

การใช้น้ำ คาราจีแนนกัม มอลโตเด็กซ์ทริน และรำข้าว
ในการผลิตไส้กรอกหมูมีลันแคลอรีต่ำ

นางสาวมาณิต ไนรีพาสฤทธิ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาลัทธิปริญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต


ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2536

ISBN 974-582-463-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

USES OF WATER, CARRAGEENAN GUM, MALTODEXTRIN, AND RICE BRAN
IN THE PRODUCTION OF LOW-CALORIE EMULSION PORK SAUSAGES



Miss Panid Paireepairit

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for the Degree of Master of Science

Department of Food Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1993

ISBN 974-582-463-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การใช้น้ำ คาราจีแนนกัม มอลโตเด็กซ์ทริน และรำข้าว
ในการผลิตไส้กรอกหมูมีลชั้นแคลอรีต่ำ

โดย

นางสาวผาณิต ไพร่น่าฤทธิ

ภาควิชา

เทคโนโลยีทางอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ศิราพร วิเศษสุรการ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

รองศาสตราจารย์ ดร. พัชรี ปานกุล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....
(ศาสตราจารย์ ดร. ทาวร วัชรภักษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. นันทิมา จันทวัฒน์)

.....
(อาจารย์ศิราพร วิเศษสุรการ)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. พัชรี ปานกุล)

.....
(อาจารย์ มาลัยวรรณ อารยะสกุล)

ผาณิต ไพรีพ่ายฤทธิ์ : การใช้ น้ำ คาราจีแนนกัม มอลโตเด็กซ์ทริน และรำข้าว ในการผลิต
ไส้กรอกหมูอิมัลชันแคลอรีต่ำ (USES OF WATER, CARRAGEENAN GUM, MALTODEXTRIN
AND RICE BRAN IN THE PRODUCTION OF LOW-CALORIE EMULSION PORK SAUSAGES)
อ. ที่ปรึกษา : อาจารย์ศราพร วิเศษสุรการ / อ.ที่ปรึกษาร่วม รศ.ดร. พัชร ปานกุล, 159 หน้า.
ISBN 974-582-463-1

งานวิจัยนี้ ได้ศึกษาการลดปริมาณไขมันในไส้กรอกหมูอิมัลชัน และการใช้รำข้าวเพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหาร
ในการลดปริมาณไขมัน ได้ศึกษาการลดปริมาณไขมันในส่วนผสมโดยตรง และการใช้สารทดแทนไขมัน คือ น้ำ
คาราจีแนนกัม และ มอลโตเด็กซ์ทริน ได้แปรปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ให้เป็น 3 ระดับคือ 10 13 และ 16 % โดยใช้
สารทดแทนไขมันแทนที่ไขมัน ในส่วนที่ลดลงจากปริมาณไขมัน 27 % ในสูตรต้นแบบ ในการใช้รำข้าวได้แปรปริมาณรำข้าว
3 ระดับคือ 0 2 และ 4 % ประเมินคุณภาพโดยใช้ผลทางประสาทสัมผัส ค่าแรงตึงขาด โดยใช้เครื่อง Texturometer
และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกในการใช้น้ำแทนที่ไขมัน ได้ศึกษาระยะเวลาทอดเนื้อหมูดกับน้ำ ก่อนนำไปแปรปริมาณ
ไขมันและรำข้าว สำหรับการใช้คาราจีแนนกัม และ/หรือ มอลโตเด็กซ์ทริน ได้ศึกษาความเข้มข้นของสารทดแทนไขมันที่
เหมาะสมก่อนที่จะนำไปใช้ ได้คัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่ใช้สารทดแทนไขมันทั้งประเภทใช้รำข้าวและไม่ใช้รำข้าวโดยใช้เกณฑ์
การประเมินผลทางประสาทสัมผัส ค่าพลังงาน และต้นทุนของวัตถุดิบ นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ทั้งสองประเภทมาศึกษา
องค์ประกอบทางเคมี ค่าพลังงาน และการยอมรับของผู้บริโภค เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชันในท้องตลาด
และศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ในภาวะสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์
ต้นแบบ

ผลการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ลดปริมาณไขมันโดยตรง จะให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้อยลง สำหรับผลิตภัณฑ์
ที่ใช้สารทดแทนไขมันแทนที่ไขมันที่หายไป พบว่า เมื่อใช้น้ำ เวลาที่เหมาะสมในการทอดเนื้อหมู คือ 15 นาที ส่วนความ
เข้มข้นของสารทดแทนไขมัน พบว่า คาราจีแนนกัมที่ระดับ 3 % มอลโตเด็กซ์ทรินที่ระดับ 56 % และอัตราส่วนของ
คาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซ์ทรินที่ 1 : 3 ให้ลักษณะเจลที่ดีที่สุด สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้รำข้าว พบว่าสูตรที่เหมาะสม
คือ สูตรที่ใช้น้ำแทนที่ไขมันในผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมัน 16 % สูตรที่ใช้คาราจีแนนกัมแทนที่ไขมันในผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณ
ไขมัน 16 % และ สูตรที่ใช้คาราจีแนนกัมร่วมกับมอลโตเด็กซ์ทรินแทนที่ไขมันในผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมัน 13 % สำหรับ
ผลิตภัณฑ์ที่ใช้รำข้าว พบว่าที่ระดับ 2 % ของรำข้าว สามารถใช้ร่วมกับ น้ำแทนที่ไขมันในผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมัน
13 % กับคาราจีแนนกัมแทนที่ไขมันในผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมัน 10 % และ กับคาราจีแนนกัมร่วมกับมอลโตเด็กซ์ทริน
ในผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมัน 13 % โดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้น้ำแทนที่ไขมันเพียงอย่างเดียวมีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับ เมื่อ
เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ในแต่ละประเภท พบว่า เมื่อไม่ใช้รำข้าว สูตรที่เหมาะสมที่สุดจะได้จากการใช้คาราจีแนนกัมร่วม
กับมอลโตเด็กซ์ทรินในผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมัน 13 % และเมื่อใช้รำข้าว จะได้จากสูตรที่ใช้คาราจีแนนกัมในผลิตภัณฑ์
ที่มีปริมาณไขมัน 10 % เมื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิด กับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้รำข้าว
มีค่าพลังงานลดลงต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดได้ถึง 26 % และผลิตภัณฑ์ที่ใช้รำข้าวมีพลังงานลดลงได้ถึง 45 % ในขณะที่
ที่มีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้น 77 % โดยมีคะแนนการยอมรับรวมไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด และผลิตภัณฑ์ทั้งสอง
ชนิดมีอายุการเก็บนาน 9 วัน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ต้นแบบเก็บได้นาน 12 วัน

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร.....
สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร.....
ปีการศึกษา2535.....

ลายมือชื่อนิติ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C326667 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD : WATER/ CARRAGEENAN GUM/ MALTODEXTRIN/ RICE BRAN/ LOW-CALORIE SAUSAGES
PANID PAIREPAIRIT : USES OF WATER, CARRAGEENAN GUM, MALTODEXTRIN,
AND RICE BRAN IN THE PRODUCTION OF LOW-CALORIE EMULSION PORK
SAUSAGES. THESIS ADVISOR : SIRAPORN WISETSURAKARN, M.Phil.
ASSO. PROF. PATCHAREE PARNKUL, Ph.D. 159 pp. ISBN 974-582-463-1

Fat reduction by direct removal of fat in emulsion pork sausages was studied in comparison to reduction by using fat substitutes which included water, carrageenan gum and maltodextrin. Fat substitutes were used to replace 3 levels of the fat removed from a typical formula having fat content of 27 % so that the final products would have the fat contents reduced to 10 13 and 16 % .Comparative study was also carried out between the fat-reduced products without addition of rice bran and those having 2 and 4 % rice bran added for higher fiber content. Product quality characteristics were assessed by sensory evaluation, cutting force as measured by Texturometer and cooking losses. In using water as a fat substitute, a suitable time duration for massaging ground pork with water was determined prior to varying the levels of fat and rice bran. In the cases of carrageenan gum and/or maltodextrin, concentrations that would create a suitable gel were determined before their addition to the ground pork. The best products as obtained from using each of the fat substitute either in conjunction with or without rice bran were selected by means of sensory test, caloric content reduction and cost of raw materials. The selected products were compared with commercially available sausages for chemical compositions, caloric contents and consumer acceptability. Storage stability of the reduced fat products in vacuum packaging held at 4 °C were compared with the typical formula.

The results showed that direct removal of fat at all levels from the typical formula produced deteriorated product characteristics. For the fat substituted product using water, optimum massaging period was found to be 15 minutes. While optimum concentrations of carrageenan gum and maltodextrin were found to be at 3 % and 56 % respectively. The optimum ratio of a mixture containing 3 % carrageenan gum and 56 % maltodextrin was found to be 1:3. In the no-bran added formula, water, carrageenan gum and a mixture of carrageenan gum and maltodextrin could be used as fat substitute to give reduced fat contents of 16, 16 and 13 % in the products respectively. In the bran added formula, 2 % level of addition was found to give the most acceptable product and could be used with water to reduce fat content to 13 %, with carrageenan gum to 10 % and with the mixture of carrageenan gum and maltodextrin to 13 %. The product containing only maltodextrin as a fat substitute was found to be unacceptable. The most effective for substitute for use in the no-bran added formula was a mixture of carrageenan gum and maltodextrin in a product containing 13 % fat, and for use in bran added formula was 3 % carrageenan gum in product containing 10% fat. On comparing the two types of products with the commercially available product, it was found that the caloric content of the no-bran added product was lowered by 26 % while that of the bran-added product was decreased by as much as 45 % along with an increase in fiber content by 77 %. Consumer acceptability of both products indicated no significant differences ($p > 0.05$) from the commercial available products. The shelf life of these fat substituted products were 9 days while the typical product was 12 days.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร.....

สาขาวิชา เทคโนโลยีการอาหาร.....

ปีการศึกษา 2535.....

ลายมือชื่อนิสิต..... *(Signature)*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *(Signature)*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... *(Signature)*



กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง ต่อ อาจารย์ศิราพร วิเศษสุรการ และ
รองศาสตราจารย์ ดร. พัชรี ปานกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
วิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและปรึกษาด้านวิชาการ ตลอดระยะเวลาที่ทำงานวิจัย
รวมทั้งการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. พันธิพา จันทวัฒน์ และ
อาจารย์ มาลัยวรรณ อารยะสกุล (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) ที่ได้กรุณา สละเวลา
เป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ชเนศ อิศระมงคลพันธ์ แผนกอาหารและโภชนาการ
คณะคหกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ ที่ได้กรุณาให้
ความรู้ และคำแนะนำเกี่ยวกับการผลิตไส้กรอกอิมัลชัน ที่มีคุณภาพ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ ที่เป็นกำลังใจ คอยให้คำแนะนำสนับสนุน
และช่วยเหลือ ในการศึกษา และทำงานวิจัยในครั้งนี้มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ บริษัท ซาโนนี่ ไบโอ-อินดัสทรี จำกัด ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์
การวิจัยแนกัม

ขอขอบพระคุณ บริษัท วินเนอร์กรุ๊ป จำกัด ที่ได้กรุณาให้ ความอนุเคราะห์
มอลโตเด็กชตริน

ขอขอบพระคุณ บริษัท ปทุมไรซ์มิล จำกัด ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์รำข้าวสกัดน้ำมัน

ขอขอบพระคุณ กรมปศุสัตว์ ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ ใช้เครื่องบรรจุสุญญากาศ

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุน ด้าน
เงินทุนบางส่วน ในการทำงานวิจัย

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ และเพื่อน ๆ ทุกคน ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ที่ให้
ความช่วยเหลือในทุกด้านมาโดยตลอด

และสุดท้ายนี้ ขอขอบคุณ คณะอาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร และเทคโนโลยี
อุตสาหกรรมอาหาร และเจ้าหน้าที่ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
ที่เป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือแนะนำ จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ณ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. วารสารปริทัศน์.....	7
3. วิธีการทดลอง.....	18
4. ผลการทดลอง.....	32
5. วิจารณ์ผลการทดลอง.....	101
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	130
เอกสารอ้างอิง.....	133
ภาคผนวก ก.....	140
ภาคผนวก ข.....	144
ภาคผนวก ค.....	152
ภาคผนวก ง.....	153
ภาคผนวก จ.....	156
ประวัติผู้เขียน.....	159

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
1.1	อัตราคนไทยที่ตายด้วยสาเหตุที่สำคัญ (ต่อประชากร 100,000 คน) พ.ศ. 2528-2532.....	2
1.2	(ก) สูตรของไส้กรอกอิมัลชัน.....	3
	(ข) องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกอิมัลชัน.....	4
4.1	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อหมูสด.....	32
4.2	องค์ประกอบทางเคมีของคาราจีแนนกัม.....	33
4.3	องค์ประกอบทางเคมีของมอลโตเด็กซ์ทริน.....	34
4.4	องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวสกักน้ำมัน และรำข้าวสกักน้ำมันผ่าน กระบวนการแช่ด้วยด่าง.....	35
4.5	ความสามารถในการอุ้มน้ำและปริมาตรจากการดูดซึมน้ำ ของรำข้าวสกัก น้ำมัน และรำข้าวสกักน้ำมันผ่านกระบวนการแช่ด้วยด่าง.....	36
4.6	องค์ประกอบทางเคมี ค่าแรงตัดขาด การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก และ การทดสอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ.....	39
4.7	ค่าแรงตัดขาดและการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกของไส้กรอกอิมัลชัน ที่ระดับไขมัน 16 % โดยปริมาตรเวลาในการนวดของเนื้อหมูกับน้ำที่เติม.....	45
4.8	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกอิมัลชัน ที่ระดับไขมัน 16 % โดยปริมาตรเวลาในการนวดของเนื้อหมูกับน้ำที่เติม.....	46
4.9	ค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก ของไส้กรอกอิมัลชัน เมื่อ แทนที่ไขมันด้วยน้ำ และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าวในระดับต่างกัน.....	47
4.10	การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนัก หลังทำให้สุก ของไส้กรอกอิมัลชัน เมื่อแทนที่ไขมันด้วยน้ำ และเพิ่ม ปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว ในระดับต่างกัน.....	48

4.11	ค่าเฉลี่ยของค่าแรงตัดขาด จากการศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยน้ำ และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณการแทนที่ไขมันด้วยน้ำ.....	49
4.12	ค่าเฉลี่ยของค่าแรงตัดขาด จากการศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยน้ำ และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณรำข้าว.....	49
4.13	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูอิมัลชัน เมื่อแทนที่ไขมันด้วยน้ำ และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว ในระดับต่างกัน.....	50
4.14	การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูอิมัลชัน เมื่อแทนที่ไขมันด้วยน้ำ และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว ในระดับที่ต่างกัน.....	51
4.15	คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้าน ลักษณะปรากฏ สี และกลิ่นรส จากการศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยน้ำ และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณรำข้าว.....	52
4.16	ค่าแรงตัดขาด และ การเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก ของไส้กรอกหมูอิมัลชัน ที่ระดับไขมัน 16 % โดยแปรความเข้มข้นของเจลของคาราจีแนนกัมที่ใช้ในการแทนที่ไขมัน ในส่วนที่ลดลงจากสูตรต้นแบบ.....	54
4.17	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของไส้กรอกหมูอิมัลชันที่ ระดับไขมัน 16 % โดยแปรความเข้มข้นของเจลของคาราจีแนนกัม ที่ใช้ในการแทนที่ไขมัน ในส่วนที่ลดลงจากสูตรต้นแบบ.....	55
4.18	ค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก ของไส้กรอกหมูอิมัลชัน เมื่อแทนที่ไขมันด้วยคาราจีแนนกัม (เจล 3 %) และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว ในระดับต่างกัน.....	56
4.19	การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกของไส้กรอกหมูอิมัลชัน เมื่อแทนที่ไขมันด้วยคาราจีแนนกัม (เจล 3%) และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าวในระดับต่างกัน.....	57

4.20	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูมีมันชั้น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยคาราจีแนนกัม (เจล 3%) และเพิ่มปริมาณไฮอาหารด้วยรำข้าว.....	58
4.21	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของไส้กรอกหมูมีมันชั้น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยคาราจีแนนกัม (เจล 3%) และเพิ่มปริมาณไฮอาหารด้วยรำข้าว ในระดับต่างกัน.....	59
4.22	คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านกลิ่นรส จากการศึกษากการแทนที่ไขมันด้วย คาราจีแนนกัม และ เพิ่มปริมาณไฮอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณรำข้าว.....	60
4.23	ลักษณะการผสมเข้ากับเนื้อหมูด ของเจลของมอลโตเด็กซ์ทรินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ.....	62
4.24	ค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกของไส้กรอกหมูมีมันชั้น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซ์ทริน (เจล 56 %) และเพิ่มปริมาณไฮอาหารด้วยรำข้าว ในระดับต่างกัน.....	63
4.25	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก ของไส้กรอกหมูมีมันชั้น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซ์ทริน (เจล 56%) และเพิ่มปริมาณไฮอาหารด้วยรำข้าวในระดับต่างกัน.....	64
4.26	ค่าเฉลี่ยของการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก จากการศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซ์ทริน และเพิ่มปริมาณไฮอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของ ปริมาณการแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซ์ทริน.....	65
4.27	ค่าเฉลี่ยของการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก จากการศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซ์ทริน และเพิ่มปริมาณไฮอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณรำข้าว.....	65
4.28	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูมีมันชั้น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซ์ทริน (เจล 56 %) และเพิ่มปริมาณไฮอาหารด้วยรำข้าว.....	66

- 4.29 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ
ไส้กรอกหมูมีกลิ่น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซ์ทริน และเพิ่มปริมาณ
ใยอาหารด้วยรำข้าวในระดับต่างกัน..... 67
- 4.30 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านการยอมรับรวม
จากการศึกษา การแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซ์ทริน และเพิ่มปริมาณ
ใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณการแทนที่ไขมันด้วย
มอลโตเด็กซ์ทริน..... 68
- 4.31 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านการยอมรับรวม
จากการศึกษา การแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซ์ทริน และเพิ่มปริมาณ
ใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณรำข้าว..... 68
- 4.32 ค่าแรงตึงขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก ของไส้กรอกหมูมีกลิ่นที่
ระดับไขมัน 16 % โดยแปรอัตราส่วนของคาราจีแนนกับมอลโตเด็กซ์ทริน
ที่ใช้ในการเตรียมเจล เพื่อแทนที่ไขมันในส่วนที่ลดลงจากสูตรต้นแบบ..... 71
- 4.33 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของไส้กรอกหมูมีกลิ่นที่ระดับไขมัน
16 % โดยแปรอัตราส่วนของคาราจีแนนกับ มอลโตเด็กซ์ทรินที่ใช้ใน
การเตรียมเจล เพื่อแทนที่ไขมันในส่วนที่ลดลงจากสูตรต้นแบบ..... 72
- 4.34 ค่าแรงตึงขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก ของไส้กรอกหมูมีกลิ่นเมื่อ
แทนที่ไขมันด้วยเจลของคาราจีแนนกับมอลโตเด็กซ์ทริน (อัตราส่วน 1:3)
และ เพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าวในระดับต่างกัน..... 74
- 4.35 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของค่าแรงตึงขาด และการเสียน้ำหนักหลัง
ทำให้สุกของไส้กรอกหมูมีกลิ่น เมื่อแทนที่ไขมันด้วยเจลของคาราจีแนนกับ
มอลโตเด็กซ์ทริน (อัตราส่วน 1:3) และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วย
รำข้าวในระดับต่างกัน..... 75

- 4.36 ค่าเฉลี่ยของค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก จากการศึกษา การแทนที่ไขมันด้วย เจลของคาราจีแนนกัม กับมอลโตเด็กซ์ทริน และเพิ่ม ปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณการแทนที่ไขมัน ด้วยเจลของคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซ์ทริน..... 76
- 4.37 ค่าเฉลี่ยของค่าแรงตัดขาด และการเสียน้ำหนักหลังทำให้สุก จากการศึกษา การแทนที่ไขมันด้วย เจลของคาราจีแนนกัม กับมอลโตเด็กซ์ทริน และเพิ่ม ปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณรำข้าว..... 76
- 4.38 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกหมูอิมัลชัน เมื่อแทนที่ไขมัน ด้วย เจลของคาราจีแนนกัม กับมอลโตเด็กซ์ทริน (อัตราส่วน 1:3) และ เพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าวในระดับต่างกัน..... 77
- 4.39 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของคะแนนการทดสอบ ทางประสาทสัมผัส ของไส้กรอกหมูอิมัลชัน เมื่อแทนที่ไขมันด้วย เจลของคาราจีแนนกัม กับ มอลโตเด็กซ์ทริน (อัตราส่วน 1:3) และเพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว ในระดับต่างกัน..... 78
- 4.40 คะแนนเฉลี่ย ของการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับรวมจาก การศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยเจลของคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซ์ทรินและ เพิ่มปริมาณใยอาหารด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณการแทนที่ ไขมันด้วยเจลของคาราจีแนนกัม กับมอลโตเด็กซ์ทริน..... 79
- 4.41 คะแนนเฉลี่ย ของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านการยอมรับรวม จากการศึกษาการแทนที่ไขมันด้วยมอลโตเด็กซ์ทรินและเพิ่มปริมาณใยอาหาร ด้วยรำข้าว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณรำข้าว..... 79
- 4.42 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชันผลงานต่ำ ประเภทใช้ รำข้าว และไม่ใช้รำข้าว โดยใช้สารทดแทนไขมัน และปริมาณการแทนที่ ไขมัน ในระดับต่างกัน..... 81

- 4.43 คະแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านความชอบรวมของ
ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชัน แคลอรีต่ำ ประเภทไม่ใช้รำข้าว ที่ใช้สาร
ทดแทนไขมันต่าง ๆ กัน และ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ..... 82
- 4.44 ปริมาณแคลอรี ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชันแคลอรีต่ำ ประเภทไม่ใช้
รำข้าว ที่ใช้สารทดแทนไขมันต่าง ๆ กัน และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ..... 83
- 4.45 ต้นทุนของวัตถุดิบ ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชันแคลอรีต่ำ ประเภทไม่ใช้
รำข้าว ที่ใช้สารทดแทนไขมันต่าง ๆ กัน และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ..... 84
- 4.46 คະแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านความชอบรวม ของ
ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชันแคลอรีต่ำ ประเภทใช้รำข้าว เพื่อเพิ่มปริมาณ
ใยอาหาร (ในระดับ 2%) ที่ใช้สารทดแทนไขมันต่าง ๆ กัน และผลิตภัณฑ์
ต้นแบบ..... 85
- 4.47 ปริมาณแคลอรีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชันแคลอรีต่ำ ประเภทใช้รำข้าว
เพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหาร (ในระดับ 2%) ที่ใช้สารทดแทนไขมันต่าง ๆ กัน
และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ..... 86
- 4.48 ต้นทุนของวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชันแคลอรีต่ำประเภทใช้รำข้าว
เพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหาร (ในระดับ 2%) ที่ใช้สารทดแทนไขมันต่าง ๆ กัน
และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ..... 87
- 4.49 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชันแคลอรีต่ำ ประเภทใช้
รำข้าว และไม่ใช้รำข้าว เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด 2 ชนิด..... 88
- 4.50 ปริมาณแคลอรี และ คະแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านการ
ยอมรับรวม ของผู้บริโภค ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชันแคลอรีต่ำ
เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด 2 ชนิด..... 89

- 4.51 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และ ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชัน แคลอรีต่ำ 2 ชนิด (ปริมาณไขมัน 13 % โดยใช้คาราจีแนนกัม กับ มอลโตเด็คชตรินเป็นสารทดแทนไขมัน และ ปริมาณไขมัน 10 % รำข้าว 2 % โดยใช้คาราจีแนนกัมเป็นสารทดแทนไขมัน) บรรจุในถุง Nylon/PE ที่ภาวะอุณหภูมิเก็บที่ 4 °C ที่ระยะเวลาเก็บต่าง ๆ..... 91
- 4.52 ค่าแรงตัดขาด และ ปริมาณความชื้น ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และผลิตภัณฑ์ ไส้กรอกหมูอิมัลชันแคลอรีต่ำ 2 ชนิด (ปริมาณไขมัน 13 % โดยใช้ คาราจีแนนกัมและมอลโตเด็คชตรินเป็นสารทดแทนไขมัน และปริมาณไขมัน 10 % รำข้าว 2 % โดยใช้คาราจีแนนกัมเป็นสารทดแทนไขมัน)บรรจุในถุง Nylon/PE ที่ภาวะอุณหภูมิเก็บที่ 4 °C ที่ระยะเวลาเก็บต่าง ๆ..... 92
- 4.53 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ค่าแรงตัดขาดและปริมาณความชื้น ของ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชันแคลอรีต่ำ 2 ชนิด (ปริมาณ ไขมัน 13% โดยใช้คาราจีแนนกัมและมอลโตเด็คชตรินเป็นสารทดแทนไขมัน และปริมาณไขมัน 10% รำข้าว 2% โดยใช้คาราจีแนนกัมเป็นสารทดแทน ไขมัน) บรรจุในถุง Nylon/PE ที่ภาวะอุณหภูมิเก็บที่ 4 °C ที่ระยะ เวลาเก็บต่าง ๆ..... 94
- 4.54 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และ ผลิตภัณฑ์ ไส้กรอกหมูอิมัลชันแคลอรีต่ำ 2 ชนิด (ปริมาณไขมัน 13 % โดยใช้ คาราจีแนนกัมและมอลโตเด็คชตริน เป็นสารทดแทนไขมัน และปริมาณไขมัน 10 % รำข้าว 2 % โดยใช้คาราจีแนนกัมเป็นสารทดแทนไขมัน) บรรจุใน ถุง Nylon/PE ที่ภาวะอุณหภูมิเก็บที่ 4 °C ที่ระยะเวลาเก็บต่าง ๆ..... 95

4.55 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของ
ผลิตภัณฑ์ต้นแบบและผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชันแคลอรีต่ำ 2 ชนิด (ปริมาณ
ไขมัน 13% โดยใช้คาราจีแนนกับมอลโตเด็คสตริน เป็นสารทดแทนไขมัน
และปริมาณไขมัน 10 % รำข้าว 2 % โดยใช้คาราจีแนนเป็นสารทดแทน
ไขมัน) บรรจุในถุง Nylon/PE ที่ภาวะสุญญากาศ เก็บที่ 4 °C ที่ระยะ
เวลาเก็บต่าง ๆ..... 97

4.56 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชัน
แคลอรีต่ำ 2 ชนิด (ปริมาณไขมัน 13 % โดยใช้คาราจีแนนกับ
มอลโตเด็คสตริน เป็นสารทดแทนไขมัน และปริมาณไขมัน 10% รำข้าว 2%
โดยใช้คาราจีแนน เป็นสารทดแทนไขมัน) บรรจุในถุง Nylon/PE ที่
ภาวะสุญญากาศเก็บที่ 4 °C ที่ระยะเวลาเก็บต่าง ๆ..... 98

ค.1 ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชันแคลอรีต่ำ.....152

ง.1 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Completely Randomize Design (CRD).....153

ง.2 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD).153

ง.3 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Factorial Completely Randomized Design..154

ง.4 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Factorial Randomized Complete Block
Design.....154

ง.5 การคิดค่าเฉลี่ยสำหรับข้อมูลแบบ Factorial.....155

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1	ลักษณะของอิมัลชันในไส้กรอก..... 8
2	ลักษณะปรากฏของรำข้าวสกักน้ำมันและรำข้าวสกักน้ำมัน ผ่านกระบวนการแช่ด้วยด่าง..... 34
3	ลักษณะโครงสร้างทางกายภาพของรำข้าวสกักน้ำมัน ถ่ายด้วยกล้อง Scanning Electron Microscope (200x)..... 37
4	ลักษณะโครงสร้างทางกายภาพของรำข้าวสกักน้ำมันผ่านกระบวนการแช่ด้วยด่าง ถ่ายด้วยกล้อง Scanning Electron Microscope (200x)..... 37
5	ค่าแรงตักขาดของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชัน ที่ระดับไขมันต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ..... 40
6	การสูญเสียน้ำหนักหลังทำให้สุกของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชัน ที่ระดับไขมันต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ..... 41
7	ลักษณะปรากฏจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (คะแนน 1-9) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชัน ที่ระดับไขมันต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ..... 41
8	สีจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (คะแนน 1-9) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชัน ที่ระดับไขมันต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ..... 42
9	กลิ่นรสจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (คะแนน 1-9) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชัน ที่ระดับไขมันต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ..... 42
10	ความชุ่มน้ำจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (คะแนน 1-9) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชัน ที่ระดับไขมันต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ..... 43
11	เนื้อสัมผัสจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (คะแนน 1-9) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชัน ที่ระดับไขมันต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ..... 43
12	การยอมรับรวมจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (คะแนน 1-9) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูอิมัลชัน ที่ระดับไขมันต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ..... 44

13	ค่าแรงตัดขาด ของเจล ของคาราจีแนนกัม ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 4 °C.....	53
14	ค่าแรงตัดขาด ของเจลของมอลโตเด็กซ์ทริน ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 4 °C.....	61
15	ความแข็งแรงของเจล (ค่าแรงตัดขาด)ต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ของเจลของคาราจีแนนกัม 3 % และ เจลของมอลโตเด็กซ์ทริน 56 %	69
16	ค่าแรงตัดขาด ของเจลของคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซ์ทรินที่อัตราส่วนต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 4 °C.....	70
17	ความแข็งแรงของเจล (ค่าแรงตัดขาด) ต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ของเจลของคาราจีแนนกัม 3 % เจลของมอลโตเด็กซ์ทริน 56 % และเจลของคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซ์ทริน ที่อัตราส่วน 1:3	73
จ.1	ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ.....	156
จ.2	ลักษณะปรากฏของเจลของคาราจีแนนกัม ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ.....	156
จ.3	ลักษณะปรากฏของเจลของคาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซ์ทริน ที่อัตราส่วนต่าง ๆ..	157
จ.4	ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูมีลชิ้น ประเภทไม่ใช้รำข้าว (แถวบน) และ ประเภทใช้รำข้าว (แถวล่าง) ที่ใช้สารทดแทนไขมันต่าง ๆ กัน.....	157
จ.5	ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูมีลชิ้นแคลอรีต่ำ 2 ชนิด (ปริมาณไขมัน 13 % โดยใช้คาราจีแนนกัมกับมอลโตเด็กซ์ทริน เป็นสารทดแทนไขมัน และ ปริมาณไขมัน 10 % รำข้าว 2 % โดยใช้คาราจีแนนกัม เป็นสารทดแทนไขมัน) ที่คัดเลือกได้เปรียบเทียบกับ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ.....	158