

**การพัฒนาคุกกี้ให้มีเส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ**  
**DEVELOPMENT OF HIGH DIETARY FIBER AND LOW CALORIE COOKIES**



**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต**  
**สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร**  
**บัณฑิตวิทยาลัย**  
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**  
**พ.ศ.2541**

**ISBN 974-622-097-7**

**ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

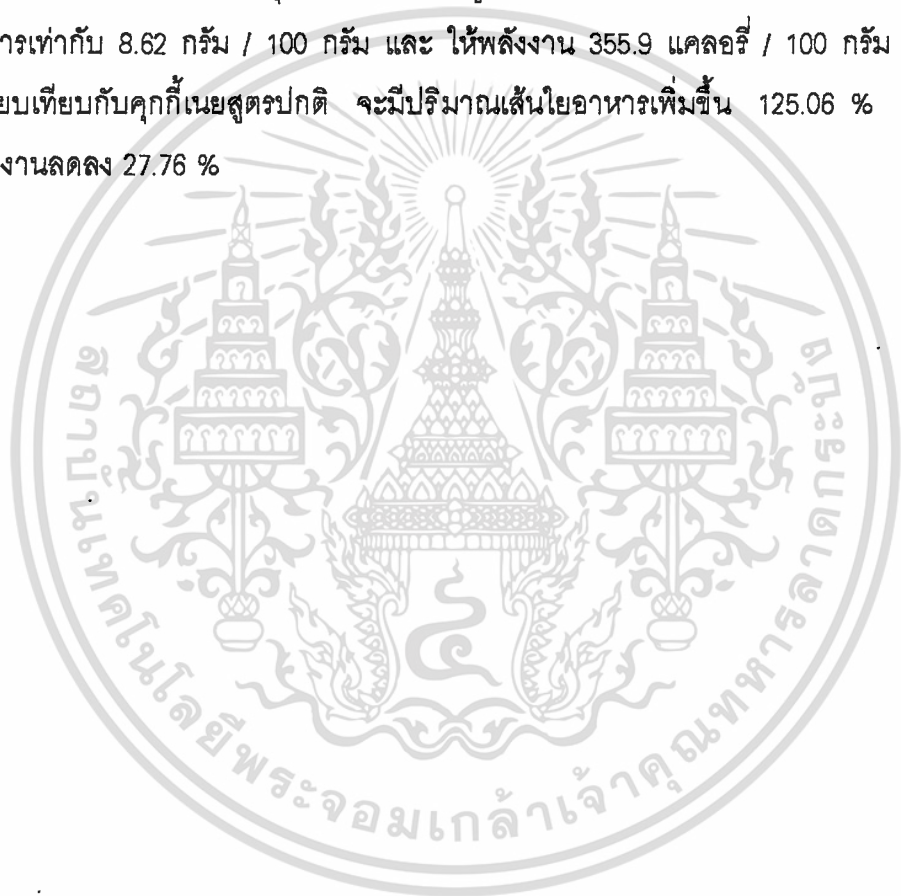
**DEVELOPMENT OF HIGH DIETARY FIBER AND LOW CALORIE COOKIES**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE  
MASTER OF SCIENCE IN FOOD SCIENCE  
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
1998  
ISBN 974-622-097-7**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ โดยผู้ชิม ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน เป็นชาย 23 คน หญิง 77 คน พบว่า คะแนนความชอบรวมอยู่ระหว่าง ชอบ ถึง ชอบมาก ผลการตรวจสอบทางกายภาพ พบว่า คุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำมีค่า Spread ratio ค่า Direct density และค่า Water Absorption Index เท่ากับ 4.46 , 0.55 กรัม / มล. และ 9.21 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมี ของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ พบว่า มีปริมาณเส้นใย อาหารเท่ากับ 8.62 กรัม / 100 กรัม และ ให้พลังงาน 355.9 แคลอรี / 100 กรัม ซึ่งเมื่อ เปรียบเทียบกับคุกกี้เนยสูตรปกติ จะมีปริมาณเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้น 125.06 % และให้ พลังงานลดลง 27.76 %



<b>Thesis Title</b>	Development of High Dietary Fiber and Low Calorie Cookies
<b>Student</b>	Mrs. Malee Thongkum
<b>Thesis Advisor</b>	Dr. Yuporn Puechkamut
<b>Level of Study</b>	Master of Science in Food Science King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
<b>Year</b>	1998

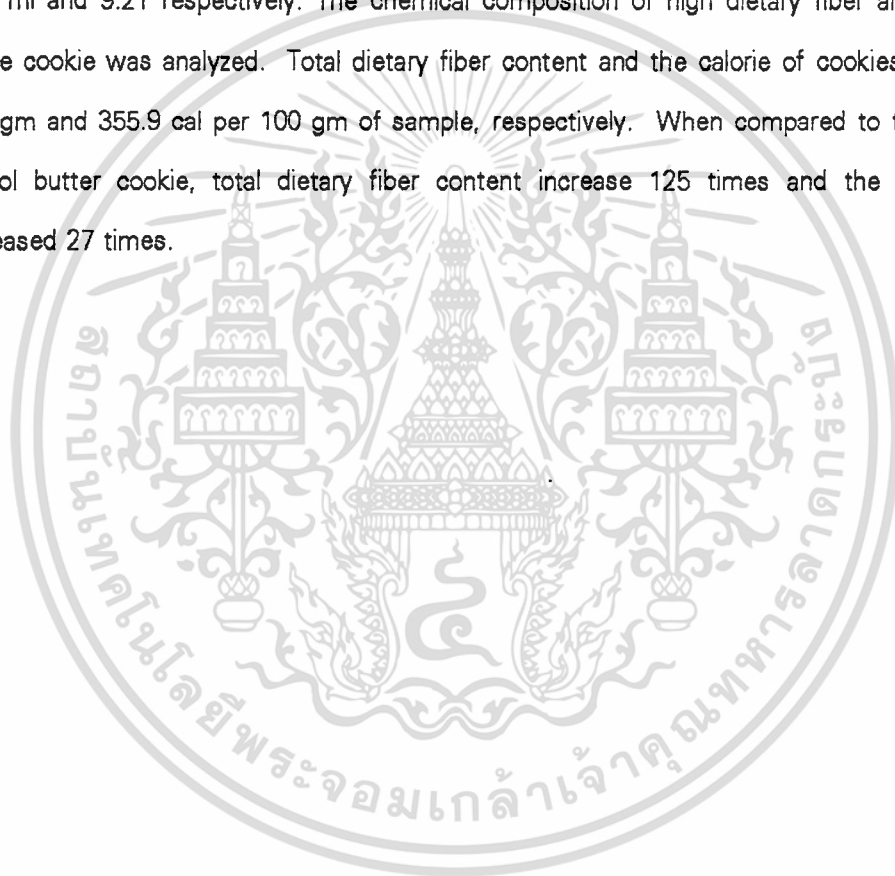
### ABSTRACT

Development of high dietary fiber and low calorie cookies is aimed to enhanced the nutritional value of cookie. In the present study, increasing of dietary fiber content in butter cookie was done by replacing 50 % of all-purpose flour by whole wheat flour. Various sources of dietary fibers as soy bean residue , pineapple core , red kidney bean , jew's ear , sweet white egg plant and raisin were used. Those of dietary fibers were added to cookies at 70 % of wheat flour weight. The resulting cookies have the overall sensory score of 7.80 while the maximum score of sensory test was 9.00. However, the spreading ratio of high dietary fiber cookie was significantly decreased compared to that of control. In this study , therefore , white egg were increased three times to make good shape of cookies.

A study on reduction of cookie calorie was done by using cellulose powder. Cellulose powder at 6 concentration ( 0, 1, 2, 3, 4 and 5 % ) were replaced 50 % of butter in the cookie butter. The result from texture analyzer shows that the maximum compression force of the batter using 2 % cellulose powder were similar to that of control containing full fat. In addition , the calorie of cookie was reduced by using polydextrose instread of sugar. Polydextrose was replaced 0 , 50 , and 75 % of sugar in

the batter. The result from sensory test shows that cookies using polydextrose and sugar at the ratio of 1:1 was more acceptable than other cookies.

The sensory test for high dietary fiber and low calorie cookies from the present study was done by using 100 panelist living in Bangkok (23 men and 77 woman). The average sensory scores from those panelist were like to extremely like. The spread ratio, direct density and water absorption index of the resulting cookies were 4.46, 0.55 gm / ml and 9.21 respectively. The chemical composition of high dietary fiber and low calorie cookie was analyzed. Total dietary fiber content and the calorie of cookies were 8.62 gm and 355.9 cal per 100 gm of sample, respectively. When compared to that of control butter cookie, total dietary fiber content increase 125 times and the calorie decreased 27 times.



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ เนื่องจากได้รับความกรุณาจากท่านอาจารย์ ดร.ยุพร พีชกมฺพร ที่ได้ให้เกียรติเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และกรุณาให้ความรู้ และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ด้วยดีเสมอมา ตลอดจนช่วยตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ให้เสร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ และ ดร.กิตติชัย บรรจง ที่ได้กรุณา ให้คำปรึกษาในระหว่างการทำนิพนธ์ และ คณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ ประสาทวิชาความรู้ แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาของการศึกษา จนกระทั่งข้าพเจ้ามีโอกาส ประสบความสำเร็จ ตลอดจน ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบุลย์, คุณคมคาย เหมะมูล, อาจารย์พรทิพา หิรัญญะชาติธาดา อาจารย์เฉลิมขวัญ ไพธิยา และอาจารย์กรกมล จำรัสโรมรัน ที่เป็นกำลังใจแก่ข้าพเจ้าตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ไพโรจน์ หลวงพิทักษ์ จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, คุณสายฝน ศิลปพรหม จากกองโภชนาการ กรมอนามัย, คุณจารึก ศรีเกียรติเด่น จากกองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่ได้กรุณาให้ความรู้และคำแนะนำในเรื่องต่างๆเกี่ยวกับเส้นใยอาหาร และการวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยอาหาร (Total Dietary Fiber) แก่ข้าพเจ้าเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณชาญณรงค์ ณรงค์ชัย จากบริษัทเบอร์รี่ยุคเกอร์ จำกัด (มหาชน), คุณวาทินี ปรีชาจารย์ จากบริษัท Systems Bio Industry, คุณธัญกมล ไทยอยู่ จากบริษัท อินเทอร์เน็ตจำกัด, คุณดุชนิ ยาออม จากบริษัท สยาม มอติฟายด์ สตาร์ช จำกัด ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัยในระดับทดลอง

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ คุณนุจรีย์ อินอุดม, คุณพิมพ์ใจ ทองคำ, คุณน้ำทิพย์ วงษ์ประทีป, คุณประมวล ศรีกาหลง, คุณลินจง สุขล้าภู, คุณณัฐพล ฟ้าภิญญา และ

เพื่อนร่วมรุ่นปริญญาโท รุ่นที่ 3 ทุกท่าน ตลอดจนพี่ๆ น้องๆ ปริญญาโททุกรุ่นที่ให้ความช่วยเหลือตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอรำลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา และความปรารถนาดีของพี่ๆ น้องๆ ตลอดจนสามี และลูกๆ ที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนด้วยดีตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา คุณค่าและประโยชน์อันมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ข้าพเจ้าขอมอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VII
สารบัญตาราง.....	XI
สารบัญภาพ.....	XIV
บทที่	
1. บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	3
ความหมายและส่วนประกอบของเส้นใย.....	3
ส่วนประกอบและคุณสมบัติของเส้นใยอาหาร.....	3
ประเภทของเส้นใยอาหาร.....	6
แหล่งของเส้นใยอาหาร.....	6
บทบาทของเส้นใยอาหารต่อร่างกาย.....	7
การเพิ่มปริมาณเส้นใยในผลิตภัณฑ์อาหาร.....	12
ความหมายและชนิดของคุกกี้.....	14
วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์คุกกี้.....	15
วิธีการผลิตคุกกี้.....	25
คุณสมบัติทางกายภาพของคุกกี้.....	28

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3. อุปกรณ์และวิธีการ.....	29
วัตถุดิบ.....	29
อุปกรณ์การผลิต.....	30
อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์.....	30
วิธีการ.....	33
การศึกษาเพื่อหาสูตรที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็น Control Cookies.....	33
การศึกษากการปรับปรุงคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์ โดยใช้แป้งสาลีผสมกับแป้งโฮลวีทในอัตราส่วนที่เหมาะสม.....	35
ศึกษาวิธีการเพิ่มเส้นใยอาหาร.....	35
ศึกษาปริมาณวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งเส้นใยที่เหมาะสม.....	36
ศึกษากการปรับปริมาณเมล็ดมะม่วงหิมพานต์.....	37
ศึกษากการปรับปรุง Spread ratio ของคุกกี้.....	37
ศึกษากการปรับปริมาณของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร.....	38
ศึกษากการลดพลังงาน.....	39
ศึกษากการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของคุกกี้.....	40
การทดสอบทางประสาทสัมผัส.....	40
การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณเส้นใยอาหาร.....	43
ศึกษาอายุการเก็บของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ.....	43
ศึกษาคุณภาพด้านราคา.....	43

## VIII

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลการทดลองและวิจารณ์.....	44
ผลของการศึกษาเพื่อหาสูตรที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็น Control Cookies.....	44
ผลของการศึกษาการปรับปรุงคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์ โดยใช้แป้งสาลีผสมกับแป้งโฮลวีทในอัตราส่วนที่เหมาะสม.....	44
ผลของการศึกษาวิธีการเพิ่มเส้นใยอาหาร.....	46
ผลของการศึกษาปริมาณวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งเส้นใยที่เหมาะสม.....	46
ผลของการศึกษาการปรับปริมาณเมล็ดมะม่วงหิมพานต์.....	48
ผลของการศึกษาการปรับปรุง Spread ratio ของคุกกี้.....	49
ผลของการศึกษาการปรับปริมาณของวัตถุดิบ ที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร.....	51
ผลของการศึกษาการลดพลังงาน.....	51
ผลของการศึกษาการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของคุกกี้.....	55
ผลของการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค.....	57
ผลของการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณเส้นใยอาหาร.....	62
ผลของการศึกษาอายุการเก็บของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ เป็นระยะเวลา 1 เดือน.....	66
ผลของการศึกษาคุณภาพด้านราคา.....	68
5. สรุปผลการทดลอง.....	71
ข้อเสนอแนะ.....	72
บรรณานุกรม.....	73

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก.....	81
ก. วิธีวิเคราะห์ปริมาณ Total Dietary Fiber.....	82
ข. วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี.....	87
ค. วิธีการเตรียมเส้นใยอาหาร.....	93
ง. วิธีการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของคุกกี้เส้นใยอาหารสูง และพลังงานต่ำ.....	94
จ. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส.....	96
ฉ. แบบสอบถาม ( การยอมรับของผู้บริโภค ).....	97
ช. ตารางแสดงการทดสอบทางประสาทสัมผัส.....	103
ซ. ส่วนผสมและกระบวนการผลิตคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ.....	104
ประวัติผู้เขียน.....	114

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. การจำแนกองค์ประกอบทางด้านเคมีของเส้นใยอาหาร.....	4
2. คุณสมบัติทางเคมีและจุลชีววิทยาของเซลลูโลสผง.....	26
3. ส่วนประกอบของคูกี้เนย.....	33
4. แสดงการปรับคุณค่าทางอาหารของคูกี้โดยใช้แป้งโฮลวีท ผสมกับแป้งสาลีชนิดอเนกประสงค์.....	35
5. แสดงส่วนผสมของคูกี้ที่มีส่วนผสมวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร ในระดับต่างกัน.....	36
6. แสดงปริมาณของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เติมลงในคูกี้.....	37
7. แสดงเปอร์เซ็นต์ของไข่ขาวที่เพิ่มขึ้นเพื่อปรับค่า Spread ratio.....	38
8. แสดงการปรับปริมาณ ของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร.....	39
9. แสดงการใช้เซลลูโลสผงแทนที่ไขมัน.....	41
10. แสดงการใช้โพสดีกซ์โตรสแทนน้ำตาลบางส่วนในผลิตภัณฑ์.....	42
11. แสดงค่าเฉลี่ยของความกว้าง ความหนา และ Spread ratio ของคูกี้ที่ใช้แป้งโฮลวีททดแทนแป้งอเนกประสงค์.....	45
12. แสดงปริมาณความชื้น และปริมาณเส้นใยอาหารของวัตถุดิบที่ ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร.....	46
13. แสดงค่า Spread ratio ของคูกี้ที่ผสมวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร ในปริมาณต่าง ๆ กัน.....	47
14. แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในเรื่องของการยอมรับ ปริมาณของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร.....	48
15. แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการเติมเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ลงในส่วนผสมของคูกี้.....	49
16. แสดงค่า Spread ratio ของคูกี้ที่มีการเพิ่มปริมาณไข่ขาว.....	50

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
17. แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหารสูตรที่ใช้ปริมาณแกนสับปะรด 11.7 กรัม และ 20 กรัม ต่อสูตร.....	51
18. แสดงค่าของแรงกดของ Batter คุณก็เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ.....	52
19. แสดงค่า ความกว้าง ความหนา และ Spread ratio ของคุณก็ที่ใช้โพลีเด็กซ์ไทรสแทนน้ำตาลบางส่วน.....	53
20. แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากการใช้โพลีเด็กซ์ไทรสแทนน้ำตาลบางส่วน.....	54
21. แสดงลักษณะเนื้อสัมผัสของคุณก็ที่วัดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส.....	55
22. แสดงค่าความหนาแน่น (Direct density) ของคุณก็.....	56
23. แสดงค่าการดูดซับน้ำ (WAI) ของคุณก็.....	56
24. แสดงคะแนนเฉลี่ยปัจจัยคุณภาพต่าง ๆ ของคุณก็เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ.....	58
25. ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ทั่วไปของผู้ทดสอบ 100 คน ที่สำรวจในกรุงเทพมหานคร.....	59
26. ผลการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อคุณก็เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ.....	60
27. แสดงองค์ประกอบทางเคมีของคุณก็เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำเปรียบเทียบกับคุณก็เนย.....	62
28. แสดงคุณลักษณะของคุณก็เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28° C) เป็นระยะเวลา 1 เดือน.....	66

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
29. แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการยอมรับของผู้บริโภค เมื่อเก็บคูกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำไว้เป็นระยะเวลา 1 เดือน.....	67
30. แสดงต้นทุนการผลิตคูกี้เนย.....	68
31. แสดงราคาของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตคูกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ.....	69
32. แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการยอมรับของผู้บริโภค เมื่อเก็บคูกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำไว้เป็นระยะเวลา 1 เดือน.....	103



## สารบัญภาพ

	หน้า
1. แสดงลักษณะต้น รวง และเมล็ดข้าวสาลี.....	16
2. แสดงเครื่องผสมอาหาร Kitchen Aid.....	31
3. แสดงเครื่องวัดเนื้อสัมผัสรุ่น Stable Micro Systems TA-XT2.....	32
4. แสดงกระบวนการผลิตคุกกี้.....	34
5. แสดงลักษณะปรากฏของคุกกี้เมื่อใช้แป้งโฮลวีทแทนแป้งอเนกประสงค์ คุกกี้จากข้าวไปขวา ได้จากการใช้แป้งโฮลวีทแทนแป้งอเนกประสงค์ ในอัตราส่วน 0 %, 25 %, 50 % และ 75 % ตามลำดับ.....	45
6. แสดงลักษณะปรากฏของคุกกี้ที่เติมเส้นใยอาหาร 0, 30, 40, 50, 60 และ 70 กรัมต่อสูตร.....	47
7. แสดงลักษณะปรากฏของคุกกี้ที่มีการปรับ Spread ratio โดยการเพิ่มปริมาณไข่ขาว 50 %, 75 % และ 100 %.....	50
8. แสดงลักษณะปรากฏของคุกกี้ที่ใช้โพลีเด็กซ์โตรอสแทนน้ำตาล 0 %, 50 % และ 75 %.....	54
9. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ และคะแนนความชอบ ต่อรูปร่าง สี และกลิ่น ของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ.....	63
10. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ และคะแนนความชอบ ต่อรสชาติและเนื้อสัมผัสของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ.....	64
11. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ และคะแนนความชอบรวม ของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ.....	65
12. แสดงหลักการวิเคราะห์ Total Dietary Fiber.....	84

### XIV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
13. แสดงส่วนผสมของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ.....	104
14. แสดงกระบวนการผลิตคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ.....	105
15. แสดงขั้นตอนการผลิตคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ ตีไข่ขาวจนขึ้นฟู แล้วพักไว้.....	106
16. ตีเนยสด เกลือ น้ำตาล.....	107
17. ใส่ไข่ขาว.....	108
18. ใส่แป้ง นมผง ผงฟู เซลลูโลสผง โพลีเด็กซ์โทรสที่ร่อนรวมกันได้ ผสมให้เข้ากัน.....	109
19. ใส่เส้นใยอาหาร เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ และวานิลลา ผสมให้เข้ากัน.....	110
20. ตักหยอดในถาดที่ทาไขมัน.....	111
21. แต่งหน้าคุกกี้ให้สวยงาม.....	111
22. นำเข้าอบ.....	112
23. พักให้เย็น.....	112
24. บรรจุลงในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน 2 ชั้น.....	113
25. บรรจุลงในภาชนะที่เหมาะสม สวยงาม.....	113

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คุณก็เป็นผลิตภัณฑ์นมอบที่มีผู้นิยมบริโภคกันมาก เนื่องจากมีรสชาติดี รับประทานได้ง่ายและสะดวกต่อการพกพาไปในที่ต่าง ๆ โดยทั่วไปคุณก็จะให้พลังงานสูง และมีปริมาณเส้นใยอาหารอยู่ต่ำ เช่นในคุกกี้เนย 100 กรัม จะให้พลังงานประมาณ 500 แคลอรี และมีเส้นใยอาหารอยู่ประมาณ 3 กรัม (ปริมาณเส้นใยอาหารที่ควรได้รับในแต่ละวันประมาณ 25-30 กรัม) ในปัจจุบันนี้ผู้บริโภคให้ความสนใจในเรื่องของสุขภาพร่างกายกันมากขึ้น เส้นใยอาหารเป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับร่างกายมากมายหลายอย่าง มีผลงานวิจัยจำนวนมากที่พบว่า เส้นใยอาหารช่วยลดอาการของโรคต่าง ๆ ได้ เช่น โรคอ้วน, โรคมะเร็ง, โรคเบาหวาน, โรคท้องผูก, และโรคหัวใจขาดเลือด เป็นต้น การพัฒนาคุกกี้ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์นมอบ ที่มีผู้นิยมบริโภคกันมาก ให้มีเส้นใยอาหารสูง อาจจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่ทำให้ผู้บริโภค สามารถที่จะได้รับเส้นใยอาหารมากขึ้น และวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร ที่นำมาทำเป็นส่วนผสมของคุณก็ ก็เป็นผลผลิตทางการเกษตรที่หาได้ไม่ยาก ซึ่งจะเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตทางการเกษตรเหล่านี้ด้วย

การพัฒนาคุกกี้ พลังงานก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึง เพราะคุณก็จะมีส่วนประกอบของไขมันค่อนข้างสูง เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถรับประทานคุกกี้ได้ในปริมาณปกติ แต่ในขณะที่เดียวกันร่างกายจะได้รับพลังงานลดลง ในการศึกษาเรื่องของการลดพลังงาน จึงนำเซลลูโลสผง และโพลีเด็กซ์โทรสมาใช้แทนไขมันและน้ำตาลบางส่วน

ในปัจจุบัน มีการนำเข้าผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เพิ่มเส้นใยอาหาร จากต่างประเทศมากขึ้น ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีราคาค่อนข้างสูงมาก การพัฒนาการผลิตคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำในครั้งนี้ จะสามารถลดการนำเข้าของผลิตภัณฑ์อาหารประเภทนี้ลงได้ รวมทั้งเป็นการช่วยส่งเสริม การใช้ประโยชน์ของวัตถุดิบที่เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร ที่มีอยู่ในประเทศให้มากยิ่งขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแหล่งของวัตถุดิบ ที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหารที่เหมาะสม ในการทำคุกกี้
2. เพื่อศึกษาหาสูตรของคุกกี้ที่มีเส้นใยอาหารสูง และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
3. เพื่อศึกษาการใช้เซลลูโลสผงแทนไขมันบางส่วน และใช้โพลีเด็กซ์โทรสแทนน้ำตาล บางส่วน เพื่อผลิตคุกกี้ที่มีพลังงานต่ำ

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อส่งเสริมการใช้วัตถุดิบที่เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร ที่มีอยู่ในประเทศให้เกิด ประโยชน์มากขึ้น
2. เพื่อส่งเสริมให้ผู้บริโภค ได้บริโภคผลิตภัณฑ์ขนมอบ ประเภทคุกกี้ที่มีเส้นใยอาหาร สูงและพลังงานต่ำ ซึ่งผลิตขึ้นภายในประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ความหมายและส่วนประกอบของเส้นใยอาหาร

**เส้นใยอาหาร (Dietary fiber)** คือส่วนประกอบของพืช ที่น้ำย่อยในร่างกายของคนไม่สามารถย่อยได้ แต่จุลินทรีย์บางชนิดในลำไส้ใหญ่ สามารถย่อยส่วนประกอบของเส้นใยอาหารได้ โดยเฉพาะส่วนที่เป็น เพคติน (pectin) อาหารจากพืชทั่วไป ประกอบด้วยส่วนที่เป็นคาร์โบไฮเดรตคือ เซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) และเพคติน (pectin) และส่วนที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต คือ ลิกนิน (lignin) ส่วนของพืชที่เรียกว่า มิวซิเลจส์ (mucilage) และกัม (gum) ก็จัดเป็นเส้นใยอาหารด้วย

**เยื่อใย (Crude fiber)** คือส่วนของพืชที่ไม่ถูกย่อยด้วยสารละลายของกรดและด่าง ซึ่งจะประกอบไปด้วยส่วนของเซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) และลิกนิน (lignin)

#### ส่วนประกอบและคุณสมบัติของเส้นใยอาหาร

เส้นใยอาหาร ซึ่งประกอบด้วยสารประกอบที่มีโครงสร้างเป็นโพลีแซคคาไรด์ เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส เพคติน กัม มิวซิเลจส์ และสารประกอบที่ไม่มีโครงสร้างเป็นโพลีแซคคาไรด์ เช่น ลิกนิน มีองค์ประกอบทางเคมีดังแสดงในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1**  
การจำแนกองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยอาหาร

Fiber	Chemical component	
	Main chain	Side chain
Polysaccharides		
cellulose	Glucose	None
Noncellulose		
Hemicellulose	Xylose Mannose Galactose Glucose	Arabinose Galactose Glucuronic acid
Pectic substances	Galacturonic acid	Rhamnose Arabinose Xylose Fucose
Mucilages	Galactose-mannose Glucose-Mannose Arabinose-xylose Galacturonic-acid mannose	Galactose
Gums	Galactose Glucuronic acid-mannose Galacturonic acid -rhamnose	Xylose Fucose Galactose
Algal Polysaccharides	Mannose Xylose Guluronic acid Glucose	Galactose
Nonpolysaccharide		
Lignin	Sinapyl alcohol Coniferyl alcohol p- Coniferyl alcohol	

ที่มา: Schneeman: 1989

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลลูโลส (Cellulose) เป็นสารแบบเดียวกับที่พบในเปลือกไม้ พบในพืชผักและผลไม้หลายชนิดมีมากในนัท (Nuts) และเมล็ดพืช จากผลของการศึกษาค้นคว้าเชื่อว่า เซลลูโลสจะช่วยดูดซับสารก่อมะเร็ง (Carcinogens) ซึ่งอาจเกิดขึ้นในทางเดินลำไส้ อันเนื่องมาจากการกินอาหารที่มีสารไนเตรต และช่วยป้องกันการดูดซึมของน้ำตาลเข้าสู่ร่างกาย ดังนั้นจึงมีประโยชน์แก่ผู้ป่วยโรคเบาหวาน

เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) เป็นสารซึ่งมีลักษณะของโมเลกุลคล้ายคลึงกับเซลลูโลส และมักเกิดอยู่ร่วมกับเซลลูโลส ช่วยป้องกันโรคท้องผูกได้เช่นกัน

เพคติน (Pectin) เป็นเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้มีลักษณะคล้ายวุ้น เพคตินพบมากในแอปเปิ้ล ส้ม องุ่น กัลย ผลไม้พวกสตรอเบอร์รี่ มัน และแครอท จากการศึกษาวิจัยพบว่า เพคตินมีส่วนช่วยลดปริมาณโคเลสเตอรอลในร่างกายมนุษย์ แต่เพคตินจะไม่ช่วยป้องกันโรคท้องผูก ซึ่งแตกต่างจากเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส

กัมและมิวซิเลจ (Gum and Mucilages) เป็นเส้นใยที่คนเรามักจะรับประทานเข้าไปโดยไม่รู้ตัว เพราะใช้เป็นตัวทำให้ซอสข้นเหนียว เช่นซอสมะเขือเทศ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้พบว่า เส้นใยอาหารประเภทกัม นอกจากช่วยทำให้อาหารข้นเหนียวแล้ว ยังมีส่วนในการลดปริมาณโคเลสเตอรอลในร่างกาย และยังช่วยลดปริมาณน้ำตาลที่อยู่ในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวาน กัม ในที่นี้หมายความรวมถึง อะการ์ (Agar) กัมอะราบิก (Gum arabic) กัมคารายา (Gum karaya) แซนแทนกัม (Xanthan gum) และคาราจีแนน (Carageenan) เป็นต้น

ลิกนิน (Lignin) เป็นสารที่มีในเนื้อไม้ เชื่อกันว่า ลิกนินมีส่วนช่วยป้องกันการเกิดนิ่วในถุงน้ำดี ลิกนินพบมากในข้าว เช่นข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต ไร่ แป้งที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีขัดและฟอกสี ผลไม้พวกเบอร์รี่ เช่น สตรอเบอร์รี่ ราสเบอร์รี่ ในพืชผักเช่น ถั่วงอก กะหล่ำปลี มะเขือเทศ พืชผักยิ่งแก่ขึ้นเท่าใด ก็ยังมีปริมาณลิกนินเพิ่มมากขึ้น

## ประเภทของเส้นใยอาหาร

เส้นใยอาหารได้ถูกแบ่งออกเป็น 2 พวกตามคุณลักษณะของเส้นใยคือ

1. เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ (Water-Soluble Dietary fiber) คือ เส้นใยอาหารที่สามารถละลายน้ำได้ เมื่อถูกน้ำจะพองตัวเป็นวุ้น เส้นใยชนิดนี้จะช่วยขัดขวางการดูดซึมของน้ำตาลและไขมัน จึงมีประโยชน์ต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด นอกจากนี้ยังช่วยให้การขับถ่ายเป็นไปอย่างสะดวกและป้องกันการเกิดโรคริดสีดวงทวาร เส้นใยอาหารชนิดนี้ได้แก่ เพคติน เจล กัม และ มิวซิเลจส์

2. เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Water-Insoluble Dietary fiber) คือ เส้นใยอาหารที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ แต่จะอุ้มน้ำเอาไว้ เส้นใยอาหารชนิดนี้ จะช่วยกระตุ้นลำไส้ให้เกิดการขับถ่าย ดังนั้นจึงมีประโยชน์ในการป้องกันโรคท้องผูกและโรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่ ขณะเดียวกันก็เป็นการลดการเกิดสารพิษ ที่เกิดจากการย่อยสลายของแบคทีเรีย อันเนื่องจากการตกค้างของกากอาหารเป็นเวลานาน เส้นใยอาหารชนิดนี้ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน

### 2.2 แหล่งของเส้นใยอาหาร (สันทนา ,2537)

**ผักและผลไม้** เส้นใยอาหารจากผักและผลไม้ไม่ได้ประกอบด้วยเซลลูโลสอย่างเดียว เส้นใยอาหารในพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน แม้แต่ในสวนต่าง ๆ ของพืชเองก็จะมีเส้นใยอาหารที่แตกต่างกัน ปริมาณของเส้นใยอาหารส่วนใหญ่จะมีมากเมื่อพืชแก่

**พืชตระกูลถั่ว** ถั่วเมล็ดแห้งหลายรวมทั้งถั่วเหลือง เป็นอาหารที่มีเส้นใยอาหารสูงกว่า ผักและผลไม้ เส้นใยอาหารที่ได้จากพืชตระกูลถั่วส่วนใหญ่จะละลายน้ำ เชื่อกันว่าเส้นใยอาหารจากถั่วมีส่วนช่วยในการลดปริมาณโคเลสเตอรอล แต่ไม่ช่วยลดอาการท้องผูก

**รำ** เป็นแหล่งของเส้นใยอาหารรวมกันหลายชนิด รวมทั้งเฮมิเซลลูโลส เพคติน เชื่อกันว่ารำที่มาจากข้าวสาลีและข้าวโพดช่วยป้องกันโรคท้องผูก รำที่ได้จากข้าวสาลีช่วยควบคุมปริมาณกลูโคสในผู้ป่วยโรคเบาหวาน และยอมรับกันว่า รำที่ได้จากข้าวโพดช่วยลดอาการท้องผูก รำจากข้าวโพดมีประโยชน์มากกว่ารำประเภทอื่นๆ ช่วยลดอาการท้องผูก

ลดปริมาณโคเลสเตอรอลที่เป็นสาเหตุของโรคหลอดเลือดแข็ง (Atherosclerosis) ลดไขมัน  
 ธรรมดาในเลือด (Triglycerides) และช่วยกำจัดน้ำตาลกลูโคสในเลือด มีประโยชน์อย่างยิ่ง  
 สำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน

ไพโรจน์, เบญจวรรณ (2539) รายงานว่า สถาบันวิจัยโภชนาการมหาวิทยาลัย  
 มหิดล ได้ศึกษาปริมาณเส้นใยอาหาร ที่มีในธัญชาติ พืชตระกูลถั่ว ผัก และผลไม้ พบว่า  
 ปริมาณของเส้นใยอาหารในถั่วนั้น ถั่วแดง ถั่วแดงหลวง ถั่วเขียว มีปริมาณเส้นใยอาหารสูง  
 สุดคือ 26-28 กรัมต่อถั่ว 100 กรัม ถั่วเหลือง ถั่วลิสงและงา มีปริมาณของเส้นใยอาหาร  
 รองลงมาคือ 19-22 กรัมต่อตัวอย่างอาหาร 100 กรัม เห็ดหูหนูแห้ง มีปริมาณเส้นใยอาหาร  
 อยู่ในระดับ 7-8 กรัมต่อตัวอย่างอาหาร 100 กรัม เมล็ดมะม่วงหิมพานต์มีปริมาณเส้นใย  
 อาหาร 5-6 กรัม ต่อตัวอย่างอาหาร 100 กรัม จมูกข้าวสาลีมีปริมาณเส้นใยอาหาร  
 ประมาณ 8 กรัมต่อตัวอย่างอาหาร 100 กรัม คอร์นเฟลกมีปริมาณเส้นใยอาหารประมาณ  
 12 กรัม ต่อตัวอย่างอาหาร 100 กรัม

### 2.3 บทบาทของเส้นใยอาหารต่อร่างกาย

King และคณะ (1984) ได้ทำการศึกษา พบว่า ความแตกต่างในองค์ประกอบทาง  
 เคมี ทั้งชนิดและปริมาณที่มีอยู่ในเส้นใยอาหาร ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติทางเคมี  
 และฟิสิกส์ของเส้นใยอาหาร จะมีผลโดยตรงต่อความสามารถในการส่งเสริมสุขภาพ  
 พบว่า โรคสมัยใหม่ที่เกิดขึ้นกับคนที่อยู่อาศัยในสังคมเมืองในยุคโลกาภิวัตน์ เช่น โรคไส้ติ่ง  
 อักเสบ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคมะเร็งในลำไส้ โรคหัวใจขาดเลือด จากการ  
 ศึกษาพบว่า โรคเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับการบริโภคเส้นใยอาหารในปริมาณน้อย

ประภาศรี ( 2523 ) รายงานว่า งานวิจัยทางด้านระบาดวิทยา ได้ชี้ให้เห็นถึง  
 ความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคเส้นใยอาหาร กับการลดอุบัติการณ์ของโรคต่าง ๆ นอกจากนี้  
 นี้ ยังมีงานวิจัยในห้องปฏิบัติการที่แสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติ บทบาท และหน้าที่ของเส้นใย  
 อาหารในร่างกาย

**บทบาทของเส้นใยอาหารต่อโรคอ้วน** ปรียา (2535) ได้ศึกษาพบว่า สาเหตุส่วนใหญ่ของโรคอ้วนเกิดจากการกินจุ และการออกกำลังกายน้อย ดังนั้นการรักษาเพื่อให้น้ำหนักตัวลดลงนั้น ต้องทำให้เกิดดุลของพลังงาน คือปริมาณอาหารที่กินเข้าไปเพื่อให้พลังงานต้องน้อยกว่าพลังงานที่ใช้ ร่างกายจึงจะสามารถดึงเอาไขมันที่สะสมไว้เผาผลาญเป็นพลังงาน หลักการที่สำคัญในการลดน้ำหนักผู้ป่วยโรคอ้วน คือ การควบคุมอาหารและการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ

ในปัจจุบันนี้ได้มีการนำเอาเส้นใยอาหารมาใช้ลดน้ำหนักตัวผู้ป่วยโรคอ้วนมากขึ้น เส้นใยอาหารที่นำมาใช้รักษาอาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภทคือ

1. โพลีเมอร์ของใยอาหารบริสุทธิ์ (Purified fiber polymers)
2. เส้นใยอาหารเข้มข้น (Fiber concentrates)
3. อาหารที่มีเส้นใยอาหารมาก (High fiber diets)

โดยเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้จะกลายเป็นเจล (Gel) เพิ่มความหนืดและการเกาะตัวของสารอาหารในกระเพาะ ทำให้กระเพาะว่างช้าลงรู้สึกอิ่มได้นาน อัตราการย่อยและการดูดซึมของอาหารต่าง ๆ ช้าลง เพิ่มปริมาณและแรงกระตุ้นถ่ายอุจจาระ

**บทบาทของเส้นใยอาหารต่อโรคท้องผูก** ประภาศรี (2523) รายงานว่า โดยทั่วไปแล้ว เส้นใยอาหารที่ผ่านไปถึงลำไส้ใหญ่โดยไม่ถูกย่อย จะทำให้ปริมาณอุจจาระเพิ่มมากขึ้น และส่วนของเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจะเป็นส่วนที่เพิ่มน้ำหนักอุจจาระได้มากที่สุด อย่างไรก็ตาม น้ำหนักอุจจาระที่เพิ่มมากขึ้น ยังอาจเกิดจากความสามารถในการอุ้มน้ำของเส้นใยอาหาร น้ำหนักของแบคทีเรีย และกรดไขมันที่ปรากฏอยู่ในอุจจาระนั้น น้ำหนักอุจจาระที่เพิ่มขึ้นประกอบกับอุจจาระที่นิ่มลงจากการอุ้มน้ำไว้มาก จะมีผลต่อความเร็วของการเคลื่อนที่ของอุจจาระ จากส่วนต้นของลำไส้ใหญ่จนถึงปากทวาร ในคนที่ท้องผูกถ้ามีปริมาณอุจจาระอยู่ใน Caecum ประมาณ 20-40 กรัม อาจต้องใช้เวลา 5-7 วัน กว่าจะไปถึง Anus ได้ แต่ถ้าปริมาณอุจจาระมากพอ คือประมาณ 150-200 กรัม ก็จะใช้เวลาเพียง 1-2 วันเท่านั้น

**บทบาทของเส้นใยอาหารต่อโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด** โรคไขมันอุดตันเป็นโรคที่เป็นอันตรายมากที่สุดที่พบในระบบทางเดินโลหิต สาเหตุของโรคนี้เกิดจากการที่มีสารอาหารไปเกาะผนังด้านในของเส้นเลือด และสารอาหารที่ไปเกาะนั้นได้แก่ สารอาหารพวกไขมัน โปรตีน และโคเลสเตอรอล โดยเฉพาะโคเลสเตอรอลนั้นเป็นตัวหลักที่ก่อให้เกิดปัญหา ทั้งนี้เพราะ โคเลสเตอรอลไม่เป็นเพียงสารที่ได้รับจากการบริโภคอาหารเท่านั้น แต่ยังสามารถสร้างขึ้นได้ ในปริมาณที่มากพอสมควรในร่างกายโดยเฉพาะในตับ สารโคเลสเตอรอลที่มีในร่างกายจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดน้ำดี (Bile acid) ซึ่งจะถูกขับออกมาทางลำไส้เล็ก เพื่อช่วยในการย่อย และการดูดซึมกลับของไขมันและสารโคเลสเตอรอลจากอาหาร

ได้มีการทดลองใช้อาหารที่มีเส้นใย (Fiber) สูงให้ผู้ที่มีการโคเลสเตอรอลในเลือดสูงบริโภคชั่วระยะหนึ่ง พบว่าระดับโคเลสเตอรอลในเลือดลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน ซึ่งผลอันนี้เกี่ยวเนื่องมาจาก เส้นใยเป็นตัวแยกกรดน้ำดี สารโคเลสเตอรอลและกรดไขมัน โดยป้องกันการดูดซึมกลับเข้าไปในทางเดินโลหิตของสารเหล่านี้ จึงทำให้โคเลสเตอรอลที่ถูกสร้างขึ้นมากถูกขับออกจากเลือดเป็นส่วนใหญ่

**บทบาทของเส้นใยอาหารต่อโรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่** การศึกษาด้านระบาดวิทยา แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า การบริโภคอาหารที่มีส่วนประกอบของปริมาณเส้นใยอาหารน้อยและมีปริมาณของไขมันสูงนั้น มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่อย่างยิ่ง การศึกษาในรายละเอียดถึงกลไกการป้องกันโรค ของเส้นใยอาหารพอที่จะสรุปได้ว่า คุณสมบัติของเส้นใยอาหาร ที่ช่วยเพิ่มปริมาณอุจจาระ โดยเฉพาะในเส้นใยอาหารที่มาจากธัญชาติ (Cereal fiber) จะทำให้ลดการสัมผัสโดยตรง ระหว่างสารก่อมะเร็งกับเนื้อเยื่อของระบบลำไส้ จึงทำให้อัตราเสี่ยงของการเกิดมะเร็งลดน้อยลง

สำหรับเวลาที่อาหารที่เราบริโภคเข้าไป เดินทางผ่านระบบลำไส้ที่สั้นลง จะส่งผลให้ลดระยะเวลาในการสัมผัส ระหว่างสารก่อมะเร็งและเนื้อเยื่อ โดยสารก่อมะเร็งในระบบการย่อยอาหาร ถูกขับออกจากลำไส้ใหญ่ โดยเส้นใยอาหารอย่างรวดเร็วที่ร่างกายจะดูดซึมสารพิษเอาไว้ ช่วยทำให้สารพิษมีโอกาสสัมผัสผิวลำไส้ลดลง และช่วยดูดซึมสารพิษที่ก่อมะเร็ง ทำให้มีโอกาสสัมผัสกับผิวลำไส้ใหญ่น้อยลง

**บทบาทของเส้นใยอาหารต่อโรคเบาหวาน** เมธา (2524) รายงานว่า โรคเบาหวาน อาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากการขาดเส้นใยอาหารไม่ใช่ความผิดปกติจากเมตาโบลิซึมของร่างกาย จึงได้มีการศึกษาและวิจัยในเรื่องนี้ และได้พบว่าในผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน และได้รับฮอร์โมนอินซูลินเป็นประจำนั้น เมื่อรับประทานอาหารที่มีเส้นใยสูงจะทำให้ปริมาณน้ำตาล และฮอร์โมนอินซูลินในเลือดลดลงสู่ระดับปกติ สำหรับการควบคุมอาหารของผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานนั้น พบว่า มีการเพิ่มปริมาณเส้นใยอาหารประเภทกั่วม ที่ให้ร่วมกับคาร์โบไฮเดรตตั้งแต่ 22 - 68% สามารถลดปริมาณกลูโคสในปัสสาวะได้ถึง 64 % นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่พบว่า ทั้งเพศดินและกั่วมมีผลควบคุมปริมาณน้ำตาลในกระแสเลือด แต่ยังไม่ทราบกลไกที่แน่ชัด

ไพโรจน์ และเบญจวรรณ (2539) รายงานว่า ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา พบว่า มีความเป็นไปได้ ที่อาหารที่มีปริมาณเส้นใยอาหารสูง ซึ่งเป็นพวกคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน จะมีผลทำให้การดูดซึมอาหาร ในระบบดูดซึมของร่างกายช้าลง โดยเส้นใยอาหารนี้ จะไปทำหน้าที่เหมือนผนังกัน การแพร่ของสารอาหารไปสู่เนื้อเยื่อดูดซึมในผนังลำไส้ ทำให้ยืดระยะเวลาที่มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสอยู่ในกระแสเลือด ช่วยรักษาระดับของน้ำตาลกลูโคสให้เป็นปกติ

**บทบาทของเส้นใยอาหารต่อโรคหัวใจ** กฤษณา (2528) รายงานว่า สาเหตุประการหนึ่งของกรเกิดโรคหัวใจก็คือ การที่ปริมาณของโคเลสเตอรอลไปสะสมที่ผนังหลอดเลือดมากเกินไป ทำให้ผนังหลอดเลือดแคบลงและในที่สุดจะเกิดการอุดตัน ทำให้เลือดมาเลี้ยงหัวใจได้ไม่สะดวก และทำให้เกิดเป็นโรคหัวใจได้ เส้นใยอาหารสามารถช่วยลดอุบัติการณ์ของโรคหลอดเลือดหัวใจได้ ในกลุ่มของคนที่ยินอาหารที่มีปริมาณเส้นใยอาหารสูง จะเป็นโรคหัวใจต่ำกว่าพวกที่ยินอาหารที่มีปริมาณเส้นใยน้อยถึงแม้ว่าจะเป็นชนชาติเดียวกัน เช่น คนในประเทศอังกฤษพวกที่ยินอาหารที่มีปริมาณเส้นใยมาก จะเป็นโรคหัวใจน้อยกว่า พวกที่ยินอาหารเส้นใยน้อยถึง 4 เท่า ในประเทศที่พัฒนาแล้ว 20 ประเทศเปรียบเทียบกัน พบว่า ญี่ปุ่นซึ่งเป็นประเทศที่พลเมืองกินเส้นใยอาหารมากที่สุด มีอัตราการตายจากโรคหลอดเลือดหัวใจต่ำสุดคือ 88 คน ต่อประชากรหนึ่งแสนคน ประเทศเยอรมันตะวันตก ซึ่งมีการกินเส้นใยอาหารในระดับปานกลาง มีอัตราการตาย 267 คน ต่อประชากรหนึ่ง

แสนคน ประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งมีการบริโภคเส้นใยอาหารน้อยที่สุดมีอัตราการตายจากโรคหลอดเลือดหัวใจ 564 คน ต่อประชากรหนึ่งแสนคน

**บทบาทของเส้นใยอาหารต่อโรคความดันโลหิตสูง** อาหารประเภทเส้นใยสูงมีผลต่อแรงดันเลือด ในกลุ่มมังสวิรัต ซึ่งบริโภคเส้นใยอาหารมากกว่าคนทั่วไปถึง 2 เท่า มีความดันโลหิตโดยเฉลี่ยต่ำกว่าคนในกลุ่มอื่น ในกลุ่มประเทศอุตสาหกรรม ประชาชนมีความดันโลหิตเพิ่มขึ้นตามอายุ ซึ่งแตกต่างจากประเทศในกลุ่มที่ด้อยพัฒนาซึ่งมีการบริโภคอาหารเส้นใยมากกว่า พบว่าประชากรสามารถรักษาความดันโลหิตค่อนข้างต่ำไว้ได้ตลอดชีวิต

ข้อมูลเหล่านี้จูงใจให้มีผู้ทำการศึกษาผลของการเพิ่มปริมาณเส้นใยในอาหารปรากฏว่าทั้งผู้ที่มีความดันโลหิตอยู่ในเกณฑ์ปกติ และผู้ที่มีความดันโลหิตสูงเมื่อกินอาหารที่มีปริมาณเส้นใยเพิ่มมากขึ้น พบว่าความดันโลหิตจะลดลงทั้งระยะสั้นและระยะยาว

**บทบาทของเส้นใยอาหารต่อโรคไส้ติ่งอักเสบ** สันทนา (2537) รายงานว่า จากการวิจัยของแพทย์แห่งมหาวิทยาลัยวอชิงตัน พบว่า การบริโภคเส้นใยอาหารจะลดการเป็นไส้ติ่งอักเสบได้ถึงครึ่ง เส้นใยอาหารจะช่วยให้อุจจาระนุ่ม หากกินอาหารที่มีเส้นใยอาหารน้อย จะทำให้อุจจาระแข็ง ซึ่งอาจจะเข้าไปติดอยู่ในไส้ติ่งและเกิดอาการอักเสบขึ้นได้

**บทบาทของเส้นใยอาหารต่อโรคริดสีดวงทวาร** โรคริดสีดวงทวารเป็นโรคชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นกับคนในเมืองและคนสูงอายุ เส้นใยอาหารจะช่วยให้เกิดอาการคัน เลือดออก และปวดริดสีดวง เมื่อเพิ่มเส้นใยอาหารภายใน 3-4 วัน เส้นใยอาหารจะถูกใช้เป็นยาถ่าย เนื่องจากเส้นใยอาหารไปช่วยเพิ่มปริมาณของอุจจาระ จึงไปกระตุ้นการทำงานของลำไส้ใหญ่ให้ทำงานได้ดีขึ้น

จะเห็นได้ว่าบทบาทของเส้นใยอาหารต่อร่างกายนั้น สามารถที่จะป้องกันหรือลดปัญหาการเกิดโรคต่างๆได้ ซึ่งนับว่าเกิดประโยชน์แก่ร่างกายมากกว่าเกิดโทษ เพราะฉะนั้นควรมีการแนะนำหรือส่งเสริมให้ประชาชนหันมาบริโภคอาหารที่มีเส้นใยสูงกันให้มากขึ้น เพื่อประชาชนจะได้มีสุขภาพดีกันทั่วทุกคน นอกจากนั้น ยังทำให้เศรษฐกิจของประเทศดีขึ้น

เนื่องจากประชากรของประเทศมีสุขภาพกายและสุขภาพจิตดี ก็จะเป็นกำลังที่ดีในการพัฒนาชาติบ้านเมืองให้เจริญรุ่งเรืองสืบไป

## 2.4 การเพิ่มปริมาณเส้นใยในผลิตภัณฑ์อาหาร

Godunova และคณะ (1984) ได้ศึกษาถึงการเตรียมขนมปังจาก Whole meal โดยใช้ข้าวสาลี 50 % และข้าวไรย์ 50 % แบ่งข้าวไรย์และ Wheat Germ จะถูกแทนที่ตามอัตราส่วนโดยใช้ Germ จากข้าวไรย์ 5 % และ Wheat germ 10% การใช้อัตราส่วน ดังกล่าวทำให้ขนมปังมีลักษณะที่ดี มีโปรตีนเพิ่มมากขึ้น มีเส้นใยอาหารเพิ่มมากขึ้นในผลิตภัณฑ์ และสามารถลดปริมาณการใช้แป้งสาลี ได้ถึง 50 กิโลกรัมต่อตัน ซึ่งเป็นการลดต้นทุนของโรงงานทำขนมปังด้วย

วรรณช (2532) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เวเฟอร์โยอาหารสูง สำหรับบำบัดภาวะท้องผูกชนิดไม่มีอาการท้องร่วงแทรก โดยใช้หน่อไม้ฝรั่งเป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร ในขณะที่สุจินดา (2533) ได้ศึกษาผลิตภัณฑ์โดนัทชอคโกแลตจากรำข้าว โดยใช้รำข้าวเป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร

วิษฐิตา (2535) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่เพิ่มเยื่อใย สำหรับผู้ป่วยโรคเกี่ยวกับลำไส้และโรคท้องผูก โดยใช้ฝรั่งเป็นแหล่งเส้นใยอาหาร ศึกษารูปแบบที่เหมาะสมของฝรั่ง ในการเติมลงไป ในผลิตภัณฑ์ พบว่า รูปแบบที่เหมาะสมของฝรั่ง ในการเติมลงไป ในผลิตภัณฑ์ คือฝรั่งผง

สำหรับคุณก็ สดศรี (2536) ได้ทดลองเติมรำข้าวสาลีลงในคุกกี้รสกาแฟ พบว่า การใช้แหล่งเส้นใยอาหารชนิดเดียว อาจไม่สามารถทำให้ได้รับเส้นใยอาหารครบทุกประเภท จึงได้มีการใช้เส้นใยอาหารจากแหล่งต่าง ๆ นำมาเติมลงในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น เพลินใจและคณะ (2538) ได้คิดค้นสูตรอาหารเสริมประเภทเส้นใยอาหารสูงและแคลอรีต่ำ โดยใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติ ที่หาได้ในประเทศไทย ได้แก่ ธัญชาติ ถั่ว งา เมล็ดพืชต่างๆ อันเป็นแหล่งที่ให้เส้นใยอาหารสูง มาเป็นส่วนประกอบของอาหารและมีคุณค่าทางโภชนาการ ประกอบด้วยอัตราส่วนของ สารอาหารชนิดต่าง ๆ ในสัดส่วนที่พอเหมาะ และเป็นอาหารที่มีเส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ ซึ่งได้สูตรที่เหมาะสมคือสูตรที่ประกอบด้วย

ข้าวโพด: ตัวแดง: ข้าวกล้อง: งาดำ ในอัตราส่วน 30:30:25:10 อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ที่เตรียมขึ้นจึงยังไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ชิมมากนัก เพราะฉะนั้นถ้ามีการพัฒนาโดยมีการปรับปรุงลักษณะด้อยของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น ผลิตภัณฑ์น่าจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น

เพลินใจและคณะ (2538) ได้ศึกษาถึงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ของขนมปังจากแป้งสาลีที่ผสมวัตถุดิบซึ่งเป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร คือตัวแดงหลวง รำข้าวเจ้า กากถั่วเหลือง และงาขาว ในปริมาณร้อยละ 10-30 โดยน้ำหนักแป้ง พบว่าขนมปังที่ผสมแหล่งของเส้นใยอาหาร จะมีปริมาตรลดลง มีความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะขนมปังกากถั่วเหลือง จะมีปริมาตรโดยเฉลี่ยน้อยที่สุด ความหนาแน่นมากที่สุด มีการดูดซับน้ำสูงจากการวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Instron พบว่า ขนมปังที่ผสมวัตถุดิบที่เป็นแหล่งของเส้นใยจะมีความแข็งแรงมากขึ้น และมีความยืดหยุ่นลดน้อยลง

คุณกัญญาจากแป้งสาลีที่ผสม กากมะพร้าว กากผสมเปลือกถั่วเหลือง เห็ดหูหนู วิทเจอร์ม และเมล็ดทานตะวันในปริมาณร้อยละ 20-70 โดยน้ำหนักแป้งสาลี พบว่า ความหนาแน่นของคุณก็จะลดลง ค่าการดูดซับน้ำของคุณก็ทุกชนิดเพิ่มมากขึ้นกว่าสูตรปกติ วัดความแข็งด้วยเครื่อง Instron พบว่า ความแข็งแรงจะลดลง การยอมรับอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า มีปริมาณเส้นใยอาหารอยู่ระหว่าง 7.76-7.82 กรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งคุณก็สูตรปกติมีค่าเท่ากับ 2.70 กรัมต่อ 100 กรัม

Thamthananuk (1996) ได้ศึกษาแหล่งเส้นใยอาหารในประเทศไทยและการนำไปใช้ โดยใช้แหล่งเส้นใยอาหารจากวัตถุดิบประเภทผักและผลไม้ ซึ่งส่วนมากเป็นวัสดุเหลือใช้และเศษทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหาร(เกษตร) มาทำการแยกสกัดเส้นใยและทำให้บริสุทธิ์ แล้วนำไปเติมลงในผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป 3 ชนิด คือ เครื่องดื่มชอคโกแลต ชูบ และเค้กชนิดต่าง ๆ และพบว่าเส้นใยอาหารจากแกนสับปะรด หน่อไม้ฝรั่ง ผักกาดขาว และจาวมะพร้าว มีคุณภาพเพียงพอที่จะใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร ในการเสริมลงในผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อที่จะพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าเพิ่มต่อไป

## 2.5 ความหมายและชนิดของคุกกี้

คุกกี้ (Cookies) หมายถึงผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ทำจากแป้งสาลี มีรูปร่างและกลิ่นรสต่าง ๆ กัน คุกกี้บางชนิดมีลักษณะบาง บางชนิดหนา บางชนิดมีสีอ่อน บางชนิดมีสีแก่ บางชนิดอาจมีการตกแต่งด้วย ผลไม้พวกนัท ถั่ว บางชนิดมีการเคลือบหน้าด้วยไอซิ่ง การผลิตคุกกี้สามารถทำได้มากมายหลายชนิดขึ้นอยู่กับเทคนิคและกรรมวิธีของผู้ผลิต การเรียกชื่อคุกกี้จะแตกต่างกันออกไปชาวอเมริกัน เรียกว่า คุกกี้ (Cookies) แต่ชาวยุโรป เรียกว่า บิสกิต (Biscuit) (Noel,1989)

คุกกี้อาจแบ่งได้เป็นสองชนิดใหญ่ ๆ คือ คุกกี้ชนิดกรอบ (Brittle Cookies) และ คุกกี้ชนิดนุ่ม (Soft Cookies) คุกกี้ชนิดกรอบเตรียมได้จาก ส่วนผสมของแป้งที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลสูง คุกกี้ชนิดนุ่มเตรียมได้จากส่วนผสมของแป้งที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นค่อนข้างสูง (Haines,1968) )

คุกกี้โดยทั่วไปทำจากแป้งสาลีที่ขัดสีจนขาว จะมีปริมาณเส้นใยอาหารต่ำ คืออยู่ระหว่าง 1.6-2.72 กรัมต่อน้ำหนัก 100 กรัม (Lanza and Buturm, 1986)

คุกกี้ทั้งสองประเภทคือคุกกี้ชนิดกรอบและคุกกี้ชนิดนุ่ม สามารถจำแนกออกได้ตามกรรมวิธีในการผลิตได้ดังนี้ (องุ่น,2528)

1. คุกกี้กด (Pressed Cookies) เป็นคุกกี้ที่ทำจากเนย ลักษณะของแป้งจะมีไขมันสูง ค่อนข้างอ่อนเพื่อที่จะกดได้สะดวก แต่ยังคงรูปร่างอยู่ได้ในระหว่างการอบ เมื่อผสมเสร็จแล้ว นำมาใส่ในกระบอกกดคุกกี้กดให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ ตามต้องการ
2. คุกกี้หยอด (Drop Cookies) คุกกี้ชนิดนี้จะมีรูปร่างไม่คงที่ และไม่สม่ำเสมอ เพราะแป้งจะอ่อนตัวและเหลวพอที่จะดักหยอดลงบนถาดให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ ตามต้องการ
3. คุกกี้แท่ง (Bar Cookies) ลักษณะของแป้งคุกกี้ชนิดนี้ จะเหลวเหมือนเค้กก่อนอบ และจะกรอบแข็งเหมือนคุกกี้หลังจากอบแล้ว สามารถตัดออกเป็นแท่ง ๆ ได้
4. คุกกี้โรล (Rolled Cookies) ลักษณะของแป้งจะเหนียวและแห้ง เพราะแป้งจะต้องมีความแข็งพอที่จะคลึงได้โดยไมติดพื้น แล้วใช้พิมพ์คุกกี้ตัดเป็นรูปร่างต่าง ๆ อาจจะใช้ชอคโกแลต หรือน้ำตาลสีต่าง ๆ เพื่อให้สวยงาม หรือจะม้วนเป็นแท่งแล้วตัดตามขวางก็ได้

5. คุกกี้ปั้น (Molded Cookies) ลักษณะของแป้งจะนุ่มแต่ไม่เหนียว จะมีส่วนผสมของไขมันสูง ซึ่งทำให้แป้งไม่เหนียว แล้วนำแป้งมาปั้นเป็นลูกกลม ๆ หรือปั้นเป็นแท่ง หรือจะเป็นแบบใด ก็ได้ตามต้องการ แล้วกดให้แบน

6. คุกกี้แช่เย็น (Refrigerator Cookies) ลักษณะของแป้งคุกกี้ชนิดนี้จะต้องแข็งพอที่จะคลึงหรือปั้นเป็นก้อนได้ แล้วห่อด้วยกระดาษไขนำไปแช่ตู้เย็นให้แข็งพอหั่นได้ นำมาตัดเป็นชิ้นตามขนาดที่ต้องการ แล้วนำไปอบ

## 2.6 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์คุกกี้

ส่วนผสมที่ใช้ในการทำคุกกี้ แป้งออกได้เป็น 2 พวก คือ วัตถุดิบที่ทำให้คุกกี้มีความอ่อน หรือแข็งตัว ที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานได้แก่แป้ง นอกจากนั้น ได้แก่ น้ำ ไข่ทั้งฟอง ไข่ขาว นมผง โกลี และกรดที่ทำให้ขึ้นฟู วัตถุดิบที่ทำให้คุกกี้มีความอ่อนนุ่ม ได้แก่ น้ำตาล ไซรัป ไข่แดง ไขมัน ผงฟู แป้ง น้ำเป็นตัวทำให้คุกกี้แข็งตัวเนื่องจากเกิดกลูเตนขึ้นเมื่อผสมกับแป้ง (จิตธนา และอรอนงค์, 2539)

**แป้งสาลี (Wheat)** ได้มาจากการไม่ข้าวสาลี ซึ่งข้าวสาลีนั้นเป็นธัญพืชชนิดหนึ่งที่อยู่ในวงศ์ (Family) หญ้า (Gramineae) วงศ์ย่อย (Sub-family) Festucoideae เหล่า (Tribe) Triticeae และอยู่ในแหล่งย่อย (Sub-Tribe) Triticeae สกุล (Genus) Triticum

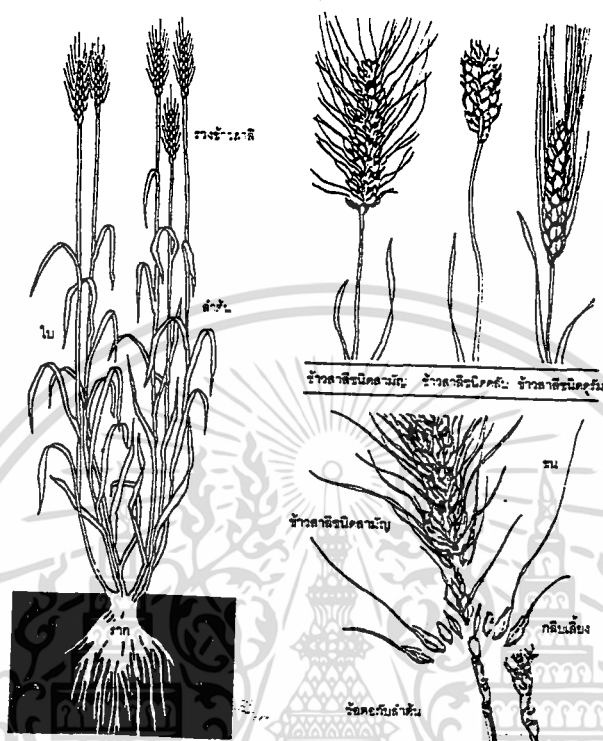
ข้าวสาลีที่ปลูกทั่วไปในที่ต่างๆ ทั่วโลกที่สำคัญมี 3 ชนิด (ลักษณะ ต้น รวง และ เมล็ด ดังแสดงในภาพที่ 1) คือ

1. *Triticum aestivum* หรือ *Triticum Vulgare* เป็นข้าวสาลีที่ปลูกทั่วไปประมาณ 92 % ของผลผลิตทั้งหมด ใช้ทำขนมปังเป็นส่วนใหญ่

2. *Triticum durum* เป็นข้าวสาลีที่มีเนื้อในเมล็ด (Endosperm) สีเหลือง เมล็ดแข็ง ใช้ทำมกกะโรนี สปาเก็ตตี้

3. *Triticum compactum* เป็นข้าวสาลีที่มีเนื้อในเมล็ดสีขาวอ่อนนุ่ม ใช้ทำเค้ก และ คุกกี้

ภาพที่ 1



แสดงลักษณะต้น รวง และเมล็ดข้าวสาลี

ที่มา: Wheat flour institute, 1965

คุณภาพของแป้งสาลีขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีนที่มีอยู่ในแป้ง โปรตีนในแป้งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดที่ละลายในน้ำ และชนิดที่ไม่ละลายในน้ำ กลูเตน เป็นโปรตีนชนิดที่ละลายในน้ำ ซึ่งสามารถแยกออกจากแป้งได้ โดยการเติมน้ำลงไปแป้งจะทำให้เกิดโด แล้วนวดกับน้ำ ล้างเอาแป้งออกจะได้กลูเตนเปียกซึ่งมีความยืดหยุ่น (Gnswold, 1962) ในกลูเตนประกอบด้วยกลูเตนิน และไกลอะดิน ซึ่งพบว่ากลูเตนินนั้นมีความแข็ง และเป็นยางเหนียว ส่วนไกลอะดิน มีลักษณะชัน เหนียวกว่ากลูเตนิน และไกลอะดินเป็นโปรตีนที่ละลายในแอลกอฮอล์

Bale และคณะ (1970) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ ตั้งแต่ 30-90 องศาเซลเซียส ที่มีต่อกลูเตนของแป้งสาลี พบว่ามีการสูญเสียความยืดหยุ่นอย่างน้อย 87 % และจะไม่มีคามยืดหยุ่นเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 90 องศาเซลเซียส

แป้งสาลีที่ผลิตออกมาขายเพื่อทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้นส่วนใหญ่จะมีอยู่ 3 ชนิดคือ แป้งขนมปัง แป้งอเนกประสงค์ และแป้งเค้ก ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและการใช้ประโยชน์แตกต่างกันคือ

1. แป้งขนมปัง ลักษณะของแป้งหยาบเหมือนทราย มีสีครีม เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะไม่เกาะตัวกัน แป้งชนิดนี้มีโปรตีนสูง 12-14 % ใช้ยีสต์เป็นตัวทำให้ขึ้นฟู ใช้ทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปังจืด ขนมปังหวาน และผลิตภัณฑ์ที่หมักด้วยยีสต์ทุกชนิด

2. แป้งอเนกประสงค์ ลักษณะของแป้งจะมีลักษณะคล้ายแป้งขนมปังและแป้งเค้ก รวมกัน แป้งชนิดนี้มีโปรตีนสูงปานกลางคือ 10-11 % เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งและชนิดอ่อนเข้าด้วยกัน ในสัดส่วนที่เหมาะสม สารที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้ใช้ได้ทั้งยีสต์และผงฟู สามารถใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิดเช่น ขนมปัง ขนมเค้กบางชนิดพายร่วน พายชั้น ปาท่องโก๋ เป็นต้น

3. แป้งเค้ก ลักษณะของแป้ง เมื่อกดด้วยนิ้วมือจะรู้สึกอ่อนนุ่มเนียนละเอียด มีสีขาวมากกว่าแป้งสองชนิดแรก เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะเกาะตัวกันและคงรอยนิ้วมือไว้ แป้งชนิดนี้มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำประมาณ 7-9 % ใช้สารเคมีที่ช่วยทำให้ขึ้นฟูเท่านั้น ซึ่งได้แก่ ผงฟู และเบคกิ้งโซดา เป็นต้น ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์พวกเค้ก และคุกกี้

**ซอร์ทเทนนิ่ง (Shortening)** หมายถึง ไขมันหรือน้ำมันที่ใช้ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบหรือทอดมีความอ่อนนุ่ม โดยป้องกันการจับตัวของกลูเตนในขณะที่ทำการผสม ไขมันจะห่อหุ้มกลูเตนทำให้ผลิตภัณฑ์มีความอ่อนนุ่ม

ชนิดของซอร์ทเทนนิ่ง ไขมันและน้ำมันที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ได้มาจากทั้งพืชและสัตว์ สำหรับไขมันที่ได้จากสัตว์ ได้แก่ เนยสด ได้จากน้ำมันวัว ไขมันหมูแข็งได้จากสุกร ส่วนไขมันที่ได้จากพืชก็ได้จากเมล็ดพืชต่าง ๆ เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลิสง มะพร้าว ปาล์ม ข้าวและงา เป็นต้นไขมันและน้ำมันแต่ละอย่างนั้นมีคุณสมบัติและองค์ประกอบแตกต่างกันออกไปตามชนิดของไขมันและน้ำมัน

ไขมันและน้ำมันที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมเบเกอรี่ ได้แก่

1. เนยสด (Butter) ทำจากส่วนที่เป็นไขมันของน้ำมันวัว ประกอบด้วยไขมัน 80 % เกลือประมาณ 2.5-3.0 % (ขึ้นอยู่กับชนิดของเนยด้วย) น้ำประมาณ 15 % เลซิติน ประมาณ

0.2 % มีลักษณะแข็งที่อุณหภูมิห้อง เนยสดนั้นใช้ได้ดีในการให้กลิ่น รส แต่จะมีคุณสมบัติด้อยในการเป็นครีม คือเนยสดจะตีเป็นครีมได้ไม่ดีและขาดความเป็นเนื้อเดียวกัน แต่มีรสชาติหอม น่ารับประทาน

2. มาการีน หรือไขมันผสมระหว่างพืชและสัตว์ (Compound lard) ทำจากไขมันของพืชหรือสัตว์ที่นำมาผสมกับนม หรือครีมหรืออาจจะไม่ใส่นมหรือไข่สัตว์ก็ได้ เพื่อลดปริมาณของไขมัน มาการีนนั้นมีทั้งสีขาว และสีเหลือง ผลิตขึ้นมาใช้แทนเนยสดซึ่งสมัยหนึ่งเกิดขาดแคลนขึ้น โดยมีการปรุงแต่งให้มีลักษณะให้มีรูปร่างลักษณะ กลิ่น รส ใกล้เคียงกับเนยสดมากที่สุด จึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "เนยเทียม" มีลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณไขมัน 80-85% ใช้ทำขนมปัง ขนมเค้ก คุกกี้ และมาการีนบางชนิด มีจุดละลายสูง ใช้สำหรับทำพัพเพสตรี ซึ่งเรียกว่าเพสตรีมาการีน

3. เนยขาวหรือไขมันพืชแข็ง (Hydrogenated vegetable shortening) ทำจากน้ำมันพืชบริสุทธิ์ที่ปราศจากกลิ่น เช่นน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะพร้าว น้ำมันข้าวโพด โดยนำไปผ่านก๊าซไฮโดรเจนภายใต้ความดัน ซึ่งมีนิเกิลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ยิ่งผ่านก๊าซไฮโดรเจนเข้าไปมากเท่าใด ไขมันก็จะยิ่งแข็งมากขึ้นเท่านั้น ไฮโดรเจนที่ผ่านเข้าไปในน้ำมันพืชจะเป็นตัวควบคุมการแข็งตัวของไขมันนั้นๆ ให้มีความแข็งตัวตามต้องการในการทำผลิตภัณฑ์แต่ละอย่าง ไขมันส่วนใหญ่มีสีขาว ซึ่ง เรียกว่า "เนยขาว" จะไม่มีกลิ่นรส เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง และมีปริมาณไขมันถึง 100 %

4. น้ำมันพืช (Vegetable oil) เป็นน้ำมันที่ได้จากเมล็ดพืชที่ให้น้ำมันที่แห้ง นำมาผ่านกระบวนการต่าง ๆ ทำให้บริสุทธิ์ ขจัดสีและกลิ่นแปลกปลอมออกไป สีของน้ำมันก็จะต่างกันออกไปตามชนิดของวัตถุดิบที่นำมาใช้ เช่นน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันข้าวโพดจะมีสีเหลืองอ่อนๆ แต่น้ำมันเมล็ดฝ้ายและน้ำมันถั่วลิสง จะไม่มีสี น้ำมันพืชมีลักษณะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องและมีปริมาณไขมันอยู่ 100 %ส่วนใหญ่ใช้ในการทำขนมปัง เค้ก บางชนิด เช่นชิฟฟอนเค้ก ใช้น้ำมันพืชเป็นตัวทำให้เค้กนุ่ม

5. ไขมันหมูแข็ง (Lard) เป็นไขมันที่ได้จากสุกร มีสีขาว มีกลิ่นและรสอ่อนๆ เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณไขมันอยู่ 98 % ใช้ในการทำขนมปัง คุกกี้ เปลือกพาย เค้ก บางชนิด ไขมันหมูแข็งที่ดีควรตัดจากส่วนด้านข้างและด้านหลังของสุกร

6. โกโก้บัตเตอร์ (Cocoa butter) ส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมการทำขนมหวาน ทำจากผลโกโก้มีสีครีม-เหลือง มีกลิ่นรสของชอคโกแลต มีปริมาณไขมัน 92 % นอกจากนั้นยังใช้เติมลงไปในผงโกโก้ เพื่อทำเป็นชอคโกแลตไอซิ่ง ช่วยให้มีความมันเงาแก่ ชอคโกแลตมากกว่าเนยสด หรือเนยขาวที่ผสมลงไป นอกจากนั้น ยังช่วยเพิ่มรสชาติให้กับไอซิ่งอีกด้วย

### หน้าที่ของไขมันที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ยีสต์ ให้ความอ่อนนุ่มและให้กลิ่น รสที่ดี ช่วยในการกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้น โดยทำให้กลูเตนมีความหนาแน่นจนอากาศเข้า ไม่ได้ซึ่งทำให้ปริมาตรและเปลือกนอกของขนมปังดีขึ้น และช่วยหล่อลื่นกลูเตนให้ยืด หดตัวได้ดีขึ้น ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มปริมาตรของขนมปัง

สำหรับเด็ก ช่วยในการเป็นครีมในการทำเค้กเนย ซึ่งจะต้องตีเนยกับน้ำตาลให้ขึ้นฟูก่อน การใช้เนยขาวที่ผ่านการเติมก๊าซไฮโดรเจนเข้าไปนั้น จะตีครีมได้ดีเพราะไขมันแข็งสามารถจับอากาศ ได้มากกว่า เนื่องจากเนยขาวมีลักษณะที่ยืดหยุ่นดีกว่า คือไม่แข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้ได้เค้กที่มีเนื้อละเอียด เนยสดให้กลิ่น รสที่ดี แต่ค่าในการตีเป็นครีมจะต่ำกว่าเนยขาว

สำหรับคุกกี้และเพสตรี ความสำคัญของไขมันอยู่ที่ค่าของการเป็นครีมที่ดี และความยืดหยุ่นของไขมัน ค่าของการเป็นครีม (Creaming quality) นั้นหมายถึง ความสามารถของไขมันที่จะเก็บอากาศเข้าไว้ เมื่อไขมันถูกตีแรง ๆ และเร็ว โดยเฉพาะเมื่อสัมผัสกับส่วนผสมอื่น ๆ ในเค้ก

ไข่ ไข่ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ส่วนใหญ่ใช้ไข่ไก่ ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีราคาแพง และมีความสำคัญมากในการทำผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะขนมเค้กและขนมปังหวานที่มีสูตรเข้มข้น ในการทำเค้ก 50 % จะเป็นส่วนของไข่

ชนิดของไข่ ไข่ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์มีอยู่ 4 ชนิด คือ

1. ไข่สด (Fresh eggs) หมายถึงไข่ที่ยังอยู่ในเปลือก

2. ไข่เหลว (Liquid eggs) หมายถึงไข่ที่ตอกออกจากเปลือกแล้ว และบรรจุในกระป๋อง ซึ่งจากไข่เหลวนี้นักนำไปแช่เยือกแข็งหรือนำไปทำเป็นไข่ผง เป็นการถนอมอาหารที่เก็บไว้ใช้ได้ยาวนานๆ

3. ไข่แช่เยือกแข็ง (Frozen eggs) ไข่ที่จะนำมาแช่เยือกแข็ง ควรเป็นไข่ที่มีคุณภาพดี โดยนำไปส่องไฟตรวจคุณภาพก่อน แล้วปล่อยให้แตก กรองผสมให้เข้ากัน แล้วใส่ในภาชนะบรรจุ นำไปแช่เยือกแข็ง ที่อุณหภูมิ -10 ถึง -15 องศาฟาเรนไฮต์ แล้วนำมาเก็บที่อุณหภูมิ 0 องศาฟาเรนไฮต์หรือต่ำกว่านั้น โดยไม่มีการเสื่อมเสียได้เป็นเวลานาน

4. ไข่ผง (Dried eggs) ไข่ผงใช้ได้ดีสำหรับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด ถ้าเป็นไข่ผงที่มีคุณภาพดี การคืนรูปของไข่ผง เหตุที่ไข่ผงทำจากไข่ที่นำไปทำแห้ง โดยพ่นเข้าไปในห้องที่มีความร้อน 160-170 องศาฟาเรนไฮต์ ความชื้นจะถูกขจัดออกไปเกือบหมด และเพื่อที่จะให้ไข่ดูดความชื้นกลับเข้ามาอีก จะต้องผสมน้ำและตั้งทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง เพื่อให้การดูดซึมเป็นไปอย่างสมบูรณ์ และควรจะเป็นระยะ ๆ เพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อน ถ้าใช้ไข่ผงวิธีการคืนรูปให้เป็นไข่เหลวควรทำดังนี้

ไข่ผงทั้งฟอง (Whole dried eggs) ใช้ไข่ผง 1 ส่วน ผสมกับน้ำ 3 ส่วน ผสมให้เข้ากันดีและตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมงก่อนนำไปใช้

ไข่แดงผง (Dried yolks) ใช้ไข่แดงผง 1 ส่วน ผสมกับน้ำ 2 1/2 ส่วน ผสมให้เข้ากันดีและตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมงก่อนนำไปใช้

ไข่ขาวผง (Dried albumin or Dried white) ใช้ไข่ขาวผง 1 ส่วน ผสมกับน้ำ 8 ส่วน ผสมให้เข้ากันดีและตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมงก่อนนำไปใช้

ประเทศที่มีอุตสาหกรรมเบเกอรี่ขนาดใหญ่นิยมใช้ไข่แช่เยือกแข็งและไข่ผงแทนไข่สดทั้งนี้เนื่องจากไข่ทั้ง 2 ชนิดนี้มีข้อดีในการนำไปใช้อยู่หลายประการคือ

1. สามารถขนส่งไปยังที่ต่างๆได้สะดวก
2. สะดวกต่อการนำมาใช้
3. ไข่แช่เยือกแข็งช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์
4. ลดค่าแรงที่เสียไปกับการตอกไข่
5. ไม่เปลืองที่สำหรับเก็บ

หน้าที่ของไซที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ไซทำหน้าที่ต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์คือ

1. เป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู เมื่อตีไข่ขาวจะเกิดฟอง ซึ่งประกอบด้วยฟองอากาศเล็ก ๆ เป็นจำนวนมาก แต่ละฟองถูกล้อมรอบด้วยแผ่นโปรตีนจากไข่ การตีไข่ด้วยเครื่อง และการสัมผัสของแผ่นโปรตีนบางๆ กับอากาศ จะทำให้โปรตีนบางส่วนแข็งตัว และทำให้ฟองนั้นคงตัว ในการอบฟองอากาศจะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน และแผ่นโปรตีนจะยืดหยุ่นเพียงพอ เมื่อส่วนผสมหรือไข่ขาวที่ตีแข็ง ได้รับอุณหภูมิสูงสุดโปรตีนจะแข็งตัวอย่างทั่วถึงจะสูญเสียความยืดตัวและจับตัวเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงของผลิตภัณฑ์
2. ความเข้มข้น เนื่องจากไซมีไขมัน และของแข็งอื่น ๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นมากขึ้น มีรสชาติดีขึ้น
3. สี ไข่แดงจะช่วยให้เค้กมีสีเหลืองสวย
4. กลิ่น รส ไซมีกลิ่น รสเฉพาะ ซึ่งบางคนชอบให้มีในผลิตภัณฑ์
5. ความสด เนื่องจากไซมีความชื้นประมาณ 75 % สำหรับไข่ทั้งฟองและมีความสามารถตามธรรมชาติ ในการที่จะรวมและเก็บความชื้นไว้ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งช้าลง
6. คุณค่าทางอาหารของไซ ไซทำให้ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เป็นอาหารที่มีคุณภาพเนื่องจากไซมีคุณค่าทางอาหารสูง

**ของเหลว** น้ำเป็นของเหลวที่จำเป็น ในการทำให้กลูเตนเกิดขึ้นเป็นโครงสร้างของคุกกี้ นอกจากนั้นยังช่วยควบคุมความเหนียวของโดอีกด้วย น้ำจัดว่าเป็นส่วนผสมที่มีราคาถูกที่สุด และเป็นส่วนผสมที่สำคัญมากและขาดไม่ได้ เนื่องจากน้ำทำหน้าที่รวมตัวกับโปรตีนในแป้งทำให้เกิดกลูเตน น้ำที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้นอาจเป็นน้ำทั่วไป หรือน้ำที่อยู่ในน้ำมัน หรือน้ำผลไม้ก็ได้ คือเป็นของเหลวที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์

หน้าที่ของ ของเหลวที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ของเหลวมีหน้าที่หลายอย่าง ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่คือ

1. ช่วยทำให้เกิดกลูเตน
2. ช่วยควบคุมความเหนียวของโด
3. ช่วยควบคุมอุณหภูมิของโด
4. ช่วยละลายเกลือและส่วนผสมอื่นที่ไม่ใช่แป้ง
5. ช่วยทำให้สูตรขยี้กและเกิดการพองตัวทำให้ย่อยง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ช่วยให้เอนไซม์ทำงานได้ดี
7. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ได้นาน
8. ช่วยกระจายยีสต์ในการหมักโด

**น้ำตาล** น้ำตาลเป็นสารให้ความหวานที่จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งที่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส สี กลิ่น รส ของคุกกี้ นอกจากนี้ น้ำตาลยังเป็นตัวควบคุมการแผ่กระจายของคุกกี้ด้วย (Matz, 1968) น้ำตาลที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ มีหลายชนิดด้วยกันคือ

น้ำตาลทรายขาว (Granulated sugar) เป็นน้ำตาลที่ใช้มากในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ มีขนาดแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน

น้ำตาลไอซิ่ง (Icing or Confectionery sugar) เป็นน้ำตาลที่มีผงละเอียด มีการเติมแป้งข้าวโพดลงไปด้วยประมาณ 3 % เพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อนหรือการเป็นผลึกของน้ำตาล

น้ำตาลทรายแดง (Yellow or Brown sugar) บางครั้งเรียกว่าน้ำตาลดิบ เป็นน้ำตาลที่มีพวกคาราเมล แร่ธาตุ และความชื้นปนอยู่ด้วย น้ำตาลชนิดนี้ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการกลิ่น รสและสีของน้ำตาลทรายแดง ส่วนใหญ่ใช้ในการทำคุกกี้และเค้กบางชนิด

นอกจากนี้ ยังมีสารให้ความหวานอื่น ๆ อีก เช่น น้ำตาลจากแป้งข้าวโพด หรือน้ำตาลเด็กซ์โตรสจะมีความหวานประมาณ 75 % ของน้ำตาลซูโครส น้ำตาลแล็คโตรส น้ำตาลมอลโตรส น้ำเชื่อมต่างๆ น้ำผึ้ง

หน้าที่ของน้ำตาลที่มีต่อผลิตภัณฑ์ น้ำตาลทำหน้าที่หลายๆอย่างในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่คือ

1. ใช้เตรียมเป็นไอซิ่งชนิดต่างๆ
2. เป็นอาหารของยีสต์ในระหว่างการหมัก
3. ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์
4. ช่วยในการตีครีมทำให้จับอากาศได้ดีและขึ้นฟู
5. ช่วยในการตีไข่ให้มีความคงตัวและขึ้นฟู
6. ทำให้เนื้อขนมมีลักษณะดี

7. ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีที่ดี
8. ช่วยเก็บความชื้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน
9. เพิ่มคุณค่าทางอาหารให้แก่ผลิตภัณฑ์

**สิ่งที่ช่วยให้ขึ้นฟู** สิ่งที่ช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูมีความเบา โปร่ง มีลักษณะเนื้อในเป็นรูมี 3 ชนิดด้วยกันคือ

1. การขึ้นฟูด้วยอากาศ อากาศสามารถเข้าไปในส่วนผสมหลายวิธีด้วยกันคือ การร่อนแป้งก่อนผสม การตีเนยกับน้ำตาล การตีไข่กับน้ำตาล การตีแป้งกับส่วนผสมอื่น การห่อรีดพับโดสำหรับทำเพสตรี เป็นต้น
2. การขึ้นฟูด้วยไอน้ำ การขึ้นฟูด้วยไอน้ำเกิดจากการที่น้ำในส่วนผสมขยายตัวขึ้นเมื่อได้รับความร้อนปริมาตรของนม ที่ขึ้นฟูด้วยไอน้ำจะขยายตัวขึ้น เมื่อน้ำกลายเป็นไอทำให้ขนมเกิด การพองตัว ตรงกลางกลวง เช่นเอแคลร์ แป้งพายชั้น เป็นต้น
3. การขึ้นฟูด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดขึ้นได้โดยกระบวนการทางเคมี ได้แก่สารเคมี คือ ผงฟู แอมโมเนีย และผงโซดา เป็นต้น

**สารเคมีที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู** สารเคมีที่ใช้ในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากปฏิกิริยาทางเคมี และทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเบา และย่อยง่ายขึ้น ที่นิยมใช้มีอยู่ 3 ชนิดคือ

1. ผงฟู (Baking power) เป็นสารที่ช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู ที่ผลิตขึ้นจากการผสมของโซเดียมไบคาร์บอเนต กับสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นกรด ในการผสมนี้จะเติม แป้งข้าวโพดลงไปด้วยส่วนหนึ่ง เพื่อป้องกันมิให้สารทั้งสองชนิดนี้สัมผัสกันโดยตรง ซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีขึ้นได้ ผงฟูมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับกรดที่นำมาผสมโดยทั่วไปแล้วแบ่งเป็น 2 ชนิดด้วยกันคือ

1.1 ผงฟูกำลังหนึ่ง (Single acting or Fast action) ผงฟูชนิดนี้ประกอบด้วย โซเดียมไบคาร์บอเนต กับกรดทาร์ทาริก หรือครีมออฟทาร์ทาร์ ( Cream of tartar) หรือเกลือฟอสเฟต เช่นแคลเซียมแอซิกฟอสเฟต (Calcium acid phosphate) แคลเซียมแอซิกไพโรฟอสเฟต (Calcium acid pyrophosphate) ผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

ทันทีในเวลาที่เหมาะสม และจะผลิตก๊าซออกมาอย่างรวดเร็วในระหว่างที่ผลิตภัณฑ์ ร่อนหรือเข้าอบ ดังนั้นการใช้ผงฟูประเภทนี้จะต้องผสมส่วนผสมอย่างรวดเร็ว และนำเข้าอบทันทีเมื่อผสมเสร็จ

1.2 ผงฟูกำลังสอง (Double acting) ผงฟูชนิดนี้ประกอบด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต กับกรดสองชนิดหรือมากกว่า กรดชนิดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเร็ว และอีกชนิดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาช้า กรดที่เกิดปฏิกิริยาเร็วได้แก่ แคลเซียมแอสซิฟอสเฟต ส่วนกรดที่ทำให้ปฏิกิริยาช้าอาจจะเป็น โซเดียมไพโรฟอสเฟตหรือ โซเดียมอะลูมิเนียมซัลเฟตก็ได้ ในขณะที่ผสมส่วนผสมเข้าด้วยกัน กรดที่ทำให้ปฏิกิริยาเร็ว จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาส่วนหนึ่ง และเมื่อนำผลิตภัณฑ์เข้าอบ กรดที่ทำให้ปฏิกิริยาช้าจะผลิตก๊าซออกมาอีกส่วนหนึ่งเมื่อได้รับความร้อนจากเตาอบ จึงเรียกผงฟูชนิดนี้ว่าเป็นผงฟูกำลังสอง

2. เบคกิ้งโซดา (Baking soda) หรือเรียกว่าโซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นสารเคมีที่เมื่อได้รับความร้อนจะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาเพียงตัวเดียว จะมีผลเสียคือมีสารตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ ถ้าใช้มากตกค้างมากทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเฝื่อน

3. แอมโมเนีย (Ammonia) ได้แก่พวแอมโมเนียคาร์บอเนต หรือแอมโมเนียไบคาร์บอเนต เป็นสารที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูอีกชนิดหนึ่งแต่นิยมใช้กันน้อย ส่วนใหญ่ใช้ในการทำปาท่องโก๋ การใช้สารที่ทำให้ขึ้นฟูนั้นควรชั่ง ตวงด้วยความระมัดระวัง เพราะถ้าใช้มากเกินไปอาจทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหายได้

หน้าที่ของสิ่งที่จะช่วยให้ขึ้นฟูต่อผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

1. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความเบา ขึ้นฟู
2. ผลิตภัณฑ์ที่ใส่สารเหล่านี้จะมีลักษณะเนื้อในเป็นรูโปร่ง
3. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความ อร่อย น่ารับประทาน

**เซลลูโลสผง** เซลลูโลสผงเป็นโพลีเมอร์ธรรมชาติที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ซึ่งมีชื่อทางเคมีว่า beta-1, 4-glucan เซลลูโลสและสตาร์ช มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันโดยมี glycosidic bonds เป็นตัวกำหนด สตาร์ชจะถูกย่อยในระบบการย่อยของร่างกายมนุษย์ แต่เซลลูโลสไม่ถูกย่อยในระบบการย่อยของร่างกายมนุษย์ เนื่องจากเซลลูโลสผงมี Total Dietary Fiber เป็นส่วนประกอบอยู่ มากกว่า 99 % จึงถูกพิจารณาว่าเป็นสิ่งที่ไม่ให้พลังงาน คุณสมบัติทางเคมี และทางจุลชีววิทยา ดังแสดงในตารางที่ 2

**โพลีเดกซ์โตรส** โพลีเดกซ์โตรสเป็นสารที่เตรียมได้จากการ Polymerized D-glucose โดยมีซอร์บิทอลและกรดซิตริกอยู่ด้วย โพลีเดกซ์โตรสให้พลังงานเพียง 1 แคลอรีต่อ 1 กรัม เท่านั้น

**ส่วนผสมอื่น ๆ** ส่วนผสมอื่น ๆ เป็นส่วนผสมที่เติมเข้าไปในสูตรเพื่อปรับให้สูตรพื้นฐานดีขึ้น เช่นอิมัลซิไฟเออร์ ช่วยทำให้ไขมันกระจายไปทั่วทำให้โดมัลกัณณะที่ดีขึ้น นมผง ช่วยให้การดูดซึมน้ำดีขึ้น ทำให้เปลือกนอกของคุกกี้สว่ย เกลลี่ช่วยให้รสชาติของคุกกี้ดีขึ้น ส่วน กลิ่น รส และสี ช่วยทำให้คุกกี้มีกลิ่น รส ดี สีสวย มองดูน่ารับประทาน นอกจากนี้ยังมีการเสริมเส้นใยอาหาร ลงไปในส่วนผสมของคุกกี้ หรือผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ชนิด ต่าง ๆ เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ และทำให้เกิดประโยชน์แก่ผู้บริโภคอีกด้วย

## 2.7 วิธีการผลิตคุกกี้

1. การผสม วิธีการผสมคุกกี้มีหลายวิธี และขั้นตอนของการผสม ก็ได้กำหนดให้เหมาะสมกับชนิดของคุกกี้ที่ทำด้วย สำหรับคุกกี้เนยมีวิธีการผสมดังนี้

1.1 วิธีผสมครั้งเดียว (One stage method) เป็นการผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกันจนได้โดที่ต้องการ อาจแบ่งของเหลวมาส่วนหนึ่งเพื่อละลายสิ่งที่ช่วยให้ขึ้นฟู เกลลี่ สารให้กลิ่น รส และสี วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและผสมทีเดียว แต่อาจจะได้โดที่ขึ้น ซึ่งถ้าผสมนานเกินไป อาจจะทำให้การขยายตัวของคุกกี้ลดลง แต่ก็สามารถแก้ไขให้การขยายตัวของคุกกี้ดีขึ้นได้ โดยแบ่งน้ำตาลส่วนหนึ่งไว้เติมในขั้นตอนสุดท้ายของการผสม

## ตารางที่ 2

คุณสมบัติทางเคมีและทางจุลชีววิทยาของเซลลูโลสผง

Assay, % cellulose	97.0-102.0
pH	5.0-7.5
Loss on drying,%	≤ 7.0
Ash (total),%	≤ 0.3
Heavy metals,ppm as Pb	≤ 10
Fat,%	0
Protein,%	0
Starch	Negative
Total dietary fiber,%	>99.0
Caloric content (kcal/100 g)	0
Sulfite,ppm	NMT 10
Water activity,25°C	0.1-0.3
Standard plate count,per g	≤ 1,000
Yeasts and molds,per g	≤ 100
<i>Staphylococcus aureus</i> ,per 25 g	Negative
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ,per 25 g	Negative
<i>Escherichia coli</i> , per 25 g	Negative
Salmonella and Shigella, per 25 g	Negative

ที่มา : Solka-Floc,James River corp., 1991

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 วิธีครีมเนย (Creaming method) มีหลายวิธีให้เลือกใช้ดังนี้

1.2.1 วิธีผสมสองขั้นตอน (Two-stage method) เป็นวิธีที่นำส่วนผสมทั้งหมดมาตีเข้าด้วยกันให้เป็นครีม ยกเว้นแป้งและกรดที่ช่วยให้ขึ้นฟู ซึ่งจะเติมลงไปทีหลัง

1.2.2 วิธีผสมสามขั้นตอน (Three-stage method) เป็นวิธีที่นำไขมันและน้ำตาลมาตีเข้าด้วยกันจนเป็นครีมที่เรียบเนียน แล้วจึงเติมไข่ ของเหลวส่วนหนึ่ง เช่น นม น้ำ สารที่ช่วยให้ขึ้นฟูและเกลือผสมลงไป เสร็จแล้วจึงเติมของเหลวที่เหลือลงไป การผสมวิธีนี้ถ้าระยะเวลาในการตีครีมนานเกินไป คุกกี้ก็จะขยายตัวน้อยลงเพราะน้ำตาลจะเป็นเม็ดละเอียดขึ้นและกระจายตัวอยู่ทั่วส่วนผสม ยิ่งถ้าใช้เวลาผสมนานหลังจากเติมแป้งลงไปแล้ว โดจะเหนียวและคุกกี้ก็จะขยายตัวได้น้อยลง

1.2.3 วิธีคนผสม (Blending method) วิธีนี้ทำได้โดย นำไขมัน น้ำตาล น้ำเชื่อม แป้งและกรดที่ช่วยให้ขึ้นฟู ผสมให้เข้ากันจนได้โดที่ ร่วน แล้วจึงเติม น้ำหรือน้ำมันที่มีเกลือ และ โซดา หรือแอมโมเนียไบคาร์บอเนตลงไปผสมการผสมวิธีนี้กลูเตนจะเกิดขึ้นได้น้อย และจะได้คุกกี้ที่มีเนื้อร่วนมัน

สิ่งสำคัญที่สุดสำหรับการผสมคุกกี้ก็คือ ต้องระวังอย่าให้เกิดกลูเตนขึ้นได้ในโด โดยไม่ผสมมากเกินไป เนื่องจากในระหว่างการผสมโปรตีนไกลอะดิน และโปรตีนกลูเตนินจะทำปฏิกิริยากันได้สารประกอบเชิงซ้อนกลูเตน โดยมีน้ำเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Lineback, 1983) จะทำให้คุกกี้เหนียว และมีการขยายตัวต่ำ อีกประการหนึ่งโดที่ผสมมากเกินไปจะกุดออกจากกระบอกพิมพ์ หรือจากถุงบีบ หรือบีบออกจากเครื่องได้ยาก

2. การอบ โดยทั่วไปคุกกี้จะใช้เวลาอบสั้น สำหรับคุกกี้ที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำ อยู่ในช่วง 35 เปอร์เซ็นต์ หรือต่ำกว่านี้ ต้องการอุณหภูมิในการอบสูงกว่าคุกกี้ปกติ ที่มีปริมาณน้ำตาลสูงกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ หรือเป็นคุกกี้ที่มีไขมันต่ำ เมื่อนำคุกกี้เข้าตู้อบ ด้านนอกของโดจะเริ่มสุก จึงเกิดลักษณะเป็นฟิล์มแข็ง หรือมีผิวนอกแข็งขึ้นมา ความร้อนจากตู้อบจะทำให้ไขมันในโดละลาย และผลิตภัณฑ์คาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทำให้โดขยายตัวและปริมาตรเพิ่มขึ้น ในขณะที่เดียวกันน้ำในโดก็จะเปลี่ยนเป็นไอ ซึ่งจะดันให้คุกกี้ขยายตัวออกไป เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แป้งจะเปลี่ยนเป็นเจล โปรตีนใน แป้ง ไข่ และนมจะแข็งตัวทำให้เกิดโครงร่างที่แข็งแรงของคุกกี้ โกล์ช่วงสุดท้ายของการอบ คุกกี้จะเปลี่ยนเป็น

สีน้ำตาล เนื่องจากปฏิกิริยาของน้ำตาลและโปรตีนในส่วนผสม ทำให้คุกกี้มีสีน้ำตาล กลิ่นหอมและรสชาติดี

3. การทำให้เย็น เมื่อนำคุกกี้ออกจากตู้อบ คุกกี้จะยังร้อน อ่อน และมีความชื้นอยู่มากในระหว่างการทำให้เย็นโครงสร้างของคุกกี้จะกลับแข็งขึ้น เมื่อน้ำตาลแข็งตัวและหลังจากนั้นไขมันก็แข็งตัวขึ้นเช่นกัน เนื่องจากไอน้ำภายในระเหยออกไป จนถึงจุดสมดุลระหว่างความชื้นภายในและภายนอกขึ้นคุกกี้ เพราะถ้าความชื้นไม่สมดุล ก็จะเกิดเป็นรอยเส้นบางๆคล้ายรอยร้าวขึ้นที่ผิวด้านบนของคุกกี้ หรือทำให้คุกกี้แตกหักได้ ห่องที่ใช้ทำให้คุกกี้เย็นจึงต้องมีการควบคุมความชื้นด้วย (จิตรนาและอรอนงค์, 2539)

## 2.8 การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของคุกกี้

จากผลงานวิจัยของ Chen (1988) การเติมเส้นใยอาหารจากแอปเปิ้ลลงใน Muffin ปริมาณร้อยละ 4, 8 และ 12 ทำให้ค่า Spread ratio ลดลง เช่นเดียวกับผลงานวิจัยของ Teerapapthamkul (1991) พบว่า การเติมแกนสับปะรดลงในคุกกี้ร้อยละ 10 - 40 แทนส่วนของแป้ง ทำให้ค่า Spread ratio ของคุกกี้ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรปกติ การที่คุกกี้มีค่า Spread ratio น้อยลง แสดงถึงความสามารถของเส้นใยอาหารชนิดนั้น ๆ ที่มีคุณสมบัติรวมกับน้ำได้ดี ค่า Spread ratio ของคุกกี้ ที่ใช้เส้นใยอาหารต่างชนิดกัน ก็จะมีค่าที่แตกต่างกันออกไป เช่น คุกกี้เนยที่เติมวีทเจอร์ม 70% มีค่า Spread ratio เท่ากับ 5.75 และคุกกี้เนยที่เติมเมล็ดทานตะวัน 70% มีค่า Spread ratio เท่ากับ 4.44 คุกกี้ต่างชนิดกันค่า Spread ratio ก็จะแตกต่างกันออกไป

เพลินใจ และคณะ (2538) ได้ศึกษาพบว่า ความหนาแน่นของคุกกี้ที่ผสมแหล่งเส้นใยอาหารชนิดต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะมีค่าน้อยกว่า คุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลีล้วน ๆ

จากการศึกษาของ เพลินใจ และคณะ (2536) พบว่า ค่า Water Absorption Index (WAI) เมื่อปริมาณแหล่งของเส้นใยอาหาร ในคุกกี้เพิ่มขึ้น ค่า WAI จะเพิ่มมากขึ้นด้วย โดยเฉพาะการเติมเห็ดหูหนู ค่า WAI จะเพิ่มขึ้นประมาณ 3 - 5 เท่า ของคุกกี้สูตรปกติ

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### 1. วัตถุดิบ

1. แป้งสาลีชนิดอเนกประสงค์ ( All Purpose Flour ) ของบริษัทเสรีวัฒน์
2. แป้งข้าวสาลีทั้งเมล็ด ( Whole Wheat Flour ) ชื่อจากโรงพยาบาลมิชชั่น
3. นมผงขาดมันเนย ( Non-Fat Dry Milk ) ชื่อจากร้านขายผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ในตลาดอ่อนนุช
4. ผงฟู ( Baking Powder ) ตราเบสฟูดส์
5. เซลลูโลสผง ( Powder Cellulose ) จากบริษัทอินเตอร์กูดส์
6. โพลีเดกซ์โตรส ( Polydextrose ) จากบริษัทเบอร์รี่คเกอร์
7. เนยสด ( Butter ) ตราอลลาวลี
8. เกลือป่น ( Salt )
9. น้ำตาลทรายขาว ( Sucrose )
10. น้ำตาลทรายแดง ( Brown Sugars )
10. ไข่ขาว ( White Egg )
12. แกนสับปะรด ( Pineapple core )
13. เห็ดหูหนูขาว ( White Jew's ear )
14. ถั่วแดงหลวง ( Red Kidney Bean )
15. กากถั่วเหลือง ( Soy bean residue )
16. ลูกเกด ( Raisin )
17. มะเขือขาวแช่อิ่ม ( Sweet white egg plant )
18. เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ( Cashew nut )
19. วานิลลา ( Vanilla )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. อุปกรณ์การผลิต

1. เครื่องผสมอาหาร Kitchen aid ประเทศสหรัฐอเมริกา (ดังแสดงในภาพที่ 3)
2. เครื่องบดอาหาร Phillip
3. ตู้เย็นสำหรับเก็บวัตถุดิบต่างๆ
4. อ่างผสมสแตนเลส
5. ตะแกรงร่อนแป้ง
6. กระทวน
7. ผ้ากรอง
8. หม้อสำหรับต้มถั่วแดงหลวง
9. เครื่องชั่ง
10. พายยาง
11. มีดปาด
12. ที่ตักคุกกี้
13. ถาดอบ
14. ที่แช่ขนม
15. ตะแกรงพักขนม
16. เตาอบ
17. ถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน สำหรับบรรจุคุกกี้ที่อบสุกแล้ว
18. ภาชนะสำหรับใส่คุกกี้ที่บรรจุแล้ว

## 3. อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์

- |                           |                      |             |
|---------------------------|----------------------|-------------|
| 1. เครื่องชั่งชนิดละเอียด | Metter Toledo AB 204 | Switzerland |
| 2. Hot Air Oven           | Memmert              | Germany     |
| 3. เดสิเคเตอร์            |                      |             |
| 4. เตาเผา                 | Carbolite Furnance   | Germany     |
| 5. ครูซิเบิลกระเบื้อง     |                      |             |
| 6. อลูมิเนียมแคน          |                      |             |
| 7. เครื่องวิเคราะห์โปรตีน | Gerhardt             | Germany     |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- |                                    |                             |                |
|------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| 8. เครื่องวิเคราะห์ไขมัน           | Gerhardt                    | Germany        |
| 9. เครื่องวิเคราะห์ Dietary Fiber  |                             |                |
| 10. Centrifuge                     | Kontron T 42 K              | Italy          |
| 11. เครื่องวัดเนื้อสัมผัสสุรุ่ม    | Stable Micro Systems TA-XT2 | United Kingdom |
| 12. อุปกรณ์เครื่องแก้วและเคมีภัณฑ์ |                             |                |

ภาพที่ 2



แสดงเครื่องผสมอาหาร Kitchen aid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3



แสดงเครื่องวัดเนื้อสัมผัสรุ่น Stable Micro Systems TA-XT2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. วิธีการ

##### 4.1 การศึกษาเพื่อหาสูตรที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็น Control Cookies โดยใช้สูตรของคุกกี้นัย ซึ่งมีส่วนประกอบดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3  
แสดงส่วนประกอบของคุกกี้นัย

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
แป้งสาลีอเนกประสงค์	100
นมผงขาดมันเนย	20
ผงฟู	5
เนยสด	100
เกลือป่น	0.25
น้ำตาลทรายขาว	80
น้ำตาลทรายแดง	20
ไข่ไก่(ไข่ขาว+ไข่แดง)	50
วานิลลา	5

##### วิธีทำ (ดังแผนภูมิที่ 4 )

1. ร่อนแป้งสาลี นมผง ผงฟู รวมกัน พักไว้
2. ตีเนยสดด้วยหัวตีรูปใบไม้ของเครื่องผสม Kitchen aid โดยใช้ความเร็ว ระดับ 4 เป็นเวลานาน 5 นาที
3. ใส่น้ำตาลทราย ใช้ความเร็วระดับเดียวกัน เป็นเวลา 5 นาที
4. ใส่ไข่ใช้ความเร็ว ระดับ 6 เป็นเวลา 5 นาที
5. ใส่ส่วนผสมของแป้งที่ร่อนไว้แล้ว(ในข้อ 1) ใช้ความเร็ว ระดับ 2 ผสมพอเข้ากันใส่วานิลลา ผสมให้เข้ากัน
6. ดักใส่พิมพ์ หยอดลงบนถาดที่ทาไขมันบางๆ จนเต็มถาด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิประมาณ 170-180°ซ. เป็นเวลา 15 - 20 นาที หรือจนกระทั่งสุก
7. นำคุกกี้ออกจากเตาอบ พักไว้ให้เย็นบนตะแกรง บรรจุลงในภาชนะที่ปิดสนิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



#### 4.2. ศึกษาการปรับคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์

##### โดยใช้แป้งสาลีผสมกับแป้งโฮลวีทในอัตราส่วนที่เหมาะสม

การศึกษาทำโดยใช้แป้งโฮลวีทผสมกับแป้งสาลีชนิดอเนกประสงค์ ในอัตราส่วน ร้อยละ 0, 25, 50, และ 75 ของแป้งสาลีชนิดอเนกประสงค์ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4

แสดงการปรับคุณค่าทางอาหารของคุกกี้โดยใช้แป้งโฮลวีทผสมกับแป้งอเนกประสงค์

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสมของแป้งที่ใช้แทนแป้งอเนกประสงค์			
	0 %	25 %	50 %	75 %
แป้งสาลีอเนกประสงค์	100	75	50	25
แป้งโฮลวีท	0	25	50	75
นมผงขาดมันเนย	20	20	20	20
ผงฟู	5	5	5	5
เนยสด	100	100	100	100
น้ำตาลทรายขาว	80	80	80	80
น้ำตาลทรายแดง	20	20	20	20
เกลือป่น	0.25	0.25	0.25	0.25
ไข่ไก่(ไข่ขาว)	50	50	50	50
วานิลลา	5	5	5	5

#### 4.3 ศึกษาหาวิธีการเพิ่มเส้นใยอาหาร

4.3.1 ศึกษาวิธีการเตรียมเส้นใยจากแหล่งต่างๆ โดยเลือกวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหารซึ่งเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่ายราคาไม่แพง และวัตถุดิบที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมอาหารซึ่งได้แก่ กากถั่วเหลือง แคนสับปะรด ถั่วแดงหลวง เห็ดหูหนูขาว มะเขือขาวแช่อิ่ม และลูกเกด ซึ่งมีวิธีการเตรียมดังแสดงในภาคผนวก ค.

4.3.2. ศึกษาปริมาณของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร ที่เหมาะสมที่เติมลงในส่วนผสมของคุกกี้

โดยใช้แหล่งของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหารที่ผู้บริโภคมอบรับมากที่สุด (จากการทดลองในเบื้องต้น) ได้แก่ กากถั่วเหลือง, แคนส์บะรุด, ถั่วแดงหลวงบด, เห็ดหูหนูขาว มะเขือขาวแช่อิ่ม, และลูกเกด ผสมในปริมาณเท่าๆกัน แล้วนำไปเติมลงในส่วนผสมของคุกกี้ในปริมาณ 0, 30, 40, 50, 60 และ 70 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5

แสดงส่วนผสมของคุกกี้ที่ผสมวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งเส้นใยอาหารในระดับต่างๆกัน

ส่วนผสม	ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร (กรัม)					
	0	30	40	50	60	70
แป้งสาลีอเนกประสงค์	50	50	50	50	50	50
แป้งโฮลวีท	50	50	50	50	50	50
นมผงขาดมันเนย	20	20	20	20	20	20
ผงฟู	5	5	5	5	5	5
เนยสด	100	100	100	100	100	100
น้ำตาลทรายขาว	80	80	80	80	80	80
น้ำตาลทรายแดง	20	20	20	20	20	20
เกลือป่น	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
ไข่ไก่(ไข่ขาว)	50	50	50	50	50	50
วานิลลา	5	5	5	5	5	5
กากถั่วเหลือง	-	5	6.6	8.3	10	11.7
แคนส์บะรุด	-	5	6.6	8.3	10	11.7
ถั่วแดงหลวง	-	5	6.6	8.3	10	11.7
เห็ดหูหนูขาว	-	5	6.6	8.3	10	11.7
มะเขือขาวแช่อิ่ม	-	5	6.6	8.3	10	11.7
ลูกเกด	-	5	6.6	8.3	10	11.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำคุกกี้ทั้งหมดสุตรจากตารางที่ 5 ไปทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อเลือกปริมาณของเส้นใยอาหารที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดที่ใส่ลงในผลิตภัณฑ์คุกกี้

#### 4.3.3. การศึกษาปริมาณของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

จากการศึกษาในข้อ 4.3.2. มีผู้ชิมแนะนำให้เติมเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ลงไปในส่วนผสมของคุกกี้ จะทำให้รสชาติของคุกกี้ดีขึ้น จึงทำการศึกษ ปริมาณของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่จะเติมลงในส่วนผสมของคุกกี้โดยเติมเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ลงในส่วนผสมของคุกกี้ที่ปริมาณ 10 20 30 40 และ 50 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 6 แล้วนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อหาปริมาณที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุด

ตารางที่ 6

แสดงปริมาณของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เติมลงในคุกกี้

ส่วนผสม (กรัม)	ปริมาณเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เติมลงไป(กรัม)					
กากถั่วเหลือง	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
แกนสับปะรด	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
ถั่วแดงหลวง	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
เห็ดหูหนูขาว	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
มะเขือขาวแช่อิ่ม	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
ลูกเกด	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
เมล็ดมะม่วงหิมพานต์		10	20	30	40	50

#### 4.3.4. การศึกษาการปรับปรุง Spread ratio ของคุกกี้

การศึกษการเพิ่ม Spread ratio ของคุกกี้ที่เติมวัตถุที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร ทำได้โดยการเพิ่มส่วนที่เป็นของเหลวให้มากขึ้นจากในสูตร ส่วนที่เป็นของเหลวคือไข่ขาว การศึกษาในหัวข้อนี้ ทำโดยการเพิ่มไข่ขาวในระดับ 50 % , 75 % และ 100 % จากน้ำหนักไข่ขาวที่ใส่ในการทดลองครั้งแรก ดังแสดงในตารางที่ 7 อย่างไรก็ตามการเพิ่ม

ปริมาณไข่ขาว ทำให้มีกลิ่นไข่เพิ่มมากขึ้น จึงแก้ไขโดยการเพิ่มปริมาณของกลิ่นวานิลา น้ำคูกี้ที่ปรับปริมาณไข่ขาว ไปทดสอบทางประสาทสัมผัสและหา Spread ratio

ตารางที่ 7  
แสดงเปอร์เซ็นต์ของไข่ขาวที่เพิ่มขึ้นเพื่อปรับค่า Spread Ratio

ส่วนผสม(กรัม)	ปริมาณไข่ขาวที่เพิ่มขึ้นจากสูตรเดิม				
	0%	0%	50%	75%	100%
แป้งสาลีอเนกประสงค์	50	50	50	50	50
แป้งโฮลวีท	50	50	50	50	50
นมผงขาดมันเนย	20	20	20	20	20
ผงฟู	5	5	5	5	5
เนยสด	100	100	100	100	100
น้ำตาลทรายขาว	80	80	80	80	80
น้ำตาลทรายแดง	20	20	20	20	20
เกลือป่น	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
ไข่ไก่(ไข่ขาว)	50	50	100	125	150
วานิลา	5	5	10	10	10
เส้นใยอาหารรวม	0	70	70	70	70
เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	-	30	30	30	30

#### 4.3.5. การศึกษาการปรับปริมาณของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร

ปริมาณของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร ที่ผู้วิจัยยอมรับเท่ากับ 70 กรัม/ สูตร จากการศึกษาของ Thamthanaruk 1996 พบว่าเส้นใยอาหารจากแกนสับประรด มีค่า Total Dietary Fiber ร้อยละ 93.52 ซึ่งมากกว่าวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร ชนิดอื่นๆ เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับเส้นใยอาหารเพิ่มมากขึ้น จึงปรับปริมาณของเส้นใยอาหาร โดยเพิ่มแกนสับประรดให้มากขึ้นจาก 11.7 กรัม เป็น 20 กรัม แล้วปรับวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่ง

ของเส้นใยอาหารชนิดอื่นลงจาก 11.7 กรัม เป็น 10 กรัม แต่ปริมาณรวมยังมีค่าคงเดิมคือ 70 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 8 นำคุกกี้ทั้งสองสูตรไปทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อเลือกสูตรที่ผู้ชิมยอมรับ

### ตารางที่ 8

แสดงการปรับปริมาณของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร

ส่วนผสม (กรัม)	สูตรที่1	สูตรที่2
กากถั่วเหลือง	11.7	10
แกนสันปะรด	11.7	20
ถั่วแดงหลวง	11.7	10
เห็ดหูหนูขาว	11.7	10
มะเขือขาวแช่อิ่ม	11.7	10
ลูกเกด	11.7	10
เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	30	30

#### 4.4 ศึกษาด้านการลดพลังงาน

4.4.1 ศึกษาการใช้เซลลูโลสผงแทนไขมันบางส่วนในผลิตภัณฑ์ โดยลดปริมาณของไขมัน ที่ใช้ในส่วนผสมของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงลงร้อยละ 50 ของสูตรเดิม ( ดังแสดงในตารางที่ 9) และใช้เซลลูโลสผงแทนที่ไขมันในปริมาณร้อยละ 0, 1, 2, 3, 4, 5 ของน้ำหนัก Batter แล้วนำส่วนของ Batter ใส่ในแม่พิมพ์รูปทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร สูง 25 มิลลิเมตร ไปวัดแรงกดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสรุ่น Stable Micro Systems TA-XT2 ได้ตั้งสภาวะของเครื่องให้มีแรงกระทำที่ 5 กิโลกรัม ใช้หัววัด 6mm cylinder probe (P/6) และตั้งค่าของการวัดดังนี้

Mode:	Measure Force in Compression
Option:	Return To Start
Pre-Test Speed:	2.0 mm/s
Test Speed:	3.0 mm/s
Post-Test Speed:	10.0 mm/s
Distance:	20.0 mm
Trigger Type:	Auto - 5 g
Data Acquisition rate:	200 pps

#### 4.4.2. ศึกษาการใช้โพลีเด็กซ์โทรสแทนน้ำตาลบางส่วนในผลิตภัณฑ์

โพลีเด็กซ์โทรสเป็นสารที่เตรียมได้จากการ Polymerized D-glucose โดยมีชอร์บิทอล และกรดซิตริกอยู่ด้วยให้พลังงานเพียง 1 แคลอรีต่อกรัมเท่านั้น ทำการศึกษาโดยใช้โพลีเด็กซ์โทรส แทนที่น้ำตาลที่ใช้ในส่วนผสมของคุกกี้ ในปริมาณร้อยละ 0 , 50 และ 75 ดังแสดงในตารางที่ 10 แล้วนำไปหา Spread Ratio และทดสอบการยอมรับของผู้ชิม

#### 4.5. การศึกษาการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของคุกกี้ วิธีการดังแสดงในภาคผนวก ง.

4.5.1. การตรวจสอบเนื้อสัมผัสของคุกกี้ โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัสรุ่น Stable Micro Systems TA-XT2

4.5.2. Direct density

4.5.3. Water Absorption Index ( WAI )

4.5.4. Spread ratio ( ความกว้าง/ความหนา )

#### 4.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัส แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

4.6.1 การทดสอบในห้องทดลอง

4.6.2.ทดสอบผู้บริโภคโดยใช้แบบสอบถามร่วมกับตัวอย่างให้ประเมินผล

ตรวจสอบความแตกต่างด้วย DMRT ( Duncan's Multiple Range Test )

วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9  
แสดงการใช้เซลล์โลสมงแทนที่ไขมัน

ส่วนผสม	สูตรไขมัน ปกติ	สูตรไขมัน 50 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเซลล์โลสมง (%)					
		0	1	2	3	4	5
แป้งสาลีอเนกประสงค์	50	50	50	50	50	50	50
แป้งโฮลวีท	50	50	50	50	50	50	50
นมผงขาดมันเนย	20	20	20	20	20	20	20
ผงฟู	5	5	5	5	5	5	5
เนยสด	100	50	50	50	50	50	50
น้ำตาลทรายขาว	80	80	80	80	80	80	80
น้ำตาลทรายแดง	20	20	20	20	20	20	20
เกลือป่น	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
ไข่ไก่(ไข่ขาว)	150	150	150	150	150	150	150
วานิลลา	10	10	10	10	10	10	10
กากถั่วเหลือง	10	10	10	10	10	10	10
แกนสับปะรด	20	20	20	20	20	20	20
ถั่วแดงหลวง	10	10	10	10	10	10	10
เห็ดหูหนูขาว	10	10	10	10	10	10	10
มะเขือขาวแช่ต้ม	10	10	10	10	10	10	10
ลูกเกด	10	10	10	10	10	10	10
เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	30	30	30	30	30	30	30
เซลล์โลสมง		0	5.35	10.7	16.05	21.4	26.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10  
แสดงการใช้โพลีเด็กซ์โตรสแทนน้ำตาลบางส่วนในผลิตภัณฑ์

ส่วนผสม (กรัม)	สูตรการใช้ น้ำตาลปกติ	สูตรการลดน้ำตาล ปริมาณโพลีเด็กซ์โตรสที่ใช้แทนน้ำตาล(%)	
		50%	75%
แป้งสาลีอเนกประสงค์	50	50	50
แป้งโฮลวีท	50	50	50
นมผงขาดมันเนย	20	20	20
ผงฟู	5	5	5
เนยสด	100	50	50
น้ำตาลทรายขาว	80	40	20
น้ำตาลทรายแดง	20	10	5
เกลือป่น	0.25	0.25	0.25
ไข่ไก่(ไข่ขาว)	150	150	150
วานิลลา	10	10	10
กากถั่วเหลือง	10	10	10
แกนสับปะรด	20	20	20
ถั่วแดงหลวง	10	10	10
เห็ดหูหนูขาว	10	10	10
มะเขือขาวแช่อิ่ม	10	10	10
ลูกเกด	10	10	10
เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	30	30	30
เซลล์ลูไลสผง(2%of Batter)	-	10.7	10.7
โพลีเด็กซ์โตรส	-	50.0	75.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.7 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณของเส้นใยอาหาร (Total Dietary Fiber) ของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ

วิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหาร ( Total Dietary fiber ) โดยวิธี Enzymatic Gravimatic Method AOAC ( 1995 ) วิธีการดังแสดงในภาคผนวก ก.

วิเคราะห์ปริมาณ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โดยวิธี AOAC (1990) วิธีการดังแสดงในภาคผนวก ข.

#### 4.8 ศึกษาอายุการเก็บของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ

โดยเก็บคุกกี้ไว้ในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน 2 ชั้น เป็นเวลา 1 เดือน โดยเก็บที่ อุณหภูมิห้อง (28 องศาเซลเซียส) นำไปหาความชื้น วัดเนื้อสัมผัส ตมกลิ่น สังเกตลักษณะที่ปรากฏ แล้วนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ในเรื่องของการยอมรับของผู้บริโภคในด้านรูปร่าง สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม ความชอบรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 100 คน

#### 4.9 ศึกษาคุณภาพด้านราคา ใช้การคำนวณราคาต้นทุน ตามวิธีของ จีรพรรณ และคณะ (2525)

### 5.สถานที่ทำการทดลอง

5.1 ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5.2 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด ( Total Dietary Fiber ) ใช้เครื่องมือ และสถานที่ของ กองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

### 6.ระยะเวลาทำการวิจัย

การทดลองเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2539 และสิ้นสุดเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2540

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### 1. ผลการศึกษาหาสูตรที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็น Control Cookies

โดยใช้สูตรของคุกกี้เนย ซึ่งเป็นสูตรที่ทำแล้วได้คุกกี้ที่มีลักษณะดี และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคโดยทั่วไป ใช้เป็นสูตรเริ่มต้นในการที่จะนำไปพัฒนาคุกกี้ เพื่อให้ได้สูตรของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ

#### 2. ผลการศึกษาการปรับคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์โดยใช้แป้งโฮลวีทผสมกับแป้งสาลีชนิดอเนกประสงค์

ในการศึกษา ได้ทดลองใช้แป้งโฮลวีททดแทนแป้งอเนกประสงค์ ในอัตราส่วน 25 % , 50 % และ 75 % ของน้ำหนักแป้งอเนกประสงค์ รายละเอียดของสูตรดังแสดงในตารางที่ 3 นำไปตรวจสอบทางกายภาพความกว้าง ความหนา และ Spread ratio ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 11 เมื่อผสมแป้งโฮลวีทเพิ่มมากขึ้น พบว่าค่า Spread ratio ของคุกกี้ลดลง แป้งอเนกประสงค์เป็นแป้งที่ได้จากเมล็ดข้าวสาลี ที่มีการขัดเอาแป้งหรือรำออกจนหมด จึงทำให้มีคุณค่าทางอาหาร เช่น วิตามิน เกลือแร่ หรือเส้นใยอาหารน้อยกว่าแป้งโฮลวีท แต่การที่แป้งโฮลวีทมีเปลือกหรือรำผสมอยู่ทำให้ Batter ของคุกกี้ มีความชื้นหนืดสูงกว่า เมื่อนำมาหยอดลงบนถาดการกระจายตัวออกน้อยกว่า Batter ที่ใช้แป้งอเนกประสงค์ จึงทำให้ค่า Spread ratio ลดลง อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าค่า Spread ratio ของคุกกี้ เมื่อใช้แป้งโฮลวีทแทนแป้งอเนกประสงค์ ในอัตราส่วนที่ 25% กับ 50% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อผสมแป้งโฮลวีทในอัตราส่วน 75% พบว่าค่า Spread ratio ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ จากการศึกษาในครั้งนี้ต้องการที่จะเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับคุกกี้ และต้องการคุกกี้ที่มีลักษณะที่ดี จึงเลือกการใช้แป้งโฮลวีท ผสมลงในส่วนผสมของคุกกี้ เพื่อทดแทนแป้งอเนกประสงค์ที่ปริมาณ 50 % ( ดังแสดงในภาพที่ 5) แล้วนำไปพัฒนาต่อโดยนำไปศึกษาอัตราส่วนของเส้นใยที่เหมาะสมที่จะใช้ในสูตรของคุกกี้ต่อไป

### ตารางที่ 11

แสดงค่าเฉลี่ยของความกว้าง ความหนาและ Spread ratio ของคุกกี้  
ที่ใช้แป้งโฮลวีททดแทนแป้งอเนกประสงค์

% แป้งโฮลวีทที่ใช้แทน แป้งอเนกประสงค์	ความกว้าง (ม.ม.)	ความหนา (ม.ม.)	Spread ratio
0 %	62.88	11.02	5.82 <sup>a</sup>
25 %	62.66	11.96	5.23 <sup>ab</sup>
50 %	60.33	12.74	4.73 <sup>b</sup>
75 %	51.61	14.24	4.04 <sup>c</sup>

<sup>abc</sup> ค่าเฉลี่ยกำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ภาพที่ 5



แสดงลักษณะปรากฏของคุกกี้เมื่อใช้แป้งโฮลวีทแทนแป้งอเนกประสงค์

คุกกี้จากซ้ายไปขวา ได้จากการใช้แป้งโฮลวีทแทนแป้งอเนกประสงค์ในอัตราส่วน 0%,

25 %, 50 % และ 75 % ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ผลการศึกษาการเพิ่มเส้นใยอาหารลงในคุกกี้

3.1 ความชื้นและปริมาณเส้นใยอาหาร จากแหล่งเส้นใยอาหารต่าง ๆ ได้แก่ กากถั่วเหลือง แคนสับปะรด ถั่วแดงหลวง เห็ดหูหนูขาว มะเขือขาวแช่หิม และลูกเกด ดังวิธีการเตรียมในภาคผนวก ค. แล้วนำไปหาความชื้น ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 12 สาเหตุที่เลือกใช้กากถั่วเหลือง แคนสับปะรด ถั่วแดงหลวง เห็ดหูหนูขาว มะเขือขาวแช่หิม และลูกเกด เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่าย ราคาไม่แพง โดยเฉพาะกากถั่วเหลือง และ แคนสับปะรด เป็นวัตถุดิบที่เลือกใช้จากอุตสาหกรรมอาหาร รวมทั้งวัตถุดิบเหล่านี้ มีปริมาณของเส้นใยอาหารอยู่สูง (ดังตารางที่ 12) นอกจากนี้การใช้เส้นใยอาหาร จาก วัตถุดิบแหล่งต่าง ๆ เช่น ธัญชาติ ผลไม้ ทำให้มีเส้นใยอาหารครบทุกประเภท สำหรับ มะเขือขาวแช่หิม ลูกเกด เป็นวัตถุดิบที่นิยมเติมแต่งลงในคุกกี้ เพื่อให้มีรสชาติและสีสรร สวยขึ้น และวัตถุดิบทั้งสองก็มีเส้นใยอาหารอยู่สูง จึงเลือกใช้เข้ามาเติมเพื่อเพิ่มเส้นใยอาหารของคุกกี้ที่ทำการศึกษา

ตารางที่ 12

แสดงปริมาณความชื้น และเส้นใยอาหารของวัตถุดิบ ที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร

แหล่งของเส้นใยอาหาร	ปริมาณความชื้น (%)	TDE (กรัม/อาหาร 100 กรัม)
กากถั่วเหลือง	7.79	21.00
แคนสับปะรด	12.50	93.52
ถั่วแดงหลวง	54.75	27.00
เห็ดหูหนูขาว	15.17	7.50
มะเขือขาวแช่หิม	32.14	2.45
ลูกเกด	24.23	6.80

3.2 ผลการศึกษหาปริมาณของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหารที่เหมาะสม

วัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร ที่เตรียมขึ้นทั้งหมด ถูกเติมลงในคุกกี้ ที่มีการปรับสูตร โดยใช้แป้งโฮลวีทในอัตราส่วน 0, 30, 40, 50, 60 และ 70 กรัมต่อสูตร รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5. ก่อนนำไปวิเคราะห์ค่า Spread ratio ได้ผลการทดลอง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังตารางที่ 13 เช่นเดียวกับการเพิ่มปริมาณของแป้งโฮลวีท เมื่อผสมเส้นใยอาหารมากขึ้น ค่า Spread ratio ของคุกกี้ก็ลดลงดังแสดงลักษณะปรากฏของคุกกี้ในภาพที่ 6

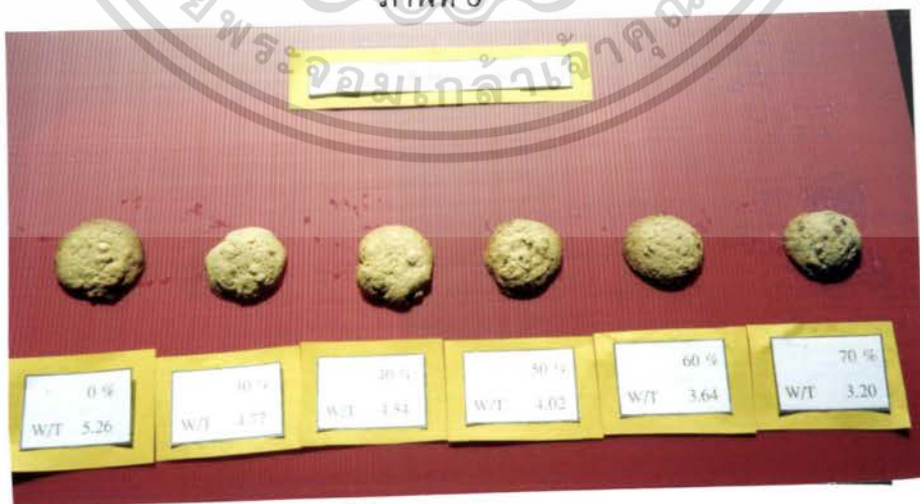
ตารางที่ 13

แสดงค่า Spread ratio ของคุกกี้ที่ผสมวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร

เส้นใยอาหารรวม (กรัม)	ความกว้าง (ม.ม.)	ความหนา (ม.ม.)	Spread ratio
0	60.72	11.52	5.26 <sup>a</sup>
30	58.30	12.22	4.77 <sup>b</sup>
40	57.38	12.63	4.54 <sup>c</sup>
50	56.00	13.91	4.02 <sup>d</sup>
60	52.16	14.33	3.64 <sup>e</sup>
70	50.69	15.86	3.20 <sup>f</sup>

<sup>ab</sup> ค่าเฉลี่ยด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ภาพที่ 6



แสดงลักษณะปรากฏของคุกกี้ที่เติมเส้นใยอาหาร 0, 30, 40, 50, 60 และ 70 กรัม

ต่อสูตร (จากซ้ายไปขวา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทำการประเมินผล ในเรื่องของการยอมรับ ปริมาณของวัตถุดิบ ที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร ที่เพิ่มลงในส่วนผสมของคุกกี้ ในด้าน รูปร่าง สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม และความชอบรวม ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 14 เมื่อนำผลการทดสอบไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ผู้ชิมให้คะแนนความชอบรวม กับคุกกี้ ที่เติมวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร 70 กรัม สูงกว่าตัวอย่างอื่น ๆ อย่างมี นัยสำคัญ เหตุผลอาจจะเนื่องมาจากรสชาติที่เป็นที่ยอมรับมากกว่าตัวอย่างอื่น ๆ อย่งไร ก็ตามคะแนนในด้านรูปร่าง ของตัวอย่างที่เติมวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งเส้นใยอาหารมากที่สุด (70 กรัม) มีค่าต่ำกว่าตัวอย่างอื่น ๆ สาเหตุอาจเกิดจากค่า Spread ratio ต่ำ จึงควรมีการ ปรับปรุง ในเรื่องของขนาด และรูปร่างของคุกกี้ที่ได้

ตารางที่ 14

แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในเรื่องของการยอมรับปริมาณ ของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร

เส้นใยอาหารรวม (กรัม)	รูปร่าง	สี	รสชาติ	ความนุ่ม	ความชอบรวม
0	7.58 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	6.61 <sup>b</sup>	6.69 <sup>a</sup>	6.58 <sup>b</sup>
30	7.19 <sup>b</sup>	7.02 <sup>a</sup>	6.53 <sup>b</sup>	5.80 <sup>a</sup>	6.47 <sup>b</sup>
40	7.08 <sup>bc</sup>	7.22 <sup>a</sup>	6.33 <sup>b</sup>	6.16 <sup>a</sup>	6.66 <sup>b</sup>
50	7.05 <sup>bc</sup>	7.30 <sup>a</sup>	6.66 <sup>b</sup>	6.19 <sup>a</sup>	6.72 <sup>b</sup>
60	6.94 <sup>bc</sup>	7.22 <sup>a</sup>	6.74 <sup>b</sup>	5.91 <sup>a</sup>	6.61 <sup>b</sup>
70	6.75 <sup>c</sup>	7.44 <sup>a</sup>	7.72 <sup>a</sup>	6.69 <sup>a</sup>	7.80 <sup>a</sup>

<sup>abc</sup> ค่าเฉลี่ยกำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

### 3.3. ผลของการศึกษาปริมาณของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เติมลงในคุกกี้

คุกกี้ที่ปรับปริมาณเส้นใย ถูกนำมาเติมเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ในปริมาณ ต่าง ๆ กัน (ตารางที่ 6) ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 15 พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ชิมให้คะแนนทางด้านรสชาติ รูปร่าง และการยอมรับรวม ในสูตรที่เติมเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ในปริมาณ 30 กรัม/สูตร ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่เติมเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ในปริมาณ 30 กรัม/สูตร ไปทำการทดลองในขั้นต่อไป

### ตารางที่ 15

แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการเติมเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ใส่ลงในคุกกี้

ปัจจัย	ปริมาณเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (กรัม)					
	0	10	20	30	40	50
รูปร่าง	7.12	7.31	7.04	8.29	8.21	8.12
สี	7.44	7.39	7.33	7.45	7.65	7.54
กลิ่น	7.55	7.61	7.70	7.66	7.68	7.73
รสชาติ	7.22	7.66	7.61	8.61	8.21	8.11
ความนุ่ม	7.55	7.62	7.77	7.81	7.56	7.79
ความชอบรวม	7.53	7.44	7.28	8.39	8.27	8.31

#### 3.4. ผลการศึกษาการปรับปรุง Spread ratio ของคุกกี้

การเพิ่มปริมาณของเหลวคือ ไข่ขาวทำให้ batter ที่หยอดลงบนถาด มีการแผ่กระจายตัวมากขึ้น เป็นผลให้ค่า Spread ratio ของคุกกี้เพิ่มมากขึ้น ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 16

### ตารางที่ 16

แสดงค่า Spread ratio ของคุกกี้ที่มีการเพิ่มปริมาณไข่ขาว

%ไข่ขาวที่เพิ่มขึ้น	ความกว้าง (ม.ม.)	ความหนา (ม.ม.)	Spread Ratio
0 %	50.69	15.86	3.20
50 %	54.94	14.58	3.77
75 %	56.33	13.99	4.03
100 %	59.05	10.62	5.56

การเพิ่มไข่ขาว 100 % มีค่า Spread ratio เพิ่มมากที่สุด จึงเลือกค่า Spread Ratio ของการเพิ่มไข่ขาว 100 % ลักษณะของคุกกี้ที่ได้ดังแสดงในภาพที่ 7

ภาพที่ 7



แสดงลักษณะปรากฏของคุกกี้ที่มีการปรับ Spread ratio จากซ้ายไปขวาเพิ่ม

ปริมาณไข่ขาว 50, 75 และ 100 % ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5 ผลการศึกษาการปรับปริมาณวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร

จากการศึกษา การปรับปริมาณวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้น โดยการปรับปริมาณแกนสับประรดเป็น 20 กรัม เนื่องจากการศึกษาของ Thamtharuk (1996) พบว่าแกนสับประรดมีปริมาณ TDF อยู่สูง ในขณะที่ปริมาณวัตถุดิบ ที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร ยังคงมีปริมาณเท่าเดิม (70 กรัม) และเมื่อนำคูกี้ ที่ใช้แกนสับประรดปริมาณ 11.7 กรัมต่อสูตร และปริมาณ 20 กรัมต่อสูตร ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า คะแนนความชอบรวม ของผู้ชิมทั้งสองสูตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 17) จึงสรุปเลือกใช้ปริมาณแกนสับประรด 20 กรัมต่อสูตร แล้วนำไปพัฒนาในขั้นต่อไป

#### ตารางที่ 17

แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งเส้นใยอาหาร ในสูตรที่ใช้ปริมาณแกนสับประรด 11.7 กรัม และ 20 กรัม

สูตรที่	รูปร่าง	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความนุ่ม	ความชอบรวม
1 *	8.12	8.36	8.45	8.71	8.21	8.65 <sup>a</sup>
2**	8.20	8.40	8.30	8.60	8.10	8.52 <sup>a</sup>

<sup>abc</sup> ค่าเฉลี่ยกำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

\* ปริมาณแกนสับประรดที่ใช้ 11.7 กรัมสูตร

\*\* ปริมาณแกนสับประรดที่ใช้ 20.0 กรัมสูตร

### 4. ผลการศึกษาด้านการลดพลังงาน

#### 4.1 ผลการศึกษาการใช้เซลล์โลสผงแทนไขมันบางส่วนในคูกี้

ผลที่ได้จากการวัดแรงกดของ Batter ที่ใช้เซลล์โลสผงด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส รุ่น Stable Micro Systems TA-XT2 ได้ค่าของแรงดังแสดงในตารางที่ 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 18

แสดงค่าของแรงกดของ Batter คุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ

ลักษณะของ Batter	Force (gm)
สูตรปกติไขมันเต็ม	44.86
สูตรไขมัน 50 %	27.82
สูตรไขมัน 50 % + 1% เซลลูโลสผง	32.54
สูตรไขมัน 50 % + 2% เซลลูโลสผง	47.13
สูตรไขมัน 50 % + 3% เซลลูโลสผง	71.81
สูตรไขมัน 50 % + 4% เซลลูโลสผง	44.74
สูตรไขมัน 50 % + 5% เซลลูโลสผง	85.73

จากการทดลองใช้เซลลูโลสผงในปริมาณร้อยละ 0, 1, 2, 3, 4, 5 ของน้ำหนัก Batter แทนที่ไขมันในสูตรคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ โดยมีการลดไขมันที่เป็นส่วนประกอบของคุกกี้ลงไปร้อยละ 50 พบว่า Batter ที่ยังไม่ได้ลดไขมันมีค่าของแรงวัดได้ 44.86 กรัม ส่วน Batter ที่ลดไขมันลงไปร้อยละ 50 และไม่ได้เติมเซลลูโลสผงลงไป มีค่าของแรงที่วัดได้ลดต่ำมาก ค่าของแรงที่วัดได้ เท่ากับ 27.82 กรัม สาเหตุอาจเกิดจากการลดปริมาณของไขมัน ทำให้ไขมันมีการจับอากาศได้น้อยลง ความชื้นเหนียวของ Batter จึงลดลง การเกาะตัวกันของ Batter เป็นอย่างหลวม ๆ ทำให้แรงกดที่ใช้ลดลง แต่เมื่อมีการเติมเซลลูโลสผง ในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2, 3 และ 5 ค่าของแรงกดเพิ่มขึ้น เซลลูโลสผงรวมตัวกับของเหลวใน Batter ทำให้ค่าความเหนียวเกาะกันของ Batter เพิ่มขึ้น ซึ่งตรงกับงานวิจัยของ ศิวาพร ศิวเวช ( 2538 ) ได้ทำการศึกษาเรื่องเค้กข้าวฟ่างแคลอรีต่ำ พบว่า การใช้เซลลูโลสผงจะทำให้ความเหนียวของ Batter เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การใช้เซลลูโลสผง 4% ค่าแรงกดที่อ่านได้ลดลง สาเหตุอาจเกิดจากการใช้เซลลูโลสผงที่ระดับ 3% ปริมาณน้ำอิสระที่จะรวมตัวกับเซลลูโลสผงถูกใช้ไปหมด การเพิ่มปริมาณของเซลลูโลสผงเป็น 4% ทำให้การรวมตัวของน้ำกับของแข็งเกิดขึ้นได้ช้า จึงทำให้การเกาะตัวกันของ batter อ่อนลง แต่เมื่อเพิ่มปริมาณของเซลลูโลสผงเป็น 5% อาจทำให้เซลลูโลสผงที่เติมเพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกาะรวมตัวกับ เซลลูโลส Matrix ทำให้ค่าความหนืดของ Batter สูงขึ้น เมื่อพิจารณาผลของค่าแรงกด พบว่า การใช้เซลลูโลสผงที่อัตราส่วนร้อยละ 2 และ 4 มีค่าใกล้เคียงกับสูตรปกติที่ใช้ไขมัน 100 % จึงนำ Batter ของทั้งสองสูตรไปอบ เพื่อดูลักษณะปรากฏของคุกกี้ ผลที่ได้พบว่า การใช้เซลลูโลสผง 2 % มีลักษณะปรากฏ เมื่ออบดีกว่า Batter ที่ใช้เซลลูโลสผง 4% มาก จึงเลือกใช้เซลลูโลสผง 2% แทนที่ไขมัน 50% เป็นสูตรที่ทำการพัฒนาในขั้นต่อไป

#### 4.2. ผลการใช้โพลีเด็กซ์ไตรสแทนน้ำตาลบางส่วนในผลิตภัณฑ์

เพื่อจุดประสงค์ของการลดพลังงาน สารให้ความหวานโพลีเด็กซ์ไตรสถูกนำมาใช้น้ำตาลในอัตราส่วน 50 % และ 75 % ของน้ำตาลที่ใช้ในการทำคุกกี้ (ตารางที่ 19) ค่า Spread ratio ของคุกกี้ที่ผลิตได้ดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19

แสดงความกว้าง ความหนา และ Spread ratio ของคุกกี้ที่ใช้โพลีเด็กซ์ไตรสแทนที่น้ำตาล

%โพลีเด็กซ์ไตรส	ความกว้าง(ม.ม.)	ความหนา(ม.ม.)	Spread Ratio
0%	60.72	11.52	5.26
50%	62.94	14.11	4.46
75%	59.44	18.17	3.17

ผลจากการใช้โพลีเด็กซ์ไตรสเมื่อใช้น้ำตาลที่ 50% จะเห็นได้ว่า Spread ratio ของคุกกี้ลดลง และเมื่อใช้โพลีเด็กซ์ไตรสแทนที่น้ำตาล 75% ค่า Spread ratio ยิ่งลดลงมาก ลักษณะปรากฏดังแสดงในภาพที่ 8

ภาพที่ 8



แสดงลักษณะปรากฏของคุกกี้ที่ใช้โพลีเด็กซ์โตรอส แทนน้ำตาล 0 %, 50 % และ 75 % (จากซ้ายไปขวา)

ตารางที่ 20

แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากการใช้โพลีเด็กซ์โตรอสแทนที่น้ำตาลบางส่วน

ตัวอย่าง	รูปร่าง	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความนุ่ม	ความชอบรวม
คุกกี้ 2% เซลลูโลสผง + 50%โพลีเด็กซ์โตรอส	7.56 <sup>a</sup>	8.14 <sup>a</sup>	7.86 <sup>a</sup>	7.75 <sup>a</sup>	7.25 <sup>a</sup>	8.14 <sup>a</sup>
คุกกี้ 2% เซลลูโลสผง + 75%โพลีเด็กซ์โตรอส	7.25 <sup>a</sup>	7.75 <sup>a</sup>	7.67 <sup>a</sup>	6.75 <sup>b</sup>	7.22 <sup>a</sup>	7.39 <sup>b</sup>

<sup>abc</sup> ค่าเฉลี่ยกำกับด้วยตัวอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุกกี้ที่ปรับสูตรเส้นใยอาหาร ลดปริมาณไขมันและใช้โพลีเด็กซ์โทรสแทนน้ำตาล ถูกนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 20 การยอมรับในเรื่องของ รูปร่าง สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม และความชอบรวม ของคุกกี้ที่ใช้โพลีเด็กซ์โทรส แทนที่น้ำตาล 50% มากกว่าการใช้โพลีเด็กซ์โทรสแทนที่น้ำตาลที่ 75% ประกอบกับการทดลองของค่า Spread ratio ที่มีการใช้โพลีเด็กซ์โทรส 75% แทนน้ำตาลมีค่าลดลงมาก จึงเลือกใช้โพลีเด็กซ์โทรสที่ 50% ในการแทนที่น้ำตาลที่ใช้ในผลิตภัณฑ์

## 5. ผลการตรวจสอบทางกายภาพของคุกกี้ที่เพิ่มเส้นใยและลดพลังงาน

5.1. ผลจากการตรวจสอบเนื้อสัมผัสของคุกกี้โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัสรุ่น Stable Micro Systems TA-XT2 โดยใช้หัวกดตัดแบบ 3 Point Bending Rig (HDP/3PB) โดยวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของคุกกี้เนย เปรียบเทียบกับคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ ได้ผล ดังแสดงในตารางที่ 21

ตารางที่ 21

แสดงลักษณะเนื้อสัมผัสของคุกกี้ที่วัดด้วยเครื่อง Texture Analyzer Stable System

ชนิดของคุกกี้	Force (g)
คุกกี้เนย	1511.04
คุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ	4795.88

คุกกี้เนยที่ใช้เป็น Control cookies มีลักษณะกรอบร่วนเมื่อนำไปวัดแรงกดด้วยหัวกดตัด จึงสามารถกดตัดได้ง่าย ค่าของแรงที่ได้จึงมีค่าน้อย คุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ ซึ่งมีเส้นใยอาหารผสมอยู่มาก สามารถที่จะต้านทานแรงกดได้มาก ค่าของแรงที่วัดได้ จึงมีค่าสูงกว่าคุกกี้เนยปกติ

5.2. ผลของ Direct Density ของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับ Control cookies ดังแสดงในตารางที่ 22

**ตารางที่ 22**  
แสดงค่า Direct Density ของคุกกี้

ชนิดของคุกกี้	น้ำหนัก(กรัม)	ปริมาตร ( มล.)	ความหนาแน่น (กรัม/มล.)
คุกกี้เนย	31.14	50	0.62
คุกกี้เส้นใยอาหารสูง และพลังงานต่ำ	27.59	50	0.55

เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของคุกกี้ทั้ง 2 ชนิด พบว่า คุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำมีความหนาแน่นน้อยกว่า คุกกี้เนยที่ใช้เป็น Control cookies สาเหตุอาจเนื่องมาจาก การมีเส้นใยอาหาร ทำให้การบดไม่สามารถทำให้ละเอียด ได้เท่ากับคุกกี้เนยสูตรปกติ ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกับ การทดลองของ เพลินใจ และคณะ (2536) พบว่า คุกกี้ที่ผสมแหล่งของเส้นใยอาหารชนิดต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะมีค่าน้อยกว่า คุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลีล้วน ๆ จากการศึกษาของ Chen (1988) และ Teerapapthamkul (1991) พบว่า คุกกี้ที่มี Low Density แสดงถึงคุณภาพที่ดีของคุกกี้

5.3. ผลของ Water Absorption Index ( WAI ) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคุกกี้เนย และคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ ดังแสดงในตารางที่ 23

**ตารางที่ 23**  
แสดงค่าการดูดซับน้ำ (WAI) ของคุกกี้

ชนิดของคุกกี้	WAI
คุกกี้เนย	3.27
คุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ	9.21

ผลจากการทดลองจะเห็นได้ว่า เส้นใยอาหารมีผลต่อการดูดซับน้ำของคุกกี้ คุกกี้ที่มีเส้นใยอาหารสูงจะมีค่า WAI 9.21 ซึ่งคุกกี้เนยมีค่า WAI 3.27 ซึ่งมากกว่าคุกกี้สูตรปกติประมาณ 3 เท่า ซึ่งตรงกับงานวิจัยของ เพลินใจและคณะ (2536) ที่พบว่า คุกกี้ที่มีการเพิ่มเส้นใยอาหาร จะมีค่าการดูดซับน้ำ (WAI) สูงกว่าคุกกี้สูตรปกติ ฉะนั้นถ้าผู้บริโภค ต้องการจะใช้คุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ เป็นคุกกี้ที่รับประทานเพื่อควบคุมน้ำหนัก ก็สามารถทำได้ โดยหลังจากรับประทานคุกกี้แล้วดื่มน้ำตามในปริมาณมาก ๆ จะทำให้ผู้บริโภคอิ่มได้นาน

## 6. ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่มีเส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำที่ผลิตขึ้นโดยใช้ผู้ชิมจำนวน 12 คน ทำการทดสอบภายในห้องทดลอง โดยใช้แบบ 9 Hedonic Scale มีคะแนนระหว่าง 1-9 ซึ่งเป็นคะแนนที่บ่งถึงความชอบและการยอมรับ คุณลักษณะต่างๆของตัวอย่างในเรื่องของ รูปร่าง สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม ความชอบรวม โดย 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด ผลที่ได้ ดังแสดงในตารางที่ 24 พบว่า ผู้ชิมส่วนใหญ่ชอบ ยอมรับคุกกี้ที่ผลิตขึ้น อย่างไรก็ตาม เพื่อเป็นการยืนยันผลการทดสอบ จึงได้ออกแบบสอบถาม (ภาคผนวก ฉ.) และทำการทดสอบการชิมกับผู้บริโภคที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครจำนวน 100 คน โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอน ตอนแรกเป็นข้อมูลของลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคทั้ง 100 คน ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 25 ซึ่งพอสรุปได้ว่า ผู้ทดสอบ เป็นเพศชาย ร้อยละ 23 เพศหญิงร้อยละ 77 โดยอายุของผู้ทดสอบส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 15-25 ปี อาชีพของผู้ทดสอบส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับราชการ / รัฐวิสาหกิจร้อยละ 32 วุฒิการศึกษาของผู้ทดสอบ พบว่า มีระดับปริญญาตรีเป็นส่วนใหญ่ถึงร้อยละ 51 มีรายได้เฉลี่ยเดือนละ 5,001 -10,000 บาท

### ตารางที่ 24

แสดงผลคะแนนการชิมเฉลี่ยของคุณกึ่งเส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ

ปัจจัย	คะแนน*
รูปร่าง	7.22
สี	7.20
กลิ่น	7.24
รสชาติ	7.09
ความนุ่ม	6.49
ความชอบรวม	7.57

\* คะแนนเฉลี่ยจากผู้ชิม 100 คน

ตอนที่สอง เป็นการสอบถามความคิดเห็นต่อเส้นใยอาหาร และผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีเส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ ผลการสำรวจแสดงดังตารางที่ 24 พบว่า ผู้ทดสอบจำนวน 100 คน ชอบรับประทานคุกกี้ (85 %) ผู้ทดสอบโดยทั่วไป ทราบว่าคุกกี้มีพลังงานสูง และทราบว่าเส้นใยอาหารมีประโยชน์แก่ร่างกาย (97 %) ในทำนองเดียวกันร้อยละ 99 ของผู้ทดสอบ เห็นด้วยกับการนำเส้นใยอาหารมาผสมในคุกกี้ และถ้ามีบริษัทในประเทศไทย ผลิตคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำออกจำหน่าย ผู้ทดสอบมากกว่าร้อยละ 70 มีความสนใจในผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้น

## ตารางที่ 25

ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ทั่วไปของผู้บริโภค 100 คนที่สำรวจในกรุงเทพมหานคร

ข้อมูล	ร้อยละ
<b>เพศ</b>	
ชาย	23
หญิง	77
<b>อายุ</b>	
15 - 25 ปี	36
26 - 35 ปี	27
36 - 45	24
สูงกว่า 45 ปี	13
<b>อาชีพ</b>	
นักเรียนนักศึกษา	28
แม่บ้าน	10
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	32
รับจ้าง	8
พนักงานบริษัท/ธนาคาร	19
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	3
<b>วุฒิการศึกษา</b>	
ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย	7
มัธยมศึกษาตอนปลาย	19
ปริญญาตรี	51
ปริญญาโท	23
<b>รายได้เฉลี่ยของท่าน(ต่อเดือน)</b>	
ต่ำกว่า 5,000 บาท	21
5,001-10,000 บาท	30
10,001-15,000 บาท	23
15,001-20,000 บาท	10
สูงกว่า 20,000 บาท	7
<b>จำนวนสมาชิกในครอบครัว</b>	
1 - 3 คน	30
4 - 6 คน	55
7 คนขึ้นไป	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 26

ผลการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อคูกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ

ข้อมูล	ร้อยละ
จำนวนผู้ที่ชอบรับประทานคูกี้	.
ชอบ	85
ไม่ชอบ	15
ชนิดของคูกี้ที่ชอบรับประทาน	
ชนิดกรอบ	75
ชนิดนุ่ม	25
ปริมาณพลังงานในคูกี้	
สูงมาก	25
สูง	41
ปานกลาง	31
ต่ำ	2
ต่ำมาก	1
เส้นใยอาหารมีประโยชน์แก่ร่างกาย	
มี	97
ไม่มี	3
การนำเส้นใยอาหารผสมในคูกี้	
ดี	99
ไม่ดี	1
เคยเห็นคูกี้เส้นใยอาหารสูงวางขายในตลาดเมืองไทย	
เคย	35
ไม่เคย	65
ถ้าเคย ซื้อจาก	
ซูเปอร์มาร์เก็ต	25.7
ร้านเบเกอรี่ทั่วไป	17.1
ร้านขายอาหารเพื่อสุขภาพ	42.9
อื่นๆ (โรงพยาบาล, ทำเอง, คลินิก)	14.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางที่ 26 (ต่อ)

ผลการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นลูกค้าที่เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ

ข้อมูล	ร้อยละ
ความสนใจของผู้บริโภคที่มีบริษัทผลิตคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ	
ออกจำหน่าย	
น่าสนใจมาก	26
สนใจ	55
เฉยๆ	15
ไม่ค่อยสนใจ	4
การรับประทานคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำจะก่อให้เกิดผลดีต่อสุขภาพร่างกาย	
ของผู้บริโภค	
ได้	97
ไม่ได้	3
จำนวนผู้ที่จะรับประทานคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ	
รับประทาน	81
ไม่รับประทาน	19
ผู้ที่เหมาะสมที่จะรับประทานคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ	
คนทั่วไป	28
คนอ้วนที่ต้องการลดน้ำหนัก	39
ผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก	33
จำนวนผู้ที่เคยซื้อคุกกี้เพื่อสุขภาพรับประทาน	
เคย	36
ไม่เคย	64
ความถี่ในการซื้อคุกกี้ของผู้บริโภค	
มากกว่าเดือนละ 4 ครั้ง	12
เดือนละ 2-3 ครั้ง	33
น้อยกว่าเดือนละครั้ง	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่สาม เป็นการทดสอบการชิม โดยให้ผู้ทดสอบทดลองชิมคุกกี้ที่มีเส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ ที่ผลิตขึ้นจากการศึกษาครั้งนี้ ผลการทดสอบ ดังแสดงในภาพที่ 9-11 พบว่า ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ชอบคุกกี้เส้นใยสูงและพลังงานต่ำ ไม่ว่าจะในด้าน รูปร่าง สี รสชาติ โดยเฉพาะคะแนนความชอบรวม ซึ่งผู้ทดสอบมากกว่า 76 คน ให้คะแนนอยู่ระหว่าง ชอบถึงชอบมากที่สุด อย่างไรก็ตามพารามิเตอร์ของลักษณะเนื้อสัมผัสมีคะแนนการชิมค่อนข้างกระจาย อาจเป็นเพราะ ผู้ทดสอบส่วนใหญ่คุ้นเคยกับคุกกี้ชนิดกรอบมากกว่าชนิดนุ่ม (ตารางที่ 26) และตอนสุดท้ายของแบบสอบถาม ได้สอบถามถึงการยอมรับ ในผลิตภัณฑ์คุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ ผู้ทดสอบ 91 คนใน 100 คน ยอมรับคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ และเมื่อสอบถามว่า จะซื้อผลิตภัณฑ์ชนิดนี้หรือไม่ ถ้าวางจำหน่ายในราคา 15 บาทต่อชิ้น ผู้ทดสอบจำนวน 64 คน ตอบว่า ซื้อ

#### 7. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณเส้นใยอาหาร ของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ เปรียบเทียบกับคุกกี้เนย ผลที่ได้ ดังแสดงในตารางที่ 27 เมื่อเปรียบเทียบกับคุกกี้เนย จะเห็นว่าคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำที่ผลิตขึ้น มีแคลอรีลดลง 27.76 % และมีเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้น 125.06 % เมื่อเปรียบเทียบกับคุกกี้เนย

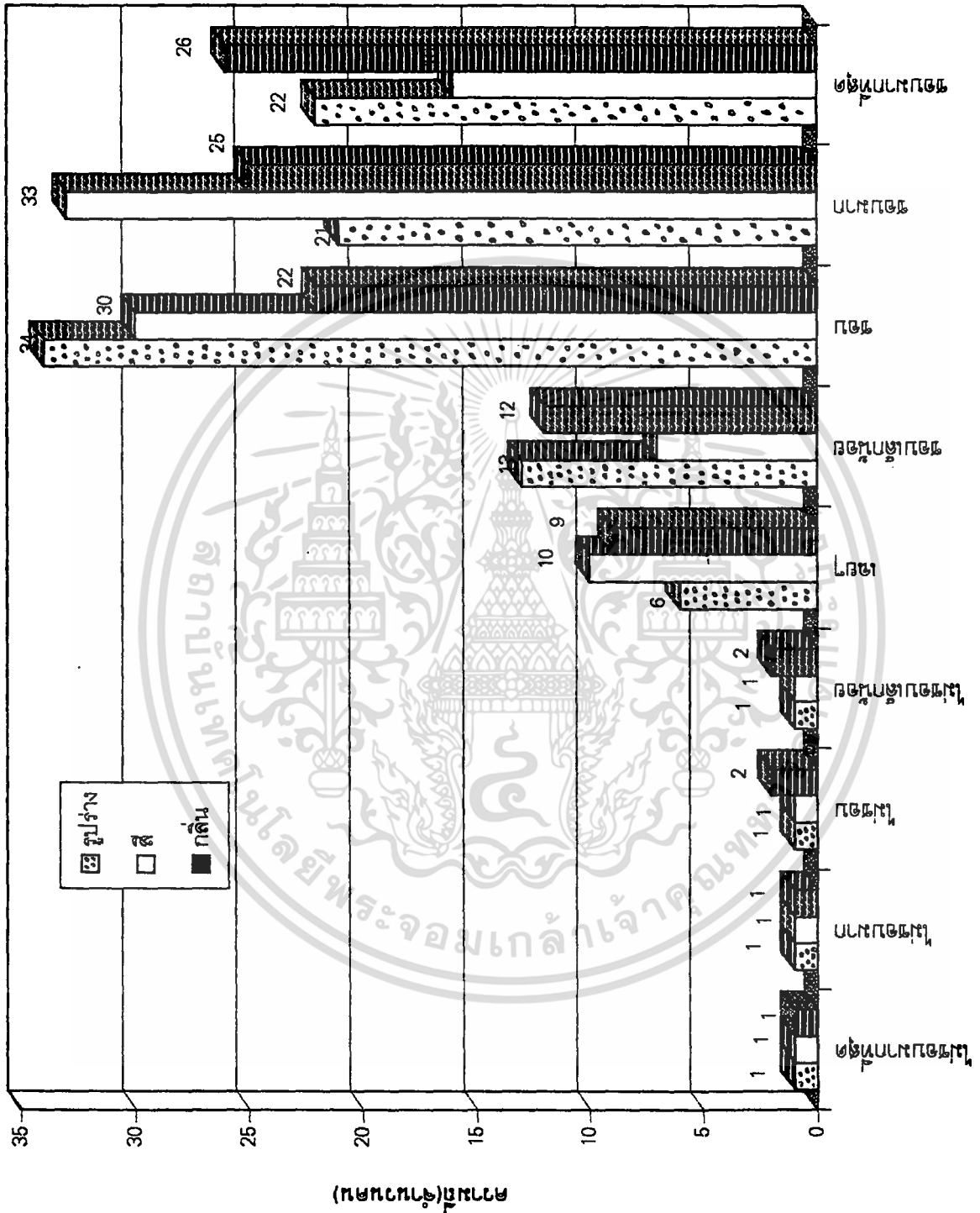
ตารางที่ 27

แสดงองค์ประกอบทางเคมี ของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ เปรียบเทียบกับคุกกี้เนย

องค์ประกอบทางเคมี (กรัม/ 100 กรัม)	คุกกี้เนย	คุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ
ความชื้น	3.75	9.0
เถ้า	2.27	2.7
ไขมัน	26.42	12.92
โปรตีน	7.96	11.82
Total Dietary Fiber	3.83	8.62
คาร์โบไฮเดรต	55.77	54.94
พลังงาน ( แคลอรี )	492.7	355.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

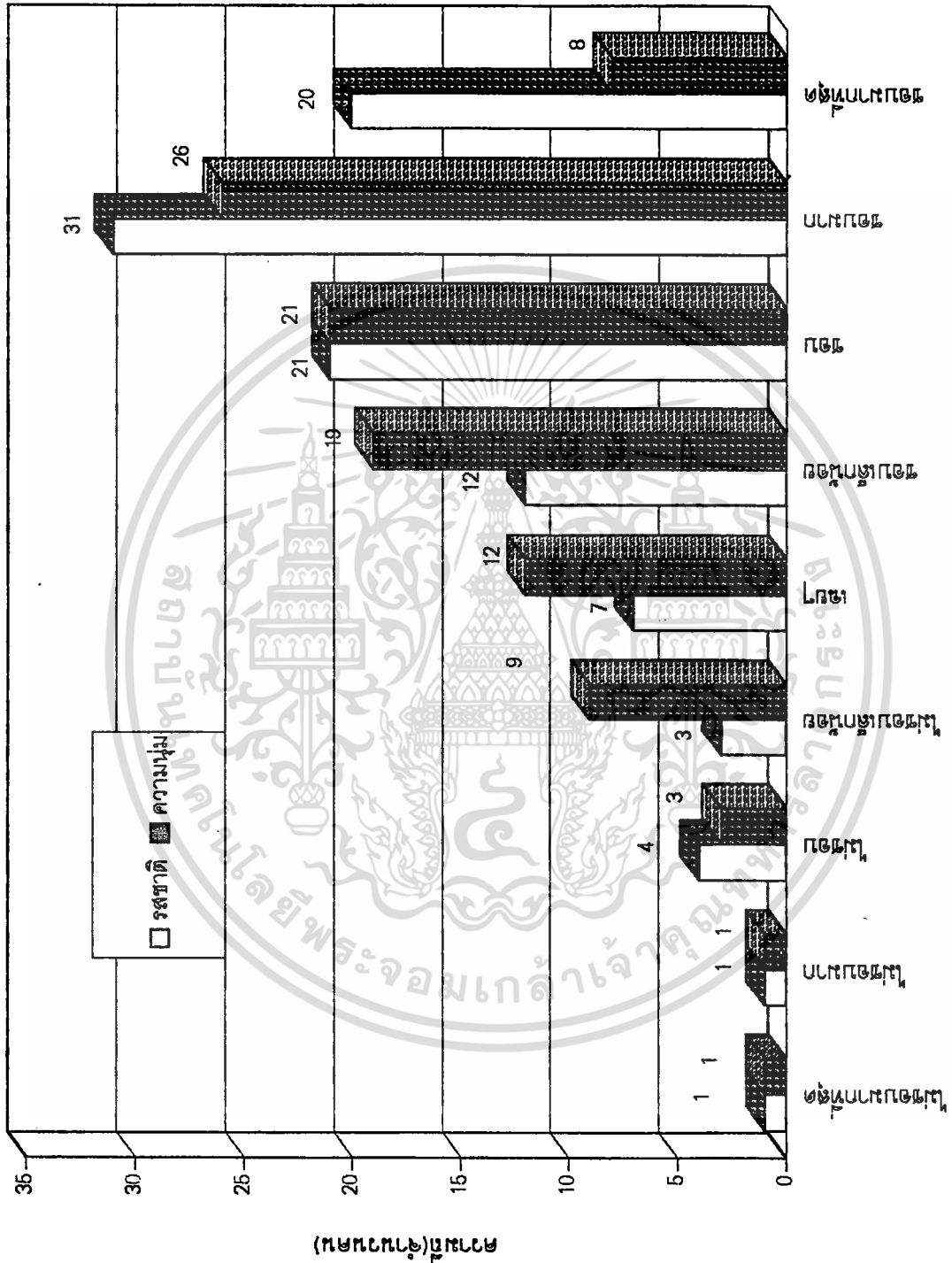
ภาพที่ 9



ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และคะแนนความชอบต่อรูปร่าง สี กลิ่น ของคุณ  
 เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 10



ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และคะแนนความชอบต่อรสชาติและเนื้อสัมผัส ของ  
 คุณก็เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ

1 คาร์โบไฮเดรตในคุกกี้

$$= 100 - (\% \text{ความชื้น} + \% \text{เถ้า} + \% \text{ไขมัน} + \% \text{โปรตีน} + \% \text{TDF})$$

2 เนื่องจากคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ ที่ใช้โพลีเอทิลีนไดออกไซด์ 9.14 กรัม/100 กรัม ดังนั้นปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่นำไปใช้ในการคำนวณพลังงาน เท่ากับ 45.8 กรัม

พลังงานที่ได้จากการวิเคราะห์นำมาคำนวณโดย

$$\% \text{ไขมัน} \quad \times 9$$

$$\% \text{โปรตีน} \quad \times 4$$

$$\% \text{คาร์โบไฮเดรต} \quad \times 4$$

$$\% \text{โพลีเอทิลีนไดออกไซด์} \quad \times 1$$

### 8. ผลการศึกษาอายุการเก็บของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ

ผลจากการศึกษาอายุการเก็บของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ โดยเก็บไว้ในถุงพลาสติก ชนิดโพลีเอทิลีน 2 ชั้นเป็นเวลา 1 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง (28°C) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 28

#### ตารางที่ 28

แสดงคุณลักษณะของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ  
ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28°C) เป็นเวลา 1 เดือน

ระยะเวลา	ความชื้น	กลิ่น	ลักษณะปรากฏ
1 สัปดาห์	9.00 %	ปกติ	มีความนุ่มเล็กน้อย จับดูค่อนข้างแข็ง
2 สัปดาห์	10.27%	ปกติ	คุกกี้มีความนุ่มขึ้น
3 สัปดาห์	10.38 %	ปกติ	ความนุ่มเพิ่มมากขึ้น สีเข้มขึ้นเล็กน้อย
4 สัปดาห์	10.73 %	ปกติ	ความนุ่มเพิ่มขึ้นมากกว่า สัปดาห์ที่ 3 สีเข้มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการยอมรับของผู้ทดสอบ ในเรื่องของรูปร่าง สี กลิ่นเมื่อดม รสชาติโดยรวม ความนุ่ม และความชอบรวม เมื่อเก็บคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ ไว้เป็นระยะเวลา 1 เดือน โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 100 คน เปรียบเทียบกับคุกกี้ที่ทำใหม่ๆ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 32 (ภาคผนวก ซ.) พบว่า คะแนนการชิมของคุกกี้ที่เก็บไว้เป็นเวลา 1 เดือน ในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน 2 ชั้น กับคุกกี้ที่ผลิตขึ้นใหม่ โดยผู้ทดสอบ 100 คน ในทางสถิติ คะแนนของปัจจัยอย่างอื่น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ปัจจัยที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญคือ รสชาติ แต่การทดสอบทางประสาทสัมผัส คะแนนความชอบรวมอยู่ในระดับชอบ

### ตารางที่ 29

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการยอมรับของผู้บริโภคเมื่อเก็บคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำไว้เป็นเวลา 1 เดือน

ปัจจัย	คะแนนเฉลี่ยของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ	
	อายุการเก็บ 0 เดือน	อายุการเก็บ 1 เดือน
รูปร่าง	7.22 <sup>a</sup>	7.37 <sup>a</sup>
สี	7.20 <sup>a</sup>	7.19 <sup>a</sup>
กลิ่น	7.24 <sup>a</sup>	7.20 <sup>a</sup>
รสชาติ	7.09 <sup>a</sup>	6.19 <sup>b</sup>
ความนุ่ม	6.49 <sup>a</sup>	6.65 <sup>a</sup>
ความชอบรวม	7.57 <sup>a</sup>	7.50 <sup>a</sup>

<sup>ab</sup> ค่ากำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

### 9. ผลการคำนวณราคาของคุกกี้เนย และคุกกี้ไส้โยอาหารสูงและพลังงานต่ำ

ในการคำนวณราคาของคุกกี้ จีรพรรณและคณะ (2525) รายงานว่า ต้นทุนของการดำเนินงานในอุตสาหกรรมเกษตร คิดเป็นสัดส่วนได้ดังนี้คือ

ต้นทุนทั้งหมด	=	100	%
คิดเป็นวัตถุดิบ	=	52	%
คิดเป็นแรงงาน	=	32	%
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	=	16	%

ดังนั้นในการคำนวณต้นทุนการผลิตคุกกี้เนยใช้หลักเกณฑ์ในการคำนวณคือ

$$\text{ต้นทุนทั้งหมด} = \text{ค่าวัตถุดิบ} + \text{ค่าแรงงาน} + \text{ค่าใช้จ่ายอื่นๆ}$$

ในกรณีของคุกกี้เนย ราคาวัตถุดิบเท่ากับ 2.46 บาทต่อชิ้น คำนวณดังตารางที่ 30

#### ตารางที่ 30

แสดงต้นทุนการผลิตของคุกกี้เนย

วัตถุดิบ	น้ำหนัก (กรัม)	ราคาวัตถุดิบ / กิโลกรัม	ราคาผลิตภัณฑ์ / 1 ส่วน
แป้งสาลี	50.0	29.00	2.90
นมผงขาดมันเนย	20.0	100.00	2.00
ผงฟู	5.0	80.00	0.40
เนยสด	100.0	100.00	10.00
เกลือป่น	0.5	10.00	-
น้ำตาลทรายขาว	80.0	13.00	1.04
น้ำตาลทรายแดง	20.0	18.00	.36
ไข่ไก่	50.0	40.00	2.00
วานิลลา	5.0	200.00	1.00
ราคาต้นทุน			19.70/ 8ชิ้น
ราคา/ชิ้น (35 กรัม)			2.46/ ชิ้น

การสูญเสียระหว่างการผลิตโดยเฉลี่ยเท่ากับ 10 % ดังนั้นราคาวัตถุดิบ จึงเพิ่มขึ้นเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 3.04 บาทต่อชิ้น เมื่อนำมาคำนวณต้นทุนทั้งหมดตามวิธีของจักรพรรณและคณะ (2525) ต้นทุนของคุกกี้เนยเท่ากับ 5.20 บาทต่อชิ้น

### ตารางที่ 31

แสดงราคาของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ

วัตถุดิบ	น้ำหนัก(กรัม)	ราคาวัตถุดิบ / กิโลกรัม	ราคาผลิตภัณฑ์ / 1ส่วน
แป้งสาลี	50.0	29.00	1.45
แป้งโฮลวีท	50.0	25.00	1.25
นมผงขาดมันเนย	20.0	100.00	2.00
ผงฟู	5.0	80.00	0.40
เชลลูโลสผง	10.0	100.00	1.00
โพลีเด็กซ์โตรอส	50.0	200.00	10.00
เนยสด	50.0	100.00	5.00
เกลือป่น	0.5	10.00	.01
น้ำตาลทรายขาว	40.0	13.00	.52
น้ำตาลทรายแดง	10.0	18.00	.18
ไข่ขาว	150.0	40.00	6.00
วานิลลา	10.00	200.00	2.00
แกนลับประรด	20.0	100.00	2.00
กากถั่วเหลือง	10.0	50.00	0.50
ถั่วแดงบด	10.0	100.00	1.00
เห็ดหูหนูขาว	10.0	350.00	3.50
มะเขือขาวแช่หิม	10.0	100.00	1.00
ลูกเกด	10.0	100.00	1.00
เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	30.0	200.00	6.00
ราคาต้นทุน			44.81/12 ชิ้น
ราคา/ ชิ้น (35 กรัม)			3.73/ 1 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีของคุณก็เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ ราคาวัตถุดิบเท่ากับ 3.73 บาท ต่อชิ้น คำนวณดังตารางที่ 31 เช่นเดียวกับคุณก็เนย เมื่อคำนวณการสูญเสียที่เกิดขึ้น ระหว่างการผลิต ราคาวัตถุดิบจะเพิ่มขึ้นเป็น 4.1 บาทต่อชิ้น เมื่อนำมาคำนวณต้นทุน ทั้งหมด ตามวิธีการที่กล่าวข้างต้น ต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 7.89 บาทต่อชิ้น

ปัจจุบันคุณก็เส้นใยอาหารสูง ที่นำเข้าจากต่างประเทศ มีราคาประมาณ 20-25 บาทต่อชิ้น ดังนั้น คุณก็ที่มีเส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ ที่ผลิตขึ้นจากการศึกษาใน ครั้งนี้จึงมีราคาถูกกว่ามาก และยังเป็นทางเลือกส่งเสริม การใช้เส้นใยอาหารที่มีในประเทศ ให้ เกิดประโยชน์มากขึ้น ตลอดจนสามารถลดการนำเข้า ของสินค้าต่างประเทศได้อีกด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

1. สามารถใช้แป้งโฮลวีทผสมกับแป้งสาลีชนิดอเนกประสงค์ ในอัตราส่วน 50 : 50 เพื่อให้คุกกี้มีคุณค่าทางอาหารมากขึ้น
2. วัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหารผสมคือ กากถั่วเหลือง แขนงลับประรด ถั่วแดงหลวง เห็ดหูหนูขาว มะเขือขาวแช่หิม และลูกเกด โดยเติมลงในสูตรของคุกกี้เนย ในปริมาณ 70 กรัมต่อสูตร เพื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยอาหาร
3. การลดพลังงานของคุกกี้ ทำโดยใช้เซลลูโลสผง 2 % แทนไขมัน 50 % ในสูตรปกติ และใช้โพลีเด็กซ์โทรสแทนน้ำตาล 50 % ในสูตรปกติ
4. คุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ มีค่า Spread ratio, Direct density, Water Absorption Index เท่ากับ 4.46, 0.55 กรัม / มล. และ 9.21 ตามลำดับ
5. คุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ ให้พลังงาน 355.9 แคลลอรี่ / 100 กรัม ซึ่งน้อยกว่าคุกกี้เนยปกติถึง 27.76 % และมีเส้นใยอาหาร 8.62 กรัม / 100 กรัม ซึ่งมากกว่าคุกกี้เนยถึง 125.06 %
6. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส จากผู้ชิมในกรุงเทพมหานคร 100 คน เพศชาย 23 คน เพศหญิง 77 คน พบว่า ผู้ชิมยอมรับในคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ คะแนนความชอบรวม อยู่ระหว่าง ชอบถึงชอบมากที่สุด
7. ผลการเก็บรักษา คุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ ไว้ในถุงพลาสติก ชนิดโพลีเอทิลีน 2 ชั้น เป็นเวลา 1 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง (28°C) พบว่า มีความชื้นเพิ่มขึ้น จาก 9.00 % ไปเป็น 10.73 % แรงที่ได้จากการวัดเนื้อสัมผัสน้อยลง กลิ่นของคุกกี้ปกติ ไม่มีกลิ่นเห็น ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้ ไม่แตกต่างจากคุกกี้ที่ทำขึ้นใหม่
8. การคำนวณต้นทุนการผลิต คุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ เมื่อรวมราคาวัตถุดิบ แรงงาน และอื่น ๆ เท่ากับ 7.89 บาท ต่อชิ้น (35 กรัม)

## ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากคูกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ ที่ผลิตขึ้นในครั้งนี้เป็นคูกี้ชนิดนุ่ม ซึ่งผู้บริโภคอาจไม่ค่อยคุ้นเคย สำหรับผู้ที่ชอบรับประทานคูกี้ชนิดกรอบ ทำได้โดยการ ทำคูกี้ให้มีขนาดของชิ้นเล็กลง การอบจะสามารถถึงความขึ้นออกได้ง่าย และทำให้คูกี้ มีความกรอบเพิ่มมากขึ้น

2. การผลิตคูกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ ในงานวิจัยครั้งนี้ ต้องการให้ผู้บริโภคที่ชอบรับประทานคูกี้ ได้รับเส้นใยอาหารจากการรับประทานคูกี้ ซึ่งจะก่อให้เกิดผลดีแก่สุขภาพ มากกว่าการรับประทานคูกี้ที่ไม่มีเส้นใยอาหาร ดังนั้น ในงานวิจัยครั้งนี้ จึงลดพลังงานลงไปเพียงบางส่วนเท่านั้น สำหรับผู้ที่ต้องการทำการพัฒนาต่อไป เพื่อให้ได้คูกี้ที่มีพลังงานต่ำมากกว่านี้ ก็ยังสามารถทำได้ โดยการลดพลังงานในคูกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำลงไปได้อีก ซึ่งอาจจะใช้สารทดแทนไขมันเข้าแทนที่ ไขมันทั้งหมดในสูตร หรืออาจจะหาวิธีการอื่น ๆ ที่ทำให้พลังงานลดต่ำลงเท่าที่ต้องการได้

## บรรณานุกรม

กฤษฎา บานชื่น. “เส้นใย...สารอาหารที่ถูกลืม.” หมอชาวบ้าน, ปีที่7, ฉบับที่ 77 (กันยายน 2528) : 17-23.

กองโภชนาการ กรมอนามัย. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก, 2535

จิตรนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. เบเกอรี่และเทคโนโลยีเบื้องต้น พิมพ์ครั้งที่4. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2539.

จิรพรรณ กุลดิลก และ คนอื่นๆ. รายงานผลการวิจัยเรื่องอุตสาหกรรมเกษตรและการพัฒนาเศรษฐกิจของท้องถิ่นชนบท : กรณีอุตสาหกรรมผักและผลไม้บรรจุกระป๋อง. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์และการบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525

นิธิยา รัตนาปนนท์. วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน. เชียงใหม่. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2529

เนตรนภิส วัฒนสุชาติ และคนอื่นๆ. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่โดยใช้แป้งเมล็ดฝ้ายโปรตีนสูง.” วารสารอาหาร. ปีที่ 25, ฉบับที่1 (มกราคม-มีนาคม 2538) : 24-34.

ประภาศรี ภูวเสถียร, อุรุวรรณ วลัยพัชรา และรัชณี คงคาอุยฉาย. “ใยอาหารในอาหารไทย.” โภชนาการสาร. ปีที่ 24, ฉบับที่2 (2533) : 43-53.

ประยูร บุญประเสริฐ. การวิจัยตลาด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2515

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปรียา ลีพหกุล. การรักษาโรคอ้วนด้วยเส้นใยอาหาร. รายงานการประชุมวิชาการ  
**"โภชนาการดี"** กรุงเทพฯ : โรงแรมเซนทรัลพลาซ่า. วันที่ 25-26 มิถุนายน, 2535
- เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส. กรุงเทพฯ : ภาควิชา  
 พัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2536
- เพลินใจ ตั้งคณะกุล, พัชรี ตั้งตระกูล และเย็นใจ ฐิตะฐาน. "การคิดค้นสูตรอาหารเสริม  
 ประเภทใยอาหารสูงและแคลอรีต่ำ." **วารสารอาหาร**. ปีที่ 25 ฉบับที่ 1  
 (มกราคม- มีนาคม, 2538) : 15-23.
- เพลินใจ ตั้งคณะกุล และ คนอื่นๆ. "คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของขนมปังและ  
 คุกกี้ที่มีใยอาหารสูง." **วารสารอาหาร**. ปีที่ 25 ฉบับที่ 2 (2538) : 95-107.
- ไพโรจน์ หลวงพิทักษ์ และ เบญจวรรณ ธรรมธำรักษ์. "เส้นใยอาหารกับคุณภาพชีวิต."  
**วารสารอุตสาหกรรมเกษตร**. ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 (พฤษภาคม-สิงหาคม 2539) :  
 22-31.
- เมธา วรรณพัฒน์. "อิทธิพลของเยื่อใยในอาหารที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์." **แก่นเกษตร**.  
 ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 (2524) : 31-33.
- ระเบียบ วาจนนท์. "เส้นใยอาหารเป็นเหตุ." **วารสารกรมอนามัยและสิ่งแวดล้อม**.  
 ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 (พฤษภาคม-สิงหาคม 2522) : 85-89.
- ลาวัลย์ ฉัตรวิรุฬห์. "การพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วแดงตุ๋น." **ปัญหาพิเศษ**. ภาควิชาพัฒนา  
 ผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537

วรรณดา ตั้งเจริญชัย. เอกสารประกอบการปฏิบัติการเคมีอาหาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชา  
 อุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
 เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2524

วรรณช สุวินชย์. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เวเฟอร์โยอาหารสูงเพื่อนำมาบำบัดภาวะท้องผูก. กรุงเทพฯ :  
**ปัญหาพิเศษ.** ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัย  
 เกษตรศาสตร์, 2532

วันทนีย์ ธนิสสร. “ไดเอทารีไฟเบอร์กับการเกิดโรค.”วารสารกรมวิทยาศาสตร์การ  
 แพทย์. ปีที่ 29 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มีนาคม 2530) : 85-88.

วิจิตร บุญยไพฑูริ. “อาหารกากใย.” **สมมติ**ที่ 6. ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 (มกราคม 2533) : 50-52.

วิรดา ดิษยมณฑล. “เส้นใยของอาหารช่วยให้สุขภาพดีได้อย่างไร.” **ฉลาดบริโภค.**  
 ปีที่ 11 ฉบับที่ 3 (ธันวาคม 2529) : 28-31.

วิษฐิตา จันทราพรชัย. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่เพิ่มเยื่อใย.” กรุงเทพฯ : **ปัญหา  
 พิเศษ.** ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัย  
 เกษตรศาสตร์, 2535

วิษฐิตา จันทราพรชัย และ เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. “อาหารที่มีเยื่อใยสูง.” **วารสาร  
 อุตสาหกรรมเกษตร.**ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 (มกราคม-เมษายน 2538) : 28-34.

วุฒิชัย นาครักษ์. เอกสารคำสอนวิชาการโภชนาการในอาหาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชา  
 อุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
 เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2536

ศิริลักษณ์ สีนธวาลัย. **ทฤษฎีอาหารเล่ม1 หลักการประกอบอาหาร.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535

ศิวาพร ศิวเวช. “ไฟเบอร์กับโรคท้องผูก.” **สารยูไนเต็ด ปีที่18 ฉบับที่ 145 (พฤษภาคม 2538) : 46-47.**

สดศรี เนียมเปรม. การพัฒนาคุกกี้ราข้าวรสกาแฟเพิ่มใยอาหาร. กรุงเทพฯ : **ปัญหาพิเศษ.** ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2536

สันทนา อมรไชย. “ใยอาหาร.” **วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 42 ฉบับที่ 145 (2537) : 27-33.**

สุจินดา สุวรรณกิจ. โดนัทชอคโกแลตจากรำข้าว. กรุงเทพฯ : **ปัญหาพิเศษ.** ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533

สุรพล อุปติสกุล. **สถิติการวางแผนการตลาดเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่3. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528

สุวรรณ สุทธิขจรกิจการ. **เอกสารประกอบคำสอนวิชาไขมันในอาหาร.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2539

อรอนงค์ นัยวิกุล. **ข้าวสาลีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ๋องน ดาราวิโรจน์. **เบเกอรี่และอาหารนานาชาติ**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครใต้, 2528

**AACC. Approved method of American Association of Cereal Chemists. 8<sup>th</sup> ed.**  
American Association Cereal Chemists Inc., St. Paul, MN. (1983)

Anderson, R.A., Conway , H.F., Pfeifer, V.F. and Griffin Jr., E.L. "Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking." **Cereal Science Today**. 1969.

Ang.J.F. and Miller. W.B. "Multiple Functions of Powdered Cellulose as a Food Ingredient." **Cereal Foods World**. 36 (7) (1991)

AOAC. Official Method of Analysis. 15<sup>th</sup> ed. **The Association of Official Analytical Chemists**. Arlington, Virginia. (1990)

AOAC. Official Method of Analysis. 14<sup>th</sup> ed. **The Association of Official Analytical Chemists**. Arlington, Virginia. (1992)

AOAC. Official Method of Analysis. 12<sup>th</sup> ed. **The Association of Official Analytical Chemists**. Washington, D.C. (1995)

Baghrst,P.A.,Baghrst K.I. and Record. S. J. "Dietary Fibre,Non-Starch Polysaccharides and Resistance Starch." **J. Supplement to Food Australia**. 48 (3) (1996)

Bale,R. and Muller M.G. "Application of the statistical theory of rubber elasticity to the effect of heat on wheat gluten." **J Food Technology** (1970)

Boettger, R. "Recent studies show the effect of pregelatinized starches on cake quality."

**National starch and Chemical Corp.,** Bridgewater, N.J. (1963)

Chen, H. and others. "Chemical, physical, and baking properties of apple fiber compared with wheat and oat bran." **Cereal Chem.** 65 (3) (1988)

Godunova, L. and others. "Effect of wheat germ on the quality, aroma and biological value of the new Ukrainian bread." **FSTA.**1985. 17(5)

Griswold, R.M. **The Exprimental Study of food.** Houghton Muffin CO. Boston, Mass. 1962

Haines, R.G. Food Preparation for Hotels, Resturants and Cafeterias. **American Technical Sotiety.** 1968.

Kimura, K.K. "High Fiber Diet-Who needs it." **Cereal Foods World.** 22 (16) (1977)

King, H.P.K., Zimmet.L.R.and Pargeter.V. Collinds. "Ethenic differences in susceptibility to non-insulin dependent diabetes." A Comparative Study of Two Urbanized Micronesian Populations Diabetes. **FSTA** (1984)

Lanza, E. and Butrum, R.R. A "Critical review of food fiber analysis and data." **J. Am. Diet Assoc.** 86 (6): (1986)

Line back. **Food Carbohydrates.** AVI Publishing Company Inc., Westport.(1983)

- Matz,S.A. **Cookies and Cracker Technology**. 2<sup>nd</sup> ed. USA. AVI.Publishing Company,Inc. Westport, 1978
- Matz,S.A. Formulating and processing chemically leavened goods Chapter 10 in : **Bakery Technology and Engineering**. AVI Westport, CT. 1960
- Noel Almond. Biscuit Cookies and Crackers. Volumn 2.**The Biscuit Making Process**. Elsevier Applied Science.London and New York., 1988
- Parrot,M.E. and Thrall, B.E. "Functional properties of various fibers : Physical properties." **J.Food Sci.**43 (1978)
- Schneeman,B.O. "Dietary fiber." **Food Technology**. 43(10), 1986.
- Southgate DAT. **Definitions and terminology of dietary fiber**. In dietary fiber in health and disease. New York: Plenum press: 1982
- Stadelman, W.J.and cotterill,O.J. **Egg Science and Technology**, 2nd end. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut.1977.
- Teerapapthamkul, S. Study on Formulation of High Fiber Cookies Containing Pineapple Core. **M.S.Thesis , Mahidol University**. Bangkok. 1991.
- Thamtharuk, B. Study on Dietary Fiber Sources in Thailand and its Applications. **M.S.Thesis , Mahidol University**. Bangkok. 1996.

Toma,R.B. and others. "Physical and Chemical Properties of potato peel as a source of dietary fiber in bread." **J.Food Sci.** 44(10) (1979)

Waring, S. "Shortening replacement in cakes." **Food Technology** 42 (3) (1988) : 114

Wheat Flour Institute. **From wheat to flour, the story of man in a grain of wheat.** Chicago Illinois.1965.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก.

### วิธีวิเคราะห์ปริมาณ Total Dietary Fiber

ด้วยวิธี Enzymatic - Gravimatic Method ( AOAC, 1995 )

#### อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งละเอียด
2. Crucible ขนาด P2
3. ตู้อบ 105°C หรือ Vacuum oven ที่ 70°C
4. Desiccator
5. เครื่องบดตัวอย่าง
6. Flask สำหรับใส่ตัวอย่าง
7. Water bath ที่ 100°C
8. Thermostat shaking water bath ( Tecator model 1024 )
9. pH meter
10. Filtration module ( Tecator model 1023 )
11. บีเปตขนาด 50, 100  $\mu$ m
12. ขวดน้ำกลั่น
13. Muffle furnace ที่ 525°C
14. Aluminium foil
15. Magnetic stirrer

#### การเตรียมตัวอย่าง

1. ตัวอย่างก่อนนำมาวิเคราะห์ ให้ทำตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน อบให้แห้งที่อุณหภูมิ  $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
2. ถ้าตัวอย่างมีไขมันมาก ( > 10% ) ให้สกัดไขมันออกด้วย Petroleum ether 3×25 ml (สำหรับตัวอย่าง 1 กรัม)
3. บดตัวอย่าง ให้ได้ขนาด 0.3-0.5 มม. เก็บตัวอย่างในขวดแก้วฝาเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การเตรียม Crucible

- ใช้ Crucible ขนาด Porosity No1.
- ล้างให้สะอาด เผาใน Muffle 525°C 1 ชั่วโมง ( ก่อนเอาออกจาก Muffle รอให้อุณหภูมิ ต่ำกว่า 130 °C ) ทิ้งไว้ให้เย็น จุ่มลงในน้ำกลั่น 4-5 ครั้ง และ rinse ด้วยน้ำกลั่น ให้สะอาด แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง
- เติม Celite ประมาณ 0.5 กรัม อบที่อุณหภูมิ 130°C จนได้น้ำหนักคงที่ ประมาณ 2 ชั่วโมง
- ทิ้งไว้ให้เย็นใน Desicator ชั่งน้ำหนัก แล้วเก็บไว้ใน Desicator จนกว่าจะใช้
- เติม 78% ethanol จาก wash bottle , suction เพื่อให้ผิวของ Celite เรียบ

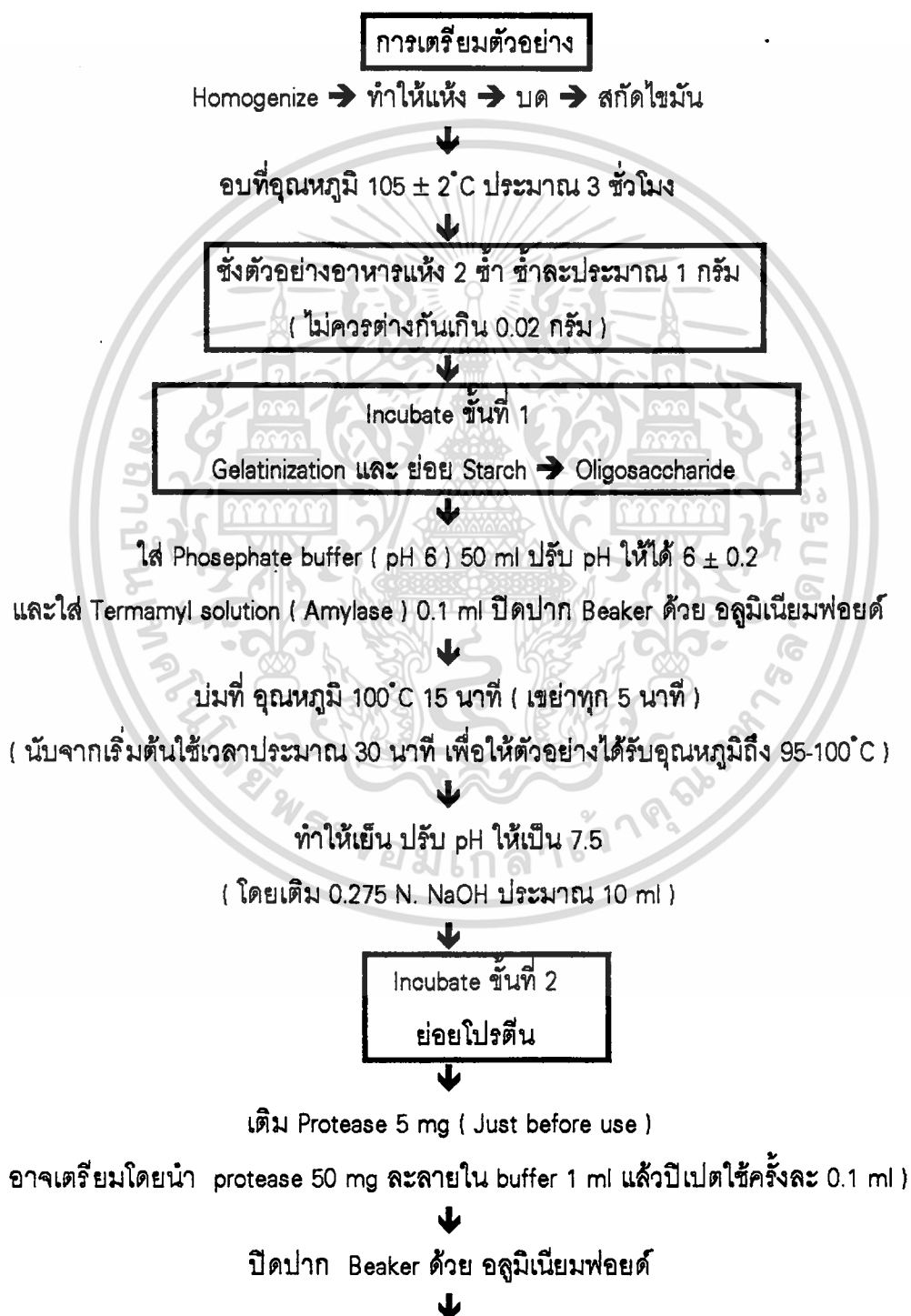
### Reagents

- a. 98% ethanol ( Volume/ Volume ) Technical grade
- b. 78% ethanol ( เตรียมโดย ใส่ น้ำ 207 มล. ลงใน volume flask ขนาด 1 ลิตร เติม 95% ethanol จนได้ปริมาตร 1 ลิตร
- c. Acetone reagent grade
- d. Phosphate buffer ( 0.08 M, pH 6.0 )  
( เตรียมโดย ละลาย 1.40 g Na phosphate dibasic( anhydrous ) (  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  ) หรือ ใช้ dihydrate 1.753 g และ 9.68 g Na Phosphate monobasic monohydrate (  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  ) หรือ ใช้ 10.94 g dihydrate ในน้ำ 700 ml ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร ด้วยน้ำ ตรวจสอบค่า pH
- e. Termamyl ( heat-stable ) → เก็บในตู้เย็น ( kit No.100 Sigma )
- f. Protease( kit No.100 Sigma )
- g. Amyloglucosidase ( kit No.100 Sigma )
- h. 0.275 N. Sodium hydroxide solution  
( เตรียมโดยละลาย NaOH 11.0 g ในน้ำ 700 ml ปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 ml ด้วยน้ำ
- i. 0.325 M. hydrochloric solution  
( เตรียมโดย ใช้ 1M HCl 325 ml ปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 ml ด้วยน้ำ
- j. Celite C-211-Acid Washed

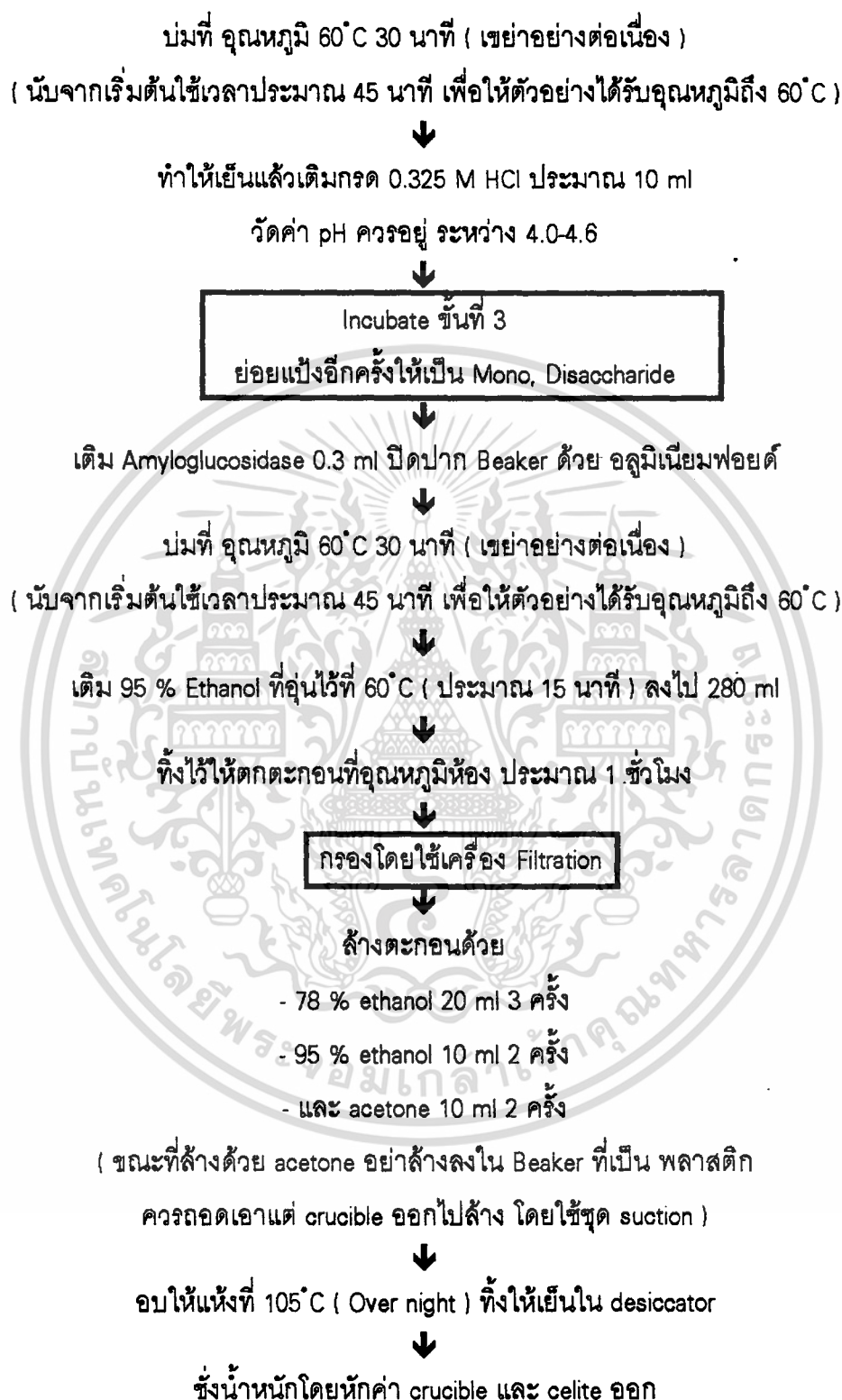
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณ Total Dietary Fiber

แผนภูมิที่ 12



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### แสดงหลักการวิเคราะห์หา Total Dietary Fiber

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Duplicate แรก นำไปหาโปรตีน โดยใส่ชุดตัวอย่างทั้งหมด ที่มี celite และ fiber ลงในหลอดย่อยโปรตีน ควรใช้วิธี Kjeldahl protein เนื่องจากมีปริมาณตัวอย่างมาก
- Duplicate ที่สองนำไปหา ash โดยนำเข้า muffle furnace ที่ 525°C นานประมาณ 5 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนัก ลบ น้ำหนักของ crucible และ celite ออกเพื่อให้ได้น้ำหนักของ ash

หมายเหตุ การทำต้อง Run Blank ทุกครั้ง

### การคิดคำนวณ

$$\text{Blank} = \text{mg blank residue} \left[ \frac{(\% \text{protein in blank} + \% \text{ash in blank})}{100} \times \text{mg blank residue} \right]$$

$$\% \text{ protein in blank} = \frac{(\text{mg protein in blank})}{\text{mg blank residue}} \times 100$$

$$\% \text{ ash in blank} = \frac{(\text{mg ash in blank})}{\text{mg blank residue}} \times 100$$

$$\% \text{ TDF} = \frac{\text{mg residue} \left[ \frac{(\% \text{protein in residue} + \% \text{ash in residue})}{100} \times \text{mg residue} \right] - \text{blank} \times 100}{\text{mg Sample}}$$

$$\% \text{ Protein in Sample} = \frac{(\text{mg protein in sample})}{\text{mg residue in sample}} \times 100$$

$$\% \text{ Ash in Sample} = \frac{(\text{mg ash in sample})}{\text{mg residue in sample}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข.

### การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

#### 1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ( AOAC, 1990 )

##### อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน
2. Desiccator
3. Aluminium dish
4. Tong
5. เครื่องชั่งน้ำหนักชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง

##### วิธีการวิเคราะห์

1. อบ Aluminium dish พร้อมฝา ที่อุณหภูมิ 105°C จนน้ำหนักคงที่
2. นำไปใส่ใน desiccator ทิ้งไว้ให้เย็น
3. ชั่งน้ำหนัก Aluminium dish พร้อมฝา จดบันทึกน้ำหนักไว้
4. ชั่งตัวอย่าง 2-3 กรัม (ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ลงใน Aluminium dish
5. นำไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 105°C ประมาณ 2 ชั่วโมง
6. ทิ้งให้เย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึกไว้
7. นำไปอบซ้ำอีก 1 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ โดยที่น้ำหนักที่ชั่งได้ 2 ครั้งติดกัน มีน้ำหนักต่างกันไม่เกิน 3-5 มิลลิกรัม

##### วิธีคำนวณ

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

เมื่อ A = น้ำหนัก Aluminium dish เป็นกรัม

B = น้ำหนักตัวอย่าง เป็นกรัม

C = น้ำหนัก Aluminium dish และน้ำหนักตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว เป็นกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. การวิเคราะห์ปริมาณ โปรตีน ( AOAC,1990 )

### อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งชนิดละเอียด
2. หลอดย้อยและกลั่นโปรตีน
3. เครื่องวิเคราะห์โปรตีน
4. Burette 50 ml
5. Erlenmeyer flask 250 ml
6. Glasses beads

### สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Conc.  $H_2SO_4$ ) reagent grade
2. สารละลายกรดบอริก 4 %
3. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น .00138 gN / ml ( เตรียมโดย ชั่ง  $NH_4Cl$  0.06 -0.07 กรัม ( W ) ทราบน้ำหนักที่แน่นอน เติมน้ำกลั่น 50 ml ผสม methyl red 3 หยด ใส่ลง

ในหลอดกลั่นโปรตีน กลั่นให้ได้สารละลายประมาณ 200 ml นำไปไตเตรทกับ HCl ที่ไม่ทราบความเข้มข้น ( Y ) จดบันทึก ml of HCl ที่ใช้ไป ( X )

แล้วนำไปคิดคำนวณ

$$NH_4Cl \quad 53.5 \quad \text{กรัม มีไนโตรเจน} \quad 14 \quad \text{กรัม}$$

$$NH_4Cl \quad (W) \quad \text{กรัม มีไนโตรเจน} \quad \frac{14 \times W}{53.5}$$

53.5

$$HCl \quad (X) \quad \text{ml มีไนโตรเจน} = \frac{14 \times (W)}{53.5}$$

53.5

$$HCl \quad 1 \quad \text{ml มีไนโตรเจน} = \frac{14 \times W}{53.5 \times (X)} \quad \text{gN / ml}$$

53.5 × ( X )

4. ค่ะตะลิสต์ผสม 7 กรัม ( ประกอบด้วย ) โปตัสเซียมซัลเฟต (  $K_2SO_4$  ) 8 ส่วน :

คอปเปอร์ซัลเฟต 1 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. Mixed indicator

- เตรียม 0.1 % Bromocresol green ( ใน 95 % แอลกอฮอล์ ) และ 0.1% Methyl red ( ใน 95 % แอลกอฮอล์ )
- ผสม 10 ml ของ Bromocresol green กับ 2 ml ของ Methyl red ในขวดหยด

**วิธีการวิเคราะห์**

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม ลงใน Kjeldahl flask อย่าให้ตัวอย่างเลอะคอขวด
2. เติม คะตะลิสต์ 7 กรัม กรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 ml และ Glasses beads ลงไป
3. นำ Kjeldahl flask ใส่ในชุดย่อยโปรตีน ย่อยจนได้สารละลายสีฟ้าใสแล้วทิ้งไว้ให้เย็น
4. ใส่สารละลายกรดบอริก 4% ลงใน Erlenmeyer flask ปริมาตร 100 ml ที่หยด mixed indicator ลงไป 2-3 หยด แล้วนำไปวางไว้ได้เครื่องกลั่น
5. นำ Kjeldahl flask ที่ย่อยเสร็จแล้วไปใส่ในเครื่องกลั่นโปรตีน เติมน้ำกลั่นลงในตัวอย่างประมาณ 30 ml ( ตั้งโปรแกรมจากเครื่อง ) เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 % ประมาณ 60 ml ( ตั้งโปรแกรมจากเครื่อง ) ทำการกลั่นโดยตั้งเวลาไว้ 5-7 นาที เก็บก๊าซแอมโมเนีย ที่ได้ในสารละลายกรดบอริก 4% กลั่นจนได้สารละลายสีฟ้าใสใน Erlenmeyer flask ประมาณ 200 ml
6. นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไตเตรทกับกรดไฮโดรคลอริก จนถึงจุดยุติคือ indicator เปลี่ยนจากสีฟ้าใสเป็นสีชมพูอ่อน
7. ทำการทดลองกับ Blank เหมือนกับตัวอย่าง โดย Blank ใช้ น้ำกลั่น 10ml ใส่แทนตัวอย่าง

**วิธีคำนวณ****เปอร์เซ็นต์โปรตีน**

$$= \frac{\text{ml HCl(ที่ใช้กับตัวอย่าง)} - \text{ml HCl(ที่ใช้กับBlank)} \times \text{ความเข้มข้นของHCl (gN/ml)} \times 6.25 \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

### 3. การวิเคราะห์ไขมัน ( AOAC,1990 )

#### อุปกรณ์

1. เครื่องสกัดไขมัน Soxtherm automatic
2. Thimble
3. กระดาษกรอง
4. Beaker ของชุด Soxtherm
5. ตู้อบไฟฟ้าปรับและควบคุมอุณหภูมิได้
6. Tong
7. Desiccator
8. เครื่องชั่งชนิดละเอียด

#### สารเคมี

Hexane หรือ Petroleum ether

#### วิธีการวิเคราะห์

1. ล้างทำความสะอาด Beaker แล้วอบให้แห้งจนน้ำหนักคงที่ ทิ้งให้เย็นใน Desiccator ชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึกไว้
2. ชั่งตัวอย่างอาหาร 5 กรัม (น้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ในกระดาษกรองแล้วบรรจุลงใน Thimble ปิด Thimble ด้วยลวดที่ปราศจากไขมัน
3. ใส่ Ring ลงใน Thimble นำ Thimble ที่มีตัวอย่างใส่ลงใน Beaker
4. ใส่ Hexane 130 ml ลงใน Beaker
5. นำชุด Beaker ไปประกอบกับเครื่อง
6. ทำการสกัดไขมันใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง เมื่อสกัดเสร็จแล้วให้ระเหย Solvent ออก
7. นำ Beaker ไปอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 100°C จนได้น้ำหนักคงที่ ทิ้งให้เย็นใน Desiccator ชั่งน้ำหนักของ Beaker อีกครั้ง แล้วคำนวณหาน้ำหนักที่หายไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### วิธีคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไขมัน} = \frac{(W_2 - W_1) \times 100}{W}$$

W2 คือ น้ำหนักของ Beaker และไขมัน เป็นกรัม

W1 คือ น้ำหนักของ Beaker เป็นกรัม

W คือ น้ำหนักของตัวอย่าง เป็นกรัม

### 4. วิธีการวิเคราะห์ปริมาณเถ้า ( AOAC,1990 )

#### อุปกรณ์

1. Porcelain crucible
2. Hot plate
3. Tong
4. Muffle furnace
5. Desiccator
6. Hood
7. กระดาษกรองชนิดไร้เถ้า
8. ตู้อบไฟฟ้า ซึ่งปรับและควบคุมอุณหภูมิได้
9. เครื่องชั่งชนิดละเอียด

#### วิธีการวิเคราะห์

1. นำ Porcelain dish ไปอบใน Muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550°C จนน้ำหนักคงที่ ทิ้งให้เย็นใน Desiccator ชั่งน้ำหนัก จดบันทึกน้ำหนักไว้
2. ชั่งตัวอย่างอาหาร 2-5 กรัม ( น้ำหนักที่แน่นอน ) ใส่ในกระดาษกรองไร้เถ้า ใส่ลงใน Porcelain dish
3. นำ Porcelain dish ที่มีตัวอย่าง ไปเผาบน Hot plate ใน Hood จนหมดควัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แล้วนำไปเผาใน Muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550°C จนได้เถ้าสีขาวหรือสีเทา (ก่อนเอาออกจาก Muffle ควรให้อุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 130°C) ทิ้งให้เย็นใน Desiccator แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก จดบันทึกไว้แล้วนำไปคิดคำนวณหาปริมาณเถ้า

#### วิธีคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์เถ้า} = \frac{W_2 - W_1}{W} \times 100$$

W2 คือ น้ำหนัก Porcelain crucible และเถ้า เป็นกรัม

W1 คือ น้ำหนัก Porcelain crucible เป็นกรัม

W คือ น้ำหนักตัวอย่างอาหาร เป็นกรัม

#### 5. วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณ คาร์โบไฮเดรต

วิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตได้จากการคำนวณ

ในงานวิจัยเรื่องนี้เป็นเรื่องของการพัฒนาคุกกี้ให้มีเส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ ปริมาณของเส้นใย วิเคราะห์โดยวิธีหาปริมาณ Total Dietary Fiber (TDF) เปอร์เซ็นต์ของเส้นใยอาหารจะคิดจากเปอร์เซ็นต์ของ Total Dietary Fiber และในงานวิจัยนี้ มีการลดพลังงานโดยใช้โพลีเด็กซ์โตรอส ซึ่งให้พลังงานเพียง 1 แคลอรี / 1 กรัม มาแทนที่น้ำตาลบางส่วน เพราะฉะนั้น ในการคิดคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต จะนำเปอร์เซ็นต์ของเส้นใยอาหาร และเปอร์เซ็นต์ของโพลีเด็กซ์โตรอสมาคิดคำนวณด้วย

เปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรต

$$= 100 - ( \% \text{ ความชื้น} + \% \text{ โปรตีน} + \% \text{ ไขมัน} + \% \text{ เถ้า} + \% \text{ TDF} + \% \text{ โพลีเด็กซ์โตรอส} )$$

พลังงานความร้อนของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำคำนวณได้จาก

$$\begin{aligned} \text{กิโลแคลอรี} / 100 \text{ กรัม} &= \text{เปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรต} \times 4 \\ &= \text{เปอร์เซ็นต์โพลีเด็กซ์โตรอส} \times 1 \\ &= \text{เปอร์เซ็นต์โปรตีน} \times 4 \\ &= \text{เปอร์เซ็นต์ไขมัน} \times 9 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค.

### การเตรียมวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร

**กากถั่วเหลือง** เป็นส่วนที่เหลือจากการทำนํ้านมถั่วเหลือง ก่อนนำมาใช้ต้องนึ่งกากถั่วเหลือง โดยใช้ไอนํ้าเดือดนาน 30 นาที เพื่อกำจัดกลิ่นถั่ว แล้วนำไปเกลี่ยบาง ๆ บนถาดนำไปอบใน Cabinet Dryer ที่อุณหภูมิ 60°ซ. เป็นเวลาประมาณ 6 ชั่วโมง จะได้กากถั่วเหลืองที่มีลักษณะแห้ง แล้วนำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า

**แกนสับปะรด** ในการทดลองครั้งนี้ ใช้แกนสับปะรดจากร้านขายผลไม้ นำไป ล้างนํ้า แล้วหั่นหยาบ ๆ เสร็จแล้วนำไปตีบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า แล้วกรองเอาแต่ส่วนของกาก นำไปเกลี่ยบาง ๆ บนถาดแล้วอบใน Cabinet Dryer ที่อุณหภูมิ 60°ซ. เป็นเวลาประมาณ 6 ชั่วโมง จะได้แกนสับปะรดที่มีลักษณะแห้ง แล้วนำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า

**ถั่วแดงหลวง** คัดเลือกเมล็ดถั่วที่เสีย และสิ่งสกปรกออก ล้างนํ้าให้สะอาด นำไปแช่ในนํ้าร้อนที่อุณหภูมิ 80°ซ. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 45 นาที แล้วนำไปต้มให้สุก (ใช้เวลาประมาณ 45 นาที) ตักขึ้นล้างนํ้า ผึ่งให้สะเด็ดนํ้า นำไปเกลี่ยบาง ๆ บนถาดแล้วอบใน Cabinet Dryer ที่อุณหภูมิ 60°ซ. เป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วนำไปบดหยาบ ๆ ด้วยเครื่องบดไฟฟ้า

**เห็ดหูหนูขาว** นำไปแช่นํ้าประมาณ 30 นาที ล้างให้สะอาดแล้วผึ่งให้สะเด็ดนํ้า ตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ นำไปเกลี่ยบาง ๆ บนถาดแล้วอบใน Cabinet Dryer ที่อุณหภูมิ 60°ซ. เป็นเวลาประมาณ 4 ชั่วโมง

**มะเขือขาวแช่อิ่ม และ ลูกเกด** ซื้อจากร้านที่ขายผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ นำไปล้างนํ้า ผึ่งให้สะเด็ดนํ้า เกลี่ยลงบนถาดนำไปอบที่อุณหภูมิ 100°ซ. ประมาณ 20 นาที แล้วนำไปหั่นหยาบ ๆ

## ภาคผนวก ง.

### การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของคุกกี้

1. การตรวจสอบเนื้อสัมผัสของคุกกี้ โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัสรุ่น Stable Micro Systems TA-XT2 ได้ตั้งสภาวะของเครื่องให้มีแรงกระทำที่ 5 กิโลกรัม โดยใช้หัววัด 3 Point Bending Rig (HDP/3PB) และตั้งค่าของการวัดดังนี้

Mode:	Measure Force in Compression
Option:	Return To Start
Pre-Test Speed:	2.0 mm/s
Test Speed:	0.5 mm/s
Post-Test Speed:	10.0 mm/s
Distance:	5 mm
Trigger Force:	Auto - 20 g
Data Acquisition rate:	400 pps

2. Direct density บดตัวอย่างของคุกกี้ให้ละเอียด ใส่ตัวอย่างลงในกระบอกตวงแก้ว เขย่าเบา ๆ เพื่อไม่ให้เกิดโพรงอากาศ จดบันทึกปริมาตรและชั่งน้ำหนักของตัวอย่าง ทำ 3 ซ้ำ ค่าที่ได้ มีหน่วยเป็น กรัม/มล. ( Parott,1978; Toma,1979 และ Chen ,1988 )

3. Water Absorption Index ( WAI ) โดยวิธีของ Anderson, 1969 มีรายละเอียดดังนี้ ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่บดแล้ว 2.0 กรัม เติมน้ำกลั่น 40 มล. คนตลอดเวลา ( ใช้ Magnetic bar ) เพื่อให้สารละลายอยู่ในสภาพแขวนลอยนาน 30 นาที จากนั้นตั้งทิ้งไว้ 10 นาที แล้วจึงนำไป Centrifuge ที่  $2000 \times g$  อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เทส่วนที่เป็นน้ำใส ( Supernatant ) ทิ้งไป นำส่วนที่ตกตะกอน ( Gel ) ไปหา Water content (%) โดยวิธีอบในตู้อบ ความร้อน ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส คำนวณค่า WAI ได้จากสูตร

$$WAI = \frac{\text{Water Content (\% ของ Gel)}}{100 - \text{Water Content (\% ของ Gel)}}$$

4. Spread ratio( ความกว้าง/ความหนา ) ทำโดยวิธีของ AACC, 1983

วัดความกว้างของคุกกี้โดยวางคุกกี้ 6 ชิ้น เรียงให้ขอบชนกัน วัดความกว้างของคุกกี้ทั้งหมด จับคุกกี้แต่ละชิ้นหมุนทำมุม 90 องศา วัดความกว้างอีกครั้งหนึ่ง หาค่าเฉลี่ยความกว้างแต่ละชิ้นของคุกกี้มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

วัดความหนาของคุกกี้โดยการวางคุกกี้ 6 ชิ้น ซ้อนทับกัน วัดความหนาของคุกกี้ทั้งหมด จับคุกกี้วางเรียงใหม่ให้อยู่ในตำแหน่งต่างจากเดิม วัดความหนาอีกครั้งหนึ่ง หาค่าเฉลี่ยความหนาของคุกกี้ต่อ 1 ชิ้น มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร

## 6. การทดสอบทางประสาทสัมผัส แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

6.1 การทดสอบในห้องทดลอง โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบ 9 Hedonic Scale (เพ็ญขวัญ, 2536) มีคะแนนระหว่าง 1-9 ซึ่งเป็นคะแนนที่บ่งถึงความชอบและการยอมรับคุณลักษณะต่างๆของตัวอย่างในเรื่องของรูปร่าง สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม และความชอบรวม โดย 1 หมายถึงไม่ชอบที่สุด และ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด

6.2 ทดสอบผู้บริโภคโดยใช้แบบสอบถามร่วมกับตัวอย่างให้ประเมินผล การสุ่มตัวอย่างใช้แบบดุษฎีพินิจ ( ประยูร ,2515 ) เป็นผู้ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร มีรายได้ต่อเดือนมากกว่าหรือเท่ากับ 5,000 บาท และสามารถรับประทานคุกกี้ได้จำนวน 100 คน

ตรวจสอบความแตกต่างด้วย DMRT ( Duncan's Multiple Range Test )

วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS

## ภาคผนวก จ.

## แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ คุณก็แสนโยอาหารสูงและพลังงานต่ำ :

ชื่อ.....อายุ.....เพศ.....วันที่.....

กรุณาชิมตัวอย่างคุณก็แล้วให้คะแนนตามความชอบของท่าน โดยทำเครื่องหมาย / ให้ตรงกับช่องคะแนนที่ท่านต้องการ

9 ชอบมากที่สุด	6 ชอบเล็กน้อย	3 ไม่ชอบ
8 ชอบมาก	5 เจยๆ	2 ไม่ชอบมาก
7 ชอบปานกลาง	4 ไม่ชอบเล็กน้อย	1 ไม่ชอบมากที่สุด

ลักษณะ	หมายเลข ตัวอย่าง	คะแนน									
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	
รูปร่าง											
สี											
กลิ่นเมื่อดม											
รสชาติโดยรวม											
ความนุ่ม											
ความชอบรวม											

ข้อเสนอแนะ .....

.....

.....ขอบคุณมากค่ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก จ.

### แบบสอบถาม (การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค)

โครงการวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาคุกกี้ให้มีเส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ

คำชี้แจง : แบบสอบถามนี้เป็นงานวิจัยเพื่อประกอบวิทยานิพนธ์ของ นางมาลี ทองคำ นักศึกษาระดับปริญญาโท ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอความร่วมมือจากท่านช่วยตอบแบบสอบถาม ข้อมูล ทุกอย่างที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัยครั้งนี้ และไม่มีผลใดๆต่อผู้ตอบทั้งสิ้น

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งมา ณ ที่นี้ด้วย

นางมาลี ทองคำ

เนื่องจากสังคมไทยในยุคปัจจุบันประชาชนส่วนใหญ่อยูู่ในภาวะที่ต้องเร่งรีบ ทำให้ผู้บริโภคให้ความสำคัญต่อการบริโภคอาหารน้อยลง จึงมักรับประทานอาหารที่รับประทานได้สะดวกและรวดเร็ว ง่ายต่อการบริโภค และประหยัดเวลา โดยส่วนใหญ่ไม่ค่อยคำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการมากนัก จึงก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพขึ้น เช่น โรคอ้วน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจขาดเลือด โรคโคเลสเตอรอลในเลือดสูง โรคเบาหวาน โรคท้องผูก โรคกรดไหลย้อน เป็นต้น ซึ่งโรคต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ เส้นใยอาหารสามารถช่วยป้องกันได้ ผู้บริโภคบางคนตลอดทั้งวัน ไม่ได้รับประทานอาหารที่มีเส้นใยเลย ด้วยสาเหตุต่าง ๆ กัน เช่น ไม่ชอบรับประทานผักและผลไม้ ไม่ชอบรับประทานอาหารที่มีเส้นใยในรูปของอาหาร คุณก็เป็นชนมอบที่ผู้บริโภคนิยมบริโภคกันมาก ชนิดหนึ่ง เนื่องจากรับประทานได้ง่ายและสะดวกต่อการพกพา คุณก็โดยทั่วไปให้พลังงานสูง และมีเส้นใยอาหารน้อยมาก เพราะฉะนั้นถ้าผู้บริโภคบริโภคเป็นจำนวนมากหรือบริโภคบ่อยๆ อาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพร่างกายได้ ผู้วิจัยคำนึงถึงสุขภาพของผู้บริโภคเป็นสิ่งสำคัญ จึงทำการพัฒนาคุณก็ให้มีเส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ เพื่อก่อให้เกิดผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค โดยคุณก็ที่ผลิตขึ้นนี้เป็นคุณก็ที่มีเส้นใยอาหารสูง ( ปริมาณเส้นใยอาหารที่ผู้บริโภคควรได้รับประมาณวันละ 20-25 กรัมต่อวัน ) พลังงานต่ำ โคเลสเตอรอลต่ำมาก (เนื่องจากในส่วนผสมไม่ได้ใช้ส่วนของไข่แดง) ไขมันต่ำ แต่ปริมาณโปรตีนจะสูงกว่าคุณก็เนย และคุณก็ชนิดอื่นๆ

**รายละเอียดคุณค่าทางโภชนาการจากการวิเคราะห์  
คุณก็เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำพบว่า**

ผลิตภัณฑ์	ปริมาณเส้นใย อาหาร/คุณก็100กรัม	พลังงาน (แคลอรี)	โปรตีน (%)	คาร์โบไฮเดรต (%)	ไขมัน (%)
คุณก็เนย	3.83	492.7	7.96	55.77	26.42
คุณก็เส้นใย	8.62	355.9	11.82	54.94	12.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แบบสอบถาม

คำแนะนำ กรุณาใส่เครื่องหมาย / ในวงเล็บที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

ตอนที่ 1. ข้อมูลทางลักษณะประชากรศาสตร์

1. เพศ

( ) ชาย

( ) หญิง

2. อายุ

( ) 15-25 ปี

( ) 16-35 ปี

( ) 36-45 ปี

( ) สูงกว่า 45 ปี

3. อาชีพ

( ) นักเรียน/นักศึกษา

( ) แม่บ้าน

( ) รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ

( ) รับจ้าง

( ) พนักงานบริษัท/ธนาคาร

( ) ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว

4. วุฒิการศึกษา

( ) ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย

( ) มัธยมศึกษาตอนปลาย

( ) ปริญญาตรี

( ) ปริญญาโท

5. รายได้เฉลี่ยของท่าน(ต่อเดือน)

( ) ต่ำกว่า 5,000 บาท

( ) 5,001-10,000 บาท

( ) 10,001-15,000 บาท

( ) 15,001-20,000 บาท

( ) สูงกว่า 20,000 บาท

6. จำนวนสมาชิกในครอบครัว

( ) 1-3 คน

( ) 4-6 คน

( ) 7 คนขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2. ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อเส้นใยอาหาร

7. ท่านชอบรับประทานคุกกี้หรือไม่

( ) ชอบ

( ) ไม่ชอบ

8. ท่านชอบรับประทานคุกกี้ชนิดใด

( ) คุกกี้ชนิดกรอบ

( ) คุกกี้ชนิดนุ่ม

9. ท่านคิดว่าคุกกี้โดยทั่วไปให้พลังงานเป็นอย่างไร

( ) สูงมาก

( ) สูง

( ) ปานกลาง

( ) ต่ำ

( ) ต่ำมาก

10. ท่านคิดว่าเส้นใยอาหารมีประโยชน์แก่ร่างกายหรือไม่

( ) มี

( ) ไม่มี

11. ท่านคิดว่าการนำเส้นใยอาหารมาผสมในคุกกี้ดีหรือไม่

( ) ดี

( ) ไม่ดี

12. ท่านเคยเห็นคุกกี้ที่ให้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำวางขายในตลาดเมืองไทยหรือไม่

( ) เคย

( ) ไม่เคย

13. จากข้อ 12 ถ้าเคย ท่านซื้อจากที่ได้

( ) ซุปเปอร์มาร์เก็ต

( ) ร้านเบเกอรี่ทั่วไป

( ) ร้านขายอาหารเพื่อสุขภาพ

( ) คลินิกเสริมความงาม

( ) อื่นๆ (โปรดระบุ).....

14. ถ้ามีบริษัทในประเทศไทยผลิตคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำออกจำหน่ายท่านคิดว่า

- ( ) น่าสนใจมาก ( ) สนใจ  
( ) เฉยๆ ( ) ไม่ค่อยสนใจ

15. ท่านคิดว่าการรับประทานคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ จะก่อให้เกิดผลดีแก่สุขภาพร่างกายของผู้บริโภคได้หรือไม่

- ( ) ได้ ( ) ไม่ได้

16. ถ้าคุกกี้เนย 1 ชิ้น (ประมาณ 35 กรัม) ให้พลังงาน 172 แคลอรี มีเส้นใยอาหาร 1.35 กรัม กับ คุกกี้เส้นใยอาหาร 1 ชิ้น (ประมาณ 35 กรัม) ให้พลังงาน 124 แคลอรี มีเส้นใยอาหาร 3.02 กรัม ถ้าให้ท่านเลือกรับประทานคุกกี้ทั้ง 2 ชนิดนี้ ท่านจะเลือกรับประทานคุกกี้ชนิดใด

- ( ) คุกกี้เนย ( ) คุกกี้เส้นใยอาหารสูง

17. คุกกี้เส้นใยอาหารสูง 1 ชิ้น ให้ปริมาณเส้นใยอาหาร 3.02 กรัม ถ้าท่านรับประทานคุกกี้เส้นใยอาหารสูง วันละ 7 ชิ้น ท่านจะได้รับปริมาณเส้นใยอาหารเพียงพอกับที่ร่างกายต้องการ ถ้าท่านไม่ได้รับเส้นใยอาหารจากอาหารอื่น ท่านจะรับประทานคุกกี้เส้นใยอาหารสูงหรือไม่

- ( ) รับประทาน  
( ) ไม่รับประทาน สาเหตุ.....

18. การรับประทานคุกกี้เส้นใยอาหารสูงแล้วดื่มน้ำตาม จะทำให้ผู้บริโภคอิ่มได้นาน เนื่องจากคุกกี้ดูดซับน้ำได้มาก ท่านคิดว่าคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ เป็นคุกกี้ที่เหมาะสมกับผู้บริโภคกลุ่มใด

- ( ) คนทั่วไป ( ) คนอ้วนที่ต้องการลดน้ำหนัก  
( ) ผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก

19. ท่านเคยซื้อคุกกี้เพื่อสุขภาพรับประทานหรือไม่

( ) เคย ( ) ไม่เคย

20. ท่านคิดว่าความถี่ในการซื้อคุกกี้ของท่านบ่อยครั้งเพียงไร

( ) มากกว่าเดือนละ 4 ครั้ง

( ) เดือนละ 2-3 ครั้ง

( ) น้อยกว่าเดือนละครั้ง

( ) อื่นๆ(โปรดระบุ).....

ตอนที่ 3. การทดสอบการชิม

21. กรุณาให้คะแนนคุณลักษณะต่างๆตามระดับคะแนนต่อไปนี้

ชอบมากที่สุด=9      ชอบเล็กน้อย =6      ไม่ชอบ =3

ชอบมาก =8      เฉยๆ =5      ไม่ชอบมาก =2

ชอบ =7      ไม่ชอบเล็กน้อย =4      ไม่ชอบมากที่สุด =1

22.1 รูปร่าง      คะแนน.....

22.2 สี      คะแนน.....

22.3 กลิ่นเมื่อดม      คะแนน.....

22.4 รสชาติโดยรวม      คะแนน.....

22.5 ความนุ่ม      คะแนน.....

22.6 ความชอบรวม      คะแนน.....

23.ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

( ) ยอมรับ ( ) ไม่ยอมรับ

24. ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่หากมีจำหน่ายในราคาชิ้นละ 15 บาท ( ในขณะที่ผลิตภัณฑ์นี้ส่วนใหญ่เป็นสินค้าจากต่างประเทศมีราคาขายอยู่ชิ้นละประมาณ 20-25 บาท )

( ) ซื้อ ( ) ไม่ซื้อ

ขอบพระคุณอย่างยิ่ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ช.

## ตารางที่ 32

แสดงผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการยอมรับของผู้บริโภค  
เมื่อเก็บคูกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำไว้เป็นระยะเวลา 1 เดือน

อายุ การเก็บ	ปัจจัย	คะแนนเฉลี่ย	ระดับคะแนน					จำนวนคน			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 เดือน	รูปร่าง	7.22	1	1	1	1	6	13	34	21	22
1 เดือน	รูปร่าง	7.37	0	0	4	0	2	16	24	36	18
0 เดือน	สี	7.20	1	1	1	1	10	7	30	33	16
1 เดือน	สี	7.19	0	1	2	2	7	12	28	31	17
0 เดือน	กลิ่นเมื่อดม	7.24	1	1	2	2	9	12	22	25	26
1 เดือน	กลิ่นเมื่อดม	7.20	2	0	1	2	7	12	27	30	19
0 เดือน	รสชาติ	7.09	1	1	4	3	7	12	21	31	20
1 เดือน	รสชาติ	6.91	0	0	6	5	8	10	30	26	15
0 เดือน	ความนุ่ม	6.49	1	1	3	9	12	19	21	26	8
1 เดือน	ความนุ่ม	6.65	3	2	1	4	8	15	33	28	6
0 เดือน	ความชอบรวม	7.57	1	1	1	2	3	6	22	38	26
1 เดือน	ความชอบรวม	7.50	0	0	1	1	4	7	36	30	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ซ.

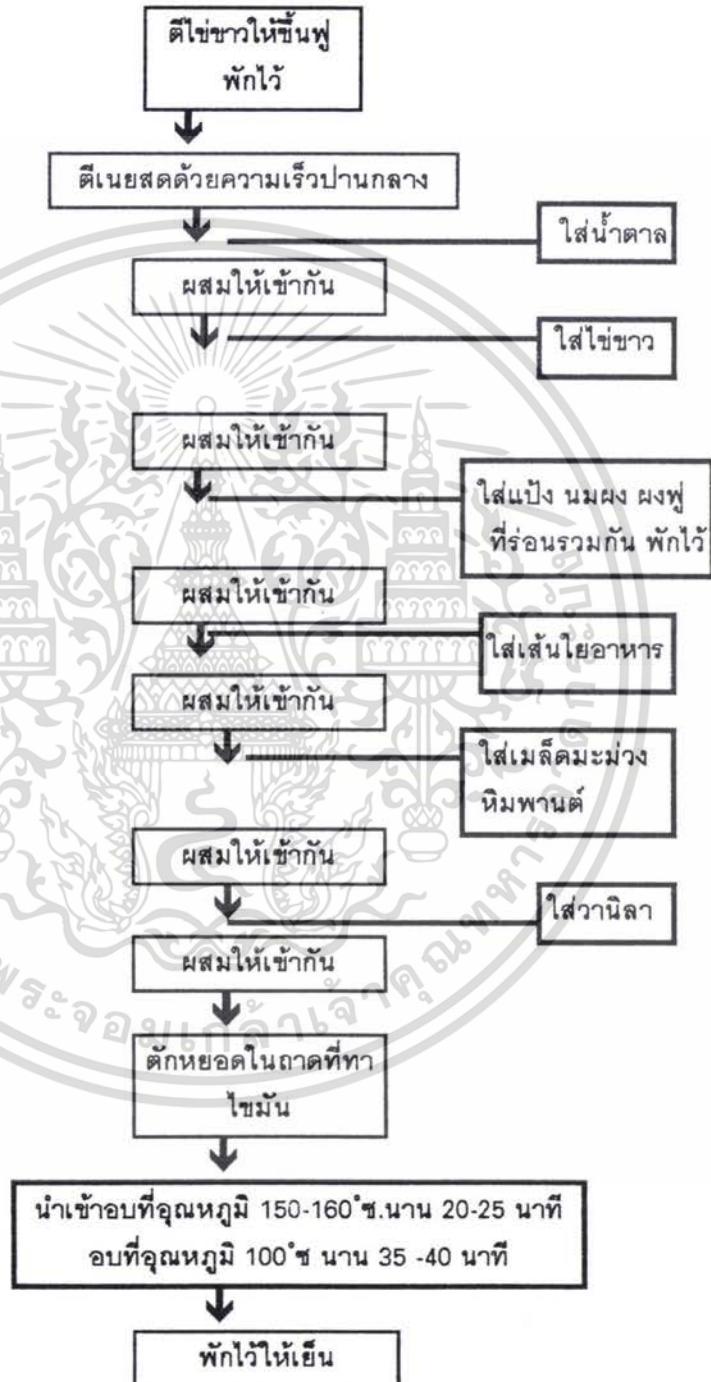
## ภาพที่ 13



แสดงส่วนผสมของคุกกี้เส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แผนภูมิที่ 14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงกระบวนการผลิตคูกี้เส้นโยอาหารสูงและพลังงานต่ำ

ขั้นตอนการผลิตคูกี้เส้นโยอาหารสูงและพลังงานต่ำดังแสดงในภาพที่ 15-25

ภาพที่ 15



ดีไซเนอร์ให้ชิ้นฟักไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 16



ดีเนยสด เกลือ น้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 17



ไส่ไส่ขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 18



ใส่แป้ง นมผง ผงฟู เซลลูโลสผง โพลีเอทิลีน ที่อ่อนรวมกันไว้ ผสมให้เข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 19



ใส่เส้นใยอาหาร เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ และวานิลลา ผสมให้เข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 20



ตักหยอดในถาดที่ทาไขมัน

ภาพที่ 21



แต่งหน้าคุกกี้ให้สวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 22



นำเข้าอบ

ภาพที่ 23



พักไว้ให้เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 24



บรรจุลงในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน 2 ชั้น

ภาพที่ 25



บรรจุลงในภาชนะที่เหมาะสมและสวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ประวัติผู้เขียน

นางมาลี ทองคำ เกิดวันที่ 28 กรกฎาคม 2503 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาคหกรรมศาสตร์บัณฑิต (สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ) เกียรตินิยมอันดับ 2 จากสถาบันเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา (ปัจจุบันคือ สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติ) ในปีการศึกษา 2526 และสำเร็จการศึกษาคหกรรมศาสตร์บัณฑิต (สาขาวิชาโภชนาการชุมชน) จากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ในปีการศึกษา 2531 และศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2538 และจบการศึกษาระดับวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ในปีการศึกษา 2540 เข้ารับราชการในตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 3 วิทยาลัยอาชีวศึกษาลำปาง จังหวัดลำปาง เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2527 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ 2 ระดับ 6 วิทยาลัยสารพัดช่างสีพระยา กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้