เนื่องจากคุณสมบัติของแป้งสุกมีอัตราการคืนตัวต่างกัน ทำให้แป้งสุกมีความแข็งและอ่อนต่างกัน โดยข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกอ่อน (soft gel) เมื่อหุงสุกจะมีความนุ่มกว่าข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกแข็ง (hard gel) สำหรับการหาค่าความคงตัวของแป้งสุก ทำโดยการต้มแป้งให้ใสในสารละลายเบส เช่น สารละลาย KOH 0.2 N จำนวน 2 มล. ต่อแป้ง 100 มก. แล้วทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และวัดระยะทางที่แป้งไหลเมื่อวางบนพื้นราบ ซึ่งแป้งสุกแข็ง แป้งสุกปานกลาง และแป้งสุกอ่อน มีระยะทางที่แป้งไหล 26-40 มม., 41-60 มม. และ 61-100 มม. ตามลำดับ (สถาบันวิจัยข้าว, 2543 : 244-245)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปริมาณโปรตีน (Protein content) โปรตีนที่อยู่ส่วนนอกของเมล็ดมีส่วนทำให้ระยะเวลาหุงต้มข้าวให้สุกนานขึ้น เนื่องจากโปรตีนเป็นตัวขัดขวางการซึมของน้ำเข้าไปภายในเมล็ดข้าว ทำให้ข้าวสุกมีความนุ่มเหนียวลดลง และข้าวสุกที่มีโปรตีนต่ำจะมีความอ่อนนุ่ม ความเหนียวและกลิ่นรสมากกว่าข้าวที่มีโปรตีนสูง นอกจากนี้ข้าวที่มีโปรตีนสูงยังขัดสีได้ยากและจะให้สีคล้ำเมื่อหุงสุกแล้ว เนื่องจากการเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน (ทศรฐ อินแปลง, 2543 : 9) สำหรับโปรตีนในข้าวเหนียวนั้นจะมีมากกว่าข้าวเจ้า แต่เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำกว่าข้าวเจ้า โดยข้าวเหนียวที่มีปริมาณโปรตีนสูงได้แก่ ข้าวเหนียวดำ ข้าวเหนียวสันป่าตองและข้าวเหนียว กข 2 (นิศา ตรีภัทรชยากร และสุภาพร จิตรประภาภรณ์, 2538 : 9)

4. อุณหภูมิของแป้งสุก (Gelatinization temperature) หมายถึง อุณหภูมิที่เม็ดสตาร์ช (Starch granule) เริ่มพองในน้ำร้อนและเปลี่ยนลักษณะทึบแสงเป็นโปร่งใส โดยข้าวที่มีอุณหภูมิของแป้งสุกสูง จะหุงสุกช้ากว่าข้าวที่มีอุณหภูมิของแป้งสุกต่ำ (ทศรฐ อินแปลง, 2543 : 7) การหาอุณหภูมิของแป้งสุก ทำได้โดยการวัดการแตกตัวของเมล็ดข้าว 6 เมล็ดใน 1.7 % KOH 10 มล. นาน 23 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยให้คะแนนเป็น 1-7 (นิศา ตรีภัทรชยากร และสุภาพร จิตรประภาภรณ์, 2538 : 8)

5. การยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก (Elongation ratio) ในระหว่างการหุงต้มเมล็ดข้าวมีการขยายตัวในทุกด้าน โดยเฉพาะในด้านยาวซึ่งเป็นคุณสมบัติพิเศษของข้าว เพราะจะช่วยให้เมล็ดข้าวสุกขยายตัวเพิ่มขึ้นและหากข้าวสุกเป็นข้าวที่ไม่ติดกัน การขยายขนาดของเมล็ดข้าวจะช่วยให้ข้าวขึ้นหม้อดียิ่งขึ้นและยังทำให้ข้าวนุ่มมากขึ้น เพราะการขยายตัวทำให้เนื้อข้าวโปร่งไม่อัดกันแน่น (สถาบันวิจัยข้าว, 2543 : 246)

6. กลิ่นหอม (Aroma) ข้าวโดยทั่วไปจะมีสารระเหยอยู่หลายชนิด โดยในข้าวหอมนั้นจะมีสาร 2-acetyl-1-pyloline มากกว่าข้าวทั่วๆ ไป ซึ่งในข้าวสารหอมจะมีสารนี้ประมาณ 0.04-0.09 ไมโครกรัมต่อกรัม ส่วนในข้าวกล้องมีประมาณ 0.1-0.2 ไมโครกรัมต่อกรัม นอกจากนี้สารดังกล่าวยังพบมากในพืชตระกูลใบเตย (*Pandonus amaryllifolius* Roxb. fragrant screw pine) ในการทดสอบข้าวหอมนั้น ทำโดยแช่เมล็ดข้าวในน้ำเกลือเข้มข้น 10 % ปิดฝาให้แห้งสนิทเพื่อให้สารหอมระเหยออกมา จึงคมแยกข้าวหอมออกจากข้าวที่ไม่มีกลิ่น (ทศรฐ อินแปลง, 2543 : 14)

2.3 พฤติกรรมการบริโภค

พฤติกรรมการบริโภคของคนในปัจจุบันนั้น มีแนวโน้มที่จะบริโภคของอาหารที่มีความสะดวกและมีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้นเรื่อยๆ เพราะผู้บริโภคในปัจจุบันและอนาคตมีเวลาน้อยในการประกอบอาหาร แต่สนใจการบริโภคอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพซึ่งผู้ผลิตอาหารควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอบสนองโดยศึกษาปัญหาโภชนาการของชุมชนและข้อแนะนำการบริโภคของแต่ละประเทศหรือของชุมชนนั้นๆ ตัวอย่างเช่น ในประเทศไทย คณะทำงานจัดทำข้อปฏิบัติการกินอาหารเพื่อสุขภาพที่ดีของคนไทย กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้เสนอข้อปฏิบัติการกินอาหารเพื่อสุขภาพที่ดีของคนไทยไว้ดังนี้คือ

1. กินอาหารที่หลากหลาย และให้ครบ 5 หมู่ ทุกวัน และหมั่นดูแลน้ำหนักตัวให้เหมาะสม
2. กินข้าวเป็นอาหารหลัก สลับกับอาหารประเภทแป้งและธัญพืชอื่นเป็นประจำ
3. กินพืชผักให้มาก และกินผลไม้เป็นประจำ
4. กินปลา เนื้อสัตว์ไม่ติดมัน ถั่วและผลิตภัณฑ์จากถั่วเมล็ดแห้งเป็นประจำ
5. ดื่มนมทุกวันในปริมาณที่เหมาะสมตามวัย
6. กินอาหารที่มีไขมันแต่พอควร
7. หลีกเลี่ยงอาหารรสหวานจัดและเค็มจัด
8. กินอาหารที่สะอาด ปราศจากเชื้อโรคและสิ่งปนเปื้อน
9. งดหรือลดเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์

จากข้อควรปฏิบัติข้างต้นนี้ กองโภชนาการได้อยู่ระหว่างการจัดทำเพื่อให้ประชาชนเข้าใจข้อแนะนำทั้งเก้าข้อและนำไปปฏิบัติได้ง่ายขึ้น โดยทำเป็นภาพอาหารและสัดส่วนหรือปริมาณที่ควรบริโภคต่อวัน ซึ่งอาจเป็นรูปพัด (คล้ายปิรามิดกลับหัว) รูปปิ่นโต หรือรูปอื่นๆ

ในปัจจุบันประเทศต่าง ๆ มีการค้าขายติดต่อกันอย่างกว้างขวาง และมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ กันอย่างรวดเร็ว ทำให้แนวโน้มความต้องการอาหารในประเทศต่าง ๆ เป็นไปในทิศทางที่คล้ายคลึงกัน คือ จะมีการบริโภคอาหารสำเร็จรูปหรืออาหารพร้อมบริโภคมากขึ้น มีการเผยแพร่ความรู้ด้านโภชนาการอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้บริโภคสนใจบริโภคอาหารที่มีผลดีต่อสุขภาพ การตื่นตัวด้านโภชนาการ ต้องการบริโภคอาหารที่มีไขมัน โคเลสเตอรอลและพลังงานลดลง ไม่ต้องการให้ใช้สารปรุงแต่งหรือสารกันเสีย ต้องการอาหารที่มีน้ำตาลและโซเดียมลดลง แต่มีใยอาหารและแคลเซียมมากขึ้น เป็นต้น อุตสาหกรรมอาหารจึงต้องตอบสนองความต้องการเหล่านี้โดยการใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์การอาหาร และโภชนาการในการผลิตอาหาร เช่น ใช้สารทดแทนไขมัน สารให้ความหวานแทนน้ำตาล หรือเกลือที่ไม่มีโซเดียม เป็นต้น ในด้านการตลาดจะใช้การโฆษณาที่เน้นคุณค่าทางโภชนาการและผลต่อสุขภาพ ร่วมกับรสชาติที่อร่อยและความสะดวกในการบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ซึ่งแนวโน้มความต้องการอาหารของคนไทยในอนาคตก็จะคล้ายคลึงกับประเทศอื่น ตัวอย่างเช่น

- อาหารสำเร็จรูป เช่น อาหารกระป๋องหรืออาหารบรรจุถุงพลาสติกทนร้อนที่ เรียกว่า รีทอร์ทเพาช์ เป็นอาหารพร้อมบริโภค หรือเพียงอุ่นให้ร้อน เช่น ข้าวบรรจุกระป๋อง แกงกระป๋อง

- อาหารที่ผ่านการแปรรูปน้อย ซึ่งรักษาคุณค่าโภชนาการไว้ได้มาก เช่น ผลไม้ที่ปอกเปลือก หรือหั่นบรรจุในภาชนะแล้วแช่เย็นพร้อมสำหรับการบริโภคได้ทันที

- อาหารกึ่งสำเร็จรูป เช่น บะหมี่หรือโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปในถ้วยหรือภาชนะเพียงเติมน้ำร้อนก็บริโภคได้ อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งที่ต้องอุ่นด้วยเตาไมโครเวฟ (TV-dinner หรือ quick meal)

- อาหารพร้อมปรุง เช่น อาหารสดพร้อมเครื่องปรุงบรรจุรวมในภาชนะที่ผู้ซื้อนำไปหุงต้มให้สุกได้ทันที

- อาหารปรุงสำเร็จ เช่น กับข้าวบรรจุในถุงพลาสติกหรือ กล่องโฟม

- ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เช่น แคปซูลน้ำมันปลา วิตามินเม็ด เห็ดหลินจือ โสม สาหร่าย สมุนไพรต่าง ๆ ในรูปผงหรืออัดเม็ด

- อาหารผู้บริโภคกลุ่มต่าง ๆ เช่น นักกีฬาหรือผู้ที่ออกกำลังกาย อาหารสำหรับเด็กเล็กหรือวัยรุ่น อาหารของหญิงตั้งครรภ์และให้นมบุตร หรืออาหารของผู้สูงอายุ

- อาหารสำเร็จที่อยู่ในตู้หยอดเหรียญ เช่น นม ไอศกรีม น้ำอัดลม ชาหรือกาแฟ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

- ผลิตภัณฑ์ยูเอชที เช่น นม นมเปรี้ยว ชาหรือกาแฟ นมถั่วเหลือง น้ำผลไม้ กะทิ ไข่สด

- อาหารประเภทจานด่วนแบบตะวันตก เช่น แฮมเบอร์เกอร์ ไก่ทอด เค้ก คุกกี้ และแบบไทย เช่น หมูปิ้ง ลูกชิ้นปิ้ง ไก่ย่าง ส้มตำ

- อาหารว่างและขนมหวานต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น มันฝรั่งทอด ลูกกวาด ขนมหวาน

- อาหารเพื่อสุขภาพ เช่น อาหารที่มีไขมันหรือพลังงานต่ำ หรือมีโซเดียมต่ำ อาหารมีใยอาหารมาก เป็นต้น หรืออาหารที่เติมสารอาหารหรือไม่ใช่สารอาหารแต่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น เกลือเสริมไอโอดีน บะหมี่เสริมวิตามินเอ แร่ธาตุเหล็กและไอโอดีน นมเสริมแคลเซียมและใยอาหาร น้ำผลไม้เติมวิตามินซีและเบต้าแคโรทีน เป็นต้น

- อาหารที่มีสารเคมีปรุงแต่งน้อย หรือเพาะปลูกโดยไม่ใช่สารเคมี เช่น ผักอนามัยหรือผักปลอดสารพิษ อาหารที่ไม่ใส่สารกันเสีย เป็นต้น

จากพฤติกรรมการบริโภคข้างต้นนั้น แสดงให้เห็นว่าในปัจจุบันนี้ผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพเป็นที่ต้องการเป็นอย่างสูง ดังนั้นการที่จะผลิตผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ขึ้นมาควรจะต้องคำนึงถึงสุขภาพของผู้บริโภคด้วย (www.swu.ac.th, 10 มีนาคม 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

58877

ข้าวหมาก เป็นอาหารที่แทบจะสูญพันธุ์ไปแล้วจากสังคมเมืองไทย แต่ก่อนจะห่อด้วยใบบอนสดสีเขียวอ่อน นอนเรียงซ้อนมาในหาบคู่กันกับ "ข้าวเหนียวตัด" เวลาขายจะขายคู่กัน โดยถ้าข้าวหมากราคาห่อละ 3 บาท ข้าวเหนียวตัดจะราคาประมาณห่อละห้าสิบสตางค์หรือหนึ่งบาท เวลากิน จะกินคู่กันแบบกัดไปทีละคำ รสชาติหวานและหอมกลิ่นลูกแป้งของข้าวหมาก จะถูกตัดด้วยความเค็มเนียนเจือรสมันของข้าวเหนียวที่หุงเป็นตัวสวยด้วยน้ำกะทิปรุงกับเกลือ บางครั้งเรียกว่า"ข้าวหมากข้าวหลามตัด"

ข้าวหมากเป็นอาหารพื้นบ้านชนิดหนึ่งของไทย เด็กวัยรุ่นสมัยใหม่ไม่ค่อยรู้จักเพราะปัจจุบันหาทานได้ยาก แต่ก็มีร้านค้าหรือห้างสรรพสินค้าบางแห่งที่มีข้าวหมากวางจำหน่ายเหมือนกัน ข้าวหมากจะนิยมทานกันแถบภาคกลาง จัดเป็นอาหารหวานสามารถหาทานกันได้ทั่วไป (http://www.kasetsiam.com/food/ kaomark.htm, 23 พฤศจิกายน 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

ก. วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

วัตถุดิบ

1. ข้าวเหนียวดำ
2. ข้าวเหนียวขาว
3. ลูกแป้งข้าวหมาก
4. น้ำตาลทราย

อุปกรณ์

1. ลังถึง
2. กะละมัง
3. หม้อ
4. กล่อง (หมักข้าวหมาก)
5. เครื่องชั่ง
6. ผ้าขาวบาง
7. Hand refactometer
8. pH meter

ข. อุปกรณ์ในการทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ

1. แผ่นดิสก์	3	แผ่น
2. กระดาษ A 4	1	รีม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการ

3.2.1 การวางแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้วางแผนการวิจัยแบบ CRD (completely randomized design) โดยทำการทดลองดังต่อไปนี้

3.2.1.1 ศึกษาอัตราส่วนของข้าวเหนียวดำกับข้าวเหนียวขาวในการทำข้าวหมากโดยมีอัตราส่วนของข้าวเหนียวดำ : ข้าวเหนียวขาว ดังนี้ 100 : 0 75 : 25 50 : 50 25 : 75 และ 0 : 100 ด้วยวิธี Hedonic scale ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน

3.2.1.2 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเคมีในระหว่างการหมักข้าวหมาก โดยทำการวิเคราะห์ค่า pH และค่าเปอร์เซ็นบริกซ์ ที่อายุการหมัก 0-3 วัน

3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

โดยการใช้โปรแกรมคำนวณแบบ SPSS for Window และการวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีวิเคราะห์แบบ ANOVA (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตรทดลองโดยวิธี Duncan ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการ ค149 และ ค150 ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2547 ถึงเดือนมีนาคม 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาการผลิตข้าวหมาก โดยใช้อัตราส่วนที่แตกต่างกันของข้าวเหนียวดำกับข้าวเหนียวขาว ซึ่งในระหว่างการหมักได้ทำการเก็บตัวอย่างข้าวหมากมาวิเคราะห์ค่าพีเอชและค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์ ในเวลา 16.00 น. ของทุกวันเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นจึงได้นำข้าวหมากไปทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมของผู้บริโภค โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักข้าวหมาก

จากการผลิตข้าวหมากโดยใช้อัตราส่วนที่แตกต่างกันของข้าวเหนียวดำกับข้าวเหนียวขาว แล้วทำการวัดค่าพีเอชและค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์ที่อายุการหมัก 0-3 วัน โดยผลการวิเคราะห์จะแสดงไว้ในตารางที่ 3 ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวอย่างที่ 1 มีค่าพีเอชเริ่มต้นที่ 7 แล้วลดลงเท่ากับ 6 ในวันที่ 1 และ2 ของการหมัก และลดลงเท่ากับ 5 ในวันสุดท้าย ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์เริ่มต้นเท่ากับ 5 และเพิ่มขึ้นเป็น25.3 29 และค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์สิ้นสุดที่ 29 เมื่ออายุการหมัก 0 1 2 และ 3 วัน ตามลำดับ

ตัวอย่างที่ 2 มีค่าพีเอชเริ่มต้นที่ 7 แล้วคงที่ที่ 7 จากนั้นลดลงเป็น 6 ในวันที่2 และ 3 ของการหมัก ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์เริ่มต้นเท่ากับ 3 และเพิ่มขึ้นเป็น 29 33.2 และ ค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์สิ้นสุดที่ 33 เมื่ออายุการหมัก 0 1 2 และ 3 วัน ตามลำดับ

ตัวอย่างที่ 3 มีค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 7 แล้วคงที่ที่ 7 จากนั้นลดลงเป็น 6 ในวันที่ 2 และ 3 ของการหมัก ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์เริ่มต้นเท่ากับ 4 และเพิ่มขึ้นเป็น 33 34.4 และค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์สิ้นสุดที่ 35 เมื่ออายุการหมัก 0 1 2 และ 3 วันตามลำดับ

ตัวอย่างที่ 4 มีค่าพีเอชเริ่มต้นที่ 7 และคงที่ที่ 7แล้วลดลงเท่ากับ 6 ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์เริ่มต้นเท่ากับ 4 และเพิ่มขึ้นเป็น 35 37 และค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์สิ้นสุดที่ 37.2 เมื่ออายุการหมัก 0 1 2 และ 3 วัน ตามลำดับ

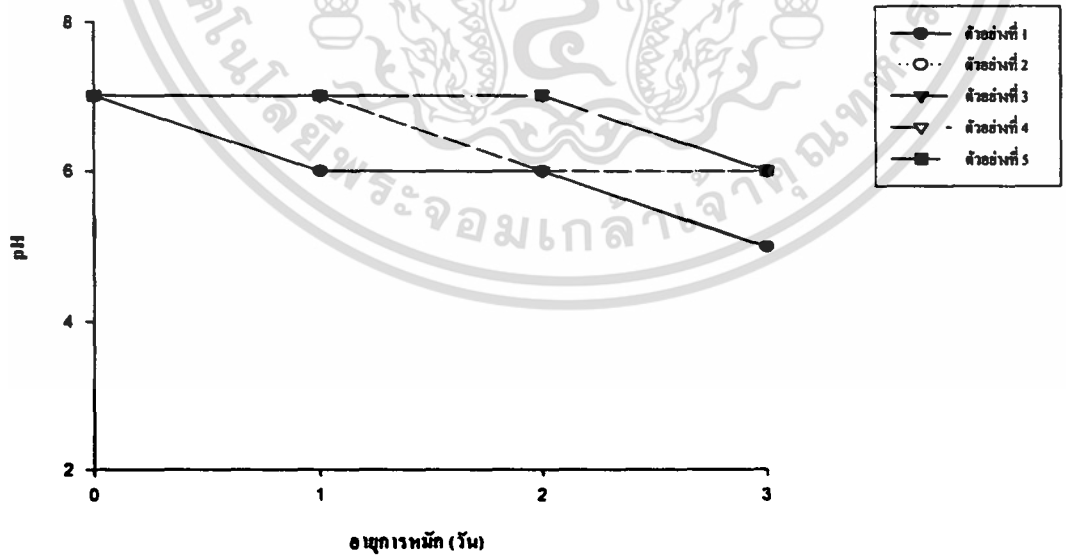
ตัวอย่างที่ 5 มีค่าพีเอชเริ่มต้นที่ 7 และคงที่ที่ 7 7 แล้วลดลงเท่ากับ 6 ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์เริ่มต้นเท่ากับ 3 และเพิ่มขึ้นเป็น 38 40 และค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์สิ้นสุดที่ 41 เมื่ออายุการหมัก 0 1 2 และ 3 วัน ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าค่าพีเอชของข้าวหมากนั้น ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 6 กับ 7 มีแต่ตัวอย่างที่1 เพียงตัวอย่างเดียวเท่านั้นที่ค่าพีเอชลดลงเท่ากับ 5 เมื่อทำการหมักไป 3 วัน ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์นั้น จะเพิ่มขึ้นทุกตัวอย่างและตัวอย่างที่มีค่ามากที่สุดคือ ตัวอย่างที่ 5 เท่ากับ 41 ส่วนตัวอย่างที่มีค่าน้อยที่สุดคือ ตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 29

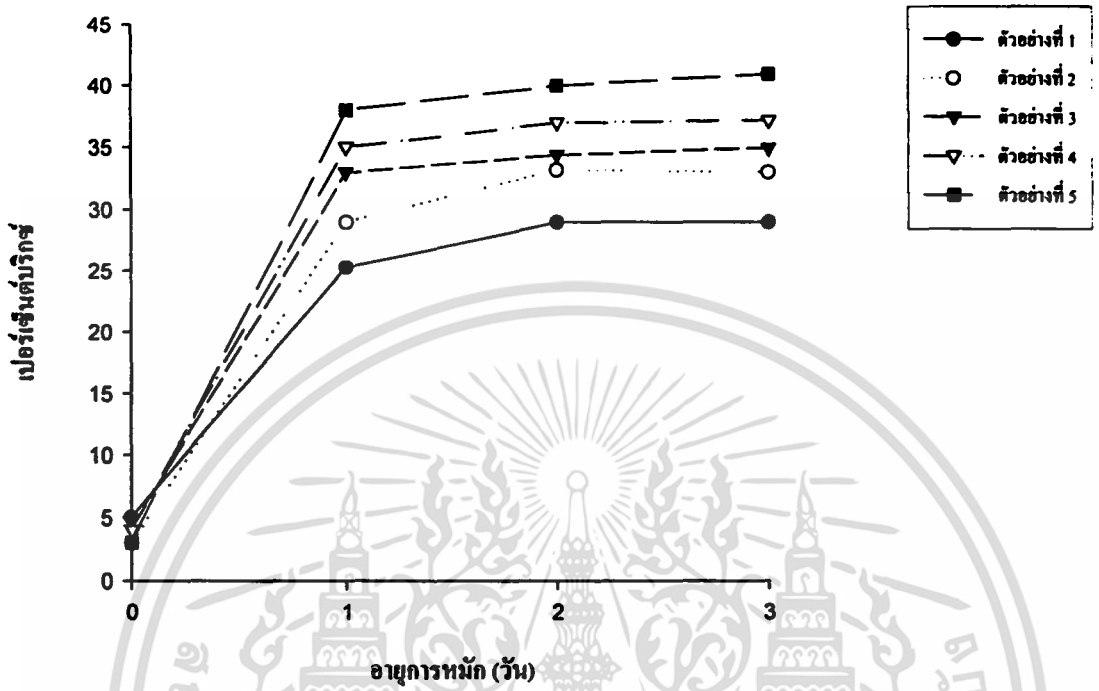
ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีที่เกิดขึ้น ระหว่างการหมักข้าวหมากข้าวเหนียวดำกับข้าวเหนียวขาวที่อายุการหมัก 0-3 วัน

การวิเคราะห์ทางเคมี	อายุการหมัก	สูตรที่1	สูตรที่2	สูตรที่3	สูตรที่4	สูตรที่5
pH	0	7	7	7	7	7
	1	6	7	7	7	7
	2	6	6	6	7	7
	3	5	6	6	6	6
Brix (%)	0	5	3	4	4	3
	1	25.3	29	33	35	38
	2	29	33.2	34.4	37	40
	3	29	33	35	37.2	41



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของพีเอช ที่อายุการหมัก 0-3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเปอร์เซ็นต์บริกซ์ ที่อายุการหมัก 0-3 วัน

4.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อข้าวหมาก

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของข้าวหมากที่ใช้ข้าวเหนียวดำกับข้าวเหนียวขาวในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 5 ตัวอย่าง คือ 100 : 0 75 : 25 50 : 50 25 : 75 และ 0 : 100 ตามลำดับ โดยใช้ตัวแทนผู้บริโภคจำนวน 30 คน ทำการทดสอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมของข้าวหมาก ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวหมาก

ตัวอย่าง	คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
A	3.348^{a}	3.348^{a}	2.930^{b}	3.767^{a}	2.953^{c}
B	3.395^{a}	3.302^{a}	3.441^{a}	2.930^{a}	3.186^{bc}
C	3.488^{a}	3.348^{a}	3.511^{a}	3.162^{a}	3.325^{abc}
D	3.255^{a}	3.209^{a}	3.581^{a}	3.488^{a}	3.558^{ab}
E	3.558^{a}	3.162^{a}	3.674^{a}	3.837^{a}	3.697^{a}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : อักษรเหมือนกันในแนวเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

A = ข้าวหมากที่ใช้อัตราส่วนของข้าวเหนียวดำต่อข้าวเหนียวขาว 100 : 0

B = ข้าวหมากที่ใช้อัตราส่วนของข้าวเหนียวดำต่อข้าวเหนียวขาว 75 : 25

C = ข้าวหมากที่ใช้อัตราส่วนของข้าวเหนียวดำต่อข้าวเหนียวขาว 50 : 50

D = ข้าวหมากที่ใช้อัตราส่วนของข้าวเหนียวดำต่อข้าวเหนียวขาว 25 : 75

E = ข้าวหมากที่ใช้อัตราส่วนของข้าวเหนียวดำต่อข้าวเหนียวขาว 0 : 100

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวหมากที่ใช้ข้าวเหนียวดำกับข้าวเหนียวขาวในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน เมื่อทำการวิเคราะห์พบว่า ในด้านสีนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้ง 5 ตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.348 3.395 3.488 3.255 และ 3.558 ตามลำดับ ซึ่งตัวอย่างที่5 จะได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสีขาวสวย ส่วนตัวอย่างที่1 2 3 และ4 ผลิตภัณฑ์มีสีดังนี้ สีดำเข้ม สีดำและมีสีขาวปนเล็กน้อย สีดำกับสีขาวเท่าๆ กัน และสีดำเห็นน้อยกว่าสีขาว

จากการวิเคราะห์ด้านกลิ่น พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้ง 5 ตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.348 3.302 3.348 3.209 และ 3.162 ตามลำดับ ซึ่งตัวอย่างที่3 จะได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด โดยกลิ่นของข้าวหมากทั้ง 5 ตัวอย่างมีดังนี้ มีกลิ่นแอลกอฮอล์อ่อนๆ ในตัวอย่างที่1 ส่วนตัวอย่างที่2 3 4 และ 5 จะมีกลิ่นแอลกอฮอล์แรงขึ้นตามลำดับ โดยตัวอย่างที่5 จะมีกลิ่นแอลกอฮอล์มากที่สุด

จากการวิเคราะห์ด้านรสชาติ พบว่าตัวอย่างที่1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากตัวอย่างที่2 3 4 และ 5 โดยมีค่าเฉลี่ยดังนี้ 2.930 3.441 3.511 3.581 และ 3.674 ตามลำดับ ซึ่งตัวอย่างที่5 จะได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ส่วนรสชาติของข้าวหมากทั้ง 5 ตัวอย่าง มีดังนี้ รสเปรี้ยวและหวานเล็กน้อย รสหวานมากกว่ารสเปรี้ยว ไม่มีรสเปรี้ยวและหวานกว่า 2 ตัวอย่างข้างต้น มีรสหวานกว่า3ตัวอย่างข้างต้น มีรสหวานมากที่สุด

จากการวิเคราะห์ด้านเนื้อสัมผัส พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ยดังนี้ 3.767 2.930 3.162 3.488 และ 3.837 ตามลำดับ ซึ่งตัวอย่างที่5 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ส่วนเนื้อสัมผัสของข้าวหมากทั้ง 5 ตัวอย่าง เป็นดังนี้ ตัวอย่างที่ 1 และ 2 แข็งเป็นไต ตัวอย่างที่ 3 แข็งเป็นไตแต่มีส่วนที่อ่อนนิ่ม ตัวอย่างที่ 4 อ่อนนิ่มแต่แข็งเล็กน้อย และตัวอย่างที่ 5 อ่อนนิ่มมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ด้านความชอบโดยรวม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้ง 5 ตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.953 3.186 3.325 3.558 และ 3.697 ตามลำดับ ซึ่งตัวอย่างที่5 จะมีความแตกต่างจากตัวอย่างที่1และ2 ส่วนตัวอย่างที่ 2 3 และ4 ไม่มีความแตกต่างกัน โดยตัวอย่าง5 ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด เนื่องจากเป็นข้าวหมากที่ใช้ข้าวเหนียวขาวอย่างเดียว

4.3 วิจารณ์ผล

จากการทดลองผลิตข้าวหมากโดยใช้ข้าวเหนียวดำผสมกับข้าวเหนียวขาวในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่าค่าพีเอชจะลดลงจากเดิมเล็กน้อย ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์จะเพิ่มขึ้นเมื่อทำการหมัก 3 วัน เนื่องจากการที่จุลินทรีย์ในลูกแป้งข้าวหมากเปลี่ยนแป้งในเมล็ดข้าวให้เป็นน้ำตาล

เมื่อได้นำข้าวหมากไปทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับตัวอย่างที่5 มากที่สุดในด้านของสี รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม ส่วนด้านกลิ่นนั้นผู้บริโภคให้การยอมรับตัวอย่างที่ 3 มากที่สุด เพราะว่าตัวอย่างที่ 5 นั้นเป็นข้าวหมากที่ใช้ข้าวเหนียวขาวอย่างเดียวและการผลิตข้าวหมากเพื่อจำหน่ายในท้องตลาดปัจจุบันก็จะใช้ข้าวเหนียวขาวอย่างเดียวกันเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งการใช้ข้าวเหนียวดำมาผสมกับข้าวเหนียวขาวนั้นผู้บริโภคยังไม่ให้การยอมรับเท่าที่ควร หรืออาจยึดติดกับรสชาติเดิมๆ ของข้าวหมากที่ทำจากข้าวเหนียวขาว จึงควรที่จะปรับปรุงข้าวหมากในด้านอื่นๆต่อไป โดยอาจใช้ข้าวเหนียวแดงหรือเสริมใยอาหารเข้าไปเพื่อให้ข้าวหมากมีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองผลิตข้าวหมากโดยใช้ข้าวเหนียวดำผสมกับข้าวเหนียวขาว ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 100 : 0 75 : 25 50 : 50 25 : 75 และ 0 : 100 เมื่อทำการหมักข้าวหมากแล้วมีการตรวจสอบค่าพีเอชและค่าแปอร์เซ็นต์บริกซ์ ที่อายุการหมัก 0-3 วัน ปรากฏว่าตัวอย่างที่ 1 มีค่าพีเอชต่ำที่สุด เท่ากับ 5 ส่วนตัวอย่างที่ 2-5 มีค่าพีเอช เท่ากับ 6 เมื่อหมักข้าวหมากได้ 3 วัน สำหรับค่าแปอร์เซ็นต์บริกซ์นั้นตัวอย่างที่ 1 มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 29 ส่วนตัวอย่างที่ 5 มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 41 เมื่อหมักข้าวหมากได้ 3 วัน จะเห็นได้ว่าค่าแปอร์เซ็นต์บริกซ์ของตัวอย่างที่ 1 นั้น สอดคล้องกับที่ปราโมทย์ ธรรมรัตน์ ได้ศึกษาไว้ว่าน้ำต้อยของข้าวหมากจะมีความหวานประมาณ 30 – 40 องศาบริกซ์ จากค่าพีเอชและค่าแปอร์เซ็นต์บริกซ์ที่วัดได้ แสดงว่า ข้าวหมากของตัวอย่างที่ 1 มีความเป็นกรดมากที่สุดและมีความหวานน้อยที่สุด ส่วนตัวอย่างที่ 5 มีความหวานมากที่สุด

เมื่อนำข้าวหมากทั้ง 5 ตัวอย่าง ไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้บริโภคจำนวน 30 คน ผลปรากฏว่าผู้บริโภคให้การยอมรับตัวอย่างที่ 5 มากที่สุด เพราะมีคะแนนความชอบโดยรวม เท่ากับ 3.697 คะแนน และตัวอย่างที่ 1 ผู้บริโภคให้การยอมรับน้อยที่สุด โดยมีคะแนนความชอบโดยรวม เท่ากับ 2.953 คะแนน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ข้าวเหนียวดำที่ใช้ในการทำข้าวหมากครั้งนี้ มีข้อเสียคือ ข้าวแข็งเป็นไต ทำให้เกิดผลกระทบต่อเนื้อสัมผัสของข้าวหมากและทำให้เกิดการหมักช้า ความหวานจึงมีน้อย จึงควรทำให้ข้าวเหนียวดำนิ่มและร่วนขึ้นการหมักจึงน่าจะเกิดได้ดี หรือจะเพิ่มปริมาณน้ำตาลอีกเล็กน้อยด้วยก็ได้
2. ควรพัฒนาข้าวหมากในด้านอื่นๆ อีก เช่น เพิ่มสีของข้าวหมากด้วยสีจากธรรมชาติ เช่นสีจากใบเตย กระเจี๊ยบ เก็กฮวย และดอกคำฝอย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กวี รุดิกุล. 2529. อาหารและโภชนาการหน่วยที่1-7. พิมพ์ครั้งที่3. กรุงเทพฯ : นวกนก. 476 น.

ชวลิต รัตนกุล. ม.ป.ป. ตำราโภชนาการเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ไทวัฒนาพานิช. 298 น.

ต่อพงษ์ ศรีเกษม และ นิตย์ติมา คงทวี. 2540. ผลของอุณหภูมิและความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ต่อการย่อยข้าวเหนียวด้วยโคจิ เพื่อทำสารปรุงรส. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 42 น.

ทิพวรรณ เฟื่องเรือง. 2540. การดำเนินธุรกิจสารพันปัญหาขนมอบ. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร. 238 น.

ทศรฐ อินแปลง. 2543. การศึกษากระบวนการผลิตข้าวเหนียวสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 137 น.

นภา โล่ห์ทอง. 2535. กล้าเชื้ออาหารหมักและเทคโนโลยีการผลิต. กรุงเทพฯ : ฟันนี่ พับบลิชชิ่ง. 160 น.

นิจศิริ เรืองรังษี. และ พยอม ตันติวัฒน์. 2534. พืชสมุนไพร. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 243 น.

นิศา ตรีภัทรชยากร และ สุภาพร จิตรประภาภรณ์. 2538. การศึกษาคุณสมบัติของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวเพื่อใช้ในการผลิตขนมชบเคี้ยวจากเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์แบบสกรูคู่. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 106 น.

"แนวโน้มของตลาดผลิตภัณฑ์อาหาร". พฤติกรรมการบริโภค. แหล่งที่มา : http : //www.swu.ac.th/royal/book5/b5c6t3.html, 10 มีนาคม 2548

ปราโมทย์ ธรรมรัตน์. ม.ป.ป. "การทำข้าวหมาก" สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (อัดสำเนา)

ลูกจันทร์ ภัครัชพันธุ์. 2524. อุตสาหกรรมอาหารหมักดอง. กรุงเทพฯ : ศรีอนันต์. 161 น.

วราขุ ลี้ประเสริฐ. 2546. การทำข้าวหมากและสาโทไบโอเทคพื้นบ้านไทย. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น 45 น.

วิจัยและพัฒนาแห่งมก, สถาบัน. 2547. อาหารหมักดอง. ม.ป.พ. 35 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชาการเกษตร กรม, สถาบันวิจัยข้าว. 2543. เอกสารการฝึกอบรมความรู้เรื่องข้าว. กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 314 น.

วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล. 2536. ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากจุลินทรีย์. ม.ป.พ. 237 น.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2525. ทฤษฎีอาหาร เล่ม 2 หลักการถนอมอาหารและการควบคุมคุณภาพอาหาร. ม.ป.พ. 263 น.

ส่งเสริมการเกษตร, กรม. 2545. ข้าวพันธุ์ดี. ม.ป.พ. 168 น.

สมชาย ปรีชาบริสุทธิ์กุล. 2529. การใช้ข้าวเปลือกเหนียวที่ผ่านกรรมวิธีต่างๆ แทนรำข้าวและปลายข้าวในอาหารสุกรรุ่น- ขุน. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 105 น.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2539. จุลชีววิทยาทางอาหาร(ฉบับปรับปรุง). พิมพ์ครั้งที่3. กรุงเทพฯ : ชัยเจริญ. 248 น.

อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล. 2547. หลักการประกอบอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 163 น.

อรอนงค์ นัยวิกุล และคณะ. 2546. รายงานการวิจัย ฉบับสมบูรณ์ปีที่1 ชุดโครงการวิจัยและการใช้ประโยชน์จากข้าวในการสร้างมูลค่าเพิ่มเพื่อการส่งออก. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 771 น.

อุตสาหกรม, กระทรวง สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. 2546. "มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน" TISI HOME. แหล่งที่มา : http : //www. tisi. go.th/otop/pdf_file/tcps 162_46 pdf, 6 สิงหาคม 2547

อังคณา เชวงภูษิต. 2547. "ข้าวหมาก". แหล่งที่มา : http ://www.kasetsiam.com/food/kaomark. html, 18 มีนาคม 2548

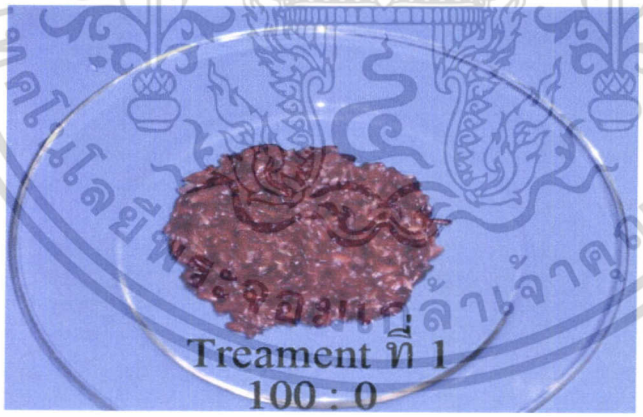
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

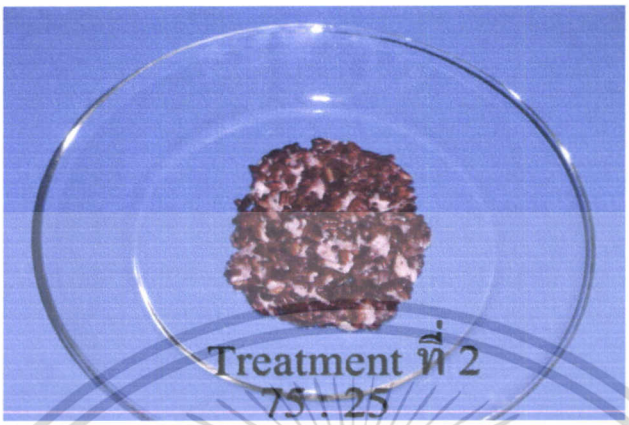
ภาคผนวก ก

ภาพที่ 4 แสดงลักษณะทางกายภาพของลูกแป้งข้าวหมาก



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะทางกายภาพของข้าวหมากตัวอย่างที่ 1
อัตราส่วนของข้าวเหนียวดำ : ข้าวเหนียวขาว เท่ากับ 100 : 0

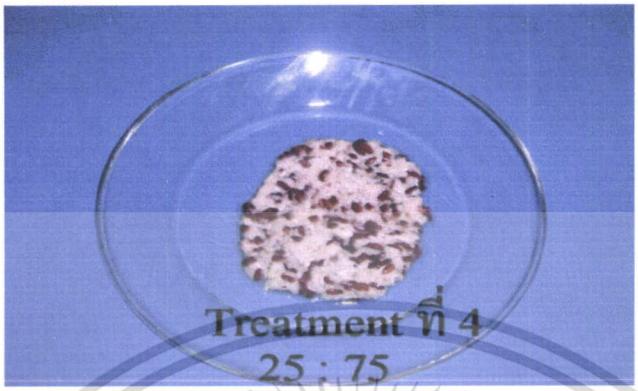
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แสดงลักษณะทางกายภาพของข้าวหมากตัวอย่างที่ 2
อัตราส่วนของข้าวเหนียวดำ : ข้าวเหนียวขาว เท่ากับ 75 : 25

ภาพที่ 7 แสดงลักษณะทางกายภาพของข้าวหมากตัวอย่างที่ 3
อัตราส่วนของข้าวเหนียวดำ : ข้าวเหนียวขาว เท่ากับ 50 : 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 แสดงลักษณะทางกายภาพของข้าวหมากตัวอย่างที่ 4
อัตราส่วนของข้าวเหนียวดำ : ข้าวเหนียวขาว เท่ากับ 25 : 75

ภาพที่ 9 แสดงลักษณะทางกายภาพของข้าวหมากตัวอย่างที่ 5
อัตราส่วนของข้าวเหนียวดำ : ข้าวเหนียวขาว เท่ากับ 0 : 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส Hedonic Scale Scoring Test

ผลิตภัณฑ์ ข้าวหมากที่ใช้ข้าวเหนียวดำกับข้าวเหนียวขาวในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่.....

คำแนะนำ

1. กรุณาบ้วนปากด้วยน้ำเปล่า ก่อนการทดสอบชิม
2. หลังการทดสอบชิมแต่ละตัวอย่าง ให้กลั้วปากด้วยน้ำเปล่าแล้วทดสอบตัวอย่างต่อไป
3. ให้คะแนนตามระดับความชอบและความพอใจของท่านลงในตาราง โดยมีคะแนนความชอบตั้งแต่ 1-5 ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

5 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด

4 คะแนน คือ ชอบมาก

3 คะแนน คือ เฉยๆ

2 คะแนน คือ ชอบน้อย

1 คะแนน คือ ชอบน้อยที่สุด

รหัสตัวอย่าง	คุณภาพที่ต้องประเมิน				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม

ข้อเสนอแนะ

.....

ขอขอบคุณทุกท่าน

นายสมศิลป์ เจริญสุข สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร 2/1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้