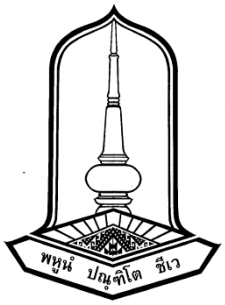


# การพัฒนาไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ

วรรณศิริ วรรณสืบเชื้อ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร
พฤศจิกายน 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

# การพัฒนาไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ

วรรณศิริ วรรณสืบเชื้อ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร
พฤศจิกายน 2554
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาววรรณศิริ วรรณสืบเชื้อ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

| | |
|---|---|
| ..... | ประธานกรรมการ |
| (ผศ.ดร.รำไพ เกณฑ์สาคู) | (กรรมการบัณฑิตศึกษาประจำคณะ) |
| ..... | กรรมการ |
| (รศ.ดร.ศิริธร ศิริอมรพรรณ) | (ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์) |
| ..... | กรรมการ |
| (อาจารย์ ดร.กรรณิการ์ ห้วยแสน) | (กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์) |
| ..... | กรรมการ |
| (รศ.จิระพันธ์ ห้วยแสน) | (ผู้ทรงคุณวุฒิ) |

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(ผศ.ดร.รำไพ เกณฑ์สาคู)
คณบดีคณะเทคโนโลยี

.....
(รศ.ดร.ไพฑูรย์ สุขศรีงาม)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่ 25 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2554

Mahasarakham University

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายใต้โครงการเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัย ทุน สกว. – อุตสาหกรรม ปี 2552 และวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.ศิริธร ศิริอมรพรรณ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.กรรณิการ์ ห้วยแสน กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รำไพ เกณฑ์สาคู ประธานกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์จิระพันธ์ ห้วยแสน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษา ด้านวิชาการและงานวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์ ที่อำนวยความสะดวกการใช้เครื่องมือและสารเคมี

ขอขอบคุณนางสาวจิตตะวัน กุโบลา นางสาวพรพิมล รักษาก้านตง นางสาวอรอนงค์ ไกรสูนและนางสาวณัชชา ดาวมุกดา ที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณบิดา มารดาที่คอยเป็นกำลังใจมาโดยตลอด รวมทั้งเป็นผู้ให้ทุนทรัพย์ในการทำงานและขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำและคำปรึกษาที่ดีแก่ข้าพเจ้าเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณ บิดา มารดาและบูรพาจารย์ที่ประสาทความรู้

วรรณศิริ วรรณสืบเชื้อ

Mahasarakham University

**ชื่อเรื่อง** การพัฒนาไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ
**ผู้วิจัย** นางสาววรรณศิริ วรรณสืบเชื้อ
**ปริญญา** วิทยาศาสตร์บัณฑิต **สาขาวิชา** เทคโนโลยีการอาหาร
**กรรมการควบคุม** รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริธร ศิริอมรพรรณ และ
อาจารย์ ดร.กรรณิการ์ ห้วยแสน
**มหาวิทยาลัย** มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2554

## บทคัดย่อ

เห็ดหลินจือมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระส่งผลต่อคุณสมบัติในการรักษาโรค เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ เป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ 3 รูปแบบ คือ เห็ดหลินจือบดหยาบ, น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ (1%, 2%, 3%) และสปอร์เห็ดหลินจือ (0.25%, 0.50%, 0.75%) โดยนำเห็ดหลินจือทั้ง 3 รูปแบบมาเป็นส่วนผสมในไส้กรอกปลารมควันเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐาน ซึ่งประกอบด้วย ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบดหยาบ ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือและไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ ได้สูตรไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือรวมทั้งสิ้น 10 สูตร จากนั้นทำการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ 2 วิธี คือ 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging และ Total phenol concent, ลิพิดออกซิเดชัน (Peroxide value (PV) และ Thiobarbituric acid value (TBA) ), ศึกษาด้านเนื้อสัมผัส ค่าสีและการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ผลการศึกษาพบว่า เห็ดหลินจือบดหยาบมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด มีค่า $IC_{50}$ 0.54±0.05 รองลงมาคือ น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือและสปอร์จะมี ค่า $IC_{50}$ 0.93±0.03, 2.31±0.34 ตามลำดับ ($P$<0.05) ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบดหยาบ 3% จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ในขณะที่ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบดหยาบ 3% มีปริมาณสารประกอบฟีนอลลิคมากที่สุด (363.25±0.15 mg GAE/100g dry sample) โดยสูตรมาตรฐานมีปริมาณฟีนอลิคน้อยที่สุดและไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือมี stearic acid (C18:0) alpha-linolenic acid (C18:3n-3) และ Linoleic acid (C18:2n-6) มากที่สุด

การศึกษาปฏิกิริยาลิพิดออกซิเดชันในระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือนแรก ค่า PV value และ TBA value ไม่แตกต่างกัน ($P$>0.05) แต่ในเดือนที่ 4 พบว่า สูตรมาตรฐานมีค่า PV value และ TBA value เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและในเดือนที่ 5-6 มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีค่า PV value และ

TBA value ในเดือนสุดท้ายของการศึกษา คือ 3.8 (mg peroxide equivalent/kg sample) และ 1.56 (mg malonaldehyde equivalent/ kg sample) ตามลำดับ ในขณะที่ไส้กรอกปลารมควันที่มีการเติมเห็ดหลินจือจะมีค่า PV value และ TBA value เพิ่มขึ้นน้อยกว่าสูตรมาตรฐาน ($P$<0.05) ดังนั้น การเติมเห็ดหลินจือทุกรูปแบบสามารถลดการเกิดลิพิดออกซิเดชันได้ดีกว่าตัวอย่างที่ไม่มีการเติมเห็ดหลินจือ ซึ่งจะส่งผลให้อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ยาวนานขึ้น

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมีและด้านกายภาพและการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่า สูตรที่ได้คะแนนด้านต่างๆ มากที่สุด คือ ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.75% ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% และไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 2% โดยต้นทุนการผลิตไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือมีต้นทุนการผลิต 292.79 บาทและไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือมีต้นทุนการผลิต 194.79 บาท

โดยสรุป การผลิตไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.75% สูตรผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% และสูตรผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 2% มีศักยภาพในการผลิตเชิงพาณิชย์ จึงควรส่งเสริมให้ผู้ที่สนใจทำวิจัยเกี่ยวกับการเสริมเห็ดหลินจือในไส้กรอกปลาต่อไป

**คำสำคัญ :** เห็ดหลินจือ; ไส้กรอกปลารมควัน; ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ; การเก็บรักษา; การทดสอบทางประสาทสัมผัส

**TITLE** Development of Smoked Fish Sausage mixed Ling-zhi (*Ganoderma lucidium*)

**AUTHOR** Miss Wannasiri Wannasupchue

**DEGREE** Master Degree of Science **MAJOR** Food Technology

**COMMITTEE** Assoc. Prof. Sirithon Siriamornpun, Ph.D. and Ms. Kannikar Huaisan, Ph.D.

**UNIVERSITY** Mahasarakham University **YEAR** 2011

## ABSTRACT

Ling-zhi (*Ganoderma lucidum*) has long been regarded as a food and medicinal mushroom due to its antioxidant property and abilities for treatment of cancer and heart disease. We investigated the oxidative stability, textural and sensory properties of added Ling-zhi in smoked fish sausage at levels of 1%, 2% and 3% (crushed Ling-zhi and Ling-zhi water extract) and 0.25%, 0.50% and 0.75% (Ling-zhi spore) compared with control (on added Ling-zhi). The $DPPH^{\cdot}$ radical scavenging activity was used for evaluating their antioxidant activity. Crushed Ling-zhi and smoked fish sausage with crushed Ling-zhi 3% have the most $DPPH^{\cdot}$ radical scavenging activity. ($IC_{50}$ 0.54±0.05) This study aimed to evaluate the effect of adding Ling-zhi as an ingredient on total phenolic content. The highest phenolic content was smoked fish sausage with crushed Ling-zhi 363.25±0.15 mg GAE/100g dry sample, respectively, whereas, the control had the least phenolic content. Lipid and fatty acid composition of smoked fish sausage with Ling-zhi have the highest lipid content was stearic acid (C18:0), alpha-linolenic acid (C18:3n-3) and Linoleic acid (C18:2n-6).

The values of PV and TBA remained not significantly different ($P$>0.05) among all samples at the first 3 months of storage. However after that those parameters of the control (no added Ling-zhi) was sharply increased at 4 months and steadily at 5 and 6 months with the final PV of 3.8 (mg peroxide equivalent/kg sample) and TBA of 1.56 (mg malonaldehyde equivalent/ kg sample) which were significantly higher than those of all added Ling-zhi sausages. This indicates that addition of any forms of Ling-zhi significantly delayed lipid oxidation as compared with the control.

The result of chemical quality and physical quality and sensory evaluation found that smoked fish sausage with spore 0.75%, smoked fish sausage with Ling-zhi water extract 1% and

smoked fish sausage with Ling-zhi water extract 2% have the highest quality on the color, flavor, taste, texture, appearance and overall acceptability in a smoked fish sausage. Smoked fish sausage with spore has a product cost of 292.79 Baht and smoked fish sausage with Ling-zhi water extract has cost 194.79 Baht.

In conclusion, the production of smoked fish sausage with spore 0.75%, smoked fish sausage with Ling-zhi water extract 1% and smoked fish sausage with Ling-zhi water extract 2% have commercial potentials, Therefore, we should encourage those interested to conduct research on Ling-zhi added to smoked fish sausage.

**Key Words** : Ling-zhi; Smoked fish sausage; Antioxidant; Storage; Sensory evaluation

**สารบัญ**


| | |
|---|---|
| กิตติกรรมประกาศ | ก |
| บทคัดย่อภาษาไทย | ข |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ง |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ภูมิหลัง | 1 |
| 1.2 ความมุ่งหมายของงานวิจัย | 2 |
| 1.3 สมมุติฐานของการวิจัย | 2 |
| 1.4 ความสำคัญของงานวิจัย | 2 |
| 1.5 ขอบเขตงานวิจัย | 3 |
| 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ | 4 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 5 |
| 2.1 เห็ดหลินจือ (Ling-zhi) | 5 |
| 2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของเห็ดหลินจือ | 7 |
| 2.3 ส่วนประกอบของเห็ดหลินจือ | 8 |
| 2.4 คุณสมบัติทางยาของเห็ดหลินจือ | 10 |
| 2.5 วิธีการบริโภคเห็ดหลินจือ | 11 |
| 2.6 การแปรรูปเห็ดหลินจือ | 11 |
| 2.7 ปลาดุก | 12 |
| 2.8 ลักษณะและพฤติกรรมของปลาดุก | 12 |
| 2.9 องค์ประกอบทางเคมีของปลาดุกรัสเซีย | 16 |
| 2.10 สภาวะการเลี้ยง การตลาด และการแปรรูปปลาดุก | 17 |
| 2.11 ไส้กรอก (Sausage) | 18 |
| 2.12 ไส้บรรจุ (Casing) | 20 |
| 2.13 การรมควัน | 21 |
| 2.14 อิมัลชัน (Emulsion) | 22 |
| 2.15 กระบวนการผลิตไส้กรอกปลารมควัน | 24 |
| 2.16 การเสียของไส้กรอก (Spoilage of sausage) | 25 |
| 2.17 ส่วนประกอบของไส้กรอกปลา | 27 |

2.18 การทดสอบความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค 35
2.19 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 36
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 40
3.1 แผนการวิจัย 40
3.2 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย 41
3.3 วิธีดำเนินการวิจัย 43
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 56
3.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ 56
3.6 ระยะเวลา สถานที่และแผนการดำเนินงานวิจัย 56
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง 57
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 57
4.2 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 57
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 58
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 88
5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย 88
5.2 สมมุติฐานของการวิจัย 88
5.3 สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง 89
5.4 ข้อเสนอแนะ 94
เอกสารอ้างอิง 95
ภาคผนวก 101
ภาคผนวก ก แบบสอบถามการประเมินทางประสาทสัมผัส 102
ภาคผนวก ข โครมาโทรแกรมองค์ประกอบทางเคมี 108
ภาคผนวก ค ภาพประกอบของเห็ดหลินจือที่ใช้เป็นส่วนผสมในไส้กรอกปลารมควัน 111
ภาคผนวก ง การเปรียบเทียบคุณลักษณะต่างๆ ของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน (ANOVA) และการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยรายคู่ 114
ประวัติย่อของผู้วิจัย 138

Mahasarakham University

**สารบัญตาราง**


ตาราง 2.1 การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของเห็ดหลินจือ 9

ตาราง 2.2 องค์ประกอบทางเคมีโดยเฉลี่ย (% น้ำหนักแห้ง) ของปลาดุกรัสเซีย 16

ตาราง 2.3 แหล่งที่มาของแบคทีเรียในการผลิตไส้กรอก 27

ตาราง 4.1 ผลการวัดค่าสีด้านในของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน (L*-, a*- และ b*- values) 63

ตาราง 4.2 ผลการวัดค่าสีด้านนอกของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน (L*-, a*- และ b*- values) 64

ตาราง 4.3 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 65

ตาราง 4.4 องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 67

ตาราง 4.5 องค์ประกอบของกรดไขมัน (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) จากส่วนต่างๆ ของเห็ดหลินจือ 69

ตาราง 4.6 ปริมาณความเข้มข้นของกรดไขมัน (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักเปียก) จากส่วนต่างๆ ของเห็ดหลินจือ 70

ตาราง 4.7 องค์ประกอบของกรดไขมัน (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) ของเนื้อและไขมันจากปลาดุกรัสเซีย ( *Clarias gariepinus* ) 71

ตาราง 4.8 ปริมาณความเข้มข้นของกรดไขมัน (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักเปียก) ของเนื้อและไขมันจากปลาดุกรัสเซีย ( *Clarias gariepinus* ) 72

ตาราง 4.9 องค์ประกอบของกรดไขมัน (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) ของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 75

ตาราง 4.10 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเห็ดหลินจือด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity 76

ตาราง 4.11 การประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อความชอบและการยอมรับโดยรวมต่อไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 83

ตาราง 4.12 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 84

ตาราง 4.13 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 85


Mahasarakham University

ตาราง 4.14 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 86
ตาราง ง-1 การเปรียบเทียบค่าการวัดสีด้านในของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน (L*-, a*- และ b*- values) 115
ตาราง ง-2 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าการวัดสีความสว่าง (L*) ด้านในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 116
ตาราง ง-3 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าการวัดสีแดง-สีเขียว (a*) ด้านในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 118
ตาราง ง-4 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าการวัดสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b*) ด้านในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 119
ตาราง ง-5 การเปรียบเทียบค่าการวัดสีด้านนอกของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน (L*-, a*- และ b*- values) 120
ตาราง ง-6 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าการวัดสีความสว่าง (L*) ด้านนอกของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 121
ตาราง ง-7 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าการวัดสีแดง-สีเขียว (a*) ด้านนอกของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 122
ตาราง ง-8 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าการวัดสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b*) ด้านนอกของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 123
ตาราง ง-9 การเปรียบเทียบด้านเนื้อสัมผัสของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 124
ตาราง ง-10 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าความแข็ง (Hardness (N)) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 126
ตาราง ง-11 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าการรวมตัว (Cohesiveness) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 127
ตาราง ง-12 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าความเหนียว (Adhesiveness (N*s)) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 128
ตาราง ง-13 การเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 129

ตาราง ง-14 การเปรียบเทียบคุณลักษณะด้านการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อความชอบและการยอมรับโดยรวมของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 131
ตาราง ง-15 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านสีต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 133
ตาราง ง-16 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านกลิ่นรสต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 134
ตาราง ง-17 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านรสชาติต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 135
ตาราง ง-18 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 136
ตาราง ง-19 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน 137

**สารบัญภาพประกอบ**


ภาพประกอบ 2.1 ลักษณะของเห็ดหลินจือ 6

ภาพประกอบ 2.2 เปรียบเทียบลักษณะหัวปลาดุก ส่วนปลายของกระดูกท้ายทอย ปลาดุกอุยมีลักษณะโค้งมน (ซ้าย) ส่วนในปลาดุกด้านกระดูกท้ายแหลม (ขวา) 13

ภาพประกอบ 2.3 เปรียบเทียบลักษณะปลาดุก, ก. แสดงความแตกต่างของลักษณะกระดูกท้ายทอยของปลาดุก 3 ชนิด ข. แสดงลักษณะของปลาดุกอุย (บน) ปลาดุกบิ๊กอุย (กลาง) และปลาดุกยักษ์ (ล่าง) 14

ภาพประกอบ 2.4 ลักษณะของปลาดุกรัสเซีย ( *Clarias gariepinus* ) 15

ภาพประกอบ 2.5 ลักษณะของไส้กรอกรมควัน 18

ภาพประกอบ 2.6 ลักษณะของการรมควันไส้กรอก 21

ภาพประกอบ 2.7 ภาพแสดงอิมัลชันของน้ำมันในน้ำ 22

ภาพประกอบ 2.8 อิมัลซิไฟเออ เอเจนต์ 23

ภาพประกอบ 2.9 กระบวนการผลิตไส้กรอกปลารมควัน 24

ภาพประกอบ 2.10 ลักษณะของกระเทียม 29

ภาพประกอบ 2.11 ลักษณะของอบเชย 31

ภาพประกอบ 2.12 ลักษณะของลูกจันทร์และดอกจันทร์ 32

ภาพประกอบ 2.13 ลักษณะของเม็ดผักชี 33

ภาพประกอบ 2.14 ลักษณะของพริกไทยเม็ดขาว 33

ภาพประกอบ 3.1 เห็ดหลินจือบดหยาบ 45

ภาพประกอบ 3.2 น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 45

ภาพประกอบ 3.3 สปอร์เห็ดหลินจือ 46

ภาพประกอบ 4.1 ไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐาน (ไม่มีส่วนผสมของเห็ดหลินจือ) 58

ภาพประกอบ 4.2 ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 1% 58

ภาพประกอบ 4.3 ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 2% 59

ภาพประกอบ 4.4 ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 3% 59

ภาพประกอบ 4.5 ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 1% 59

ภาพประกอบ 4.6 ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 2% 60

ภาพประกอบ 4.7 ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 3% 60

ภาพประกอบ 4.8 ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% 61

ภาพประกอบ 4.9 ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือบด 2% 61
ภาพประกอบ 4.10 ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือบด 3% 62
ภาพประกอบ 4.11 โครมาโตแกรมของกรดไขมันจากไส้กรอกปลารมควันผสม
เห็ดหลินจือสูตรต่างกันวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค GC 74
ภาพประกอบ 4.12 เปรียบเทียบค่า $IC_{50}$ ของเห็ดหลินจือ (■) และไส้กรอกปลารมควันผสม/
ไม่ผสมเห็ดหลินจือ (■) 77
ภาพประกอบ 4.13 เปรียบเทียบปริมาณฟีนอลิคของเห็ดหลินจือ (■) และไส้กรอกปลารมควัน
ผสม/ไม่ผสมเห็ดหลินจือ (■) 78
ภาพประกอบ 4.14 เปรียบเทียบปริมาณค่าเปอร์ออกไซด์ของไส้กรอกปลารมควันผสม
เห็ดหลินจือสูตรต่างกัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซสเซียส
ระยะเวลาการเก็บ 0-6 เดือน 80
ภาพประกอบ 4.15 เปรียบเทียบปริมาณสารมาโลนไดอัลดีไฮด์ของไส้กรอกปลารมควันผสม
เห็ดหลินจือสูตรต่างกันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซสเซียส
ระยะเวลาการเก็บ 0-6 เดือน 81
ภาพประกอบ ข-1 โคมาโตรแกรมสารมาตรฐานของกรดไขมัน 109
ภาพประกอบ ข-2 กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิค 110
ภาพประกอบ ค-1 เห็ดหลินจือบดหยาบ 112
ภาพประกอบ ค-2 สปอร์เห็ดหลินจือ 112
ภาพประกอบ ค-3 น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 113

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ภูมิหลัง

ไส้กรอกเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในกลุ่มเนื้อบดละเอียดอิมัลชัน โดยเกิดจากการลดขนาดของเนื้อสัตว์ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักให้มีขนาดเล็กลงไปจากเดิม เพื่อให้เนื้อชิ้นเล็กๆ รวมกันเป็นรูปร่างอีกแบบหนึ่งตามชนิดของผลิตภัณฑ์ (ชัยณรงค์ คันธนิต, 2529) และนำมาปรุงรสด้วยส่วนผสมต่างๆ โดยโครงสร้างภายในของไส้กรอกจะมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน ระบบอิมัลชันหรือมีอิมัลชันเป็นตัวประสานระหว่างน้ำและไขมัน (Chattong *et al*., 2007) ไส้กรอกเป็นอาหารที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมรับประทาน เนื่องจาก สะดวก รวดเร็ว ทันต่อความเร่งรีบในสังคมปัจจุบัน จากความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการอาหารที่ใช้เวลาในการปรุงน้อยควบคู่ไปกับการดูแลสุขภาพ จึงได้มีการนำเนื้อปลาซึ่งเป็นแหล่งของโปรตีน มีโปรตีนสูงถึง 23% ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย โดยเฉพาะไลซีน และทรีโอนิน (สำนักงานโภชนาการ, 2550) นอกจากนี้เนื้อปลายังเป็นแหล่งของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีความสำคัญต่อร่างกาย ได้แก่ Eicosapentaenoic acid หรืออีพีเอ (EPA) Docosahexaenoic acic หรือดีเอ็ชเอ (DHA) อีกด้วย (Valencia *et al*., 2006)

โดยทั่วไปแล้วอาจกล่าวได้ว่าในการทำไส้กรอกชนิดต่างๆ นั้นจะใช้เกลือและพริกไทยเป็นวัสดุปรุงแต่งรสพื้นฐาน ส่วนวัสดุอื่นๆ ที่ใช้จะเป็นประเภทเพื่อเสริมให้รสชาติแตกต่างออกไป หรือเพื่อเสริมสร้างให้มีรสชาติเฉพาะ (ชัยณรงค์ คันธนิต, 2529) ผู้วิจัยจึงได้มีการนำสมุนไพรจีน คือ เห็ดหลินจือมาเป็นส่วนผสม เนื่องจาก เห็ดหลินจือเป็นยาจีนที่ใช้กันมานานกว่า 2,000 ปี เป็นพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติในด้านการรักษาโรค เช่น โรคหัวใจ, เส้นเลือดหัวใจตีบ, โรคมะเร็ง, โรคตับ, โรคความดันโลหิต, โรคคลอเรสเตอรอลสูง (Yang *et al*., 2000) นอกจากความสามารถด้านการรักษาโรค ยังมีรายงานว่า เห็ดหลินจือมีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (XiaoPing *et al*., 2009) กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระนอกจากจะช่วยยับยั้งอนุมูลอิสระในร่างกายของมนุษย์ อีกทั้งยังช่วยยืดอายุในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ (Sallam *et al*., 2004)

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันอิมัลชันโดยใช้เนื้อปลาดุกรัสเซียเป็นวัตถุดิบหลัก อีกทั้งยังได้มีการนำสมุนไพรจีน คือ เห็ดหลินจือ มาเป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ทำให้งานวิจัยนี้น่าจะตอบสนองความต้องการในการบริโภคอาหารอย่างเร่งรีบควบคู่ไปกับการดูแลสุขภาพของผู้บริโภค ช่วยให้ผู้บริโภคทั้งเด็กในวัยเรียน วัยทำงาน

Mahasarakham University

และวัยผู้สูงอายุมีสุขภาพที่ดีจากการบริโภคอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการและมีส่วนผสมจากสมุนไพรจีน

**1.2 ความมุ่งหมายของงานวิจัย**

1.2.1 เพื่อพัฒนาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณภาพด้านกายภาพของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ

1.2.3 เพื่อศึกษาคุณภาพด้านเคมีของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ

1.2.4 เพื่อศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ

**1.3 สมมุติฐานของการวิจัย**

1.3.1 ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือแต่ละสูตรมีความแตกต่างกัน

1.3.2 คุณภาพด้านกายภาพของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือแตกต่างกัน

1.3.3 คุณภาพด้านเคมีของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือแตกต่างกัน

1.3.4 ผลของการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือแตกต่างกัน

**1.4 ความสำคัญของงานวิจัย**

1.4.1 ได้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือที่มีคุณภาพดี คุณค่าทางโภชนาการสูงและมีปริมาณสารสำคัญที่เป็นประโยชน์จากเห็ดหลินจือสำหรับผู้ที่นิยมบริโภคไส้กรอกรมควัน

1.4.2 ช่วยเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ

1.4.3 เพื่อตอบสนองกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายที่นิยมบริโภคไส้กรอกรมควันให้มีผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันที่หลากหลาย

**1.5 ขอบเขตงานวิจัย**

1.5.1 ในการวิจัยครั้งนี้ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ คือ ไส้กรอกรมควันที่ทำมาจากปลาดุกรัสเซียผสมเห็ดหลินจือ โดยปลาดุกรัสเซียที่ทำมาทดลอง ได้มาจากตลาดเทศบาล อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ และเห็ดหลินจือที่นำมาทดลองเป็นเห็ดหลินจือที่ปลูกใน ฟาร์มเห็ดรุจิรา อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์

1.5.2 ตัวแปร

1.5.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ สูตรไส้กรอกปลา

1.5.2.2 ตัวแปรตาม

1.5.2.2.1 ปริมาณความชื้น

1.5.2.2.2 ปริมาณไขมัน

1.5.2.2.3 ปริมาณโปรตีน

1.5.2.2.4 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

1.5.2.2.5 ปริมาณเส้นใยอาหาร

1.5.2.2.6 ปริมาณเถ้า

1.5.2.2.7 ความเหนียว

1.5.2.2.8 ความยืดหยุ่น

1.5.2.2.9 สี

1.5.2.2.10 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

1.5.2.2.11 องค์ประกอบของกรดไขมัน

1.5.2.2.12 ปริมาณความเข้มข้นของกรดไขมัน

1.5.2.2.13 ค่าเปอร์ออกไซด์

1.5.2.2.14 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส เช่น ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบและการยอมรับโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์

1.5.2.3. ตัวแปรควบคุม คือ เห็ดหลินจือ สายพันธุ์ *Ganoderma lucidium*

**1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ**

1.6.1 ไส้กรอกปลารมควัน (Smoked fish sausage) หมายถึง เนื้อปลาและไขมันที่ผสมกับเครื่องเทศ เกลือ และเครื่องปรุงรสต่างๆ ที่ผ่านการบดจนเป็นเนื้อเดียวกันนำมาบรรจุในไส้ หรือแบบ (mold) จากนั้นนำมารมควันให้สุก ความแตกต่างของไส้กรอกขึ้นกับชนิดของเนื้อสัตว์ เครื่องเทศ ไส้บรรจุ และวิธีการทำ

1.6.2 เห็ดหลินจือ (Ling zhi) มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Ganoderma lucidum* จัดเป็นเห็ดกระด้างที่มีโครงสร้างคล้ายเนื้อไม้ พบอยู่ทั่วไปตามต้นไม้ผุที่มีความชื้นสูงพอสมควรเห็ดหลินจือเป็นที่รู้จักกันอย่างดีในหมู่คนจีนมานานนับเป็นพันปี เห็ดหลินจือมีชื่อดั้งเดิมในประเทศจีนว่า หญ้านางฟ้า เป็นเห็ดที่มีคุณภาพ สูงในการใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรค

1.6.3 ปลาดุกรัสเซีย (Cat fish) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Clarias gariepinus* ในวงศ์ปลาดุก (Clariidae) มีถิ่นอาศัยอยู่ทั่วไป เป็นปลาไม่มีเกล็ด ลำตัวยาว มีหัวที่แบนและแข็ง มีหนวดยาวแปดเส้น สามารถหายใจบนบกได้ เป็นปลาวางไข่และกินเนื้อ โดยเฉพาะเมื่อตัวโตเต็มที่ชอบกินปลาอื่นที่ตัวเล็กกว่าเป็นอาหาร

1.6.4 ลิพิดออกซิเดชัน (lipid oxidation) คือ การเกิดปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างออกซิเจนกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอิสระหรือที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ที่อยู่ในลิพิด หรืออาหารที่มีลิพิด ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ

1.6.5 ผลิตภัณฑ์ 0 เดือน คือ ผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปแล้วทำการวิเคราะห์ภายใน 1 สัปดาห์

# บทที่ 2

## เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย แบ่งออกเป็นหัวข้อตามลำดับ ดังนี้

2.1 เห็ดหลินจือ (Ling-zhi)
2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของเห็ดหลินจือ
2.3 ส่วนประกอบของเห็ดหลินจือ
2.4 คุณสมบัติทางยาของเห็ดหลินจือ
2.5 วิธีการบริโภคเห็ดหลินจือ
2.6 การแปรรูปเห็ดหลินจือ
2.7 ปลาดุก
2.8 ลักษณะและพฤติกรรมของปลาดุก
2.9 องค์ประกอบทางเคมีของปลาดุกรัสเซีย
2.10 สภาวะการเลี้ยง การตลาด และการแปรรูปปลาดุก
2.11 ไส้กรอก (Sausage)
2.12 ไส้บรรจุ (Casing)
2.13 การรมควัน
2.14 อิมัลชัน (Emulsion)
2.15 กระบวนการผลิตไส้กรอกปลารมควัน
2.16 การเสียของไส้กรอก (Spoilage of sausage)
2.17 ส่วนประกอบของไส้กรอกปลา
2.18 การทดสอบความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค
2.19 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 เห็ดหลินจือ (Ling-zhi)

เห็ดหลินจือ (Ling zhi) มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Ganoderma lucidum* จัดเป็นเห็ดกระด้างที่มีโครงสร้างคล้ายเนื้อไม้ พบอยู่ทั่วไปตามต้นไม้ผุที่มีความชื้นสูงพอสมควร เห็ดหลินจือเป็นที่รู้จักกันอย่างดีในหมู่คนจีนมานานนับเป็นพันปีมาแล้ว เห็ดหลินจือมีชื่อดั้งเดิมในประเทศจีนว่า

หญ้านางฟ้า เป็นเห็ดที่มีคุณภาพสูงในการใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรค การแพทย์แผนปัจจุบันพิสูจน์แล้วว่า เห็ดหลินจือมีผลต่อการบรรเทาโรคบางชนิด เช่น ทางสมอง หัวใจ ทางเดินหายใจ หลอดลม กระเพาะลำไส้ หืดหอบ เป็นต้น และมีผลงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าธาตุอาหารที่หายากชนิดหนึ่งคือ Germanium (GE) ที่มีอยู่ในเห็ดหลินจือเป็นธาตุอาหารที่สำคัญมากต่อมนุษย์ มีคุณสมบัติในทางช่วยเร่งเมตตาโบลิซึมของร่างกาย ทำให้แก่ช้าลงและยังมี Polysaccharide บางชนิดซึ่งช่วยเสริมสร้างความต้านทานโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคมะเร็ง (สุรพล รักปทุม และชวลิต สันติกิจ, 2551)

**ภาพประกอบ 2.1** ลักษณะของเห็ดหลินจือ
**ที่มา:** สุรพล รักปทุม และชวลิต สันติกิจ, 2551

เห็ดหลินจือเป็นราขนาดใหญ่ชนิดหนึ่ง เป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในอาณาจักรของรา ไม่มีคลอโรฟิลล์ จึงไม่สามารถสังเคราะห์อาหารจากแสงแดดได้เหมือนพืชทั่วไป ต้องดำรงชีพโดยการได้รับสารอาหารจากสิ่งแวดล้อมซึ่งมักเป็นซากของพืช เช่น ขอนไม้ เห็ดจะปล่อยน้ำย่อยออกมาย่อยสลายวัสดุรองรับที่เป็นอาหารแล้วดูดซึมเข้าสู่เซลล์ วัสดุรองรับตามธรรมชาติหรือที่เตรียมไว้สำหรับการเพาะเลี้ยงจึงมีความสำคัญกับการเจริญเติบโตและคุณภาพของเห็ด

การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต นักวิทยาศาสตร์จำแนกเห็ดหลินจือให้อยู่ในสกุล Ganoderma แบ่งออกเป็นหลายชนิดตามชื่อภาษาลาตินได้แก่ *Ganoderma applanatum* (Pers.) เป็นต้น ในพจนานุกรมเห็ดราซึ่งตีพิมพ์เมื่อปี ค.ศ. 1983 บันทึกไว้ว่า เห็ดหลินจือขึ้นอยู่ทั่วโลกตามธรรมชาติถึง 113 สายพันธุ์ โดยอยู่ในประเทศจีนรวม 86 สายพันธุ์ คิดเป็น 76% ของสายพันธุ์ทั้งหมด (สุรพล รักปทุม และชวลิต สันติกิจ, 2551) สำหรับเห็ดหลินจือที่ได้รับความนิยมและมีสรรพคุณทางยาสูงสุดคือชนิด *Ganoderma lucidum* หมายถึง เห็ดที่ขึ้นเงาหรือเห็ดที่มีผิวมีแสงเป็นประกาย เห็ดที่แก่เต็มที่จะมีสีแดงหรือสีน้ำตาลแดงหรือที่ชาวจีน เรียกว่า ชื่อจือ

เห็ดหลินจือแดงชอบขึ้นอยู่ตามขอนไม้ผุ โดยเฉพาะต้นไม้ใบใหญ่ เช่น ต้นโอ๊ค เห็ดจะงอกจากเส้นใยเล็กๆ ซึ่งจะรวมเป็นกระจุกหรือขยุ้มรา กลายเป็นตุ่มมนยื่นออกมาคล้ายนิ้ว ต่อมาส่วนบนจะเจริญแผ่กว้างออกเป็นหมวกคล้ายพัดหรือรูปไต ดอกเห็ดเมื่ออ่อนจะมีสีขาว เมื่อแก่ขึ้นสีจะค่อยๆ เข้มขึ้น จากส่วนที่ติดก้านดอกไปจนถึงขอบดอก จากเหลืองนวล สีเหลืองแก่ สีส้ม สีแดง สีน้ำตาลแดง อาจเข้มจนเป็นสีน้ำตาลแก่ ผิวหมวกจะเป็นรอยย่น มันเงาเหมือนเคลือบด้วยแลคเกอร์ ดอกเห็ดป่ามีขนาด 4-12 x 3-20 เซนติเมตร หนา 0.5-2 เซนติเมตร เห็ดเพาะเลี้ยงซึ่งสามารถคุมสิ่งแวดล้อมได้ดี ดอกเห็ดจะมีความสมบรูณ์และมีรูปร่างสวยงาม ขอบดอกเรียบ เป็นวงรีและม้วนเป็นวงกลมเข้าหาก้านดอกสมดุลกันทั้งสองด้าน รูปร่างคล้ายไตและแผ่ออกเป็นแผ่นคล้ายพัด มีก้านดั่งไม้เท้า ชูดอกงามสง่าเหมือนลวดลายโบราณที่เรียกว่า หยูอี้ ซึ่งชาวจีนถือเป็นสัญลักษณ์ของความเป็นสิริมงคล นอกจากนี้ดอกเห็ด ที่ดี ขอบดอกแผ่นดอกจะหนา ดอกใหญ่อาจมีดอกโตถึง 1 เมตร

**2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของเห็ดหลินจือ**

เห็ดหลินจือเป็นเชื้อราชนิดหนึ่งที่ขึ้นอยู่ตามต้นไม้ที่เน่าเปื่อย ผุพัง พบอยู่ทั่วไป ระดับความสูงตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนกระทั่งสูงกว่า 1,000 เมตร อุณหภูมิระหว่าง 8 – 38 องศาเซลเซียสต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส เส้นใยและดอกยังสามารถมีชีวิตอยู่ได้แต่ไม่เจริญเติบโต เมื่ออากาศเริ่มอุ่นขึ้นสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ เห็ดหลินจือมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป ประเทศจีนเรียกว่า หลิงชิง หรือ หลินจือ แปลว่า สุดยอดของต้นไม้วิเศษ สำหรับประเทศไทย เรียกว่า เห็ดกระด้าง เห็ดหั้งขอ เห็ดนางกวัก เห็ดแม่เบี้ยงูเห่า เห็ดจวักงู เห็ดมะพร้าว แล้วยังแบ่งแยกไปตามชนิดของเห็ด ได้แก่

1) ดอกสีเขียว เรียกว่า ชิงจือ มีรสชาติขมเล็กน้อย มักพบในบริเวณที่มีอากาศหนาวใช้ในการรักษาโรคหัวใจ

2) ดอกสีแดง เรียกว่า ฉื่อจือหรือต้นจืน มีรสขม ใช้เป็นยาแก้การแน่นหน้าอก บำรุงหัวใจ สำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคภูมิแพ้เรื้อรัง ช่วยฟื้นฟูผู้ป่วยที่เป็น โรคสมอง โรคเบาหวาน

3) ดอกสีเหลือง เรียกว่า หวงจือหรือจีนจือ มีรสชาติหวานจืด มีสรรพคุณ ในการบำรุงประสาท บำรุงร่างกาย ระบบขับถ่ายให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

4) ดอกสีขาว เรียกว่า ไป่จือหรือวีจือ มีรสชาติฉุน ขมเล็กน้อย มีสรรพคุณ ในการแก้โรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ ปอด จมูก ทำให้หายใจคล่อง

5) ดอกสีดำ เรียกว่า เฮจือหรือเสียนจือ มีรสชาติเค็มเล็กน้อยไม่ขม มีสรรพคุณ ในการขับน้ำตกค้างในร่างกาย บำรุงไต ขับปัสสาวะ

6) ดอกสีม่วง เรียกว่า จื่อจือหรือสีซ๊อคโกแลต มีรสชาติขมเล็กน้อย มีสรรพคุณรักษาโรคไขข้ออักเสบ หูอักเสบ

**2.3 ส่วนประกอบของเห็ดหลินจือ**

2.3.1 เส้นใยเป็นเส้นละเอียดสีขาว ถ้าเก็บเส้นใยไว้นานๆ จะเปลี่ยนสีเหลืองและน้ำตาล เมื่อส่องดูใต้กล้องจุลทรรศน์ เส้นใยหนึ่งๆ ประกอบไปด้วย เซลล์หลายเซลล์ มีการแตกสาขา

2.3.2 ดอกเห็ด ประกอบด้วยส่วนของหมวกเห็ดและก้านหมวกเห็ดมีรูปร่างกลมหรือรูปโต โดยทั่วไปมีขนาด 10 – 12 ซม. บางครั้งจะใหญ่ได้ถึง 20 ซม. ผิวด้านนอกมีผิวเป็นสีแดงหรือน้ำตาล แล้วแต่สายพันธุ์ มีแถบเป็นวงกลม ซึ่งมีความกว้างของแถบวงไม่สม่ำเสมอ บางครั้ง ด้านในของหมวกเห็ดจะมีสีเหลือง เนื้อเห็ดมีสีขาวหรือขาวนวล ด้านใต้ของหมวกเห็ดจะมีลักษณะเป็นหลอดดูคล้ายรูฟองน้ำ ก้านเห็ดมีลักษณะกลมอยู่ติดกับหมวกเห็ด

2.3.3 สปอร์ สปอร์มีลักษณะเป็นรูปไข่ เป็นรูเล็กอยู่ใต้หมวกดอก เมื่อดอกมีขนาดเล็กอยู่บริเวณนี้ จะอัดแน่นติดอยู่ด้วยกัน มีสีแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดหรือสายพันธุ์

**ตาราง 2.1** การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของเห็ดหลินจือ

จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของเห็ดหลินจือ พบว่ามีส่วนประกอบหลักดังนี้คือ

| ส่วนประกอบ | ปริมาณที่ตรวจพบเป็นหน่วย |
|---|---|
| น้ำ (Water content) | 6.9 % |
| โปรตีน (Protein) | 26.4% |
| ไขมัน (Fat) | 4.5 % |
| เส้นใย (Fiber) | 0.1 % |
| เถ้า (Ash) | 19.0 % |
| คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) | 43.1 % |
| โพลีแซคคาไรด์ (Polysacharide) | 11.4 % |
| แคลเซียม (Calcium,Cal) | 832 มก/เห็ด 100 กรัม |
| ฟอสฟอรัส (Phosphorus,P) | 1,030 มก/เห็ด 100 กรัม |
| เหล็ก (Fe) | 82.6 มก/เห็ด 100 กรัม |
| แมกนีเซียม (Magneslum,Mg) | 1,030 มก/เห็ด 100 กรัม |
| โซเดียม (Sodium,Na) | 375 มก/เห็ด 100 กรัม |
| โปรแตสเซียม (Potassium,K) | 3,590 มก/เห็ด 100 กรัม |
| วิตามิน บี 1 (vitamin B1) | 3.49 มก/เห็ด 100 กรัม |
| วิตามิน บี 2 (vitamin B2) | 17.1 มก/เห็ด 100 |
| **ส่วนประกอบ** | **ปริมาณที่ตรวจพบเป็นหน่วย** |
| วิตามินบี 6 (vitamin B6) | 0.71 มก/เห็ด 100 กรัม |
| โคลีน (Coline) | 1,150 มก/เห็ด 100 กรัม |
| ไนอาซิน (Niacin) | 61.9 มก/เห็ด 100 กรัม |
| อินโนซิตอล (Inositol) | 307.0 มก/เห็ด 100 กรัม |

**ที่มา:** สุรพล รักปทุม และชวลิต สันติกิจ, 2551

**2.4 คุณสมบัติทางยาของเห็ดหลินจือ**

คุณสมบัติที่น่าสนใจ คือ คุณสมบัติในด้านการบำรุงร่างกายและทางยาเท่านั้นเพราะตัวเห็ดมีลักษณะแข็งแบบเนื้อไม้ ไม่มีกลิ่น บางชนิดยังมีรสขม หวานหรือเปรี้ยวหรือไม่มีรส ชาวจีนนับว่าเป็นชาติแรกที่รู้จักวิธีการใช้เห็ดหลินจือเป็นยาอายุวัฒนะ ป้องกันและรักษาโรคมากมายหลายชนิด ปัจจุบันได้มีการวิจัยทางคุณสมบัติของเห็ดหลินจือ พบว่า เห็ดหลินจือมีสารประกอบหลายชนิดที่มีคุณสมบัติทางยา

1) สาร Ganoderic & Lucidic Acid (Polysacharide of Pentose) สารชนิดนี้เป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่ของน้ำตาลแพนโตส มีรสขม เป็นสารที่มีอยู่ในเห็ดหลินจือ และเห็ดทั่วไป มีส่วนกระตุ้นให้ร่างกายสร้างสารอินเตอร์เฟรอน สารชนิดนี้จะไปกระตุ้นให้เกิดภูมิคุ้มกันการเข้าทำลายเนื้องอก หรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอกบางชนิดได้รวมทั้งโรคไวรัสที่ทำให้เกิดโรคไข้หวัดใหญ่ เนื่องจากสาร Ganoderic & Lucidic Acid เป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ร่างกายนำเอาไปใช้ลำบากแต่สารแดสคอร์บิก แอซิด หรือวิตามินซี จะช่วยลดขนาดของสาร Ganoderic & Lucidic Acid ลงทำให้ร่างกายดูดเอาไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นในการรับประทานนิยมใส่วิตามินซีเข้าไปในปริมาณ 100 มิลลิกรัม ต่อ เห็ด 5 – 10 กรัม

2) สารอิริตาดีนีน (Eritadenine)

สารชนิดนี้มีอยู่ในเห็ดต่างๆ ทั่วไปแต่มีอยู่ในเห็ดหลินจือกับเห็ดฟางเป็นจำนวนมาก สารอิริตาดินีน มีคุณสมบัติในการละลายไขมันในเส้นเลือด

3) สารเจอมาเนียม Gemanium (Ge)

สารชนิดนี้คือสารที่สำคัญที่สุดที่มีอยู่ในโสมราคาแพง เป็นสารที่ช่วยบำรุงร่างกาย ทำให้ระบบเลือดหมุนเวียนได้สะดวก ทำให้เม็ดเลือดแดงดูดซึมเอากาซออกซิเจน อย่างมีประสิทธิภาพช่วยสร้างภูมิต้านทานของร่างกาย ช่วยให้หายจากการอ่อนเพลียได้เร็ว บำรุงประสาท ไม่เครียดง่าย เป็นยาอายุวัฒนะเห็ดหลินจือจะมีสารเจอมาเนียอยู่ระหว่าง 800 – 2,000 ส่วนในล้านมีมากกว่าในโสมหลายเท่า

**2.5 วิธีการบริโภคเห็ดหลินจือ**

เห็ดหลินจือนิยมมาบริโภคเพื่อบำรุงร่างกายเป็นยาอายุวัฒนะ ป้องกันและรักษาโรค ในปัจจุบันการบริโภคเห็ดหลินจือทำได้หลายวิธี ได้แก่

1) นำเห็ดหลินจือมาบดแห้ง บรรจุแคปซูลเหมือนสมุนไพรทั่วๆไป

วิธีนี้ต้นทุนต่ำ ง่ายและราคาถูก แต่ได้สารสำคัญจากเห็ดหลินจือน้อยมาก เนื่องจากร่างกาย ไม่สามารถย่อยสกัดเอาสารที่สำคัญดูดเข้าไปใช้ในร่างกายได้ รับประทานมากจะเกิดอาการท้องอืด เพราะเห็ดหลินจือ มีลักษณะแข็งคล้ายเนื้อไม้ ย่อยยาก ไม่เหมือนสมุนไพรทั่วๆไป

2) นำเห็ดหลินจือที่ฝานเป็นชิ้นมาต้มกับน้ำ แล้วใช้เฉพาะน้ำเห็ดหลินจือดื่ม

วิธีนี้ต้นทุนต่ำ ราคาถูก ได้รับประโยชน์จากเห็ดหลินจือประมาณ 30 % เนื่องจากเห็ดหลินจือ ประกอบด้วยสารที่สามารถละลายในน้ำได้ 30 % ถึงแม้วิธีนี้จะได้รับประโยชน์จากเห็ดหลินจือไม่ครบ แต่ก็มากกว่าวิธีแรก โดยจะต้องนำเห็ดหลินจือที่ฝานเป็นชิ้น มาสับเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วมาต้มกับน้ำด้วยไฟอ่อนๆ ประมาณ 6-8 ชั่วโมง เอาเฉพาะน้ำเห็ดหลินจือมาดื่ม แต่ต้องดื่มในปริมาณที่มากจึงจะได้รับประโยชน์

3) นำเห็ดหลินจือมาสกัด โดยใช้เทคโนโลยีในการสกัดร้อน หรือสกัดเย็น บรรจุรูปแบบแคปซูล

วิธีนี้ถึงแม้ต้นทุนจะสูง ราคาแพงแต่ได้ปริมาณสาระสำคัญในเห็ดหลินจือที่มีประโยชน์ครบถ้วนมากที่สุดและสะดวกในการบริโภค เหมาะกับการใช้บำรุงร่างกาย ป้องกันและรักษาโรค

**2.6 การแปรรูปเห็ดหลินจือ**

โดยทั่วไปเห็ดหลินจือจะจำหน่ายในรูปของเห็ดแห้ง โดยตัดส่วนด้านที่มีเศษวัสดุเพาะออกทิ้งแล้วทำความสะอาดดอกเห็ด นำดอกเห็ดมาหั่นเป็นชิ้นบางๆ แล้วนำไปตากแดด 1 – 3 วัน หรืออบในตู้อบที่อุณหภูมิ 55 – 60 องศาเซลเซียส นานประมาณ 4 – 5 ชั่วโมง ดอกเห็ดก็จะแห้งสนิท ดอกเห็ดที่ทำการอบแห้งได้ที่แล้ว ถ้าต้องการที่จะเก็บไว้นานๆ จะต้องการไว้ในภาชนะที่ปิดมิดชิด อากาศและความชื้นเข้าไม่ได้

**2.7 ปลาดุก**

ปลาดุกเป็นปลาที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืด น้ำที่ค่อนข้างกร่อย หรือแม้แต่ในหนองน้ำที่มีน้ำเพียงเล็กน้อย เพราะว่าปลาดุกเป็นปลาที่มีอวัยวะพิเศษช่วยในการหายใจเช่นเดียวกับปลาช่อน จึงสามารถดำรงชีวิตอยู่ในน้ำที่มีออกซิเจนเพียงเล็กน้อยได้เป็นอย่างดีอีกทั้งเป็นปลาน้ำจืดที่คนไทยนิยมรับประทาน ปลาดุกจะพบได้ทั่วไปในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ประเทศอินเดีย พม่า ไทย ลาว กัมพูชา ฟิลิปปินส์ เวียดนาม และมาเลเซีย สำหรับประเทศไทยพบปลาดุกในคลอง หนอง บึง ต่างๆ ทั่วทุกภาค เป็นปลาที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดทั่วไป ปลาดุกที่พบในประเทศไทยมีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 5 ชนิดด้วยกัน แต่ที่เป็นที่รู้จักมีเพียง 2 ชนิด คือปลาดุกอุย และปลาดุกด้าน (คณิต เวชกุล, 2550) ปลาดุกที่นิยมเลี้ยงคือ ปลาดุกด้าน เพราะเนื้อปลาดุกด้านค่อนข้างแข็ง ทำให้สามารถขนส่งได้ในระยะทางไกล ประกอบกับปลาดุกด้านเลี้ยงง่าย โตเร็ว จึงเป็นที่นิยมเลี้ยงกันมาก แต่สำหรับผู้บริโภคแล้ว จะนิยมปลาดุกอุย เพราะให้รสชาติดี เนื้อปลานุ่ม ฟู กลิ่นดี

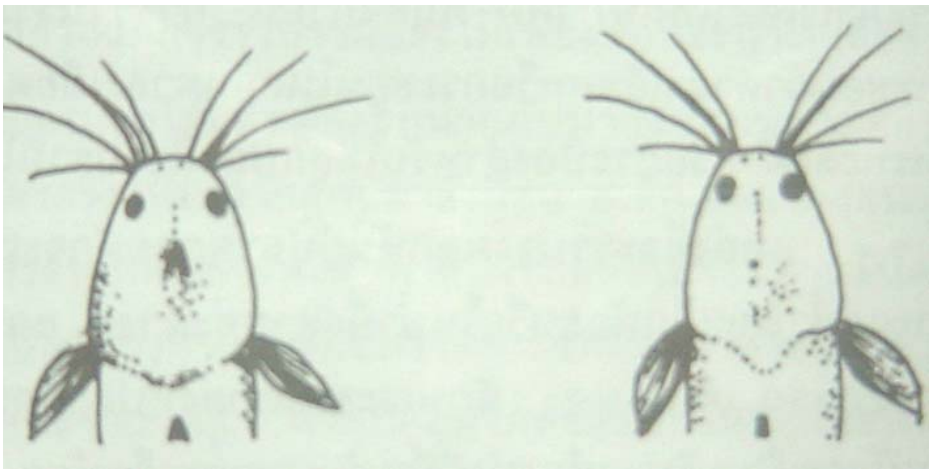
ประมาณปลายปี พ.ศ. 2530 เกษตรกรได้นำพันธุ์ปลาดุกชนิดหนึ่งจากประเทศลาวเข้ามาเลี้ยงในประเทศไทย ซึ่งกรมประมงได้ให้ชื่อว่าปลาดุกเทศ (ปลาดุกยักษ์ หรือ ปลาดุกรัสเซีย) มีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกา เป็นปลาที่มีการเจริญเติบโตรวดเร็วมาก สามารถกินอาหารได้แทบทุกชนิด มีความต้านทานโรคและสภาพแวดล้อมสูงเป็นปลาที่มีขนาดใหญ่ เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ (กองส่งเสริมการประมง, 2548) แต่ปลาดุกชนิดนี้มีเนื้อเหลว และมีสีซีดขาว ไม่น่ารับประทาน ต่อมานักวิชาการไทยได้ประสบความสำเร็จในการผสมเทียมข้ามพันธุ์ระหว่างปลาดุกอุยเพศเมีย และปลาดุกยักษ์เพศผู้ ได้ปลาลูกผสมเรียกว่า ดุกอุยเทศ หรือ บิ๊กอุย ซึ่งผลที่ได้นั้น บิ๊กอุยเป็นที่นิยมเลี้ยงของเกษตรกร เนื่องจากเลี้ยงง่าย มีอัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว อีกทั้งทนทานต่อโรคและสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าปลาดุกชนิดอื่น (โชคชัย วัสกุล, 2547) ทั้งยังเป็นที่นิยมบริโภคของประชาชน เนื่องจากมีรสชาติดีและราคาถูก ทำให้ปัจจุบันปลาดุกบิ๊กอุยได้รับการนิยมและเข้ามาแทนที่ตลาดปลาดุกด้าน

**2.8 ลักษณะและพฤติกรรมของปลาดุก**

ปลาดุกมีรูปร่างเรียวยาว ไม่มีเกล็ด มีอวัยวะช่วยหายใจลักษณะคล้ายพุ่มไม้สีขาวอยู่ภายในส่วนหัวเรียกว่า ดอนไดรท์ ซึ่งช่วยให้ปลาดุกมีความอดทนสามารถอยู่ในที่ไม่มีน้ำหรือมีน้ำน้อยๆ

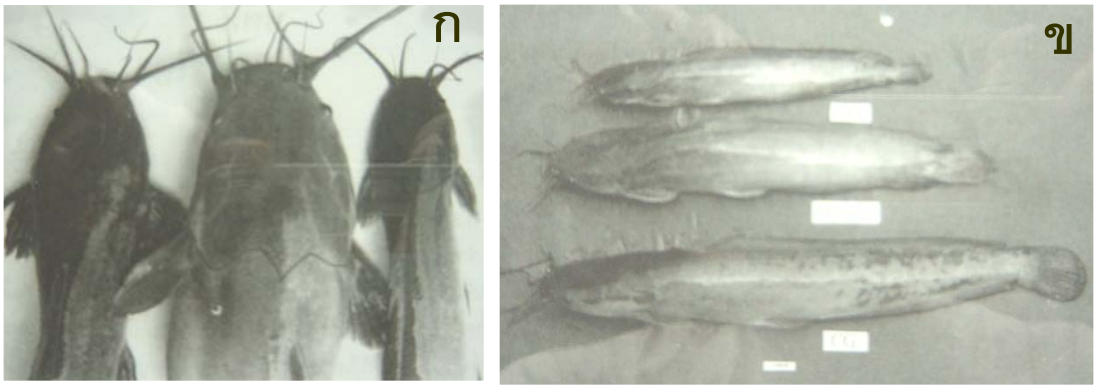
ได้นาน ตามีขนาดเล็กมาก มีหนวด 4 คู่อยู่ที่ริมฝีปาก ซึ่งสามารถรับความรู้สึกได้ดี ใช้หนวดมากกว่าใช้ตาในการหาอาหารตามพื้นดิน ครีบหลังยาวไม่มีกระโดง ครีบอกก้านแรก มีลักษณะยื่นแหลมและอาจจะมีหรือไม่มีลักษณะเป็นฟันเลื่อยก็ได้ ส่วนนี้ช่วยพยุงร่างกายให้เกาะอยู่ในสภาพต่างๆได้ดี ปลาดุกสามารถสร้างเสียงด้วยการเคลื่อนไหวของครีบ ทำให้เกิดการกระทบกันของข้อต่อหรือการเคลื่อนไหวของถุงลม ปลาดุกชอบหากินตามหน้าดิน มีนิสัยว่องไว สามารถจะขึ้นมาอยู่บนบกได้นานกว่าปลาชนิดอื่นๆ รวมถึงสามารถที่จะอาศัยอยู่ในดิน โคลน เลน และในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำได้นาน เนื่องจากมีอวัยวะพิเศษช่วยในการหายใจ อาหารที่ปลาดุกชอบกิน ส่วนมาก เป็นอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ แต่ถ้านำมาเลี้ยงในบ่อก็สามารถฝึกให้กินอาหารจำพวกพืชได้ รวมถึงสามารถฝึกนิสัยให้ปลาดุกขึ้นมากินอาหารบริเวณผิวน้ำแทนการหาอาหารกินตามหน้าดินได้

ลักษณะของปลาดุกรัสเซีย มีสีของผิวหนังค่อนข้างเหลืองถึงเหลืองอมเทา มีจุดประตามตัวและบริเวณด้านข้างของลำตัวอย่างเด่นชัด เนื้อสีออกเหลือง มีมันมาก ลำตัวค่อนข้างทู่ ส่วนปลายของกระดูกท้ายทอยจะป้านและสั้น ในปลาดุกด้านสีของลำตัวค่อนข้างคล้ำเล็กน้อย เนื้อมีสีขาวมีมันน้อย ส่วนหัวค่อนข้างแหลมและส่วนปลายของกระดูกท้ายทอยแหลมเป็นรูปสามเหลี่ยม ในปลาดุกยักษ์สีของลำตัวสีเทา สีเทาอมเหลืองมีลายคล้ายหินอ่อนอยู่ทั่วตัว ส่วนหัวใหญ่และแบนกะโหลกจะเป็นตุ่มๆไม่เรียบและส่วนปลายของกระดูกท้ายทอยแหลมเป็นรูปหยักแหลมมี 3 หยัก ส่วนลักษณะของบิ๊กอุยนั้น ตัวโตเต็มวัยมีสีสันคล้ายปลาดุกอุยมากแต่จะสังเกตได้จากกะโหลกศีรษะ ซึ่งค่อนข้างขรุขระและหยักแหลม ปลาดุกอุย ปลาดุกด้านและปลาดุกยักษ์มีลักษณะแตกต่างที่สังเกตได้ ดังภาพ



**ภาพประกอบ 2.2** เปรียบเทียบลักษณะหัวปลาดุก ส่วนปลายของกระดูกท้ายทอยปลาดุกอุยมีลักษณะโค้งมน (ซ้าย) ส่วนในปลาดุกด้านกระดูกท้ายแหลม (ขวา)

**ที่มา:** ประพันธ์ สมสร้าง, 2543




**ภาพประกอบ 2.3** เปรียบเทียบลักษณะปลาดุก, ก. แสดงความแตกต่างของลักษณะกระดูกท้ายทอยของปลาดุก 3 ชนิด (จากซ้ายไปขวา ปลาดุกด้าน ปลาดุกยักษ์ และปลาดุกอุย)
ข. แสดงลักษณะของปลาดุกอุย (บน) ปลาดุกบิ๊กอุย (กลาง) และปลาดุกยักษ์ (ล่าง)
**ที่มา**: อุทัยรัตน์ ณ นคร, 2544

ปลาดุกรัสเซียหรือปลาดุกแอฟริกา เป็นปลาน้ำจืดในอันดับปลาหนังชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Clarias gariepinus* ในวงศ์ปลาดุก (Clariidae) มีลักษณะทั่วไปคล้ายปลาดุกด้าน (*C. batrachus*) ซึ่งเป็นปลาในสกุลเดียวกัน แต่มีส่วนหัวยาวกว่าและแนวระหว่างจะงอยปากถึงท้ายทอยเว้าและโค้งลาด ด้านบนของศีรษะขรุขระกว่า เมื่อมองจากด้านบนจะเห็นเป็นรูปสามเหลี่ยม ท้ายทอยแหลมเป็นโค้ง 3 โค้ง โดยส่วนกลางยื่นยาวมากที่สุด ลำตัวยาว ครีบหลังและครีบก้นยาว ลำตัวด้านบนมีสีน้ำตาลคล้ำอมเหลือง และมีลายแต้มแบบลายหินอ่อนบนลำตัว แก้มและท้องสีจาง ที่โคนครีบหางมีแถบตามแนวตั้งสีจาง ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของปลาชนิดนี้ ครีบมีสีเข้ามกว่าลำตัวเล็กน้อย บางตัวอาจมีขอบครีบสีแดง นับเป็นปลาที่ขนาดใหญ่สุดในสกุล *Clarias* ขนาดเมื่อโตเต็มที่ยาวได้ถึง 1.70 เมตร

**ภาพประกอบ 2.4** ลักษณะของปลาดุกรัสเซีย ( *Clarias gariepinus* )
**ที่มา:** อุทัยรัตน์ ณ นคร, 2544

ปลาดุกชนิดนี้เป็นปลาพื้นเมืองของทวีปแอฟริกา พบได้ในตอนเหนือและตอนตะวันออกของทวีปสำหรับในประเทศไทยได้ถูกนำเข้ามาในปี พ.ศ. 2528 โดยเอกชนบางรายในจังหวัดหนองคายและจังหวัดอุบลราชธานี โดยนำเข้ามาจากประเทศลาวเพื่อเลี้ยงไว้ดูเล่น เนื่องจากมีขนาดลำตัวใหญ่กว่าปลาดุกทั่วไป ต่อมากรมประมงได้นำมาทดลองผสมข้ามพันธุ์กับปลาดุกอุย (*C. macrocephalus*) พบว่าลูกผสมระหว่างพ่อปลาดุกแอฟริกาและแม่ปลาดุกอุยมีผลการรอดสูง และมีการเจริญเติบโตรวดเร็ว เนื้อมีรสชาติที่ดีขึ้น จึงส่งเสริมและแพร่วิธีการเพาะขยายพันธุ์และเลี้ยงดูสู่เกษตรกรอย่างกว้างขวาง จนปัจจุบันนี้ กลายเป็นปลาเศรษฐกิจที่ได้รับความนิยมชนิดหนึ่งของเมืองไทย และเรียกชื่อปลาลูกผสมนี้ว่า บิ๊กอุย

แต่ในปัจจุบันสถานะของปลาดุกแอฟริกาในประเทศไทย จากบางส่วนได้หลุดรอดและถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ทำให้เป็นสิ่งมีชีวิตต่างถิ่น (alien species) ชนิดหนึ่งที่คุกคามการอยู่รอดของสัตว์น้ำพื้นเมืองของไทย สำหรับชื่ออื่นๆ ที่เรียกปลาดุกแอฟริกา ได้แก่ ปลาดุกรัฐเซีย, ปลาดุกเทศ เป็นต้น (อุทัยรัตน์ ณ นคร, 2544)

**2.9 องค์ประกอบทางเคมีของปลาดุกรัสเซีย**

องค์ประกอบทางเคมีของสัตว์น้ำทั้งหลายไม่ว่าจะเป็นสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ หรือสัตว์น้ำย่อมประกอบด้วนส่วนที่สำคัญคือ ส่วนที่หนึ่ง ได้แก่ ของเหลว คือ น้ำ หรือความชื้น และส่วนที่สอง ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต เกลือแร่และวิตามิน องค์ประกอบดังกล่าวย่อมเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อม เช่น ความแตกต่างระหว่างชนิดของปลา ความแตกต่างระหว่างเพศ ฤดูกาล ปัจจัยทางสรีระวิทยา ความแตกต่างของปลาชนิดเดียวกันในแต่ละตัว ความแตกต่างทางกายวิภาคของตัวปลา (ปราณานิศา ชูโชติ, 2543)

**ตาราง 2.2** องค์ประกอบทางเคมีโดยเฉลี่ย (% น้ำหนักแห้ง) ของปลาดุกรัสเซีย

| **องค์ประกอบทางเคมี** | **ปลาดุกรัสเซีย** |
|---|---|
| โปรตีน | 18.10 |
| ไขมัน | 4.40 |
| เถ้า | 1.00 |
| ความชื้น | 74.50 |
| คาร์โบไฮเดรต | 2.00 |
| เกลือแร่ | |
| โซเดียม | 55 – 63 |
| โปรแทสเซียม | 223 – 395 |
| แคลเซียม | 29 – 41 |
| ฟอสฟอรัส | 185 – 277 |
| คลอรีน | 130 |
| แมกนีเซียม | 33 |
| วิตามิน (มก./100 มก.) | |
| วิตามินเอ | 279 |
| วิตามินบี 1 | 0.20 |
| วิตามินบี 2 | 0.04 |

**ที่มา :** ปราณนิศา ชูโชติ, 2543

**2.10 สภาวะการเลี้ยง การตลาด และการแปรรูปปลาดุก**

ปลาดุกเป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจของไทย ในปี พ.ศ. 2544 มีการผลิตถึง 77,905.09 ตัน โดยเป็นผลผลิตจากภาคกลาง 17,208.51 ตัน ภาคตะวันตก 19,867.07 ตัน ภาคตะวันออก 9,772.41 ตัน ภาคเหนือ 14,357.59 ตัน ภาคใต้ 9,606.68 ตัน และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 7,092.83 ตันโดยมีราคาเฉลี่ย 26.09 บาทต่อกิโลกรัม (กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง, 2546) ผลผลิตปลาดุกส่วนใหญ่จะจำหน่ายในสภาพสดมีชีวิต หากปลาตายราคาจะลดลงมาก และการแปรรูปปลาดุกเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่ายังมีน้อย แต่เนื่องจากผลผลิตในขณะนี้มีปริมาณเพิ่มขึ้น จึงมีการพัฒนาการแปรรูปมากขึ้น โดย ผ่องเพ็ญ (2531) รายงานว่า ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากปลาดุกเป็น 2 รูปแบบ คือผลิตภัณฑ์พื้นเมือง เช่น ปลาร้า และผลิตภัณฑ์อาหารเพิ่มมูลค่า เป็นผลิตภัณฑ์แช่แข็ง (frozen fish) นอกจากนี้ทางกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำได้มีการทดลองนำปลาดุกมาทำเป็นผลิตภัณฑ์อีกหลายชนิด เช่น รมควัน ทำเค็ม หรือปรุงรสด้วยซีอิ๊วหรือน้ำส้ม และผลิตภัณฑ์บรรจุกระป๋อง (มานพและคณะ, 2533)

**โรคของปลาดุก** โดยแบ่งอาการของโรคเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

1) การติดเชื้อจากแบคทีเรีย จะมีการตกเลือด มีแผลตามลำตัวและครีบ ครีบกร่อน ตาขุ่น หนวดหงิก กกหูบวม ท้องบวมมีน้ำในช่องท้อง กินอาหารน้อยหรือไม่กินอาหาร ลอยตัว

2) อาการจากปรสิตเข้าเกาะตัวปลา จะมีเมือกมาก มีแผลตามลำตัว ตกเลือด ครีบเปื่อย มีจุดสีขาวตามลำตัว สีตามลำตัวซีดหรือเข้มผิดปกติ เหงือกซีด ว่ายน้ำทุรนทุราย ควงสว่านหรือไม่ตรงทิศทาง

3) อาการจากอาหารมีคุณภาพไม่เหมาะสม ที่พบบ่อยมักจะขาดวิตามินบี จะทำให้กะโหลกร้าว บริเวณใต้คางจะมีการตกเลือด ตัวคด กินอาหารน้อยลง ถ้าขาดวิตามินบี ปลาจะว่ายน้ำตัวเกร็งและชักกระตุก

4) อาการจากคุณภาพน้ำในบ่อไม่ดี ปลาจะว่ายน้ำขึ้นลงเร็วกว่าปกติ ลอย หัว ครีบกร่อนเปื่อย หนวดหงิก เหงือกซีดและบวม ลำตัวซีด ไม่กินอาหาร ท้องบวมมีแผลตามตัว

## 2.11 ไส้กรอก (Sausage)

ไส้กรอก (Sausage) หมายถึง เนื้อและไขมันที่ผสมกับเครื่องเทศ เกลือ และเครื่องปรุงรสต่างๆ ที่ผ่านการบดจนเป็นเนื้อเดียวกันนำมาบรรจุในไส้ หรือแบบ (mold) ความแตกต่างของไส้กรอกขึ้นกับชนิดของเนื้อสัตว์ เครื่องเทศ ไส้บรรจุ และวิธีการทำ

**ภาพประกอบ 2.5** ลักษณะของไส้กรอกรมควัน

**ที่มา:** http://www.caswells-moms.com/e-shop/images/categories/PorkBaconSausage.jpg

ปัจจุบันมีไส้กรอกหลายร้อยชนิดแตกต่างกันไปตามความต้องการของผู้บริโภคในส่วนต่างๆ ของโลก เยาวลักษณ์ ศรีลดา (2536) และ สัญชัย พนิตกุล (2543) กล่าวถึงไส้กรอกชนิดต่างๆ ไว้ดังนี้

2.11.1.1 ไส้กรอกสด (fresh sausage) ทำจากเนื้อสด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหมูและเนื้อวัวบดและผสมเครื่องปรุง บรรจุในไส้ มัดเป็นท่อนๆ เก็บไว้ในตู้เย็น ก่อนที่จะรับประทานก็นำมาทำให้สุกเสียก่อน ด้วยการย่าง ปิ้ง อบ หรือทอด ไส้กรอกชนิดนี้ เน่าเสียง่าย ถ้าเก็บรักษาที่อุณหภูมิไม่เหมาะสม ตัวอย่าง ไส้กรอกสด ได้แก่

2.11.1.1.1 ไส้กรอกหมูสด (fresh pork sausage) ผลิตจากเนื้อหมูสดหรือเนื้อหมูแช่แข็ง หรือทั้งสองอย่างรวมกัน รวมทั้งเนื้อหมูที่ผ่านการเอากระดูกออก (deboned pork) ผสมเครื่องปรุงรสบรรจุไส้ มัดเป็นท่อน ๆ

2.11.1.1.2 บราทเวอร์สต์ (bratwurst) ทำจากเนื้อลูกวัวหรือเนื้อหมู ใช้ผิวหรือน้ำมะนาวในการปรุงรส นิยมลวกก่อนจำหน่าย (กรมปศุสัตว์, 2544)

2.11.1.1.3 บ๊อกเวอร์สท (bockwurst) ทำจากเนื้อลูกวัวจำนวนมากกว่าเนื้อหมูบางสูตรผสมนมสด เครื่องปรุงรส นิยมลวกก่อนจำหน่าย

2.11.1.2 ไส้กรอกรมควัน (smoked sausage) เป็นไส้กรอกที่ทำจากเนื้อที่ผ่านการหมักแล้วผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันทุกชนิดต้องเก็บไว้ในตู้เย็น แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

2.11.1.2.1 ไส้กรอกรมควันไม่สุก ไส้กรอกชนิดนี้มีลักษณะคล้ายกับไส้กรอกสด แต่ผ่านการรมควันจึงทำให้สีและรสชาติเปลี่ยนแปลงไปจากไส้กรอกสด เมื่อจะรับประทานต้องนำมาทำให้สุกเสียก่อน ไส้กรอกชนิดนี้สามารถเก็บรักษาได้นานกว่าไส้กรอกสดธรรมดาได้ 1-2 วัน แต่อย่างไรก็ตาม ควรเก็บไว้ในตู้เย็น เช่น ไส้กรอกหมูสดรมควัน (fresh smoked pork sausage) เมทเวอร์สท (Metwurst)

2.11.1.2.2 ไส้กรอกรมควันสุก สามารถรับประทานได้ทันที ได้แก่ กลุ่มของแฟรงก์เฟอร์เตอร์ (frankfurter) แนกเวอร์สต์ (knackwurst) โบโลญ่า (bologna) และอื่นๆ ที่คล้ายคลึงแฟรงก์เฟอร์เตอร์ ทำจากเนื้อหมูและเนื้อวัวผสมกันหมักด้วยส่วนผสมและเครื่องเทศเป็นที่นิยมมาก บรรจุในไส้แกะ หากบรรจุในไส้พลาสติก เรียกว่า เวียนนา (vienna) หากบรรจุในไส้หมู เรียกว่า แนกเวอร์สต์หรือไส้กรอกกระเทียม (knoblauch) (กรมปศุสัตว์, 2544)

2.11.1.3 ไส้กรอกสุก (cooked sausage) เป็นไส้กรอกที่ใช้ได้ทั้งเนื้อสดและเนื้อหมักบดผสมเครื่องปรุงบรรจุในไส้และทำให้สุกพร้อมที่จะรับประทานได้ทันที โดยไม่ต้องรมควัน แต่บางชนิดจะต้องรมควันภายหลังที่ไส้กรอกสุกแล้ว ได้แก่

2.11.1.3.1 ไส้กรอกตับ (liver sausage) ทำจากการบดมันหมูแข็ง ตับหมูผสมเจลลาติน ปรุงรสด้วยหัวหอมและเครื่องเทศบรรจุในไส้ และทำให้สุก มีรสชาติดี และคุณค่าทางโภชนาการสูง

2.11.1.3.2 ไส้กรอกเลือด (blood sausage หรือ blutwurst) ทำจากมันหมูแข็งต้มสุกหั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมและเนื้อบดละเอียด ผสมเจลลาตินรวมกับเลือดวัวและเครื่องเทศบรรจุในไส้และทำให้สุก

2.11.1.4 ไส้กรอกแห้ง (dry sausage) เป็นไส้กรอกที่ใช้เนื้อที่ผ่านการคัดและใช้เทคนิคในการทำ ได้แก่

2.11.1.4.1 เซอเวลาท์ส (cervelates) หมายถึงไส้กรอกแห้งทั่ว ๆ ไปมีหลายชนิด คือ ซัมเมอร์ซอสเซส (summer sausage) โฮลสไตเนอร์ (holsteiner) ทูริงเจอร์ (thuringer) ก๊อททิงเจอร์ (gottinger) โกทบอร์ก (goteborg)

2.11.1.4.2 ไส้กรอกหมักแห้ง (fermented dry sausage) เป็นไส้กรอกที่ต้องผ่านการขั้นตอน การหมักให้มีรสเปรี้ยวก่อนทำให้แห้ง เก็บได้นานในสภาพที่เย็น อากาศแห้งมีความชื้นต่ำ ไส้กรอกชนิดนี้ มีหลายชนิด ได้แก่ ซาลามี (salami) ลีอองส์ (legons) มอร์ทาเดลลา (mortadella) แคปปิโคลา (cappicola) เปปเปอโรนี (pepperoni) มั้ม (mum)

Mahasarakham University

2.11.1.4.3 กุนเชียง (chinese sausage) เป็นไส้กรอกที่มีมาจากประเทศจีน ใช้เนื้อหมูหรือเศษเนื้อหมูผสมน้ำแข็ง หั่นชิ้นสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ปรุงรสด้วยเกลือ น้ำตาล ซีอิ้วขาว บรรจุในไส้หมูหรือตากแห้ง และทำให้แห้งโดยใช้แสงแดด ก่อนนำมารับประทานต้องนำมาทำให้สุกก่อน

2.11.1.5 ไส้กรอกชนิดใหม่ (new condition sausage) เป็นไส้กรอกประเภทกึ่งเปียกกึ่งแห้ง ต่างจากไส้กรอกแห้งตรงวิธีการทำ และทำให้สุกในตู้รมควัน ทำจากเนื้อหมูบดผสมเครื่องปรุงรสและหมักไว้ ให้เปรี้ยวประมาณ 24 ชั่วโมง ก่อนทำให้สุก ไส้กรอกชนิดนี้ได้แก่ ซาลามิคอตโต (salamicotto) และโคเซอร์ซาลามิ (kosher salami) นอกจากนี้ไส้กรอกชนิดนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่หมักเนื้อที่ผ่านการบดคล้ายกับไส้กรอก แต่อาจมีขั้นตอนบางขั้นตอนที่ไม่เหมือนการทำไส้กรอก เช่น ไม่ได้บรรจุในไส้ เป็นต้น ยกตัวอย่างเช่น

2.11.1.5.1 ลันเชียนมีต (luncheon meat) เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อบดละเอียด หรืออาจสับให้เข้ากัน บรรจุกระป๋องผ่านกระบวนการให้ความร้อน เมื่อจะรับประทานก็เปิดกระป๋องรับประทานได้ทันที

2.11.1.5.2 มีทโลฟ (meat laoves) ทำจากเนื้อบด ผสมเครื่องปรุงต่างๆ เช่น หอมหัวใหญ่ ไข่ เครื่องเทศ แป้ง และนมผง บรรจุในแบบหรือพิมพ์ นำไปอบให้สุก หรือบรรจุกระป๋อง (เยาวลักษณ์ พรมพากุล, 2536)

**2.12 ไส้บรรจุ (Casing)**

การทำผลิตภัณฑ์ไส้กรอกชนิดต่างๆ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ลดขนาดจนกระทั่งของเหลวและเหนียวข้นเป็นเนื้อเดียวกัน จึงจำเป็นต้องการสิ่งบรรจุที่จะสามารถรองรับเนื้อผสมเข้าไปอัดภายในและได้รูปแบบตามที่ต้องการ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.12.1 ไส้แท้ (natural casing) ได้จาก ไส้หมู ไส้แกะ ไส้วัวและกระเพาะมีขนาดไม่แน่นอนและไม่สม่ำเสมอ มีรูเล็กๆ กระจาย ฉีกขาดง่าย เก็บรักษายาก ราคาแพง แต่รสชาติอร่อย

2.12.2 ไส้เทียม (artificial casing) แบ่งได้ 2 ชนิด

2.12.2.1 ไส้เทียมที่รับประทานได้ (edible artificial casing) ทำจากหนังสัตว์ ต้มกับด่างแล้วไปทำปฏิกิริยากับกรด เกิดการพองตัว และเหลวข้น ผ่านเข้าแบบทำให้แห้ง

2.12.2.2 ไส้เทียมที่รับประทานไม่ได้ (inedible artificial casing) ทำจากเซลลูโลสจากพืช และพลาสติก มีความแข็งแรงทนทานและมีทุกขนาด

**2.13 การรมควัน**

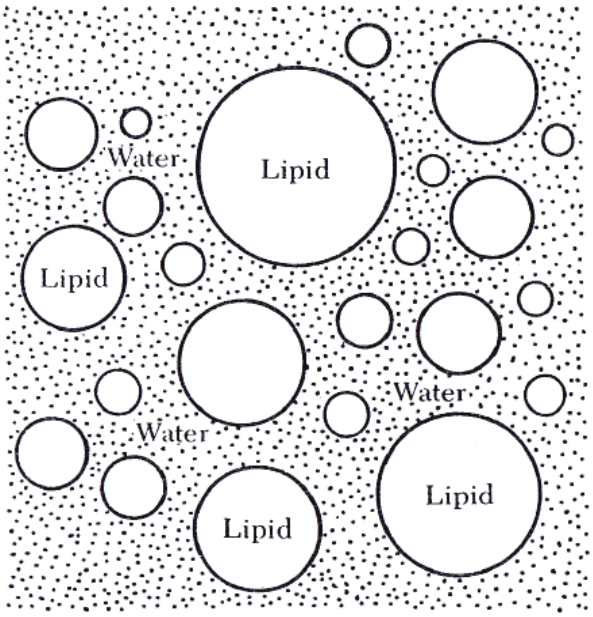
การรมควันเป็นวิธีการที่ใช้ความร้อนควบคู่กับการใช้ควันไฟเพื่อให้ผลิตภัณฑ์แห้งและมีกลิ่นรสของควันไฟ การรมควันอาจมีต้นกำเนิดมาจากชาวอินเดียแดงที่แขวนเนื้อสัตว์ไว้บนส่วนสูงของเต็นท์หรือ กระโจม เมื่อติดไฟเพื่อให้ความร้อน ควันไฟที่เกิดขึ้นได้ลอยไปเกาะที่ผิวเนื้อที่แขวนไว้ซึ่งช่วยทำให้รสชาติของเนื้อสัตว์ดีขึ้น (Standby *et al*., 1999) การรมควันมีวัตถุประสงค์เพื่อการถนอมรักษาเนื้อสัตว์โดยช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นรสดีขึ้น และ ป้องกันผลิตภัณฑ์ไม่ให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนจากการออกซิไดส์ ผลิตภัณฑ์จะถูกทำให้สุกและรมควันไปด้วยกัน โดยความร้อนจะทำให้เนื้อสุกและควันจะทำให้เกิดสีน้ำตาลที่คงตัวขึ้นบนผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ สีน้ำตาลที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดโดยกรดอะมิโนอิสระจากโปรตีนหรือสารประกอบไนโตรเจนจะทำปฏิกิริยากับหมู่คาร์บอกซิลจากน้ำตาลและสารคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ และสารประกอบต่าง ๆ ในควันไฟจะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นรสเฉพาะตัวเกิดขึ้น (ชัยณรงค์ คันธนิต, 2529) ควันไฟที่ดีจะได้มาจากไม้เนื้อแข็งไม้ที่นิยมใช้กันมาก ในยุโรป ได้แก่ ไม้จากต้นฮิกคอรี (hickory) แอปเปิล พลับ โอ๊กและเมเปิล หรือไม้อื่นๆ ที่ ไม่มียาง สำหรับประเทศไทย นิยมใช้ขี้เลื่อยไม้สักหรือขี้เลื่อยไม้เนื้อแข็งต่างๆ หรืออาจใช้ซังข้าวโพด และกากอ้อย (เยาวลักษณ์ พรมพากุล, 2536)

**ภาพประกอบ 2.6** ลักษณะของการรมควันไส้กรอก

**ที่มา:** ชัยณรงค์ คันธนิต, 2529

**2.14 อิมัลชัน (Emulsion)**

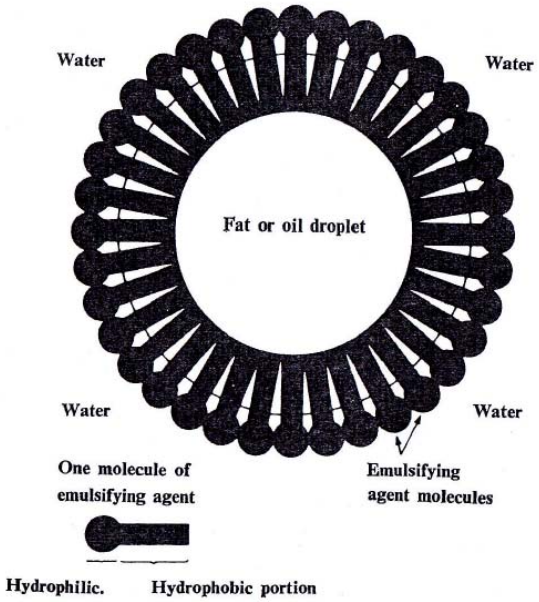
**Emulsion** หมายถึง การผสมและอยู่ร่วมกันของของเหลว 2 ชนิด ที่ปกติเข้ากันไม่ได้ โดยของเหลวชนิดหนึ่งกระจายอยู่โดยทั่วไปในส่วนผสมในรูปหยดเล็กละเอียด (droplets) ของเหลวชนิดที่กล่าวถึงนี้เรียกว่า disperse phase ส่วนของเหลวอีกส่วนหนึ่งที่ disperse phase กระจายตัวอยู่เรียกว่า continuous phase และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหยดเล็กละเอียด ประมาณ 0.1-0.5 ไมโครเมตร (μm)




**ภาพประกอบ 2.7** ภาพแสดงอิมัลชันของน้ำมันในน้ำ
**ที่มา:** ชัยณรงค์ คันธนิต, 2529

ในไส้กรอกประเภทอิมัลชันโปรตีนของเนื้อจะถูกสกัดละลาย (solubilize) ออกจากภายในเส้นใยกล้ามเนื้อมาอยู่รวมกับตัวถูกละลายอื่นๆ และน้ำ เรียกทั้งหมดนี้ว่า continuous phase ในขณะที่ไขมันจะถูกปั่นละเอียดให้เป็นหยดเล็กละเอียดกระจายอยู่โดยทั่วไปในส่วนผสมแรก และเรียกไขมันว่า disperse phase อิมัลชันโดยทั่วๆ ไป แล้วมักจะอยู่ได้ไม่นาน ถ้าขาด emulsifying หรือ stabilizing agent เมื่อหยดไขมันสัมผัสกับระบบน้ำจะมีแรงตึงผิวสูงมาก (interfacial tension) จึงต้องการ emulsifying agent มาลดแรงนี้ลง และทำให้สภาพอิมัลชันอยู่ได้นาน ในอิมัลชันของผลิตภัณฑ์เนื้อนั้นโปรตีนไมโอซินที่ถูกสกัดละลายออกมานั้นจะไปทำหน้าที่เป็น emulsifying agent ซึ่งเป็นรูปแบบของอิมัลชันที่มีหยดไขมันเล็กละเอียดถูกห่อหุ้มไว้ด้วยโมเลกุลของ emulsifying agent โดยสัมผัสกับน้ำที่อยู่รอบนอกหยดไขมัน และถ้าในระบบนั้นมี emulsifying agent มากเพียงพอก็จะทำให้ทั้งระบบนั้น

เป็น emulsion ที่คงทนได้นาน จะเห็นว่าหยดไขมัน (fat droplets) นั้นจะถูกห่อหุ้มไว้ด้วยโปรตีนไมโอซินซึ่งทำหน้าที่เป็น emulsifying agent

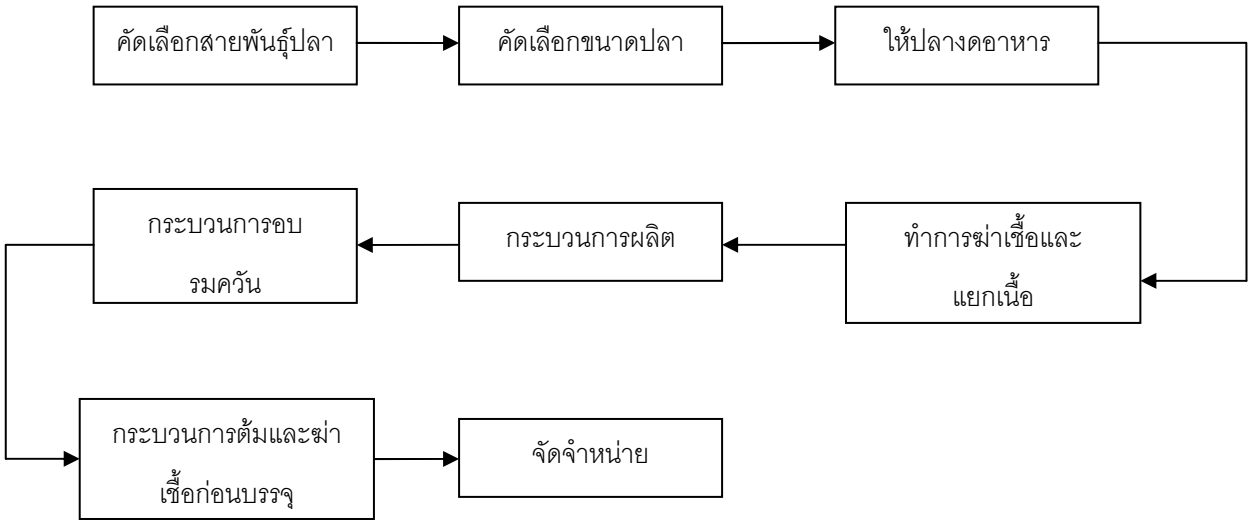



**ภาพประกอบ 2.8** อิมัลซิไฟเออ เอเจนต์
**ที่มา:** ชัยณรงค์ คันธนิต, 2529

ส่วนโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันนั้น ไม่สามารถทำหน้าที่ดังกล่าวได้ จึงลอยตัวอยู่โดยอิสระและไม่มีผลใดๆ ต่อความเป็นอิมัลชันเลย เมื่อโปรตีนถูกสกัดละลายออกมามากพอก็จะทำให้อิมัลชันมีความคงทน ดังนั้น เมื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์สัตว์เรียบร้อยแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสดี สม่ำเสมอและดึงดูดใจผู้บริโภค ส่วนการที่สามารถละลายโปรตีนไมโอซินและแอคตินออกมาได้มากหรือน้อยนั้น เนื่องจากโปรตีนเหล่านี้มีคุณสมบัติละลายได้ในน้ำเกลืออ่อน ดังนั้น การผสมเกลือเข้าไปในน้ำตอนแรก โดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะบดหยาบแล้วหมักไว้ระยะหนึ่ง จึงเป็นวิธีการที่ใช้ได้ดี (สัญชัย พนิตกุล, 2543)

ในระหว่างการสับละเอียดจะเกิดการเสียดสีระหว่างใบมีดกับเนื้อตลอดเวลาในอัตราความเร็วสูง อุณหภูมิจึงสูงมากขึ้น ทำให้โปรตีนของเนื้อถูกปลดปล่อยออกมานอกเส้นใยกล้ามเนื้อได้มากขึ้น และยังช่วยเร่งปฏิกิริยาการสร้างสี เนื้อผสมมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันยิ่งขึ้น แต่อุณหภูมิที่สูงขึ้นนี้เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบทำให้อิมัลชันแตกตัว ไขมันแยกตัวออกจากส่วนผสม ทำให้ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน

**2.15 กระบวนการผลิตไส้กรอกปลารมควัน**




**ภาพประกอบ 2.9** กระบวนการผลิตไส้กรอกปลารมควัน

**ที่มา:** กรมประมง, 2552

**2.15.1 ขั้นตอนการทำไส้กรอก**

การทำไส้กรอกโดยทั่วไปนั้น ส่วนผสมของเนื้อ ไขมัน รวมทั้งเครื่องปรุงรส ต้องผ่านการบดสับละเอียดจนอยู่ในสภาพอิมัลชันทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน สามารถบรรจุในไส้ได้ ขั้นตอนการทำไส้กรอกมีดังนี้

1) เลือกสายพันธุ์ปลาที่จะนำมาใช้การผลิตไส้กรอกปลารมควัน โดยเลือกปลาดุกสายพันธุ์รัสเซียที่ให้ลักษณะเนื้อและโปรตีนสูง

2) คัดเลือกขนาดของปลาดุกรัสเซียที่นำมาใช้ในการผลิต ซึ่งน้ำหนักอยู่ในช่วงตัวละ 3 กิโลกรัมซึ่งขนาดที่เท่ากันจะทำให้ง่ายต่อการแยกเนื้อและมีปริมาณไขมันที่ใกล้เคียงกัน

3) ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตไส้กรอกปลารมควัน ต้องให้ปลางดอาหารอย่างน้อย 3 วันเพื่อให้ปลาขับของเสียออกมาและลดกลิ่นคาวของเนื้อปลา

4) ขั้นตอนการฆ่าและแยกเนื้อปลา ในกระบวนการฆ่าใช้วิธีการช๊อคปลาเพื่อให้ปลาตาย จากนั้นทำการแล่เนื้อปลาแยกออกแต่ละส่วนเนื่องจากเนื้อแต่ละส่วนของปลามีปริมาณไขมันที่แตกต่างกัน ซึ่งจะส่งผลต่อสีของไส้กรอกปลา

5) กระบวนการผลิตไส้กรอกปลาโดยมีกระบวนการหมักเนื้อเพื่อให้ส่วนผสมเข้ากัน จากนั้นเข้าสู่กระบวนการปั่นเพื่อให้เกิดเป็นอิมัลชัน จากนั้นบรรจุใส่ลงไส้เทียมเพื่อบรรจุเป็นลักษณะแท่งของไส้กรอก

6) กระบวนการรมควัน โดยการแขวนไส้กรอกในตู้รมควันโดยได้รับความร้อนจากด้านล่างโดยควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 50 นาที โดยใช้ควันที่ได้จากการเผาชานอ้อยที่ใช้แล้ว เพื่อให้ได้กลิ่นที่หอม ไส้กรอกที่ได้จะมีสีลักษณะเหลืองเทาสม่ำเสมอ

7) หลังจากกระบวนการรมควันนำไส้กรอกเข้าสู้กระบวนการต้มไล่สีและฆ่าเชื้อ ซึ่งการใช้เวลาใน ช่วงนี้ ขึ้นอยู่กับว่าสีที่ได้จากกระบวนการอบรมควันสม่ำเสมอเพียงใด หากใช้เวลาในกระบวนการนี้นานเกินไป ก็จะทำให้ไส้กรอกแตกและเสียหาย

8) หลังจากผ่านการบรรจุแล้ว จะนำเข้าห้องเย็นเพื่อจัดจำหน่ายไปยังผู้บริโภค

**2.15.2 ปัญหาในการผลิตไส้กรอก**

การผลิตไส้กรอก มีปัจจัยหลักที่มีผลต่อการผลิตและคุณภาพของไส้กรอกดังนี้

1) ปริมาณเนื้อและไขมันไม่สมดุล ทำให้การเกิดอิมัลชันของไส้กรอกไม่ดี เพราะผู้ผลิตต้องการลดต้นทุนการผลิตให้มากที่สุด เพื่อให้ได้รับผลตอบแทนสูง จึงมีการเพิ่มไขมันและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันอื่นๆ มากที่สุด ทำให้ปริมาณของไมโอซินจากเนื้อแดงไม่เพียงพอที่จะห่อหุ้มเม็ดไขมันได้หรือบางครั้งเม็ดไขมันถูกห่อหุ้มด้วยคอลลาเจนดังนั้น เมื่อมีการให้ความร้อนทำให้คอลลาเจนหดตัวและเปลี่ยนเป็นเจลาตินอย่างรวดเร็ว ไขมันจึงไหลออกมา แต่ไมโอซินที่ห่อหุ้มไขมันเมื่อได้รับความร้อนจะตกตะกอนและห่อหุ้มเม็ดไขมันไว้ได้

2) การสับละเอียด (chopper) นานเกิน การสับละเอียดมีผลให้เม็ดไขมันมีขนาดเล็กลง เป็นการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดมากขึ้น ทำให้ไมโอซินในส่วนผสมไม่สามารถห่อหุ้มเม็ดไขมันได้หมด ดังนั้น ไขมันที่ไม่ได้ถูกห่อหุ้มจะไหลออกได้อิมัลชันที่ไม่เกาะตัวกัน

3) คุณภาพของเนื้อที่นำมาผลิตไส้กรอก พบว่าเนื้อที่ดีที่สุดเหมาะแก่การทำไส้กรอก คือ เนื้อที่มี pH ปกติ ไม่เป็น Dark firm dry (DFD) เพราะมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำดี แต่เนื้อที่มีค่า pH ไม่ปกติ ไม่เหมาะอย่างยิ่งต่อการทำผลิตภัณฑ์ (สัญชัย พนิตกุล, 2543)

**2.16 การเสียของไส้กรอก (Spoilage of sausage)**

ไส้กรอกหมูสด เตรียมได้จากหมูบดเติมเกลือและเครื่องเทศ แล้วบรรจุในไส้กรอก แล้วเก็บไว้ในตู้เย็นซึ่งจะเก็บได้ไม่นานก็จะเปรี้ยว การเปรี้ยวนี้เกิดจาก *lactobacilli* และ *leuconostocs* แต่ถ้า

เก็บไส้กรอกสดไว้ที่อุณหภูมิสูงจะเสียเพราะ *Microbacterium* กับ *Micrococcus* โดยเชื้อจะเจริญอยู่บนผิวไส้กรอกที่สัมผัสกับไส้ พบว่า lactics บางตัวจะทำให้ไส้กรอกเปลี่ยนเป็นสีเขียวเมื่อมี $NO_2$ อยู่ โดยเชื้อจะปล่อย heat-stable peroxide ออกมา ก่อนมีการรมควันเพื่อให้ความร้อนแก่ไส้กรอกเมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปให้ความร้อน สีเขียวจะปรากฏขึ้น การเสียแบบนี้เกิดจาก *lactobacillus viridescens* กับ *Leuconostoc* sp. การเสียของไส้กรอกอาจจำแนกเป็นกลุ่มๆ ได้ 3 อย่าง คือ

1) Sliminess คือการเกิดเมือกบนผิวด้านนอกของปลอกหุ้มไส้กรอก โดยจะตรวจพบก่อน มีการเปลี่ยนแปลงสีของไส้กรอก จากนั้นจะเป็นสีเทาๆ ของเมือก บนเมือกเองอาจตรวจพบยีสต์ และ lactic เช่น *Lactobacillus, Streptococcus, Microbacterium themosphactum, Leuconostoc viridescens* ซึ่งเชื้อนี้นอกจากจะสร้างเมือกแล้ว ยังให้สีเขียวอีกด้วย ปกติเมือกจะเกิดที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูง ถ้าล้างด้วยน้ำเมือกก็จะหลุดออกไป และผลิตภัณฑ์ก็ยังใช้บริโภคได้

2) Souring เกิดใต้ปลอกของไส้กรอก เกิดจากเชื้อ *Lactobacilli, Streptococci* และเชื้ออื่นๆ ที่สัมพันธ์กัน แหล่งที่มาของเชื้อเหล่านี้ก็คือ เนื้อ นมผง เชื้อที่สำคัญได้แก่ *Microbacterium themosphactum*

3) Greening มักมีปัญหากับไส้กรอก frankfurters มากกว่าผลิตภัณฑ์อื่นๆ โดยเกิดจาก *Leuconostoc viridescens* โดยเชื้อปล่อย peroxides ออกมาทำปฏิกิริยากับ pigment ของเนื้อแล้วกลายเป็นสีเขียว ปฏิกิริยาดังกล่าวเกิดขึ้นก็เพราะ catalase ถูกทำลายโดยความร้อน หรือ $NO^-_2$ จึงทำให้ $H_2O_2$ ที่ละลายอยู่ทำปฏิกิริยากับ nitric oxide hemochromogen หรือกับ nitric acid myoglobin เกิดเป็น greenish oxidized porphyrin

โดยทั่วไปแล้ว ไส้กรอกไม่ค่อยเสียโดยเฉพาะจากผลิตภัณฑ์ที่มีผิวหน้าแห้งๆ เช่น salami, กุนเชียง เป็นต้น

**ตาราง 2.3** แหล่งที่มาของแบคทีเรียในการผลิตไส้กรอก

| ส่วนผสม | % of raw emulsion | จำนวนแบคทีเรีย/กรัม | approx. load contributed |
|---|---|---|---|
| bull beef | 41.20 | 1,510,000 | 656,000 |
| ground pork | 13.75 | 88,500,000 | 12,170,000 |
| pork joints | 13.75 | 193,000 | 26,560 |
| ice | 21.30 | 28 | 6 |
| dried milk | 3.30 | 88,000 | 2,900 |
| corn sugar | 1.65 | 595 | 10 |
| seasoning mix | 0.34 | 260 | 0 |
| rework (cooked) | 1.37 | 190,000 | 2,600 |
| rework (raw) | 1.37 | 8,150,000 | 111,700 |
| Total | 98.03 | | 12,969,776 |

**ที่มา:** สัญชัย พนิตกุล, 2543

## 2.17 ส่วนประกอบของไส้กรอกปลา

### 2.17.1 เนื้อปลา

เนื้อปลามีประมาณ 40 – 50% ของน้ำหนักปลาทั้งตัว เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของไส้กรอก องค์ประกอบของปลาส่วนที่บริโภคได้ แปรตามขนาด อายุ และระยะเวลาจับว่าเป็นช่วงก่อนหรือหลังวางไข่ องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาเป็นปัจจัยที่กำหนดคุณภาพของเนื้อปลา เช่น ปริมาณและชนิดของไขมันมีผลต่อการเกิดกลิ่นหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันเมื่อเก็บปลาไว้เป็นเวลานาน ปริมาณโปรตีนชนิด myofibrilla ซึ่งละลายในน้ำเกลือเข้มข้นที่มีค่า ionic strength 0.3 มีความสำคัญต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลา เพราะ ในกระบวนการผลิตถ้าสกัดโปรตีนชนิดนี้ออกมาได้มาก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีสมบัติด้านการเกิดเจลหรืออิมัลชันที่เสถียรและคุณภาพดี ส่วนโปรตีนที่ละลายในน้ำในเนื้อปลามีประมาณร้อยละ 20-30 (Standby, 1999)

### 2.17.2 โปรตีนถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองเป็นแหล่งของโปรตีน ซึ่งโปรตีนในถั่วเหลืองจัดเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี คือมีกรดอะมิโนที่จำเป็น ร่างกายสร้างเองไม่ได้ต้องได้รับจากอาหาร (อาณดี ประพาการ, 2550) ในส่วนของไขมันที่พบในถั่วเหลืองซึ่งคิดเป็นประมาณร้อยละ 18 ของน้ำหนักเมล็ด เกือบทั้งหมดเป็นไขมันชนิดไม่อิ่มตัวและประกอบด้วยกรดไขมันที่จำเป็น เช่น สารเลซิทินและไม่มีโคเลสเตอรอลซึ่งจะเป็นผลดีต่อผู้บริโภค โปรตีนจากถั่วเหลืองจะมีลักษณะเป็นผงสีเหลืองอ่อน โมเลกุลขนาดใหญ่จับตัวกันโดยอาศัยพันธะไดซัลไฟด์ ประกอบไปด้วยคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้และคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำ โดยองค์ประกอบส่วนใหญ่จะเป็นใยอาหาร ซึ่งเป็นประโยชน์ในการป้องกันมะเร็งลำไส้และควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โปรตีนถั่วเหลืองนิยมใช้เป็นอิมัลซิไฟเออร์ในผลิตภัณฑ์ที่เป็นอิมัลชันของเนื้อสัตว์และไส้กรอก เพื่อปรับปรุงด้านเนื้อสัมผัส เพิ่มความนุ่มและความสามารถในการอุ้มน้ำ นอกจากนี้โปรตีนถั่วเหลืองยังมีคุณสมบัติในการเกิดเจลที่ดี (สุภาวดี, 2550) เมื่อโปรตีนถั่วเหลืองได้รับความร้อนจะเกิดเจล ซึ่งจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความยืดหยุ่น ช่วยในเรื่องของเนื้อสัมผัสและความคงตัว จัดเป็นสารประเภท Filler ช่วยในเรื่องของการเพิ่มเสถียรภาพของอิมัลชัน เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ ลดการหดตัวของผลิตภัณฑ์ระหว่างการให้ความร้อน ช่วยปรับปรุงรสชาติและช่วยลดต้นทุนการผลิต เพราะมีราคาถูกกว่าเนื้อสัตว์ (Gillespie, 2001)

**2.17.3 กระเทียม**

กระเทียมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Allium satvum Linn.* วงศ์ Alliaceae ชื่ออังกฤษ Common garlic หรือ Allium กระเทียมสดมีน้ำมัน Garlic Oil อยู่ประมาณร้อยละ 0.1-0.36 สารอินทรีย์ กำมะถันหลายชนิด คือ Allim (S-allyl-l-cysteine sulfoxide) และ S-methyl-l- cysteine sulfoxide เอนไซม์หลายชนิด ได้แก่ Alliinase, Peroxidase และ Myrosinase โปรตีน แร่ธาตุ วิตามิน หลายชนิดเช่น วิตามินบี1 วิตามินบี 2 ฯลฯ นอกจากนี้ยังมีไขมัน กรดอะมิโนและสารอื่นๆ อีก

น้ำมันกระเทียมประกอบด้วย Allicin, Allylpropyl disulfide, Diallyl trisufude เป็นสารประกอบหลักที่มี Dimethyl sulfide, Dimethyl disulfide, Dimethyl trisulfide, Allylmethyl sulfide, 2,3,4- Trithiapentane และสารประกอบพวกกำมะถันชนิดอื่นๆ อีกเป็นส่วนน้อย สารที่ระเหยได้ชนิดอื่นๆ ที่พบมี Citral, Geraniol, Linalool, $\alpha$ และ $\beta$-Phellandrene การที่กระเทียมมีกลิ่นนั้นเนื่องจากฤทธิ์ของน้ำย่อย Alliinass ที่มีต่อ Alliin ทำให้เกิดเป็นสาร Allicin สารน้ำทำให้กระเทียมมีกลิ่น Alliin จะถูกทำลายโดยความร้อนและด่าง (Sallam *et al.*, 2004) แต่ไม่ถูกทำลายโดยกรดเจือจาง กระเทียมดองในน้ำส้มก็ยังมีกลิ่นอยู่

กระเทียมใช้ในยาพื้นบ้านมาหลายร้อยปีแล้ว เพื่อใช้บำบัดอาการไอ ไข้หวัด หลอดลมอักเสบเรื้อรัง ปวดฟัน ปวดหู ความดันโลหิตสูง เส้นเลือดเปราะ โรคประสาทฯลฯ นอกเหนือไปจากสรรพคุณที่กล่าวมาแล้ว ยังใช้กระเทียมแก้โรคท้องเสีย โรคเกี่ยวกับปอด ปัสสาวะเป็นเลือด ขับเหงื่อไอกรน ไข้รากสาดและยังมีประโยชน์ต่อโรคหัวใจและระบบภูมิคุ้มกันอีกด้วย

Mahasarakham University

**ภาพประกอบ 2.10** ลักษณะของกระเทียม

**ที่มา**: นิจศิริและคณะ, 2548

ในตะวันตกผงกระเทียมและน้ำมันกระเทียมมีขายในร้านอาหารเพื่อสุขภาพ (Health food store) สำหรับคนที่มีความดันโลหิตสูง ในแง่ของการเป็นอาหาร กระเทียมทั้งสดและแห้งใช้แต่งกลิ่นอาหารกันอย่างแพร่หลายในหมู่ชาวตะวันออก น้ำมันกระเทียมใช้แต่งกลิ่นอาหารได้หลายชนิด รวมทั้งเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์และไม่มีแอลกอฮอล์ สารที่พบในกระเทียมที่สำคัญ คือ Allicin จะกระตุ้นการหลั่งของเอนไซม์จากกระเพาะอาหาร กระตุ้นการหดและบีบตัวของลำไส้ ทำให้การย่อยอาหารและการขับถ่ายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ Allicin สามารถรวมตัวกับวิตามินบี 1 และโปรตีนได้ จึงช่วยในการดูดซึมอาหารที่ลำไส้และยังเกี่ยวข้องกับการลดระดับคลอเรสเตอรอลในเลือดอีกด้วย

นอกจากสรรพคุณทางด้านการรักษาโรคแล้ว กระเทียมยังสามารถยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระและยับยั้งการเน่าเสียจากจุลินทรีย์ได้อีกด้วย โดยจะช่วยรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อทำให้มีอายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น (Yin and Cheng, 2003)

**2.17.4 เกลือ**

เกลือเป็นสารประกอบทางเคมีที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้ในรูปของสารปรุงรสและถนอมอาหาร เกลือเป็นสารเคมีที่หาได้ง่าย ราคาค่อนข้างถูก มีชื่อทางเคมีว่า Sodium Chloride (NaCl) เกลือบริสุทธิ์จะมีสีขาวลักษณะผลึกรูปร่างไม่คงที่ จัดลักษณะผลึกเป็นแบบลูกบาศก์ (Cubic System) มีคุณสมบัติในการดูดความชื้นได้ดี (hygroscopic) ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาโดยมากแล้วจะใช้เกลือประมาณร้อยละ 2-3 เกลือมีหน้าที่ให้รสชาติและสามารถละลาย Myofibrillar และ sarcoplasmic protein โดยโปรตีนเหล่านี้จะมีบทบาทในการห่อหุ้มไขมันและตรึงน้ำ ทำให้เกิดลักษณะเนื้อสัมผัสแก่ไส้กรอก

**คุณสมบัติของเกลือเกี่ยวกับอาหาร**

1) ช่วยลด $a_w$ ของอาหาร โดยเมื่อเกลือละลายน้ำ จะแตกตัวเป็นอิออนจับกับโมเลกุลของน้ำ ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถนำน้ำไปใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และถ้าใช้ความเข้มข้นของเกลือในปริมาณที่สูง จะทำให้ปริมาณน้ำอิสระในอาหารลดลงจนถึงจุดอิ่มตัว ทำให้ไม่มีปริมาณน้ำอิสระเหลือ จุลินทรีย์ก็ไม่สามารถเจริญเติบโตได้

2) เพิ่ม Osmotic pressure ในอาหาร ทำให้เกิดการดึงน้ำออกมา โปรโตพลาสซึมของเซลล์จุลินทรีย์เกิดการสูญเสียน้ำ (Plasmolysis) อย่างรุนแรงส่งผลให้จุลินทรีย์หยุดการเจริญเติบโต

3) ในอาหารประเภท Meat Emulsion จะทำให้เกิดการละลายของโปรตีน (Solubility on myofibrilla protein) ออกมาทำการเคลือบเม็ดไขมัน (Fat particles) เมื่อนำไปทำให้สุกจะทำให้โปรตีนจับตัวทำให้ผลิตภัณฑ์อิมัลชันเกิดความคงตัว

4) ทำให้เกิดรสเค็ม และช่วยขับรสชาติเฉพาะของตัวเนื้อสัตว์ให้โดดเด่น (Enchancing meat flevour)

5) ถ้าใช้เกลือในปริมาณน้อยจะทำให้เกิด Salting in effect ซึ่งจะช่วยการอุ้มน้ำในผลิตภัณฑ์เนื้อได้ดีขึ้น ซึ่งจากเดิมโปรตีนในเนื้อจุด Isoelectric point ประมาณ 5.3-5.8 ก็จะเปลี่ยนมาอยู่ที่ 4.8-5.2 ทำให้การตกตะกอนของโปรตีนน้องลง มีค่า pH เท่าเดิม แต่การอุ้มน้ำจะดีขึ้น

โดยทั่วไปปริมาณเกลือ 20% ในอาหารสามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้แต่จะเกิดรสเค็มจนรับประทานอาหารนั้นไม่ได้ ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เนื้อ จะใช้ความเข้มข้นของเกลือประมาณ 2-4% (แต่ปกติมักใช้ 3%) โดยน้ำหนักเนื้อ การใช้ปริมาณเกลือที่มากเกินไปจะส่งผลให้เร่งปฏิกิริยาการหืน (Oxidative rancidity) ในส่วนของไขมัน และยังมีผลทำให้สีเนื้อไม่สวย เพราะจะไปเร่งการ oxidation ของออกซีไมโอโกลบินทำให้เปลี่ยนเป็น เมทไมโอโกลบิน

**2.17.5 น้ำตาลทราย**

ในการเติมน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาเพื่อเพิ่มรสชาติ และทำให้เกิดสีน้ำตาลเนื่องจากปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชั่น (Calamelization) และปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ส่งผลให้ ไส้กรอกปลาน่ารับประทานมากยิ่งขึ้น

**2.17.6 เครื่องเทศ**

เครื่องเทศเป็นสารให้กลิ่นที่มีต้นกำเนิดมาจากพืช ได้แก่ อบเชย กานพลู ขิง ดอกจันทร์ ลูกจันทร์ พริกไทย เป็นต้น เป็นวัสดุปรุงแต่งกลิ่นรสให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสชาติและกลิ่นเฉพาะของ

ผลิตภัณฑ์นั้นๆ เครื่องเทศที่นิยมใช้ในไส้กรอก ได้แก่ กระเทียมป่น ลูกจันทร์ เม็ดผักชีป่น พริกไทยป่น

**2.17.6.1. อบเชย** เป็นเครื่องเทศที่มีกลิ่นหอม ได้มาจากเปลือกไม้ชั้นในที่แห้งแล้วของต้นอบเชย แท่งอบเชยมีสีน้ำตาลแดง มีลักษณะเหมือนแผ่นไม้แห้งที่หดงอหลังจากโดนความชื้น มักจะเรียกตามแหล่งเพาะปลูกเช่น อบเชยจีน อบเชยลังกา อบเชยญวณ เป็นต้น ในประเทศไทยไม่นิยมปลูกเพราะภูมิอากาศไม่เหมาะสมลักษณะทั่วไปเป็นไม้ยืนต้น ตัวต้นจะสูงประมาณ 4 - 10 เมตร ส่วนเปลือกและใบมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ใบมีลักษณะเป็นใบเดี่ยวเรียงตรงข้ามกัน เส้นใบหยัก 3 เส้น เวลาออกดอกจะออกที่บริเวณซอกใบ หรือปลายกิ่ง โดยออกดอกย่อยสีเหลืองอ่อนรวมกันเป็นช่อ พืชที่อยู่ในตระกูลเดียวกับอบเชยได้แก่ ชะเอม กะเพราต้น ข่าต้น สมุแว้ง การบูร เทพธาโร

**ภาพประกอบ 2.11** ลักษณะของอบเชย
**ที่มา:** นิตยสารแม่บ้าน, 2549

อบเชยมีสรรพคุณทางยา เนื่องจากมีแทนนินสูงที่ให้รสฝาดจึงนิยมใช้ในยาตำรับแผนโบราณเช่น เป็นส่วนผสมในยาหอมต่าง ๆ โดยใช้ส่วนของเปลือกลำต้น ใช้ในการแก้จุกเสียด แน่นท้อง หรือใช้ในการทำยานัตถุ์ใช้สูดดม เพื่อเพิ่มความสดชื่น ลดอาการอ่อนเพลีย แก้โรคท้องร่วงเพราะมีส่วนช่วยต้านแบคทีเรียในกระเพาะอาหาร ขับปัสสาวะ ช่วยในการย่อยอาหาร และสลายไขมัน ส่วนเปลือกลำต้นอายุมากกว่า 6 ปี หรือใบกิ่งยังนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยได้อีกด้วย (Essential oil) ซึ่งจะมีมากในอบเชยญวณที่ให้น้ำมันหอมระเหย 2.5% (นิตยสารแม่บ้าน, 2549)

**2.17.6.2. ลูกจันทร์และดอกจันทร์** เป็นเครื่องเทศที่มีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในเกือบทุกด้าน โดยเฉพาะในด้านการแพทย์นั้น ได้ใช้ลูกจันทน์เป็นยามาเป็นเวลานานแล้ว

เช่น ใช้น้ำมันหอมระเหย รับประทานแก้การอักเสบของทางเดินปัสสาวะและกระเพาะปัสสาวะ ใช้เป็นยาขับลม ในอินเดียนำไปผสม เป็นยารับประทานแก้ปวดหัว เป็นไข้หรือทำให้ลมหายใจมีกลิ่นสะอาดและแก้อาการผิดปกติ ของระบบทางเดินอาหาร ชาวอาราเบียได้ใช้ลูกจันทน์เป็นยาขับลมมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 19 นอกจากนี้ยังใช้เป็นยาเพิ่มสมรรถภาพทางเพศ แก้การเจ็บปวดที่ไตและกระเพาะอาหาร สำหรับในประเทศไทยนั้นได้ใช้ลูกจันทน์แก้ร้อนใน จุกเสียด กระหายน้ำ ขับลมในลำไส้ บำรุงโลหิต แก้ท้องร่วง แก้บิด แก้หืด แก้เสมหะและแก้ริดสีดวง นอกจากนี้ประชากรในภาคใต้ของไทย และมาเลเซียยังได้นำผล (ลูก) จันทน์มาแช่อิ่มเพื่อรับประทานเป็นอาหารหวาน หรือนำส่วนที่เป็นเนื้อของผล ไปทำเป็นผลไม้กวน เป็นต้น ในทางด้านอาหารได้นำลูกจันทน์และดอกจันทน์ไปใช้แต่งกลิ่นอาหารหลายชนิด เช่น พุดดิ้ง ขนมปัง ซอส แฮม เนย ไส้กรอก เค้ก ปลา เนื้อสัตว์และสัตว์ปีกต่างๆ ทำให้มีกลิ่นหอมชวนรับประทาน รวมทั้งได้นำไปใช้ในการถนอมอาหารอีกด้วย นอกจากนี้ยังได้นำลูกจันทน์ และดอกจันทร์ไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องหอมต่างๆ และเครื่องสำอาง (นิจศิริและคณะ, 2548)

**ภาพประกอบ 2.12** ลักษณะของลูกจันทร์และดอกจันทร์
**ที่มา :** นิจศิริและคณะ, 2548

**2.17.6.3. เม็ดผักชี** จะมีลักษณะเป็นลูกกลมเล็กๆ สีน้ำตาลอมเหลือง มีกลิ่นหอม รสของลูกผักชี จะมีรสซ่าอ่อนๆ คล้ายชะเอม นิยมนำไปใช้ในการปรุงอาหาร โดยก่อนนำมาผสมอาหารควรนำมาคั่วและบดก่อน เม็ดผักชีใช้แต่งกลิ่นอาหารเพื่อดับกลิ่นคาว และเพิ่มกลิ่นหอมให้กับอาหาร มักนำเม็ดผักชีมาประกอบอาหารประเภทเครื่องตุ๋นต่าง ๆ นิยมใช้ร่วมกับเมล็ดยี่หร่า นอกจากจะช่วยในเรื่องกลิ่นรสของอาหารแล้วเม็ดผักชี ยังมีสรรพคุณทางยา ช่วยเจริญอาหาร แก้อาการปวดท้อง แน่นท้อง ท้องอืด ท้องเฟ้อ และช่วยขับลม ขับปัสสาวะ (นิจศิริและคณะ, 2548)

**ภาพประกอบ 2.13** ลักษณะของเม็ดผักชี

**ที่มา:** นิจศิริและคณะ, 2548

**2.17.6.4. พริกไทยเม็ดขาว** จะมีลักษณะกลมและมีสีขาวนวล หรือเรียกอีกอย่างว่า พริกไทยร่อน มีกลิ่นหอมฉุนแต่ไม่แรงเท่าพริกไทยดำ มีรสเผ็ดร้อน นำไปใช้เป็นเครื่องปรุงรสอาหาร ช่วยดับกลิ่นคาว ใช้เป็นเครื่องเทศชูรสและแต่งกลิ่นอาหาร ใช้หมักเนื้อสัตว์ต่างๆ ใส่ในเครื่องพะโล้ รวมถึงใช้เป็นส่วนผสมของน้ำพริก เครื่องแกง เป็นเครื่องปรุงใน อุตสาหกรรมอาหารหลายชนิด พริกไทยขาวจะเหมาะกับการปรุง ชูรสอาหารที่ต้องการ ให้มีสีขาวสด เช่น ลูกชิ้นหมู ลูกชิ้นไก่ หมูยอ ไก่ยอ นอกจากนี้พริกไทยยังมีคุณสมบัติ พิเศษ ช่วยถนอมอาหารประเภทเนื้อสัตว์ ให้มีสภาพ และอายุการใช้ยาวขึ้น โดยมีสรรพคุณทางยา คือ ใช้เป็นยาขับลม แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ บำรุงธาตุ เจริญอาหาร ขับเหงื่อ ขับปัสสาวะ กระตุ้นประสาท แก้ไข้มาลาเรีย แก้อหิวาตกโรค และนอกจากนี้ ชาวจีนยังใช้พริกไทยระงับอาการปวดท้องอีกด้วย

**ภาพประกอบ 2.14** ลักษณะของพริกไทยเม็ดขาว

**ที่มา:** นิจศิริและคณะ, 2548

**2.17.7 สารประกอบฟอสเฟต**

สารประกอบฟอสเฟตจะมีประโยชน์ต่อปลาและผลิตภัณฑ์ปลา เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์โปรตีนอื่นๆ สารประกอบฟอสเฟตที่ใช้จะช่วยป้องกันการเกิดออกซิเดชัน การสูญเสียความชื้น การเปลี่ยนแปลงของลักษณะเนื้อสัมผัส ช่วยให้โปรตีนในปลามีการจับตัวกันได้ดีขึ้น ช่วยให้สีของปลาคงที่ ช่วยป้องกันการเกิดรสไม่ดีและการเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากจุลินทรีย์ (สัญชัย พนิตกุล, 2543)

**2.18 การทดสอบความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค**

วิธีการทดสอบความชอบหรือการยอมรับนี้ใช้เมื่อต้องการทราบการตอบสนอง (Response) ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ในแง่ของการชอบหรือการยอมรับว่ามีหรือไม่ และอยู่ในระดับใด การทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคนี้จะใช้ในระยะสุดท้ายของการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ ในระยะนี้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้จะมีจำนวนน้อยลงและนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภค ในการทดสอบนี้ผู้ทดสอบจะเป็นผู้บริโภคที่ไม่ได้รับการฝึกฝนและจำนวนผู้ทดสอบมีจำนวนมากกว่าวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธีอื่นๆ (Resurreccion, 1998) การทดสอบความชอบและการยอมรับนี้ใช้บ่งชี้ความชอบและการยอมรับของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้อยู่ในบรรจุภัณฑ์พร้อมขาย ไม่มีฉลาก หรือราคา ผลิตภัณฑ์จะถูกให้รหัส และไม่มีตรายี่ห้อ ซึ่งแตกต่างจากการทดสอบตลาดที่นิยมใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีตรายี่ห้อ (Branded product) ความชอบของผู้บริโภค (Consumer preference) และการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer acceptance) มีแนวคิดที่แตกต่างกันเล็กน้อย นิยามที่ใช้เรียกทั่วไปสำหรับการทดสอบทั้งสองนี้เรียก Affective methods (Stone and Sidel, 1978 อ้างใน ไพโรจน์ วิริยจารี, 2545) โดย Stone ให้หน้าที่ของ Affective methods นี้ว่า “The task is to measure the preference for products or the magnitude of liking of each product” นั่นคือการวัดความชอบของผลิตภัณฑ์ หรือระดับความชอบของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด การทดสอบความชอบอ้างถึงโอกาสเลือกหนึ่งๆหรือการคัดเลือกระหว่างตัวอย่างสองตัวอย่างสุดท้ายที่กำหนด คำถามที่ใช้ในการทดสอบคือ ตัวอย่างใดที่ชอบที่ระดับความเชื่อมั่นเท่าใด (Stone, 1996) ความชอบมีความสัมพันธ์กับการยอมรับแต่ไม่ใช่เป็นดัชนีที่จำเป็นในการชี้การยอมรับ (Gatchalian, 1981) การยอมรับของผู้บริโภคบ่งชี้ระดับการชอบ หรือไม่ชอบในตัวอย่างที่กำหนด การตอบสนองที่คาดหวังอาจเป็นการยอมรับหรือปฏิเสธในระดับต่างๆ การทดสอบนี้การเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์นั้นไม่จำเป็นและไม่คาดหวังข้อมูลระดับความชอบ ตัวอย่างที่ได้รับการให้ยอมรับสูงอาจไม่ใช่เป็นตัวอย่างที่ชอบมากที่สุด และในทางกลับกันตัวอย่างที่ได้รับการยอมรับต่ำอาจไม่ใช่ตัวอย่างที่มีความชอบน้อยที่สุดก็เป็นได้ (Gatchalian, 1981)

**2.19 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

ในปี พ.ศ. 2547 จิระพันธ์ ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควัน โดยได้สูตรที่เหมาะสมคิดเป็นร้อยละ ดังนี้ เนื้อปลาดุกอุยเทศ 61.97 ไขมันปลาดุกอุยเทศหรือไขมันพืช 6.88 น้ำแข็ง 20.65 โปรตีนถั่วเหลือง 3.44 เกลือ 1.38 น้ำตาลทรายขาว 1.38 เม็ดผักชีป่น 0.68 ลูกจันทร์ป่น 0.18 ดอกจันทร์ป่น 0.18 พริกไทยป่น 0.68 อบเชยป่น0.17 กระเทียมบด 1.72 สารประกอบฟอสเฟต 0.34 และผงชูรส 0.34 โดยนำ เนื้อปลาไปแช่เย็นให้ได้อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส บดผ่านรูตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 มิลลิเมตร เข้าเครื่องสับผสมให้ละเอียดพร้อมกับน้ำแข็ง เครื่องปรุงเครื่องเทศตามสูตร จากนั้นเติมไขมันปลาหรือไขมันพืช สับผสมนาน 8-10 นาที เข้าเครื่องอัดไส้กรอกตามขนาดของไส้เทียม นำไส้กรอกปลาเข้าตู้รมควันด้วยชานอ้อย นาน 45 นาที จนเป็นสีเหลืองทอง แล้วนำไปต้มในน้ำอุณหภูมิ 75-80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีและแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 20 องศา-เซลเซียส นำขึ้นมาสะเด็ดน้ำให้แห้ง บรรจุถุงพลาสติกด้วยเครื่องปิดผนึกระบบสุญญากาศ นำไปเก็บในห้องแช่แข็งอุณหภูมิ - 4 ถึง - 18 องศาเซลเซียส

ในปี พ.ศ. 2545 ศุภชัย ได้ทำการศึกษาการผลิตและเก็บรักษาไส้กรอกปลาอิมัลชันจากปลาดุกอุยเทศและซูริมิ โดยเตรียมเนื้อปลาดุกอุยเทศจากปลาขนาด 400 – 600 กรัมต่อตัว พบว่า ในการผลิตไส้กรอกปลาอิมัลชัน ที่มีการใช้ซูริมิทดแทนเนื้อปลาดุกที่ระดับของเนื้อปลาดุก ร้อยละ 40 ซูริมิ ร้อยละ 60 ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสยอมรับมากที่สุด และการใช้ไขมันไก่ที่ระดับร้อยละ 10 โดยน้ำหนักเนื้อปลาในสูตรการผลิตไส้กรอกปลาจะมีความเหมาะสมและได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสมากที่สุด และพบว่าการใช้เนื้อปลาดุกแช่เยือกแข็งแทนการใช้เนื้อปลาดุกสดจะได้ ไส้กรอกปลาที่มีคุณภาพที่ไม่แตกต่างกัน แต่สามารถลดระยะเวลาในการผลิตไส้กรอกปลาให้สั้นลงได้

ในปี ค.ศ. 2001 ศุภัทชัยและคณะ ได้ทำการทดลองพัฒนาสูตรไส้กรอกปลา โดยใช้เนื้อปลาดุกอุยเทศและซูริมิ ในอัตราส่วนเนื้อปลาต่อซูริมิ 100: 0, 80: 20, 60: 40, 40: 60, 20: 80 และ0: 100 โดยน้ำหนัก และเติมไขมันหมูร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักเนื้อปลาและซูริมิ ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า การใช้อัตราส่วนเนื้อปลาต่อซูริมิ 40: 60 และไขมันหมูร้อยละ 10 ได้คะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบสูงสุด การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของไส้กรอกปลาโดยเติมน้ำมันปลาร้อยละ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 หรือเติมแคลเซียมฟอสเฟตหรือแคลเซียมแลคเตตร้อยละ 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 ผลการทดสอบยังได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบ

ในปี พ.ศ. 2550 ศิริลดา ได้ทำการศึกษาพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกปลาโดยใช้เทคโนโลยีการใช้เชื้อบริสุทธิ์และเนื้อปลายี่สก พบว่า การใช้ส่วนผสมหลักคือ เนื้อปลายี่สกและส่วนผสมรอง คือ กระเทียม เกลือ อังคัก ข้าวเหนียว โซเดียมไตรโพลี

ฟอสเฟต คาราจีแนนและแซนแทนกัม ในอัตราส่วนร้อยละ 6.92, 2.16, 1.00, 21.66, 0.30, 0.10 และ 0.10 ของส่วนผสมตามลำดับ ทำการหมักผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้บริโภคยอมรับสูตรนี้มากที่สุดและผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีทั้งด้านเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์

ในปี ค.ศ. 2007 Yang *et al.* ได้ทำการศึกษาเนื้อสัมผัสของไส้กรอกไขมันต่ำทำการปรับปรุงสูตรโดยมีการเติมข้าวโอ๊ตบดหยาบและเต้าหู้เพื่อดูผลของเนื้อสัมผัส, คุณภาพทางกายภาพและการทดสอบทางประสาทสัมผัส การทดลองจะมีการเติมข้าวโอ๊ตบดหยาบและเต้าหู้ในปริมาณ 10%, 15% และ 25% (w/w) พบว่า ความสามารถในการอุ้มน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณของข้าวโอ๊ตบดหยาบทำให้เนื้อสัมผัสของไส้กรอกชุ่มน้ำตามไปด้วย แต่เมื่อสังเกตจากการเติมเต้าหู้ พบว่า ไม่มีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ 95% ผลจากการเติมข้าวโอ๊ตบดหยาบและเต้าหู้ในปริมาณมากจะทำให้เนื้อสัมผัสของไส้กรอกนุ่มขึ้น และเมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมเมื่อเติมข้าวโอ๊ตบดหยาบและเต้าหู้ 15% มากที่สุด

ในปี ค.ศ. 2006 Valencia *et al.* ได้ทำการศึกษาผลของการเติมน้ำมันปลาในไส้กรอกหมักแห้งเพื่อพัฒนาคุณค่าทางด้านโภชนาการและศึกษาอายุการเก็บรักษา พบว่า ไม่มีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในไส้กรอกทั้ง 2 ชนิด คือ สูตรควบคุมและสูตรปรับปรุง จากนั้นนำไส้กรอกทั้ง 2 สูตรมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับการฝึกฝน พบว่า ผู้ทดสอบชิมไม่พบความแตกต่างของไส้กรอก แสดงให้เห็นว่าการเติมน้ำมันปลาไม่มีผลต่อการเกิดกลิ่นเหม็นหืน และยังช่วยเพิ่มคุณค่าทางด้านโภชนาการอีกด้วย

ในปี ค.ศ. 2004 Sallam *et al.* ได้ทำการศึกษาผลของการเติมกระเทียมในไส้กรอกไก่ต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ ศึกษาการเติมกระเทียมใน 3 รูปแบบ ได้แก่ กระเทียมสด, กระเทียมผงและน้ำมันกระเทียม สังเกตผลการทดลองโดยเก็บรักษา ไส้กรอกไก่ ไว้ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส กิจกรรมในการต้านอนุมูลอิสระจะทำการเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ คือ butylated hydroxyanisole (BHA) โดยมีปริมาณ thiobarbituric acid (TBA) และ peroxide value (PV) เริ่มต้น คือ 0.140 และ 6.32 ตามลำดับ พบว่าหลังจากเก็บไว้ 21วัน ค่า TBA และ PV จะอยู่ในช่วง 0.151-4.92 จากการเติมกระเทียมในลักษณะต่างๆ และ การเติม BHA พบว่า ทำให้การเกิด lipid oxidation เกิดขึ้นช้าได้กว่าสูตรควบคุม เมื่อนำมาทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสามารถเรียงลำดับจากน้อยไปมากได้ดังนี้ กระเทียมสด กระเทียมผง BHA น้ำมันกระเทียม

ในปี ค.ศ. 2007 Ahmad *et al.* ได้ทำการศึกษาคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของไส้กรอกที่ทำจากเนื้อควายมีการเติมปริมาณของหัวใจและไขมันแตกต่างกัน โดยศึกษาการเติมปริมาณหัวใจที่ 0%, 15% และ 20% ปริมาณไขมัน 20% และ 25% ต่อคุณภาพทางด้านเคมี (pH, ปริมาณความชื้น

และ Thiobarbituric acid, TBA number) ตัวอย่างที่นำมาศึกษาจะเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความแตกต่างของปริมาณไขมันที่เติมลงไปในไส้กรอกทำให้ pH ของไส้กรอกเพิ่มสูงขึ้นแต่ปริมาณการเติมหัวใจที่เพิ่มขึ้น พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ไส้กรอกสดจะมี pH, ปริมาณความชื้นและ TBA number อยู่ในช่วง 5.15-5.28, 42.4-47.4% และ 0.073-0.143 ตามลำดับ แต่ตัวอย่างที่นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า pH และปริมาณความชื้นลดลง การเพิ่มปริมาณของหัวใจไม่มีผลต่อค่า TBA number ซึ่งตรงกันข้ามกับการเพิ่มปริมาณไขมัน จะทำให้ค่า TBA number เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจาก ไขมันเป็นสาเหตุสำคัญในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งมีผลต่อปริมาณ TBA number เพราะ ถ้ามีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันมาก ปริมาณ TBA number ก็จะมากตามไปด้วยและอาจส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่สั้นลง

ในปี ค.ศ. 2009 XiaoPing *et al.* ได้ทำการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเห็ดหลินจือ (*Ganodama lucidium*) โดยศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของ polysaccharide จากเห็ดหลินจือ ใช้วิธีการศึกษา 3 วิธี คือ $DPPH^{-}$, $O^{-}$ และ $OH^{-}$ free radicals ได้ผลการศึกษาคือ เห็ดหลินจือสามารถยับยั้ง $DPPH^{-}$ ได้สูงที่สุด เมื่อเพิ่มปริมาณของสารสกัดจะส่งผลให้ความสามารถในการยับยั้งเพิ่มสูงตามไปด้วย โดยสามารถยับยั้งได้สูงถึง 97% ที่ 2.5mg/ml. ใช้วิตามินซีเป็นสารมาตรฐานในการเปรียบเทียบความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ

ในปี ค.ศ. 2009 Saltarelli *et al.* ได้ศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดหลินจือสายพันธุ์ *Ganoderma lucidum* ที่ได้มาจาก Central Italy นำสารสกัดจากเห็ดหลินจือมาทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ เปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดหลินจือที่ได้จาก Central Italy และเห็ดหลินจือที่ได้จากประเทศจีน ผลการจับโลหะของ Chinese และ Italy *Ganoderma* พบว่า Italy (LI) และ Chinese (LC) แสดงกิจกรรมการจับเฟอรัส ไอออน ($Fe^{2+}$) แตกต่างกัน เนื่องจากความเข้มข้นของสารสกัดที่ 6.0 mg $ml^{-1}$ ผลการจับโลหะของทั้ง 2 สายพันธุ์ ประมาณ 80 % ส่วนที่ 2.4 mg $ml^{-1}$ ประมาณ 50 % แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการจับโลหะของ LI และ LC สามารถจับโลหะได้ดี เนื่องจากมีค่า $EC_{50}$ ต่ำ ($2.8 \pm 0.03$ และ $3.36 \pm 0.02$ mg $ml^{-1}$ สำหรับ LI และ LC ตามลำดับ)

ในปี ค.ศ. 2005 Mau *et al.* ได้ศึกษาคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดหลินจือสายพันธุ์ *Ganoderma tsugae* โดยการสกัดด้วยเมธานอล นำสารสกัดเห็ดมาศึกษาความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ทำการเปรียบเทียบความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระโดยใช้ตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง ได้แก่ เห็ดหลินจือเต็มวัย, เห็ดหลินจืออ่อน, ไมซีเลียและฟิลเตรท พบว่า สารสกัดด้วยเมธานอลจากเห็ดหลินจือเต็มวัย เห็ดหลินจืออ่อน แสดงประสิทธิภาพสูงในการยับยั้ง DPPH radical คือ 88.4 % และ 93.8 % ที่ 5 mg $ml^{-1}$ ตามลำดับ สารสกัดจากไมซีเลียและฟิลเตรทสามารถยับยั้ง DPPH radical ได้ 85.7 % และ 79.3 % ที่ 10 mg $ml^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งคล้ายกันกับสารสกัดจากเห็ด

หลินจือเต็มวัยและเห็ดหลินจืออ่อน เมื่อนำมาเปรียบเทียบความสามารถในการยับยั้งของสารสกัดด้วยเมธานอลจะพบว่าสารสกัดจากเห็ดหลินจือเห็ดเต็มวัยและเห็ดหลินจืออ่อนจะมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงกว่าไมซีเลียและฟิลเตรท ที่ 0.1 mg $ml^{-1}$ BHT และ $\alpha$-tocopherol แสดงความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระดีเยี่ยม โดยสามารถยับยั้งได้ 95.0% และ 92.6% ตามลำดับ ส่วน Ascorbic acid สามารถยับยั้งได้ 38.3 - 47.8% ที่ 0.5 – 20 mg $ml^{-1}$

# บทที่ 3

# วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อศึกษา 1. รูปแบบในการเสริมเห็ดหลินจือในไส้กรอกปลารมควันและได้รูปแบบที่เหมาะสม และ 2. ศึกษาอัตราส่วนการเสริมเห็ดหลินจือและคุณภาพทางด้านเคมี ด้านกายภาพ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือของผู้บริโภคโดยดำเนินการวิจัยตามลำดับดังต่อไปนี้

3.1 แผนการวิจัย

3.2 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

3.6 ระยะเวลา สถานที่และแผนการดำเนินงานวิจัย

## 3.1 แผนการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 การทดลอง คือ 1. การศึกษาหาสูตรการเสริมเห็ดหลินจือในไส้กรอกปลารมควัน และได้สูตรที่เหมาะสม และ 2. ศึกษาอัตราส่วนการเสริมเห็ดหลินจือและคุณภาพทางด้านเคมี ด้านกายภาพ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือของผู้บริโภคในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการผลิตและคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบรูณ์ (Completely randomized design ; CRD) ปัจจัยที่ศึกษาคืออัตราส่วนของเห็ดหลินจือที่ใช้ในการปรับปรุงสูตร ชนิดอิทธิพลกำหนด (Fixed effect model) มี 1 ปัจจัย คือ วิธีการเสริมเห็ดหลินจือมี 3 ระดับ ได้แก่ เห็ดหลินจือบดหยาบ, น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือและสปอร์เห็ดหลินจือ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ รวมหน่วยการทดลอง 9 หน่วยการทดลอง

การทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาอัตราส่วนการเสริมเห็ดหลินจือและคุณภาพทางด้านเคมี ด้านกายภาพ และความชอบและการยอมรับโดยรวมต่อไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือของผู้บริโภค โดยเก็บผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

Mahasarakham University

ทำการศึกษาเนื้อสัมผัส ศึกษาสี และผลการประเมินทางประสาทสัมผัส โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบรูณ์ (Completely Random Design) ชนิดอิทธิพลกำหนด (Fixed) มี 1 ปัจจัย คือ การเสริมหลินเห็ดจือ คือ ไม่มีการเสริมเห็ดหลินจือและมีการเสริมเห็ดหลินจือ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ รวมหน่วยการทดลอง 6 หน่วยการทดลอง

## 3.2 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

### 3.2.1 ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1.1 ปลาดุกที่นำมาใช้เป็นปลาดุกรัฐเซีย สายพันธุ์ *Clarias gariepinus* น้ำหนักประมาณ 300 - 500 กรัม อายุ 3 - 4 เดือน ซึ่งเลี้ยงบริเวณพื้นที่ อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์

3.2.1.2 เห็ดหลินจือ ที่นำมาใช้เป็นเห็ดหลินจือ สายพันธุ์ *Ganoderma lucidum* นำมาศึกษา 2 ประเภท ได้แก่ สปอร์เห็ดหลินจือแห้งบรรจุแคปซูลและดอกเห็ดหลินจือฝานอบแห้ง อายุ 2-4 เดือน อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน โดยเห็ดหลินจือที่นำมาทดลองเป็นเห็ดหลินจือที่ปลูกใน ฟาร์มเห็ดรุจิรา อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ เก็บเกี่ยวระหว่าง เดือนสิงหาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2552

### 3.2.2 วัสดุอุปกรณ์

3.2.2.1 วัสดุอุปกรณ์แปรรูปไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ

3.2.2.2 เครื่องปั่นอาหาร (Blender)

3.2.2.3 เครื่องบรรจุไส้ (Casing)

3.2.2.4 ตู้อบรมควัน

3.2.2.5 หม้อ

3.2.2.6 หม้อนึ่ง

3.2.2.7 เครื่องตวง, วัดปริมาตร

### 3.2.3 วัสดุอุปกรณ์วิเคราะห์ทางเคมี

3.2.3.1 เครื่อง Spectrophotometer

3.2.3.2 เครื่อง gas chromatography

3.2.3.3 เตาเผาเถ้า (Muffle Furnace รุ่น 2-160 Series)

3.2.3.4 เครื่องชั่งน้ำหนัก (Preeisa 180A และ Sarturius Basis รุ่น VA 41005)

3.2.3.5 เครื่องย่อย Buchi

3.2.3.6 เครื่องกลั่นอัตโนมัติ Buchi

3.2.3.7 ตู้อบแห้งระบายอากาศ hot air oven

3.2.3.8 เครื่องสกัดระบบ Soxhlet

3.2.3.9 หลอด Kjeldahl สำหรับย่อยขนาด 300 มล.

3.2.3.10 Column (Reverse phase C18, 5 μm 4.6 x 250 mm, Japan)

3.2.3.11 เครื่อง GC (Shimadzu 17A)

3.2.3.12 Column ( 122 – 7032 DB – WAX ,30m x 0.25 mm, USA)

3.2.3.13 เครื่อง Rotary evaporator (Buchi)

3.2.3.14 Burette กึ่งอัตโนมัติ

3.2.3.15 cold finger condeser

3.2.3.16 Dessiccator

3.2.3.17 ถ้วย Crucible

3.2.3.18 Moisture can

3.2.3.19 Extraction thimble

3.2.3.20 Erlenmeyer flask

3.2.3.21 Buchner flask

3.2.3.22 กรวยกรอง

**3.2.4 วัสดุอุปกรณ์อุปกรณ์วิเคราะห์ทางกายภาพ**

3.2.4.1. เครื่องวัดค่าสี (Chroma-meters model CR-30)

3.2.4.2 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส Texture analyzer Model TA – XT 2

**3.2.5 เครื่องมือและอุปกรณ์วิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส**

3.2.5.1 จาน

3.2.5.2 แก้วขนาดเล็ก

**3.2.6 สารเคมี**

3.2.6.1 $K_2HPO_4$

3.2.6.2 Petroleum ether

3.2.6.3 Phosphoric acid

3.2.6.4 $H_2SO_4$

3.2.6.5 Ethanol

3.2.6.6 Acetone

3.2.6.7 NaOH

3.2.6.8 HCl

3.2.6.9 $HClO_4$

3.2.6.10 Acetic acid

3.2.6.11 KI

3.2.6.12 $CuSO_4$

3.2.6.13 $H_3BO$

3.2.6.14 $K_2SO_4$

3.2.6.15 DMSO

3.2.6.16 n – Hexane

3.2.6.17 Potassium phosphate

3.2.6.18 Ether

3.2.6.19 Chloroform

3.2.6.20 2,2-diphenyl-2-picylhydrazyl, DPPH

3.2.6.21 Tween 20

**3.3 วิธีดำเนินการวิจัย**

**3.3.1 กระบวนการแปรรูปไส้กรอกปลา**

**3.3.1.1 การเตรียมเนื้อปลาดุกรัสเซีย**

นำปลาดุกรัสเซียมาล้างทำความสะอาด ตัดหัว ควักไส้ แยกก้างและหนังออก นำเนื้อมาล้างทำความสะอาด

**3.3.1.2 กระบวนการแปรรูปไส้กรอกปลา**

นำเนื้อปลาดุกที่เตรียมไว้มาบดผ่านรูตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 มิลลิเมตร เข้าเครื่องสับผสมให้ละเอียดพร้อมกับน้ำแข็ง เครื่องปรุง เครื่องเทศตามสูตร จากนั้นเติมไขมันปลาหรือไขมันพืช สับผสมนาน 8-10 นาที เข้าเครื่องอัดไส้กรอกตามขนาดของไส้เทียม นำไส้กรอกปลาเข้าตู้รมควันด้วยชานอ้อย นาน 45 นาที จนเป็นสีเหลืองทอง แล้วนำไปต้มในน้ำอุณหภูมิ 75-80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นำขึ้นมาสะเด็ดน้ำให้แห้ง บรรจุถุงพลาสติกด้วยเครื่องปิดผนึกระบบสุญญากาศ นำไปเก็บในห้องแช่แข็งอุณหภูมิ - 4 ถึง - 18 องศาเซลเซียส

การพัฒนาผลิตภัณฑ์การผลิตไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ มีวิธีการศึกษาดังนี้

| ส่วนประกอบ | ร้อยละ |
|---|---|
| เนื้อปลาดุกอุยเทศ | 61.97 |
| ไขมันปลาดุกอุยเทศหรือไขมันพืช | 6.88 |
| น้ำแข็ง | 20.65 |
| โปรตีน ถั่วเหลือง | 3.44 |
| เกลือ | 1.38 |
| น้ำตาลทรายขาว | 1.38 |
| เม็ดผักชีป่น | 0.68 |
| ลูกจันทร์ป่น | 0.18 |
| ดอกจันทร์ป่น | 0.18 |
| พริกไทยป่น | 0.68 |
| อบเชยป่น | 0.17 |
| กระเทียมบด | 1.72 |
| สารประกอบฟอสเฟต | 0.34 |
| ผงชูรส | 0.34 |

( **ที่มา:** จิระพันธ์ ห้วยแสน, 2547)

**3.3.2 ศึกษารูปแบบที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ** มีทั้งหมด 10 สูตร

**3.3.2.1 ไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐาน** (ไม่มีส่วนผสมของเห็ดหลินจือ)

**3.3.2.2 ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบดหยาบ**

อัตราส่วนการเติมเห็ดหลินจือบดหยาบในไส้กรอกปลารมควัน คือ 1%, 2%, 3% ของเห็ดหลินจือบดหยาบ

3.3.2.2.1 วิธีการเตรียมเห็ดหลินจือ

นำเห็ดหลินจือที่ได้มาจากฟาร์มเห็ดรุจิรา อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ มาบดให้ละเอียด โดยมีความละเอียด 50 mesh จากนั้นเก็บในถุงพลาสติกขนาด 15 x 20 เซนติเมตร เก็บไว้ใน Descicator เพื่อรอนำไปใช้

**ภาพประกอบ 3.1** เห็ดหลินจือบดหยาบ

**3.3.2.3 ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ**

อัตราส่วนการเติมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือในไส้กรอกปลารมควัน คือ 1%, 2%, 3% ของน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ

3.3.2.3.1 วิธีการเตรียมน้ำเห็ดหลินจือ

ใช้อัตราส่วนของเห็ดหลินจือต่อน้ำกลั่น 1:10 (g:ml) จากนั้นนำไปต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จะได้น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือประมาณ 50% ของปริมาณเริ่มต้นและนำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอนำไปใช้

**ภาพประกอบ 3.2** น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ

**3.3.2.4 ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์หลินจือ**

อัตราส่วนการเติมสปอร์ในไส้กรอกปลารมควัน คือ 0.25%, 0.50%, 0.75% ของสปอร์เห็ดหลินจือ

3.3.2.4.1 วิธีการเตรียมสปอร์หลินจือ

นำสปอร์เห็ดหลินจือที่ได้มาจากฟาร์มเห็ดรุจิรา อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ ซึ่งมาในรูปของแคปซูลสปอร์เห็ดหลินจือบรรจุในขวดพลาสติกเก็บไว้ใน Descicator เพื่อรอนำไปใช้

**ภาพประกอบ 3.3** สปอร์เห็ดหลินจือ

**3.3.3 ศึกษาคุณภาพของการผลิตไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ** รายละเอียด ดังนี้

**3.3.3.1 คุณภาพทางกายภาพ**

**3.3.3.1.1 การวัดสี** (AOAC. 2000[b])

วัดโดยการใช้เครื่องวัดสี (Cromameter) ยี่ห้อ Minotra รุ่น CR-300 โดยการวัดค่าสี L* a*และ b* โดยมีขั้นตอนการเตรียมไส้กรอกเพื่อการวัดสีดังนี้

1) นำไส้กรอกที่ผ่านการอบรมควันมาทำให้สุก จากนั้นนำไส้กรอกมาหั่นให้ได้ขนาดความยาวชิ้นละ 3 cm

2) ก่อนทำการวัดสีตัวอย่าง ปรับตั้งค่าของเครื่องวัดสีให้อยู่ที่ค่ามาตรฐาน โดยใช้แผ่นสีขาวมาตรฐาน (White blank ; L* = 97.67, a* = -0.18 และ b* = 1.84) แล้วจึงทำการวัดค่าสีของตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ทำการวัดทั้งหมด 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

เมื่อ L* คือ ค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

a* คือ ค่าสีแดง เมื่อ a* มีค่าบวก เป็นสีแดง
เมื่อ a* มีค่าลบ เป็นสีเขียว
b* คือ ค่าสีเขียว เมื่อ b* มีค่าบวก เป็นสีเหลือง
เมื่อ b* มีค่าลบ เป็นสีน้ำเงิน

**3.3.3.1.2 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น** (AOAC. 2000[c])

นำชุด Moisture cans เข้าอบในตู้อบ Hot air oven ที่อุณหภูมิ 102 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที นำมาใส่ Desicator ทิ้งไว้ให้เย็นลง ชั่ง Moisture can พร้อมฝาบนเครื่องชั่งที่มีความละเอียดถึงหน่วยมิลลิกรัม นำตัวอย่างไส้กรอกปลารมควันใส่ Moisture can ประมาณ 3.000 - 5.000 กรัม แล้วปิดฝานำไปชั่งน้ำหนักอย่างรวดเร็ว บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน หลังจากนั้นนำ Moisture can เปิดฝาใส่ตู้อบ ที่อุณหภูมิ 102 ± 1.0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหรือจนน้ำหนักคงที่ จากนั้นนำ Moisture can ออกจากตู้อบปิดฝาใส่ Desicator นาน 30 นาทีหรือจนกระทั่งเย็นแล้วนำไปชั่งน้ำหนักและคำนวณหาปริมาณความชื้น

**3.3.3.1.3 การวัดเนื้อสัมผัส** (AOAC. 2000[d])

การวัดเนื้อสัมผัสจะวิเคราะห์โดยการใช้เครื่อง Texture analyzer ยี่ห้อ Stable Microsystem Ltd., Surrey, England . ใช้ cylindrical probe P/20 สำหรับ TPA หรือ tensile grip ทดลองที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส ขนาดชิ้นตัวอย่าง สูง 1.5 cm กว้าง 2 cm

**3.3.3.2 คุณภาพทางเคมี**

**3.3.3.2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (Dry ashing)** (AOAC. 2000[a])

นำถ้วย Crucible ก่อนใส่ตัวอย่างเผาในเตาเผา Muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส 15 นาที แล้วนำ Crucible ใส่ใน Desicator ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องประมาณ 1 ชั่วโมง ชั่งตัวอย่างไส้กรอกปลารมควันลงบนเครื่องชั่งละเอียดถึงหน่วยมิลลิกรัมประมาณ 5.000 กรัม ลงในถ้วย Crucible เผาเถ้าให้เป็นถ่านสีดำด้วย Hot plate ในตู้ควันโดยเพิ่มอุณหภูมิทีละน้อยจนควันหมด จากนั้นเผาต่อในเตาเผา Muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นานข้ามคืน (อย่างน้อย 16 ชั่วโมง) แล้วนำเถ้าที่ได้ทิ้งให้เย็นใน Desicator ถ้าเถ้าที่เผามีส่วนสีดำปนอยู่ในเถ้าให้เติมน้ำกลั่น 1.0-2.0 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้เถ้ากระจายตัว นำเข้าเตาเผาต่อนาน 24 ชั่วโมงแล้วทำให้เย็นใน Desicator ที่อุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนักคำนวณหาปริมาณเถ้าที่เผาได้

**3.3.3.2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนหรือโปรตีนดิบโดยวิธีเจลดาลห์ (Total nitrogen หรือ Crude proteins : Kjeldahl method)** (AOAC. 2000[f])

ใส่วัสดุควบคุมการเดือด 2-3 ชิ้นในหลอดเจลดาลห์ แล้วใส่ $K_2SO_4$ 3.0 กรัม แล้วชั่งตัวอย่าง 0.300-0.400 กรัมในหลอดเจลดาลห์ เติม $CuSO_4$ 0.13 กรัม แล้วเติม $H_2SO_4$ เข้มข้น

6.0 มิลลิลิตร ลงในหลอดเขย่าเบา ๆ เพื่อผสมให้เข้ากัน จากนั้นสอดหลอดเจลดาลห์ในช่องเครื่องย่อย ซึ่งมีเตาไฟฟ้า ต้มนาน 30 นาที แล้วทำการย่อยต่อ 45-60 นาที จากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็นนำหลอดเจลดาลห์ที่ย่อยแล้วไปเติมน้ำกลั่น 18 มิลลิลิตร (ปริมาตรประมาณ 3 เท่า ของกรดที่ย่อยเพื่อทำการเจือจางกรด) แล้วนำใส่ในช่องกลั่นสำหรับกลั่นของเครื่องกลั่นอัตโนมัติ กดปุ่มสารละลาย NaOH เข้มข้น 35% w/v ให้ไหลลงผสมกับสารในหลอดเจลดาลห์ในปริมาณด่าง 5 เท่า (30 มิลลิลิตร) ของ $H_2SO_4$ ที่ใช้ย่อยตวงสาร $H_2BO_3$ อิ่มตัวปริมาตร 10 มิลลิลิตรใส่ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม Mix indicator 2-4 หยด นำไปวางตำแหน่งสิ่งที่กลั่นได้ จากนั้นนำ Erlenmeyer flask ที่กลั่นได้ไตเตรตกับสารละลายกรด HCl เข้มข้น 0.2 N จนถึงจุดสมมูลย์แล้วบันทึกปริมาตรเพื่อใช้คำนวณหาปริมาณโปรตีนดิบ

**3.3.3.2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันด้วยวิธีซอกห์เลท (Soxhlet method)**

(AOAC. 2000[c])

ชั่งตัวอย่างประมาณ 3.000 กรัม วางบนกระดาษกรองและห่อลงใส่ใน Extraction thimble และทำการสวม Adapter นำเข้าเครื่องวิเคราะห์ไขมัน ชั่งบีกเกอร์ประจำเครื่องให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนละเอียดถึงหน่วยมิลลิกรัม แล้วใส่ตัวทำละลาย n-Hexane ใส่ลงในบีกเกอร์ 70 มิลลิลิตร ใส่ Thimble บรรจุตัวอย่างลงในหลอดซอกห์เลทปรับอัตราการไหลของน้ำผ่านเครื่องสกัดให้เหมาะสมกลั่นระบบรีฟลักซ์ ด้วยระบบ Steam bath เป็นเวลา 30 นาที และหลังจากนั้นทำการระเหยตัวทำละลายเป็นเวลา 30 นาที โดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอนละเอียดถึงหน่วยมิลลิกรัม

**3.3.3.2.4 การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตรวมด้วยวิธีแคร็กก์แอนโธรน**

**1) การสกัด glucose ออกจากอาหาร**

ชั่งตัวอย่างไส้กรอกปลารมควัน ซึ่งตัวอย่างแห้งที่ใช้ 1.000 กรัม ส่วนตัวอย่างเปียกใช้ 2.500 กรัม ซึ่งประมาณมี carbohydrate 60-300 มิลลิกรัม ตัวอย่างอาหารที่ชั่งได้ลงในกระบอกตวงที่มี ground joint ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 10.0 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วกวนให้อาหารแตกกระจายในน้ำกลั่น เติมสารละลาย $HClO_4$ เข้มข้น 52% ปริมาตร 13 มิลลิลิตร กวนด้วยแท่งแก้วเป็นเวลา 20 นาที ล้างแท่งแก้วด้วยน้ำกลั่นแล้วเติมน้ำให้ครบ 100 มิลลิลิตร กวนผสมให้ตัวอย่างอาหารกระจายโดยทั่วถึง แล้วกรองใส่ volumetric flask ขนาด 250 มิลลิลิตร ล้าง volumetric flask และแท่งแก้ว และเติมน้ำกลั่นให้ครบ 250 มิลลิลิตร

**2) การวิเคราะห์หาปริมาณ carbohydrate**

นำตัวอย่างอาหารจากข้อ ก ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้เจือจางถึงขีด 100.0 มิลลิลิตร ดูดสารละลายที่เตรียมปริมาตร 1

มิลลิลิตร ใส่ใน test tube ดูดน้ำกลั่น (blank) 1 มิลลิลิตร standard glucose solution ที่เตรียมไว้แล้ว (0.1 มก.:1 มล.) จากนั้นทำการเจือจาง (dilution technique) (แบบ manual โดยทำให้มีความเข้มข้น(0.1 มก.:1 มล.) , standard curve ทำให้มีความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มก.: 1 มล. ตามลำดับ) ดูด standard glucose solution ที่ทุกความเข้มข้นใส่ใน test tube ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ดูดและเติมสารละลาย anthrone ที่เตรียมใหม่ๆ ใส่ใน test tube ที่เตรียมไว้ ทุกหลอดๆ ละ 5 มิลลิลิตร ปิดจุกทดลองและเขย่าผสม โดยใช้ vortex mixer แช่ในน้ำเดือดเป็นเวลา 12 นาที ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วใช้ cuvette วัดการดูดกลืนรังสีของแสง ที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตร สำหรับวิธี manual อ่านค่า absorbance แล้วนำไปคำนวณ ส่วนวิธี standard curve อ่านค่า absorbance แล้วหาความเข้มข้นจาก standard curve

**3.3.3.2.5 การวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยอาหารอาหารดิบ (crude fibre)**

ชั่งตัวอย่างใส่ในถ้วยกรอง(crucible) ประมาณ 1 กรัม นำถ้วยกรองใส่ในแท่นของชุด หาปริมาณเส้นใยอาหารดิบ เติมสารละลาย $H_2SO_4$ เข้มข้น 1.25% ที่ร้อนในช่องย่อยถึงระดับ 150 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดนาน 30 นาที เปิดลิ้นไปที่ vacuum เพื่อระบายกรด $H_2SO_4$ ออก แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้ง ครั้งละ 30 มิลลิลิตร ในการล้างแต่ละครั้งให้เปิดลิ้นไปที่ pressure เพื่อดันให้อากาศผ่านฐานของถ้วยกรองทำให้ส่วนผสมในถ้วยแก้วคลุกเคล้ากันโดยตลอด หลังจากปล่อยน้ำล้างครั้งสุดท้ายออกจนหมดแล้ว เติมสารละลาย KOH เข้มข้น 1.25% ที่ร้อนลงไปในช่องย่อย 150 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดนาน 30 นาที เปิดลิ้นไปที่ vacuum เพื่อระบายกรด $H_2SO_4$ ออก แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้ง ครั้งละ 30 มิลลิลิตร ในการล้างแต่ละครั้งให้เปิดลิ้นไปที่ pressure แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นเย็น 1 ครั้ง แล้วล้างอีก 3 ครั้งด้วย acetone ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เปิดให้ความร้อนเข้าทุกครั้งที่ทำการล้าง นำถ้วยกรองไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง นำไปคำนวณหาปริมาณของเส้นใยอาหารดิบ

**3.3.3.2.6 การวิเคราะห์หาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant)**

**1) การเตรียมสารสกัดจากตัวอย่าง**

ชั่งตัวอย่าง 2 กรัมละเอียดถึงหน่วยมิลลิกรัมในหลอดทดลอง เติมสารละลายเมทานอลปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่อง centrifuge ด้วยความเร็ว 4000 rpm เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง แล้วกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 4 ส่วนที่กรองได้เป็นความเข้มข้นเริ่มต้น (stock solusion) 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (2000 ppm) จากนั้นเจือจางลง (dilusions) เป็นความเข้มข้น 5 ระดับ

**2) การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity** ดัดแปลงจากวิธีของ Dasgupta และ De (2006 : 471–474)

เป็นวิธีการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเบื้องต้น โดยดูถึงความสามารถในการจับ 2,2 diphemyl-1-picrylhydrazyl radical ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่เสถียร ถ้าสารสกัดสามารถจับกับ DPPH radical ได้สีของสารละลาย DPPH จะเปลี่ยนเป็นสีม่วงเป็นสีเหลือง ซึ่งสามารถวัดการเปลี่ยนแปลงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer

2.1) เตรียม 2,2 diphemyl-1-picrylhydrazyl radical ( DPPH) ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมล โดยการชั่ง DPPH 0.04 g /ml ปรับปริมาตรด้วยเอทานอลให้เท่ากับ 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปผสมด้วยเครื่อง Vortex ปิดด้วยฟอยล์เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2.2) ทดสอบตัวอย่างสารสกัดโดยดูดสารสกัดอย่างละ 0.1มิลลิลิตร ในหลอดทดลองอย่างละ 3 หลอด จากนั้นปิเปิตสารละลาย DPPH ที่เตรียมไว้ใส่หลอดที่ใส่สารสกัดตัวอย่างหลอดละ 3 มิลลิลิตร เพื่อให้ทำปฏิกิริยากันแล้วทำการเขย่า ทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

2.3) ทดสอบตัวอย่างโดยการดูดสารสกัดที่ทำการเตรียมและกรองแล้วมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้นเป็น $5.00x10^{-2}$, $2.5x10^{-2}$ , $1.25x10^{-2}$ , $0.625x10^{-2}$ , $03125x10^{-2}$ กรัม/มิลลิลิตร จากนั้นนำสารสกัดและ DPPH ที่เตรียมมาทำปฏิกิริยากัน โดยการปิเปตสารสกัดที่ทำการเจือจางแล้วอย่างละ 0.1 มิลลิลิตร โดยทำ 3 ซ้ำ แล้วดูดสาร DPPH หลอดละ 3 มิลลิลิตรผสมในหลอดทำปฏิกิริยา ทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้วทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

2.4) ในการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารต้านอนุมลอิสระมาตรฐาน BHA ที่ทำปฏิกิริยากับสารอนุมูลอิสระเสถียร (DPPH) ที่ค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร ใช้ control คือ สารละลายอนุมูลอิสระเสถียร (DPPH) และ blank คือ เอทานอล

2.5) คำนวณค่าเฉลี่ยของค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ในแต่ละความเข้มข้นแต่ละตัวอย่างแล้วนำมาแทนค่าในสูตรหาประสิทธิภาพฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างที่นำมาทดสอบ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ} = \frac{(A_{DPPH} - A_{SAMPLE}) \times 100}{A_{DPPH}}$$

เมื่อ $A_{DPPH}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH ที่ไม่มีตัวอย่าง

$A_{SAMPLE}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

นำเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระทั้ง 5 ความเข้มข้นในแต่ละตัวอย่างไปทำกราฟมาตรฐานเพื่อคำนวณหาค่า $IC_{50}$ ของแต่ละตัวอย่าง

**3) การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิค**

นำสารที่สกัดได้ ปริมาตร 200 ไมโครลิตร แล้วเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu (เตรียมใหม่) เจือจางกับน้ำกลั่นอัตราส่วน 1 ต่อ 10 ปริมาตร 800 ไมโครลิตร และ 7.5% sodium carbonate ปริมาตร 2 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำที่กำจัดไอออนให้ครบ 7 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง นาน 2 ชั่วโมง เพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์ นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ค่าที่ได้นำไปคำนวณแสดงผลเป็นเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน ( Gallic acid equivalent (g/100g))

**4) ศึกษาการเกิดลิพิดอ๊อกซิเดชันของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ**

การศึกษาการเกิดลิพิดอ๊อกซิเดชันของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านเคมี ทำการเก็บผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือในภาชนะปิดสนิท โดยบรรจุในสภาวะสุญญากาศปิดให้สนิท เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียสและชักตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ วิเคราะห์หาปริมาณสารเพอร์ออกไซด์และการเกิดกลิ่นเหม็นหืน (TBA Value) ทดสอบคุณภาพทางเคมีตามเวลาที่กำหนด คือ 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน

**4.1) Peroxide Value (PV)**

ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม (จดน้ำหนักอย่างละเอียดไว้) ใส่ใน boiling flask เติม potassium iodide 1 กรัม และเติม solvent mixture 20 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำ flask ไปต่อเข้ากับ condenser ของชุด reflux system จุ่ม flask ในน้ำเดือดแล้วเปิดเครื่อง reflux จนกระทั่งสารละลายเดือด ประมาณ 30 นาที เทสารละลายร้อยลงใน 5% potassium iodide 20 มิลลิลิตร ล้าง boiling flask ด้วยน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร อีก 2 ครั้ง เทลงรวมกับสารละลายครั้งแรก เติมสารละลาย 1% starch 1 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน 0.002 N. sodium thiosulphate โดยมีสารละลาย 1% starch เป็นอินดิเคเตอร์

**การคำนวณ**

$$\text{Peroxide value} = \frac{\text{ml. of } 0.002 \text{ N. } Na_2S_2O_3 \text{ usde}}{\text{wt. of sample used}}$$

**4.2) Thiobarbituric Acid Value (TBA)**

ชั่งตัวอย่างน้ำมันประมาณ 50-200 มิลลิลิตร (จดน้ำหนักอย่างละเอียดไว้ ) ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร ละลายตัวอย่างด้วย 1-butanol ในปริมาณเล็กน้อย

แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 25 มิลลิลิตร ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างดังกล่าว 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองแล้วเติม TBA reagent 5 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วเขย่าให้เข้ากัน นำหลอดทดลองไปใส่ใน water bath ที่ 95 องศาเซลเซียส จับเวลา 120 นาที แล้วนำมาทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 530 nm โดยใช้น้ำกลั่นเป็น reference cell

**การคำนวณ**

$$\text{TBA value} = \frac{50\,(A-B)}{M}$$

เมื่อ A = absorbance ของตัวอย่าง

B = absorbance ของ bank

M = น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้

**3.3.3.2.7 การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันชนิดต่างๆ**

1) การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันชนิดต่างๆและกรดไขมันชนิดโอเมก้าสาม

1.1) ทำการชั่งตัวอย่างใส่ขวดขวดละ 10 กรัม ในเครื่องชั่งละเอียดแล้วจดบันทึกน้ำหนักไว้

1.2) ทำการสกัดโดยใช้ คลอโรฟอร์ม : เมทานอล (2 : 1 ประกอบด้วย BHT 10 มิลลิลิกรัม/ลิตร) 20 มิลลิลิตร เทใส่ลงในขวดตัวอย่าง แล้วเขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

1.3) นำตัวอย่างมากรองด้วยกระดาษกรองลงใน separation funnel แล้วล้างตัวอย่างด้วย C : M 10 ml 2 ครั้ง

1.4) จากนั้นนำสารละลายโซเดียมคลไรด์ 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในกรวยแยกแล้วทำการเขย่าให้เข้ากัน (ตอนเขย่าต้องเปิดฝาจุกเพื่อลดแรงดัน) จากนั้นตั้งทิ้งไว้จนแยกชั้น (12 ชั่วโมง)

1.5) จากนั้นไขกรวยแยกเอาเฉพาะส่วนล่างลงในขวดรูปชมพู่แล้วนำมาระเหยสารส่วนเกินด้วยเครื่อง evaporator จนเหลือส่วนที่ต้องการ

1.6) แล้วนำมาล้างด้วยคลอโรฟอร์ม แล้วนำไประเหยสารส่วนเกินด้วยเครื่อง evaperator จนเหลือส่วนที่ต้องการ ทำ 2 ครั้ง

1.7) จากนั้นนำมาล้างด้วยคลอโรฟอร์มแล้วดูดตัวอย่างใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรจนครบ

1.8) ชั่งหลอดทดลองไว้เพื่อจะหา ปริมาณของไขมันแล้วจดบันทึก

1.9) ปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร จากขวดปรับปริมาตรขนาด ใส่ลงในหลอดทดลอง

1.10) แล้วนำไป dry under nitrogen ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ระเหยคลอโรฟอร์มออกโดยใช้ ไนโตรเจนจนกระทั่งตัวอย่างแห้ง

1.11) นำไปเก็บไว้ใน Desicator ข้ามคืน

1.12) จากข้อ 1.9) ปิเปต ตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร จากขวดปรับปริมาตรใส่ลงใน Vial จากนั้นเติม Internal standard 1 มิลลิลิตร แล้วนำไป dry under nitrogen ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส จนกระทั่งตัวอย่างแห้ง

1.13) เมื่อเสร็จแล้งนำมาเติม $H_2SO_4$ ในเมทานอล (0.9 โมล/ลิตร) จำนวน 3 มิลลิลิตร และเติมโทลูอีนจำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

1.14) ทำ saponification ใน water bath อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำการเขย่าเป็นครั้งคราว

1.15) เมื่อครบเวลาแล้วนำมาทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติม เฮกเซน 2 มิลลิลิตรและตามด้วยโซเดียมคลอไรด์ 1-5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

1.16) จากนั้นนำไป centrifuge ที่ 1000 rpm ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที

1.17) เตรียมหลอดทดลองไว้โดย

หลอดที่ 1 ใส่น้ำกลั่น ประมาณ 2 ml.

หลอดที่ 2 ใส่ $Na_2SO_4$ 1 ช้อน

หลอดที่ 3 หลอดเปล่า

1.18) จากข้อ 1.15) เมื่อ centrifuge ที่ 1000 rpm ที่ 25 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที แล้วจะเห็นได้ว่า sample แยกชั้น

1) ดูดชั้นที่เป็นไขมันที่ลอยชั้นบนออกไปใส่หลอดทดลองที่ 1 (น้ำกลั่น) เตรียมไว้แล้ว จากนั้นทำการใช้หลอดดูดปล่อยให้ไขมันกับน้ำกลั่นผสมกัน เพื่อให้น้ำลงไปอยู่กับชั้นน้ำด้วยกันเหลือแต่ไขมันบริสุทธิ์

2) แล้วทิ้งไว้ซักครู่

3) จากนั้นดูดไขมันจากหลอดที่ 1 มาใส่หลอดที่ 2 ($Na_2SO_4$) ที่เตรียมไว้แล้ว แล้วทำการใช้หลอดดูดปล่อยให้ไขมันกับ $Na_2SO_4$ ผสมกัน เพื่อให้ $Na_2SO_4$ จับกับน้ำเหลือแต่ไขมันบริสุทธิ์

4) จากนั้นดูดชั้นไขมันจากหลอดที่ 2 มาใส่หลอดที่ 3 (หลอดเปล่า) ที่เตรียมไว้จะได้ sample ที่บริสุทธิ์ไม่มีน้ำเจือปน

5) จากนั้นปิดหลอดทดลองด้วยพาราฟิล์ม

1.19) ขั้นตอนสกัดสารรบกวน โดยใช้ Seppak

1) ทำการล้าง Seppak ด้วย คลอโรฟอร์ม : เมทานอล ประมาณ 3 มิลลิลิตร ลงในไซลิงค์แล้วค่อยๆใช้ก้านกด กดให้ คลอโรฟอร์ม : เมทานอล ผ่านออกจาก Seppak ช้าๆ ทีละหยด ทำ 3 ครั้ง

2) จากนั้นดูด Petroleum Ether ประมาณ 3 มิลลิลิตร ไซลิงค์แล้วค่อยๆใช้ก้านกดกดให้ Petroleum Ether ผ่านออกจาก seppak กดลงธรรมดา ทำ 1 ครั้ง

3) แล้วดูดตัวอย่าง ลงในไซลิงค์แล้วใช้ก้านกดกดให้ตัวอย่างผ่านออกจาก seppak ให้เร็วที่สุด แล้วล้างหลอดที่ใส่ตัวอย่าง ด้วย Petroleum Ether แล้วดูดใส่ลงในไซลิงค์แล้วใช้ก้านกด กดให้ตัวอย่าง ผ่านออกจาก seppak ทำ 2 ครั้ง

4) จากนั้นดูด 5% Ether in Petroleum Ether ประมาณ 3.5 มิลลิลิตร ลงในไซลิงค์แล้วใช้ก้านกดกดให้ผ่านออกจาก seppak ช้าๆทีละหยดลงในหลอดทดลองใหม่ จะได้ตัวอย่างใส บริสุทธิ์

1.20) จากนั้นนำตัวอย่าง ที่ผ่านการทำ seppak แล้ว มาทำการ dry under nitrogen ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส จนกระทั่งตัวอย่างแห้งแล้วนำพาราฟิล์มมาปิดหลอดทดลอง

1.21) เมื่อนำตัวอย่างไปวิเคราะห์หา องค์ประกอบของกรดไขมันและความเข้มข้นของกรดไขมัน โดยเครื่อง GC ต้องเติมเฮกเซนลงไปในหลอดตัวอย่าง ที่ dry under nitrogen ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส 50 ไมโครลิตร

1.22) ดูดตัวอย่าง 2 ไมโครลิตร ฉีดลงไปในเครื่อง GC ที่พร้อมวิเคราะห์

1.23) นำผลที่ได้มาคำนวณหาองค์ประกอบและปริมาณความเข้มข้นของกรดไขมันต่อไป

การวิเคราะห์โดยใช้ เครื่อง GC (Gas chromatography)

ใช้เครื่อง GC ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น GC 17A

Column : 122 – 7032 DB – WAX

Length (m) : 30

I.D (mm) : 0.25

Film (μm) : 0.25

Temp limits จาก 20°C – 250

Temperature program Column Oven

| | Rate (C/min) | Temp (°C) | Time(min) |
|---|---|---|---|
| Init | - | 150 | 1 |
| 1 | 25 | 180 | 0 |
| 2 | 2.5 | 220 | 3 |
| 3 | 15 | 230 | 9 |

Inject Temperature : 250°C

Inject Volume : 2.0 μl

Inlet Pressure : 100 Kpa

**3.3.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส และการยอมรับจากผู้บริโภค**

ศึกษาคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ใช้การประเมินแบบ Hedonic Scale 9 point โดยศึกษาลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับรวม เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่มีการเสริมเห็ดหลินจือ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่โรงอาหาร ม.เก่า ต.ในเมือง อ.เมือง จ.มหาสารคาม

**3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล**

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.4.1 นำข้อมูลจากการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ และ เคมี นำเสนอในรูป ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.4.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส นำเสนอในรูป ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงแบนมาตรฐาน

3.4.3 สรุปผลการวิเคราะห์และรายงานในรูปตารางและกราฟ

**3.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ**

ในการวิจัยนี้จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยทดสอบสมมุติฐานด้วยโปรแกรม SPSS จากข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมผลการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางโดยใช้ One-way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ตามวิธีของ Scheffe ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**3.6 ระยะเวลา สถานที่และแผนการดำเนินงานวิจัย**

3.6.1 ระยะเวลาดำเนินการวิจัยระหว่างเดือน มิถุนายน 2553 – กันยายน 2554

3.6.2 สถานที่ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3.6.3 แผนการดำเนินงานวิจัย

# บทที่ 4

## ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

ผู้วิจัยได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายข้อมูลเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

### 4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

df แทน ระดับความเสรี (Degrees of freedom)

F แทน สถิติทดสอบที่ใช้พิจารณา F-distribution

### 4.2 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองผู้วิจัยได้ดำเนินการเสนอผลการทดลองตามลำดับ ดังนี้

4.3.1 ตอนที่ 1 การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกปลารมควันเสริมเห็ดหลินจือ

4.3.1.1 ไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐาน

4.3.1.2 ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ

4.3.1.3 ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบดหยาบ

4.3.1.4 ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ

4.3.2 ตอนที่ 2 ผลการศึกษาคุณภาพของไส้กรอกปลารมควันเสริมเห็ดหลินจือ

4.3.2.1 คุณภาพด้านกายภาพ

4.3.2.2 คุณภาพด้านเคมี

4.3.2.3 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

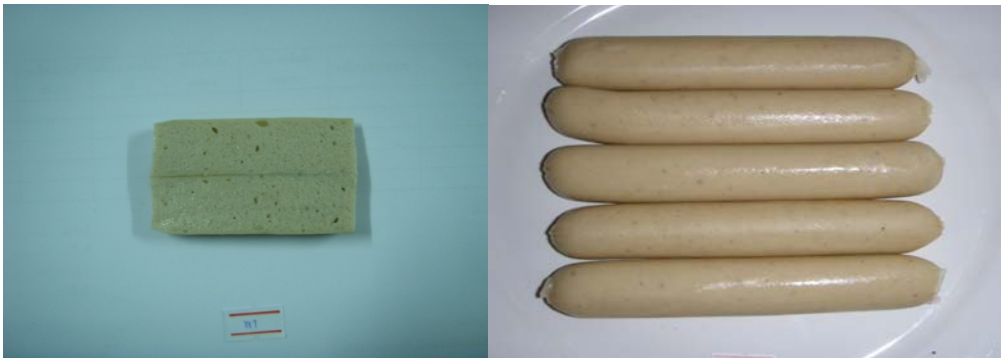
4.3.2.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสและการยอมรับจากผู้บริโภค

**4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**

**ตอนที่ 1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ**

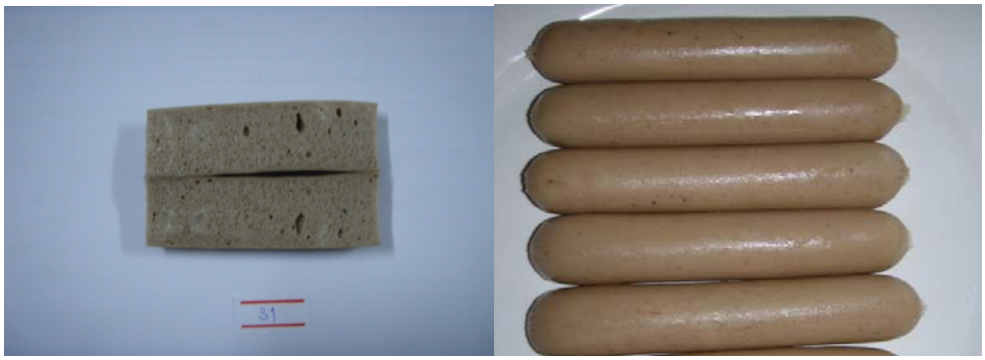
**4.3.1 ศึกษารูปแบบที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ**

**4.3.1.1 ไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐาน** (ไม่มีส่วนผสมของเห็ดหลินจือ)



**ภาพประกอบ 4.1** ไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐาน (ไม่มีส่วนผสมของเห็ดหลินจือ)

**4.3.1.2 ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์หลินจือ**



**ภาพประกอบ 4.2** ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 1%

**ภาพประกอบ 4.3** ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 2%

**ภาพประกอบ 4.4** ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 3%

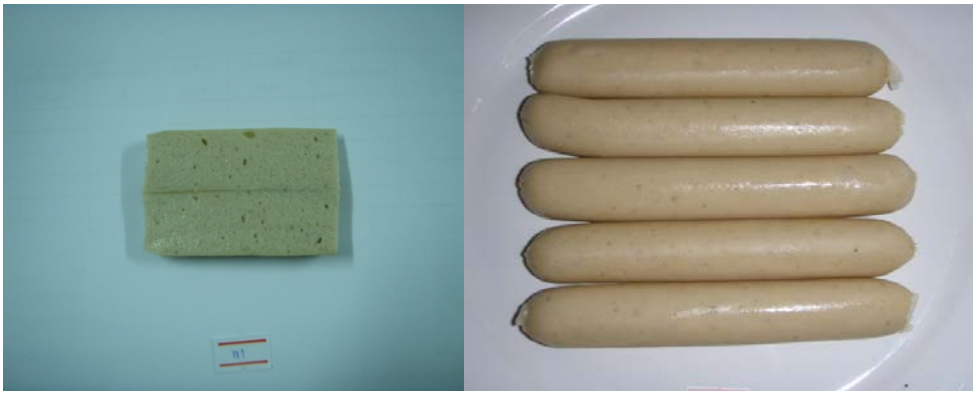
**4.3.1.3 ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด**

**ภาพประกอบ 4.5** ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 1%

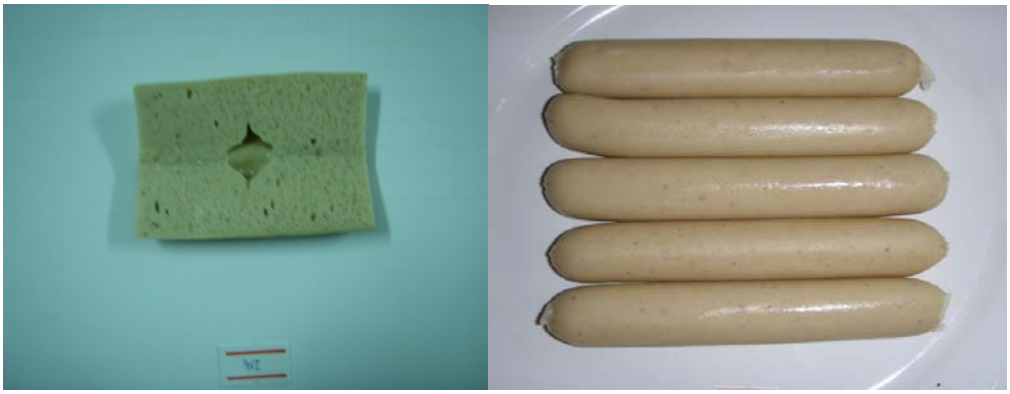
**ภาพประกอบ 4.6** ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 2%

**ภาพประกอบ 4.7** ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 3%

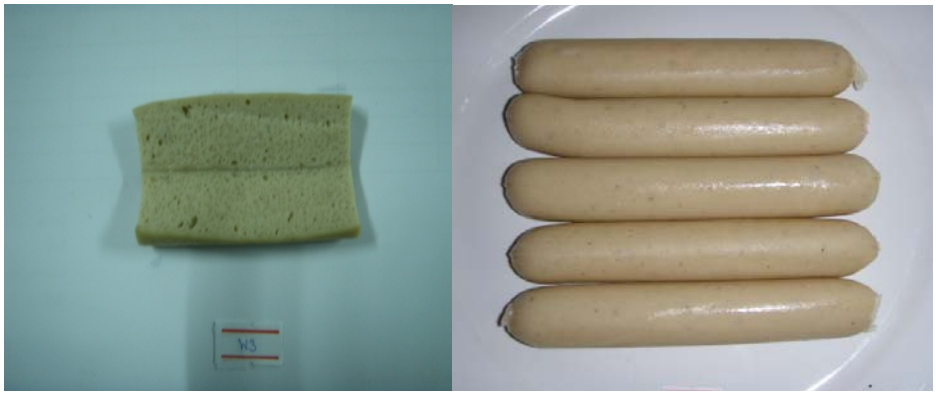
#### 4.3.1.4 ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ



**ภาพประกอบ 4.8** ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1%



**ภาพประกอบ 4.9** ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 2%



**ภาพประกอบ 4.10** ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 3%

**4.3.1 ศึกษารูปแบบที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ**

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือของงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการเสริมเห็ดหลินจือในไส้กรอกปลารมควัน จำนวน 10 สูตร ประกอบด้วย ไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐาน (ไม่ผสมเห็ดหลินจือ) (ภาพประกอบ 4.1) ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.25% (ภาพประกอบ 4.2) ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.50% (ภาพประกอบ 4.3) ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.75% (ภาพประกอบ 4.4) ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ1% (ภาพประกอบ 4.5) ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 2% (ภาพประกอบ 4.6) ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 3% (ภาพประกอบ 4.7) ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 1% (ภาพประกอบ 4.8) ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 2% (ภาพประกอบ 4.9) และไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 3% (ภาพประกอบ 4.10) โดยลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่ศึกษาจะแสดงดังภาพประกอบดังกล่าว

**ตอนที่ 2 ผลการศึกษาคุณภาพของไส้กรอกปลารมควันเสริมเห็ดหลินจือ**

**4.3.2 ผลการศึกษาคุณภาพของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ**

**4.3.2.1 คุณภาพทางด้านกายภาพ**

**4.3.2.1.1 การวัดสี** (AOAC. 2000)

**ตาราง 4.1** ผลการวัดค่าสีด้านในของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน (L*-, a*- และ b*- values)

| สูตรไส้กรอกปลารมควัน | ปริมาณการเติมเห็ดหลินจือ | L* | a* | b* |
|---|---|---|---|---|
| สูตรมาตรฐาน | 0% | 73.25±0.55 | +2.31±0.15 | +14.56±0.50 |
| ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ | 0.25% | 66.94±0.50 | +3.78±0.30 | +12.98±0.01 |
| | 0.50% | 66.35±1.05 | +3.62±0.30 | +12.55±0.40 |
| | 0.75% | 52.63±1.65 | +6.75±0.40 | +9.51±0.10 |
| ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ | 1% | 73.07±0.45 | +2.73±0.39 | +13.83±0.20 |
| | 2% | 71.27±0.80 | +2.46±0.08 | +13.95±0.02 |
| | 3% | 73.77±0.96 | +2.67±0.45 | +13.85±0.20 |
| ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบดหยาบ | 1% | 68.05±1.25 | +2.81±0.27 | +12.86±0.30 |
| | 2% | 67.01±0.11 | +2.56±0.05 | +13.34±0.06 |
| | 3% | 66.68±1.23 | +2.00±0.06 | +12.60±0.13 |

การวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือโดยใช้เครื่อง Minolta Chroma Meter CR-300 แสดงในตาราง 4.1 ทำการวัดสีทั้งหมด 10 ซ้ำ จากนั้น หาค่าเฉลี่ยเมื่อ L* คือ ค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 ค่าสี a* คือ ค่าสีแดง เมื่อ a* มีค่าบวกเป็นสีแดง เมื่อ a* มีค่าลบเป็นสีเขียว ค่าสี b* คือ ค่าสีเขียว เมื่อ b* มีค่าบวกเป็นสีเหลือง เมื่อ b* มีค่าลบเป็นสีน้ำเงิน จากการวัดค่าสี L* ค่าสี a* และค่าสี b* จากด้านในของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ พบว่าไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกันมีค่าการวัดสีด้านในความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P$<0.05) (ตาราง ง-1 ภาคผนวก ง) โดยค่าความสว่าง (L* value) ของไส้กรอกปลารมควันสูตรผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% สูตรผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 2% และสูตรผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 3% จะมีค่าความสว่าง (L* value) มากที่สุดและไม่แตกต่างจากสูตรมาตรฐาน

(ตาราง ง-2 ภาคผนวก ง) ผลการวัดค่าสีแดง-สีเขียว (a* value) พบว่า ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.75% มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ +2.67±0.45 และมากกว่าสูตรมาตรฐาน (ตาราง ง-3 ภาคผนวก ง) ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b* value) ได้ผล การวิเคราะห์ ดังนี้ ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% สูตรผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 2% และสูตรผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 3% มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด โดยสูตรทั้งหมดมีค่าน้อยกว่าสูตรมาตรฐาน (ตาราง ง-4 ภาคผนวก ง)

**ตาราง 4.2** ผลการวัดค่าสีด้านนอกของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน (L*-, a*- และ b*- values)

| สูตรไส้กรอกปลารมควัน | ปริมาณการเติมเห็ดหลินจือ | L* | a* | b* |
|---|---|---|---|---|
| สูตรมาตรฐาน | 0% | 64.22±0.10 | +3.58±0.06 | +22.29±0.22 |
| ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ | 0.25% | 58.19±0.20 | +4.75±0.39 | +16.44±0.12 |
| | 0.50% | 57.78±0.58 | +4.30±0.31 | +10.20±0.01 |
| | 0.75% | 46.60±0.50 | +4.55±0.20 | +5.32±0.00 |
| ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ | 1% | 63.26±0.01 | +3.40±0.21 | +22.26±0.07 |
| | 2% | 65.26±0.77 | +2.24±0.11 | +21.48±0.51 |
| | 3% | 62.45±1.24 | +3.05±0.03 | +22.65±0.46 |
| ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบดหยาบ | 1% | 60.77±0.37 | +2.36±0.26 | +20.02±0.05 |
| | 2% | 60.44±0.57 | +2.48±0.30 | +19.93±0.12 |
| | 3% | 59.35±0.12 | +2.38±0.20 | +20.53±0.58 |

ผลการวัดค่าสีด้านนอกของเนื้อไส้กรอกปลารมควัน พบว่า สูตรการเสริมเห็ดหลินจือที่ต่างกันส่งผลให้ค่าการวัดสีด้านนอกของไส้กรอกปลารมควันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตาราง ง-5 ภาคผนวก ง) โดยไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% และสูตรผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 2% จะมีค่าความสว่าง (L* value) มากที่สุดและไม่แตกต่างจากสูตรมาตรฐาน (ตาราง ง-6 ภาคผนวก ง) ค่าสีแดง-สีเขียว (a* value) พบว่า ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.25% สูตรผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.50%และสูตรผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.75% มีค่าเฉลี่ยมากสุดและมากกว่าสูตรมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง ง-7 ภาคผนวก ง)

ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% และสูตรผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 3% มีค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b* value) มากที่สุดและไม่ความแตกต่างจากสูตรมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง ง-8 ภาคผนวก ง)

#### 4.3.2.1.2 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของไส้กรอกปลารมควัน

**ตาราง 4.3** การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

| สูตรไส้กรอกปลารมควัน | ปริมาณการเติมเห็ดหลินจือ | Hardness (N) | Cohesiveness | Adhesiveness (N*s) | Springiness (ns) (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| สูตรมาตรฐาน | 0% | 5.37±0.11 | 0.22±0.01 | -0.97±0.01 | 14.30±0.55 |
| ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ | 0.25% | 4.60±0.01 | 0.27±0.01 | -0.52±0.01 | 14.64±0.46 |
| | 0.50% | 4.40±0.23 | 0.35±0.01 | -0.49±0.00 | 14.13±0.92 |
| | 0.75% | 5.18±0.01 | 0.21±0.03 | -0.47±0.03 | 14.21±0.01 |
| ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ | 1% | 5.42±0.17 | 0.32±0.02 | -0.96±0.01 | 13.67±0.03 |
| | 2% | 4.33±0.10 | 0.34±0.02 | -0.96±0.01 | 14.31±0.01 |
| | 3% | 4.56±0.38 | 0.33±0.01 | -0.89±0.01 | 14.26±0.26 |
| ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบดหยาบ | 1% | 1.47±0.02 | 0.20±0.01 | -0.06±0.02 | 10.90±0.20 |
| | 2% | 1.20±0.01 | 0.17±0.00 | -0.06±0.01 | 10.80±0.28 |
| | 3% | 1.15±0.04 | 0.27±0.10 | -0.07±0.01 | 10.44±0.49 |

ns คือ ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P$<0.05)

การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสจะประกอบไปด้วย ค่าความแข็ง (Hardness (N)) ค่าการรวมตัว (Cohesiveness) ค่าความเหนียว (Adhesiveness (N*s)) และค่าการคืนตัว (Springiness (mm)) โดยค่าดังกล่าวจะบ่งบอกถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสจะแสดงในตารางที่ 6 จากการเสริมเห็ดหลินจือในไส้กรอกปลารมควัน เฉพาะค่าความแข็ง ค่าการรวมตัวและค่าความเหนียวมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P$<0.05) (ตาราง ง-9 ภาคผนวก ง) โดยไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% และไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.75% จะมี

ค่าความแข็งมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากสูตรมาตรฐาน (ตาราง ง-11 ภาคผนวก ง) ค่าการรวมตัว (Cohesiveness) คือค่าที่แสดงถึงแรงในการกัดครั้งที่สองของมนุษย์ โดยไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.50% และไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 2% มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดและมีค่าแตกต่างจากไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบดหยาบ 2% และ 3% แต่ไม่แตกต่างจากไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง ง-12 ภาคผนวก ง) ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% 2% และ 3% มีค่าความเหนียวมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย -0.96±0.01 -0.96±0.01 และ -0.89±0.01 ตามลำดับและน้อยกว่าสูตรมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง ง-13 ภาคผนวก ง) ค่าการคืนตัว (Springiness (mm)) ของไส้กรอกปลารมควันเสริมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (ตาราง ง-10 ภาคผนวก ง)

**4.3.2.2 คุณภาพทางด้านเคมี**

**4.3.2.2.1 องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ**

**ตาราง 4.4** องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

| สูตรไส้กรอกปลารมควัน | ปริมาณการเติมเห็ดหลินจือ | องค์ประกอบทางเคมี (% by wet) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ความชื้น (ns) | เถ้า (ns) | โปรตีน (ns) | ไขมัน (ns) | เส้นใย (ns) |
| สูตรมาตรฐาน | 0% | 83.50±0.56 | 1.36±0.21 | 12.26±0.25 | 5.08±0.06 | 0.72±0.02 |
| ไส้กรอกปลารมควันผสม | 0.25% | 83.53±0.56 | 1.33±0.15 | 12.26±0.46 | 5.09±0.38 | 0.71±0.00 |
| สปอร์เห็ดหลินจือ | 0.50% | 83.50±0.45 | 1.36±0.04 | 12.27±0.50 | 5.09±0.67 | 0.73±0.03 |
| | 0.75% | 83.83±1.14 | 1.37±0.17 | 12.25±0.43 | 5.11±0.48 | 0.71±0.01 |
| ไส้กรอกปลารมควันผสม | 1% | 83.50±0.50 | 1.36±0.13 | 12.30±0.90 | 5.07±0.59 | 0.71±0.01 |
| น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ | 2% | 83.50±0.57 | 1.35±0.07 | 12.26±0.39 | 5.04±0.19 | 0.71±0.01 |
| | 3% | 83.58±0.55 | 1.36±0.12 | 12.27±0.95 | 5.09±0.46 | 0.73±0.04 |
| ไส้กรอกปลารมควันผสม | 1% | 83.50±0.19 | 1.36±0.21 | 12.26±0.49 | 5.08±0.16 | 0.73±0.02 |
| เห็ดหลินจือบดหยาบ | 2% | 83.50±0.18 | 1.37±0.05 | 12.27±0.82 | 5.07±0.37 | 0.72±0.02 |
| | 3% | 83.43±0.59 | 1.36±0.01 | 12.24±0.39 | 5.08±0.06 | 0.73±0.03 |

ns คือ ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P$<0.05)

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ ประกอบด้วย ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมันและเส้นใย จะแสดงในตาราง 7 พบว่า ไส้กรอกปลารมควันที่มีการเสริมเห็ดหลินจือและสูตรมาตรฐาน ทั้ง 10 สูตรจะมีปริมาณความชื้น 83.43±0.59-83.83±1.14 ปริมาณเถ้า 1.33±0.15-1.37±0.17 ปริมาณโปรตีน 12.24±0.39-12.30±0.90 ปริมาณไขมัน 5.04±0.19-5.11±0.48 และปริมาณเส้นใย 0.71±0.00-0.73±0.04 โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P$<0.05)

แสดงให้เห็นว่าการเสริมเห็ดหลินจือในไส้กรอกปลารมควันทุกสูตรไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกปลารมควัน (ตาราง ง-13 ภาคผนวก ง)

**4.3.2.2.2 ปริมาณไขมันและกรดไขมันชนิดต่างๆ** ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 การศึกษาปริมาณไขมันและกรดไขมันจากส่วนต่างๆ ของเห็ดหลินจือ

ตอนที่ 2 การศึกษาองค์ประกอบและปริมาณกรดไขมันจากเนื้อและไขมันของปลาดุกรัสเซีย

ตอนที่ 3 การศึกษาองค์ประกอบและปริมาณกรดไขมันของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

**ตอนที่ 1 การศึกษาปริมาณไขมันและกรดไขมันจากส่วนต่างๆ ของเห็ดหลินจือ**

การศึกษาปริมาณองค์ประกอบของกรดไขมันจากส่วนต่างๆของเห็ดหลินจือประกอบด้วย สปอร์เห็ดหลินจือ น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือและเห็ดหลินจือบดหยาบ พบว่า น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือมีองค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัวมากที่สุด (67.17±0.18) รองลงมาคือ สปอร์เห็ดหลินจือ (63.96±0.13) และเห็ดหลินจือบดหยาบ (62.74±0.18) กรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่งและกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งจะพบในเห็ดหลินจือบดหยาบมากที่สุด โดยองค์ประกอบของกรดไขมันที่พบในเห็ดหลินจือบดหยาบประกอบด้วย C18:2n-6, C18:2n-3, C20:3 และ C20:4 ดังแสดงในตาราง 4.5

ปริมาณความเข้มข้นของกรดไขมัน (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักเปียก) จากส่วนต่างๆ ของเห็ดหลินจือจะแสดงในตาราง 4.6 พบว่า น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือมีปริมาณความเข้มข้นของกรดไขมันชนิดกรดไขมันอิ่มตัวมากที่สุด ตามมาด้วยสปอร์เห็ดหลินจือและเห็ดหลินจือบดหยาบตามลำดับ จากการศึกษา กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่งจะพบมากที่สุดในเห็ดหลินจือบดหยาบ รองลงมาคือ สปอร์เห็ดหลินจือและน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือจะมีปริมาณของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่งน้อยที่สุด ปริมาณความเข้มข้นของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง พบว่า น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือบดหยาบ (2942.68±0.01) จะมีปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งมากที่สุด โดยที่ปริมาณของกรดไขมัน ไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งที่พบในเห็ดหลินจือบดหยาบและสปอร์เห็ดหลินจือไม่แตกต่างกัน

**ตาราง 4.5** องค์ประกอบของกรดไขมัน (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) จากส่วนต่างๆ ของเห็ดหลินจือ

| กรดไขมัน | ส่วนต่างๆ ของเห็ดหลินจือ | | |
|---|---|---|---|
| | สปอร์เห็ดหลินจือ | น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ | เห็ดหลินจือบดหยาบ |
| กรดไขมันอิ่มตัว | | | |
| C14:0 | 1.83±0.03 | 1.54±0.01 | 1.88±0.04 |
| C16:0 | 26.16±0.11 | 26.95±0.15 | 25.41±0.09 |
| C18:0 | 35.97±0.09 | 38.68±0.01 | 35.45± 0.09 |
| Total | 63.96±0.13 | 67.17±0.18 | 62.74±0.18 |
| กรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง | | | |
| C16:1 | 3.43±0.03 | 4.36±0.01 | 3.17± 0.01 |
| C18:1 | 27.50±0.13 | 21.18±0.01 | 28.00±0.04 |
| Total | 30.93±0.13 | 25.54±0.12 | 31.17±0.09 |
| กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง | | | |
| C18:2n-6 | 1.45±0.01 | 3.56±0.05 | 0.77±0.01 |
| C18:3n-3 | ND | ND | 1.28±0.06 |
| C20:3 | ND | 0.36±0.01 | 1.46±0.03 |
| C20:4 | 3.33±0.03 | 2.21±0.03 | 2.86±0.03 |
| C22:6 | ND | ND | ND |
| Total | 4.78±0.03 | 6.13±0.03 | 6.37±0.05 |

ND = ไม่สามารถตรวจพบ

**ตาราง 4.6** ปริมาณความเข้มข้นของกรดไขมัน (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักเปียก) จากส่วนต่างๆ ของเห็ดหลินจือ

| กรดไขมัน | ส่วนต่างๆ ของเห็ดหลินจือ | | |
|---|---|---|---|
| | สปอร์เห็ดหลินจือ | น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ | เห็ดหลินจือบดหยาบ |
| กรดไขมันอิ่มตัว | | | |
| C14:0 | 2703.32±0.03 | 1678.70±0.01 | 2419.26±0.24 |
| C16:0 | 38081.49±0.11 | 32195.14±0.06 | 32676.29±0.04 |
| C18:0 | 31068.46±0.09 | 40541.86±0.09 | 35588± 0.05 |
| Total | 71853.27±0.13 | 74415.71±0.20 | 70683.55±0.15 |
| กรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง | | | |
| C16:1 | 858.01± 0.01 | 977.45±0.01 | 827.08± 0.01 |
| C18:1 | 3728.27±0.02 | 3216.33±0.01 | 8033.78±0.02 |
| Total | 7586.28±0.08 | 4193.78±0.12 | 8860.86±0.03 |
| กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง | | | |
| C18:2n-6 | 990.10±0.01 | 1990.10±0.05 | 198.04±0.04 |
| C18:3n-3 | ND | ND | 314.11±0.01 |
| C20:3 | ND | 177.51±0.01 | 878.12±0.01 |
| C20:4 | 1275.05±0.03 | 775.07±0.03 | 987.09±0.02 |
| C22:6 | ND | ND | ND |
| Total | 2265.15±0.03 | 2942.68±0.01 | 2377.36±0.02 |

ND = ไม่สามารถตรวจพบ

**ตอนที่ 2 การศึกษาองค์ประกอบและปริมาณกรดไขมันจากเนื้อและไขมันของปลาดุกรัสเซีย**

การศึกษาปริมาณองค์ประกอบของกรดไขมันจากปลาดุกรัสเซียจะศึกษาจากเนื้อปลาดุกรัสเซียและไขมันปลาดุกรัสเซีย เนื่องจากเนื้อปลาและไขมันปลาถือว่าเป็นองค์ประกอบหลักที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ องค์ประกอบของกรดไขมันจะแสดงในตาราง 4.7 พบว่า ไขมันปลา (57.0±0.13) จะมีองค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัวมากกว่า

ในเนื้อปลา (53.06±0.13) แต่ในเนื้อปลาจะมีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่งและกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งมากกว่าในไขมันปลาดุก

**ตาราง 4.7** องค์ประกอบของกรดไขมัน (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) ในเนื้อและไขมันปลาดุกรัสเซีย ( *Clarias gariepinus* )

| กรดไขมัน | ตัวอย่าง | |
|---|---|---|
| | เนื้อปลาดุกรัสเซีย | ไขมันปลาดุกรัสเซีย |
| กรดไขมันอิ่มตัว | | |
| C14:0 | 1.83±0.03 | 5.67±0.02 |
| C16:0 | 26.16±0.11 | 22.66±0.11 |
| C18:0 | 25.07±0.09 | 28.67±0.04 |
| Total | 53.06±0.13 | 57.0±0.13 |
| กรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง | | |
| C16:1 | 3.43±0.03 | 2.33±0.01 |
| C18:1 | 25.50±0.13 | 20.50±0.03 |
| Total | 28.93±0.03 | 22.83±0.03 |
| กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง | | |
| C18:2n-6 | 3.77±0.01 | 4.57±0.01 |
| C18:3n-3 | 2.86±0.06 | 2.06±0.01 |
| C20:3 | 1.46±0.03 | 2.46±0.03 |
| C20:4 | 1.84±0.03 | 1.86±0.03 |
| C22:6 | 7.98±0.01 | 9.08±0.01 |
| Total | 17.91±0.03 | 20.03±0.03 |

ตาราง 4.8 จะแสดงปริมาณความเข้มข้นของกรดไขมัน (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักเปียก) ของเนื้อและไขมันจากปลาดุกรัสเซีย พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งจะพบในไขมันปลาดุกมากกว่าในเนื้อปลาดุก ตรงกันข้ามกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่งซึ่งพบว่ามีปริมาณความเข้มข้นในเนื้อปลาดุกมากกว่าในไขมันปลาดุก

**ตาราง 4.8** ปริมาณความเข้มข้นของกรดไขมัน (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักเปียก) ในเนื้อและไขมันปลาดุกรัสเซีย ( *Clarias gariepinus* )

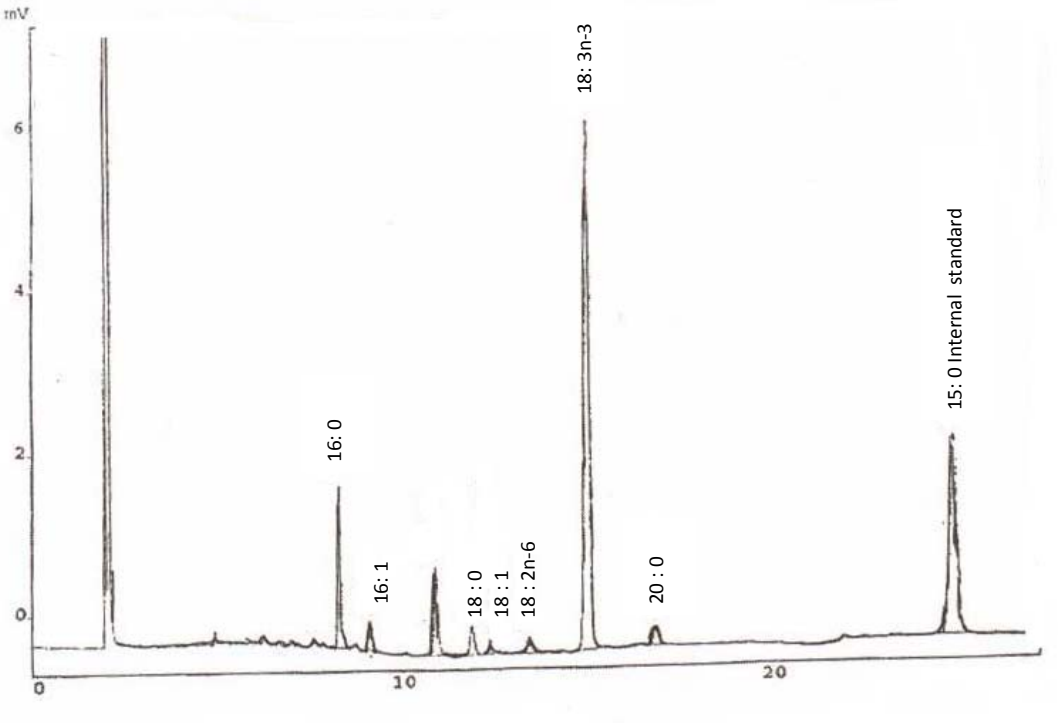
| กรดไขมัน | ตัวอย่าง | |
|---|---|---|
| | เนื้อปลาดุกรัสเซีย | ไขมันปลาดุกรัสเซีย |
| กรดไขมันอิ่มตัว | | |
| C14:0 | 2813.32±0.03 | 8703.02±0.03 |
| C16:0 | 48081.49±0.11 | 38081.49±0.11 |
| C18:0 | 51168.46±0.09 | 57068.46±0.09 |
| Total | 102063.27±0.13 | 103852.97±0.13 |
| กรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง | | |
| C16:1 | 635.30±0.01 | 505.30±0.01 |
| C18:1 | 4943.21±0.11 | 4243.21±0.11 |
| Total | 5578.51±0.16 | 4748.51±0.11 |
| กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง | | |
| C18:2n-6 | 990.10±0.03 | 1190.10±0.03 |
| C18:3n-3 | 5413.83±0.02 | 5203.83±0.02 |
| C20:3 | 926.91±0.03 | 1926.91±0.03 |
| C20:4 | 4237.95±0.04 | 9237.95±0.04 |
| C22:6 | 11359.41±0.01 | 35900.41±0.01 |
| Total | 22928.20±0.11 | 53459.20±0.14 |

**ตอนที่ 3 การศึกษาองค์ประกอบและปริมาณกรดไขมันของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน**

จากการนำไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกันมาสกัดหาองค์ประกอบของกรดไขมัน และความเข้มข้นของกรดไขมัน โดยการใช้ คลอโรฟอร์ม : เมทานอล (2 : 1) และนำไปวิเคราะห์กรดไขมัน โดยการใช้เทคนิค Gas Chromatography แสดงในภาพประกอบ 4.11 เป็นการแสดงกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบและความเข้มข้นของกรดไขมันจะต้องใช้สารมาตรฐานภายใน คือ pentadecanoic acid (C15:0) โดยการฉีดสารมาตรฐานเข้าไปพร้อมกับ

สารตัวอย่างและทำการคำนวณโดยใช้พื้นที่ใต้กราฟขององค์ประกอบกรดไขมันเทียบกับพื้นที่ใต้กราฟของสารมาตรฐาน จากการศึกษาพบว่า องค์ประกอบของกรดไขมันที่พบในไส้กรอกปลารมควันทั้ง 10 สูตร แบ่งได้ออกเป็นกรดไขมัน 3 ชนิด คือ กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid ; SFA) กรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง (monounsaturated fatty acid ; MUFA) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง (polyunsaturated fatty acid ; PUFA) พบว่า ไส้กรอกปลาผสมสปอร์ 0.25% (67.74±0.13) มีองค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัวมากที่สุด รองลงมาคือ ไส้กรอกปลาผสมน้ำสกัด 1%> ไส้กรอกปลาผสมเห็ดหลินจือบด 1%> ไส้กรอกปลาผสมน้ำสกัด 2%> ไส้กรอกปลาผสมน้ำสกัด 3%~ ไส้กรอกปลาผสมเห็ดหลินจือบด 2%~ ไส้กรอกปลาผสมสปอร์ 0.50%~ ไส้กรอกปลาผสมสปอร์ 0.75%> ไส้กรอกปลาผสมเห็ดหลินจือบด 3% และไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐานมีองค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัวน้อยที่สุด กรดไขมันอิ่มตัวที่พบมากที่สุดในไส้กรอกปลารมควันทั้ง 10 สูตร คือ stearic acid (C18:0) รองลงมาคือ palmitic acid (C16:0) และ myristic acid (14:0) เป็นองค์ประกอบของกรดไขมันที่พบน้อยที่สุด (ตาราง 4.9) กลุ่มของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง (MUFA) จากการศึกษาพบว่า ไส้กรอกปลาผสมเห็ดหลินจือบด 3% ไส้กรอกปลาผสมเห็ดหลินจือบด 2% ไส้กรอกปลาผสมน้ำสกัด 2% และไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐานมีองค์ประกอบของกรดไขมันชนิด MUFA มากที่สุด รองลงมาคือ ไส้กรอกปลาผสมเห็ดหลินจือบด 1%~ไส้กรอกปลาผสมสปอร์ 0.75% และไส้กรอกปลาผสมสปอร์ 0.25% มีองค์ประกอบของกรดไขมันชนิด MUPA น้อยที่สุด กรดไขมันชนิด MUPA ที่พบมากที่สุดในไส้กรอกปลารมควันทั้ง10 สูตรคือ oleic acid (C 18:1) รองลงมาคือ palmitoleic acid (C16:1) กลุ่มของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง (PUFA) จากการศึกษาพบว่า ไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐานและไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัด 3% มีองค์ประกอบของ PUFA มากที่สุด รองลงมาคือ ไส้กรอกปลาผสมน้ำสกัด 1% และไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 1% มีปริมาณกรดไขมันชนิด PUFA น้อยที่สุด กรดไขมันชนิด PUFA ที่พบมากที่สุดคือ alpha-linolenic acid (C18:3n-3) และ Linoleic acid (C18:2n-6)




**ภาพประกอบ 4.11** โครมาโตแกรมของกรดไขมันจากไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกันวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค GC

**ตาราง 4.9** องค์ประกอบของกรดไขมัน (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) ของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

| กรดไขมัน | ไส้กรอกปลารมควัน | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | สูตรมาตรฐาน | ไส้กรอกปลาผสมสปอร์ 0.25% | ไส้กรอกปลาผสมสปอร์ 0.50% | ไส้กรอกปลาผสมสปอร์ 0.75% | ไส้กรอกปลาผสมน้ำสกัด 1% | ไส้กรอกปลาผสมน้ำสกัด 2% | ไส้กรอกปลาผสมน้ำสกัด 3% | ไส้กรอกปลาผสมเห็ดหลินจือบด 1% | ไส้กรอกปลาผสมเห็ดหลินจือบด 2% | ไส้กรอกปลาผสมเห็ดหลินจือบด 3% |
| กรดไขมันอิ่มตัว | | | | | | | | | | |
| C14:0 | 0.54±0.01 | 3.88± 0.02 | 3.73±0.03 | 1.83±0.03 | 0.54±0.01 | 1.50±0.01 | 1.97±0.01 | 1.88±0.04 | 1.92±0.04 | 1.85± 0.05 |
| C16:0 | 26.95±0.15 | 30.12±0.06 | 25.30±0.08 | 25.16±0.11 | 26.95±0.15 | 25.52±0.06 | 28.41±0.05 | 25.41±0.09 | 25.43±0.02 | 23.07±0.04 |
| C18:0 | 30.13±0.01 | 33.74± 0.04 | 31.43±0.09 | 33.97±0.09 | 37.13±0.01 | 34.26±0.09 | 29.85±0.05 | 35.45± 0.09 | 33.06± 0.05 | 34.61± 0.02 |
| Total | 57.62±0.18 | 67.74± 0.13 | 60.46±0.15 | 60.97±0.13 | 64.62±0.18 | 61.28±0.20 | 60.23±0.13 | 62.74±0.18 | 60.41±0.13 | 59.53±0.03 |
| กรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง | | | | | | | | | | |
| C16:1 | 3.36±0.01 | 2.11± 0.01 | 3.43±0.03 | 1.76±0.03 | 2.90±0.01 | 3.36±0.01 | 2.98±0.04 | 3.34±0.09 | 3.17± 0.01 | 3.37± 0.01 |
| C18:1 | 27.18±0.01 | 21.61±0.02 | 24.50±0.13 | 27.81±0.11 | 22.40±0.11 | 27.18±0.01 | 25.47±0.12 | 26.32±0.05 | 28.00±0.04 | 29.07±0.05 |
| Total | 30.54±0.12 | 23.72±0.08 | 27.93±0.13 | 29.58±0.10 | 25.30±0.16 | 30.54±0.12 | 28.45±0.10 | 29.66±0.05 | 31.17±0.09 | 32.44±0.03 |
| กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง | | | | | | | | | | |
| C18:2n-6 | 5.37±0.01 | 3.22±0.04 | 1.45±0.01 | 0.67±0.03 | 4.37±0.01 | 0.84±0.03 | 3.56±0.05 | 0.77±0.01 | 3.78± 0.03 | 1.59±0.06 |
| C18:3n-3 | 1.90±0.01 | 3.37±0.02 | 3.67±0.02 | 3.67±0.02 | 1.90±0.01 | 1.16±0.03 | 1.49±0.01 | 1.28±0.06 | 1.00±0.03 | 1.13±0.01 |
| C20:3 | 1.31±0.03 | 1.31±0.03 | 1.37±0.03 | 1.31±0.03 | 0.92±0.01 | 1.39±0.01 | 1.36±0.01 | 1.46±0.03 | 0.73±0.02 | 1.45±0.01 |
| C20:4 | 2.72±0.01 | 0.33±0.02 | 3.33±0.03 | 2.88±0.04 | 2.72±0.01 | 3.17±0.01 | 3.51±0.03 | 2.86±0.03 | 2.15±0.01 | 2.86±0.02 |
| C22:6 | 0.90±0.01 | 0.92±0.01 | 0.95±0.01 | 0.92±0.01 | 0.92±0.01 | 1.61±0.01 | 1.40±0.02 | 1.14±0.03 | 0.92±0.01 | 1.00±0.01 |
| Total | 12.2±0.01 | 9.15±0.02 | 10.77±0.02 | 9.45±0.01 | 10.83±0.03 | 8.17±0.02 | 11.32±0.04 | 7.51±0.01 | 8.58±0.02 | 8.03±0.01 |



Mahasarakham University

**4.3.2.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)**

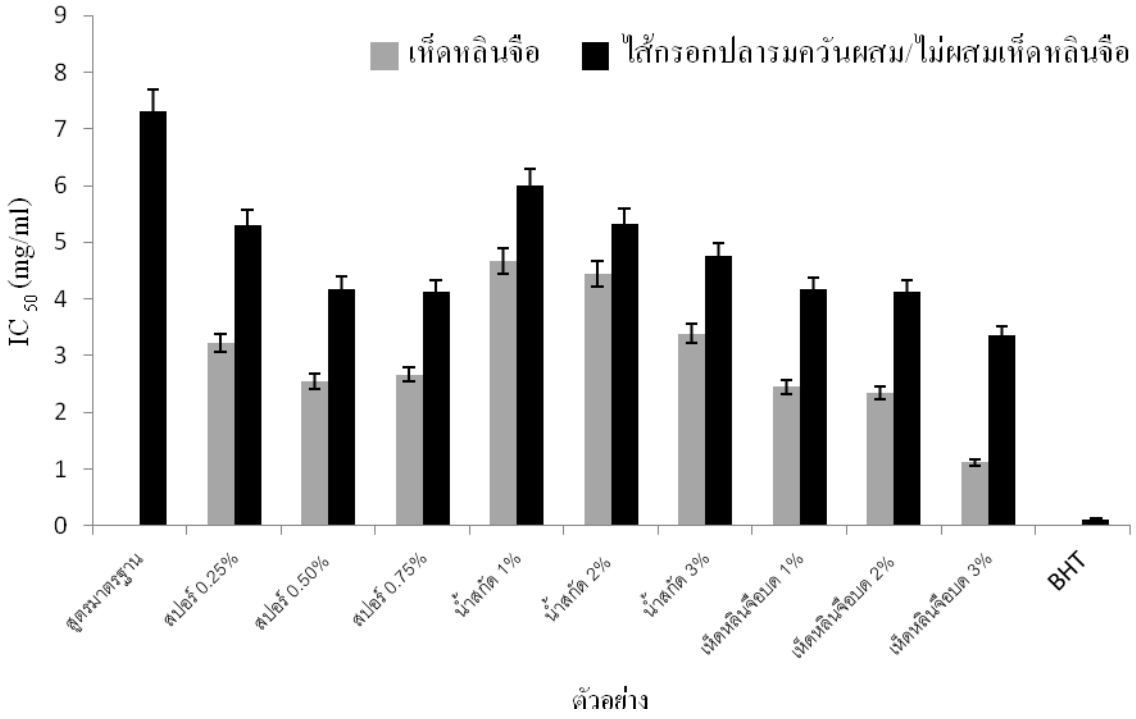
**4.3.2.1 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity**

**ตาราง 4.10** ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเห็ดหลินจือด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity

| **ตัวอย่าง** | **ความเข้มข้น (mg/ml)** | **% Inhibition ± SD** | **$IC_{50}$ (mg/ml)** |
|---|---|---|---|
| เห็ดหลินจือบดหยาบ | 0.00625 | 90.98±1.04 | 0.54±0.05 |
| | 0.0125 | 92.07±1.11 | |
| | 0.025 | 93.17±1.03 | |
| | 0.05 | 93.72±1.04 | |
| | 0.1 | 94.81±1.02 | |
| สปอร์เห็ดหลินจือ | 0.00625 | 14.48±0.08 | 2.31±0.34 |
| | 0.0125 | 18.03±0.03 | |
| | 0.025 | 19.39±0.04 | |
| | 0.05 | 23.77±0.04 | |
| | 0.1 | 26.77±0.01 | |
| น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ | 0.00625 | 75.95±1.12 | 0.93±0.03 |
| | 0.0125 | 78.41±1.08 | |
| | 0.025 | 79.50±1.03 | |
| | 0.05 | 81.69±1.04 | |
| | 0.1 | 83.61±1.04 | |

การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity ศึกษาจากเห็ดหลินจือ โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร แล้วจึงคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของแต่ละตัวอย่าง จากนั้นแปรผลเป็นค่า $IC_{50}$ คือค่าความเข้มข้นของสารต้านอนุมูลอิสระที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ( Wolf *et al*., 1998)

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของส่วนประกอบของเห็ดหลินจือด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity เห็ดหลินจือที่นำมาศึกษา ได้แก่ เห็ดหลินจือบดหยาบ น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือและสปอร์เห็ดหลินจือ ผลการวิเคราะห์จะแสดงในตาราง 4.10 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจะแสดงในรูปของค่า $IC_{50}$ (mg/ml) พบว่า เห็ดหลินจือบดจะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด โดยมีค่า $IC_{50}$ ต่ำที่สุด 0.54±0.05 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร รองลงมาคือ น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 0.93±0.03 มิลลิกรัม/มิลลิลิตรและสปอร์เห็ดหลินจือจะมี ค่า $IC_{50}$ น้อยที่สุดคือ 2.31±0.34 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เมื่อเพิ่มปริมาณของสารสกัดจากเห็ดหลินจือในรูปแบบต่างๆ พบว่า ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มตามไปด้วย ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระของเห็ดหลินจือจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดจากเห็ดหลินจือ (Yang *et al*., 2002)

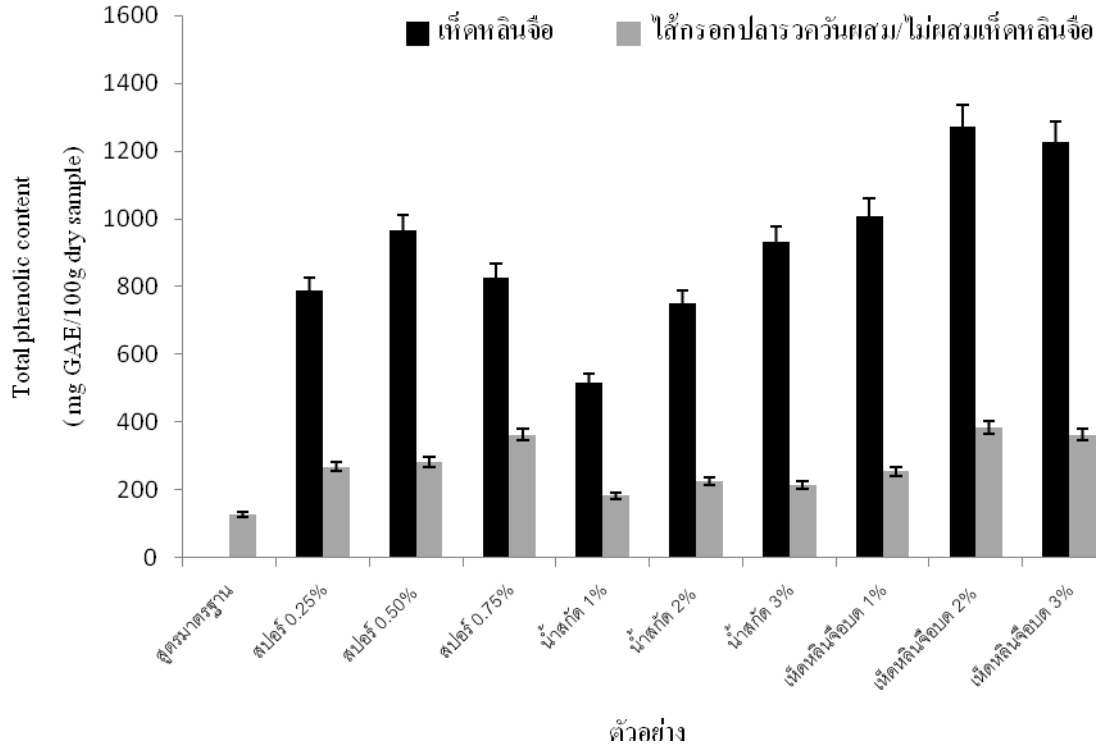



**ภาพประกอบ 4.12** เปรียบเทียบค่า $IC_{50}$ ของเห็ดหลินจือ (■) และไส้กรอกปลารมควันผสม/ไม่ผสมเห็ดหลินจือ (■)

ภาพประกอบ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity พบว่า เห็ดหลินจือบดมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด มีค่า $IC_{50}$ น้อยที่สุด คือ 1.12±0.05 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร รองลงมาคือ เห็ดหลินจือ 1% และ 2% โดยน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% จะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด มีค่า $IC_{50}$ มากที่สุด คือ 4.67±0.05 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เมื่อนำเห็ดหลินจือไปเป็นส่วนผสมของไส้กรอกปลารมควัน พบว่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเห็ดหลินจือลดลง ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบดจะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด มีค่า $IC_{50}$ น้อยที่สุด คือ 3.36±0.05 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร รองลงมาคือไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 1% และ 2% ตรงกันข้ามกับไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐาน มีค่า $IC_{50}$ มากที่สุด คือ 7.32±0.15 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ BHA ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์มีฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงที่สุด โดยมีค่า $IC_{50}$ 0.12±0.05 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระได้ดี การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเห็ดหลินจือและไส้กรอกปลารมควันผสม/ไม่ผสมเห็ดหลินจือมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

**4.3.2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิค**

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด โดยวิธี Folin- Ciocalteus method จากนั้นแปรผลออกเป็นปริมาณฟีนอลิคในหน่วยมิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง โดยเติมสารละลายของ Folin-ceiocalteu reagent (1: 1 น้ำกลั่น) เพื่อให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินกับสารประกอบฟีนอลิค




**ภาพประกอบ 4.13** เปรียบเทียบปริมาณฟีนอลิคของเห็ดหลินจือ (■) และไส้กรอกปลารมควันผสม/ไม่ผสมเห็ดหลินจือ (■)

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิคจะแสดงในภาพประกอบ 4.13 โดยเห็ดหลินจือบดหยาบ 2% และ 3% มีปริมาณสารประกอบฟีโนลิคมากที่สุด 1271±0.15 mg GAE/100g dry sample รองลงมาคือ สปอร์เห็ดหลินจือ 778.05±0.25-964.50±0.15 mg GAE/100g dry sample และน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 517.50± 0.13-931.50±0.15 mg GAE/100g dry sample ตามลำดับ เมื่อนำเห็ดหลินจือไปเป็นส่วนผสมของไส้กรอกปลารมควัน พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคลดลง โดยไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 3% มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคมากที่สุด 363.25±0.15 mg GAE/100g dry sample รองลงมาคือ ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 2% และ 1% ตามลำดับ ตรงกันข้ามกับไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐานมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคน้อยที่สุด 128.25±0.19 mg GAE/100g dry sample

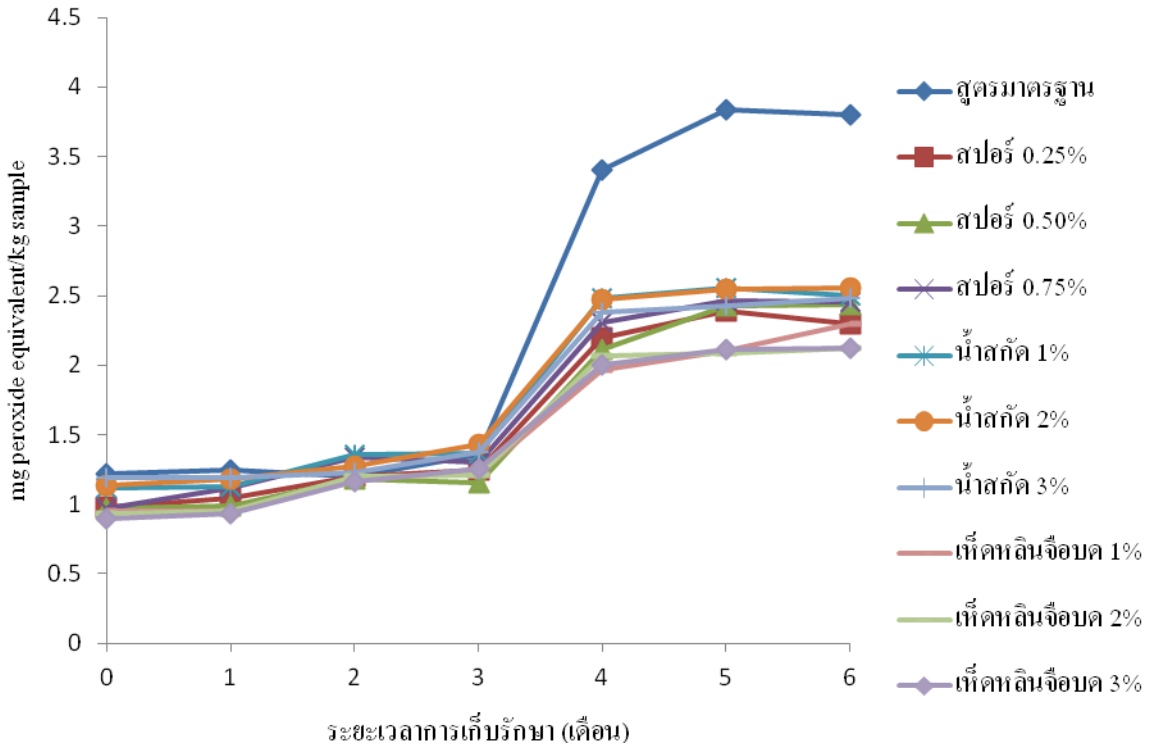
สารประกอบฟีนอลิคนอกจากจะเป็นสารที่ป้องกันการเสื่อมสภาพของอาหารแล้ว ยังสามารถลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในระบบร่างกายของผู้บริโภคโดยพบว่าการบริโภคสารประกอบฟีนอลิค ในปริมาณมากสามารถลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน อีกทั้งยังสามารถลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งบางชนิด อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพการเป็นสาร

ต้านออกซิเดชันของเห็ดหลินจือจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับหลายๆ ปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นความร้อนในการแปรรูป วิธีการเก็บรักษา เป็นต้น (Turkmen *et al*., 2005)

**4.3.3.3 การศึกษาการเกิดลิพิดอ๊อกซิเดชันของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ สูตรต่างกัน**

**4.3.3.3.1 ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value : PV)**

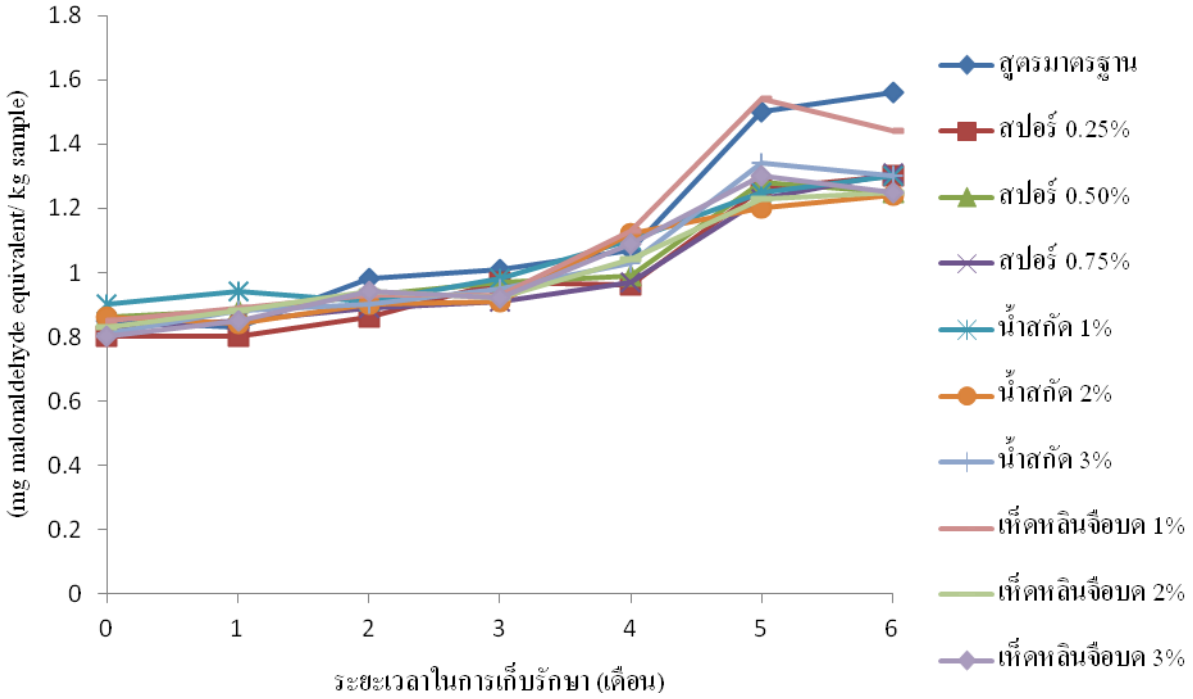
ค่าเปอร์อ๊อกไซด์ (PV value) ใช้เป็นตัวบ่งชี้การเกิดปฏิกิริยาอ๊อกซิเดชันในอาหารระหว่างการเก็บรักษา ภาพประกอบ 4.14 จะแสดงการเปรียบเทียบปริมาณสารเปอร์อ๊อกไซด์ของไส้กรอกปลารมควันสูตรต่างกัน โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซสเซียส มีระยะเวลาการเก็บ 0-6 เดือน ในเดือนที่ 0 ถึงเดือนที่ 3 ของการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณค่าเปอร์ออกไซด์ของไส้กรอกปลารมควันจะอยู่ในช่วง 0.93±0.04-1.36±0.03 mg peroxide equivalent/kg sample แต่ในเดือนที่ 4 ของการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณค่าเปอร์ออกไซด์ของไส้กรอกปลารมควันทุกสูตรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐานจะมีค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ 3.40±0.04 mg peroxide equivalent/kg sample และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในเดือนที่ 5 และเดือนที่ 6 มีค่าเปอร์ออกไซด์สุดท้าย คือ 3.80±0.09 mg peroxide equivalent/kg sample ในขณะที่ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือทุกสูตรจะมีค่าเปอร์อ๊อกไซด์เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในเดือนที่ 4-6 โดยมีค่าเปอร์อ๊อกไซด์ในเดือนที่ 6 คือ 2.1.2±0.09-2.56±0.05 mg peroxide equivalent/kg sample ซึ่งค่าเปอร์อ๊อกไซด์ของไส้กรอกปลาผสมเห็ดหลินจือทุกสูตรจะเพิ่มขึ้นน้อยกว่า ค่าเปอร์อ๊อกไซด์ของไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐาน ($P$<0.05) จากผลการทดลองสามารถอธิบายได้ว่า การเติมเห็ดหลินจือทุกรูปแบบในไส้กรอกปลารมควันสามารถยืดระยะเวลาในการเกิดลิพิดอ๊อกซิเดชันได้และช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ค่าเปอร์อ๊อกไซด์ของตัวอย่างทั้งหมดมีค่าน้อยกว่า 25 meq of active $O_2$/kg ซึ่งไม่เกินมาตรฐานการยอมรับของอาหารประเภทไขมัน (Evranuz, 1993; Narasimhan, Raghuver, Arumngham, Bhat, and Sen, 1986)




**ภาพประกอบ 4.14** แสดงเปรียบเทียบปริมาณค่าเปอร์ออกไซด์ของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซสเซียส ระยะเวลาการเก็บ 0-6 เดือน

**4.3.3.3.2 ค่าทีบีเออาร์เอส (Thiobarbituric Acid Value : TBARS)**

การเก็บรักษาไส้กรอกปลารมควันผสม/ไม่ผสมเห็ดหลินจือจะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซสเซียส มีระยะเวลาการเก็บ 0-6 เดือน ภาพประกอบ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสารมาโลนไดอัลดีไฮด์ของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือและสูตรมาตรฐาน โดยวัดจากค่าทีบีเออาร์เอสเปรียบเทียบจากไส้กรอกปลารมควันที่มีส่วนประกอบและปริมาณของเห็ดหลินจือแตกต่างกัน พบว่า ปริมาณสารมาโลนไดอัลดีไฮด์ของไส้กรอกปลารมควันแต่ละสูตรในเดือนที่ 0 ถึงเดือนที่ 4 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่เดือนที่ 5 ของการเก็บรักษา พบว่า ไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐานและไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 1% มีปริมาณมาโลนไดอัลดีไฮด์มากที่สุด 1.50±0.05 และ 1.54±0.04 mg malonaldehyde equivalent/ kg sample ตามลำดับ และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในเดือนที่ 6 โดยไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรอื่นมีปริมาณมาโลนไดอัลดีไฮด์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้นและไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือมีปริมาณมาโลนไดอัลดีไฮด์เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด 1.24±0.04 mg malonaldehyde equivalent/ kg sample




**ภาพประกอบ 4.15** เปรียบเทียบปริมาณสารมาโลนไดอัลดีไฮด์ของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกันโดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซสเซียส ระยะเวลาการเก็บ 0-6 เดือน

**4.3.2.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส และการยอมรับจากผู้บริโภค**

วิธีการทดสอบความชอบหรือการยอมรับนี้ใช้เมื่อต้องการทราบการตอบสนอง (Response) ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ในแง่ของการชอบหรือการยอมรับว่ามีหรือไม่ และอยู่ในระดับใด การทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคนี้จะใช้ในระยะสุดท้ายของการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-Hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 30 คน เพศหญิง 17 คน เพศชาย 13 คน อายุ 19-25 ปี (ภาคผนวก ก) ได้ผลการทดลอง ดังนี้ ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์ 0.75% ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% และ 2% ได้คะแนนความชอบและการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์มากที่สุดและมากกว่าสูตรมาตรฐาน ($P$<0.05) (ตาราง ง-14 และตาราง ง-15 ภาคผนวก ง) คล้ายกันกับความชอบและการยอมรับจากผู้บริโภคด้านกลิ่นรสของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนมากที่สุดจากคะแนนเต็มเก้า คือ ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์ 0.75% ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% และ 2% และมากกว่าสูตรมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง ง-14 และตาราง ง-16 ภาคผนวก ง) ในขณะที่ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 2%

ได้คะแนนด้านรสชาติมากที่สุด (7.06±0.01) และมากกว่าสูตรมาตรฐาน (ตาราง ง-14 และตาราง ง-17 ภาคผนวก ง) ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% และ 2% ได้คะแนนจากผู้บริโภคมากที่สุดและมากกว่าสูตรมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง ง-14 และตาราง ง-18 ภาคผนวก ง) แต่คะแนนด้านรูปร่างของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือและสูตรมาตรฐาน พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P$>0.05) (ตาราง ง-14 ภาคผนวก ง) ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% และไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.75% ได้รับคะแนนความชอบและการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย7.06±0.01 และ 6.96±0.01 ตามลำดับ จากคะแนนเต็มเก้าและมากกว่าสูตรมาตรฐาน (ตาราง ง-14 และตาราง ง-19 ภาคผนวก ง) โดยผลการทดลองดังกล่าวจะแสดงในตาราง 4.11

**ตาราง 4.11** การประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อความชอบและการยอมรับโดยรวมไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

| สูตรไส้กรอกปลารมควัน | ปริมาณการเติมเห็ดหลินจือ | สี | กลิ่นรส | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | รูปร่าง (ns) | ความชอบและการยอมรับโดยรวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| สูตรมาตรฐาน | 0% | 5.75±0.01 | 5.46±0.01 | 6.67±0.02 | 7.01±0.02 | 6.46±0.01 | 6.66±0.01 |
| ไส้กรอกปลารมควัน | 0.25% | 5.04±0.00 | 4.31±0.01 | 5.86±0.02 | 6.04±0.04 | 6.21±0.01 | 5.96±0.01 |
| ผสม | 0.50% | 4.76±0.15 | 4.96±0.01 | 5.26±0.01 | 5.76±0.01 | 6.21±0.01 | 6.06±0.01 |
| สปอร์เห็ดหลินจือ | 0.75% | 6.63±0.03 | 6.07±0.02 | 6.82±0.02 | 7.16±0.01 | 6.41±0.01 | 6.96±0.01 |
| ไส้กรอกปลารมควัน | 1% | 6.74±0.00 | 6.01±0.01 | 6.86±0.01 | 7.33±0.01 | 6.36±0.01 | 7.06±0.01 |
| ผสม | 2% | 6.71±0.01 | 5.96±0.01 | 7.06±0.01 | 7.32±0.02 | 6.32±0.02 | 6.87±0.02 |
| น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ | 3% | 4.35±0.05 | 3.76±0.15 | 4.26±0.01 | 4.42±0.02 | 5.83±0.03 | 4.56±0.01 |
| ไส้กรอกปลารมควัน | 1% | 4.21±0.01 | 4.14±0.02 | 3.86±0.02 | 4.32±0.02 | 5.86±0.01 | 4.36±0.01 |
| ผสม | 2% | 4.22±0.01 | 3.95±0.03 | 3.76±0.01 | 4.26±0.01 | 6.12±0.02 | 4.32±0.02 |
| เห็ดหลินจือบดหยาบ | 3% | 4.22±0.02 | 4.17±0.02 | 3.86±0.01 | 4.33±0.02 | 5.87±0.02 | 4.36±0.01 |

ns คือ ค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

**4.3.4 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ**

ประเมินราคาวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ เพื่อให้ทราบราคาต้นทุนการผลิต พบว่า กระบวนการผลิตไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือมีต้นทุนของวัตถุดิบ 448.86 ต่อการทำไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ 1 กิโลกรัม

**ตาราง 4.12** การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด

| ส่วนประกอบ | ร้อยละ | น้ำหนัก (กรัม)/ กก. | ราคา (บาท)/ กก. | ราคา (บาท)/ ปริมาณที่ใช้ (กก.) |
|---|---|---|---|---|
| เนื้อปลาดุกอุยเทศ | 61.97 | 619.7 | 120.0 | 74.36 |
| ไขมันปลาดุกอุยเทศ | 6.88 | 68.8 | 15.0 | 1.032 |
| เห็ดหลินจือ | 1 | 10 | 600.0 | 6.0 |
| น้ำแข็ง | 20.65 | 206.5 | 30.0 | 6.195 |
| โปรตีน ถั่วเหลือง | 3.44 | 34.4 | 200.0 | 6.88 |
| เกลือ | 1.38 | 13.8 | 30.0 | 0.414 |
| น้ำตาลทรายขาว | 1.38 | 13.8 | 23.0 | 0.3174 |
| เม็ดผักชีป่น | 0.68 | 6.8 | 125.0 | 0.85 |
| ลูกจันทร์ป่น | 0.18 | 1.8 | 65.0 | 0.117 |
| ดอกจันทร์ป่น | 0.18 | 1.8 | 65.0 | 0.117 |
| พริกไทยป่น | 0.68 | 6.8 | 200.0 | 1.36 |
| อบเชยป่น | 0.17 | 1.7 | 170.0 | 0.289 |
| กระเทียมบด | 1.72 | 17.2 | 25.0 | 0.43 |
| สารประกอบฟอสเฟต | 0.34 | 3.4 | 45.0 | 0.153 |
| ผงชูรส | 0.34 | 3.4 | 83.0 | 0.2822 |
| ไส้บรรจุ | | | 100 | 100 |
| รวม | 100 | 1000 | | 198.79 |

**หมายเหตุ**

ราคาต้นทุนการผลิตในตารางแสดงเฉพาะราคาวัตถุดิบในการผลิตไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ ไม่รวมค่าแรง ค่าไฟ ค่าแก๊ส ฯลฯ

**ตาราง 4.13** การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ

| ส่วนประกอบ | ร้อยละ | น้ำหนัก (กรัม)/ กก. | ราคา (บาท)/ กก. | ราคา (บาท)/ ปริมาณที่ใช้ (กก.) |
|---|---|---|---|---|
| เนื้อปลาดุกอุยเทศ | 61.97 | 619.7 | 120.0 | 74.36 |
| ไขมันปลาดุกอุยเทศ | 6.88 | 68.8 | 15.0 | 1.032 |
| สปอร์เห็ดหลินจือ | 1 | 10.0 | 10000.0 | 100.0 |
| น้ำแข็ง | 20.65 | 206.5 | 30.0 | 6.195 |
| โปรตีน ถั่วเหลือง | 3.44 | 34.4 | 200.0 | 6.88 |
| เกลือ | 1.38 | 13.8 | 30.0 | 0.414 |
| น้ำตาลทรายขาว | 1.38 | 13.8 | 23.0 | 0.3174 |
| เม็ดผักชีป่น | 0.68 | 6.8 | 125.0 | 0.85 |
| ลูกจันทร์ป่น | 0.18 | 1.8 | 65.0 | 0.117 |
| ดอกจันทร์ป่น | 0.18 | 1.8 | 65.0 | 0.117 |
| พริกไทยป่น | 0.68 | 6.8 | 200.0 | 1.36 |
| อบเชยป่น | 0.17 | 1.7 | 170.0 | 0.289 |
| กระเทียมบด | 1.72 | 17.2 | 25.0 | 0.43 |
| สารประกอบฟอสเฟต | 0.34 | 3.4 | 45.0 | 0.153 |
| ผงชูรส | 0.34 | 3.4 | 83.0 | 0.2822 |
| ไส้บรรจุ | | | 100 | 100 |
| รวม | 100 | 1000 | | 292.79 |

**หมายเหตุ**

ราคาต้นทุนการผลิตในตารางแสดงเฉพาะราคาวัตถุดิบในการผลิตไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ ไม่รวมค่าแรง ค่าไฟ ค่าแก๊ส ฯลฯ

**ตาราง 4.14** การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ

| ส่วนประกอบ | ร้อยละ | น้ำหนัก (กรัม)/ กก. | ราคา (บาท)/ กก. | ราคา (บาท)/ ปริมาณที่ใช้ (กก.) |
|---|---|---|---|---|
| เนื้อปลาดุกอุยเทศ | 61.97 | 619.7 | 120.0 | 74.36 |
| ไขมันปลาดุกอุยเทศ | 6.88 | 68.8 | 15.0 | 1.032 |
| น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ | 1 | 10 | 200.0 | 2.0 |
| น้ำแข็ง | 20.65 | 206.5 | 30.0 | 6.195 |
| โปรตีน ถั่วเหลือง | 3.44 | 34.4 | 200.0 | 6.88 |
| เกลือ | 1.38 | 13.8 | 30.0 | 0.414 |
| น้ำตาลทรายขาว | 1.38 | 13.8 | 23.0 | 0.3174 |
| เม็ดผักชีป่น | 0.68 | 6.8 | 125.0 | 0.85 |
| ลูกจันทร์ป่น | 0.18 | 1.8 | 65.0 | 0.117 |
| ดอกจันทร์ป่น | 0.18 | 1.8 | 65.0 | 0.117 |
| พริกไทยป่น | 0.68 | 6.8 | 200.0 | 1.36 |
| อบเชยป่น | 0.17 | 1.7 | 170.0 | 0.289 |
| กระเทียมบด | 1.72 | 17.2 | 25.0 | 0.43 |
| สารประกอบฟอสเฟต | 0.34 | 3.4 | 45.0 | 0.153 |
| ผงชูรส | 0.34 | 3.4 | 83.0 | 0.2822 |
| ไส้บรรจุ | | | 100 | 100 |
| รวม | 100 | 1000 | | 194.79 |

**หมายเหตุ**

ราคาต้นทุนการผลิตในตารางแสดงเฉพาะราคาวัตถุดิบในการผลิตไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ ไม่รวมค่าแรง ค่าไฟ ค่าแก๊ส ฯลฯ

ตาราง 4.12-4.14 แสดงการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ พบว่า ต้นทุนการผลิตไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือจะมีต้นทุนการผลิตมากที่สุด คือ 292.79 บาท รองลงมาคือ ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 198.79 บาทและไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือมีต้นทุนการผลิตน้อยที่สุด 194.79 บาท สาเหตุที่ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือมีต้นทุนการผลิตมากที่สุด เนื่องจากสปอร์ของเห็ดหลินจือมีราคาแพง โดยมีราคาขายกิโลกรัมละ 10,000 บาท (ราคาหน้าฟาร์มเห็ดรุจิรา ณ วันที่ 5 มีนาคม 2554)

Mahasarakham University

# บทที่ 5

## สรุปผลการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ คุณภาพทางด้านกายภาพและคุณภาพทางด้านเคมี ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส การวิเคราะห์สี ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (กรดไขมัน โอเมก้าสามและสารประกอบฟีนอลิค ) ศึกษาประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ

การสรุปผลจะนำเสนอดังนี้

5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย

5.2 สมมุติฐานของการวิจัย

5.3 สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง

5.4 ข้อเสนอแนะ

### 5.1 ความมุ่งหมายของงานวิจัย

5.1.1 เพื่อพัฒนาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ

5.1.2 เพื่อศึกษาคุณภาพด้านกายภาพของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ

5.1.3 เพื่อศึกษาคุณภาพด้านเคมีของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ

5.1.4 เพื่อศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

### 5.2 สมมุติฐานของการวิจัย

5.2.1 ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือแต่ละสูตรมีความแตกต่างกัน

5.2.2 คุณภาพด้านกายภาพของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือแตกต่างกัน

5.2.3 คุณภาพด้านเคมีของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือแตกต่างกัน

5.2.4 ผลของการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือแตกต่างกัน

**5.3 สรุปและอภิปรายผลการทดลอง**

**ตอนที่ 1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ**

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ ศึกษาคุณภาพด้านกายภาพ ด้านเคมีและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่นิยมบริโภคไส้กรอกรมควันต่อไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ

การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค พบว่า ปริมาณการเติมเห็ดหลินจือบดหยาบจะมีผลต่อเนื้อสัมผัสและรสชาติของไส้กรอกปลารมควัน ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบดหยาบมีคะแนนความชอบและการยอมรับน้อยที่สุด ในขณะที่ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% และไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.75% ได้รับคะแนนความชอบและการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย 7.06±0.01 และ 6.96±0.01 ตามลำดับ จากคะแนนเต็มเก้าและมากกว่าสูตรมาตรฐาน

ในรายงานวิจัย Chuapoehuk *et al.* ได้ทำการทดลองพัฒนาสูตร ไส้กรอกปลาและนำไปทดสอบผลการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า การใช้อัตราส่วนเนื้อปลาต่อซูริมิ 40: 60 และไขมันหมูร้อยละ 10 ได้คะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบสูงสุด ศุภชัย พบว่า การผลิตและเก็บรักษาไส้กรอกปลาอิมัลชันจากปลาดุกอุยเทศและซูริมิ การใช้ซูริมิทดแทนเนื้อปลาดุกที่ระดับของเนื้อปลาดุก ร้อยละ 40 ซูริมิ ร้อยละ 60 ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้การยอมรับมากที่สุด และการใช้ไขมันไก่ที่ระดับร้อยละ 10 โดยน้ำหนักเนื้อปลาในสูตรการผลิตไส้กรอกปลา จะมีความเหมาะสมและได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสมากที่สุดเช่นเดียวกัน ศิริลดาได้ทำการศึกษาพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกปลาโดยใช้เทคโนโลยีการใช้เชื้อบริสุทธิ์และเนื้อปลายี่สก พบว่า การใช้ส่วนผสมหลักคือ เนื้อปลายี่สกและส่วนผสมรอง คือ กระเทียม เกลือ อังคัก ข้าวเหนียว โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต คาราจีแนน และแซนแทนกัม ในอัตราส่วนร้อยละ 6.92, 2.16, 1.00, 21.66, 0.30, 0.10 และ 0.10 ของส่วนผสมตามลำดับ ทำการหมักผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้บริโภคยอมรับสูตรนี้มากที่สุดและผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีทั้งด้านเคมี กายภาพและจุลินทรีย์ งานวิจัยของ Yang *et al.* ได้ทำการศึกษาการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกไขมันต่ำ ทำการปรับปรุงสูตรโดยมีการเติมข้าวโอ๊ตบดหยาบและเต้าหู้ พบว่า ผลจากการเติมข้าวโอ๊ตบดหยาบและเต้าหู้ในปริมาณมากจะทำให้เนื้อสัมผัสของไส้กรอกนุ่มขึ้น และเมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมเมื่อเติมข้าวโอ๊ตบดหยาบและเต้าหู้ที่ 15% มากที่สุด

**ตอนที่ 2 การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ**

**การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ**

การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิครวมทั้งหมดและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ สรุปได้พอสังเขป ดังนี้

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของส่วนประกอบของเห็ดหลินจือด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity เห็ดหลินจือที่นำมาศึกษา ได้แก่ เห็ดหลินจือบดหยาบ น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือและสปอร์เห็ดหลินจือ พบว่า เห็ดหลินจือบดจะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด โดยมีค่า $IC_{50}$ ต่ำที่สุด 0.54±0.05 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร รองลงมาคือ น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 0.93±0.03 มิลลิกรัม/มิลลิลิตรและสปอร์เห็ดหลินจือจะมีค่า $IC_{50}$ น้อยที่สุดคือ 2.31±0.34 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เมื่อเพิ่มปริมาณของสารสกัดจากเห็ดหลินจือในรูปแบบต่างๆ พบว่า ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มตามไปด้วย ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระของเห็ดหลินจือจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดจากเห็ดหลินจือ (Yang *et al*., 2002)

XiaoPing *et al.* ได้ทำการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเห็ดหลินจือ (*Ganodama lucidium*) โดยศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของ polysaccharide จากเห็ดหลินจือ ใช้วิธีการศึกษา 3 วิธี คือ $DPPH^{-}$, $O^{-}$ และ $OH^{-}$ free radicals ผลการศึกษา คือ เห็ดหลินจือสามารถยับยั้ง $DPPH^{-}$ ได้สูงที่สุด เมื่อเพิ่มปริมาณของสารสกัดจะส่งผลให้ความสามารถในการยับยั้งเพิ่มสูงตามไปด้วย โดยสามารถยับยั้งได้สูงถึง 97% ที่ 2.5 mg/ml. ใช้วิตามินซีเป็นสารมาตรฐานในการเปรียบเทียบความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ รายงานของSaltarelli *et al.* พบว่า การต้านอนุมูลอิสระของเห็ดหลินจือสายพันธุ์ *Ganoderma lucidum* ที่ได้มาจาก Central Italy นำสารสกัดจากเห็ดหลินจือมาทดสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ เปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดหลินจือที่ได้จาก Central Italy และเห็ดหลินจือที่ได้จากประเทศจีน ผลการจับโลหะของ Chinese และ Italy *Ganoderma* พบว่า Italy (LI) และ Chinese (LC) แสดงกิจกรรมการจับ เฟอรัส ไอออน ($Fe^{2+}$) แตกต่างกัน เนื่องจากความเข้มข้นของสารสกัด ที่ 6.0 mg $ml^{-1}$ ผลการจับโลหะของทั้ง 2 สายพันธุ์ ประมาณ 80 % ส่วนที่ 2.4 mg $ml^{-1}$ ประมาณ 50 % แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการจับโลหะของ LI และ LC สามารถจับโลหะได้ดี เนื่องจากมีค่า $EC_{50}$ ต่ำ (2.8 ± 0.03 และ 3.36 ± 0.02 mg $ml^{-1}$ สำหรับ LI และ LC ตามลำดับ) และ Mau *et al.* ศึกษาคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดหลินจือสายพันธุ์ *Ganoderma tsugae* โดยการสกัดด้วยเมธานอล เปรียบเทียบความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระโดยใช้ตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง ได้แก่ เห็ดหลินจือเต็มวัย, เห็ดหลินจืออ่อน, ไมซีเลียและฟิลเตรท พบว่า สารสกัดด้วยเมธานอลจากเห็ดหลินจือเต็มวัย เห็ดหลินจืออ่อน แสดงประสิทธิภาพสูง

ในการยับยั้ง DPPH radical คือ 88.4 % และ 93.8 % ที่ 5 mg $ml^{-1}$ ตามลำดับ สารสกัดจากไมซีเลียและฟิลเตรทสามารถยับยั้ง DPPH radical ได้ 85.7 % และ 79.3 % ที่ 10 mg $ml^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งคล้ายกันกับสารสกัดจากเห็ดหลินจือเต็มวัยและเห็ดหลินจืออ่อน เมื่อนำมาเปรียบเทียบความสามารถในการยับยั้งของสารสกัดด้วยเมธานอลจะพบว่าสารสกัดจากเห็ดหลินจือเห็ดเต็มวัยและเห็ดหลินจืออ่อนจะมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงกว่าไมซีเลียและฟิลเตรท ที่ 0.1 mg $ml^{-1}$ BHT และ $\alpha$-tocopherol แสดงความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระดีเยี่ยม โดยสามารถยับยั้งได้ 95.0% และ 92.6% ตามลำดับ ส่วน Ascorbic acid สามารถยับยั้งได้ 38.3 - 47.8% ที่ 0.5 – 20 mg $ml^{-1}$

ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบดจะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิคสูงที่สุดรองลงมาคือ ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์ ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ และไส้กรอกปลาสูตรมาตรฐาน ตามลำดับ

**การศึกษาการเกิดลิพิดอ๊อกซิเดชันของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ**

การศึกษาการเกิดลิพิดอ๊อกซิเดชันของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ โดยทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซสเซียส มีระยะเวลาการเก็บ 0-6 เดือน จากผลการทดลอง พบว่า ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือทุกรูปแบบสามารถลดการเกิดปฏิกิริยาลิพิดออกซิเดชันได้ เมื่อเปรียบเทียบกับไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐานที่ไม่มีการเติมเห็ดหลินจือ โดยในการเก็บรักษา 6 เดือน ไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐานจะมีปริมาณค่าเปอร์อ๊อกไซด์ (PV value) และปริมาณสารมาโลนไดอัลดีไฮด์ในปริมาณที่สูงกว่าไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ

ศุภชัย รายงานว่า การใช้เนื้อปลาดุกแช่เยือกแข็งแทนการใช้เนื้อปลาดุกสดจะได้ไส้กรอกปลาที่มีคุณภาพที่ไม่แตกต่างกัน แต่สามารถลดระยะเวลาในการผลิตไส้กรอกปลาให้สั้นลงได้ งานวิจัยของ Valencia *et al.* ได้ทำการศึกษาผลของการเติมน้ำมันปลาในไส้กรอกหมักแห้งเพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ พบว่า ไม่มีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในไส้กรอกทั้ง 2 ชนิด คือ สูตรควบคุมและสูตรปรับปรุง แสดงให้เห็นว่าการเติมน้ำมันปลาไม่มีผลต่อการเกิดกลิ่นเหม็นหืนของผลิตภัณฑ์ ในผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆ Sallam *et al.* ได้ทำการศึกษาผลของการเติมกระเทียมในไส้กรอกไก่เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของไส้กรอกไก่มีการเติมกระเทียม 3 แบบ ได้แก่ กระเทียมสด, กระเทียมผงและน้ำมัน เปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ คือ butylated hydroxyanisole (BHA) พบว่า ปริมาณ thiobarbituric acid (TBA) และ peroxide value (PV) เริ่มต้น คือ 0.140 และ 6.32 ตามลำดับ หลังจากเก็บไว้ 21 วัน ค่า TBA และ PV จะอยู่ในช่วง 0.151-4.92 จากการเติมกระเทียมในลักษณะต่างๆ และการเติม BHA จะทำให้การเกิดลิพิดอ๊อกซิเดชันเกิดขึ้นช้าได้กว่าสูตรควบคุม และ Ahmad *et al.* รายงานว่า คุณภาพและอายุการเก็บรักษาของ ไส้กรอกที่ทำจากเนื้อควายมีการเติมปริมาณของหัวใจและไขมันแตกต่างกัน จะมีค่า TBA number อยู่ในช่วง 5.15-5.28, 42.4-

47.4% และ 0.073-0.143 ตามลำดับ แต่ตัวอย่างที่นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า pH และปริมาณความชื้นลดลง การเพิ่มปริมาณของหัวใจไม่มีผลต่อค่า TBA number ซึ่งตรงกันข้ามกับการเพิ่มปริมาณไขมัน จะทำให้ค่า TBA number เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจาก ไขมันเป็นสาเหตุสำคัญในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งมีผลต่อค่า TBA number เนื่องจาก ถ้ามีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันมาก ปริมาณ TBA number ก็จะมากตามไปด้วย และอาจส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่สั้นลง

กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid ; SFA) กรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง (monounsaturated fatty acid ; MUFA) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง (polyunsaturated fatty acid ; PUFA) พบว่า ไส้กรอกปลาผสมสปอร์ 0.25% (67.74±0.13) มีองค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัวมากที่สุด รองลงมาคือ ไส้กรอกปลาผสมน้ำสกัด 1%> ไส้กรอกปลาผสมเห็ดหลินจือบด 1%> ไส้กรอกปลาผสมน้ำสกัด 2%> ไส้กรอกปลาผสมน้ำสกัด 3%~ ไส้กรอกปลาผสมเห็ดหลินจือบด 2%~ ไส้กรอกปลาผสมสปอร์ 0.50%~ไส้กรอกปลาผสมสปอร์ 0.75%> ไส้กรอกปลาผสมเห็ดหลินจือบด 3% และไส้กรอกปลารมควันสูตรไม่เติมเห็ดหลินจือ มีองค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัวน้อยที่สุด กรดไขมันอิ่มตัวที่พบมากที่สุดในไส้กรอกปลารมควัน ทั้ง 10 สูตร คือ stearic acid (C18:0) รองลงมาคือ palmitic acid (C16:0) และ myristic acid (14:0) เป็นองค์ประกอบของกรดไขมันที่พบน้อยที่สุด (ตาราง 12) กลุ่มของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง (MUFA) จากการศึกษาพบว่า ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 3% ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 2% ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัด 2% และไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐาน มีองค์ประกอบของกรดไขมันชนิด MUFA มากที่สุด รองลงมาคือ ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 1%~ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์ 0.75% และไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์ 0.25% มีองค์ประกอบของกรดไขมันชนิด MUPA น้อยที่สุด กรดไขมันชนิด MUPA ที่พบมากที่สุดในไส้กรอกปลารมควันทั้ง 10 สูตรคือ oleic acid (C 18:1) รองลงมาคือ palmitoleic acid (C16:1) กลุ่มของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง (PUFA) จากการศึกษาพบว่า ไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐานและไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัด 3% มีองค์ประกอบของ PUFA มากที่สุด รองลงมาคือ ไส้กรอกปลาผสมน้ำสกัด 1% และไส้กรอกปลาผสมเห็ดหลินจือบด 1% มีปริมาณกรดไขมันชนิด PUFA น้อยที่สุด กรดไขมันชนิด PUFA ที่พบมากที่สุดคือ alpha-linolenic acid (C18:3n-3) และ Linoleic acid (C18:2n-6)

Mahasarakham University

**ตอนที่ 3 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ**

การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสจะประกอบไปด้วย ค่าความแข็ง (Hardness (N)) ค่าการรวมตัว (Cohesiveness) ค่าความเหนียว (Adhesiveness (N*s)) และค่าการคืนตัว (Springiness (mm)) โดยค่าดังกล่าวจะบ่งบอกถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ จากการเสริมเห็ดหลินจือในไส้กรอกปลารมควัน เฉพาะค่าความแข็ง ค่าการรวมตัวและค่าความเหนียวมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P$<0.05) โดยไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% และไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.75% จะมีค่าความแข็งมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากสูตรมาตรฐาน ค่าการรวมตัว (Cohesiveness) คือค่าที่แสดงถึงแรงในการกัดครั้งที่สองของมนุษย์ โดยไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.50% และไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 2% มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดและมีค่าแตกต่างจากไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบดหยาบ 2% และ 3% แต่ไม่แตกต่างจากไส้กรอกปลารมควันสูตรมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% 2% และ 3% มีค่าความเหนียวมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย -0.96±0.01 -0.96±0.01 และ -0.89±0.01 ตามลำดับและน้อยกว่าสูตรมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าการคืนตัว (Springiness (mm)) ของไส้กรอกปลารมควันเสริมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

การวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือโดยใชเครื่อง Minolta Chroma Meter CR-300 จากการวัดค่าสี L* ค่าสี a* และค่าสี b* จากด้านในของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ พบว่า ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกันมีค่าการวัดสีด้านในความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P$<0.05) โดยค่าความสว่าง (L* value) ของไส้กรอกปลารมควันสูตรผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% สูตรผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 2% และสูตรผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 3% จะมีค่าความสว่าง (L* value) มากที่สุดและไม่แตกต่างจากสูตรมาตรฐาน ผลการวัดค่าสีแดง-สีเขียว (a* value) พบว่า ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.75% มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ +2.67±0.45 และมากกว่าสูตรมาตรฐาน ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b* value) ได้ผล การวิเคราะห์ดังนี้ ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% สูตรผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 2% และสูตรผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 3% มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด โดยสูตรทั้งหมดมีค่าน้อยกว่าสูตรมาตรฐาน

ผลการวัดค่าสีด้านนอกของเนื้อไส้กรอกปลารมควัน พบว่า สูตรการเสริมเห็ดหลินจือที่ต่างกันส่งผลให้ค่าการวัดสีด้านนอกของไส้กรอกปลารมควันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P$<0.05) โดยไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% และสูตรผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 2% จะมีค่าความสว่าง (L* value)มากที่สุดและไม่แตกต่างจากสูตรมาตรฐาน ค่าสีแดง-สีเขียว (a* value) พบว่า ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.25% สูตรผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.50%และสูตรผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.75% มีค่าเฉลี่ยมากสุดและมากกว่าสูตรมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% และสูตรผสมน้ำสกัดจาก

เห็ดหลินจือ 3% มีค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b* value) มากที่สุดและไม่ความแตกต่างจากสูตรมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตอนที่ 4 สรุปสูตรการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ**

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี ด้านกายภาพและการประเมินทางประสาทสัมผัสจากสูตรการเสริมเห็ดหลินจือในไส้กรอกปลารมควัน สรุปได้ดังนี้ สูตรที่ได้คะแนนด้านต่างๆมากที่สุด คือ ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1% ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 2% และไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.75% โดยต้นทุนการผลิตไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือจะมีต้นทุนการผลิตมากที่สุด คือ 292.79 บาท รองลงมาคือไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบด 198.79 บาท และไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือมีต้นทุนการผลิตน้อยที่สุด 194.79 บาท

**5.4 ข้อเสนอแนะ**

5.4.1 ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

ควรมีการนำไปวิจัยและพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น

5.4.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.4.2.1 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการเสริมเห็ดหลินจือในรูปแบบอื่นๆและกระบวนการแปรรูปที่มีผลต่อคุณภาพไส้กรอกปลารมควันเพิ่มเติม

5.4.2.2 ควรมีการศึกษาความยอมและการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันโดยเลือกกลุ่มผู้ทดสอบที่มีอายุ 30 ปีขึ้นไปมาทำการทดสอบ เนื่องจาก กลุ่มทดสอบดังกล่าวจะให้ความสำคัญในการเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและมีกำลังในการซื้อผลิตภัณฑ์มากกว่ากลุ่มทดสอบที่มีอายุน้อย

# เอกสารอ้างอิง

**เอกสารอ้างอิง**


กรมประมง. ม.ป.ป. *การเพาะเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุย*. กรุงเทพฯ; กองส่งเสริมการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง. ม.ป.ป. *สถิติการเพาะเลี้ยงปลาดุก*. กรุงเทพฯ; กองส่งเสริมการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมปศุสัตว์. (2544). *ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์*. กรุงเทพฯ; กองส่งเสริมปศุสัตว์, กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

คณิต ชูคันหอม. (2551). *การเลี้ยงปลาดุก*. กรุงเทพฯ; โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

จิระพันธ์ ห้วยแสน. (2547). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควัน. ปทุมธานี; ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. (2529). *วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพ; มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โชคชัย เหลืองธุวปราณีต. (2547). *หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ*. ปัตตานี; แผนกวิชาเทคโนโลยีการประมง ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

นิจศิริ เรืองรังสี, ธรา วิริยะพาณิชย์ และ ศรีอมร คงพันธ์. (2548). *สมุนไพรและเครื่องเทศไทย*. กรุงเทพฯ; ซีเอ็ด พับลิชชิง.

ประพันธ์ ธาราเวทย์. (2543). *การเพาะพันธุ์และการเลี้ยงปลาดุกอุย*. กรุงเทพฯ; อักษรสยามการพิมพ์.

ปราณานิศา ชูโชติ. (2543). *การเลี้ยงปลาน้ำจืด*. กรุงเทพฯ; โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

ผ่องเพ็ญ แก้วนารี. (2531). *คู่มือการเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์ปลาน้ำจืด*. กรุงเทพฯ; ส่งเสริมเอกสาร.

ไพโรจน์ วิริยจารี. (2545). *การวางแผนและวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส*. พิมพ์ครั้งที่ 3. เชียงใหม่; คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พิทยา สมุทรเวช. (2549). *นิตยสารแม่บ้าน*. กรุงเทพฯ; ส่งเสริมอาชีพธุรกิจ เพชรกะรัต.

มานพ ประพันธ์ศรี และธนาจร บุญส่ง. (2533). *ธุรกิจสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์ปลาดุก*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ; อักษรสยามการพิมพ์.

เยาวลักษณ์ ศรีลดา. (2536). *เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ; อักษรไทย พริ้น.


Mahasarakham University

ศิริลดา ศรีกอก. (2550). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศุภชัย จุทิ่น. (2543). การผลิตและเก็บรักษาไส้กรอกปลาอิมัลชันจากปลาดุกอุยเทศและซูริมิ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สัญชัย พนิตกุล. (2543). *เทคโนโลยีเนื้อสัตว์*. พิมพ์ครั้งที่ 4. นครราชสีมา; มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สุรพล รักปทุม และชวลิตร สันติกิจรุ่งเรือง. (2551). *เห็ดหลินจือ*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ; ภาพพิมพ์.

สุภาวดี ทรัพย์ศิริไพบูลย์. (2550). *ความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชันของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดที่ผ่านการดัดแปรด้วยวิธีทางเอ็นไซม์และวิธีทางเคมี*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์เคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สำนักงานโภชนาการ. ม.ป.ป. *โภชนาการของปลา*. นนทบุรี; องค์การอาหารและยา, กระทรวงสาธารณสุข.

อุทัยรัตน์ ณ นคร. (2544). *ปลาดุก*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ; มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อาณดี นิติธรรมยง. (2550). *โปรตีนจากถั่วเหลือง*. นครปฐม; สถาบันวิจัยโภชนาการ, มหาวิทยาลัยมหิดล.

Ahmad, S., & Srivastava, P. K. (2007). Quality and shelf life evaluation of fermented sausages of buffalo meat with different levels of heart and fat. *Meat Science*, 75, 603–609.

AOAC (2000a). Ash or total minoral in meat. 960.36. In Official methods of analysis 17th ed. Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists.

AOAC (2000b). Colour in meat. 980.39. In Official methods of analysis 17th ed. Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists.

AOAC (2000c). Determination of moisture content. 950.46. In Official methods of analysis 17th ed. Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists.

AOAC (2000d). Determination of texture profile analysis in meat. 850.39. In Official methods of analysis 17th ed. Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists.

AOAC (2000e). Fat (crude) or ether extract in meat. 960.39. In Official methods of analysis 17th ed. Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists.

Mahasarakham University

AOAC (2000f). Protien (crude) or nitrogen in meat. 940.30. In Official methods of analysis 17th ed. Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists.

Bourne, M. C. (1978). Texture profile analysis. *Food Technology*, 32, 62– 66,

Braca, A., Tommasi, Nunziatina, D., Bari, Lorenzo, Di, Pizza, Cosimo,Politi, Mateo, Morelli, & Ivano. (2001). Antioxidant principles from Bauhinia terapotensis. *Journal of Natural Products*, 64, 892–895.

Chattong, Utaiwan., Apichartsrangkoon, Arunee., & Bell, Alan E.,(2007). Effects of hydrocolloid addition and high pressure processing on the rheological properties and microstructure of a commercial ostrich meat product ‘‘Yor’’ (Thai sausage). *Meat Science*, 76,548–554.

Chuapoehuk, J. N., & Palumbo, S. A. (2001). Use of Surimi in meats product. *Journal of Food Protection*, 46, 997–998.

Dasgupta, N.and De, B. (2007). Antioxidant activit of some leafy vegetables of India: A comparative study. *Food Chemistry*, 72, 471-474.

Evranuz, O. E. (1993). The effects of temperature and moisture content on lipid peroxidation during storage of unblanched salted roasted peanuts: shelf life studies for unblanched salted roasted peanuts. *International Journal of Food Science and Technology*, 28, 193–199.

Fernandez, G., & Venkatrammann, J. (1993). Role of omega-3 fatty acids in health and disease. *Nutrition Research*, 1(Suppl. 13), 19–45.

Gatchalian, A. (1981). Dynamic viscoelastic properties of heated gluten/soy protein gels. *Journal of Food Science*, 67, 421.

Gao, Y.H., Tang, W.B., Gao, H., Lam, J., Zhou, S.F., (2004). Chemopreventive and tumoricidal properties of Lingzhi mushroom *Ganoderma lucidum* (W. Curt.: Fr) Lloyd (Aphyllophoromycetideae). Part1. Preclinical and clinical studies (review). *International Journal of Medicinal Mushrooms,* 6, 95–106.

Gillespie, O., & Srangke, L. (2001). Soy protien for dry sausagesselection, sensory evaluation and texture. *Meat Science*, 54, 839-843.

Govindarajan, R., Singh, D. P., & Rawat, A. K. S. (2007). High-performance liquid chromatographic method for the quantification of phenolics in ‘Chyavanprash’ a potent Ayurvedic drug. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 43, 527–532.

Gray, J. I., & Pearson, A. M. (1987). Rancidity and warmed-over flavor. In A. M. Pearson, & T. R. Dutso (Eds.), *Advances in meat research*, Vol. 3. NY, USA: Van Nostrand Company, 221–269.

Ho, C. T., Osawa, T., Huang, M. T., & Rosen, R. T. (Eds.). (1994). *Food phytochemicals for cancer prevention II. ACS Symp. Series 547*. Washington, DC: American Chemical Society.

Imeh, U., & Khokhar, S. (2002). Distribution of conjugated and free phenols in fruits: Antioxidant activity and cultivar variations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 6301.

Ismail, H. M. (2005). The role of omega-3 fatty acids in cardiac protection: an overview. *Frontiers in Bioscience*, 10, 1079–1088.

Li, B. B., Smith, B., & Hossain, Md. M. (2006). Extraction of phenolics from citrus peels I. Solvent extraction method. *Separation and Purification Technology*, 48, 182–188.

Mau, J.-L., Tsai, S.-Y., Tseng, Y.-H., & Huang, S.-J. (2005). Antioxidant properties of hot water extracts from *Ganoderma tsugae* Murrill. *LWT*, 38, 589–597.

Murphy, S.C., Gilroy, D., Kerry, J.F., Buckley, D.J., & Kerry, J.P. (2004). Evaluation of surimi, fat and water content In a low/no added pork sausage formulation using response surface methodology. *Meat Science*, 66, 689–701.

Namiki, M., (1990). Antioxidants, antimutagens in food. *Critical in Food Science and Technology*, 6, 271–277.

Narasimhan, S., Raghuver, K. G., Arumngham, C., Bhat, K. K., & Sen, D. P. (1986). Oxidative rancidity of groundnut oil evaluation by sensory and chemical indices and their correlation. *Journal of Food Science and Technology*, 23, 273–277.

Othman, S.M.R., Barbosa, L.C.A. , Queiroz, J.H., Knodler M.,& Schieber, A.. 2008. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Brazilian mango (Mangifera indica L.) varieties. *Food Chem*istry, 110, 1523-1530.

Resurreccion, M. C. (1998). Sensory profile analysis. *Food Technology*, 32(7), 9–26.

Sallam, L. O., & Stahnke, L. H. (2003). Mould starter cultures for dry sausagesselection, application and effects. *Meat Science*, 65, 849-855.

Sallam, Kh.l., Ishioroshi, M., & Samejima, K. (2004). Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage. *LWT*, 37, 849-855.

Saltarelli, R., Ceccaroli, P., Iotti, M., Zambonelli, A., Buffalini, M., Casadei, Lucia., Vallora, L., & Stocchi, V. (2009). Biochemical characterisation and antioxidant activity of mycelium of *Ganoderma lucidum* from Central Italy. *Food chemistry*. *116*, 143–151.

Schmedes, A., & Holmer, G. (1989). A new thiobarbituric acid (TBA) method for determination of free malonaldehyde (MDA) and hydroperoxides selectivity as a measure of lipid peroxidation. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 66, 813–817.

Sikorski, Z. E. (1994). Characteristic of protein in during fish. *Food Technology*, 39, 68– 69.

Standby, S., Izquierdo-Pulido, M., & Vidal-Carou, M. C. (1999). Changes in biogenic amine and lipid fermented sausages manufactured with and without oil. *Meat Science*, 57, 235–241.

Stone, M. (1996). Changes in biogenic amine and polyamine contents in slightly fermented sausages and sensory evaluation. *LWL*, 57, 321-325.

"Type of sausages," Internetworking. (2). May 25, 2001. <http://www.caswells-moms.com/e-shop/images/categories/PorkBaconSausage.jpg> March 3, 2010.

Valencia, I., Ansorena, D.,& Astiasara, I. (2006). Nutritional and sensory properties of dry fermented sausages enriched with n -3 PUFAs.*Meat Science*, 72, 727–733.

XiaoPing, R., Tangchuiy, C., Vergnais, L., Montel, M. C., & Berdagu, J. L. (1998). Antioxidant properties and antibiotics of *Ganoderma lucidium* . *International Journal of Food Microbiology*, 45, 389-393.

Yang, K., Stahnke, L. H., Andersen, L., & Martinussen, J. (2003). Antioxidant properties of *Ganoderma lucidium*. *Food Chemistry*, 66, 295–301.

Yang, Han-Sul., Choi, Sung-Gil., Jeon, Jin-Tae., Park, Gu-Boo.,& Joo, Seon-Tea. (2007). Textural and sensory properties of low fat pork sausages with added hydrated oatmeal and tofu as texture-modifying agents. *Meat Science*, 75, 283–289.

Yin, B. C., & Cheng, E. (2003). Galic in the prevention of cardiovascular disease – a review. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 45, 355–365.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก
# แบบสอบถามการประเมินทางประสาทสัมผัส

**แบบสอบถาม**

**โครงการ** : การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือ

**คำชี้แจง** : แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์ของนิสิตปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงขอความร่วมมือจากท่านกรุณาตอบแบบสอบถาม ข้อมูลทุกอย่างที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ และจะไม่มีผลใดๆต่อผู้ตอบทั้งสิ้น

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

Mahasarakham University

**แบบสอบถามพฤติกรรมการเลือกซื้อไส้กรอกรมควัน**

**วัตถุประสงค์** : เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเลือกซื้อไส้กรอกรมควัน

**คำแนะนำ** : กรุณาทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องว่าง □ หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมที่สุด

**ส่วนที่ 1 : ข้อมูลด้านบุคคล**

1. เพศ

□ ชาย □ หญิง

2. อายุ

□ น้อยกว่า 15 ปี □ 15 – 25 ปี

□ 26 – 35 ปี □ 36 – 45 ปี

□ มากกว่า 45 ปี

3. การศึกษา

□ อนุปริญญา หรือ เทียบเท่า

□ ปริญญาตรี

□ สูงกว่าปริญญาตรี

4. รายได้ของครอบครัวต่อเดือน

□ น้อยกว่า 5,000 บาท □ 5,000 – 10,000 บาท

□ 10,001 - 15,000 บาท □ 15,001 – 20,000 บาท

□ มากกว่า 20,000 บาท

5. อาชีพ

□ นักเรียน / นักศึกษา □ ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ

□ พนักงานบริษัทเอกชน □ ค้าขาย / ธุรกิจส่วนตัว

□ แม่บ้าน □ รับจ้าง

□ อื่นๆ ระบุ .....

**ส่วนที่ 2 : ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคไส้กรอกรมควัน**

1. ปกติท่านรับประทานไส้กรอกรมควันหรือไม่

   ☐ ทุกวัน ☐ เป็นบางวัน ☐ ไม่รับประทานเลย

2. ช่วงเวลาใดที่ท่านรับประทาน ไส้กรอกรมควัน(ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

   ☐ เช้า ☐ กลางวัน ☐ เย็น

3. สถานที่รับประทานไส้กรอกรมควันของท่านส่วนใหญ่คือ (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

   ☐ ที่บ้าน , ที่พัก ☐ ที่ทำงาน / สถานศึกษา

   ☐ บนรถ ☐ ร้านสะดวกซื้อ

   ☐ ร้านนม / ร้านกาแฟ ☐ อื่นระบุ .....

4. ประเภทของไส้กรอกรมควันที่ท่านรับประทาน (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

   ☐ ไส้กรอกไก่ ☐ ไส้กรอกหมู

   ☐ ไส้กรอกหมูซีส ☐ ไส้กรอกปลา

   ☐ อื่นๆ ระบุ .....

5. ความถี่ในการรับประทานไส้กรอกรมควันของท่าน (ครั้ง/สัปดาห์)

   ☐ มากกว่า 1 ครั้ง ☐ 1 – 2 ครั้ง ☐ 3 – 4 ครั้ง

   ☐ 5 – 6 ครั้ง ☐ มากกว่าหรือเท่ากับ 7 ครั้ง

6. ปกติท่านรับประทานไส้กรอกรมควันในรูปแบบใด (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

   ☐ รับประทานร่วมกับนมสด , โอวัลติน , กาแฟ ☐ รับประทานเปล่าๆ

   ☐ รับประทานเป็นอาหารว่าง ☐ อื่นๆ ระบุ .....

7. ในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันท่านเลือกซื้อด้วยเหตุผลใดมากที่สุด (ตอบเพียงข้อเดียว)

   ☐ คุณค่าทางด้านโภชนาการ ☐ รสชาติ

   ☐ ราคา ☐ ภาชนะบรรจุ

   ☐ การโฆษณา ☐ ตรายี่ห้อ

   ☐ ความสะดวก ☐ อื่นๆ ระบุ .....

8. ท่านคิดว่าไส้กรอกรมควันในท้องตลาดมีคุณค่าอาหารอยู่ในระดับใด

   ☐ สูงมาก ☐ สูง

   ☐ ปานกลาง ☐ ต่ำ

   ☐ ต่ำมาก

**ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง**

กรุณาชิมผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง แล้วให้คะแนนคุณลักษณะต่างๆตามระดับคะแนนต่อไปนี้

9 = ชอบมากที่สุด
8 = ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบเล็กน้อย
5 = เฉยๆ
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

| **รหัสตัวอย่าง** | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **สี** | | | | | | | | | |
| **กลิ่น** | | | | | | | | | |
| **รสชาติ** | | | | | | | | | |
| **เนื้อสัมผัส** | | | | | | | | | |
| **รูปร่าง** | | | | | | | | | |
| **ความชอบโดยรวม** | | | | | | | | | |

**ส่วนที่ 4 ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับผลิตภัณฑ์**

1. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือนี้หรือไม่

   □ ยอมรับ

   □ ไม่ยอมรับ สาเหตุเพราะ .....

2. ถ้ามีผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือจำหน่าย ท่านคาดว่าจะซื้อหรือไม่

   □ ซื้อ □ ไม่ซื้อ

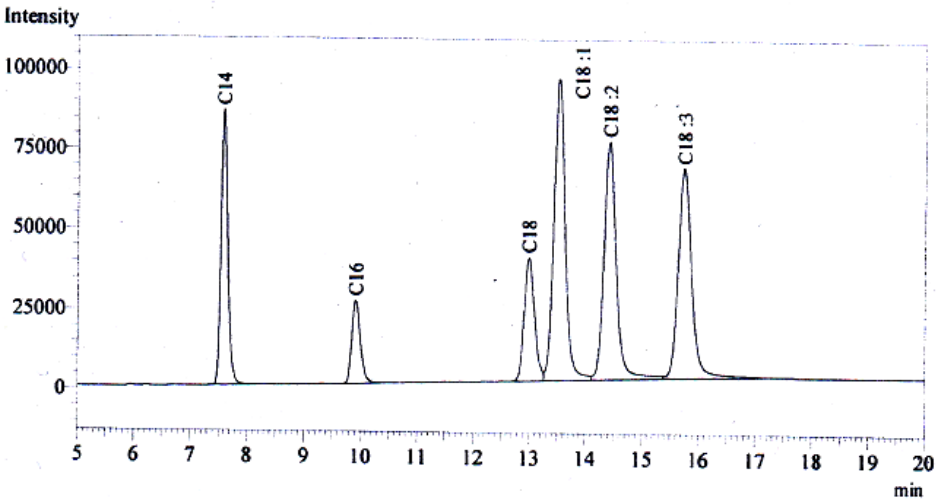
   □ ไม่แน่ใจ เพราะ .....

3. ถ้าซื้อท่านจะซื้อในราคาเท่าไหร่ ( รูปทรงกระบอก ขนาด 10x2 cm.)

   ซื้อ.....บาท

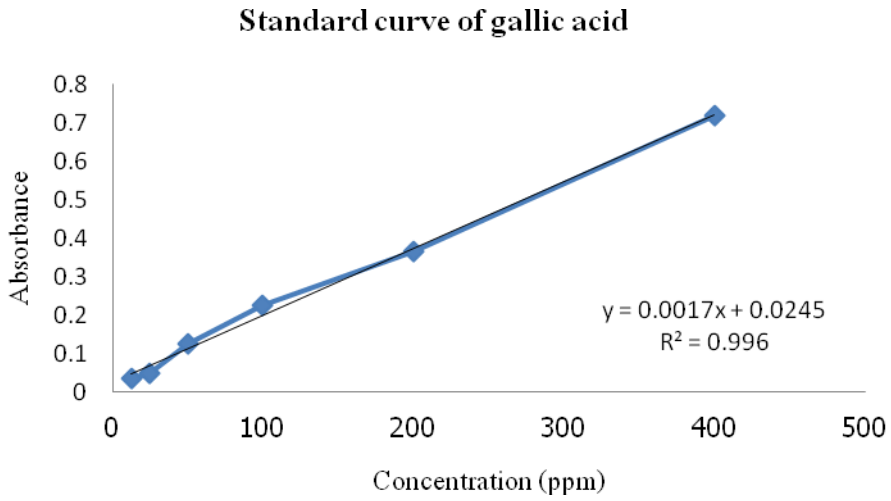
# ภาคผนวก ข
# โครมาโทรแกรมองค์ประกอบทางเคมี

Mahasarakham University




| Peak# | Ret.Time | Area | Height | Conc. | Unit | Mark | ID# | Cmpd Name |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3.504 | 1119912328 | 55990815 | 0.000 | | SV | | |
| 2 | 4.122 | 7850 | 2259 | 0.000 | | T | | |
| 3 | 4.223 | 2624 | 575 | 0.000 | | TV | | |
| 4 | 7.591 | 715853 | 86010 | 0.000 | ppm | S | 1 | C14 |
| 5 | 9.914 | 272458 | 25912 | 0.000 | ppm | S | 2 | C16 |
| 6 | 12.993 | 486853 | 38328 | 0.000 | ppm | | 3 | C18 |
| 7 | 13.519 | 1311878 | 93898 | 0.000 | ppm | V | 4 | C18 :1 |
| 8 | 14.427 | 1125335 | 74099 | 0.000 | ppm | SV | 5 | C18 :2 |
| 9 | 15.742 | 1091953 | 65283 | 0.000 | ppm | SV | 6 | C18 :3 |
| Total | | 1124927132 | 56377179 | | | | | |

**ภาพประกอบ ข-1** โคมาโตรแกรมสารมาตรฐานของกรดไขมัน




**ภาพประกอบ ข-2** กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิค

**ภาคผนวก ค**

**ภาพประกอบของเห็ดหลินจือที่ใช้เป็นส่วนผสมในไส้กรอกปลารมควัน**

**ภาพประกอบ ค-1** เห็ดหลินจือบดหยาบ

**ภาพประกอบ ค-2** สปอร์เห็ดหลินจือ

**ภาพประกอบ ค-3** น้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ

# ภาคผนวก ง

## การเปรียบเทียบคุณลักษณะต่างๆ ของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน (ANOVA) และการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยรายคู่

**ตาราง ง-1** การเปรียบเทียบค่าการวัดสีด้านในของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน (L*-, a*- และ b*- values)

**ค่าการวัดสีความสว่าง (L*)**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 1019.792 | 9 | 113.310 | 122.048 | .000* |
| Error | 18.568 | 20 | .928 | | |
| Total | 139372.389 | 30 | | | |

**ค่าการวัดสีแดง-สีเขียว (a*)**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 50.812 | 9 | 5.646 | 69.180 | .000* |
| Error | 1.632 | 20 | .082 | | |
| Total | 354.482 | 30 | | | |

**ค่าการวัดสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b*)**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 52.413 | 9 | 5.824 | 91.634 | .000* |
| Error | 1.271 | 20 | .064 | | |
| Total | 5129.145 | 30 | | | |

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

**ตาราง ง-2** การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าการวัดสีความสว่าง (L*) ด้านในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

| สูตรไส้กรอกปลา | | 3 | 2 | 9 | 1 | 8 | 7 | 5 | 4 | 0 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย | 52.6333 | 66.3533 | 66.6833 | 66.9467 | 67.0167 | 68.0500 | 71.2700 | 73.0700 | 73.2567 | 73.7733 |
| 3 | 52.6333 | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 2 | 66.3533 | | - | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.845 | 0.003* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 9 | 66.6833 | | | - | 1.000 | 1.000 | 0.952 | 0.006* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 1 | 66.9467 | | | | - | 1.000 | 0.988 | 0.012* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 8 | 67.0167 | | | | | - | 0.993 | 0.014* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 7 | 68.0500 | | | | | | - | 0.119 | 0.002* | 0.002* | 0.000* |
| 5 | 71.2700 | | | | | | | - | 0.797 | 0.695 | 0.391 |
| 4 | 73.0700 | | | | | | | | - | 1.000 | 1.000 |
| 0 | 73.2567 | | | | | | | | | - | 1.000 |

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P$<0.05)



Mahasarakham University

หมายเหตุ

0 แทน ไส้กรอกปลารมควันไม่ผสมเห็ดหลินจือ (สูตรมาตรฐาน)

1 แทน ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.25%

2 แทน ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.50%

3 แทน ไส้กรอกปลารมควันผสมสปอร์เห็ดหลินจือ 0.75%

4 แทน ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 1.00%

5 แทน ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 2.00%

6 แทน ไส้กรอกปลารมควันผสมน้ำสกัดจากเห็ดหลินจือ 3.00%

7 แทน ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบดหยาบ 1.00%

8 แทน ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบดหยาบ 2.00%

9 แทน ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือบดหยาบ 3.00%

**ตาราง ง-3** การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าการวัดสีแดง-สีเขียว (a*) ด้านในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

| สูตรไส้กรอกปลา | | 9 | 0 | 5 | 8 | 6 | 4 | 7 | 2 | 1 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย | 2.0033 | 2.3133 | 2.4633 | 2.5633 | 2.6767 | 2.7367 | 2.8167 | 3.6200 | 3.7833 | 6.7533 |
| 9 | 2.0033 | - | 0.992 | 0.902 | 0.750 | 0.524 | 0.407 | 0.274 | 0.001* | 0.000* | 0.000* |
| 0 | 2.3133 | | - | 1.000 | 0.998 | 0.976 | 0.938 | 0.845 | 0.010* | 0.003* | 0.000* |
| 5 | 2.4633 | | | - | 1.000 | 1.000 | 0.997 | 0.980 | 0.029* | 0.009* | 0.000* |
| 8 | 2.5633 | | | | - | 1.000 | 1.000 | 0.998 | 0.060 | 0.018* | 0.000* |
| 6 | 2.6767 | | | | | - | 1.000 | 1.000 | 0.127 | 0.042* | 0.000* |
| 4 | 2.7367 | | | | | | - | 1.000 | 0.184 | 0.064 | 0.000* |
| 7 | 2.8167 | | | | | | | - | 0.289 | 0.110 | 0.000* |
| 2 | 3.6200 | | | | | | | | - | 1.000 | 0.000* |
| 1 | 3.7833 | | | | | | | | | - | 0.000* |

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ สูตรไส้กรอกปลา 0-9 แสดงดังหน้า 117



Mahasarakham University

**ตาราง ง-4** การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าการวัดสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b*) ด้านในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

| สูตรไส้กรอกปลา | | 3 | 2 | 9 | 7 | 1 | 8 | 4 | 6 | 5 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย | 9.5100 | 12.5500 | 12.6033 | 12.8667 | 12.9867 | 13.3400 | 13.8367 | 13.8533 | 13.9567 | 14.5667 |
| 3 | 9.5100 | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 2 | 12.5500 | | - | 1.000 | 0.978 | 0.857 | 0.172 | 0.003* | 0.003* | 0.001* | 0.000* |
| 9 | 12.6033 | | | - | 0.994 | 0.928 | 0.243 | 0.005* | 0.004* | 0.002* | 0.000* |
| 7 | 12.8667 | | | | - | 1.000 | 0.792 | 0.044* | 0.039* | 0.016* | 0.000* |
| 1 | 12.9867 | | | | | - | 0.956 | 0.112 | 0.099 | 0.044* | 0.000* |
| 8 | 13.3400 | | | | | | - | 0.745 | 0.709 | 0.473 | 0.005* |
| 4 | 13.8367 | | | | | | | - | 1.000 | 1.000 | 0.254 |
| 6 | 13.8533 | | | | | | | | - | 1.000 | 0.281 |
| 5 | 13.9567 | | | | | | | | | - | 0.488 |

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ สูตรไส้กรอกปลา 0-9 แสดงดังหน้า 117



Mahasarakham University

**ตาราง ง-5** การเปรียบเทียบค่าการวัดสีด้านนอกของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน (L*-, a*- และ b*- values)

**ค่าการวัดสีความสว่าง (L*)**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 752.624 | 9 | 83.625 | 255.635 | .000* |
| Error | 6.543 | 20 | .327 | | |
| Total | 108165.984 | 30 | | | |

**ค่าการวัดสีแดง-สีเขียว (a*)**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 25.014 | 9 | 2.779 | 48.963 | .000* |
| Error | 1.135 | 20 | .057 | | |
| Total | 355.428 | 30 | | | |

**ค่าการวัดสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b*)**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 925.468 | 9 | 102.830 | 1.126E3 | .000* |
| Error | 1.826 | 20 | .091 | | |
| Total | 10772.253 | 30 | | | |

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

**ตาราง ง-6** การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าการวัดสีความสว่าง (L*) ด้านนอกของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

| สูตรไส้กรอกปลา | | 3 | 2 | 1 | 9 | 8 | 7 | 6 | 4 | 0 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย | 46.6000 | 57.7800 | 58.1900 | 59.3567 | 60.4467 | 60.7767 | 62.4533 | 63.2667 | 64.2200 | 65.2600 |
| 3 | 46.6000 | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 2 | 57.7800 | | - | 1.000 | 0.313 | 0.008* | 0.002 | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 1 | 58.1900 | | | - | 0.707 | 0.036* | 0.011* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 9 | 59.3567 | | | | - | 0.778 | 0.453 | 0.002* | 0.000* | 0.882* | 0.000* |
| 8 | 60.4467 | | | | | - | 1.000 | 0.087 | 0.004* | 0.000* | 0.000* |
| 7 | 60.7767 | | | | | | - | 0.240 | 0.015* | 0.000* | 0.000* |
| 6 | 62.4533 | | | | | | | - | 0.952 | 0.185 | 0.005* |
| 4 | 63.2667 | | | | | | | | - | 0.882 | 0.091 |
| 0 | 64.2200 | | | | | | | | | - | 0.820 |

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ สูตรไส้กรอกปลา 0-9 แสดงดังหน้า 117



Mahasarakham University

**ตาราง ง-7** การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าการวัดสีแดง-สีเขียว (a*) ด้านนอกของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

| สูตรไส้กรอกปลา | | 5 | 7 | 9 | 8 | 6 | 4 | 0 | 2 | 3 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย | 2.2567 | 2.3633 | 2.3867 | 2.4867 | 3.0500 | 3.400 | 3.5800 | 4.3067 | 4.5533 | 4.7567 |
| 5 | 2.2567 | - | 1.000 | 1.000 | 0.995 | 0.112 | 0.005* | 0.001* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 7 | 2.3633 | | - | 1.000 | 1.000 | 0.259 | 0.015* | 0.003* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 9 | 2.3867 | | | - | 1.000 | 0.301 | 0.019* | 0.004* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 8 | 2.4867 | | | | - | 0.520 | 0.046* | 0.009* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 6 | 3.0500 | | | | | - | 0.941 | 0.601 | 0.002* | 0.000* | 0.000* |
| 4 | 3.400 | | | | | | - | 0.999 | 0.048* | 0.005* | 0.001* |
| 0 | 3.5800 | | | | | | | - | 0.198 | 0.027* | 0.004* |
| 2 | 4.3067 | | | | | | | | - | 0.994 | 0.787 |
| 3 | 4.5533 | | | | | | | | | - | 0.999 |

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ สูตรไส้กรอกปลา 0-9 แสดงดังหน้า 117



Mahasarakham University

**ตาราง ง-8** การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าการวัดสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b*) ด้านนอกของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

| สูตรไส้กรอกปลา | | 3 | 2 | 1 | 8 | 7 | 9 | 5 | 4 | 0 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย | 5.3200 | 10.2033 | 16.4467 | 19.9333 | 20.0233 | 20.5367 | 21.4800 | 22.2600 | 22.2967 | 22.6533 |
| 3 | 5.3200 | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 2 | 10.2033 | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 1 | 16.4467 | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 8 | 19.9333 | | | | - | 1.000 | 0.731 | 0.003* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 7 | 20.0233 | | | | | - | 0.870 | 0.006* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 9 | 20.5367 | | | | | | - | 0.175 | 0.001* | 0.001* | 0.000* |
| 5 | 21.4800 | | | | | | | - | 0.399 | 0.338 | 0.041* |
| 4 | 22.2600 | | | | | | | | - | 1.000 | 0.972 |
| 0 | 22.2967 | | | | | | | | | - | 0.985 |

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ สูตรไส้กรอกปลา 0-9 แสดงดังหน้า 117



Mahasarakham University

Mahasarakham University

**ตาราง ง-9** การเปรียบเทียบด้านเนื้อสัมผัสของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

**ค่าความแข็ง (Hardness (N))**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 84.214 | 9 | 9.357 | 361.979 | .000* |
| Error | .517 | 20 | .026 | | |
| Total | 511.495 | 30 | | | |

**ค่าการรวมตัว (Cohesiveness)**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | .117 | 9 | .013 | 9.028 | .000* |
| Error | .029 | 20 | .001 | | |
| Total | 2.349 | 30 | | | |

**ค่าความเหนียว (Adhesiveness (N*s))**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 4.050 | 9 | .450 | 1.731E3 | .000* |
| Error | .005 | 20 | .000 | | |
| Total | 13.042 | 30 | | | |

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P$<0.05)

**ตาราง ง-9** การเปรียบเทียบด้านเนื้อสัมผัสของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน (ต่อ)

**ค่าการคืนตัว (Springiness (mm))**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 79.166 | 9 | 8.796 | 48.426 | .125 |
| Error | 3.633 | 20 | .182 | | |
| Total | 5285.212 | 30 | | | |

**ตาราง ง-10** การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าความแข็ง (Hardness (N)) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

| สูตรไส้กรอกปลา | | 9 | 8 | 7 | 5 | 2 | 6 | 1 | 3 | 0 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย | 1.1533 | 1.2067 | 1.4700 | 4.3367 | 4.4000 | 4.5600 | 4.6000 | 5.1867 | 5.3767 | 5.467 |
| 9 | 1.1533 | - | 1.000 | 0.745 | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 8 | 1.2067 | | - | 0.893 | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 7 | 1.4700 | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 5 | 4.3367 | | | | - | 1.000 | 0.958 | 0.893 | 0.002* | 0.000* | 0.000* |
| 2 | 4.4000 | | | | | - | 0.996 | 0.979 | 0.005* | 0.000* | 0.000* |
| 6 | 4.5600 | | | | | | - | 1.000 | 0.040* | 0.003* | 0.002* |
| 1 | 4.6000 | | | | | | | - | 0.066 | 0.005* | 0.003* |
| 3 | 5.1867 | | | | | | | | - | 0.985 | 0.936 |
| 0 | 5.3767 | | | | | | | | | - | 1.000 |

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ สูตรไส้กรอกปลา 0-9 แสดงดังหน้า 117



Mahasarakham University

**ตาราง ง-11** การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าการรวมตัว (Cohesiveness) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

| สูตรไส้กรอกปลา | | 8 | 7 | 3 | 0 | 1 | 9 | 4 | 6 | 5 | 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย | 0.1733 | 0.2000 | 0.2133 | 0.2200 | 0.2767 | 0.2767 | 0.3233 | 0.3267 | 0.3467 | 0.3533 |
| 8 | 0.1733 | - | 1.000 | 0.993 | 0.981 | 0.327 | 0.327 | 0.035* | 0.030* | 0.010* | 0.007* |
| 7 | 0.2000 | | - | 1.000 | 1.000 | 0.717 | 0.717 | 0.139 | 0.119 | 0.042* | 0.030* |
| 3 | 0.2133 | | | - | 1.000 | 0.881 | 0.881 | 0.251 | 0.218 | 0.085 | 0.061 |
| 0 | 0.2200 | | | | - | 0.935 | 0.935 | 0.327 | 0.288 | 0.119 | 0.085 |
| 1 | 0.2767 | | | | | - | 1.000 | 0.981 | 0.970 | 0.807 | 0.717 |
| 9 | 0.2767 | | | | | | - | 0.981 | 0.970 | 0.807 | 0.717 |
| 4 | 0.3233 | | | | | | | - | 1.000 | 1.000 | 0.999 |
| 6 | 0.3267 | | | | | | | | - | 1.000 | 1.000 |
| 5 | 0.3467 | | | | | | | | | - | 1.000 |

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ สูตรไส้กรอกปลา 0-9 แสดงดังหน้า 117



Mahasarakham University

**ตาราง ง-12** การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าความเหนียว (Adhesiveness (N*s)) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

| สูตรไส้กรอกปลา | | 7 | 8 | 9 | 3 | 2 | 1 | 6 | 4 | 5 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย | 0.0633 | 0.0633 | 0.0700 | 0.4733 | 0.4933 | 0.5200 | 0.8933 | 0.9600 | 0.9667 | 0.9700 |
| 7 | 0.0633 | - | 1.000 | 1.000 | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 8 | 0.0633 | | - | 1.000 | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 9 | 0.0700 | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 3 | 0.4733 | | | | - | 0.980 | 0.254 | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 2 | 0.4933 | | | | | - | 0.887 | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 1 | 0.5200 | | | | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 6 | 0.8933 | | | | | | | - | 0.025 | 0.010 | 0.006* |
| 4 | 0.9600 | | | | | | | | - | 1.000 | 1.000 |
| 5 | 0.9667 | | | | | | | | | - | 1.000 |

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ สูตรไส้กรอกปลา 0-9 แสดงดังหน้า 117



Mahasarakham University

**ตาราง ง-13** การเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

**ความชื้น (Moisture content)**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | .300 | 9 | .033 | .079 | 1.000 |
| Error | 8.449 | 20 | .422 | | |
| Total | 209359.989 | 30 | | | |

**เถ้า (Ash)**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | .000 | 9 | .000 | .000 | 1.000 |
| Error | .026 | 20 | .001 | | |
| Total | 55.514 | 30 | | | |

**ปริมาณโปรตีน**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | .000 | 9 | .000 | .000 | 1.000 |
| Error | .005 | 20 | .000 | | |
| Total | 4511.685 | 30 | | | |

**ตาราง ง-13** การเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน (ต่อ)

**ปริมาณไขมัน (Crude fat)**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | .000 | 9 | .000 | .000 | 1.000 |
| Error | .002 | 20 | 1.000E-4 | | |
| Total | 777.245 | 30 | | | |

**ปริมาณเส้นใย (Crude fiber)**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | .002 | 9 | .000 | .374 | .934 |
| Error | .012 | 20 | .001 | | |
| Total | 15.782 | 30 | | | |

**ตาราง ง-14** การเปรียบเทียบคุณลักษณะด้านการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อความชอบและการยอมรับโดยรวมของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

**ด้านสีของผลิตภัณฑ์**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 32.322 | 9 | 3.591 | 1.260E3 | .000* |
| Error | .057 | 20 | .003 | | |
| Total | 864.828 | 30 | | | |

**ด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 23.026 | 9 | 2.558 | 949.914 | .000* |
| Error | .054 | 20 | .003 | | |
| Total | 738.293 | 30 | | | |

**ด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 52.320 | 9 | 5.813 | 2.295E4 | .000* |
| Error | .005 | 20 | .000 | | |
| Total | 936.764 | 30 | | | |

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

**ตาราง ง-14** การเปรียบเทียบคุณลักษณะด้านการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อความชอบและการยอมรับโดยรวมของไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน (ต่อ)

**ด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 49.984 | 9 | 5.554 | 1.118E4 | .000* |
| Error | .010 | 20 | .000 | | |
| Total | 1058.382 | 30 | | | |

**ด้านรูปร่างของผลิตภัณฑ์**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 1.515 | 9 | .168 | 567.342 | .996 |
| Error | .006 | 20 | .000 | | |
| Total | 1141.984 | 30 | | | |

**ด้านความชอบและการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์**

| Source of Variation | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Treatment | 38.162 | 9 | 4.240 | 1.497E4 | .000* |
| Error | .006 | 20 | .000 | | |
| Total | 1019.834 | 30 | | | |

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

**ตาราง ง-15** การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านสีต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

| สูตรไส้กรอกปลา | | 7 | 9 | 8 | 6 | 2 | 1 | 0 | 3 | 5 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย | 4.2167 | 4.2233 | 4.2267 | 4.3567 | 4.7667 | 5.0467 | 5.7500 | 6.6333 | 6.7133 | 6.7433 |
| 7 | 4.2167 | - | 1.000 | 1.000 | 0.378 | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 9 | 4.2233 | | - | 1.000 | 0.444 | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 8 | 4.2267 | | | - | 0.479 | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 6 | 4.3567 | | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 2 | 4.7667 | | | | | - | 0.002* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 1 | 5.0467 | | | | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 0 | 5.7500 | | | | | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 3 | 6.6333 | | | | | | | | - | 0.934 | 0.696 |
| 5 | 6.7133 | | | | | | | | | - | 1.000 |

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ สูตรไส้กรอกปลา 0-9 แสดงดังหน้า 117



Mahasarakham University

**ตาราง ง-16** การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านกลิ่นรสต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

| สูตรไส้กรอกปลา | | 6 | 8 | 7 | 9 | 1 | 2 | 0 | 5 | 4 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย | 3.7667 | 3.9533 | 4.1433 | 4.1733 | 4.3167 | 4.9667 | 5.4600 | 5.9667 | 6.0100 | 6.0700 |
| 6 | 3.7667 | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 8 | 3.9533 | | - | 0.065 | 0.020* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 7 | 4.1433 | | | - | 1.000 | 0.119 | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 9 | 4.1733 | | | | - | 0.311 | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 1 | 4.3167 | | | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 2 | 4.9667 | | | | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 0 | 5.4600 | | | | | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 5 | 5.9667 | | | | | | | | - | 0.999 | 0.734 |
| 4 | 6.0100 | | | | | | | | | - | 0.987 |

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ สูตรไส้กรอกปลา 0-9 แสดงดังหน้า 117



Mahasarakham University

**ตาราง ง-17** การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านรสชาติต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

| สูตรไส้กรอกปลา | | 8 | 9 | 7 | 6 | 2 | 1 | 0 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย | 3.7600 | 3.8600 | 3.8667 | 4.2667 | 5.2667 | 5.8667 | 6.6700 | 6.8200 | 6.8600 | 7.0600 |
| 8 | 3.7600 | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 9 | 3.7600 | | - | 1.000 | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 7 | 3.8667 | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 6 | 4.2667 | | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 2 | 5.2667 | | | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 1 | 5.8667 | | | | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 0 | 6.6700 | | | | | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 3 | 6.8200 | | | | | | | | - | 0.436 | 0.000* |
| 4 | 6.8600 | | | | | | | | | - | 0.000* |

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ สูตรไส้กรอกปลา 0-9 แสดงดังหน้า 117



Mahasarakham University

**ตาราง ง-18** การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

| สูตรไส้กรอกปลา | | 8 | 7 | 9 | 6 | 2 | 1 | 0 | 3 | 5 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย | 4.2600 | 4.3233 | 4.3300 | 4.4267 | 5.7600 | 6.0433 | 7.0167 | 7.1600 | 7.3200 | 7.3367 |
| 8 | 4.2600 | - | 0.276 | 0.170 | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 7 | 4.3233 | | - | 1.000 | 0.008* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 9 | 4.3300 | | | - | 0.016* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 6 | 4.4267 | | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 2 | 5.7600 | | | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 1 | 6.0433 | | | | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 0 | 7.0167 | | | | | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 3 | 7.1600 | | | | | | | | - | 0.000* | 0.000* |
| 5 | 7.3200 | | | | | | | | | - | 1.000 |

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ สูตรไส้กรอกปลา 0-9 แสดงดังหน้า 117



Mahasarakham University

**ตาราง ง-19** การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของการประเมินทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลารมควันผสมเห็ดหลินจือสูตรต่างกัน

| สูตรไส้กรอกปลา | | 8 | 7 | 9 | 6 | 1 | 2 | 0 | 5 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย | 4.3233 | 4.3600 | 4.3633 | 4.5633 | 5.9667 | 6.0667 | 6.6667 | 6.8700 | 6.9600 | 7.0633 |
| 8 | 4.3233 | - | 0.628 | 0.513 | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 7 | 4.3600 | | - | 1.000 | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 9 | 4.3633 | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 6 | 4.5633 | | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 1 | 5.9667 | | | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 2 | 6.0667 | | | | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 0 | 6.6667 | | | | | | | - | 0.000* | 0.000* | 0.000* |
| 5 | 6.8700 | | | | | | | | - | 0.002* | 0.000* |
| 3 | 6.9600 | | | | | | | | | - | 0.000* |

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หมายเหตุ

สัญลักษณ์ สูตรไส้กรอกปลา 0-9 แสดงดังหน้า 117



Mahasarakham University

# ประวัติย่อผู้วิจัย

## ประวัติย่อผู้วิจัย

| | |
|---|---|
| **ชื่อ นามสกุล** | นางสาววรรณศิริ วรรณสืบเชื้อ |
| **วัน เดือน ปีเกิด** | พฤหัสบดี 18 ธันวาคม พ.ศ. 2529 |
| **ภูมิลำเนา** | จังหวัด หนองบัวลำภู |
| **ประวัติการศึกษา** | พ.ศ. 2547 มัธยมศึกษาตอนปลาย<br>โรงเรียนอุดรพัฒนาการ<br>อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี<br>พ.ศ. 2552 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.)<br>สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ<br>มหาวิทยาลัยมหาสารคาม<br>พ.ศ. 2554 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.)<br>สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร<br>มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| **ตำแหน่ง สถานที่ทำงาน** | นักวิทยาศาสตร์<br>สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 4<br>อำเภอสว่างวีระวงศ์ จังหวัดอุบลราชธานี |
| **ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้** | บ้านเลขที่ 104 หมู่ 1 บ้านโนนสูงเปลือย ตำบลเมืองใหม่<br>อำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู |
| **รางวัลเรียนดีและ ทุนวิจัย** | พ.ศ. 2552 ทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายใต้โครงการเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัย<br>ทุน สกว. – อุตสาหกรรม<br>พ.ศ. 2551 รางวัลโล่พระราชทานสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี รางวัลชนะเลิศระดับประเทศ<br>ประเภทขนม-อาหารว่างสากล “ข้าวพองหนอนไหม” |