# ผลของการใช้กล้าเชื้อ *Pediococcus pentosaceus* M 13-5 ต่อคุณภาพของหม้ำในกระบวนการหมักและการผลิตหม้ำพร้อมบริโภค

# EFFECT OF *Pediococcus pentosaceus* M 13-5 AS STARTER CULTURE ON QUALITY OF MUM (TRADITIONAL THAI FERMENTED SAUSAGE) AND PRODUCTION OF READY-TO-EAT MUM


สุรียาวดี สุรีพา

SUREEYAWADEE SRIFA


วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการอุตสาหกรรมอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2555


KMITL-2012-AI-M-055-127

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# ผลของการใช้กล้าเชื้อ *Pediococcus pentosaceus* M 13-5 ต่อคุณภาพของหม่ำในกระบวนการหมักและการผลิตหม่ำพร้อมบริโภค

# EFFECT OF *Pediococcus pentosaceus* M 13-5 AS STARTER CULTURE ON QUALITY OF MUM (TRADITIONAL THAI FERMENTED SAUSAGE) AND PRODUCTION OF READY-TO-EAT MUM

T122972

สุรียาวดี ศรีฟ้า

SUREEYAWADEE SRIFA

สบหมู่.....
เลขทะเบียน.....122972
วัน,เดือน,ปี.....10 ต.ค. 2555

b.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2555
KMITL-2012-AI-M-055-127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# EFFECT OF *Pediococcus pentosaceus* M 13-5 AS STARTER CULTURE ON QUALITY OF MUM (TRADITIONAL THAI FERMENTED SAUSAGE) AND PRODUCTION OF READY-TO-EAT MUM

SUREEYAWADEE SRIFA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD CATERING TECHNOLOGY

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2012

KMITL-2012-AI-M-055-127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**COPYRIGHT 2012**

**FACULTY OF AGRO-INDUSTRY**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**คณะอุตสาหกรรมเกษตร**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**ใบรับรองวิทยานิพนธ์**

---

**หัวข้อวิทยานิพนธ์** ผลของการใช้กล้าเชื้อ *Pediococcus pentosaceus* M13-5 ต่อคุณภาพของหม่ำในกระบวนการหมักและการผลิตหม่ำพร้อมบริโภค

Effect of *Pediococcus pentosaceus* M13-5 as Starter Culture on Quality of Mum (Traditional Thai Fermented Sausage) and Production of Ready-to-Eat Mum

**ชื่อนักศึกษา** นางสาวสริยาวดี ศรีฟ้า

**รหัสประจำตัว** 50068612

**ปริญญา** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

**สาขาวิชา** เทคโนโลยีการจัดเตรียมและบริการอาหาร

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์** รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม** รศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์

| คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ | ลายมือชื่อ |
|---|---|
| รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม | |
| รศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ | |
| รศ.ดร.อดิศร์ เสวัตวิรัฒน์ | |
| รศ.ดร.รุจิรา ตาปราบ | |
| รศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ | |

วัน / เดือน/ ปีที่สอบ 21 ธันวาคม 2554 เวลา 10.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง A 302 อาคารเจ้าคุณทหาร

**คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว**

**(รองศาสตราจารย์ดร.วรวิทย์ พึ่งเจริญชัย)**

**คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร**

**วันที่ 15 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 55**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | ผลของการใช้กล้าเชื้อ *Pediococcus pentosaceus* M 13-5 ต่อคุณภาพของหม้ำในกระบวนการหมักและการผลิตหม้ำพร้อมบริโภค |
| **นักศึกษา** | นางสาวสุรียาวดี ศรีฟ้า |
| **รหัสประจำตัว** | 50068612 |
| **ปริญญา** | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต |
| **สาขาวิชา** | เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร |
| **พ.ศ.** | 2555 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์** | รศ.ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม |
| **อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม** | รศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ |

## บทคัดย่อ


จากการศึกษาผลของการใช้กล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 ต่อคุณภาพของหม้ำวัวและหม้ำหมู เมื่อหมักไว้ 3 วัน พบว่ามีปริมาณกรดแลคติกในหม้ำที่เติมกล้าเชื้อมีปริมาณสูงกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อ ค่าพีเอชของหม้ำที่เติมกล้าเชื้อลดลงรวดเร็วกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อ ส่วนความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในหม้ำที่ไม่เติมและเติมกล้าเชื้อไม่มีความแตกต่างกัน และเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในหม้ำที่เติมกล้าเชื้อมีจำนวนมากกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อ เมื่อทดสอบการยอมรับด้านประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านความเปรี้ยวของหม้ำวัวและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อสูงกว่าที่ไม่เติมกล้าเชื้อ

ในการเตรียมหม้ำพร้อมบริโภคโดยนำหม้ำวัวและหม้ำหมูที่หมักโดยไม่เติมกล้าเชื้อ 3 วัน และหมักโดยเติมกล้าเชื้อ 2 วันซึ่งมีปริมาณกรดแลคติกใกล้เคียงกันมาศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อด้วยการพาสเจอไรส์ โดยบรรจุหม้ำแบบสุญญากาศถุงละ 200 กรัม และแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 75 องศาเซลเซียส พบว่าต้องใช้เวลา 15 นาที จึงจะทำให้จุดศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิถึง 72 องศาเซลเซียส เพื่อฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ หม้ำพร้อมบริโภคจากข้างต้นที่ผ่านการพาสเจอไรส์เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 15 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อทดสอบการยอมรับด้านประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับหม้ำวัวพร้อมบริโภค ด้านรสชาติและความชอบรวมในระดับปานกลาง คือ 6 คะแนน ส่วนหม้ำหมูพร้อมบริโภคผู้ทดสอบให้คะแนนด้านเนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว รสชาติ และความชอบรวม ในระดับชอบปานกลาง คือ 6 คะแนน จากคะแนนเต็ม 7 คะแนน ซึ่งหม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ผ่านการพาสเจอไรส์มีปริมาณกรดแลคติก 1.23, 1.30 เปอร์เซ็นต์ พีเอช 4.56, 4.49 ค่าความชื้น 39.53, 36.20 เปอร์เซ็นต์ และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เป็น 0.76, 0.79 ตามลำดับ นอกจากนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณไนไตรทคงเหลือเป็น 2.83, 2.91 ส่วนในล้านส่วน และเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเป็น 20, 15 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **Thesis Title** | Effect of *Pediococcus pentosaceus* M 13-5 as starter culture on quality of Mum (traditional thai fermented sausage) and production of ready-to-eat Mum |
| **Student** | Miss Sureeyawadee Srifa |
| **Student ID.** | 50068612 |
| **Degree** | Master of Science |
| **Program** | Food Catering Technology |
| **Year** | 2012 |
| **Thesis Advisor** | Assistant Professor Dr. Praphan Pinsirodom |
| **Thesis Co-Advisor** | Assistant Professor Yaowaluk Surapunpisid |

# ABSTRACT

Quality of traditional Thai fermented sausages (Mum) produced from beef and pork using *Pediococcus pentosaceus* M 13-5 as starter culture compared to the natural fermentation (without using starter culture) was studied. The results revealed that, after 3 day of fermentation, the samples with starter culture contained higher amount of lactic acid than those samples without starter culture, and led the pH of Mum with starter culture lower than those without starter culture. The results of others chemical contents such as moisture content (MC) and water activity ($a_w$) in Mum fermented with and without starter culture were shown no-different, while the number of bacteria from total plate count of Mum with starter culture showed higher than those of without starter culture. Besides, the sensory evaluation of both Mum produced from beef and pork fermented with *P. pentosaceus* M 13-5 as starter culture revealed the higher acceptance scores when compared to those samples without starter culture.

The production of Mum from beef and pork without starter culture which left to ferment for 3 days exhibited mostly the same amount of lactic acid to Mum from beef and pork with starter culture which left to ferment for 2 days. When these 2 types of Mum samples, which exhibited mostly the same amount of lactic acid, were used for studying of an appropriate time for product pasteurization. It was revealed that the pasteurization of 200 gram of Mum in vacuum packed under 75 °c in waterbath consumed about 15 min in order to lead the temperature of the core product to 72 °c. After that keeping these pasteurized samples for 15 days at room temperature, all samples

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

were then evaluated for sensory acceptance. The results revealed that panelist accepted the taste and overall acceptance of Mum from beef (with a ranking score of 6 from 7 points) while most panelists accepted in the texture, sourness, taste and overall acceptance of Mum from pork (ranking score of 6 from 7 points). The pasteurized ready-to-eat Mum from beef and pork contained lactic acid 1.23 and 1.30%, pH 4.56 and 4.49, moisture content 39.53 and 36.20%, and $a_w$ 0.76, and 0.79, respectively. In addition residual nitrite of 2.83 and Mum from beef and Mum from pork was 2.29 ppm and total plate count of the samples were 20 and 15 cfu/g, respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ พศ. 2551 และเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนระดับปริญญาโทของสาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สำเร็จได้ด้วยดีด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ. ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม รศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ. ดร. อดิศร เสวตวิวัฒน์ ที่ได้ให้คำปรึกษาข้อมูลต่าง ๆ แนะนำการวางแผนการทดลอง รวมทั้งความรู้ที่มีประโยชน์ และให้คำปรึกษาอุปสรรคต่าง ๆ ในระหว่างการทดลองตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการตรวจและแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ด้วย ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร. รุจิรา ตาปราบ และ รศ. ดร. ระดิพร หาเรือนกิจ ที่ให้คำแนะนำเพิ่มเติมช่วยแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ นักศึกษาปริญญาโทสาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร ทุก ๆ คน และนักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร ที่ช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ตลอดจนเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่าน

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ทุกคนในครอบครัวข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจให้การสนับสนุนและช่วยเหลือในทุกด้านตลอดมา ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุรียาวดี ศรีฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | III |
| กิตติกรรมประกาศ | V |
| สารบัญ | VI |
| สารบัญตาราง | VIII |
| สารบัญภาพ | X |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย | 2 |
| 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย | 3 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 4 |
| 2.1 ไส้กรอกหมัก | 4 |
| 2.2 หม้ำ | 5 |
| 2.3 ส่วนผสมในการผลิตหม้ำ | 6 |
| 2.4 กรรมวิธีการหมักหม้ำ | 10 |
| 2.5 แบคทีเรียแลคติก (Lactic acid bacteria) | 12 |
| 2.6 ประโยชน์ของการใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในการผลิตเนื้อหมัก | 16 |
| 2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร | 17 |
| 2.8 การบรรจุภายใต้สภาพสุญญากาศ | 20 |
| 2.9 ปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการใช้ความร้อนฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร | 21 |
| 2.10 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคในผลิตภัณฑ์หม้ำ | 22 |
| 2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 22 |
| บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง | 27 |
| 3.1 วัตถุดิบ | 27 |
| 3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ | 27 |
| 3.3 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ | 28 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)


หน้า

3.4 วิธีการทดลอง..... 28

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์..... 33

4.1 ผลการใช้กล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 ในกระบวนการหมักต่อคุณภาพหม่ำวัวและหม่ำหมู..... 33

4.2 ผลของการเติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 ต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หม่ำ..... 42

4.3 ผลของการศึกษาสภาวะการเตรียมหม่ำพร้อมบริโภค..... 44

4.4 ผลการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์หม่ำวัวและหม่ำหมูพร้อมบริโภค..... 53

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง..... 57

บรรณานุกรม..... 59

ภาคผนวก..... 63

ภาคผนวก ก วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและจุลินทรีย์..... 64

ภาคผนวก ข แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส..... 68

ภาคผนวก ค รูปหม่ำ..... 69

ประวัติผู้เขียน..... 71



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | หน้า |
|---|---|
| 3.1 ส่วนประกอบของตำรับหม้ำวัว | 29 |
| 3.2 ส่วนประกอบของตำรับหม้ำหมู | 29 |
| 4.1 ปริมาณกรดแลคติกและค่าพีเอชของหม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 เมื่อหมักเป็นเวลา 0 – 3 วัน | 33 |
| 4.2 ปริมาณกรดแลคติกและค่าพีเอชของหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 เมื่อหมักเป็นเวลา 0 – 3 วัน | 34 |
| 4.3 ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของหม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 เมื่อหมักเป็นเวลา 0 – 3 วัน | 36 |
| 4.4 ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 เมื่อหมักเป็นเวลา 0 – 3 วัน | 37 |
| 4.5 ปริมาณไนไตรทคงเหลือในหม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus*M 13-5 เมื่อหมักเป็นเวลา 0 วัน | 38 |
| 4.6 ปริมาณไนไตรทคงเหลือในหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 เมื่อหมักเป็นเวลา 0 – 3 วัน | 39 |
| 4.7 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในหม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus*M 13-5 เมื่อหมักเป็นเวลา 0 – 3 วัน | 40 |
| 4.8 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 เมื่อหมักเป็นเวลา 0 – 3 วัน | 41 |
| 4.9 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์หม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำวัวที่เติมกล้า | 42 |
| 4.10 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อ | 43 |
| 4.11 เวลาและอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของหม้ำ | 45 |
| 4.12 ปริมาณกรดแลคติกและค่าพีเอชในหม้ำวัวพร้อมบริโภคเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเป็นเวลาต่าง ๆ กัน | 46 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**ตารางที่** **หน้า**


4.13 ปริมาณกรดแลคติกและค่าพีเอชในหม้ำหมูพร้อมบริโภคเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเป็นเวลาต่าง ๆ กัน ..... 47

4.14 ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในหม้ำวัวพร้อมบริโภคที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่าง ๆ กัน..... 48

4.15 ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่าง ๆ กัน..... 49

4.16 ปริมาณไนไตรทคงเหลือในหม้ำวัวพร้อมบริโภคเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเป็นเวลาต่าง ๆ กันเวลา ..... 51

4.17 ปริมาณไนไตรทคงเหลือในหม้ำหมูพร้อมบริโภคเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเป็นเวลาต่าง ๆ กัน..... 51

4.18 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในหม้ำวัวพร้อมบริโภคเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลาต่าง ๆ กัน..... 52

4.19 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในหม้ำหมูพร้อมบริโภคเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลาต่าง ๆ กัน..... 53

4.20 กลุ่มผู้บริโภคที่ทำการทดสอบประสาทสัมผัสหม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภค..... 54

4.21 จำนวนผู้ทดสอบที่ให้คะแนนระดับความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หม้ำวัวพร้อมบริโภค ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน จากผู้ทดสอบทั้งหมด 100 คน.. 55

4.22 จำนวนผู้ทดสอบที่ให้คะแนนระดับความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หม้ำหมูพร้อมบริโภค ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน จากผู้ทดสอบทั้งหมด 100 คน.. 56



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

3.1 ขั้นตอนการผลิตหมำ้..... 30
ก.1 กราฟมาตรฐานของโซเดียมไนไตรทสำหรับใช้วิเคราะห์ปริมาณไนไตรทคงเหลือใน ผลิตภัณฑ์หมำ้..... 66
ค.1 ผลิตภัณฑ์หมำ้ที่ผลิตเสร็จแขวนหมักวันแรก (วันที่ 0)..... 69
ค.2 ผลิตภัณฑ์หมำ้ที่หมักเป็นเวลา 3 วัน..... 69
ค.3 ผลิตภัณฑ์หมำ้วัวพร้อมบริโภค..... 70
ค.4 ผลิตภัณฑ์หมำ้หมูพร้อมบริโภค..... 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หม้ำเป็นผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักพื้นบ้านของไทย ในการผลิตหม้ำส่วนใหญ่มักจะทำเพื่อการบริโภคในครัวเรือนหรือเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ซึ่งมีกรรมวิธีที่ไม่ยุ่งยากและต้นทุนการผลิตไม่สูง เนื่องจากสามารถใช้อุปกรณ์และเทคโนโลยีในการผลิตขั้นพื้นฐานก็เพียงพอแล้ว พบการผลิตและจำหน่ายในหลายจังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น ขอนแก่น กาฬสินธุ์ อุดรธานี ร้อยเอ็ด มหาสารคาม เป็นต้น โดยส่วนประกอบในการทำหม้ำ ซึ่งส่วนผสมนี้จะแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ได้แก่ เนื้อวัวบด เครื่องในวัว ข้าวคั่ว ข้าวเหนียวนึ่ง กระเทียม ตะไคร้ เกลือ ผงชูรสและเครื่องปรุงรสอื่น ๆ นำส่วนผสมทั้งหมดมานวดผสมให้เข้ากันแล้วบรรจุในไส้ส่วนสุดท้ายหรือกระเพาะปัสสาวะของหมูหรือวัว จากนั้นนำไปแขวนหมักไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1-3 วัน จะได้หม้ำที่มีกลิ่นหมักและรสชาติเปรี้ยว สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานาน รสชาติเปรี้ยวในหม้ำมีสาเหตุจากกระบวนการหมักที่เกิดกรดแลคติกจากเชื้อในธรรมชาติขึ้นในการบริโภคหม้ำนิยมบริโภคทั้งดิบและสุก เนื่องจากเนื้อสัตว์ดิบมีโอกาสปนเปื้อนจากเชื้อซาลโมเนลา ดังนั้นหม้ำซึ่งใช้เนื้อสัตว์ดิบเป็นส่วนผสมหลักและไม่มีการให้ความร้อนในกระบวนการผลิต จึงมีโอกาสปนเปื้อนเชื้อซาลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์ จุลินทรีย์ก่อโรคในหม้ำนอกจาก ซาลโมเนลา แล้วยังมี สแตฟฟิโลค็อกคัส และอีโคไล ด้วยเหตุนี้จึงมีแนวคิดในการผลิตหม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภคด้วยการเติมกล้าเชื้อแลคติกที่มีสมบัติในการสร้างสารแบคเทอริโอซิน (Bacteriocin) ที่การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในอาหาร แล้วนำหม้ำวัวและหม้ำหมูที่ผ่านกระบวนการหมักด้วยกล้าเชื้อไปทำให้สุกด้วยวิธีการอบด้วยความร้อนแห้งเพื่อให้ผู้บริโภคนำไปรับประทานได้ทันที เพื่อเป็นการเพิ่มความสะดวกและความปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น

สารแบคเทอริโอซิน (Bacteriocin) ซึ่งผลิตจากแบคทีเรียแลคติก กำลังเป็นที่สนใจ เนื่องจากผู้บริโภคหันมาให้ความสำคัญในด้านความปลอดภัยมากขึ้น ต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ และปราศจากสารปรุงแต่ง (additive free) สารแบคเทอริโอซิน มีคุณสมบัติยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และก่อให้เกิดการเน่าเสียในอาหารช่วยลดการสะสมของสารไนโตรซามีนซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติกที่ผลิตสารแบคเทอริโอซินเพื่อการหมักหม้ำจึงถือเป็นทางเลือกใหม่สำหรับกระบวนการผลิตอาหารประเภทนี้

สุเมธ ( 2550 ) ได้คัดเลือกเชื้อแบคทีเรียแลคติกที่มีสมบัติในการสร้างแบคเทอริโอซินซึ่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งและทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ จากตัวอย่างหม้ำที่จำหน่ายในเขตจังหวัดขอนแก่นและนครราชสีมา พบว่าแบคทีเรียแลคติกสายพันธุ์ *Pediococcus pentosaceus* M 13-5 สามารถสร้างแบคเทอริโอซินที่เรียกว่า Pediocin PA-1 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ที่ทนความร้อนสูง พีเอชต่ำ จึงนำเชื้อแบคทีเรีย *P. pentosaceus* M 13-5 มาใช้เป็นกล้าเชื้อในการผลิตหม้ำเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยจากเชื้อกลุ่มที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้ นอกจากนี้กล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติกยังมีผลต่อการสลายของไนเตรทและไนไตรท โดยทำให้ไนเตรทที่สลายตัวเป็น ไนไตรท ถูกรีดิวส์เป็นไนตริกออกไซด์ เพื่อรวมกับฮีมไมโอโกลบิน ( heme - myoglobin ) เปลี่ยนไปเป็นสารไนโตรซิลฮีโมโครม ( nitrosyl haemochrome ) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยกับผู้บริโภคมากขึ้น

การศึกษาสภาวะการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีในระหว่างการหมักหม้ำ ทั้งจากการใช้กล้าเชื้อบริสุทธิ์และการหมักโดยจุลินทรีย์จากธรรมชาติ ทำให้สามารถนำมาปรับปรุงกระบวนการผลิต ยืดอายุการเก็บรักษาและได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีสม่ำเสมอเป็นมาตรฐานเดียวกันและผลิตหม้ำระดับอุตสาหกรรมได้

เนื่องจากหม้ำเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเนื้อวัว และในปัจจุบันการบริโภคเนื้อวัวลดลงทำให้ผู้บริโภคบางกลุ่มไม่บริโภคหม้ำ ในการทดลองครั้งนี้นอกจากผลิตหม้ำจากเนื้อวัวแล้วยังนำเนื้อหมูมาผลิตหม้ำด้วย เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับผู้ที่ไม่บริโภคเนื้อวัวได้หันมาบริโภคหม้ำ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาผลของการใช้กล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 ต่อการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพในกระบวนการหมักหม้ำวัวและหม้ำหมู
2. ศึกษาภาวะ การหมักและกรรมวิธีการผลิต ที่เหมาะสมในการผลิตหม้ำพร้อมบริโภค
3. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer Test) ต่อหม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. งานวิจัยนี้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพในการหมักหม้ำข้อ ซึ่งเป็นหม้ำวัวและหม้ำหมู
2. กรรมวิธีการหมักหม้ำใช้วิธีการหมัก 2 แบบ คือ หมักโดยไม่เติมกล้าเชื้อและหมักโดยเติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5
3. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ดังนี้
    - 3.1 วิเคราะห์หาปริมาณกรดแลคติก
    - 3.2 วัดค่าพีเอช
    - 3.3 วิเคราะห์ปริมาณความชื้น
    - 3.4 วัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้
    - 3.5 ปริมาณไนไตรทคงเหลือในผลิตภัณฑ์
4. ทดสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ไส้กรอกหมัก

ไส้กรอกหมักหมายถึง ไส้กรอกที่ปรับสภาวะต่าง ๆ ให้เหมาะสมแก่การเจริญของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก โดยส่วนผสมของไส้กรอกหมักจะเตรียมโดยการผสมเนื้อและไขมันบดกับเกลือ สารประกอบไนไตรท หรือไนเตรท เครื่องเทศ และอื่น ๆ ให้เข้ากันแล้วบรรจุลงในไส้หรือแบบบรรจุ ปล่อยให้เกิดการหมักแบบบ่ม จะทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีรสเปรี้ยว มีกลิ่นรสเฉพาะตัว โดยที่ในปัจจุบันไส้กรอกหมักเป็นที่รู้จักกันทั่วไป และแต่ละท้องถิ่นก็จะมีสูตรและกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันออกไป เช่น Cervelat ซึ่งนิยมบริโภคกันในประเทศเนเธอร์แลนด์ เยอรมันนี สวีเดน ออสเตรเลีย อเมริกา และไอซ์แลนด์ Salami หรือ Chorizo เป็นไส้กรอกหมักแบบแห้ง นิยมบริโภคกันในประเทศบัลกาเรีย โปรตุเกส เม็กซิโก สเปน สวิสเซอร์แลนด์ สวีเดน อเมริกา อเมริกาใต้ อิตาลี อินเดีย และออสเตรเลีย เป็นต้น (วิเชียร, 2540)

### 2.1.1 ชนิดของไส้กรอกหมัก

Varnam and Sutherland (1995) กล่าวไว้ว่าไส้กรอกหมักแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ ไส้กรอกหมักชนิดกึ่งแห้ง (Semi-dry fermented sausages) และไส้กรอกหมักชนิดแห้ง (Dry fermented sausages) โดยไส้กรอกหมักชนิดกึ่งแห้งเป็นไส้กรอกหมักที่มีระยะเวลาในการผลิตตั้งแต่ 3 วัน จนถึง 4 สัปดาห์ มีปริมาณน้ำ 30 – 42 เปอร์เซ็นต์ ค่าปริมาณน้ำอิสระในอาหาร ($A_w$) 0.92 – 0.96 ตัวอย่างเช่น Teewurst, Frische mettwurst, Summer sausage Thuringer เป็นต้น สำหรับไส้กรอกหมักแบบแห้งเป็นไส้กรอกหมักที่มีระยะเวลาในการผลิตตั้งแต่ 12 – 14 สัปดาห์ มีปริมาณความชื้น 20 – 30 เปอร์เซ็นต์ ค่าปริมาณน้ำอิสระในอาหาร ($A_w$) 0.82 – 0.86 ตัวอย่างเช่น Salami, Genoa, Saucisson และ Chorizo เป็นต้น ไส้กรอกหมักแบบแห้งจะผ่านการทำแห้งโดยเอาน้ำออกไป 25 – 50 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับไส้กรอกหมักแบบกึ่งแห้งจะผ่านการทำแห้งโดยเอาน้ำออกไป 10 – 15 เปอร์เซ็นต์ โดยจะต้องมีสัดส่วนของความชื้นต่อโปรตีนในผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย สำหรับไส้กรอกหมักแบบแห้งไม่เกิน 2.3:1 และ สำหรับไส้กรอกหมักแบบกึ่งแห้งมีค่าเป็น 3.7:1

ในประเทศไทยไส้กรอกหมักที่เป็นที่รู้จักกันดีได้แก่ แหนม ไส้กรอกเปรี้ยว และหม้ำ ซึ่งจัดเป็นไส้กรอกหมักชนิดกึ่งแห้ง โดยแหนมมีปริมาณน้ำ 63.93 – 67.60 เปอร์เซ็นต์ ไส้กรอกเปรี้ยวมีปริมาณน้ำ 31.48 – 38.49 เปอร์เซ็นต์ และหม้ำมีปริมาณน้ำ 33.82 – 74.65 เปอร์เซ็นต์ และมีระยะเวลาการผลิตประมาณ 2 – 5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2 หม้ำ**

หม้ำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักพื้นบ้านของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ภาษาท้องถิ่นเรียกว่า ตับน้ำหรือจ่อมเนื้อ หม้ำมี 3 ชนิด คือ หม้ำข้อ หม้ำพก และหม้ำหม้อ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนได้ให้นิยามของหม้ำว่า เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากส่วนที่เป็นเนื้อของวัว ควาย หรือหมูเป็นส่วนประกอบหลัก ผสมกับตับและม้ามของสัตว์นั้น ๆ แล้วเติมเครื่องปรุงเช่น เกลือ ข้าวคั่ว ข้าวสุก กระเทียมบด นวดให้เข้ากัน บรรจุลงไส้ หรือกระเพาะปัสสาวะสัตว์ที่สะอาด หรือบรรจุในไส้อื่นที่บริโภคได้ แล้วผูกปลายหรือมัดเป็นท่อน ๆ ผึ่งไว้ในร่ม 2 วันถึง 3 วัน จนมีรสเปรี้ยว (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 146/2546) การบริโภคหม้ำสามารถบริโภคทั้งดิบหรือสุก เช่น นำมาย่าง ทอด อบ นึ่ง ลวกน้ำร้อนหรือนำมาประกอบอาหาร เช่น ผัดกับผักต่าง ๆ การหมักหม้ำเป็นกระบวนการช่วยถนอมอาหารวิธีหนึ่ง ความเปรี้ยวตลอดจนกลิ่นรสของหม้ำเกิดขึ้นเนื่องจากแบคทีเรียที่เข้ามาเกี่ยวข้องในระหว่างการหมัก

หม้ำ แบ่งตามภาชนะบรรจุที่ใช้ในการผลิตได้เป็น 3 ชนิด คือ (เยาวลักษณ์, 2547)

**2.2.1 หม้ำข้อ** บรรจุในไส้หมูสดหรือไส้วัวสด ที่ล้างสะอาด แล้วผูกมัดเป็นปล้องขนาด 4-5 นิ้ว แขวนผึ่งแดดรำไรไว้บริเวณชายคาบ้านเพื่อให้ผิวนอกของไส้แห้ง แขวนราวผึ่งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1-2 วัน รับประทานได้ หม้ำข้อที่แห้งดี สามารถเก็บไว้รับประทานได้นานเป็นเดือน

**2.2.2 หม้ำพก** บรรจุในไส้สุดหรือไส้ติ่งของวัว มีขนาดใหญ่ น้ำหนัก 1-4 กิโลกรัมต่อพก แขวนผึ่งลมไว้ หม้ำจะเกิดการหมักให้รสเปรี้ยวภายใน 2-3 วัน และหม้ำจะแห้งน้ำหนักจะลดลงไปเรื่อย ๆ หม้ำพกที่แห้งได้ที่เหมาะสม สามารถเก็บไว้รับประทานได้นาน 1-3 เดือน โดยไม่เน่าเสียและความเปรี้ยวไม่เพิ่มขึ้น ความชื้นขั้นสุดท้ายประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์

**2.2.3 หม้ำหม้อ** บรรจุในหม้อเพื่อรับประทานสด หม้ำหม้อมีราคาถูกที่สุดเนื่องจากมีการเติมปอดผสมรวมกับเนื้อ ม้าม และตับ บรรจุในหม้ออัดให้แน่น ตั้งหมักไว้ 1-2 วันจึงตักแบ่งจำหน่าย

หม้ำทุกชนิด เมื่อรับประทานต้องนำมาทำให้สุก โดยการปิ้ง ย่าง อบ นึ่งหรือลวกน้ำร้อน รับประทานกับหัวหอมแดง พริกขี้หนูสด และขมิ้นขาว เป็นต้น รสชาติออกเปรี้ยว มีคุณค่าทางอาหารสูง การเก็บมักจะเก็บในตู้เย็นเพื่อรักษารสชาติไม่ให้เปรี้ยวจัดจนเกินไป (ลักขณา, 2540)

ในระหว่างการหมักหม้ำ ในวันแรกของการหมักพบ *P. cerevisiae* และ *Lb. plantarum* เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและลดจำนวนลงในวันที่ 2 - 4 ของการหมัก พีเอชของหม้ำในช่วงแรกเป็น 4.6 - 5.3 และเมื่อตั้งหมักไว้ถึง 7 และ 14 วัน พบว่ามี *P. cerevisiae* อยู่มากกว่าแบคทีเรียชนิดอื่น ๆ และพีเอชคงอยู่เท่าเดิมไม่ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 ส่วนผสมในการผลิตหม้ำ

ส่วนผสมที่ใช้เป็นองค์ประกอบของหม้ำมีดังนี้ (เยาวลักษณ์, 2547)

### 2.3.1 เนื้อสัตว์

เนื้อที่ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์หมัก เช่น ไส้กรอกหมัก salami อาจใช้เนื้อหมู เนื้อวัว เนื้อแกะ หรือเนื้อไก่ ขึ้นอยู่กับชนิดของไส้กรอกหมักและท้องถิ่นที่ผลิต บางท้องถิ่นในแถบยุโรปตะวันออกพบว่ามีการใช้เนื้อลาและเนื้อม้าในการผลิตไส้กรอก เนื้อสัตว์เป็นส่วนผสมหลักของหม้ำ ให้คุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งในเนื้อสัตว์มีโปรตีนอยู่ประมาณ 18-20 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.9 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 1.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทำให้แบคทีเรียกรดแลคติก และแบคทีเรียอื่น ๆ เจริญได้ ในการผลิตหม้ำนิยมใช้เนื้อวัว เนื้อหมู เนื้อสัตว์ที่ใช้ต้องมีคุณภาพดี ไม่ปนเปื้อนเลือด มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์น้อย นิยมใช้เนื้อส่วนโคนขาในการทำหม้ำ เพราะหม้ำต้องการเนื้อที่มีปริมาณไขมันต่ำ เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อที่มีลักษณะคล้ายไส้กรอกแห้ง ในเนื้อสัตว์นอกจากมีโปรตีนแล้วยังมีสารไมโอโกบิน (myoglobin) ซึ่งเป็นสารที่มีสีแดงจะทำให้อาหารมีสีแต่เมื่ออยู่ในสภาวะที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ จะทำให้ ไมโอโกบิน (myoglobin) มีสีคล้ำ ดังนั้นหม้ำจึงมีสีคล้ำ

### 2.3.2 คาร์โบไฮเดรต

การเติมคาร์โบไฮเดรตมีวัตถุประสงค์เพื่อให้จุลินทรีย์ที่ผลิตกรดใช้เป็นแหล่งคาร์บอนทำให้จุลินทรีย์เจริญอย่างรวดเร็วและผลิตกรดจำนวนมาก ส่งผลให้พีเอชในผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ผลิตภัณฑ์ปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เช่น *Staphylococcus aureus* ไพโรจน์และคณะ (2539) ใช้ข้าวเหนียวเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในการผลิต จะให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์หลังการผลิตมากที่สุด ซึ่งน้ำตาลรีดิวซ์จะถูกเปลี่ยนเป็นกรดแลคติกทำให้มีปริมาณกรดแลคติกเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากข้าวเหนียวยังมีข้าวชนิดอื่นที่นิยมเติมลงในหม้ำได้แก่

ก. ข้าวเจ้าหุงสุก

ข้าวเจ้าหุงสุกที่เติมลงในผลิตภัณฑ์ไม่ได้เติมลงไปเพื่อเพิ่มปริมาณ แต่แป้งของข้าวที่ได้มีการทำให้สุกแล้วจึงเติมลงไปเพื่อเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ เพราะเชื้อ จุลินทรีย์สามารถนำเอาไปใช้ได้ง่ายกว่าแป้งที่ยังไม่ผ่านการทำให้สุกก่อน จากรายงานของ Acton และคณะ(1977) ในการใช้ข้าวเหนียวสุก หลังผ่านระยะการหมักแล้ว แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก มีแนวโน้มที่จะทำให้เกิด homofermentation คือจะให้กรดแลคติกเพียงอย่างเดียวได้ เมื่อคาร์โบไฮเดรตที่ใช้มีน้ำหนักโมเลกุลเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ข. ข้าวเจ้าคั่ว**

ข้าวคั่วที่เติมลงไปในผลิตภัณฑ์นั้นเพื่อให้ข้าวคั่วมีกลิ่นหอมไปลดกลิ่นคาวของเนื้อเป็นหลักและยังทำหน้าที่ดูดน้ำ ไม่เหมาะสำหรับการเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต เนื่องจากแป้งข้าวเจ้าที่นำมาทำเป็นข้าวคั่วนั้นไม่ได้ผ่านการทำให้สุก

**2.3.3 เกลือ**

บทบาทแต่ดั้งเดิมของการใช้เกลือมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อป้องกันการเน่าเสียของเนื้อสัตว์เนื่องจากจุลินทรีย์ในสภาพการเก็บรักษาในที่อุณหภูมิห้อง (35-37 องศาเซลเซียส) ทำให้ต้องใช้เกลือที่มีความเข้มข้นสูง โดยปกติในผลิตภัณฑ์จะมีปริมาณเกลือประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เนื้อมีรสชาติเค็มจัดและผลิตภัณฑ์มีลักษณะแห้ง ผิวหน้าเหี่ยวย่น สีคล้ำ มองดูไม่น่ารับประทาน ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามามีบทบาทต่อการถนอมรักษาเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น ทำให้การเก็บรักษาสามารถเก็บไว้ได้ที่อุณหภูมิต่ำ ดังนั้น การใช้เกลือจึงลดปริมาณความเข้มข้นลงได้มาก เพียงเพื่อให้รสชาติดีขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้บริโภคซึ่งจะอยู่ในช่วงระดับของเกลือที่ 1.5-3.0 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ส่วนการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย (bacteriostatic role) เนื่องจากเกลือมีผลต่อการลดน้ำที่จุลินทรีย์จะนำไปใช้ เพื่อการเจริญเติบโต (water activity , Aw) และทำให้แรงดันออสโมติก (osmotic pressure) ของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไป ค่า Aw จะลดลง จึงมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และป้องกันการเน่าเสีย ดังนี้คือ สารละลายเกลือ 10 เปอร์เซ็นต์ มีผลยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังป้องกันการสร้างสารพิษของ *Clostridium botulinum* เมื่อใช้กับเกลือไนเตรทความร้อนและกรด

เกลือให้รสชาติ ทำให้อาหารมีรสเค็มและช่วยปรับปรุงกลิ่นรสของเนื้อและส่วนผสมอื่น ๆ ให้ดีขึ้นและ ยังทำหน้าที่ในการละลาย myofibrin protein และ sarcoplasmic protein ซึ่งโปรตีนเหล่านี้จะทำหน้าที่ห่อหุ้มไขมันและตรึงน้ำ มีส่วนช่วยเสริมปัจจัยอื่น ในการช่วยถนอมอาหาร พบว่าปริมาณเกลือ 2.5-3.5 เปอร์เซ็นต์ จะยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบซึ่งเป็นสาเหตุการเสื่อมเสียของอาหารหมักในระยะแรก ๆ ของการหมัก ส่วนแบคทีเรียกรดแลคติกจะทนเกลือได้ จึงสามารถเจริญได้แล้วผลิตกรดแลคติกออกมาช่วยในการถนอมอาหารหมัก

**2.3.4 เกลือไนไตรทและเกลือไนเตรท**

ใช้ในรูปของโซเดียมไนไตรทหรือโปแตสเซียมไนไตรท และโซเดียมไนเตรทหรือโปแตสเซียมไนเตรท มีประโยชน์หลากหลายด้านที่จำเป็น แต่ขณะเดียวกันก็ทำให้เกิดสารก่อมะเร็งที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ ซึ่งโดยปกติแล้วสารนี้ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในอาหารเมื่อผู้บริโภคใช้ในปริมาณมากเกินไป โดยไนไตรทเมื่อซึมผ่านลำไส้เข้าสู่กระแสโลหิตและจะไปออกซิไดส์ฮีโมโกลบินใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เม็ดเลือดแดงกลายเป็นเมตไมโอโกลบิน (metmyoglobin) ซึ่งจะทำให้เลือดนั้นหมดสภาพไม่สามารถลำเลียงออกซิเจนได้อีก แต่นักวิจัยหลายคนได้พิจารณาถึงผลของอันตรายที่เกิดขึ้นจากสารพิษของแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปว่ารุนแรงกว่าการเกิดสารไนโตรซามีนจากสารไนไตรทที่เหลืออยู่ จึงได้พิจารณาถึงปริมาณไนไตรทและไนเตรทที่น้อยที่สุดที่ควรใช้ เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค ไนไตรทไม่เกิน 125 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และไนเตรทไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ไนไตรทและไนเตรททำให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดง และรักษาสีแดงของผลิตภัณฑ์โดยบทบาทของเกลือไนไตรทและไนเตรทต่อการเกิดสีในผลิตภัณฑ์เนื้อ มีผลเนื่องจากการแตกตัวให้สารไนตริกออกไซด์เพื่อเข้าไปทำปฏิกิริยากับไมโอโกลบิน เกิดเป็นไนตริกออกไซด์ไมโอโกลบินสีแดง และเมื่อได้รับความร้อนในระหว่างการแปรรูป ไนตริกออกไซด์ไมโอโกลบิน จะเปลี่ยนเป็นไนโตรโซฮีโมโกลบินที่มีสีชมพู ช่วยเพิ่มรสชาติแก่ผลิตภัณฑ์ ทำให้มีกลิ่นรสเฉพาะตัวเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าการใช้เกลือในการหมักเนื้อเพียงอย่างเดียว ช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และป้องกันการงอกของสปอร์แบคทีเรีย โดยเฉพาะเชื้อ *Clostridium butulinum* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ไม่ต้องการออกซิเจน (anaerobic bacteria) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังช่วยยับยั้งการหืนของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อโดยไปยับยั้งปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนของไขมัน (oxidative rancidity) ทางการค้าจะผสมไนไตรทและไนเตรทกับเกลือแกง เพื่อสะดวกต่อการใช้และมีชื่อทางการค้าว่า ผงเพรค (praque power) กิตติวรรณ (2546) ได้รายงานว่าในการผลิตหม้ำรมควันที่เติมโซเดียมไนไตรท 80 มิลลิกรัม / กิโลกรัม ร่วมกับโซเดียมแอสคอร์เบท 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จะได้ผลิตภัณฑ์ซึ่ง เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั้งด้านลักษณะปรากฏและการยอมรับโดยรวม

**2.3.5 กระเทียม**

ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักมีการเติมกระเทียมปริมาณมากเพื่อช่วยดับกลิ่นคาวของเนื้อสัตว์ มีส่วนช่วยในการเร่งกระบวนการหมักของเชื้อแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์เนื้อ โดยไปเร่งการผลิตกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมัก ช่วยยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่มีส่วนสำคัญในการทำให้ผลิตภัณฑ์เน่าเสีย รวมถึงจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค Swetwiwathana และคณะ (2004) ได้ศึกษาถึงผลของกระเทียมและไนไตรทที่มีต่อการผลิตแบคเทอริโอซิน ชนิดเพดิโอซิน (*Pediocin*) PA-1 ของแบคทีเรีย *P. pentosaceus* TISTR 536 และการเจริญของ *S.* Anatum ในสภาวะการหมักแหนมจำลอง พบว่าการเติมกระเทียมสด 5 เปอร์เซ็นต์ช่วยให้ *P. pentosaceus* TISTR 536 เจริญได้ดีทั้งที่มีและไม่ได้เติมกระเทียม และเมื่อใช้กระเทียมสด 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับไนไตรท 125 ppm และเติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* TISTR 536 สามารถลดจำนวนของ *S.* Anatum ได้ภายใน 30 ชั่วโมง Ankri และ Mirelman (1999) ศึกษาสมบัติในการเป็นสารต้านจุลินทรีย์ของ allicin จากกระเทียมพบว่า allicin เป็นสาระสำคัญที่พบเมื่อกระเทียมถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้แตกสาร allicin บริสุทธิ์จะแสดงฤทธิ์เป็นสารต้านแบคทีเรียได้ทั้งแกรมบวกและแกรมลบ สามารถใช้เป็นส่วนประกอบของยาที่ใช้ต้านโรคเกี่ยวกับลำไส้ที่เกิดจากเชื้อ *E. coli* ใช้เป็นสารต้านเชื้อรา เช่น *Candida albicans* เป็นสารต้านปรสิต รวมถึงโปรตัวซัวที่เป็นปรสิตในลำไส้ของมนุษย์ เช่น *Entamoeba histolytica* และ *Giardia lamblia* และพบว่ายังเป็นสารต้านไวรัสอีกด้วยสารต้านจุลินทรีย์ที่เป็นผลมาจากสาร allicin นี้ เนื่องมาจากสารนี้ทำปฏิกิริยากับกลุ่ม thiol ของเอนไซม์ต่าง ๆ เช่น alcohol dehydrogenase, thioredoxin reductase และ RNA polymerase ที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการเผาผลาญที่จำเป็นของจุลินทรีย์ ไพโรจน์ และคณะ (2539) รายงานว่าเครื่องเทศนอกจากเป็นส่วนประกอบที่ให้รสชาติ และกลิ่นตามธรรมชาติแก่ผลิตภัณฑ์แล้วยังพบว่าเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการผลิตกรดที่ดี โดยเฉพาะกระเทียมสดมีผลโดยตรงต่ออัตราความเร็วของการหมัก โดยจะเป็นตัวกระตุ้นให้แลคติกแบคทีเรียที่ผลิตกรดได้มีการสร้างกรดอย่างมีประสิทธิภาพ

ด้านคุณค่าทางอาหารของกระเทียม กระเทียมจะประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต 29 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 5.6 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันหอมระเหย 0.1 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นยังมีพวกแคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก ไนอาซีน วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และวิตามินซี ในหัวกระเทียมจะมีสารประกอบกำมะถันชนิดหนึ่ง คือ อัลลิอิน (Alliin) ซึ่งเป็นสารเสถียร ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ละลายน้ำได้ แต่ถ้าถูกบดขยี้หรือทุบหัวกระเทียมสารนี้จะถูกย่อยโดยเอนไซม์อัลลิเนส ได้เป็นสารอัลลิซิน (Allicin) และจะได้กลิ่นของกระเทียมที่รุนแรง ทั้งฉุนและเผ็ดของสารออโดริเฟอรัสเดลลิลไดซัลไฟด์ (Odoriferous diallyl disulphide)

กระเทียมมีคุณสมบัติทางด้านโภชนาการ คือใช้เป็นเครื่องชูรสและกลิ่นในการปรุงอาหาร ส่วนสมบัติทางยานั้นมีสรรพคุณที่หลากหลาย เช่น แก้ท้องอืดท้องเฟ้อ ป้องกันโรคหัวใจ โดยลดระดับคอเลสเตอรอล ลดความดันโลหิต ป้องกันมะเร็ง ต้านเชื้อรา แก้อักเสบ กระเทียมอาจไม่สามารถรักษาอาการเหล่านี้ให้หายได้แต่ก็สามารถบรรเทาอาการลงได้ และสามารถสร้างภูมิต้านทานโรคให้ร่างกายได้

**2.3.6 ไส้บรรจุ** (เยาวลักษณ์, 2547)

ไส้บรรจุที่ใช้จะเป็นส่วนที่ให้ขนาดและรูปร่างแก่ผลิตภัณฑ์ โดยทำหน้าที่เป็นเหมือนพิมพ์ (mold) ในกรรมวิธีการผลิต ไส้แท้จากสัตว์ ได้มาจากทางเดินอาหารสัตว์ตั้งแต่หลอดอาหาร จนกระทั่งถึงทวาร สามารถนำมาใช้เป็นไส้บรรจุได้ เช่น หลอดอาหาร (esophagus) กระเพาะ (stomach) ลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ ไส้ติ่ง (appendix) และไส้ตรงช่องทวาร (rectum) และกระเพาะปัสสาวะ (bladders) สามารถนำมาใช้เป็นไส้บรรจุได้โดยใช้กับไส้กรอกบางประเภท ไส้จะถูกนำมาล้างทำความสะอาด ทำการขูดแยกเนื้อเยื่อส่วนที่ไม่ต้องการออกและตามด้วยการใช้สารเคมีกำจัดสารบางอย่างออกมา และคัดเกรดโดยพิจารณาจาก ขนาดและสภาพของวัตถุดิบ ไส้บรรจุเหล่านี้จะนำไปตากให้หมาดที่อุณหภูมิต่ำ และเติมเกลือป่นจำนวนมากก่อนนำบรรจุในภาชนะที่เหมาะสมเพื่อการขนส่งและเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำหม้ำนิยมใช้ไส้ธรรมชาติที่เป็นไส้หมูหรือไส้วัว หรือส่วนที่เรียกว่าไส้ติ่งซึ่งอยู่ส่วนปลายลำไส้เล็กต่อกับลำไส้ใหญ่ โดยนำมาขูดเมือก และสิ่งสกปรกออก ล้างน้ำแล้วนำมาใช้ได้ทันที หรืออาจใช้ไส้ที่หมักเกลือ เมื่อนำมาใช้ต้องล้างเกลือออกก่อนแล้วผึ่งให้แห้งจึงนำมาบรรจุ ไส้บรรจุจากสัตว์หรือไส้แท้ราคาแพง สามารถรับประทานได้ ไม่ต้องลอกออกขณะบริโภค การบรรจุในไส้ธรรมชาติต้องระมัดระวังมากในการบรรจุ และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอและฉีกขาดง่าย

ไส้แกะมีการล้างทำความสะอาด อย่างดี เพื่อให้เหลือแต่ผนังไส้ที่ขาวสะอาด จากนั้นนำไปหมักเกลือ อายุของไส้แกะหลังจากหมักเกลือไว้แล้วจะมีอายุประมาณ 12 เดือน หลังจากนั้นก็จะค่อย ๆ เสื่อมสภาพไปเรื่อย ๆ

ไส้เทียม (Artificial casing) นิยมนำมาใช้ในโรงงานทำไส้กรอก เนื่องจากผลิตได้ปริมาณมาก มีราคาถูก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางให้เลือกได้ตามความต้องการ ขนาดมีความสม่ำเสมอและเก็บรักษาได้ง่าย ไส้เทียมในปัจจุบันมี 2 แบบ คือ ไส้เทียมแบบรับประทานได้ (Edible artificial casing) ทำมาจากโปรตีนคอลาเจน ได้จากการสกัดหนังสัตว์ด้วยสารละลายด่างและล้างน้ำเพื่อแยกสารละลายที่ได้ และส่วนที่ไม่ใช่คอลาเจนออก แล้วนำไปเข้าเครื่องบด จากนั้นนำไปทำปฏิกิริยากับกรดแลคติกชนิดเจือจาง เพื่อให้เกิดการพองตัวและเหลวข้นเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงนำไปเข้าแบบให้ได้ลักษณะเป็นหลอด และนำไปผ่านในภาชนะที่บรรจุแอมโมเนียซัลเฟตเพื่อตกตะกอน นำหลอดที่ได้ไปล้าง ทำให้แข็งตัวและอบให้แห้ง ไส้เทียมแบบรับประทานไม่ได้ (Inedible artificial casing) ทำจากพลาสติกหรือจากเซลลูโลสที่สกัดจากเมล็ดฝ้าย คอลลาเจนที่บริโภคไม่ได้และ ไส้เทียมประเภทนี้มีตั้งแต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5-15 เซนติเมตร มีความแข็งแรงทนทาน และยังป้องกันการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ได้

## 2.4 กรรมวิธีการหมักหม้ำ

หม้ำเป็นไส้กรอกหมักแห้งชนิดหนึ่ง โดยทั่วไปมีกรรมวิธีการหมัก 2 แบบ คือ (Jay, 1996)

### 2.4.1 การหมักตามสภาพธรรมชาติ (Natural fermentation)

การหมักตามสภาพธรรมชาติเป็นการหมักที่ไม่มีการเติมกล้าเชื้อในสูตรการผลิต เชื้อแบคทีเรียแลคติกที่ทำหน้าที่สร้างกรด ได้มาจากการปนเปื้อนในเนื้อและส่วนผสมในการผลิต ชนิดของแบคทีเรียแลคติกที่พบมีจำนวนน้อยและยังพบแบคทีเรียชนิดอื่น ๆ ทั้งที่ต้องการและไม่ต้องการรวมอยู่ด้วย ซึ่งมีทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ แบคทีเรียที่มีประโยชน์ได้แก่ *Micrococcus* การสร้างกรดแลคติกขึ้นในช่วงแรกของการหมักขึ้นอยู่กับชนิดของแบคทีเรียในกลุ่ม *Enterococcus* เมื่อมีการหมักเกิดขึ้น เชื้อแบคทีเรียแลคติกจะมีการเจริญอย่างรวดเร็วในช่วงของการหมักวันที่ 2 ถึง 5 โดยจะพบจำนวนของแบคทีเรียแลคติกจำนวน $10^6$-$10^8$ โคโลนีต่อกรัม ค่าพีเอชที่ลดลงอย่างรวดเร็วส่งผลให้เชื้อ *Pseudomonas*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และแบคทีเรียแกรมลบรูปร่างเป็นแท่งที่ไวต่อกรดตายภายในเวลา 2 - 3 วัน แต่มีเชื้อบางชนิด เช่น Salmonella อาจทนอยู่ได้ จำนวนของแบคทีเรียแลคติกมีแนวโน้มที่จะลดลงหลังจากที่มีการสร้างกรดสูงสุด ในช่วงที่สองของการหมัก (15 วัน) อาจมีเชื้อราเกิดขึ้น การผลิตกรดและค่าพีเอชที่ลดลงช่วงนี้เป็นไปอย่างช้า ๆ ซึ่งระยะนี้เป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญของ *Staph. aureus* และอาจมีการผลิตสารพิษเกิดขึ้น แบคทีเรียแลคติกที่พบตามสภาพธรรมชาติ ได้แก่ สกุล *Lactobacillus* ซึ่งส่วนมากที่พบจะเป็น *Lb. bavaricus, Lb. curvatus, Lb. farciminis, Lb. plantarum* และ *Lb. sakei* เป็นต้น ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้มีความสำคัญต่อการหมักไส้กรอก

**2.4.2 การหมักด้วยกล้าเชื้อ (Fermentation with starter culture)**

การหมักหมู้าด้วยการเติมกล้าเชื้อของแบคทีเรียแลคติก ลงในสูตรการผลิตมีความสำคัญเช่นเดียวกับการหมักตามสภาพธรรมชาติ ลักษณะของแบคทีเรียแลกติกที่ใช้เป็นกล้าเชื้อในการหมักไส้กรอกจะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ได้แก่ สามารถแข่งขันกับจุลินทรีย์อื่น ๆ ที่พบในเนื้อสัตว์ได้เป็นอย่างดี และมีประสิทธิภาพต้องสร้างกรดแลกติกได้ในปริมาณที่เพียงพอ ต้องทนต่อโซเดียมคลอไรด์ และสามารถเจริญได้ที่ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นอย่างน้อย 6 เปอร์เซ็นต์ ต้องทนต่อโซเดียมไนไตรท และสามารถเจริญได้ที่ความเข้มข้นของโซเดียมไนไตรท อย่างน้อย 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 14-15 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 30 – 37 องศาเซลเซียส เป็นกลุ่มที่มีวิธีการสร้างกรดแลคติกแบบโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ (homofermentative) ต้องไม่มีการย่อยสลายโปรตีน ต้องไม่ผลิตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในปริมาณที่มากเกินไป ควรเป็นแบคทีเรียที่ไม่สร้างเอ็นไซม์คะตาเลส (catalase negative) ควรมีความสามารถในการรีดิวซ์ไนเตรทได้ดี เมื่อผลิตไส้กรอกแล้วควรมีผลในการเพิ่มรสชาติของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ไม่ผลิตสารไบโอจีนิกเอมีน (biogenic amines) ที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ ไม่ควรมีการสร้างเมือกในผลิตภัณฑ์ มีคุณสมบัติในการต่อต้านจุลินทรีย์อื่น ๆ ที่ก่อให้เกิดโรค และสุดท้ายควรมีความทนต่อสภาวะของการหมักและสามารถทำงานร่วมกับกล้าเชื้อชนิดอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี อดิศร (2533) และเรณู (2539) พบว่ากล้าเชื้อบริสุทธิ์ที่ใส่ลงไปในกระบวนการหมักแหนมสามารถลดจำนวนของเชื้อ *Salmonella* ได้ และจากการศึกษาของ ศิพัฒม์ (2539) รายงานว่าการใช้กล้าเชื้อแลคติกบริสุทธิ์เติมลงในการหมักจะสามารถลดจำนวนของเชื้อ *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ได้ด้วย

การเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นลงไปในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อมีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างความมั่นใจต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทำให้มีความปลอดภัยสูง ใช้ระยะเวลาการหมักที่สั้นลงและได้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพสม่ำเสมอ และมีอายุการเก็บรักษาที่คงทน

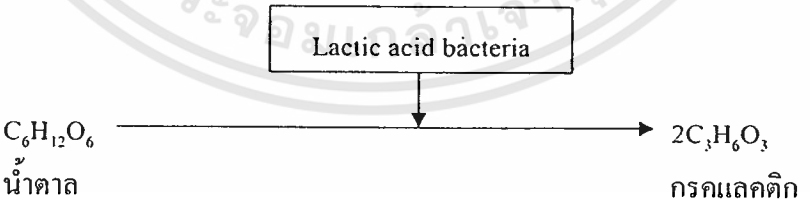
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 แบคทีเรียแลคติก ( Lactic acid bacteria )

แบคทีเรียแลคติกมีบทบาทสำคัญในการแปรรูปอาหารหลายชนิด เช่น นมเปรี้ยว ผัก และผลไม้ดอง ผลิตภัณฑ์เนื้อต่าง ๆ เช่น แหนม ไส้กรอกเปรี้ยว ปลาร้า เป็นต้น ลักษณะสำคัญของแบคทีเรียกลุ่มนี้คือ ความสามารถในการหมักย่อยน้ำตาลให้เป็นกรดแลคติก ซึ่งแบคทีเรียกลุ่มนี้ส่วนมากจะเจริญในสภาวะที่ไม่มีอากาศ แต่ในสภาวะที่มีอากาศก็ไม่ตาย และจากสิ่งที่สร้างได้จากการหมักในสภาพที่ไม่มีอากาศนี้ ทำให้สามารถแบ่งย่อยแบคทีเรียกลุ่มนี้ได้เป็น 2 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มที่เน้นสร้างกรดแลคติกเพียงอย่างเดียว (homofermentative) ได้แก่ จีนัส Streptococcus, Pediococcus, Lactococcus, Vagococcus และ Lactobacilli บางสายพันธุ์ ส่วนกลุ่มที่สร้างกรดแลคติกร่วมกับสารอื่น (heterofermentative) โดยเชื้อในกลุ่มที่เน้นสร้างกรดแลคติกพียงอย่างเดียวนั้นเมื่อหมักย่อยน้ำตาลกลูโคสแล้วจะสร้างกรดแลคติก 95 เปอร์เซ็นต์ อีก 5 เปอร์เซ็นต์เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนในกลุ่มที่สร้างกรดแลคติกร่วมกับสารอื่นจะหมักย่อยน้ำตาลกลูโคสแล้วสร้างกรดแลคติกออกมา 50 เปอร์เซ็นต์ อีก 25 เปอร์เซ็นต์ สร้างกรดอื่น ๆ เช่น กรดแอซิติก (acetic acid) กรดฟอร์มิก (formic acid) เป็นต้น และอีก 25 เปอร์เซ็นต์ เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เชื้อในกลุ่มที่สร้างกรดแลคติกนี้แต่เดิมมีเพียง 4 สกุลเท่านั้น ได้แก่ *Streptococcus, Pediococcus, Leuconostoc* และ *Lactobacillus* แต่ในปัจจุบันที่ใช้ความรู้ทางด้านชีวโมเลกุล (molecular biology) เข้ามาร่วมด้วยจึงสามารถจัดแบ่งแบคทีเรียแลคติกออกเป็นสกุลต่าง ๆ เพิ่มขึ้น ได้แก่ *Aerococcus, Alloiococcus, Bifidobacterium, Carnobacterium Enterococcus, Lactobacillus, Leuconostoc, Pediococcus, Streptococcus, Tetragenococcus, Vagococcus* และ *Weisella* (บุษกร, 2545)

### 2.5.1 การผลิตกรดแลคติกจากแบคทีเรียแลคติก

แบคทีเรียแลคติกมีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลไปเป็นกรดแลคติกในสภาพที่มีอากาศเพียงเล็กน้อย แสดงปฏิกิริยาดังต่อไปนี้




ในขณะที่แบคทีเรียแลคติกเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นกรดแลคติกเพิ่มสูงขึ้น จะทำให้พีเอชของอาหารหมักดองลดลง พร้อมกับรสเปรี้ยวของกรดจะสูงขึ้น ในสภาพเช่นนี้จะมีผลช่วยยับยั้งแบคทีเรียที่ปนเปื้อนและก่อโรคได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.5.1.1 Homofermentative lactic acid bacteria ( HLAB)**

HLAB คือ แบคทีเรียแลคติกที่สามารถหมักน้ำตาลกลูโคสหรือน้ำตาลที่มีคาร์บอน 6 อะตอม ให้กรดแลคติกในปริมาณร้อยละ 85-95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำตาลที่เหลือเปลี่ยนไปเป็นกรดอะซิติก และคาร์บอนไดออกไซด์เล็กน้อย ขั้นตอนการสร้างกรดแลคติกเริ่มจาก น้ำตาลแลคโตสจะผ่านเข้าสู่เซลล์ของแบคทีเรียแลคติกโดยอาศัยเอนไซม์ที่มีอยู่ในบริเวณเยื่อหุ้มไซโทพลาสซึมที่เรียกว่า Phosphenol – Piruvate – Dependent Phosphotranferase System (PEP-PTS) ทำให้แลคโตสเกิดปฏิกิริยาเติมหมู่ฟอสเฟต (Phosphsrylation) อยู่ในรูป lactose – 6 – phosphate จากนั้นจะถูกเอนไซม์ phospho-B-galactosidase ไฮโดรไลซ์ได้เป็น galactose-6-phosphate กับ glucose ซึ่งกลูโคสจะผ่านเข้าสู่กระบวนการต่าง ๆ ของ Emden – Meyerhof – parnas pathway (EMP) จนเป็น lactate ในขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งเปลี่ยนจากไพรูเวต โดยเอนไซม์ lactic dehydrogenase ส่วน galactose-6-phosphate จะเข้าสู่กระบวนการต่าง ๆ ใน D–tagalose – phosphate pathway ได้เป็น tagalose – 1.6 – diphosphate และเปลี่ยนเป็น dihydroxyacctone phosphate ท้ายสุดโดย tagalose – 1.6 – diphosphate ซึ่งจะเปลี่ยนเป็น glyccraldehyde-3-phosphate โดยเอนไซม์ trisephosphate isomerase ซึ่ง glyccraldehydes-3-phosphate เป็นสารตัวกลางในกระบวนการ EMP pathway และเปลี่ยนเป็น lactate ในที่สุด

น้ำตาลกลูโคสจะสามารถเข้าสู่เซลล์แบคทีเรียแลคติก โดยเอนไซม์ PEP – PTS ทำให้กลูโคสอยู่ในรูป glucose – 6 – phosphate ซึ่งจะเข้าสู่ EMP pattway ได้เป็น lactase ในที่สุดส่วนน้ำตาลกาแลคโตสจะสามารถซึมผ่านเข้าสู่เซลล์เมมเบรนได้เลยหลังจากถูกเติมหมู่ฟอสเฟตโดยเอนไซม์ galactokinase ได้เป็น galactose-10phosphate จากนั้นเข้าสู่ Leloir pathway จนได้เป็น glucose-1-phosphate จากนั้นจะถูกเอนไซม์ hexokinase phosphoglucomutase เปลี่ยนเป็น glucose-6-phosphate ซึ่งเป็นตัวกลางใน EMP pathway เปลี่ยนเป็น lactate ในที่สุด (De. Vuyst และ Vandamme, 1994)

**2.5.1.2 Heterofermentative lactic acid bacteria**

เป็นการหมักที่ได้แลคเตท เอทธานอล หรืออะซิเตท และคาร์บอนไดออกไซด์จากกลูโคส เนื่องจากแบคทีเรียขาดเอนไซม์อัลโดเลส จึงเปลี่ยนรูปจากกลูโคสที่มีคาร์บอน 6 อะตอมไปเป็นเพนโตส (ไรโบส) ซึ่งมีคาร์บอน 5 อะตอม โดยการจัดโครงสร้างภายในโมเลกุลที่มีการออกซิเดชันและดีคาร์บอกซิเลชันร่วมด้วยน้ำตาลที่มี 5 อะตอมนี้จะถูกทำให้แตกออกเป็นกลีเซอรอลดีไฮด์ฟอสเฟต (ซึ่งเป็นสารประกอบฟอสเฟตที่มีคาร์บอน 3 อะตอม) และอะเซทติลฟอสเฟตโดยเอนไซม์ฟอสโฟคีโตเลส (phosphoketolase) กลีเซอรอลดีไฮด์ฟอสเฟตจะเปลี่ยนไปเป็นแลคเตทเช่นเดียวกับการเกิดไกลโคไลซีสในการหมักแบบโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ (แต่เนื่องจากการหมักแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฮทเทอโรเฟอร์เมนเททีฟมีกลีเซอรอลดีไฮด์ฟอสเฟตเพียง 1 โมเลกุล จึงเกิด ATP เพียง 1 โมเลกุล) ส่วนอะเซทติลฟอสเฟตนั้นขึ้นกับมีสารที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนอยู่หรือไม่ในสภาวะที่ขาดตัวรับอิเล็กตรอนอะเซทติลอาเฟตจะทำหน้าที่ดังกล่าว ทำให้ถูกรีดิวซ์เป็นเอทธานอล และได้ $2NAD^+$ ขึ้นมาใหม่ 2 โมเลกุล จากเอนไซม์ NADH แต่ในสภาวะที่มีออกซิเจน $NAD^+$ สามารถสร้างขึ้นมาใหม่จากเอนไซม์ NADH oxidases และ peroxidases ปล่อยให้อะเซทติลฟอสเฟตมีมากพอสำหรับการเปลี่ยนไปเป็นอะซิเตทจึงเท่ากับเป็นการเติมฟอสเฟตให้กับสับสเตรทอีกทางหนึ่ง เป็นผลให้ได้ ATP เพิ่มขึ้นมาอีก 1 โมเลกุล เป็น 2 โมเลกุลจากกลูโคส 1 โมเลกุล เช่นเดียวกับการหมักแบบโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ ในกรณีที่มีการเพิ่มของ ATP สะท้อนให้เห็นได้จากอัตราการเจริญของแบคทีเรียที่เป็นไปอย่างรวดเร็ว ผลเช่นเดียวกันนี้สามารถเกิดขึ้นได้กับตัวรับออกซิเจนอื่น ๆ ด้วย เช่น ฟรุกโตส ซึ่งจะถูกรีดิวซ์ไปเป็นแมนนิตอล (สุมณฑา, 2545)

**2.5.2 แบคเทอริโอซิน ( Bacteriocins )**

แบคเทอริโอซิน เป็นสารประกอบโปรตีนที่แบคทีเรียหลายสายพันธุ์สร้างขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มแบคทีเรียแลคติด แบคเทอริโอซินมีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียชนิดอื่นที่มีความไวต่อสารนี้ ทั้งในรูปการยับยั้งการเจริญ หรือการทำลาย และสามารถสลายได้ด้วยเอนไซม์ย่อยโปรตีนหลายชนิดที่พบในลำไส้ของคนและสัตว์ เช่น ทริปซิน อัลฟา-โมทริปซิน โปรตีเอส เป็นต้น จึงไม่มีผลตกค้างหลังบริโภค แบคทีเรียหลายสายพันธุ์ ที่สามารถผลิตแบคเทอริโอซินได้ เช่น *Lb. fermentum, Lb.acidophilus, Lb. plantarum, P. acidilactici* และ *P. pentosaceus* แบคเทอริโอซินจากแบคทีเรียต่างชนิดจะมีคุณสมบัติทางเคมีต่างกัน แบคเทอริโอซินมีความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์หลายชนิด รวมถึงเชื้อก่อโรคในอาหาร เช่น *List. monocytogenes* ทำให้แบคเทอริโอซินได้รับความสนใจมากเพราะสามารถนำมาใช้เป็นสารถนอมอาหารได้ (Klaenhammer. 1993)

แบคทีเรียแลคติกที่ต่างสายพันธุ์กันจะสร้างแบคเทอริโอซินที่คล้ายคลึงกัน แต่มีความแตกต่างในการยับยั้งจุลินทรีย์ การใช้แบคเทอริโอซินในการถนอมอาหารอาจเป็นไปได้ทั้งในรูปแบบของการผลิตที่พบอยู่แล้วหรือการนำไปเติมในอาหารระหว่างกระบวนการผลิต จึงเป็นที่น่าสนใจว่าแบคเทอริโอซินนั้นเป็นสารที่ถูกสร้างขึ้นมาตามธรรมชาติเพื่อยับยั้งกิจกรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันโดยมีกลไกที่สำคัญในการยับยั้งคือ แบคเทอริโอซินเป็นสารประกอบเปปไทด์ที่สามารถซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์เป้าหมายได้ ทำให้เกิดรูรั่วของเยื่อหุ้มเซลล์และเกิดการรั่วขององค์ประกอบเซลล์ตามมา ซึ่งกิริยาระหว่างแบคเทอริโอซินและเยื่อหุ้มเซลล์มีหลายขั้นตอนก่อให้เกิดสารคอมเพล็กซ์ที่เป็นสาเหตุกลไกการทำงานของแบคเทอริโอซินได้สร้างสภาวะที่ไม่สมดุลของ Portion Motivc Forcc (PMF) ให้เกิดขึ้นในเซลล์ของจุลินทรีย์เป้าหมายซึ่ง PMF จะประกอบไปด้วยสารต่าง ๆ คือ เกรเดียนต์พีเอช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(pH gradient) และ electrostatic component (the membrane potential) ซึ่งจะเร่งให้เกิดการสังเคราะห์ ATP และสะสมไอออนรวมทั้งสารเมตาบอไลต์ต่าง ๆ ในเยื่อหุ้มเซลล์ ความไม่สมดุลของ PMF ที่ถูกเหนี่ยวนำโดยแบคเทอริโอซินจะทำให้เกิดรูรั่วที่เยื่อหุ้มเซลล์และเกิดการไหลออกของสารที่อยู่ภายในเซลล์ เช่น ไอออนกรดอะมิโนและ ATP ทำให้เกิดการยับยั้งการเติบโตของเซลล์เกิดการบาดเจ็บและทำให้เชื้อจุลินทรีย์ตายในที่สุด

**2.5.3.1 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของแบคเทอริโอซิน**

การศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของแบคเทอริโอซิน ส่วนใหญ่ทำการศึกษากันมาในไนซิน ซึ่งเป็นแบคเทอริโอซินทางการค้าที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหาร พงษ์เทพ (2546) ได้สรุปปัจจัยดังกล่าวไว้ดังนี้

1. ชนิดของแบคทีเรียเป้าหมาย โดยแบคเทอริโอซินแต่ละชนิดจะสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกได้หลายชนิด โดย enterocin 1146 สามารถยับยั้งการเจริญของ *Lb. sakei* และ *Listeria.* sp.ส่วน piscicocin V1 และ divercin V41 สามารถยับยั้งการเจริญของ *List. monocytogenes, List. innocua* และ *Cl. tyrobutyricum*

2. สภาวะที่ก่อให้เกิดการเสียสภาพทางชีวภาพของแบคเทอริโอซินนั้นจะเหมือนกับโปรตีนทั่วไป ได้แก่ อุณหภูมิ เอนไซม์ย่อยสลายโปรตีน การเกิดปฏิกิริยาเติมออกซิเจน โลหะหนัก การกวนที่รุนแรงและมากเกินไป การฉีกขาดของโมเลกุลแบคเทอริโอซินเนื่องจากการแช่แข็งและการละลาย เช่น ไนซินถูกทำลายด้วยเอนไซม์ $\alpha$ – chymotrypsin และ nisinase ส่วน lactocin 27 ถูกทำลายด้วยเอนไซม์ trypsin และ pronase นอกจากนี้ lactacin B ถูกทำลายด้วยเอนไซม์ protinase K

3. การรวมตัวกันของแบคเทอริโอซินกับองค์ประกอบของอาหารหรือส่วนประกอบอื่น ๆ ของอาหารที่เติมลงไป พบว่า เกลือไนไตรท กรดอินทรีย์ สารจับโลหะ และสารอิมัลซิไฟเออร์ มีส่วนช่วยให้ไนซินสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียเป้าหมายได้ดีขึ้น ส่วนไขมัน เนย ฟอสโฟลิปิด โปรตีน และสารในกลุ่มฟีนอลจะมีผลในการลดกิจกรรมของไนซิน

4. ค่าความเป็นกรด – ด่าง ของสารละลายหรือตัวกลาง ซึ่งจะมีผลต่อความสามารถในการละลายและกิจกรรมของแบคเทอริโอซิน เช่น ไนซินสามารถละลายและคงตัวได้ดีในสภาพที่เป็นกรด โดยที่ค่าพีเอชเท่ากับ 2.5 และ 5 ไนซินจะสามารถละลายได้ 12 และ 4 ตามลำดับ แต่ไม่สามารถละลายได้ที่สภาวะเป็นกลางหรือเบส นอกจากนี้ในสภาพที่เป็นกรด ไนซิน ยังสามารถทนต่อความร้อนได้ดี โดยที่ค่าพีเอชเท่ากับ 2.5 ไนซินสามารถทนต่อความร้อนได้ที่ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ได้โดยไม่เสียแอคติวิตี้ และที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส จะมีการสูญเสียกิจกรรมเพียงเล็กน้อย ส่วน lacticin 481 มีกิจกรรมและคงตัวได้ดีที่ค่าพีเอช 4.5 หรือ 7 แต่ไม่คงตัวที่ค่าพีเอชเท่ากับ 2 นอกจากนี้ diplococcin จะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอคติวิตี้และคงตัวได้ดีที่ค่าพีเอชเท่ากับ 5 โดยสามารถทนต่อความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลซียส ได้นานถึง 1 ชั่วโมง

## 2.6 ประโยชน์ของการใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในการผลิตเนื้อหมัก

อดิศร (2543) ได้ศึกษาการใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์เนื้อหมักและสรุปถึงประโยชน์ที่ได้ไว้ดังนี้

**2.6.1 ช่วยลดระยะเวลาในการหมักผลิตภัณฑ์ให้สั้นลง**

การใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในการผลิตเนื้อหมักจะช่วยลดระยะเวลาในการหมักผลิตภัณฑ์ให้สั้นลง เช่น การใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในการหมักไส้กรอกหลายชนิดในยุโรป จะลดระยะเวลาในการหมักจากที่ใช้อยู่เดิมประมาณ 150 ชั่วโมง ให้เหลือเพียง 32 - 48 ชั่วโมง

**2.6.2 สามารถควบคุมการหมักและคุณภาพการหมักผลิตภัณฑ์เนื้อ**

การใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติกทำให้สามารถควบคุมการหมักและคุณภาพ รวมถึงกลิ่นรสจำเพาะของผลิตภัณฑ์เนื้อได้ง่ายขึ้น เช่น การเติมกล้าเชื้อ *S.carnosus subsp. Utilis* หรือ *Kocria cariance* (เดิมคือ *Micrococcur carian*) ในการผลิตไส้กรอกเยอรมัน (Rohwurst) นอกจากจะทำให้สีของผลิตภัณฑ์เป็นสีชมพูอมแดงซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากการผลิตเอนไซม์ไนเตรทรีดักเทสเพื่อเปลี่ยนไนเตรทให้เป็นไนไตรทได้เร็ว และผลิตเอนไซม์แคตาเลสซึ่งกำจัดปริมาณของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่อาจจะเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์แล้ว เชื้อดังกล่าวยังสามารถผลิตเอนไซม์ไลเปสและโปรตีเอสในขณะหมักผลิตภัณฑ์ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสดีขึ้น

**2.6.3 ช่วยลดการสะสมของสารไนโตรซามีน**

การใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติกทำให้ช่วยลดการสะสมของสารไนโตรซามีนซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง เช่น การใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในการหมักผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ต้องใช้ไนเตรทหรือไนไตรทเป็น curing salts จะสามมารถผลิตกรดได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผลทำให้ไนไตรทที่มีอยู่หรือรีดิวซ์มาจากไนเตรทสลายเป็นไนตรัสออกไซด์มีผลทำให้ปริมาณของสารไนโตรซามีนที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวลดลงด้วย

**2.6.4 ช่วยควบคุมสีของผลิตภัณฑ์**

การใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติกทำให้ช่วยควบคุมสีของผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมไนเตรทและไนไตรทจะให้ความคงตัวของสีชมพูอมแดง ไม่ซีด กล่าวคือ กล้าเชื้อแบคทีเรียหลายชนิดเช่น *Pediococcus* spp. และ *Kocuria* spp. สามารถผลิตเอนไซม์ pseudocatalase ซึ่งเอนไซม์นี้สามารถเปลี่ยนไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไปเป็นน้ำและออกซิเจนที่ไม่มีผลต่อสีชมพูอมแดงของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



**2.6.5 ลดระดับฮีสตามีนในอาหารหมัก**

ลดระดับฮีสตามีนในอาหารหมัก เนื่องจากการใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในอาหารหมัก จะทำให้กระบวนการหมักเกิดได้อย่างรวดเร็ว และมีผลในการทำลายกลุ่มของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ ดังนั้น การใช้กล้าเชื้อจึงทำให้ระดับของฮีสตามีนในผลิตภัณฑ์ลดลง

นอกจากนี้ยังมีผลในการยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมเสีย และยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ซึ่งในปัจจุบันเป็นวัตถุประสงค์หลักประการหนึ่งของการใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในการควบคุมการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารหมักประเภทต่าง ๆ ให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ทั้งนี้เนื่องมาจากผลของความเป็นกรดที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งสารชนิดต่าง ๆ ที่กล้าเชื้อสามารถผลิตขึ้นระหว่างการหมัก เช่น กรดระเหย (volatile acid) กรดไขมัน ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และแบคเทอริโอซิน เป็นต้น

## 2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร (ลัดดาวัลย์, 2536)

ปัจจัยต่าง ๆ ภายในเนื้ออาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้แก่ พีเอช (pH) ปริมาณความชื้น (moisture content) ออกซิเดชัน - รีดักชันโพเทนเชียล และอุณหภูมิ เป็นต้น ปัจจัยแต่ละชนิดมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ดังนี้

**2.7.1 พีเอช (pH)**

พีเอชของอาหารมีผลต่ออัตราการเจริญและอัตราการอยู่รอดของจุลินทรีย์ โดยทั่วไปยีสต์และราจะทนกรดได้ดีกว่าแบคทีเรีย อาหารแต่ละชนิดจะมีพีเอชแตกต่างกัน แต่ส่วนใหญ่มักจะเป็นกลางจนถึงเป็นกรด อาหารที่มีพีเอชต่ำจึงมักเก็บได้นานกว่าอาหารที่มีพีเอชเป็นกลาง อาหารบางชนิดมีพีเอชต่ำตามธรรมชาติ เช่น ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว ในขณะที่อาหารบางชนิดมีพีเอชต่ำจากกรดที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมัก ส่วนแบคทีเรียมักชอบเจริญในอาหารที่มีพีเอชเป็นกลางแต่บางชนิดที่ผลิตกรดก็จะชอบขึ้นในอาหารที่มีพีเอชเป็นกรด บางชนิด เช่น โปรทีโอไลติกแบคทีเรีย (proteolytic bacteria) เจริญได้ในอาหารที่มีพีเอชเป็นด่าง ดังที่พบในไข่ขาวที่เก็บไว้นาน

อาหารบางชนิดมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับค่าพีเอชได้มากกว่าอาหารอื่น เนื่องจากมี buffer capacity (บัฟเฟอร์เป็นสารที่ทำให้ระดับพีเอชของอาหารเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือแทบจะไม่เปลี่ยนแปลงแม้จะมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นหรือลดลง) ในเนื้อสัตว์มี buffering capacity มากกว่าผัก เนื่องจากเนื้อสัตว์มีโปรตีนสูงกว่าผัก โปรตีนจะทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ที่ดี ทำให้การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชเกิดขึ้นเล็กน้อย แม้ว่าในอาหารนั้นจะมีปริมาณกรดเพิ่มขึ้นก็ตาม ผักมีโปรตีนต่ำจึงขาด buffering capacity ทำให้อาหารประเภทผักที่มีจุลินทรีย์ที่เติบโตและใช้น้ำตาลที่มีอยู่ในผักแล้วมีการสร้างกรดออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

122972

เล็กน้อย พบว่าผักจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชได้ง่าย ธรรมชาติของกรดที่อยู่ในอาหารจะช่วยทำให้เนื้อเยื่อของพืชและสัตว์ปลอดภัยต่อการถูกจุลินทรีย์ทำลาย ผลไม้ที่มีค่าพีเอชต่ำจึงมักเน่าเสียยากกว่าปกติ โครงสร้างของผลไม้ก็เป็นสิ่งที่สามารถป้องกันอันตรายแก่ผลไม้จากการทำลายด้วยจุลินทรีย์ ในขณะที่ค่าพีเอชของสัตว์ซึ่งยังมีชีวิตอยู่นั้นมีความเหมาะสมต่อการเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียจำนวนมาก โดยมีปัจจัยอื่น ๆ ภายในเนื้ออาหารที่มีบทบาททำให้เชื้อจุลินทรีย์รอดชีวิตและเติบโตได้ในสัตว์

ระดับพีเอชมีผลต่อจุลินทรีย์ 2 ประการ คือ ระดับพีเอชมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์และผลต่อการขนส่งสารอาหารเข้าสู่เซลล์เยื่อบุเซลล์ (cell membrane) ของจุลินทรีย์ซึ่งเยื่อบุเซลล์ค่อนข้างจะไม่ยอมให้ $H^+$ และ $OH^-$ ผ่านมากนัก ความเข้มข้นของสารเหล่านี้ในไซโทพลาซึมจึงยังคงที่ ถึงแม้ว่าสภาพแวดล้อมรอบเซลล์ จะมี $H^+$ และ $OH^-$ ปริมาณมากก็ตาม

นอกจากค่าพีเอชจะมีผลต่ออัตราการเจริญของจุลินทรีย์ยังมีผลต่อการอยู่รอดของจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บ การฆ่าเชื้อ การทำแห้ง ฯลฯ และถึงแม้ว่าค่าพีเอชในตอนเริ่มต้นจะเหมาะสมต่อการเจริญและกิจกรรมของจุลินทรีย์ เมื่อมีการเจริญของจุลินทรีย์และมีการหมักเกิดขึ้นหรือมีการเจริญของจุลินทรีย์แข่งขันชนิดอื่น ก็อาจจะทำให้ค่าพีเอชเปลี่ยนไปในทางที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญอีกต่อไปก็ได้

**2.7.2 ปริมาณความชื้น**

ความชื้นมีความจำเป็นต่อการเจริญของจุลินทรีย์ เพราะจุลินทรีย์จะไม่สามารถเจริญได้หากอาหารนั้นไม่มีความชื้นอยู่เลย ปริมาณของความชื้นที่จุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการจะแตกต่างกัน ความชื้นดังกล่าวนี้คือ น้ำที่เป็นอิสระ (water activity, $A_w$) ของอาหารซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยเท่าของค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่แสดงออกมาเป็นค่าร้อยละ ถ้าความชื้นสัมพัทธ์รอบ ๆ อาหารต่ำกว่าในอาหารจะทำให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ที่ผิวของอาหารลดลงหรืออีกนัยหนึ่งค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่ผิวหน้าของอาหารจะเพิ่มขึ้น หากความชื้นสัมพัทธ์รอบ ๆ อาหารสูงกว่าในอาหาร ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของอาหารจึงมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เกิดขึ้น อาหารแต่ละชนิดประกอบด้วยสารอาหารแตกต่างกัน ทำให้มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่างกัน ซึ่งค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของอาหารสดส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่า 0.99 จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่เหมาะสมเฉพาะตัว หากค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ลดลงต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม อัตราการเจริญและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของจุลินทรีย์จะลดลง โดยทั่วไปแบคทีเรียต้องการค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในการเติบโตสูงกว่าเชื้อรา แบคทีเรียแกรมลบต้องการค่าวอเตอร์แอคติวิตี้มากกว่าแบคทีเรียแกรมบวก แบคทีเรียส่วนใหญ่ที่ทำให้อาหารเน่าเสียไม่สามารถเติบโตในที่ที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ต่ำกว่า 0.91 ในขณะที่เชื้อราที่ทำให้อาหารเสียไม่สามารถเติบโตในที่ที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ต่ำกว่า 0.80 แบคทีเรียก่อโรคอาหารเป็นพิษ เช่น *Staph. aureus* สามารถเติบโตได้ในที่ที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.86 และ เชื้อ *Cl. botulinum* ไม่เติบโตในที่ที่มีค่าแอคติวิตี้ ต่ำกว่า 0.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.7.3 ออกซิเดชัน – รีดักชันโพเทนเชียล**

ค่าออกซิเดชัน - รีดักชันโพเทนเชินล มีผลต่อชนิดของจุลินทรีย์ที่จะเจริญ และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในอาหาร ในขณะเดียวกันจะเป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ออกซิเดชัน – รีดักชันโพเทนเชียลของอาหาร ขึ้นอยู่กับ 1) ออกซิเดชัน - รีดักชันโพเทนเชียลตามธรรมชาติหรือกำลังรีดิวซ์และออกซิไดส (reducing and oxidizing power) ของอาหารนั้น 2) ความดันย่อยของออกซิเจนรอบ ๆ อาหาร (oxygen tension) 3) การมีออกซิเจนจากอากาศแทรกซึมเข้าไปในอาหาร และ 4) ความสามารถในการคงสภาพ (poising capacity) หรือความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของโพเทนเชียล อาจจำแนกจุลินทรีย์ตามความสามารถในการใช้ออกซิเจนอิสระได้เป็น 3 พวก คือ

1. แอโรบ (aerobes) เป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนอิสระในการเจริญและเกิดกิจกรรมต่าง ๆ
2. แอนแอโรบ (anaerobes) เป็นจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีในที่ไม่มีออกซิเจน
3. ฟาคัลเททีฟแอนแอโรบ (facultative anaerobes) เป็นจุลินทรีย์ที่เจริญได้ทั้งในที่มีออกซิเจนและที่ไม่มีออกซิเจน

พืชและเนื้อสัตว์สด ส่วนใหญ่จะมีค่าออกซิเดชัน - รีดักชันโพเทนเชียลต่ำ และไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากมีตัวรีดิวซ์อยู่ เช่น มีกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) และน้ำตาลที่อยู่ในพืช ส่วนเนื้อสดจะมีหมู่ซัลฟ์ไฮดริล (sulfhydryl group) และตัวรีดิวซ์อื่น ๆ อยู่ ตราบใดที่เซลล์ของพืชหรือสัตว์ยังไม่ตาย จะคงสภาพของออกซิเดชัน – รีดักชันโพเทนเชียลให้ต่ำอยู่ตลอดเวลาแม้ว่าจะมีออกซิเจนจากภายนอกแทรกซึมเข้าไปในเซลล์ก็ตาม เหตุนี้พืชสดและเนื้อสัตว์จะมีออกซิเจนเฉพาะที่ผิว ๆ เท่านั้น พวกแบคทีเรียที่มีสารเมือกหรือพวกที่ทำให้เกิดกรดจะสามารถเจริญบนเนื้อสัตว์เฉพาะที่ผิวหรือใกล้ ๆ เท่านั้น ในขณะที่โปรทีโอไลติกแบคทีเรียจะเจริญอยู่ภายในชิ้นเนื้อนั้นที่ไม่มีออกซิเจน สภาวะเช่นนี้จะมีผลเกี่ยวข้องกับวิธีการในการผลิตอาหาร การให้ความร้อนจะลดความสามารถในการคงค่าโพเทนเชียลของอาหารได้ โดยไปทำลายหรือเปลี่ยนแปลงตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์เป็นผลทำให้ออกซิเจนแพร่เข้าไปข้างในได้อย่างรวดเร็ว กระบวนการผลิตอาหารก็อาจเปลี่ยนแปลงตัวออกซิไดส์หรือตัวรีดิวซ์เช่นเดียวกัน

**2.7.4 อุณหภูมิ**

อุณหภูมิเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญของจุลินทรีย์ จุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความต้องการและทนต่ออุณหภูมิแตกต่างกัน อุณหภูมิที่เก็บอาหารจะเป็นตัวกำหนดชนิดของจุลินทรีย์ที่จะเจริญและควบคุมอัตราการเจริญ จำนวนจุลินทรีย์ที่จะรอดชีวิตอยู่และการเกิดกิจกรรมต่าง ๆ พบว่าอุณหภูมิต่ำที่สุดในการเติบโตของจุลินทรีย์จะมีอุณหภูมิต่ำกว่า -34 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิสูงสุดที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์สามารถเติบโตได้คือ อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส แบ่งจุลินทรีย์ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ตามระดับอุณหภูมิที่เชื้อสามารถเติบโตได้ดังนี้

2.7.4.1 ไซโครฟายล์ (psychrophile) เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ชอบเติบโตในที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 7 องศาเซลเซียส และยังสามารถเติบโตได้บ้างในที่มีอุณหภูมิระหว่าง 20 – 30 องศาเซลเซียส

2.7.4.2 มีโซฟายล์ (mesophiles) เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ชอบเติบโตในที่มีอุณหภูมิระหว่าง 20 – 45 องศาเซลเซียส แต่มีเชื้อบางชนิดสามารถเติบโตได้ในที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 45 องศาเซลเซียส

2.7.4.2 เทอร์โมฟายล์ (thermophile) เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ชอบเติบโตในที่มีอุณหภูมิสูงโดยสามารถเติบโตได้ที่อุณหภูมิ 55 – 65 องศาเซลเซียส

## 2.8 การบรรจุภายใต้สภาพสุญญากาศ

การบรรจุภายใต้สภาพสุญญากาศ เป็นการดึงอากาศภายในภาชนะ และภายในผลิตภัณฑ์ออกไปโดยใช้สุญญากาศประมาณ 29 นิ้วปรอท (ปกติความดันบรรยากาศ 30 นิ้วปรอท) หรือที่ความดันประมาณ 0.03 บรรยากาศและไม่มีการพ่นก๊าซใด ๆ เข้าไปแทนที่ทำให้ภาชนะบรรจุชนิดอ่อนตัว (flexible) เกิดการหดรัดตัว หรือ ภาชนะบรรจุชนิดกึ่งคงรูป (semi-rigid) เกิดการยุบตัวขึ้นได้ ทั้งนี้เนื่องจากความดันภายในภาชนะบรรจุน้อยกว่าภายนอกภาชนะ (1 บรรยากาศ) ดังนั้นวิธีนี้จะเหมาะสมที่จะใช้กับการบรรจุเนื้อสดชิ้นใหญ่ ซึ่งบรรจุในถุงที่หดตัวได้ซึ่งทำจาก Saran, PET/PVDC/PE สำหรับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น แฮม เบคอน กุนเชียง นิยมบรรจุแบบให้แนบเนื้อ (skin pack) โดยใช้ถาดประเภท Met. PET/PE และใช้ฟิล์มปิดชนิด PET/PVDC/surlyn เป็นต้น

การบรรจุแบบสุญญากาศที่นิยมใช้กันอยู่แบบปกติธรรมดา จะใช้ฟิล์มห่อรอบ ๆ ผลิตภัณฑ์ แต่เทคโนโลยีที่ทันสมัย จะใช้ฟิล์มที่ขึ้นรูปด้วยความร้อนขึ้นรูปเป็นโครงสร้าง และทำให้มีรูปร่างเป็นถุงเล็ก ๆ ฟิล์มประกอบขึ้นด้วยชั้นของไนลอน (nylon) และโพลิเอทธิลิน (polyethylene) 2 ชั้น และมีชั้น ethylene vinyl alcohol ทำหน้าที่เป็นตัวกันออกซิเจนผ่านเข้าออก และในชั้นสุดท้ายมีชั้นโพลิเอทธิลินทำหน้าที่เป็นตัวช่วยเพื่อการติดสนิท

ฟิล์มจะถูกหลอมให้ละลายและขึ้นรูปขึ้นมาเป็นถ้วยด้วยความดัน ที่มีลักษณะเป็นรูปร่างเฉพาะกับผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะมีการหดตัวกลับภายหลังจากที่ภาชนะบรรจุเกิดเป็นรูปร่างขึ้นแล้ว จากนั้นผลิตภัณฑ์จะถูกบรรจุและส่งไปสู่เครื่องดูดอากาศออก ทำให้เป็นสุญญากาศขึ้นทั้งภายนอกและภายในภาชนะบรรจุ

ฟิล์มที่ใช้จะมี 2 ด้าน ที่บางแต่จะมีความเหนียวที่ทนทาน เพื่อนทำหน้าที่ป้องกันความชื้นและออกซิเจนได้เป็นอย่างดี ตัวอย่างเช่น การบรรจุ hot dog 1 ปอนด์ สามารถจะลดความหนาของฟิล์มลงจาก 0.004 นิ้ว ไปเป็น 0.0004 นิ้ว และ 0.0006 นิ้ว และการบรรจุเนื้อสด จะสามารถเก็บไว้ได้ในลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แช่แข็งในฟิล์มประเภทที่ไม่กันออกซิเจนเพื่อรักษาสีของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการจำหน่าย (เยาวลักษณ์ ,2547)

## 2.9 ปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการใช้ความร้อนฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร

ปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการใช้ความร้อนฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารมีดังนี้ (บุษกร, 2547)

**2.9.1 ชนิดของอาหาร**

องค์ประกอบต่าง ๆ ของอาหารได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ค่า $A_w$ ค่าพีเอช และสารยับยั้งการเติบโตของเชื้อในอาหาร หรือสารที่ใส่ลงไปในอาหาร ล้วนแต่มีผลต่อการทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันในอาหารจะป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ถูกฆ่าด้วยความร้อน เมื่อมีสารอาหารเหล่านี้มาก จุลินทรีย์จะสามารถต้านทานความร้อนได้มากขึ้น

จุลินทรีย์ในอาหารเหลว หรืออาหารเหลวที่มีสารแขวนลอยขนาดเล็ก จะถูกทำลายได้ง่ายกว่าจุลินทรีย์ที่อยู่ในอาหารแข็ง หรืออาหารเหลวที่มีความเข้มข้นสูง ที่ระดับพีเอชเป็นกลาง อาหารที่มีค่า $A_w$ สูง จะถูกทำลายได้ง่ายขึ้น ส่วนในอาหารที่มีพีเอชต่ำ การใช้ความร้อนจะทำให้เชื้อตายมากขึ้น ชนิดของกรดที่ใส่ในอาหาร จะมีผลต่อการทนความร้อนของเชื้อ แม้ว่าจะมีระดับพีเอชที่เท่ากัน โดยพบว่าอาหารที่ใส่กรดแอซีติก โพรพิโอนิก และกรดแลคติก จะถูกทำลายได้ง่ายกว่าอาหารที่ใส่กรดฟอสฟอริก หรือซิตริก อาหารที่มีสารฆ่าเชื้ออยู่แล้ว จะใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อน้อยกว่าการฆ่าเชื้อในอาหารที่ไม่มีสารดังกล่าว

**2.9.2 ชนิดของจุลินทรีย์**

ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อความไว (sensitive) ของจุลินทรีย์ ในการถูกฆ่าด้วยความร้อน ได้แก่ ความทนทานของเชื้อ อายุของเชื้อ การให้ความร้อนแก่เชื้อมาก่อน และจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น โดยทั่วไปเซลล์ปกติ (vegetative cell) ของเชื้อรา ยีสต์ และแบคทีเรีย จะถูกทำลายได้ง่ายกว่าสปอร์ เซลล์ปกติของเชื้อรา ยีสต์ และแบคทีเรีย (ยกเว้น thermoduric และ thermophilic bacteria) รวมทั้งไวรัส จะถูกทำลายด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ในเวลา 20 นาที ส่วนแบคทีเรีย thermoduric และ thermophilic ที่มีความสำคัญในอาหาร จะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 75 – 80 องศาเซลเซียส ยีสต์ และสปอร์ของเชื้อราส่วนใหญ่จะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ในเวลา 4 – 5 ชั่วโมง สปอร์ของแบคทีเรียส่วนใหญ่จะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ในเวลา 30 นาที แต่สปอร์ของแบคทีเรียบางชนิดใช้ความร้อน 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง ไม่สามารถถูกทำลายได้ สปอร์ของเชื้อทุกชนิดจะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ในเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.9.3 ระดับความร้อน**

การทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อน ขึ้นกับอุณหภูมิ และระยะเวลา ซึ่งผกผันกัน คือ เมื่อใช้อุณหภูมิสูงขึ้น ระยะเวลาในการให้ความร้อนจะสั้นลง ความร้อนที่ให้แก่อาหาร จะถ่ายเทเข้าไปในภาชนะและผ่านเนื้อของอาหาร โดยมีหลักการถ่ายเทจากที่มีอุณหภูมิสูงไปยังที่มีอุณหภูมิต่ำ การถ่ายเทความร้อนแบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ การพาความร้อน (convection) การนำความร้อน (conduction) และการแผ่รังสีความร้อน (radiation)

การพาความร้อน หมายถึง การที่ความร้อนถูกพาเข้าไปในอาหาร โดยโมเลกุลของตัวกลาง ที่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ

การนำความร้อน หมายถึง การส่งผ่านความร้อนจากโมเลกุลของตัวกลาง โมเลกุลหนึ่ง ไปยังอีกโมเลกุลหนึ่ง ซึ่งวิธีนี้จะถ่ายเทความร้อนได้ช้ากว่าการพาความร้อน

การแผ่รังสีความร้อน หมายถึง การถ่ายเทพลังงานความร้อน เช่น แสง เป็นต้น

## 2.10 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคในผลิตภัณฑ์หม้ำ

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์หม้ำ สามารถเกิดการปนเปื้อนได้จากวัตถุดิบหรืออาจปนเปื้อนจากขั้นตอนการผลิต สุเมธ (2550) ได้ศึกษา serovar ของเชื้อ *Salmonella* ที่ปนเปื้อนในหม้ำ จากแหล่งผลิตในจังหวัดขอนแก่น และนครราชสีมา พบเชื้อ *Salmonella* หลากหลายชนิด และที่พบมากที่สุด คือ *S.* Weltevreden และ *S.* Panama ซึ่งมีอยู่ในเนื้อโคและเนื้อหมู และปนเปื้อนมาในขั้นตอนการฆ่า ผ่าซาก ชำแหละ ตัดแต่ง ของเนื้อสัตว์ได้ สุเมธ (2550) ได้ศึกษาปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ปนเปื้อนในหม้ำ จากแหล่งผลิตต่าง ๆ ในจังหวัดขอนแก่น และนครราชสีมา จำนวน 12 ตัวอย่าง พบว่าหม้ำ 6 ตัวอย่าง มีการปนเปื้อนของเชื้อ *Staphylococcus aureus* โดยมีปริมาณอยู่ในช่วง $1.4\times10^{2}$ ถึง $1.9\times10^{3}$ โคโลนีต่อกรัม ซึ่งการตรวจหาปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในหม้ำจะมีปริมาณสูงกว่าในเนื้อวัว เนื้อหมู และเนื้อไก่ โดยกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแห้ง และไส้กรอกกึ่งแห้งมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* เช่น กระบวนการหมักที่อุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส มีผลทำให้เชื้อ *Staphylococcus aureus* สามารถเจริญได้และผลิตสารพิษ enterotoxin ขึ้นในผลิตภัณฑ์

## 2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุเมธ (2550) คัดเลือกเชื้อแบคทีเรียแลคติกที่มีคุณสมบัติในการผลิตสารแบคเทอริโอซิน ที่สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์อินดิเคเตอร์ได้ดีจากหม้ำในเขตจังหวัดขอนแก่นและนครราชสีมา พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบคทีเรียแลคติกสายพันธุ์ *Pediococcus pentosaceus* M 13-5 มีประสิทธิภาพเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นกล้าเชื้อในการหมักหม้าได้ดี โดยหม้าที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 มีปริมาณกรดแลคติกสูงถึง 1.4 เปอร์เซ็นต์ และพีเอชต่ำถึง 4.32 เมื่อเปรียบเทียบกับหม้าที่ไม่ได้เติมกล้าเชื้อ ที่หมักเป็นเวลา 3 วัน และเมื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของจำนวนแบคทีเรียแลคติก พบว่าหม้าที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 เมื่อหมักเป็นเวลา 3 วัน มีจำนวนแบคทีเรียแลคติกสูงสุดถึง 9.79 Log cfu/g เมื่อเทียบกับสายพันธุ์อื่น เมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบให้การยอมรับในด้านความเปรี้ยวของหม้าที่ไม่ได้เติมกล้าเชื้อ ที่ใช้เวลาในการหมัก 3 วัน และหม้าที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 ผู้บริโภคให้การยอมรับในด้านความเปรี้ยว เมื่อใช้เวลาในการหมัก 2 วัน

อรนุช (2530) ได้แยกเชื้อ *Pediococcus* sp. *78* ไอโซเลส *Lactobacillus* sp. 34 ไอโซเลส จากผลิตภัณฑ์แหนม เพื่อคัดเลือกเป็นเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมในการหมักแหนม พบว่าเชื้อแต่ละไอโซเลทให้ผลแตกต่างกันในการยับยั้งการเจริญของเชื้อซาลโมเนลลา 8 เซโรไทป์คือ *S. Anatum* *S. Bovismorbifican* *S. Derby* *S. Krefeld* *S. Lexington* *S. London* *S. Weltevreden* และ *S. Newport* พบว่า *S. Anatum* ถูกยับยั้งโดยแบคทีเรียแลกติกน้อยที่สุด อดิศร (2533) ได้นำเชื้อที่แยกไว้นี้มาศึกษาถึงผลการใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อเชื้อซาลโมเนลลาในการหมักแหนม พบว่าสามารถลดจำนวน *S. Anatum* ที่เติมลงในส่วนผสมแหนม (ประมาณ 100 เซลล์/กรัม) ได้ 92.2 เปอร์เซ็นต์ หลังการหมัก 5 วัน โดยเชื้อที่มีชีวิตรอดนั้นเป็นเซลล์บาดเจ็บถึง 62.06 เปอร์เซ็นต์

ปรีชา (2531) ได้ศึกษาจุลินทรีย์ในหม้าที่หมักแบบพื้นบ้านในจังหวัดต่าง ๆ ของภาคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 6 จังหวัด จำนวน 8 ตัวอย่าง พบว่ามี แบคทีเรียแลคติก 6 ชนิดระหว่างการหมักหม้า คือ *Lb. plantarum, Lb. casei, Lb. brevis, Leu. mesenteroides, P. cerevisiae* และ *P. homari* แบคทีเรียเหล่านี้พบเป็นจำนวนมากในวันที่ 1-4 ของการหมักโดยเฉพาะสายพันธุ์ที่พบมากที่สุดได้แก่ *P. cerevisiae* และ *Lb. plantarum* แต่ในวันที่ 5, 7 และ 14 ของการหมักพบว่าแบคทีเรียเหล่านี้มีจำนวนลดลง

งามนิล (2539) ได้ศึกษาการหมักหม้าเป็นเวลา 14 วัน พบว่าปริมาณน้ำในหม้าลดลงจากวันเริ่มต้นการหมัก 42.16 เปอร์เซ็นต์และ ในวันที่ 14 ของการหมักมีค่าความชื้นในหม้าเพียง 29.99 เปอร์เซ็นต์ จากการวิจัย พบแบคทีเรียสร้างกรดจากหม้า 3 ตัวอย่างที่เจริญบนอาหาร MRS เป็นแบคทีเรียแลคติก 81.68 เปอร์เซ็นต์ เป็นแบคทีเรียชนิดอื่น ๆ 18.33 เปอร์เซ็นต์ จีนัสที่พบตลอดเวลาการหมักหม้า 14 วัน ได้แก่ *Pediococcus* 31.67 เปอร์เซ็นต์ , *Enterococcus* 24.0 เปอร์เซ็นต์ และ *Lactobacillus* 11.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนจีนัสอื่น ๆ ที่พบในบางวันของการหมักได้แก่ *Leuconostoc* 6.0 เปอร์เซ็นต์ *Streptococcus* 4 เปอร์เซ็นต์ *Aerococcus* 2.33 เปอร์เซ็นต์ และ *Lactococcus* 2.0 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โสภา (2541) ได้ศึกษาการใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น 2 ชนิด คือ *Lactobacillus plantarum* และ *Pediococcus cerevisiae* เพื่อลดปริมาณ *Salmonella* Typhimurium และ *Salmonella* Anatum ในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS broth ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าเชื้อบริสุทธิ์ทั้ง 2 ชนิด มีประสิทธิภาพเท่าเทียมกันในการทำลาย *S.* Typhimurium โดย *Lb. plantarum* ใช้ระยะเวลา 28 และ 32 ชั่วโมง ที่ค่าพีเอช 3.85 และ 3.70 ในการทำลาย *S.* Typhimurium ที่ปริมาณเริ่มต้น 460 และ 4600 MPN/mL ตามลำดับ ขณะที่ *P. cerevisiae* ใช้ระยะเวลา 28 และ 32 ชั่วโมง ที่ค่าพีเอช 4.15 และ 3.95 ในการทำลาย *S.* Typhimurium ที่ปริมาณ 460 และ 2400 MPN/mL และพบการทำลาย *S.* Anatum มีผลเท่าเทียมกันโดย *Lb. plantarum* ใช้ระยะเวลา 28 และ 32 ชั่วโมง ที่ค่าพีเอช 4.00 และ 3.90 ในการทำลาย *S.* Anatum ที่ปริมาณเริ่มต้น 240 และ 2100 MPN/mL ตามลำดับ ขณะที่ *P. cerevisiae* ใช้ระยะเวลา 28 และ 32 ชั่วโมง ที่ค่าพีเอช 4.00 และ 3.85 ในการทำลาย *S.* Anatum ที่ปริมาณ 460 และ 2400 MPN/mL

พรพิมล (2548) ศึกษาผลของการใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติก *Pediococcus pentosaceus* TISTR 536 ที่มีต่อการเจริญของเชื้อซัลโมเนลลา ในระหว่างการหมักแหนมสูตรหนังหมูบด และหนังหมูเส้น เปรียบเทียบกัน แหนมทั้งสองสูตรที่มีการเติมกล้าเชื้อและไม่เติมกล้าเชื้อ พบว่า ในผลิตภัณฑ์แหนมที่มีการเติมกล้าเชื้อมีค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกที่สูง และการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชให้ต่ำลงอย่างรวดเร็วกว่าแหนมที่ไม่มีการเติมกล้าเชื้อในทุกสูตร เมื่อดูประสิทธิภาพในการลดจำนวนของเชื้อซัลโมเนลลา พบว่าเมื่อหมักครบ 3 วัน แหนมที่ไม่มีการเติมกล้าเชื้อ ยังคงตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาถึง 66.7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแหนมที่มีการเติมกล้าเชื้อตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาเพียง 33.3 เปอร์เซ็นต์ โดยที่เชื้อซัลโมเนลลา 4 อันดับแรกที่พบมากคือ *S.* Panama (24.7 เปอร์เซ็นต์) *S.* Rissen (21.7 เปอร์เซ็นต์) *S.* Anatum (21.7 เปอร์เซ็นต์) และ *S.* Stanley (18.6 เปอร์เซ็นต์)

อรรถพล (2549) ได้คัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ในการหมักผลิตภัณฑ์หม้ำ จากผลิตภัณฑ์ที่วางขายตามท้องตลาด จากจังหวัด เชียงใหม่ ชัยภูมิ และขอนแก่น สามารถแยกเชื้อแบคทีเรียแลคติกแอซิดได้ 4 ชนิด คือ *Lb. plantarum1, Lb. plantarum2, Lb. cellobiosus* และ *P. acidilactici* และได้นำเชื้อชนิด *P. acidilactici* และ *Lb. plantarum* ใช้ในการผลิตหม้ำ ซึ่งส่งผลให้คุณลักษณะทางเคมี คือ กรดแลคติกและค่าพีเอช เพิ่มขึ้นสูงกว่าหม้ำที่ไม่ได้เติมกล้าเชื้อจุลินทรีย์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 85 ($p \leq 0.15$)

สุกานดา และคณะ(2551) ศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของหม้ำในจังหวัดขอนแก่น พบว่าค่าพีเอชในวันเริ่มต้นการผลิตมีค่า 4.85 และมีแนวโน้มคงที่จนถึงวันที่ 7 ของการหมัก และมีปริมาณกรดในวันเริ่มต้นการผลิต 1.31 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยมีค่าสูงสุดในวันที่ 6 คือ 2.10 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นจึงเริ่มคงที่ ส่วนปริมาณจุลินทรีย์ในวันเริ่มต้นการผลิตพบว่ามี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์ทั้งหมด $1.51 \times 10^{10}$ cfu/g และมีปริมาณแบคทีเรียผลิตกรด $1.48 \times 10^{10}$ cfu/g และมีแนวโน้มคงที่จนถึงวันที่ 4 ของการหมัก และพบแบคทีเรียกรดแลคติกสกุล *Lactobacillus* sp., *Canobacterium* sp., *Leuconostoc* sp. และ *Pediococcus* sp.

วรรณี (2553) ได้ศึกษาเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มต่าง ๆ ที่มีอยู่ตามธรรมชาติของหม้ำจากจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย ได้แก่ ชัยภูมิ ขอนแก่น มหาสารคาม และกาฬสินธุ์ พบว่าตัวอย่างหม้ำมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา แลคติกแอซิดแบคทีเรีย *Micrococaceae, enterococci* และ *Staphylococcus aureus* ปริมาณสูง โดยพบแลคติกแอซิดแบคทีเรียในปริมาณสูง คือ $7.8 \times 10^6$, $5.4 \times 10^6$, $6.4 \times 10^6$ และ $1.0 \times 10^7$ cfu/g ตามลำดับ เมื่อจำแนกชนิดของแลคติกแอซิดแบคทีเรียพบว่าประกอบด้วย *Lactobacillus curvatus, Lb. delbrueckii, Lb. acidophilus, Lb. paracasei, Lb. brevis, Lb. pentosus, Leu. mesenteroides, Lb. plantarum, Lb. farciminis, C. divergens, P. pentosaceus* และ *Enterococcus* และจากการศึกษาปริมาณแลคติกแอซิดแบคทีเรียในวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตหม้ำ พบว่า แลคติกแอซิดแบคทีเรียสามารถตรวจพบได้ในวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตหม้ำมากน้อยแตกต่างกันไป โดยจะพบมากที่สุดในไส้ธรรมชาติ (natural casing) ในขณะที่ยีสต์และราพบมากในเนื้อวัว ตับ และม้าม ส่วน *Micrococcaceae* และ enterococci ส่วนใหญ่พบในม้าม เนื้อวัว ตับและไส้ธรรมชาติ

Smith และคณะ (1975) ได้ศึกษาถึงผลของการใช้ *P. cerevisiae* และ *Lb. plantarum* เป็นกล้าเชื้อในการหมัก Pepperoni ต่อ *S. typhimurium* โดย แบ่งการทดลองเป็น 3 แบบ คือการหมักโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม *P. cerevisiae* และ *Lb. plantarum* การหมักด้วยเชื้อแบคทีเรียแลกติกที่มีอยู่ตามธรรมชาติในเนื้อหมู และการทำไส้กรอกที่ไม่มีการหมัก โดยเติมเชื้อ *S. typhimurium* ลงในไส้กรอกทั้ง 3 แบบ ให้มีเชื้อเริ่มต้นก่อนทำการทดลองเป็น $10^4$ CFU ต่อกรัมพบว่า ไส้กรอกที่หมักโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม และแบคทีเรียแลกติกตามธรรมชาติมีการทำลายเชื้อ *S. typhimurium* ลงอย่างช้า ๆ ในระหว่างการหมักและเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก ผ่านเข้าสู่ช่วงเวลาที่ทำให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในรูปแห้ง (drying period) จะตรวจไม่พบเชื้อ *S. typhimurium* ในไส้กรอกที่หมักโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม ส่วนไส้กรอกที่หมักด้วยแบคทีเรียแลคติกตามธรรมชาติและไส้กรอกที่ไม่ผ่านการหมักนั้นยังคงตรวจพบเชื้อ *S. typhimurium* อยู่เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการหมัก โดยที่ pH สุดท้ายของไส้กรอกทั้งสามแบบมีค่าเป็น 4.6, 5.0 และ 5.7 ตามลำดับ

Sameshima และคณะ (1998) ศึกษาผลของการใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นประเภท Lactobacilli ต่อการเจริญเติบโตและการสร้างสารพิษของ *Staph. aureus* ในไส้กรอกหมักพบว่าไส้กรอกหมักที่ไม่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นประเภท Lactobacilli จะมีการเจริญเติบโตของ *Staph. aureus* และการสร้างสารพิษ Enterotoxin เกิดขึ้น ส่วนในไส้กรอกหมักที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นประเภท Lactobacilli จะสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วยยับยั้งการสร้างสารพิษ Enterotoxin ของ *Staph. aureus* ได้เป็นอย่างที่น่าพอใจและเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นประเภท Lactobacilli ที่คัดเลือกได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตไส้กรอกหมักที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคได้

Tantillo และคณะ (2002) ได้ศึกษาถึงเชื้อแบคทีเรียแลคติกสายพันธุ์ *Lactobacillus* spp. ทั้งหมด 152 ชนิด เพื่อหาสายพันธุ์ที่ยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค พบว่าเชื้อ *Lb.* sakei สายพันธุ์นี้ยังสามารถยับยั้งการเจริญของ *L. monocytogenes, L. seeligeri, L.innocua, Lb.* alimentarius ได้ ซึ่งเชื้อ *Lb.* sakei สายพันธุ์นี้ยังสามารถสร้างสารแบคเทอริโอซินได้ จึงใช้เป็นเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมในไส้กรอกแบบแห้งได้

Swetwiwathana และคณะ (2007) ได้วิเคราะห์ bacteriocins ที่ผลิตโดย*Pediococcus pentosaceus* M 13-5 ที่แยกได้จากหม้ำ ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า bacteriocins ที่ผลิตโดย *Pediococcus pentosaceus* M 13-5 เป็น bacteriocins ที่เรียกว่า Pediocin PA-1 ทำให้ *P. pentosaceus* M 13-5 สามารถใช้เป็นกล้าเชื้อเพื่อใช้ในการผลิตหม้ำได้อย่างมีคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

## 3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 กล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 ที่แยกได้จากหม้ำโดยสุเมธ (2550)

3.1.2 เนื้อวัวส่วนสะโพก ตับและม้ามวัว, เนื้อหมูส่วนสะโพก ตับและม้ามหมู จากตลาดสดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กทม.

3.1.3 ไส้แกะ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20-22 มิลลิเมตร บริษัท บี.โอ.ที. จำกัด เขตสวนหลวง กทม.

3.1.4 กระเทียม จากตลาดสดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กทม.

3.1.5 ข้าวสารคั่วบดละเอียด จากตลาดสดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กทม.

3.1.6 เกลือป่น ตราปรุงทิพย์ บริษัทอุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด, ประเทศไทย

3.1.7 ข้าวเจ้าหุงสุก จากตลาดสดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กทม.

3.1.8 ผงเพรค

## 3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1 อุปกรณ์ในการเตรียมหม้ำ

- เครื่องบดเนื้อ SEVEN FIVE
- เครื่องชั่งน้ำหนัก Metter AJ100
- เครื่องชั่งดิจิตอล Metter Toledo Spider 2-6-p
- เครื่องบรรจุไส้
- เตาอบไฟฟ้า (Tempered glass, T. Choon Ha Kit co. ltd.)

3.2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้บรรจุและเก็บรักษาหม้ำ

- เครื่องบรรจุสุญญากาศ Alpha pack OAPV-100
- ถุงพลาสติกชนิด HDPE (High Density Polyethylene)

3.2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ

- เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ รุ่น Aqualab
- ตู้อบลมร้อน ( hot air oven ) รุ่น Model BWS-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กระป๋องอลูมิเนียมหาความชื้น (moisture can)
- เครื่องวัดพีเอช (Inolab pH Level I, Germany)
- เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV – spectrophotometer, USA)
- อุปกรณ์เครื่องแก้วทนความร้อนและสารเคมี
- หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave, Tomy SS-325, Japan)
- ตู้บ่มเชื้อ (Kendo Laboratory products, German)
- เครื่องตีป่นอาหาร (Stomacher, AES Laboratory, France)
- อุปกรณ์เครื่องแก้วทนความร้อนและสารเคมี
- จานและแก้วน้ำพลาสติก
- แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

## 3.3 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

3.3.1 สารละลายฟีนอฟทาลีนเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (Carlo Erba Reagent, Italy)

3.3.2 สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล (Merck, USA)

3.3.3 โซเดียมไนไตรท (Merck, USA)

3.3.4 กลีเซอรอล (Carlo Erba Reagent, Italy)

3.3.5 แอลกอฮอล์เข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ (องค์การสุรากรมสรรพสามิต, ประเทศไทย)

3.3.6 โซเดียมคลอไรด์ (Merck, USA)

3.6.7 อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS (Merck, USA)

3.6.8 อาหารเลี้ยงเชื้อ Standard plate count agar (Merck, USA)

## 3.4 วิธีการทดลอง

### 3.4.1 การเตรียมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5

เตรียมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 โดยถ่ายเชื้อบริสุทธิ์จำนวน 1 loop ลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเหลว MRS ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง โดยทำต่อเนื่องกัน 2 ครั้ง จากนั้นถ่ายเชื้อบริสุทธิ์จากอาหารเหลว MRS ปริมาตร 1 มิลลิลิตร (โดยมีปริมาณกล้าเชื้อเริ่มต้น $1\times10^{6}$ cfu/ml) ลงในส่วนผสมของหมำ 1 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.2 การผลิตหม้ำ

การผลิตหม้ำวัวและหม้ำหมู มีสูตรมาตรฐานดังนี้

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบของตำรับหม้ำวัว

| ส่วนผสม | ปริมาณ (กรัม) | เปอร์เซ็นต์ |
|---|---|---|
| เนื้อวัวส่วนสะโพก | 650 | 65 |
| ตับวัวต้มสุก | 40 | 4 |
| ม้ามวัวต้มสุก | 40 | 4 |
| ข้าวสารคั่วบดละเอียด | 33 | 3.3 |
| ข้าวสุก | 100 | 10 |
| กระเทียมปอกเปลือกบดละเอียด | 120 | 12 |
| เกลือแกง | 15 | 1.5 |
| ผงเพรค | 2 | 0.2 |
| รวม | 1000 | 100 |

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก ธัญนันท์ (2551)

ตารางที่ 3.2 ส่วนประกอบของตำรับหม้ำหมู

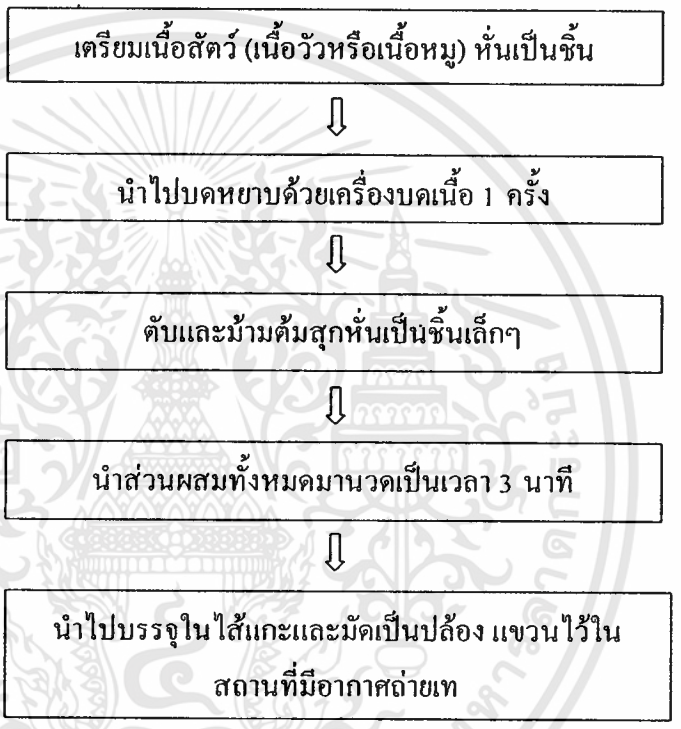
| ส่วนผสม | ปริมาณ (กรัม) | เปอร์เซ็นต์ |
|---|---|---|
| เนื้อหมูส่วนสะโพก | 650 | 65 |
| ตับหมูต้มสุก | 40 | 5 |
| ม้ามหมูต้มสุก | 40 | 5 |
| ข้าวสารคั่วบดละเอียด | 33 | 3.3 |
| ข้าวสุก | 110 | 10 |
| กระเทียมปอกเปลือกบดละเอียด | 110 | 10 |
| เกลือแกง | 15 | 1.5 |
| ผงเพรค | 2 | 0.2 |
| รวม | 1000 | 100 |

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก ธัญนันท์ (2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.4.3 ขั้นตอนการผลิตหม้ำ**

วิธีการผลิตหม้ำ โดยนำเนื้อสัตว์ (เนื้อวัวหรือเนื้อหมู) ไปบดหยาบด้วยเครื่องบดเนื้อ 1 ครั้ง ตับและม้ามต้มสุกหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ และนำส่วนผสมทั้งหมดมานวดเป็นเวลา 3 นาที ส่วนหม้ำที่เติมกล้าเชื้อให้นวดส่วนผสมทั้งหมดก่อนประมาณ 1 นาที จึงเติมกล้าเชื้อ และนวดส่วนผสมอีก 2 นาที จนส่วนผสมเหนียว นำไปบรรจุในไส้แกะ และมัดเป็นปล้องยาวท่อนละ 8 เซนติเมตร นำขึ้นแขวนบนราวที่มีอากาศถ่ายเทเป็นเวลา 0-3 วัน เพื่อให้เกิดการหมักและผึ่งแห้ง แสดงดัง ภาพที่ 3.1




**ภาพที่ 3.1** ขั้นตอนการผลิตหม้ำ

**3.4.4 ศึกษาผลของการใช้กล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 ในกระบวนการหมักต่อคุณภาพของหม้ำวัวและหม้ำหมู**

การผลิตหม้ำวัวและหม้ำหมู โดยมีส่วนประกอบแสดงดังตารางที่ 3.1 และ 3.2 และมีวิธีการผลิตตามภาพที่ 3.1 สำหรับการที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 นั้นจะเติมในขั้นตอนการผสม ส่วนผสมทั้งหมดก่อนประมาณ 1 นาที จึงเติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 ลงไป และนวดส่วนผสมอีก 2 นาที จนส่วนผสมเหนียว ซึ่งขั้นตอนต่อจากนี้ไปจะทำเหมือนกัน คือนำส่วนผสมที่นวดได้ไปบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในไส้แกะ และมัดเป็นปล้อง ยาวท่อนละ 8 เซนติเมตร นำขึ้นแขวนบนราวในสถานที่ที่มีอากาศถ่ายเทเป็นเวลา 0 – 3 วัน เพื่อให้เกิดการหมักและผึ่งแห้ง ส่วนหม้ำหมูให้ทำเช่นเดียวกันกับหม้ำวัวทุกขั้นตอน

**3.4.5 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมดของหม้ำวัวและหม้ำหมู**

ทำการเก็บตัวอย่างหม้ำวัวและหม้ำหมูหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ดังนี้

ก. วิเคราะห์หาปริมาณกรดแลคติก (AOAC, 1984 ) รายละเอียดและวิธีการวิเคราะห์ดูจากภาคผนวก ก

ข. วัดค่าพีเอช (ดัดแปลงจาก AOAC, 1984) รายละเอียดและวิธีการวิเคราะห์ดูจากภาคผนวก ก

ค. วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 1984) รายละเอียดและวิธีการวิเคราะห์ดูจากภาคผนวก ก

ง. วัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (ตามคู่มือการใช้งานของเครื่อง Water activity รุ่น Aqualab)

จ. ปริมาณไนไตรทคงเหลือในผลิตภัณฑ์ (AOAC, 2000) รายละเอียดและวิธีการวิเคราะห์ดูจากภาคผนวก ก

ฉ. ตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000) รายละเอียดและวิธีการวิเคราะห์ดูจากภาคผนวก ก

ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan New' Multiple Range Test

**3.4.6 ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของหม้ำวัวและหม้ำหมู**

ทำการทดสอบด้านประสาทสัมผัสเพื่อหาความแตกต่าง ด้านความเปรี้ยวและรสชาติของหม้ำ โดยนำตัวอย่างหม้ำวัวและหม้ำหมูที่เติมและไม่เติมกล้าเชื้อ ที่คัดเลือกตาม acidity ของหม้ำวัวและหม้ำหมูที่เติมและไม่เติมกล้าเชื้อในวันที่ 2-3 คัดเลือกตัวอย่างหม้ำที่มี acidity เท่ากันหรือใกล้เคียงกันที่สุด นำมาทดสอบโดยนำไปให้ความร้อนด้วยการอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที หั่นหม้ำตามขวางหนาประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส การทดสอบใช้ผู้ทดสอบที่เคยรับประทานอาหารประเภทเนื้อที่แปรรูปโดยกรรมวิธีการหมักมาก่อน จำนวน 20 คน ทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หม้ำ ด้านความเปรี้ยว รสชาติ และความชอบโดยรวม ด้วยคะแนนที่ประเมิน 7 ระดับ คือ 7 = ชอบมากที่สุด และ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด (7- point hedonic scale) ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ โดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยโดย Dancan New's Multiple Range Test

ข้อมูลที่ได้นำมาใช้เป็นพื้นฐาน เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปของผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคต่อไป

**3.4.7 ศึกษาสภาวะการเตรียมหม้ำพร้อมบริโภค**

**3.4.7.1 ศึกษาการใช้เวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อหม้ำพร้อมบริโภค**

ผลิตหม้ำวัวและหม้ำหมูตามสภาวะที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.4.6 และนำมาทำให้สุก โดยใช้เตาอบไฟฟ้าอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที โดยวางบนถาดอบ อบเป็นเวลา 10 นาที และพลิกกลับด้านหม้ำอบต่ออีก 10 นาที นำออกจากเตาอบพักไว้ให้เย็นประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบรรจุในถุงพลาสติก ชนิด HDPE และบรรจุแบบสุญญากาศ น้ำหนักบรรจุประมาณถุงละ 200 กรัม และนำมาแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 - 30 นาที ติดตามอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของภาชนะบรรจุหม้ำโดยใช้ Thermocouple และอ่านค่าอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางทุก ๆ 5 นาที คือ 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที โดยใช้อุณหภูมิที่ 72 องศาเซลเซียส เป็นเกณฑ์กำหนดการฆ่าเชื้อกับผลิตภัณฑ์

**3.4.8 ศึกษาระยะเวลาการเก็บหม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภค**

นำหม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ได้จากข้อ 3.4.7.1 มาศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15, 30 และ 60 วัน เก็บตัวอย่างวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยใช้วิธีเดียวกับข้อ 3.4.5

**3.4.9 การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์หม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภคของผู้บริโภค**

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยนำหม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภค ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน นำมาหั่นตามขวางหนาประมาณ 1 เซนติเมตร จากนั้นนำไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 100 คน ดำเนินการทดสอบโดย ให้ผู้ทดสอบประเมินผลในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ซึ่งแบ่งเป็น 7 ระดับ คือ 7 = ชอบมากที่สุด และ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด (7-point hedonic scale) ประเมินผลการยอมรับเป็นเปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

# ผลการทดลองและวิจารณ์

## 4.1 ผลการใช้กล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 ในกระบวนการหมักต่อคุณภาพของหม้ำวัวและหม้ำหมู

จากการผลิตหม้ำและทำการเก็บตัวอย่างหม้ำวัวและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 เมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และการตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมด ได้ผลดังนี้

### 4.1.1 ผลของการใช้กล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 ต่อปริมาณกรดแลคติกและค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์

หม้ำวัวและหม้ำหมูที่ไม่เติมและเติมกล้าเชื้อ เมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณกรดแลคติกและค่าพีเอช แสดงดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

**ตารางที่ 4.1** ปริมาณกรดแลคติกและค่าพีเอชของหม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 เมื่อหมักเป็นเวลา 0 – 3 วัน

| ระยะเวลาการหมัก (วัน) | กรดแลคติก (%) | | ค่าพีเอช | |
|---|---|---|---|---|
| | หม้ำวัวไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำวัวเติมกล้าเชื้อ | หม้ำวัวไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำวัวเติมกล้าเชื้อ |
| 0 | $0.41 \pm 0.08^{a}$ | $0.43 \pm 0.06^{a}$ | $6.08 \pm 0.93^{a}$ | $6.09 \pm 0.27^{a}$ |
| 1 | $0.74 \pm 0.13^{b}$ | $1.02 \pm 0.12^{a}$ | $5.05 \pm 0.04^{a}$ | $4.87 \pm 0.20^{b}$ |
| 2 | $0.97 \pm 0.07^{b}$ | $1.27 \pm 0.61^{a}$ | $4.86 \pm 0.04^{a}$ | $4.62 \pm 0.03^{b}$ |
| 3 | $1.13 \pm 0.12^{b}$ | $1.40 \pm 0.04^{a}$ | $4.84 \pm 0.03^{a}$ | $4.49 \pm 0.04^{b}$ |

**หมายเหตุ** : ตัวเลขที่มีอักษร a, b กำกับในแนวนอนของ ปริมาณกรดแลคติก / ค่าพีเอชต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หม้ำวัวไม่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน พบว่ามีกรดแลคติกเกิดขึ้นดังนี้ 0.41, 0.74, 0.97 และ 1.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2, และ 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่ามีกรดแลคติกเกิดขึ้นดังนี้ 0.43, 1.02, 1.27 และ 1.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การหมักหม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อมีปริมาณกรดแลคติกที่ใกล้เคียงกันในวันที่ 0 แต่หลังจากกระบวนการหมักเกิดขึ้นเป็นระยะเวลา 1 – 3 วัน ทำให้มีปริมาณกรดแลคติกในหม้ำเพิ่มสูงขึ้น เมื่อหมักเป็นเวลา 1, 2 และ 3 วัน หม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อมีปริมาณกรดแลคติกสูงกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อ ดังนี้ 0.32, 0.30 และ 0.27 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และค่าพีเอชในหม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อ เมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน มีค่าพีเอชเป็น 6.08, 5.05, 4.86 และ 4.84 ตามลำดับ ส่วนหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อ วันที่ 0, 1, 2 และ 3 มีค่าพีเอชเป็น 6.09, 4.87, 4.62 และ 4.49 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าวันแรกของการหมัก ค่าพีเอชของหม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อมีความแตกต่างกัน ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อกระบวนการหมักเกิดขึ้นเป็นเวลา 1 – 3 วัน ค่าพีเอชในหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อลดลงอย่างรวดเร็วและลดลงต่ำกว่าหม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อ ทำให้ค่าพีเอชในหม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อและค่าพีเอชในหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สุเมธ (2550) ได้ผลิตหม้ำวัวโดยใช้กล้าเชื้อ *Pediococcus pentosaceus* M13-5 พบว่าเมื่อหมักหม้ำ 1-3 วัน หม้ำที่เติมกล้าเชื้อจะทำให้ปริมาณกรดแลคติกเพิ่มสูงกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อและมีค่าพีเอชที่ต่ำกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อ

**ตารางที่ 4.2** ปริมาณกรดแลคติกและค่าพีเอชของหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 เมื่อหมักเป็นเวลา 0 – 3 วัน

| ระยะเวลาการหมัก (วัน) | กรดแลคติก (%) | | ค่าพีเอช | |
|---|---|---|---|---|
| | หม้ำหมูไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำหมูเติมกล้าเชื้อ | หม้ำหมูไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำหมูเติมกล้าเชื้อ |
| 0 | $0.45 \pm 0.12^{a}$ | $0.46 \pm 0.05^{a}$ | $6.10 \pm 0.02^{a}$ | $6.07 \pm 0.02^{a}$ |
| 1 | $0.76 \pm 0.17^{b}$ | $0.99 \pm 0.06^{a}$ | $5.38 \pm 0.03^{a}$ | $4.80 \pm 0.02^{b}$ |
| 2 | $0.96 \pm 0.05^{b}$ | $1.22 \pm 0.04^{a}$ | $4.97 \pm 0.05^{a}$ | $4.46 \pm 0.05^{b}$ |
| 3 | $1.09 \pm 0.10^{b}$ | $1.41 \pm 0.04^{a}$ | $4.85 \pm 0.05^{a}$ | $4.41 \pm 0.03^{b}$ |

**หมายเหตุ :** ตัวเลขที่มีอักษร a, b กำกับในแนวนอนของ ปริมาณกรดแลคติก / ค่าพีเอช ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน พบว่ามีกรดแลคติกเกิดขึ้น ดังนี้ 0.45, 0.76, 0.96 และ 1.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน พบว่ามีกรดแลคติกเกิดขึ้นดังนี้ 0.46, 0.99, 1.22 และ 1.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งในวันแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(วันที่ 0) ของการหมักหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อมีปริมาณกรดแลคติกไม่แตกต่างกันมากนักเนื่องจากกระบวนการหมักยังไม่เกิดขึ้น แต่หลังจากหมักเป็นเวลา 1 – 3 วัน หม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อ มีปริมาณกรดแลคติกเพิ่มมากขึ้นโดยหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อมีปริมาณกรดแลคติกเพิ่มขึ้นสูงและรวดเร็วกว่าหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อ ซึ่งปริมาณกรดแลคติกของหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และค่าพีเอชของหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักไว้ 0, 1, 2 และ 3 วัน พบว่ามีค่าพีเอช ดังนี้ 6.10, 5.38, 4.97 และ 4.85 ตามลำดับ ส่วนหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อ วันที่ 0, 1, 2 และ 3 มีค่าพีเอช ดังนี้ 6.07, 4.80, 4.46 และ 4.41 ตามลำดับ ซึ่งมีผลสอดคล้องกับปริมาณกรดแลคติก ค่าพีเอชในหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อ วันที่ 0 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อหมักเป็นเวลา 1 – 3 วัน ค่าพีเอชลดต่ำลง โดยค่าพีเอชในหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อลดลงรวดเร็วและลดลงต่ำกว่าหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พรพิมล (2548) ได้ศึกษาการผลิตแหนมที่เติมกล้าเชื้อ *Pediococcus pentosaceus* TISTR 536 กับการผลิตแบบดั้งเดิม พบว่าปริมาณกรดแลคติกของแหนมมีความแตกต่างกัน เมื่อหมัก 1-3 วัน พบว่าการหมักแหนมที่มีการเติมกล้าเชื้อให้ปริมาณกรดแลคติกสูงขึ้นและสูงกว่าแหนมที่หมักแบบดั้งเดิม

หม้ำที่เติมกล้าเชื้อมีปริมาณแบคทีเรียแลคติกเริ่มต้นมากกว่าการหมักโดยไม่เติมกล้าเชื้อซึ่งเป็นเพราะแบคทีเรียแลคติกเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตไปเป็นกรดแลคติกในกระบวนการหมักมาก จึงสามารถผลิตกรดแลคติกในปริมาณสูงกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อ กระบวนการหมักหม้ำโดยธรรมชาติไม่มีการเติมกล้าเชื้อมักเกิดมาจากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ ซึ่งจะเป็นจุลินทรีย์กลุ่มที่สร้างกรดได้ และกลุ่มที่สามารถทำให้อาหารเน่าเสียได้ จุลินทรีย์ที่สร้างกรดได้ดีและพบในระยะแรกของการหมักจะเป็นจุลินทรีย์กลุ่ม *P. cerevisiae* และ *Lb. plantarum* ซึ่งสามารถเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (เยาวลักษณ์, 2547) เนื้อสัตว์และวัตถุดิบในการผลิตในแต่ละสถานที่มีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่แตกต่างกันทั้งทางด้าน ปริมาณ กลุ่มจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลคติกที่เป็นประโยชน์ในกระบวนการหมัก และกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุให้เนื้อสัตว์เสื่อมเสียและก่อให้เกิดโรค ทำให้ไม่สามารถควบคุมคุณภาพและความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ได้ การเติมกล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติก ลงในการผลิตหม้ำ ทำให้สามารถผลิตกรดแลคติกได้ปริมาณมาก จึงส่งผลให้ค่าพี่เอชลดลงรวดเร็วกว่าการหมักโดยไม่เติมกล้าเชื้อ ในสภาวะที่ค่าพีเอชลดลงอย่างรวดเร็ว มีผลทำให้ช่วยยับยั้งการเจริญและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ทำให้เกิดโรค หรือทำให้หม้ำเกิดการเน่าเสียซึ่งจะไม่สามารถเจริญได้ จึงทำให้หม้ำปลอดภัยและเก็บรักษาได้เป็นเวลานาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.1.2 ผลของการใช้กล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 ต่อปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์**

ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของหม้ำวัวและหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและเติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน แสดงดังตาราง 4.3 และ 4.4 ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.3** ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของหม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 เมื่อหมักเป็นเวลา 0 – 3 วัน

| ระยะเวลาการหมัก (วัน) | ความชื้น (%) | | วอเตอร์แอคติวิตี้ | |
|---|---|---|---|---|
| | หม้ำวัวไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำวัวเติมกล้าเชื้อ | หม้ำวัวไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำวัวเติมกล้าเชื้อ |
| 0 | 68.5 ± 0.73[a] | 68.57 ± 0.76[a] | 0.99 ± 0.15[a] | 0.98 ± 0.02[a] |
| 1 | 63.18 ± 0.95[a] | 63.49 ± 0.97[a] | 0.96 ± 0.03[a] | 0.96 ± 0.01[a] |
| 2 | 51.99 ± 0.77[a] | 51.55 ± 0.55[a] | 0.93 ± 0.05[a] | 0.92 ± 0.11[a] |
| 3 | 43.51 ± 0.63[a] | 43.51 ± 1.05[a] | 0.90 ± 0.02[a] | 0.89 ± 0.12[a] |

**หมายเหตุ :** ตัวเลขที่มีอักษร a, b กำกับในแนวนอนของความชื้น / วอเตอร์แอคติวิตี้ ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน พบว่ามีปริมาณความชื้น ดังนี้ 68.18, 63.18, 51.99 และ 43.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน พบว่ามีปริมาณความชื้นดังนี้ 68.57, 63.49, 51.55 และ 43.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เห็นได้ว่าหม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0 – 3 วัน ปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงว่าการเติมกล้าเชื้อไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นของหม้ำวัว

นอกจากนี้หม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน พบว่ามีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ดังนี้ 0.99, 0.96, 0.93 และ 0.90 ตามลำดับ ส่วนหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน พบว่ามีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ดังนี้ 0.98, 0.96, 0.92 และ 0.89 ตามลำดับ เห็นได้ว่าค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของหม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงว่าการเติมกล้าเชื้อไม่มีผลต่อค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของหม้ำวัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.4** ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของหม้าหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้าหมูที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 เมื่อหมักเป็นเวลา 0 – 3 วัน

| ระยะเวลาการหมัก (วัน) | ความชื้น (%) | | วอเตอร์แอคติวิตี้ | |
|---|---|---|---|---|
| | หม้าหมูไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้าหมูเติมกล้าเชื้อ | หม้าหมูไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้าหมูเติมกล้าเชื้อ |
| 0 | 67.56 ± 1.40[a] | 68.27 ± 0.47[a] | 0.98 ± 0.05[a] | 0.99 ± 0.01[a] |
| 1 | 63.01 ± 1.04[a] | 62.33 ± 0.96[a] | 0.96 ± 0.09[a] | 0.96 ± 0.18[a] |
| 2 | 52.57 ± 1.06[a] | 53.00 ± 1.31[a] | 0.93 ± 0.08[a] | 0.92 ± 0.18[a] |
| 3 | 43.58 ± 0.98[a] | 42.89 ± 0.89[a] | 0.90 ± 0.07[a] | 0.89 ± 0.13[a] |

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีอักษร a, b กำกับในแนวนอนของความชื้น / วอเตอร์แอคติวิตี้ ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หม้าหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน พบว่ามีปริมาณความชื้นดังนี้ 67.56, 63.01, 52.57 และ 43.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนหม้าหมูที่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน พบว่ามีปริมาณความชื้นดังนี้ 68.27, 62.33, 53.00 และ 42.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เห็นได้ว่าหม้าหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้าหมูที่เติมกล้าเชื้อที่หมักเป็นเวลา 0 – 3 วันนั้นในแต่ละวันของการหมัก มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงว่าการเติมกล้าเชื้อไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นของหม้าหมู

หม้าหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ดังนี้ 0.98, 0.96, 0.93 และ 0.90 ตามลำดับ ส่วนหม้าหมูที่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน พบว่ามีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ดังนี้ 0.99, 0.96, 0.92 และ 0.89 ตามลำดับ เห็นได้ว่าค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของหม้าหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้าหมูที่เติมกล้าเชื้อ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงว่าการเติมกล้าเชื้อไม่มีผลต่อค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของหม้าหมู

หม้าที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้าที่เติมกล้าเชื้อมีปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่ไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากไส้ที่บรรจุเป็นไส้แกะ ซึ่งเป็นไส้แท้ที่มาจากธรรมชาติ มีเยื่อบุผิวที่มีสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่านจึงยอมให้อากาศและน้ำผ่านเข้าออกได้ แต่เมื่อกระบวนการหมักเกิดขึ้นเนื้อสัตว์และส่วนผสมต่าง ๆ จะรวมตัวกันแน่นขึ้น ทำให้น้ำบางส่วนถูกปล่อยให้ระเหยออกมาจากผลิตภัณฑ์และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ลดลงด้วย ทำให้หม้ามีลักษณะแห้ง โดยเฉพาะผิวรอบนอกของหม้าจะมีลักษณะที่แห้งกว่าภายในเนื่องจากการระเหยของน้ำที่ผิวเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว และมีการระเหยของน้ำออกอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อเนื่องในแต่ละวันระยะเวลาของการหมัก จึงทำให้หม้ำที่ใช้ระยะเวลาในการหมักนานขึ้นจะมีลักษณะแห้งและแข็งขึ้นตามระยะเวลาที่ทำการหมัก หม้ำที่มีปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำเป็นสาเหตุหนึ่งในการชะลอหรือยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในหม้ำด้วย

**4.1.3 ผลของการใช้กล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 ต่อปริมาณไนไตรทคงเหลือ**

หม้ำวัวและหม้ำหมูที่ไม่เติมและเติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน มีไนไตรทคงเหลือในผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 ปริมาณไนไตรทคงเหลือในหม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 เมื่อหมักเป็นเวลา 0 – 3 วัน

| ระยะเวลาการหมัก(วัน) | ปริมาณไนไตรทคงเหลือ (ส่วนในล้านส่วน) | |
|---|---|---|
| | หม้ำวัว ไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำวัวเติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 |
| 0 | $27.09 \pm 0.21^{a}$ | $26.15 \pm 0.52^{b}$ |
| 1 | $22.82 \pm 0.11^{a}$ | $20.83 \pm 0.21^{b}$ |
| 2 | $21.78 \pm 0.11^{a}$ | $19.17 \pm 0.21^{b}$ |
| 3 | $20.00 \pm 0.21^{a}$ | $18.13 \pm 0.21^{b}$ |

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีอักษร a, b กำกับในแนวนอนต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน พบว่ามีปริมาณไนไตรทคงเหลือ ดังนี้ 27.09, 22.82, 21.78 และ 20.00 ส่วนในล้านส่วนตามลำดับ ในขณะที่หม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน พบว่ามีปริมาณไนไตรทคงเหลือ ดังนี้ 26.15, 20.83, 19.17 และ 18.13 ส่วนในล้านส่วนตามลำดับ เห็นได้ว่าปริมาณไนไตรทคงเหลือในหม้ำวัว ที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อ มีปริมาณไนไตรทคงเหลือลดลงที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยทั้งนี้หม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อเริ่มต้นเมื่อหมักวันที่ 0 ถึงวันที่ 3 มีปริมาณไนไตรทคงเหลือลดลง ดังนี้ 7.09 และ 8.02 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.6** ปริมาณไนไตรทคงเหลือในหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 เมื่อหมักเป็นเวลา 0 – 3 วัน

| ระยะเวลาการหมัก (วัน) | ปริมาณไนไตรทคงเหลือ (ส่วนในล้านส่วน) | |
|---|---|---|
| | หม้ำหมู ไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำหมูเติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 |
| 0 | $26.77 \pm 0.31^{a}$ | $26.46 \pm 0.21^{a}$ |
| 1 | $22.29 \pm 0.21^{a}$ | $21.15 \pm 0.32^{b}$ |
| 2 | $20.84 \pm 0.21^{a}$ | $18.86 \pm 0.32^{a}$ |
| 3 | $19.79 \pm 0.21^{a}$ | $17.50 \pm 0.21^{b}$ |

**หมายเหตุ :** ตัวเลขที่มีอักษร a, b กำกับในแนวนอนต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน พบว่ามีปริมาณไนไตรทคงเหลือเป็น 26.77, 22.29, 20.84 และ 19.79 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ ในขณะที่หม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน พบว่ามีปริมาณไนไตรทคงเหลือเป็น 26.46, 21.15, 18.86 และ 17.50 ส่วนในล้านส่วนตามลำดับ พบว่าปริมาณไนไตรทคงเหลือของหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและเติมกล้าเชื้อมีปริมาณลดลง ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) หม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อส่งผลให้ปริมาณไนไตรทลดลงได้มากกว่าหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อ และเมื่อเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นปริมาณไนไตรทคงเหลือในหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อมีแนวโน้มลดลงในปริมาณที่สูงกว่าหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อ หม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อเริ่มต้นเมื่อหมัก 0 ถึงวันที่ 3 มีปริมาณไนไตรทลดลงดังนี้ 6.98 และ 8.96 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ

ตัวอย่างหม้ำทุกสูตรมีปริมาณไนไตรทคงเหลือลดลงเมื่อระยะเวลาในการหมักนานขึ้น หม้ำวัวและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อมีปริมาณไนไตรทคงเหลือลดลงได้มากกว่าหม้ำวัวและหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อ เนื่องมาจากกล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติกมีผลต่อการสลายของไนเตรทและไนไตรทโดยทำให้ไนเตรทที่สลายตัวเป็นไนไตรทถูกรีดิวส์เป็นไนตริกออกไซด์ เพื่อรวมกับฮีมไมโอโกลบิน (hem-myoglobin) เปลี่ยนไปเป็น สารไนโตรซิลฮีโมโครม (nitrosyl haemochrome ) ซึ่งมีสีชมพู (เยาวลักษณ์, 2547) การเติมกล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติกลงในหม้ำ ซึ่งเป็นอาหารหมักประเภทเนื้อ มีผลให้การสะสมของ nitrosamine ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งลดลง หม้ำวัวและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อมีปริมาณแบคทีเรียแลคติกเริ่มต้นมากกว่าหม้ำวัวและหม้ำหมูที่ไม่ได้เติมกล้าเชื้อทำให้หม้ำที่เติมกล้าเชื้อผลิตกรดได้ในปริมาณมากและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวดเร็วกว่าในหม้ำที่ไม่ได้เติมกล้าเชื้อ ส่งผลให้พีเอชลดลง และการลดลงของพีเอช จะไปเร่งในการสลายตัวของไนไตรทได้เป็นอย่างดี ทำให้ปริมาณไนไตรทคงเหลือของหม้ำวัวและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อมีปริมาณลดลงมากกว่าหม้ำที่ไม่ได้เติมกล้าเชื้อ การเติมกล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติกลงในหม้ำสามารถช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีไนไตรทที่ยังตกค้างน้อยลง

**4.1.4 ผลของการเติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 ต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด**

หม้ำวัวและหม้ำหมูที่ไม่เติมและเติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 4.7 และ 4.8

**ตารางที่ 4.7** จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในหม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 เมื่อหมักเป็นเวลา 0 – 3 วัน

| ระยะเวลาการหมัก(วัน) | หม้ำวัวไม่เติมกล้าเชื้อ (โคโลนี / กรัม) | หม้ำวัวเติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 (โคโลนี / กรัม) |
|---|---|---|
| 0 | $7.6 \times 10^4$ | $6.2 \times 10^6$ |
| 1 | $8.4 \times 10^5$ | $5.6 \times 10^7$ |
| 2 | $3.5 \times 10^7$ | $4.9 \times 10^8$ |
| 3 | $4.7 \times 10^7$ | $5.8 \times 10^8$ |

หม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ดังนี้ $7.6 \times 10^4$ , $8.4 \times 10^5$ , $3.5 \times 10^7$ และ $4.7 \times 10^7$ โคโลนี / กรัม ตามลำดับ ส่วนหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเป็น $6.2 \times 10^6$ , $5.6 \times 10^7$, $4.9 \times 10^8$ และ $5.8 \times 10^8$ โคโลนี / กรัม ตามลำดับ

หม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเป็น $4.2 \times 10^4$ , $7.5 \times 10^5$ , $1.9 \times 10^7$ และ $5.5 \times 10^7$ โคโลนี / กรัม ตามลำดับ ส่วนหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อ วันที่ 0, 1, 2 และ 3 วัน พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเป็น $5.4 \times 10^6$ , $5.8 \times 10^7$, $4.2 \times 10^8$ และ $5.4 \times 10^8$ โคโลนี / กรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.8** จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 เมื่อหมักเป็นเวลา 0 – 3 วัน

| ระยะเวลาการหมัก (วัน) | หม้ำหมูไม่เติมกล้าเชื้อ (โคโลนี / กรัม) | หม้ำหมูเติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 (โคโลนี / กรัม) |
|---|---|---|
| 0 | $4.2 \times 10^4$ | $5.4 \times 10^6$ |
| 1 | $7.5 \times 10^5$ | $5.8 \times 10^7$ |
| 2 | $1.9 \times 10^7$ | $4.2 \times 10^8$ |
| 3 | $5.5 \times 10^7$ | $5.4 \times 10^8$ |

เห็นได้ว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในหม้ำวัวและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อมีจำนวนสูงกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อ ซึ่งจำนวนเชื้อที่มากกว่านี้อาจจะเป็นแบคทีเรียแลคติกที่ผลิตกรดเนื่องจากได้เติมกล้าเชื้อลงในขั้นตอนการผลิตทำให้พบจำนวนเชื้อปริมาณสูงกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อ

สุกานดาและคณะ (2551) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของหม้ำและไส้กรอกอีสาน ในวันที่ 0, 1, 2 และ 3 วัน หม้ำและไส้กรอกอีสานมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ดังนี้ $1.51 \times 10^{10}$, $1.80 \times 10^{10}$, $1.69 \times 10^{10}$, $1.73 \times 10^{10}$ โคโลนี/กรัม และ $2.97 \times 10^6$, $2.10 \times 10^8$, $2.12 \times 10^8$, $2.10 \times 10^8$ โคโลนี/กรัม ตามลำดับ

กล้าเชื้อ *Pediococcus pentosaceus* M 13-5 เป็นกล้าเชื้อที่แยกได้จากหม้ำวัว โดยสุเมธ (2550) พบว่ามีคุณสมบัติสร้างสารแบคเทอริโอซิน ที่สามารถยับยั้งเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง และยังยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกได้ดี รวมถึง *Listeria innocua* ในการนำกล้าเชื้อมาใช้ในการผลิตหม้ำเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยจากเชื้อกลุ่มที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษในผลิตภัณฑ์ได้ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจได้ในหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำที่เติมกล้าเชื้อพบว่ามีปริมาณที่แตกต่างกัน หม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อมีเชื้อจุลินทรีย์มาจากการปนเปื้อนมากับเนื้อสัตว์และวัตถุดิบที่นำมาผลิต ซึ่งปริมาณจุลินทรีย์เหล่านี้ไม่มีความสม่ำเสมอและมีทั้งจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์และเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ส่วนหม้ำที่เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติก มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลคติกที่เป็นประโยชน์ในกระบวนการหมักสูง ทำให้ผลิตกรดแลคติกได้ในปริมาณที่มาก และรวดเร็ว ดังนั้นปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในหม้ำที่เติมกล้าเชื้อในปริมาณที่สูงกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้ออาจเป็นเชื้อจุลินทรีย์แบคทีเรียแลคติกที่เป็นประโยชน์ในกระบวนการหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.2 ผลของการเติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 ต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หม้ำ**

จากการทดสอบด้านประสาทสัมผัสเพื่อหาความแตกต่างด้านความเปรี้ยวของหม้ำโดยคัดเลือกหม้ำวัวและหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำวัวและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อในวันที่ 2- 3 โดยคัดเลือกหม้ำวัวและ หม้ำหมูที่มีปริมาณกรดแลคติกใกล้เคียงกันมากที่สุดมาทดสอบด้านประสาทสัมผัส แสดงผลดังตารางที่ 4.9 และ 4.10

**ตารางที่ 4.9** คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์หม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อ และหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อ

| ตัวอย่าง | คะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัส | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | สี | เนื้อสัมผัส | ความเปรี้ยว | รสชาติ | ความชอบรวม |
| MB 1 | $4.00 \pm 0.12^{b}$ | $3.98 \pm 0.11^{b}$ | $5.03 \pm 0.15^{b}$ | $5.68 \pm 0.10^{b}$ | $5.43 \pm 0.22^{b}$ |
| MB 2 | $5.87 \pm 0.25^{a}$ | $5.87 \pm 0.14^{a}$ | $6.23 \pm 0.12^{a}$ | $6.35 \pm 0.11^{a}$ | $6.43 \pm 0.10^{a}$ |

**หมายเหตุ :** a, b หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
MB 1 หมายถึง หม้ำวัวหมักโดยไม่เติมกล้าเชื้อ (ใช้เวลาหมัก 3 วัน) มีกรด แลคติก 1.13 เปอร์เซ็นต์
MB 2 หมายถึง หม้ำวัวหมักโดยเติมกล้าเชื้อ (ใช้เวลาหมัก 2 วัน) มีกรดแลคติก 1.27 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.9 หม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อที่คัดเลือกมาคือ หมักเป็นระยะเวลา 3 วัน มีปริมาณกรดแลคติก 1.13 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อคัดเลือกหม้ำที่หมักเป็นเวลา 2 วัน มีปริมาณกรดแลคติก 1.27 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน ให้คะแนนความชอบ 7 ระดับ ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.9 ซึ่งพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อด้านความเปรี้ยวสูงกว่าหม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนในด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม แสดงให้เห็นว่าหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบกว่าหม้ำวัวที่ไม่เติมกล้าเชื้อ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.10** คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อ

| ตัวอย่าง | คะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัส | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | สี | เนื้อสัมผัส | ความเปรี้ยว | รสชาติ | ความชอบรวม |
| MP 1 | $4.78 \pm 0.15^{b}$ | $4.55 \pm 0.15^{b}$ | $4.35 \pm 0.13^{b}$ | $5.03 \pm 0.17^{b}$ | $4.73 \pm 0.11^{b}$ |
| MP 2 | $5.30 \pm 0.21^{a}$ | $5.00 \pm 0.15^{a}$ | $5.60 \pm 0.13^{a}$ | $6.00 \pm 0.12^{a}$ | $5.90 \pm 0.11^{a}$ |

**หมายเหตุ :** a, b หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

MP 1 หมายถึง หม้ำหมูหมักโดยไม่เติมกล้าเชื้อ (ใช้เวลาหมัก 3 วัน) มีกรดแลคติก 1.09 เปอร์เซ็นต์

MP 2 หมายถึง หม้ำหมูหมักโดยเติมกล้าเชื้อ (ใช้เวลาหมัก 2 วัน) มีกรดแลคติก 1.22 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.10 หม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อที่คัดเลือกคือระยะเวลาหมัก 3 วัน มีปริมาณกรดแลคติก 1.09 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อคัดเลือกหม้ำที่หมักเป็นเวลา 2 วัน มีปริมาณกรดแลคติก 1.22 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน ให้คะแนนความชอบ 7 ระดับ พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับหม้ำหมูที่เติมกล้าเชื้อด้านความเปรี้ยวสูงกว่าหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนในด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติและความชอบรวม ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบหม้ำหมูที่เติมกล้าสูงกว่าหม้ำหมูที่ไม่เติมกล้าเชื้อ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านความเปรี้ยวทั้งหม้ำวัวและหม้ำหมูที่มีการเติมกล้าเชื้อ สูงกว่าหม้ำวัวและหม้ำหมูไม่เติมกล้าเชื้อ เนื่องจากหม้ำที่เติมกล้าเชื้อ มีปริมาณกรดแลคติกสูงกว่าหม้ำที่ไม่ได้เติมกล้าเชื้อ ซึ่งหม้ำที่เติมกล้าเชื้อมีปริมาณแบคทีเรียแลคติกเริ่มต้นที่เป็นประโยชน์ในด้านการหมักสูงกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อ เมื่อเกิดกระบวนการหมักขึ้นทำให้มีการสร้างกรดแลคติกในปริมาณที่สูงกว่ากระบวนการหมักที่ไม่เติมกล้าเชื้อ ซึ่งปริมาณกรดแลคติกที่สูงขึ้นนี้ ทำให้หม้ำมีความเปรี้ยวมากขึ้นเช่นกัน หม้ำที่เติมกล้าเชื้อและหมักเป็นเวลา 2 วัน มีปริมาณกรดแลคติกที่สูงกว่าหม้ำที่หมักโดยไม่เติมกล้าเชื้อที่หมักเป็นเวลา 3 วัน จึงส่งผลให้หม้ำที่หมักโดยการเติมกล้าเชื้อเป็นเวลา 2 วัน มีรสชาติเปรี้ยวกว่า ทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบหม้ำที่เติมกล้าเชื้อสูงกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อ ส่วนในด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติและความชอบรวม ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบหม้ำที่เติมกล้าเชื้อสูงกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อ เนื่องจากหม้ำที่คัดเลือกตามปริมาณกรดแลคติกที่มีความใกล้เคียงกันเพื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส มีระยะเวลาการหมักที่แตกต่างกัน หม้ำที่เติมกล้าเชื้อที่คัดเลือกมาใช้เวลาในการหมัก 2 วัน ส่วนหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อที่คัดเลือกมาใช้เวลาหมักถึง 3 วัน ทำให้ความชื้นของหม้ำระเหยออกไปใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณที่มากกว่าการหมัก 2 วัน เพราะไส้ที่ใช้เป็นไส้แท้คือไส้แกะซึ่งมีขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลางเพียง 20 – 22 มิลลิเมตร ทำให้การระเหยของไอน้ำเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้หม้ามีสีที่คล้ำขึ้น และเนื้อสัมผัสของหม้าแห้งและแข็งขึ้นด้วย ทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบ หม้าวัวและหม้าหมูที่เติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 2 วัน สูงกว่าการหมักแบบไม่เติมกล้าเชื้อที่ใช้ระยะเวลาหมักถึง 3 วัน

พรพิมล (2548) ได้ผลิตแหนมกึ่งแห้งที่ไม่เติมกล้าเชื้อและเติมกล้าเชื้อ เมื่อทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์แหนมกึ่งแห้งที่ผลิตโดยมีการเติมกล้าเชื้อในด้านลักษณะปรากฏมากกว่าแหนมกึ่งแห้งที่ผลิตโดยไม่มีการเติมกล้าเชื้อ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ในลักษณะอื่น ๆ คือ สี กลิ่น รส ความเปรี้ยว เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) อรรถพล (2549) ได้ศึกษาระยะเวลาในการหมักผลิตภัณฑ์หม้าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยกำหนดระยะเวลาต่าง ๆ 3 ระยะ คือ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง พบว่าการหมักที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง เป็นระยะเวลาที่ใช้ในการหมักที่ดีที่สุด ซึ่งระยะเวลาดังกล่าวจะทำให้คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หม้าที่ผลิตโดนเทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น มีค่าสัดส่วนเฉลี่ยใกล้ค่าในอุดมคติมากกว่าที่ระยะเวลา 24 และ 72 ชั่วโมง

## 4.3 ผลของการศึกษาสภาวะการเตรียมหม้าพร้อมบริโภค

จากการผลิตหม้าวัวและหม้าหมูที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M13-5 เมื่อหมักเป็นเวลา 2 วัน นำมาทำให้สุกโดยการอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำมาบรรจุในถุงพลาสติกชนิด High density polyethylene (HDPE) และบรรจุแบบสุญญากาศประมาณถุงละ 200 กรัม และนำมาศึกษาสภาวะการเตรียมหม้าพร้อมบริโภคดังนี้

### 4.3.1 ผลของการใช้เวลาและอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของหม้า

ผลของการใช้เวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อหม้าพร้อมบริโภค ตัวอย่างหม้าพร้อมบริโภคน้ำหนัก 200 กรัม บรรจุแบบสุญญากาศในถุงพลาสติกชนิด HDPE ทำการฆ่าเชื้อโดยการให้ความร้อนด้วยการแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 75 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 นาที และติดตามอุณหภูมิ จนกระทั่งอุณหภูมิจุดกึ่งกลางของผลิตภัณฑ์อุณหภูมิถึง 72 องศาเซลเซียส แสดงดังตารางที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.11** เวลาและอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของหม้า

| เวลา (นาที) | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) |
|---|---|
| 10 | 66 |
| 15 | 72 |
| 20 | 75 |
| 25 | 75 |
| 30 | 75 |

จากตารางที่ 4.11 พบว่า เมื่อให้ความร้อนแก่หม้าโดยแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที อุณหภูมิที่จุดศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์มีค่าเป็น 72 องศาเซลเซียส การให้ความร้อนในระดับนี้เป็นกระบวนการให้ความร้อนในระดับอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิน้ำเดือด แต่สูงกว่า 60 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคทุกสายพันธุ์ สามารถป้องกันการเจริญของแบคทีเรียหรือสปอร์ในกลุ่มของ thermotolerant บางชนิด เพราะโครงสร้างของเซลล์จุลินทรีย์มีความสามารถทนต่อความร้อนได้ดี จุลินทรีย์กลุ่มนี้ได้แก่ แบคทีเรียกลุ่ม *Clostridium* spp. และ *Bacillus* spp. เป็นหลัก กล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 ที่ใช้ในการผลิตหม้าพร้อมบริโภคมีคุณสมบัติผลิตสารแบคเทอริโอซิน ซึ่งสารแบคเทอริโอซินมีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียได้ จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้อาหารปลอดภัยต่อผู้บริโภค สุเมธและคณะ (2538) รายงานว่าภาวะของอาหารที่ทำให้จุลินทรีย์มีการต้านทานความร้อนน้อยลง เมื่ออาหารมีสภาพเป็นกรด เนื่องจากแบคทีเรียสามารถต้านทานความร้อนได้ดีที่สุดเมื่ออาหารมีสภาพเป็นกลาง และการทนความร้อนจะลดลงเมื่ออาหารมีสภาพเป็นกรดมากขึ้น ในอาหารหมักที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 จะสามารถผลิตสารแบคเทอริโอซินที่มีประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ เกิดในระหว่างการหมักทำให้การใช้ความร้อนมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นในการฆ่าจุลินทรีย์มากกว่าการใช้ความร้อนเพียงอย่างเดียว วราวุฒิ (2551)รายงานว่าอาหารที่มีความเป็นกรดสูงมีโอกาสเสื่อมเสียเนื่องจากแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ได้น้อย เนื่องจากผลกระทบเชิงลบของความเป็นกรดสูงต่อสปอร์ ทำให้สปอร์ถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อนที่ไม่สูงนัก สุมณฑา (2545) รายงานว่าการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 -80 องศาเซลเซียส เป็นการทำลายเชื้อโรคอาหารเป็นพิษ ช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์อื่น ๆ ที่ทำให้อาหารที่เป็นกรดเน่าเสีย แม้ว่าจุลินทรีย์จะตายไม่หมด แต่ความเป็นกรดของอาหารก็ยังสามารถควบคุมจุลินทรีย์ที่เหลืออยู่ได้ ความเป็นกรดยังช่วยรักษาคุณภาพของอาหาร นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ช่วยในการควบคุมจุลินทรีย์ได้อีก เช่น pH, $A_w$ ตลอดจนสารกระตุ้นหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เมื่อให้ความร้อนจนจุดศูนย์กลางของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารอุณหภูมิถึง 72 องศาเซลเซียส และทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จึงเป็นการทำให้จุลินทรีย์เผชิญกับสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำอย่างกะทันหัน (cold shock) จึงให้จุลินทรีย์ที่บาดเจ็บอยู่ช็อคด้วยความเย็นและถูกทำลายในที่สุด วิธีนี้จะทำลายจุลินทรีย์ทนกรด จุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพจะถูกทำลาย จึงช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ และทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บในอุณหภูมิห้องได้นานขึ้น

**4.3.2 ผลของการศึกษาระยะเวลาการเก็บหม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภค**

ผลของการนำหม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภคมาที่ได้จากข้อ 4.3.1 มาศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15, 30 และ 60 วัน แสดงผลดังนี้

**4.3.2.1 ผลของการเก็บรักษาต่อปริมาณกรดแลคติกและพีเอชในผลิตภัณฑ์**

หม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ไม่เติมและเติมกล้าเชื้อ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน มีปริมาณกรดแลคติกและค่าพีเอชในผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 4.12 และ 4.13

**ตารางที่ 4.12** ปริมาณกรดแลคติกและค่าพีเอชในหม้ำวัวพร้อมบริโภคเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเป็นเวลาต่าง ๆ กัน

| ระยะเวลาเก็บอายุ (วัน) | กรดแลคติก (%) | | ค่าพีเอช | |
|---|---|---|---|---|
| | หม้ำวัวไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำวัวเติมกล้าเชื้อ | หม้ำวัวไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำวัวเติมกล้าเชื้อ |
| 15 | $1.10 \pm 0.06^{b.A}$ | $1.23 \pm 0.02^{a.A}$ | $4.86 \pm 0.10^{a.B}$ | $4.56 \pm 0.01^{b.C}$ |
| 30 | $0.89 \pm 0.03^{b.B}$ | $1.12 \pm 0.03^{a.B}$ | $4.93 \pm 0.01^{a.A}$ | $4.61 \pm 0.01^{b.B}$ |
| 60 | $0.72 \pm 0.02^{b.C}$ | $1.00 \pm 0.01^{a.C}$ | $5.01 \pm 0.03^{a.A}$ | $4.76 \pm 0.01^{b.A}$ |

**หมายเหตุ** : ตัวเลขที่มีอักษร a, b กำกับในแนวนอน และตัวอักษร A, B, C กำกับในแนวตั้งของปริมาณกรดแลคติก / ค่าพีเอชต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หม้ำวัวพร้อมบริโภคที่ไม่เติมกล้าเชื้อ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน พบว่ามีปริมาณกรดแลคติกดังนี้ 1.10, 0.89 และ 0.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เห็นได้ว่าช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 15, 30 และ 60 วัน พบว่ามีปริมาณกรดแลคติกที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนหม้ำวัวพร้อมบริโภคที่เติมกล้าเชื้อเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน พบว่ามีปริมาณกรดแลคติกดังนี้ 1.23, 1.12 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เห็นได้ว่าช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 15, 30 และ 60 วัน พบว่ามีปริมาณกรดแลคติกที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งหม้ำวัวพร้อมบริโภคที่ไม่เติมและที่เติมกล้าเชื้อเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้นมีปริมาณกรดแลคติกลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปริมาณกรดแลคติกในหม้ำวัวพร้อมบริโภคที่ไม่เติมและที่เติมกล้าเชื้อที่ระยะเวลาเก็บรักษาเท่ากันพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ซึ่งหม้ำวัวพร้อมบริโภคที่ไม่เติมกล้าเชื้อมีปริมาณกรดแลคติดต่ำกว่าหม้ำวัวพร้อมบริดภคที่เติมกล้าเชื้อ และค่าพีเอชในหม้ำวัวพร้อมบริโภคที่ไม่เติมกล้าเชื้อ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน พบว่ามีค่าพีเอชดังนี้ 4.86, 4.93 และ 5.01 ตามลำดับ เห็นได้ว่าช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน มีความแตกต่างกันกับระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 และ 60 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) และที่ระยะเวลาเก็บรักษาที่ 30 และ 60 วัน มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) สาเหตุที่ค่าพีเอชที่ระยะเวลาเก็บรักษาที่ 30 และ 60 วัน มีค่าพีเอชที่ไม่แตกต่างกันมากนักอาจเกิดจากจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติกมีแอคติวิตี้ที่น้อยลง ทำให้ค่าพีเอชมีค่าสูงขึ้น ส่วนหม้ำวัวพร้อมบริโภคที่เติมกล้าเชื้อเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วันพบว่ามีพีเอชเป็น 4.56, 4.61 และ 4.76 ตามลำดับ เห็นได้ว่าที่ระยะเวลาเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน มีค่าพีเอชที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ทั้งนี้เกิดจากการเติมกล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติกในกระบวนการหมัก ทำให้มีแบคทีเรียแลคติกที่ผลิตกรดจำนวนมาก ทำให้ค่าพีเอชยังเปลี่ยนแปลงอยู่ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างหม้ำวัวพร้อมบริโภคที่ไม่เติมกล้าเชื้อและหม้ำวัวที่เติมกล้าเชื้อ พบว่าค่าพีเอชในผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

**ตารางที่ 4.13** ปริมาณกรดแลคติกและค่าพีเอชในหม้ำหมูพร้อมบริโภคเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเป็นเวลาต่าง ๆ กัน

| ระยะเวลาเก็บอายุ (วัน) | กรดแลคติก (%) | | ค่าพีเอช | |
|---|---|---|---|---|
| | หม้ำหมูไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำหมูเติมกล้าเชื้อ | หม้ำหมูไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำหมูเติมกล้าเชื้อ |
| 15 | $1.17 \pm 0.02^{b,A}$ | $1.30 \pm 0.02^{a,A}$ | $4.65 \pm 0.06^{a,C}$ | $4.49 \pm 0.01^{b,C}$ |
| 30 | $0.98 \pm 0.02^{b,B}$ | $1.17 \pm 0.03^{a,B}$ | $4.81 \pm 0.15^{a,B}$ | $4.63 \pm 0.02^{b,B}$ |
| 60 | $0.93 \pm 0.05^{b,B}$ | $1.05 \pm 0.05^{a,C}$ | $4.98 \pm 0.02^{a,A}$ | $4.75 \pm 0.02^{b,A}$ |

**หมายเหตุ** : ตัวเลขที่มีอักษร a, b กำกับในแนวนอน และตัวอักษร A, B, C กำกับในแนวตั้งของปริมาณกรดแลคติก / ค่าพีเอชต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

หม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ไม่เติมกล้าเชื้อ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน พบว่ามีปริมาณกรดแลคติกเป็น 1.17, 0.98 และ 0.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เห็นได้ว่าการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน พบว่ามีปริมาณกรดแลคติกที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ส่วนหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่เติมกล้าเชื้อเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน พบว่ามีปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดแลคติกเป็น 1.3, 1.17 และ 1.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับในช่วงระยะเวลาเก็บอายุเป็นเวลา 15, 30 และ 60 วัน ปริมาณกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดแลคติกในหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ไม่เติมกล้าเชื้อ และที่เติมกล้าเชื้อ เห็นได้ว่าปริมาณกรดแลคติกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และค่าพีเอชในหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ไม่เติมกล้าเชื้อเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน พบว่ามีค่าพีเอชเป็น 4.65, 4.81 และ 4.98 ตามลำดับ เห็นได้ว่าในช่วงระยะเวลาเก็บอายุเป็นเวลา 15, 30 และ 60 วัน มีค่าพีเอชที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่เติมกล้าเชื้อเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน พบว่ามีพีเอช ดังนี้ 4.49, 4.63 และ 4.75 ตามลำดับ ได้ว่าในช่วงระยะเวลาเก็บอายุเป็นเวลา 15, 30 และ 60 วัน มีค่าพีเอชที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบค่าพีเอชในหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ไม่เติมและเติมกล้าเชื้อ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

**4.3.2.2 ผลของการเก็บรักษาต่อปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในผลิตภัณฑ์**

หม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ไม่เติมและเติมกล้าเชื้อ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน มีปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในผลิตภัณฑ์แสดงดังตารางที่ 4.14 และ 4.15

**ตารางที่ 4.14** ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในหม้ำวัวพร้อมบริโภคเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเป็นเวลาต่าง ๆ กัน

| ระยะเวลาเก็บอายุ (วัน) | ความชื้น (%) | | วอเตอร์แอคติวิตี้ | |
|---|---|---|---|---|
| | หม้ำวัวไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำวัวเติมกล้าเชื้อ | หม้ำวัวไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำวัวเติมกล้าเชื้อ |
| 15 | $31.68 \pm 0.93^{b,C}$ | $39.53 \pm 1.02^{a,B}$ | $0.69 \pm 0.01^{b,C}$ | $0.76 \pm 0.01^{a,C}$ |
| 30 | $34.84 \pm 0.64^{b,B}$ | $41.63 \pm 1.78^{a,B}$ | $0.74 \pm 0.02^{b,B}$ | $0.80 \pm 0.02^{a,B}$ |
| 60 | $36.92 \pm 0.70^{b,A}$ | $45.47 \pm 0.66^{a,A}$ | $0.81 \pm 0.01^{b,A}$ | $0.84 \pm 0.01^{a,A}$ |

**หมายเหตุ :** ตัวเลขที่มีอักษร a, b กำกับในแนวนอนและตัวอักษร A, B, C ในแนวตั้งของความชื้น / วอเตอร์แอคติวิตี้ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หม้ำวัวพร้อมบริโภคที่ไม่เติมกล้าเชื้อ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน พบว่ามีความชื้นดังนี้ 31.68, 34.84 และ 36.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เห็นได้ว่าระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 15, 30 และ 60 วัน มีปริมาณความชื้นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนหม้ำวัวพร้อมบริโภคที่เติมกล้าเชื้อเมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วันพบว่ามีความชื้นดังนี้ 39.53, 41.63 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

45.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เห็นได้ว่าระยะเวลา 15 และ 30 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ระยะเวลา 15 และ 30 วัน มีความแตกต่างกันกับระยะเวลา 60 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในหม้ำวัวพร้อมบริโภคที่ไม่เติมกล้าเชื้อ และเติมกล้าเชื้อ เห็นได้ว่าปริมาณความชื้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในหม้ำวัวพร้อมบริโภคที่ไม่เติมกล้าเชื้อ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน พบว่ามีปริมาณค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ดังนี้ 0.69, 0.74 และ 0.81 ตามลำดับ เห็นได้ว่าที่ระยะเวลาเก็บรักษาเป็นเวลา 15, 30 และ 60 วัน พบว่าค่าวอเตอร์แอคติวิตี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ส่วนหม้ำวัวพร้อมบริโภคที่เติมกล้าเชื้อ เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเป็นเวลา 15, 30 และ 60 วัน พบว่ามีปริมาณค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ดังนี้ 0.76, 0.80 และ 0.84 ตามลำดับ พบว่าค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่ช่วงระยะเวลาเก็บรักษาเป็นเวลา 15, 30 และ 60 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เห็นได้ว่าเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้นทั้งความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้มีปริมาณเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบ ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในหม้ำวัวพร้อมบริโภคที่ไม่เติมและเติมกล้าเชื้อ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

**ตารางที่ 4.15** ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ระยะเวลาเก็บรักษาเป็นเวลาต่าง ๆ กัน

| ระยะเวลาเก็บอายุ (วัน) | ความชื้น (%) | | วอเตอร์แอคติวิตี้ | |
|---|---|---|---|---|
| | หม้ำหมูไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำหมูเติมกล้าเชื้อ | หม้ำหมูไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำหมูเติมกล้าเชื้อ |
| 15 | $32.19 \pm 1.04^{b,C}$ | $36.20 \pm 0.31^{a,C}$ | $0.72 \pm 0.01^{b,C}$ | $0.79 \pm 0.01^{a,C}$ |
| 30 | $34.13 \pm 0.93^{b,B}$ | $39.65 \pm 1.14^{a,B}$ | $0.77 \pm 0.01^{b,B}$ | $0.83 \pm 0.01^{a,B}$ |
| 60 | $38.19 \pm 0.54^{b,A}$ | $46.17 \pm 1.40^{a,A}$ | $0.83 \pm 0.02^{b,A}$ | $0.88 \pm 0.01^{a,A}$ |

**หมายเหตุ :** ตัวเลขที่มีอักษร a, b กำกับในแนวนอนและตัวอักษร A, B, C ในแนวตั้งของความชื้น / วอเตอร์แอคติวิตี้ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

หม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ไม่เติมกล้าเชื้อ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน มีปริมาณความชื้นดังนี้ 32.19, 43.13 และ 38.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เห็นได้ว่าปริมาณความชื้นในแต่ละช่วงเวลาเก็บรักษาที่ 15, 30 และ 60 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) และหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่เติมกล้าเชื้อ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน มีปริมาณความชื้นดังนี้ 36.20, 39.65 และ 46.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งความชื้นในช่วงระยะเวลาเก็บอายุที่ 15, 30 และ 60 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ไม่เติมและเติมกล้าเชื้อ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ดังนี้ 0.72, 0.77 และ 0.83 ตามลำดับ เห็นได้ว่าในแต่ละช่วงเวลาที่เก็บรักษาเป็นเวลา 15, 30 และ 60 วัน มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่เติมกล้าเชื้อเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 15, 30 และ 60 วัน มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ดังนี้ 0.79, 0.83 และ 0.88 ตามลำดับ เห็นได้ว่าค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ที่ระยะเวลาเก็บรักษาที่ 15, 30 และ 60 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ไม่เติมและเติมกล้าเชื้อ พบว่าค่าวอเตอร์แอคติวิตี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เมื่ออายุเก็บรักษานานขึ้น ความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้มีปริมานเพิ่มขึ้น เนื่องจากการบรรจุแบบสุญญากาศและเก็บรักษาในระยะเวลานานขึ้นอากาศสามารถซึมผ่านเข้าไปทำให้ความชื้นเข้าไปในถุงสุญญากาศส่งผลให้ความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในหม้ำพร้อมบริโภคมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น และสาเหตุที่หม้ำพร้อมบริโภคที่เติมกล้าเชื้อมีปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เพิ่มขึ้นมากกว่าเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลาที่เท่ากัน เนื่องจากหม้ำพร้อมบริโภคที่ไม่เติมกล้าเชื้อได้นำหม้ำที่หมักเป็นเวลา 3 วัน มาผลิตหม้ำพร้อมบริโภค ซึ่งมีความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ประมาณ 43 เปอร์เซ็นต์ และ 0.90 ตามลำดับ ส่วนหม้ำพร้อมบริโภคที่เติมกล้าเชื้อได้นำหม้ำที่หมักเป็นเวลา 2 วัน มาผลิตหม้ำพร้อมบริโภค ซึ่งมีความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ประมาณ 51 เปอร์เซ็นต์ และ 0.92 ตามลำดับ เห็นได้ว่าปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อก่อนนำมาผลิตหม้ำพร้อมบริโภคมีปริมาณต่ำกว่าหม้ำที่เติมกล้าเชื้อ เมื่อนำมาผลิตหม้ำพร้อมบริโภคและเก็บรักษาที่ระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน มีปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้มีความแตกต่างกันที่เวลาเก็บรักษาที่เท่ากัน

**4.3.2.3 ผลของการเก็บรักษาต่อปริมาณไนไตรทคงเหลือในผลิตภัณฑ์**

หม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ไม่เติมและเติมกล้าเชื้อ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 13, 30 และ 60 วัน มีปริมาณไนไตรทคงเหลือในผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 4.16 และ 4.17

หม้ำวัวพร้อมบริโภคที่ไม่เติมกล้าเชื้อเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน พบว่ามีปริมาณปริมาณไนไตรทคงเหลือ ดังนี้ 7.94, 2.07 และ 0.23 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ เห็นได้ว่าในช่วงระยะเวลาเก็บรักษาที่ 15, 30 และ 60 วัน พบว่ามีปริมาณไนไตรทคงเหลือในหม้ำวัวพร้อมบริโภคที่ไม่เติมกล้าเชื้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนหม้ำวัวพร้อมบริโภคที่เติมกล้าเชื้อเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน พบว่ามีปริมาณปริมาณไนไตรทคงเหลือ ดังนี้ 2.83, 0.55 และ 0.18 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ เห็นได้ว่า ปริมาณไนไตรทคงเหลือในหม้ำวัวพร้อมบริโภคที่เติมกล้าเชื้อในช่วงเวลาเก็บรักษาที่ 15 วันมีความแตกต่างกับระยะเวลา 30 และ 60 วัน กันอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบหม้ำวัวพร้อมบริโภคที่ไม่เติมและเติมกล้าเชื้อ พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 30 และ 15 วัน มีปริมาณไนไตรทคงเหลือมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ช่วงระยะเวลาเก็บรักษาที่ 60 วัน มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

**ตารางที่ 4.16** ปริมาณไนไตรทคงเหลือในหม้ำวัวพร้อมบริโภคเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเป็นเวลาต่างๆ กัน

| ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) | ปริมาณไนไตรทคงเหลือ (ส่วนในล้านส่วน) | |
|---|---|---|
| | หม้ำวัวพร้อมบริโภค ไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำวัวพร้อมบริโภคเติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 |
| 15 | $7.94 \pm 0.22^{a.A}$ | $2.83 \pm 0.23^{b.A}$ |
| 30 | $2.07 \pm 0.01^{a.B}$ | $0.55 \pm 0.14^{b.B}$ |
| 60 | $0.23 \pm 0.11^{a.C}$ | $0.18 \pm 0.35^{b.B}$ |

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีอักษร a, b กำกับในแนวนอนและตัวอักษ A, B, C ที่กำกับแนวตั้งต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

**ตารางที่ 4.17** ปริมาณไนไตรทคงเหลือในหม้ำหมูพร้อมบริโภคเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเป็นเวลาต่าง ๆ กัน

| ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) | ปริมาณไนไตรทคงเหลือ (ส่วนในล้านส่วน) | |
|---|---|---|
| | หม้ำหมูพร้อมบริโภค ไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำหมูพร้อมบริโภคเติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 |
| 15 | $7.59 \pm 0.82^{a.A}$ | $2.91 \pm 1.29^{b.A}$ |
| 30 | $4.89 \pm 1.32^{a.A}$ | $0.55 \pm 0.14^{b.A}$ |
| 60 | $0.85 \pm 0.28^{a.B}$ | $0.23 \pm 0.11^{b.B}$ |

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีอักษร a, b กำกับในแนวนอนและตัวอักษร A, B กำกับแนวตั้งต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

หม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ไม่เติมกล้าเชื้อเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน พบว่ามีปริมาณไนไตรทคงเหลือ ดังนี้ 7.59, 4.89 และ 0.85 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ เห็นได้ว่าในช่วงระยะเวลาเก็บรักษาเป็นเวลา 15 และ 30 วัน มีความแตกต่างกันกับที่เก็บรักษาในช่วงระยะเวลา 60 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่เติมกล้าเชื้อ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15, 30 และ 60 วัน พบว่ามีไนไตรทคงเหลือ ดังนี้ 2.91, 0.55 และ 0.23 ส่วนในล้านส่วนตามลำดับ เห็นได้ว่าในช่วงเวลาเก็บรักษาที่ 15 และ 30 วัน มีความแตกต่างกันกับ ช่วงเวลาเก็บรักษาที่ 60 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ไม่เติมและเติมกล้าเชื้อ พบว่าช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 15 และ 30 วัน มีปริมาณไนไตรทคงเหลือมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ช่วงเวลาการเก็บที่ 60 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เห็นได้ว่าปริมาณไนไตรทในหม้ำพร้อมบริโภคที่ผลิตโดยเติมกล้าเชื้อมีปริมาณไนไตรทคงเหลือมีปริมาณน้อยกว่าหม้ำพร้อมบริโภคที่ไม่เติมกล้าเชื้อ เพราะหม้ำพร้อมบริโภคที่ผลิตโดยเติมกล้าเชื้อส่งผลให้ปริมาณแบคทีเรียแลคติกเริ่มต้นปริมาณมาก ทำให้ค่าพีเอชต่ำ และจะไปเร่งการสลายของไนไตรทได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ไนไตรทจะลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากสารไนไตรทจะถูกรีดิวซ์ได้ไนตริออกไซด์ ไปทำปฏิกิริยาไมโอโกลบินภายหลังการอบ ปริมาณของสารไนไตรทจะลดลงและจะสูญหายระหว่างการเก็บรักษานานขึ้น

**4.3.2.4 ผลของการเก็บรักษาต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์**

หม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ไม่เติมและเติมกล้าเชื้อ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15, 30 และ 60 วัน มีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 4.18 และ 4.19

**ตารางที่ 4.18** จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในหม้ำวัวพร้อมบริโภคเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลาต่าง ๆ กัน

| ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) | จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี / กรัม) | |
|---|---|---|
| | หม้ำวัวไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำวัวเติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 |
| 15 | $2.20 \times 10^2$ | 20 |
| 30 | $2.10 \times 10^2$ | $1.50 \times 10^2$ |
| 60 | $1.66 \times 10^3$ | $8.10 \times 10^2$ |

หม้ำวัวที่ผลิตโดยไม่เติมกล้าเชื้อเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 15, 30 และ 60 วัน มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เป็น $2.20 \times 10^2$, $2.10 \times 10^2$ และ $1.66 \times 10^3$ โคโลนี / กรัม ตามลำดับ ส่วนหม้ำวัวที่ผลิตโดยการเติมกล้าเชื้อเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 15, 30 และ 60 วัน มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เป็น 20, $1.50 \times 10^2$ และ $8.10 \times 10^2$ โคโลนี / กรัม ตามลำดับ

หม้ำหมูที่ผลิตโดยไม่เติมกล้าเชื้อเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 15, 30 และ 60 วัน มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เป็น 15, $1.60 \times 10^2$ และ $2.10 \times 10^2$ โคโลนี / กรัม ตามลำดับ ส่วนหม้ำหมูที่ผลิตโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเติมกล้าเชื้อเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 15, 30 และ 60 วัน มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เป็น 70, $2.80 \times 10^2$ และ $1.35 \times 10^3$ โคโลนี / กรัม ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.19** จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในหม้ำหมูพร้อมบริโภคเมื่อเก็บอายุเป็นเวลาต่าง ๆ กัน

| ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) | จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี / กรัม) | |
|---|---|---|
| | หม้ำหมูไม่เติมกล้าเชื้อ | หม้ำหมูเติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 |
| 15 | 70 | 15 |
| 30 | $2.80 \times 10^2$ | $1.60 \times 10^2$ |
| 60 | $1.35 \times 10^3$ | $2.10 \times 10^2$ |

จะเห็นได้ว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในหม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ไม่เติมกล้าเชื้อมีปริมาณสูงกว่าหม้ำพร้อมบริโภคที่เติมกล้าเชื้อ ซึ่งจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นอาจจะมีทั้งจุลินทรีย์แบคทีเรียแลคติกที่ผลิตกรดและกลุ่มจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียได้ ส่วนหม้ำพร้อมบริโภคที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 ซึ่งมีความสามารถในการผลิตสารแบคเทอริโอซินที่มีประสิทธิภาพยับยั้งและทำลายเชื้อที่ทำให้อาหารเน่าเสียได้ สุเมธ (2550) ได้รายงานว่า *P. pentosaceus* M 13-5 ผลิตสารแบคเทอริโอซินที่สามารถยับยั้งแบคทีเรียที่เป็นแกรมบวกได้รวมถึง *Listeria innocua* และแบคเทอริโอซินที่ผลิตจากแบคทีเรียแลคติกสายพันธุ์ *P. pentosaceus* M 13-5 ทนต่อความร้อนสูงในระดับพาสเจอร์ไรส์และสเตอร์ไรส์ที่พีเอชต่ำ

## 4.4 ผลการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์หม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภค

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยนำหม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภค ที่บรรจุแบบสุญญากาศและผ่านการฆ่าเชื้อ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน นำมาหั่นตามขวางหนาประมาณ 1 เซนติเมตร นำมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 100 คน แสดงดังตาราง 4.20 โดยใช้ 7 point hedonic scale

จากแบบสอบถามกลุ่มผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคที่ตอบแบบสอบถามหม้ำวัวพร้อมบริโภคเป็นเพศชาย 43 เปอร์เซ็นต์ และเพศหญิง 57 เปอร์เซ็นต์ อายุของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างอยู่ในช่วง 21 – 30 มากที่สุด คือ 36 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ช่วงอายุ 31 – 40 ปี 27 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอายุ 41 – 50 ปี 22 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอายุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15 – 20 ปี 11 เปอร์เซ็นต์ และมากกว่า 50 ปี 4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหม้ำหมูพร้อมบริโภคเป็นเพศชาย 45 เปอร์เซ็นต์ และเพศหญิง 55 เปอร์เซ็นต์ อายุของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างอยู่ในช่วง 21 – 30 มากที่สุด คือ 41 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ช่วงอายุ 31 – 40 ปี คือ 29 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอายุ 41 – 50 ปี 18 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอายุ 15 – 20 ปี 10 เปอร์เซ็นต์ และมากกว่า 50 ปี 2 เปอร์เซ็นต์

จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าทั้งผู้บริโภคที่ตอบแบบสอบถามทั้งหม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภค มีช่วงอายุ 21 – 30 ปีมากที่สุด และรองลงมาคือ ช่วงอายุ 31 – 40 ปี ช่วงอายุ 21 – 50 ปีเป็นช่วงอายุของกลุ่มทำงานเป็นผู้มีกำลังซื้อ ซึ่งการดำรงชีวิตในปัจจุบันของกลุ่มผู้บริโภคกลุ่มนี้มีเวลาไม่มากนักในการเตรียมอาหาร หม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภคเป็นทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับกลุ่มผู้บริโภคในวัยทำงาน เนื่องจากหม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภคใช้กระบวนการหมักที่เติมกล้าเชื้อบริสุทธิ์เพื่อให้ได้หม้ำที่มีความปลอดภัยต่อการบริโภคมากขึ้น เนื่องมาจากกล้าเชื้อบริสุทธิ์ที่ใช้ในการผลิตหม้ำพร้อมบริโภคสามารถผลิตแบคเทอริโอซินที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ผลการทดสอบหม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภคที่เก็บรักษาอายุเป็นระยะเวลา 15 วัน แสดงดังตารางที่ 4.21 และ 4.22 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.20 กลุ่มผู้บริโภคที่ทำการทดสอบประสาทสัมผัสหม้ำวัวและหม้ำหมูพร้อมบริโภค

| กลุ่มผู้บริโภค | เปอร์เซ็นต์ | |
|---|---|---|
| | หม้ำวัวพร้อมบริโภค | หม้ำหมูพร้อมบริโภค |
| เพศ | | |
| - ชาย | 43 | 45 |
| - หญิง | 57 | 55 |
| อายุ | | |
| - 15-20 | 11 | 10 |
| - 21-30 | 36 | 41 |
| - 31-40 | 27 | 29 |
| - 41-50 | 22 | 18 |
| - มากกว่า 50 | 4 | 2 |

หมายเหตุ : กลุ่มผู้บริโภคที่ทำการทดสอบ ได้ทำการทดสอบที่สวนสาธารณะสวนสันติภาพตั้งอยู่บริเวณถนนราชวิถีกับถนนรางน้ำ เขตราชเทวี ใกล้กับอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.21** จำนวนผู้ทดสอบที่ให้คะแนนระดับความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หม้ำวัวพร้อมบริโภค ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน จากผู้ทดสอบทั้งหมด 100 คน

| ระดับความชอบ | จำนวนผู้ทดสอบที่ให้คะแนนคุณลักษณะทางลักษณะทางประสาทสัมผัส (จำนวนคน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | สี | เนื้อสัมผัส | กลิ่น | ความเปรี้ยว | รสชาติ | ความชอบรวม |
| ไม่ชอบมาก | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ไม่ชอบปานกลาง | 21 | 6 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| ไม่ชอบเล็กน้อย | 23 | 25 | 17 | 2 | 0 | 0 |
| เฉยๆ | 19 | 10 | 26 | 6 | 16 | 19 |
| ชอบเล็กน้อย | 28 | 30 | 24 | 41 | 33 | 29 |
| ชอบปานกลาง | 9 | 22 | 13 | 33 | 34 | 32 |
| ชอบมาก | 0 | 7 | 16 | 18 | 17 | 20 |

จากการทดสอบประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์หม้ำวัวพร้อมบริโภคที่ระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน จากผู้ทดสอบจำนวน 100 คน ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้คะแนนสำหรับความชอบด้านรสชาติ และความชอบรวมในระดับชอบปานกลางคือ 6 คะแนน จากคะแนนเต็ม 7 คะแนน เป็นจำนวน 34 และ 33 คน ตามลำดับ ส่วนความชอบ ด้านสี เนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้คะแนนระดับชอบเล็กน้อย คือ 5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 7 คะแนน เป็นจำนวน 28, 30 และ 41 คน ตามลำดับ และความชอบด้านกลิ่นผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบเฉย ๆ คือ 4 คะแนนจากคะแนนเต็ม 7 เป็นจำนวน 26 คน

หม้ำวัวพร้อมบริโภคที่ระยะเวลาการเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบทางลักษณะปรากฏด้านสี คือ ชอบเล็กน้อย เนื่องจากเนื้อวัวมีลักษณะด้านสีที่เข้ม ( เยาวลักษณ์, 2547 ) เนื้อวัวมีปริมาณไมโอโกลบิน 0.60 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้ เนื้อวัวมีสีเข้ม เมื่อนำไปอบให้สุกปริมาณความชื้นระเหยออกมาส่งผลให้หม้ำวัวพร้องบริโภคมีสีเข้มยิ่งขึ้น อาจเป็นส่วนหนึ่งที่ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบด้านสี ที่ชอบเล็กน้อย คือ 5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 7 คะแนน จำนวน 28 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.22** จำนวนผู้ทดสอบที่ให้คะแนนระดับความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หม้ำหมูพร้อมบริโภค ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน จากผู้ทดสอบทั้งหมด 100 คน

| ระดับความชอบ | จำนวนผู้ทดสอบที่ให้คะแนนคุณลักษณะทางลักษณะทางประสาทสัมผัส (จำนวนคน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | สี | เนื้อสัมผัส | กลิ่น | ความเปรี้ยว | รสชาติ | ความชอบรวม |
| ไม่ชอบมาก | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ไม่ชอบปานกลาง | 15 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| ไม่ชอบเล็กน้อย | 33 | 19 | 15 | 1 | 0 | 0 |
| เฉยๆ | 18 | 18 | 20 | 9 | 15 | 17 |
| ชอบเล็กน้อย | 21 | 27 | 28 | 30 | 32 | 34 |
| ชอบปานกลาง | 13 | 28 | 19 | 40 | 39 | 37 |
| ชอบมาก | 0 | 6 | 17 | 20 | 14 | 12 |

จากการทดสอบประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์หม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน จากผู้ทดสอบ จำนวน 100 คน ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้คะแนนสำหรับความชอบด้านเนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว รสชาติ และความชอบรวมในระดับ ชอบปานกลาง คือ 6 คะแนน จากคะแนนเต็ม 7 คะแนน เป็นจำนวน 28, 40, 39 และ 37 คน ตามลำดับ ส่วนความชอบด้านสี และกลิ่น ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบในระดับไม่ชอบเล็กน้อย คือ 3 คะแนน และชอบเล็กน้อย คือ 5 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 7

หม้ำหมูพร้อมบริโภคที่ระยะการเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้คะแนนด้านสี อยู่ที่ระดับไม่ชอบเล็กน้อย คือ 3 คะแนน จากคะแนนเต็ม 7 เนื่องจากหม้ำหมูพร้อมบริโภคเป็นหม้ำหมูที่หมักด้วยกล้าเชื้อ ผ่านการทำให้สุกโดยการอบ ซึ่งทำให้ลักษณะปรากฏของหม้ำหมูพร้อมบริโภคมีสีเข้มกว่าหม้ำหมูที่ยังไม่ผ่านกระบวนการทำให้สุก ซึ่งอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ ให้คะแนนคุณลักษณะด้านสีในระดับที่ไม่ชอบเล็กน้อย ส่วนความชอบด้านเนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว รสชาติ และความชอบรวม ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้คะแนนในระดับ ชอบปานกลาง คือ 6 คะแนน จากคะแนนเต็ม 7 คะแนน เนื่องจากหม้ำหมูพร้อมบริโภคผลิตโดยใช้กล้าเชื้อทำให้การผลิตกรดแลคติกมีปริมาณสูงและเร็วกว่าการผลิตแบบไม่เติมกล้าเชื้อ ซึ่งช่วยลดระยะเวลาในการหมักได้ ส่งผลให้เนื้อสัมผัส ไม่แห้งแข็งกระด้างจนเกินไปเนื่องจากใช้เวลาน้อยกว่าทำให้ความชื้นไม่ระเหยออกไปมากจนเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการใช้กล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 ต่อคุณภาพของหม้ำวัวและหม้ำหมู วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี คือ กรดแลคติก ค่าพีเอช ปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ และปริมาณไนไตรทคงเหลือ ตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมด และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค มีข้อสรุปดังนี้

1. หม้ำที่ไม่เติมและเติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน ปริมาณกรดแลคติกในหม้ำที่ไม่เติมและเติมกล้าเชื้อมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยหม้ำที่เติมกล้าเชื้อมีปริมาณกรดแลคติกในปริมาณสูงกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อ และค่าพีเอชในหม้ำที่เติมกล้าเชื้อลดลงรวดเร็วกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากหม้ำที่เติมกล้าเชื้อมีปริมาณแบคทีเรียแลคติกเริ่มต้นมากกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อ ทำให้ผลิตกรดแลคติกได้ในปริมาณมาก และส่งผลให้ค่าพีเอชลดลงรวดเร็ว

2. หม้ำที่ไม่เติมและเติมกล้าเชื้อเมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน ปริมาณความชื้น และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในหม้ำที่ไม่เติมและเติมกล้าเชื้อมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เห็นได้ว่าการเติมกล้าเชื้อไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในหม้ำ

3. ไนไตรทคงเหลือในหม้ำวัวที่ไม่เติมและเติมกล้าเชื้อ เมื่อหมักเป็นเวลา 0, 1, 2 และ 3 วัน เห็นได้ว่าปริมาณไนไตรทคงเหลือในหม้ำที่เติมกล้าเชื้อลดลงรวดเร็วกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในหม้ำที่เติมกล้าเชื้อมีปริมาณสูงกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อ เนื่องจากการเติมกล้าเชื้อเป็นการเพิ่มจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในหม้ำทำให้ตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ในหม้ำที่เติมกล้าเชื้อสูงกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อ

4. เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสหม้ำที่คัดเลือกตามปริมาณกรดแลคติดที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดในช่วงเวลา 2 – 3 วันของการหมัก พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านความเปรี้ยว เนื้อสัมผัส สี รสชาติ และความชอบรวม ของหม้ำที่เติมกล้าเชื้อสูงกว่าหม้ำที่ไม่เติมกล้าเชื้อทั้งหม้ำวัวและหม้ำหมู และหม้ำพร้อมบริโภคที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 15 วัน เมื่อทดสอบการยอมรับด้านประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับหม้ำวัวพร้อมบริโภค ด้านรสชาติและความชอบรวมในระดับปานกลาง คือ 6 คะแนน ส่วนหม้ำหมูพร้อมบริโภคผู้ทดสอบให้คะแนนด้านเนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว รสชาติ และความชอบรวม ในระดับชอบปานกลาง คือ 6 คะแนน จากคะแนนเต็ม 7 คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หม้าพร้อมบริโภคที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 15, 30 และ 60 วัน เมื่อตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เห็นได้ว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในหม้าพร้อมบริโภคที่ไม่เติมกล้าเชื้อ มีปริมาณสูงกว่าหม้าพร้อมบริโภคที่เติมกล้าเชื้อ เนื่องจากหม้าพร้อมบริโภคที่เติมกล้าเชื้อ *P. pentosaceus* M 13-5 ซึ่งมีความสามารถในการผลิตสารแบคเทอริโอซินที่มีประสิทธิภาพยับยั้งและทำลายเชื้อที่ทำให้อาหารเน่าเสียได้ และหม้าที่เติมกล้าเชื้อเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าหม้าพร้อมบริโภคที่ไม่เติมกล้าเชื้อมีลักษณะเป็นสีขาว คล้ายเชื้อรา เกิดขึ้นที่บริเวณผิวของหม้า ซึ่งค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในหม้า ช่วงระยะเวลาเก็บรักษาที่ 60 วัน ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้สูงกว่า 0.7 ซึ่งเป็นช่วงที่จุลินทรีย์ประเภทราเจริญได้ ดังนั้นหม้าพร้อมบริโภคควรเก็บรักษาอายุไม่เกิน 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม

กิตติวรรณ ยอดรักษ์. 2546. **ผลของโซเดียมไนไตรท โซเดียมแอสคอร์เบทและการรมควันต่อคุณภาพและอายุการเก็บของหม้ำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

งามนิล นนทโส. 2539. **การศึกษาชนิด ปริมาณแบคทีเรียและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในระหว่างการหมักมั่ม.** ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ธัญนันท์ อบถม. 2551. **อาหารอีสาน.** [Online]. Available : http://www.geocities.com/isancenter/food - mum.htm

บุษกร อุตรภิชาติ. 2545. **จุลชีววิทยาทางอาหาร.** การผลิตเอกสารและตำรา มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

ปรีชา หมายพึ่ง. 2531. **การศึกษาชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ที่เป็นตัวการสำคัญในการหมักมั่ม.** ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

พงษ์เทพ วิไลพันธ์. 2546. แบคเทอริโอซินจากแบคทีเรียกรดแลคติกในอุตสาหกรรมอาหาร. วารสารอาหาร. 33(3) กค. – กย.

พรพิมล เทียนทอง. 2548. **ผลของการใช้กล้าเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Pediococcus pentosaceus* TISTR 536 ต่อเชื้อซัลโมเนลาในระหว่างการผลิตแหนม แบบดั้งเดิมและการผลิต แหนมกึ่งแห้ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

พัชรินทร์ สอาดสิทธิศักดิ์. 2538. **การคัดเลือกจุลินทรีย์สำหรับผลิตไส้กรอกหมัก.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พัชรี สุนทรนันท. 2517. **การสำรวจหาเชื้อซาลโมเนลลาในสุกรและทดสอบความไวของเชื้อต่อสารปฏิชีวนะและซัลฟา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไพโรจน์ วิริยจารี, ลักขณา รุจนไกรกานต์, ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์, สุขเกษม สิทธิพจน์, อรัญ หันพงศ์กิตติกูล, และสมพิศ ชูแสงจันทร์. 2539. **การพัฒนาสูตรการผลิตและควบคุมกรรมวิธีการผลิตแหนมที่ผลิตจากเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม.** ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2546. **หม้ำ มผช.** 146/2546. 5 หน้า.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2547. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์.** คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รสริน ทับเปลี่ยน. 2524. **การสำรวจหาเชื้อซาลโมเนลลาในเนื้อโคชำแหละตามตลาดสดในกรุงเทพฯ. ทดสอบความไวของเชื้อต่อสารปฏิชีวนะและซัลฟา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เรณู ทวิชชาติวิทยากุล. 2539. **ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมในการหมักแหนมต่อการลดปริมาณเชื้อ *Salmonella typhimurium* และ *Salmonella anatum.*** วิทยานิพนวิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลักขณา รุจนะไกรกานต์. 2540. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ เล่ม 2 หลักการและวิธีการถนอมอาหารประเภทเนื้อสัตว์.** ครั้งที่ 2. ภาควิชาวิทยาศสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

ลัดดาวัลย์ รัศมีทัต. 2536. จุลชีววิทยาทางอาหาร. มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.

วิเชียร สีลาวัชรมาศ. 2540. อาหารจากแลคติกแอซิดแบคทีเรียนานาชาติ (ตอนที่ 9). วารสารจาร์พา. 39 : 50 - 55

วรรณี สมัปปิโต. 2553. **การประเมินคุณลักษณะ การจำแนกและการคัดเลือกแลคติกแอซิดแบคทีเรียที่แยกได้จากไส้กรอกหมักพื้นบ้านของไทย(หม้ำ)เพื่อใช้เป็นเชื้อเริ่มต้นในการหมัก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ศิพัตม์ รักษ์เผ่า. 2539. **ผลของเชื้อเริ่มต้นผสมในการหมักแหนมต่อการลดปริมาณ *Staphylococcus aureus.*** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุกานดา วิชิตพันธุ์, กรกช ฮามสุโพธิ์ และคณิต วิชิตพันธุ์. 2551. **การคัดเลือกเชื้อที่มีประสิทธิภาพในการผลิตหม้ำและไส้กรอกอีสาน.** ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. จุลชีววิทยา. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สุเมธ ตันตระเธียร, พรพรรณ เลิศทวีสินธุ์ และปาริฉัตร ประวาหะนาวิน. 2538. **เคมีและจุลชีววิทยาของอาหาร.** สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ.

สุเมธ เพียยุระ. 2550. **การคัดเลือกแบคทีเรียแลคติกที่สามารถผลิตแบคเทอริโอซิน เพื่อใช้เป็นกล้าเชื้อในการหมักหม้ำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โสภา สีชอล์ค. 2541. **ผลของเชื้อแบคทีเรียแลคติกผสมเริ่มต้น โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมไนเตรต และโซเดียมไนไตรต์ต่อการลดลงของ *Salmonella typhimurium* และ *Salmonella anatum*.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อดิศร เสวตวิวัฒน์. 2533. **ผลของการใช้กล้าแบคทีเรียแลคติกต่อซาลโมเนลลาในการหมักแหนม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อดิศร เสวตวิวัฒน์. 2543. ประโยชน์ของงานวิจัยกับการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตอาหารหมักคองประเภทเนื้อของไทย. **เอกสารประกอบการประชุมระดมความคิด เรื่อง " การยกระดับคุณภาพแหนมด้วยเทคโนโลยีชีวภาพ ".** สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

อรนุช อุตรชาติ. 2530. **การคัดเลือกแบคทีเรียแลคติกซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อซาลโมเนลลาและการผลิตกล้าเชื้อผงเพื่อใช้หมักแหนม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรรถพล สุจริตรักษ์. 2549. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์มั่มโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

Acton, J.C. 1997. Utilization of various carbohydrates in fermented sausage. **Food sci.** 42:47-52.

Ankri, S., and Mirelman D. 1999. **Antimicrobial properties of allicin from garlic.** Microbes and Infection. 1(2) : 12-129.

AOAC. 1984. **Official method of Analysis of Association of Official Analytical Chemists.** 14th ed. Maryland : Gaithersburg.

AOAC. 2000. **Official method of Analysis of Association of Official Analytical Chemists.** 17th ed. Maryland : Gaithersburg.

DE. Vuyst, L., and E.J. Vandamme. 1994. **Antimicrobial Potential of Lactiv Acid Bacteria In:Bacterocins of Lactic Acid Bacteria Microbiology, Genetics Application.** Vuyst, L.DE., and E.J. Vandamme esd.1st ed. Blackie Academic and Professional New York. N.Y.

Jay. J.M. 1996. **Modern Food Microbiology.** 5th ed. Chapman and Hall. Newyork.

Klaenhammer, T.R., 1993. Genetics of bacteriocins produced by lactic by lactic acid bactria. **FEMS Micorbiol. Rev.** 12:39-85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sameshima, T., Magome, C., Takeshita, K., Arihara, K., Itoh, M., and Kondo, Y. 1998. Effect of intestinal *Lactobacillus* starter cultures on the behavior of *Staphylococcus aureus* in fermented sausage. ***Int. J. Food Microbiol.***, 41 : 1-7.

Smith, J.L., Palumbo S.A. , Kissinger J.C. and Huhtanen C.W. 1975. Survival of *Salmonella Dublin* and *Salmonella typhimurium* in Lebanon Bologna. **J. Milk food Technol.**

Swetwiwathana, A., Zendo, T.,Lotong, N., Nakayama, J. and Sonomoto, K. 2004. Identification of Pediocin PA-1 producing *Pediococuus pentosaceus* TISTR 536 from Nham (Thai fermented meat). **The 50th International Congress of meat Science and Technology. August 8th – 13th 2004.** Helsinki, Finland.

Swetwiwathana, A., Zendo, T., Nakayama, J. and Sonmoto, K. 2007. Identification and partial characterization of pediocin PA-1 producing *Pediococuus pentosaceus* associated in tradition Thai fermented beef (Mum). **The 53rd International Congress of meat Science and Technology August 5th-10th 2007.** Beijing, China.

Swetwiwathana, A., Lotong, N., Nakayama, J. and Sonomoto, K. 2007. Maturation of Nham-a Thai fermented meat product. **J. Fleischwirtschaft.** 22(3) : 46-49.

Tantillo, M. G., Pinto A., Novello L., and Di-Pinto A. 2002. Bacteriocin-producing *Lactobacillus sake* as starter culture in dry sausages. **Microbiologica**. 25(1): 45-49.

Varnam. A.H. and Sutherland J.P. 1995. **Meat and Meat Product : Technology, Chemistry and Microbiology.** Chapman and Hall, London.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก

## วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและจุลินทรีย์

1. วิเคราะห์หาปริมาณกรดแลคติก (AOAC, 1984)

ชั่งตัวอย่างหมักที่บดละเอียดมา 3 กรัม เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร กรองด้วยกระดาษกรอง นำน้ำใสที่ได้ไปต้มไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เติมสารละลายฟีนอฟทาลีน 2 – 3 หยด ไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนกระทั่งถึงจุดยุติ เกิดสีชมพูคำนวณปริมาณกรดแลคติกตามสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก} = \frac{N \times V \times 90.01 \times 100}{1{,}000 \times \text{กรัมของตัวอย่าง}}$$

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์

V = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มอลที่ใช้ในการไตรเตรท (มิลลิลิตร)

การหาความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล โดยชั่ง acid potassium phathalate อบที่ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 0.3 กรัม เติมลงในขวดแก้วรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปลอดคาร์บอนไดออกไซด์ 100 มิลลิลิตร เมื่อ potassium phathalte ละลายแล้วเติมสารละลาย phenolphthalein 3 หยด ไตรเตรทด้วยสารละลาย NaOH 0.1 N คำนวณความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ตามสูตร

$$\text{นอร์มอลของ NaOH} = \frac{\text{กรัมของ } KH_2C_8H_4O_2 \times 1{,}000}{\text{มิลลิลิตรของ NaOH} \times 204.229}$$

2. วัดค่าพีเอช (AOAC, 1984)

นำตัวอย่างหมักที่บดละเอียดมา 20 กรัม เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน วัดด้วยเครื่อง pH meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 1984)

ชั่งตัวอย่างหม้ำที่บดละเอียดมาประมาณ 2 – 5 กรัม ใส่ในกระป๋องหาความชื้น (moisture can) ที่ทราบน้ำหนักแล้ว นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถอบแห้ง ชั่งน้ำหนักแล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของตัวอย่างตามสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

4. ปริมาณไนไตรทคงเหลือในผลิตภัณฑ์ (AOAC, 2000)

วิธีวิเคราะห์

4.1 การเตรียมสารทดสอบและสารละลายมาตรฐาน

- NED Reagent : ละลาย N-1-Napthyl ethylene diamine dihydrochloride 0.2 กรัมในสารละลายกรดแอซิติก 15 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 150 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชา
- Sulfanilamide Reagent : ละลาย salicylic acid 0.5 กรัม ในสารละลายกรดแอซิติก 15 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 150 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชา

4.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานไนไตรท

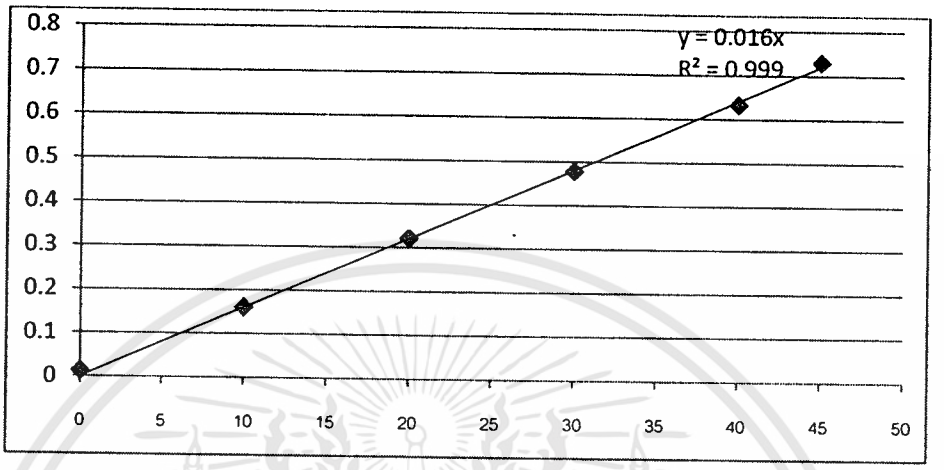
- Stock solution : ละลาย $NaNo_2$ ที่ผ่านการอบแล้วจำนวน 1.00 กรัม ด้วยน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร จะได้ Stock solution $NaNo_2$ เข้มข้น 1,000 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร
- Intermediat solution : ปิเปต Stock solution จำนวน 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนครบ 1,000 มิลลิลิตร จะได้ Intermediat solution เข้มข้น 100 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร
- Working solution : ปิเปต Intermediat solution มา 10 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนครบ 1,000 มิลลิลิตร จะได้ Working solution 1 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร

4.3 การเตรียมกราฟมาตรฐาน

ปิเปต Working solution มา 0, 20, 30, 40 และ 45 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาด 50 มิลลิลิตร เติม sulfanilamide reagent ขวดละ 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 5นาที จากนั้นเติม NED reagent ขวดละ 2.5 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร




ภาพที่ ก. 1 กราฟมาตรฐานของโซเดียมไนไตรทสำหรับใช้วิเคราะห์ปริมาณไนไตรทคงเหลือในผลิตภัณฑ์หมัก

4.4 การเตรียมตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม จากนั้นเติมน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ปริมาตร 40 มิลลิลิตร บดตัวอย่างให้ละเอียด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำร้อนให้เป็น 500 มิลลิลิตร และถ่ายลงบิกเกอร์ ขนาด 1,000 มิลลิลิตร นำไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส โดยคนทุก ๆ 15 นาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำมาทำให้เย็น จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ Whatman No.4 นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณไนไตรทคงเหลือต่อไป

4.5 การวิเคราะห์ปริมาณไนไตรทในตัวอย่าง

ปีเปตสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้ 30 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายซัลฟานิลาไมด์ 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน วางทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นเติม NED Reagent 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้ววางทิ้งไว้ 15 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

5. ตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ( Total Plate Count ) ( AOAC, 2000 )

1. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ใส่ลงในสารละลายน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นของน้ำเกลือ 0.85 เปอร์เซ็นต์ที่ฆ่าเชื้อแล้ว 225 มิลลิลิตร ทำให้อาหารเจือจางระดับ 1 : 10
2. ทำการตีป่นด้วยเครื่องตีป่นไฟฟ้า หรือ Stomacher

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เตรียมสารละลายน้ำเกลือ 0.85 เปอร์เซ็นต์ มา 9 มิลลิลิตร ที่ทำการฆ่าเชื้อแล้วใส่ในหลอดทดลองขนาดกลางที่ฆ่าเชื้อแล้วเช่นกัน เพื่อทำการเจือจางตัวอย่างอาหารในระดับต่าง ๆ
4. นำหลอดทดลองที่ทำการเจือจางตัวอย่างอาหารในระดับที่เหมาะสม ปิเปตตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่ปราศจากเชื้อ จากนั้นนำอาหาร PCA ( Plate Count Agar ) ที่หลอมเหลวอยู่ในสภาพที่ไม่ร้อนจนเกินไปเทลงสู่จานเพาะเชื้อ แกว่งจานเพาะเชื้อไปมาเบาๆ เพื่อให้วุ้นอาหารและเชื้อที่ผสมอยู่กระจายทั่วก้นจาน ตามหลักการที่เรียกว่า Pour Plate Technique
5. นำไปบ่มที่ตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 – 48 ชั่วโมง
6. นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อที่มีปริมาณเชื้อ 30 – 300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ย แล้วคำนวณปริมาณจุลินทรีย์ดังนี้

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม ) = ค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีที่นับได้ × ระดับความเจือจาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ข

## แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

### แบบทดสอบ

### ผลิตภัณฑ์หม้ำพร้อมบริโภค

ชื่อผู้ทดสอบ..... เพศ O ชาย O หญิง

อายุ O 15 – 20 ปี O 21 – 30 ปี O 31 – 40 ปี O 41 – 50 ปี O มากกว่า 50 ปี

โปรดให้คะแนนระดับความชอบต่อผลิตภัณฑ์หม้ำที่ท่านกำลังทดสอบชิมโดยให้คะแนนระดับความชอบของแต่ละลักษณะดังนี้

1 = ไม่ชอบมาก 2 = ไม่ชอบปานกลาง 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 4 = เฉย ๆ

5 = ชอบเล็กน้อย 6 = ชอบปานกลาง 7 = ชอบมาก

| คุณสมบัติทางกายภาพ | หม้ำวัว | | หม้ำหมู | |
|---|---|---|---|---|
| | รหัส | | รหัส | |
| | | | | |
| สีของหม้ำ | | | | |
| เนื้อสัมผัสของหม้ำ | | | | |
| กลิ่นของหม้ำ | | | | |
| ความเปรี้ยวของหม้ำ | | | | |
| รสชาติของหม้ำ | | | | |
| ความชอบโดยรวม | | | | |

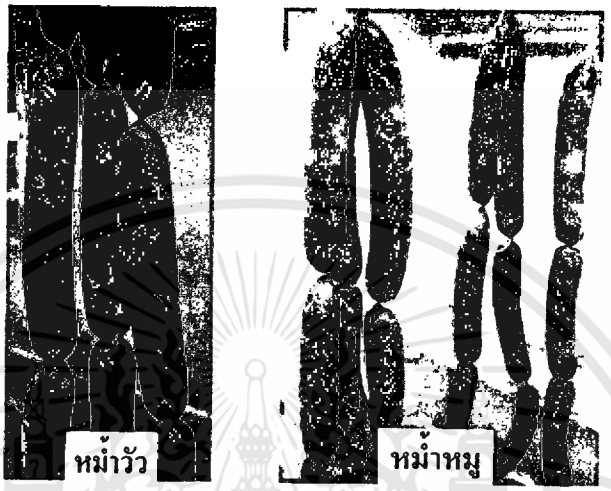
**ข้อเสนอแนะ** .....

.....

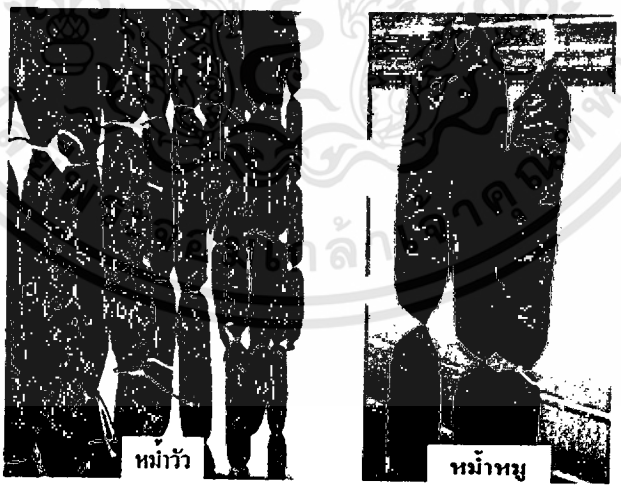
..... ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ค
## รูปหม้ำ




**รูปที่ ค.1** ผลิตภัณฑ์หม้ำที่ผลิตเสร็จแขวนหมักวันแรก (วันที่ 0)




**รูปที่ ค.2** ผลิตภัณฑ์หม้ำที่หมักเป็นเวลา 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ค.3** ผลิตภัณฑ์หม้ำวัวพร้อมบริโภค

**รูปที่ ค.4** ผลิตภัณฑ์หม้ำหมูพร้อมบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

**ชื่อผู้เขียน** นางสาวสุรียาวดี ศรีฟ้า

**วันเดือนปีเกิด** 11 มีนาคม 2527

**การศึกษา** สำเร็จการศึกษาคหกรรมศาสตรบัณฑิต (คศ.บ.) สาขาอาหารและโภชนาการ จาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ วิทยาเขตพระนครใต้ จังหวัด กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้