16404

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพลังงานต่ำ

(Development of Low Calorie Food)

นางสาวเจนจิรา อุสมาน รหัสประจำตัว41044390

นางสาวทิพย์วรรณ ลิตาภรณ์ รหัสประจำตัว41044400

T096819

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2545

ปพ.
ว713ก
2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96819
วัน,เดือน,ปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพลังงานต่ำ

(Development of Low Calorie Food)

โดย

นางสาวเจนจิรา อุสมาน รหัสประจำตัว41044390

นางสาวทิพย์วรรณ ลิตาภรณ์ รหัสประจำตัว41044400

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... **...../...../.....** **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(ผศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์)

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ)

รักษาการคณบดีโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวเจนจิรา อุสมาน นางสาวทิพย์วรรณ ลิตาภรณ์ : การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพลังงานต่ำ (Development of Low Calorie Food) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ : กรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา : อ.ปริยาพร เขียวขำ. อ.อรุณี เหลืองสกุล : หน้า

บทคัดย่อ

การพัฒนาสูตรอาหารพลังงานต่ำ 3 สูตร โดยใช้วัตถุดิบประเภทธัญพืชต่าง ๆ ซึ่งทั้ง 3 สูตร จะประกอบด้วย ข้าวโพด : ข้าวกล้อง : รำข้าว มีอัตราส่วนดังนี้ 85.5 : 0 : 14.5, 0 : 85.5 : 14.5 และ 42.75 : 42.75 : 14.5 ตามลำดับ กรรมวิธีที่ใช้ในการเตรียม คือ อบ คั่ว และบดให้ละเอียด ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของลักษณะ ความเข้มสี ความชอบด้านสี ความแรงของกลิ่นธัญพืช ความชอบด้านกลิ่น ความหนืดของอาหาร ความชอบด้านเนื้อสัมผัส และความยอมรับรวม พบว่า สูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบของลักษณะต่าง ๆ (ยกเว้นความเข้มสี ความแรงของกลิ่นธัญพืช และความหนืดของอาหาร) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อนำทั้ง 3 สูตรมาวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield-Synchro-Lectric Viscometer และเปรียบเทียบความหนืดกับอาหารพลังงานต่ำที่มีขายในท้องตลาด (Hidrolite Slim) พบว่า สูตรที่1 3 และ Hidrolite Slim ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในด้านต้นทุนการผลิต สูตรที่ 3 มีต้นการผลิตที่ต่ำที่สุด จึงเลือกนำสูตรที่ 3 มาทำการพัฒนาต่อ โดยการเปลี่ยนรำข้าวที่ใช้ในการผลิต ซึ่งมี 3 ชนิดด้วยกัน คือ รำข้าวขัดขาว รำข้าวขัดมัน และรำข้าวผ่านการเอ็กซ์ทรูด ใส่ในอาหารพลังงานต่ำ 9 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอาหาร ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อลักษณะความเข้มสี ความชอบด้านสี ความชอบ ด้านกลิ่น ความชอบด้านเนื้อสัมผัส และความยอมรับรวม พบว่า สูตรอาหารพลังงานต่ำที่ใช้รำข้าว แต่ละชนิดได้รับคะแนนความชอบต่อลักษณะต่าง ๆ (ยกเว้นความเข้มสี) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีโดยรวมแล้ว พบว่า มีปริมาณไม่แตกต่างกันมากนัก ยกเว้นในอาหารซึ่งรำข้าวขัดขาวจะมีปริมาณมากที่สุด คือ 22.9 เปอร์เซ็นต์ จึงเลือกนำสูตรอาหารพลังงานต่ำที่ใช้รำข้าวขัดขาวมาทำการพัฒนาต่อโดยการเติมกลิ่นรส คือ กลิ่นเนย ไก่ กุ้ง และปลาหมึก ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อลักษณะ ความชอบด้านสี ความแรงของกลิ่น รสชาติ ความชอบด้านเนื้อสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และความยอมรับรวม พบว่า การใช้สารให้กลิ่นรสทุกกลิ่นรสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เจนจิรา ชุมมาน
.....

ทิพย์วรรณ ลิตาภรณ์
.....

.....

.....

.....

.....

ลายเซ็นนักศึกษา **ลายเซ็นอาจารย์ที่ปรึกษา** **ลายเซ็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษ เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพลังงานต่ำนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาคอยแนะนำ ให้คำปรึกษาและดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างมาก รวมทั้งแก้ไขรายงานฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่คอยแนะนำ และช่วยให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ที่ให้กำลังทรัพย์และกำลังใจในการทำงานให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณ ยุ้ย แยม ที่คอยถามและเร่งให้ทำรายงานตลอดเป็นระยะ ๆ รวมทั้งเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจโดยตลอด

ขอขอบคุณในความอดทน และความมีน้ำใจของทุกท่าน และขอให้ผลบุญนี้จงคลบันดาลให้ทุกท่านและครอบครัวพบแต่ความสุขและความเจริญตลอดไป

เจนจิรา อุสมาน
ทิพย์วรรณ ลิตาภรณ์
3 พฤษภาคม 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้นำเสนอเกี่ยวกับแนวทางในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารพลังงานต่ำโดยนำธัญชาติที่มีอยู่ในประเทศ เช่น รำข้าว ข้าวกล้อง และข้าวโพด มาเป็นส่วนผสม ประกอบด้วยแนวทางวิธีการในการหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ และมีการเติมกลิ่นรสที่แตกต่างไปจากอาหารพลังงานต่ำที่มีขายอยู่ในท้องตลาด

หากรายงานฉบับนี้มีข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำกราบขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย และยินดีน้อมรับคำแนะนำเพื่อปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

คณะผู้จัดทำ

3 พฤษภาคม 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
คำนำ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาคผนวก	ช
สารบัญตารางภาคผนวก	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	2
2.1 โรคอ้วน	2
2.2 อาหารควบคุมน้ำหนัก	5
2.3 ใยอาหาร	6
2.4 รำข้าว	7
2.5 ข้าวกล้อง	10
2.6 ข้าวโพด	14
2.7 แอสปาร์แทม	15
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	17
3.1 วัตถุดิบ	17
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	17
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	18
บทที่ 4 ผลและการวิจารณ์ผลการทดลอง	20
4.1 การศึกษาสูตรอาหารพลังงานต่ำที่เหมาะสม	20
4.2 การศึกษาประเภทของรำข้าวที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำ	22
4.3 การศึกษาชนิดของกลิ่นรสที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำ	23
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	25
5.1 สรุปผลการทดลอง	25
5.2 ข้อเสนอแนะ	25
บรรณานุกรม	26
ภาคผนวก	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ความหมายของค่า BMI ที่คำนวณได้	2
2.2	ตารางแสดงส่วนประกอบของรำ	10
2.3	เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารระหว่างข้าวกล้องและข้าวขาวในข้าว 100 กรัม	13
2.4	องค์ประกอบทางโภชนะของข้าวโพด	15
3.1	แสดงอัตราส่วนของอาหารพลังงานต่ำสูตรต่างๆ	18
4.1	การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางกายภาพของอาหารพลังงานต่ำ 3 สูตรและ Hidrolite Slim	20
4.2	การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของอาหารพลังงานต่ำ 3 สูตร	21
4.3	การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของอาหารพลังงานต่ำที่ผสมรำข้าว 3 ประเภท	22
4.4	การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกลิ่นรสที่ผสมในอาหารพลังงานต่ำ	23
4.5	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของอาหารพลังงานต่ำเปรียบเทียบกับ HidroliteSlim	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

	หน้า
ภาคผนวก ก	28
ภาคผนวก ข	31
ภาคผนวก ค	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของปัจจัยด้านความเข้มสี	31
2	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของปัจจัยด้านความชอบด้านสี	32
3	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของปัจจัยด้านความแรงของกลิ่นธัญชาติ	33
4	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของปัจจัยด้านความชอบด้านกลิ่น	34
5	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของปัจจัยด้านความหนืดของอาหาร	35
6	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของปัจจัยด้านความชอบด้านเนื้อสัมผัส	36
7	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของปัจจัยด้านการยอมรับรวม	37
8	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาประเภทของรำข้าวที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านความเข้มสี	38
9	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาประเภทของรำข้าวที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านความชอบด้านสี	39
10	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาประเภทของรำข้าวที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านความชอบด้านกลิ่น	40
11	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาประเภทของรำข้าวที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านความชอบด้านเนื้อสัมผัส	41
12	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาประเภทของรำข้าวที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านการยอมรับรวม	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
13	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษากลิ่นรสที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านความชอบด้านสี	43
14	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษากลิ่นรสที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านความแรงของกลิ่น	44
15	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษากลิ่นรสที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านความชอบด้านกลิ่น	45
16	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษากลิ่นรสที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านรสชาติ	46
17	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษากลิ่นรสที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านความชอบด้านเนื้อสัมผัส	47
18	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษากลิ่นรสที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านการยอมรับรวม	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันคนจำนวนมากประสบปัญหาเกี่ยวกับน้ำหนักตัวที่เกินมาตรฐาน ซึ่งอาจจะเกิดจากความเปลี่ยนแปลงของสังคม การดำเนินชีวิตที่เร่งรีบ หรือขาดการออกกำลังกาย จึงได้มีผู้พยายามคิดค้นวิธีการต่างๆในการลดน้ำหนักตั้งแต่การควบคุมอาหาร การออกกำลังกาย การปรับเปลี่ยนบริโภคนิสัย การใช้ยา และการผ่าตัด

อาหารพลังงานต่ำ (low calorie food) เป็นทางเลือกหนึ่งที่ใช้ในการควบคุมอาหารเพื่อการลดน้ำหนักส่วนเกินแต่ไม่ได้รับความนิยมเท่าที่ควร เนื่องจากรสชาติยังไม่เป็นที่คุ้นเคยต่อผู้บริโภค จึงมีแนวคิดที่จะนำเอาธัญชาติที่สามารถหาได้ง่ายและเป็นที่รู้จักของคนไทยซึ่งได้แก่ รำข้าว ข้าวโพด และข้าวกล้องมาผลิตอาหารพลังงานต่ำ พร้อมทั้งมีการเติมกลิ่นรสให้เป็นที่คุ้นเคยกับคนไทย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสูตรอาหารพลังงานต่ำที่เหมาะสม
2. เพื่อศึกษาประเภทของรำข้าวที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำ
3. เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของกลิ่นรสที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 โรคอ้วน

อ้วนเป็นภาวะที่ร่างกายได้รับพลังงานและสารอาหารมากเกินความต้องการ และสะสมเก็บไว้ในรูปของไขมันมีผลทำให้ร่างกายมีน้ำหนักมากกว่าปกติ หรือเกินมาตรฐานเมื่อเทียบกับความสูงและอายุ ในอดีต อ้วนเป็นสัญลักษณ์ที่บ่งบอกถึงความเป็นผู้มีวัยสูงขึ้น มีอันจะกิน มีฐานะมั่งคั่ง มีเงินทอง ข้าทาสบริวารรับใช้ แต่ในปัจจุบัน อ้วนเป็นโรคอย่างหนึ่งเรียก "โรคอ้วน"

คนไทยในอดีตจะเห็นคนอ้วนเฉพาะผู้ที่อยู่ในวัยสูงอายุเท่านั้น เด็ก ๆ ทั้งวัยรุ่นหรือวัยทำงานพบได้น้อย แต่ปัจจุบันจะพบคนอ้วนมากขึ้นในทุกเพศทุกวัย ซึ่งอาจจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสังคม การดำเนินชีวิตที่เร่งรีบหรือขาดการออกกำลังกาย โดยเฉพาะเด็ก ๆ ที่มีการบริโภคอาหารตามสังคมนิยม และไม่เหมาะสมกับความต้องการของร่างกาย โรคอ้วนนับว่าเป็นสาเหตุของการเกิดโรคที่ไม่ติดต่อหลายโรคที่เป็นอันตรายต่อชีวิต

ทำอย่างไรจึงรู้ว่าอ้วน

โรคอ้วนไม่ได้เกิดขึ้นทันทีทันใด แต่เป็นความเปลี่ยนแปลงของร่างกายที่ค่อยเป็นค่อยไปและใช้เวลา กว่าจะรู้ตัวว่าอ้วนเวลาก็ผ่านไปแล้วไม่น้อยกว่า 5-10 ปี ดังนั้น เพื่อความไม่ประมาทหรือเกิดกรณีวัวหายแล้วล้อมคอก ควรให้ความสนใจและป้องกันไม่ให้เกิดโรคอ้วนแก่ตนเองหรือคนใกล้ชิด

ทางการแพทย์ได้กำหนดการสำรวจว่าอ้วนเกินไปหรือไม่ไว้หลายวิธี เช่น การใช้ตารางน้ำหนักตัวเทียบกับความสูง การวัดไขมันใต้ผิวหนัง และการหาค่าดัชนีความหนาของร่างกายหรือดัชนีมวลกาย (Body Mass Index-BMI) เป็นต้น แต่วิธีที่ง่าย สะดวกและนิยมใช้กันมากคือ การหาค่าดัชนีมวลกาย

$$\text{ดัชนีมวลกาย (BMI)} = \frac{\text{น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)}}{\text{ส่วนสูง (เมตร)}^2}$$

ตารางที่ 2.1 ความหมายของค่า BMI ที่คำนวณได้

ค่า BMI ที่ได้รับให้ความหมายที่แตกต่างกันคือ		
ต่ำกว่า	18.5 กก./ม^2	แสดงว่า ผอม น้ำหนักน้อย หรือขาดสารอาหาร
	18.5-24.9 กก./ม^2	แสดงว่า น้ำหนักอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน
	25.0-29.9 กก./ม^2	แสดงว่า น้ำหนักเกินมาตรฐาน
มากกว่า	30.0 กก./ม^2	แสดงว่า เป็นโรคอ้วน

ที่มา : รุจิรา, 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสำรวจร่างกายเช่นนี้ เป็นการเตือนให้รู้ว่าตนเองอยู่ในภาวะใด หากมีน้ำหนักมากเกินไปหรืออ้วน จะได้หาทางป้องกันหรือขจัดปัญหาเสียแต่เนิ่น ๆ เพื่อป้องกันการเกิดโรคแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นจากสาเหตุที่เป็นโรค

ข้อเสียของโรคอ้วน

โรคอ้วนมีข้อเสียหลายประการทั้งต่อเศรษฐกิจ สังคมและสุขภาพ เช่น

ด้านเศรษฐกิจ คนที่อ้วนส่วนมากต้องมีค่าใช้จ่ายในการดำรงชีวิตประจำวันสูงกว่าคนปกติทั่วไป ทั้งในด้านอาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่มและยารักษาโรค เพราะคนอ้วนมักกินอาหารมากกว่าคนทั่วไป ที่อยู่อาศัยต้องปลอดโปร่งอยู่สบาย เพราะคนอ้วนเป็นคนขี้ร้อน จึงอาจจะต้องใช้ทั้งพัดลมหรือเครื่องปรับอากาศเพื่อบรรเทาความร้อน เครื่องนุ่งห่มต้องใช้ปริมาณผ้าที่มากจึงจะปกปิดร่างกายได้มิดชิด และมักจะต้องมีความเจ็บป่วยที่ต้องพบแพทย์หรือใช้ยาเพื่อทำการรักษาบ่อย ทั้งหมดที่กล่าวมาจะกระทบกระเทือนต่อเศรษฐกิจของครอบครัวเป็นอย่างมาก

ด้านสังคม โดยทั่วไปสังคมชื่นชมคนที่มีรูปร่างสมส่วน แข็งแรง หน้าตาสดใสที่แสดงถึงความมีสุขภาพที่แข็งแรง แต่งกายได้สวยงาม น่าดู น่าชม ในขณะที่คนอ้วนมักจะถูกวิจารณ์ไปต่าง ๆ นานา เช่น ตุ่มต่อขา พะโล้และแต่งกายให้สวยงามได้ยาก ในการสมัครงานหรือหางานทำ นายจ้างหรือผู้คัดเลือกมักจะพิจารณารูปร่าง หน้าตาของผู้สมัครร่วมด้วย ดังนั้นคนอ้วนจึงอาจจะถูกปฏิเสธการรับเข้าทำงานได้ เพราะมีผลถึงประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานด้วย

ด้านสุขภาพ โรคอ้วนนับเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคที่ไม่ติดต่อหลายโรค เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ ภาวะไขมันสูงในเลือด โรคเกี่ยวกับกระดูกและข้อ เป็นต้น แต่ละโรคเป็นโรคเรื้อรังที่ต้องทำการรักษาเป็นเวลานานอย่างต่อเนื่อง ทำให้เป็นภาระแก่ครอบครัวทั้งในเรื่องให้การดูแลและค่าใช้จ่าย นอกจากนี้ยังเป็นสาเหตุของการตายก่อนวัยอันสมควรอีกด้วย

สาเหตุที่ทำให้เกิดโรคอ้วน

เมื่อทราบถึงข้อเสียของโรคอ้วนแล้ว ก็จำเป็นต้องทราบถึงสาเหตุที่ทำให้อ้วนด้วยว่ามีอะไรบ้าง เพื่อจะได้ป้องกันหรือหลีกเลี่ยงมิให้เกิดสาเหตุเช่นนั้นแก่ตนเอง ซึ่งสาเหตุที่ทำให้อ้วนได้แก่

1. *พันธุกรรม* มีข้อมูลทางการแพทย์แสดงให้ทราบว่า ในครอบครัวที่มีพ่อหรือแม่ที่อ้วน ลูกที่เกิดมามีโอกาสอ้วนได้ 80 เปอร์เซ็นต์ แต่ในครอบครัวปกติลูกมีโอกาสอ้วนได้เพียง 20 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ขึ้นอยู่กับการเลี้ยงดูลูกตั้งแต่เด็ก ๆ
2. *โรคที่เป็นอยู่* โรคบางโรคทำให้เกิดอาการหิวบ่อย กินอาหารได้มากและทำให้อ้วนได้ เช่น โรคที่เกี่ยวกับต่อมไร้ท่อ การมีเนื้องอกบริเวณต่อมหมวกไตหรือในสมอง เป็นต้น ถ้าโรคอ้วนเกิดจากสาเหตุดังกล่าว การพบแพทย์เพื่อทำการรักษาโรคที่เป็นอยู่จะช่วยลดน้ำหนักที่อ้วนลงมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. *ยาที่ใช้ในการรักษาโรค* ยาบางชนิดมีสารที่กระตุ้นให้เกิดความรู้สึกอยากกินอาหารและกินได้มากขึ้น ถ้าใช้ยานั้นในระยะเวลานาน ทำให้เกิดโรคอ้วนได้ เช่น ยารักษาโรคผิวหนังบางชนิด ยารักษาโรคกระดูก หรือยาคุมกำเนิด เป็นต้น
4. *เพศ* ระหว่างเพศชายและเพศหญิง เพศหญิงเป็นเพศที่อ้วนง่ายกว่าเพศชาย ซึ่งอาจเป็นเพราะกินเก่ง สามารถกินอาหารได้ตลอดเวลา ทั้งที่ทำกินเองหรือเสาะแสวงหาสิ่งที่ชอบ ที่ถูกใจมากิน และยังเป็นเพศที่ให้กำเนิดบุตร ทุกครั้งที่ตั้งครรภ์จะมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่า 8 – 10 กิโลกรัม ถ้าไม่สามารถลดน้ำหนักลงได้หลังคลอดก็ทำให้อ้วนได้
5. *อายุ* ทั้งเพศชายและเพศหญิงเมื่ออายุสูงขึ้นมักมีน้ำหนักตัวมากขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากสภาพความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น การทำงานที่ใช้แรงงานน้อยลง แต่การกินอาหารยังคงเหมือนเดิมและเท่าเดิม จึงเกิดการสะสมของพลังงานและสารอาหารที่เป็นส่วนเกินนั้นไว้และทำให้อ้วน
6. *สังคมและหน้าที่การทำงาน* ผู้ทำงานในตำแหน่งที่สูงขึ้น การออกสังคมในหน้าที่การทำงานมักจะมากขึ้น ทั้งในด้านการสังสรรค์ระหว่างเพื่อนร่วมงาน หรือกับผู้ที่เกี่ยวข้องกับผลประโยชน์ รวมถึงการประชุม การสัมมนาต่างๆ กิจกรรมต่างๆ เหล่านั้นมักมีการกินร่วมอยู่ด้วย จึงทำให้ได้รับพลังงานเพิ่มมากขึ้น ในระยะเวลานาน การสะสมเหล่านั้นก็กลายเป็นน้ำหนักตัวที่ทำให้มากเกินความต้องการได้
7. *จิตใจและอารมณ์* การแสดงออกในด้านจิตใจและอารมณ์ของคนแตกต่างกัน คนจำนวนไม่น้อยใช้การกินเป็นการแสดงออก เช่น ดีใจที่ได้เลื่อนตำแหน่ง ดีใจที่ดำเนินกิจการได้ดี ดีใจที่มีชีวิตรอดมาครบรอบวันเกิดได้ ฯลฯ ก็จัดเลี้ยงสังสรรค์ ซึ่งจะมีอาหารดี ๆ มากินมากมาย หรือบางคนอาจเสียใจไม่รู้ว่าจะแก้ไขอย่างไรก็ระบายออกด้วยการกิน สิ่งเหล่านี้ล้วนแล้วแต่เป็นการเพิ่มพลังงานให้แก่ร่างกายซึ่งจะทำให้อ้วนโดยไม่รู้ตัว
8. *การออกกำลังกาย* ร่างกายที่มีการเจริญเติบโต สมบูรณ์และแข็งแรง นอกจากต้องได้รับสารอาหารที่ถูกต้องและเหมาะสมแล้ว ยังต้องมีการออกกำลังกายร่วมด้วย การออกกำลังกายช่วยให้แข็งแรง ทั้งกล้ามเนื้อ กระดูก และส่วนต่างๆของร่างกาย ขณะเดียวกันเป็นการใช้พลังงานส่วนเกินที่ได้รับจากอาหารให้หมดไป ไม่เก็บสะสมไว้ ถ้าขาดการออกกำลังกายนอกจากทำให้ร่างกายไม่แข็งแรงเท่าที่ควรจะเป็นแล้ว ยังเป็นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดโรคได้อีกด้วย

เมื่อรู้จักโรคอ้วนรวมทั้งข้อเสียและสาเหตุที่ทำให้อ้วนแล้ว ทุกคนคงไม่อยากให้ตนเองอยู่ในภาวะของการเป็นโรคอ้วนเป็นแน่ เพราะจะเสี่ยงต่อการเกิดโรคที่ไม่ติดต่ออื่นๆตามมาอีกมากมาย สาเหตุที่ทำให้เกิดโรคดังกล่าว บางสาเหตุอาจแก้ไขไม่ได้ แต่สามารถชะลอการเกิดโรคได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บางสาเหตุสามารถป้องกันได้ด้วยตนเอง การลดน้ำหนักเป็นเรื่องที่จะกล่าวถึงในข้อต่อไป (รุจิรา, 2540)

2.2 อาหารควบคุมน้ำหนัก

อาหารควบคุมน้ำหนักสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ อาหารพลังงานต่ำ (low calorie diets) ซึ่งให้พลังงานต่อวันระหว่าง 10-20 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว หรือให้พลังงานประมาณ 800-1000 กิโลแคลอรี่ต่อวัน และอาหารพลังงานต่ำมาก (very low calorie diets) ซึ่งให้พลังงานต่อวันน้อยกว่า 10 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว หรือให้พลังงานน้อยกว่า 800 กิโลแคลอรี่ต่อวัน โดยทั่วไปอยู่ประมาณ 300-600 กิโลแคลอรี่ต่อวัน

Low calorie diets (LCD) เป็นอาหารที่ใช้กันกว้างขวางที่สุด แบ่งได้เป็นหลายกลุ่มย่อย กลุ่มที่สำคัญได้แก่ อาหารพลังงานต่ำที่ได้สมดุล (balanced low calorie diets) เป็นอาหารที่มีการกระจายตัวของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันเหมือนอาหารทั่วไปตามปกติ แต่ลดปริมาณลงทุกอย่าง ทำให้ผู้ปฏิบัติสามารถเลือกอาหารได้ง่ายและไม่ต้องใช้ความรู้ทางโภชนาการมากนัก diets reducing one or more nutrients เป็นอาหารซึ่งลดหรืองดสารอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งไป ที่ใช้กันมากได้แก่อาหารลดคาร์โบไฮเดรต ผลของการลดคาร์โบไฮเดรตทำให้ระดับอินซูลินลดลง มีผลให้โซเดียมถูกขับออกทางไตพร้อมกับขับน้ำออกจากร่างกายได้มากขึ้น จึงทำให้น้ำหนักตัวลดลงได้เร็ว แต่การจำกัดชนิดอาหารอย่างมากทำให้ผู้ปฏิบัติเบื่อเร็ว ซึ่งมีผลให้ไม่ยอมปฏิบัติตามเป็นเวลานาน แนวโน้มในปัจจุบันได้หันมาใช้อาหารที่มีกากใยอาหารหรือเสริมใยอาหารช่วยในการลดน้ำหนัก เนื่องจากมันให้พลังงานน้อยและอิ่มอยู่นาน (สุรัตน์, 2534) จึงได้มีการคิดค้นสูตรอาหารเหล่านี้ขึ้นตัวอย่างเช่น

เพลินใจ และคณะ (2538) ศึกษาสูตรอาหารเสริมประเภทใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ 5 สูตร โดยใช้วัตถุดิบประเภทธัญชาติถั่วต่าง ๆ และเมล็ดพืชเป็นส่วนประกอบ มีอัตราส่วนต่าง ๆ กัน ดังนี้ สูตรที่ 1 ประกอบด้วย ข้าวกล้อง:ถั่วเหลือง:งา:รำข้าว เท่ากับ 50:30:10:10 สูตรที่ 2 ประกอบด้วย ถั่วเขียว:เดือย:งา เท่ากับ 55:30:15 สูตรที่ 3 ประกอบด้วย ถั่วเขียว:วีทเจอร์ม:งา:รำข้าว:เมล็ดทานตะวัน เท่ากับ 50:15:15:10:10 สูตรที่ 4 ประกอบด้วย ข้าวโพด:ถั่วแดง:ข้าวกล้อง:งา 35:30:25:10 และสูตรที่ 5 ประกอบด้วย ข้าวกล้อง:ถั่วแดง:เมล็ดทานตะวัน:งา เท่ากับ 40:35:15:10 กรรมวิธีการเตรียมใช้เทคโนโลยีแบบง่าย ๆ คือ อบ คั่ว และบด ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อลักษะ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับ พบว่าสูตรที่ 4 ได้คะแนนความชอบของลักษณะต่าง ๆ ยกเว้นสีมากกว่าสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของอาหารเสริมทั้ง 5 สูตร คืออาหาร 100 กรัม ให้พลังงานระหว่าง 340-390 กิโลแคลอรี่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน และใยอาหารมีค่าอยู่ในช่วง 17.02-25.17 9.74-18.19 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14.49-25.99 กรัมตามลำดับ เคมิคอลสกอร์ของกรดอะมิโนจำเป็นต่อร่างกายในอาหารเสริมทุกสูตรมีค่ามากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ตามข้อแนะนำของ FAO/WHO

อาหารอีกกลุ่มหนึ่งในพวก LCD คือ อาหารเสริมต่างๆ (formula diets) ซึ่งมีขายอยู่แล้วในท้องตลาด คือ สูตรอาหารซึ่งคล้ายนม โดยให้ดื่มแทนมื้ออาหาร 1-3 มื้อ ตัวอย่างเช่น Hidrolite Slim ซึ่งให้พลังงาน 800-1000 กิโลแคลอรี่ต่อวัน (ประมาณ 220 กิโลแคลอรี่ต่อมื้อ) มีส่วนประกอบที่สำคัญโดยประมาณ ได้แก่ นมผงขาดมันเนย 45 เปอร์เซ็นต์ ข้าวโอ๊ต 41 เปอร์เซ็นต์ รำข้าว 9 เปอร์เซ็นต์ วิตามินและเกลือแร่ 4.4 เปอร์เซ็นต์ และแอสปาร์แทม 0.035 เปอร์เซ็นต์

2.3 ใยอาหาร

ใยอาหาร (dietary fiber) คือ เส้นใยหรือกากในพืชที่ทนต่อการย่อยของกรดและเอนไซม์ต่าง ๆ ที่หลั่งจากทางเดินอาหารของมนุษย์ ดังนั้นใยอาหารจะไม่ถูกย่อยโดยกระบวนการย่อยในร่างกาย ใยอาหารจะผ่านกระเพาะและลำไส้เล็ก โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ถูกดูดซึม ใยอาหารประกอบด้วยสารประกอบโครงสร้างที่เป็นโพลีแซกคาไรด์ (structural polysaccharides) เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส เพกติน กัมและมิวซิเลจส์ (mucilages) และสารประกอบที่มีโครงสร้างที่ไม่เป็นโพลีแซกคาไรด์ (structural nonpolysaccharides) เช่น ลิกนิน ใยอาหารแบ่งตามความสามารถในการละลายเป็น 2 ประเภท คือ ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (water insoluble) และใยอาหารที่ละลายน้ำ (water soluble)

ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน คิวติน และแวกซ์ (waxes) เส้นใยประเภทนี้จะช่วยลดอัตราการเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งลำไส้

ใยอาหารที่ละลายน้ำ ได้แก่ กัม มิวซิเลจส์ และเพกติน ด้วยคุณสมบัติที่ละลายน้ำได้ โดยสามารถรวมกับน้ำในปริมาณมาก เกิดการกระจายโครงสร้างที่อัดแน่น สามารถแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าได้ ทำให้สามารถลดน้ำตาลในเลือด ลดระดับโคเลสเตอรอล และขจัดพิษโลหะบางชนิดได้

ผลของใยอาหารในการป้องกัน และรักษาโรค

ใยอาหารช่วยระบบการย่อยตั้งแต่ที่ปาก การเคี้ยวอาหารจำพวกใยอาหารเป็นการกระตุ้นการไหลของน้ำลายและน้ำย่อยในกระเพาะอาหารจะเริ่มหลั่งออกมาด้วย เมื่ออาหารถูกกลืนใยอาหารจะดูดน้ำพองตัวขึ้น ใยอาหารที่ละลายน้ำได้ เช่น เพกติน และกัม จะช่วยให้อาหารในกระเพาะข้นเหนียวอันเป็นผลให้เกิดความรู้สึกอิ่ม ทำให้อาหารเคลื่อนตัวออกจากกระเพาะไปยังลำไส้ใหญ่ช้าลง ร่างกายมีเวลาที่จะดูดซึมเอาสิ่งที่ย่อยแล้วไปใช้ แต่ก็มีข้อเสียที่เกลือแร่ เช่น แคลเซียม และสังกะสีจะถูกรวมตัวกับใยอาหารและสูญเสียไป เซลลูโลส และใยอาหารอื่นๆ ที่ไม่ละลายน้ำจะไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อผ่านเข้าไปในลำไส้ แต่เพกตินและกัมจะเกิดการหมักโดยแบคทีเรียในลำไส้เกิดเป็นแก๊สและกรดไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใยอาหารได้รับความรับความสนใจมาก พบว่าใยอาหารอาจป้องกันบรรเทา และรักษาโรคต่างๆได้

โรคอ้วน อาหารที่มีใยอาหารสูงจะทำให้รู้สึกอิ่มเร็วและอิ่มทนกว่าอาหารที่มีใยอาหารน้อย และไม่ให้พลังงานสูง การเพิ่มใยอาหารอาจทำให้น้ำหนักตัวลดได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนอาหารที่เคยกินอยู่

โรคเบาหวาน สำหรับคนไข้โรคเบาหวานที่อ้วนและคนไข้ที่ต้องฉีดอินซูลินทุกวัน ปัจจุบันแพทย์ใช้ใยอาหารลดความอ้วนและลดการใช้อินซูลินลงได้มากหากกำหนดอาหารการกิน โดยให้กินใยอาหารและอาหารที่มีไขมันต่ำ สามารถลดความต้องการใช้อินซูลินลงได้ 25 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แล้วแต่ชนิดของเบาหวาน ทั้งนี้เข้าใจว่าใยอาหารช่วยชะลอเวลาของการปล่อยน้ำตาลเข้าไปในกระแสโลหิต ฉะนั้นจึงเป็นการป้องกันไม่ให้มีการใช้อินซูลินเป็นปริมาณมาก

ช่วยลดระดับไขมันในเลือด การกินอาหารที่มีใยอาหารมากจะช่วยลดไขมันในเลือดทั้งโคเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ ใยอาหารที่ช่วยลดระดับไขมันในเลือดได้มาก คือ ใยอาหารที่ละลายน้ำได้ เช่น ใยอาหารจากถั่ว ในคนไข้โรคเบาหวานที่มีไขมันในเลือดสูง อาหารที่มีใยอาหารมากรวมกับปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูง จะช่วยไขมันในเลือดลงได้ ในขณะที่อาหารที่มีใยอาหารน้อยและปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงจะเพิ่มปริมาณไขมันในเลือด (เรวดี, 2540)

2.4 รำข้าว

รำข้าว (rice bran) เป็นส่วนที่ได้จากการขัดสีเมล็ดข้าวที่ได้เอาเปลือกแข็งภายนอก (แกลบ) ออกแล้ว มีลักษณะเป็นผงละเอียดหรือเป็นแผ่นบาง ๆ สีเหลืองปนน้ำตาลอ่อน ๆ (อัจฉราวรรณ และคณะ , 2537) เป็นส่วนผสมของเยื่อหุ้มผล (pericarp) เยื่อหุ้มเมล็ด (tegmen) เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด (aleurone layer) คัพภะ (embryo) และผิวนอกของข้าวสาร รวมกันแล้วได้ประมาณ 8-10 เปอร์เซ็นต์ของข้าวเปลือก รำข้าวมีคุณค่าทางอาหารสูง เพราะมีสารที่มีประโยชน์มาก เช่น โปรตีน 10.6-13.4 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 10.1-22.4 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนอิสระ 38.7-44.3 เปอร์เซ็นต์ และวิตามินบี 0.544 เปอร์เซ็นต์ (กัญญา, 2543) รำข้าวนอกจากจะประกอบไปด้วยไขมัน โปรตีน วิตามิน และเกลือแร่ต่าง ๆ แล้ว ยังประกอบด้วยเอนไซม์และจุลินทรีย์ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้รำข้าวเกิดการเสื่อมเสีย เอนไซม์ที่สำคัญที่ทำให้รำข้าวเสื่อมเสียคุณภาพ คือ ไลเปส (lypase) ซึ่งทำให้เกิดการแยกสลายด้วยน้ำของไตรกลีเซอไรส์เป็นกลีเซอรอลกับกรดไขมัน จึงพบกรดไขมันในช่วง 5-10 เปอร์เซ็นต์ภายใน 1 วันหลังจากการสีข้าว ทำให้รำข้าวเสื่อมคุณภาพเร็วมาก (ทุติยาภรณ์, 2543) หลังจากการขัดสีข้าวกล้องแล้ว ควรนำรำข้าวที่ได้ไปยับยั้งเอนไซม์ไลเปสด้วยความร้อนที่อุณหภูมิสูงเวลาสั้น เพื่อทำให้รำข้าวมีความคงตัวและเหมาะสมสำหรับใช้ประกอบอาหารต่อไป สภาวะที่เหมาะสมในการทำงานของเอนไซม์ไลเปสคือ ความเป็นกรดด่าง 7.5-8.0 อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ควรยับยั้งเอนไซม์ด้วยการอบแห้งหรือนึ่งด้วยไอน้ำร้อน อุณหภูมิและเวลาในการยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะแตกต่างกัน เช่น เอนไซม์ ไลเปส I ต้องได้รับความร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที เอนไซม์ไลเปส II อุณหภูมิ 57 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที และเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที (กรรณิการ์, 2542)

รำข้าว (ผ่องพรรณ, 2509) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. *รำข้าวขาว* ได้จากการสีข้าวเปลือกโดยตรง โดยผ่านกรรมวิธีต่างๆ เช่น การสีข้าวเปลือกให้เปลือกหลุดออกมาเป็นข้าวกล้อง การขัดข้าวกล้อง และการขัดข้าวสาร เป็นต้น
2. *รำข้างนึ่ง* ได้มาจากกรรมวิธีพิเศษกว่าการทำรำข้าวขาว คือ ก่อนจะทำการสีต้องเอาข้าวเปลือกไปแช่น้ำเสียก่อนและนึ่งให้สุกโดยใช้ไอน้ำร้อน แล้วจึงนำไปตากแดดให้แห้ง ต่อจากนั้นจึงนำข้าวเปลือกที่นึ่งและตากแห้งนี้มาสีเช่นเดียวกับการสีข้าวเปลือกธรรมดา รำข้าวนึ่งมีสีคล้ำกว่ารำข้าวขาว และสามารถเก็บไว้ได้นานกว่ารำข้าวขาว

รำข้าวไม่ว่าจะเป็นรำข้าวขาว หรือรำข้าวนึ่งมี 2 ชนิด (นิยม, 2519) คือ

1. *รำหยาบหรือรำข้าวกล้อง* ได้จากการสีข้าวเปลือกให้เป็นข้าวกล้องในขั้นที่หนึ่งของการสีข้าว มีปลายข้าวละเอียดปนอยู่มากกว่ารำละเอียด และมีผงแกลบปนอยู่มากเห็นได้ชัดเจน
2. *รำละเอียดหรือรำข้าวขาว* ได้จากการสีข้าวกล้องให้เป็นข้าวสารในขั้นที่สองของการสีข้าว มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาว มีปลายข้าวละเอียดปนอยู่บ้างเล็กน้อย อาจมีผงแกลบติดอยู่บ้างแต่ไม่มากนัก

รำหยาบเป็นส่วนผสมของแกลบละเอียดกับเนื้อเยื่อชั้นนอกๆของข้าวกล้อง เป็นรำที่มีแกลบละเอียดปนอยู่บ้างจึงมีกาก (crude fiber) สูง ปริมาณของน้ำมันต่ำ รำละเอียดเป็นผลพลอยได้จากข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีปริมาณน้ำมันมาก จึงใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการสกัดน้ำมันด้วย (ทุติยาภรณ์, 2543)

รำข้าวเป็นแหล่งวิตามิน และเกลือแร่ โดยเฉพาะวิตามินบีคอมเพล็กซ์และวิตามินอี รำข้าวมีปริมาณเส้นใยอาหารสูงถึง 25-40 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ เส้นใยที่ละลายน้ำได้มีผลช่วยลดโคเลสเตอรอลในเลือด และช่วยทางด้านประสาทสัมผัส การเกิดเจล ความหนืด และสมบัติการเกิดอิมัลชั่น เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำทำหน้าที่เป็น bulking agent ในอาหาร จึงช่วยลดเวลาในการขับถ่ายของลำไส้ (กรรณิการ์, 2542)

การใช้ประโยชน์จากรำข้าว

1. *สกัดน้ำมัน* น้ำมันจากรำข้าวนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ในการบริโภค เพราะมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง นำไปใช้ในอุตสาหกรรมเนยเทียม สบู่ และกลีเซอรีน และยังสามารถนำไปทำสีผึ้งทาปากได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. *ใช้เป็นอาหารสัตว์* รำหยาบมีแกลบปนอยู่มาก จึงมีเส้นใย (crude fiber) สูง และรำละเอียดมีคุณค่าทางโภชนาการสูง คือ อุดมไปด้วยไขมัน โปรตีน วิตามินบี 1 จึงนิยมใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการเลี้ยงสัตว์
3. *การสกัดวิตามินบี 1* โดยใช้ได้ทั้งรำสด (full fat rice bran) และรำที่เหลือจากการสกัดน้ำมัน (defatted rice bran) กากที่เหลือยังมีวิตามินเหลืออยู่อีก 1 ส่วนใน 3 ส่วน แร่ธาตุต่าง ๆ และสารอาหารที่เหลืออยู่มีปริมาณใกล้เคียงกับที่มีอยู่เดิมก่อนการสกัดวิตามิน ทำให้สามารถนำไปใช้ผลิตเป็นอาหารสัตว์ได้อีก
4. *ใช้เป็นอาหาร* เนื่องจากรำข้าวมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีการใช้ในรูปรำข้าวไขมันเต็มและรำข้าวสกัดไขมัน น้ำมันรำข้าวและโปรตีนเข้มข้น
   - การใช้รำข้าวชนิดไขมันเต็ม ส่วนใหญ่ใช้ในรูปเครื่องดื่ม ใช้ในการหมักปลาและผักในประเทศญี่ปุ่น
   - การใช้รำข้าวชนิดสกัดไขมันออกแล้ว ใช้กันอย่างกว้างขวาง เช่น ในการเสริมโปรตีน ใช้เป็นตัวยึดเกาะ (binder) ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อและไส้กรอก หรือเป็นวัตถุดิบในการผลิต hydrolysate vegetable protein
   - การใช้รำข้าวชนิดไขมันเต็มและสกัดไขมันร่วมกัน ใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เช่น โดนัท แพนเค้ก มัฟฟิน วอฟเฟิล ขนมปัง และคุกกี้ เนื่องจากในการใช้ร่วมกันจะช่วยเพิ่มปริมาณโด (dough) ช่วยปรับปรุงปริมาณกรดอะมิโน วิตามินและเกลือแร่ในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่ม absorption capacity และเพิ่มลักษณะปรากฏและกลิ่นรสให้ดีขึ้นอีกด้วย ซึ่งได้มีการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากธัญชาติ เวเฟอร์ อีกด้วย
   - การใช้ในรูปโปรตีนเข้มข้น ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมปัง เครื่องดื่ม พาสต้า confectionery และอาหารสำหรับเด็ก

อย่างไรก็ตามเนื่องจากรำข้าวมีรสชาติขม (bitter) และหวานเล็กน้อย และรำข้าวมีกลิ่นหืน (rancid) และกลิ่นอับ (mustry) จึงเป็นข้อจำกัดประการหนึ่งในการใช้เพื่อเป็นส่วนประกอบของอาหาร ถึงแม้ว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูงก็ตาม ส่วนประกอบทางโภชนาการของรำข้าวแสดงดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงส่วนประกอบของรำ

ส่วนประกอบ	รำละเอียด (ขัดมัน)	รำหยาบ (ขัดขาว)	รำข้าวนึ่ง	รำข้าวที่สกัดน้ำมันแล้ว
ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	10.0	8.7	8.7	11.2
โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	11.9	7.4	12.5	17.6
น้ำมัน (เปอร์เซ็นต์)	18.0	3.7	20.9	8.3
คาร์โบไฮเดรต (เปอร์เซ็นต์)	44.7	41.9	40.6	39.9
กากที่เป็นเยื่อใย (เปอร์เซ็นต์)	7.1	22.9	8.06	10.6
เถ้า (เปอร์เซ็นต์)	8.3	14.5	8.23	12.4
แคลเซียม (มิลลิกรัม/100กรัม)	90	50	156	156
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/100กรัม)	1800	30	2300	2300

ที่มา : จิระภา, 2522

นอกจากนี้ยังมีสารประกอบอื่นที่สำคัญอีก คือ

วิตามินบี 1 (thiamin)	ประมาณ	0.0320	มิลลิกรัม/100กรัม
วิตามินบี 2 (riboflavin)	ประมาณ	0.0615	มิลลิกรัม/100กรัม
วิตามินอี (tocopherols)	ประมาณ	0.0780	มิลลิกรัม/100กรัม

(รุจิรา, 2508)

2.5 ข้าวกล้อง

ข้าวกล้อง คือ ข้าวที่สีเอาเปลือก (แกลบ) ออกโดยยังมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวอยู่ ซึ่งจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดนี้เป็นส่วนที่มีคุณค่าทางอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายมาก (ระรื่น, 2535)

โครงสร้างของข้าวกล้อง

1. เยื่อหุ้มผล ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้นด้วยกัน คือ ชั้นใน ชั้นกลาง และชั้นนอก มีลักษณะเป็นเส้นใย ผนังเซลล์ประกอบเซลลูโลสและแร่ธาตุต่าง ๆ
2. เยื่อหุ้มเมล็ด อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มผลที่เรียกว่ารำ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ชั้นเรียงกันเป็นแถว เป็นส่วนที่เก็บสารไขมัน
3. เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด อยู่ต่อจากเยื่อหุ้มเมล็ด ส่วนนี้ก็เป็นรำด้วยเช่นกัน ห่อหุ้มส่วนแป้งและจมูกข้าว เป็นแหล่งรวมสารโปรตีน นอกจากนี้ยังมีไขมันและแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ ด้วย
4. เนื้อแป้ง อยู่ชั้นในสุดของเมล็ดข้าว ประกอบด้วยแป้งที่ให้สารคาร์โบไฮเดรต และมีสารโปรตีนอยู่บ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. จมูกข้าว อยู่ติดกับส่วนที่เป็นแป้ง หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า คัพภะ ซึ่งจะเจริญเติบโตต่อไปเป็นต้นอ่อนอยู่ตอนล่าง ประกอบด้วยต้นอ่อน รากอ่อน อุดมด้วยสารโปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ และวิตามิน (นิรนาม, 2543)

ข้าวกล้อง หมายถึง เมล็ดข้าวเปลือกที่ผ่านการกะเทาะเอาเปลือก (แกลบ) ออกเท่านั้น มีส่วนประกอบดังนี้

เยื่อหุ้มผล	1-2	เปอร์เซ็นต์
เยื่อหุ้มเมล็ด+เยื่อหุ้มอลูโรน	4-6	เปอร์เซ็นต์
คัพภะ	2-3	เปอร์เซ็นต์
ส่วนที่เป็นข้าวสาร (ข้าวขาว)	89-94	เปอร์เซ็นต์

สีของข้าวกล้อง ในเมล็ดข้าว สีของข้าวกล้องจะแสดงออกที่เยื่อหุ้มผล ส่วนที่เป็นแป้งของข้าวแทบทุกชนิดมีสีขาวเสมอ ถึงแม้ข้าวกล้องจะเป็นสีอื่น ๆ ก็ตาม ข้าวกล้องมีสีต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ขาว แดง น้ำตาลเข้ม น้ำตาลเทา และสีม่วงถึงเกือบดำ ข้าวกล้องที่มีสีแดงและม่วง มีสารพวกเม็ดสีแอนโทไซยานิน (anthocyanin) อยู่ (เอกสงวน, 2542)

ข้าวกล้องให้สารคาร์โบไฮเดรตในรูปเชิงซ้อน ระบบการย่อยจะค่อย ๆ ย่อยจนเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานส่งไปให้เซลล์ต่าง ๆ ในร่างกายอย่างช้า ๆ ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดไม่สูง จึงช่วยป้องกันโรคเบาหวานได้

ข้าวกล้องมีเส้นใยอาหารที่เป็นประโยชน์มาก เมื่อรับประทานเข้าไปแล้วจะทำให้รู้สึกอิ่มนาน ทั้งยังช่วยระบบการทำงานของลำไส้ให้บีดตัวได้ดี ทำให้ขับถ่ายดี ไม่มีปัญหาเรื่องท้องผูก ลดอาการเป็นโรคริดสีดวงทวาร

เส้นใยอาหารยังช่วยลดการเป็นมะเร็งที่ลำไส้ใหญ่ได้ เนื่องจากช่วยดูดซับสารพิษที่เป็นตัวก่อมะเร็งให้ออกมากับอุจจาระได้อย่างรวดเร็ว สารพิษจึงมีโอกาสสัมผัสผิวลำไส้ได้น้อยลง

นอกจากนี้ เส้นใยอาหารยังลดการเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจ เพราะช่วยดูดซับและลดระดับไขมันในเลือด ลดระดับอินซูลินในเลือด ทำให้อาการโรคเบาหวานทุเลา และลดแรงดันของเลือด ทำให้ลดอาการของโรคความดันโลหิตสูง

สารโปรตีนในข้าวกล้องอยู่ในรูปกรดไขมัน ร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ทันที ส่วนข้าวที่ขัดสีจนขาวเป็นการทำให้โปรตีนหายไปถึงประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้ข้าวกล้องยังมีวิตามินและแร่ธาตุอย่างมากมาย ช่วยให้ระบบต่าง ๆ ของร่างกายทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ร่างกายจึงมีสุขภาพแข็งแรง ห่างไกลจากโรคภัย เมื่อรับประทานข้าวกล้องเป็นประจำทุกวัน (นิรนาม, 2543) โดยในข้าวกล้องจะมีวิตามินและเกลือแร่ เช่น

วิตามินบี 1 หรือเรียกอีกชื่อว่า ไทอามีน ช่วยป้องกันโรคเหน็บชา บำรุงประสาทและเนื้อเยื่อ

วิตามินบี 2 หรือ ไรโบฟลาวิน ช่วยป้องกันโรคปากนกกระจอก และช่วยสร้างเนื้อเยื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิตามินบี 2	หรือ ไรโบฟลาวิน ช่วยป้องกันโรคปากนกกระจอก และช่วยสร้างเนื้อเยื่อ
วิตามินบี 5	ป้องกันโรคเครียด บำรุงเส้นผม
วิตามินอี	ช่วยป้องกันไม่ให้ผิวหนังเหี่ยวย่น หลอดเลือดอุดตัน
ไนอาซีน	ช่วยรักษาสุขภาพผิวหนัง และบำรุงระบบประสาท
ฟอสฟอรัส	ช่วยสร้างและบำรุงกระดูกและฟันให้แข็งแรง
แคลเซียม	ช่วยสร้างและบำรุงกระดูกและฟันให้แข็งแรง
ทองแดง	สร้างเม็ดโลหิตและฮีโมโกลบิน
เหล็ก	ช่วยสร้างเม็ดเลือดแดง ป้องกันโรคโลหิตจาง
โพแทสเซียม	ช่วยบำรุงประสาทและเนื้อเยื่อ
แมกนีเซียม	บำรุงเลือดและเนื้อเยื่อ
กรดโฟลิค	สร้างเม็ดเลือดและเนื้อเยื่อ
โปรตีน	เสริมสร้างส่วนที่สึกหรอ
ไขมัน	ให้พลังงานแก่ร่างกาย (ไขมันในเมล็ดข้าวไม่มีโคเลสเตอรอล)
คาร์โบไฮเดรต	ให้พลังงานแก่ร่างกาย
กาก	ข้าวกล้องมีกากอาหารมากซึ่งจะทำให้ท้องไม่ผูกและช่วยป้องกันมะเร็งในลำไส้

และข้าวกล้องยังมีคุณค่าทางโภชนาการซึ่งประกอบด้วย

ความชื้น	11.3	เปอร์เซ็นต์
พลังงาน	359	กิโลแคลอรี่
โปรตีน	7.3	เปอร์เซ็นต์
ไขมัน	2.5	เปอร์เซ็นต์
คาร์โบไฮเดรต	76.9	เปอร์เซ็นต์
เส้นใย	1.0	เปอร์เซ็นต์
เถ้า	1.0	เปอร์เซ็นต์
วิตามินบี 1 (ไทอามีน)	0.41	มิลลิกรัม / 100 กรัม
วิตามินบี 2 (ไรโบฟลาวิน)	0.11	มิลลิกรัม / 100 กรัม
แคลเซียม	4.0	มิลลิกรัม / 100 กรัม
ฟอสฟอรัส	107.0	มิลลิกรัม / 100 กรัม (เอกสงวน, 2542)

เมื่อข้าวกล้องถูกขัดสีจนกลายเป็นข้าวขาวแล้วคุณค่าทางอาหารจะลดลง โดยคุณค่าทางอาหารของข้าวกล้องและข้าวขาวจะแสดงดังตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารระหว่างข้าวกล้องและข้าวขาวในข้าว 100 กรัม

สารอาหาร	หน่วย	ข้าวกล้อง	ข้าวขาว	ข้าวกล้องจะมีสารอาหารมากกว่าข้าวขาว (เปอร์เซ็นต์)
โปรตีน	กรัม	7.60	6.40	19
วิตามินบีรวม				
บี (B1Thaiamine)	มิลลิกรัม	0.34	0.07	385
บี(B2 Ribofiavin)	มิลลิกรัม	0.05	0.03	66
ไนอาซีน(Niacin)	มิลลิกรัม	0.62	0.11	463
กรดแพนโธเธนิค (Pantothenic acid)	มิลลิกรัม	1.50	0.22	581
กรดโฟลิค (Folic acid)	ไมโครกรัม	20.00	3.60	455
เกลือแร่				
เหล็ก	มิลลิกรัม	1.6	0.8	100
แคลเซียม	มิลลิกรัม	32.0	24.0	33
แมกนีเซียม	มิลลิกรัม	52.0	14.0	271
แมงกานีส	มิลลิกรัม	1.5	0.9	67
สังกะสี	มิลลิกรัม	1.9	1.5	27
โคบอลท์	ไมโครกรัม	4.2	0.9	367
ทองแดง	ไมโครกรัม	360.0	230.0	57
ซิลีเนียม	ไมโครกรัม	38.8	31.8	22
ไอโอดีน	ไมโครกรัม	2.2	2.0	10

ที่มา : ระรื่น, 2535

ชนิดของข้าวกล้อง

ข้าวกล้องมี 2 ประเภท คือ ข้าวกล้องข้าวเจ้า เช่น ข้าวกล้องหอมมะลิ ข้าวกล้องสามพันธุ์ ข้าวกล้องข้าวหอมแดงหรือที่เรียกกันว่า ข้าวมันปู เป็นต้น อีกประเภทหนึ่ง คือ ข้าวกล้องข้าวเหนียวหรือที่เรียกกันว่า ข้าวเหนียวก่ำนั่นเอง

การเลือกซื้อ

ข้าวกล้องที่วางขายในปัจจุบันนี้มักเป็นชนิดที่ผ่านการขัดสีมาเล็กน้อย เพื่อช่วยให้ข้าวกล้องที่หุงสุกมีความนุ่มอร่อยมากขึ้น ส่วนข้าวกล้องที่กระเทาะเอาเพียงเปลือกที่เป็นแกลบออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยไม่ขัดสีเลยเป็นข้าวกล้อง 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสุกแล้วเวลาเคี้ยวจะกรุบ นุ่มเล็กน้อย มีคุณค่าทางอาหารสูง และราคาถูกกว่า

การรับประทานข้าวกล้องให้ได้สารอาหารที่มีประโยชน์อย่างเต็มที่ ต้องเลือกซื้อข้าวกล้อง 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. *เมล็ดข้าวรูปยาวรีเต็มเมล็ด* ไม่เว้าแหว่ง แสดงว่าส่วนจมูกข้าวที่มีประโยชน์ไม่ได้หายไปพร้อมกับการกระเทาะข้าว
2. *เมล็ดข้าวมีสีน้ำตาลอ่อน ๆ* แสดงว่าส่วนที่เป็นเยื่อหุ้มเมล็ดยังคงอยู่ (นิรนาม, 2543)

2.6 ข้าวโพด

1. รูปพรรณสัณฐาน

ข้าวโพดเป็นพืชฤดูเดียวตัดใช้ประโยชน์ได้เพียงครั้งเดียว ต้นที่ถูกตัดจะไม่งอกขึ้นมาใหม่ ลำต้นตั้งตรง ใบเรียวยาว

2. แหล่งที่ปลูก

พบได้ทั่วไปในทุกภาคของประเทศ เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกเพื่อขายเมล็ด และบางฟาร์มปลูกเพื่อเป็นข้าวโพดฝักอ่อน ในส่วนของการตัดสดและทำหญ้าหมักมีเฉพาะในฟาร์มที่เลี้ยงโคนมบางฟาร์มเท่านั้น

3. การปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม

ข้าวโพดปรับตัวได้ดีในบริเวณที่มีอุณหภูมิ ระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส โดยฝนตกเฉลี่ย 2,500 มิลลิเมตร ชอบดินที่มีการระบายน้ำดี น้ำไม่ท่วมขัง หน้าดินควรลึกพอเหมาะกับรากข้าวโพด และมีความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดินควรเป็นดินร่วนถึงดินเหนียว มีค่าความเป็นกรดด่าง 6.0-7.0 อย่างไรก็ตามดินที่ค่อนข้างเป็นกรด (ความเป็นกรดด่าง 5) หรือด่างเล็กน้อย (ความเป็นกรดด่าง 8) ก็สามารถขึ้นได้ ถ้าหากมีการให้อาหารเสริมอย่างเพียงพอ (ธิปไตย, 2541)

คุณค่าทางโภชนะของข้าวโพด

ข้าวโพดจัดเป็นอาหารหลักหรืออาหารที่มีพลังงานที่มีคุณค่าทางอาหารสูงและมีความน่ากินมากกว่าเมล็ดธัญพืชชนิดอื่นๆ มีแป้งประกอบอยู่ประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ ข้าวโพดมีไขมันเฉลี่ย 3.5 เปอร์เซ็นต์ มีเยื่อใยต่ำโดยเฉลี่ย 2 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นคุณค่าทางโภชนะของข้าวโพดยังประกอบไปด้วยสารสี Xanthophylls ซึ่งเป็น provitamin A carotene และวิตามินบางชนิด ได้แก่ วิตามิน บี และดี ในปริมาณต่ำ และมีวิตามินอีอยู่บ้างพอควร ซึ่งองค์ประกอบทางโภชนะของข้าวโพดได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.4 (ประเพียร, 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบทางโภชนะของข้าวโพด

	องค์ประกอบทางโภชนะ(เปอร์เซ็นต์)							
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	NFE	Ca	P
1	14.30	11.70	3.80	2.30	2.40	-	-	-
2	12.72	8.18	3.59	1.94	1.51	-	-	-
3	12.56	8.71	4.13	1.71	1.29	71.60	0.01	0.26
4	-	8.50	3.80	2.00	1.10	-	0.03	0.27
5	9.12	9.19	3.46	1.45	1.57	74.91	0.31	0.23
6	10.40	8.00	4.00	4.50	2.50	70.70	-	-
7	-	8.90	4.40	5.00	2.80	78.90	-	-
8	10.52	9.10	5.40	2.47	1.64	81.39	0.01	0.30
9	10.31	8.10	4.00	1.79	1.44	74.35	0.1057	0.2266

ที่มา : ประเพียร, 2542

2.7 แอสปาร์แทม

ถูกค้นพบโดยบังเอิญจากการสังเคราะห์สารที่ใช้ในการรักษาโรคแผลในกระเพาะอาหาร เมื่อเดือนธันวาคม ปี 1965 มีชื่อทางการค้าว่า Nutra sweet (Nutra Sweet Group, G.D. Seatle & Koleie, III) และเป็นสารประกอบ dipeptide ระหว่างกรดอะมิโน 2 ตัว คือ L-aspartic acid กับ L-phenylalanine ซึ่งเป็น essential amino ที่เกิด acid methyl ester ลักษณะทั่วไปจะเป็นผงผลึกสีขาว และไม่มีกลิ่น

คุณสมบัติ (Characteristics)

ก. ความหวาน (Sweetness)

แอสปาร์แทมจะมีความหวานประมาณ 180-200 เท่าของซูโครส และเป็น nutritive food จะใช้ในปริมาณน้อยเพื่อให้ได้ความหวานตามต้องการโดยที่ไม่ให้พลังงานเลย

ข. ความสามารถในการละลาย (Solubility)

ความสามารถในการละลายจะขึ้นอยู่กับ ความเป็นกรดด่าง และอุณหภูมิ โดยจะละลายได้มากที่สุดที่ ความเป็นกรดด่าง 2.2 และละลายได้น้อยที่สุดที่ isoelectric point ของมันคือที่ความเป็นกรดด่าง 5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. *สภาพเสถียร* (Stability)

อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง และความชื้น เป็นปัจจัยต่อสภาพเสถียรของแอสปาร์แทม ถ้าให้ความร้อนมากขึ้นหรือนานขึ้น แอสปาร์แทมจะเกิดการสลายตัว ซึ่งไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ในการทำขนมอบ หรือกระบวนการ retort

ส่วนสภพเสถียรของสารละลายแอสปาร์แทม จะขึ้นกับอุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง และเวลา โดยความเป็นกรดด่างในช่วง 3-5 ซึ่งเป็นลักษณะของอาหารส่วนใหญ่จะเสถียรที่สุด และความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมคือ 4.3 แต่ที่ความเป็นกรดด่าง 4.3 หรือต่ำกว่านี้ dipeptide จะเกิดการย่อยสลาย (hydrolysis) และถ้าความเป็นกรดด่างสูงกว่า 5.0 จะเกิดจับกันเป็นวงได้เป็น diketopiperzine (DKP)

ง. *พลังงาน* (caloric value)

แอสปาร์แทมเป็นโปรตีนเมื่อเผาผลาญจะให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี่/กรัม

จ. *สภาพเสถียรทางจุลวิทยา* (microbiological Stability)

ทาง American Dental Association ก็ได้กล่าวถึง แอสปาร์แทม ว่าแอสปาร์แทมไม่ทำให้ฟันผุ

ฉ. *สารเพิ่มกลิ่นรส* (Flavor enhancer and extender)

แอสปาร์แทมเป็นสารช่วยทำให้กลิ่นรสดีขึ้น โดยเฉพาะน้ำผลไม้ที่เป็นกรดสูง เช่น น้ำส้มชนิดต่าง ๆ น้ำมะนาว และน้ำองุ่น ปรากฏการณ์นี้จะให้ผลดีกับน้ำผลไม้แท้มากกว่าน้ำผลไม้ที่เติมกลิ่นรสสังเคราะห์ ถ้าใช้แอสปาร์แทมกับโกโก้จะทำให้เกิดรสขมมากขึ้น (ไพบูลย์, 2532)

ช. *การเผาผลาญ* (Metabolism)

แอสปาร์แทมจะถูกเผาผลาญในกระบวนการเดียวกับโปรตีนซึ่งจะให้ phenylalanine aspartic acid และ methanol ออกมา เนื่องจาก phenylalanine aspartic acid บางส่วนนำไปเผาผลาญไม่ได้ ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องมีลักษณะโครงสร้างที่เหมาะสม

phenylalanine aspartic acid ที่เกิดขึ้นระหว่างการเผาผลาญ จะเกี่ยวข้องกับสาร phenyketonurea (PKU) การทดสอบมีหลักฐานที่แสดงว่าแอสปาร์แทมไม่มีอันตรายและบริโภคได้ปลอดภัยเหมือนโปรตีนอื่น ๆ ในปี ค.ศ. 1974 ได้มีการปิดฉลากเพื่อแสดงว่าแอสปาร์แทมประกอบด้วยโปรตีน และในเดือนกรกฎาคม ค.ศ. 1985 ทาง American Medical Association Council on Scientific Affairs ได้ยืนยันว่า คนปกติจะบริโภคแอสปาร์แทมได้อย่างปลอดภัย และไม่มีอันตรายร้ายแรงต่อสุขภาพด้วย (กล้าณรงค์, 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

1. รำข้าวขัดขาว รำข้าวขัดมัน และรำข้าวผ่านการเอ็กซ์ทรูด ได้รับจากบริษัท ซีพี จำกัด อยู่ในรูปของ รำข้าวอบแห้งพร้อมนำไปใช้ประโยชน์
2. ข้าวกล้องหอมมะลิ ซื้อจากตลาดบางกะปิ
3. ข้าวโพดหวาน ซื้อจากตลาดบางกะปิ
4. นมผงขาดมันเนย ยี่ห้อมิชชั่น
5. แอสปาร์แทม ได้รับจากบริษัท รามาโปรดักชั่น จำกัด
6. กลิ่นไก่เนย ได้รับจากบริษัท รามาโปรดักชั่น จำกัด
7. กลิ่นไก่ กลิ่นกุ้ง และกลิ่นปลาหมึก ได้รับจากบริษัท อดินพ จำกัด

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ตู้อบลมร้อน (Tray Dryer)
2. เครื่องบด Retsch ZM 1000 Type DR 1000/15-40
3. เครื่องชั่งหยาบ Sartorius BP 31005
4. เครื่องชั่งละเอียด Sartorius BP 2215
5. เครื่องปั่น (Blender) ยี่ห้อ Philips
6. ตู้อบ (Hot Air Oven)
7. เครื่องย่อยโปรตีน Buchi – Kjeldahl – Systems
8. เครื่องสกัดไขมัน Soxtherm Automatic Extraction Unit
9. Buchner funnel
10. Digestion flask
11. Aluminium Can
12. Desicator
13. Thimble
14. Tong
15. Crucible
16. ชุดทดสอบทางประสาทสัมผัส ถ้วยกาแฟสีขาว ช้อนสีขาว และแก้วน้ำ
17. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96819

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

1. *ข้าวกล้องหอมมะลิ*

นำข้าวกล้องมาทำความสะอาดเพื่อขจัดสิ่งปนเปื้อนในขั้นต้น หุงให้สุก จากนั้นนำมาอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (Tray Dryer) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนแห้งและมีความชื้นไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์ นำไปคั่วให้มีสีเหลืองและกลิ่นหอม แล้วบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องบด Retsch ZM 1000 Type DR 1000/15-40

2. *ข้าวโพดหวาน*

นำข้าวโพดมาต้มให้สุก จากนั้นนำมาหั่นให้เป็นแผ่นบางๆ และนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (Tray Dryer) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนแห้งและมีความชื้นไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์ แล้วบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องบด Retsch ZM 1000 Type DR 1000/15-40

3.3.2 การคัดเลือกสูตรอาหารพลังงานต่ำที่เหมาะสม

ทำการคัดเลือกสูตรเพื่อนำมาทำผลิตภัณฑ์ โดยการอ้างอิงผลิตภัณฑ์อาหารพลังงานต่ำที่มีขายอยู่ในท้องตลาด แล้วนำส่วนผสมมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ ทำการทดลอง 3 สูตร โดยทั้ง 3 สูตร มีส่วนผสมที่เหมือนกัน และอัตราส่วนเท่ากัน คือ นมผงขาดมันเนย 45 เปอร์เซ็นต์ รำข้าวขัดขาว 9 เปอร์เซ็นต์ แอสปาร์แทม 0.035 เปอร์เซ็นต์ วิตามินและเกลือแร่ 4.4 เปอร์เซ็นต์ ต่างกันที่ สูตรที่1 มีข้าวโพด 41 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 2 มีข้าวกล้องคั่ว 41 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ 3 มีทั้งข้าวโพด 20.5 เปอร์เซ็นต์ และข้าวกล้องคั่ว 20.5 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงอัตราส่วนของอาหารพลังงานต่ำสูตรต่างๆ

ส่วนผสม	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์)		
	สูตร 1*	สูตร 2*	สูตร 3*
นมผงขาดมันเนย	45	45	45
รำข้าวขัดขาว	9	9	9
ข้าวโพด	41	-	20.5
ข้าวกล้องคั่ว	-	41	20.5
แอสปาร์แทม	0.035	0.035	0.035
วิตามินและเกลือแร่	4.4	4.4	4.4

หมายเหตุ : * ดัดแปลงจากสูตรอาหารควบคุมน้ำหนักยี่ห้อ Hidrolite Slim

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาตรวจสอบวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพด้วยวิธีการวัดความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืด เพื่อนำค่าที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับค่าความหนืดของอาหารพลังงานต่ำที่มีขายอยู่ในท้องตลาด (Hidrolite Slim) วิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลทางสถิติด้วยแผนการทดลอง Complete Randomized Design (CRD) และทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเข้มสี ความชอบด้านสี ความแรงของกลิ่นธัญพืช ความชอบด้านกลิ่น ความหนืดของอาหาร ความชอบด้านเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยนำมาชงแบบอาหารพลังงานต่ำ แล้วทดสอบโดยใช้ Hedonic Scale และ Scoring Test (ระดับสเกล 5) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทดสอบ 2 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS Version 7.5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อคัดเลือกสูตรอาหารพลังงานต่ำที่เหมาะสม

3.3.3 การคัดเลือกประเภทของรำข้าวที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำ

นำสูตรที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อ 3.3.2 มาทำการทดลองเปลี่ยนส่วนผสม จากรำข้าวขัดขาวเป็นรำข้าวผ่านการเอ็กซ์ทรูด และรำข้าวขัดไขมัน นำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความเข้มสี ความชอบด้านสี ความชอบด้านกลิ่น ความชอบด้านเนื้อสัมผัส และความยอมรับโดยรวม แล้วทดสอบโดยใช้ Hedonic Scale และ Scoring Test (ระดับสเกล 5) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทดสอบ 2 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเช่นเดียวกับข้อ 3.3.2

3.3.4 การคัดเลือกกลิ่นรสที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังต่ำ

นำสูตรที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อ 3.3.3 มาทดลองเติมกลิ่น เนย ไก่ ปลาหมึก และกุ้งในปริมาณที่ฉลากแนะนำให้ใช้ และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านความชอบด้านสี ความแรงของกลิ่น ความชอบด้านกลิ่น รสชาติ ความชอบด้านเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยใช้ Hedonic Scale และ Scoring Test (ระดับสเกล 5) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทดสอบ 2 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเช่นเดียวกับข้อ 3.3.2 เพื่อคัดเลือกกลิ่นรสที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำ คือสูตรที่ได้รับคะแนนและการยอมรับมากที่สุด จากนั้นนำผลิตภัณฑ์อาหารพลังงานต่ำที่ได้ไปทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร และเถ้า โดยวิธี AOAC (1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลและการวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาสูตรอาหารพลังงานต่ำที่เหมาะสม

จากการทดลองเพื่อหาสูตรอาหารพลังงานต่ำที่เหมาะสม โดยการอ้างอิงผลิตภัณฑ์อาหารพลังงานต่ำที่มีขายอยู่ในท้องตลาด นำส่วนผสมมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์จำนวน 3 สูตร ดังรายละเอียดในวิธีการทดลองหัวข้อ 3.1.2 เมื่อนำอาหารพลังงานต่ำมาตรวจสอบวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพโดยการวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield-Synchro-Lectric Viscometer เปรียบเทียบกับอาหารพลังงานต่ำจากท้องตลาด จะได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางกายภาพของอาหารพลังงานต่ำ 3 สูตรและ Hidrolite Slim

สูตร	ความหนืด
1	113.8667[b]
2	3155.600[a]
3	324.4000[b]
Hidrolite Slim	275.3333[b]

หมายเหตุ : a b ข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันใช้ตัวอักษรต่างกัน หมายถึง ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

พบว่า ความหนืดของอาหารสูตรที่ 1 3 และ Hidrolite Slim ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เมื่อนำอาหารพลังงานต่ำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของอาหารพลังงานต่ำ 3 สูตร

สูตร	ความเข้มสี	ความชอบด้านสี	ความแรงของกลิ่นธัญชาติ	ความชอบด้านกลิ่น	ความหนืดของอาหาร	ความชอบด้านเนื้อสัมผัส	ความยอมรับรวม (ความชอบ)
1	3.79 ± 0.59^{a}	3.41 ± 0.74^{a}	3.54 ± 0.51^{a}	3.61 ± 0.79^{a}	2.67 ± 0.67^{c}	3.32 ± 0.79^{a}	3.55 ± 0.61^{a}
2	2.29 ± 0.51^{c}	2.82 ± 0.90^{b}	3.36 ± 0.71^{ab}	2.86 ± 0.80^{b}	3.77 ± 0.71^{a}	2.48 ± 0.90^{b}	2.57 ± 0.80^{b}
3	3.27 ± 0.57^{b}	3.73 ± 0.48^{a}	3.26 ± 0.54^{b}	3.52 ± 0.61^{a}	3.26 ± 0.80^{b}	3.05 ± 0.63^{a}	3.25 ± 0.66^{a}

หมายเหตุ : a,b,c ข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันใช้ตัวอักษรต่างกันหมายถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

พบว่าสูตรของอาหารพลังงานต่ำที่ต่างกันมีผลทำให้ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ทดสอบทุกลักษณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าสูตรที่ 1 ซึ่งมีส่วนผสมของข้าวโพดมากกว่าสูตรอื่น จะมีความเข้มสีมากที่สุด ความแรงของกลิ่นธัญชาติสูตรที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกับสูตรที่ 1 และ 3 ด้านความชอบด้านสีและความชอบด้านกลิ่นสูตรที่ 1 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อวิเคราะห์ผลในส่วนของความหนืดและความชอบด้านเนื้อสัมผัส พบว่า สูตรที่ 2 มีความหนืดมากที่สุด เนื้อสัมผัสที่ได้มีลักษณะที่ข้นมาก ผู้ทดสอบจึงไม่ชอบ ส่วนสูตรที่ 1 และ 3 มีความหนืดน้อยกว่าจึงได้การยอมรับของผู้ทดสอบดีกว่าสูตร 2

และจากการยอมรับรวมทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบจะเห็นได้ว่าสูตรที่ 1 และ 3 ไม่แตกต่างกัน จึงนำทั้ง 2 สูตรนี้มาวิเคราะห์ด้านต้นทุน พบว่า จากการเตรียมวัตถุดิบ ข้าวโพด 1000 กรัม ราคา 15 บาท นำไปบดแล้วอบได้แป้งข้าวโพด 130 กรัม ข้าวกล้อง 1000 กรัม ราคา 19 บาท นำไปอบ คั่ว แล้วบด ได้แป้งข้าวกล้อง 500 กรัม โดยสูตรที่ 1 จะใช้ข้าวโพดเป็นส่วนผสม 41 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 3 ใช้ข้าวโพดเป็นส่วนผสม 20.5 เปอร์เซ็นต์ และข้าวกล้อง 20.5 เปอร์เซ็นต์ ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสแต่ละครั้งจะใช้อาหารพลังงานต่ำปริมาณ 30 กรัมต่อผู้ทดสอบ 1 คน เมื่อคำนวณต้นทุนในส่วนของข้าวโพดและข้าวกล้อง สูตรที่ 1 จะมีต้นทุน 1.41 บาทต่อผู้ทดสอบ 1 คน ส่วนสูตรที่ 3 จะมีต้นทุน 0.94 บาทต่อผู้ทดสอบ 1 คน ดังนั้น สูตรที่ 3 จึงเหมาะสมที่สุดในการที่จะนำมาพัฒนาต่อไป เพราะมีต้นทุนต่ำกว่าสูตรที่ 1 และการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบด้านสี ความชอบด้านกลิ่น ความชอบด้านเนื้อสัมผัส และความยอมรับรวมของทั้ง 2 สูตรไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ราชบุรี

4.2 การศึกษาประเภทของรำข้าวที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำ

นำสูตรที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อ 4.1 คือ สูตรที่ 3 มาทำการทดลองเพื่อหาประเภทของรำข้าวที่เหมาะสมที่ผสมในอาหารพลังงานต่ำ โดยใช้ รำข้าวที่แตกต่างกัน 3 ประเภทคือ รำข้าวขัดขาว รำข้าวขัดมัน และรำข้าวผ่านการเอ็กซ์ทรูด เมื่อนำอาหารพลังงานต่ำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของอาหารพลังงานต่ำที่ผสมรำข้าว 3 ประเภท

ชนิดของรำข้าว	ความเข้มสี	ความชอบด้านสี	ความชอบด้านกลิ่น^{ns}	ความชอบด้านเนื้อสัมผัส^{ns}	ความยอมรับรวม (ความชอบ)^{ns}
รำข้าวขัดขาว	3.00±0.49^{b}	3.52±0.63^{b}	3.33±0.53	3.12±0.71	3.28±0.65
รำข้าวขัดมัน	3.34±0.43^{a}	3.79±0.43^{a}	3.28±0.61	2.95±0.66	3.08±0.60
รำข้าวผ่านการเอ็กซ์ทรูด	3.44±0.48^{a}	3.70±0.69^{ab}	3.33±0.51	3.04±1.06	3.29±0.76

หมายเหตุ : a b c ข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันใช้ตัวอักษรต่างกันหมายถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

พบว่าการใช้ประเภทของรำข้าวที่แตกต่างกันไม่มีผลทำให้ความชอบด้านกลิ่น ความชอบด้านเนื้อสัมผัส และความยอมรับรวมของอาหารพลังงานต่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่จะทำให้ความเข้มสีและความชอบด้านสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าด้านความเข้มสีของอาหารพลังงานต่ำที่ผสมรำข้าวขัดมันและรำข้าวผ่านการเอ็กซ์ทรูด ไม่มีความแตกต่างกัน ความชอบด้านสีของอาหารพลังงานต่ำที่ผสมรำข้าวผ่านการเอ็กซ์ทรูดไม่มีความแตกต่างกับอาหารพลังงานต่ำที่ผสมรำข้าวขัดมันและอาหารพลังงานต่ำที่ผสมรำข้าวขัดขาว

เนื่องจากการทดลองนี้มุ่งที่จะศึกษาประเภทของรำข้าวที่เหมาะสมในการผสมในอาหารพลังงานต่ำ และจากการยอมรับรวมทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบจะเห็นได้ว่า อาหารพลังงานต่ำที่ผสมต่างกันรำข้าว 3 ชนิดไม่แตกต่างกัน จึงทำการการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวทั้ง 3 ชนิด จากจิระภา (2522) รำข้าวขัดมันจะมีปริมาณโปรตีน 11.9 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 18.0 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 44.7 เปอร์เซ็นต์ และกากที่เป็นเยื่อใย 7.1 เปอร์เซ็นต์ รำข้าวขัดขาวมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณโปรตีน 7.4 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 3.7 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 41.9 เปอร์เซ็นต์ และกากที่เป็นเยื่อใย 22.9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนรำข้าวเอ็กซ์ทรูดได้จากการนำรำข้าวขัดขาวไปผ่านการเอ็กซ์ทรูดจึงสรุปว่าองค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวเอ็กซ์ทรูดไม่ต่างจากรำข้าวขัดขาวมากนัก จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตของรำข้าวขัดขาวและรำข้าวขัดมันไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ปริมาณไขมันของรำข้าวขัดมันจะมากกว่ารำข้าวขัดขาว และปริมาณใยอาหารของรำข้าวขัดขาวมากกว่ารำข้าวขัดมัน ดังนั้นควรใช้รำข้าวขัดขาวในการผสมในอาหารพลังงานต่ำ เพราะมีปริมาณใยอาหารมากกว่า และปริมาณไขมันน้อยกว่ารำข้าวขัดมัน

4.3 การศึกษาชนิดของกลิ่นรสที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำ

นำสูตรที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อ 4.2 คือ สูตรที่ผสมรำข้าวขัดขาวมาทำการทดลองเพื่อหาชนิดของกลิ่นรสที่เหมาะสมที่ผสมในอาหารพลังงานต่ำ โดยใช้กลิ่นรสที่แตกต่างกัน 4 กลิ่นคือ กลิ่นเนย กลิ่นกุ้ง กลิ่นไก่ และกลิ่นปลาหมึก เมื่อนำอาหารพลังงานต่ำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกลิ่นรสที่ผสมในอาหารพลังงานต่ำ

กลิ่น	ความชอบด้านสี ^{ns}	ความชอบด้านกลิ่น	รสชาติ ^{ns}	ความชอบด้านเนื้อสัมผัส ^{ns}	การยอมรับรวม (ความชอบ) ^{ns}
เนย	3.55±0.05	3.46±0.82^{a}	3.31±0.83	2.99±0.80	3.28±0.72
ไก่	3.56±0.60	3.04±0.82^{ab}	3.06±0.97	3.06±0.62	3.18±0.78
กุ้ง	3.48±0.64	3.01±0.80^{ab}	3.17±0.73	3.06±0.60	3.28±0.62
ปลาหมึก	3.43±0.49	2.87±0.90^{b}	3.05±0.74	3.12±0.61	3.13±0.61

หมายเหตุ : a,b,c ข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันใช้ตัวอักษรต่างกันหมายถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

พบว่าการใช้กลิ่นรสที่แตกต่างกันไม่มีผลทำให้ความชอบด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมของอาหารพลังงานต่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่จะทำให้ความชอบด้านกลิ่นของอาหารพลังงานต่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่า ความชอบด้านกลิ่นของอาหารพลังงานต่ำที่ผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานต่ำที่ผสมกลิ่นไก่และกลิ่นกุ้งไม่มีความแตกต่างกับอาหารพลังงานต่ำที่ผสมกลิ่นเนยและกลิ่นปลาหมึก แต่จะเห็นว่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นของอาหารพลังงานต่ำทั้ง 4 กลิ่นนั้นไม่แตกต่างกันมากนักจะอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นกลิ่นรสที่เหมาะสมจึงสามารถเลือกใช้ได้ทั้ง 4 กลิ่น เพราะจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านรสชาติ ความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความยอมรับรวมไม่แตกต่างกัน ทำให้สามารถผลิตอาหารพลังงานต่ำที่มีกลิ่นรสที่แตกต่างออกไปจากในท้องตลาด

จากการทดลองข้างต้นนำเอาผลิตภัณฑ์อาหารพลังงานต่ำที่ได้รับการคัดเลือกในขั้นสุดท้าย คือ อาหารพลังงานต่ำที่ผสมกลิ่นเนย มาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยวิธี AOAC ได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 : แสดงองค์ประกอบทางเคมีของอาหารพลังงานต่ำเปรียบเทียบกับ HidroliteSlim

ส่วนประกอบ	อาหารพลังงานต่ำ (เปอร์เซ็นต์)	Hidrolite Slim (เปอร์เซ็นต์)
โปรตีน	23.25	23
ไขมัน	4.97	4.5
คาร์โบไฮเดรต	-	58.33
สารเยื่อใย	1.515	-
เถ้า	5.378	-
ความชื้น	5.052	-

หมายเหตุ : เนื่องจากการทดลองไม่มีสารเคมีที่จะทำการทดลองหาปริมาณใยอาหารรวมได้ จึงไม่สามารถคำนวณหาเปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรตของอาหารพลังงานต่ำได้

พบว่าอาหารพลังงานต่ำที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดมีปริมาณโปรตีน 23.25 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 4.97 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับอาหารพลังงานต่ำที่ขายในท้องตลาดคือ Hidrolite Slim พบว่าอาหารพลังงานต่ำมีปริมาณโปรตีนและไขมันที่ใกล้เคียงกับอาหารพลังงานต่ำยี่ห้อ Hidrolite Slim

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. สูตรอาหารพลังงานต่ำที่ใช้วัตถุดิบประเภทธัญชาติประกอบด้วย ข้าวโพด : ข้าวกล้อง : รำข้าว ในอัตราส่วน 42.75 : 42.75 : 14.5 (สูตรที่ 3) เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับดีที่สุดและมีต้นทุนต่ำที่สุด
2. การใช้ข้าวกล้องคั่วเป็นส่วนผสมในปริมาณที่มากเกินไป (สูตรที่ 2) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีความข้นหนืดมากไป จึงมีผลต่อคะแนนความหนืดและความชอบด้านเนื้อสัมผัสของผู้ทดสอบ
3. อาหารพลังงานต่ำที่ใช้ประเภทของรำข้าวที่ต่างกันในอัตราส่วนที่เท่ากันอาหารพลังงานต่ำที่มีส่วนผสมของรำข้าวขัดขาวจะเหมาะสมที่สุด เนื่องจากเป็นรำข้าวที่มีปริมาณใยอาหารมากที่สุด
4. การใช้สารให้กลิ่นรสในอาหารพลังงานต่ำที่ต่างกันไม่มีผลต่อการยอมรับรวมของผู้ทดสอบ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. อาหารพลังงานต่ำที่ได้เมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าเนื้อสัมผัสยังมีลักษณะเป็นทราย (sandy) ซึ่งเป็นผลมาจากรำข้าว ควรมีการปรับปรุงความละเอียดของรำข้าวและการปนเปื้อนของแกลบในรำข้าวเพื่อให้เป็นที่ยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคมากขึ้น
2. สารให้กลิ่นรสที่เติมในอาหารพลังงานต่ำมีความหลากหลายทั้งชนิดและกลิ่น ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมว่าจะเลือกใช้สารตัวใดมาเติมในอาหาร เช่น กลิ่นรสปลาหมึกที่นำมาใช้ในปัญหาพิเศษนี้ไม่ใช่กลิ่นปลาหมึกปรุงรสที่จะมีกลิ่นของเครื่องเทศรวมอยู่ด้วยแต่เป็นกลิ่นคล้ายปลาหมึกสดจึงทำให้อาหารที่ได้มีความแรงและความคาวของกลิ่นมาก ดังนั้นควรมีการลดปริมาณกลิ่นปลาหมึกที่เติมในอาหารพลังงานต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรรณิการ์ ห้วยแสน. 2542. "รำข้าวสาลี และรำข้าวเจ้าในแพตตี้หมูไขมันต่ำ." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กล้าณรงค์ ศรีรอต. 2542. สารให้ความหวาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์จาร์พาเท็คเซนเตอร์ กรุงเทพมหานคร.

กัญญา เชื้อพันธุ์. 2543. "คุณภาพข้าว." ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรความรู้เรื่องข้าว, 218-226. กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร.

จิระภา เอมะสิทธิ์. 2522. "ข้าวและผลพลอยได้." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการตลาด คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ทุติยาภรณ์ จิตตะปาโล. 2543. "การพัฒนาฟิล์มที่รับประทานได้จากโปรตีนในรำข้าว " วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธิปไตย สุระพินิจ. 2541. "วิธีการตรวจสอบคุณภาพข้าวโพด." ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นิยม ปุราคำ กัมพล นิลพงษ์ เสรี ไลตระกูล วรวุฒิ ลือบุญธวัชชัย และไพโรจน์ ภู่ศิริ. 2519. รายงานการวิจัยเรื่องอัตราการสีข้าวเปลือกเป็นข้าวสาร. สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี กรุงเทพมหานคร.

นิรนาม. 2543. ข้าวกล้อง, พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์แสงแดด กรุงเทพมหานคร.

ประเพียร ทองปาน. 2542. "การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีและสิ่งปลอมปนของข้าวโพด." ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ผ่องพรรณ แสงสิงแก้ว. 2509. "การศึกษาการใช้ส่วนผสมของแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียวกับรำข้าวในการทำขนมไทยบางอย่าง." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาเคหเศรษฐศาสตร์ คณะกสิกรรมและสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพลินใจ ตังคณะกุล พัชรี ตั้งตระกูล และเย็นใจ ฐิตะฐาน. 2538. "การคิดค้นสูตรอาหารเสริมประเภทใยอาหารสูงและแคลอรี่ต่ำ." อาหาร. 25(1): 15-23.

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพมหานคร.

ระรื่น บุญดวง. 2535. "ข้าวกล้อง ข้าวซ้อมมือ ข้าวขาว." วารสารวิจัยข้าว. 1(2): 21-23.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รุจิรา พรหมโมปกรณ์. 2508. "การศึกษาการใช้ส่วนผสมแป้งและรำในการทำขนมบางอย่าง." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาเคหเศรษฐศาสตร์ คณะกสิกรรมและสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รุจิรา สัมมะสุต. 2540. "มารู้จักโรคอ้วน." อาหารการกิน. 56(2): 108-110.

สุรัตน์ โคมินทร์. 2534. "อาหารสำหรับควบคุมน้ำหนัก." ใน รายงานการประชุมวิชาการเรื่อง อาหารและโภชนาการเพื่อสุขภาพ, สถาบันวิจัยโภชนาการ แพทย์ศาสตร์โรงพยาบาล รามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร. 165-170.

อัจฉราวรรณ งามญาณ สุนันทา เสียงไทย สุมีชา พาณิชย์ปฐม และโอรส ลีลากุลธนิต. 2537. "รำข้าว."ใน รายงานผลการวิจัยเรื่องพฤติกรรมการเติบโต ขนาด และอุปสงค์ในการใช้น้ำมันพืชและอุตสาหกรรมต่อเนื่อง. กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์ กรุงเทพมหานคร. 158-159.

เอกสงวน ชูวิสิฐกุล. 2542. ข้าวกล้อง. พิมพ์ครั้งที่ 1. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

แบบทดลองทางประสาทสัมผัส

ชื่อ ..... วันที่ .....

ผลิตภัณฑ์ อาหารพลังงานต่ำ .....

คำชี้แจง: กรุณาชิมตัวอย่างและขีดเครื่องหมายเส้นตรง (I) ลงบนเส้นของแต่ละปัจจัยตามที่ท่านรู้สึกได้จากการชิม

1. ความเข้มของสี

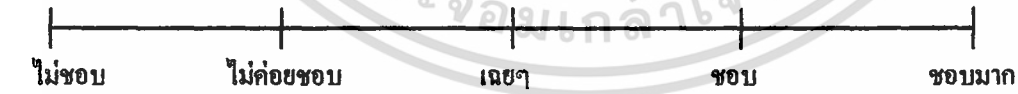
2. ความชอบด้านสี

3. ความแรงของกลิ่นธัญชาติ

4. ความชอบด้านกลิ่น

5. ความหนืดของอาหาร

6. ความชอบด้านเนื้อสัมผัส



7. การยอมรับรวม (ความชอบรวม)

ข้อเสนอแนะ ----------

หมายเหตุ : แบบทดสอบนี้ใช้สำหรับศึกษาสูตรอาหารพลังงานต่ำที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อ ..... วันที่ .....

ผลิตภัณฑ์ อาหารพลังงานต่ำ .....

คำชี้แจง : กรุณาชิมตัวอย่างและขีดเครื่องหมายเส้นตรง (I) ลงบนเส้นของแต่ละปัจจัยตามที่ท่านรู้สึกได้จากการชิม

1. ความเข้มของสี

2. ความชอบด้านสี

3. ความชอบด้านกลิ่น

4. ความชอบด้านเนื้อสัมผัส

5. การยอมรับรวม (ความชอบรวม)

ข้อเสนอแนะ ----------

หมายเหตุ : แบบทดสอบนี้ใช้สำหรับศึกษาประเภทของรำข้าวที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อ ..... วันที่ .....

ผลิตภัณฑ์ อาหารพลังงานต่ำ

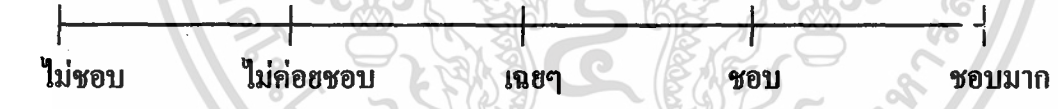
คำชี้แจง : กรุณาชิมตัวอย่างและขีดเครื่องหมายเส้นตรง (I) ลงบนเส้นฯองแต่ละปัจจัยตามที่ท่านรู้สึกได้จากการชิม

1. ความชอบด้านสี

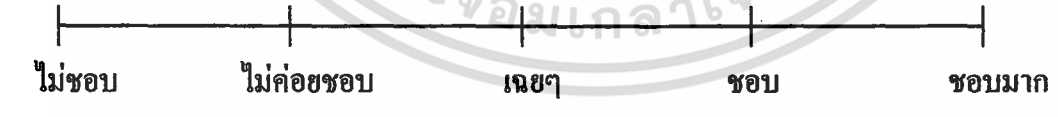
2. ความชอบด้านกลิ่น

3. รสชาติ

4. ความชอบด้านเนื้อสัมผัส



5. การยอมรับรวม (ความชอบรวม)



ข้อเสนอแนะ----------

หมายเหตุ : แบบทดสอบนี้ใช้สำหรับศึกษากลิ่นรสที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของปัจจัยด้านความเข้มสี

FORMULAR	MEAN	SD	N
1	3.7983	0.5871	30
2	2.2943	0.5087	30
3	3.2703	0.5703	30
total	3.1210	0.8337	90

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULA	Hypothesis	34.934	2	17.467	73.304	.000
	Error	13.820	58	.238[a]		
TESTER	Hypothesis	13.111	29	.452	1.897	.019
	Error	13.820	58	.238[a]		

a. MS(Error)

YIELD

Duncan[a,b]

FORMULA	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
2.00	30	2.2943		
3.00	30		3.2703	
1.00	30			3.7983
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .238.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของปัจจัยด้านความชอบด้านสี

FORMULAR	MEAN	SD	N
1	3.4073	0.7418	30
2	2.8200	0.8988	30
3	3.7333	0.4813	30
total	3.3202	0.8139	90

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULA	Hypothesis	12.854	2	6.427	11.580	.000
	Error	32.191	58	.555[a]		
TESTER	Hypothesis	13.912	29	.480	.864	.659
	Error	32.191	58	.555[a]		

a. MS(Error)

YIELD

Duncan[a,b]

FORMULA	N	Subset 1	Subset 2
2.00	30	2.8200	
1.00	30		3.4073
3.00	30		3.7333
Sig.		1.000	.095

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .555.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของปัจจัยด้านความแรงของกลิ่นธัญชาติ

FORMULAR	MEAN	SD	N
1	3.5447	0.5136	30
2	3.3560	0.7083	30
3	3.2647	0.5367	30
total	3.3884	0.5975	90

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULA	Hypothesis	1.223	2	.612	2.308	.109
	Error	15.371	58	.265[a]		
TESTER	Hypothesis	15.181	29	.523	1.975	.014
	Error	15.371	58	.265[a]		

a. MS(Error)

YIELD

Duncan[a,b]

FORMULA	N	Subset 1	Subset 2
3.00	30	3.2647	
2.00	30	3.3560	3.3560
1.00	30		3.5447
Sig.		.495	.161

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .265.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของปัจจัยด้านความชอบด้านกลิ่น

FORMULAR	MEAN	SD	N
1	3.6147	0.7904	30
2	2.8607	0.7984	30
3	3.5240	0.6055	30
total	3.3331	0.8031	90

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULA	Hypothesis	10.167	2	5.084	8.549	.001
	Error	34.490	58	.595[a]		
TESTER	Hypothesis	12.747	29	.440	.739	.811
	Error	34.490	58	.595[a]		

a. MS(Error)

YIELD

Duncan[a,b]

		Subset	
FORMULA	N	1	2
2.00	30	2.8607	
3.00	30		3.5240
1.00	30		3.6147
Sig.		1.000	.651

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .595.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของปัจจัยด้านความหนืดของอาหาร

FORMULAR	MEAN	SD	N
1	2.6727	0.6725	30
2	3.7667	0.7089	30
3	3.2610	0.7954	30
total	3.2324	0.8481	90

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULA	Hypothesis	17.987	2	8.993	27.976	.000
	Error	18.645	58	.321[a]		
TESTER	Hypothesis	27.391	29	.945	2.938	.000
	Error	18.645	58	.321[a]		

a. MS(Error)

YIELD

Duncan[a,b]

FORMULA	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
1.00	30	2.6727		
3.00	30		3.2610	
2.00	30			3.7667
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .321.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของปัจจัยด้านความชอบด้านเนื้อสัมผัส

FORMULAR	MEAN	SD	N
1	3.3203	0.7902	30
2	2.4847	0.9044	30
3	3.0540	0.6311	30
total	2.9530	0.8501	90

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULA	Hypothesis	10.934	2	5.467	10.930	.000
	Error	29.010	58	.500[a]		
TESTER	Hypothesis	24.370	29	.840	1.680	.047
	Error	29.010	58	.500[a]		

a. MS(Error)

YIELD

Duncan[a,b]

FORMULA	N	Subset 1	Subset 2
2.00	30	2.4847	
3.00	30		3.0540
1.00	30		3.3203
Sig.		1.000	.150

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .500.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของปัจจัยด้านการยอมรับรวม

FORMULAR	MEAN	SD	N
1	3.5493	0.6051	30
2	2.5660	0.7963	30
3	3.2507	0.6599	30
total	3.1220	0.7995	90

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULA	Hypothesis	15.249	2	7.625	18.215	.000
	Error	24.278	58	.419[a]		
TESTER	Hypothesis	17.356	29	.598	1.430	.123
	Error	24.278	58	.419[a]		

a. MS(Error)

YIELD

Duncan[a,b]

FORMULA	N	Subset 1	Subset 2
2.00	30	2.5660	
3.00	30		3.2507
1.00	30		3.5493
Sig.		1.000	.079

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .419.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาประเภทของรำข้าวที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านความเข้มสี

FORMULAR	MEAN	SD	N
1	3.0012	0.4914	25
2	3.3444	0.4282	25
3	3.4356	0.4785	25
total	3.2604	0.4975	75

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR	Hypothesis	2.623	2	1.312	12.228	.000
	Error	5.149	48	.107[a]		
TESTER	Hypothesis	10.543	24	.439	4.095	.000
	Error	5.149	48	.107[a]		

a. MS(Error)

YIELD

Duncan[a,b]

FORMULAR	N	Subset 1	Subset 2
1.00	25	3.0012	
2.00	25		3.3444
3.00	25		3.4356
Sig.		1.000	.330

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .107.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 25.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาประเภทของรำข้าวที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านความชอบด้านสี

FORMULAR	MEAN	SD	N
1	3.5252	0.6235	25
2	3:7924	0.4300	25
3	3.7004	0.6948	25
total	3.6727	0.5959	75

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR	Hypothesis	.921	2	.461	2.750	.074
	Error	8.041	48	.168[a]		
TESTER	Hypothesis	17.312	24	.721	4.306	.000
	Error	8.041	48	.168[a]		

a. MS(Error)

YIELD

Duncan[a,b]

FORMULAR	N	Subset 1	Subset 2
1.00	25	3.5252	
3.00	25	3.7004	3.7004
2.00	25		3.7924
Sig.		.137	.431

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .168.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 25.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาประเภทของรำข้าวที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านความชอบด้านกลิ่น

FORMULAR	MEAN	SD	N
1	3.3272	0.5318	25
2	3.2800	0.6139	25
3	3.3268	0.5124	25
total	3.3113	0.5474	75

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR	Hypothesis	3.682E-02	2	1.841E-02	.089	.915
	Error	9.890	48	.206[a]		
TESTER	Hypothesis	12.244	24	.510	2.476	.004
	Error	9.890	48	.206[a]		

a. MS(Error)

YIELD

Duncan[a,b]

FORMULAR	N	Subset 1
2.00	25	3.2800
3.00	25	3.3268
1.00	25	3.3272
Sig.		.732

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .206.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 25.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาประเภทของรำข้าวที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านความชอบด้านเนื้อสัมผัส

FORMULAR	MEAN	SD	N
1	3.1212	0.7111	25
2	2.9544	0.6646	25
3	3.0376	1.0597	25
total	3.0377	0.8223	75

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR	Hypothesis	.348	2	.174	.454	.638
	Error	18.379	48	.383[a]		
TESTER	Hypothesis	31.310	24	1.305	3.407	.000
	Error	18.379	48	.383[a]		

a. MS(Error)

YIELD

Duncan[a,b]

FORMULAR	N	Subset 1
2.00	25	2.9544
3.00	25	3.0376
1.00	25	3.1212
Sig.		.375

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .383.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 25.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษาประเภทของรำข้าวที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านการยอมรับรวม

FORMULAR	MEAN	SD	N
1	3.2840	0.6482	25
2	3.0848	0.6032	25
3	3.2932	0.7606	25
total	3.2207	0.6718	75

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR	Hypothesis	.693	2	.347	1.532	.227
	Error	10.862	48	.226[a]		
TESTER	Hypothesis	21.837	24	.910	4.021	.000
	Error	10.862	48	.226[a]		

a. MS(Error)

YIELD

Duncan[a,b]

FORMULAR	N	Subset 1
2.00	25	3.0848
1.00	25	3.2840
3.00	25	3.2932
Sig.		.150

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .226.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 25.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษากลิ่นรสที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านความชอบด้านสี

FORMULAR	MEAN	SD	N
1	3.5527	0.6481	26
2	3.5750	0.5969	26
3	3.4812	0.6365	26
4	3.4373	0.4938	26
total	3.5115	0.5908	104

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR	Hypothesis	.316	3	.105	.580	.630
	Error	13.620	75	.182[a]		
TESTER	Hypothesis	22.011	25	.880	4.848	.000
	Error	13.620	75	.182[a]		

a. MS(Error)

YIELD

Duncan[a,b]

FORMULAR	N	Subset 1
4.00	26	3.4373
3.00	26	3.4812
1.00	26	3.5527
2.00	26	3.5750
Sig.		.296

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .182.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 26.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 14 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษากลิ่นรสที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านความแรงของกลิ่น

FORMULAR	MEAN	SD	N
1	2.9054	0.7982	26
2	3.4081	0.8286	26
3	2.7146	0.7444	26
4	3.1027	0.8201	26
total	3.0327	0.8279	104

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR	Hypothesis	6.843	3	2.281	5.410	.002
	Error	31.621	75	.422[a]		
TESTER	Hypothesis	32.141	25	1.286	3.049	.000
	Error	31.621	75	.422[a]		

a. MS(Error)

YIELD

Duncan[a,b]

FORMULAR	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
3.00	26	2.7146		
1.00	26	2.9054	2.9054	
4.00	26		3.1027	3.1027
2.00	26			3.4081
Sig.		.293	.277	.094

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .422.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 26.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 15 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษากลิ่นรสที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านความชอบด้านกลิ่น

FORMULAR	MEAN	SD	N
1	3.4569	0.8176	26
2	3.0373	0.8242	26
3	3.0077	0.8025	26
4	2.8688	0.8973	26
total	3.0927	0.8530	104

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR	Hypothesis	5.020	3	1.673	2.361	.078
	Error	53.162	75	.709[a]		
TESTER	Hypothesis	16.761	25	.670	.946	.545
	Error	53.162	75	.709[a]		

a. MS(Error)

YIELD

Duncan[a,b]

FORMULAR	N	Subset 1	Subset 2
4.00	26	2.8688	
3.00	26	3.0077	3.0077
2.00	26	3.0373	3.0373
1.00	26		3.4569
Sig.		.502	.072

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .709.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 26.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 16 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษากลิ่นรสที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านรสชาติ

FORMULAR	MEAN	SD	N
1	3.3081	0.8311	26
2	3.0569	0.9741	26
3	3.1715	0.7313	26
4	3.0527	0.7424	26
total	3.1473	0.8201	104

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR	Hypothesis	1.132	3	.377	.739	.532
	Error	38.307	75	.511[a]		
TESTER	Hypothesis	29.835	25	1.193	2.337	.003
	Error	38.307	75	.511[a]		

a. MS(Error)

YIELD

Duncan[a,b]

FORMULAR	N	Subset 1
4.00	26	3.0527
2.00	26	3.0569
3.00	26	3.1715
1.00	26	3.3081
Sig.		.247

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .511.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 26.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 17 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษากลิ่นรสที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านความชอบด้านเนื้อสัมผัส

FORMULAR	MEAN	SD	N
1	2.9877	0.7999	26
2	3.0642	0.6177	26
3	3.0592	0.6044	26
4	3.1235	0.6134	26
total	3.0587	0.6559	104

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR	Hypothesis	.241	3	8.031E-02	.438	.726
	Error	13.739	75	.183[a]		
TESTER	Hypothesis	30.336	25	1.213	6.624	.000
	Error	13.739	75	.183[a]		

a. MS(Error)

YIELD

Duncan[a,b]

FORMULAR	N	Subset 1
1.00	26	2.9877
3.00	26	3.0592
2.00	26	3.0642
4.00	26	3.1235
Sig.		.305

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .183.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 26.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 18 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการศึกษากลิ่นรสที่เหมาะสมในการผลิตอาหารพลังงานต่ำของปัจจัยด้านการยอมรับรวม

FORMULAR	MEAN	SD	N
1	3.2762	0.7158	26
2	3.1835	0.7842	26
3	3.2800	0.6183	26
4	3.1319	0.6056	26
total	3.2179	0.6778	104

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR	Hypothesis	.412	3	.137	.370	.775
	Error	27.773	75	.370[a]		
TESTER	Hypothesis	19.132	25	.765	2.067	.009
	Error	27.773	75	.370[a]		

a. MS(Error)

YIELD

Duncan[a,b]

FORMULAR	N	Subset 1
4.00	26	3.1319
2.00	26	3.1835
1.00	26	3.2762
3.00	26	3.2800
Sig.		.432

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = .370.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 26.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

วิธีตรวจสอบและวิเคราะห์ทางเคมี

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น(AOAC, 1990)

อุปกรณ์

1. ตู้อบ (Hot Air Oven)
2. Desiccator
3. Aluminium can
4. Tong
5. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. อบ Aluminium can พร้อมฝาที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง
2. นำใส่ Desiccator ทิ้งให้เย็น 30 นาที
3. ชั่งน้ำหนัก Aluminium can พร้อมฝา ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
4. ชั่งตัวอย่างใส่ใน Aluminium can 2-3 กรัม ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
5. เนื่องจากตัวอย่างเป็นธัญพืชอบ จึงใช้อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง
6. ทิ้งให้เย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนักจนกระทั่งน้ำหนักคงที่

ผลการทดลอง

ครั้งที่	น้ำหนักcan (กรัม)	น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)	น้ำหนัก canและตัวอย่างที่อบแห้ง(กรัม)	น้ำหนักตัวอย่างอบแห้ง(กรัม)
1	12.4452	5.0035	17.1935	4.7483
2	12.8409	5.0178	17.6066	4.7657
เฉลี่ย	-	5.0101	-	4.7570

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น.น.สด} - \text{น.น.แห้ง} \times 100}{\text{น.น.สด}}$$

$$= \frac{5.0101 - 4.7570 \times 100}{5.0101}$$

$$= 5.0518$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC, 1990)

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริคเข้มข้น (conc. H_2SO_4)
2. กรดบอริค (H_3BO_3)
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 32%
4. คะตะลิสต์ผสม ประกอบด้วย
   - ซิลิเนียมไดออกไซด์ (SeO_2) 2.5 กรัม
   - โปตัสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 100.0 กรัม
   - คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4 5H_2O$) 20.0 กรัม
5. Mixed indicator
   - เตรียม 0.1% Bromocresol green (ใน 95% alcohol) และ 0.1% Methyl red ใน 95% alcohol ผสม 10 มิลลิลิตร Bromocresol green กับ 2 มิลลิลิตร Methyl red ในขวดหยด
6. สารละลายกรดไฮโดรคลอริค 0.1 N

อุปกรณ์

1. Digestion vessels
2. เครื่องมือวิเคราะห์โปรตีน Buchi-Kjeldahl systems

วิธีวิเคราะห์เตรียมตัวอย่างสำหรับย่อย

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างโดย ถ้าเป็นของแข็ง ไนโตรเจน > 5% ใช้ 0.5 กรัม
   ไนโตรเจน < 5% ใช้ 1.0 กรัม
   ถ้าเป็นของเหลวใช้ 10 มิลลิลิตร(สูงสุด 50 มิลลิลิตร)
   * ผลิตภัณฑ์อาหารพลังงานต่ำใช้ 1.5 กรัม
2. ใส่ reagent ลงใน digestion vessels ได้แก่
   - glasses beeds ขนาด 8 mm จำนวน 2 เม็ด
   - กรดซัลฟูริคเข้มข้น 15 มิลลิลิตร
   - เติมคะตะลิสต์ 10.5 กรัม
3. ประกอบ digestion vessels แล้ววางบนเครื่องย่อย
4. ย่อยตัวอย่างประมาณ 45 นาที – 1 ชั่วโมง(จะได้สารละลายสีเขียวใสหรือฟ้าใส)
5. ปล่อยให้สารละลายเย็นและหมดควันไอกรด จึงนำไปกลั่น

วิธีการกลั่นโปรตีน

1. เตรียม NaOH 32% และน้ำกลั่น ใส่ถังสำหรับ NaOH และน้ำกลั่นไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใส่กรดบอริค 2% จำนวน 40 มิลลิลิตร ลงใน flask และหยด Mixed indicator 2-3 หยด ไปวางบนแท่นที่มีท่อด้านขวามือ
3. นำหลอดตัวอย่างที่ผ่านการย่อยแล้วเติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ไปวางที่ด้านซ้ายของเครื่องโดยมี tube holder เป็นที่จับหลอดย่อย
4. กดปุ่ม Power และกดปุ่มเติม NaOH 32% ลงไปในหลอด 60 มิลลิลิตร
5. ตั้งเวลาในการกลั่น 4 นาที แล้วกดปุ่ม Start
6. เมื่อครบเวลาหมุนปุ่มไปที่ Dain เพื่อทิ้งน้ำ
7. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้กับกรดไฮโดรคลอริค 0.1 N จนได้สารละลายสีชมพูอ่อน
8. ทำการทดลองกับ Blank เหมือนกับตัวอย่างทุกประการ
9. นำผลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์โปรตีน

ผลการทดลอง

ครั้งที่	น.น.ตัวอย่าง (กรัม)	V.Hclที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)	V.Hclที่ใช้ไตเตรทกับ Blank (มิลลิลิตร)
1	1.5002	40.00	0.10
2	1.5024	40.00	0.10
3	1.5013	40.00	0.10
เฉลี่ย	1.5013	40.00	0.10

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีน} = \frac{(v1\text{-}V2) \times N \times 6.25 \times 14 \times 100}{E \times 1000}$$

V_1 = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของกรดไฮโดรครอริคที่ใช้ในการไตเตรทกับตัวอย่าง

V_2 = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของกรดไฮโดรครอริคที่ใช้ในการไตเตรทกับ Blank

N = ความเข้มข้นเป็นนอร์มอลของกรดไฮโดรครอริคที่ใช้ในการไตเตรท

E = น้ำหนักเป็นกรัมของตัวอย่างหรือเป็นมิลลิลิคร

$$\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีน} = \frac{(40.00\text{-}0.10) \times 0.1 \times 6.25 \times 14 \times 100}{1.5013 \times 100}$$

$$= 23.25$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 1990)

สารเคมี

1. ปิโตรเลียมอีเทอร์

อุปกรณ์

1. Thimble
2. เครื่องสกัดไขมัน Soxtherm Automatic Extraction Unit

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว 10กรัมใน thimble ปิดด้านบนของตัวอย่างด้วยสำลี หรือกระดาษกรองป้องกันการฟุ้งกระจายของตัวอย่าง
2. บรรจุ thimble ในชุดสกัดไขมัน
3. ตวงปิโตรเลี่ยมอีเทอร์ 130 มิลลิลิตรใส่ลงในบีกเกอร์ไขมันที่ผ่านการอบแห้งและชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้ว
4. ทำการสกัดไขมันประมาณ 2 ชั่วโมง
5. เมื่อสกัดเสร็จทำการระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออกโดยการปรับที่เครื่อง
6. นำบีกเกอร์ไขมันไปอบ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีไล่ ether จนหมด ทำให้เย็นใน Desiccator ชั่งน้ำหนักของบีกเกอร์ไขมันอีกครั้ง
7. คำนวณน้ำหนักของไขมัน

ผลการทดลอง

ครั้งที่	น.น.ตัวอย่าง	น.น.บีกเกอร์ ก่อนสกัดไขมัน	น.น.บีกเกอร์ หลังสกัดไขมัน	น.น.ไขมัน
1	8.0939	104.36	104.77	0.41
2	8.0309	107.41	107.80	0.39
3	8.0154	106.57	106.97	0.40
เฉลี่ย	8.0467	-	-	0.40

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไขมัน} = \frac{(W_2 - W_1) \times 1000}{E}$$

W_1 = น้ำหนักของบีกเกอร์ก่อนทำการสกัดไขมัน

W_2 = น้ำหนักของบีเกอ์หลังทำการสกัดไขมัน

E = น้ำหนักตัวอย่าง

เปอร์เซ็นต์ไขมัน = 0.40 /8.0467 x 100

= 4.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

อุปกรณ์

1. Muffle furnace
2. Crucible
3. Tong

วิธีการ

1. นำ crucible มาเผาใน muffle furnace นาน 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นใน Desicator
2. นำ crucible มาชั่งให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
3. ชั่งตัวอย่าง 3-5 กรัม ใส่ใน crucible ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว
4. เผาตัวอย่างโดยใช้ Hot plate จนกระทั่งหมดควัน
5. นำไปอบใน Muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนเป็นเถ้าสีขาว
6. ชั่งน้ำหนักเถ้าด้วยเครื่องชั่งละเอียด คำนวณเปอร์เซ็นต์เถ้า

ผลการทดลอง

ครั้งที่	น.น.ตัวอย่าง	น.น. crucible ก่อนเผา	น.น. crucible กับ น.น.เถ้าหลังเผา	น.น.เถ้า
1	5.0216	26.4790	26.7483	0.2693
2	5.0033	27.4986	27.7684	0.2698
เฉลี่ย	5.0125	-	-	0.2696

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์เถ้า} = \frac{(W_2 - W_1) \times 100}{E}$$

W_1 = น้ำหนักของ crucible ก่อนทำการเผา

W_2 = น้ำหนักของ crucible กับน้ำหนักเถ้า หลังทำการเผา

E = น้ำหนักตัวอย่าง

$$\text{เปอร์เซ็นต์เถ้า} = \frac{0.2696 \times 100}{5.0125}$$

$$= 5.378$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวิเคราะห์สารเยื่อใย (crude fiber)

สารเคมี

1. 0.255 N กรดซัลฟูริค
2. 0.313 N โซเดียมไฮดรอกไซด์
3. สารละลายโปตัสเซียมซัลเฟต 10%
4. เอธิลแอลกอฮอล์ 95%

อุปกรณ์

1. sintred glass crucible
2. ผ้ากรองลินินชนิดละเอียด
3. digestion flask
4. Buchner funnel
5. condencer
6. boiling chips

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ใน digestion flask (500-700มล.) ซึ่งเป็นขวดแก้วก้นกลมเติมกรดซัลฟูริคที่ผ่านการต้มเดือดแล้วจำนวน 200 มล. และ boiling chips 2-3 ชิ้นก่อนนำ condencer มาประกอบตอนบนของขวด
2. นำไปต้มบนเตาของชุดย่อย crude fiber โดยให้สารละลายเดือดนาน 3 นาที ต่อเนื่องกัน เขย่าขวดเพื่อไม่ให้ตัวอย่างเกาะบนผนังขวด
3. กรองกากด้วยผ้ากรองบน Buchner funnel และ ใช้ปั๊มช่วยในการกรอง
4. ล้างกากด้วยน้ำเดือดจนหมดฤทธิ์กรด โดยทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส
5. เทกากกลับไปใน digestion flask เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการต้มเดือด จำนวน 200 มล. ต้มส่วนผสมนาน 30 นาที กรองทันทีและล้างกากด้วยน้ำเดือดจนหมดฤทธิ์ด่าง
6. ล้างกากด้วยสารละลายโปตัสเซียมซัลเฟตร้อน
7. เทกากใน digestion flask อีกครั้ง ล้างตะกอนที่ติดผ้ากรองด้วยน้ำเดือดหลายๆครั้ง
8. เทกากใน digestion flask ผ่านไปใน sintred glass crucibleล้างกากด้วยน้ำเดือดหลายๆครั้ง
9. ล้างกากด้วยแอลกอฮอล์ จำนวน 30 มล.
10. อบ crucible พร้อมกากที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักเมื่อเย็นลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. นำไปเผาใน muffle furnace ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที เพื่อขจัดสาร volatile organic
12. นำ crucible มาทำให้เย็นใน dessiccator ก่อนชั่งน้ำหนักที่หายไปเป็นน้ำหนักของ crude fiber(น้ำหนักข้อ 10-12)
13. คำนวณเปอร์เซ็นต์ Crude fiber

ผลการทดลอง

ครั้งที่	น.น. ตัวอย่าง	น.น. crude fiber
1	2	0.0263
2	2	0.0342
3	2	0.0304
เฉลี่ย	2	0.0303

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ Crude fiber} = \frac{\text{น้ำหนัก crude fiber} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

$$= \frac{0.0303 \times 100}{2}$$

$$= 1.515$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้