บทที่ 2
อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัตถุดิบ

1.1 ข้าวเหนียว กข. 6

1.2 ข้าวเหนียวดำพันธุ์อมก๋อย จากอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.3 ข้าวเหนียวดำพันธุ์ดอยสะเก็ด จากจังหวัดเชียงใหม่

1.4 ผงฟูดับเบิลแอ็คชั่น ยี่ห้อ อิมพิเรียล

1.5 แป้งมันสำปะหลัง

1.6 น้ำมันพืชตรา มรกต

2. เครื่องมือวิเคราะห์

2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือทางกายภาพ

2.1.1 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) รุ่น TA.XT. plus บริษัท Stable Micro Micro Systems Ltd. ประเทศอังกฤษ

2.1.2 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น MA40 – 000V2 ยี่ห้อ Sartorius ประเทศเยอรมันนี

2.1.3 เครื่องวัดค่าสี (Hunter lab) รุ่น Hunter Lab colorflex 4510 Lab ยี่ห้อ Colorfex บริษัท Hunter Asscіation Laboratory, Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือทางเคมี

2.2.1 เครื่องวัดความชื้น (Moisture balance) ยี่ห้อ Sartorius บริษัทไวแอนด์ฟิคโปรโมชั่น จำกัด ประเทศเยอรมันนี

2.2.2 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น MA40 – 000V2 ยี่ห้อ Sartorius ประเทศเยอรมันนี

2.2.3 ชุดวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน รุ่น KB 85 – BS ยี่ห้อ Gerhardt

2.2.4 เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ รุ่น Version 2.85.04 บริษัทเพอร์กินเอลเมอร์ จำกัด

2.3 อุปกรณ์ในการผลิต

2.3.1 ผ้าขาวบาง

2.3.2 กระชอน

2.3.3 เครื่องบดละเอียด

2.3.4 เครื่องทำแห้งแบบลมร้อน

2.3.5 เครื่องรีดเส้น

3. สารเคมี

1. กรดซัลฟูริก
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์
3. กรดแอริค
4. คอปเปอร์ซัลเฟต
5. เมทิลเรดอินดิเคเตอร์
6. โปรแตสเซียมไฮดรอกไซด์
7. เอทิลแอลกอฮอล์ 95 %
8. กรดอะซิติก
9. ไอโอดีน
10 โปแตสเซียมไอโอไดด์

หมายเหตุ : (สารเคมีซื้อมาจากบริษัทเวชกิจเคมีภัณฑ์จำกัด จังหวัดพิษณุโลก)

4. วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

ตอนที่ 1 **ศึกษาคุณลักษณะของข้าวเหนียวดำ**

นำข้าวเหนียวดำจำนวน 2 พันธุ์ มาตรวจวัดคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพดังต่อไปนี้

13.1 ตรวจหาปริมาณความชื้น ด้วยเครื่องวัดความชื้น

13.2 ตรวจหาปริมาณโปรตีน(Kjeldahl Method)

13.3 ตรวจหาปริมาณอะไมโลส (AOAC., 2000)

13.4 ตรวจหาค่า Neutral gel consistency (AACC., 2000)

ตอนที่ 2 **การผลิตข้าวอบกรอบจากข้าวเหนียวดำ**

2.1 ศึกษากระบวนการผลิตข้าวอบกรอบจากข้าวเหนียวดำ

จัดการสิ่งทดลองแบบแฟคทอเรียลในการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์(Factorial in CRD) โดยศึกษา 2 ปัจจัย คือ ชนิดของพันธุ์ข้าวเหนียวดำ 2 พันธุ์ และปริมาณข้าวเหนียวดำที่ 3 ระดับ โดยสิ่งทดลองมีทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง

สิ่งทดลองที่ 1 ใช้ข้าวเหนียวดำพันธุ์ข้าวอมก๋อยอัตราส่วนร้อยละ 20 ของน้ำหนักข้าวเหนียว

สิ่งทดลองที่ 2 ใช้ข้าวเหนียวดำพันธุ์ข้าวอมก๋อยอัตราส่วนร้อยละ 30 ของน้ำหนักข้าวเหนียว

สิ่งทดลองที่ 3 ใช้ข้าวเหนียวดำพันธุ์ข้าวอมก๋อยอัตราส่วนร้อยละ 40 ของน้ำหนักข้าวเหนียว

สิ่งทดลองที่ 4 ใช้ข้าวเหนียวดำพันธุ์ข้าวก่ำดอยสะเก็ดอัตราส่วนร้อยละ 20 ของน้ำหนักข้าวเหนียว

สิ่งทดลองที่ 5 ใช้ข้าวเหนียวดำพันธุ์ข้าวก่ำดอยสะเก็ดอัตราส่วนร้อยละ 30 ของน้ำหนักข้าวเหนียว

สิ่งทดลองที่ 6 ใช้ข้าวเหนียวดำพันธุ์ข้าวก่ำดอยสะเก็ดอัตราส่วนร้อยละ 40 ของน้ำหนักข้าวเหนียว

ตารางที่ 9 สวนประกอบของวัตถุดิบในการผลิตข้าวอบกรอบจากข้าวเหนียวดำ

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์
แป้งข้าวเหนียว	1000	75.19
แป้งมัน	36.5	2.74
ผงฟู	23	1.73
เกลือ	1.2	0.09
น้ำมันพืช	24.3	1.83
น้ำ	245	18.42

1. นำข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 หนัก 1 กิโลกรัม และข้าวเหนียวดำ พันธุ์อมก๋อย 1 กิโลกรัม พันธุ์ดอยสะเก็ด 1 กิโลกรัม ล้างทำความสะอาด แล้วนำข้าวทั้ง 3 พันธุ์ มาแช่น้ำ โดยแช่ข้าวทั้ง 3 พันธุ์ แยกกัน เป็นเวลา 16 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 6-7 องศาเซลเซียส ใช้น้ำแช่ข้าว 1 กิโลกรัม ต่อ น้ำ 1,000 มิลลิลิตร

2. เอาน้ำออกกรองด้วยตะแกรงข้าวที่ได้นำไปบดด้วยเครื่องบดข้าว บดให้เป็นผงละเอียดสามารถที่จะร่อนผ่านตะแกรงได้ นำข้าวที่บดละเอียดมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช 1 ครั้ง

3. นำส่วนผสมทั้งหมดนวดผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องนวดแป้ง เริ่มจากใส่แป้งข้าวเหนียว แป้งมัน สำปะหลัง ผงฟู และเกลือ ผสมให้เข้ากัน แล้วใส่น้ำมันพืช และน้ำทีละน้อย นวดผสม 15 นาที จนได้ก้อนแป้งมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน จับตัวกันเป็นก้อนไม่แตกออกจากกัน

4. แป้งที่นวดได้นำมารีดเป็นแผ่นด้วยเครื่องรีดเส้น โดที่รีดได้จะมีความหนา 1 มิลลิเมตร จากนั้นโดที่รีดได้นำไปนึ่งในลังถึงซึ่งรองด้วยผ้าขาวบาง โดยนึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

5. โดที่นึ่งได้นำไปแช่ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 6 – 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่งโมง แผ่นแป้งที่แช่ตามเวลากำหนดจะมีลักษณะแข็งเล็กน้อย นำไปตัดเป็นชิ้นสามเหลี่ยมขนาด 2.5×2.5 เซนติเมตร

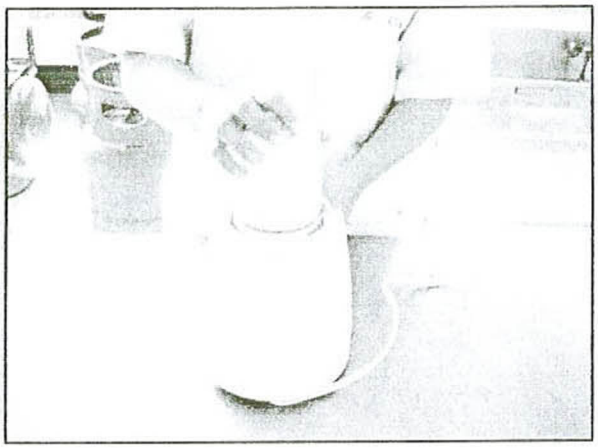
6. อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 45 – 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที จนมีความชื้นเหลือประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์

7. นำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

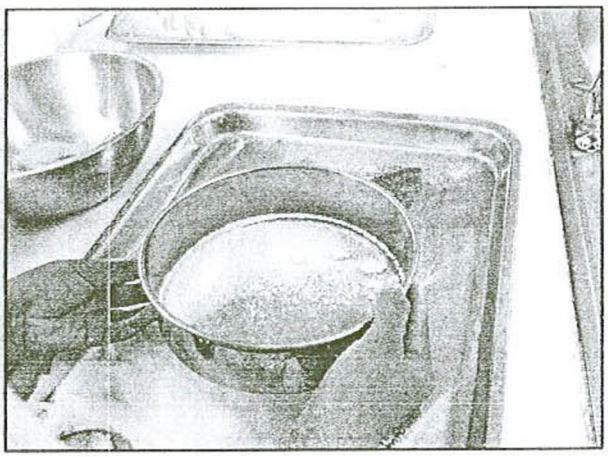
8. จากนั้นนำมาอบให้พองด้วยเตาอบ โดยใช้อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ซึ่งผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบที่ได้จะมีความชื้นอยู่ประมาณ 3 – 5 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีการผลิตข้าวอบกรอบจากข้าวเหนียวดำ

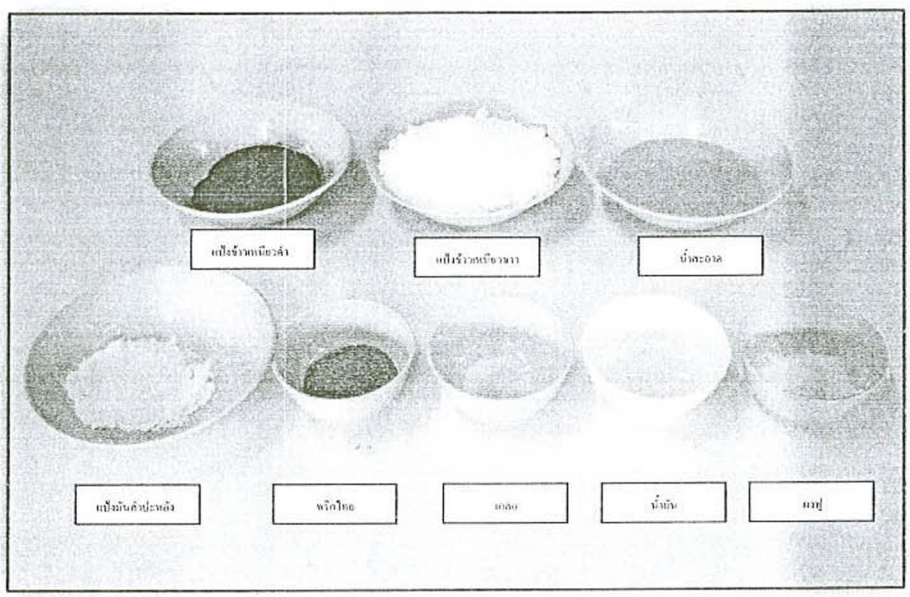
ภาพที่ 2 นำข้าวเหนียวมาแช่น้ำเป็นเวลา 16 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 6-7 องศาเซลเซียส และสะเด็ดน้ำออกจากข้าว



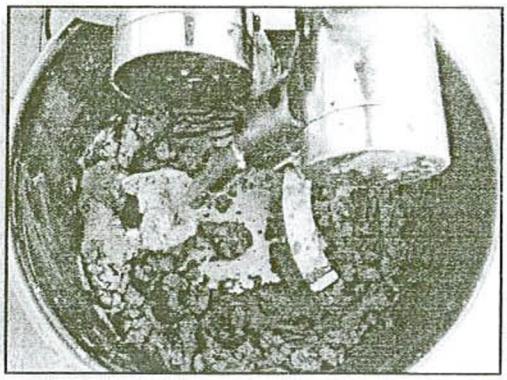
ภาพที่ 3 นำข้าวเหนียวผ่านการสะเด็ดน้ำบดเป็นแป้งด้วยเครื่องบ



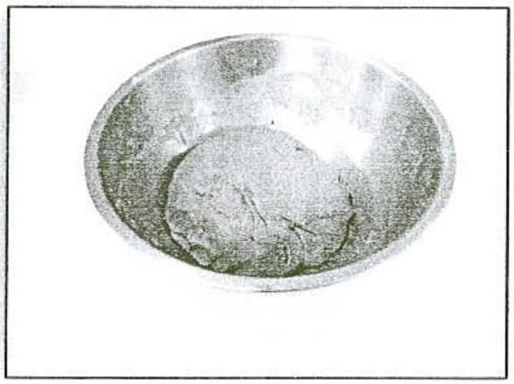
ภาพที่ 4 ทำการร่อนแป้งข้าวเหนียวด้วยตะแกรง 40 เมช



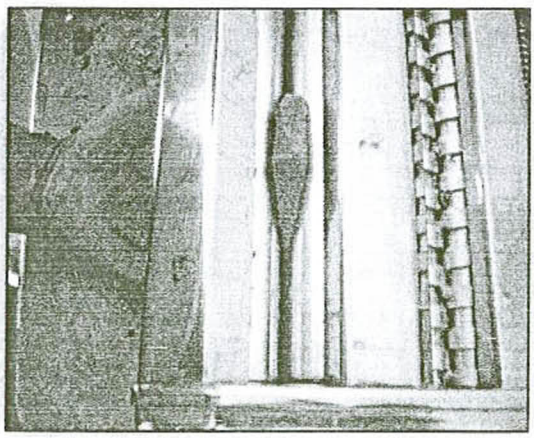
ภาพที่ 5 ชั่งส่วนผสมการผลิตข้าวอบกรอบ ดังตารางที่ 9



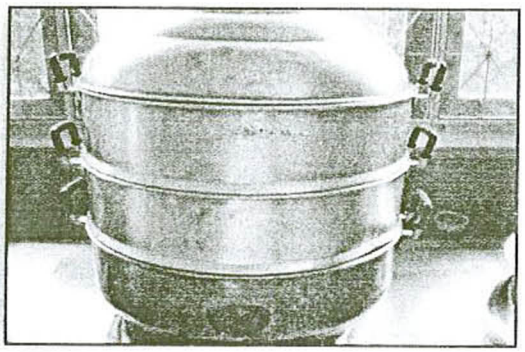
ภาพที่ 6 นำส่วนผสมทั้งหมดมาผสมให้เข้ากัน



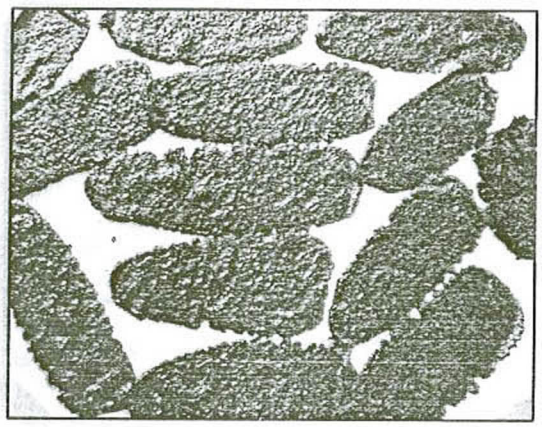
ภาพที่ 7 ก้อนแป้งที่ผ่านการนวดจนเป็นเนื้อเดียวกัน



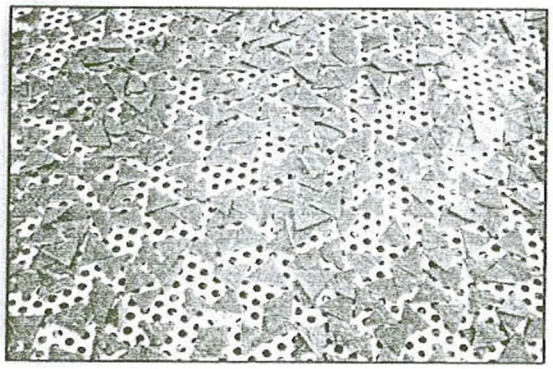
ภาพที่ 8 นำมารีดให้เป็นแผ่นด้วยเครื่องรีด หนา 1 มิลลิเมตร



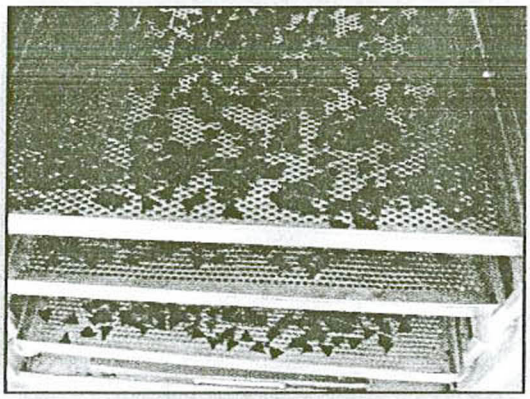
ภาพที่ 9 นึ่งด้วยน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที



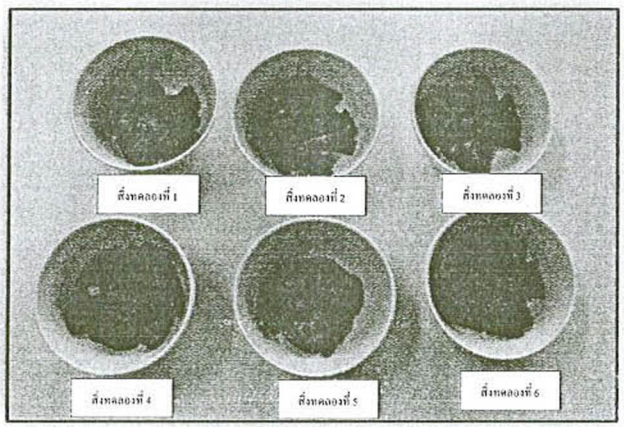
ภาพที่ 10 แป้งที่ผ่านการแช่เย็นอุณหภูมิ 6 – 7 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 11 แผ่นแป้งตัดเป็นรูปร่างสามเหลี่ยมขนาด 2.5×2.5 เซนติเมตร



ภาพที่ 12 อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน



ภาพที่ 13 สิ่งทดลองข้าวอบกรอบจากข้าวเหนียวดำทั้ง 6 สิ่งทดลอง

สิ่งทดลองที่ 1 ใช้ข้าวเหนียวดำพันธุ์ข้าวอมก๋อยอัตราส่วนร้อยละ 20 ของน้ำหนักข้าวเหนียว
สิ่งทดลองที่ 2 ใช้ข้าวเหนียวดำพันธุ์ข้าวอมก๋อยอัตราส่วนร้อยละ 30 ของน้ำหนักข้าวเหนียว
สิ่งทดลองที่ 3 ใช้ข้าวเหนียวดำพันธุ์ข้าวอมก๋อยอัตราส่วนร้อยละ 40 ของน้ำหนักข้าวเหนียว
สิ่งทดลองที่ 4 ใช้ข้าวเหนียวดำพันธุ์ข้าวก่ำดอยสะเก็ดอัตราส่วนร้อยละ 20 ของน้ำหนักข้าวเหนียว
สิ่งทดลองที่ 5 ใช้ข้าวเหนียวดำพันธุ์ข้าวก่ำดอยสะเก็ดอัตราส่วนร้อยละ 30 ของน้ำหนักข้าวเหนียว
สิ่งทดลองที่ 6 ใช้ข้าวเหนียวดำพันธุ์ข้าวก่ำดอยสะเก็ดอัตราส่วนร้อยละ 40 ของน้ำหนักข้าวเหนียว

2. 3 ตรวจวัดคุณภาพระหว่างกระบวนการผลิต

ตรวจวัดความหนาแน่น(Bulk density)

2.4 ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของข้าวอบกรอบจากข้าวเหนียวดำ

2.4.1 ตรวจสอบเนื้อสัมผัสด้วย เครื่อง texture analyzer

2.4.2 ตรวจสอบค่าสี ด้วยเครื่อง Hunter lab

2.4.3 ตรวจวัดความหนาแน่น(Bulk density)

2.4.4 ตรวจวัดค่าการพองตัว(Volume expansion)

2.4.5 วัดค่าความชื้นด้วย เครื่อง Moisture balance

ตอนที่ 3 ศึกษาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสข้าวอบกรอบจากข้าวเหนียวดำ

ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน โดยผู้ทดสอบพิจารณาคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี ความกรอบ กลิ่น รสชาติ ความชอบรวม ด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete Block Design และทดสอบความแตกต่างด้วย Duncan's New Multiple Rang Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ผู้ทดสอบชิมเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จำนาน 30 คน โดยมีระดับคะแนน ดังนี้

คะแนน	1	ไม่ชอบมากที่สุด
คะแนน	2	ไม่ชอบมาก
คะแนน	3	ไม่ชอบ
คะแนน	4	ไม่ชอบน้อย
คะแนน	5	เฉย ๆ
คะแนน	6	ชอบเล็กน้อย
คะแนน	7	ชอบปานกลาง
คะแนน	8	ชอบมาก
คะแนน	9	ชอบมากที่สุด

นำผลที่ได้เข้ากระบวนการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

ตอนที่ 4 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบจากข้าวเหนียวดำ

นำตัวอย่างข้าวอบกรอบจากข้าวเหนียวดำที่ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้การยอมรับมากที่สุดบรรจุในชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ

สิ่งทดลองที่ 1 ข้างอบกรอบ 20 กรัม บรรจุในกล่องพลาสติกขนาด 6 ออนซ์

สิ่งทดลองที่ 2 ข้างอบกรอบ 20 กรัม บรรจุในกล่องพลาสติกขนาด 6 ออนซ์ ที่มีสารดูดซับออกซิเจน (Oxygen absorber)

สิ่งทดลองที่ 3 ข้างอบกรอบ 20 กรัม บรรจุในกล่องพลาสติกขนาด 6 ออนซ์ ที่มีสารดูดความชื้น (Disiccant)

และตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทุก 15 วัน เป็นระยะเวลา 90 วัน โดยตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงได้แก่

4.1 ตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

พิจารณาคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี ความกรอบ กลิ่น รสชาติ ความชอบรวม ด้วยวิธี 9 Point Hedonic Rating Scale

4.2 ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

4.2.1 ตรวจสอบความกรอบ ด้วยเครื่อง Texture analyzer

4.2.2 ตรวจสอบค่าสี ด้วยเครื่อง Hunter Lab

4.3 ตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

4.3.1 ตรวจวัดความชื้นด้วย Moisture balance

4.3.2 ตรวจสอบค่า Water activity ด้วยเครื่องวัดค่า Water activity

4.4 ตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา

3.4.1 ตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด(Downes and IT O, 2001)

3.4.2 ตรวจหาปริมาณยีสต์และรา(Downes and IT O, 2001)

ตอนที่ 5 การทำฉลากโภชนาการของผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบจากข้าวเหนียวดำ

ทำการตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 เรื่องฉลากโภชนาการ และ (ฉบับที่ 305) พ.ศ. 2550 เรื่องการแสดงฉลากอาหารสำเร็จรูปที่พร้อมบริโภคทันที่ทางชนิด ของผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบจากข้าวเหนียวดำที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ลงในบรรจุภัณฑ์ชนิดที่สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ดีที่สุดจากการทดลองตอนที่ 3

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' Mutiple Range Test (DMRT)

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' Mutiple Range Test (DMRT) คำนวณจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์