



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษากาการพัฒนาคุกกี้ผสมจมูกข้าวสาลีและรำข้าวสาลี

(A Study on the Development of Wheat Germ and Bran cookies)

โดย

นางสาวยุพา สิงห์สาโรจน์
นางสาววรรณ จรุงจำเริญชัย

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก...

..... (อ.ดร. อังศรี น้อย) 19 / 12 / 34 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ
(อ.ดร. อังศรี น้อย)

..... (อ.ดร. นงนอ) 20 / 12 / 34 กรรมการของภาควิชา
(อ.ดร. นงนอ)

..... (อ.ดร. ทัศนิต) 25 / 12 / 34 กรรมการของภาควิชา
(อ.ดร. ทัศนิต)

..... ภาควิชาคหกรรมศาสตร์

..... (อ.ดร. อังศรี น้อย)
หัวหน้าภาควิชาคหกรรมศาสตร์

วันที่ 25 เดือน 12 พ.ศ. 34

รพ.
๘ 411 ก
2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ปัญหาพิเศษ (45499)

เรื่อง

การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังข้าวสาลีและรำข้าวสาลี

A Study on the Development of Wheat Germ and Bran Cookies



T097083

โดย

1. นางสาวอุษา สิงห์สาราจน์
2. นางสาววรรณิ จตุรจำเริญชัย

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปพ. เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

๑411ก

พ.ศ. 2534

๑5๑4

เลขที่.....

เลขทะเบียน..... 97083

วันเดือนปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

การศึกษาการพัฒนาคุกกี้ผสมจมูกข้าวสาลีและรำข้าวสาลี

(A Study on the Development of Wheat Germ and Bran Cookies)

การศึกษาการพัฒนาคุกกี้ผสมจมูกข้าวสาลีและรำข้าวสาลี จากการทดลองพบว่าสามารถใช้จมูกข้าวสาลีและรำข้าวสาลีในคุกกี้ในปริมาณ 10-50 % และ 30 % ตามลำดับ และยังสามารถใช้วัตถุดิบทั้งชนิดคั่ว และนึ่ง จากการศึกษาอายุการเก็บคุกกี้ผสมจมูกข้าวสาลี (10%) และรำข้าวสาลี (30%) ทั้งชนิดคั่ว และนึ่ง สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ในถุงชนิด Low Density Polyethylene (LDPE) นาน 30 วัน โดยไม่พบกลิ่นเหม็นที่เก็บในอุณหภูมิห้องหรืออุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นของคุกกี้ทุกถุงเพิ่มขึ้นจากประมาณ 1-2 % จนถึง 3-4 % เมื่อเก็บนาน 40 วัน อันเนื่องจากการซึมผ่านของไอน้ำในอากาศกับภาชนะบรรจุ

คุกกี้ผสมจมูกข้าวสาลี (10%) มีปริมาณโปรตีน 8.29 % ไขมัน 35.72 % ในขณะที่คุกกี้ผสมรำข้าวสาลี (30 %) มีปริมาณโปรตีน 8.41 % ไขมัน 34.04 % ซึ่งคุกกี้ผสมจมูกข้าวสาลี (10%) และรำข้าวสาลี (30%) มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น 6% และ 7% ตามลำดับ การใช้จมูกข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 % ในการผลิตคุกกี้ทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น 0.37-2 % แต่การใช้รำข้าวสาลีในปริมาณ 30% มีช่วยให้ต้นทุนลดลง 5 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยาม

การที่ปัญหาพิเศษเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีนั้น ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือและเกี่ยวข้องกับทุกท่านโดยเฉพาะ

อาจารย์บรรณา ตั้งเจริญชัย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษและท่านอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการวางแผนการทดลอง และชี้แนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องในระหว่างการทดลอง ตลอดจนตรวจทานรูปเล่มปัญหาพิเศษฉบับนี้

บริษัทยูไนเต็ดฟลาวามิลล์ จำกัด ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์แบ่งสาธิตเนกประสงค์ราวว่า จมูกข้าวสาลีและรำข้าวสาลี

เพื่อนนักศึกษาชั้นปีที่ 4 และน้อง ๆ ภาควิชาอุตสาหกรรมที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษโดยตลอด ทั้งยังร่วมมือทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยดี

ธนา สิงห์สารโรจน์

วรรณิ จตุรจำเริญชัย

มีนาคม 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	24
ผลการทดลองและวิจารณ์	29
สรุปผล	52
ข้อเสนอแนะ	53
เอกสารอ้างอิง	54
ภาคผนวก	58
สารบัญตาราง	(1)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญกราฟ	(4)
สารบัญตารางภาคผนวก	(5)
สารบัญภาพภาคผนวก	(8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เวลาในการเก็บเกี่ยวข้าวสาลีในประเทศต่าง ๆ	5
2	สัดส่วนโครงสร้างของเมล็ดข้าวสาลี	6
3	องค์ประกอบของรำข้าวสาลี	9
4	องค์ประกอบของจมูกข้าวสาลี	12
5	ปริมาณส่วนผสมของคูกักผสมด้วยจมูกข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแป้งสาลี	25
6	ปริมาณส่วนผสมของคูกักผสมด้วยรำข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแป้งสาลี	26
7	แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคูกักผสมจมูกข้าวสาลี ในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์	29
8	แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคูกักผสมรำข้าวสาลี ในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์	31
9	แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคูกักผสมจมูกข้าวสาลี (10%) ชนิดคิ๊บ ชนิดคั่ว และชนิดนึ่ง	32
10	แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคูกักผสมรำข้าวสาลี (30%) ชนิดคิ๊บ ชนิดคั่ว และชนิดนึ่ง	33
11	แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในคูกักผสมจมูกข้าวสาลี (10%) เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง	34
12	แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในคูกักผสมจมูกข้าวสาลี (10%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	35
13	แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผสมคูกักผสมรำข้าวสาลี (30%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง	36

ตารางที่		หน้า
14	แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในค็อกกีผสมว่าข้าวสาลี (30%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	37
15	แสดงค่า Correlation Coefficient (r) ระหว่างความชื้นกับเวลา	42
16	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของค็อกกีผสมรวมข้าวสาลี (10%) ค็อกกีผสมว่าข้าวสาลี (30%) และค็อกกี ชนิด Control	50
17	แสดงต้นทุนการผลิตของค็อกกีผสมรวมข้าวสาลี (10%) และค็อกกีผสมว่าข้าวสาลี (30%) เปรียบเทียบกับค็อกกี ชนิด Control	51



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

ภาพที่		หน้า
1	ลำดับขั้นตอนในกระบวนการโม้ข้าวสาดี	8
2	กระบวนการผลิตคักกั่วไป	15
3	กลไกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน	19



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญกราฟ

กราฟ		หน้า
1	ปริมาณความชื้นในคูกักผสมจุกข้าวสาลี(10%) ชนิดคิบ คิว นิ่ง และcontrol ขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนานตั้งแต่ 0 ถึง 40 วัน	38
2	ปริมาณความชื้นในคูกักผสมจุกข้าวสาลี(10%) ชนิดคิบ คิว นิ่ง และ control ขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นานตั้งแต่ 0 ถึง 40 วัน	39
3	ปริมาณความชื้นในคูกักผสมรำข้าวสาลี(30%) ชนิดคิบ คิว นิ่ง และcontrol ขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนานตั้งแต่ 0 ถึง 40 วัน	40
4	ปริมาณความชื้นในคูกักผสมรำข้าวสาลี(30%) ชนิดคิบ คิว นิ่ง และcontrol ขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นานตั้งแต่ 0 ถึง 40 วัน	41
5	ค่าเปอร์ออกไซด์ในคูกักผสมจุกข้าวสาลี(10%) ชนิดคิบ คิว นิ่ง และcontrol ขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนานตั้งแต่ 0 ถึง 40 วัน	44
6	ค่าเปอร์ออกไซด์ในคูกักผสมจุกข้าวสาลี(10%) ชนิดคิบ คิว นิ่ง และcontrol ขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นานตั้งแต่ 0 ถึง 40 วัน	45
7	ค่าเปอร์ออกไซด์ในคูกักผสมรำข้าวสาลี(30%) ชนิดคิบ คิว นิ่ง และcontrol ขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนานตั้งแต่ 0 ถึง 40 วัน	48
8	ค่าเปอร์ออกไซด์ในคูกักผสมรำข้าวสาลี(30%) ชนิดคิบ คิว นิ่ง และcontrol ขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นานตั้งแต่ 0 ถึง 40 วัน	49

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางที่		หน้า
1	แบบทดสอบคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัส	63
2	แบบทดสอบคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสเพื่อศึกษาอายุการเก็บ	64
3	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านรสชาติของคูกักผสมจุกข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์	65
4	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านกลิ่นของคูกักผสมจุกข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์	66
5	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัสของคูกักผสมจุกข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์	66
6	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกักผสมจุกข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์	67
7	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านรสชาติของคูกักผสมรำข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์	67
8	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านกลิ่นของคูกักผสมรำข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์	68
9	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัสของคูกักผสมรำข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์	68
10	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกักผสมรำข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์	69
11	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านรสชาติของคูกักผสมจุกข้าวสาลี (10%) ชนิดต่าง ๆ (ชนิดคิบบ ชนิดคว และชนิดนึ่ง)	70
12	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านกลิ่นของคูกักผสมจุกข้าวสาลี (10%) ชนิดต่าง ๆ (ชนิดคิบบ ชนิดคว และชนิดนึ่ง)	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่		หน้า
13	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัสของคุกกี้ผสมจุกข้าวสาลี(10%) ชนิดต่าง ๆ (ชนิดคิบ ชนิดคั่ว และชนิดนึ่ง)	71
14	ผลการวิเคราะห์สถิติด้านการยอมรับรวมของคุกกี้ผสมจุกข้าวสาลี(10%) ชนิดต่าง ๆ (ชนิดคิบ ชนิดคั่ว และชนิดนึ่ง)	71
15	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านรสชาติของคุกกี้ผสมรำข้าวสาลี(30%) ชนิดต่าง ๆ (ชนิดคิบ ชนิดคั่ว และชนิดนึ่ง)	72
16	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านกลิ่นของคุกกี้ผสมรำข้าวสาลี(30%) ชนิดต่าง ๆ (ชนิดคิบ ชนิดคั่ว ชนิดนึ่ง)	72
17	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัสของคุกกี้ผสมรำข้าวสาลี(30%) ชนิดต่าง ๆ (ชนิดคิบ ชนิดคั่ว และชนิดนึ่ง)	73
18	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคุกกี้ผสมรำข้าวสาลี (30%)ชนิดต่าง ๆ (ชนิดคิบ ชนิดคั่ว ชนิดนึ่ง)	73
19	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคุกกี้ชนิด control เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง	74
20	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคุกกี้ชนิด control เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	75
21	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคุกกี้ผสมจุกข้าวสาลี ชนิดคิบ(10%)เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง	76
22	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคุกกี้ผสมจุกข้าวสาลี ชนิดคิบ(10%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	77
23	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคุกกี้ผสมจุกข้าวสาลี ชนิดนึ่ง(10%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง	78
24	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคุกกี้ผสมจุกข้าวสาลี ชนิดนึ่ง(10%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่		หน้า
25	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกักที่ผสมจุกข้าวสาลี ชนิดคั่ว(10%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง	80
26	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกักที่ผสมจุกข้าวสาลี ชนิดคั่ว(10%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	81
27	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกัก ชนิด Control เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง	82
28	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกัก ชนิด Control เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	82
29	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกักที่ผสมรำข้าวสาลี ชนิดคั่ว(30%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง	83
30	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกักที่ผสมรำข้าวสาลี ชนิดคั่ว(30%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	83
31	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกักที่ผสมรำข้าวสาลี ชนิดคั่ว(30%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง	84
32	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกักที่ผสมรำข้าวสาลี ชนิดคั่ว(30%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	84
33	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกักที่ผสมรำข้าวสาลี ชนิดคั่ว(30%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง	85
34	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกักที่ผสมรำข้าวสาลี ชนิดคั่ว(30%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

คุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย เพราะมีรูปร่าง ลักษณะ กลิ่นรส เป็นที่ดึงดูดใจผู้บริโภคและใช้เป็นอาหารว่างที่เหมาะสม คุกกี้เป็นชื่อที่เรียกกันในสหรัฐอเมริกาแต่ในยุโรปเรียกว่า บิสกิต (Biscuit) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างที่แน่น มีความชื้นต่ำ สะดวกต่อการบรรจุ เพราะมีน้ำหนักเบา มีอายุการเก็บรักษา (Shelf-life) ที่ค่อนข้างยาว และสามารถขนส่งไประยะไกลๆ ได้ (Weisberg, 1973)

คุกกี้อาจแบ่งได้เป็นสองประเภทใหญ่ๆ ได้คือ คุกกี้ชนิดนุ่ม (Soft cookies) และ คุกกี้ชนิดกรอบ (Brittle cookies) คุกกี้ชนิดนุ่มเตรียมจากส่วนผสมของแป้งที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นค่อนข้างสูง ในขณะที่คุกกี้ชนิดกรอบเตรียมจากส่วนผสมของแป้งที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลสูง คุกกี้ทั้งสองประเภทนี้สามารถจำแนกตามวิธีในการผลิต คือ วิธี Ice Box, Rolled, Baggers, Bar, Sheet และ Drop (Haines, 1968)

ส่วนผสมที่ใช้ในการทำคุกกี้จำแนกได้สองประเภทคือ วัตถุดิบที่เป็นตัวทำให้คุกกี้มีความอ่อนตัว และตัวที่ทำให้คุกกี้แข็งตัว ได้แก่ (จิตชนาและอรอนงค์, 2527)

1. แป้ง โดยปกติใช้แป้งชนิดอ่อนซึ่งมีโปรตีนต่ำหรือใช้แป้งอเนกประสงค์ก็ได้
2. ไขมัน ช่วยในการขึ้นฟูสำหรับคุกกี้ที่มีไขมันเป็นส่วนผสมหลักและให้ความอ่อนนุ่ม ไขมันที่ใช้ทั่วไปมีสามประเภท คือ เนยสด, เนยขาว, มาการีน หรือใช้ผสมกันก็ได้
3. ไข่ ช่วยเสริมโครงสร้างของคุกกี้ ไข่แดงจะช่วยสร้างทั้งโครงสร้างและให้ความนุ่มของคุกกี้เนื่องจากไข่แดงมีไขมันประกอบอยู่ ไข่ขาวจะช่วยสร้างโครงสร้างเพราะมีโปรตีนอยู่ นอกจากนี้พบว่าทั้งไข่ขาวและไข่แดงช่วยให้คุกกี้มีความชุ่มชื้น
4. ส่วนผสมของเหลว ซึ่งได้แก่น้ำมีความจำเป็นที่ช่วยให้กลูเตนเกิดขึ้นเป็นโครงสร้างของคุกกี้และควบคุมความเหนียวของโด
5. น้ำตาล โดยมากใช้น้ำตาลทรายละเอียดเพื่อช่วยให้กระจายตัวได้สม่ำเสมอกับส่วนผสมแป้ง ละลายง่ายและช่วยให้คุกกี้มีความคงตัวดีขึ้น

6. สิ่งที่ทำให้ขึ้นฟู ช่วยควบคุมการขยายตัวหรือควบคุมขนาดของคูกี้ สำหรับสารที่ใช้ ได้แก่ ผงฟู, โซดาหรือเบคกิ้งโซดา, แอมโมเนียหรือแอมโมเนียคาร์บอเนต

7. ส่วนผสมอื่นๆ เป็นส่วนผสมเพิ่มเติมเพื่อทำให้สูตรพื้นฐานดีขึ้น เช่น อิมัลซิไฟเออร์ ช่วยให้ไขมันกระจายและทำให้โดมีลักษณะดีขึ้น นมผงช่วยให้คุกกี้มีน้ำดีและทำให้ผิวนอกของคูกี้ที่สวยงาม กลือช่วยทำให้รสชาติคูกี้ดีขึ้น ส่วนกลีเซอรอลและสีช่วยทำให้คูกี้มีรสชาติและมองดูน่ารับประทาน

การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์คูกี้ขึ้นมีทั้งการใช้แป้งชนิดอื่นทดแทนแป้งสาลีเนื่องจากแป้งสาลีมีราคาแพง ในปีค.ศ. 1964 F.A.O. (Food and Agriculture Organization) ได้เริ่มโครงการ Composite Flour ขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีการใช้แป้งชนิดอื่นที่เป็นวัตถุดิบภายในประเทศแทนการใช้แป้งสาลีในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบ เช่นแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด Sollar et.al. ศึกษาการทำเค้ก คูกี้และบิสกิตจากแป้งข้าวไรย์ ข้าวบาเลย์ ข้าวโพด ข้าวและมันฝรั่งแทนแป้งสาลี ขณะที่ Harden ทำคูกี้โดยใช้แป้งข้าวฟ่าง (ปีละนนท์, 2520)

เนื่องจากแป้งสาลีที่เป็นวัตถุดิบนั้นเป็นชนิดที่มีโปรตีนน้อย การที่จะบริโภคคูกี้เป็นอาหารหลักอาจทำให้เป็นโรคขาดโปรตีน ดังนั้นการเพิ่มปริมาณโปรตีนในคูกี้สามารถทำได้โดยเสริมด้วยโปรตีนจากแหล่งต่าง ๆ เช่นแป้งถั่วเหลือง งา ปลาป่น จมูกข้าวสาลี นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์คูกี้โดยใช้จมูกข้าวสาลีและรำข้าวสาลีเพื่อเสริมใย (Fiber) ได้เช่นกัน

ในการใช้ประโยชน์จากจมูกข้าวสาลีและรำข้าวสาลีในคูกี้ขึ้นได้มีการศึกษามาบ้างเช่น Seibel (1981) ทำการศึกษาการเพิ่มใยในคูกี้ด้วยรำข้าวสาลี และ Godunova และคณะ (1984) ใช้ Wheat Germ Flake 20-30% ในคูกี้ นอกจากนี้ Sievert และคณะ (1990) ทำการศึกษาการใช้รำข้าวสาลีร่วมกับ Soy polysaccharide

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ด้วยจมูกข้าวสาลีและรำข้าวสาลี
2. ศึกษาคุณภาพของคุกกี้ผสมจมูกข้าวสาลีและรำข้าวสาลีด้วย
 - 2.1 การตรวจสอบทางประสาทสัมผัส
 - 2.2 โดยการศึกษาการวิเคราะห์ทางเคมี
3. ศึกษาคุณค่าทางอาหารของคุกกี้ที่พัฒนา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ข้าวสาลี (Wheat)

ข้าวสาลีเป็นธัญพืชที่มีการผลิตอยู่หลายพันธุ์ และที่นิยมปลูกกันทั่วไปมี 3 พันธุ์ คือ Triticum aestivum (หรือ Triticum vulgare) ซึ่งมีปริมาณการปลูกประมาณ 92% ของผลผลิตทั้งหมดซึ่งนำมาใช้ทำขนมปังเป็นส่วนใหญ่ Triticum durum เป็นข้าวสาลีที่มีเนื้อในเมล็ด (Endosperm) สีเหลือง เมล็ดแข็ง นิยมใช้ทำมะกะโรนี สปาเกตตี้ และ Triticum compactum เป็นพันธุ์ที่มีเนื้อในเมล็ดสีขาว อ่อนนุ่ม ใช้ทำเค้ก คูกี้ และบิสกิต สำหรับพันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทยคือ T. aestivum ซึ่งนำมาจากแหล่งต่างๆ เช่น ออสเตรเลีย อินเดีย ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และเม็กซิโก (อรอนงค์, 2532)

ข้าวสาลีสามารถขึ้นได้ในพื้นที่ทั่วไป นับตั้งแต่เหนือสุดในแถบที่อากาศหนาวจัดแถบบอบอุ้นรวมทั้งแถบมรสุม จึงทำให้ลักษณะของข้าวสาลีแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศ ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวข้าวสาลีในแต่ละประเทศแตกต่างกันตามสภาพภูมิอากาศและพันธุ์ของข้าวสาลี (ดังตารางที่ 1)

1. โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของข้าวสาลี

ลักษณะของเมล็ดข้าวสาลีที่นำมาเป็นอาหารโดยทั่วไปมีความกว้างประมาณ 3 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 4-8 มิลลิเมตร รูปร่างยาวรีคล้ายรูปไข่ ส่วนประกอบของเมล็ดข้าวสาลีแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ เปลือกหุ้มเมล็ดและเมล็ด ซึ่งจะมีเนื้อเมล็ดมากที่สุด คือ ประมาณ 81-84 % นอกจากนั้นเป็นส่วนเปลือกชั้นต่าง ๆ ที่รวมกันเป็นรำ (Bran) อีกประมาณ 14-16 % และส่วนที่เหลือ คือ จมูกข้าวสาลี (Germ) อีก 2-3 % สัดส่วนของโครงสร้างเมล็ดข้าวสาลีแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 เวลาในการเก็บเกี่ยวข้าวสาลีในประเทศต่าง ๆ

ประเทศ	เวลาในการเก็บเกี่ยว
อินเดีย	กุมภาพันธ์-พฤษภาคม
จีน	พฤษภาคม
อิตาลี	มิถุนายน-กรกฎาคม
ฝรั่งเศส	มิถุนายน-กรกฎาคม
สหรัฐอเมริกา	พฤษภาคม-ธันวาคม
รัสเซีย	กรกฎาคม-กันยายน
แคนาดา	กรกฎาคม-กันยายน
อังกฤษ	สิงหาคม-กันยายน
ออสเตรเลีย	ตุลาคม-มกราคม
อาร์เจนตินา	พฤศจิกายน-มกราคม

ที่มา: Kent, 1983

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 สัดส่วนโครงสร้างของเมล็ดข้าวสาลี

โครงสร้างของเมล็ด	๕ น้ำหนักแห้ง
เปลือกหุ้มผล	
ชั้นนอก	4.35
ชั้นใน	1.44
เมล็ด	
เปลือกหุ้มเมล็ดและชั้นโปรรงไส	2.21
เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด	6.7-7.0
รำ	14.1-15.9
เนื้อเมล็ด	81.4-84.1
แกนกลางของจุมข้าวสาลี	1.0-1.6
ใบเลี้ยงอ่อน	1.4-2.0
จุมข้าวสาลีทั้งหมด	2.5-3.6

ที่มา: Pomeranz, 1971

2. การโม่ข้าวสาลี

วัตถุประสงค์ของการโม่ข้าวสาลีเพื่อแยกเนื้อแป้งหรือส่วนของ Endosperm ออกจากเปลือกและจุมข้าวสาลีทำให้ได้แป้งสีขาว นำรับประทาน สามารถย่อยได้ง่าย และยังเก็บได้นาน นอกจากนี้ยังเป็นการบดเนื้อแป้งที่แยกได้ให้มีขนาดสม่ำเสมอ

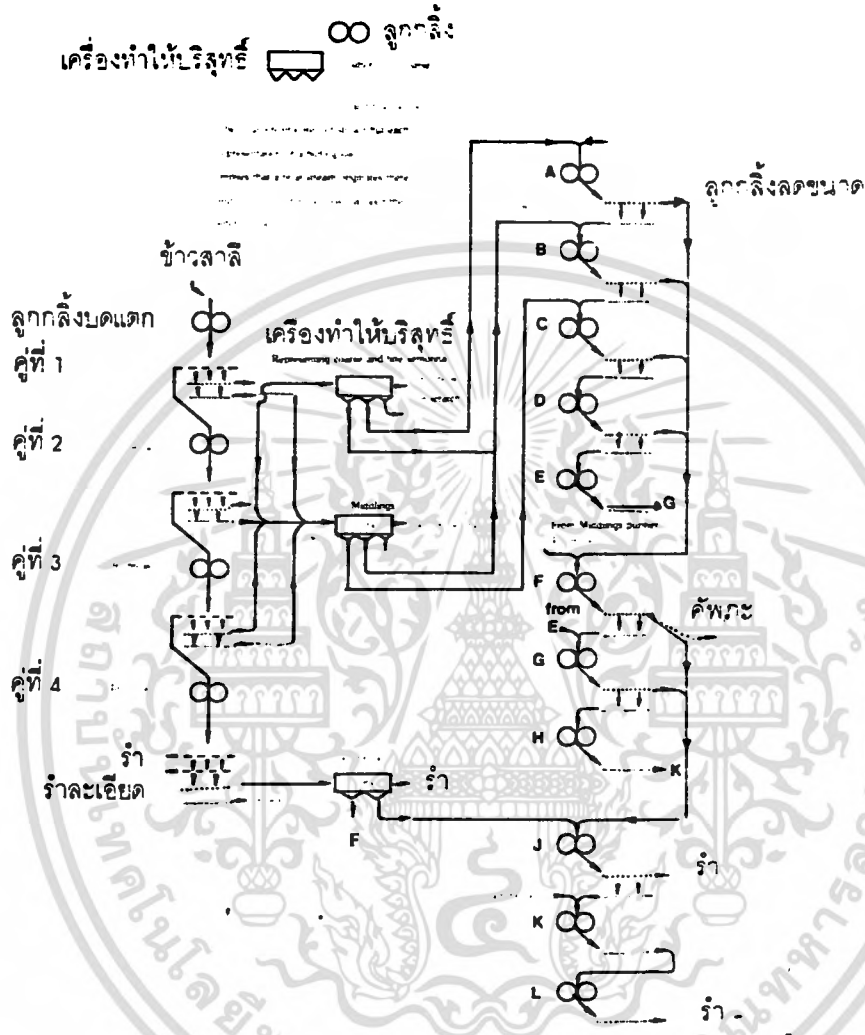
ขั้นตอนการต้มข้าวสาลีเริ่มจากการผ่านข้าวสาลีลงสู่เครื่องโม่แบบลูกกลิ้ง ให้เมล็ดตกชุดแรก ส่วนผสมที่ได้จากลูกกลิ้งชุดแรกนี้จะผ่านไปสู่อ่างร่อนเพื่อแยกขนาดและส่วนต่างๆออกจากกัน บางส่วนจะผ่านไปตามท่อสู่เครื่องโม่ลูกกลิ้งชุดที่สอง บางส่วนจะผ่านไปสู่อ่างร่อนเพื่อแยกสิ่งเจือปนออก แล้วจึงผ่านไปชุดเครื่องโม่แบบลูกกลิ้งในระบบการลดขนาดให้เป็นแป้ง จะเห็นได้ว่าแต่ละชุดของเครื่องโม่จะประกอบด้วยชุดลูกกลิ้งชุดแรก ตามด้วยเครื่องร่อน และเข้าสู่เครื่องทำหีบริสท์ที่ก่อนจะผ่านไปยังชุดลูกกลิ้งสำหรับลดขนาดและตามด้วยเครื่องร่อนเสมอจนได้เป็นแป้งขนาดที่ต้องการซึ่งสามารถแยกจากจมูกข้าวสาลีและรำในที่สุด ดังรูปที่ 1

จะเห็นได้ว่าในการต้มข้าวสาลีนี้ ผลผลิตที่ต้องการคือ แป้ง ส่วนจมูกข้าวสาลีและรำเป็นผลพลอยได้ซึ่งเป็นส่วนที่ชาวโม่พยายามสกัดออกจากแป้งให้ได้มากที่สุด และกรรมวิธีการโม่ของแต่ละประเทศจะสกัดแป้งได้ปริมาณแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความนิยมและคุณภาพของแป้งที่ต้องการ

3. องค์ประกอบของรำ

รำเป็นส่วนรวมของเปลือก ซึ่งต้องทำการแยกออกในกระบวนการบดข้าวสาลีให้เป็นแป้ง ปัจจุบันใช้เป็นอาหารสัตว์ ได้มีผู้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของรำพบว่าประกอบด้วยโปรตีนระหว่าง 12-14 % เถ้า 5-9 % ไขมัน 5 % และวิตามินบีต่าง ๆ รวมทั้งไบโอติน กรดโฟลิก อินโนซิทอล (inositol) และโทโคเฟอรอล (tocopherols) และคาร์โบไฮเดรต รายละเอียดขององค์ประกอบดังแสดงในตารางที่ 3

นอกจากองค์ประกอบดังแสดงในตารางที่ 3 ยังพบรงควัตถุและเอนไซม์ในรำ เช่น แคโรทีนอยด์ (carotenoid) ฟลาโวน (flavones) และสารที่สลายตัวมาจากคลอโรฟิลล์และเอนไซม์ไลเปส (Pomeranz, 1971)



ภาพที่ 1 ลำดับขั้นตอนในกระบวนการโม้ข้าวสาลี

ที่มา: อรอนงค์, 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของรำข้าวสาลี

องค์ประกอบ	ปริมาณ (%)
โปรตีน (N * 5.7)	11.9-14.5
ไขมันสกัดโดยใช้ฮีเทอร์	3.1-4.82
โมโนกลีเซอไรด์	0.068
ไดกลีเซอไรด์	0.131
ฟอสฟาทีดโคลีน	0.298
กรดไขมันอิ่มตัว	16 %ของกรดไขมันทั้งหมด
กรดไขมันไม่อิ่มตัว	84 %ของกรดไขมันทั้งหมด
เถ้า	5.3-9.5
เส้นใย	8.0-10.7
เพนโทแซน	21.6-26.5
เซลลูโลส	21.4
สตาร์ช	7.51-9.0
น้ำตาลทั้งหมด	4.6-5.57
ซูโครส	5.0-5.58
น้ำตาลรีดิิวซ์	0.2-4.42
ไบโอดีน	0.44 ppm
โคลีน	0.154
กรดฟอสฟอริก	0.88 ppm
อินนินทอล	1.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 (ต่อ) องค์ประกอบของรำข้าวสาลี

องค์ประกอบ	ปริมาณ (%)
ไนอะซีน	266 ppb
กรดแพนโทตินิก	39.1 ppb
ไรโบฟลาวิน	3.34 ppb
ไทอะมีน	6.29 ppb
โทโคเฟอรอล	65 ppb

ที่มา: Pomeranz, 1971

4. องค์ประกอบของจมูกข้าวสาลี

จมูกข้าวสาลีเป็นส่วนที่จะเจริญเป็นต้นอ่อน(seeding)ต่อไป ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ คือ แกนกลางของจมูกข้าวสาลี ซึ่งรวมส่วนยอดและรากเป็นแกนเดียวกัน โดสตอนบนที่เป็นยอดจะเจริญต่อไปกลายเป็นต้นและใบอ่อน เมื่อเมล็ดอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมต่อการงอก ด้านล่างจะมีส่วนรากแก้ว และรากแขนงอยู่ โดยมีทวารากปิดอยู่ที่ปลายสุด ส่วนประกอบของจมูกข้าวสาลีอีกส่วนคือใบเลี้ยงอ่อน ซึ่งจะอยู่บริเวณใต้ยอดของแกนกลางของจมูกข้าวสาลีโดยจะเชื่อมส่วนนี้กับเนื้อเมล็ด ส่วนของใบเลี้ยงอ่อนนี้เป็นแหล่งสะสมอาหาร อุดมด้วยโปรตีน ไขมันและวิตามินต่าง ๆ โดยเฉพาะวิตามินบีหนึ่งช่วยในการย่อยและการดูดซึมสารอาหารที่ส่งผ่านมาจากเนื้อเมล็ดสู่ลำต้นและรากในขณะงอก ส่วนรอกต่อไปจะมีลักษณะเป็นกาบขนาดเล็กเป็นส่วนแบ่งระหว่างต้นอ่อนกับราก เกิดอยู่บริเวณแกนกลางของจมูกข้าวสาลี ด้านตรงข้ามกับใบเลี้ยงอ่อน

จมูกข้าวสาลีเป็นส่วนที่จะกลายเป็นต้นอ่อน จึงอุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหารทุกชนิด โดยเฉพาะที่จำเป็นในการเจริญเติบโต ได้แก่ โปรตีน น้ำตาล ไขมัน แร่ธาตุ วิตามิน และเป็นแหล่ง

ของเอนไซม์หลายชนิด ดังตารางที่ 4 โดยมีภาวะที่องค์ประกอบในจมูกข้าวสาลีทั้งหมด และแยกส่วนเป็นแกนกลางของจมูกข้าวสาลีและใบเลี้ยงอ่อน ปรากฏพบว่าโปรตีนในแกนกลางของจมูกข้าวสาลีมากกว่าในใบเลี้ยงอ่อน จมูกข้าวสาลีมีโปรตีนประมาณ 27% น้ำตาลที่มีในจมูกข้าวสาลี แกนกลางของจมูกข้าวสาลี และใบเลี้ยงอ่อน มีปริมาณใกล้เคียงกันคือประมาณ 16-19% โดยเป็นน้ำตาลซูโครสส่วนใหญ่ รองลงมาคือ ราฟไฟโนส แกนกลางของจมูกข้าวสาลี มีไขมัน (15.3%) ใกล้เคียงกับใบเลี้ยงอ่อน (12%) โดยที่เป็นไขมันพวกไตรกลีเซอไรด์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ฟอสฟาติดิลโคลีน

พบเอนไซม์ในจมูกข้าวสาลีประมาณ 4% โดยอยู่ในส่วนใบเลี้ยงอ่อนมากกว่าแกนกลางของจมูกข้าวสาลี ซึ่งในเอนไซม์จะประกอบฟอสฟอรัสเป็นส่วนใหญ่ วิตามินที่พบในจมูกข้าวสาลีเป็นกลุ่มวิตามินบี ได้แก่ ไทอามีน ไนอะซินไรโบฟลาวิน เป็นต้น นอกจากนี้จมูกข้าวสาลียังเป็นแหล่งของเอนไซม์ เช่น กรดดีไฮโดรแอสคอร์บิก วิตักเตสลิพอกซิเดส ไดเพทิเคส ไนเตสและมิอะมิเลส อยู่บ้างในส่วนของใบเลี้ยงอ่อน (Pomeranz, 1971)

การใช้ประโยชน์ของจมูกข้าวสาลี (Wheat Germ) และรำข้าวสาลี (Wheat Bran)

จมูกข้าวสาลีและรำข้าวสาลีซึ่งเป็นส่วนที่ได้จากขบวนการโม่แป้งสาลีหรือได้จากการแยกสกัดจากเมล็ดนั้น ส่วนใหญ่จำหน่ายเป็นอาหารสัตว์ โดยผู้ผลิตอาหารสัตว์จะนำไปผสมกับวัตถุดิบอย่างอื่น เพื่อให้เหมาะสมที่จะเป็นอาหารสัตว์แต่ละชนิด เช่น อาหารไก่ สุกร เป็นต้น แต่ในปัจจุบันได้เริ่มให้ความสนใจต่อการใช้เสริมคุณค่าอาหารที่บริโภคเป็นอาหารหลัก และการเพิ่มเส้นใยในอาหารต่าง ๆ จึงเห็นว่าผลพลอยได้จากการโม่แป้งนี้ถ้ากลับไปเสริมในอาหารมนุษย์ ก็จะทำให้คุณค่าเพิ่มมากกว่าการบริโภคแต่เฉพาะส่วนแป้งขาวเท่านั้น (อรอนงค์, 2532) กล่าวคือ รำจะช่วยเพิ่มเส้นใยในอาหารได้ดี เช่น ขนมปังและคุกกี้ที่ผสมรำข้าวสาลีในปริมาณน้อยกว่า 50% (Schneeweiss and Kuntze, 1982) น้ำผักบด (Vegetable puree) ข้าวต้ม (Porridge) แพนเค้ก (Pancake) พุดดิ้ง (Pudding) เหล่านี้มีการเติมรำข้าวสาลีในปริมาณ 5-20% (Tykke, 1982) ส่วนจมูกข้าวสาลีจะให้คุณค่าอาหารทั้งโปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ และวิตามินเพิ่มขึ้น ได้แก่ ขนมปังเสริมจมูกข้าวสาลีในปริมาณ 5-10 %

ตารางที่ 4 องค์ประกอบของจุกข้าวสาลี

องค์ประกอบ ของจุกข้าวสาลี	หน่วย	จุกข้าวสาลี ทั้งหมด	แกนกลาง	ใบเลี้ยงอ่อน	
โปรตีน	%	24.3-26.8	35.3	28.2	
น้ำตาลทั้งหมด	%	germ ที่สกัดไขมัน	17.3	18.8	15.8
ซูโครส	%	germ ที่สกัดไขมัน	10.1	10.3	9.8
ราฟไฟโนส	%	germ ที่สกัดไขมัน	7.2	8.5	6.0
ไขมัน(สกัดโดยไดเอทิลอีเทอร์)	%			15.3	12.6
ไตรกลีเซอไรด์	%		7.06	-	-
ไขมันที่ไม่มีโพลาไรซ์	%		1.77	-	-
โมโนกานด์คโทซิลกลีเซอไรด์	%		0.559	-	-
ไดกานด์คโทซิลกลีเซอไรด์	%		0.725	-	-
ฟอสฟาติดิลโคลีน	%		1.702	-	-
เถ้า	%	3.65-4.2	3.51-5.36	5.87-8.2	
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P)	% ของ P	-	1.23	2.01	
ไฟเตตฟอสฟอรัส	%	-	0.42	1.39	
แมงกานีส (Mn)	ส่วนในล้านส่วน	-	134	178	
ไทอะมิน	ส่วนในล้านส่วน	-	4.4-25.7	130-238	
ไนอะซิน	ส่วนในล้านส่วน	-	30.5-55.0	40.2	
ไพริดอกซีน	ส่วนในล้านส่วน	-	22.3	24.6	
กรดเพนโทติก	ส่วนในล้านส่วน	-	18.1	14.9	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 (ต่อ) องค์ประกอบของจุกข้าวสาลี

องค์ประกอบ ของจุกข้าวสาลี	หน่วย	จุกข้าวสาลี ทั้งหมด	แกนกลาง	ใบเลี้ยงอ่อน
โทรโบฟลาวิน	ส่วนในล้านส่วน	-	14.6	13.4
ไฟเตส	P/ชม./มก.	-	7.81	27.4
ฟอสฟอโมโนเอสเทอร์ส	ยูนิต	-	36.1	38.0
กรดไฮโดรออกซอร์บิก รัติกเตส	AA/นาท/มก.	-	70.7	68.5
ลีเฟส	ไมโครลิตร/มก.	-	1.1	6.3
ลิพออกซิเดส	ยูนิต	-	64.0	62.0
อะมิเลส	มก.มอลโทส/ชม./ลบ.มม.	-	ไม่มี	8.8
โปรตีนเนส	ไมโครลิตร/มก.	-	11.2	17.2
ไลเปทิกเตส	ไมโครลิตร/มก.	-	13.0	13.8

ที่มา: Pomeranz, 1971

หมายเหตุ AA = Amino acid

(Godunova, et. al., 1984) บีสกิตเสริมจมูกข้าวสาลี 20-30% (Markianova, et. al., 1984) อาหารขบเคี้ยวเสริมจมูกข้าวสาลีในปริมาณ 30-70% (Appelt, 1986) จมูกข้าวสาลียังสามารถให้ประโยชน์ทางด้านอื่นนอกจากการเสริมคุณค่าอาหารเช่น การสกัดไขมันจากจมูกข้าวสาลี การใช้จมูกข้าวสาลีในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางค์ (Prochazka and Pribodova, 1978)

การทำคูกี้เสริมจมูกข้าวสาลีและคูกี้เสริมรำข้าวสาลี

ปัจจุบันหลายประเทศให้ความสนใจในการเพิ่มคุณค่าอาหารและการเพิ่มเส้นใยในอาหารที่บริโภคเป็นอาหารหลัก คูกี้ก็เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีการเพิ่มคุณค่าทางอาหาร โดยทำเป็นคูกี้เสริมจมูกข้าวสาลีหรือคูกี้เสริมรำ (อรอนงค์, 2532) จากคุณค่าอาหารของรำและจมูกข้าวสาลีที่กล่าวในข้างต้นนั้นหากนำกลับไปเสริมในผลิตภัณฑ์ ก็จะทำให้คุณค่าเพิ่มมากกว่าการบริโภคแต่เฉพาะส่วนแป้งขาวเท่านั้น กล่าวคือรำจะช่วยเพิ่มเส้นใย ส่วนจมูกข้าวสาลีจะให้คุณค่าอาหารทั้งโปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ และวิตามินเพิ่มขึ้น

สำหรับกระบวนการผลิตคูกี้เสริมจมูกข้าวสาลีหรือคูกี้เสริมรำ มีขั้นตอนเช่นเดียวกับคูกี้โดยทั่วไป. (จิตชนาและอรอนงค์, 2527) ตารางที่ 2

อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์คูกี้

คูกี้จัดเป็นอาหารว่าง (Snack) ชนิดหนึ่ง ซึ่งหมายถึงอาหารที่รับประทานระหว่างมื้อ ในยามว่าง พักผ่อนหรือในงานเลี้ยงต่างๆ คูกี้ส่วนใหญ่มีคุณสมบัติดังนี้คือ

1. มีปริมาณความชื้นต่ำ จึงลดความชื้นจากสภาวะแวดล้อมรอบๆ ได้รวดเร็ว (moisture-sensitive food)
2. มีปริมาณไขมันสูง ถึงแม้ไขมันมีส่วนช่วยเพิ่มรสชาติในการรับประทาน แต่ก็ก่อปัญหาในด้านการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ เกิดการเหม็นหืนได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่อนแป้งและผงฟูรวมกัน 2 ครั้ง พักไว้

ตีเนยกับน้ำตาลจนเป็นครีมฟู

เติมไข่ทีละฟอง

ตีจนขึ้นฟู

เติมกลิ่นและนม

คั่ว ๗ เติมแป้งและผสมเบา ๗

หยดหรือกดเป็นรูปร่าง

อบ

ทิ้งไว้ให้เย็น

บรรจุ

ภาพที่ 2 กระบวนการผลิตคุกกี้ทั่วไป

ที่มา : จิตชนาและอรอนงค์, 2527

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มีความกรอบและเปราะบาง แตกหักได้ง่ายเมื่อถูกกดทับ
4. มีรสชาติเฉพาะ (มสุรี, 2531)

อายุการเก็บ (Shelf life) ของผลิตภัณฑ์คูกี้ หมายถึงช่วงเวลาตั้งแต่ผลิตภัณฑ์นั้น ถูกผลิตและบรรจุหีบห่อไปจนถึงช่วงที่ผลิตภัณฑ์นั้นเริ่มมีคุณสมบัติไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ซื้อ อายุการเก็บจะมีความสัมพันธ์กับธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ ภาชนะบรรจุ และสภาพแวดล้อมในระหว่างการลำเลียงขนส่ง และการเก็บรักษา

1. การเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์คูกี้

การเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์คูกี้เนื่องจาก

1.1 ความชื้น (moisture) คูกี้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทไวต่อความชื้น การเสื่อมคุณภาพจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เกิดมาจากปริมาณความชื้นเป็นสำคัญ ปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์คูกี้จึงเป็นสิ่งกำหนดการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งสัมพันธ์กับอายุการเก็บนั่นเอง ผลของความชื้นที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์คูกี้ คือ

1.1.1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทำให้เกิดการสูญเสียความกรอบ เนื่องจากถูกความชื้นมากเกินไป

1.2.2 การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ ทำให้เกิดการเจริญของเชื้อราและแบคทีเรียเนื่องจากมีปริมาณความชื้นที่จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้

ปริมาณความชื้นของคูกี้ ณ จุดที่เกิดการเสื่อมคุณภาพจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคนั้นเรียกว่า "ปริมาณความชื้นวิกฤต (Critical moisture content)" เมื่อใดก็ตามที่มีการวัดการเสื่อมสภาพจะต้องตั้งเกณฑ์ตัดสินหรือเกณฑ์ในการยอมรับด้วยเสมอ เนื่องจากเกณฑ์ตัดสินดังกล่าวจะสัมพันธ์โดยตรงกับการหาอายุการเก็บของอาหารนั้น (อัญชลี, 2531)

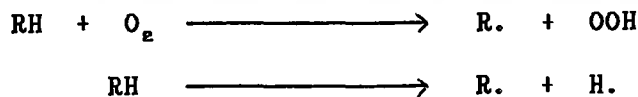
1.2 การเหม็นหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Atmospheric หรือ Oxidative rancidity)

การเหม็นหืน (rancidity) ของผลิตภัณฑ์คั่วก็ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มักเกิดขึ้น ในไขมันหรือน้ำมันเมื่อเก็บไว้นาน และก่อให้เกิดการเสื่อมเสีย ทำให้คุณภาพผลิตภัณฑ์คั่วนี้ลดลง การเหม็นหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน เกิดจากการกระทำของออกซิเจนในบรรยากาศต่อน้ำมัน ในคั่วก็ ปฏิกิริยาเกิดขึ้นเมื่อน้ำมันทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ ซึ่งอาจเรียกว่า Autoxidation น้ำมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) จะถูกออกซิไดซ์ได้รวดเร็ว ขึ้น ถ้าอุณหภูมิ ร้อน แสงสว่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งแสงอุลตราไวโอเล็ตหรือแสงที่มีช่วงคลื่นใกล้เคียง หรือมีโลหะบางอย่างจำนวนเล็กน้อยเป็นตัวเร่ง เช่น ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี เป็นต้น ซึ่งจำนวนพันธะคู่ (double bond) ในโมเลกุลมาก โอกาสที่จะเกิดออกซิเดชันก็ยิ่งมากขึ้นด้วย อัตราของการเกิดออกซิเดชันจะเป็นสองเท่า เมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิขึ้น 15°C เมื่ออุณหภูมิอยู่ในช่วง 20-60°C ซึ่งพบว่าที่อุณหภูมิ 20°C จะสามารถเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ได้นานเป็น 4 เท่าของเมื่อเก็บไว้ที่ 50°C (Eckey, 1954)

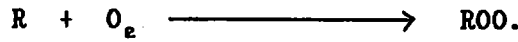
2. กลไกของการเกิดออกซิเดชัน

ปฏิกิริยาระหว่างออกซิเจนกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในไขมันสร้างปัญหาความเสื่อม- เสื่อมในไขมันและอาหารที่มีไขมันประกอบอยู่ กลไกของปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดเป็นแบบ Free-radical chain reaction mechaical ที่ประกอบด้วยขั้นตอนสามขั้นตอนดังนี้ (Ihekoronye and Ngoddy, 1985)

(1) Initiation เป็นปฏิกิริยาการสร้าง Free-radical ที่เกิดจากไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัวดังนี้



(2) Propagation เป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ Free-radical chain reaction โดยที่ออกซิเจนทำปฏิกิริยา Free-radical ที่เกิดจาก Initiation ได้เป็น Peroxy radical , Hydroperoxide และ Hydrocarbon radical ดังนี้



(3) Termination เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากสอง radical ทำปฏิกิริยากันดังนี้

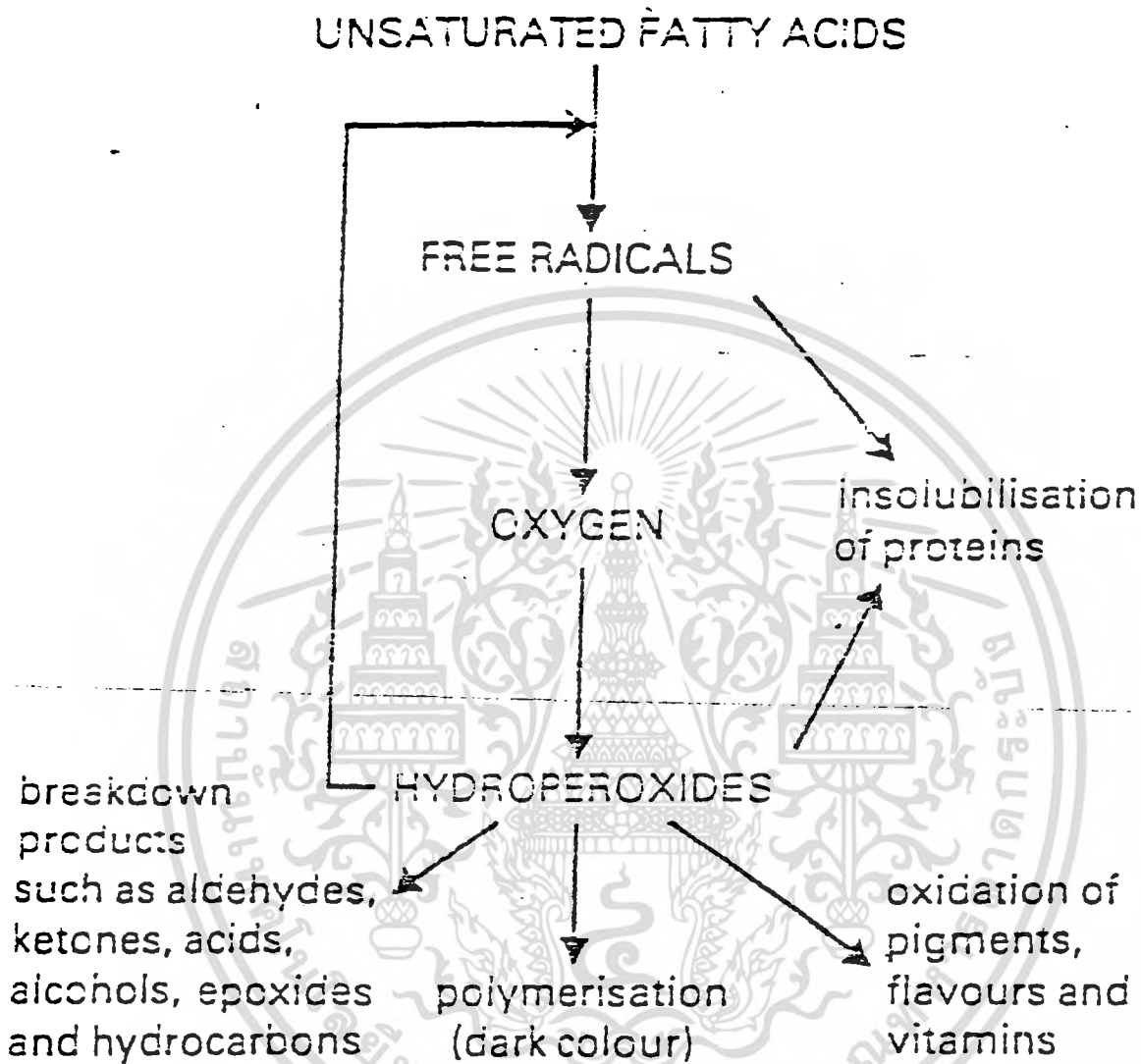


จากกลไกของปฏิกิริยาออกซิเดชันนั้นจะเห็นว่าผลของปฏิกิริยาจะได้ สารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ซึ่งเป็นสารที่ไม่มีกลิ่นแต่สารประกอบนี้ไม่คงตัว จะสลายตัวให้สารประกอบชนิดอื่น ได้แก่ อัลดีไฮด์ คีโตน โพลีเมอร์และไลโปเปอร์ออกไซด์ที่ให้กลิ่นหืน (Kirschenbauer, 1960) ซึ่งสารเหล่านี้เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของน้ำมันและอาหารที่มีน้ำมันประกอบอยู่ (Hoffmann, 1969)

กลไกทั้งหมดของปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (Lipid oxidation) แสดงดังภาพที่ 3

3. ภาชนะบรรจุสำหรับผลิตภัณฑ์คอก

ในการเลือกภาชนะบรรจุสำหรับผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่ง ๆ จะต้องรู้คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ เสียก่อน เพื่อเป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบและกำหนดวัสดุที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเช่น อาหารที่มีไขมันสูง ต้องคำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของสารประกอบไขมันว่าจะทำให้เกิดการหืนเร็ว



ภาพที่ 3 กลไกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน

ที่มา : Ihekoronye and Ngoddy ,1985

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพียงใดมีวิธีใดบ้างที่จะป้องกันมิให้อาหารชนิดนี้หืนเร็ว ซึ่งหมายถึงว่าจะต้องทราบวิธีการเก็บที่ถูกต้องเสียก่อนเป็นต้น (สุภสร, ดร., 2526)

คุกกี้จัดเป็นอาหารว่าง ซึ่งมีคุณสมบัติที่สำคัญที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียดังที่กล่าวไปแล้ว บรรจุภัณฑ์ที่ใช้กับคุกกี้มีรูปแบบโดยทั่วไป 3 ประเภท คือ

(1) Rigid form เป็นภาชนะบรรจุที่ทำด้วยวัสดุของแข็ง เช่น กระจงและขวดแก้วมีความแข็งแรง รักษารูปทรง และป้องกันผลิตภัณฑ์จากสภาพแวดล้อมภายนอกได้ดีเลิศ แต่เนื่องจากมีราคาและน้ำหนักค่อนข้างสูง จึงไม่เป็นที่นิยมนัก

(2) Semirigid form ได้แก่ ขวดพลาสติก กล่องกระดาษพับได้ คุณสมบัติเฉพาะตัวของภาชนะบรรจุทั้งนี้ ทั้งด้านราคา น้ำหนัก และการให้ความคุ้มครองป้องกันแก่ผลิตภัณฑ์จะมีค่ากลางๆ อยู่ระหว่างคุณสมบัติของ rigid form และ flexible form

(3) Flexible form ครอบคลุมถุง (Bag, Pouch) หรือแผ่นห่อของ (Wrapper) ซึ่งทำจากวัสดุหลายชนิด ได้แก่ กระดาษ พลาสติก อะลูมิเนียมฟอยล์และสารเคลือบ (สินีนาก, 2528) บรรจุภัณฑ์ที่ใช้กันแพร่หลายที่สุดในทุกวันนี้ จัดอยู่ในกลุ่มของ Flexible Packaging ซึ่งทำจากพลาสติก เนื่องจากภาชนะบรรจุประเภทนี้ได้เปรียบในด้านต้นทุน น้ำหนักภาชนะบรรจุมีน้อย มีรูปแบบและโครงสร้างมากมายให้เลือกเพื่อตรงกับการใช้งาน เพราะฉะนั้นจะขอกล่าวถึงคุณสมบัติของฟิล์มพลาสติกที่สามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น

(1) ต้องสามารถป้องกันความชื้นได้

เนื่องจากผลิตภัณฑ์คุกกี้จะสามารถดูดความชื้นจากสภาวะแวดล้อมได้ง่ายมีผลทำให้ลดความกรอบ ในขณะที่เดียวกับปริมาณความชื้นของอาหารที่เพิ่มขึ้นจะช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงทางเคมีต่างๆ ให้เร็วขึ้นด้วย เช่น การเกิด fat oxidation นอกจากนั้นยังทำให้เกิดการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ ดังนั้นฟิล์มพลาสติกที่ใช้ทำถุงจึงต้องมีคุณสมบัติป้องกันความชื้นได้ดีกล่าวคือ มีค่าอัตราการซึมผ่านไอน้ำต่ำ ตัวอย่างเช่น Polyethylene (PE), Polypropylene (PP), Saran เป็นต้น

(2) ต้องสามารถป้องกันการซึมผ่านของไขมันได้

ผลิตภัณฑ์คุกกี้จะมีปริมาณไขมันสูง หากใช้ฟิล์มพลาสติกที่ไม่สามารถป้องกันการซึม



ผ่านของไขมันได้แล้ว จะทำให้มีไขมันหรือน้ำมันเกาะติดอยู่ที่ผิวของถุง พลาสติกที่สามารถกันไขมัน
ได้ดี เช่น PP

(3) ต้องสามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้

ก๊าซออกซิเจนที่อยู่ในอากาศสามารถทำปฏิกิริยากับไขมันในอาหาร
(fat oxidation) เกิดการเหม็นหืน ปฏิกิริยานี้จะเร็วขึ้นถ้าอยู่ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง มีความชื้นสูง
ถูกแสงแดดและมีเกลือ ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ฟิล์มพลาสติกที่มีค่าอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนต่ำ
ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ควรเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง และถูกแสงแดด

ฟิล์มพลาสติกที่มีค่าอัตราการซึมผ่านของก๊าซต่ำ ยังช่วยให้อาหารรักษากลิ่นไว้ได้
และยังช่วยป้องกันมิให้กลิ่นแปลกปลอมจากภายนอกถุงเข้ามาในอาหารได้อีกด้วย ตัวอย่างของพลาสติกที่
มีค่าการซึมผ่านของก๊าซต่ำ เช่น saran nylon เป็นต้น

ตัวอย่างของถุงพลาสติกที่บรรจุคูกี้

ชนิดของฟิล์มพลาสติกที่ใช้ทำถุงบรรจุคูกี้ ซึ่งพอกตัวอย่างให้ดูเป็นสิ่งเขมปมีดังนี้

1. อายุการเก็บสั้น (ประมาณ 2 สัปดาห์)
LDPE, CPP
2. อายุการเก็บปานกลาง (ประมาณ 2 เดือน)
OPP/PE, OPP coated with saran
OPP/cellophane coated with saran
PET coated with saran/PE
3. อายุการเก็บนาน (ประมาณ 5 เดือนหรือมากกว่า)
Paper/Al/PE, OPP/metallized OPP
OPP/Al/PE, PP/metallized PET
nylon/ionomer

การคาดคะเนอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

การตัดสินใจในการเลือกชนิดของฟิล์มพลาสติกเพื่อทำถุงสำหรับบรรจุคูกี้ โดยคำนึงถึงคุณสมบัติหลัก 3 ประการคือ ค่าอัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (Water Vapour Transmission Rate, WVTR) อัตราการซึมผ่านของก๊าซ (Gas Transmisson Rate, GTR) และการต้านไขมันนั้น ต้องพิจารณาควบคู่ไปกับอายุการเก็บ หรือระยะเวลาในการวางจำหน่ายของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บสั้น เช่น 2 สัปดาห์ ไม่จำเป็นต้องใช้พลาสติกที่มีคุณสมบัติในด้านการป้องกันที่ดีเหมือนกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอายุการเก็บยาวนาน เพราะจะทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น ยิ่งอายุการเก็บนานขึ้น คุณสมบัติในด้านนี้ของฟิล์มพลาสติกจะต้องดีขึ้นตามลำดับ (มธุรี , 2531)

การคาดคะเนอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ เป็นสิ่งที่ผู้ผลิตอาหารสำเร็จรูปควรได้มีการศึกษาเพื่อป้องกันปัญหาผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การศึกษาเรื่องนี้สามารถทำได้หลายวิธีคือ

1. เก็บในสภาวะการเก็บจริง (storage test) ซึ่งบางครั้งจะต้องใช้เวลานาน และอาจไม่ทันต่อการจำหน่ายสู่ตลาด
2. ใช้เทคนิคสภาวะเร่ง (accelerated technique) เก็บผลิตภัณฑ์ในสภาวะที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงกว่าการเก็บจริง เพื่อเร่งระยะเวลาให้เร็วขึ้น

การวิเคราะห์คุณภาพโดยใช้ประสาทสัมผัส

การวิเคราะห์หรือทดสอบคุณภาพโดยใช้ประสาทสัมผัส (Sensory evaluation) เป็นคำเริ่มนำเข้ามาใช้ในวงการวิทยาศาสตร์การอาหารแทนคำเดิม คือ Organoleptic Analysis การวิเคราะห์ประเภทนี้มีการพัฒนาโดยอาศัยวิทยาการด้านต่างๆ และเทคโนโลยีที่ล้ำหน้าเข้ามาประกอบมากมาย แต่อย่างไรก็ตามสิ่งหนึ่งที่ไม่เคยไม่เปลี่ยนแปลงคือ เครื่องมือที่ใช้ซึ่งเป็นชนิดเดียวกันมาตลอดคือ มนุษย์ ซึ่งเป็นเครื่องมือชนิดเดียวที่ทำการวิเคราะห์ประเภทนี้ได้เป็นอย่างดีที่สุด ซึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลการวิเคราะห์ ได้แก่ สภาพร่างกายและจิตใจ ประสบการณ์และสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์หรือทดสอบทางประสาทสัมผัสนี้มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารอย่างมาก การใช้ประโยชน์

ของการวิเคราะห์หรือทดสอบทางประสาทสัมผัสในอุตสาหกรรมมีสามประเภท ดังนี้

1. การทดสอบหาการยอมรับของผลิตภัณฑ์ (Acceptability testing)

ผลของการทดสอบประเภทนี้ได้จากความเห็นส่วนตัวในแง่ความชอบไม่ชอบของผู้ทดสอบเป็นหลัก (Affective test) จุดมุ่งหมายเพื่อทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ผู้ทดสอบก็คือผู้บริโภคทั่วไป แต่หลักสำคัญคือ ต้องเลือกผู้ทดสอบที่สามารถเป็นตัวแทนของกลุ่มผู้บริโภคที่แท้จริงได้ การวัดค่าการยอมรับนี้มีหลายชนิด เช่น 9-Point Hedonic Scale, Face Scale

2. การทดสอบเพื่อหาความแตกต่างระหว่างผลิตภัณฑ์ (Discrimination testing)

การทดสอบนี้เป็นการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ตามลักษณะที่เห็นเป็นจริง (Objective test) ไม่มีความรู้สึกส่วนตัวเข้ามาเกี่ยวข้อง การทดสอบนี้จะเป็นประโยชน์ในหลายกรณี เช่น เพื่อคู่ความสมบูรณ์ของผลิตภัณฑ์ที่มีการขายติดตลาดแล้ว เพื่อทดสอบหาความแตกต่างในกรณีที่จะต้องเปลี่ยนวัตถุดิบหรือแหล่งวัตถุดิบ การทดสอบนี้มีหลายวิธีเช่น Triangle test, Duo-trio test, Different from control test, Multiple paired comparison test

3. การทดสอบเพื่อหาลักษณะโดยละเอียดของผลิตภัณฑ์ (Descriptive analysis)

การวิเคราะห์นี้จัดเป็น Objective test เช่นกัน เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาลักษณะอย่างละเอียดของผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนในการวิเคราะห์นี้ค่อนข้างยุ่งยากและต้องการความอดทนของผู้ดำเนินการและความร่วมมือจากผู้วิเคราะห์อย่างมาก ผู้ดำเนินการจะต้องจัดให้มีการนัดพบระหว่างผู้วิเคราะห์อย่างสม่ำเสมอเพื่อรับฟังความคิดเห็นในแง่ลักษณะของผลิตภัณฑ์ สรุปลักษณะที่บ่งบอกถึงผลิตภัณฑ์ วิธีการให้คะแนนและฝึกฝนให้เกิดความชำนาญและเข้าใจถึงลักษณะคุณภาพชนิดเดียวกัน วิธี Descriptive analysis ที่นิยมใช้กันมีหลายวิธีคือ Flavour profile, Texture profile, Quantitative descriptive analysis, Time-intensity descriptive analysis (วิสิฐ คร., 2533)

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

1. แป้งสาลีตราว่าว
2. จมูกข้าวสาลี
3. รำข้าวสาลี
4. น้ำตาลทราย
5. เนยสด
6. เนยเทียม
7. เนยขาว
8. นมข้นจืด
9. กลิ่นวานิลลา
10. ผงฟู

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง (TURI capacity 1 kg.)
2. เครื่องผสม (Kitchen aid)
3. เตารอบไฟฟ้า
4. พิมพ์คัพเค้ก
5. ตะแกรงลวด ใช้สำหรับพิมพ์คัพเค้กที่อบแล้ว
6. ตะแกรงร่อนแป้ง
7. พายยาง
8. ถาด
9. อ่างผสม
10. ช้อนตวง
11. แปรงทาเนย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ค็อกกิ้งผสมจุกข้าวสาลีและรำข้าวสาลี

1.1 การศึกษาปริมาณการใช้จุกข้าวสาลีและรำข้าวสาลีในค็อกกิ้ง สามารถสรุปได้ด้วยตารางที่ 5 และ 6 ตามลำดับดังนี้

ตารางที่ 5 ปริมาณส่วนผสมของค็อกกิ้งผสมด้วยจุกข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแป้งสาลี

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสมต่าง ๆ ในค็อกกิ้งผสมจุกข้าวสาลีปริมาณ....(กรัม)				
	10%(T ₁)	20%(T ₂)	30%(T ₃)	40%(T ₄)	50%(T ₅)
แป้งสาลี	225.00	200.00	175.00	150.00	125.00
จุกข้าวสาลี	25.00	50.00	75.00	100.00	125.00
ผงฟู	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
เนยสด	117.65	115.30	112.95	110.60	108.25
มาการีน	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
น้ำตาลทราย	115.75	111.50	107.25	103.00	98.75
ไข่ไก่	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
นมข้นจืด	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
น้ำหนักรวม (g)	632.40	625.80	619.20	612.60	606.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ปริมาณส่วนผสมของคูกี้ผสมด้วยรำข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50เปอร์เซ็นต์
ของน้ำหนักแป้งสาลี

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสมต่าง ๆ ในคูกี้ผสมรำข้าวสาลีปริมาณ....(กรัม)				
	10%(T ₁)	20%(T ₂)	30%(T ₃)	40%(T ₄)	50%(T ₅)
แป้งสาลี	225.00	200.00	175.00	150.00	125.00
รำข้าวสาลี	25.00	50.00	75.00	100.00	125.00
เนยสด	118.75	117.50	116.25	115.00	113.75
ผงฟู	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
มาการีน	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
น้ำตาลทราย	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
ไข่ไก่	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
นมข้นจืด	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
น้ำหนักรวม (g)	637.75	636.50	635.25	634.00	632.70

เกณฑ์ในการตัดสินใจยอมรับผลิตภัณฑ์คูกี้ก็เพื่อหาปริมาณรวมรำข้าวสาลีและรำข้าวสาลีที่เหมาะสม โดยนำมาตรวจสอบด้วยการชิมและให้คะแนนคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส คือ เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติและการยอมรับโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ชั้นปีที่ 3 และ 4 ครั้งละประมาณ 30 คน แบบฟอร์มการให้คะแนนเป็นแบบ Hedonic scale-9 โดยมีคะแนนจาก 1 คือไม่ยอมรับมากที่สุด จนถึง 9 คือยอมรับมากที่สุด ดังแสดงในภาคผนวก ค.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนเฉลี่ยที่ได้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกันและวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้ F-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ถ้าข้อมูลแต่ละชุดมีความแตกต่างกัน จึงนำมาวิเคราะห์หาความแตกต่างต่อ โดยใช้ Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เช่นกัน ตัวอย่าง การคำนวณและวิเคราะห์ผลทางสถิติแสดงในภาคผนวก ง.

1.2 การศึกษาการใช้จุกข้าวสารีและรำข้าวสารีในลักษณะต่าง ๆ โดยใช้ ปริมาณที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 1.1 ดังต่อไปนี้

1.2.1 ใช้จุกข้าวสารีและรำข้าวสารีชนิดดิบ (fresh)

1.2.2 ใช้จุกข้าวสารีและรำข้าวสารีชนิดคั่ว (roasted) เตรียมได้ จากการคั่วจุกข้าวสารีและรำข้าวสารี จนมีสีเหลืองเข้ม โดยใช้เวลาคั่วประมาณ 15 นาที

1.2.3 ใช้จุกข้าวสารีและรำข้าวสารีชนิดึ่ง (steamed) เตรียมได้ จากการนึ่งจุกข้าวสารีและรำข้าวสารีนานประมาณ 15 นาที

วิธีการผสม ทำโดยนำจุกข้าวสารีหรือรำข้าวสารีในลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าว ผสมกับแป้งสาลีแล้วคนให้เข้ากัน สูตรที่ใช้จุกข้าวสารีและรำข้าวสารีแบบคั่ว จะมีการเติมน้ำลงใน ส่วนผสม โดยเติรวมกับนมข้นจืด เนื่องจากการคั่วทำให้ความชื้นลดลง ปริมาณน้ำที่เติมเป็นดังนี้ คือ

	ความชื้นก่อนคั่ว (%)	ความชื้นหลังคั่ว (%)	ปริมาณน้ำที่เติม (%)
จุกข้าวสารี	10.18	1.37	8.81
รำข้าวสารี	9.80	0.38	9.42

2. การศึกษาอายุการเก็บของคูกักผสมจุกข้าวสารีและรำข้าวสารี

ทำการเก็บรักษาคูกักผสมจุกข้าวสารีและรำข้าวสารีชนิดดิบ คั่ว และนึ่ง ในปริมาณ 0% และ 10% โดยบรรจุในถุงพลาสติกชนิด Low Density Polyethylene (LDPE) ขนาด

ความจุ 450 cc ปริมาณออกซิเจนในถุง 70 cc ค่าอัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (Water Vapour Transmission Rate, WVTR) เท่ากับ $5.7 \text{ gm/m}^2/\text{วัน}$ และอัตราการซึมผ่านของก๊าซ (Gas Transmission Rate, GTR) เท่ากับ $152 \text{ ml/m}^2/\text{วัน}$ ที่สภาวะ 38 องศาเซลเซียส 90% RH บรรจุถุงละ 100 กรัม ทำการผนึกปากถุงโดยใช้เครื่องปิดผนึกแบบ impulse นำไปเก็บที่อุณหภูมิห้อง 25-30 องศาเซลเซียส และเก็บในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 วัน เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ผลทุก ๆ 10 วัน ดังนี้

2.1 ทดสอบทางประสาทสัมผัส เกณฑ์ในการตัดสินการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บแตกต่างกัน ใช้การทดสอบโดยการชิม โดยให้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรชั้นปีที่ 4 ครั้งละ 10 คน แบบฟอร์มการให้คะแนนเป็นแบบ Hedonic Scale-5 โดยมีคะแนน 1 คือ ไม่ยอมรับมากที่สุด จนถึง 5 คือยอมรับมากที่สุด (ภาคผนวก ค.) คะแนนเฉลี่ยนำมาเปรียบเทียบและวิเคราะห์หาความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับข้อ 1

2.2 ทาค่า peroxide value (A.O.A.C., 1990)

2.3 ทาค่าปริมาณความชื้น (A.O.A.C., 1990)

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์

การวิเคราะห์โดยประมาณ (Proximate Analysis) ของคูกักกิงผสมจุกข้าวสาลี และรำข้าวสาลีเปรียบเทียบกับคูกักกิงที่ไม่ได้ผสม (control) มีดังนี้

3.1 ปริมาณความชื้น (Moisture Content) (A.O.A.C., 1990)

3.2 ปริมาณโปรตีน (Crude Protein) (A.O.A.C., 1990)

3.3 ปริมาณไขมัน (Crude Fat) (A.O.A.C., 1990)

วิธีวิเคราะห์และการคำนวณแสดงในภาคผนวก จ.

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์คูกักผสมจุกข้าวสาลีและรำข้าวสาลี

1.1 ผลการศึกษาปริมาณการใช้จุกข้าวสาลีและรำข้าวสาลี โดยมีส่วนผสมของวัตถุดิบดังแสดงในวิธีการทดลอง ผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัสเพื่อหาส่วนผสมที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด แสดงดังตารางที่ 7 และ 8

ตารางที่ 7 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคูกักผสมจุกข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณจุกข้าวสาลี	คะแนนเฉลี่ย			
	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	กลิ่น	การยอมรับ
10 %	6.73 ^{NS}	6.85 ^{NS}	6.94 ^{NS}	6.79 ^{NS}
20 %	6.00	6.61	6.00	6.39
30 %	6.12	6.52	6.15	6.21
40 %	5.82	6.33	5.39	5.91
50 %	4.85	5.41	5.06	5.18

หมายเหตุ NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คึกกัผสมจุมกข้าวสาลีในระดับตั้งแต่ 10 ถึง 50 % โดยส่วนรวมมีคุณภาพซึ่งระบุ

โดยผู้ชิมได้ดังนี้

รสชาติ	รสหวาน กลมกล่อม
กลิ่น	กลิ่นหอม ได้กลิ่นนมเนย แต่ไม่สามารถบอกได้ว่ามีกลิ่นจุมกข้าว สาลี
สี	สีเหลืองสม่ำเสมอ เมื่อปริมาณจุมกข้าวสาลีเพิ่มขึ้นมีผลต่อความ เข้มข้นของสี
เนื้อสัมผัส	เนื้อคึกกัค่อนข้างกรอบ ร่วน และหยาบ เมื่อปริมาณจุมกข้าวสาลี เพิ่มขึ้น มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความหยาบและร่วน

จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส คึกกัผสมจุมกข้าวสาลีในระดับตั้งแต่ 10 ถึง 50 % ไม่มีความแตกต่างกัน แม้ว่าคึกกัผสมจุมกข้าวสาลีในระดับ 10 % ผู้ชิมชอบมากที่สุด จึงได้เลือก คึกกัผสมจุมกข้าวสาลีในระดับ 10 % สำหรับศึกษาในเรื่องอายุการเก็บ (ข้อ 2.1, 2.2 และ 2.3)

ตารางที่ 8 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคูกักผสมรำข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณรำข้าวสาลี	คะแนนเฉลี่ย			
	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	กลิ่น	การยอมรับ
10 %	6.68 ^{NS}	6.58 ^{NS}	7.00 ^{NS}	7.27 ^A
20 %	6.06	6.27	6.13	6.05 ^B
30 %	5.74	5.66	5.81	5.77 ^B
40 %	5.06	4.81	5.23	4.85 ^C
50 %	4.61	4.50	4.68	4.43 ^C

หมายเหตุ

ตัวเลขที่มีอักษรพร้อมเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

NS หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

คูกักผสมรำข้าวสาลีในระดับตั้งแต่ 10 ถึง 50 % โดยส่วนรวมมีคุณภาพซึ่งระบุโดย

ผู้ชิมได้ตั้ง

- รสชาติ รสหวาน กลมกล่อม
- กลิ่น กลิ่นหอม ได้กลิ่นนมเนย และสามารถระบุได้ว่ามีกลิ่นรำข้าวสาลี เมื่อปริมาณรำมากขึ้น กลิ่นรำจะแรงขึ้น
- สี สีเหลืองน้ำตาลสม่ำเสมอ เมื่อปริมาณรำมากขึ้น มีผลต่อความเข้มของสี
- เนื้อสัมผัส เนื้อคูกักกรอบ ร่วน และหยาบ เมื่อปริมาณรำมากขึ้น ความหยาบมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการทดสอบการยอมรับในผลิตภัณฑ์ พบว่าคูกี้ผสมรำข้าวสาลีในระดับตั้งแต่ 10 ถึง 50 % มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) ผู้ชิมยอมรับในผลิตภัณฑ์ไม่เหมือนกัน โดยยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับ 10 ถึง 30 % เท่านั้น ส่วนที่ระดับ 40 ถึง 50 % ผู้บริโภคไม่ยอมรับ โดยระบุว่าคูกี้มีความแข็ง สีเข้มมาก จึงได้เลือกคูกี้ผสมรำข้าวสาลีในระดับ 30 % สำหรับศึกษาเรื่องอายุการเก็บ (ข้อ 2.1, 2.2 และ 2.3) เนื่องจากเป็นระดับที่มากที่สุดที่ผู้บริโภคยอมรับ และการใช้รำข้าวสาลีในปริมาณมากขึ้น ทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง

1.2 ผลการศึกษาการใช้จุกข้าวสาลีและรำข้าวสาลีในลักษณะต่าง ๆ (ชนิดคิบ ชนิดคั่ว และชนิดนึ่ง) โดยการศึกษาทางด้านประสาทสัมผัสได้ผลแสดงในตารางที่ 9 และ 10

ตารางที่ 9 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคูกี้ผสมจุกข้าวสาลี(10%) ชนิดคิบ คั่ว และนึ่ง

ชนิดของคูกี้ที่ผสม	คะแนนเฉลี่ย			
	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	กลิ่น	การยอมรับ
ชนิดคิบ	7.20 ^{NS}	7.00 ^{NS}	6.80 ^{NS}	7.10 ^{NS}
ชนิดคั่ว	6.90	6.50	6.20	6.70
ชนิดนึ่ง	7.00	6.60	6.25	6.60

หมายเหตุ NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

คูกี้ทั้ง 3 ชนิด เมื่อทำการทดสอบด้านการยอมรับแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และผู้ชิมยอมรับผลิตภัณฑ์ทั้งหมด คูกี้ผสมจุกข้าวสาลีชนิดคิบ มีกลิ่นหอม สีเหลืองสม่ำเสมอ

รสหวาน เนื้อสัมผัสกรอบ ร่วน และหยاب ในขณะที่การใช้จุกข้าวสาลีชนิดหนึ่งมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ มีสีเข้มขึ้นเล็กน้อย และการใช้จุกข้าวสาลีชนิดคั่ว มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความหยاب แต่ผลิตภัณฑ์ มีกลิ่นหอมมากกว่าเมื่อใช้จุกข้าวสาลีชนิดคั่วและหนึ่ง โดยผู้ชิมสามารถระบุว่าได้กลิ่นหอมของจุกข้าวสาลี ชนิดคั่วอย่างชัดเจน

ตารางที่ 10 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคูกักผสมรำข้าวสาลี (30 %) ชนิดคั่ว และหนึ่ง

ชนิดของคูกักผสม	คะแนนเฉลี่ย			
	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	กลิ่น	การยอมรับ
ชนิดคั่ว	6.95 ^{NS}	6.95 ^{NS}	6.90 ^{NS}	6.85 ^{NS}
ชนิดคั่ว	6.50	6.75	6.85	6.50
ชนิดหนึ่ง	6.15	6.28	6.25	6.45

หมายเหตุ NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

คูกักทั้ง 3 ชนิด เมื่อทดสอบทางด้านการยอมรับพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ผู้ชิมยอมรับในผลิตภัณฑ์ทั้งหมดการใช้รำข้าวสาลีทั้ง 3 ชนิด ในระดับ 30 % ผู้ชิมสามารถระบุได้ว่ามี กลิ่นรำข้าวสาลี การใช้รำชนิดคั่ว ผลิตภัณฑ์ที่มีความหวาน สีเหลืองน้ำตาลสม่ำเสมอ เนื้อสัมผัสหยاب แข็งในขณะที่การใช้รำชนิดหนึ่ง มีผลต่อความเข้มข้นของสี และการใช้รำชนิดคั่ว มีผลต่อความเข้มข้น ของสี ความหยابและแข็งขึ้นของเนื้อสัมผัส แต่ผู้ชิมยอมรับกลิ่นของรำชนิดคั่ว แม้ว่าคูกักทั้ง 3 ชนิด มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ โดยบริเวณขอบเกิดรอยแตก แต่ก็ได้รับการยอมรับจากผู้ชิมในระดับที่ใกล้เคียงกัน

2. ผลการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

2.1 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของคูกักผสมจุกข้าวสาลี(10%) และรำข้าวสาลี (30%) ชนิดคั่ว ึ่ง และ control เมื่ออายุการเก็บเป็น 0 ถึง 40 วัน ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 40°C ได้ผลแสดงดังตารางที่ 11,12,13 และ 14

ตารางที่ 11 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในคูกักผสมจุกข้าวสาลี(10%) ชนิดคั่ว ึ่ง และชนิด control เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

อายุการเก็บ(วัน)	คะแนนเฉลี่ย			
	ชนิด control	ชนิดคั่ว	ชนิดคั่ว	ชนิดคั่ว
0	4.90 ^A	5.00 ^A	4.90 ^A	4.80 ^A
10	4.50 ^{AB}	4.30 ^B	4.40 ^B	4.50 ^{AC}
20	4.10 ^B	4.00 ^B	4.00 ^{BC}	4.20 ^C
30	4.10 ^B	3.70 ^B	3.90 ^C	3.90 ^C
40	4.10 ^B	3.80 ^B	3.70 ^C	3.90 ^C

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรร่วมเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 12 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในคูกักผสมจุกข้าวสาลี(10%)ชนิดคืบ คั่ว นึ่ง และชนิด control เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 °c

อายุการเก็บ(วัน)	คะแนนเฉลี่ย			
	ชนิด control	ชนิดคืบ	ชนิดนึ่ง	ชนิดคั่ว
0	4.90 ^A	5.00 ^A	4.90 ^A	4.80 ^A
10	4.30 ^B	4.10 ^B	4.40 ^{AB}	4.50 ^{AB}
20	4.10 ^B	4.00 ^B	4.10 ^{BC}	4.00 ^{BC}
30	3.80 ^B	3.70 ^{BC}	3.80 ^C	3.80 ^C
40	3.80 ^B	3.40 ^C	3.70 ^C	3.80 ^C

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีอักษรพร้อมเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

จากตารางที่ 11 และ 12 เมื่ออายุการเก็บอยู่ในช่วง 10 วันแรก ผลผลิตที่มีกลิ่นนมเนย เนื้อสัมผัสกรอบ เมื่ออายุการเก็บนานขึ้น ผลผลิตที่มีกลิ่นนมเนยลดลง โดยเฉพาะเมื่อเก็บนาน 40 วัน ผลผลิตที่จะมีกลิ่นหืนเกิดขึ้นเล็กน้อย เนื้อสัมผัสมีความกรอบลดลง ซึ่งพบว่าตัวอย่างดังกล่าวมีความชื้นสูงประมาณ 3 % และสอดคล้องกับค่าเปอร์ออกไซด์ ซึ่งสูง 0.5 meq/kg การเกิดกลิ่นหืนนั้นมิสาเหตุจากการที่สารประกอบเปอร์ออกไซด์สลายตัวให้สารประกอบชนิดอื่น ได้แก่ อัลดีไฮด์ คีโตนซึ่งเป็นสารประกอบที่มีกลิ่นหืน (Fennema, 1976) และการที่เนื้อสัมผัสมีความกรอบลดลง เนื่องจากคูกักก็เป็นอาหารที่ไวต่อความชื้นสามารถดูดความชื้นได้ง่าย ทำให้ความกรอบลดลง (มยุรี, 2531)

ตารางที่ 13 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในคูกักผสมรำข้าวสาลี(30%)ชนิดคืบ คั่ว นึ่ง และชนิด control เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 40 วันที่อยู่หุ้หมักห้อง

อายุการเก็บ(วัน)	คะแนนเฉลี่ย			
	ชนิด control	ชนิดคืบ	ชนิดนึ่ง	ชนิดคั่ว
0	4.70 ^{NS}	4.50 ^{NS}	4.30 ^{NS}	4.30 ^{NS}
10	4.30	4.20	4.10	4.20
20	4.30	4.20	4.30	4.30
30	4.10	3.80	4.00	4.30
40	3.90	3.80	4.00	4.30

หมายเหตุ NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 14 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในคูกักผสมรำข้าวสาลี(30%) ชนิดคืบ คั่ว นึ่ง และชนิด control เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40°C

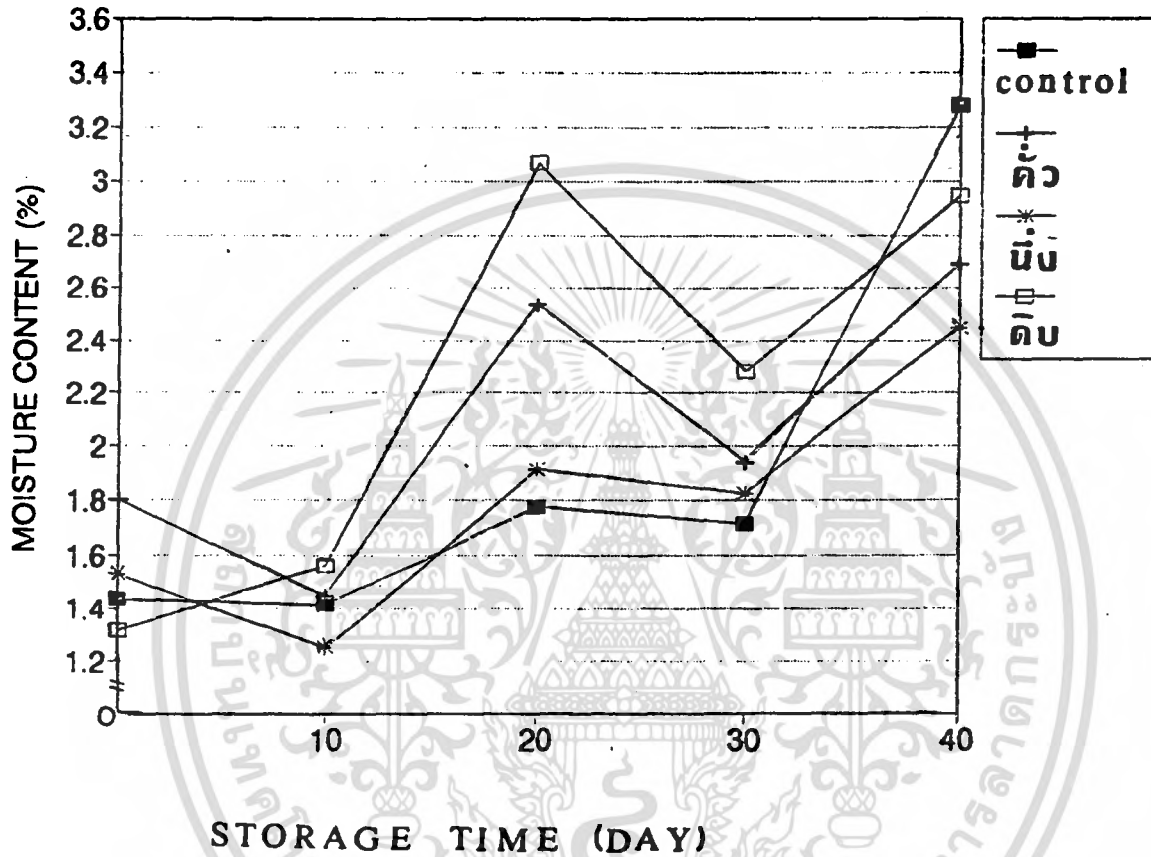
อายุการเก็บ(วัน)	คะแนนเฉลี่ย			
	ชนิด control	ชนิดคืบ	ชนิดนึ่ง	ชนิดคั่ว
0	4.70 ^{NS}	4.50 ^{NS}	4.30 ^{NS}	4.30 ^{NS}
10	4.20	3.90	4.40	4.50
20	4.20	4.20	4.10	3.90
30	3.90	3.70	4.10	3.90
40	4.10	3.80	4.20	3.90

หมายเหตุ NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

จากตารางที่ 13 และ 14 ผลการทดสอบการยอมรับในคูกักผสมรำข้าวสาลี เมื่อเก็บรักษานาน 40 วัน ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 40°C ให้ผลในทำนองเดียวกับคูกักผสมรำข้าวสาลี คือ เมื่ออายุการเก็บนานขึ้น ผลลัพธ์ที่มีกลิ่นเหม็นลดลง เนื้อสัมผัสมีความกรอบลดลง สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอธิบายได้ในทำนองเดียวกับสาเหตุของคูกักผสมรำข้าวสาลี

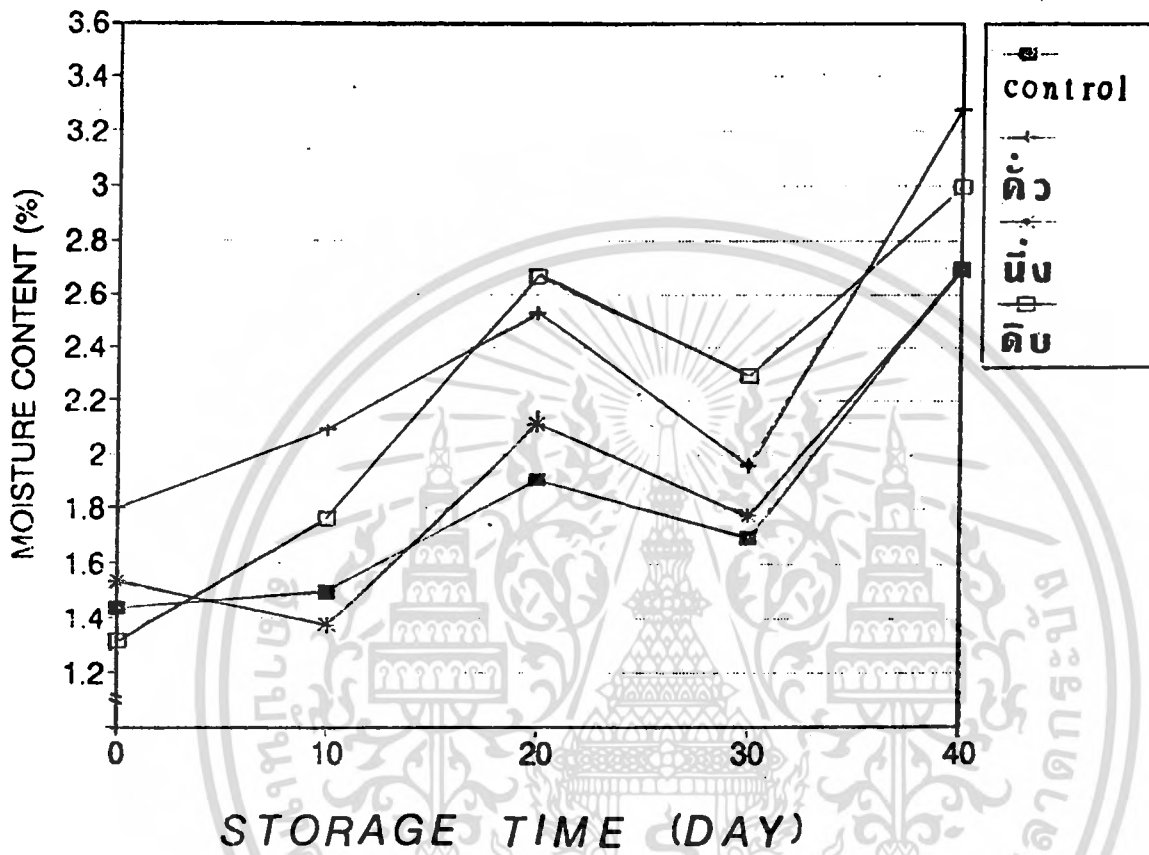
2.2 ผลของปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์

ปริมาณความชื้นในคูกักผสมรำข้าวสาลี(10%) และรำข้าวสาลี(30%) ชนิดคืบ คั่ว นึ่ง และชนิด controlเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 40 วัน ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 40°C แสดงผลดังกราฟที่ 1,2,3 และ4 ดังนี้



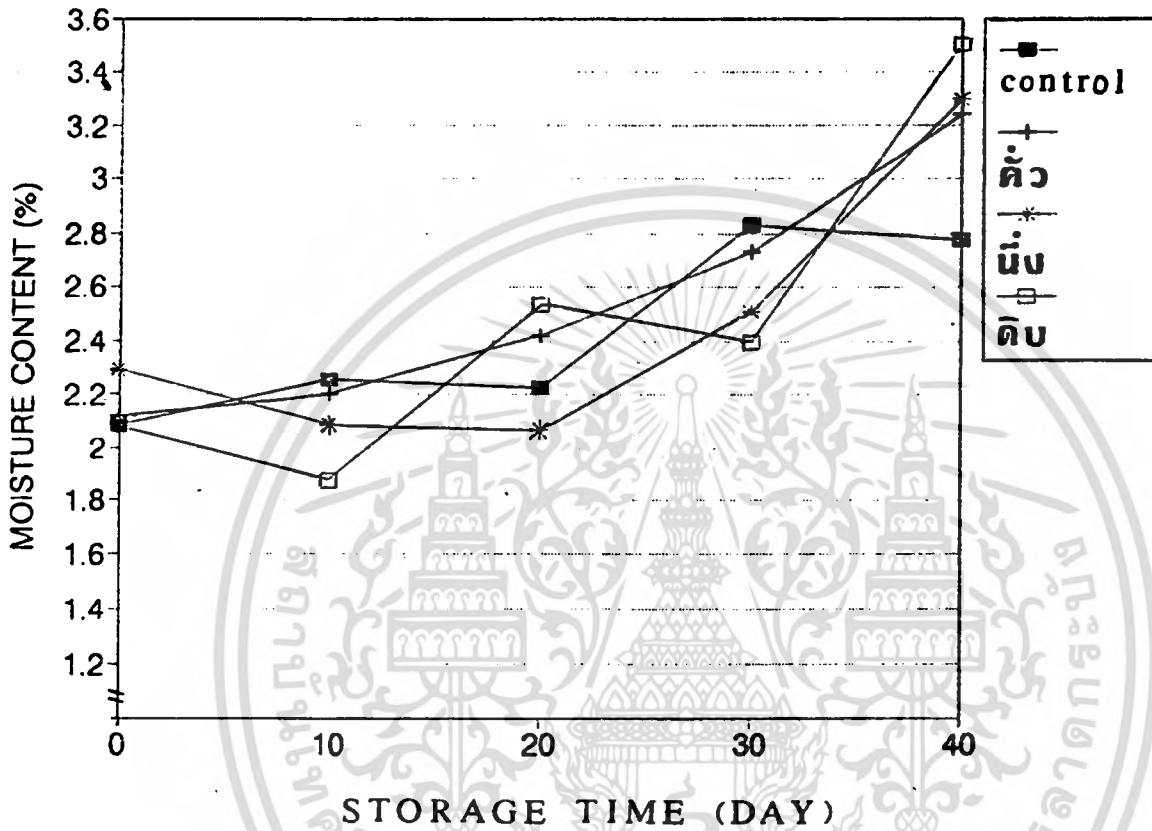
กราฟที่ 1 ปริมาณความชื้นในคั่วที่ผสมจุกข้าวสาเลี (10%) ชนิดคั่ว นึ่ง และชนิด control ขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นานตั้งแต่ 0 ถึง 40 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



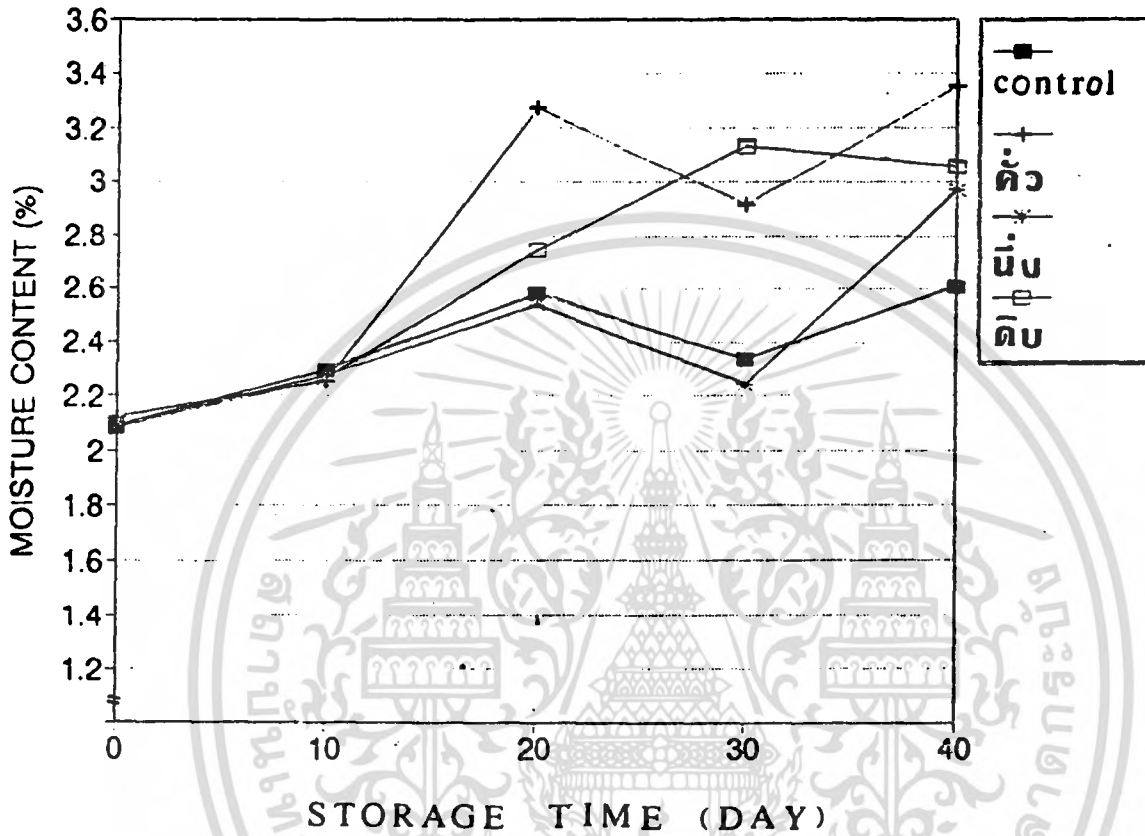
กราฟที่ 2 ปริมาณความชื้นในคูกักผสมผงชูรสข้าวสาร (10%) ชนิดดิบ คั่ว หนึ่ง และชนิด control ขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40°C นานตั้งแต่ 0 ถึง 40 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 3 ปริมาณความชื้นในคักกัสมร่าข้าวสาลี(30%) ชนิดข้าว ข้าวเหนียว และชนิด control
ขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นานตั้งแต่ 0 ถึง 40 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 4 ปริมาณความชื้นในคูกักผสมรำข้าวสาเลี(30%) ชนิดดิบ ข้าว ึ่ง และชนิด control ขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40°C นานตั้งแต่ 0 ถึง 40 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลจากการทดลองพบว่าคัพเค้กที่ผสมด้วยจมูกข้าวสาลี (10%) และรำข้าวสาลี (30%) ที่เก็บในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส มีความชื้นเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น ($p < 0.05$) ไม่ว่าคัพเค้กดังกล่าวจะผสมหรือไม่ถูกผสมด้วยจมูกข้าวสาลีหรือรำข้าวสาลีก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากคัพเค้กเป็นอาหารที่ไวต่อความชื้นสามารถดูดซับไอน้ำจากสภาวะแวดล้อมรอบ ๆ ได้รวดเร็ว (มยุรี, 2531) ไอน้ำที่คัพเค้กดูดซับไว้มาจากการซึมผ่านของไอน้ำผ่านภาชนะบรรจุที่ใช้ในการเก็บรักษา ซึ่งเป็นพลาสติกชนิด LDPE มีค่าอัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (Water Vapour Transmission Rate, WVTR) เท่ากับ $5.7 \text{ gm}^2/\text{วัน}$ ที่สภาวะ 38 องศาเซลเซียส 90% RH (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, 1991)

จากการทดลองพบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นในคัพเค้กที่ไม่ผสมจมูกข้าวสาลีหรือรำข้าวสาลี และคัพเค้กผสมจมูกข้าวสาลี(10%)หรือรำข้าวสาลี(30%) กับอายุการเก็บที่ดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 แสดงค่า Correlation Coefficient (r) ระหว่างความชื้นกับเวลา

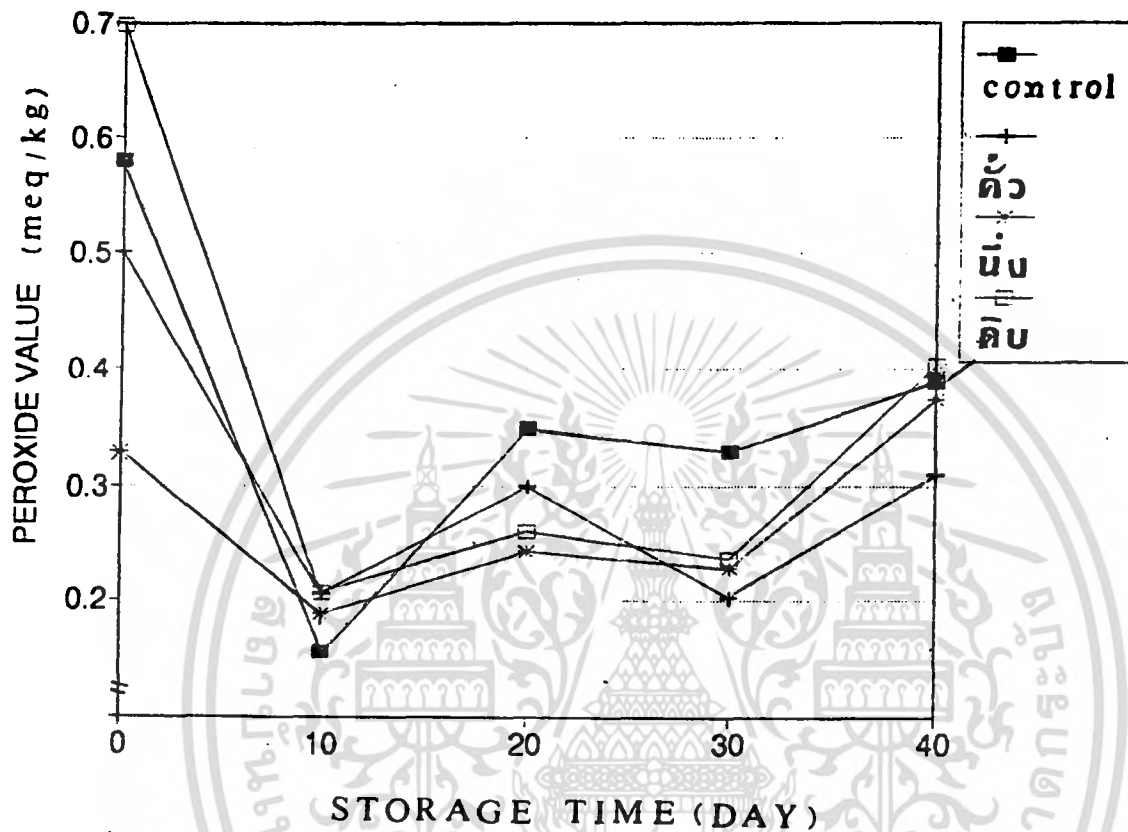
ชนิดของคัพเค้ก	Correlation Coefficient (r)	
	Room Temperature	40 องศาเซลเซียส
คัพเค้กที่ไม่ผสมจมูกข้าวสาลี	0.82	0.84
คัพเค้กที่ผสมจมูกข้าวสาลีชนิดคิบบ	0.76	0.91
คัพเค้กที่ผสมจมูกข้าวสาลีชนิดคั่ว	0.69	0.75
คัพเค้กที่ผสมจมูกข้าวสาลีชนิดนึ่ง	0.85	0.82

ตารางที่ 15 (ต่อ) แสดงค่า Correlation Coefficient (r) ระหว่างค็อกกิ้งกับเวลา

ชนิดของค็อกกิ้ง	Correlation Coefficient(r)	
	Room Temperature	40 องศาเซลเซียส
ค็อกกิ้งที่ไม่ผสมรำข้าวสาลี	0.90	0.79
ค็อกกิ้งที่ผสมรำข้าวสาลีชนิดคิบ	0.85	0.95
ค็อกกิ้งที่ผสมรำข้าวสาลีชนิดคั่ว	0.96	0.78
ค็อกกิ้งที่ผสมรำข้าวสาลีชนิดนึ่ง	0.76	0.68

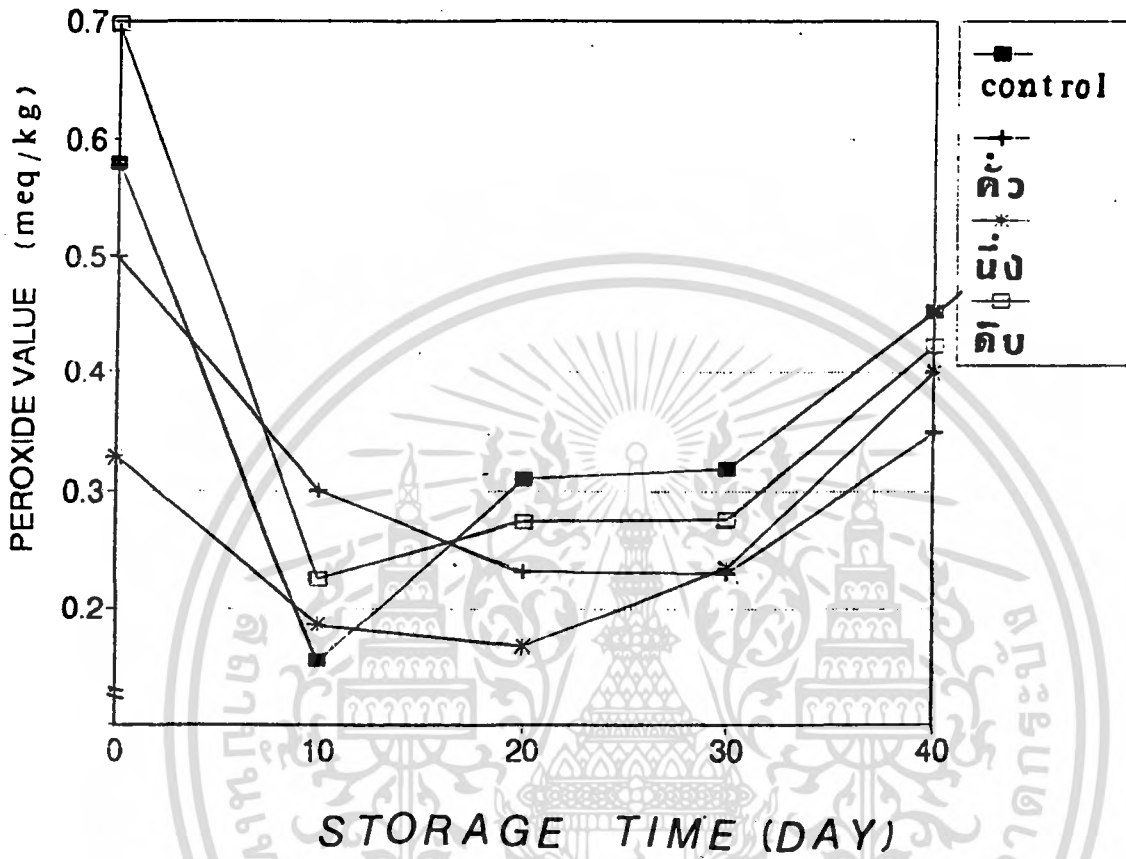
2.3 ผลของค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value)

ปริมาณเปอร์ออกไซด์ในค็อกกิ้งผสมรำข้าวสาลีชนิดคิบ คั่ว นึ่ง และชนิด control เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 40 °c ได้ผลดังแสดงในกราฟที่ 5 และ 6 ตามลำดับ



กราฟที่ 5 ค่าเปอร์ออกไซด์ในคอกกึ่งผสมจุกข้าวสาลี(10%)ชนิดคั่ว คั่ว นึ่ง และชนิด control ขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นานตั้งแต่ 0 ถึง 40 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 6 ค่าเปอร์ออกไซด์ในคูกักผสมจมูกข้าวสาลี(30%)ชนิดคั่ว คั่ว นึ่ง และชนิด control ขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นานตั้งแต่ 0 ถึง 40 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเปอร์ออกไซด์ ดังแสดงในกราฟที่ 5 และ 6 พบว่าปริมาณเปอร์ออกไซด์ในคูกี้ที่เตรียมได้ใหม่ (0 วัน) มีมากกว่าในคูกี้ที่มีอายุการเก็บ 10 วัน ไม่ว่าจะเก็บในอุณหภูมิห้อง หรือ 40 องศาเซลเซียส แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเปอร์ออกไซด์ในสองอุณหภูมิมีลักษณะที่คล้ายกันคือ เพิ่มมากขึ้นหลังอายุการเก็บ 10 วัน จนถึง 40 วัน

ปริมาณเปอร์ออกไซด์สูง (ประมาณ 0.5 meq/kg of oil) ในคูกี้ที่เตรียมได้ใหม่ (0 วัน) และลดลงในระหว่าง 10 วันแรก (ประมาณ 0.25 meq/kg of oil) สามารถอธิบายได้ว่า เกิดจากผลของปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ระดับความชื้น 0-2 % หรือค่า Water Activity (A_w) ประมาณ 0-0.1 (ไพบูลย์, 2529) อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจะสูง เมื่อเทียบกับปฏิกิริยาอื่น ๆ เช่น Browning reaction การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเอนไซม์ เป็นต้น สาเหตุที่ปฏิกิริยาออกซิเดชันมีอัตราการเกิดสูง สามารถอธิบายได้ว่าเนื่องมาจากกลไกของ Free radicals ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้เป็นสารประกอบเปอร์ออกไซด์ และเมื่อปริมาณความชื้นมากกว่า 2 % หรือค่า A_w มากกว่า 0.1 อัตราการเกิดการปฏิกิริยาออกซิเดชันจะลดลง อันเนื่องมาจากโมเลกุลของน้ำทำให้ Free radicals มีความเป็นอิสระลดลงในการเข้าทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ค่าเปอร์ออกไซด์จึงลดลง (Labuza, 1971) จากผลการทดลองพบว่าปริมาณความชื้นในช่วง 10 วัน มีค่าอยู่ในช่วง 0-2 % ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีดังกล่าวข้างต้น

สิ่งหนึ่งที่นำสิ่งเกิดก็คือปริมาณของเปอร์ออกไซด์เปลี่ยนแปลงอย่างไม่สม่ำเสมอในระหว่างเก็บรักษานั้น สามารถอธิบายได้ด้วยสาเหตุ 2 ประการ คือ (1) กลไกของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งประกอบด้วยสามขั้นตอน (Inekoroney and Ngoddy, 1985) ได้แก่ Initiation, Propagation และ Termination หากปฏิกิริยากำลังดำเนินอยู่ในขั้น Initiation หรือ Termination ปริมาณ Free radicals มีอยู่จำนวนน้อยซึ่งมีผลต่อค่าเปอร์ออกไซด์ที่ไม่สูงมาก แต่ถ้าปฏิกิริยากำลังดำเนินอยู่ในขั้น Propagation จะมีปริมาณ Free radicals มากจึงมีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์สูง และ (2) สารประกอบเปอร์ออกไซด์เป็นสารประกอบไม่คงตัว สามารถสลายตัวให้สารประกอบชนิดอื่น ได้แก่ อัลดีไฮด์ คีโตน เป็นต้น (Fennema, 1975)

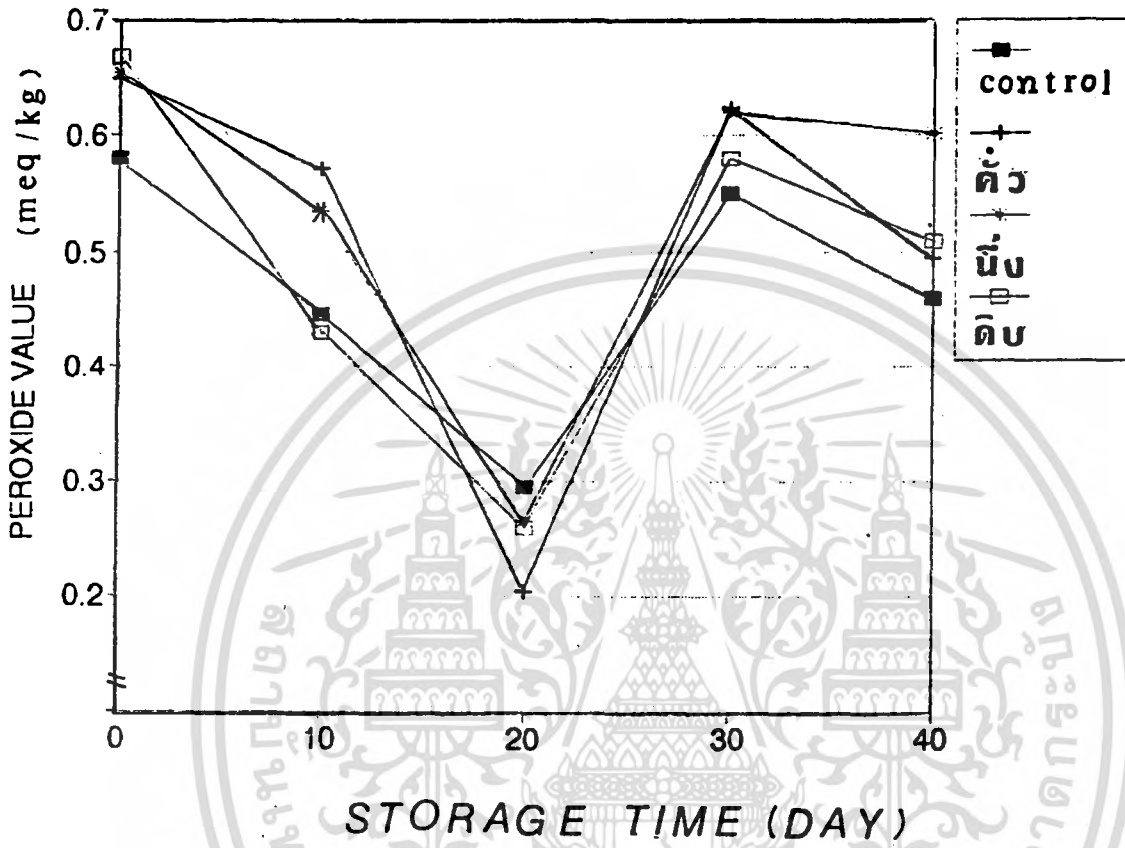
อย่างไรก็ตามไม่พบว่าอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จะมีผลต่อปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่แตกต่างไปจากที่พบในอุณหภูมิห้องในทุก ๆ ระยะของการเก็บตัวอย่าง และในแต่ละชนิดของจุกข้าวสาลีที่ใช้เติม ซึ่งแสดงให้เห็นได้ชัดเจนว่าอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส สำหรับสภาวะเร่งปฏิกิริยาอาจไม่เพียงพอที่จะทำให้เห็นผลของอุณหภูมิที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเปอร์ออกไซด์ได้ชัดเจน แม้ว่า Appelt (1986) ได้รายงานถึงผลของความร้อนที่สามารถทำลายเอนไซม์ในจุกข้าวสาลีดิบก็ตาม ผลการทดลองครั้งนี้ได้คล้ายตามรายงานดังกล่าว

ปริมาณเปอร์ออกไซด์ของคูกักผสมรำข้าวสาลีชนิดดิบ คั่ว ึ่ง และชนิดที่ไม่ได้ผสมรำข้าวสาลีเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 40 วัน ที่อุณหภูมิและอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ได้ผลแสดงดังกราฟที่ 7 และ 8 ตามลำดับ

จากกราฟที่ 7 และ 8 พบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเปอร์ออกไซด์ในคูกักผสมรำข้าวสาลีที่เก็บที่อุณหภูมิห้องคล้ายกับที่พบในที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยที่มีค่าเปอร์ออกไซด์สูงใน 0 วัน เมื่ออายุการเก็บเป็น 20 วัน ค่าเปอร์ออกไซด์ลดลงประมาณ 50 % จากนั้นค่าเปอร์ออกไซด์สูงขึ้นอีก ช่วงการเปลี่ยนแปลงของค่าเปอร์ออกไซด์ที่ไม่สม่ำเสมอเช่นนี้สามารถอธิบายได้ในทำนองเดียวกับคูกักที่ผสมจุกข้าวสาลี

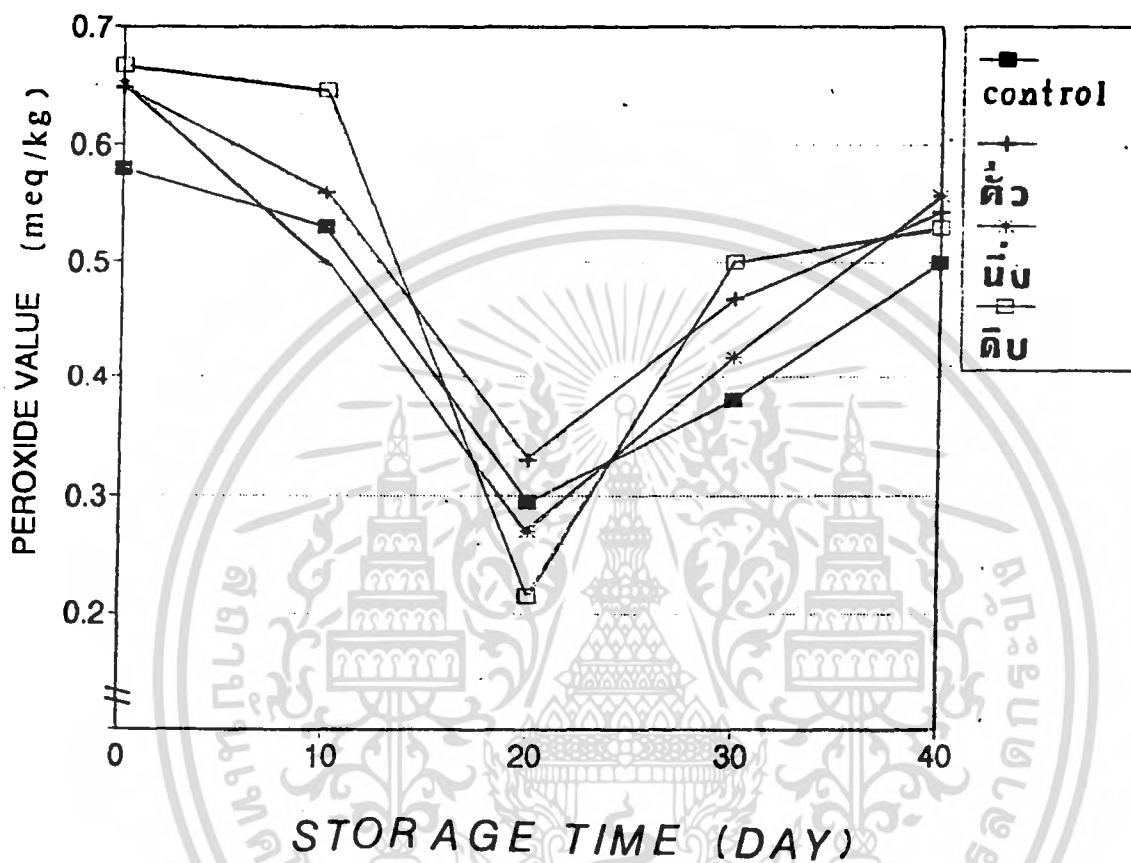
ถึงแม้ว่า Pomeranz (1971) ได้รายงานว่าพบวิตามิน E ซึ่งธรรมชาติแล้ววิตามิน E มีคุณสมบัติเป็น Antioxidant ในรำข้าวสาลี แต่ไม่พบในจุกข้าวสาลี ผลการทดลองครั้งนี้ได้แสดงถึงผลของวิตามิน E ที่สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในคูกักผสมรำข้าวสาลี

จากการทดลองไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเปอร์ออกไซด์กับอายุการเก็บในคูกักผสมจุกข้าวสาลีและรำข้าวสาลี



กราฟที่ 7 ค่าเปอร์ออกไซด์ในคักกัผสมรำข้าวสาลี(30%)ชนิดดิบ ข้าว ึ่ง และชนิด control ขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นานตั้งแต่ 0 ถึง 40 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ .



กราฟที่ 8 ค่าเปอร์ออกไซด์ในคั่วกับผสมรำข้าวสาลี(30%)ชนิดคั่ว คั่ว นึ่ง และชนิด control ขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 °C นานตั้งแต่ 0 ถึง 40 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมีของคูกักผสมจุกข้าวสาลี (10%) และคูกักผสมรำข้าวสาลี (30%)

ได้ผลแสดงดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของคูกักผสมจุกข้าวสาลี (10%) รำข้าวสาลี (30%) และคูกักชนิด control

องค์ประกอบ (%)	คูกักผสมจุกข้าวสาลี (10%)	คูกักผสมรำข้าวสาลี (30%)	คูกักชนิด control
โปรตีน	8.29	8.41	7.81
ไขมัน	35.72	34.04	31.69
ความชื้น	1.32	2.09	2.00

จากผลการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์คูกักผสมจุกข้าวสาลี (10%) และรำข้าวสาลี (30%) มีผลต่อการเพิ่มคุณค่าทางอาหาร คือ โปรตีนเพิ่มขึ้น 6 และ 7 % และไขมันเพิ่มขึ้น 12.72 และ 7.42 % ตามลำดับ

ส่วนผสมที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตคูกักผสมจุกข้าวสาลี (10%) และรำข้าวสาลี (30%) สามารถคำนวณต้นทุนการผลิตได้ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 แสดงต้นทุนการผลิตของคูกี้ผสมจุกข้าวสาลี (10%) และคูกี้ผสมรำข้าวสาลี (30%)
เปรียบเทียบกับคูกี้ชนิด control

ชนิดของคูกี้	ต้นทุน (บาท/กิโลกรัม)	หมายเหตุ
คูกี้ชนิด control	51.77	
คูกี้ผสมจุกข้าวสาลี (10%)	51.96	เพิ่มขึ้น 0.37%
คูกี้ผสมรำข้าวสาลี (30%)	49.46	ลดลง 4.46%

ต้นทุนการผลิตคูกี้ผสมจุกข้าวสาลี (10%) เพิ่มขึ้น 0.37% จะมีผลทำให้คุณค่าทางอาหารเพิ่มขึ้น คือ โปรตีนเพิ่ม 6% และไขมันเพิ่ม 12.72% ส่วนต้นทุนการผลิตคูกี้ผสมรำข้าวสาลี (30%) ลดลง 4.46% จะมีคุณค่าทางอาหารเพิ่มขึ้น คือ โปรตีนเพิ่ม 7% โปรตีนเพิ่ม 7.42% ดังนั้นจะเห็นว่าแนวโน้มการสนับสนุนการผลิตคูกี้ผสมรำข้าวสาลีมีมากกว่าคูกี้ผสมจุกข้าวสาลี

สรุปผล

1. การใช้จุกข้าวสาลีและรำข้าวสาลีผสมในคูกัก สามารถใช้จุกข้าวสาลีและรำข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ ของแป้งสาลีในการพัฒนาคูกักที่มีคุณค่าทางอาหารที่สูงขึ้น จุกข้าวสาลีและรำข้าวสาลีที่ใช้สามารถเติมทั้งชนิดคิบ คิว และนึ่ง ทั้งนี้แล้วแต่การเลือกใช้ของผู้ผลิต
2. สามารถเก็บผลิตภัณฑ์คูกักผสมจุกข้าวสาลีและรำข้าวสาลีได้นาน 30 วัน โดยไม่มีกลิ่นเหม็น ปริมาณความชื้นและคุณภาพภาชนะบรรจุมีผลต่ออายุการเก็บของคูกัก
3. คูกักผสมจุกข้าวสาลี (10%) มีโปรตีน 8.29 % ไขมัน 35.7 % ในขณะที่คูกักผสมรำข้าวสาลี (30%) มีโปรตีน 8.41 % ไขมัน 34.04 % คูกักผสมจุกข้าวสาลีและรำข้าวสาลีมีโปรตีนเพิ่มขึ้น 6 และ 7 % ตามลำดับ และมีไขมันเพิ่มขึ้น 12.72 และ 7.42 % ตามลำดับ
4. คูกักผสมจุกข้าวสาลี (10%) ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นประมาณ 0.5 % แต่คูกักผสมรำข้าวสาลี ทำให้ต้นทุนลดลง 5 % แนวโน้มการผลิตคูกักผสมจุกข้าวสาลีและรำข้าวสาลีในระดับอุตสาหกรรมทำให้ต้นทุนการผลิตสามารถลดลงได้มากกว่านี้อีก

ข้อเสนอแนะ

1. อุณหภูมิของสภาวะเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันในการทดลองนี้ (40 องศาเซลเซียส) และใช้เวลานาน 40 วัน ยังไม่สามารถทำให้เห็นความแตกต่างของสภาวะดังกล่าวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันเมื่อเทียบกับสภาวะอุณหภูมิห้อง ดังนั้นจึงเสนอให้ใช้อุณหภูมิที่สูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ได้แก่ 45-55 องศาเซลเซียส และใช้เวลาเก็บตัวอย่างนานขึ้น นอกจากนี้การวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ตลอดระยะเวลาการเก็บ อาจจะสามารถชี้ให้เห็นกลไกที่มีผลต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

2. ภาชนะบรรจุมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การใช้ภาชนะบรรจุชนิด Low Density Polyethylene (LDPE) ในการเก็บรักษานั้น เหมาะสำหรับการเก็บรักษาในระยะสั้น คือประมาณ 2 สัปดาห์ ถ้าต้องการเก็บรักษาที่นานขึ้น เช่น ประมาณ 2 เดือน ควรเลือกใช้ภาชนะบรรจุชนิดอื่น ได้แก่ OPP/PE , OPP coated with saran , OPP/cellophane coated with saran , PET coated with saran/PE เป็นต้น ดังนั้นการเลือกใช้ภาชนะบรรจุจะต้องสอดคล้องกับระยะเวลาที่ต้องการเก็บผลิตภัณฑ์

เอกสารอ้างอิง

- จิตชนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2527. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. ภาค
วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3.
- วิสิฐ จະวะสิต,ดร. 2533. Sensory Evaluation. อุตสาหกรรมเกษตร. (1)3:
55-62.
- สุภสร ชัยวารณ,ดร. 2528. การบรรจุอาหารประเภทอาหารว่างและอาหารแห้ง. 119-
124. ใน Packaging Information Sources In Thailand. 1985. บริษัท
แพคแมทส์ จำกัด.
- ปิยะนันท์ อัครพัฒน์. 2520. การศึกษาการใช้แม่พิมพ์ขี้ผึ้งในการทำคุกกี้เซวิมโปรตีน.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ไพบุลย์ ชนมรัตน์วาลิก. 2529. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร.
คณะกรรมการชมรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 458 น.
- มยุรี ภาคกล้าเจ๊ก. 2531. ฟิล์มพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุหีบห่ออาหารว่าง. รายงานการ
สัมมนา เรื่อง "การบรรจุหีบห่อด้วยฟิล์มพลาสติก". ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. 5 น.
- สินีนาก จริยโชคิเลศ. 2528. ภาชนะบรรจุอาหาร. 93-98. ใน Packaging Infor-
mation Sources In Thailand. 1985. บริษัทแพคแมทส์ จำกัด.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2532. ข้าวสาลี วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ที่กราฟิคนัด-
ปรินตติ้งเซ็นเตอร์, กรุงเทพฯ. 371 น.

อัษฎลี กมลรัตนกุล. 2531. การเก็บของอาหารประเภทไวต์ความชื้น. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง "การบรรจุหีบห่อและพัฒนาคุณภาพอาหาร". ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. 12 น.

Appelt, G. 1986. Nutritional Value and Stability of Extruded Wheat Germ Product. Getreide, Mehl und Brot. FSTA. 1989. 21(4):110.

AOAC. 1990. Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemmists, Washington, DC. 1298 p.

Eckey, E.W. 1954. Vegetable Fats and Oils. Reinhold Publishing Corporation, New York. 836 p.

Fennema, O.R. 1975. Principle of Food Science. Edited by Owen. Fennema. New York, Marcel Dekker.

Godunova, I. Yu. A.P., N.A. Demchuk, J.M. Raiter. 1984. Effect of Wheat Germ on the Quality, Aroma and Biological Value of New Ukrainian Bread. Khlebopekarnaya I Konditerskaya promyshlennost FSTA 1985. 17(5). p.141.

Hain, R.G. 1968. Food Preparation for Hotels, Restaurants, and Cafeterias. Chicago American Technology Society. 510-529.

Haffmann, 1969. The Stabilization of Edible Fats and Oils. F.Hoffmann-La Roche, Co. Ltd. Switzerland. 12 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Ihekoronye, A.I. and P.O. Ngoddy. 1985. **Intregrated Food Science and Technology for the Tropics.** London and Basingstoke. 386 p.
- Jedryszek, L. 1987. **The Production of Semolina Wheat Germ and Bran.**
FSTA. 1989. 21(3):113.
- Kent, N.L. 1983. **Technology of Cereal and Introduction for Students of Food Science and Agriculture.** 3rd edition. Pergamon press. Oxford.
- Kirschenbauer, H.G. 1960. **Fat and Oil and Outline of Their Chemistry and Technology.** 2d ed. Reinhold Publishing Corporation, New York. 240p.
- Labuza, T.P. 1971. **Properties of Water and Keeping of Food.** Oroceed-ing of the 3rd Inc. Congress if Foods Sci. & Technology, SOS/70.
- Markianova, L.M., A.N. Dorokhovich, T.M. Gornyak and I.M. Roiter. 1985. **Effect of Wheat Germ on Quality and Aroma of Sweet Biscuits.** Khl-ebopekarnaya i Konditerskaya Promyshlenost No.10. 37-39. FSTA. 17(8): 117.
- Pomeranz, Y. 1971. **Wheat Chemistry and Technology.** American Associa-tion of Cereal Chemists. Inc. Wisconsin, U.S.A.

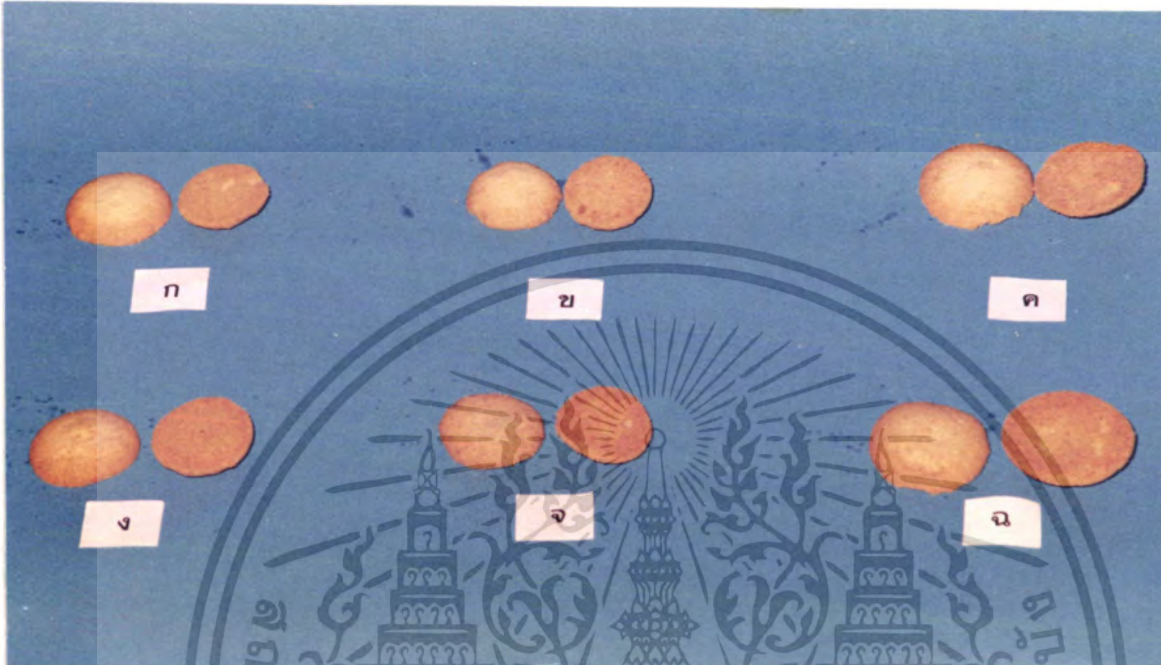
- Prochazaka, M., J. Prihodova. 1978. Stabilization of Wheat Germ and Its Potential Use in Human Food. Mlynsko-Pekarensky. Prumysl 24(7): 212-214. FSTA 1979. 11(6): 123.
- Schneeweiss, R. and R. Kuntze. 1982. Dietary Fibre in Food III. Backer und konditor. 282-283. FSTA 1984. 16(5): 119.
- Seibel, W. 1981. Possible Uses of a Nutritional Regime High in Dietary Fibre for People with Diseases of the Large Intestine. Ernahrung. 5(11): 507-512. FSTA 1982. 14(7): 155.
- Semenyuk, V.F., A.K. Dyakonova. 1986. Chemical Composition of Wheat Germ. Pishchevaya i Pereravatyvayushchaya Promyshlennaost No.5, 37. FSTA 1988. 20(2): 8.
- Sievert, D., Y.Pomeranz and A. Abdelrahman. 1990. Functional Properties of Soy Polysaccharides and Wheat Bran in Soft Wheat Products. Cereal Chemistry. 67(1): 10-13. FSTA 1990. 22(10): 157.
- Tykke, S.A. 1982. Use of Wheat Bran to Enrich Food Products with Fibre. Tallinna Polutehnilise Instituudi Toimetised. FSTA 1984. 16(7): 12.
- Weisberg, S.M. 1973. Spotlight on Baked Goods for the Developing World. Cereal Science Today. 18: 47-50.

ภาคผนวก ก.

กรรมวิธีในการทำคัส

1. ร้อนแป้งอเนกประสงค์ราวาวและผงฟูเข้าด้วยกัน แล้วพักไว้
2. ตีเนยสด เนยขาวและน้ำตาลทราย ด้วยความเร็วปานกลางของเครื่องจนกระทั่งฟูเบา
3. ค่อยๆ เติมน้ำตาลลงไป ตีให้เข้ากัน เติมหั่นวานิลลา
4. เติมน้ำมันของแป้งที่ร้อนไว้แล้วลงไป ตามด้วยนมข้นจืด ตีด้วยความเร็วต่ำให้ส่วนผสมเข้ากันดี
5. ตักส่วนผสมใส่พิมพ์คัสคัส กัดเป็นรูปร่างบนถาดที่ทำเนยขาวแล้ว
6. นำเข้าอบในตู้อบไฟฟ้า อุณหภูมิ 375°F (190°C) ประมาณ 10-15 นาทีหรือจนกระทั่งมีสีเหลืองทอง

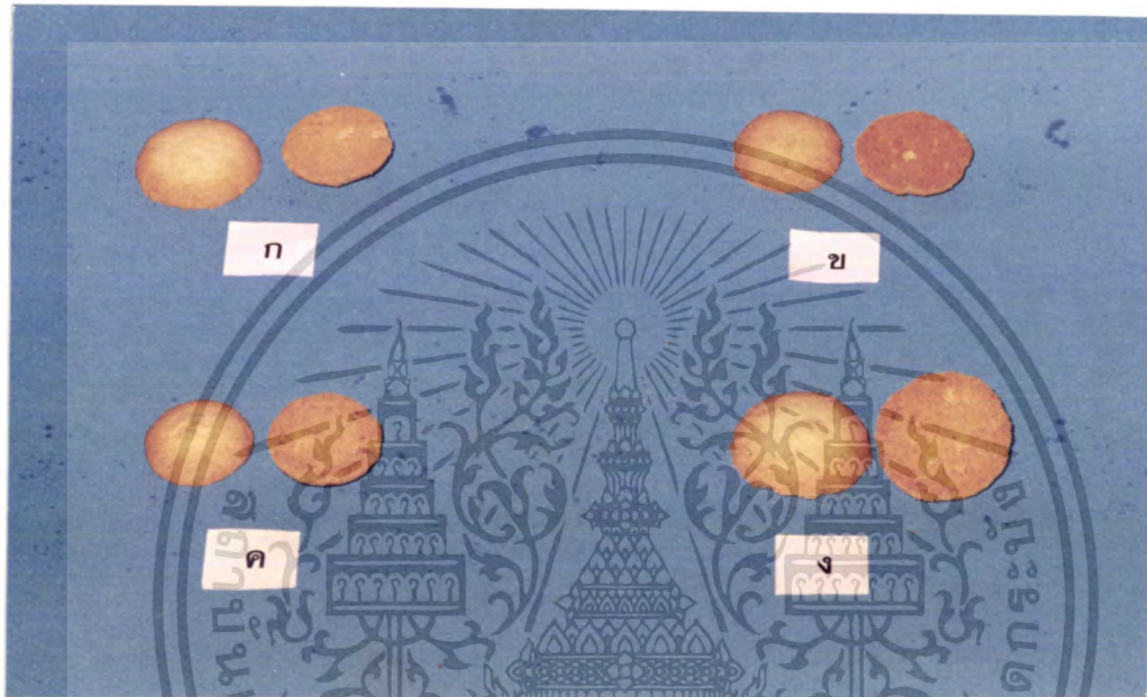
ภาคผนวก ข.



ภาพที่ 1. คูกอกผสมจุกข้าวสาลีในปริมาณต่างๆ

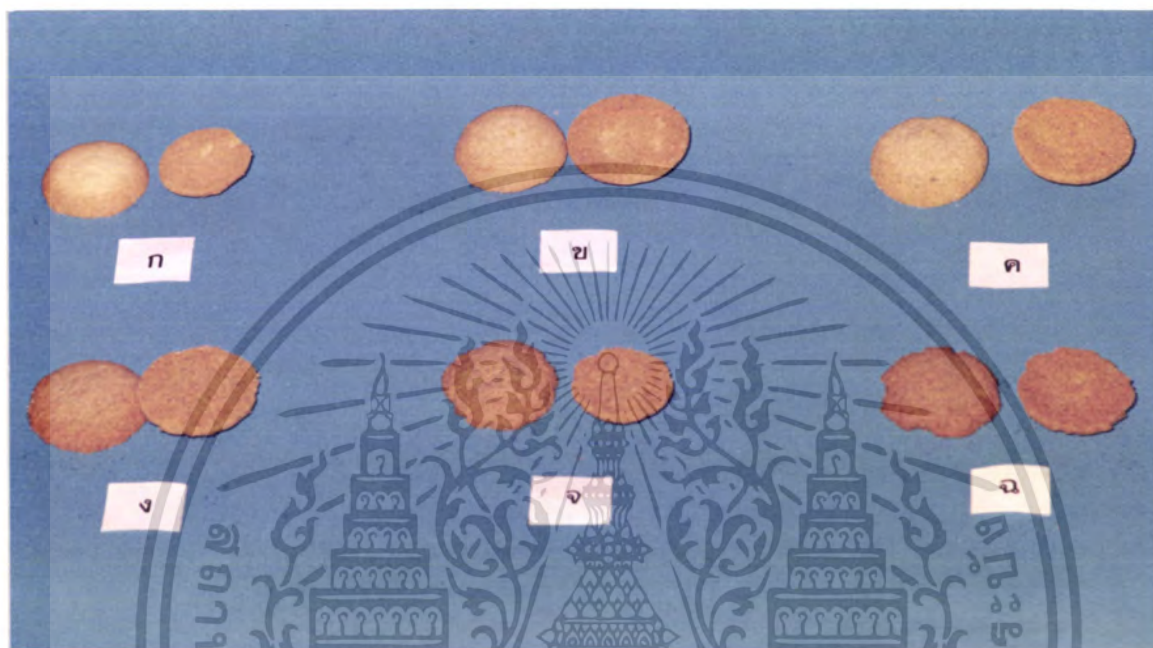
- ก. คือคูกอกทำจากแป้งสาลีล้วนๆ
- ข. คือคูกอกทำจากแป้งสาลีผสมจุกข้าวสาลี 10%
- ค. คือคูกอกทำจากแป้งสาลีผสมจุกข้าวสาลี 20%
- ง. คือคูกอกทำจากแป้งสาลีผสมจุกข้าวสาลี 30%
- จ. คือคูกอกทำจากแป้งสาลีผสมจุกข้าวสาลี 40%
- ฉ. คือคูกอกทำจากแป้งสาลีผสมจุกข้าวสาลี 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- ภาพที่ 2. ^ข คูกักผสมรวมข้าวสาลี (10%) ชนิดต่าง ๆ
- ก. ^ข คูกักผสมแป้งสาลีข้าว
 - ข. ^ข คูกักที่ทำจากแป้งสาลีผสมรวมข้าวสาลีคั่ว 10%
 - ค. ^ข คูกักที่ทำจากแป้งสาลีผสมรวมข้าวสาลีหนึ่ง 10%
 - ง. ^ข คูกักที่ทำจากแป้งสาลีผสมรวมข้าวสาลีคั่ว 10%

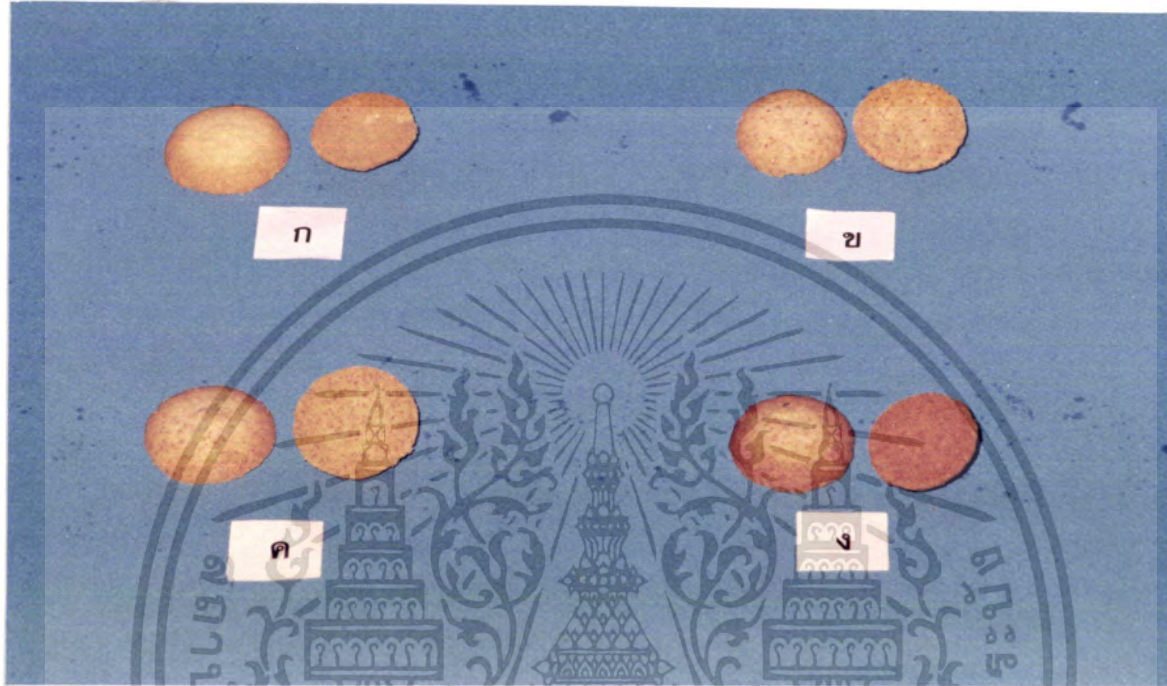
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3. คูกอกผสมรำข้าวสาลีในปริมาณต่าง ๆ

- ก. คูกอกทำจากแป้งสาลีล้วนๆ
- ข. คูกอกทำจากแป้งสาลีผสมรำข้าวสาลี 10%
- ค. คูกอกทำจากแป้งสาลีผสมรำข้าวสาลี 20%
- ง. คูกอกทำจากแป้งสาลีผสมรำข้าวสาลี 30%
- จ. คูกอกทำจากแป้งสาลีผสมรำข้าวสาลี 40%
- ฉ. คูกอกทำจากแป้งสาลีผสมรำข้าวสาลี 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4. คูกกั๋นผสมรำข้าวสาลี (30%) ชนิดต่าง ๆ
ก. คูกกั๋นผสมแป้งสาลีล้วน ๆ
ข. คูกกั๋นทำจากแป้งสาลีผสมรำข้าวสาลีคั่ว 10%
ค. คูกกั๋นทำจากแป้งสาลีผสมรำข้าวสาลีนึ่ง 10%
ง. คูกกั๋นทำจากแป้งสาลีผสมรำข้าวสาลีคั่ว 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

ตารางภาคผนวกที่ 1. แบบทดสอบคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ _____

ผู้ชิม เพศ _____ อายุ _____ ปี

หลังจากที่ผู้ชิมทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนน ดังนี้

- 9 ชอบมากที่สุด
- 8 ชอบมาก
- 7 ชอบปานกลาง
- 6 ชอบ
- 5 เฉยๆ
- 4 ไม่ชอบ
- 3 ไม่ชอบปานกลาง
- 2 ไม่ชอบมาก
- 1 ไม่ชอบมากที่สุด

ตารางการให้คะแนน

ตัวอย่าง	คุณสมบัติ	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม

ข้อเสนอแนะ _____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2. แบบทดสอบคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัส เพื่อศึกษาอายุการเก็บ

ผลิตภัณฑ์ _____

ผู้ชิม เพศ _____ อายุ _____ ปี

หลังจากที่ผู้ชิมทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนน ดังนี้

- 5 ชอบรับมากที่สุด (เนื้อสัมผัสก็มีความกรอบและกลิ่นหอมนมเนยมาก)
- 4 ชอบรับมาก (เนื้อสัมผัสก็มีความกรอบและกลิ่นหอมนมเนยปานกลาง)
- 3 ชอบรับ (เนื้อสัมผัสก็มีความกรอบและกลิ่นหอมนมเนยน้อย)
- 2 ไม่ชอบรับมาก (เนื้อสัมผัสก็ไม่กรอบและมีกลิ่นเหม็นเกิดขึ้นเล็กน้อย)
- 1 ไม่ชอบรับมากที่สุด (เนื้อสัมผัสก็นุ่มและมีกลิ่นเหม็นเกิดขึ้นมาก)

ตารางการให้คะแนน

ตัวอย่าง	คุณสมบัติ	การยอมรับรวม

ข้อเสนอแนะ _____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านรสชาติของคัสตาร์ดผสมนมูกข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	61.24	15.31	1.24 ^{NS}	2.71
Error	160	1972.80	12.33		
Total	164	2034.04			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านกลิ่นของคูกอกผสมจุกข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	69.76	17.44	1.44 ^{NS}	2.71
Error	160	1931.20	12.07		
Total	164	2000.96			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัสของคูกอกผสมจุกข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	29.37	7.34	0.69 ^{NS}	2.71
Error	160	1708.80	10.68		
Total	32	1738.17			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคอกผสมรวมข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	47.90	11.975	0.21 ^{NS}	2.71
Error	160	9494.40	59.34		
Total	164	9542.30			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านรสชาติของคอกผสมรำข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	82.23	20.565	1.67 ^{NS}	2.74
Error	150	1845.14	12.3		
Total	154	1927.37			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านกลิ่นของคูกอกผสมรำข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	97.12	24.28	1.47 ^{NS}	2.74
Error	150	2484.05	16.56		
Total	154	2581.17			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัสของคูกอกผสมรำข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	100.15	25.04	1.75 ^{NS}	2.74
Error	150	2149.52	14.33		
Total	154	2249.67			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกกผสมรำข้าวสาลีในปริมาณ 10 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	153.14	38.29	1.75 [*]	2.74
Error	150	1207.52	8.05		
Total	154	1360.66			

* = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของคูกกผสมรำข้าวสาลีในปริมาณ 10, 20, 30, 40, และ 50 % โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test ได้ผลดังนี้

T ₅	T ₄	T ₃	T ₂	T ₁
4.43	4.85	5.77	6.05	7.27

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านรสชาติของค็อกกีผสมจุกข้าวสาลี (10 %) ชนิดต่างๆ (ชนิดคืบ ชนิดคว่ำ และชนิดนั่ง)

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	2	53.06	26.53	2.05 ^{NS}	3.59
Error	57	737.58	12.94		
Total	59	790.64			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านกลิ่นของค็อกกีผสมจุกข้าวสาลี (10%) ชนิดต่างๆ (ชนิดคืบ ชนิดคว่ำ และชนิดนั่ง)

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	2	59.04	29.52	2.12 ^{NS}	3.59
Error	57	793.44	13.92		
Total	59	852.88			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัสของคุกกี้ผสมจุกข้าวสาลี(10%)
ชนิดต่างๆ (ชนิดคิบ ชนิดคั่ว และชนิดนึ่ง)

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	2	67.04	33.52	2.05 ^{NS}	3.59
Error	57	931.95	16.35		
Total	59	998.99			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคุกกี้ผสมจุกข้าวสาลี(10%)
ชนิดต่างๆ (ชนิดคิบ ชนิดคั่ว และชนิดนึ่ง)

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	2	59.24	29.62	1.88 ^{NS}	3.59
Error	57	898.32	15.76		
Total	59	957.56			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตารางภาคผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านรสชาติของค็อกกัผสมรำข้าวสาลี(30%)
ชนิดต่างๆ (ชนิดคืบ ชนิดคั่ว และชนิดนึ่ง)**

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	2	20.43	10.22	2.20 ^{NS}	3.59
Error	57	264.48	4.64		
Total	59	284.91			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตารางภาคผนวกที่ 16 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านกลิ่นค็อกกัผสมรำข้าวสาลี(30%)ชนิดต่างๆ
(ชนิดคืบ ชนิดคั่ว และชนิดนึ่ง)**

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	2	5.23	2.62	0.47 ^{NS}	3.59
Error	57	315.78	5.54		
Total	59	321.01			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตารางภาคผนวกที่ 17 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัสคูกักผสมรำข้าวสาลี(30%)
ชนิดต่างๆ (ชนิดคืบ ชนิดคั่ว และชนิดนึ่ง)**

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	2	28.53	13.27	1.85 ^{NS}	3.59
Error	57	408.12	7.16		
Total	59	434.65			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตารางภาคผนวกที่ 18 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกักผสมรำข้าวสาลี(30%)
ชนิดต่างๆ (ชนิดคืบ ชนิดคั่ว และชนิดนึ่ง)**

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	2	19.63	9.82	2.18 ^{NS}	3.59
Error	57	256.50	4.50		
Total	59	276.13			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 19 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกกึ่งชนิด control
เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	5.12	1.28	5.82*	2.58
Error	45	10.10	0.22		
Total	49	15.22			

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของคูกกึ่งชนิด control เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test ได้ผลดังนี้

T ₅	T ₄	T ₃	T ₂	T ₁
3.7	3.9	4.0	4.4	4.9

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 20 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกัก ชนิด control
เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	8.28	2.07	4.93 ^M	2.58
Error	45	19.10	0.42		
Total	49	27.38			

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของคูกักชนิด control เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test ได้ผลดังนี้

T ₄	T ₅	T ₃	T ₂	T ₁
3.8	3.8	4.1	4.3	4.9

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 21 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกักที่ผสมจุกข้าวสาลีชนิดคิบ(10%)เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	10.92	2.73	5.69*	2.58
Error	45	21.80	0.48		
Total	49	32.72			

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของคูกักที่ผสมจุกข้าวสาลีชนิดคิบ เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test ได้ผลดังนี้

T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
3.7	3.8	4.0	4.3	5.0

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 22 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกักที่ผสมจุกข้าวสาลีชนิดคืบ(10%)เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	14.52	3.63	10.68 ^m	2.58
Error	45	15.40	0.34		
Total	49	29.92			

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของคูกักที่ผสมจุกข้าวสาลีชนิดคืบ เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test ได้ผลดังนี้

T ₅	T ₄	T ₃	T ₂	T ₁
3.4	3.7	4.0	4.1	5.0

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 23 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกักที่ผสมจุกข้าวสาดีชนิดหนึ่ง(10%)เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิต้อง

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	9.08	2.27	8.41*	2.58
Error	45	12.30	0.27		
Total	49	21.38			

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของคูกักที่ผสมจุกข้าวสาดีชนิดหนึ่ง เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิต้อง โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test ได้ผลดังนี้

T ₅	T ₄	T ₃	T ₂	T ₁
3.7	3.9	4.0	4.4	4.9

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตารางภาคผนวกที่ 24 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกกัทผสมจุกข้าวสาลี
ชนิดหนึ่ง(10*)เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส**

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	9.48	2.37	7.65*	2.58
Error	45	13.90	0.31		
Total	49	23.38			

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของคูกกัทผสม
จุกข้าวสาลีชนิดหนึ่ง เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้ Duncan's
Multiple Range Test ได้ผลดังนี้

T ₅	T ₄	T ₃	T ₂	T ₁
3.7	3.8	4.1	4.4	4.9

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 25 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกักที่ผสมจุกข้าวสาลีชนิดข้าว (10%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	6.12	1.53	4.50 ^M	2.58
Error	45	15.50	0.34		
Total	49	21.62			

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของคูกักที่ผสมจุกข้าวสาลีชนิดข้าว เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test ได้ผลดังนี้

T ₄	T ₃	T _B	T ₂	T ₁
3.9	3.9	4.2	4.5	4.8

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 26 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคึกกักที่ผสมจุมุกข้าวสาลีชนิดคว (10%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	7.40	1.85	4.51*	2.58
Error	45	18.60	0.41		
Total	49	26.00			

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมของคึกกักที่ผสมจุมุกข้าวสาลีชนิดคว เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test ได้ผลดังนี้

T _a	T _b	T _c	T _d	T _e
3.8	3.9	4.0	4.5	4.8

ค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 27 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคักกั ชนิด Control
เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	3.52	0.88	2.44 ^{NS}	2.58
Error	45	16.10	0.36		
Total	49	19.62			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 28 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคักกั ชนิด Control
เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	3.48	0.87	2.56 ^{NS}	2.58
Error	45	15.10	0.34		
Total	49	18.58			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 29 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกกัทผสมรำข้าวสาลีชนิดคืบ (30%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	3.60	0.90	2.73 ^{NS}	2.58
Error	45	14.90	0.33		
Total	49	18.50			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 30 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกกัทผสมรำข้าวสาลีชนิดคืบ (30%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	4.28	1.07	2.33 ^{NS}	2.58
Error	45	20.70	0.46		
Total	49	24.98			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 31 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกักที่ผสมรำข้าวสาลีชนิดหนึ่ง (30%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	0.92	0.23	0.68 ^{NS}	2.58
Error	45	15.10	0.34		
Total	49	16.02			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 32 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกักที่ผสมรำข้าวสาลีชนิดหนึ่ง (30%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	0.68	0.17	0.49 ^{NS}	2.58
Error	45	15.90	0.35		
Total	49	16.58			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 33 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกกัทผสมรำข้าวสาลีชนิดคั่ว (30%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	0.08	0.02	0.041 ^{NS}	2.58
Error	45	22.00	0.49		
Total	49	22.08			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 34 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมของคูกกัทผสมรำข้าวสาลีชนิดคั่ว (30%) เมื่อเก็บเป็นเวลา 40 วัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

ANOVA Table

SOV	Df	SS	MS	F _{CAL}	F _{TABLE 0.05}
Sample	4	3.20	0.8	1.70 ^{NS}	2.58
Error	45	21.30	0.47		
Total	49	24.50			

NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ภาคผนวก จ.

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของคูกัก

1. ปริมาณความชื้น (Moisture Content) โดยวิธี Hot air oven method
(A.O.A.C. 1990)

อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อนรุ่น Jouan
2. Desiccator รุ่น Nalgene
3. Aluminium dish
4. Tong
5. เครื่องชั่งน้ำหนัก รุ่น Mettler AE 50

วิธีการ

1. อบ Aluminium dish พร้อมฝาที่อุณหภูมิ 110°C 1 ชั่วโมง
2. นำใส่ Desiccator ทิ้งให้เย็น 30 นาที
3. ชั่งน้ำหนัก Aluminium dish พร้อมฝา
4. ชั่งตัวอย่างใส่ใน Aluminium dish 2-3 กรัม ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
5. นำไปอบในตู้อบ 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน Desiccator ชั่งน้ำหนักจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ (ลดลงไม่ต่ำกว่า 2% ของน้ำหนักครั้งล่าสุด)

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = [(A + B) - C] * (100/B)$$

โดยที่

A = น้ำหนักเป็นกรัมของ Aluminium dish

B = น้ำหนักเป็นกรัมของตัวอย่าง

C = น้ำหนักเป็นกรัมของ Aluminium dish และตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว

2. ปริมาณโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl method (A.O.A.C. 1990)

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริก (conc H_2SO_4)

2. กรดบอริก 2%

3. กรดซัลฟูริก 0.1012 N.

4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 40%

5. คะตะลิสต์ผสม ประกอบด้วย

- ซีลีเนียมไดออกไซด์ (SeO_2) 2.5 g.

- โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 100.0 g.

- คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 20.0 g.

6. มิกซ์อินดิเคเตอร์

- เตรียม 0.1% Bromocresol green (ใน 95% alc.) และ 0.1% Methyl red (ใน 95% alc.)

- ผสม 10 ml. Bromocresol green กับ 2 ml. Methyl red ในขวดหยด

อุปกรณ์

1. Kjeldahl flask

2. เครื่องย่อยโปรตีน Buchi 425

3. เครื่องกลั่นโปรตีน Buchi 321

4. Erlenmyer flask

5. Pipette

6. Cylinder

7. Burette

8. Bubble
9. ซ้อนคักสาร
10. Stand และ Burette camp
11. หลอดหยด
12. เครื่องชั่งสี่ตำแหน่ง รุ่น Mettler AE 50

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 1 กรัม ใส่ลงในขวด Kjeldahl flask ขนาด 250 ml.
อย่าให้ตัวอย่างเกาะตามคอขวด
2. เติมคตะดิสต์ 2 กรัมและกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 ml. และ Boiling chips
3. นำ Kjeldahl flask ไปตั้งบนชุดเครื่องย่อยโปรตีนที่มีระบบดูดไอกรดที่ดี ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งสารละลายสีฟ้าใส
4. ปล่อกให้สารละลายสีฟ้าอ่อนเย็น และหมุดควันของไอกรด
5. ตูดสารละลาย 2% กรดบอริก 50 ml. ใส่ลงใน Erlenmyer flask ขนาด 250 ml. ที่แห้งสะอาด และหยดเมกนีซีนดิเตอร์ 4 หยด เขย่าสารละลายก่อนนำไปวางใต้เครื่องกลั่น ให้ปลาย Condenser จุ่มในตัวสารละลาย นำ Kjeldahl flask ที่ได้จากข้อ 4 ตั้งบนชุดเครื่องกลั่นโปรตีน Buchi 321 เปิดเครื่องเติมน้ำกลั่นลงไปจนปริมาตรสารละลายได้ถึง 100 ml. เติม 40% NaOH ลงไปทำปฏิกิริยาจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีด้า กลั่นโปรตีนเป็นเวลา 3 นาที
6. ปล่อกให้เย็นนำสารละลายที่ได้ใน Erlenmyer flask มาไตเตรทกับ 0.1012 N H_2SO_4 จนสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นไม่มีสี
7. ทำการทดลองกับแบบด่งค์เหมือนกับตัวอย่างทุกประการ

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีน} = 6.25 * 1.4 * A * (B-C)/D$$

- โดยที่
- A = ความเข้มข้นเป็นนอร์มัลของกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรท
 - B = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง
 - C = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรทกับแบลนด์
 - D = น้ำหนักเป็นกรัมของตัวอย่าง

3. ปริมาณไขมัน โดยวิธี Soxhlet (A.O.A.C. 1990)

สารเคมี

1. ปิโตรเลียมอีเทอร์

อุปกรณ์

1. Thimble
2. Soxhlet Apparatus
3. Heating Muffle รุ่น Electromantle ME
4. เครื่องชั่ง 1 ตำแหน่ง รุ่น Ek-120A
5. เตาอบลมร้อน
6. กระบอกตวง
7. Desiccator รุ่น Nalgene

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างที่แห้งประมาณ 5.0 กรัม ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนห้ด้วยกระดาษกรองแล้วนำไปใส่ใน Thimble ใน Extraction tube ของ Soxhlet Apparatus
2. ใส่ตัวทำละลายอินทรีย์ได้แก่ปิโตรเลียมอีเทอร์ประมาณ 200 มิลลิลิตร ลงในขวดก้นกลมที่แห้ง และทราบน้ำหนักแน่นอน
3. นำไป Reflux บน Heating Muffle ใช้อุณหภูมิตั้งกลาง โดยให้อัตราการกลั่นตัวของปิโตรเลียมอีเทอร์ 2-3 หยดต่อวินาที ใช้เวลาในการ Reflux ประมาณ 16 ชั่วโมง
4. ระเหยเอาปิโตรเลียมอีเทอร์ออกจากขวดก้นกลมที่สกัดไขมัน จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
5. ทำให้เย็นใน Desiccator
6. ชั่งน้ำหนักขวดก้นกลม

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไขมัน} = (A - B) * 100 / C$$

- โดยที่
- A = น้ำหนักเป็นกรัมของขวดก้นกลมรวมกับน้ำมันที่สกัดได้
 - B = น้ำหนักเป็นกรัมของขวดก้นกลม
 - C = น้ำหนักเป็นกรัมของตัวอย่าง

4. ปริมาณเปอร์ออกไซด์

สารเคมี

1. ปิโตรเลียมอีเทอร์
2. สารละลายผสมระหว่างกรดแกลเซอิคอะซิติกกับคลอโรฟอร์มในอัตราส่วน 3:2
3. สารละลายโพแทสเซียมไฮโอไดด์ที่อิ่มตัว
4. 0.002 N สารละลายโซเดียมไฮโอซิลเฟต
5. 1 % น้ำแป้ง
6. น้ำกลั่นต้มทิ้งให้เย็น

อุปกรณ์

1. Rotavopor R110 Buchi
2. Shaker
3. Suction Pump
4. Buchner Funnel
5. Suction Flask
6. เครื่องชั่ง 1 ตำแหน่ง รุ่น EK-120A
7. ช้อนตักสาร
8. Erlenmeyer Flask
9. Cylinder
10. Burette
11. Stand and Burette Camp
12. Beaker 250 ml.
13. Pipette
14. กระจกทรงเบอร์ 1
15. ลูกยาง

การเตรียมตัวอย่าง

ชั่งคูกักที่บดมา 25-30 กรัม ใส่ลงใน Erlenmeyer Flask เติมนิโตรเจนอีเทอร์ 200 ml. ปิดปากขวดด้วยสำลีและพอยด์เพื่อไม่ให้ไนโตรเจนอีเทอร์ระเหย นำไปแช่ด้วยเครื่องแช่ด้วยความเร็ว 145 รอบต่อนาที เป็นเวลา 16 ชั่วโมง จากนั้นนำมากรองเอาคูกักที่ออกโดยใช้ Suction Pump นำสารละลายไนโตรเจนอีเทอร์ที่มีน้ำมันที่สกัดออกมาจากคูกักที่มาระเหยเอาไนโตรเจนอีเทอร์ออกด้วยเครื่อง Rotavapor ใช้อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ภายใต้สุญญากาศ 760 mmHg

วิธีการหาค่าเปอร์ออกไซด์

1. ชั่งน้ำมันที่สกัดได้ใส่ลงใน Erlenmeyer Flask 10 กรัม จดน้ำหนักที่แน่นอนไว้
2. เติมน้ำละลายผสมระหว่างกรดแกลูเซอซิดิกกับคลอโรฟอร์มในอัตราส่วน 3:2 30 มิลลิลิตร
3. เติมน้ำละลายโพแทสเซียมไฮโอไดรด์อิ่มตัว 0.5 มิลลิลิตร แช่ 1 นาที
4. เติมน้ำ 30 มิลลิลิตร และน้ำแข็ง 0.5 มิลลิลิตร จะได้สารละลายสีน้ำเงิน
5. นำไปไตเตรทกับ 0.002 N โซเดียมไฮโอซัลเฟต จนสารละลายไม่มีสี บันทึกปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตที่ใช้
6. ทำการทดลองกับแบลนด์เหมือนกับตัวอย่างทุกประการ

การคำนวณ

$$\text{PPM เปอร์ออกไซด์} = (A - B) * 1000 / C$$

ไตเตรท A = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่างน้ำมัน

B = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรทกับแบลนด์

C = น้ำหนักเป็นกรัมของตัวอย่างน้ำมัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้