สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การใช้เต้าหู้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ไขมันต่ำ

USE OF TOFU IN PRODUCTION OF LOW FAT EMULSION MEAT PRODUCT

ยุพร พืชกมุทร

YUPORN PUECKAMUT

RCH
TX
558
T57
ย3915ก
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....83891
วัน,เดือน,ปี.....19 ก.ย. 2551

รายงานผลการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนเงินรายได้

คณะอุสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2549

b.11984693

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัย การใช้เต้าหู้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ไขมันต่ำ

USE OF TOFU IN PRODUCTION OF LOW FAT EMULSION MEAT PRODUCT

ชื่อผู้วิจัย นาง ยุพร พืชกมุทร

ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2549

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการใช้เต้าหู้ 2 ชนิดคือเต้าหู้อ่อนและเต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน ในกรณีของเต้าหู้อ่อนได้ทดลองทดแทนเนื้อหมูที่ระดับ 35 เปอร์เซ็นต์ 40 เปอร์เซ็นต์ และ 45 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักเนื้อหมู ในกรณีของเต้าหู้แข็งได้ทดลองทดแทนเนื้อหมูที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ 35 เปอร์เซ็นต์ และ 40 เปอร์เซ็นต์ พบว่าความสามารถในการอุ้มน้ำของแบตเตอร์ที่ใช้เต้าหู้อ่อนทุกระดับไม่แตกต่างจากแบตเตอร์ของสูตรควบคุม แต่ในกรณีของเต้าหู้แข็งพบว่าความสามารถในการอุ้มน้ำจะลดลงเมื่อทดแทนด้วยเต้าหู้แข็ง 35 เปอร์เซ็นต์ และ 40 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามเมื่อปริมาณการทดแทนเพิ่มขึ้นสีของไส้กรอกจะอ่อนลง เนื้อสัมผัสของไส้กรอกนิ่มลง เปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าเต้าหู้อ่อนสามารถทดแทนเนื้อหมูได้ 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการปรับปรุงกลิ่นรสด้วยกลิ่นรสหมูในปริมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อทำการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการเติมแป้งมันสำปะหลัง 3 ระดับ (1 เปอร์เซ็นต์ 2 เปอร์เซ็นต์ และ 3 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักเนื้อหมู) พบว่าที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ สามารถปรับปรุงเนื้อสัมผัสได้ดี ในกรณีของเต้าหู้แข็งพบว่าผู้ชิมยอมรับปริมาณที่ทดแทน 30 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักเนื้อหมู เมื่อทำการปรับปรุงกลิ่นรสด้วยกลิ่นรสหมูในปริมาณ 0.7 เปอร์เซ็นต์ คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อทำการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการเติมแป้งมัน 3 ระดับ (0.5 เปอร์เซ็นต์ 1 เปอร์เซ็นต์ และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักเนื้อหมู) พบว่าที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ ผู้ชิมให้การยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัสดีขึ้น ภาพถ่ายจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราด (SEM) แสดงให้เห็นว่าไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทน 30 เปอร์เซ็นต์ เติมแป้งมันสำปะหลัง 1 เปอร์เซ็นต์ มีโครงสร้างตาข่ายที่เกิดจากการจับกันของกลุ่มก้อน (aggregate) ในขณะที่ไส้กรอกสูตรควบคุมที่ใช้เนื้อหมูล้วน มีโครงสร้างตาข่ายที่เกิดจากการประสานกันเป็นร่างแหแน่น

เมื่อนำไส้กรอกสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมาเก็บรักษา โดยบรรจุในถุง N/LLDPE (nylon/ laminate low density polyethylene) ในสภาวะสุญญากาศแบบไม่จุ่มกรดแลคติกและจุ่มกรดแลคติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 นาที พบว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่มีการจุ่มกรดแลคติก 2 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บที่นานขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมพบว่าไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้ทั้งสองชนิดทดแทนมีอายุการเก็บสั้นกว่า จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่าเต้าหู้อ่อนประกอบด้วยโปรตีน 6.44 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 80.97 เปอร์เซ็นต์ และเต้าหู้แข็งประกอบด้วยโปรตีน 10.85 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 72.88 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำเต้าหู้อ่อนมาทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ไส้กรอกรมควันมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าสูตรควบคุมแต่การใช้เต้าหู้แข็งทดแทน 30 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกับสูตรควบคุม ถึงแม้การใช้เต้าหู้ทดแทนเนื้อหมูบางส่วนปริมาณไขมันในไส้กรอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้ทดแทนเนื้อหมูมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าสูตรควบคุม 2 เท่า

เมื่อคิดต้นทุนการผลิตจากราคาวัตถุดิบที่ใช้พบว่า ไส้กรอกสูตรควบคุมมีราคา 81.6 บาท/กิโลกรัม ไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์ มีราคา 72.6 บาท/กิโลกรัม ไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู 30 เปอร์เซ็นต์ มีราคา 73.1 บาท/กิโลกรัม การใช้เต้าหู้ทดแทนเนื้อหมูนอกจากจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางอาหารยังสามารถลดต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิตไส้กรอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Pork Replacement by Fresh Tofu in Smoked Sausage
Student	Miss Atchara Kuanpraseret
Student ID.	47063202
Degree	Master of Science
Program	Food Science
Year	2007
Thesis advisor	Dr. Yuporn Puechkamut

ABSTRACT

This thesis studied two kinds of tofu ; soft tofu and hard tofu, for replace the pork in smoked sausage. In the case of soft tofu, tofu at 35%, 40% and 45% of pork weight were used to replace pork. Whereas, in the case of hard tofu, tofu at 30%, 35% and 40% of pork weight were used to replace pork. The result showed that when the soft tofu was used, the water holding capacities of batters were not significantly different from that of control. In the case of hard tofu , however , the water holding capacities of batter that used tofu at 35% or 40% were decreased compared to the control. When the amount of replaced tofu increased, the smoked sausage had fade color and soft texture. The sensory result showed that the soft tofu could be replaced pork at 40% and the hard tofu was 30%. To improve the flavor of the sausage, the pork flavor powder was added at various concentrations. The sensory result found that pork flavor at 0.5% and 0.7% were suited for sausages of soft tofu and hard tofu, respectively. The tapioca flour was added to the sausage to try to improve the texture of the sausages. The result showed that the texture of the sausage was harder when the amount of tapioca flour increased. The sensory result showed that the smoked sausage that used soft tofu at 40%, pork flavor at 0.5% and tapioca flour at 3% had a good acceptance score. In the case of hard tofu, the smoked sausage that produced from the tofu at 30%, pork flavor at 0.7% and tapioca flour at 1% was significantly accepted by the panel. The scanning electron micrograph revealed that the emulsion gel of the sausage using hard tofu was composed of small aggregates. While the emulsion gel of the control had a good developed gel network.

The shell-life of the smoked sausages were also elucidated. The smoked sausages were dipped in 2% of lactic acid solution for 2 min prior to packed in N/LLDPE (nylon/ laminate low density polyethylene) and kept at 4°C. The smoked sausages that dipped in lactic acid had the

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

longer shelf-life than the products that did not dip in lactic acid. However, the shelf life of the sausages that used the tofu had shorter shelf life than that of the control.

The chemical analysis showed that the soft tofu composed of 6.44%protein and 80.97% moisture content. Whereas the hard tofu composed of 10.85% protein and 72.88% moisture content. The protein content of the sausage that replace pork with 40% soft tofu was slightly less than that of the control. While the protein content of the sausage that replaced pork with 30% hard tofu was similar to that of the control. However, the calcium content of both sausages were 2 times higher than that of the control.

The raw material cost of the smoked sausages were studied. The result showed that the cost of the control, the sausage that replaced pork with soft tofu, and the sausage that replaced pork with hard tofu were 81.6 baht/kg, 72.6 baht/kg, and 73.1 baht/kg respectively. To replace pork with tofu in smoked sausage not only improved the nutritional value but also reduced the material cost.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... III

สารบัญ..... VI

สารบัญตาราง..... VIII

สารบัญภาพ..... X

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 ขอบเขตของการศึกษา..... 2

1.3 วัตถุประสงค์..... 2

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... 3

2.1 ไส้กรอก..... 3

2.2 กรรมวิธีการผลิตไส้กรอก..... 3

2.3 ส่วนประกอบของไส้กรอก..... 5

2.4 การตรวจสอบคุณภาพของไส้กรอก..... 7

2.5 เต้าหู้..... 8

2.6 การเติมผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์..... 10

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ..... 13

3.1 วัตถุดิบ..... 13

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ..... 13

3.3 สถานที่ดำเนินงาน..... 15

3.4 วิธีการทดลอง..... 15

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง..... 21

4.1 ผลของการใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน..... 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.2 ผลของการใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน.....25
4.3ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้ทดแทนเนื้อหมู.32
4.4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและองค์ประกอบแร่ธาตุ.....35
4.5 การคำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเต้าหู้.....36

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง..... 40

เอกสารอ้างอิง..... 42

ภาคผนวก

ก. การวิเคราะห์ทางกายภาพ..... 46
ข. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส.....50
ค. วิธีการตรวจสอบทางเคมีและจุลินทรีย์.....52
ง. ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างสำหรับการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM).....56
จ. ลักษณะแบตเตอร์และไส้กรอก.....58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ (ปริมาณ 100 กรัม)....9

3.1 สูตรในการผลิตไส้กรอกรมควัน.....17

4.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของเหลวที่แยกได้ ของแบตเตอร์ เมื่อใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูในระดับต่าง ๆ.....21

4.2 ค่าสี และเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูในระดับต่าง ๆ.....22

4.3 ค่าความแข็งของไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูในระดับต่าง ๆ22

4.4 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูในระดับต่าง ๆ..... 23

4.5 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูที่เติมกลิ่นรสหมู3 ระดับ 24

4.6 ค่าความแข็งของไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูเมื่อเติมแป้งมันสำปะหลังที่ระดับต่าง ๆ.....24

4.7 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูเมื่อเติมแป้งมันสำปะหลังที่ระดับต่าง ๆ..... 25

4.8 ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของเหลวที่แยกได้ของแบตเตอร์เมื่อใช้เต้าหู้แข็งที่ทดแทนเนื้อหมูที่ระดับต่าง ๆ..... 26

4.9 ค่าสี และเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูที่ระดับต่าง ๆ.....26

4.10 ค่าความแข็งของไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูที่ระดับต่าง ๆ..27

4.11 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูที่ระดับต่าง ๆ.....27

4.12 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูที่เติมกลิ่นรสหมู 3 ระดับ 28

4.13 ค่าความแข็งของไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูเมื่อเติมแป้งมันสำปะหลัง 3 ระดับ 29

4.14 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูเมื่อเติมแป้งมันสำปะหลัง 3 ระดับ.....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.15 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในไส้กรอกสูตรควบคุมที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศแบบไม่จุ่มกรดแลคติกและจุ่มกรดแลคติก 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 นาที เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....33

4.16 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์ที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศแบบไม่จุ่มกรดแลคติกและจุ่มกรดแลคติก 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 นาทีเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....34

4.17 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู 30 เปอร์เซ็นต์ที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศแบบไม่จุ่มกรดแลคติกและจุ่มกรดแลคติก 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 นาทีเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....35

4.18 องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ.....36

4.19 องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้ทดแทนเนื้อหมู.....36

4.20 ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกสูตรควบคุม.....37

4.21 ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์.....38

4.22 ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู 30 เปอร์เซ็นต์.....39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	ขั้นตอนการผลิตไส้กรอก	16
4.1	ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ของไส้กรอกหมูรมควัน (A) ไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์ (B) และไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู 30 เปอร์เซ็นต์ (C) ที่กำลังขยาย 80X	30
4.2	ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ของไส้กรอกหมูรมควัน (A) ไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์ (B) และไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู 30 เปอร์เซ็นต์ (C) ที่กำลังขยาย 200X	31
จ. 1	ลักษณะแบตเตอร์ที่ทดแทนด้วยเต้าหู้อ่อน	59
จ. 2	ลักษณะไส้กรอกที่ทดแทนด้วยเต้าหู้อ่อน	59
จ. 3	ลักษณะแบตเตอร์ที่ทดแทนด้วยเต้าหู้แข็ง	60
จ. 4	ลักษณะไส้กรอกที่ทดแทนด้วยเต้าหู้แข็ง	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไส้กรอกประเภทอิมัลชัน (emulsion sausage) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการหมักเนื้อสัตว์กับเกลือบริโภคและเกลือไนเตรทหรือไนไตรท์ให้เกิดสีและรสชาติเฉพาะตัว แล้วจึงนำมาสับผสมรวมกับไขมันและน้ำแข็งเพื่อให้เกิดเป็นระบบอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำ(oil in water) โดยมีโปรตีนไมโอไฟบริลลาเป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ ในไส้กรอกมีไขมันอยู่ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะนุ่มมีเนื้อสัมผัสที่ดีแต่มีแคลอรี่สูง ถั่วเหลืองเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนอยู่มากเมื่อเทียบกับถั่วชนิดอื่น นอกจากนี้ยังประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณที่สูงถึง 85 เปอร์เซ็นต์และมี กรดไขมันจำเป็น คือไลโนเลอิค และ ไลโนเลนิค ในปริมาณที่สูงถึง 30-40 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ไขมันจากสัตว์มีกรดไขมันอิ่มตัวและคลอเรสเทอรอล ทำให้มีโอกาสเกิดโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด (Abiola and Adegbaju, 2001) มีการใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อย่างแพร่หลาย เนื่องจากช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่อ่อนนุ่ม และช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยโปรตีนถั่วเหลืองทำหน้าที่เช่นเดียวกับโปรตีนในเนื้อสัตว์ คือมีคุณสมบัติทำให้เกิดอิมัลชัน ความสามารถในการอุ้มน้ำ และการเกิดเจล (Zayas, 1997 ; Lin and Mei, 2000) อย่างไรก็ตามโปรตีนถั่วเหลืองสกัดทางการค้าที่นิยมใช้ส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศมีราคาแพง

เต้าหู้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการตกตะกอนน้ำนมถั่วเหลือง มีวิธีการผลิตการเตรียมที่ไม่ยุ่งยาก สามารถผลิตได้ทั้งในระดับครัวเรือนและอุตสาหกรรม เต้าหู้จะประกอบด้วยความชื้นประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนประมาณ 7.8 เปอร์เซ็นต์ ไขมันประมาณ 4.2 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 2 มิลลิกรัมต่อกรัม (Wang *et al.*, 1983 ; Schaefer and Love, 1992) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะทดลองใช้เต้าหู้ทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มอิมัลชันเนื้อสัตว์ที่ผู้บริโภคนิยมรับประทาน โดยมีจุดประสงค์ที่จะต้องการทดแทนให้ได้มากที่สุด โดยที่ผลิตภัณฑ์ยังคงมีกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสที่ผู้บริโภคยอมรับ ซึ่งจะเป็นประโยชน์กับผู้ที่ต้องการหลีกเลี่ยงเนื้อสัตว์หรือต้องการควบคุมปริมาณคลอเรสเตอรอล เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเต้าหู้ และลดต้นทุนการผลิตไส้กรอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ขอบเขตของการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงการใช้เต้าหู้อ่อนและเต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน โดยทำการศึกษาถึงคุณสมบัติทางกายภาพของแบตเตอร์ และศึกษาปริมาณของเต้าหู้ที่เหมาะสมที่นำมาทดแทนเนื้อหมู ตลอดจนปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสของไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้ทดแทนเนื้อหมู

1.3 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาปริมาณของเต้าหู้อ่อนและเต้าหู้แข็งที่เหมาะสมที่ใช้ทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน
2. ศึกษาวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสของไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้ทดแทนเนื้อหมู
3. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและอายุการเก็บของไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้ทดแทนเนื้อหมู

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการใช้เต้าหู้เพื่อทดแทนเนื้อสัตว์ในผลิตภัณฑ์อิมัลชัน
2. เพื่อลดต้นทุนในการผลิตไส้กรอกรมควัน
3. เป็นแนวทางในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเพื่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไส้กรอก

ไส้กรอกภาษาอังกฤษเรียกว่า sausage มาจากรากศัพท์ภาษาลาตินว่า Salsus หมายถึง เนื้อสัตว์ที่มีการเก็บรักษาโดยใช้เกลือ สำหรับภาษาเยอรมันมาจากคำว่า Wurst หมายถึง เนื้อที่เตรียมได้จากการบดละเอียดผสมเกลือ เครื่องเทศ และเครื่องปรุงรสอื่นๆบรรจุลงในไส้ อาจผ่านการรมควันและทำให้สุกหรือไม่ก็ได้ ความแตกต่างของไส้กรอกขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องเทศที่ใช้ ขนาดสัดส่วนของเนื้อและไขมัน ตลอดจนวิธีการทำ (เยาวลักษณ์, 2536)

2.2 กรรมวิธีการผลิตไส้กรอก

การผลิตไส้กรอกมีขั้นตอนการผลิตดังนี้ (เยาวลักษณ์, 2536)

2.2.1 นำเนื้อหมูหั่นเป็นลูกเต๋าขนาด 1x1 นิ้ว หมักโดยใช้เกลือป่นและผงเพรกคลุกให้เข้ากันบรรจุถุงแล้วแช่เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.2.2 การบดเนื้อและมันแข็ง บดเนื้อผ่านรูตะแกรงขนาด 1/8 นิ้ว เพื่อเพิ่มผิวสัมผัสของเนื้อหมูให้ง่ายต่อการสกัดโปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือ บดเนื้อหมูและมันแยกกันแล้วนำเนื้อบดและมันแข็งบดไปแช่เยือแข็งก่อนการสับผสม เป็นการลดอุณหภูมิระหว่างการสับผสมทำให้เกิดอิมัลชันที่ดี

2.2.3 การสับผสม เนื้อหมักบดแช่เยือกแข็งใส่ในเครื่องสับผสมที่หล่อเย็นแล้วเดินเครื่องสับผสม เติมเครื่องปรุงรส ส่วนผสมอื่นๆ และน้ำแข็งบดละเอียด ควบคุมอุณหภูมิของเนื้อสับไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส แล้วเติมมันหมูที่แช่เยือกแข็ง และเครื่องเทศลงไปสับผสมจนส่วนผสมเหนียวเป็นอิมัลชัน จะได้ส่วนผสมที่จับกันเป็นก้อนได้โดยไม่เหลวและ (batter) อิมัลชันในไส้กรอกเป็นอิมัลชันประเภทไขมันในน้ำ (oil in water emulsion) โดยมีอนุภาคไขมันเป็นตัวกระจาย (disperse หรือ discontinuous phase) ส่วนน้ำเป็นตัวแทรก (external หรือ continuous phase) ปกตินำ้กับไขมันไม่รวมกัน จึงต้องมีตัวช่วยในการรวมตัว (emulsifier) ได้แก่ โปรตีนไมโอซินที่ละลายได้ในเกลือทำหน้าที่ห่อเม็ดไขมันไว้ ทำให้เกิดส่วนที่ผสมลงตัว (colloidal suspension emulsion) สำหรับโปรตีนที่ทำหน้าที่นี้ได้จากการที่เนื้อแดงถูกตัดด้วยใบมีดในเครื่องสับผสม ทำให้มีขนาดเล็กลงโดยเกลือมีหน้าที่สกัดโปรตีนและเมื่อผสมไขมันหรืออิมัลชันที่เตรียมไว้ลงไปในเครื่องสับผสม โปรตีนที่ละลายออกมาจะเข้าหุ้มไขมันเอาไว้ การสับผสมเป็นเวลานานทำให้เกิดความร้อนจากการเสียดสีของเนื้อและเครื่องมือ ทำให้เม็ดไขมันแยกตัวได้ จึงต้องเติมน้ำแข็งลงไปเพื่อรักษาอุณหภูมิของส่วนผสมให้เย็นตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 การบรรจุไส้ นำส่วนผสมที่เป็นอิมัลชันแล้วมาบรรจุในกระบอกบรรจุไส้ นำไส้สวมเข้ากับปลายของกระบอกกรวย เดินเครื่องแต่ต้องระวังไม่ให้เดินโพรงอากาศระหว่างการบรรจุ จากนั้นนำมามัดเป็นท่อนๆไส้ที่ใช้บรรจุไส้กรอกมี 2 ชนิดดังนี้

2.2.4.1 ไส้เทียม (artifical casing) นิยมมากในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตไส้กรอก เนื่องจากผลิตได้ปริมาณมาก ราคาถูก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางให้เลือกตามความต้องการ ขนาดสม่ำเสมอและเก็บรักษาได้ง่าย มี 2 แบบคือ

ก . ไส้เทียมที่รับประทานได้ (edible artificial casing) ทำจากหนังสัตว์ (regenerated collagen) โดยสกัดด้วยสารละลายเบสและล้างน้ำ จากนั้นนำไปทำปฏิกิริยากับกรดให้เกิดการพองตัวและเหลวข้นเป็นเนื้อเดียวกัน จึงนำเข้าแบบผ่านเบสทำให้แห้งใช้มากกับ ไส้ที่มีขนาดเล็ก

ข. ไส้เทียมที่รับประทานไม่ได้ (inedible artificial casing) ทำจากเซลลูโลสที่สกัดจากเมล็ดฝ้าย คอลลาเจนที่ใช้บริโภคไม่ได้ และพลาสติก ไส้เทียมประเภทนี้มีความแข็งแรงทนทาน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ตั้งแต่ 1.5-15 เซนติเมตร

2.2.4.2 ไส้ธรรมชาติ (Natural casing) ได้จาก ไส้หมู ไส้แกะ ไส้วัว หลอดคอวัว กระเพาะหมู ไส้ติ่งวัว มีขนาดไม่สม่ำเสมอ เปื่อยและฉีกขาดง่าย ไม่ทนทาน เก็บรักษายาก ราคาแพง เมื่อบรรจุไส้กรอกจะมีรสชาติอร่อย กรอบ และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ

2.2.5 การรมควัน แขวนไส้กรอกบนราวในตู้อบ ไม่ควรวางไส้กรอกซ้อนทับกันเพราะจะทำให้ผิวของไส้กรอกที่ได้ไม่สม่ำเสมอ โดยทำการให้ความร้อนจากด้านล่าง ควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส โดยใช้วัสดุรมควันคือ ชานอ้อย วางลงบนตะแกรงเหนือเตาไฟ อบรมควันนานประมาณชั่วโมงจนผิวนอกของไส้กรอกมีสีน้ำตาลเหลือง

2.2.6 การทำให้สุก ต้มไส้กรอกในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เพื่อทำลายจุลินทรีย์บางส่วนที่เหลืออยู่ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ไส้กรอกเน่าเสีย และทำให้ผิวของไส้กรอกตึง เรียบ น่ารับประทาน และนำมาทำให้เย็นในน้ำผสมน้ำแข็งเป็นเวลา 10 นาที เป็นการลดความร้อนที่สะสมในชิ้นไส้กรอก และทำให้เนื้อภายในหดตัวอย่างรวดเร็ว ช่วยให้ลอกเปลือกได้ง่ายตัดไส้กรอกเป็นท่อนๆบรรจุในภาชนะเก็บรักษาในที่เย็นเพื่อรอการจำหน่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ส่วนประกอบของไส้กรอก

การเลือกส่วนประกอบต่าง ๆ ให้ถูกต้องและเหมาะสม เป็นปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพและต้นทุนการผลิตไส้กรอก ส่วนประกอบในการผลิตไส้กรอกมีดังนี้

2.3.1 เนื้อแดง (lean meat) เนื้อแดงที่ใช้อาจเป็นเนื้อหมู เนื้อไก่ หรือเนื้อวัว ซึ่งคุณภาพของเนื้อจะมีผลต่อคุณภาพของไส้กรอกด้วย หน้าที่ของเนื้อสัตว์ในการทำไส้กรอกคือให้คุณค่าทางอาหาร โดยเฉลี่ยแล้วเนื้อสัตว์จะมีโปรตีนประมาณ 18-20 เปอร์เซ็นต์ให้ลักษณะเนื้อสัมผัสเนื่องจากโปรตีนจับตัวเป็นก้อน (coagulate) เมื่อถูกความร้อนเป็นลักษณะกึ่งแข็ง (semi-solid) และโปรตีนจะทำหน้าที่ห่อหุ้มไขมันและตรึงน้ำในส่วนผสมไม่ให้แยกจากกันทั้งก่อนและหลังให้ความร้อน ซึ่งเป็นลักษณะเนื้อที่สำคัญของไส้กรอกบางชนิด นอกจากนี้เนื้อสัตว์ยังมีไมโอโกลบิน(myoglobin) ซึ่งเป็นสารให้สีแดงในเนื้อสัตว์จะเป็นตัวให้สีที่สำคัญของไส้กรอก

2.3.2 ไขมัน (fat) ไขมันช่วยให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสและลักษณะทางกายภาพด้านกลิ่นรส หรือความรู้สึกระหว่างอยู่ในปาก รสชาติ และกลิ่นที่ดี ทำให้ไส้กรอกมีลักษณะปรากฏที่ดี มีความน่ารับประทาน เนื้อสัมผัสที่ดีคือมีเนื้อนุ่ม เกิดการหล่อลื่น และช่วยให้รู้สึกว่าฉ่ำ ไขมันทำหน้าที่เป็นสารตัวนำในการพัฒนากลิ่นรสของสารพวกชอบไขมัน (lipophilic) ไขมันมีบทบาทเป็นแหล่งวิตามินที่ละลายในไขมัน กรดไขมันที่จำเป็นและเป็นแหล่งพลังงานไขมันมีค่าพลังงาน 9 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม (Lucca และ Tepper, 1994 ; Akon, 1998)

2.3.3 เครื่องปรุงรส

2.3.3.1 เกลือ (NaCl , Sodium Chloride) เกลือทำหน้าที่ให้รสชาติแก่ผลิตภัณฑ์ ช่วยลดวอเตร์แอกทิวิตี (water activity) และทำให้แรงดันออสโมติกของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไป ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีลดลงมีผลให้จุลินทรีย์ลดการเจริญเติบโต ทำหน้าที่ละลายโปรตีนจากเนื้อสัตว์ โดยเฉพาะโปรตีนไมโอซินซึ่งโปรตีนชนิดนี้จะทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ในไส้กรอก

2.3.3.2 น้ำตาล (Sugar) น้ำตาลทำหน้าที่ให้รสชาติ ทำให้ความเค็มของอาหารลดลง ช่วยลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีในผลิตภัณฑ์

2.3.3.3 เครื่องเทศ (Spice) เครื่องเทศในไส้กรอกที่ต่างชนิดกัน จะมีเครื่องเทศผสมอยู่ในปริมาณที่แตกต่างกัน เครื่องเทศที่เติมลงไปเพื่อช่วยเพิ่มกลิ่นรส ได้แก่ พริกไทย น้ำมันหอมระเหยพวก piperine, chavicine, piperamine, cryptone สารให้กลิ่นในลูกผักชี สารให้กลิ่นในกระเทียม นอกจากจะให้กลิ่นรสแล้วยังพบว่ามีผลต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บางส่วนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.4 ไนเทรตและไนไทรต์ (Nitrite and Nitrate) เป็นสารป้องกันการหืน (antioxidant) และยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะ *Clostridium botulinum* และช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสีสวย น่ารับประทาน การใช้ไนเทรตไนไทรต์จะต้องคำนึงถึงปริมาณของอนุมูลไนไทรต์ที่จะตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ด้วย เนื่องจากไนไทรต์จะสามารถรวมตัวกับสารประกอบเอมีน (amine) เกิดเป็นสารประกอบไนโตรซามีน (nitrosamine) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลองหลายชนิด (เรณูและคณะ, 2543) โดยทั่วไปแล้วปริมาณสารไนไทรต์ที่ใส่ลงในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอยู่ที่ระดับ 100-300 ส่วนในล้านส่วน (Hautzinger, 1999) แต่ปริมาณสารไนไทรต์ที่ใส่ลงในอาหารและที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าปลอดภัยไม่ควรเกิน 120 ส่วนในล้านส่วน (เรณูและคณะ, 2543)

2.3.3.5 แอสคอร์เบตหรืออิริโทรเบต (Ascobate or Erythorbate) ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาของไนไทรต์ให้ทำงานเร็วขึ้น ทำให้สีที่เกิดจากไนไทรต์อยู่ตัวนานขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยยับยั้งการเกิดสารก่อมะเร็งจากไนโตรซามีนอีกด้วย

2.3.3.6 ฟอสเฟต (Phosphate) ฟอสเฟตทำหน้าที่เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อสัตว์ ทำให้เกิดการรวมตัวกันดี ลดปฏิกิริยาการหดตัวของเนื้อสัตว์หลังต้ม ลดปฏิกิริยาการเหม็นหืน ผลิตภัณฑ์มีความชื้นและไขมันคงตัวดีขณะต้มหรือรมควัน ไส้กรอกที่ผสมฟอสเฟตจะมีลักษณะเนื้อแน่น แต่ถ้าใส่มากเกินไปจะมีรสคล้ายสบู่ จึงเป็นการจำกัดระดับการใช้ฟอสเฟตในปริมาณสูง นิยมใช้โซเดียมไพโรฟอสเฟต (Sodium pyrophosphate) (เยาวลักษณ์, 2536) ในทางการค้าได้ผลิตสารประกอบฟอสเฟตในรูปของผสมและใช้ชื่อต่างกัน เช่น Fos, Accord, Fitcord เป็นต้น

2.3.3.7 น้ำ (Water) นิยมเติมน้ำในรูปน้ำแข็งเพื่อควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการสับผสมหรือสับนวด น้ำเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งที่ต้องเติมลงในส่วนผสมของไส้กรอก น้ำจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการที่จะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอกนุ่มและชุ่มฉ่ำ อีกทั้งยังทำให้เกลือและส่วนผสมอื่น ๆ ละลายและกระจายตัวได้ดี อิมัลชันคงตัวดีช่วยให้การบรรจุง่าย และน้ำจะช่วยทดแทนการสูญเสียน้ำระหว่างการผลิตและการให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การตรวจสอบคุณภาพของไส้กรอก

การตรวจสอบคุณภาพของไส้กรอกตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2547) ได้กำหนดการตรวจสอบคุณภาพไส้กรอกดังนี้

2.4.1 การตรวจสอบจุลินทรีย์

ในการตรวจสอบจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในไส้กรอกใช้วิธีทดสอบจุลินทรีย์ตาม Association of Official Analytical Chemists หรือ Bacteriological Analytical Manual หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

2.4.1.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

2.4.1.2 ซาโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

2.4.1.3 สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

2.4.1.4 คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม

2.4.1.5 เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

2.4.1.6 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

2.4.2 การตรวจสอบทางกายภาพ

ลักษณะทั่วไป เกณฑ์ที่ใช้กำหนดนั้น ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงเดียวกัน และมีขนาดใกล้เคียงกัน มีผิวเรียบไม่ฉีกขาด

สี เกณฑ์ที่ใช้กำหนดนั้น ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ สม่ำเสมอกันตลอดทั้งชิ้น ไม่มีสีผิดปกติ เช่น สีเขียวคล้ำ สีดำ

กลิ่นรส เกณฑ์ที่ใช้กำหนด ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่น ที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นคาว กลิ่นเหม็นบูด รสเปรี้ยว

ลักษณะเนื้อ เกณฑ์ที่ใช้กำหนด ต้องเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีโพรงอากาศ มีความนุ่ม ยืดหยุ่น คงรูป และไม่มีการแยกตัวของหยดน้ำหรือน้ำมันออกจากเนื้อไส้กรอกหมู

สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น กระดูก เส้นผม ขนสัตว์ ดินทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

2.4.3 การตรวจสอบทางเคมี

การตรวจสอบทางเคมีของไส้กรอกใช้วิธีทดสอบตาม Association of Official Analytical Chemists หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

2.4.3.1 โปรตีน ต้องไม่น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

2.4.3.2 ไขมัน ต้องไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.3 วัตถุเจือปนอาหาร

ห้ามใช้วัตถุกันเสียและสีทุกชนิด

หากมีการใช้ฟอสเฟตในรูปของโมโน-, ไค- และโพลิของเกลือโซเดียมหรือเกลือโพแทสเซียมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกัน (คำนวณเป็น P_2O_5 จากฟอสฟอรัสทั้งหมด) ต้องไม่เกิน 3000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

โซเดียมไนเทรตหรือโพแทสเซียมไนเทรต (คำนวณเป็นโซเดียมไนเทรต) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หรือโซเดียมไนไทรต์หรือโพแทสเซียมไนไทรต์ (คำนวณเป็นโซเดียมไนไทรต์) ไม่เกิน 125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถ้าใช้โซเดียมไนไทรต์หรือโพแทสเซียมไนไทรต์ หรือโซเดียมไนเทรตหรือโพแทสเซียมไนเทรตรวมกัน ต้องไม่เกิน 125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2.5 เต้าหู้

เต้าหู้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่คนเอเชียรู้จัก และบริโภคมาเป็นระยะเวลานาน และเป็นแหล่งอาหารที่ดีของโปรตีนซึ่งมีราคาถูกและย่อยง่าย เต้าหู้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการตกตะกอนโปรตีนโดยสารตกตะกอน สารตกตะกอนที่นิยมได้แก่ $MgSO_4.7H_2O$, $CaSO_4.2H_2O$, $CaCl_2.H_2O$ และ กลูโคโนแอลฟาแลคโตน (Glucono- δ–lactone) เต้าหู้ในแต่ละประเทศมีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น ประเทศจีนเรียกว่า Teou fu หรือ tou fu เกาหลีเรียก Tubu ส่วนในญี่ปุ่นเรียก Tofu ซึ่งมีการบริโภคกันปริมาณมากจนถือได้ว่าเป็นอาหารหลักอย่างหนึ่ง และมีการแบ่งเต้าหู้ออกเป็น 2 ชนิดคือ Momen Tofu ซึ่งเป็นเต้าหู้ที่มีการกำจัดน้ำเวย์ออกจากตะกอนของโปรตีน และ Kinugoshi-Tofu เป็นเต้าหู้ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสอ่อนกว่า เนื่องจากไม่มีการกำจัดน้ำเวย์ออกจากตะกอนของโปรตีน (น้ำทิพย์ วงษ์ประทีป, 2540)

เต้าหู้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากคลอเรสเตอรอลและเป็นอาหารที่มีพลังงานต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ (Hideo และ Kawassaki, 1990) เต้าหู้มีคุณภาพดี จะต้องมีลักษณะเนื้อสัมผัสนิ่ม เรียบ แน่น เกาะติดกัน ไม่เป็นยาง (rubbery) และแข็งเกินไป ดังนั้นลักษณะเนื้อสัมผัสของเต้าหู้จึงเป็นสิ่งสำคัญและมีผลต่อคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภค สภาวะต่างๆในการผลิตเต้าหู้ เช่น อุณหภูมิ ชนิดและความเข้มข้นของสารที่ช่วยให้แข็งตัว การคน และอัตราส่วนระหว่างน้ำกับถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ จะทำให้คุณภาพและผลผลิตเต้าหู้แตกต่างกันด้วย (Lim *et al.*, 1990)

ลักษณะของเต้าหู้ในประเทศไทยมีลักษณะเนื้อสัมผัสแตกต่างกันไปขึ้นกับ กระบวนการผลิต โดยเต้าหู้สามารถผลิตให้มีลักษณะแตกต่างโดยการปรับปริมาณความชื้น เช่น เต้าหู้ที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ 87-90 เปอร์เซ็นต์ จะมีผิวเรียบและอ่อนนุ่ม ส่วนเต้าหู้ที่มีปริมาณน้ำ 50-60 เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะแข็งและมีลักษณะเนื้อสัมผัสคล้ายเนื้อสัตว์ นอกจากนี้ชนิดของสารตกตะกอนก็จะส่งผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของเต้าหู้ต่างกัน ส่วนรูปร่างและขนาดของเต้าหู้ขึ้นกับความแตกต่างของพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือภาชนะที่ใส่ เต้าหู้ที่มีคุณภาพดีต้องไม่มีกลิ่น รสจืด และมีสีขาว (อุดม กาญจนปกรณ์ชัย และสมชาย ประภาวัติ, 2519) คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์เต้าหู้ชนิดต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ (ปริมาณ 100 กรัม)

	เต้าหู้แข็ง	เต้าหู้ขาวอ่อน	ฟองเต้าหู้
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	135	63	461
ไขมัน (กรัม)	8.1	4.1	28.4
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	6.0	0.4	14.9
ไฟเบอร์ (กรัม)	-	0.1	0.1
โปรตีน (กรัม)	12.5	7.9	47
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	188	150	245
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	222	104	494
เหล็ก (มิลลิกรัม)	5.6	2.2	9.5
วิตามินเอ (มิลลิกรัม)	42	-	-
วิตามินบี1 (มิลลิกรัม)	-	10.4	0.42
วิตามินบี2 (มิลลิกรัม)	0.14	0.02	0.16
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	-	-	-
ไนอาซิน (มิลลิกรัม)	0.5	0.4	1.5

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย (2530)

การแบ่งประเภทของเต้าหู้ในปัจจุบัน มีเต้าหู้มากมายไม่ว่าจะเป็นเต้าหู้ขาว เต้าหู้เหลือง ทั้งชนิดอ่อนและแข็ง มีแบบจีนและแบบญี่ปุ่น จะเป็นเต้าหู้ที่ไม่ปรุงแต่งรสชาติเหมือนเต้าหู้จีน แล้วยังมีเต้าหู้หลอด ฟองเต้าหู้

เต้าหู้อ่อน เป็นเต้าหู้ที่มีเนื้ออ่อนนุ่ม มีสีขาวนวลกลิ่นหอม มีทั้งแบบก้อนบางและก้อนหนาให้เลือก นิยมนำมาใส่แกงจืด สุกี้ยากี้เป็นต้น

เต้าหู้แข็ง เป็นเต้าหู้ที่มีเนื้อแข็ง สีขาวนวลออกครีม ๆ เป็นก้อนสี่เหลี่ยม มีความหนาประมาณ 1 เซนติเมตร เหมาะสำหรับทำอาหารหลายชนิด อย่างยำ ลาบ แกง ผัด อาหารจานเดียวอย่างผัดไทย

เต้าหู้เหลือง ทั้งชนิดอ่อนและแข็ง มีเปลือกสีเหลือง เนื้อสีขาวนวล รสเด็มกว่าเต้าหู้ขาว เป็นเต้าหู้ปรับปรุงใหม่ โดยนำก้อนเต้าหู้ไปแช่ในน้ำเกลือ แล้วนำไปจุ่มสีเหลืองหรือขมิ้นเพื่อให้รู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าเต้าหู้ชนิดนี้มีรสเค็มและยืดอายุการเก็บอาหารเหมาะสำหรับทำอาหารอย่าง ทอด ผัด แกง

เต้าหู้หลอด เป็นเต้าหู้อ่อนอีกชนิดหนึ่งที่มีกรรมวิธีการผลิตที่ทันสมัยยิ่งขึ้น บรรจุลงในหลอดพลาสติก เพื่อความ สะอาด เก็บได้นานสะดวกเวลาใช้ มีทั้งชนิดธรรมดาและชนิดไข่ นิยมนำมาใส่แกงจืด สุกี้ยากี้ เต้าหู้อบ เต้าหู้ตุ๋น เป็นต้น

ฟองเต้าหู้ เป็นสิ่งที่ได้จากการต้มน้ำเต้าหู้ (น้ำนมถั่วเหลือง) ต้มจนมีความเข้มข้นจนผิวหน้าของเต้าหู้จับตัวกันเป็นแผ่น สามารถนำมารับประทานได้เลยโดยใส่ในแกงจืด ฟองเต้าหู้ชนิดนี้เป็นแบบเปียก ถ้าแบบแห้งต้องนำฟองเต้าหู้ที่ได้ไปตากหรืออบจนแห้ง มีทั้งแบบแผ่นใหญ่ที่คนจีนเรียกว่า หู่เมาะ นิยมนำไปห่ออาหาร เช่น แฮ่กึ๋น หอยจ๊อ เปาะเปี๊ยะ ผัก และแบบเป็นชิ้นเล็กเรียกว่า หู่กี่ นิยมใส่แกงจืด ผัดโป๊ยเซียน นำไปอบทอดกรอบแล้วทำเป็นผัดขิง

2.6 การเติมผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

Frank และ Circle (1958) ได้ทดลองใช้โปรตีนถั่วเหลืองชนิดไอโซเลททำไส้กรอกโดยไม่ผสมเนื้อเลย พบว่าไส้กรอกมีลักษณะดี แต่ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณไขมันและอัตราส่วนระหว่างความชื้นต่อโปรตีน และพบว่าในสภาพของสารละลายโปรตีนถั่วเหลือง จะทำหน้าที่เป็นตัวช่วยให้เกิดอิมัลชันที่ดีมาก โดยในสภาพที่เป็นเจล จะเกิดเป็นตาข่ายช่วยหุ้มไขมัน น้ำ และสารอื่น ๆ ไว้ ถึงแม้ไส้กรอกจะมีลักษณะดีแต่ก็มีกลิ่นถั่วแรง

Inklaar และ Fortuin (1965) พบว่าในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อิมัลชัน ไขมันจะแยกตัวออกมา 8.2 เปอร์เซ็นต์เมื่อไม่ได้เติมโปรตีนจากแหล่งอื่น แต่เมื่อเติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด ลงไปเพียง 2 เปอร์เซ็นต์ ไขมันจะแยกตัวออกมาเพียง 0.4 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น และเมื่อเติมโซเดียมคาร์ซิเนทลงไป 2 เปอร์เซ็นต์ ไขมันจะแยกตัวออกมา 2.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการที่ไขมันแยกตัวออกมานั้นเป็นลักษณะที่ไม่ดีของอิมัลชัน

Rogov และคณะ (1982) พบว่าไส้กรอกที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัดเพื่อทดแทนเนื้อสัตว์ระดับ 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ นั้น มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีกว่าไส้กรอกที่ไม่ได้เติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด แต่ทางคุณค่าทางอาหารและปริมาณกรดอะมิโนพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทั้งในตัวอย่างไส้กรอกที่เติมและไม่เติมโปรตีนถั่วเหลืองชนิดไอโซเลท

Lecomte และคณะ (1993) ศึกษาการใช้โปรตีนในรูปของแป้งถั่วเหลือง โปรตีนเข้มข้นและโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง ในผลิตภัณฑ์แฟรงเฟอร์เตอร์ โดยเติมในลักษณะที่เป็นผงและพรีอิมัลชัน พบว่าการเติมโปรตีนถั่วเหลืองจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณโปรตีนและความชื้นมากกว่าตัวอย่างควบคุม โดยการเติมโปรตีนถั่วเหลืองจะช่วยให้มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำ และปริมาณผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้สัดส่วนของปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rahardjo และคณะ (1994) ศึกษาการใช้นมถั่วเหลืองผงในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมู โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่มีการเติมคาราจีแนน พบว่าเมื่อเติมนมถั่วเหลืองผงในไส้กรอกหมู 3 เปอร์เซ็นต์ของส่วนผสม จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมูที่ได้มีปริมาณไขมันน้อยกว่าตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่มีการเติมคาราจีแนน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณโปรตีน และความชื้นสูงขึ้น เนื่องจากเมื่อเติมนมถั่วเหลืองผงในผลิตภัณฑ์จะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการอุ้มน้ำมากขึ้นจึงทำให้มีปริมาณความชื้นมากขึ้น และสัดส่วนของไขมันในสูตรที่เติมนมถั่วเหลืองลดลง

Kai – Lai และคณะ (1997) ศึกษาการเติมผงเต้าหู้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์เพื่อทดแทนไขมันบางส่วน โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมสูตรปกติและแฟรงเฟอร์เตอร์สูตรไขมันต่ำ พบว่าแฟรงเฟอร์เตอร์ที่เติมผงเต้าหู้มีปริมาณโปรตีนเพิ่มมากขึ้น เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ตัวอย่างสูตรปกติและตัวอย่างสูตรปกติที่เติมผงเต้าหู้มีลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่น รส สี และการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างกัน ส่วนสูตรไขมันต่ำและสูตรไขมันต่ำที่เติมผงเต้าหู้มีกลิ่นรสไม่แตกต่างกัน ผู้ทดสอบมีความชอบสีของสูตรไขมันต่ำมากกว่าสูตรไขมันต่ำที่มีการเติมผงเต้าหู้ เนื่องจากผงเต้าหู้ที่ลงในผลิตภัณฑ์มีสีขาวทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีซีดลง และผู้ทดสอบชอบเนื้อสัมผัสของสูตรไขมันต่ำที่มีการเติมผงเต้าหู้มากกว่าสูตรไขมันต่ำปกติ จึงทำให้ผู้ทดสอบให้การยอมรับโดยรวมของสูตรไขมันต่ำที่เติมผงเต้าหู้มากกว่าสูตรไขมันปกติ

Kai – Lai และคณะ (1997) ศึกษาการเติมผงเต้าหู้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเพื่อทดแทนไขมันบางส่วนโดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ได้แก่ สูตรปกติ สูตรไขมันต่ำ และตัวอย่างที่มีการเติมคาราจีแนน พบว่าตัวอย่างที่มีการเติมผงเต้าหู้จะส่งผลให้ไส้กรอกมีปริมาณโปรตีนและมีปริมาณความชื้นสูงขึ้น จึงทำให้มีสัดส่วนของปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Jeng และคณะ (1998) ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าตัวอย่างที่มีการเติมผงเต้าหู้ 3 เปอร์เซ็นต์ จะมีลักษณะเนื้อสัมผัส ความฉ่ำน้ำ และการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างกับตัวอย่างสูตรไขมันต่ำ ส่วนลักษณะด้านกลิ่นรส ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การศึกษาลักษณะทางเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture profile analysis : TPA) พบว่าค่าความแข็ง (Hardness) ความเกาะตัวกัน (Cohesiveness) ความยืดหยุ่น (Springiness) ความหนืบ (Gumminess) และความบดเคี้ยว (Chewiness) ของไส้กรอกที่มีการเติมผงเต้าหู้จะให้ค่าดังกล่าวสูงกว่าไส้กรอกหมูสูตรปกติ สูตรไขมันต่ำที่มีการเติมคาราจีแนน และสูตรไขมันต่ำ

Jeng และคณะ (1998) ศึกษาการเติมผงเต้าหู้เพื่อทดแทนเนื้อสัตว์และไขมันบางส่วนในโบโลญ่าโดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม และตัวอย่างที่เติมโปรตีนเข้มข้น พบว่าเมื่อเติมเต้าหู้และโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นจะส่งผลให้โบโลญ่ามีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น และมีความชื้นมากกว่าตัวอย่างควบคุม โปรตีนที่เติมลงไปในรูปของเต้าหู้จะช่วยให้โบโลญ่ามีคุณสมบัติการเกิดอิมัลชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และความสามารถในการอุ้มน้ำของโบโลญ่าดีขึ้น เมื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าโบโลญ่าที่มีการเติมเต้าหู้ 31.6 เปอร์เซ็นต์ มีความเหนียวและกลิ่นถั่วมากกว่าตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่มีการเติมผงเต้าหู้ 15.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่มีการเติมผงเต้าหู้มีความเหนียวและกลิ่นถั่วที่ไม่แตกต่างกัน ส่วนโบโลญ่าที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นส่งผลให้โบโลญ่ามีกลิ่นถั่วแรงกว่าตัวอย่างอื่น ๆ

Lin และ Mei (2000) ศึกษาการเติมกัม และโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (SPI) ในผลิตภัณฑ์ meat batter โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65.5 องศาเซลเซียส พบว่าการเติมกัม และ SPI ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณผลผลิตสูงขึ้น เนื่องจากกัม และ SPI ช่วยให้ผลิตภัณฑ์สามารถอุ้มน้ำไว้ได้มากขึ้น และการเติม SPI จะช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ผลิตภัณฑ์ โดยทำให้มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสัดส่วนของปริมาณไขมันลดลง ซึ่ง Lin และ Mei (2000) กล่าวว่าการเติมโปรตีนถั่วเหลืองจะช่วยทำให้คุณสมบัติด้านความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น ส่งผลให้มีปริมาณไขมันลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Jeng และคณะ (1998)

สุพรรณิการ์ วิลาวรรณ และ มลศิริ วีโรทัย (2540) ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูสูตรที่เติมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและผงเต้าหู้โดยแยกตะกอนด้วยเซนทริฟิวจ์ พบว่าผู้ทดสอบไม่สามารถบอกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์หมูที่เติมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและผงเต้าหู้ได้ เมื่อทำการทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์ที่เติมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง และผงเต้าหู้ไม่มีความแตกต่างกัน

วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์ (2545) ศึกษาการนำผงเต้าหู้ไปเตรียมให้อยู่ในรูปของ Pre-emulsion เพื่อเติมลงในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู พบว่าอัตราส่วนของผงเต้าหู้ : น้ำ : น้ำมัน ที่ 1 : 1 : 0.75 จะให้อิมัลชันที่มีความคงตัวดีที่สุดและสามารถเติมลงสูตรลูกชิ้นหมูได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเนื้อหมู โดยที่คะแนนความชอบรวมจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับตัวอย่างลูกชิ้นหมูสูตรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 เนื้อหมูส่วนสะโพก จากตลาดสดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3.1.2 มันหมูแข็ง จากตลาดสดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3.1.3 น้ำแข็งบด จากตลาดสดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3.1.4 เต้าหู้อ่อน ตราโมเมน (บริษัท บุญเจริญ โภคภัณฑ์ จำกัด, ประเทศไทย)

3.1.5 เต้าหู้แข็ง ตราอังกี่ (บริษัท โซย่า ฟูดส์ จำกัด, ประเทศไทย)

3.1.6 น้ำตาลทราย ตรามิตรผล (บริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด, ประเทศไทย)

3.1.7 เกลือป่น ตราปรุงทิพย์ (บริษัท อุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด, ประเทศไทย)

3.1.8 ผงเพรกหรือเกลือผสมไนไตรท์, NaCl : Sodium nitrite (99.5 : 0.5)
(บริษัท Food EQ จำกัด, ประเทศไทย)

3.1.9 พริกไทยป่น ตราง่วนสูน (บริษัท ง่วนสูน (1974) เยาวราช จำกัด, ประเทศไทย)

3.1.10 กระเทียมผง ตราง่วนสูน (บริษัท ง่วนสูน (1974) เยาวราช จำกัด, ประเทศไทย)

3.1.11 ดอกจันทน์ป่น จากตลาดสดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3.1.12 อบเชยป่น ตราง่วนสูน (บริษัท ง่วนสูน (1974) เยาวราช จำกัด, ประเทศไทย)

3.1.13 ลูกผักชีป่น ตราง่วนสูน (บริษัท ง่วนสูน (1974) เยาวราช จำกัด, ประเทศไทย)

3.1.14 ไข่ขาวผง (บริษัท Food EQ จำกัด, ประเทศไทย)

3.1.15 สารฟอสเฟต (บริษัท Food EQ จำกัด, ประเทศไทย)

3.1.16 ถ่านไม้ จากตลาดสดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3.1.17 ชานอ้อย จากตลาดสดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3.1.18 ไส้คอลลาเจนเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 มิลลิเมตร (บริษัท Nippi.incorporated Tokyo, Japan)

3.1.19 กลิ่นรสหมู Atis YE 300 yeast extract (บริษัท อดินพ จำกัด, ประเทศไทย)

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1อุปกรณ์ในการเตรียมไส้กรอก

- เครื่องชั่งชนิดหยาบ — Ohaus Corp, USA
- เครื่องชั่งชนิดละเอียด — Ohaus Corp, USA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องบดละเอียด
- เครื่องสับผสม
- เครื่องบรรจุไส้
- เทอร์โมมิเตอร์
- นาฬิกาจับเวลา
- เตาแก๊ส
- ตู้อบรมควัน

3.2.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำและความคงตัวของอิมัลชัน

- เครื่องหมุนเหวี่ยง (Allegra X-12R Centrifuge) Beckman Coulter
- อุปกรณ์เครื่องแก้ว pyrex
- นาฬิกาจับเวลา
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) Memmert WB 29
- ตู้อบสำหรับวิเคราะห์ความชื้น (Hot Air Oven) Memmert UM 400

3.2.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง

- เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง Mettle Toledo MP 220
- เครื่องปั่นผสม (Blender) Moulinex
- อุปกรณ์เครื่องแก้ว Pyrex

3.2.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์สี

- เครื่องวัดสี Minolta CR-300

3.2.4 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- จานและแก้วน้ำพลาสติก
- แบบทดสอบ

3.2.5 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) JAPA TA-XT2

3.2.6 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

- เครื่องวิเคราะห์โปรตีน(Kjeldahl) Buchi B316
- เครื่องวิเคราะห์ไขมัน (Soxhlet) Gerhardt SE3A/S306A
- เครื่องวิเคราะห์เถ้า (furnace) carbolite-CWF 11/13
- ตู้อบสำหรับวิเคราะห์ความชื้น (Hot Air Oven) Memmert UM 400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

- อุปกรณ์เครื่องแก้ว	Pyrex
- Autoclave	Tomy SS-325, Japan
- ตู้บ่มเพาะเชื้อ	Kendo Laboratory products, German
- Stomacher	AES Laboratory, France
- ตู้อบสำหรับวิเคราะห์ความชื้น (Hot Air Oven)	Memmert ENT 600

3.3 สถานที่ดำเนินงาน

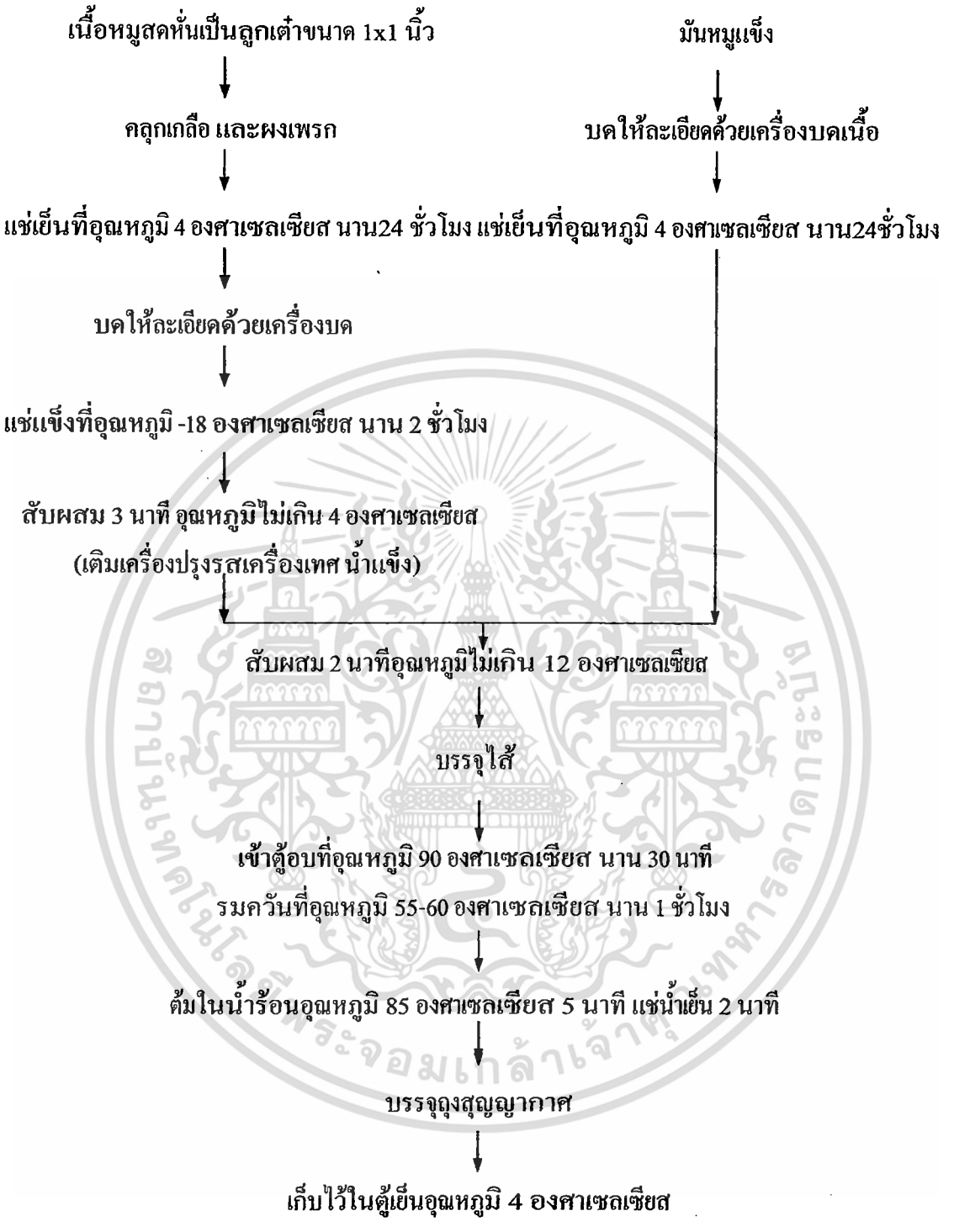
ห้องปฏิบัติการโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 วิธีการผลิตและสูตรการผลิตไส้กรอกรมควัน

การผลิตไส้กรอกรมควันมีขั้นตอนการผลิตดัดแปลงตามวิธีของเยาวลักษณ์(2536) ดังแสดงในภาพที่ 3.1 โดยใช้เนื้อหมูบดซึ่งผ่านขั้นตอนการแช่เย็นมาแล้ว นำมาสับละเอียดแล้วใส่ส่วนผสมในปริมาณตามตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตไส้กรอกรมควัน

ดัดแปลงมาจาก : เยาวลักษณ์ (2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 3.1 สูตรในการผลิตไส้กรอกรมควัน

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)
เนื้อหมู	800
มันแข็ง	200
น้ำแข็งป่น	240
เกลือ	15
ผงเพรก	3.75
ฟอสเฟต	5
ไข่ขาวผง	15
กระเทียมผง	5
ลูกผักชีป่น	1.5
ดอกจันทน์ป่น	1.5
อบเชยป่น	1
พริกไทยป่น	5
น้ำตาล	8

ดัดแปลงมาจาก : เยาวลักษณ์ (2536)

3.4.2 ศึกษาผลของการใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน

3.4.2.1 ศึกษาปริมาณเต้าหู้อ่อนที่เหมาะสมเพื่อทดแทนเนื้อหมูในไส้กรอกรมควัน

จากสูตรการทำไส้กรอกควบคุมตารางที่ 3.1 ทดแทนเนื้อหมูด้วยเต้าหู้อ่อนที่ปริมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ 40 เปอร์เซ็นต์ และ 45 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเนื้อหมู และปรับปริมาณน้ำแข็งที่ใช้ตามเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเต้าหู้อ่อนเพื่อให้ปริมาณของน้ำสุดท้ายเท่ากันกับสูตรควบคุม ผลิตไส้กรอกรมควันตามภาพที่ 3.1 โดยสับผสมเต้าหู้ไปพร้อมกับเนื้อหมูและมันแข็ง ในระหว่างการดำเนินงานช่วงสับละเอียดเพื่อให้เกิดอิมัลชันนั้น นำแบตเตอร์ที่ได้มาวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ตามวิธีในข้อ 1 ถึง 3 คำนวณผลผลิตที่ได้ และนำผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเต้าหู้อ่อนที่ผลิตได้นำมาทดสอบค่าต่าง ๆ ตามวิธีในข้อ 4 ถึง 7

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์แบตเตอร์และผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
83891

1 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้วิธีของ Bloukas และคณะ (2000) เพื่อหาค่าความเป็นกรด-ด่างของแบตเตอร์

2 วิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำโดยใช้วิธีของ Hughes และคณะ(1997)เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของปริมาณของเหลวทั้งหมดที่แยกได้จากแบตเตอร์ (total expressible fluid)

3 วิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักภายหลังการทำสุกโดยใช้วิธีของ Crehan และคณะ (2000) เพื่อหาค่าสูญเสียน้ำหนักของไส้กรอก

4 การวัดค่าสีด้วย Minolta, CR-300

5 วัดคุณภาพของเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer รุ่นTA-XT2I) โดยดัดแปลงวิธีของ Fox และคณะ (1983)

6 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้วิธีทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) โดย 9 คือชอบมากที่สุด และ 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด จำนวนผู้ทดสอบ 20 คนโดยประเมินผลในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม วางแผนการทดลองการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบ Randomized Complete Block Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.4.2.2 การปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู

เลือกตัวอย่างที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.2.1 มาปรับปรุงคุณภาพกลิ่นรส โดยการเติมผงปรุงแต่งกลิ่นหมู (pork flavor) 3 ระดับ 0.3 เปอร์เซ็นต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักวัตถุดิบรวม ทำการทดสอบประสาทสัมผัสตามวิธีการในข้อ 3.4.2.1 (ข้อ 6)

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.4.2.3 การปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู

เลือกตัวอย่างที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.2.2 มาปรับปรุงเนื้อสัมผัสโดยการเติมแป้งมันสำปะหลัง 3 ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ 2 เปอร์เซ็นต์ และ 3 เปอร์เซ็นต์ ต่อน้ำหนักของเนื้อหมูวิเคราะห์โครงสร้างสามมิติด้วยการถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) ดัดแปลงตามวิธีของ Iwasaki และคณะ(2006) ดังภาคผนวก ง. ตรวจสอบเนื้อสัมผัสของไส้กรอกที่ผลิตได้ในข้อ 3.4.2.1 (ข้อ 5) และตรวจสอบทางประสาทสัมผัสตามวิธีการในข้อ 3.4.2.1 (ข้อ 6) เพื่อเลือกสูตรที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.4.3 ศึกษาผลของการใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน

3.4.3.1 ศึกษาหาปริมาณของเต้าหู้แข็งที่ใช้แทนเนื้อหมู

จากสูตรการทำไส้กรอกควบคุมข้อ 3.4.1 ทดแทนเนื้อหมูด้วยเต้าหู้แข็งที่ปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ 35 เปอร์เซ็นต์ และ 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเนื้อหมู ผลิตไส้กรอกตามภาพที่ 3.1 ในระหว่างการดำเนินงานช่วงสับละเอียดเพื่อให้เกิดอิมัลชันนั้น นำแบตเตอร์และนำผลิตภัณฑ์ ไส้กรอกที่ทดแทนด้วยเต้าหู้แข็งมาทดสอบค่าต่าง ๆ ตามวิธีในข้อ 3.4.2.1 เช่นเดียวกับกรณีของเต้าหู้อ่อนทุกประการ พร้อมทั้งคำนวณผลผลิตที่ได้

วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.4.3.2 การปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู

เลือกตัวอย่างที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.3.1 มาทำการปรับปรุงคุณภาพกลิ่นรส โดยการเติมกลิ่นหมู (flavor) 3 ระดับ 0.3 เปอร์เซ็นต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ ต่อน้ำหนักวัตถุดิบรวม ทำการทดสอบประสาทสัมผัสตามวิธีการในข้อ 3.4.2.1 (ข้อ 6)

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.4.3.3 การปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู

เลือกตัวอย่างที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.3.2 มาทำการปรับปรุงเนื้อสัมผัสโดยการเติมแป้งมันสำปะหลัง 3 ระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ 1.0 เปอร์เซ็นต์ และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเนื้อหมู วิเคราะห์โครงสร้างสามมิติด้วยการถ่ายภาพจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) ดัดแปลงตามวิธีของ Iwasaki และคณะ(2006) ดังภาคผนวก ง. ทำการตรวจสอบเนื้อสัมผัสของไส้กรอกที่ผลิตได้ตามวิธีในข้อ 3.4.2.1 (ข้อ 5) และทำการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสตามวิธีการในข้อ 3.4.2.1 (ข้อ 6) เพื่อเลือกสูตรที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุด

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้ทดแทนเนื้อหมู

เลือกตัวอย่างที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.2.3 และ3.4.3.3 มาจุ่มกรดแลคติก 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 นาที นำมาบรรจุลงในถุง N/LLDPE (nylon 15 micron and laminate low density polyethylene 65 micron) ในสภาวะสุญญากาศและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างทุก ๆ 2 วัน เป็นเวลา 26 วัน แล้วนำมาวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้วิธี AOAC (1984) รายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัม

3.4.5 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกรมควันและวัตถุดิบ

เลือกตัวอย่างที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.2.3 และ 3.4.3.3 รวมทั้งตัวอย่างควบคุม เต้าหู้แข็ง และเต้าหู้อ่อนมาวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และ คาร์โบไฮเดรตตามวิธีของ AOAC (2000) และวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมตามวิธีของ AOAC (2000)

3.4.6 คำนวณต้นทุนการผลิตในส่วนของวัตถุดิบ

คำนวณค่าใช้จ่ายในการผลิตไส้กรอกรมควันในส่วนของวัตถุดิบเมื่อใช้เต้าหู้ทดแทนเนื้อหมูเปรียบเทียบกับไส้กรอกสูตรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลของการใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน

ในการทดลองใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูที่ 35 40 และ 45 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเนื้อหมู ปรับลดปริมาณน้ำแข็งเพื่อให้ปริมาณน้ำเท่ากับสูตรควบคุม เมื่อนำแบตเตอร์ที่ใช้เต้าหู้อ่อนที่ทดแทนเนื้อหมูมาวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมได้ผลดังตารางที่ 4.1 พบว่าเมื่อปริมาณเต้าหู้อ่อนเพิ่มมากขึ้นค่าความเป็นกรดและปริมาณของเหลวที่แยกได้ของแบตเตอร์ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม ปริมาณของเหลวที่แยกได้มีความสัมพันธ์ผกผันกับความสามารถในการอุ้มน้ำของแบตเตอร์ การที่ปริมาณของเหลวที่แยกได้ของแบตเตอร์ที่ใช้เต้าหู้อ่อนไม่แตกต่างจากของแบตเตอร์สูตรควบคุม แสดงว่าเต้าหู้สามารถอยู่ร่วมเป็นเนื้อเดียวกันกับอิมัลชันของเนื้อหมู ไขมัน และน้ำ

ตารางที่ 4.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของเหลวที่แยกได้ของแบตเตอร์เมื่อใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูในระดับต่าง ๆ

ตัวอย่าง	ความเป็นกรด-ด่าง^{ns}	ปริมาณของเหลวที่แยกได้(เปอร์เซ็นต์)
สูตรควบคุม	5.80 $\pm$ 0.28	2.38^{ab} $\pm$ 0.10
35 เปอร์เซ็นต์	5.76 $\pm$ 0.31	2.27^{b} $\pm$ 0.06
40 เปอร์เซ็นต์	5.78 $\pm$ 0.31	2.35^{ab} $\pm$ 0.11
45 เปอร์เซ็นต์	5.77 $\pm$ 0.30	2.55^{a} $\pm$ 0.20

(^{abc}) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P\leq0.05$)

(^{ns}) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูมาทำการวิเคราะห์ ค่าสีและเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนักดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่าเต้าหู้อ่อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของไส้กรอก โดยที่ค่าความสว่างของไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 35 40 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0:05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม เนื่องจากเต้าหู้อ่อนมีสีขาว ค่าความสว่างที่ได้จึงมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการทดแทนในระดับที่สูงขึ้น ในขณะที่ค่า a ซึ่งหมายถึงค่าสีแดงมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มระดับการทดแทนของเต้าหู้อ่อน เนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเพิ่มระดับการทดแทนของเต้าหู้อ่อน ทำให้ปริมาณเม็ดสีไมโอโกลบินที่ทำปฏิกิริยากับไนไตรท์ลดลงเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกมีสีซีดลง

เมื่อปริมาณเต้าหู้อ่อนสูงขึ้นการสูญเสียน้ำหนักของไส้กรอกรมควันที่ได้ภายหลังการทำสุกมีค่ามากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ถึงแม้น้ำที่อยู่ภายในแบตเตอร์ที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทน ไม่สูญเสียไปในระหว่างนำแบตเตอร์ไปต้มหาค่าการอุ้มน้ำ แต่น้ำที่อยู่ภายในเต้าหู้อาจไม่สามารถจับไขมันในอิมัลชันได้ดี เมื่อนำไส้กรอกไปรมควันต่อที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมงอาจทำให้น้ำในไส้กรอกระเหยสูญเสียในระหว่างการรมควัน โดยเฉพาะเมื่อใช้เต้าหู้อ่อน 45 เปอร์เซ็นต์ การสูญเสียน้ำหนักของไส้กรอกเพิ่มขึ้นเป็น 14.8 เปอร์เซ็นต์ การแก้ไขอาจทำได้โดยเติมกลิ่นรมควัน (smoke) และลดเวลาในการรมควันลง

ตารางที่ 4.2 ค่าสี และเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนักหลังการทำให้สุกของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูในระดับต่าง ๆ

ตัวอย่าง	ค่าสี			เปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนัก
	L	a	b	
สูตรควบคุม	$73.72^{c} \pm 0.38$	$6.04^{a} \pm 0.26$	$10.65^{d} \pm 0.23$	$9.98^{d} \pm 0.03$
35 เปอร์เซ็นต์	$75.78^{b} \pm 0.61$	$3.96^{b} \pm 0.28$	$12.26^{c} \pm 0.29$	$13.14^{c} \pm 0.07$
40 เปอร์เซ็นต์	$76.12^{b} \pm 0.29$	$3.42^{c} \pm 0.29$	$13.01^{b} \pm 0.25$	$13.79^{b} \pm 0.23$
45 เปอร์เซ็นต์	$76.59^{a} \pm 0.57$	$3.28^{c} \pm 0.20$	$13.29^{a} \pm 0.28$	$14.83^{a} \pm 0.25$

(^{abc}) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3 ค่าความแข็งของไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูในระดับต่าง ๆ

ตัวอย่าง	Hardness (g.force)
สูตรควบคุม	$3493.85^{a} \pm 168.41$
35 เปอร์เซ็นต์	$3110.85^{b} \pm 115.77$
40 เปอร์เซ็นต์	$3141.85^{b} \pm 63.91$
45 เปอร์เซ็นต์	$2791.00^{c} \pm 49.03$

(^{abc}) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูในระดับต่าง ๆ

ลักษณะที่ทดสอบ	เต้าหู้อ่อน		
	35 เปอร์เซ็นต์	40 เปอร์เซ็นต์	45 เปอร์เซ็นต์
สี	$6.65^{ab} \pm 1.18$	$7.00^{a} \pm 1.17$	$6.25^{b} \pm 1.37$
กลิ่น^{ns}	6.45 ± 1.43	6.80 ± 1.15	6.85 ± 1.66
รสชาติ	$6.90^{b} \pm 1.47$	$7.50^{a} \pm 1.11$	$6.20^{ab} \pm 1.32$
เนื้อสัมผัส^{ns}	6.50 ± 1.82	6.70 ± 1.53	6.35 ± 1.46
ความชอบโดยรวม	$6.80^{ab} \pm 1.20$	$7.20^{a} \pm 0.89$	$6.25^{b} \pm 1.21$

(^{abc}) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

(^{ns}) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ผลของเต้าหู้อ่อนต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอกรมควันแสดงดังตารางที่ 4.3 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเต้าหู้อ่อนสูงขึ้น ทำให้ค่าความแข็งที่หาจากค่าแรงสูงสุดลดลง เมื่อเทียบกับไส้กรอกสูตรควบคุม โดยเฉพาะเมื่อใช้เต้าหู้อ่อน 40 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ไส้กรอกมีเนื้อสัมผัสนิ่มกว่าไส้กรอกสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) เจลของเต้าหู้มีเนื้อสัมผัสที่นิ่มกว่าเนื้อหมู รวมทั้งเต้าหู้อาจทำให้การประสานกันเป็นร่างแห (network) ของเนื้อหมู ไขมัน และน้ำมีความเป็นระเบียบลดลง เป็นผลให้โครงสร้างตาข่ายของอิมัลชันเจลมีความแข็งแรงลดลง ทำให้เมื่อเพิ่มปริมาณเต้าหู้อ่อนค่าความแข็งของไส้กรอกที่ได้ลดลง

เมื่อนำไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูมาทดสอบ ความชอบของผู้ทดสอบได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่าคะแนนความชอบโดยรวมของไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์มีแนวโน้มที่สูงขึ้น ในการใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 45 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้เนื้อสัมผัสที่ได้มีค่าคะแนนต่ำสุด เนื่องจากมีค่าความแข็งต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมมาก เป็นเหตุให้เนื้อสัมผัสที่ได้นิ่มเกินไป จึงเลือกใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระดับการทดแทนที่ผู้ชิมมีความชอบอยู่ในช่วงชอบปานกลาง อย่างไรก็ตามคะแนนด้านกลิ่นและเนื้อสัมผัสยังคงต่ำ ดังนั้นจึงนำไปทดลองปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นและเนื้อสัมผัส โดยการเติมสารปรุงแต่งกลิ่นรสหมู 3 ระดับ 0.3 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักรวมของวัตถุดิบ (ดังตารางที่ 4.5) พบว่าเมื่อใช้กลิ่นรสหมู 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ผู้ชิมให้คะแนน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความยอมรับโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่เมื่อใช้กลิ่นรสหมู 0.3 เปอร์เซ็นต์ผู้ชิมให้คะแนนต่ำสุด ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงเลือกตัวอย่างที่ใช้กลิ่นรสหมู 0.5 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาใช้ทดลองปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสโดยการเติมแป้งมันสำปะหลัง 1 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเนื้อหมู (ดังตารางที่ 4.6) พบว่าเมื่อเติมแป้งมันสำปะหลังทำให้ค่าความแข็งของไส้กรอกเพิ่มมากขึ้น โดยแป้งมันสำปะหลังที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์จะให้ค่าความแข็งสูงสุด การเจลาติไนเซชันของแป้งเป็นสาเหตุให้ผลิตภัณฑ์มีความแน่นเนื้อ เนื่องจากการจับกันของส่วน แอคโตไมโอซิน (actomyosin) จากโปรตีนกับแป้ง เกิดเป็น actomyosin-starch combination ในระหว่างที่มีการให้ความร้อน โดยเม็ดแป้งจะเกิดการบวมพองในขณะที่เกิดเจลทำให้แมทริก (matrix) ของเจลแน่นขึ้น (Wu *et al.*, 1985) เมื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสได้ผลดังตารางที่ 4.7 พบว่าเมื่อใช้แป้งมันที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ ผู้ชิมให้คะแนนด้านเนื้อสัมผัสสูงกว่าตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงเลือกแป้งมันที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.5 คะแนนความชอบของทดสอบต่อไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูที่เติมกลิ่นรสหมู 3 ระดับ

ลักษณะที่ทดสอบ	เปอร์เซ็นต์กลิ่นรสหมู		
	0.3	0.5	0.7
สี^{ns}	7.10 $\pm$ 1.25	7.15 $\pm$ 1.23	7.40 $\pm$ 0.82
กลิ่น^{ns}	7.15 $\pm$ 0.81	7.15 $\pm$ 0.93	7.35 $\pm$ 1.09
รสชาติ	6.45^{b} $\pm$ 1.39	7.25^{a} $\pm$ 1.12	7.35^{a} $\pm$ 1.09
เนื้อสัมผัส^{ns}	6.65 $\pm$ 1.18	6.95 $\pm$ 1.23	7.00 $\pm$ 1.41
ความชอบโดยรวม	6.70^{b} $\pm$ 1.03	7.35^{a} $\pm$ 1.04	7.30^{a} $\pm$ 1.03

(^{abc}) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

(^{ns}) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.6 ค่าความแข็งของไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูเมื่อเติมแป้งมันสำปะหลังที่ระดับต่าง ๆ

แป้งมันสำปะหลัง(เปอร์เซ็นต์)	Hardness (g.force)
1	3190.45^{b} $\pm$ 153.51
2	3281.05^{ab} $\pm$ 69.58
3	3414.72^{a} $\pm$ 65.82

(^{abc}) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูเมื่อเติมแป้งมันสำปะหลังที่ระดับต่าง ๆ

ลักษณะที่ทดสอบ	เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง		
	1	2	3
สี^{ns}	7.30 $\pm$ 0.57	7.25 $\pm$ 0.72	7.10 $\pm$ 0.55
กลิ่น^{ns}	7.20 $\pm$ 0.77	7.10 $\pm$ 1.02	7.10 $\pm$ 0.64
รสชาติ^{ns}	7.00 $\pm$ 0.73	7.20 $\pm$ 1.01	7.25 $\pm$ 0.79
เนื้อสัมผัส	6.60^{b} $\pm$ 1.47	6.70^{b} $\pm$ 1.03	7.35^{a} $\pm$ 0.49
ความชอบโดยรวม^{ns}	7.00 $\pm$ 0.79	7.00 $\pm$ 1.38	7.55 $\pm$ 0.60

(^{abc}) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P\leq0.05$)

(^{ns}) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4.2 ผลของการใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน

ในการทดลองใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูที่ 30 35 และ 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเนื้อหมู เมื่อนำแบตเตอร์ที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูมาวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมได้ผลดังตารางที่ 4.8 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเต้าหู้แข็งทำให้ค่า pH ของแบตเตอร์สูงขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม แต่ค่า pH ลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณเต้าหู้ที่ทดแทน ปริมาณของเหลวที่แยกได้เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเต้าหู้แข็งที่ใช้เพิ่มขึ้น เมื่อใช้เต้าหู้แข็ง 40 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณของเหลวที่แยกได้เท่ากับ 3.25 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ไส้กรอกสูตรควบคุมที่ใช้หมูล้วนมีปริมาณของเหลวที่แยกได้เท่ากับ 2.53 เปอร์เซ็นต์ เมื่อปริมาณของเนื้อหมูลดลง ปริมาณแอคตินและไมโอซินอาจมีปริมาณไม่มากพอที่จะจับกับไขมันและน้ำ ทำให้เปอร์เซ็นต์ปริมาณของเหลวที่แยกออกมาจากแบตเตอร์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ในระหว่างกระบวนการผลิตเต้าหู้มีการใช้ความร้อนสูงมากกว่า 85 องศาเซลเซียส เพื่อทำให้โปรตีนถั่วเหลืองเกิดการคลายตัวออก (unfolding) ซึ่งทำให้โปรตีนถั่วเหลืองเสียสภาพ คุณสมบัติการเป็นอิมัลซิฟายเออร์ลดลง อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม **การใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูที่ 35 เปอร์เซ็นต์ และ 40 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ปริมาณของเหลวที่แยกได้เพิ่มขึ้นเพียง 0.4 เปอร์เซ็นต์ และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แสดงว่าแบตเตอร์ที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูมีความเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่เกิดการแยกส่วนของเต้าหู้และอิมัลชันของ เนื้อหมู ไขมัน และน้ำ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของเหลวที่แยกได้ ของแบตเตอร์เมื่อใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูที่ระดับต่าง ๆ

ตัวอย่าง	ความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณของเหลวที่แยกได้ (เปอร์เซ็นต์)
สูตรควบคุม	$5.52^{d} \pm 0.01$	$2.53^{c} \pm 0.21$
30 เปอร์เซ็นต์	$6.16^{a} \pm 0.02$	$2.74^{bc} \pm 0.08$
35 เปอร์เซ็นต์	$6.05^{b} \pm 0.01$	$2.90^{b} \pm 0.12$
40 เปอร์เซ็นต์	$5.87^{c} \pm 0.01$	$3.25^{a} \pm 0.10$

(^{abc}) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู มาวิเคราะห์ค่าสี และเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนักหลังจากการทำให้สุกได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.9 พบว่าเต้าหู้แข็งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของไส้กรอก โดยที่ค่าความสว่างของไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู 30 35 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม เนื่องจากเต้าหู้แข็งมีสีขาว ค่าความสว่างที่ได้จึงมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการทดแทนในระดับที่สูงขึ้น ในขณะที่ค่า a มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มระดับการทดแทนของเต้าหู้แข็งเนื่องจาก ว่าการเพิ่มระดับการทดแทนเนื้อหมูด้วยเต้าหู้แข็งทำให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกมีสีซีดลง

เมื่อปริมาณเต้าหู้แข็งสูงขึ้นการสูญเสียน้ำหนักภายหลังการทำสุก มีค่ามากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ความสามารถในการอุ้มน้ำของแบตเตอร์สูตรที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนมีค่าต่ำกว่าแบตเตอร์ของตัวอย่างควบคุม น้ำที่อยู่ภายในเต้าหู้อาจไม่สามารถจับไขมันในอิมัลชันได้ดี ทำให้ระเหยสูญเสียได้ง่ายในระหว่างการรมควัน

ตารางที่ 4.9 ค่าสี และเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนักหลังการทำสุกของไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูที่ระดับต่าง ๆ

ตัวอย่าง	ค่าสี			เปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนัก
	L	a	b	
สูตรควบคุม	$75.19^{c} \pm 0.37$	$5.03^{a} \pm 0.46$	$10.99^{c} \pm 0.56$	$9.75^{c} \pm 0.13$
30 เปอร์เซ็นต์	$77.59^{b} \pm 0.32$	$2.46^{b} \pm 0.25$	$13.21^{b} \pm 0.25$	$10.07^{b} \pm 0.05$
35 เปอร์เซ็นต์	$77.65^{b} \pm 0.46$	$2.50^{b} \pm 0.35$	$13.56^{b} \pm 0.52$	$10.12^{b} \pm 0.02$
40 เปอร์เซ็นต์	$78.61^{a} \pm 0.60$	$1.59^{c} \pm 0.32$	$14.17^{a} \pm 0.24$	$11.80^{a} \pm 0.04$

(^{abc}) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ค่าความแข็งของไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูที่ระดับต่าง ๆ

ตัวอย่าง	Hardness (g.force)
สูตรควบคุม	$3526.54^{a} \pm 115.53$
30 เปอร์เซ็นต์	$3119.60^{b} \pm 87.49$
35 เปอร์เซ็นต์	$2995.17^{bc} \pm 99.66$
40 เปอร์เซ็นต์	$2865.50^{c} \pm 199.24$

(^{abc}) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.11 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูที่ระดับต่าง ๆ

ลักษณะที่ทดสอบ	เต้าหู้แข็ง		
	30 เปอร์เซ็นต์	35 เปอร์เซ็นต์	40 เปอร์เซ็นต์
สี^{ns}	7.05 ± 1.19	6.95 ± 1.39	7.30 ± 0.86
กลิ่น^{ns}	7.10 ± 1.20	6.80 ± 1.20	6.75 ± 1.33
รสชาติ^{ns}	6.95 ± 1.20	7.00 ± 1.08	6.50 ± 1.28
เนื้อสัมผัส	$7.25^{a} \pm 1.29$	$7.00^{ab} \pm 1.03$	$6.50^{b} \pm 1.32$
ความชอบโดยรวม^{ns}	7.10 ± 1.07	6.95 ± 1.00	6.50 ± 1.28

(^{abc}) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

(^{ns}) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

การทดสอบเนื้อสัมผัสของไส้กรอกโดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสของตัวอย่างไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูที่ระดับต่าง ๆ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.10 เช่นเดียวกับการใช้เต้าหู้อ่อน พบว่าเมื่อปริมาณของเต้าหู้แข็งที่ใช้ทดแทนเพิ่มขึ้น ค่าความแข็งของไส้กรอกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ไส้กรอกที่มีการเติมเต้าหู้มีเนื้อสัมผัสนิ่มกว่าการใช้เนื้อหมูล้วนเป็นเพราะเนื้อสัมผัสของเจลเต้าหู้ที่นิ่มกว่าเนื้อหมู และเมื่อมีการเติมเต้าหู้การประสานกันเป็นร่างแหของเนื้อหมู ไขมัน และน้ำ อาจมีความเป็นระเบียบลดลงทำให้ความแข็งแรงของเจลลดลง

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงดังตารางที่ 4.11 จะเห็นได้ว่าคะแนนความความชอบโดยรวมของไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนทั้ง 3 ระดับ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ คะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสของไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทน 30 เปอร์เซ็นต์มีแนวโน้มสูงกว่าตัวอย่างอื่น นอกจากนี้ในช่วงการสับละเอียดถ้ามีการใช้เต้าหู้แข็งในปริมาณมากทำให้การสับผสมเพื่อให้แบตเตอร์เรียบเนียนทำได้ยากกว่า ดังนั้นในงานวิจัยจึงเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับการทดแทนเต้าหู้แข็ง 30 เปอร์เซ็นต์มาทำการปรับปรุงคุณภาพกลิ่นรส และปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส

ตารางที่ 4.12 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูที่เติมกลิ่นรสหมู 3 ระดับ

ลักษณะที่ทดสอบ	เปอร์เซ็นต์กลิ่นรสหมู		
	0.3	0.5	0.7
สี^{ns}	7.25 $\pm$ 1.02	7.60 $\pm$ 1.05	7.25 $\pm$ 0.91
กลิ่น^{ns}	6.90 $\pm$ 1.12	6.70 $\pm$ 0.98	6.85 $\pm$ 0.93
รสชาติ	6.85^{b} $\pm$ 0.99	6.85^{b} $\pm$ 0.93	7.45^{a} $\pm$ 0.94
เนื้อสัมผัส^{ns}	6.75 $\pm$ 1.16	6.75 $\pm$ 1.16	7.20 $\pm$ 1.06
ความชอบโดยรวม^{ns}	6.80 $\pm$ 1.01	6.85 $\pm$ 1.31	7.35 $\pm$ 0.81

(^{abc}) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P\leq0.05$)

(^{ns}) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อนำไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเนื้อหมูสูตรควบคุม มาทำการปรับปรุงคุณภาพด้านรสชาติโดยการเติมสารปรุงแต่งกลิ่นรสหมู 3 ระดับ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสดังตารางที่ 4.12 พบว่าเมื่อเติมกลิ่นรสหมู 0.7 เปอร์เซ็นต์คะแนนทดสอบด้านรสชาติมีคะแนนสูงกว่าด้านอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงเลือกกลิ่นรสหมู 0.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีคะแนน รสชาติ และการยอมรับโดยรวมที่ผู้ชิมให้คะแนนความชอบปานกลาง มาปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสโดยการเติมแป้งมันสำปะหลัง 3 ระดับ 0.5, 1 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัสได้ผลดังตารางที่ 4.13 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันมีผลทำให้ค่าความแข็งเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนที่มีการผสมแป้ง เกิดการจับกันของส่วนแอคโตไมโอซิน (actomyosin) จากโปรตีนกับแป้งเกิดเป็น actomyosin-starch combination ในระหว่างที่มีการให้ความร้อน โดยเม็ดแป้งจะเกิดการบวมพองในขณะที่เกิดเจล ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแน่นเนื้อ(Wu *et al.*, 1985)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ค่าความแข็งของไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูเมื่อเติมแป้งมันสำปะหลัง 3 ระดับ

เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง	Hardness (g.force)
0.5	$3497.78^{c} \pm 66.08$
1.0	$3754.50^{b} \pm 139.55$
1.5	$3965.94^{a} \pm 158.33$

(^{abc}) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.14 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูเมื่อเติมแป้งมันสำปะหลัง 3 ระดับ

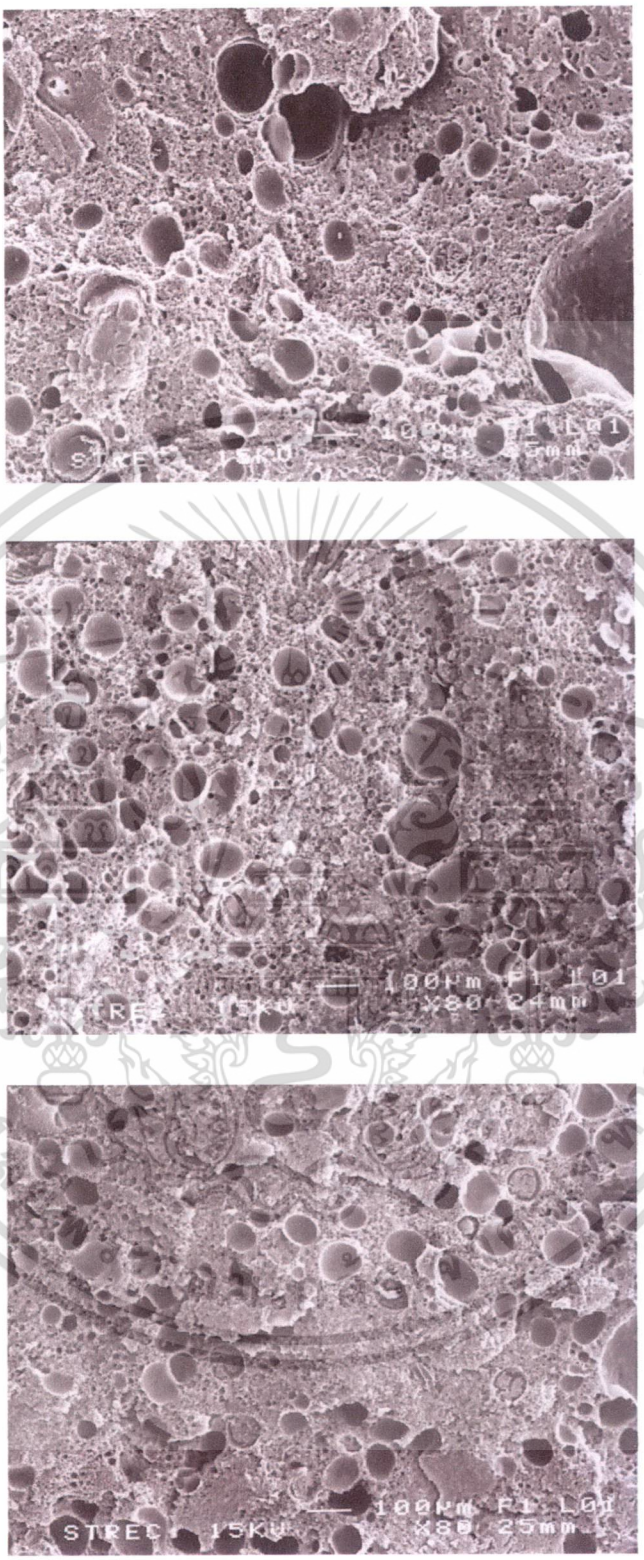
ลักษณะที่ทดสอบ	เปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลัง		
	0.5	1.0	1.5
สี^{ns}	7.15 ± 1.09	7.15 ± 0.93	7.30 ± 0.98
กลิ่น^{ns}	7.20 ± 0.89	7.30 ± 0.98	7.25 ± 0.72
รสชาติ^{ns}	7.35 ± 0.59	7.25 ± 0.55	7.20 ± 0.77
เนื้อสัมผัส	$7.20^{b} \pm 0.70$	$7.60^{a} \pm 0.60$	$7.20^{b} \pm 0.41$
ความชอบโดยรวม	$6.75^{b} \pm 0.85$	$7.35^{a} \pm 0.49$	$7.30^{a} \pm 0.47$

(^{abc}) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

(^{ns}) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อพิจารณาถึงคะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูที่เติมแป้งมันสำปะหลัง 3 ระดับ พบว่าผู้ชิมสามารถแยกความแตกต่างของไส้กรอกได้ดังแสดงในตารางที่ 4.14 โดยไส้กรอกรมควันที่เติมแป้งมันที่ระดับ 0.5, 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส 7.20 7.60 และ 7.20 ตามลำดับ ซึ่งแป้งมันที่ระดับ 1.0 เปอร์เซ็นต์ผู้ชิมให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งมันที่ 0.5 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ดังนั้นจึงควรเลือกการเติมแป้งมัน 1 เปอร์เซ็นต์ที่สามารถทำให้เนื้อสัมผัสของไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูมีความแน่น มีเนื้อสัมผัสดีขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทน 40 เปอร์เซ็นต์ ต้องใช้ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 3 เปอร์เซ็นต์ การทดแทนเนื้อหมูในปริมาณที่สูงกว่าต้องใช้สารที่ช่วยในการเชื่อมต่อ (binding) มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



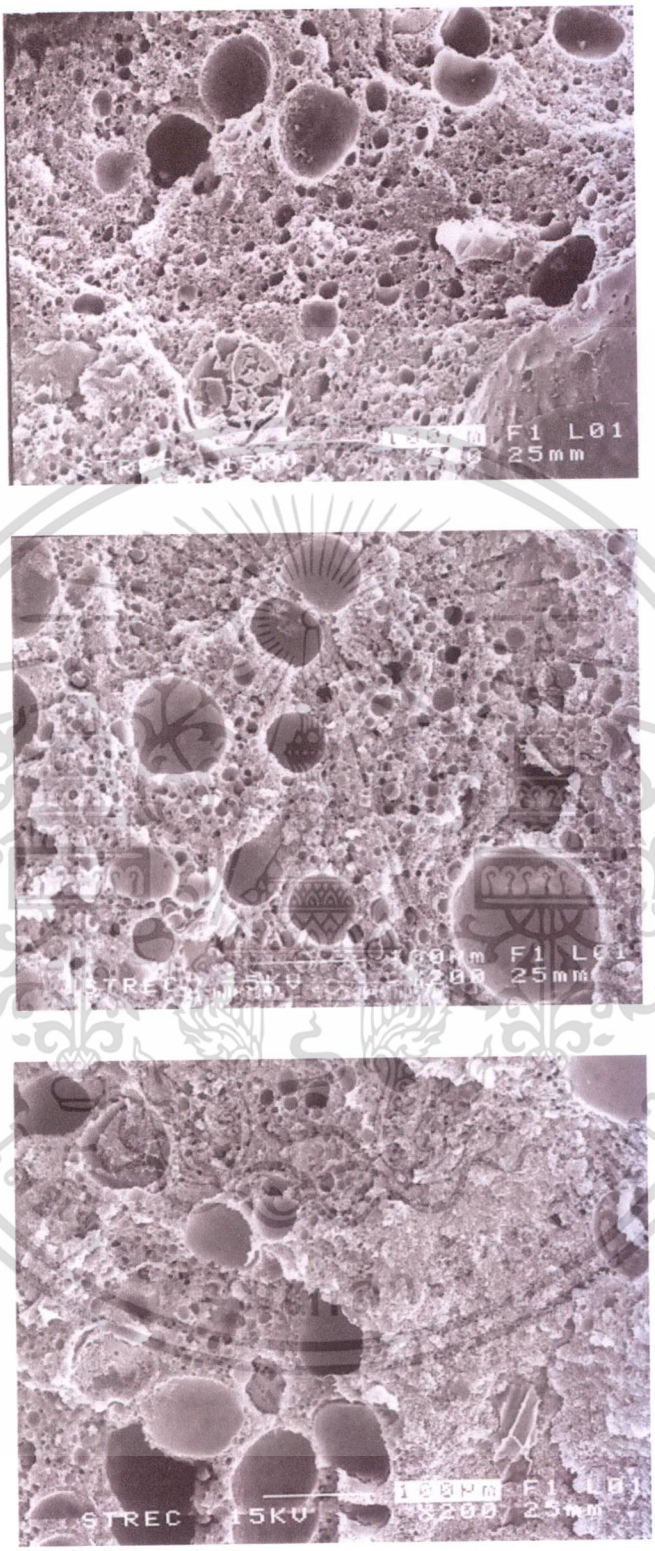
A

B

C

ภาพที่ 4.1 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ของไส้กรอกหมูรมควัน (A) ไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์ (B) และไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็ง ทดแทนเนื้อหมู 30 เปอร์เซ็นต์ (C) ที่กำลังขยาย 80X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ของไส้กรอกหมูรมควัน (B) ไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์ (B) และไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็ง ทดแทนเนื้อหมู 30 เปอร์เซ็นต์ (C) ที่กำลังขยาย 100X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์ที่เติมแป้งมันสำปะหลัง 3 เปอร์เซ็นต์ และไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู 30 เปอร์เซ็นต์ ที่เติมแป้งมันสำปะหลัง 1 เปอร์เซ็นต์ มาวิเคราะห์ดูโครงสร้างสามมิติด้วยภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 80X และ 200X ได้ผลแสดงดังภาพที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราดแสดงให้เห็นว่า การจับกันของโครงสร้างตาข่าย (network) ของอิมัลชันเจลเมื่อเติมเต้าหู้อ่อนมีลักษณะจับกันเป็นกลุ่มก้อน (aggregate) มากกว่าประสานกันเป็นร่างแหแน่นเหมือนเมื่อใช้เนื้อหมูล้วน ซึ่งจะเห็นได้ชัดมากขึ้นเมื่อใช้เต้าหู้แข็ง (ภาพที่ 4.1C และ 4.2C) การประสานกันเป็นร่างแหที่มีระเบียบแน่นทำให้ไส้กรอกรมควันที่ทำจากเนื้อหมูล้วนมีเนื้อสัมผัสแข็งกว่าไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้ทดแทน (Yupom *et al.*, 1995)

4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้ทดแทนเนื้อหมู

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในไส้กรอกสูตรควบคุม ไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์และไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู 30 เปอร์เซ็นต์แบบไม่จุ่มกรดแลคติกและจุ่มกรดแลคติกความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 2 นาทีบรรจุในถุงสภาวะสุญญากาศเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แสดงในตารางที่ 4.15 4.16 และ 4.17 ตามลำดับ

เกณฑ์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของไส้กรอก ของสำนักงานผลิตภัณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม (2547) กำหนดให้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด/กรัม น้อยกว่า $1x10^6$ เมื่อวิเคราะห์อายุการเก็บรักษาของไส้กรอกรมควันทั้งสามชนิด พบว่าในกรณีของไส้กรอกสูตรควบคุมที่ไม่จุ่มกรดแลคติก ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์หมดเกณฑ์คุณภาพเมื่อตรวจในวันที่ 22 (4.35×10^6 โคโลนี/กรัม) แต่เมื่อทำการจุ่มกรดแลคติก 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มอายุการเก็บเป็น 24 วัน (2.40×10^6 โคโลนี/กรัม)

ในกรณีของไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์ที่ไม่จุ่มกรดแลคติก ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์หมดเกณฑ์คุณภาพเมื่อตรวจในวันที่ 14 (5.65×10^6 โคโลนี/กรัม) แต่เมื่อทำการจุ่มกรดแลคติก 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มอายุการเก็บเป็น 18 วัน (3.45×10^6 โคโลนี/กรัม)

ในกรณีของไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู 30 เปอร์เซ็นต์ที่ไม่จุ่มกรดแลคติก ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์หมดเกณฑ์คุณภาพเมื่อตรวจในวันที่ 14 (4.40×10^6 โคโลนี/กรัม) แต่เมื่อทำการจุ่มกรดแลคติก 2 เปอร์เซ็นต์สามารถเพิ่มอายุการเก็บเป็น 16 วัน (4.00×10^6 โคโลนี/กรัม)

การจุ่มด้วยกรดแลคติก 2 เปอร์เซ็นต์ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของไส้กรอกได้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยของ Smulder และ Woolthus (1983) ซึ่งศึกษาการใช้กรดแลคติก 2 เปอร์เซ็นต์ปรับค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อสัตว์และบรรจุสภาวะสุญญากาศ สามารถลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มมิโซฟิลิกแบคทีเรีย ที่ต้องการอากาศลงได้ 5.6 – 2.7 log CFU/cm^2 อย่างไรก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้เต้าหู้ทำให้ไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้ทดแทนมีอายุการเก็บน้อยกว่าไส้กรอกรมควันที่ใช้เนื้อหมูล้วน การที่เป็นเช่นนี้เกิดจากเต้าหู้ที่ใช้ในการทดลองเป็นเต้าหู้ที่ซื้อมาจากซุปเปอร์มาเก็ต มีการผ่านขบวนการแปรรูปและเก็บรักษาเป็นระยะเวลาหนึ่งก่อนนำมาผลิตเป็นไส้กรอกในขณะที่เนื้อหมูมีความสดมากกว่า การแก้ไขอาจทำได้โดยใช้เต้าหู้ที่ผลิตใหม่ ๆ มาทำการผลิตไส้กรอก

ตารางที่ 4.15 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในไส้กรอกสูตรควบคุมที่บรรจุในสภาวสุญญากาศแบบไม่จุ่มกรดแลคติกและแบบจุ่มกรดแลคติก 2 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 2 นาที เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

วันที่	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	
	ไม่จุ่มกรดแลคติก	จุ่มกรดแลคติก
0	$>30 \times 10^{-1}$	$>30 \times 10^{-1}$
2	3.25×10^{2}	3.00×10^{2}
4	5.75×10^{2}	5.30×10^{2}
6	2.15×10^{3}	7.45×10^{2}
8	3.65×10^{3}	2.05×10^{3}
10	5.35×10^{3}	4.05×10^{3}
12	2.20×10^{4}	7.45×10^{3}
14	3.35×10^{4}	3.35×10^{4}
16	6.15×10^{4}	4.50×10^{4}
18	4.05×10^{5}	6.90×10^{4}
20	5.15×10^{5}	1.95×10^{5}
22	4.35×10^{6}	4.60×10^{5}
24	2.80×10^{7}	2.40×10^{6}
26	3.45×10^{7}	6.70×10^{7}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์ที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศแบบไม่จุ่มกรดแลคติกและแบบจุ่มกรดแลคติก 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 นาทีเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

วันที่	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	
	ไม่จุ่มกรดแลคติก	จุ่มกรดแลคติก
0	$>30 \times 10^{-1}$	$>30 \times 10^{-1}$
2	5.70×10^{2}	4.55×10^{2}
4	2.30×10^{3}	5.65×10^{2}
6	4.45×10^{3}	2.20×10^{3}
8	1.25×10^{4}	2.65×10^{3}
10	2.55×10^{5}	4.80×10^{4}
12	8.60×10^{5}	6.55×10^{4}
14	5.65×10^{6}	5.05×10^{5}
16	2.60×10^{7}	7.20×10^{5}
18	4.45×10^{7}	3.45×10^{6}
20	5.15×10^{8}	1.10×10^{7}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู 30 เปอร์เซ็นต์ที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศแบบไม่จุ่มกรดแลคติกและแบบจุ่มกรดแลคติก 2 เปอร์เซ็นต์ เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

วันที่	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	
	ไม่จุ่มกรดแลคติก	จุ่มกรดแลคติก
0	$>30 \times 10^{-1}$	$>30 \times 10^{-1}$
2	6.25×10^{2}	3.55×10^{2}
4	2.45×10^{3}	4.35×10^{2}
6	3.70×10^{3}	3.45×10^{3}
8	2.30×10^{4}	6.75×10^{3}
10	2.60×10^{5}	5.35×10^{4}
12	8.75×10^{5}	7.80×10^{4}
14	4.40×10^{6}	2.40×10^{5}
16	1.70×10^{7}	4.00×10^{6}
18	4.05×10^{7}	4.70×10^{7}

4.4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและองค์ประกอบแร่ธาตุ

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเต้าหู้ที่ใช้ในการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.18 ในการผลิตเต้าหู้แข็งมีการกำจัดน้ำเวย์ (whey) ออกทำให้มีค่าความชื้นน้อยกว่าเต้าหู้อ่อนและทำให้มีปริมาณโปรตีนสูงกว่า เมื่อนำมาทดแทนเนื้อหมูในการผลิตไส้กรอกรมควัน องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกที่ผลิตได้แสดงดังตารางที่ 4.19 พบว่าเมื่อใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าสูตรควบคุมที่ใช้หมูล้วนเล็กน้อย เมื่อใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู 30 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกับสูตรควบคุม อย่างไรก็ตามไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้ทดแทนเนื้อหมูมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าสูตรควบคุมถึง 2 เท่า นอกจากนี้การใช้เต้าหู้ทดแทนเนื้อหมูทำให้เพิ่มปริมาณสารพฤษเคมี เช่น ไอโซฟลาโวน ซาโปนิน ซึ่งเป็นสารที่สามารถทำหน้าที่เป็นสารแอนตี้ออกซิแดนท์ที่พบมากในถั่วเหลือง (Zee *et al.*, 1998) และยังช่วยลดคลอเรสเตอรอลจากเนื้อสัตว์ เพิ่มปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวจำเป็นที่พบในน้ำมันถั่วเหลือง (Wang and Cavin, 1989)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

ชนิดเต้าหู้	องค์ประกอบทางเคมี (กรัม / 100 กรัม)			
	โปรตีน	ไขมัน	ความชื้น	เถ้า
เต้าหู้อ่อน	6.44	8.50	80.97	0.59
เต้าหู้แข็ง	10.85	10.01	72.88	1.10

ตารางที่ 4.19 องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้ทดแทนเนื้อหมู

องค์ประกอบ	สูตรควบคุม	ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทน 40 เปอร์เซ็นต์	ใช้เต้าหู้แข็งทดแทน 30 เปอร์เซ็นต์
กรัม / 100 กรัม			
โปรตีน	11.85	10.23	11.15
ไขมัน	21.23	21.21	22.95
ความชื้น	57.05	62.40	59.25
เถ้า	2.57	2.52	2.40
มิลลิกรัม / 100 กรัม			
แคลเซียม	11.5	22.5	27.9

4.5 การคำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเต้าหู้

ผลการคำนวณต้นทุนของวัตถุดิบต่อสูตรในการผลิตไส้กรอกสูตรควบคุม ไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้อ่อน 40 เปอร์เซ็นต์และไส้กรอกเต้าหู้แข็ง 30 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 4.20 4.21 และ 4.22 ตามลำดับ เนื่องจากเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของไส้กรอกทั้ง 3 สูตร ไม่เท่ากัน เมื่อนำต้นทุนการผลิตต่อสูตรมาคำนวณควบคู่กับผลผลิต (yield) พบว่าราคาวัตถุดิบไส้กรอกสูตรควบคุมเท่ากับ 81.6 บาทต่อกิโลกรัม ไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทน 40 เปอร์เซ็นต์เท่ากับ 72.6 บาทต่อกิโลกรัม และไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทน 30 เปอร์เซ็นต์เท่ากับ 73.1 บาทต่อกิโลกรัม พบว่าเมื่อใช้เต้าหู้ทดแทนเนื้อหมูนอกจากจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางอาหาร ยังสามารถลดต้นทุนของวัตถุดิบในการผลิตไส้กรอกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกสูตรควบคุม(ต่อสูตร)

วัตถุดิบ	ราคา บาท/ กิโลกรัม	ปริมาณที่ใช้ต่อ 1 สูตร(กรัม)	เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักทั้งหมด	ราคา(บาท)
เนื้อหมู	100	800	61.50	80
มันแข็ง	35	200	15.38	7
น้ำแข็งป่น	5	240	18.45	1.20
เกลือ	10	15	1.15	0.15
ผงเพรก	21.61	3.75	0.29	0.08
ฟอสเฟต	59.55	5	0.38	0.30
ไข่ขาวผง	25	15	1.15	0.38
กระเทียมผง	720	5	0.38	3.60
ลูกผักชีป่น	457	1.5	0.12	0.69
ดอกจันทน์ป่น	200	1.5	0.12	0.30
อบเชยป่น	356	1	0.08	0.36
พริกไทยป่น	272	5	0.38	1.36
น้ำตาล	18	8	0.62	0.14
รวม		1300.75		95.56

หมายเหตุ ผลผลิต (yield) เท่ากับ 90.12 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์ (ต่อสูตร)

วัตถุดิบ	ราคา บาท/กิโลกรัม	ปริมาณที่ใช้ต่อ 1 สูตร(กรัม)	เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักทั้งหมด	ราคา(บาท)
เนื้อหมู	100	480	38.42	48
เต้าหู้อ่อน	39	320	25.61	12.48
มันแข็ง	35	200	16.00	7
น้ำแข็งป่น	5	170	12.80	0.85
เกลือ	10	15	1.20	0.15
ผงเพรก	21.61	3.75	0.30	0.08
ฟอสเฟต	59.55	5	0.40	0.30
ไข่ขาวผง	25	15	1.20	0.38
กระเทียมผง	720	5	0.40	3.60
ลูกผักชีป่น	457	1.5	0.12	0.69
ดอกจันทน์ป่น	200	1.5	0.12	0.30
อบเชยป่น	356	1	0.08	0.36
พริกไทยป่น	272	5	0.40	1.36
น้ำตาล	18	8	0.64	0.14
แป้งมัน	20	24	1.92	0.48
flavor	600	5	0.40	3
รวม		1259.75		78.81

หมายเหตุ ผลผลิต (yield) เท่ากับ 86.21 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 ต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู 30 เปอร์เซ็นต์ (ต่อสูตร)

วัตถุดิบ	ราคา บาท/ กิโลกรัม	ปริมาณที่ใช้ต่อ 1 สูตร(กรัม)	เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักทั้งหมด	ราคา(บาท)
เนื้อหมู	100	520	42.56	52
เต้าหู้แข็ง	55	280	18.24	15.4
มันแข็ง	35	200	15.20	7
น้ำแข็งป่น	5	240	18.24	1.20
เกลือ	10	15	1.14	0.15
ผงเพรก	21.61	3.75	0.29	0.08
ฟอสเฟต	59.55	5	0.38	0.30
ไข่ขาวผง	25	15	1.14	0.38
กระเทียมผง	720	5	0.38	3.60
ลูกผักชีป่น	457	1.5	0.11	0.69
ดอกจันทน์ป่น	200	1.5	0.11	0.30
อบเชยป่น	356	1	0.08	0.36
พริกไทยป่น	272	5	0.38	1.36
น้ำตาล	18	8	0.61	0.14
แป้งมัน	20	8	0.61	0.48
flavor	600	7	0.53	3
รวม		1315.75		86.44

หมายเหตุ ผลผลิต (yield) เท่ากับ 89.93 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

1. ผลการศึกษาการใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูที่ระดับ 35 40 และ 45 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อหมูในการผลิตไส้กรอกรมควัน พบว่าแบตเตอร์ของสูตรที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนมีความสามารถในการอุ้มน้ำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแบตเตอร์สูตรควบคุม เมื่อนำไปผลิตไส้กรอกรมควันพบว่าเมื่อใช้ปริมาณเต้าหู้อ่อนทดแทนเพิ่มขึ้น เนื้อสัมผัสของไส้กรอกจะนิ่มลง ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าสามารถใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำไส้กรอกสูตรนี้ไปปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นรสโดยการเติมกลิ่นรสหมู 3 ระดับคือ 0.3 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักวัตถุดิบรวม พบว่าการเติมกลิ่นรสหมู 0.5 เปอร์เซ็นต์ทำให้กลิ่นรสของไส้กรอกรมควันที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทน 40 เปอร์เซ็นต์ดีขึ้น

การปรับปรุงเนื้อสัมผัส ได้ทดลองเติมแป้งมันสำปะหลัง 3 ระดับคือ 1 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการเติมแป้งมันทำให้เนื้อสัมผัสของไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทน 40 เปอร์เซ็นต์แข็งขึ้น ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าเมื่อใช้แป้งมันที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส ความยอมรับโดยรวมสูงขึ้นโดยอยู่ในช่วงคะแนนชอบปานกลางถึงชอบมาก

2. ผลการศึกษาการใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูที่ระดับ 30 35 และ 40 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อหมู พบว่าแบตเตอร์ที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนมีความสามารถในการอุ้มน้ำลดลงเล็กน้อย เมื่อนำไปผลิตไส้กรอกรมควัน พบว่าไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนมีความสว่างเพิ่มขึ้นมีสีอ่อนกว่าตัวอย่างควบคุม เมื่อใช้ปริมาณเต้าหู้แข็งทดแทนเพิ่มขึ้นเนื้อสัมผัสของไส้กรอกจะนิ่มลง ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าสามารถใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู 30 เปอร์เซ็นต์มีการยอมรับสูงสุด และเมื่อนำไส้กรอกสูตรนี้ไปปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นรสโดยการเติมกลิ่นรสหมู พบว่าการเติมกลิ่นรสหมู 0.7 เปอร์เซ็นต์ทำให้คะแนนด้านรสชาติการยอมรับโดยรวมสูงขึ้น

การปรับปรุงเนื้อสัมผัสได้ทดลองเติมแป้งมันสำปะหลัง 3 ระดับคือ 0.5 1 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการเติมแป้งมันทำให้เนื้อสัมผัสของไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทน 30 เปอร์เซ็นต์แข็งขึ้น ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าการเติมแป้งมัน 1 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เนื้อสัมผัสของไส้กรอกได้รับการยอมรับมากขึ้น ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราด (SEM) แสดงให้เห็นว่าไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทน 30 เปอร์เซ็นต์ เติมแป้งมันสำปะหลัง 1 เปอร์เซ็นต์ มีโครงสร้างตาข่ายที่เกิดจากการจับกันของกลุ่มก้อน (aggregate) ในขณะที่ไส้กรอกสูตรควบคุมมีโครงสร้างตาข่ายที่เกิดจากการประสานกันเป็นร่างแหแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของไส้กรอกพบว่าไส้กรอกเมื่อมีการจุ่มด้วยกรดแลคติก 2 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 2 นาทีจะมีอายุการเก็บนานขึ้นกว่าไม่จุ่มกรดแลคติก โดยที่ไส้กรอกสูตรควบคุม ไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์ และไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู 35 เปอร์เซ็นต์เก็บได้ 24 วัน 18วัน และ 16 วันตามลำดับ และเมื่อไม่จุ่มกรดแลคติก เก็บได้ 22วัน 14วัน และ 14วัน ตามลำดับ

4. ผลการศึกษาองค์ประกอบด้านเคมีพบว่าไส้กรอกสูตรควบคุมมีปริมาณโปรตีน 11.85 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 21.23 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 57.05 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 2.57 เปอร์เซ็นต์ ไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้อ่อน 40 เปอร์เซ็นต์ทดแทนเนื้อหมูมีปริมาณโปรตีน 10.23 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 21.21 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 62.40 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 2.52 เปอร์เซ็นต์ และไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้แข็ง 30 เปอร์เซ็นต์ทดแทนเนื้อหมู มีปริมาณโปรตีน 11.15 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 22.95 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 59.25 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 2.52 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้ทดแทนเนื้อหมูทั้ง 2 สูตรมีปริมาณแคลเซียมมากกว่าไส้กรอกสูตรควบคุมถึง 2 เท่า

5. เมื่อนำไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์ และไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู 30 เปอร์เซ็นต์ มาคำนวณราคาต้นทุนวัตถุดิบเปรียบเทียบกับไส้กรอกสูตรควบคุม พบว่าไส้กรอกสูตรควบคุมมีราคา 81.6 บาท/กิโลกรัม ซึ่งมากกว่าไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมู 40 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีราคา 72.6 บาท/กิโลกรัม และไส้กรอกที่ใช้เต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมู 30 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีราคา 73.1 บาท/กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม. 2530. กองโภชนาการกรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพฯ. 48น.

นงลักษณ์ สุทธิวนิช. 2527. ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 102 น.

น้ำทิพย์ วงษ์ประทีป. 2541. "การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของเจลโปรตีนจากถั่วเหลือง". วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไส้กรอกหมู. 2547. สำนักงานผลิตภัณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม. มผช. 330/2547.กรุงเทพฯ. 5 น.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 135 น.

เรณู ปิ่นทอง, ลักขณา รุจนะไกรการต์ และ พัชรีย์ พัฒนากุล. 2543." การผลิตไส้กรอกหมูโดยใช้อังคักช่วยเพิ่มสี." **วารสารแก่นเกษตร.** 28 (2) : 89-96 .

วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงษ์. 2545. "การศึกษากระบวนการผลิตผงเต้าหู้และการใช้ประโยชน์ของผงเต้าหู้ในลูกชิ้นหมู." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมชาย ประภาวัต. 2538. **ถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง.** กรุงเทพฯ : สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร.

สุพรรณิการ์ วิลาวรรณ และมลศิริ วีโรทัย. 2540. " การผลิตเต้าหู้ผงเพื่อใช้เป็นแหล่งของโปรตีนจากพืชในผลิตภัณฑ์อาหาร." **วิทยาศาสตร์ มศว.** 13 : 26-33.

อุดม กาญจนปกรณ์ชัย และสมชายประภาวัต. 2519. "การทำเต้าหู้." **วารสารวิทยาศาสตร์การอาหาร.** 1(1) : 39-46 .

Abiola,S.S. and Adegbaju,S.W. 2001. "Effect of substituting pork backfat with rind on quality characteristic of pork sausage." **Meat Sci.** 58:409-412.

Ahmed,P.O., Miiler ,M.F., Lyon,C.G., Vaughters,H.M. and Reagan,J.O. 1990. "Physical and sensory characteristics of low-fat fresh pork sausage processed with various levels of added water." **J. Food Sci.** 53 :625-628.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AOAC, Official Methods of Analysis. Association of official analytical chemists, washington DC , 2000.

Bloukas.J.G.,Pappa.I.C. and Arvanitoyannis.I.S. 2000. "Optimization of salt, olive oil and pectin levelfor low-fat frankfurters produced by replacing prok backfat with olive oil." **Meat Sci.** 56:81-88.

Crehan,C.M., Troy,D.J. and Buckely,D.J. 2000. "Effect of salt level and high hydrostatic pressure processing on frankfurters formulated with 1.5 and 2.5 % salt." **Meat Sci.** 55: 123-130.

Fox, J.B., Jenkins,R.K. and Ackerman,S.A. 1983. "Texture of emulsified cooked meat products by three different methods of measurement." **J. Food Sci.** 48:1025-1030.

Frank, S.S. and Circle,S.J. 1958. " The use of isolated soybean protein for non-meat, simulated sausage products frankfurter and bologna type." **Food Technol.** 13 : 311.

Hautzinger,P, Regional Training on Meat Canning Technology. Chiang Mai ,Thailand, 1999.

Hideo,O. and Kawassaki, S. 1990. "Processed soybean curd food having a texture similar to meat." U.S. patent. No. 4897280. June 7.

Hughes,E., Cofrades,S. and Troy,D.J. 1997. "Effects of fat level, oat fiber and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30 % fat." **Meat Sci.** 45 : 273-281.

Inklarr,P.A. and Fortuin, J. 1969. "Determining the emulsifying and emulsion stabilizing capacity of protein meat additives." **Food Technol.** 23(1) :103.

Iwasaki, T., Noxshiroya, K., Saitoh, N., Okano, K. and Yamamoto, K. 2006. "Studies of the effect of hydrostatic pressure pretreatment on thermal gelation of chicken myofibrils and pork meat patty." **J. Food Chem.** 95 : 474-483.

Jeng,C.Y., Ockerman,H.W.,Cahill,V.R. and Peng,A.C. 1998. "Influence of substituting two levels of tofu for fat in a cooked comminuted meat-type product." **J. Food Sci.** 53(1) : 97-100.

Kai-Lai, G.H. Wilson, L.A. and Sebranek, J.G. 1997. "Dried soy tofu powder effects on frankfurter and pork sausage pattied." **J.Food Sci.** 60(2) : 434-437.

Lecomte,N.B., Zayas,J.F. and Kastner,C.L. 1993. "Soya proteins functional and sensory characteristics improved in comminuted meats." **J. Food Sci.** 53(3) : 464-472 .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lim,B.T., Deman,J.M., Deman,L. and Buzzell,R.I. 1990. "Yield and quality of tofu as affected by soybean and soymilk characteristics calcium sulfate coagulant." **J. Food Sci.** 55(4) : 1088-1111.

Lin,K.W. and Mei,M.Y. 2000. "Influences of gums, soy proteins isolate, and heating temperatures on reduced-fat meat batters in a model system." **J. Food Sci.** 65(1) : 97-100.

Lucca,P.A. and Tepper,B.J. 1994. "Fat replacers and the functionality of fat in foods." **Trends In food Sci Tech.** 5 : 12-19.

Rahardjo,R., Wilson,L.A. and Sebranek,J.G. 1994. "Spray dried soymilk used in reduced fat pork sausage patties." **J. Food Sci.** 59(6) : 1286-1290.

Rogov,I.A., Zhuravskaya,N.K., Yasureva ,V.A., Roslova,A.P., Pismenskaya,V.N., Perkel,T.P. and Kulibova,V.V. 1982. "Utilization of milk coprecipitate and soy protein isolate in the manufacture of 'combinaton' meat products." **Food Sci Tech.** 13 : 198.

Schaefer,M.J. and Love, J. 1992. "Relationships between soybean component and tofu texture." **J. Food Quality.** 15 : 53-66.

Smulders, F. J. M. and C.H.J. Woolthus. 1983. "Influence of two levels of hygiene in the microbiological condition of veal as product of two slaughtering/processing sequences." **J.Food Prot.** 46 : 1032.

Sofos,J.N. and Allen,C.E. 1977. "Effect of lean meat source and levels of fat and soy protein on the properties of wiener-type products." **J. Food Sci.** 42 : 875.

Wang, H.L. and Cavins, J.F. 1989. Yield and amino acid composition of fractions obtained during tofu production. **Cereal Chem.** 66 : 359-361.

Wang,H.L., Swain,E.W. and Kwolek,W.F. 1983. "Effect of soybean varieties on the yield and quality of tofu." **Cereal Chem.** 60 : 245-248.

Wu, M.C., T.C. Lanier and D. D. Hamann. 1985. "Thermal transitions of admixed starch/fish protein systems during heating." **J.Food Sci.** 50 : 20-25.

Yuporn, C., Yasuki, M., Masahiko, N., Masao, M. And Tomohiko, M. 1995. "Physical Properties of soy bean and broad bean 11s globulin gels formed by transglutaminase reaction." **J.Food Sci.** 60(3) : 483-488 & 493.

Zayas,J.F. 1997. Functionality of protein in food. New York : Spronger-Verlage Berlin.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zee, J.A., Boudreau, A., Bourgeois, M. and Breton, R. 1998. "Chemical composition and nutritional quality of faba bean (Vicia – faba L. Minor) based tofu." **J. Food Sci.** 1772-1774.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวัดค่าความเป็นกรดด่าง (Bloukas *et al.*, 2000)

การวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH) โดยชั่งแบตเตอร์ไส้กรอก 20 กรัม ปั่นผสมกับน้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร ด้วยเครื่อง blender เป็นเวลา 30 วินาที วัดด้วยเครื่อง pH meter ชนิดอิเลคโทรดแก้วที่อุณหภูมิห้อง

วิธีวิเคราะห์

1. กด cal ที่เครื่องจนกระทั่งขึ้น Ct1
2. จุ่ม probe ลงใน pH 7 กด Enter รอจนกระทั่ง Ct2 ปรากฏ
3. ล้างหัว probe ด้วยน้ำกลั่น ซับด้วยกระดาษทิชชู
4. จุ่ม probe ลงใน pH 4 กด Enter รอจนปรากฏค่า slope ในช่วง 56 – 62 (ค่าติดลบ)
5. ล้างหัว probe ด้วยน้ำกลั่น ซับด้วยทิชชู
6. จุ่ม probe ลงในตัวอย่าง กด Enter 2 ครั้ง จะปรากฏค่า pH ตัวอย่าง

หมายเหตุ

- pH Buffer ต้องมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง
- ในขั้นตอนที่ 2 ใช้เวลาไม่เกิน 10 – 15 นาที ถ้าเกินให้ปิดเครื่องและทำการ Calibrate ใหม่
- ถ้าไม่ขึ้น Ct2 แต่ขึ้น Et3 ให้ปิดเครื่องและทำการ Calibrate ใหม่ ถ้ายังไม่ได้ให้เปลี่ยน pH Buffer ที่ใช้

2. ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Hughes *et al.*, 1997)

ชั่งน้ำหนักแบตเตอร์ไส้กรอก 25 กรัม ใส่ในหลอดเหวี่ยงบันทึกน้ำหนักอย่างละเอียด นำตัวอย่างในหลอดไปให้ความร้อนในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปเหวี่ยงที่ระดับความเร็ว 4000 rpm อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที แยกส่วนของเหลวออก นำส่วนของแข็งกับหลอดเหวี่ยงไปชั่งน้ำหนัก

ปริมาณของเหลวทั้งหมดที่แยกได้ (TEF) = W1 - W2

เปอร์เซ็นต์ปริมาณของเหลวที่แยกได้ (เปอร์เซ็นต์TEF) = (TEF/W1) x 100

โดยที่ W1 = น้ำหนักหลอดเหวี่ยงและตัวอย่างเริ่มต้น

W2 = น้ำหนักหลอดเหวี่ยงและตัวอย่างหลังจากแยกของเหลวออก

หมายเหตุ

ความสามารถในการอุ้มน้ำมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณของเหลวที่แยกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวัดค่าสี

วัดค่าสีของตัวอย่างไส้กรอกอิมัลชัน ด้วยเครื่องวัดสี Minolta CR-300 นำตัวอย่างไส้กรอกที่ตัดตามขวางยาว 2 เซนติเมตร วัดค่าสีตรงรอยหน้าตัด วัดค่าสีระบบ L, a, b

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

1. ต่อปลั๊กไฟให้เข้าด้านหลังเครื่องตรงช่อง DC
2. เปิด power ไปที่ ON กดที่ Calibrate รอประมาณ 5 วินาทีจะแสดงข้อความ

CAL Ch00 Y...
x..... y.....

3. วางปลายหัวที่วัดให้แนบกับผิวหน้าของ Calibrate (แผ่นกระเบื้องสีขาว)
4. กดปุ่ม measuring head อย่ายกหัวออกจนกว่าจะวัดเสร็จ โดยหน้าจอจะแสดง 'END'
5. วางปลายหัววัดให้แนบกับผิวตัวอย่างและทำการวัดเช่นเดียวกับข้อ 4

5. เปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนักภายหลังการทำสุก

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างไส้กรอกที่ได้ก่อนนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที รมควันที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 นาที นำมาต้มในน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที นำมาแช่ในน้ำเย็น 2 นาที ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ ชั่งน้ำหนักภายหลังการทำสุก คำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักภายหลังการทำสุกดังนี้

$$\text{ค่าการสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนทำสุก - น้ำหนักตัวอย่างหลังทำสุก}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนทำสุก}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Fox *et al.*, 1983)

ตรวจวัดคุณภาพทางเนื้อสัมผัสของไส้กรอกอิมัลชันด้วยเครื่อง Texture Analyzer โดยใช้หัววัด No. P/75 เตรียมตัวอย่างโดยการตัดตามขวางของไส้กรอกให้มีความยาว 2 เซนติเมตร วัดตามแนวตั้งของไส้กรอก ตั้งค่าดังต่อไปนี้

เลือกรูปแบบหัววัดเป็น Compression

กำหนดการเคลื่อนที่ของหัววัดเป็น Return to start

กำหนดค่า Pre-test speed (ความเร็วหัววัดก่อนทดสอบ) 1 mm/s

Test speed (ความเร็วหัววัดระหว่างทดสอบ) 1 mm/s

Post-test speed (ความเร็วหัววัดหลังการทดสอบ) 10 mm/s

กำหนดจุดเริ่มทดสอบ (Trigger) เป็น Type : Auto, Force : 40 g, Time : 0.01 sec, Distance 30 เปอร์เซ็นต์, Data Acquisition rate : 200 pps

ประมวณผลโดยใช้โปรแกรม Texture Profile Analysis (TPA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบ 9-point Hedonic scales

ชื่อผู้ทดสอบ_____ **วันที่** _____

ชื่อผลิตภัณฑ์ Smoked sausage

กรุณาชิมตัวอย่างที่ให้จากซ้ายไปขวาและให้คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่างตามระดับคะแนนที่ท่านคิดว่าเหมาะสมแล้วทำการบันทึกผลที่ได้ ในระหว่างการชิมให้ดื่มน้ำตามเพื่อทำการชิมตัวอย่างต่อไป

ระดับคะแนน

9 ชอบมากที่สุด (Like extremely)

8 ชอบมาก (Like very much)

7 ชอบปานกลาง (Like Moderately)

6 ชอบเล็กน้อย (Like slightly)

5 เฉยๆ (Neither like nor dislike)

4 ไม่ชอบเล็กน้อย (dislike slightly)

3 ไม่ชอบปานกลาง (Dislike moderately)

2 ไม่ชอบมาก (Dislike very much)

1 ไม่ชอบมากที่สุด (Dislike extremely)

	รหัสตัวอย่าง		
	_____	_____	_____
สี (color)	_____	_____	_____
กลิ่น (odour)	_____	_____	_____
รสชาติ (flavor)	_____	_____	_____
เนื้อสัมผัส (texture)	_____	_____	_____
ความชอบโดยรวม (overall liking)	_____	_____	_____

ข้อเสนอแนะ (suggestion)_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

วิธีการตรวจสอบทางเคมีและจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

1.1 อบถ้วยอลูมิเนียมในตู้อบไฟฟ้าอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก ทำซ้ำเช่นนี้จนกว่าน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมมีค่าต่างกันไม่เกิน 0.01-0.05 มิลลิกรัม

1.2 ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 3 กรัม ใส่ลงในถ้วยอลูมิเนียมซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จากนั้นนำออกจากตู้อบแล้วใส่ไว้ในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมที่ได้ทำซ้ำเช่นนี้จนกว่าน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมมีค่าต่างกันไม่เกิน 0.01-0.05 มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{100 \times \text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

2. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000)

2.1 อบบีกเกอร์สำหรับหาไขมัน ในตู้อบไฟฟ้า ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2.2 ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักประมาณ 3 กรัม ห่อให้มิดชิด แล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง คลุมด้วยสำลี

2.3 นำหลอดตัวอย่างใส่ในบีกเกอร์สำหรับหาไขมัน

2.4 เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ปริมาณ 130 มิลลิลิตร แล้วนำวางลงบนเตาให้ความร้อน ทำการสกัดไขมัน

2.5 นำบีกเกอร์ที่มีไขมันจากตัวอย่างไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีแล้วนำมาไว้ในโถดูดความชื้น

2.6 ชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักต่างกันไม่เกิน 0.01-0.05 มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนใช้วิธีเจลห์ดาล (AOAC, 2000)

3.1 ชั่งตัวอย่างอาหารบนกระดาษกรองให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 2 กรัม ใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน (ขวด Kjeldahl)

3.2 เติมสารเร่งปฏิกิริยา 7 กรัม และกรดซัลฟุริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร

3.3 นำไปย่อยบนเตาไฟจนกระทั่งได้สารละลายใสสีฟ้าหรือสีเขียว ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น

3.4 นำไปกลั่นโดยเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร และโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นเปอร์เซ็นต์32 ปริมาตร 60 มิลลิลิตร

3.5 รองรับสิ่งที่กลั่นด้วย 2 เปอร์เซ็นต์ของกรดบอริก 50 มิลลิลิตรเติมอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด

3.6 กลั่นโดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายบอริก กลั่นประมาณ 4 นาที ล้างปลายอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำหลั่นลงในขวดรองรับ

3.7 นำไปไตเตรทกับสารละลายกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 0.1 นอร์มอลจะได้จุดยุติเป็นสีชมพูอ่อน

3.8 ทำ blank เช่นเดียวกันตั้งแต่ข้อ 3.2 – 3.7 โดยให้ตัวอย่างเป็นน้ำกลั่น

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณโปรตีน (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(a-b) \times N \times 14 \times \text{factor}}{W}$$

โดยที่ a = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้(มิลลิลิตร)

b = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้กับ blank(มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือ 0.1 นอร์มอล

W = น้ำหนักตัวอย่าง(กรัม)

Factor = ตัวเลขที่เหมาะสม 6.25

(น้ำหนักกรัมสมมูลย์ของไนโตรเจน = 14.007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

4.1 เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากเตาเผาใส่โถดูดความชื้นรอให้ถ้วยกระเบื้องเคลือบมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องนำมาชั่งน้ำหนัก

4.2 เผาซ้ำอีก 30 นาทีแล้วนำมาใส่ในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักจนมีผลต่างกันไม่เกิน 0.01-0.05 มิลลิกรัม

4.3 ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอน 3 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำไปเผาบน hot plate จนหมดควันจึงนำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

5. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

5.1 สุ่มตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ในถุง stomacher เทสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (พีเอช 7.2) 225 มิลลิลิตรลงไป เพื่อให้ได้สารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 1 : 10

5.2 นำไปตีป่นให้ละเอียดโดยใช้เครื่องตีป่นอาหารเป็นเวลา 2 นาที

5.3 ปีเปตต์ตัวอย่างอาหารเจือจาง 1 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลองที่มีฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (พีเอช7.2) 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม 3 ระดับ

5.4 ปีเปตต์ตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจ่างต่าง ๆ 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อโดยทำระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ

5.5 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Standard plate count agar ที่หลอมเหลวและมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซสเซียส 15-20 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยการวนจานเพาะเชื้อไปทางซ้าย ขวา บน และล่างอย่างละ 10 ครั้ง

5.6 ทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัวจึงกลับจานเพาะเชื้อ นำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซสเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

5.7 นับจำนวนจุลินทรีย์ในจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนี หาผลเฉลี่ยของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ออาหาร 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างสำหรับการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างสำหรับการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)

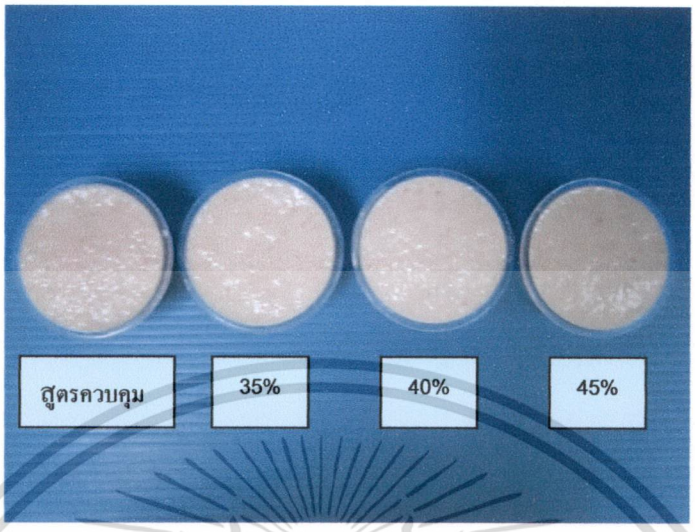
1. ตัดตัวอย่างให้มีขนาดไม่เกิน 1 ตารางมิลลิเมตรและหนาไม่เกิน 5 มิลลิเมตร
2. แช่ตัวอย่างใน 2.5 เปอร์เซ็นต์ glutaraldehyde ใน 0.1 M phosphate buffer pH 7.2 ข้ามคืนในตู้เย็น
3. ล้างด้วย phosphate buffer 2 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที แล้วตามด้วยน้ำกลั่น 1 ครั้ง
4. Dehydrate ด้วย acetone ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ 50 เปอร์เซ็นต์ 70 เปอร์เซ็นต์ 90 เปอร์เซ็นต์ และ 100 เปอร์เซ็นต์ (3 ครั้ง) ตามลำดับ ขั้นตอนละ 30 นาที
5. ทำตัวอย่างให้แห้ง ณ จุดวิกฤต ด้วยเครื่อง Critical Point Dryer
6. หักตัวอย่างแล้วติดตัวอย่างบนแท่นวางตัวอย่าง (stub) ด้วยเทปกาวสองหน้าหรือกาว
7. นำตัวอย่างไปฉาบทองด้วยเครื่อง Ion sputter
8. นำไปส่องดูด้วย SEM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

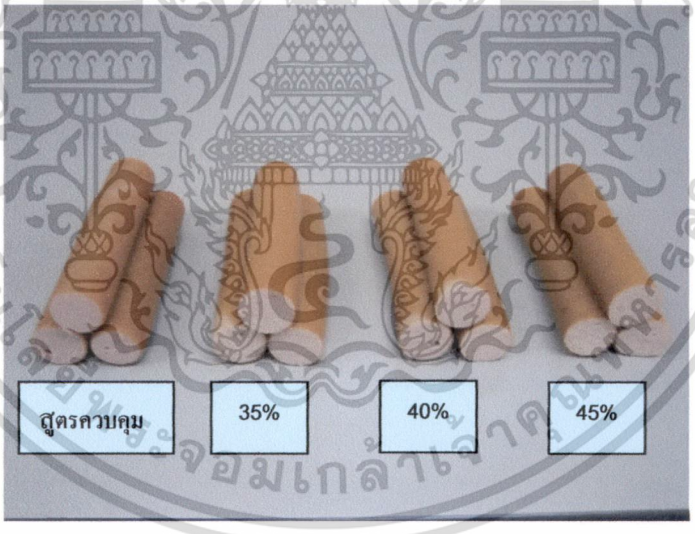
ภาคผนวก จ

ลักษณะแบตเตอร์และไส้กรอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



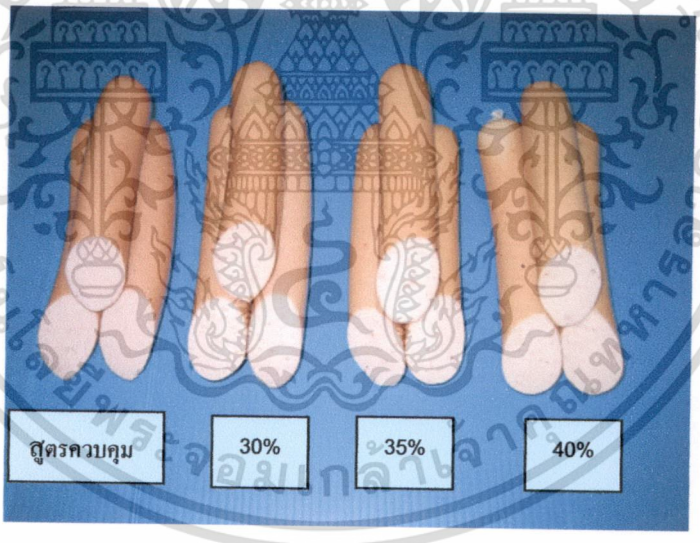
ภาพ จ.1 ลักษณะแบตเตอร์ที่ทดแทนด้วยเต้าหู้อ่อน



ภาพ จ.2 ลักษณะไส้กรอกที่ทดแทนด้วยเต้าหู้อ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ จ.3 ลักษณะแบคเตอร์ที่ทดแทนด้วยเต้าหู้แข็ง



ภาพ จ.4 ลักษณะไส้กรอกที่ทดแทนด้วยเต้าหู้แข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้