การประยุกต์เทคโนโลยีผสมผสานในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่บรรจุแบบสุญญากาศเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา

APPLICATION OF COMBINED TECHNOLOGY IN VACUUM-PACKAGED FRANKFURTER SAUSAGE PRODUCTION FOR SHELF-LIFE PROLONGATION

นายเฉลิมชัย หะริณนิติสุข
CHALERMCHAI HRRINNITISUK

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2546
ISBN 974-324-537-5

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การประยุกต์เทคโนโลยีผสมผสานในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่บรรจุแบบสุญญากาศเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา

APPLICATION OF COMBINED TECHNOLOGY IN VACUUM-PACKAGED FRANKFURTER SAUSAGE PRODUCTION FOR SHELF-LIFE PROLONGATION

T049426

นายเฉลิมชัย หะริณนิติสุข
CHALERMCHAI HRRINNITISUK

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-537-5

เลขหมู่..............................
เลขทะเบียน 49426
วัน, เดือน, ปี 20 ก.พ. 2547

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

APPLICATION OF COMBINED TECHNOLOGY IN VACUUM-PACKAGED FRANKFURTER SAUSAGE PRODUCTION FOR SHELF-LIFE PROLONGATION

CHALERMCHAI HRRINNITISUK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN BIOTECHNOLOGY
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2003

ISBN 974-324-537-5

COPYRIGHT 2003

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประยุกต์เทคโนโลยีผสมผสานในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่บรรจุแบบสุญญากาศเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา

APPLICATION OF COMBINED TECHNOLOGY IN VACUUM-PACKAGED FRANKFURTER SAUSAGE PRODUCTION FOR SHELF-LIFE PROLONGATION

ชื่อนักศึกษา นายเฉลิมชัย หะริณนิติสุข

รหัสประจำตัว 41065207

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีชีวภาพ

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.เรียม เตชะโสภณมณี

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.มาลินี	ตันติยาภรณ์	
รศ.สุขใจ	ชูจันทร์	
รศ.ดร.จุฑารัตน์	เศรษฐกุล	
ผศ.ดร.เรียม	เตชะโสภณมณี	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 12 พฤษภาคม 2546 เวลา 10.00-12.00 น.

สถานที่สอบ ณ อาคารจุฬาภรณวลัยลักษณ์ 1 ชั้น 4 ห้อง 424

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.......30.......เดือน.......กรกฎาคม.......พ.ศ.....2546.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์เทคโนโลยีผสมผสานในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่บรรจุแบบสุญญากาศเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา
นักศึกษา	นายเฉลิมชัย หะริณนิติสุข
รหัสประจำตัว	41065207
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีชีวภาพ
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.เรียม เตชะโสภณมณี

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาอายุการเก็บรักษาของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ในสภาวะการทดลองภายใต้การเก็บในสภาพสุญญากาศ ที่มืด อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

การทดลองแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนที่หนึ่ง ศึกษาอายุการเก็บรักษาไส้กรอกชนิดรมควันและไม่รมควัน ที่ผลิตจากเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน พบว่าไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานมีอายุการเก็บรักษานาน 8 สัปดาห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น 2.59-2.61 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม ขณะที่ไส้กรอกจากเนื้อสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานทุกตัวอย่างมีอายุการเก็บรักษา 5 สัปดาห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น 3.32-4.69 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม ไม่พบความแตกต่างในอายุการเก็บรักษาของไส้กรอกที่ผ่านการรมควันและไม่รมควัน จากการตรวจสอบชนิดเชื้อจุลินทรีย์ในไส้กรอกที่ผลิตพบว่าส่วนใหญ่คือ แบคทีเรียกรดแลคติก

ขั้นตอนที่สองศึกษาถึงฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Lactobacillus curvatus* และเชื้อที่คัดเลือกจากไส้กรอกที่เน่าเสีย โดยใช้สารสกัดจากสมุนไพรด้วยวิธี Microtiter plate broth dilution พบว่าเปลือกมังคุด ว่านหางจระเข้ และยอสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ พรุนและว่านหางจระเข้สกัดด้วยน้ำ ที่ระดับความเข้มข้นระหว่าง 0.2-1.4 เปอร์เซ็นต์ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

ขั้นตอนสุดท้ายเป็นผสมสารสกัดสมุนไพรที่คัดเลือก ได้แก่ ยอสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ เปลือกมังคุดสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ พรุนสกัดด้วยน้ำ และว่านหางจระเข้สกัดด้วยน้ำ ผสมในไส้กรอก ที่ระดับความเข้มข้น 1.2, 1.2, 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งเติมโปรแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ และไม่เติมโปรแทสเซียมซอร์เบท พบว่าไส้กรอกที่ผสมสารสกัดว่านหางจระเข้ และไส้กรอกที่ผสมสารสกัดพรุน มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 9 สัปดาห์ และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

Thesis Title	Application of Combined Technology in Vacuum-Packaged Frankfurter Sausage Production for Shelf-Life Prolongation
Student	Mr. Chalermchai Hrinnitisuk
Student ID.	41065207
Degree	Master of Science
Programme	Biotechnology
Year	2003
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Ream Techasoponmani

ABSTRACT

The research project aim to study the method of shelf-life prolongation of frankfurter sausage under experimental conditions such as keeping in the darkness under vacuum packaged at 10 ^{0}C.

This study was divided into 3 parts. First part was studied the microorganism count of pork meat from hygienic and unhygienic slaughtered. It was found that the number of microorganism of fresh hygienic pork and unhygienic pork were 2.59-2.61 log CFU/g and 3.32-4.69 log CFU/g, respectively. In addition, It appeared that lactic acid bacteria was the most predominant bacteria. The average shelf life of frankfurter sausages production form hygienic pork was 8 weeks compared to 5 weeks of meat slaughtered unhygienic conditions.

The second part was the study of the inhibition effect of *Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Lactobacillus curvatus,* and lactic acid bacteria from spoilage sausage by using herbs extraction by Microtiter plate broth dilution method. The result indicated that ethyl alcohol extract of *Garcinia mangostana Aloe vera* and *Morinda citrifolia* aqueous extract of *Prunus domestica* and *Aloe vera* could affect the growth at the concentrated between 0.2–1.4 % .

Selection of the most potential ethyl alcohol extract of *Morinda citrifolia*, ethyl alcohol extract of *Garcinia mangostana*, aqueous extract of *Prunus domestica* and aqueous extract of *Aloe vera* at the concentrations of 1.2 %, 1.2 %, 0.4 % and 0.6 %, respectively in contrast with Potassium sorbate 0.1 % for positive control and without Potassium sorbate for normal control and mixed into the sausage emulsion was the last part of study. It was show that formulas with *Aloe vera* and *Prunus domestica* extended longest shelf-life to 9 weeks and overall accept by untrained judges.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยการให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และคำปรึกษาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เรียม เตชะโสภณมณี อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกทราบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่าน และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ มาลินี ตันติยาภรณ์ ประธานกรรมการวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล กรรมการวิทยานิพนธ์ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกภาควิชา รองศาสตราจารย์ สุขใจ ชูจันทร์ กรรมการวิทยานิพนธ์ผู้ทรงคุณวุฒิภายในภาควิชา ในการให้ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ และร้านบาร์นเฮาส์ ในการให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และสถานที่ในการทำวิจัย เจ้าหน้าที่ห้องธุรการภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ เพื่อนๆ พี่ น้อง นักศึกษาทุกคนที่คอยช่วยเหลือให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสุวิทย์ คุณแม่จินตนา หะริณนิติสุข และน้องๆ ที่ได้สนับสนุนการศึกษา และให้กำลังใจตลอดมา

คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้มีพระคุณทุกท่าน

เฉลิมชัย หะริณนิติสุข

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.......... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.......... II

กิตติกรรมประกาศ.......... III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง.......... VIII

สารบัญรูป.......... XIII

บทที่ 1 บทนำ.......... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.......... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของของการศึกษา.......... 2

1.3 ขอบเขตการวิจัย.......... 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.......... 2

บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.......... 3

2.1 ไส้กรอก 3

2.2 ชนิดไส้กรอก.......... 3

2.3 ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ 4

2.4 ส่วนผสมในการทำไส้กรอก.......... 5

2.4.1 ส่วนผสมที่เป็นเนื้อสัตว์.......... 5

2.4.2 ส่วนผสมที่ไม่ใช่เนื้อ 9

2.5 การเน่าเสียในไส้กรอกชนิดบรรจุสุญญากาศ 16

2.5.1 ปัจจัยที่มีผลให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญได้ดีในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก.......... 16

2.5.2 ลักษณะการเน่าเสียในไส้กรอก และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์.......... 17

2.6 การถนอมรักษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอก 20

2.6.1 การรมควัน 20

2.6.2 การใช้เกลือของกรดอินทรีย์.......... 22

2.6.3 การบรรจุในสภาพสุญญากาศ.......... 26

2.6.4 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่าง.......... 26

2.6.5 การเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณน้ำอิสระ.......... 28

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.7 การใช้สมุนไพรในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์........................... 30

2.7.1 ข่า 30

2.7.2 ใบบัวบก 31

2.7.3 มังคุด 32

2.7.4 ยอ 33

2.7.5 พรุน... 34

2.7.6 ว่านหางจระเข้... 34

2.8 การสกัดสารจากสมุนไพร...36

2.8.1 การเตรียมตัวอย่างพืช...36

2.8.2 การทำให้สมุนไพรแห้ง 36

2.8.3 การแตกย่อยเนื้อเยื่อ 37

2.8.4 การสกัด 37

2.8.5 การทำสารสกัดให้เข้มข้น 38

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.. 39

3.1 วัสดุ และอุปกรณ์...39

3.1.1 วัสดุ... 39

3.1.2 อุปกรณ์.. 41

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย... 42

3.2.1 การศึกษาแหล่งเนื้อสุกร และผลของการรมควัน ในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ 42

3.2.2 การศึกษาอายุการเก็บรักษาในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ที่ผลิตจากเนื้อสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน โดยผ่านขั้นตอนรมควัน และไม่รมควัน....................................... 47

3.2.3 การคัดเลือกสารสกัดจากสมุนไพร เพื่อยับยั้งการเจริญ ของเชื้อจุลินทรีย์ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ 48

3.2.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ.......... 49

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง.. 52
  4.1 ผลการศึกษาแหล่งเนื้อสุกร และผลของการรมควัน 52
    4.1.1 เปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ที่ผลิตจากเนื้อสุกรแหล่งต่างๆ.. 51
    4.1.2 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ 51
  4.2 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาในไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อสุกรที่ได้จาก โรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน เปรียบเทียบผลของการรมควัน 55
    4.2.1 อายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ที่ผลิตจากเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน.................................... 55
    4.2.2 ศึกษาอิทธิพลของการรมควันในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ระหว่างการเก็บรักษา................................ 55
    4.2.3 ศึกษาอิทธิพลของการรมควันในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ต่อค่าความเป็นกรดด่าง ระหว่างการเก็บรักษา................................ 62
    4.2.4 ศึกษาอิทธิพลของการรมควันในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ต่อค่าน้ำอิสระ ระหว่างการเก็บรักษา.. 64
  4.3 ผลการคัดเลือกสารสกัดจากสมุนไพร เพื่อยับยั้งการเจริญของ เชื้อจุลินทรีย์ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์.. 66
    4.3.1 ปริมาณสารสกัดที่ได้จากสมุนไพรชนิดต่างๆ.................................... 66
    4.3.2 ปริมาณสารสกัดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแต่ละชนิด.................. 66
    4.3.3 ผลการทดสอบลักษณะปรากฏ และรสชาติ ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพร........................68
    4.3.4 ความเป็นกรดด่างของสารสกัด และวัตถุกันเสีย ที่ใช้ผสมในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์..69

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ......70

4.4.1 อายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ......70

4.4.2 ศึกษาอิทธิพลของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ ต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ระหว่างการเก็บรักษา......70

4.4.3 ศึกษาอิทธิพลของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ ต่อค่าความเป็นกรดด่าง ระหว่างการเก็บรักษา 78

4.4.4 ศึกษาอิทธิพลของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ ต่อค่าน้ำอิสระ ระหว่างการเก็บรักษา 81

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง......84

บรรณานุกรม......90

ภาคผนวก ก วิธีการตรวจสอบทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์และการสกัดสารจากสมุนไพร...... 99

ภาคผนวก ข วิธีการเตรียม อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี...... 108

ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ...... 112

ประวัติผู้เขียน...... 120

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 เปรียบเทียบขั้นตอนการฆ่าในโรงฆ่ามาตรฐานสากล
และโรงฆ่าไม่ได้มาตรฐานสากล.. 7

2.2 เปรียบเทียบขั้นตอนการชำแหละในโรงฆ่ามาตรฐานสากล
และโรงฆ่าไม่ได้มาตรฐาน... 7

2.3 แสดงเครื่องเทศ (spices) บางชนิดที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก.................................15

2.4 แสดงลักษณะการเน่าเสียในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่บรรจุแบบสุญญากาศ.......................19

2.5 แสดงปริมาณของ เชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เห็นเป็นลักษณะ
เมือกเกิดขึ้นบนผิวหน้า และการเกิดกลิ่นเหม็นในชิ้นเนื้อ และผลิตภัณฑ์.................. 20

2.6 แสดงลักษณะทางกายภาพของกรดซอร์บิก...23

2.7 แสดงความเข้มข้นขั้นต่ำของกรดซอร์บิกที่สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด........... 25

2.8 แสดงความเป็นกรดด่างต่ำสุดที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญได้............................. 27

2.9 แสดงค่าปริมาณน้ำอิสระที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญได้..................................... 28

2.10 แสดงชนิดของสาร สารสำคัญ และฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในว่านหางจระเข้................. 35

4.1 แสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตจากเนื้อสุกรจาก
โรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และไม่ได้มาตรฐาน ในสัปดาห์เริ่มต้นของอายุการเก็บรักษา........53

4.2 แสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์
ชนิดรมควัน ชนิดไม่รมควัน.. 55

4.3 แสดงปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์
ชนิดรมควัน ชนิดไม่รมควัน...56

4.4 แสดงปริมาณเชื้อยีสต์และรา ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์
ชนิดรมควัน ชนิดไม่รมควัน.. 56

4.5 แสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ที่ผ่านขั้นตอน
การรมควัน และไม่รมควัน ระหว่างการเก็บรักษา.. 57

4.6 แสดงปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลคติก ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ที่ผ่านขั้นตอน
การรมควัน และไม่รมควัน ระหว่างการเก็บรักษา.. 57

4.7 แสดงปริมาณเชื้อยีสต์และรา ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ที่ผ่านขั้นตอนการรมควัน
และไม่รมควัน ระหว่างการเก็บรักษา.. 60

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.8 แสดงสมบัติทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา และชีวเคมี
ของเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ 61
4.9 แสดงความเป็นกรดด่างในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์
ชนิดรมควัน ชนิดไม่รมควัน.. 62
4.10 แสดงความเป็นกรดด่างในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ที่ผ่านขั้นตอนการรมควัน
และไม่รมควัน ระหว่างการเก็บรักษา.. 62
4.11 แสดงค่าน้ำอิสระในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์
ชนิดรมควัน ชนิดไม่รมควัน.. 64
4.12 แสดงค่าน้ำอิสระในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ที่ผ่านขั้นตอนการรมควัน
และไม่รมควัน ระหว่างการเก็บรักษา.. 64
4.13 แสดงปริมาณสารสกัดที่ได้จากสมุนไพรแต่ละชนิด (คิดเปอร์เซ็นต์จากน้ำหนักสด)...... 67
4.14 แสดงปริมาณ (เปอร์เซ็นต์) สารสกัดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแต่ละชนิด............. 68
4.15 แสดงผลการทดสอบลักษณะปรากฏ และรสชาติในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์............ 69
4.16 แสดงความเป็นกรดด่างของสารสกัด และวัตถุกันเสียที่
ใช้ผสมในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์... 69
4.17 แสดงอิทธิพลร่วมของระยะเวลาในการเก็บรักษา ต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด
ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ................................73
4.18 แสดงอิทธิพลร่วมของระยะเวลาในการเก็บรักษา ต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรีย
กรดแลคติกในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ.................74
4.19 แสดงอิทธิพลร่วมของระยะเวลาในการเก็บรักษา ต่อปริมาณเชื้อยีสต์และรา
ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ................................77
4.20 แสดงอิทธิพลร่วมของระยะเวลาในการเก็บรักษา ต่อความเป็นกรดด่าง
ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ................................79
4.21 แสดงอิทธิพลร่วมของระยะเวลาในการเก็บรักษา ต่อค่าน้ำอิสระ
ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ................................82

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

7.1 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด………….......……………..… 112

7.2 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลคติก…………...…………..……112

7.3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ต่อปริมาณเชื้อยีสต์และรา………………....………………... 113

7.4 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ต่อความเป็นกรดด่าง……………………....………………... 114

7.5 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ต่อค่าน้ำอิสระ……………....…………....………………... 114

7.6 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาเก็บรักษา ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดต่างๆ ต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด…….………………115

7.7 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาเก็บรักษา ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดต่างๆ ต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลคติก…..…………….. 116

7.8 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาเก็บรักษา ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดต่างๆ ต่อปริมาณเชื้อยีสต์และรา……………………….. 117

7.9 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาเก็บรักษา ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดต่างๆ ต่อค่าความเป็นกรดด่าง…………………….…118

7.10 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาเก็บรักษา ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดต่างๆ ต่อค่าน้ำอิสระ………………………………... 119

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 เปรียบเทียบขั้นตอนในการฆ่าสุกรในโรงฆ่า ที่ไม่ได้มาตรฐานสากล (ก) และโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานสากล (ข)............................ 8

2.2 เปรียบเทียบขั้นตอนในการแบ่งซากสุกรในโรงฆ่า ที่ไม่ได้มาตรฐานสากล (ก) และโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานสากล (ข)........................... 8

3.1 แสดงขั้นตอนการผสมอิมัลชันไส้กรอก...44

3.2 แสดงขั้นตอนการบรรจุไส้ และให้ความร้อนไส้กรอก.. 45

4.1 เปรียบเทียบอายุการเก็บรักษา และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในไส้กรอก แฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตจากเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐาน และไม่ได้มาตรฐาน ผ่านขั้นตอนการรมควันและไม่รมควัน.................................54

4.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ที่ผ่านขั้นตอนการรมควัน และไม่รมควัน ระหว่างการเก็บรักษา........................... 58

4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงคปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลคติกในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ที่ผ่านขั้นตอนการรมควัน และไม่รมควัน ระหว่างการเก็บรักษา.............................59

4.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ที่ผ่านขั้นตอนการรมควัน และไม่รมควัน ระหว่างการเก็บรักษา.............................63

4.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำอิสระในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ที่ผ่านขั้นตอนการรมควัน และไม่รมควัน ระหว่างการเก็บรักษา............................ 65

4.6 เปรียบเทียบอายุการเก็บรักษา และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในสัปดาห์ที่เสีย ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ.......................... 71

4.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา................................. 72

4.8 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา................................. 75

4.9 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่างในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ผสมสารสกัดจากสมุนไพรชนิดต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา........................... 80

4.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำอิสระในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ผสมสารสกัดจากสมุนไพรชนิดต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา...............................83

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไส้กรอกเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย และมีมูลค่าทางการพาณิชย์เฉพาะตลาดในประเทศไทยมีมูลค่าหลายพันล้านบาท (กิตติ ลิ่มสกุล และคณะ. 2540) นอกจากนั้นไส้กรอกยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพสูงสำหรับการส่งออก และช่วยเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ในประเทศอีกด้วย

ไส้กรอกที่ได้รับความนิยมสูงสุดทั้งในประเทศ และต่างประเทศ เรียกว่า ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ มีต้นกำเนิดจากประเทศเยอรมนี เป็นไส้กรอกปรุงสุก ประกอบด้วยเนื้อหมู เป็นส่วนประกอบสำคัญ นอกจากนี้อาจมี เนื้อวัว หรือเนื้อไก่งวง ปรุงรสด้วยเครื่องเทศที่มีสูตรเฉพาะสำหรับแต่ละผู้ผลิต ซึ่งมีส่วนสำคัญทำให้ได้รับความนิยมต่างกัน ส่วนผสมถูกบรรจุในไส้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3/4 นิ้ว ยาวประมาณ 4 นิ้ว (Romand *et al.* 1994)

ในประเทศไทยมีการผลิตไส้กรอกหลายแห่ง แต่มีปัญหาในเรื่องการผลิตไส้กรอกคือประเทศไทยเป็นประเทศเมืองร้อน มีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยสูงถึง 30-36 องศาเซลเซียส เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์หลายชนิดทั้งแบคทีเรีย ยีสต์และรา จึงมีผลทำให้ไส้กรอกเสื่อมคุณภาพ เกิดการเน่าเสียในเวลารวดเร็ว (อาภรณ์ คงสวี. 2525) มีผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค เกิดการสูญเสียในการผลิตและการเก็บรักษา ที่สำคัญคือทำให้ไส้กรอกที่มีคุณภาพที่ไม่ได้มาตรฐาน ทั้งเพื่อการบริโภคในประเทศ และการผลิตเพื่อการส่งออกไปขายยังต่างประเทศ ในขณะเดียวกันต่างประเทศหลายๆ ประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ประเทศเยอรมนี และประเทศสหรัฐอเมริกา สามารถส่งไส้กรอกไปจำหน่ายในประเทศต่างๆ ได้ทั่วโลก รวมทั้งส่งมาขายยังประเทศไทยด้วย ที่เป็นเช่นนี้เพราะประเทศดังกล่าวมีเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกเพื่อการส่งออก และสามารถเก็บรักษาไส้กรอกได้เป็นเวลานานโดยยังคงคุณภาพที่ไม่เปลี่ยนแปลง

โครงการวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายที่จะทำการศึกษาค้นคว้า วิธีการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ โดยมีจุดมุ่งหมายให้ได้เทคโนโลยีที่เหมาะสม สำหรับการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่มีคุณภาพมาตรฐานสากล และสามารถมีอายุการเก็บรักษาคุณภาพให้คงที่ได้ยาวนานกว่าเวลาปกติที่ปัจจุบันสามารถเก็บรักษาคือประมาณ 20-30 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยทั่วไปในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ใช้แหล่งเนื้อสุกรในประเทศในสภาพการทดลอง

1.2.2 ศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตโดยใช้เนื้อสัตว์แหล่งต่างๆ

1.2.3 ศึกษาการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ทางชีววิทยาโดยใช้สารเคมี และสารสกัดจากสมุนไพรบางชนิด

1.2.4 ผสมผสานเทคนิคการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ เพื่อหาวิธียืดอายุการเก็บรักษา

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

โครงงานวิจัยนี้จะทำการทดลองผลิตไส้กรอกแฟรงง์เฟอร์เตอร์ โดยใช้เนื้อสุกรเพียงอย่างเดียวเพื่อให้สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้บริโภคภายในประเทศ โดยที่โครงการนี้จะศึกษาปัจจัยที่ทำให้ไส้กรอกเน่าเสีย อิทธิพลของโรงฆ่า วิธีการผลิต สารเคมี สารสกัดสมุนไพร การรมควันตลอดจนการบรรจุ ที่มีต่ออายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เป็นการนำความรู้ทางเทคโนโลยีชีวภาพ มาประยุกต์ในการผลิตไส้กรอก เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการที่จะผลิตไส้กรอกให้มีอายุการเก็บรักษาได้นาน

1.4.2 เป็นแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการผลิตให้ดีขึ้น

1.4.3 เป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ในประเทศ

1.4.4 ทำให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการผลิตเพื่อการส่งออก

บทที่ 2

ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไส้กรอก (Sausage)

ไส้กรอกเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่มีการผลิตกันมาก่อนคริสต์ศักราชผลิตโดยชาว Aborigine เพื่อถนอมอาหารหลังจากการบริโภคด้วยเกลือ คำว่า “sausage” มาจากรากศัพท์ภาษาลาติน “salsus” หมายถึงการใส่เกลือ หรือการเก็บรักษาเนื้อโดยการใส่เกลือซึ่งจัดว่าเป็นการถนอมอาหารที่เก่าแก่ที่สุดวิธีหนึ่ง (Henrickson. 1978) เป็นผลิตภัณฑ์ที่เตรียมจากการบดเนื้อสัตว์กับเกลือ เครื่องเทศ และเครื่องปรุงรส ชนิดต่างๆ จากนั้นนำไปบรรจุถุงที่มีลักษณะกลม หรือบรรจุ ในไส้ (The committee on textbooks of the American Meat Institute. 1953)

2.2 ชนิดไส้กรอก (Sausage identification)

ปัจจุบันแต่ละประเทศมีการผลิตไส้กรอกต่างชนิดกันออกไปตามความนิยม ความเหมาะสมของสภาพภูมิอากาศ และชนิดของเครื่องปรุง เครื่องเทศของแต่ละประเทศ ทำให้เกิดไส้กรอกชนิดต่างๆ ในยุโรปมักใช้วิธีการตั้งชื่อไส้กรอกตามถิ่นกำเนิดในไส้กรอก เช่น ไส้กรอกที่ผลิตจากเมืองแฟรงค์เฟริต (Frankfurt) ประเทศเยอรมนี มีชื่อว่า ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ (Frankfurter sausage) ไส้กรอกที่ผลิตจากเมืองโบโลญญ่า (Bologna) ประเทศอิตาลี มีชื่อว่า ไส้กรอกโบโลญญ่า (Bologna sausage) ไส้กรอกที่ผลิตจากเมืองเวียนนา (Vienna) มีชื่อว่า ไส้กรอกเวียนนา (Vienna sausage) ดังนั้นจึงมีการแบ่งชนิดไส้กรอกเป็นหลายระบบ ได้แก่แบ่งตามวิธีการผลิต และแบ่งตามชนิดของเนื้อไส้กรอก (Kramlich *et al.* 1973 ; Kramlich. 1975)

1. ไส้กรอกสด (Fresh sausage) เป็นไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อสัตว์ เกลือ และเครื่องเทศ บรรจุไส้ เก็บในที่อุณหภูมิต่ำ ต้องนำมาทำให้สุกก่อนรับประทาน ได้แก่ ไส้กรอกลูกวัว และไส้กรอกหมูสด เป็นต้น

2. ไส้กรอกรมควัน (Smoked sausage) เป็นไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อสัตว์ เกลือ และเครื่องเทศ บรรจุไส้ นำมารมควัน แบ่งได้เป็น 2 ชนิดได้แก่ไส้กรอกชนิดรมควันแต่ไม่สุก ตัวอย่างเช่น ไส้กรอกโพริช (Polish sausage) และไส้กรอกอิตาเลียน (Italian pork sausage) และไส้กรอกชนิดที่รมควันจนสุก ตัวอย่างเช่น ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ไส้กรอกโบโลญญ่า ไส้กรอกเวียนนา และไวเนอร์ เป็นต้น

3. ไส้กรอกปรุงสุก (Cooked sausage) ไส้กรอกชนิดนี้ผ่านการทำให้สุก มีทั้งชนิดไม่รมควัน และชนิดรมควัน ตัวอย่างเช่น ไส้กรอกเลือด และหมูยอ เป็นต้น

4. ไส้กรอกแห้ง (Dry sausage) ไส้กรอกชนิดนี้ใช้เนื้อสัตว์ที่ได้รับการคัดเลือกเป็นอย่างดีในด้านความสะอาด และมีขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอน อาจมีการรมควันหรือไม่ก็ได้ ไส้กรอกชนิดนี้เก็บได้โดยไม่ต้องแช่เย็นเป็นเวลานาน ตัวอย่างเช่น ซาลามี (Salami) และกุนเชียง (Chinese sausage) เป็นต้น

5. ไส้กรอกชนิดหยาบ (Coarse ground sausage) เป็นไส้กรอกที่มีลักษณะของเนื้อแยกจากกันโดยชัดเจน ตัวอย่างเช่น ไส้กรอกสด ไส้กรอกกึ่งแห้ง ไส้กรอกแห้ง และกุนเชียง เป็นต้น

6. ไส้กรอกชนิดบดละเอียด (Emulsion type sausage) เป็นไส้กรอกที่ได้จากการนำเนื้อสัตว์มาสับบดให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวหรือเรียกว่า อิมัลชัน (Emulsion) ตัวอย่างเช่น ไส้กรอกตับ ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ และไส้กรอกเวียนนา เป็นต้น

2.3 ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ (Frankfurter)

ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ จัดเป็นชนิด ไส้กรอกบดละเอียดปรุงสุก ทำจากเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อวัว เนื้อสุกร หรือเนื้อไก่ นำมาผ่านกรรมวิธีการหมักด้วยไนไทรต หรือไนเทรต ผ่านกระบวนการทำให้สุก และรมควัน (Kramlich *et al.* 1973) ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์สามารถนำมาบริโภคได้ทันทีโดยไม่ต้องผ่านการทำให้สุกอีก โดยทั่วไปนิยมบริโภคในขณะร้อน ไส้กรอกชนิดนี้ส่วนมากจะถูกบรรจุอยู่ในภาชนะสุญญากาศ หลังจากนำไส้กรอกออกจากภาชนะบรรจุจะสามารถเก็บไว้ในตู้เย็นได้นานประมาณ 7 วัน (Simard. 1983)

ส่วนผสมไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์โดยทั่วไป ประกอบด้วย (Bloukas *et al.* 1996)

เนื้อวัว	11.5	เปอร์เซ็นต์
เนื้อสุกร	34.5	เปอร์เซ็นต์
มันแข็ง	25	เปอร์เซ็นต์
น้ำแข็ง	23.4	เปอร์เซ็นต์
แป้งมันฝรั่ง	3	เปอร์เซ็นต์
เครื่องเทศ	0.5	เปอร์เซ็นต์
โพลีฟอสเฟต	0.354	เปอร์เซ็นต์
โซเดียมคลอไรด์	1.7	เปอร์เซ็นต์
โซเดียมไนไทรต	0.016	เปอร์เซ็นต์
โซเดียมแอสคอร์เบท	0.6	เปอร์เซ็นต์

2.4 ส่วนผสมในการทำไส้กรอก (Sausage ingredients)

ประกอบด้วย ส่วนที่เป็น เนื้อสัตว์ และส่วนผสมที่ไม่ใช่เนื้อสัตว์

2.4.1 ส่วนผสมที่เป็นเนื้อสัตว์ (Raw meat material)

ในการผลิตไส้กรอกโดยทั่วไป สามารถใช้เนื้อสัตว์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ โค สุกร แกะ ไก่ นก และสัตว์น้ำ ซึ่งนอกจากส่วนของเนื้อสัตว์ ยังสามารถใช้ส่วนอวัยวะภายใน และส่วนของเลือดในการผลิต

ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์นิยมใช้เนื้อสุกรและเนื้อวัว พบว่าในเนื้อสัตว์ต่างชนิดกันจะมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน มีผลทำให้คุณสมบัติในไส้กรอกแต่ละชนิดต่างกัน (Romand *et al.* 1994) โปรตีนในเนื้อสัตว์มีส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่ ไมโอไฟบิลาโปรตีน ทำหน้าที่ห่อหุ้มไขมันในอิมัลชัน และทำหน้าที่ในการอุ้มน้ำ หลายประเทศในยุโรปได้กำหนดให้ใช้เนื้อสัตว์ในไส้กรอกไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 70 เนื่องจากเนื้อสัตว์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดในการผลิตไส้กรอก และมีความเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด ดังนั้นจึงต้องระมัดระวังในการเตรียมส่วนประกอบชนิดนี้ โดยเลือกแหล่งผลิตที่มีมาตรฐานการผลิตสูง มีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนน้อย การขนส่งที่ถูกต้อง และเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำตลอดเวลาจนถึงเวลาที่จะนำมาใช้ Sasitorn. (1993) พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อสุกรที่โรงฆ่าสัตว์ มีปริมาณ $2.3\text{x}10^6$ โคโลนีต่อกรัม เปรียบเทียบกับ เนื้อสุกรที่ตลาดสด $7.1\text{x}10^9$ โคโลนีต่อกรัม และเนื้อสุกรที่ซุปเปอร์มาเก็ต $6.7\text{x}10^6$ โคโลนีต่อกรัม จากการสุ่มตัวอย่าง 100 ตัวอย่าง

เนื้อสุกรสดที่จำหน่ายในประเทศไทยแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540) คือ

1. เนื้อสุกรแช่เย็น (chilled meat) เนื้อสุกรที่ผ่านการตัดแต่งเป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ บรรจุในถาดโฟม ห่อด้วยพลาสติกใสชนิดยืดได้
2. เนื้อสุกรแช่แข็ง (frozen meat) เนื้อสุกรที่ผ่านการตัดแต่ง แล้วนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิต่ำ ส่วนใหญ่ผลิตเพื่อการส่งออกต่างประเทศ
3. เนื้อสุกรไม่แช่เย็น (hot deboned meat) เนื้อสุกรที่มีจำหน่ายอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ซึ่งเป็นเนื้อสุกรที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิก่อนการจำหน่าย

เนื้อสุกรที่ขายกันในตลาดสดภายในประเทศส่วนใหญ่เป็นเนื้อสุกรที่ไม่แช่เย็น และมาจากโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐาน พบว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อสุกร เมื่อทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 4 และ อุณหภูมิห้อง (25-29 องศาเซลเซียส) มีค่าอยู่ระหว่าง 7.0-13.4 และ 7.60-18.26 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม (เพ็ญนภา มัธยมพงศ์ และคณะ. 2538) จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2540) เปรียบเทียบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด บนผิวเนื้อของซากสุกรที่ผ่านการฆ่า และชำแหละจากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐาน กับโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐานจำนวน 24 ตัวอย่าง โดยการสุ่มตัวอย่างเนื้อภายหลังเสร็จสิ้นขั้นตอนในการฆ่าทันที พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 3.37 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม และ 4.03 ลอการิทึม โคโลนีต่อกรัม

เนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐานของ บริษัท เพรชมีท โปรเซสซิ่ง จำกัด แบ่งได้เป็นเนื้อสุกรไม่ปลอดสารตกค้าง และเนื้อสุกรปลอดสารตกค้าง โดยเนื้อสุกรปลอดสารตกค้างมีลักษณะ

- ปราศจากสารเร่งเนื้อแดง (Beta-Agonist Free)
- ปราศจากสารกันบูด (No Preservative)
- ปราศจากยาปฏิชีวนะ (antibiotics controlled)

สารตกค้างที่พบในเนื้อสุกรได้แก่ สารในกลุ่ม catecholamine หรือเรียกว่า β-adrenergic agonist ได้แก่ cimaterol, clnbuterol, ractopamine และ salbutamol ซึ่งจัดเป็นสารอันตรายที่มีการห้ามใช้ในอาหารสัตว์ (Warriss *et al.* 1990)

ชัยณรงค์ คันธพนิต (2529) รายงานถึงโรงฆ่าสัตว์ในประเทศไทย ซึ่งโรงฆ่าส่วนใหญ่เป็นโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐาน สามารถอธิบายได้ในตารางที่ 2.1 และ 2.2

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบขั้นตอนการฆ่าในโรงฆ่ามาตรฐานสากล และโรงฆ่าไม่ได้มาตรฐานสากล

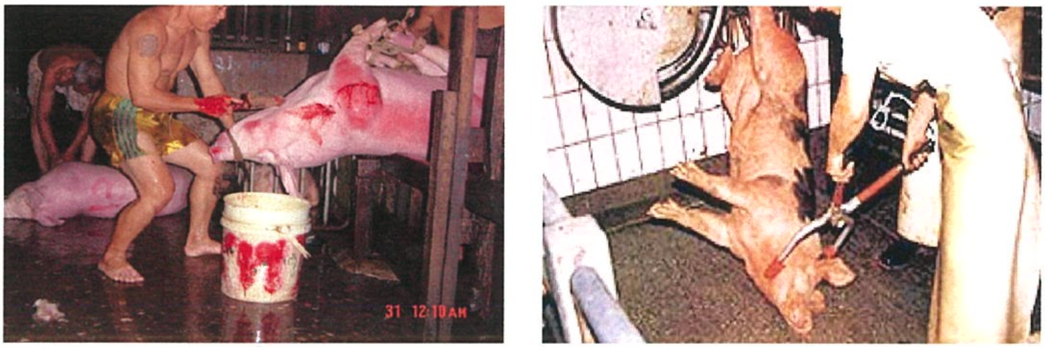
โรงฆ่ามาตรฐานสากล	โรงฆ่าไม่ได้มาตรฐานสากล
1. การทำให้สัตว์สลบ	1. ไม่มีการทำให้สัตว์สลบ
2. การแทงคอเอาเลือดออก	2. การแทงคอเอาเลือดออก
3. การลวกซากในถัง	3. ไม่มีการลวกซากแต่ใช้น้ำร้อนเทราดแทน
4. การขูดขนด้วยเครื่องจักรทันสมัย	4. การขูดขนด้วยมีด
5. การเผาขน และการล้างน้ำ	5. ไม่มีการเผาขนแต่ล้างซากด้วยน้ำร้อน
6. การนำอวัยวะภายในออกโดยซากถูกแขวนด้วยรอก	6. การนำอวัยวะภายในออกโดยทำบนพื้น
7. การแบ่งซากออกเป็น 2 ซีกโดยซากถูกแขวนด้วยรอก	7. การแบ่งซากออกเป็น 2 ซีกบนพื้น

ที่มา : ชัยณรงค์ คันธพนิต (2529)

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบขั้นตอนการชำแหละในโรงฆ่ามาตรฐานสากล และโรงฆ่าไม่ได้มาตรฐานสากล

โรงฆ่ามาตรฐานสากล	โรงฆ่าไม่ได้มาตรฐานสากล
1. พนักงานตัดแต่งมีสุขลักษณะที่ดีโดยมีการใช้หมวก ผ้ากันเปื้อน ผ้าปิดปาก ถุงมือ การฆ่าเชื้ออุปกรณ์ การใช้น้ำยาฆ่าเชื้อก่อนเข้าทำงาน	1. พนักงานตัดแต่งไม่มีสุขลักษณะที่ดี โดยไม่มีการใช้หมวก ผ้ากันเปื้อน ผ้าปิดปาก ถุงมือ การฆ่าเชื้ออุปกรณ์ การใช้น้ำยาฆ่าเชื้อก่อนเข้าทำงาน
2. การชำแหละจะทำบนเขียงที่ผ่านการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ	2 . การชำแหละจะทำบนเขียงไม่ที่ไม่มีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ
3. ทำการชำแหละในห้องเย็นเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ไม่ให้เพิ่มจำนวนในระหว่างการชำแหละ	3. ทำการชำแหละในอุณหภูมิปกติ ดังนั้นเนื้อที่ผ่านการชำแหละส่วนใหญ่จะพบจุลินทรีย์ปนเปื้อนมาก

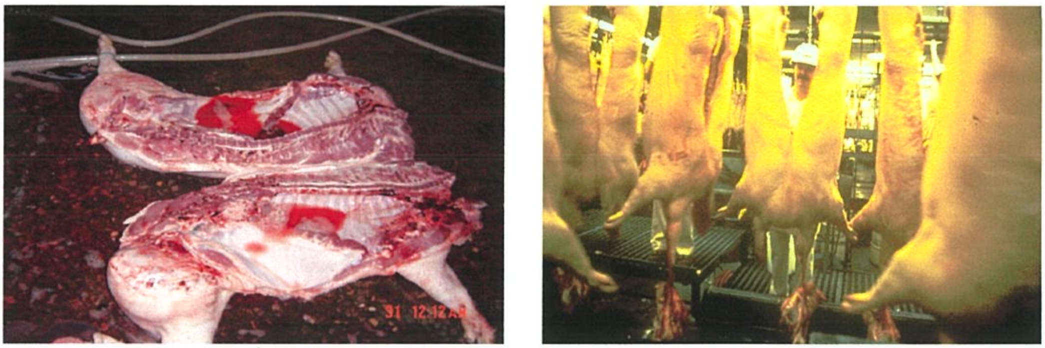
ที่มา : ชัยณรงค์ คันธพนิต (2529)



รูปที่ 2.1 (ก)

รูปที่ 2.1 (ข)

รูปที่ 2.1 เปรียบเทียบขั้นตอนในการฆ่าสุกรในโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานสากล (ก) และโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานสากล (ข)



รูปที่ 2.2 (ก)

รูปที่ 2.2 (ข)

รูปที่ 2.2 เปรียบเทียบขั้นตอนในการแบ่งซากสุกรในโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานสากล (ก) และโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานสากล (ข)

นอกจากเนื้อสัตว์ที่เป็นวัตถุดิบหลักแล้ว พบว่าส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่ ไขมันซึ่งเป็นส่วนผสมที่ช่วยลดต้นทุนในการผลิต โดยใช้ไขมันที่มาจากพืช และสัตว์ เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ (2536) รายงานว่าการใช้ไขมันในระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ไส้กรอกมีลักษณะ กลิ่น สี และการยอมรับดีที่สุด โดยไส้กรอกมีความนุ่ม ความชุ่มน้ำ และรสชาติที่ดี แต่มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีซีดลง นอกจากนี้การใช้ไขมันในระดับต่างๆ ในส่วนผสมไส้กรอกยังมีผลทำให้ความชุ่มน้ำ และการยอมรับของผู้บริโภคต่างกันไป ปัจจุบันมีการลดปริมาณการใช้ไขมันจากสัตว์ หรือใช้แหล่งไขมันชนิดอื่นใน ไส้กรอกชนิดต่าง ๆ เนื่องจากผู้บริโภคให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้น จากการศึกษาของ Bloukas and Paneras (1993) โดยใช้น้ำมันมะกอก (Olive oil) เปรียบเทียบกับมันแข็งของสุกรในส่วนผสมของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ Jiménez *et al.* (1997) ศึกษาเปรียบเทียบการใช้มันแข็งของสุกรที่ระดับ 9 และ 24 เปอร์เซ็นต์ ในไส้กรอกโบโลญญ่า Kuo and Shu (2002) ศึกษาผลของวัตถุกันเสียในกุนเชียงชนิดไขมันต่ำ

2.4.2 ส่วนผสมที่ไม่ใช่เนื้อ (Non-meat Ingredients)

ส่วนประกอบเหล่านี้เป็นส่วนประกอบที่ทำให้เกิดลักษณะเฉพาะในไส้กรอกและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ คือลักษณะของสี ลักษณะภายนอกที่ปรากฏ ลักษณะของกลิ่น อายุในการวางขายปลีก และจำกัดปริมาณของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค ซึ่งประกอบด้วยสารแต่ละชนิดที่มีสมบัติดังนี้

2.4.2.1 เกลือ (Salt)

เกลือเป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญมากในการผลิตไส้กรอก และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ พบว่าเกลือเป็นวัตถุดิบที่ทำหน้าที่เป็นสารสกัด และช่วยในการทำละลายโปรตีนชนิดที่เป็นไมโอไฟบริน ซึ่งโปรตีนชนิดนี้จะเป็นส่วนที่ห่อหุ้มไขมันมีผลทำให้เกิดความคงตัวในผลิตภัณฑ์ (Schmidt *et al.* 1981) จากการศึกษาของ Lin *et al.* (1991) พบว่าหน้าที่สำคัญของเกลือมี 4 ข้อดังนี้คือ

1. เป็นวัตถุกันเสีย (Preservative) ทำให้ไส้กรอกมีอายุในการเก็บนานขึ้น โดยมีผลทำให้ค่าปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ลดลง มีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ แต่ไม่มีผลในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ การใช้เกลือในระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในสภาวะที่มีอากาศ และระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ มีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในสภาวะที่ไม่มีอากาศ ในปัจจุบันการใช้เกลือในผลิตภัณฑ์แช่เย็นที่ความเข้มข้นน้อยกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากกว่า
2. ช่วยปรับปรุงเรื่องกลิ่นในผลิตภัณฑ์
3. ช่วยให้โปรตีนแตกตัว และเพิ่มการละลายตัวของโปรตีน เนื่องจากเกิดการรวมตัวของ Cl^- และ Na^+ กับโปรตีนเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติเค็ม ผลิตภัณฑ์นี้จะมีความ

คงทนเมื่ออยู่ที่อุณหภูมิต่ำ และจะมีการแตกตัวเมื่อถูกความร้อน มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่สุกมีรสเค็มลดลง (Saffle and Galbreath. 1964)

4. ปริมาณของเกลือที่เพิ่มขึ้นช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ และลดการสูญเสียหลังขั้นตอนการทำให้สุก Hamm (1960)

โดยทั่วไปเกลือที่นิยมใช้กันคือ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากกว่าเกลือชนิดอื่น เนื่องจากเกลือชนิดอื่นจะทำให้เกิดรสขมมากกว่า เช่น โปรแตสเซียมคลอไรด์ (KCl) และ แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl) โดยทั่วไปในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจะใช้เกลือ ในระดับ 1.5-3 เปอร์เซ็นต์ (Terrell. 1983)

2.4.2.2 น้ำ (Water)

น้ำมีความสำคัญที่ทำให้เกิดลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า อิมัลชัน โดยที่น้ำจะถูกใส่ลงในส่วนผสมในลักษณะที่เป็นน้ำแข็ง เพื่อควบคุมอุณหภูมิของระบบ โดยไส้กรอกรมควันอาจเติมน้ำ หรือน้ำแข็งประมาณ ร้อยละ 20 – 30

2.4.2.3 ไนไทรต (Nitrite ; NO^-_2) และไนเทรต (Nitrate ; NO^-_3)

Walters and Taylor (1964) รายงานว่าวัตถุดิบชนิดนี้มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มี กลิ่น และสีที่เป็นลักษณะเฉพาะในไส้กรอก และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ไนเทรตจะถูกปฏิกิริยารีดักชันภายในตัวแบคทีเรียเกิดเป็นไนไทรต ซึ่งจะมีผลให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก (nitrate-cured meats) ไนไทรตที่นิยมใช้คือ โซเดียมไนไทรต (sodium nitrite) และโปรแตสเซียมไนไทรต (potassium nitrite) ไนไทรตมีหน้าที่สำคัญ 4 ข้อคือ

1. ทำให้เกิดสีเฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์เนื้อที่เกิดการบ่ม (cured-meat color) ซึ่งมีสีชมพู จากการศึกษาพบว่าการใช้ ไนไทรตในปริมาณ 40 พีพีเอ็ม ของปริมาณสุดท้าย (ปกติการใช้ไนไทรตมักใช้ไม่เกิน 156 พีพีเอ็ม และไนเทรตมักใช้ไม่เกิน 2.75 ออนซ์ ต่อน้ำหนักเนื้อ 100 ปอนด์) จะมีผลให้เกิดสีที่เฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 20 (2517) อนุญาตให้ใช้ไนเทรตในปริมาณไม่เกิน 500 พีพีเอ็ม (โดยคิดคำนวณเป็นโซเดียมไนเทรต) และไนไทรตในปริมาณไม่เกิน 200 พีพีเอ็ม (โดยคิดคำนวณเป็นโซเดียมไนไทรต)

2. มีกลิ่นที่เฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์ไส้กรอก

3. มีลักษณะเป็นสารต้านการเกิดออกซิเดชัน ของไขมันซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดกลิ่นเหม็นหืน (oxidative rancidity) จากการศึกษาพบว่าเมื่อนำไส้กรอกที่ไม่ได้ใส่ไนไทรตมาทำการปรุงอาหารจะเกิดกลิ่นหืนขึ้น

4. มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียบางชนิด โดยเฉพาะกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้อุณหภูมิในการผลิตสูง และผลิตภัณฑ์ที่มีการบรรจุแบบสุญญากาศ เช่น ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ และผลิตภัณฑ์ Luncheon meat ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ใส่ไนไทรตจะพบการปนเปื้อนของ เชื้อแบคทีเรียในสกุล *Clostridium botulinum* ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรค

อาหารเป็นพิษโบทูลิซึม (botulism) เนื่องจากสารพิษโบทูลิน (botulin) ปกติสปอร์ของเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ จะไม่ถูกทำลายระหว่างกระบวนการในการผลิตไส้กรอก ไนไทรตมีสมบัติในการยับยั้งการเจริญของ สปอร์ของเชื้อชนิดนี้ (Christian *et al.* 1973)

จากการศึกษาของ Dodds and Collins-Thompson (1984) รายงานว่าไนไทรตสามารถยับยั้ง Salmonella sp., *Streptococcus* sp. และ *Lactobacillus* sp. แต่ให้ผลยับยั้งการเจริญของ *Lactobacillus* sp. ต่ำกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่น

ซึ่งไนไทรตจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเมื่อสภาพความเป็นกรดเพิ่มขึ้น และมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศมากกว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดที่ต้องการอากาศ (Gray and Randall. 1979)

ความเป็นพิษของไนไทรต เกิดจากการเป็นตัวออกซิไดซ์ฮีโมโกลบินในเลือดไปเป็นเมทไมโอโกลบิน มีผลทำให้ไม่เกิดการขนย้ายออกซิเจนจากเลือดไปสู่เนื้อเยื่อ (Furia. 1972)

นอกจากนี้ไนไทรตเป็นสารตั้งต้นของ N-nitroso compound โดยจะทำปฏิกิริยากับเอมีน (amine) ทำให้เกิดไนโตรซามีน เมื่อผลิตภัฑณ์ได้รับความร้อน ซึ่งไนโตรซามีนที่เกิดขึ้นนี้เป็นสารก่อมะเร็ง (Gray. 1976)

2.4.2.4 สารเร่งปฏิกิริยาการบ่ม (Curing accelerator)

แอสคอร์เบท (ascorbates) และ อีริโทรเบท (erythobates) เป็นอนุพันธ์ของวิตามินซีทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการบ่ม และจัดเป็นตัวรีดิวซ์อย่างแรง ในการเปลี่ยนเมทไมโอโกลบิน (Metmyoglobin) ให้เป็นไนทริกออกไซด์ไมโอโกลบิน (nitric oxide myoglobin) และเปลี่ยนไนไทรต ให้เป็นไนทริกออกไซด์ (nitric oxide) และกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิก (dehydroascorbic acid) ซึ่งจะมีผลต่อสีในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก (Fox and Ackerman. 1968) อย่างไรก็ตามไนไทรตที่ตกค้าง มีผลทำให้เกิดสารไนโตรซามีน (nitrosamines) จัดเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง พบว่าแอสคอร์เบสช่วยลดปริมาณสารไนไทรตที่ตกค้าง และช่วยป้องกันการหืนของไขมัน ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นที่คงตัวดีขึ้น (Brown *et al.* 1974)

สารเร่งปฏิกิริยาชนิดอื่น ได้แก่ กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) กรดอีริโทรบิก (erythorbic acid) กรดมะนาว (citric acid) เกลือซิเทรต (sodium citrate) เกลือโซเดียมไพโรฟอสเฟต (sodium pyrophosphate) และ กลูโคโน เดลต้า แลคโตน (glucono delta lactone)

2.4.2.5 น้ำตาล (Sugar)

เป็นส่วนประกอบที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ขึ้นอยู่กับชนิดในไส้กรอกแต่ละชนิด น้ำตาลที่ใช้ได้แก่ น้ำตาลซูโครสจากอ้อย น้ำตาลแดกโทรสจากข้าวโพด และซอร์บิทอล (sorbitol)

การใช้น้ำตาลมีวัตถุประสงค์คือ

1. ในการช่วยเพิ่มรสชาติให้ไส้กรอกโดยไปลดความเค็มที่มีผลมาจากเกลือ และ ป้องกันน้ำบางส่วนจากในเนื้อสัตว์ถูกดึงออกมา ทำให้ไม่สูญเสียความชื้น เนื้อมีรสชาติดีขึ้นไม่แห้ง

2. ช่วยให้เกิดการหมักในไส้กรอกที่ชนิดที่ต้องการให้เกิดการหมัก (fermentation sausages) โดยเป็นแหล่งของคาร์บอนให้กับแบคทีเรียในการเปลี่ยนไนเทรตเป็นไนไทรต (ยกเว้น ซอร์บิทอล) นอกจากนี้ยังมีส่วนให้เกิดสีน้ำตาลของเนื้อเมื่อนำมาปรุงอาหาร

3. มีส่วนในการช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงของโซเดียมไนเทรต เป็นไนตริกออกไซด์ ทำให้ปริมาณสารไนเทรตที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์น้อย และเกิดสีแดงเร็วขึ้น

2.4.2.6 สารยับยั้งการออกซิเดชัน (Antioxidants)

สารชนิดนี้นิยมใช้ในไส้กรอกเพื่อป้องกันการเกิดการออกซิเดชัน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก สารชนิดนี้มักนิยมใช้ในคือ butylated hydroxyanisole (BHA) และ butylated hydroxytoluene (BHT) ในไส้กรอกสดมักใช้ในปริมาณ 0.01 -0.02 เปอร์เซ็นต์ของไขมันในส่วนผสมวัตถุดิบทั้งหมด สำหรับในไส้กรอกชนิดแห้งมักใช้ในปริมาณ 0.003-0.006 เปอร์เซ็นต์ของส่วนประกอบเนื้อสัตว์

2.4.2.7 ฟอสเฟต (Phosphates)

Seward *et al.* (1982) พบว่าฟอสเฟตสามารถยับยั้งการเจริญ การสร้างสารพิษ และการแบ่งเซลของเชื้อ *Clostridium botulinum*

Price and Schweigert (1971) รายงานหน้าที่ของฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ที่สำคัญคือ

1. ช่วยให้เกิดการรวมตัวกันของน้ำกับเนื้อดีขึ้น โดยทำให้เส้นใยโปรตีนยืดตัวล้อมรอบโมเลกุลน้ำ พบว่าเกลือของกรดอ่อนให้คุณสมบัติได้ในข้อนี้คือ โซเดียมฟอสเฟต

2. ช่วยในการละลายโปรตีน โดยเป็นตัวทำให้ความเป็นกรดด่างของเนื้อเพิ่มขึ้น และช่วยให้โปรตีนของกล้ามเนื้อคลายตัว เนื่องจากสารเอคติโนไมโอซิน (actinomyosin) แยกออกจากกันเป็น เอคติน (actin) และไมโอซิน (myosin) สารฟอสเฟตที่ใช้ในด้านนี้คือ ไพโรฟอสเฟต (pyrophosphate)

3. ช่วยลดการเกิดกลิ่นหืน โดยเกิดปฏิกิริยารีดักชัน

4. ช่วยให้เกิดสี และกลิ่นที่เฉพาะในผลิตภัณฑ์ โดยทำหน้าที่ควบคุมความเป็นกรดด่าง ให้อยู่ในช่วงระหว่าง 6.0-6.6 จึงทำให้เนื้อมีสีแดงคงทนขึ้น ซึ่งเป็นผลทำให้ไนเทรต และกรดแอสคอร์บิกคงตัวเพิ่มมากขึ้น แต่คุณสมบัติในการทำให้สีคงตัวของสารฟอสเฟต

มีผลด้อยกว่าการใช้กรดแอสคอร์บิก และความสามารถนี้จะลดลงมากเมื่อได้รับแสงสว่างจากหลอดฟลูออเรสเซนต์

5. ช่วยให้อายุการเก็บยาวนานขึ้น และช่วยทำให้กลิ่นที่เกิดจากการรมควันยาวนานขึ้น

การใช้ฟอสเฟตนิยมใช้กันในระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ในส่วนผสมสุดท้าย ซึ่งตามปกติในกล้ามเนื้อของสัตว์จะมีฟอสเฟตอยู่ประมาณ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ฟอสเฟตที่นิยมใช้กันในทางอุตสาหกรรมมีดังนี้ ไดโซเดียมฟอสเฟต (disodium phosphate) โมโนโซเดียม ฟอสเฟต (monosodium phosphate) โซเดียม เมตา-ฟอสเฟต (sodium meta-phosphate) โซเดียม โพลีฟอสเฟต (sodium polyphosphate) โซเดียม ไทรโพลีฟอสเฟต (sodium tripolyphosphate) โซเดียมไพโรฟอสเฟต (sodium pyrophosphate) ไดโพแทสเซียมฟอสเฟต (dipotassium phosphate) และ โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (monopotassium phosphate) (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536)

2.4.2.8 วัตถุดิบปรับปรุงเนื้อสัมผัส (Extenders)

วัตถุดิบชนิดนี้ใส่ลงในส่วนผสมในไส้กรอก เพื่อลดต้นทุนในการผลิต และช่วยให้เกิดการรวมตัวของวัตถุดิบอื่น นอกจากนี้ยังมีผลต่อเนื้อสัมผัส (texture) และกลิ่นของ ผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างของวัตถุดิบชนิดนี้ได้แก่ นมผงขาดมันเนย โซเดียมเคซีเนต (sodium caseinate) แป้งจากธัญพืช และโปรตีนถั่วเหลือง

2.4.2.9 วัตถุดิบที่ใช้ในการแต่งกลิ่น และรส (Spices, Seasonings and Flavorings)

วัตถุดิบชนิดนี้ใช้ในการแต่งกลิ่น และรสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ขึ้นอยู่กับแต่ละพื้นที่ ตัวอย่างของเครื่องเทศ บางชนิดที่ใช้ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์แสดงในตารางที่ 2.3 เครื่องเทศที่ใช้จะเป็นตัวกำหนดกลิ่น และรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ของแต่ละสถานที่ กลิ่น และรสชาติในเครื่องเทศ เกิดจากส่วนประกอบที่เป็นน้ำมันหอมระเหย นอกจากนี้เครื่องเทศบางชนิดยังเป็นวัตถุกันเสียเช่น กระเทียม เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ (2536) ได้แบ่งเครื่องเทศเป็น 3 ประเภท คือ

1. เครื่องเทศชูรส (Stimulated hot spices) ได้แก่ ขิง พริกขี้หนู พริกไทยดำ พริกไทยขาว พริกสีแดงสด (paprika) หอม กระเทียม และผงมัสตาร์ด
2. เครื่องเทศหอม (Aromatic spices) ได้แก่ เครื่องเทศรวม อบเชย (cinnamon) ยี่หร่า (caraway) กานพลู (cloves) ลูกผักชี (coriander) ดอกจันทร์ (mace) ลูกจันทร์ (nutmeg) ลูกกระวาน (cadamon) และโป๊ยกั๊ก (starseed)
3. ใบ และต้นผักต่าง ๆ (Herbs) ได้แก่ ใบโหระพา (sweet basil) ใบกระวาน (bay leaves) ใบหูเสือ (sage) ใบสะระแหน่ และตะไคร้ (lemon grass)

2.4.2.10 ไส้ (Casing)

จัดเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิตไส้กรอก มีขนาด และชนิดต่างกันไปขึ้นกับชนิดไส้กรอก Gerrard (1969) แบ่งชนิดของไส้เป็น 2 ชนิดคือ

1. ไส้แท้ (natural casing) ได้จากส่วนลำไส้เล็กของสัตว์ เช่น แกะ แพะ สุกร และโค นิยมใช้กับไส้กรอกหมูสด ไส้กรอกกึ่งแห้ง ไส้กรอกแห้ง ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ฯลฯ ซึ่งไส้ชนิดนี้จะไม่ค่อยมีความสม่ำเสมอ แต่มีความเหนียว และควันไฟจับได้ง่าย

2. ไส้เทียม (artificial casing) ประกอบด้วยไส้เทียมที่บริโภคไม่ได้ ทำจากใยสังเคราะห์ เช่น cellulose casings มีข้อดีคือมีความสม่ำเสมอกว่าไส้แท้ มีหลายขนาดตามความต้องการ ไม่แตกง่าย สะอาด และป้องกันการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่าไส้แท้ ก่อนรับประทานต้องลอกไส้ออกก่อน ไส้ชนิด collagen casings ทำจากคอลลาเจน ซึ่งเป็นโปรตีนที่ได้จากเนื้อสัตว์ ส่วนเอ็น หนัง กระดูก หรือส่วนอื่นๆ นำมาผ่านขั้นตอนต่างๆ นิยมใช้กับไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ไส้กรอกแห้ง เป็นต้น

ตารางที่ 2.3 แสดงเครื่องเทศ (spices) บางชนิดที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก

ชนิดของเครื่องเทศ และแหล่งผลิต	ลักษณะของเครื่องเทศ	ผลิตภัณฑ์ไส้กรอก
กานพลู -มาดาคาสกา -อินโดนิเซีย	Reddish-brown; 1/2 to 3/4 in. long Available : whole and ground.	โบโลญญ่า ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ ไส้กรอกตับ
ผงกระเทียม -แคลิฟอร์เนีย	White material, ranging in standard particle size from powdered, granulated, ground, minced, chopped, large chopped, sliced, to large sliced.	ไส้กรอกโพริช ไส้กรอกเนื้อวัว โบโลญญ่า ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ และชนิดอื่น
ขิง -ไนจีเรีย -Sierra Leone -จามัยกา	Irregularly shaped pieces(hands) 2.5 to 4 in. long; brownish-to buff-colored (when peeled and bleached). Available: whole, ground, and cracked.	ไส้กรอกหมู ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์
ผงมัสตาร์ด -เดนมาร์ก -แคนนาดา -อังกฤษ -อเมริกา	Tiny, smooth, nearly globular seeds, yellowish or reddish-brown. Available : whole and ground.	โบโลญญ่า ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์
ลูกจันทร์ - อินโดนิเซีย	Large, brown, ovular seeds ; up to 1.25 in. long. Available : whole and ground.	ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ โบโลญญ่า
พริกแดงสด -แคลิฟอร์เนีย -สเปน -บัลแกเลีย -โมรอคโค	Powder, ranging in color from bright rich red to brick-red, depending on variety and handling.	ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ โบโลญญ่า ไส้กรอกรมควัน
พริกไทยดำ -อินโดนิเซีย -บราซิล -อินเดีย -มาเลเซีย	From green(Unripe) paper berries, brownish-black, wrinkled berries; up to 1/8 in. diameter. Available : whole, ground, cracked, and decorticated.	ไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ โบโลญญ่า ไส้กรอกหมู ไส้กรอกเนื้อ

ที่มา : ดัดแปลงจาก Romand *et al.* (1994)

2.5 การเน่าเสียในไส้กรอกชนิดบรรจุสุญญากาศ (Spoilage of vacuum-packed sausage)

ในกล้ามเนื้อสัตว์ที่มีชีวิตจะปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ แต่เมื่อสัตว์ถูกฆ่าเพื่อนำเนื้อมาใช้เป็นอาหารโดยผ่านขั้นตอนการฆ่า และชำแหละ เช่น การใช้มีดเชือดคอ การถลกหนัง การใช้ใบเลื่อยแบ่งครึ่งซาก การใช้น้ำล้างเลือด การเคลื่อนย้ายซาก การแช่เย็นซาก และการตัดชิ้นเนื้อ ทำให้มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย (Farber *et al.* 1988)

ไส้กรอกเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่มีจุลินทรีย์ในปริมาณมาก สาเหตุเนื่องจากส่วนผสม ขั้นตอนในการแปรรูป การบรรจุ การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการขนส่ง และช่วงเวลาในการเก็บรักษา (Farber *et al.* 1988) จึงต้องหาวิธีในการผลิต และการเก็บรักษา เพื่อชะลอการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งสาเหตุสำคัญให้ไส้กรอกเสื่อมคุณภาพ และเน่าเสีย

2.5.1 ปัจจัยที่มีผลให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญได้ดีในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จัดได้ว่าเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ที่ดีทั้งนี้เพราะเนื้อสัตว์ประกอบด้วยปัจจัยที่สำคัญ คือ

2.5.1.1 ความชื้น

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์โดยทั่วไปมีความชื้นประมาณร้อยละ 50-57 เปอร์เซ็นต์ หรือ มีค่าปริมาณน้ำอิสระระหว่าง 0.97-0.99 ซึ่งเป็นความชื้นที่เชื้อจุลินทรีย์ทุกชนิดสามารถเจริญได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เพราะเชื้อแบคทีเรียสามารถเจริญได้ดีในที่มีความชื้นอย่างต่ำร้อยละ 18 หรือค่าปริมาณน้ำอิสระอย่างต่ำ 0.86 และเชื้อราสามารถเจริญได้ดี ในที่มีความชื้นมากกว่าร้อยละ 0.3 หรือค่าปริมาณน้ำอิสระอย่างต่ำ 0.75 (Buchanan. 1986)

2.5.1.2 ธาตุอาหารไนโตรเจน

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เป็นแหล่งของพลังงานที่ให้ธาตุอาหารพวกไนโตรเจน แร่ธาตุ และวิตามินที่อุดมสมบูรณ์จึงเหมาะต่อการเจริญของจุลินทรีย์

2.5.1.3 คาร์โบไฮเดรต

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มีสารอาหารจำพวก คาร์โบไฮเดรตที่เชื้อ จุลินทรีย์สามารถเจริญได้ เช่น กลูโคสในน้ำเลือดที่เหลือค้างอยู่ตามเซลล์ต่าง ๆ มีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่สามารถเจริญได้อย่างรวดเร็ว และเกิดการหมักได้ง่าย ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสม

2.5.1.4 ความเป็นกรดด่าง

เนื้อสัตว์มีความเป็นกรดด่างประมาณ 6.0 ซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด (Buchanan. 1986)

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.5.1.5 สมบัติด้านกายภาพ

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มีสมบัติด้านกายภาพ โดยมีลักษณะเป็นช่องว่าง และโพรงอากาศมาก ทำให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถอาศัยอยู่ได้ และสภาพต่าง ๆ ขณะนำไปแปรรูป หรือประกอบอาหารทำให้เพิ่มพื้นที่ผิวของเนื้อที่จุลินทรีย์จะปนเปื้อนได้มาก เช่นการตัดชิ้นเนื้อให้มีขนาดเล็กลง หรือการบดสับให้ละเอียด เหล่านี้เป็นเหตุให้เชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนได้มากขึ้น ประกอบกับการมีอาหาร และปัจจัยในการเจริญอย่างครบถ้วน เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเพิ่มจำนวนมากขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุให้เนื้อเน่าเสียภายในเวลาอันรวดเร็ว

2.5.2 ลักษณะการเน่าเสียในไส้กรอก และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

การเน่าเสียในไส้กรอก และผลิตภัณฑ์ สามารถแยกได้เป็น 2 ลักษณะคือ ลักษณะการเสียเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงรสชาติ และลักษณะการเสียเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏ ตารางที่ 2.4

2.5.2.1 การเน่าเสียเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงรสชาติ

การย่อยสลายสารประกอบคาร์โบไฮเดรตในเนื้อสัตว์ของแบคทีเรียประเภทที่ไม่ต้องการอากาศ เช่นแบคทีเรียกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) ทำให้เกิดกรดอินทรีย์ต่างๆ ขึ้น เนื้อสัตว์มีความเป็นกรดด่างลดลง และเกิดแก๊สขึ้นในเวลาเดียวกัน เมื่อปริมาณของเชื้อ Lactobacilli มีปริมาณมากกว่า 10^7 โคโลนีต่อกรัม มีผลทำให้เริ่มเห็นลักษณะการเน่าเสียในผลิตภัณฑ์ ค่าความเป็นกรดด่างลดลงจาก 6.0-6.5 เป็น 5.8-5.9 และถ้าปริมาณของเชื้อมีปริมาณมากกว่า 10^8 โคโลนีต่อกรัม ความเป็นกรดด่างลดลงจาก 5.8-5.9 เป็น 4.6-5.5 มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเน่าเสียไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Korkeala *et al.* 1989)

Roberts and Skinner (1983) ได้พบว่าการเกิดรสเปรี้ยวในไส้กรอกเนื่องจากการที่แบคทีเรียใช้แหล่งคาร์โบไฮเดรต และน้ำตาลชนิดต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบในอาหารเปลี่ยนไปเป็นกรด รสเปรี้ยวที่เกิดขึ้นมักเกิดจากแบคทีเรีย *Lactobacillus* sp., *Leuconostoc* sp. และ *Streptococcus* sp. ซึ่งเกิดขึ้นทั้งภายใน และที่ผิวของไส้กรอก

2.5.2.2 การเน่าเสียเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏ

การเน่าเสียของผลิตภัณฑ์เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่สามารถมองเห็นได้จากภายนอกบรรจุภัณฑ์ ได้แก่การเกิดแก๊ส การเกิดเมือก และของเหลวสีขาวขุ่น (slime and gray liquid) เกิดเป็นเมือกเหนียวสีขาวคล้ายน้ำนม (ropy slime) และการเปลี่ยนสี

1. การเกิดแก๊ส ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก โดยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* sp. *Clostridium* sp. และ เฮทเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ (Heterofermentative) ได้แก่ *Lactobacillus* sp. และ *Leuconostoc* sp. ซึ่งพบมากในผลิตภัณฑ์เนื้อ จุลินทรีย์ชนิดนี้มีความสามารถทนความร้อนที่ใช้ในการแปรรูปอาหาร (Roberts and Skinner. 1983)

49426

จากการศึกษาของ Blickstad and Molin (1983) พบว่าเมื่อความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่บรรจุแบบสุญญากาศเพิ่มขึ้นเป็น 21 เปอร์เซ็นต์ ทำให้บรรจุภัณฑ์เกิดความหลวม

Korkeala *et al.* (1987) พบว่าในบรรจุภัณฑ์ปกติจะมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อมีปริมาณของเชื้อ lactobacilli มากกว่า 6.4 x 10^6 โคโลนีต่อกรัม จะทำให้ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเป็น 40 – 60 เปอร์เซ็นต์

2. การเกิดเมือก จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุในการเกิดเมือกได้แก่ ยีสต์ และแบคทีเรียกรดแลคติก ได้แก่ *Lactobacillus* sp. , *Leuconostoc* sp. , *Streptococcus* sp. และ *Micrococcus* sp. (Roberts and Skinner. 1983)

Defigueiredo and Spittstoesser (1976) พบว่าเมือกที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากยีสต์ และแบคทีเรีย เนื่องจากมียีสต์บางชนิดสามารถทำให้เกิดเมือกบนผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบรรจุสุญญากาศได้

การเจริญของยีสต์จะไม่เป็นแบบแผนเดียวกับเชื้อแบคทีเรียในอาหารที่เน่าเสีย เนื่องจากยีสต์มีอัตราการเจริญช้ากว่าแบคทีเรีย แต่ในสภาวะแวดล้อมที่จำกัด เช่น ความเป็นกรดด่างต่ำ ความเข้มข้นของเกลือ และน้ำตาลสูง หรืออาหารที่มีค่าน้ำอิสระต่ำ จุลินทรีย์ทั้งสองกลุ่มนี้อาจจะเจริญควบคู่กันได้ แหล่งปนเปื้อนที่สำคัญของเชื้อยีสต์ได้แก่ เครื่องมือที่ไม่สะอาด (Fleet. 1978)

ไส้กรอกที่มีลักษณะผิวหน้าชื้น มีผลให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญได้ดีกว่าไส้กรอกที่ผิวหน้าแห้ง เมื่อเก็บที่อุณหภูมิเดียวกัน (Frazier. 1981)

จากการศึกษาของ Roberts and Skinner (1983) พบว่าเมือกจะไม่เกิดขึ้นเมื่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มีปริมาณต่ำกว่า 5x10^6 โคโลนีต่อตารางเซนติเมตร แต่จะพบเมือกเกิดขึ้นเมื่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มีมากกว่า 9.3x10^7 โคโลนีต่อตารางเซนติเมตร จุลินทรีย์ชนิดอื่นที่พบได้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่บรรจุในสภาพสุญญากาศได้แก่ ยีสต์

3. เกิดเมือกเหนียว สีขาว เนื่องจากการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศ (anaerobic bacteria) ในธรรมชาติมีน้อยกว่าแบคทีเรียที่ต้องการอากาศ (aerobic bacteria) ซึ่งแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศผลิตกรดอินทรีย์ขึ้นระหว่างการเจริญ ปริมาณกรดที่เกิดขึ้นจากแบคทีเรียเหล่านี้มีผลยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ต้องการอากาศ ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในสภาพสุญญากาศมีการปนเปื้อนจากเชื้อ Lactobacilli เมื่อเก็บรักษาไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่งก็อาจเกิดการเน่าเสียซึ่งสังเกตได้ คือมีลักษณะเป็นเมือกเหนียว สีขาวคล้ายน้ำนม (Korkeala *et al.* 1987)

เนื้อที่มีการปนเปื้อนด้วยแบคทีเรีย หรือยีสต์ หรือทั้ง 2 ชนิดรวมกัน ในปริมาณมาก จะปรากฏเห็นเป็นเมือกสีขาว หรืออาจเป็นเมือกสีเหลืองเกิดขึ้นบนผิวหน้าของชิ้นเนื้อ ซึ่งเมือกจากจุลินทรีย์ (microbiological slime) ชนิดนี้เป็นสารที่เชื้อจุลินทรีย์ผลิตขึ้นภายในเซลล์ ซึ่ง

ไม่สามารถย่อยสลายได้ และเมือกจะปรากฏให้เห็นเมื่อมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น ปริมาณของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดเมือกในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกดังแสดงใน ตารางที่ 2.5

4. การเปลี่ยนสี การเก็บไส้กรอกในสภาพแช่เย็นที่อุณหภูมิสูงกว่า 10.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลานานจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีได้แก่ การเกิดสีเทา และการเกิดสีเขียว ซึ่งสีเขียวที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะเป็นวงสีเขียวรอบเนื้อไส้กรอก หรือเกิดเป็นสีเขียวในเนื้อไส้กรอก เนื่องจากแบคทีเรียประเภท เฮทเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ ได้แก่ *Lactobacillus* sp. และ *Leuconostoc* sp. หรือ แบคทีเรียที่ไม่ผลิตเอนไซม์คาตาเลส ชนิดอื่น ๆ ซึ่งสามารถสร้างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้ การเกิดสีเขียวอาจเกิดขึ้นภายใน 12-36 ชั่วโมง ภายหลังการแปรรูปอาหารแล้ว หรืออาจเกิดขึ้นหลังจากเก็บ ผลิตภัณฑ์ไว้ในตู้เย็นเกิน 4 วัน การเกิดสีเขียวมักมีผลให้เกิดเป็นเมือกขึ้นด้วย แบคทีเรียที่สามารถเจริญได้บนผลิตภัณฑ์ นำออกซิเจนมาใช้ และผลิตสารเปอร์ออกไซด์ (peroxide) สารนี้สามารถทำปฏิกิริยากับเม็ดสีไนตริกออกไซด์ฮีโมโกลบิน (nitric oxide hemoglobin) ได้สารออกซิไดซ์เพอไฟริน (oxidized porphyrin) ซึ่งมีสีเขียว (Roberts and Skinner. 1983)

นอกจากนี้ การเกิดสีต่างๆ บนผิวของเนื้อ และผลิตภัณฑ์ เนื่องจากแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่สามารถสร้างรงค์วัตถุที่มีสีเกิดขึ้นระหว่างการเจริญทำให้มองเห็นเป็นจุดสีต่างๆ เกิดขึ้นบนผิวหน้า เช่น จุดสีแดงอาจมีสาเหตุมาจากแบคทีเรียพวก *Serratia marcescens* จุดสีเหลืองอาจมีสาเหตุมาจากแบคทีเรียพวก *P. syncyanea* และจุดสีน้ำเงินแกมเขียว กับสีดำแกมน้ำตาลอาจมีสาเหตุมาจากแบคทีเรียพวก *Chromobacterium lividum* (Frazier. 1981)

ตารางที่ 2.4 แสดงลักษณะการเน่าเสียในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่บรรจุแบบสุญญากาศ

ลักษณะการเน่าเสีย	การตรวจสอบ	สาเหตุการเน่าเสีย
เกิดกรด	เกิดรสเปรี้ยว วัดความเป็นกรดด่าง	-Various lactic acid bacteria
ของเหลวสีขาวขุ่น	สังเกตได้ด้วยตาเปล่า	-Various lactic acid bacteria
เกิดแก๊ส	เกิดความหลวมของบรรจุภัณฑ์	-Heterofermentative lactobacilli, *Leuconostoc* sp.
เกิดเป็นเม็ดวุ้นเหนียว	สังเกตได้ด้วยตาเปล่า	*-Lactobacillus sake,* *Leuconostoc gelidum*

ที่มา : Korkeala *et al.* (1989)

ตารางที่ 2.5 แสดงปริมาณของ เชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เห็นเป็นลักษณะเมือกเกิดขึ้นบนผิวหน้า และการเกิดกลิ่นเหม็นในชิ้นเนื้อ และผลิตภัณฑ์

อาหาร	ปริมาณเซลล์ของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดเมือก (ปริมาณเซลล์ต่อกรัมอาหาร)	ปริมาณเซลล์ของแบคทีเรียที่ทำให้เนื้อสัตว์เริ่มมีกลิ่นเหม็น (ปริมาณเซลล์ต่อพื้นที่หน้าตัดเนื้อ 1 ตารางเซนติเมตร)
เนื้อไก่	16 x 10^{6} - 60 x 10^{6}	2.5 x 10^{6} - 100 x 10^{6}
เนื้อวัว	3 x 10^{6} - 300 x 10^{6}	1.2 x 10^{6} - 100 x 10^{6}
ไส้กรอก	130 x 10^{6}	100 .0x 10^{6} - 130 x 10^{6}
เนื้อสุก	10 x 10^{6} - 100 x 10^{6}	-
เบคอน	1.5 x 10^{6} - 100 x 10^{6}	-
ปลา	-	1 x 10^{6} - 130 x 10^{6}
ไข่	-	16 x 10^{6} - 10 x 10^{6}

ที่มา : Frazier (1988)

หมายเหตุ : - หมายถึงไม่มีการรายงาน

2.6 การถนอมรักษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอก

2.6.1 การรมควัน (Smoking)

การรมควันเป็นการใช้ความร้อน และควันไฟควบคู่กันไป เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์แห้ง และมีกลิ่นรสของควันไฟ คาดกันว่ามีต้นกำเนิดมาจากพวกอินเดียแดง

วัตถุประสงค์ของการรมควันมีดังนี้ (Gillespie. 1960)

2.6.1.1 เป็นการถนอมรักษาอาหารให้มีอายุการเก็บยาวนานขึ้น

เนื่องจากสารเคมีในกลุ่ม ฟีนอล (phenols) ฟอร์มัลดีไฮน (formaldehyde) และกรดบางชนิดในควันจะทำหน้าที่ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (Roberts and Skinner. 1983) เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสี และกลิ่นรสดีขึ้น

สีที่เกิดขึ้นเกิดจากปฏิกิริยา Maillard เกิดขึ้นโดย Free amino group จากโปรตีน หรือสาร nitrogenous compound ทำปฏิกิริยากับ carbonyl group จากน้ำตาล และคาร์โบไฮเดรต สารประกอบต่างๆ ในควันไฟจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสี กลิ่นรสเฉพาะตัว นอกจากนี้ความร้อนจากควันยังมีผลทำให้เม็ดสีไนตริกออกไซด์ไมโอโกลบิน (nitric oxide myoglobin) ซึ่งมีสีแดงเปลี่ยนไปเป็นเม็ดสีไนโตรโซฮีโมโครม (nitrosohaemochrome) ซึ่งมีสีชมพู

2.6.1.2 การเปลี่ยนแปลงในรสชาติ

สารเคมีในกลุ่มฟอร์มัลดีไฮน จะทำให้โปรตีนตกตะกอนมีผลในการช่วยให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ใช้ไส้ธรรมชาติบรรจุมีความกรอบมากขึ้น

2.6.1.3 ป้องกันผลิตภัณฑ์ต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านกลิ่น

เนื่องจากสารเคมีในกลุ่ม diphenols จะทำหน้าที่ในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

จากการรายงานของ Girard (1992) ได้แบ่งปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพควันได้เป็น 4 ชนิด ได้แก่

1. วิธีในการผลิตควัน ซึ่งเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิที่ใช้ในการทำให้ไม้เกิดการเผาไหม้ ได้แก่การเผาขี้เลื่อยโดยตรง การทำให้เกิดการเสียดสีของไม้กับแผ่นโลหะที่หมุนด้วยความเร็ว (Friction) การใช้ควันเปียก การใช้ลมร้อนอุณหภูมิสูงให้สัมผัสกับขี้เลื่อย (Fluidization) การอัดขี้เลื่อยด้วยความดันสูง (Carbonization) ในแต่ละวิธีการจะให้ควันที่มีอุณหภูมิต่างกัน ซึ่งจะมีผลทำให้สารเคมีที่จะปนออกมาในควันมีความเข้มข้นต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากสารเคมีแต่ละชนิดมีจุดเดือดต่างกัน
2. ชนิดของไม้ที่ใช้พบว่าการใช้ไม้เนื้อแข็งเช่น ไม้โอ๊ก หรือ ไม้บีชนัทรมควันจะให้ควันที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าการใช้ไม้เนื้ออ่อน เนื่องมาจากปริมาณและชนิดของสารเคมีในกลุ่ม carbonyls และ non-carbonyls ในไม้สองชนิดแตกต่างกัน
3. ความชื้นที่เพิ่มขึ้นในเนื้อไม้มีผลทำให้ระดับของสารเคมีในกลุ่ม carbonyls และ phenols มีปริมาณความเข้มข้นลดลง นอกจากนี้ยังมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความเป็นกรดสูง
4. อัตราการให้อากาศ มีผลโดยตรงกับปริมาณสารในกลุ่ม Polycyclic aromatic hydrocarbon (PHAs) ได้แก่ 3,4-benzpyrene และ dibenzanthracene ซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง

ควันที่ใช้ในการรมควันที่นิยมใช้ส่วนมากได้มาจาก ไม้จากต้นฮิกคอรี่ (Hickory) พลับ โอ๊ก และเมเปิ้ล สำหรับในประเทศไทยนิยมใช้ขี้เลื่อยไม้สัก หรือขี้เลื่อยไม้เนื้อแข็งอื่น ๆ ซังข้าวโพด กากอ้อย เป็นต้น

ปัจจุบันได้มีการผลิตควันน้ำซึ่งสามารถแยกสารประกอบเหล่านี้ออกไปได้ ทำให้การรมควันโดยใช้ควันน้ำมีความปลอดภัยจากผู้บริโภค

2.6.2 การใช้เกลือของกรดอินทรีย์

กรดอินทรีย์ที่ใช้เพื่อเป็นสารถนอมรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ส่วนใหญ่ใช้ในรูปเกลือของกรดอินทรีย์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ กรดอินทรีย์ และเกลือของกรดอินทรีย์บางชนิดจัดเป็นวัตถุกันเสียมีกลไกการต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ (Branen *et al.* 1990) คือ

1. ผนังเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ โดยอาจมีผลทำให้ความสามารถในการยอมให้สารซึมผ่านผนังเซลล์เสียไป หรือมีการฉีกขาดเกิดขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ถูกทำลายได้

2. การทำงานของเอนไซม์ วัตถุกันเสียจะมีผลทำให้การทำงานของเอนไซม์บางชนิดหยุดการทำงาน ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

3. กลไกด้านพันธุกรรมโดยจะมีผลทำให้สารที่มีความสำคัญในด้านพันธุกรรมเปลี่ยนไป ทำให้กระบวนการแบ่งเซลล์หยุดชะงัก

2.6.2.1 กรดซอร์บิก (Sorbic acid) และเกลือซอร์เบท (Sorbate salt)

ได้มีการค้นพบกรดซอร์บิกครั้งแรกในผลของต้นแอชที่ขึ้นตามภูเขา (rowanberry) โดย A.W. van Hoffman ชาวเยอรมันในปี 1859 กรดชนิดนี้ถูกสังเคราะห์ขึ้นครั้งแรกในปี 1900 โดย O. Deobner ต่อมามีรายงานประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ของซอร์เบทในอาหารครั้งแรกโดย C.M. Good and Best food, Inc. ในปี 1945 หลังจากนั้นจึงมีศึกษาอย่างแพร่หลายถึงการใช้ซอร์เบทในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา และสารพิษที่ผลิตจากเชื้อรา (mycotoxin) รวมทั้งเชื้อแบคทีเรีย (Sofos and Busta. 1981, 1983)

กรดซอร์บิกมีโครงสร้างเป็นแบบ trans-trans ถูกจัดเป็นกรดไขมันชนิด unsaturated monocarboxylic ลักษณะของกรดซอร์บิกจะเป็นผงผลึกสีขาว สามารถละลายได้เล็กน้อยในน้ำ (0.16 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส) เมื่อเทียบกับเกลือโพแทสเซียมซอร์เบท ที่มีลักษณะเป็นผง และเป็นเม็ดสามารถละลายน้ำได้ดีกว่า (58.2 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส) ตารางที่ 2.6 แสดงลักษณะทางกายภาพของกรดซอร์บิก

1. ผลการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของกรดซอร์บิก และซอร์เบท

กรดซอร์บิกจะมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีที่สุดเมื่ออยู่ในสภาวะที่ไม่แตกตัว ค่า pK_a ของกรดซอร์บิกเท่ากับ 4.75 ความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ของกรดซอร์บิกจะมีประสิทธิภาพมากเมื่อความเป็นกรดด่างต่ำ และกรดซอร์บิกจะมีความสามารถลดลงเมื่อความเป็นกรดด่าง เกินกว่า 6.0-6.5

ตารางที่ 2.6 แสดงลักษณะทางกายภาพของกรดซอร์บิก

ชื่อทางเคมี	(2-Butenylidine) acetic acid, crotylidine acetic acid, hexadienic acid , 2,4-hexadienoie acid, 1,3-pentadiene-1-carboxylic acid, 2-propenylacrylic acid
สูตรโมเลกุล	$CH_3CH{=}CH{-}CH{=}CH{-}COOH$ ($C_6H_8O_2$)
น้ำหนักโมเลกุล	112.14
ลักษณะที่ปรากฏ	เป็นผลึกใส หรือผงผลึกคล้ายแป้งสีขาว ไม่มีกลิ่น
จุดหลอมเหลว	134.5 ซ^0
จุดเดือด	228 ซ^0
การละลาย (กรัม/100มิลลิลิตร)	น้ำ 20 ซ^0 0.16 หรือ เอทิลแอลกอฮอล์ 25 ซ^0 14.8

ที่มา : Deshpande. (1995)

Eklund (1980) ได้ทำการศึกษาการใช้กรดซอร์บิกในระดับต่ำเพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ พบว่า ที่ความเป็นกรดด่างสูงกว่า 6 กรดซอร์บิกในสภาวะที่ไม่แตกตัวจะมีความตอบสนองมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ในการยับยั้งการเจริญเชื้อจุลินทรีย์ ความเข้มข้นขั้นต่ำของกรดซอร์บิกที่สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด แสดงใน ตารางที่ 2.7

ซอร์เบทมีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์หลายสายพันธุ์ได้แก่ *Brettanomyces, Byssochlamys, Candida, Cryptococcus, Debaryomyces, Endomycopsis, Hansenula, Oospora, Pichia, Rhodotorula, Saccharomyces, Sporobolomyces, Torulaspora, Torulopsis,* และ *Zygosaccharomyces* และได้รายงานผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราหลายสายพันธุ์ได้แก่ *Alternaria, Ascochyto, Aspergillus, Botrytis, Cephalosporium, Fusarium, Geotrichum, Gliocladium, Helminthosporium, Humicola, Mucor, Penicillium, phoma, Pullularia (Auerobasidium), Sporotrichu* และ *Trichoderma* (Sofos and Busta. 1983)

Beuchat (1981a) รายงานว่า กรดซอร์บิก และเกลือซอร์เบท จะไปขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ซัฟไฮดริล (sulfhydryl enzyme) ได้แก่ เอนไซม์ฟูมาเลส (fumarase) เอนไซม์เอสปาร์เตส (aspartase) เอนไซม์ซัคซินิคดีไฮโดรจิเนส (succinic dehydrogenase) และเอนไซม์คาตาเลส ซึ่งมีผลทำให้จุลินทรีย์ตายไปในที่สุด แต่เนื่องจากเป็นสารที่มีโทษต่อร่างกายเมื่อใช้ในปริมาณสูง ดังนั้นในประเทศไทยจึงกำหนดให้ใช้ในอาหารได้ไม่เกินร้อยละ 0.1 (ศิวาพร ศิวเวชช. 2529) จุดประสงค์ของการใช้เกลือซอร์เบทในประเทศพัฒนาก็เพื่อทดแทนการใช้เกลือไนไทรตลงส่วนหนึ่งเพื่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และใช้เกลือไนไทรตเพื่อผลทำให้เกิดสีเพียงอย่างเดียว (USDA. 1978)

2. การใช้กรดซอร์บิก และซอร์เบทในอาหาร ในประเทศไทยโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 18 พ.ศ. 2522 เรื่องการใช้วัตถุเจือปนในอาหาร และฉลากสำหรับอาหารที่มีวัตถุกันเสียเจือปนในอาหารนั้น อนุญาตให้ใช้กรดซอร์บิกในอาหารทุกชนิดยกเว้นเนื้อสัตว์ ในปริมาณร้อยละ 0.1 ในขณะที่บางประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และเยอรมนี ได้มีการอนุญาตให้ใช้สารชนิดนี้ในอาหารนานกว่า 35 ปีแล้ว ในรูปสารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ (Lück. 1976) ในสหรัฐอเมริกาอนุญาตให้ใช้เกลือซอร์เบทในระดับร้อยละ 0.26 เมื่อใช้ร่วมกับเกลือโซเดียมไนไทรต 40 ส่วนในล้านส่วนของน้ำหนักเบคอน และได้มีการใช้ซอร์เบทกับเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ในระดับ 0.05-0.10 เปอร์เซ็นต์ ใช้สเปรย์บนผลไม้อบแห้ง เช่น ลูกเกด พรุน และผลไม้รวมประเภทอื่นๆ ในระดับ 5-10 เปอร์เซ็นต์ (USDA. 1978) ซอร์เบทมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 6.5 ปริมาณที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารสำหรับกรดซอร์บิก โซเดียมซอร์เบท โปตัสเซียมซอร์เบท และแคลเซียมซอร์เบท ใช้ได้สูงสุดไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมในอาหาร 1 กิโลกรัม (Sofos and Busta. 1983)

3. ความเป็นพิษของกรดซอร์บิก และซอร์เบท ร่างกายสามารถนำ กรดซอร์บิก และซอร์เบทไปใช้ประโยชน์ได้เหมือนกรดไขมัน และพบว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่า และมีความเป็นพิษน้อยกว่าเกลือเบนโซเอท (Sofos and Busta. 1981) กรดซอร์บิกมีค่า LD_{50} ประมาณ 10 กรัมต่อน้ำหนักร่างกายหนึ่งกิโลกรัม ในขณะที่โซเดียมคลอไรด์ มีค่า LD_{50} เท่ากับ 5 กรัมต่อน้ำหนักร่างกายหนึ่งกิโลกรัม และทางองค์การอนามัยโลก (The World Health Organization) กำหนดให้เกลือซอร์เบทมีค่า ADI (Acceptable Daily Intake) สูงสุดเท่ากับ 25 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักร่างกายหนึ่งกิโลกรัม ซอร์เบทจัดเป็นวัตถุกันเสียที่มีอันตรายน้อยมากชนิดหนึ่ง เมื่อใช้ระดับปกติในอาหาร Lueck (1980) และ Sofos and Busta (1981) ได้ศึกษาถึงค่า LD_{50} ของซอร์เบทในหนูพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 7.4 ถึง 10.5 กรัมต่อน้ำหนักตัว (กิโลกรัม) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาถึงการเป็นสารก่อมะเร็งในหนูพบว่าการให้กรดซอร์บิกที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร หรือ โปแตสเซียมซอร์เบท 0.3 เปอร์เซ็นต์ในน้ำดื่ม หรือ ที่ระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร ไม่ก่อให้เกิดมะเร็งในหนูที่เลี้ยงเป็นเวลา 100 สัปดาห์

ตารางที่ 2.7 แสดงความเข้มข้นขั้นต่ำของกรดซอร์บิกที่สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด

ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์	ความเป็นกรดด่าง	ความเข้มข้นขั้นต่ำ ส่วนในล้านส่วน
แบคทีเรีย		
Pseudomonas sp.	6.0	100
Micrococcus sp.	5.5 – 6.4	50 – 150
Lactobacillus sp.	4.3 – 6.0	200 – 700
Achromobacter sp.	4.3 – 6.4	10 – 100
Escherichia coli	5.2 – 5.6	50 – 100
Serratia marcescens	6.4	50
Bacillus sp.	5.5 – 6.3	50 – 1 ,000
Clostridium sp.	6.7 – 6.8	100 – 10,000
Salmonella sp.	5.0 – 5.3	50 – 1 ,000
ยีสต์		
Saccharomyces cerevisiae	3.0	25
Sacharomyces sp.	3.2 – 5.7	30 – 100
Byssochlamys fulva	4.6	50 – 250
Kloeckera apiculata	3.5 – 4.0	100 – 200
Candida lipolytica	5.0	100
เชื้อรา		
Rhisopus sp.	3.6	120
Mucor sp.	3.0	10 – 100
Geotrichum candidum	4.8	1,000
Penicillum sp.	3.5 – 5.7	20 – 100
Aspergillus sp.	3.3 – 5.7	20 – 100
Fusarium sp.	3.0	100

ที่มา : Lueck. (1980)

2.6.3 การบรรจุในสภาพสุญญากาศ

ในปัจจุบันภาชนะที่นิยมใช้ และพบทั่วไปในการบรรจุไส้กรอก และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ คือถุงที่ผลิตจากโพลิเมอร์ ได้แก่ low density polyethylene (LDPE), polyethylene films with ionomer resin (NPI) และ polyvinylidene chloride-coated nylon and polyethylene (PVNP) วัตถุดิบแต่ละชนิดที่นำมาผลิตจะให้ภาชนะบรรจุมีคุณภาพต่างกัน ความหนาบาง ความแข็งแรง ความเหนียว อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ อากาศ และสมบัติอื่น มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ (Noomhorm *et al.* 2540)

Stathum (1984) รายงานว่า ผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุภายใต้สภาพปรับบรรยากาศที่มีระดับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์สูง และสภาพสุญญากาศจะต้องใช้ภาชนะบรรจุที่แข็งแรงเพื่อป้องกันการหดรัดรูปของผลิตภัณฑ์ ควรมีความสามารถในการซึมผ่านของออกซิเจนต่ำกว่า 5 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อ 100 ตารางนิ้วต่อวัน ที่สภาพบรรยากาศปกติ ซึ่งได้แก่ กระดาษเซโลเฟน (cellophane) โพลีเอสเตอร์ (polyester) โพลีโพรพิลีน (polypropylene) หรือไนลอน ในปัจจุบันนิยมใช้การประกบฟิล์มเข้าด้วยกัน (lamination) เพื่อป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำ และอากาศ Price and Schweigert (1971) รายงานว่า ภาชนะที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ควรมีสมบัติในการป้องกันการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ ป้องกันการสูญเสียความชื้น ป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ และสามารถทนต่ออุณหภูมิต่ำได้ Stefania and Loredana (2002) รายงานว่า ในการผลิตภาชนะบรรจุในปัจจุบันได้มีการนำวัตถุกันเสียบางชนิด เช่น ซอร์เบท เบนโซเอท หรือ โพรพิโอเนท ผสมกับโพลิเมอร์ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

2.6.4 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่าง

ความเป็นกรดด่างมีผลต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งส่วนมากจะสามารถเจริญได้ที่ค่าความเป็นกรดด่างระหว่าง 1 – 11 ตารางที่ 2.8 แสดงความเป็นกรดด่างต่ำสุดที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญได้ และจะเจริญได้ดีที่ความเป็นกรดด่าง ระหว่าง 5 – 8 การลดลงของความเป็นกรดด่างมีผลทำให้การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ลดลง *P. fluorescens* สามารถเจริญได้ ที่ค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.97 ที่อุณหภูมิ 15 – 20 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7.0 แต่เมื่อความเป็นกรดด่างลดลงเหลือ 5.4 อุณหภูมิที่เหมาะสมจะเพิ่มขึ้นเป็น 20 – 25 องศาเซลเซียส (Brown and Booth. 1991) การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่างจะทำให้เชื้อจุลินทรีย์ต้องใช้พลังงานในการดำรงชีวิตมากขึ้น เนื่องจากต้องใช้พลังงานในการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในเซลล์ให้เหมาะสมโดยการเคลื่อนย้ายโปรตอนผ่านเซลล์เมมเบรนในสภาพแวดล้อมที่เป็นกรดจุลินทรีย์จะเคลื่อนย้ายโปรตอนออกจากเซลล์ ในสภาพแวดล้อมที่เป็นด่างจุลินทรีย์จะเคลื่อนย้ายโปรตอนเข้าสู่เซลล์ เพื่อรักษาความสมดุลภายในเซลล์ ถ้าความเป็นกรดด่างแตกต่างจากภายในเซลล์มากจนทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถควบคุมการเข้าออกของโปรตอนได้ ทำให้เกิดสภาวะเสียสมดุลการทำงานภายในเซลล์ เชื้อจุลินทรีย์จะหยุดการเจริญ

ตารางที่ 2.8 แสดงความเป็นกรดด่างต่ำสุดที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญได้

ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์	Minimum pH
Psychrotrophs	
Clostridium botulinum(non-proteolytic)	2.0
Listeria monocytogenes	4.6
Yersnia enterocolitica	4.6
Aeromonas hydrophila	5.5
Escherichia coli	5.0
Mesophiles	
Salmonella sp.	4.0
S. aureus	4.6
Bacillus cereus	4.9
Clostridium perfringens	5.0
Clostridium botulinum (proteolytic)	4.6

ที่มา : Brown and Booth (1991)

ปฏิกิริยาร่วมของความเป็นกรดด่าง กับเกลือของกรดอินทรีย์ จากการศึกษาของ Sofos and Busta (1981) พบว่าการใช้เกลือซอร์เบทเพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ให้ได้ผลดีควรใช้ร่วมกับการปรับความเป็นกรดด่างในช่วง 5.5-6.5

Maca *et al.* (1997) ได้ศึกษาการใช้เกลือโซเดียมแลคเตทที่ระดับความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับโซเดียมโพรพิโอเนท 0.2 เปอร์เซ็นต์ในเนื้อวัวปรุงสุกที่บรรจุแบบสุญญากาศมีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 5.6-6.0 พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้

ในการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่างในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์นั้นจะต้องคำนึงถึงรสชาติซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญด้วย นอกจากนี้การลดความเป็นกรดด่างลงจะมีผลในการลดความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อในผลิตภัณฑ์ (ชัยณรงค์ คันธพณิต. 2529)

2.6.5 การเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณน้ำอิสระ

ปริมาณน้ำอิสระในอาหารเป็นส่วนของน้ำที่จุลินทรีย์นำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีความสามารถในการใช้น้ำอิสระได้ในระดับที่ต่างกัน เชื้อแบคทีเรียส่วนมากจะต้องการปริมาณน้ำอิสระสูงกว่าพวกเชื้อรา และยีสต์ ดังแสดงใน ตารางที่ 2.9 ปริมาณน้ำอิสระในอาหารมีผลต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

Korkeala and Lindroth (1987) ได้ทำการศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ใน ไส้กรอกชนิดปรุงสุก และบรรจุในสภาวะสุญญากาศ พบว่าปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่ผิวหน้าในไส้กรอกมีปริมาณสูงกว่าภายในแกนกลาง เมื่อทำการวัดค่าปริมาณน้ำอิสระพบว่าที่ผิวหน้าในไส้กรอก มีค่า 0.97 – 0.98 และที่ภายในแกนกลางมีค่า 0.93 – 0.95

ตารางที่ 2.9 แสดงค่าปริมาณน้ำอิสระที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญได้

ค่าปริมาณน้ำอิสระ	ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่พบ*	ชนิดของอาหาร
1.0 – 0.95	*Pseudomonas, Escherichia, Proteus, Shigella, Klebsiella, Bacillus, Clostridium perfringens*, some yeasts	- อาหารสด และอาหารกระป๋อง เช่น ผลไม้ ผัก เนื้อ ปลา และนม ; ไส้กรอก ขนมปัง ; อาหารที่มีส่วนประกอบของ ซูโครส 40 %(w/w) เกลือแกง 7 %
0.95 – 0.91	Salmonella, *Vibrio parahaemolyticus, C. botulinum, Serratia, Lactobacillus, Pediococcus,* some molds, yeast *(Rhodotorula, Pichia)*	- เนยแข็งบางชนิด(Cheddar, Swiss, Muenster, Provolone) แฮม น้ำผลไม้เข้มข้นบางชนิด ; อาหารที่มีส่วนประกอบของ ซูโครส 55 % (w/w) เกลือแกง 12 %
0.91 – 0.87	Many yeasts*(Candida, Torulopsis, Hansenula), Micrococcus*	- ไส้กรอกหมัก(salami) เค็ก เนยแข็งชนิดแห้ง มาการีน ; อาหารที่มีส่วนประกอบของ ซูโครส 65 %(w/w) เกลือแกง 15 %
0.87 – 0.80	Most molds*(Mycotoxigenic penicillia), S. aureus*, most *Saccharomyces(bailii)* sp., *Debaryomyces*	- น้ำผลไม้เข้มข้น น้ำเชื่อมช็อคโกแลต น้ำเชื่อมจากผลไม้ ; แป้ง ข้าว ความชื้น 15 – 17 % เค็กผลไม้ ; แฮมบางชนิด

ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

ค่าปริมาณน้ำอิสระ	ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่พบ*	ชนิดของอาหาร
0.80 – 0.75	Most halophilic bacteria, mycotoxigenic aspergilli	- แยม marmalade, marzipan, glacé fruits, some marshmallows ข้าวโอ๊ตชนิดม้วนเป็นแผ่นความชื้น 10 %
0.75 – 0.65	Xerophilic molds*(Aspergillus chevalieri, A. candidus, Wallemia sebi), Saccharomyces bisporus*	- เยลลี่ น้ำตาลทราย โมลาส ถั่ว ผลไม้แห้งบางชนิด
0.65 – 0.60	Osmophilic yeasts (*Saccharomyces rouxii*), few molds (*Aspergillus echinulatus, Monascus bisporus)*	- ผลไม้แห้งความชื้น 15 – 20 % คาราเมล น้ำผึ้ง
0.50	No microbial proliferation	- เส้นพาสต้าความชื้น 12 % เครื่องเทศความชื้น 10 %
0.40	No microbial proliferation	- ไข่ผง ความชื้น 5 %
0.30	No microbial proliferation	- คุกกี้ แครกเกอร์ ขนมปัง ความชื้น 3-5 %
0.20	No microbial proliferation	- นมผงความชื้น 2-3% ผักตากแห้งความชื้น 5 % ธัญพืชอบกรอบความชื้น 5 %

ที่มา : Beuchat (1981b)

หมายเหตุ : * หมายถึง เชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้ปกติจะถูกยับยั้งการเจริญเมื่อค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่าในช่วงนี้

2.7 การใช้สมุนไพรในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

สมุนไพร คือ พืชที่มีสรรพคุณในการรักษาโรค หรืออาการเจ็บป่วยต่างๆ (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่ 14. 2533) พบว่ามีการศึกษาถึงผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์อย่างกว้างขวาง (สุรีย์ลักษณ์ ลิ้มศรีมณี และโสภิตา ศิริรัตน์. 2525 ; Chen *et al.* 1989) ปัจจุบันมีการนำสมุนไพรมาใช้กันอย่างกว้างขวางในหลายประเทศ มีการพิสูจน์ประสิทธิภาพ และแยกสารสำคัญออกมา เพื่อผลในการบำบัดรักษาโรคเป็นส่วนใหญ่ เริ่มมีการนำสมุนไพรมาใช้ทดแทนการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ในการทดสอบประสิทธิภาพสมุนไพรนั้นมีปัจจัยในการพิจารณาแบ่งได้เป็น 2 ปัจจัยได้แก่ (อ้อมบุญ ล้วนรัตน์. 2536)

1. เชื้อจุลินทรีย์
    - ชนิดและแหล่งของเชื้อที่ใช้
    - อายุและปริมาณของเชื้อที่ใช้ทดสอบ
    - ชนิดของการทดสอบ
2. สมุนไพร
    - ฤดูกาล ความสมบูรณ์ของดินและแหล่งที่ปลูก
    - อายุและปริมาณของสมุนไพร
    - ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ความเป็นกรดด่าง อุณหภูมิ ความชื้น แสง และปริมาณออกซิเจนระหว่างการเก็บรักษา
    - วิธีการสกัด

การนำสมุนไพรมาใช้กับอาหารนอกจากต้องคำนึงด้านความปลอดภัยแล้ว ลักษณะปรากฏที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคยังเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญ ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำสมุนไพรที่ได้มีการรายงานถึงผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร ได้แก่

2.7.1 ข่า

ชื่อสามัญ ข่า ข่าตาแดง

ชื่อทางพฤกษศาสตร์ *Languas galanga* Sw.

ชื่อวงศ์ Zingiberaceae

ชื่อภาษาอังกฤษ Galangal, Greater Galangal หรือ Chinese Ginger.

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ไม้ล้มลุกมีเหง้าใต้ดิน ลำต้นบนดินสูง 1-2 เมตร ใบเดี่ยวกว้าง 7-10 เซนติเมตร เรียงรอบต้นขนาดใบยาวประมาณ 20-40 เซนติเมตร ดอกสีขาวประสีม่วงแดง (นิจศิริ เรืองรังษี และพยอม ตันติวัฒน์. 2534 ; พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2537)

สารสำคัญ ได้แก่ galagin และ galanol จัดเป็น sesquiterpene และ acrid resin มีน้ำมันหอมระเหย 0.5-5 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย cineol, eugenol, pinene, cadinene, methyl cinnamate, 1-acetoxychavicol acetate และ dioxyflavonol. (นิจศิริ เรืองรังษี และพยอม ตันติวัฒน์. 2534 ; พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2537)

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

ใช้เป็นยาขับลม แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ ขับเสมหะ ขับเหงื่อ เหง้าบดใช้ทาผิวหนังแก้โรคกลากเกลื้อน การทดลองของ สุรีย์ลักษณ์ ลิ้มศรีมณี และโสภิตา ศิริรัตน์ (2525) พบว่า สารสกัดเหง้าข่าด้วยปิโตรเลียมอีเธอร์ แอลกอฮอล์ และคลอโรฟอร์ม มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อราที่เป็นสาเหตุของกลาก ตาขาว และลิ้นเป็นฝ้า

2.7.2 ใบบัวบก

ชื่อสามัญ บัวบก

ชื่อทางพฤกษศาสตร์ *Centella asiatica* (Linn.) Urban

ชื่อวงศ์ Umbelliferae (Apiaceae)

ชื่อภาษาอังกฤษ Asiatic Pennywort หรือ Tiger Herbal

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นวัชพืชเขตร้อน สามารถขยายพันธุ์ได้ตลอดโดยการเพาะเมล็ด หรือตัดแยกไหลที่มีต้นอ่อน และรากนำไปปลูกในที่ชื้นแฉะซึ่งได้รับแสงแดดพอควรจะสามารถเจริญได้ดี เป็นไม้ล้มลุกอายุหลายปี เลื้อยยาวไปตามพื้นดิน แตกราก และใบตามข้อ ใบเลี้ยงเดี่ยวออกเป็นกลุ่มที่ข้อๆ ละ 2-10 ใบ รูปไต ขอบใบหยักมน ดอกออกเป็นช่อเดี่ยวคล้ายร่ม หรือมี 2-5 ช่อ ช่อหนึ่งมักมี 3-4 ดอก เมื่อแรกออกจะตั้งตรง ต่อไปจะโค้ง ริ้วประดับมี 2-3 ใบ ก้านดอกสั้นมาก กลีบดอกสีม่วงอมแดง ผลแบน (นิจศิริ เรืองรังษี และพยอม ตันติวัฒน์. 2534 ; พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2537)

สารสำคัญ ต้นสดมีไกลโคไซด์ชื่อ asiaticoside 0.07-0.12 เปอร์เซ็นต์ และ madecassoside เป็นสารพวก triterpenoid มีน้ำมันหอมระเหยประกอบด้วย β-caryophyllene มีสารแทนนิน และ resinous มีสารที่มีรสขมชื่อ vellarine และวิตามินซี พบอัลคาลอยด์ hydrocotyline สกัดได้จากต้นแห้ง (นิจศิริ เรืองรังษี และพยอม ตันติวัฒน์. 2534 ; พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2534)

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

ต้น และใบ แก้ช้ำใน เป็นยาบำรุง รักษาโรคผิวหนัง โรคเส้นประสาท ขับปัสสาวะ บำรุงหัวใจ แก้อ่อนเพลีย แก้ท้องเสีย แก้อาการเริ่มเป็นบิด แก้ร้อนใน แก้นิ่ว แก้โรคเรื้อน รักษาแผลสด สมานแผล เมล็ด แก้บิด แก้ไข้ แก้ปวดศรีษะ (นิจศิริ เรืองรังษี และพยอม ตันติวัฒน์. 2534 ; พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2537)

มงคล โมกขะสมิต และคณะ (2513) ได้ศึกษาถึงความเป็นพิษของสารสกัดใบบัวบกด้วยแอลกอฮอล์ 50 เปอร์เซ็นต์ ด้วยวิธีการป้อน และฉีดเข้าใต้ผิวหนังหนูถีบจักรพบว่าไม่มีความเป็นพิษในหนูถีบจักร เมื่อใช้สารสกัดที่ระดับความเข้มข้น 10 กรัมต่อกิโลกรัม นภดล เลือดนักรบ (2542) ศึกษาการผลของการใช้ต้นบัวบกสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ในการลดความดัน

เลือดของหนูขาว โดยการป้อน ในขนาดความเข้มข้น 1 กรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน เป็นเวลา 7 วัน พบว่าไม่พบความผิดปกติที่อวัยวะสำคัญได้แก่ หัวใจ ปอด ตับ ไต และม้าม ของหนูทดลองความดันเลือดสูง

อารีรัตน์ ลออปักษา และคณะ (2531) ได้ศึกษาฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการติดเชื้อในทางเดินหายใจ โดยการใช้สารสกัดบัวบกด้วย น้ำ และเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเมื่อใช้สารสกัดบัวบกความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus, Streptococcus* group A และ *P. aeruginosa* ได้ แสดงว่าสารสกัดจากบัวบกมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียบางชนิดได้

2.7.3 มังคุด

ชื่อสามัญ มังคุด

ชื่อทางพฤกษศาสตร์ *Garcinia mangostana* Linn.

ชื่อวงศ์ Guttiferae

ชื่อภาษาอังกฤษ Mangosteen

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นพืชเขตร้อน สามารถขยายพันธุ์ได้โดยการเพาะเมล็ด พบในมากประเทศไทย เป็นไม้ต้นสูงประมาณ 7-12 เมตร ลำต้นตั้งตรง แตกกิ่งก้านไม่มาก ใบเดี่ยว ทุกส่วนมีน้ำยางสีเหลือง ผลค่อนข้างกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 4-6 เซนติเมตร ผลสุกสีม่วงแดงจนถึงม่วงดำ ผิวผลเกลี้ยง ในผลมีส่วนเนื้อสีขาวรับประทานได้ (นิจศิริ เรืองรังษี และพยอม ตันติวัฒน์. 2534 ; พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2534)

สาระสำคัญ ในเนื้อผลมีน้ำตาล และกรดอินทรีย์เช่น malic และ citric เปลือกผลมีสาร pectin ในปริมาณสูง พบ แทนนิน (gartanin), γ และ β-mangostin, 3-0-methyl-mangostin, xanthone, garcinone A, B, และ C นอกจากนี้ยังพบสารสี(นิจศิริ เรืองรังษี และพยอม ตันติวัฒน์. 2534 ; พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2537)

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

น้ำต้มที่ได้จากเปลือกผลตากแห้งใช้แก้ท้องเสีย (นิจศิริ เรืองรังษี และพยอม ตันติวัฒน์. 2534 ; พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2537)

สารสกัดจากเปลือกมังคุด ได้แก่ Mangostin, γ -mangostin และ gartanin ที่ความเข้มข้น 12.5-50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus* สายพันธุ์ปกติ และสายพันธุ์ที่ดื้อยาเพนนิซิลิน (Mahabusarakam. 1986)

จริยา สินเดิมสุข และสมเกียรติ ดีกิจเสริมพงศ์ (2532) ได้ศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากเปลือกมังคุด พบว่ามีผลในการยับยั้งการเจริญของ Enteropathogenic ได้แก่ *E.coli*, Salmonella 6 สายพันธุ์ *Shigella* 4 สายพันธุ์ *Vibrio* 2 สายพันธุ์ และ Intestinal commensal 5 genera โดยมีค่า Minimal Inhibitory Concentration (MIC) อยู่ในช่วง 6.25-100 มิลลิกรัมต่อ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัสดุ และอุปกรณ์

3.1.1 วัสดุ

- วัตถุดิบในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

1. เนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐาน ในจังหวัดนครปฐม
    1.1 ชนิดปลอดสารตกค้าง
2. เนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐาน
    2.1 โรงฆ่าสัตว์ในเขตกล้วยน้ำไทย (ก)
    2.2 โรงฆ่าสัตว์ในจังหวัดนครปฐม (ข)
    2.3 โรงฆ่าสัตว์ในเขตหนองจอก (ค)
3. มันแข็ง
4. น้ำแข็ง
5. เกลือ
6. ไนไทรต
7. ฟอสเฟต
8. เครื่องเทศต่างๆ
9. ไส้ชนิดเซลลูโลส E-Z Peel
10. ขี้เลื่อยจากไม้
11. ถุงพลาสติกบรรจุสุญญากาศ ชนิด K-nylon (อัตราการซึมผ่านของออกซิเจน 7-9 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร ภายใน 24 ชั่วโมง ที่ความดันบรรยากาศ ความหนา 90 ± 5 ไมครอน) ขนาด 14x26 เซนติเมตร

- อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหารสำเร็จรูป Lactobacillus MRS Broth (MRS) (Difco, สหรัฐอเมริกา)
2. อาหารสำเร็จรูป Trypticase soy broth (TSA) (Scharlau, สเปน)
3. อาหารสำเร็จรูป MacCONKEY Agar (MA) (Difco, สหรัฐอเมริกา)

4. อาหารสำเร็จรูป Potato Dextrose Agar (PDA) (Scharlau, สเปน)
5. อาหารเหลวไนเทรต (Nitrate broth)

- สารเคมี
  1. ชุดน้ำยาย้อมแกรม ประกอบด้วย คริสตัลไวโอเลต แกรมไอโอดีน แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ซาฟานิน และน้ำมัน
  2. แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์
  3. สารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์
  4. สารละลายทดสอบการรีดิวซ์ไนเตรท
  5. สไลด์ ขนาด 2.5x7.5 เซนติเมตร (Sail, จีน)
  6. Standard Mc. Farland No.0.5 (10^8-10^9 โคโลนีต่อมิลลิลิตร)

- สมุนไพร

1. ข่า	ใช้ส่วนเหง้า
2. ใบบัวบก	ใช้ส่วนใบและก้าน
3. เปลือกมังคุด	ใช้ส่วนเปลือกผลสุก
4. ยอ	ใช้ส่วนผลสุก
5. พรุน	ใช้ส่วนผลอบแห้ง (Heritage cashew & Food, สหรัฐอเมริกา)
6. ว่านหางจระเข้	ใช้ส่วนวุ้นของใบจากต้นที่อายุ 1 ปีขึ้นไป

- เชื้อจุลินทรีย์

1. *Esherichia coli* DMSC	จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
2. *Staphylococcus aureus* DMSC	จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
3. *Lactobacillus curvatus* TISTI 988	จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี แห่งประเทศไทย

3.1.2 อุปกรณ์

- อุปกรณ์ในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์
  1. เครื่องสับผสม (TALSA รุ่น C40ST*39, สเปน)
  2. เครื่องบดเนื้อ (S.I.M.A รุ่น TC22X, อิตาลี)
  3. เครื่องอัดไส้กรอกระบบไฮโดรลิก (TALSA รุ่น H15M-12, สเปน)
  4. เครื่องอบ และรมควันไส้กรอกด้วยความร้อน (Autotherm รุ่น UK-1-0/E, เยอรมนี)
  5. เครื่องบรรจุสุญญากาศ (Super Vac. รุ่น A-1232, ออสเตรีย)
  6. เครื่องชั่งน้ำหนักชนิด 1 กิโลกรัม (Tanita, ญี่ปุ่น)
  7. ตู้เย็น หม้อต้มไส้กรอก เตาแก๊ส มีด และกรรไกร

- อุปกรณ์ในการวิเคราะห์
  1. ตู้เย็น (Songserm inter cool รุ่น RIS 080AX, ประเทศไทย)
  2. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Tomy รุ่น SS-325, ญี่ปุ่น)
  3. กล้องจุลทรรศน์ (Olympus รุ่น CHS, ญี่ปุ่น)
  4. แอนแอโรบิกจาร์ และอุปกรณ์ทดสอบ (Merck, เยอรมนี)
  5. เครื่องวัดวอเตอร์แอคติวิตี้ (Novasina thermoconstanter รุ่นTH2000, สวิตเซอร์แลนด์)
  6. เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (Schott รุ่น CG842, เยอรมนี)
  7. เครื่องอัลตร้าโซนิค (Crest รุ่น 2800HT, สหรัฐอเมริกา)
  8. เครื่องตีปั่นอาหาร Masticator
  9. เทอร์โมมิเตอร์ บ่วงเขี่ยเชื้อ เข็มเขี่ยเชื้อ และช้อนตักสาร
  10. ตู้เขี่ยเชื้อ (International Scientific Supply รุ่น BUT 123, ประเทศไทย)
  11. ตู้บ่มเชื้อ (Memmert รุ่น BE 600 และ BP 500, เยอรมนี)
  12. เครื่องชั่งน้ำหนัก 3 ตำแหน่ง (Mettler toledo รุ่น PG 803, สวิตเซอร์แลนด์)
  13. จานเพาะเชื้อ 96 หลุม (Nunclon รุ่น TC microwell 96 F SIW/LID)
  14. เครื่องอ่านผลจานเพาะเชื้อแบบหลุม (Microtiter plate reader) (Labsystem iEMS รุ่น Reader MF, ฟินแลนด์)
  15. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Memmert WB 22 และ WB 44, เยอรมนี)
  16. ตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิต่ำ (Shellab รุ่น 20 15-2E, สหรัฐอเมริกา)
  17. เครื่องแก้ว (Pyrex, สหรัฐอเมริกา และ Scott Duran, เยอรมนี)

- อุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดสมุนไพร
    1. เครื่องปั่นอาหาร (National รุ่น MX795N, ญี่ปุ่น)
    2. เครื่องกลั่นระเหยระบบสุญญากาศ (rotary evaporator)
    (Büchi รุ่น RE 11, สวิตเซอร์แลนด์)
    3. ฟลาสก์ก้นกลมรูปชมพู่ขนาด 500 และ 1000 (Pyrex, สหรัฐอเมริกา)
    4. ตู้อบแห้ง (กล้วยน้ำไทยการช่าง, ประเทศไทย)
    5. กระดาษกรอง เบอร์ 1 (Whatman, สหรัฐอเมริกา)
    6. สำลี มีด ถาดรอง และโถแก้ว

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ

3.2.1 การศึกษาแหล่งเนื้อสุกร และผลของการรมควัน ในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

การศึกษาอายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตจากเนื้อสุกรแหล่งต่างๆ และการเปรียบเทียบผลของการรมควัน และไม่รมควัน

3.2.1.1 การเตรียมตัวอย่างไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชุดแหล่งเนื้อสุกร

ผสมไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ทำการผลิตทั้งหมด 10 ชุดทดลองโดยใช้เนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ 2 แหล่ง

1. โรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐาน 1 โรง ประกอบด้วย
    เนื้อสุกรปลอดสารตกค้าง ชนิดรมควัน (T1) และไม่รมควัน (T2)
2. โรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐาน 3 โรง ได้แก่
    เนื้อสุกรจากโรงฆ่า ก. ชนิดรมควัน (T3) และไม่รมควัน (T4)
    เนื้อสุกรจากโรงฆ่า ข. ชนิดรมควัน (T5) และไม่รมควัน (T6)
    เนื้อสุกรจากโรงฆ่า ค. ชนิดรมควัน (T7) และไม่รมควัน (T8)

3.2.1.2 ผสมไส้กรอกโดยใช้สูตรที่มีส่วนประกอบดังนี้

เนื้อสุกรส่วนไหล่	50	เปอร์เซ็นต์
มันแข็ง	25	เปอร์เซ็นต์
น้ำแข็ง	12.32	เปอร์เซ็นต์
เนื้อสุกรติดมัน	5	เปอร์เซ็นต์
นมผงชนิดไขมันต่ำ	5	เปอร์เซ็นต์
เกลือสำหรับบ่มเนื้อ	0.9	เปอร์เซ็นต์
โซเดียมคลอไรด์	0.8	เปอร์เซ็นต์
ลูกจันทร์ : ดอกจันทร์ : พริกไทย (1:1:1)	0.48	เปอร์เซ็นต์
โพลีฟอสเฟต	0.3	เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ : เพื่อให้สอดคล้องกับความนิยมในการบริโภคในประเทศจึงใช้เนื้อสุกร และสูตรที่ใช้มีการพัฒนาเพื่อลดค่าน้ำอิสระโดยการลดปริมาณน้ำในส่วนผสม

1. ผสมเนื้อสุกรส่วนไหล่ กับ Curing Salt โดยคลุกเคล้าให้เข้ากัน หมักที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง
2. เนื้อสุกรจากข้อ 1. นำมาบดด้วยเครื่องบดผ่านตะแกรงที่มีรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4-8 มิลลิเมตร
3. ผสมเนื้อสุกรโดยเครื่องสับผสม ใช้ความเร็วสูงในช่วงแรก ใส่น้ำแข็งไม่เกิน 60 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำแข็งในส่วนผสม เมื่อเนื้อสุกรถูกสับระเอียดเป็นเนื้อเดียว จึงเติมส่วนผสมชนิดอื่น และคอยเติมน้ำแข็งเพื่อรักษาอุณหภูมิ ผสมจนส่วนผสมทั้งหมดเข้ากันเป็นเนื้อเดียว
4. นำส่วนผสมมาบรรจุในไส้ชนิดเซลลูโลส และมัดให้มีขนาดประมาณ 10 มิลลิเมตร
5. นำไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ได้บรรจุไส้มาทำให้สุก และรมควันด้วยเครื่องอบ และรมควันโดยวัดอุณหภูมิภายในบริเวณกลาง (core temperature) 72 องศาเซลเซียส 15-20 นาที หลังจากนั้นนำมาทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว โดยแช่ในน้ำแข็ง ผึ่งให้แห้ง

3.2.1.3 การบรรจุถุงสุญญากาศ

นำไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผ่านการลดอุณหภูมิ บรรจุในถุงพลาสติกแบบสุญญากาศขนาด 4x8 นิ้ว จำนวน 4 ชิ้นต่อถุง ด้วยเครื่องบรรจุสุญญากาศที่ความดัน 1 บรรยากาศ จากนั้นนำถุงที่บรรจุไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์แต่ละการทดลองไปลวกในน้ำร้อน ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นจึงนำไปแช่ในตู้เย็นที่มีการป้องกันแสง ที่อุณหภูมิ 10±1 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาในลำดับต่อไป

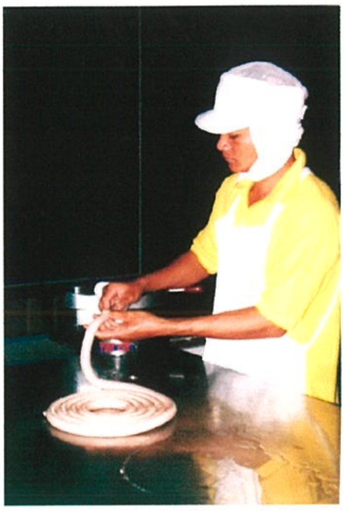
(ก) แสดงการทำความสะอาดเครื่องสับบดก่อนการใช้งาน

(ข) ขั้นตอนการใส่ส่วนประกอบเนื้อสัตว์

(ค) ขั้นตอนการใส่เครื่องเทศ และส่วนผสมอื่น

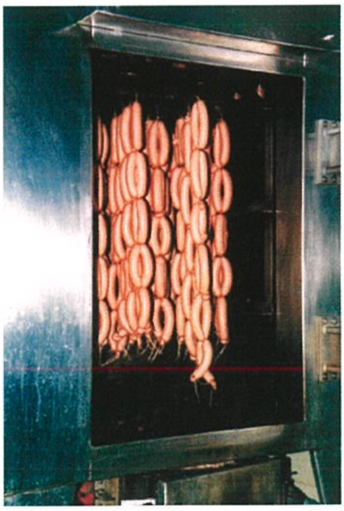
(ง) การสับบดส่วนผสม

รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการผสมอิมัลชันไส้กรอก



(ก) การบรรจุไส้

(ข) นำไส้กรอกเข้าตู้อบ



(ค) ไส้กรอกปรุงสุก

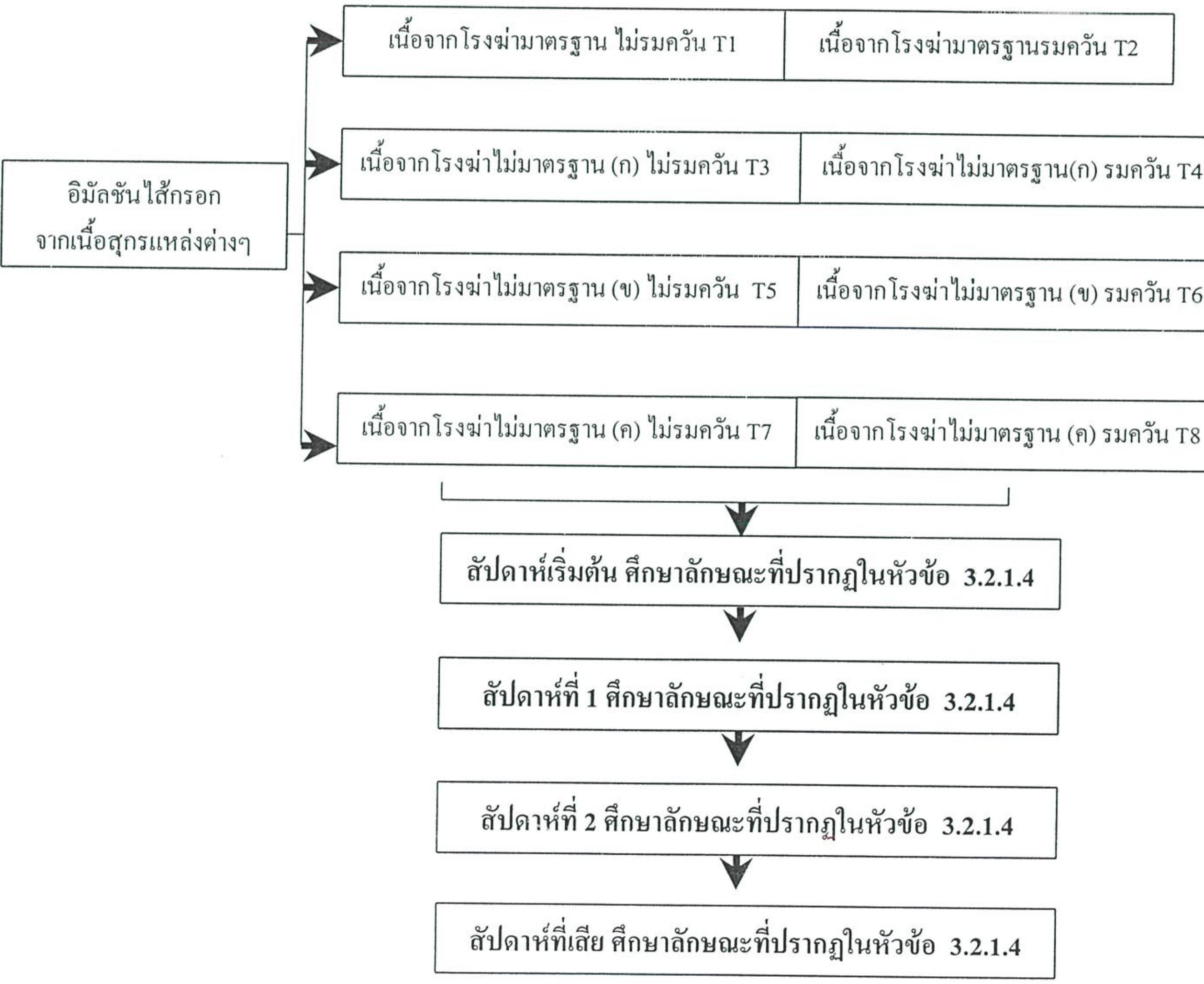
รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการบรรจุไส้ และให้ความร้อนไส้กรอก

3.2.1.4 ศึกษาลักษณะที่ปรากฏ

ศึกษาลักษณะในสัปดาห์เริ่มต้น, สัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ สัปดาห์ที่ไส้กรอกแสดงลักษณะเน่าเสีย (ลักษณะไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์มีสภาพที่ผู้บริโภคยอมรับไม่ได้ เช่น มีปริมาณน้ำสีขาวขุ่นในบรรจุภัณฑ์มาก) โดยสังเกตลักษณะดังนี้

1. ความผิดปกติของสีผลิตภัณฑ์ของแต่ละตัวอย่าง
2. การเกิดแก๊ส ปริมาณน้ำ และความขุ่นของน้ำในผลิตภัณฑ์ของแต่ละตัวอย่าง
3. กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ของแต่ละตัวอย่าง
4. ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น

แผนผังการทดลอง


อิมัลชันไส้กรอก
จากเนื้อสุกรแหล่งต่างๆ
เนื้อจากโรงฆ่ามาตรฐาน ไม่รมควัน T1
เนื้อจากโรงฆ่ามาตรฐานรมควัน T2
เนื้อจากโรงฆ่าไม่มาตรฐาน (ก) ไม่รมควัน T3
เนื้อจากโรงฆ่าไม่มาตรฐาน(ก) รมควัน T4
เนื้อจากโรงฆ่าไม่มาตรฐาน (ข) ไม่รมควัน T5
เนื้อจากโรงฆ่าไม่มาตรฐาน (ข) รมควัน T6
เนื้อจากโรงฆ่าไม่มาตรฐาน (ค) ไม่รมควัน T7
เนื้อจากโรงฆ่าไม่มาตรฐาน (ค) รมควัน T8
สัปดาห์เริ่มต้น ศึกษาลักษณะที่ปรากฏในหัวข้อ 3.2.1.4
สัปดาห์ที่ 1 ศึกษาลักษณะที่ปรากฏในหัวข้อ 3.2.1.4
สัปดาห์ที่ 2 ศึกษาลักษณะที่ปรากฏในหัวข้อ 3.2.1.4
สัปดาห์ที่เสีย ศึกษาลักษณะที่ปรากฏในหัวข้อ 3.2.1.4

3.2.2 การศึกษาอายุการเก็บรักษาในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตจากเนื้อสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน โดยผ่านขั้นตอนรมควัน และไม่รมควัน

เปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตจากเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน ชนิดปลอดสารตกค้าง และเปรียบเทียบผลของการรมควัน เทียบกับไม่รมควัน

3.2.2.1 การเตรียมตัวอย่างไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชุดแหล่งเนื้อสุกร

ผสมไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ทำการผลิตทั้งหมด 2 ชุดทดลอง โดยใช้เนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐาน ประกอบด้วย

เนื้อสุกรปลอดสารตกค้าง ชนิดรมควัน (T1) และไม่รมควัน (T2)

3.2.2.2 ผสมไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

โดยใช้สูตร และวิธีการเดียวกับหัวข้อ 3.2.1.2 และ 3.2.1.3

3.2.2.3 ศึกษาลักษณะที่ปรากฏ

ศึกษาลักษณะในสัปดาห์เริ่มต้น, สัปดาห์ที่ 1, 2 และสัปดาห์ที่ไส้กรอกแสดงลักษณะเน่าเสีย (ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์มีสภาพที่ผู้บริโภคยอมรับไม่ได้) โดยสังเกตลักษณะดังนี้ (ขั้นตอนในการศึกษาสามารถดูได้ในภาคผนวก ก ข้อ 1 และ ข้อ 3-5)

1. การเกิดแก๊ส ปริมาณน้ำ และความขุ่นของน้ำในผลิตภัณฑ์ของแต่ละตัวอย่าง
2. กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ของแต่ละตัวอย่าง
3. วัดความเป็นกรดด่าง และ ค่าปริมาณน้ำอิสระของแต่ละตัวอย่าง
4. ตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์โดยตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในผลิตภัณฑ์
5. คัดเลือกเชื้อที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสียในไส้กรอกแต่ละตัวอย่าง

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ใช้การวางแผนแบบ RCBD ประกอบด้วย ทรีทเมนคือ ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดรมควันแถะไม่รมควัน แถะ บล๊อกคือ ระยะเวลาในการเก็บรักษา สัปดาห์เริ่มต้น, สัปดาห์ที่ 1, 2, 4 และ 8 (สุรพล อุปดิสสกุล. 2521) แต่ละทรีทเมนต์และบล๊อกทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำในการวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ จะนำมาแปลงเป็นค่าลอกาลิทึม (โคโลนีต่อกรัม) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธีของดันแคน (Duncan’s New Multiple Range) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Analysis System (SAS)

3.2.3 การคัดเลือกสารสกัดจากสมุนไพร เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

การศึกษาชนิด และระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสมุนไพรต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

3.2.3.1 คัดเลือกเชื้อที่เป็นสาเหตุหลักของการเน่าเสียในไส้กรอก

โดยการนำไส้กรอกที่ผลิตขึ้นจากเนื้อสัตว์ที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน คัดเลือกจากเชื้อจุลินทรีย์ที่มีปริมาณมากที่สุด โดยการนับปริมาณโคโลนี ใช้วิธีการ pour plate technique

3.2.3.2 เชื้อจุลินทรีย์ชนิดที่ใช้ในการทดสอบ

เชื้อจุลินทรีย์ที่ทราบสายพันธุ์แน่นอน ได้แก่ เชื้อ *E. coli, S. aureus* และ *Lb. curvatus* และเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้จากการคัดเลือกจากไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์บรรจุในสภาพสุญญากาศเป็นสาเหตุการเน่าเสีย 1 ชนิด (frs2t)

3.2.3.3 เตรียมสมุนไพรที่จะนำมาทดสอบ (ขั้นตอนในการศึกษาสามารถดูได้ในภาคผนวก ก ข้อ 6)

สมุนไพรที่นำมาทดสอบได้แก่ ส่วนเหง้าของข่า ส่วนวุ้นของว่านหางจระเข้ เปลือกมังคุด ใบบัวบก พรุนอบแห้ง และ ยอสด ทำการสกัดสมุนไพรโดยตัวทำละลายได้แก่ น้ำ และ เอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์

3.2.3.4 การเจือจาง และเตรียมสารละลายสารสกัดสมุนไพร

1. ชั่งสารสกัดเข้มข้น 1 กรัมลงในบิกเกอร์ ใส่ตัวทำละลายน้ำหรือเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ลงไปเล็กน้อย คนให้สารสกัดละลาย (อาจใช้คลื่นเสียงความถี่สูง (sonic) หรือความร้อนเล็กน้อย) จากนั้นดูดสารละลายสารสกัดลงในฟลาสก์ ขนาด 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ได้ 10 มิลลิลิตร โดยใช้อาหารเหลว TSA และ MRS จะได้เป็น Stock เข้มข้น 0.1 กรัมต่อมิลลิลิตร (10 เปอร์เซ็นต์)
2. เจือจางสารสกัดจาก Stock ได้ความเข้มข้น 0.4, 0.8, 1.2, 1.6, 2.0, 2.4 และ 2.8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเจือจางกับสารละลายที่มีเชื้อจุลินทรีย์สัดส่วน 1:1 จะได้ความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 0.2, 0.4, 0.8, 1.0, 1.2 และ 1.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สารสกัดที่ละลายในเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ มีการทดสอบโดยใช้เอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์เจือจางตามความเข้มข้นของสารสกัดสมุนไพรที่ใช้ทดสอบเพื่อเป็นชุดควบคุม

3.2.3.5 การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์

นำเชื้อจุลินทรีย์มาทำการเจือจางโดยเลี้ยงเชื้อ *S. aureus* และ *E.coli* ในอาหารเหลว TSA เชื้อ *Lb.curvatus* และ เชื้อที่คัดเลือกได้จากไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน ในอาหารเหลว MRS บ่มอาหารทั้งสองชนิดที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง นำมาปรับความขุ่นให้เท่ากับ standard Mc. Farland No. 0.5 โดยวัดที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร ได้ค่าประมาณ 0.10-0.13 (ได้เชื้อที่มีความเข้มข้นประมาณ 10^8)

3.2.3.6 การทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

นำสารสกัด และเชื้อจุลินทรีย์ที่เจือจางแล้วมาทดสอบโดยปิเปตลงใน 96 well microtiter plates โดยปิเปตสารสกัดโดยใช้ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ ตามรูปแบบในภาคผนวก ก. จากนั้น บ่ม 96 well microtiter plates ที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง แล้วอ่านผลด้วยเครื่อง Microplate Reader ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร

3.2.3.7 การแปรผล

ให้เทียบค่า การดูดกลืนแสงของ อาหารเหลวผสมกับสารละลายสารสกัดความเข้มข้นต่างๆ ผสมกับอาหารเหลว และสารละลายเชื้อ (ชุดทดสอบ) ก่อนการบ่มเชื้อ กับค่า การดูดกลืนแสงของ อาหารเหลวผสมกับสารละลายสารสกัดความเข้มข้นต่างๆ ผสมกับอาหารเหลว (ชุดควบคุม) โดยอ่านผลหลังจากบ่มเชื้อแล้ว 24 ชั่วโมง

กรณีที่ค่าการดูดกลืนแสงของ ชุดทดสอบ มีค่าสูงกว่า ชุดควบคุม แสดงว่าสารละลายสารสกัดไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนั้นได้

กรณีที่ค่าการดูดกลืนแสงของ ชุดทดสอบ มีค่าต่ำกว่า หรือเท่ากับ ชุดควบคุม แสดงว่าสารละลายสารสกัดสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนั้นได้

3.2.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ

การนำสารสกัดสมุนไพรที่ได้จากการคัดเลือกในขั้นตอนที่ 3 ที่มีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ มาผสมในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์เพื่อศึกษาลักษณะต่างๆ

3.2.4.1 การเตรียมตัวอย่างไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

นำส่วนผสมที่เรียกว่า อิมัลชัน โดยใช้สูตร และวิธีการเดียวกับหัวข้อ 3.2.1.2 และ 3.2.1.3

โดยใช้เนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน ผสมกับวัตถุกันเสีย ซอร์เบท และสมุนไพรที่ได้จากการคัดเลือกในขั้นตอนที่ 3 ที่ระดับความเข้มข้น 0 เป็นชุดควบคุม และที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของน้ำหนักสุดท้าย เป็นชุดทดลอง

T1 ชุดควบคุม		อิมัลชัน	1,000	กรัม
T2 ซอร์เบท 0.1% (Positive control)	1 กรัม	อิมัลชัน	999	กรัม
T3 ว่านหางจระเข้* 0.6 %	6 กรัม	อิมัลชัน	994	กรัม
T4 เปลือกมังคุด** 1.2 %	12 กรัม	อิมัลชัน	988	กรัม
T5 พรุน* 0.4 %	4 กรัม	อิมัลชัน	996	กรัม
T6 ยอ** 1.2 %	12 กรัม	อิมัลชัน	988	กรัม

หมายเหตุ : * หมายถึง ใช้สารสกัดจากน้ำกลั่น

** หมายถึง ใช้สารสกัดจากเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์

3.2.4.2 การผสมสารสกัดสมุนไพร หรือซอร์เบทกับไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

ใช้เวลาในการผสมสมุนไพรกับอิมัลชันประมาณ 3 นาที โดยใช้เครื่องผสมอาหารหลังจากนั้นนำส่วนผสมมาบรรจุในไส้ชนิดเซลลูโลส

3.2.4.3 การทำให้สุก

นำไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ได้บรรจุไส้มาทำให้สุก และรมควัน โดยวัดอุณหภูมิภายในบริเวณกลาง (core temperature) 72 องศาเซลเซียสนำมาทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว โดยแช่ในน้ำแข็ง

3.2.4.4 การบรรจุถุงสุญญากาศ

นำไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผ่านการลดอุณหภูมิ บรรจุในถุงพลาสติกแบบสุญญากาศขนาด 4x8 นิ้ว จำนวน 5 ชิ้นต่อถุง ด้วยเครื่องบรรจุสุญญากาศที่ความดัน 1 บรรยากาศ จากนั้นนำถุงที่บรรจุไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ไปลวกในน้ำร้อน ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วจึงนำไปแช่ในตู้เย็นที่มีการป้องกันแสง ที่อุณหภูมิ 10±1 องศาเซลเซียสเพื่อนำไปใช้ในการศึกษาในลำดับต่อไป

3.2.4.5 ศึกษาลักษณะที่ปรากฏ

ศึกษาลักษณะในสัปดาห์เริ่มต้น, สัปดาห์ที่ 1, 2 และ สัปดาห์ที่ไส้กรอกแสดงลักษณะเน่าเสีย โดยสังเกตลักษณะดังนี้ (ขั้นตอนในการศึกษาสามารถดูได้ในภาคผนวก ก ข้อ 1 และ ข้อ 3-5)

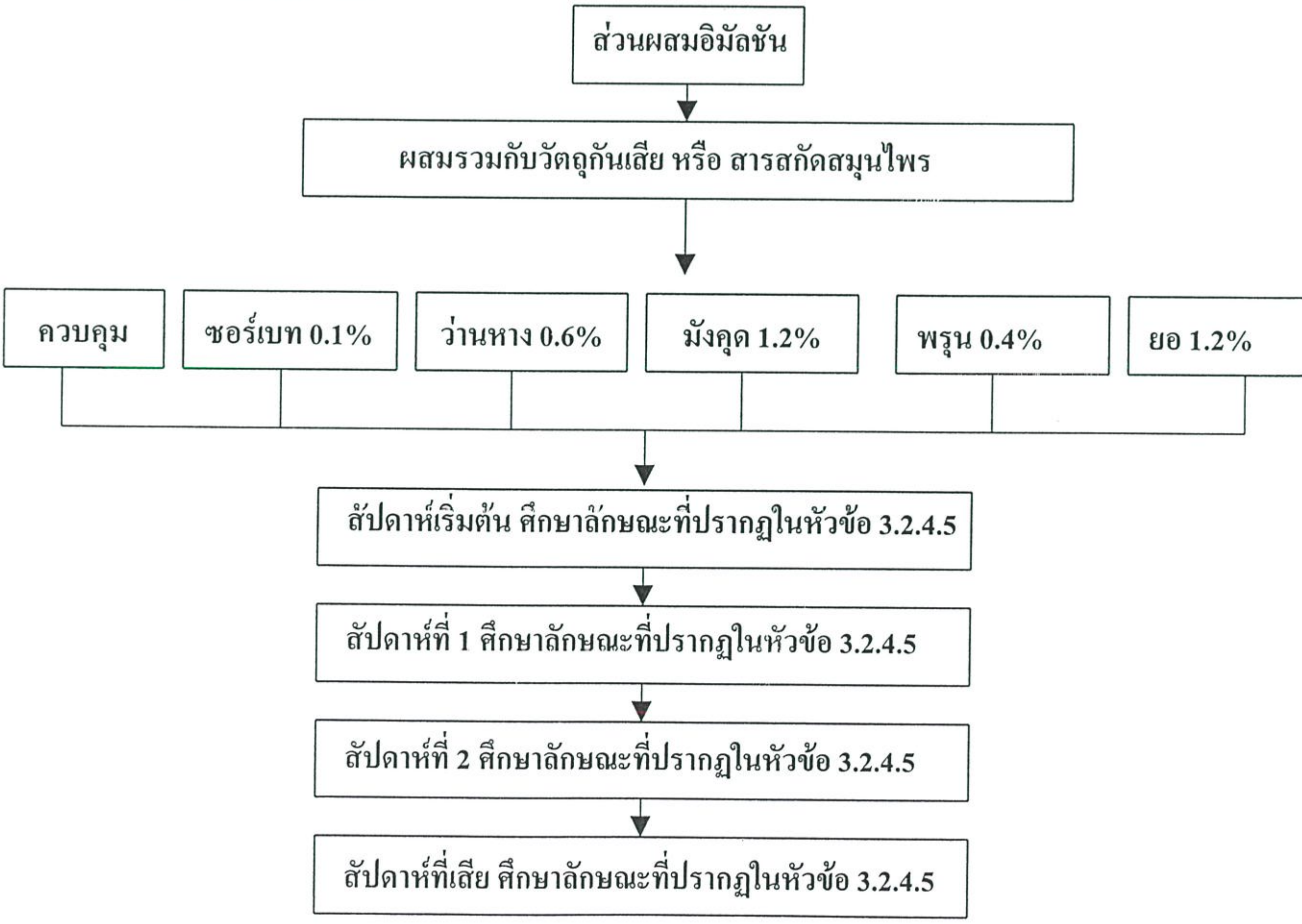
1. การเกิดแก๊ส ปริมาณน้ำ และความขุ่นของน้ำในผลิตภัณฑ์ของแต่ละตัวอย่าง

2. กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ของแต่ละตัวอย่าง
3. วัดความเป็นกรดด่าง และ ค่าปริมาณน้ำอิสระของแต่ละตัวอย่าง
4. การตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์โดยตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในผลิตภัณฑ์

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ใช้การวางแผนแบบ 6*6 factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยแรก ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชุดควบคุม ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมซอร์เบท 0.1 เปอร์เซ็นต์ ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดจาก ว่านหางจระเข้ เปลือกมังคุด พรุน และยอ ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาในการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ สัปดาห์เริ่มต้น, สัปดาห์ที่ 1, 2, 7, 8 และ 9 (สุรพล อุปดิสสกุล. 2521) ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำในการวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ จะนำมาแปลงเป็นค่าลอกาลิทึม (โคโลนีต่อกรัม) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธีของดันแคน (Duncan's New Multiple Range) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Analysis System (SAS)

แผนผังการทดลอง


ส่วนผสมอิมัลชัน
ผสมรวมกับวัตถุกันเสีย หรือ สารสกัดสมุนไพร
ควบคุม
ซอร์เบท 0.1%
ว่านหาง 0.6%
มังคุด 1.2%
พรุน 0.4%
ยอ 1.2%
สัปดาห์เริ่มต้น ศึกษาลักษณะที่ปรากฏในหัวข้อ 3.2.4.5
สัปดาห์ที่ 1 ศึกษาลักษณะที่ปรากฏในหัวข้อ 3.2.4.5
สัปดาห์ที่ 2 ศึกษาลักษณะที่ปรากฏในหัวข้อ 3.2.4.5
สัปดาห์ที่เสีย ศึกษาลักษณะที่ปรากฏในหัวข้อ 3.2.4.5

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาแหล่งเนื้อสุกร และผลของการรมควัน

อายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดรมควัน และไม่รมควัน ที่ใช้เนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน 3 แหล่ง ที่อุณหภูมิ 10±1 องศาเซลเซียส

4.1.1 เปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตจากเนื้อสุกรแหล่งต่างๆ

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษา รูปที่ 4.1 ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์โดยใช้เนื้อสุกรที่ผลิตจากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ชนิดรมควัน และไม่รมควัน พบว่า ไส้กรอกที่ผลิตจากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐาน ทั้งชนิดรมควัน และ ไม่รมควัน มีอายุการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 10±1 องศาเซลเซียส ไส้กรอกที่ผลิตจากโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐาน 3 แหล่ง ทั้งชนิดรมควัน และไม่รมควันมีอายุการเก็บรักษา 5 สัปดาห์

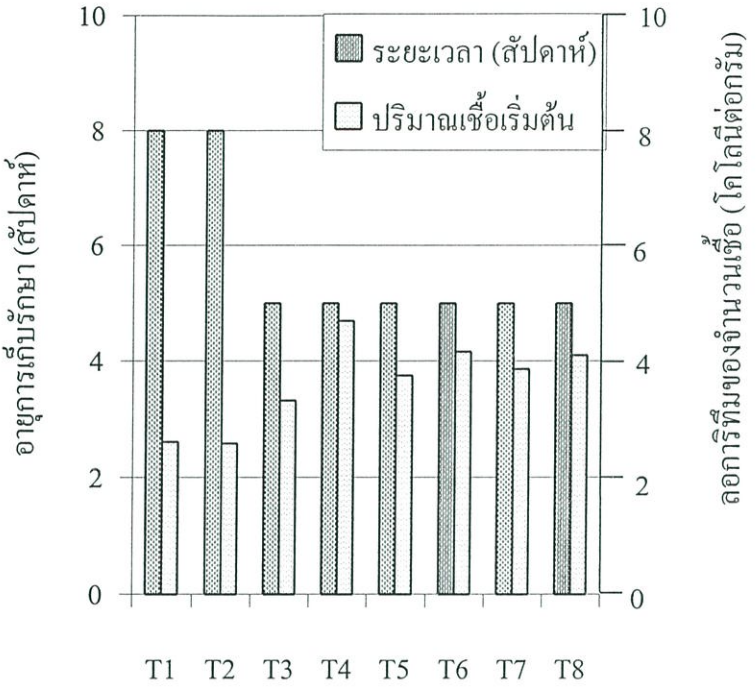
4.1.2 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

การศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดแสดงในตารางที่ 4.1 ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์บรรจุในสภาพสุญญากาศเก็บที่อุณหภูมิ 10±1 องศาเซลเซียส ในสัปดาห์เริ่มต้นของอายุการเก็บรักษาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตจากเนื้อสุกร โรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน ชนิดรมควันมีค่าเท่ากับ 2.61 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม และชนิดไม่รมควัน มีค่าเท่ากับ 2.58 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานทั้ง 3 แหล่ง พบว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดรมควันที่ผลิตจากเนื้อสุกรโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ข และ ค มีค่าเท่ากับ 3.75 และ 3.86 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดไม่รมควันที่ผลิตจากเนื้อสุกรโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ข และ ค ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.16 และ 4.10 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดระหว่าง ชนิดรมควันและไม่รมควันของโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ข และค พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P<0.05$) ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อสุกรโรงฆ่าสัตว์ ก ระหว่าง ชนิดรมควันมีค่าเท่ากับ 3.32 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม และไม่รมควันมีค่าเท่ากับ 4.69 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อสุกรโรงฆ่าสัตว์อื่น

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตจากเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและไม่ได้มาตรฐาน ในสัปดาห์เริ่มต้นของอายุการเก็บรักษา

แหล่งเนื้อสุกร		รมควัน	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์
โรงฆ่าได้มาตรฐาน	โรงฆ่าไม่ได้มาตรฐาน		(ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม)
โรงฆ่าที่ 1		*	$2.61^{จ}$
โรงฆ่าที่ 1			$2.59^{จ}$
	โรงฆ่าที่ ก	*	$3.32^{ง}$
	โรงฆ่าที่ ก		$4.69^{ก}$
	โรงฆ่าที่ ข	*	$3.75^{ค}$
	โรงฆ่าที่ ข		$4.16^{ข}$
	โรงฆ่าที่ ค	*	$3.86^{ค}$
	โรงฆ่าที่ ค		$4.10^{ข}$

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในค่าเฉลี่ยแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P<0.05$)



หมายเหตุ T1 เนื้อสุกรจากโรงฆ่าได้มาตรฐาน ชนิดรมควัน
T2 เนื้อสุกรจากโรงฆ่าได้มาตรฐาน ชนิดไม่รมควัน
T3 เนื้อสุกรจากโรงฆ่าไม่ได้มาตรฐาน ก. ชนิดรมควัน
T4 เนื้อสุกรจากโรงฆ่าไม่ได้มาตรฐาน ก. ชนิดไม่รมควัน
T5 เนื้อสุกรจากโรงฆ่าไม่ได้มาตรฐาน ข. ชนิดรมควัน
T6 เนื้อสุกรจากโรงฆ่าไม่ได้มาตรฐาน ข. ชนิดไม่รมควัน
T7 เนื้อสุกรจากโรงฆ่าไม่ได้มาตรฐาน ค. ชนิดรมควัน
T8 เนื้อสุกรจากโรงฆ่าไม่ได้มาตรฐาน ค. ชนิดไม่รมควัน

รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ ผลิตจากเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐานและไม่ได้มาตรฐาน ผ่านขั้นตอนการรมควัน และไม่รมควัน

4.2 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาในไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน เปรียบเทียบผลของการรมควัน

เปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตจากเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน ชนิดปลอดสารตกค้าง เปรียบเทียบผลของการรมควัน

4.2.1 อายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตจากเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน

อายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์บรรจุในสภาพสุญญากาศที่ใช้เนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน ปลอดสารตกค้าง ผ่านขั้นตอนรมควัน และไม่รมควัน พบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ทั้งสองชนิด มีอายุการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 10±1 องศาเซลเซียส

4.2.2 ศึกษาอิทธิพลของการรมควันในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา

4.2.2.1 อิทธิพลของการรมควันในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

จากผลการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 7.1) พบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตโดยผ่านขั้นตอนการรมควันมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 4.67 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตโดยไม่รมควัน พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 4.66 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดรมควัน ชนิดไม่รมควัน

ชนิดไส้กรอก	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม)
รมควัน	4.67
ไม่รมควัน	4.66

ผลการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 7.2) พบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตโดยใช้การรมควันมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก 4.56 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตโดยไม่รมควัน พบปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก 4.59 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดรมควัน ชนิดไม่รมควัน

ชนิดไส้กรอก	ปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก (ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม)
รมควัน	4.56
ไม่รมควัน	4.59

จากผลการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 7.3) พบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตโดยใช้การรมควันมีปริมาณเชื้อยีสต์และรา 3.42 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตโดยไม่รมควัน พบปริมาณเชื้อยีสต์และรา 3.43 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณเชื้อยีสต์และรา ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดรมควัน ชนิดไม่รมควัน

ชนิดไส้กรอก	ปริมาณเชื้อยีสต์และรา (ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม)
รมควัน	3.42
ไม่รมควัน	3.43

4.2.2.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ระหว่างการเก็บรักษา

ผลการตรวจปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผ่านขั้นตอนการรมควัน และไม่รมควัน บรรจุสุญญากาศ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.5 พบว่าในสัปดาห์เริ่มต้น ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 2.59 และ 2.62 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม สัปดาห์ที่ 1 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เท่ากับ 3.63 และ 3.62 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม สัปดาห์ที่ 2 เท่ากับ 4.46 และ 4.52 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่มีลักษณะเน่าเสียในสัปดาห์ที่ 8 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 7.42 และ 7.38 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม แนวโน้มปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดแสดงในรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ที่ผ่านขั้นตอนการรมควัน และไม่รมควัน ระหว่างการเก็บรักษา

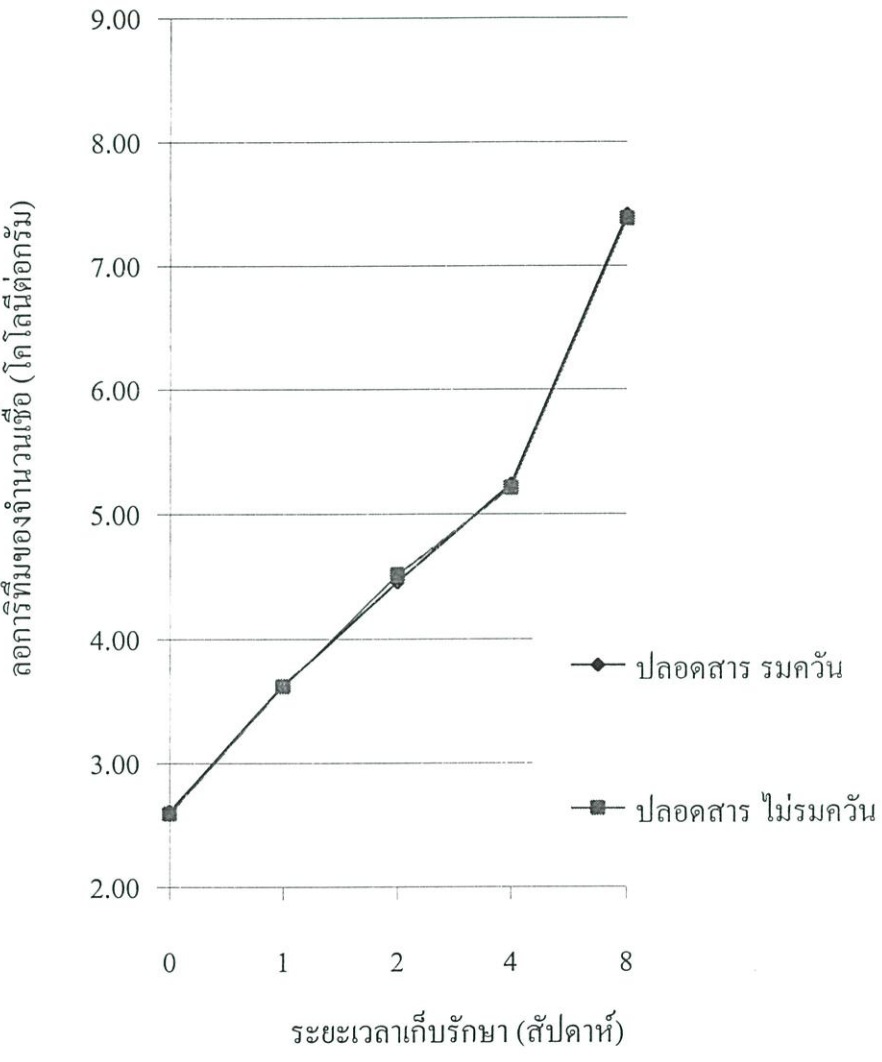
	ระยะเวลา(สัปดาห์)					
	0	1	2	4	8	ค่าเฉลี่ย
รมควัน	2.61	3.63	4.46	5.24	7.42	4.67
ไม่รมควัน	2.59	3.62	4.52	5.21	7.38	4.66
ค่าเฉลี่ย	2.60	3.63	4.49	5.23	7.40	

ผลการตรวจปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ผ่านขั้นตอนการรมควัน และไม่รมควัน บรรจุสุญญากาศ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.6 พบว่าในสัปดาห์เริ่มต้น ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก 2.59 และ 2.53 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม สัปดาห์ที่ 1 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองตัวอย่างเท่ากับ 3.59 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม สัปดาห์ที่ 2 เท่ากับ 4.13 และ 4.48 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่มีลักษณะเน่าเสียในสัปดาห์ที่ 8 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกเท่ากับ 7.37 และ 7.32 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม แนวโน้มปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกแสดงในรูปที่ 4.3

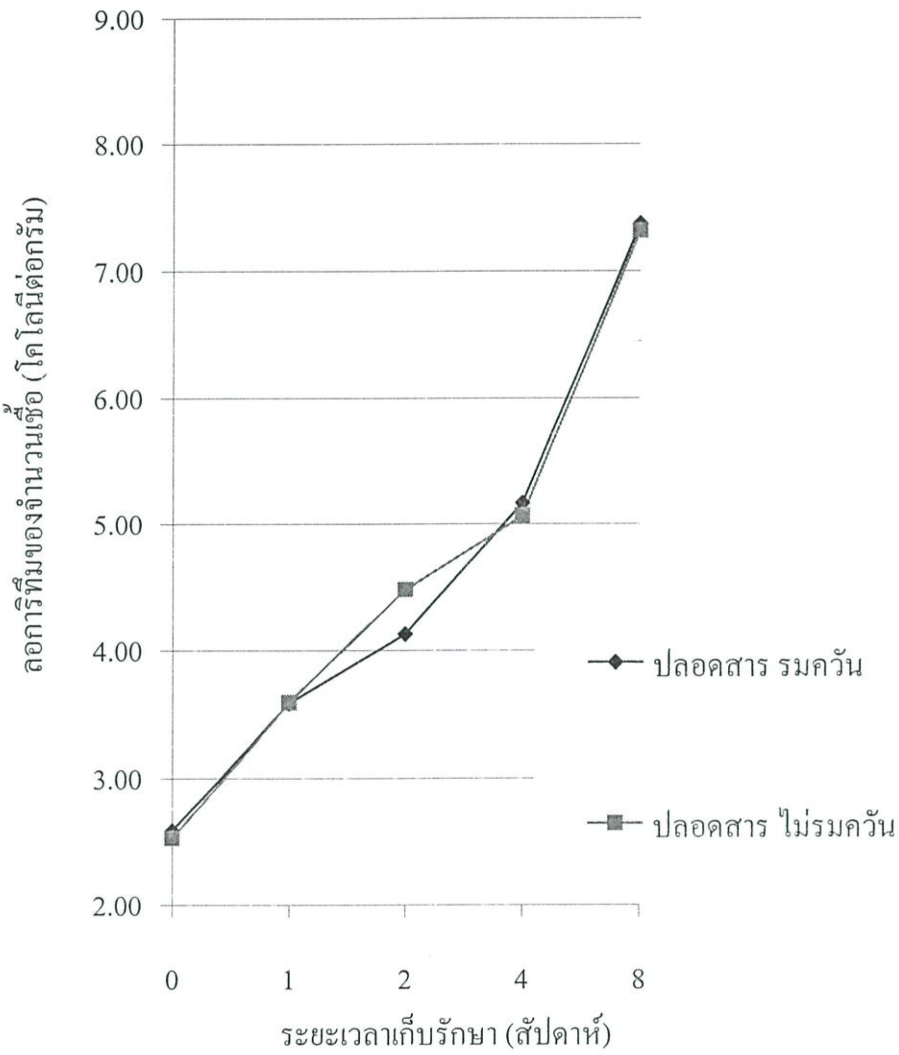
ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ที่ผ่านขั้นตอนการรมควัน และไม่รมควัน ระหว่างการเก็บรักษา

	ระยะเวลา(สัปดาห์)					
	0	1	2	4	8	ค่าเฉลี่ย
รมควัน	2.59	3.59	4.13	5.17	7.37	4.57
ไม่รมควัน	2.53	3.59	4.48	5.07	7.32	4.60
ค่าเฉลี่ย	2.61	3.59	4.31	5.12	7.35	

ผลการตรวจปริมาณเชื้อยีสต์และรา ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผ่านขั้นตอนการรมควัน และไม่รมควัน บรรจุสุญญากาศ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.7 พบว่าในสัปดาห์เริ่มต้น ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์มีปริมาณเชื้อยีสต์และรา 2.61 และ 2.62 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม สัปดาห์ที่ 1 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองตัวอย่างเท่ากับ 2.84 และ 2.82 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม สัปดาห์ที่ 2 เท่ากับ 3.64 และ 3.63 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่มีลักษณะเน่าเสียในสัปดาห์ที่ 8 ปริมาณเชื้อยีสต์และราเท่ากับ 4.08 และ 4.15 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม



รูปที่ 4.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดใน ไส้กรอก แฟรงค์เฟอร์เตอร์ ที่ผ่านขั้นตอนรมควัน และไม่รมควันระหว่างการเก็บรักษา



รูปที่ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลคติกในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผ่านขั้นตอนรมควัน และไม่รมควัน

ไม่พบแบคทีเรียแกรมลบ และโคลิฟอร์ม ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ทุกตัวอย่างตลอดการศึกษาแสดงว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตได้มาตรฐานมีการผลิตที่ถูกสุขลักษณะ นอกจากนี้ยังมีการผ่านขั้นตอนการให้ความร้อนระหว่างการผลิต ซึ่งสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ได้

ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณเชื้อยีสต์และรา ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ที่ผ่านขั้นตอนการรมควันและไม่รมควัน ระหว่างการเก็บรักษา

	ระยะเวลา(สัปดาห์)					
	0	1	2	4	8	ค่าเฉลี่ย
รมควัน	2.61	2.84	3.64	3.91	4.08	3.42
ไม่รมควัน	2.62	2.82	3.63	3.92	4.15	3.43
ค่าเฉลี่ย	2.61	3.59	4.31	5.12	7.35	

4.2.2.3 ผลการวิเคราะห์ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุการเน่าเสียในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตโดยเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน

ผลการแยกเชื้อที่ได้จากไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่เริ่มแสดงลักษณะเสีย โดยแยกจากอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS ที่บ่มในสภาวะสุญญากาศจำนวน 20 ไอโซเลท จากนั้นศึกษาลักษณะการเจริญรูปร่าง โคโลนี การติดสีแกรม คุณสมบัติทางเคมีบางอย่าง โดยดัดแปลงจากวิธีของ อาภรณ์ คงสวี. 2525 ; Morishita and Shiromizu. 1986 ; Korkeala and Mäkelä. 1989 ; Wood and Holzapfel. 1995 ลักษณะต่างๆ ที่ศึกษาแสดงในตารางที่ 4.8 พบว่าเชื้อที่คัดเลือกได้ทุกสายพันธุ์ มีลักษณะโคโลนีกลมนูน สีขาวขุ่น และสีครีม ขอบเรียบ โค้งนูนบนอาหาร MRS ติดสีแกรมบวก ไม่สร้างเอนไซม์คาตาเลส และไม่รีดิวซ์ ไนเตรท ซึ่งลักษณะดังกล่าวจัดเป็นแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก (อาภรณ์ คงสวี. 2525 ; Morishita and Shiromizu. 1986 ; Korkeala and Mäkelä. 1989 ; Wood and Holzapfel. 1995) เมื่อทดสอบโดยการตรวจสอบทางสัณฐานวิทยาเบื้องต้นพบว่าสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม โดยอาศัยความแตกต่างด้านลักษณะโคโลนี รูปร่างของเซลล์ และการสร้างแก๊สจากกลูโคส พบว่า แบคทีเรียกรดแลคติกในกลุ่มที่ 1 มีโคโลนีกลมสีขาวขุ่น รูปร่างของเซลล์เป็นแท่งสั้น เรียงเป็นแถวสั้น ไม่สร้างแก๊สจากกลูโคส กลุ่มที่ 2 มีโคโลนีกลมสีครีม รูปร่างของเซลล์เป็นแท่งสั้น เรียงเป็นแถวสั้นไม่สร้างแก๊สจากกลูโคส กลุ่มที่ 3 มีโคโลนีกลมสีขาวขุ่น รูปร่างของเซลล์เป็นลักษณะกลม สร้างแก๊สจากกลูโคส

ตารางที่ 4.8 แสดงสมบัติทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา และชีวเคมีของเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

ลักษณะที่ศึกษา	เชื้อกลุ่มที่ 1	เชื้อกลุ่มที่ 2	เชื้อกลุ่มที่ 3
โคโลนี	กลมแบน เป็นมัน สีขาวขุ่น ขอบเรียบ ขนาดเล็ก	กลมเรียบ เป็นมัน สีครีม ขอบเรียบ ขนาดเล็ก	กลมนูน เป็นมัน สีขาวขุ่น ขอบเรียบ ขนาดเล็ก
รูปร่าง	แท่งสั้น แถวสั้น	แท่งสั้น แถวสั้น	กลม แถวสั้น
ติดสี	แกรมบวก	แกรมบวก	แกรมบวก
การสร้างสปอร์	ไม่สร้าง	ไม่สร้าง	ไม่สร้าง
การเคลื่อนที่	ไม่เคลื่อนที่	ไม่เคลื่อนที่	ไม่เคลื่อนที่
การสร้างเอนไซม์คาตาเลส	ไม่สร้าง	ไม่สร้าง	ไม่สร้าง
การรีดิวซ์ไนเตรท	ไม่รีดิวซ์	ไม่รีดิวซ์	ไม่รีดิวซ์
การเจริญที่ 15 ^{0}ซ	เจริญ	เจริญ	เจริญ
การเจริญที่ 45 ^{0}ซ	ไม่เจริญ	ไม่เจริญ	ไม่เจริญ
การสร้างแก๊สจากกลูโคส	ไม่สร้าง	ไม่สร้าง	สร้าง

4.2.3 ศึกษาอิทธิพลของการรมควันในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ต่อค่าความเป็นกรดด่าง ระหว่างการเก็บรักษา

4.2.3.1 อิทธิพลการรมควันไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ต่อค่าความเป็นกรดด่าง

จากผลการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 7.4) พบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตโดยผ่านขั้นตอนการรมควันมีความเป็นกรดด่างเท่ากับ 6.45 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตโดยไม่รมควันมีความเป็นกรดด่างเท่ากับ 6.43 (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9 แสดงความเป็นกรดด่างในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดรมควัน ชนิดไม่รมควัน

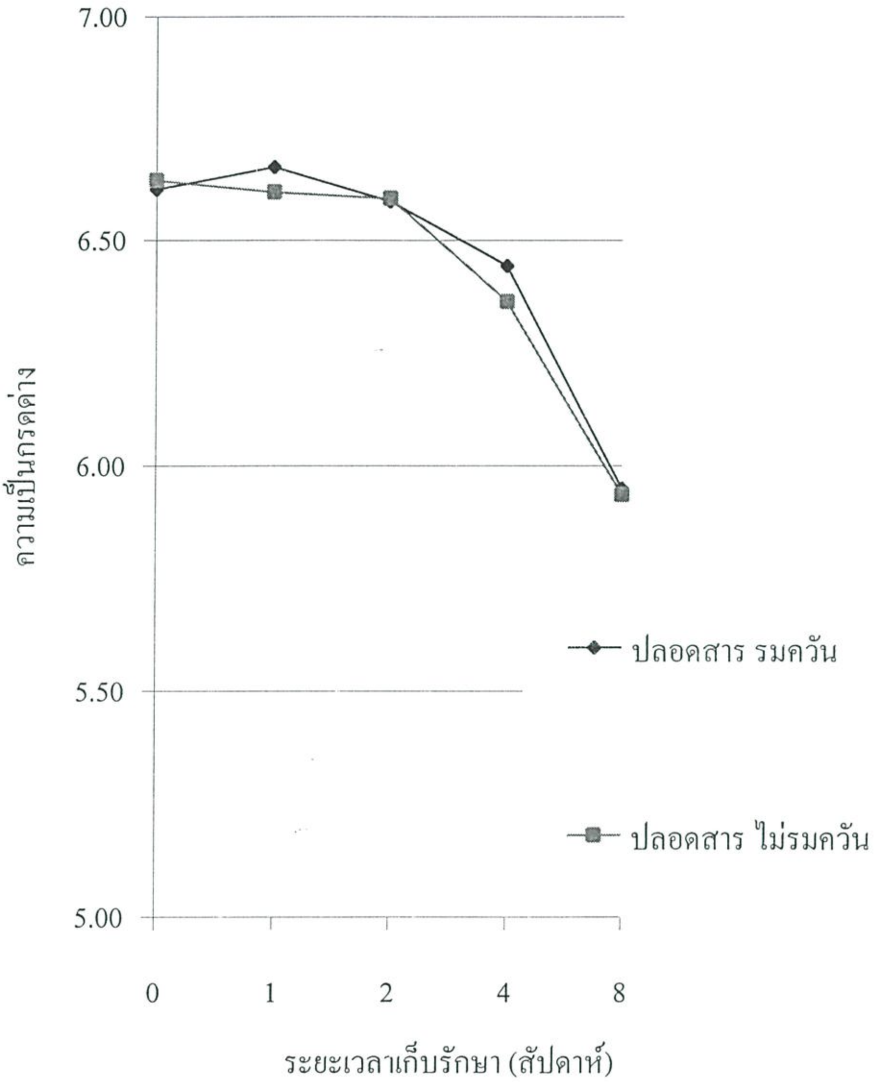
ชนิดเนื้อสุกร	ความเป็นกรดด่างในไส้กรอก
รมควัน	6.45
ไม่รมควัน	6.43

4.2.3.2 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่าง ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ระหว่างการเก็บรักษา

ผลการตรวจค่าความเป็นกรดด่างในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผ่านขั้นตอนการรมควัน และไม่รมควัน บรรจุสุญญากาศ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.10 พบว่าในสัปดาห์เริ่มต้น ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์มีค่าความเป็นกรดด่าง 6.61 และ 6.63 สัปดาห์ที่ 1 มีค่าความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 6.66 และ 6.61 สัปดาห์ที่ 2 เท่ากับ 6.59 ทั้งสองตัวอย่าง ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่มีลักษณะเน่าเสียในสัปดาห์ที่ 8 ค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5.95 และ 5.94 แนวโน้มค่าความเป็นกรดด่าง แสดงในรูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าความเป็นกรดด่างในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ที่ผ่านขั้นตอนการรมควัน และไม่รมควัน ระหว่างการเก็บรักษา

	ระยะเวลา(สัปดาห์)					
	0	1	2	4	8	ค่าเฉลี่ย
รมควัน	6.61	6.66	6.59	6.44	5.95	6.45
ไม่รมควัน	6.63	6.61	6.59	6.36	5.94	6.43
ค่าเฉลี่ย	6.62	6.64	6.59	6.40	5.95	



รูปที่ 4.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่างในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผ่านขั้นตอนรมควัน และไม่รมควัน ระหว่างการเก็บรักษา

4.2.4 ศึกษาอิทธิพลของการรมควันในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ต่อค่าน้ำอิสระระหว่างการเก็บรักษา

4.2.4.1 อิทธิพลของการรมควันในการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ต่อค่าน้ำอิสระ

จากผลการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 7.5) พบว่า ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตโดยใช้การรมควันมีค่าน้ำอิสระเท่ากับ 97.2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตโดยไม่รมควัน มีค่าน้ำอิสระเท่ากับ 97.5 (ตารางที่ 4.11)

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าน้ำอิสระในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดรมควัน ชนิดไม่รมควัน

ชนิดเนื้อสุกร	ค่าน้ำอิสระ
รมควัน	97.2 ก
ไม่รมควัน	97.5 ข

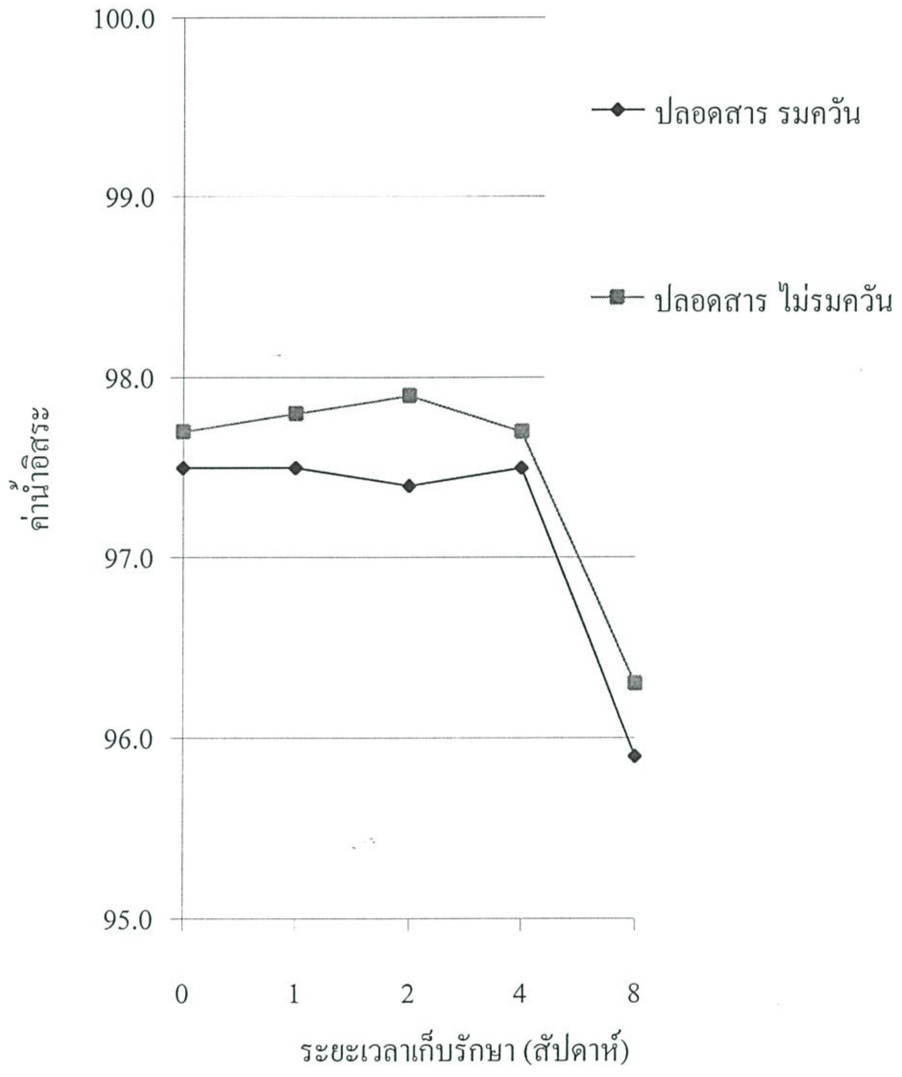
หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง (ก และ ข) แสดงถึงความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P<0.05$)

4.2.3.2 การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำอิสระ ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ระหว่างการเก็บรักษา

ผลการตรวจค่าน้ำอิสระในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผ่านขั้นตอนการรมควันและไม่รมควัน บรรจุสุญญากาศ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.12 พบว่าในสัปดาห์เริ่มต้น ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์มีค่าน้ำอิสระ 97.5 และ 97.7 สัปดาห์ที่ 1 มีค่าน้ำอิสระ เท่ากับ 97.5 และ 97.8 สัปดาห์ที่ 2 เท่ากับ 97.4 และ 97.9 ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่มีลักษณะเน่าเสียในสัปดาห์ที่ 8 ค่าน้ำอิสระเท่ากับ 95.9 และ 96.3 แนวโน้มค่าน้ำอิสระ แสดงในรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าน้ำอิสระในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ที่ผ่านขั้นตอนการรมควันและไม่รมควัน ระหว่างการเก็บรักษา

	ระยะเวลา(สัปดาห์)					
	0	1	2	4	8	ค่าเฉลี่ย
รมควัน	97.5	97.5	97.4	97.5	95.9	97.2
ไม่รมควัน	97.7	97.8	97.9	97.7	96.3	97.5
ค่าเฉลี่ย	97.6	97.8	97.7	97.6	96.1	



รูปที่ 4.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำอิสระในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผ่านขั้นตอนรมควัน และไม่รมควัน ระหว่างการเก็บรักษา

4.3 ผลการคัดเลือกสารสกัดจากสมุนไพร เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

4.3.1 ปริมาณสารสกัดที่ได้จากสมุนไพรชนิดต่างๆ

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสกัดสารจากสมุนไพร 6 ชนิดได้แก่ ข่า บัวบก เปลือกมังคุด ว่านหางจระเข้ ยอ และ พรุน โดยใช้น้ำกลั่น หรือ เอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สารสกัดที่ได้จากสมุนไพรแต่ละชนิดมีปริมาณ 0.3-12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับน้ำหนักของสมุนไพรสด ซึ่งปริมาณสารสกัดที่ได้จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ความชื้นของสมุนไพรแต่ละชนิด ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.13

4.3.2 ปริมาณสารสกัดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแต่ละชนิด

ทดสอบสารสกัดสมุนไพรโดยใช้วิธี Microtiter plate และอ่านผลการทดลองด้วยเครื่อง Microplate reader อ่านค่าการส่องผ่านของแสงเพื่อตรวจหาการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์โดยสารสกัดสมุนไพร ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.14 พบว่าสารสกัดสมุนไพรที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้แก่ ว่านหางจระเข้ สกัดด้วยน้ำ ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดสอบทั้ง 4 ชนิด สามารถยับยั้ง *E. coli* โดยใช้สารสกัดความเข้มข้น 0.4-0.8 เปอร์เซ็นต์ ยับยั้ง *S. aureus* โดยใช้สารสกัดความเข้มข้น 0.4-0.8 เปอร์เซ็นต์ ยับยั้ง *Lb. curvatus* โดยใช้สารสกัดความเข้มข้น 0.2 และ 1.4 เปอร์เซ็นต์ และยับยั้งเชื้อที่คัดเลือก โดยใช้สารสกัดความเข้มข้น 0.2-1.4 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดว่านหางจระเข้ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดสอบ 2 ชนิด สามารถยับยั้ง *E. coli* โดยใช้สารสกัดความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ และยับยั้งเชื้อที่คัดเลือก โดยใช้สารสกัดความเข้มข้น 1.0 และ 1.2 เปอร์เซ็นต์ เปลือกมังคุดสกัดด้วย เอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Lb. curvatus* โดยใช้สารสกัดความเข้มข้น 1.0-1.4 เปอร์เซ็นต์ พรุนสกัดด้วยน้ำ ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดสอบ 2 ชนิด สามารถยับยั้ง *E. coli* โดยใช้สารสกัดความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ ยับยั้ง *S. aureus* โดยใช้สารสกัดความเข้มข้น 0.2-0.8 และ 1.2 เปอร์เซ็นต์ และยอสกัดด้วยแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Lb. curvatus* โดยใช้สารสกัดความเข้มข้น 1.0-1.4 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.13 แสดงปริมาณสารสกัดที่ได้จากสมุนไพรแต่ละชนิด (คิดเปอร์เซ็นต์จากน้ำหนักสด)

สมุนไพร	น้ำหนัก		ปริมาณสารสกัด	
	สด(กรัม)	แห้ง(กรัม)	กรัม	เปอร์เซ็นต์
สกัดด้วยน้ำ				
ข่า	1,000		20	2
ว่านหางจระเข้	1,000		8	0.8
ใบบัวบก	1,000		16	1.6
เปลือกมังคุด	1,000		50	5
ยอ	1,000		20	2
พรุน(อบแห้ง)	1,000		120	12
สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 95%				
ข่า	1,000	260	28	2.8
ว่านหางจระเข้	1,000	75	15	1.5
ใบบัวบก	1,000	95	23	2.3
เปลือกมังคุด	1,000	350	70	7
ยอ	1,000	285	35	3.5
พรุน(อบแห้ง)	1,000	760	75	7.5

ตารางที่ 4.14 แสดงปริมาณ (เปอร์เซ็นต์) สารสกัดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแต่ละชนิด

สารสกัดสมุนไพร	*E. coli*	*S. aureus*	*Lb. Curvatus*	frs2t
ว่านหางจระเข้ แอลกอฮอล์	0.2	-	-	1.0,1.2
ว่านหางจระเข้ น้ำ	0.4-0.8	0.4-0.8	0.2,1.4	0.2-1.4
ใบบัวบก แอลกอฮอล์ หรือน้ำ	-	-	-	-
ข่า แอลกอฮอล์ หรือน้ำ	-	-	-	-
เปลือกมังคุด แอลกอฮอล์	-	-	1.0-1.4	-
เปลือกมังคุด น้ำ	-	-	-	-
พรุน แอลกอฮอล์	-	-	-	-
พรุน น้ำ	0.4	0.2-0.8,1.2	-	-
ยอ แอลกอฮอล์	-	-	1.0-1.4	-
ยอ น้ำ	-	-	-	-

หมายเหตุ : - หมายถึง ไม่ยับยั้ง

4.3.3 ผลการทดสอบลักษณะปรากฏ และรสชาติในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพร

จากการทดสอบลักษณะปรากฏ โดยให้นักศึกษา และเจ้าหน้าที่ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คนโดยใช้คะแนนที่ต่ำกว่า 3 เป็นระดับคะแนนที่ผู้บริโภคยอมรับได้ พบว่าผู้ทดสอบยอมรับลักษณะปรากฏในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรโดยเรียงลำดับจากการยอมรับมากไปหาน้อยดังนี้ ซอร์เบท ว่านหางจระเข้ ชุดควบคุม ยอ พรุน และเปลือกมังคุด ผู้บริโภคไม่ยอมรับลักษณะภายนอกของไส้กรอกที่ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด ซึ่งไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมซอร์เบท ว่านหางจระเข้ และชุดควบคุม ได้คะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัด ยอ พรุน และเปลือกมังคุด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P<0.05$) ผลการทดสอบด้านรสชาติพบว่าการยอมรับจากมากไปน้อยดังนี้ ซอร์เบท ว่านหางจระเข้ ชุดควบคุม ยอ พรุน และเปลือกมังคุด เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าผู้บริโภคมีความชอบไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมซอร์เบทมากที่สุด ผู้บริโภคไม่ยอมรับรสชาติของไส้กรอกที่ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด และสารสกัดลูกยอ ซึ่งมีค่าแตกต่างจากไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.15

4.3.4 ความเป็นกรดด่างของสารสกัด และวัตถุกันเสียที่ใช้ผสมในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

ทำการวัดความเป็นกรดด่างของสารสกัดแต่ละชนิด ก่อนทำการผสมกับไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.15 แสดงผลการทดสอบลักษณะปรากฏ และรสชาติในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

ชนิดของสารสกัด	ลักษณะภายนอก	รสชาติ
เปลือกมังคุด	3.00 ก	3.95 ก
ยอ	2.15 ก	3.10 ข
พรุน	2.00 ก	2.90 ข
ชุดควบคุม	1.70 ข	2.50 ขค
ว่านหางจระเข้	2.15 ข	2.10 คง
ซอร์เบท	1.55 ข	1.70 ง

หมายเหตุ คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ 5 คะแนน

1. ยอมรับได้มากที่สุด 2. ยอมรับได้มาก 3. ยอมรับได้ 4. ยอมรับไม่ได้
5. ยอมรับไม่ได้มากที่สุด

ตัวอักษรที่ต่างกันในค่าเฉลี่ยแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 4.16 แสดงความเป็นกรดด่างของสารสกัด และวัตถุกันเสียที่ใช้ผสมในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

ชนิดของสารสกัด	ความเป็นกรดด่าง
น้ำกลั่น (ตัวทำละลาย)	6.98
ซอร์เบท 0.1%	6.98
ว่านหางจระเข้ 0.6 %	5.56
เปลือกมังคุด 1.2%	4.16
ยอ 1.2 %	4.05
พรุน 0.4 %	3.36

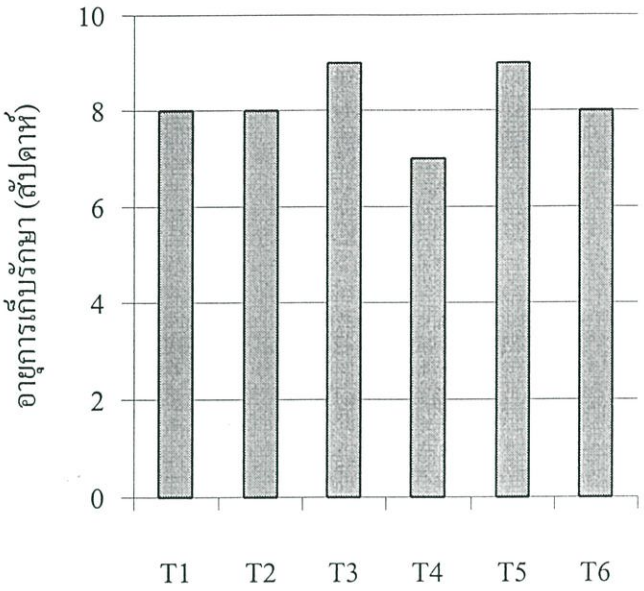
4.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ

4.4.1 อายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์บรรจุในสภาพสุญญากาศที่ใช้เนื้อสุกรที่ผลิตจากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐานที่ปลอดสารตกค้าง ผ่านขั้นตอนรมควัน ผสมสารสกัดสมุนไพร หรือซอร์เบท ที่อุณหภูมิ 10±1 องศาเซลเซียส แสดงในรูปที่ 4.6 พบว่า ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ผสมสารสกัดจากเปลือกมังคุด 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษา 7 สัปดาห์ ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชุดควบคุม ผสมซอร์เบท 0.1 เปอร์เซ็นต์ และผสมสารสกัดจากยอ 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ และไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดว่านหางจระเข้ 0.6 เปอร์เซ็นต์ และผสมสารสกัดจากพรุน 0.4 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษา 9 สัปดาห์

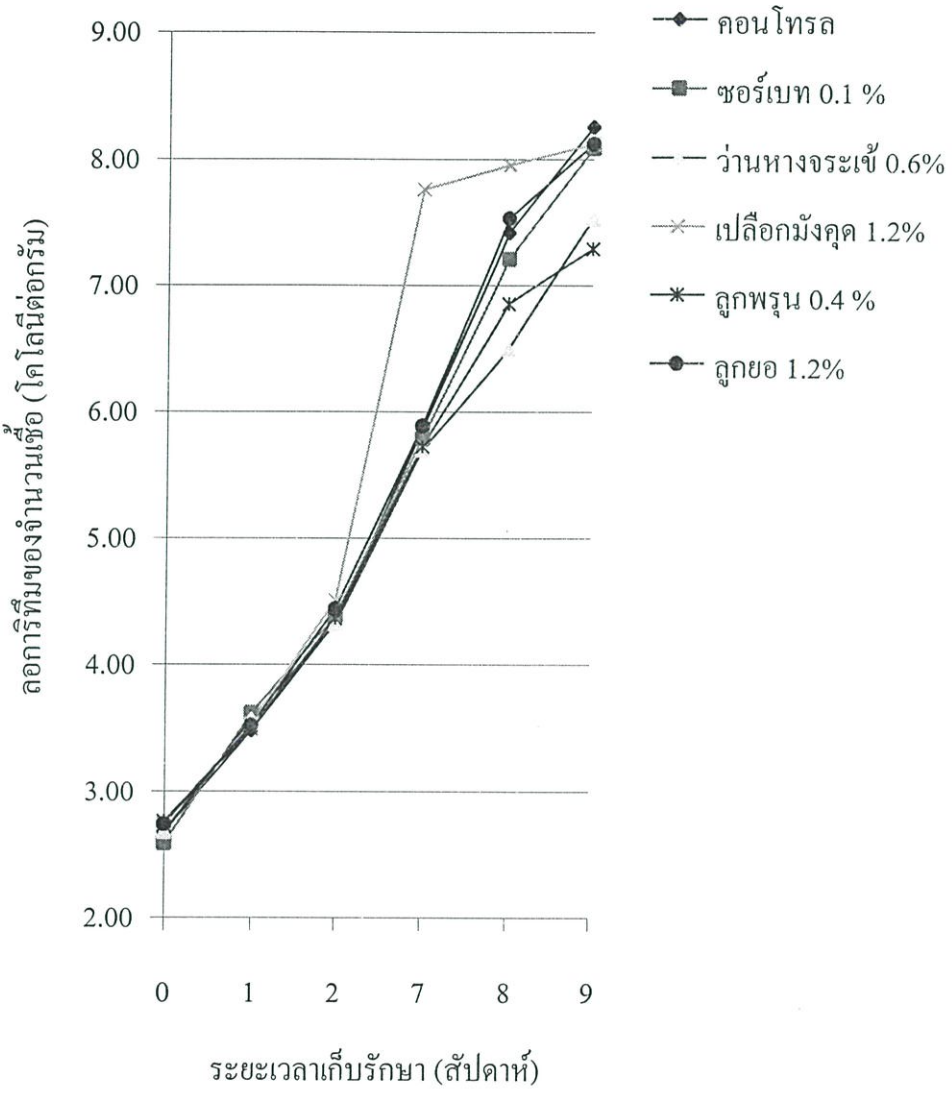
4.4.2 ศึกษาอิทธิพลของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ ต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ระหว่างการเก็บรักษา

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผลการทดลองนำมาวิเคระห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 7.6) แสดงผลในตารางที่ 4.17 และรูปที่ 4.7 ในสัปดาห์เริ่มต้น มีค่าอยู่ระหว่าง 2.59-2.75 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม ปริมาณเชื้อ จุลินทรีย์ทั้งหมด ในวันที่ 0 ของระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างไส้กรอกในชุดทดลองในสัปดาห์ที่ 1 ของระยะเวลาการเก็บรักษามีปริมาณเชื้อ จุลินทรีย์ทั้งหมดไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์มีค่าอยู่ระหว่าง 3.48-3.62 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม พบว่าไส้กรอกทุกชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีปริมาณมากขึ้นอย่างมีนัยสัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับสัปดาห์เริ่มต้น ในสัปดาห์ที่ 2 ของระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดใน ไส้กรอกมีค่าระหว่าง 4.32-4.51 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม ไส้กรอกในชุดทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่ามีปริมาณเชื้อในไส้กรอกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับสัปดาห์เริ่มต้นและสัปดาห์ที่ 1 ในสัปดาห์ที่ 7 ของระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดเปลือกมังคุดมีค่าเท่ากับ 7.76 ลอการิทึม โคโลนีต่อกรัม มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับ ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ตัวอย่างอื่น ซึ่งปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วงระหว่าง 5.70-5.89 ลอการิทึม โคโลนีต่อกรัม และพบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดเปลือกมังคุดแสดงลักษณะเน่าเสียโดยมีน้ำสีเทาขุ่นแสดงให้เห็น และมีฟองอากาศเป็นจำนวนมาก ในสัปดาห์ที่ 8 พบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดว่านหางจระเข้ และไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดพรุนเท่านั้นที่ไม่พบลักษณะเน่าเสีย พบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชุดควบคุม ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดยอ และไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมซอร์เบท



หมายเหตุ T1 หมายถึง กลุ่มควบคุม
T2 หมายถึง ไส้กรอกผสมซอร์เบท 0.1 เปอร์เซ็นต์
T3 หมายถึง ไส้กรอกผสมสารสกัดว่านหางจระเข้ 0.4 เปอร์เซ็นต์
T4 หมายถึง ไส้กรอกผสมสารสกัดเปลือกมังคุด 1.2 เปอร์เซ็นต์
T5 หมายถึง ไส้กรอกผสมสารสกัดลูกพรุน 0.4 เปอร์เซ็นต์
T6 หมายถึง ไส้กรอกผสมสารสกัดจากลูกยอ 1.2 เปอร์เซ็นต์

รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ



รูปที่ 4.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา

แสดงลักษณะเน่าเสียคือมีน้ำสีเทาในบรรจุภัณฑ์เป็นจำนวนมาก ซึ่งไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่มีลักษณะเน่าเสียปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วงระหว่าง 7.21-7.96 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในสัปดาห์ที่ 9 ซึ่งไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ในชุดทดลองแสดงลักษณะเน่าเสียปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วงระหว่าง 7.29-8.26 ลอการิทึม โคโลนีต่อกรัม

ตารางที่ 4.17 แสดงอิทธิพลร่วมของระยะเวลาในการเก็บรักษา ต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ

	ระยะเวลา (สัปดาห์)						
กลุ่มทดลอง	0	1	2	7	8	9	ค่าเฉลี่ย
ชุดควบคุม	2.68 $^{\text{ฑ}}$	3.48 $^{\text{ฐ}}$	4.33 $^{\text{ญ}}$	5.87 $^{\text{ฌ}}$	7.42 $^{\text{งจ}}$	8.26 $^{\text{ก}}$	5.34 $^{\text{ฌ}}$
ซอร์เบท 0.1 %	2.59 $^{\text{ฑ}}$	3.62 $^{\text{ฐ}}$	4.39 $^{\text{ญ}}$	5.79 $^{\text{ฌ}}$	7.21 $^{\text{ฉ}}$	8.09 $^{\text{กข}}$	5.28 $^{\text{ฌ}}$
หางจระเข้ 0.6%	2.68 $^{\text{ฑ}}$	3.57 $^{\text{ฐ}}$	4.32 $^{\text{ญ}}$	5.70 $^{\text{ฌ}}$	6.49 $^{\text{ซ}}$	7.53 $^{\text{ง}}$	5.05 $^{\text{ฒ}}$
มังคุด 1.2%	2.75 $^{\text{ฑ}}$	3.54 $^{\text{ฐ}}$	4.51 $^{\text{ญ}}$	7.76 $^{\text{ค}}$	7.96 $^{\text{ขค}}$	8.12 $^{\text{กข}}$	5.77 $^{\text{ค}}$
พรุน 0.4 %	2.76 $^{\text{ฑ}}$	3.50 $^{\text{ฐ}}$	4.37 $^{\text{ญ}}$	5.73 $^{\text{ฌ}}$	6.86 $^{\text{ซ}}$	7.29 $^{\text{จฉ}}$	5.08 $^{\text{ฒ}}$
ยอ 1.2%	2.74 $^{\text{ฑ}}$	3.52 $^{\text{ฐ}}$	4.44 $^{\text{ญ}}$	5.89 $^{\text{ฌ}}$	7.53 $^{\text{ง}}$	8.12 $^{\text{กข}}$	5.08 $^{\text{ฒ}}$
ค่าเฉลี่ย	2.70 $^{\text{ถ}}$	3.54 $^{\text{ท}}$	4.39 $^{\text{ธ}}$	6.12 $^{\text{น}}$	7.24 $^{\text{บ}}$	7.90 $^{\text{ป}}$	

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกัน (ก-ฑ) แสดงถึงความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P<0.05$)
ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง (ฒ-ค) แสดงถึงความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P<0.05$)
ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน (ถ-ป) แสดงถึงความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P<0.05$)

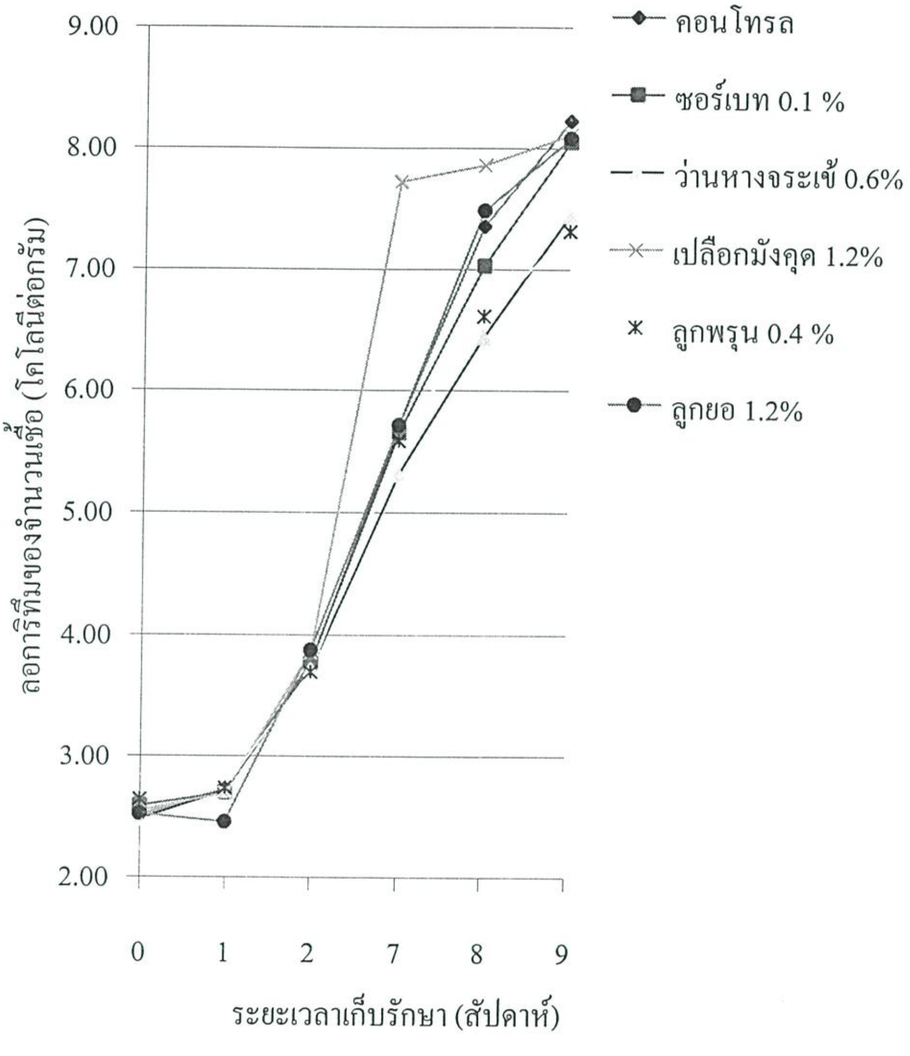
ปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผลการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 7.7) แสดงผลในตารางที่ 4.18 และรูปที่ 4.8 พบว่าในสัปดาห์เริ่มต้น มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกมีค่าอยู่ระหว่าง 2.48-2.64 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม พบว่าไส้กรอกทุกตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในสัปดาห์ที่ 1 ของระยะเวลาการเก็บรักษามีปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์มีค่าอยู่ระหว่าง 2.46-2.74 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม พบว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดยอมีค่าเท่ากับ 2.46 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ตัวอย่างอื่น ในสัปดาห์ที่ 2 ของระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกมีค่าระหว่าง 3.70-3.88 ลอการิทึม โคโลนีต่อกรัม พบว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ในสัปดาห์ที่ 7 ของระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดเปลือกมังคุดมีค่าเท่ากับ 7.72 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (P<0.05) เมื่อเทียบกับไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ตัวอย่างอื่นซึ่งมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก อยู่ในช่วงระหว่าง 5.31-5.72 ลอการิทึม โคโลนีต่อกรัม และพบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดเปลือกมังคุดแสดงลักษณะเน่าเสียโดยมีน้ำสีเทาขุ่น มีฟองอากาศเป็นจำนวนมาก ในสัปดาห์ที่ 8 พบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชุดควบคุม ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมซอร์เบท ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด และไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดยอ แสดงลักษณะเน่าเสียปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกเท่ากับ 7.36, 7.03, 7.86 และ 7.49 ลอการิทึม โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ พบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดว่านหางจระเข้ และไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดพรุนเท่านั้นที่ไม่แสดงลักษณะเน่าเสียมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกเท่ากับ 6.44 และ 6.62 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่แสดงลักษณะเน่าเสียคือมีน้ำสีเทาในบรรจุภัณฑ์เป็นจำนวนมาก ปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ในสัปดาห์ที่ 9 ซึ่งไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ทั้งหมดแสดงลักษณะเน่าเสียปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกอยู่ในช่วงระหว่าง 7.32-8.23 ลอการิทึม โคโลนีต่อกรัม

ตารางที่ 4.18 แสดงอิทธิพลร่วมของระยะเวลาในการเก็บรักษา ต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ

	ระยะเวลา (สัปดาห์)						
กลุ่มทดลอง	0	1	2	7	8	9	ค่าเฉลี่ย
ชุดควบคุม	2.51 คต	2.73 ฌ	3.76 ฐฑ	5.71 ฌ	7.36 งจ	8.23 ก	5.05 ธ
ซอร์เบท 0.1 %	2.59 ฌณคต	2.70 ฌณ	3.77 ฐฑ	5.65 ฌ	7.03 ฉ	8.05 ข	4.97 ธ
หางจระเข้ 0.6%	2.48 คต	2.71 ฌ	3.72 ฐฑ	5.31 ญ	6.44 ช	7.45 งจ	4.68 ถ
มังคุด 1.2%	2.54 ณคต	2.69 ฌฎ	3.86 ฐฑ	7.72 ค	7.86 ค	8.11 กข	5.47 น
พรุน 0.4 %	2.64 ฌณค	2.74 ฌ	3.70 ฑ	5.59 ฌ	6.62 ช	7.32 ง	4.77 ท
ยอ 1.2%	2.52 คต	2.46 ต	3.88 ฐ	5.72 ฌ	7.49 ง	8.09 กข	5.02 ธ
ค่าเฉลี่ย	2.55 ป	2.67 ผ	3.78 ฝ	5.95 พ	7.13 ฟ	7.87 ภ	

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกัน (ก-ต) แสดงถึงความแตกต่างกันในทางสถิติ (P<0.05)
ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง (ถ-น) แสดงถึงความแตกต่างกันในทางสถิติ (P<0.05)
ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน (ป-ภ) แสดงถึงความแตกต่างกันในทางสถิติ (P<0.05)



รูปที่ 4.8 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา

ปริมาณเชื้อยีสต์และราในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ผลนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 7.8) แสดงผลในตารางที่ 4.19 ในสัปดาห์ที่ 0 มีปริมาณเชื้อยีสต์และรามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 2.25-2.62 ลอการิทึม โคโลนีต่อกรัม พบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมซอร์เบท สารสกัดว่านหางจระเข้ และ สารสกัดเปลือกมังคุด มีปริมาณเชื้อยีสต์และรา เท่ากับ 2.62, 2.49 และ 2.53 ลอการิทึม โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ที่มีปริมาณ 2.47 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม พบว่าปริมาณเชื้อยีสต์และราเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษามากขึ้น ในสัปดาห์ 7 ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด แสดงลักษณะเน่าเสียปริมาณเชื้อยีสต์และรา มีปริมาณเท่ากับ 3.55 ลอการิทึม โคโลนีต่อกรัม ในสัปดาห์ที่ 8 ของระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชุดควบคุม ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมซอร์เบท ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด และไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดยอ แสดงลักษณะเน่าเสียปริมาณเชื้อยีสต์และรา เท่ากับ 3.41, 3.59, 3.84 และ 3.54 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ พบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดว่านหางจระเข้ และไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดพรุนเท่านั้นที่ไม่แสดงลักษณะเน่าเสียมีปริมาณเชื้อยีสต์และราเท่ากับ 3.37 และ 3.81 ลอการิทึม โคโลนีต่อกรัม ในสัปดาห์ที่ 9 ซึ่งไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ทั้งหมดแสดงลักษณะเน่าเสียปริมาณยีสต์และรา อยู่ในช่วงระหว่าง 3.95-4.75 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม

พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อยีสต์และราในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชุดควบคุม เมื่อเทียบกับไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมซอร์เบท ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดพรุน และไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดยอ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 3.35, 3.32, 3.39, 3.30 และ 3.30 ลอการิทึมโคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 4.19 แสดงอิทธิพลร่วมของระยะเวลาในการเก็บรักษา ต่อปริมาณเชื้อยีสต์และราในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ

กลุ่มทดลอง	ระยะเวลา (สัปดาห์)						
	0	1	2	7	8	9	ค่าเฉลี่ย
ชุดควบคุม	2.47 [ฑฒ]	2.34 [ฒณ]	3.49 [ชซฌ]	3.62 [ซ]	3.41 [ซฌ]	4.75 [ก]	3.35 [ตถ]
ซอร์เบท 0.1 %	2.62 [ฐฑ]	2.72 [ฐ]	3.08 [ญ]	3.38 [ฌ]	3.59 [ซ]	4.54 [ข]	3.32 [ต]
หางจระเข้ 0.6%	2.49 [ฑฒ]	2.35 [ฒณ]	3.20 [ญ]	3.54 [ชซ]	3.37 [ฌ]	4.02 [ง]	3.16 [ต]
มังคุด 1.2%	2.53 [ฑ]	2.61 [ฐฑ]	3.60 [ซ]	3.55 [ชซ]	3.84 [จฉ]	4.19 [ค]	3.39 [ถ]
พรุน 0.4 %	2.28 [ณ]	2.56 [ฑ]	3.22 [ญ]	3.95 [งจ]	3.81 [ฉ]	3.95 [งจ]	3.30 [ต]
ยอ 1.2%	2.25 [ณ]	2.55 [ฑ]	3.38 [ฌ]	3.63 [ซ]	3.54 [ชซ]	4.43 [ข]	3.30 [ต]
ค่าเฉลี่ย	2.44 [ท]	2.52 [ธ]	3.33 [น]	3.61 [นบ]	3.59 [บป]	4.31 [ป]	

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกัน (ก-ณ) แสดงถึงความแตกต่างกันในทางสถิติ (P<0.05)

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง (ด-ถ) แสดงถึงความแตกต่างกันในทางสถิติ (P<0.05)

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน (ท-ป) แสดงถึงความแตกต่างกันในทางสถิติ (P<0.05)

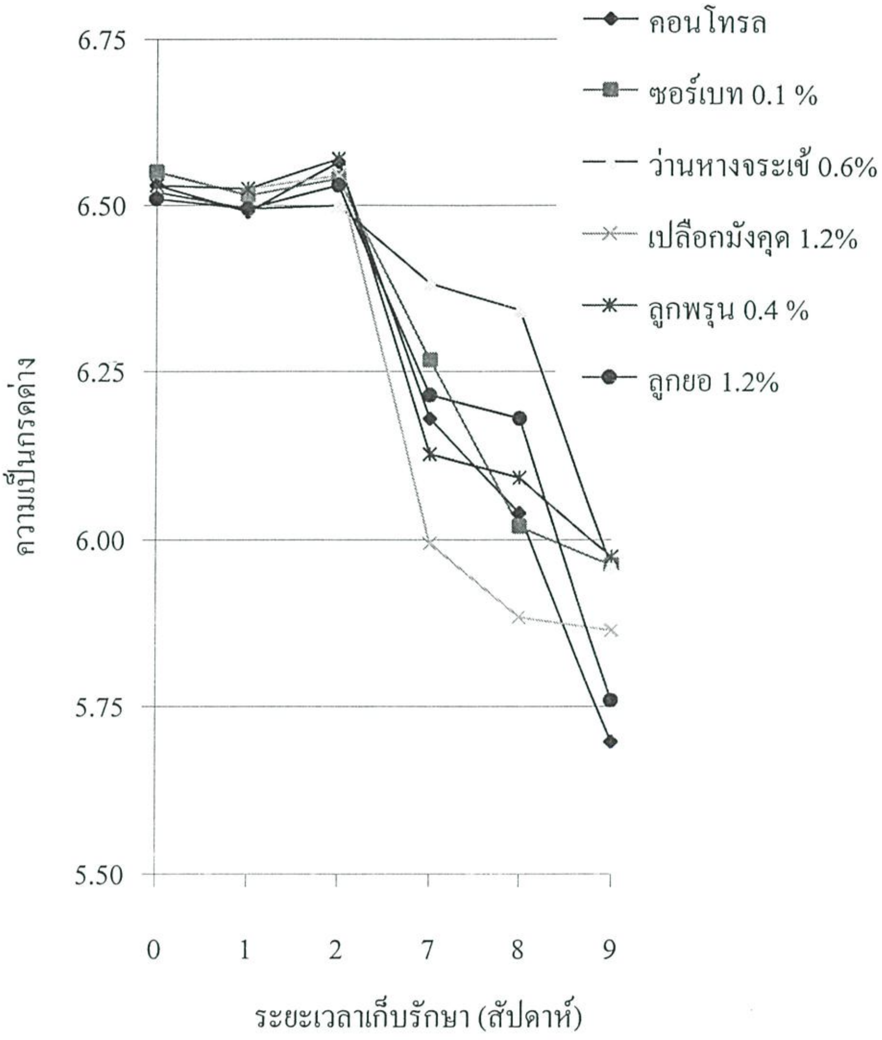
4.4.3 ศึกษาอิทธิพลของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ ต่อค่าความเป็นกรดด่าง ระหว่างการเก็บรักษา

ความเป็นกรดด่างในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผลการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 7.9) แสดงผลในตารางที่ 4.20 และรูปที่ 4.9 พบว่าสัปดาห์เริ่มต้น ของระยะเวลาการเก็บรักษามีความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วงระหว่าง 6.51-6.53 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ในชุดทดลอง สัปดาห์ที่ 1 ของระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์รักษามีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วงระหว่าง 6.51-6.53 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ในชุดทดลอง และเมื่อเทียบกับสัปดาห์เริ่มต้น ความเป็นกรดด่างในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 2 มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 6.50-6.57 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับสัปดาห์เริ่มต้น ความเป็นกรดด่างในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P<0.05$) ในสัปดาห์ที่ 7 ของระยะเวลาการเก็บรักษา ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดเปลือกมังคุดที่แสดงลักษณะเน่าเสียมีความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 6.00 ในสัปดาห์ที่ 8 ของระยะเวลาการเก็บรักษา ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชุดควบ-คุม ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมซอร์เบท ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด และไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดยอ แสดงลักษณะเน่าเสียมีความเป็นกรดด่างเท่ากับ 6.04, 6.02, 5.89 และ 6.18 ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 9 ซึ่งไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่มีลักษณะเน่าเสีย ความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วงระหว่าง 5.70-5.98

ตารางที่ 4.20 แสดงอิทธิพลร่วมของระยะเวลาในการเก็บรักษา ต่อความเป็นกรดด่างในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ

	ระยะเวลา (สัปดาห์)						
กลุ่มทดลอง	0	1	2	7	8	9	ค่าเฉลี่ย
ชุดควบคุม	$6.53^{\text{กขค}}$	$6.49^{\text{ค}}$	$6.57^{\text{กข}}$	$6.18^{\text{ฉช}}$	$6.04^{\text{ฌญ}}$	$5.70^{\text{ฒ}}$	$6.25^{\text{ด}}$
ซอร์เบท 0.1 %	$6.55^{\text{กขค}}$	$6.52^{\text{กขค}}$	$6.54^{\text{กขค}}$	$6.27^{\text{จ}}$	$6.02^{\text{ญฐ}}$	$5.96^{\text{ฐ}}$	$6.31^{\text{ถ}}$
หางจระเข้ 0.6%	$6.52^{\text{กขค}}$	$6.50^{\text{ค}}$	$6.50^{\text{ขค}}$	$6.38^{\text{ง}}$	$6.34^{\text{ง}}$	$5.96^{\text{ฐ}}$	$6.37^{\text{ท}}$
มังคุด 1.2%	$6.53^{\text{กขค}}$	$6.53^{\text{กขค}}$	$6.55^{\text{กขค}}$	$6.00^{\text{ญฐ}}$	$5.89^{\text{ฑ}}$	$5.87^{\text{ฑ}}$	$6.22^{\text{ณ}}$
พรุน 0.4 %	$6.53^{\text{กขค}}$	$6.53^{\text{กขค}}$	$6.57^{\text{ก}}$	$6.13^{\text{ชซ}}$	$6.09^{\text{ซฌ}}$	$5.98^{\text{ฐ}}$	$6.30^{\text{ตถ}}$
ยอ 1.2%	$6.51^{\text{กขค}}$	$6.50^{\text{ค}}$	$6.53^{\text{กขค}}$	$6.22^{\text{จฉ}}$	$6.18^{\text{ฉช}}$	$5.76^{\text{ฒ}}$	$6.28^{\text{ด}}$
ค่าเฉลี่ย	$6.53^{\text{งจ}}$	$6.51^{\text{ป}}$	$6.54^{\text{ป}}$	$6.19^{\text{บ}}$	$6.09^{\text{น}}$	$5.87^{\text{ธ}}$	

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกัน (ก-ฒ) แสดงถึงความแตกต่างกันในทางสถิติ $(P<0.05)$
ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง (ณ-ท) แสดงถึงความแตกต่างกันในทางสถิติ $(P<0.05)$
ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน (ธ-ป) แสดงถึงความแตกต่างกันในทางสถิติ $(P<0.05)$



รูปที่ 4.9 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่างในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ผสมสารสกัดจากสมุนไพรชนิดต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา

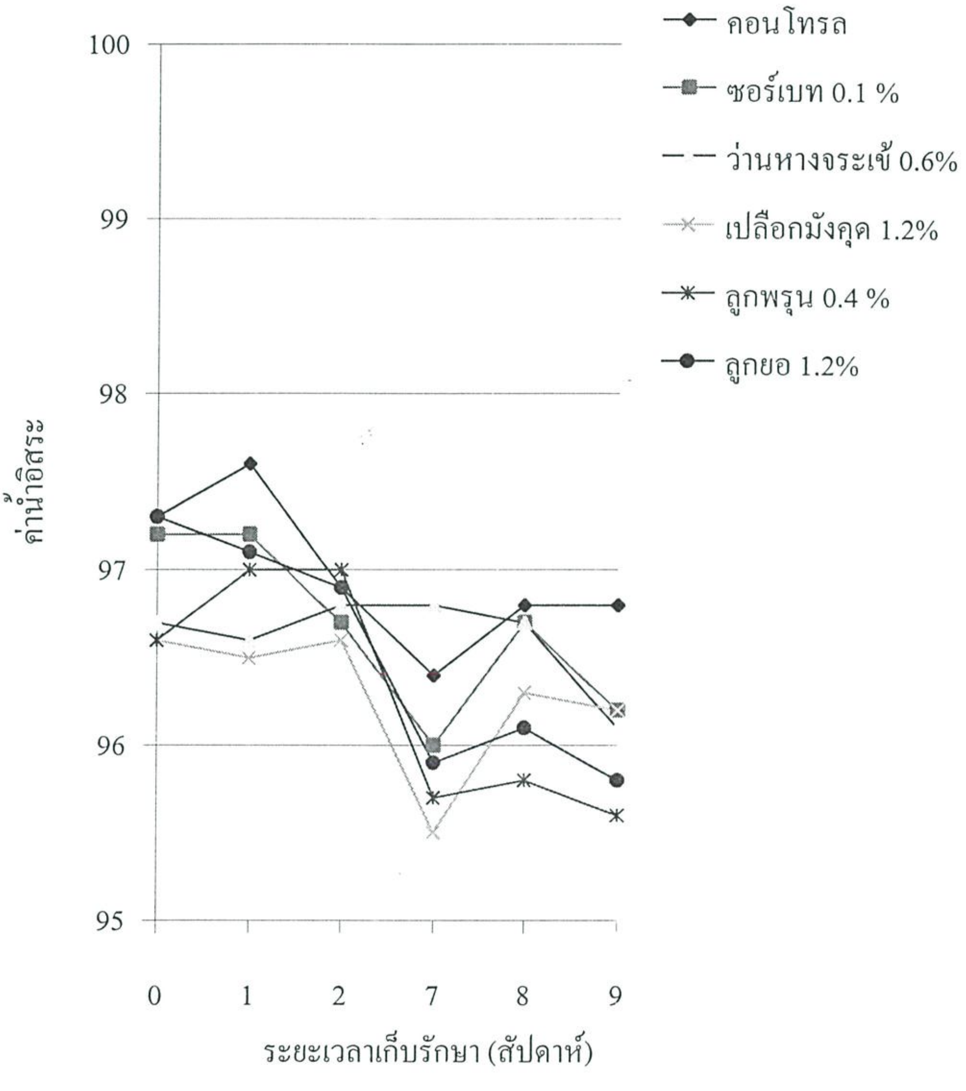
4.4.4 ศึกษาอิทธิพลของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ ต่อค่าน้ำอิสระ ระหว่างการเก็บรักษา

ค่าน้ำอิสระในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ผลการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 7.10) ผลแสดงในตารางที่ 4.21 และรูปที่ 4.10 พบว่าในสัปดาห์เริ่มต้น มีค่าอยู่ระหว่าง 96.6-97.3 ค่าน้ำอิสระในสัปดาห์เริ่มต้นของระยะการเก็บรักษาพบว่าค่าน้ำอิสระในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชุดควบคุมซึ่งมีค่าเท่ากับ 97.3 ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมซอร์เบทมีค่าเท่ากับ 97.2 และไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดยอมีค่าเท่ากับ 97.2 พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชุดควบคุมมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดเปลือกมังคุดมีค่าเท่ากับ 96.6 ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดว่านหางจระเข้มีค่าเท่ากับ 96.7 และไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดพรุนค่าเท่ากับ 96.6 พบว่าเมื่อไส้กรอกแสดงลักษณะเน่าเสียจะมีค่าน้ำอิสระลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับสัปดาห์เริ่มต้น ในสัปดาห์ที่ 7 ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดเปลือกมังคุดมีค่าเท่ากับ 95.5 สัปดาห์ที่ 8 ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชุดควบคุมมีค่าน้ำอิสระเท่ากับ 96.8 ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมซอร์เบทมีค่าน้ำอิสระเท่ากับ 96.7 และไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดยอมีค่าน้ำอิสระเท่ากับ 96.1 ในสัปดาห์ที่ 9 ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดว่านหางจระเข้ และ ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดพรุน มีค่าน้ำอิสระเท่ากับ 96.1 และ 95.6

ตารางที่ 4.21 แสดงอิทธิพลร่วมของระยะเวลาในการเก็บรักษา ต่อค่าน้ำอิสระในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ

	ระยะเวลา (สัปดาห์)						
กลุ่มทดลอง	0	1	2	7	8	9	ค่าเฉลี่ย
ชุดควบคุม	97.3^{กข}	97.6^{ก}	96.9^{ขคงจ}	96.4^{จฉชซฌ}	96.8^{ขคงจฉ}	96.8^{ขคงจฉ}	97.0^{ถ}
ซอร์เบท 0.1 %	97.2^{กขค}	97.2^{กขค}	96.7^{คงจฉช}	96.0^{ชฌญฐฑฒ}	96.7^{คงจฉช}	96.2^{ชฌญฐฑ}	96.7^{ต}
หางจระเข้ 0.6%	96.7^{คงจฉช}	96.6^{งจฉชซ}	96.8^{ขคงจฉ}	96.8^{ขคงจฉ}	96.7^{คงจฉช}	96.1^{ชฌญฐฑ}	96.6^{ต}
มังคุด 1.2%	96.6^{งจฉชซ}	96.5^{จฉชซ}	96.6^{งจฉชซ}	95.5^{ฒ}	96.3^{ชฌญฐ}	96.2^{ชฌญฐฑ}	96.3^{ณ}
พรุน 0.4 %	96.6^{งจฉชซ}	97.0^{ขคงจ}	97.0^{ขคงจ}	95.7^{ญฐฑฒ}	95.8^{ญฐฑฒ}	95.6^{ฑฒ}	96.3^{ณ}
ยอ 1.2%	97.2^{กขค}	97.1^{กขคง}	96.9^{ขคงจ}	95.9^{ฌญฐฑฒ}	96.1^{ชฌญฐฑ}	95.8^{ญฐฑฒ}	96.5^{ด}
ค่าเฉลี่ย	96.9^{น}	97.0^{น}	96.8^{น}	96.1^{ท}	96.4^{ธ}	96.1^{ท}	

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกัน (ก-ฒ) แสดงถึงความแตกต่างกันในทางสถิติ (P<0.05)
ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง (ณ-ถ) แสดงถึงความแตกต่างกันในทางสถิติ (P<0.05)
ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน (ท-น) แสดงถึงความแตกต่างกันในทางสถิติ (P<0.05)



รูปที่ 4.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำอิสระในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดจากสมุนไพรชนิดต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การทดลองที่ 1

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์บรรจุในสภาพสุญญากาศโดยใช้เนื้อสุกรที่ผลิตจากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐาน ผ่านการรมควัน และไม่รมควัน พบว่า ไส้กรอกที่ผลิตจากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐานทั้งชนิดรมควันและไม่รมควัน มีอายุการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 10±1 องศาเซลเซียส ส่วนไส้กรอกที่ผลิตจากโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ทั้งชนิดรมควันและไม่รมควันมีอายุการเก็บรักษา 5 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Franz (1996) ศึกษาอายุการเก็บรักษาในไส้กรอกเวียนนาที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการบรรจุในสภาสุญญากาศที่อุณหภูมิ 57, 60 และ 63 เป็นเวลา 14.4-52.9 วินาที โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเป็น 67, 99 และ 119 วันตามลำดับ เทียบกับไส้กรอกที่ไม่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อที่เก็บได้เพียง 7 วัน จิระศักดิ์ วังวิวัฒน์ (2528) ศึกษาผลของโปรตีนเกษตร และวัตถุกันเสียต่อคุณภาพของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่ามีอายุการเก็บรักษาได้ 12-16.5 วัน เพ็ญทิพย์ เหลืองวรพันธ์ (2533) ศึกษาชนิดของบรรจุ-ภัณฑ์ที่มีต่อจุลินทรีย์ในไส้กรอกเวียนนาเก็บที่อุณหภูมิ 7±1 มีอายุการเก็บรักษา 3 วันในสภาพบรรยากาศปกติในสภาพที่มีการบรรจุสุญญากาศ หรือเปลี่ยนแปลงสภาพบรรยากาศจะมีอายุการเก็บได้ 6 วัน ส่วนที่อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียสในสภาพบรรยากาศปกติเก็บรักษาได้ 1 วัน ในสภาพที่มีการบรรจุสุญญากาศ หรือเปลี่ยนแปลงสภาพบรรยากาศเก็บรักษาได้ 3 วัน Bloukas (1996) พบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์บรรจุในสภาพสุญญากาศ โดยใช้ถุงบรรจุที่มีอัตราการซึมผ่านของออกซิเจนต่ำเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าไส้กรอกที่ใช้มันแข็งระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ในสูตร มีอายุการเก็บรักษา 4 สัปดาห์ และไส้กรอกที่ใช้ไขมันในระดับต่ำและผสมน้ำมันมะกอกมีอายุการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ Noomhorm *et al.* (2540) รายงานว่า ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตจากบริษัทภายในประเทศ นำมาบรรจุในสภาพสุญญากาศ โดยใช้ถุงบรรจุที่มีอัตราการซึมผ่านของออกซิเจนต่ำและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจะมีอายุการเก็บรักษานาน 6 สัปดาห์

จากการศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตจากเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานโดยบรรจุในสภาพสุญญากาศเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10±1 องศาเซลเซียส พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในสัปดาห์เริ่มต้นของไส้กรอกที่ผ่านขั้นตอนรมควัน และไม่รมควัน มีปริมาณไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งในทางสถิติ ($P<0.01$)

เมื่อเทียบกับโรงงานที่ไม่ได้มาตรฐานทั้ง 3 แหล่ง เนื่องจากแหล่งเนื้อสุกรที่ใช้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ต่างกัน เพ็ญนภา มัธยมพงศ์ และคณะ (2538) ศึกษาคุณภาพเนื้อสัตว์ที่จำหน่ายในประเทศไทย พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง มีค่าลอการิทึมของโคโลนีต่อกรัมเท่ากับ 12.11 และ 16.95 ตามลำดับ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2540) พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่อยู่บนผิวเนื้อของซากสุกรที่ผ่านการฆ่าและชำแหละจากโรงงานที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน มีปริมาณเชื้อเป็นค่าลอการิทึมของโคโลนีต่อกรัมเท่ากับ 3.37 และ 4.03 ตามลำดับ

จากผลการศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดรมควันที่ผลิตจากเนื้อสุกรโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ข และ ค พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าไส้กรอกที่ไม่รมควันที่ผลิตจากเนื้อสุกรโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ข และ ค มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดระหว่างไส้กรอกที่ผ่านขั้นตอนรมควัน และไม่รมควันของโรงฆ่าสัตว์ ข และค พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของไส้กรอกชนิดรมควันและไม่รมควันที่ผลิตจากเนื้อสุกรโรงฆ่าสัตว์ ก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อธิบายได้ว่า การรมควันมีผลทำให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตจากเนื้อสุกรโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานลดลง แต่พบว่าอายุการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากในช่วงแรกของการเก็บรักษาเชื้อจุลิทรีย์ส่วนใหญ่ที่พบในไส้กรอกที่บรรจุสุญญากาศ ไม่เป็นสาเหตุหลักในการเกิดการเน่าเสียในไส้กรอก Leistner (1994) กล่าวว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของวัตถุดิบเริ่มต้นในปริมาณสูงการใช้เทคนิคผสมผสานเพียงเล็กน้อยไม่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ Simard (1983) รายงานว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในช่วงแรกของการเก็บรักษาไส้กรอกที่บรรจุในสภาพสุญญากาศได้แก่ *Pseudomonas* sp. และ *Mecrobacterium* sp. และเมื่ออายุการเก็บรักษาไส้กรอกเป็น 49 วัน พบว่า จะมีเชื้อ *Lactobacillus* sp. เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็น 85.2-96.3 เปอร์เซ็นต์เทียบกับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เพ็ญทิพย์ เหลืองวรพันธ์ (2533) พบว่าไส้กรอกเวียนนาก่อนการบรรจุจะพบเชื้อ *Micrococcus* sp. และ *Coryneforms* sp. มากที่สุดโดยพบถึง 25 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Flavobacterium* sp. และ *Psuedomonas* sp. และเมื่อเก็บไส้กรอกไว้เป็นระยะเวลา 10 วันจะพบปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกได้แก่ *Leuconostoc* sp. 50 เปอร์เซ็นต์ และ *Lactobacillus* sp. 25 เปอร์เซ็นต์ Noomhorm *et al.* (2540) ศึกษาอายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดรมควันบรรจุในสภาพสุญญากาศโดยใช้ถุงบรรจุชนิด NPI เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำไปผ่านการฆ่าเชื้อโดยใช้รังสีในระดับต่ำที่ระดับ 0, 2 และ 4 กิโลเกรย์ (kGy) พบว่าไส้กรอกจะมีอายุการเก็บรักษามากกว่า 8 สัปดาห์ เทียบกับการใช้ถุงบรรจุ ชนิด LDPE ส่วนไส้กรอกที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการใช้รังสี จะมีอายุการเก็บรักษา 6 สัปดาห์

5.2 การทดลองที่ 2

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผ่านขั้นตอนรมควันและไม่รมควัน โดยใช้เนื้อสุกรที่ผลิตจากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐานปลอดสารตกค้างและบรรจุในสภาพสุญญากาศไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อสุกรไม่ปลอดสารตกค้างผ่านขั้นตอนการพาสเจอร์ไรส์หลังบรรจุ พบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ทั้งชนิดรมควันและไม่รมควันมีอายุการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 10±1 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Brown (1982) พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในช่วงแรกของอายุการเก็บรักษาโดยยืดระยะเวลาในช่วง Lag phase เนื่องจากจุลินทรีย์ยังไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการแปรรูปและการเก็บรักษาจึงหยุดการเจริญ หลังจากนั้นเมื่อจุลินทรีย์ปรับตัวได้แล้วจะเริ่มเจริญและเพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็ว จิระศักดิ์ วังวิวัฒน์ (2528) และ เพ็ญทิพย์ เหลืองวรพันธ์ (2533) กล่าวว่าปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ทำให้ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์บรรจุในสภาพสุญญากาศแสดงลักษณะเสีย เมื่อปริมาณจุลินทรีย์อยู่ในช่วง 10^7–10^8 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์จะมีสีซีดและเริ่มมีเมือก Korkeala *et al.* (1987) รายงานว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในไส้กรอกที่ยอมรับได้ในการบริโภค ไม่ควรมีปริมาณเกิน 10^7 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งเป็นปริมาณจุลินทรีย์ที่มีผลทำให้เกิดการเสียในไส้กรอกโดยมีผลต่อการลดความเป็นกรดด่างของไส้กรอกจึงทำให้เกิดรสเปรี้ยว Borch (1988) กล่าวว่าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกที่พบในไส้กรอกนั้นส่วนใหญ่ปนเปื้อนมาจากวัตถุดิบ วิธีการผลิต เครื่องมือ คนงาน Paradis and Stiles (1978) และ Egan (1983) และ Korkeala *et al.* (1987) พบว่าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกนี้สามารถเพิ่มปริมาณได้ทั้งในไส้กรอกที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำและสภาวะสุญญากาศได้ดีกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่น

จากการศึกษาในครั้งนี้ไม่ตรวจพบแบคทีเรียแกรมลบ และแบคทีเรียก่อโรค เนื่องจากมีการนำแหล่งวัตถุดิบมาจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานมาใช้ในการผลิต แต่อย่างไรก็ตามมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการตรวจหาเชื้อ Salmonella sp. ซึ่งเป็นเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารที่สำคัญต่อมนุษย์ นอกจากนี้ยังใช้เชื้อ *E.coli* และ Salmonella sp. เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงสุขาภิบาลของโรงงานด้วย Anic and Posisile (1976) พบว่าการต้มไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผ่านการรมควัน ที่อุณหภูมิ 68-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15-20 นาที สามารถทำลายเชื้อ *E.coli* ได้หมด Palumbo *et al.* (1979) รายงานว่า ถ้าต้มไส้กรอกที่อุณหภูมิ 71.7 องศาเซลเซียส สามารถทำให้เชื้อ Salmonella sp. ถูกทำลายได้หมด Christian *et al.* (1973) กล่าวว่าโซเดียมไนไทรตปริมาณอย่างน้อย 100-150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมสามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างสารพิษของเชื้อ *Clostridium botulinum* Kovacs and Takacs (1980) พบว่าเชื้อ Salmonella sp. ทนต่อสภาพความเป็นกรด ด่าง ค่าน้ำอิสระ ความเข้มข้นของเกลือ และไนไทรต ได้ดีกว่าแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ดังนั้นแม้จะไม่พบแบคทีเรียโคลิฟอร์มก็อาจพบเชื้อ Salmonella sp.ได้ แต่ในไส้กรอกสุกพร้อมบริโภค เช่น ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์นี้ไม่ควรพบเชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์ม และ Salmonella sp.

จากการคัดเลือกชนิดของจุลินทรีย์ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตจากเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานพบว่าจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุให้ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ซึ่งบรรจุในสภาวะสุญญากาศเน่าเสีย คือ เชื้อกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 โดยมีรูปร่างเป็นแท่ง ไม่สร้างแก๊สจากกลูโคส มีลักษณะใกล้เคียงกับแบคทีเรียกรดแลคติก ทั้งสกุล *Lactobacillus* sp. และ *Carnobacterium* sp. และเชื้อกลุ่มที่ 3 มีลักษณะรูปร่างกลม สร้างแก๊สจากกลูโคส มีลักษณะใกล้เคียงกับแบคทีเรียกรดแลคติกในสกุล *Leuconostoc* sp. และ *Weissella* sp. Balows *et al.* (1992) และ Wood and Holzapfel (1995) และAxelsson (1998) กล่าวว่าแบคทีเรียกรดแลคติก มีลักษณะดังนี้ มีโคโลนีกลมนูน สีขาวขุ่น ขอบเรียบ โค้งนูนบนอาหาร MRS ติดสีแกรมบวก ไม่สร้างสปอร์ ไม่สร้างเอนไซม์คาตาเลส ไม่รีดิวซ์ไนเตรท Morishita (1986) และ Korkeala *et al.* (1988) รายงานว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุหลักในการทำให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่บรรจุในสภาพสุญญากาศเน่าเสียได้แก่ แบคทีเรียกรดแลคติก โดยเฉพาะในกลุ่ม Homofermentative Lactobacilli และ *Leuconostoc.* sp.

จากการศึกษาค่าความเป็นกรดด่าง และค่าน้ำอิสระในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผลิตจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานพบว่าการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่างในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ทุกตัวอย่างมีแนวโน้มในทางเดียวกันโดยค่าความเป็นกรดด่างมีค่าเริ่มต้นอยู่ระหว่าง 6.61 และ 6.63 โดยจะคงที่ในช่วงแรกของอายุการเก็บรักษา หลังจารนั้นจะมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการผลิตกรดโดยเฉพาะกรดแลคติกซึ่งผลิตโดยแบคทีเรียกรดแลคติก และพบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่มีลักษณะเสียจะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มากกว่า 10^7 โคโลนีต่อกรัม ความเป็นกรดด่างจะลดลงต่ำกว่า 6.0 สอดคล้องกับการรายงานของ จิระศักดิ์ วังวิวัฒน์ (2528) เพ็ญทิพย์ เหลืองวรพันธ์ (2533) และ Korkeala *et al.* (1987)

การศึกษาค่าน้ำอิสระในไส้กรอกพบว่ามีแนวโน้มทางเดียวกันคือมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น พบว่าในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดรมควัน และไม่รมควันมีค่าน้ำอิสระแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นค่าน้ำอิสระมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 1, 2 และ 4 ของระยะเวลาการเก็บรักษา ในสัปดาห์ที่ไส้กรอกแสดงลักษณะเน่าเสียพบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ทั้งสองชนิดมีค่าน้ำอิสระลดลงสอดคล้องกับการรายงานของ ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก และคณะ (2543) กล่าวว่าค่าน้ำอิสระในไส้กรอกที่ผลิตจากเนื้อปลาบรรจุในสภาพสุญญากาศ มีค่าเริ่มต้นที่ 97.3 ค่าน้ำอิสระมีแนวโน้มลดลง และในวันที่แสดงลักษณะเน่าเสียมีค่าน้ำอิสระเท่ากับ 96.3

5.3 การทดลองที่ 3

การศึกษาปริมาณสารสกัดสมุนไพรที่สกัดได้จากสมุนไพร 6 ชนิดได้แก่ ข่า บัวบก เปลือกมังคุด ว่านหางจระเข้ ยอ และ พรุน โดยใช้น้ำกลั่น หรือ เอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สารสกัดที่ได้จากสมุนไพรแต่ละชนิดมีปริมาณ 0.3-12 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสมุนไพรสด โดยปริมาณสารสกัดที่สกัดได้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ความชื้นของสมุนไพรแต่ละชนิดเช่นในพรุนและเปลือกมังคุดมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นน้อยมากสารสกัดที่ได้จึงมีปริมาณมากว่านหางจระเข้และใบบัวบกมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงมากสารสกัดที่สกัดได้จึงมีปริมาณน้อย นอกจากนี้ระยะเวลาในการแช่สมุนไพรในตัวทำละลาย การบีบสารละลายออกจากกากสมุนไพร แหล่งที่มาของสมุนไพร ยังมีผลต่อปริมาณของสารสกัด

จากการศึกษาผลของสารสกัดสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์พบว่าว่านหางจระเข้สกัดด้วยน้ำให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* ชนิดสอดคล้องกับการรายงานของ Waller (1978) อ้างโดย Diana (2000) พบว่าสาร Lupeol ในใบว่านหางจระเข้ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ Ivan (1988) ซึ่งใช้สารสกัดส่วนของใบว่านหางจระเข้ด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ และสารสกัดด้วยน้ำ ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* โดยทดสอบในจานเพาะเชื้อ Chen *et al.* (1989) รายงานว่าสารสกัดจากผลว่านหางจระเข้มีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Streptococcus mutants* (2 serotypes) ค่า MIC เท่ากับ 62.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยใช้วิธี Agar dilution method Diana (2000) รายงานว่าว่านหางจระเข้ผลิตสารอย่างน้อย 6 ชนิดได้แก่ Lupeol, salicylic acid, urea nitrogen, cinnamonic acid, phenol และ sulphur ให้ผลในการควบคุมและยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา เชื้อยีสต์ และไวรัส โดยเฉพาะ Lupeol และ salicylic acid ให้ผลในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์

สารสกัดจากเปลือกมังคุดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ มีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Lb. curvatus* ที่ความเข้มข้น 1.0-1.4 เปอร์เซ็นต์ พบว่าผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดจากเปลือกมังคุด จะทดสอบกับเชื้อก่อโรค ดังรายงานของ Mahabusarakam *et al.* (1986) พบว่าสารแซนโทน 5 ชนิดสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อมาตรฐาน *S. aureus* ATCC 25923 และเชื้อสายพันธุ์ที่ดื้อยาเพนิซิลลิน 41 สายพันธุ์ ค่า MIC ของสารแมงโกสติน และเมทิซิลินเท่ากับ 15.6 และ 3.9 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ต่อเชื้อมาตรฐาน *S. aureus* ATCC 25923 ตามลำดับ และทดสอบกับสายพันธุ์ที่ดื้อยาเพนิซิลลิน พบว่าค่า MIC ของสารแมงโกสตินเท่ากับ 1.56-12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรจากการศึกษาของ Thompson (2001) ใช้ส่วนผสมระหว่างน้ำพรุนเข้มข้น และน้ำพรุนสดผสมลงในอาหารเลี้ยงเหลวที่ประกอบด้วยเชื้อ *S. typhimurium, Listeria monocytogenes*, *E. coli* 0157 : H7, *Yersinia enterocolitica* และ *S. aureus* โดยใช้ความเข้มข้น 0, 1.0, 2.5, 3.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ 4 ลอกการิทึมโคโลนีต่อมิลลิลิตร พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เหลือ 2.5 ลอกการิทึมโคโลนีต่อมิลลิลิตร และได้สรุป

ต่อมิลลิลิตร และได้สรุปว่าสารเคมีในพรุน เป็นสารประกอบ Phenolic เช่น hydroxycinnamates, neochlorogenic acid และ chlorogenic acid สามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชันของ Low-density lipoprotein และมีฤทธิ์ในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด

5.4 การทดลองที่ 4

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษา ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผลิตจากเนื้อสุกรที่ผลิตจากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐาน ปลอดสารตกค้างผ่านขั้นตอนรมควัน บรรจุในสภาพสุญญากาศ โดยใช้สารสกัดจากสมุนไพร พบว่าสารสกัดจากพรุนและว่านหางจระเข้ที่ผสมในไส้กรอกมีผลในการยืดอายุการเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์นานที่สุดคือ 9 สัปดาห์ รองมาได้แก่ ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชุดควบคุม ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดยอ และไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมซอร์เบท โดยมีอายุการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ ขณะที่ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดเปลือกมังคุด มีอายุการเก็บรักษา 7 สัปดาห์

จากการศึกษาค่าความเป็นกรดด่าง และค่าน้ำอิสระในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ใช้เนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานผสมกับสารสกัดจากสมุนไพรชนิดต่างๆ พบว่าความเป็นกรดด่างในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์มีความสัมพันธ์กับปริมาณจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น โดยไส้กรอกที่ผสมเปลือกมังคุดมีความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 6.0 ในสัปดาห์ที่ 7 ของอายุการเก็บรักษา ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผสมสารสกัดว่านหางจระเข้ และไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ผสมสารสกัดพรุนมีความเป็นกรดด่างลดลงเป็น 5.96 และ 5.98 ในสัปดาห์ที่ 9 ของอายุการเก็บรักษา ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชุดควบคุม ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดยอ และไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมซอร์เบทมีความเป็นกรดด่างลดลงเป็น 6.04, 6.18 และ 6.02 ในสัปดาห์ที่ 8 ของอายุการเก็บรักษา ค่าน้ำอิสระในสัปดาห์เริ่มต้นของระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่าค่าน้ำอิสระในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชุดควบคุมซึ่งมีค่าเท่ากับ 97.3 กับไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมซอร์เบทมีค่าเท่ากับ 97.2 และไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดยอมีค่าเท่ากับ 97.2 พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชุดควบคุมมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดเปลือกมังคุดมีค่าเท่ากับ 96.6 ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดว่านหางจระเข้มีค่าเท่ากับ 96.7 และไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ผสมสารสกัดพรุนค่าเท่ากับ 96.6

พบว่าว่านหางจระเข้สามารถปลูกได้ในประเทศ และมีราคาถูกกว่าพรุนมาก ว่านหางจระเข้จึงเป็นทางเลือกเพื่อใช้ในการเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากมีการศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารของสมุนไพรต่างๆ น้อยมากจึงแนะนำให้มีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

บรรณานุกรม

กิตติ ลิ่มสกุล, บุญมี สัญญสุจจารี และนิทรา กิตติสมุทร์. 2540. **การศึกษาความต้องการเนื้อสุกรชำแหละของประเทศไทย ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และสิงคโปร์.** กรุงเทพฯ : สำนักบริการวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จริยา สินเดิมสุข และสมเกียรติ ดีกิจเสริมพงศ์. 2532. “ฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกมังคุดต่อกลุ่มแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคท้องร่วงและกลุ่มแบคทีเรียประจำถิ่นในลำไส้.” **วารสารกรมการแพทย์.** 14(6) : 421-426.

จิระศักดิ์ วังวิวัฒน์. 2528. “ผลของโปรตีนเกษตรและวัตถุกันเสียต่อคุณภาพในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540. **การจัดการโรงฆ่า.** กรุงเทพฯ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, คมแข พิลาสมบัติ และประภาพร ขอไพบูลย์. 2540. “การลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านกระบวนการฆ่ามาตรฐาน และไม่มาตรฐาน โดยใช้สารละลายกรดแลคติก และคลอรีน.” รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35. สาขาสัตวบาล. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์.** กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

นภดล เลือดนักรบ. 2542. “ ผลของสารสกัดบัวบก (*Centella asiatica* (L.) Urban. ในการลดความดันเลือดของหนูขาวที่ทำให้เกิดภาวะความดันเลือดสูง.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นันทพร นิลวิเศษ, นันทวัน บุณยะประภัศร, พร้อมจิต ศรลัมภ์, วงศ์สถิตย์ ฉั่วกุล, วันทนา งามวัฒน์, และทิศนา แขมณี. 2533. สมุนไพร. **สารานุกรมไทยฉบับเยาวชน.** เล่มที่ 14 .

นิจศิริ เรืองรังษี และพยอม ตันติวัฒน์. 2534. **พืชสมุนไพร.** กรุงเทพฯ : โอ เอส พรินติ้งเฮาส์.

ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก, นงนุช รักสกุลไทย และวันชัย วรวัฒนเมธีกุล. 2543. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลา และอายุการเก็บรักษา.” **อาหาร.** 30(4) : 261-274.

พรทิพย์ ชมภูมิ่ง. 2536. “การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรเครื่องเทศควบคุม *Aspergillus flavus* Link. และสารพิษอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพดภายใต้สภาพในโรงเก็บ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล.

พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2534. คู่มือการใช้**สมุนไพร.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : เมดิคัลมีเดีย.

พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2537. **สมุนไพรก้าวใหม่.** กรุงเทพฯ : ที พี พรินท์.

เพ็ญนภา มัธยมพงศ์, ธวัชชัย วิจิตรจันทร์ และเชวลิต จินดาวงศ์. 2538. การศึกษาคุณภาพเนื้อสัตว์ที่จำหน่ายในตลาดสดในประเทศไทย. หน้า 376-381. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 33 สาขาสัตวแพทย์ศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพ็ญทิพย์ เหลืองวรพันธ์. 2533. “อิทธิพลของสภาพการบรรจุที่มีต่อชนิดของจุลินทรีย์ และการสร้างเอนไซม์เทอร์โมนิวคลีเอสของสแตปฟิโลคอคคัสในไส้กรอกเวียนนา.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มงคล โมกขะสมิต, กมล สวัสดีมงคล และประยุทธ สาตราวาหะ. 2513. “การศึกษาพิษของสมุนไพรไทย.” **วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.** 12(2-4) : 36-66.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์.** กรุงเทพฯ : สหมิตรออฟเซต.

วันดี กฤษณพันธ์. 2536. “การแยก และการพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารสำคัญจากสมุนไพร.” หน้า 99-109. ใน **ยา และผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ เล่ม 1.** กรุงเทพฯ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2529. **วัตถุเจือปนในอาหาร เล่ม 1**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2517. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 20 เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร.** กรุงเทพฯ : กระทรวงสาธารณสุข.

เสถียร วิชัยลักษณ์ และคณะ. 2522. **พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 พร้อมด้วยประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 18 เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์นิติเวช.

สุมาลี นันทวุฒิกุล. 2543. “การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ของสารสกัดพืชสมุนไพร.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรพล อุปดิสสกุล. 2521. **สถิติการวางแผนการทดลองขั้นต้น**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรีย์ลักษณ์ ลิ้มศรีมณี และโสภิตา ศิริรัตน์. 2525. “ฤทธิ์ต้านเชื้อราของสมุนไพรไทยบางชนิด.” โครงการพิเศษ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

เสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร, เมตตา องค์สกุล, ลัดดา นิลรัตน์, ประสิทธิ์ ธราวิจิตรกุล, ศิริพรรณ บุญชู, ธวัชชัย เชื้อประไพศิลป์ และพิเชษฐ์ วิริยะจิตรา. 2537. “ฤทธิ์ของสารสกัดจากเปลือกมังคุดต่อ *Staphylococcus aureus* ที่ดื้อยา methicillin (MRSA) และ *Enterococcus* species.” **Songklanakarin J. Sci. Technol.** 16(4) : 399-405.

อมร เหล็กกล้า. 2539. “การยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Entamoeba histoytica* ภายหลังได้รับสารสกัดจากใบฝรั่ง เปลือกผลมังคุด และเปลือกผลทับทิม.” วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล.

อ้อมบุญ ล้วนรัตน์. 2536. **การสกัดและตรวจสอบสารสำคัญและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ** กรุงเทพฯ : ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

อาภรณ์ คงสวี. 2525. “การศึกษาปริมาณและชนิดของบักเตรีในไส้กรอกเวียนนาและโบลอคน่า.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อารีรัตน์ ลออปักษา, สุรัตนา อำนวยผล และวิเชียร จงบุญประเสริฐ. 2531. “การศึกษาสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการติดเชื้อของระบบทางเดินหายใจ.” **ไทยเภสัชสาร** 13(1) : 23-36.

AloeVera-USA. “Properties of Aloe Barbadensis Miller Constituents.” [Online]. Availble : http://www.aloevera-usa.com/. 1999.

Anic, N. and Posisil, A. 1976. “Studies on the significance of *Escherichia coli* and *Proteus* spp. In heat processed sausages.” **Food Sci. and Tech**. Abst. 8(11) : 231.

Axelsson, L. 1998. “Lactic acid bacteria : classification and physiology.” 1-72. in Lalminen, L. and Wright, A.V. (eds.) **Lactic Acid Bacteria : Microbiology and Function Aspects**. New York : Marcel Dekker.

Balows, A., Truper, H.G., Dworkin, M., Harder, W. and Schleifer, K.H. 1992. **The Prokaryotes.** Vol. 2. 2nd ed. New York : Springer-Verlag.

Beuchat, L.R. 1981a. “Synergistic effects of potassium sorbate and sodium benzoate on the inactivation of yeasts.” **J. Food Sci**. 46 : 771-777.

Beuchat, L.R. 1981b. “Microbial stability as affected by water activity.” **Cereal Foods World**. 26(3) : 345-349.

Blickstad, E. and Molin, G. 1983. “The microbial flora of smoked pork loin and frankfurter sausage stored in different gas atmospheres at 4 °C.” **J. Appl. Bacteriol**. 54 : 45-56.

Bloukas, J.G. and Paneras, E.D. 1993. “Substituting olive oil for pork backfat affects quality of low-fat frankfurters.” **J. Food Sci**. 58 (4) : 705-709.

Bloukas, J.G., Paneras, E.D. and Fournitzis, G.C. 1996. “Sodium lactate and protective culture effects on quality characteristics and shelf-life of low-fat frankfurters produced with olive oil.” **Meat Sci**. 45 (2) : 223-238.

Borch, E., Nerbrink, E. and Svensson, P. 1988. “Identification of major contamination sources during processing of emulsion sausage.” **Int. J. Food Microbiol**.. 7 : 317-330.

Branen, A.L., Davidson, P.M. and Salminen, S. 1990. "Antimicrobial agents." **Food Additive.** New York : Marcel Dekker.

Brown, C.L., Hedric, H.B. and Bailey, M.E. 1974. "Characteristics of cured ham as influenced by levels of sodium nitrite and sodium ascorbate." **J. Food. Sci**. 39 : 977-979.

Brown, M.H. and Parker A.L.B . 1982. "The Microbiological Examination of meat." 423-529. **Meat Microbiology**. London : Applied Science.

Brown, M.H. and Booth, I.R. 1991. "Acidulants and low pH." 22-43. in Russell, N.J. and Gould, G.W. **Food Preservatives**. Glasgow : Blackie and Son.

Buchanan, R.L. 1986. "Processed meats as a microbial environment." **Food Technol**. 40 : 134-139.

California Dried Plam Board. 2000. **What is a Dried Plam**. [Online]. Availble : http://www.CaliforniaDriedPlam.org/consumer/pgs_whatis.asp.

Christian, L.N., Johnston, R.W., Kautter, D.A., Howard, J.W. and Aunan, W.J. 1973 . "Effect of nitrite and nitrate on toxin production by *Clostridium botulinum* and on nitrosamine formation in perishable canned comminuted cure meat." **Appl. Microbiol**. 25 : 357-360.

Chen, C.P., Lin, C.C. and Namba, T. 1989. "Screening of taiwanese crude drugs for antibacterial activity against *Streptococcus mutans*." **J. Ethnopharm**. 27 : 285-295.

Defigueiredo, M.P. and Spittstoesser, D.F. 1976. **Food Microbiology Public health and spoilage sapects.** Westport Connecticut : AVI.

Deshpande. 1995. "Food acidulants." in Maga, J.A. and Tu, A.T. **Food additives toxicology**. New York : Marcel Dekker.

Diana, D. 2000. **The History of Aloe Vera**. [Online]. Availble : http://www.websettler.com/DianaDeone/why.html

Eklund, T. 1980. "Inhibition of growth and uptake processes in bacteria by some chemical food preservation." **J. Appl. Bacteriol**. 48 : 423-432.

Farber, J.M., Malcolm, S.A., Weiss, K.F. and Johnston, M.A. 1988. "Microbiological quality of fresh and frozen breakfast type sausages sold in canada." **J. Food Prot**. 51(5) : 397-401.

Fleet, G.H. 1978. "Yeast as food spoilage agents." **Food Technol. Aust**. 30 : 420-423.

Fox, J.B. and Ackerman, S.A. 1968. "Formation of nitric oxide myoglobin : Mechanisms of the reaction with various reductants." **J. Food Sci**. 33 : 364-367.

Frazier,W.C. and Westhoff, D.C. 1981. **Food Microbiology**. 3rd ed. New York : Mc Graw-Hill.

Frazier,W.C. and Westhoff, D.C. 1988. **Food Microbiology**. 5th ed. New York : Mc Graw-Hill.

Franz, C.M.A.P. and von Holy, A. 1996. "Thermotolerance of meat spoilage lactic acid bacteria and their inactivation in vacuum-packaged vienna sausages." **Int. J. Food Microbiol.** 29 : 59-73.

Fulton, JE.Jr. "The stimulation of ppostdermabrasion wound healing with stablized aloe vera gel-polyethylene oxide dressing." [Online]. Availble : http://www.ncbi.nlm.nih.gov/htbin-post/Entrez/puery?db=m&form=6&Dopt=r&uid=2341661. 1990.

Gillespie, E.L. 1960. **The Science of Meat and Meat Product**. San Francisco : W.H. Freeman and Co.

Gerrard, F. 1969. **Sausage and Small Goods Production**. London : Leonard Hil Books

Girard, J.P. 1992. Smoking. **Technology of Meat and Meat products.** West sussex : Ellis Horwood.

Hamm, R. 1960. "Biochemistry of meat hydration." **Adv. Food. Res.** 10 : 355-463.

Henrickson, R.L. 1978. **Meat, Poultry and Seafood Technology.** New Jersey : Prentice-Hall.

Ivan, A.R. 1988. Medicinal plants of the world. New jersey : Humana.

Jiménez Colmenero, F., Carballo, J., Fernández, P., Cofrades, S. and Cortés, E. 1997. "Retail chilled display storage of high- and reduced-fat sliced bologna." **J. Food Prot**. 60 (9) : 1099-1104.

Korkeala, H. and Lindroth, S. 1987. "Differences in microbial growth in the surface layer and at the centre of vacuum-packed cooked ring sausages." **Int. J. Food Microbiol.** 4 : 105-110.

Korkeala, H., Lindroth, S., Ahvenainen, R. and Alanko, T. 1987. " Interrelationship between different parameters in the spoilage of vacuum-packed cooked ring sausages." **Int. J. Food Microbiol**. 5 : 311-321.

Korkeala, H., Suortti, T., and Mäkelä, P. 1988. "Ropy slime formation in vacuum-packed cooked meat products caused by homofermentative lactobacilli and a *Leuconostoc* species." **Int. J. Food Microbiol**. 7 : 339-347.

Korkeala, H. and Mäkelä, P. 1989. "Characterization of lactic acid bacteria from vacuum-packed cooked ring sausages." **Int. J. Food Microbiol.** 9 : 33-43.

Korkeala, H., Alanko, T., Mäkelä, P. and Lindroth, S. 1989. " Shelf-life of vacuum-packed cooked ring sausages at different chill temperatures." **Int. J. Food Microbiol.** 9 : 237-247.

Kovacs, S. and Takacs, J. 1980. "Occurrence of coliform baceria and *Salmonella* in dried, salted and smoked sausage." **Food Sci. & Tech.** Abst. 12(4) : 508

Kramlich, W.E., Pearson, A.M. and Tauber, F.W. 1973. **Processed Meats.** Westport Connecticut : The AVI .

Kramlich, W.E. 1975. **The Science of Meat and Meat products**. San Francisco : W.H. Freeman and Co.

Kuo, W.L. and Shu, N.L. 2001. "Effect of sodium lactate and trisodium phosphate on the physicochemical properties and shelf life of low-fat Chinese-style sausage." **Meat Sci.** 60 : 147-154.

Leistner, L. 1994. **Food design by hurdle technology and HACCP**. Kulmbach : Adalbert-RAPS Foundation

Lin, G.C., Mittal, G.S. and Barbut, S. 1991. "Optimisation of tumbling and KCL substitution in low sodium restructured hams." **J. Muscle Foods.** 2 : 71-91.

Lück, E. 1976. "Sorbic acid as a food preservative." **Int. Flavours and Food Additive.** 7 : 122-124

Lueck, E. 1980. **Antimicrobial Food Additives**. New York : Springer-Verlag.

Maca J.V. Miner R.K., Maca J.D., and Acuff B.R. 1997. "Microbiological, Sensory and Chemical Characteristics of vacuum-packed Cooked Beef Top Rounds Treated with Sodium Lactate and Sodium Propionate." **J. Food Sci**. 62(3) : 586 592.

Mahabusarakam, W., Wiriyachitra, P. and Phongpaichit, S. 1986. "Antimicrobial activities of chemical constituents from *Garcinia mangostana* Linn." **J. Sci Soc. Thailand.** 12 : 239-242.

Maturin, L.J. and J.T. Peeler. 1998. "Aerobic plate count." Food and Drug Administration, Bacteriological Analytical Manual. 8th ed. MD : AOAC international.

Morishita, Y. and Shiromizu, K. 1986. "Characterization of lactobacilli isolated from meats and meat products." **Int. J. Food Microbiol.** 3 : 19-29.

Noomhorm, A., Maneesin, P., Wongsawasdi, P. and Ingles, M.E.A. 2540. "Impact of low-dose radiation on the quality meat productsand film properties." **วารสารวิทยาศาสตร์ ม.ก.** 15(2-3) : 1-13.

Palumbo, S.A., Kissinger, J.C., Miller, A.J., Smith, J.L. and Zaika, L.L. 1979. "Microbiology and composition of snack sausage." **J. Food Prot**. 42 : 211-213.

Paradis, D.C. and Stiles, M.E. 1978. "A study of microbial quality of vacuum packed slice bologna." **J. Food Prot**. 41 : 811-815.

Phebus, R.K., Draughon, F.A. and Mount, J.R. 1991. "Survival of *Campylobacter jejuni* in modified atmosphere packaged turkey roll." **J. Food Prot**. 54 : 194-199.

Price, J.F. and Schweigert, B.S, editor. 1971. **The Science of Meat and Meat products**. 2nd. San Francisco : W.H. Freeman.

Robert, T.A. and F.A. Skinner. 1983. **Food Microbiology : Advances and Prospects**. London : Academic Press.

Romand, J.R., Willium, J.C., Carlgon, C.W., Greaser, M.L. and Jones, K.W. 1994. **The meat we eat**. 13th ed. Illinois : Interstate Publisher.

Saffle, R.L. and Galbreath, J.W. 1964. "Quantitative determination of salt soluble proteins in various types of meat." **Food Technol**. 18 : 119-120.

SAS. Institute Inc. 1985. SAS Introductory guide for personal computer version 6 ed. Cary, North Calorina.

Sasitorn, K., Thongra-are, P., Bhodhikosoom, C., Kosol, S., Thampipattanakul, G. and Bangtrakulnonph, A. 1993. "Microbial ecology of pork in Bankok." 11th International symposium. WAVFH, 24-29 October 1993.

Schmidt, G.R., Mawson, R.F. and Siegel, D.G. 1981. "Functionality of a protein matrix in comminuted meat products." **Food Technol**. 35(5) : 235-237.

Seward, R.A., Deibel, R.H. and Lindsay, R.C. 1982. "Effects of potassium sorbate and other antibotulinal agents on germination and out growth of *Clostridium botulinum* type E spores in microculture." **Appl. Environ. Microbiol**. 44 : 1212.

Shah, A.H., Qureshi, S., Tariq, M. and Agcel, A.M. 1989. "Toxicity studies on six plants used in the traditional Arab system of medicine." **Phytotherapy Res**. 3 (1) : 25-29.

Simard, R.E., Lee, B.H., Laleye, C.L. and Holley, R.A. 1983. "Effect of temperature, light and storage time on the microflora of vacuum or nitrogen-packed frankfurters." **J. Food Prot.** 46(3) : 199-205.

Sofos, J.N. and Busta, F.F. 1981. "Antimicrobial activity of sorbate." **J. Food Prot.** 44 : 614-620.

Sofos, J.N., and Busta, F.F. 1983. **Sorbates : In Antimicrobials in Foods.** New York : Marcel Dekker .

Statham, J.A., 1984. "Modified atmosphere storage of fisheries products : The state of the art." **Food Technol. In Australia** 36(5) : 233-239.

Stefania, Q. and Loredana, V. 2002. "Antimicrobial food packaging in meat industry." **Meat Sci.** 62 : 373-380.

Sundarrao, D., Burrows, I. and Kuduk, M. 1993. " Preliminary screening of antibacterial and antitumor activities of Papua New Guinean native medicinal plants." **Int. J. Pharmacogn.** 31 : 3-6.

Sunsweet. 2003. **About Sunsweet.** [Online]. Availble : http://www.sunsweet.com/sunsweetthisotry.cfm.

Tanasupawat, S. and Daengsubha, W. 1983. "*Pediococcus* species and related bacteria found in fermented foods and related materials in Thailand." **J. Gen.Appl.Microbiol.** 29 : 487-506.

Terrell, R.N. 1983. "Reducing the sodium content of processed meats." **Food Technol.** 37(7) : 66-71.

The committee on text books of the American Meat Institute. 1953. Sausage and ready-to-serve meats. Illinois : Institute of meat packing, The University of Chicago.

Thompson, L.K., Fung, D.Y.C. and Crozier-Dodson, B.A. 2001. "Effect of dried prunes on suppression of growth of foodborne pathogens in liquid media." [Online]. Available : http://www.amekor.com//care_tips.asp

USDA. 1978. "Substances used in preparation of bacon." **Fed. Register.** 43 : 21007.

Valerie, T., Michale, E.S., Philip, B.M., Herbert, A.K. and Ruth, B. 1998. "Yeasts, molds and mycotoxins." Food and Drug Administration, Bacteriological Analytical Manual. 8th ed. MD : AOAC international.

Warriss, P.D., Kestin, S.C., Rolph, T.P. and Brown, S.N. 1990. "The effect of the beta adrinergic ahonist sulbutamol on meat quality in pig." **J. Animal Sci.** 68 : 128-136.

Walters, C.L. and Taylor, A.M. 1964. "Nitrite metabolism by muscle in vitro." **Biochim Biophys. Acta.** 86 : 448-452.

Wood, B.J.B. and Holzapfel, W.H., editor. 1995. **The genera of lactic acid bacteria**. Volume 2. Suffolk : St Edmundsbury press.

Younos, C., Rolland, A. and Fleurentin, J. 1990. " Analgesic and behavioural effects of *Morinda citrifolia*." **Plant Med**. 56(5) : 430-434.

ภาคผนวก ก.

วิธีการตรวจสอบทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ และการสกัดสารจากสมุนไพร

1. ตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

1.1. การเตรียมตัวอย่างไส้กรอก

1.1.1 ทำความสะอาดบรรจุภัณฑ์ ด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์

1.1.2 ตัดบรรจุภัณฑ์ ด้วยกรรไกรที่ผ่านการฆ่าเชื้อ แล้วตัดไส้กรอกออกเป็นชิ้นเล็กโดยทำในตู้ปลอดเชื้อ

1.1.3 นำไส้กรอกที่ตัดเป็นชิ้นแล้วประมาณ 20 กรัม ใส่ลงถุงพลาสติกฆ่าเชื้อที่มีสารละลายเปปโตน ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ บรรจุอยู่ปริมาตร 180 มิลลิลิตร บดส่วนผสมให้ละเอียดโดยเครื่องตีผสมอาหาร (Stomacher) อาหารนาน 2 นาที

1.1.4 ทำการเจือจางตัวอย่าง โดยใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรดูดในฟราส์กที่มีสารละลายเปปโตน ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์และไส้กรอก ถ่ายลงในหลอดสารละลายเปปโตน ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันจะได้ตัวอย่างที่มีระดับความเจือจางเป็น 1:100 ทำเช่นเดียวกันจนได้ตัวอย่างที่มีความเจือจางเป็น 1:1,000, 1:10,000, 1:100,000 , 1:1,000,000 และ 1:10,000,000 คัดเลือกตัวอย่างที่เจือจางที่เหมาะสมเพื่อมาใช้ในการทดลองหัวข้อต่อไป

1.2 การตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

1.2.1 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่เจือจางเหมาะสม จากหัวข้อ 1.1.4 จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

1.2.2 เทอาหาร Trypicase Soy Agar (ภาคผนวก ข. ข้อ 1.7) ที่หลอมเหลว อุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ปริมาตร 15 มิลลิลิตร

1.2.3 หมุนจานเพาะเชื้อเพื่อให้อาหารกระจายตัว รวมกับเชื้อ โดยหมุนวนเป็นลักษณะคล้ายเลข 8 วนประมาณ 5 รอบ ทิ้งให้เย็นจนอาหารแข็งตัว คว่ำจานเพาะเชื้อแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48±2 ชั่วโมง

1.2.4 นับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยคัดเลือกจากจานเพาะเชื้อที่มีโคโลนีประมาณ 25 – 250 โคโลนี นับค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวอย่างทั้ง 3 ซ้ำ เพื่อนำมาคิดหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่อกรัมของตัวอย่าง(โคโลนีต่อกรัม) จากสูตร (Maturin and Peeler. 1998)

$$CFU\ /g = \frac{\Sigma_c}{\left\{\left(1 \cdot n1\right)\left(0.1 \cdot n2\right)\right\} \cdot \left(d\right)}$$

ΣC = ปริมาณรวมของโคโลนีที่นับได้ทั้งหมดทุกจานเพาะเชื้อ
n1 = จำนวนจานเพาะเชื้อ ที่นับจำนวนของความเจือจางแรก
n2 = จำนวนจานเพาะเชื้อ ที่นับจำนวนของความเจือจางที่สอง
d = ความเจือจางแรกที่นับจำนวนเชื้อ

1.2.5 เก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์โดยการสุ่มจากจานเพาะเชื้อที่มีโคโลนีประมาณ 25-250 โคโลนี เพื่อนำมาศึกษาทางสัณฐานวิทยา

1.3 การตรวจนับปริมาณยีสต์ (Valerie *et al.* 1998)

1.3.1 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่เจือจางเหมาะสม จากหัวข้อ 1.1.4 จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

1.3.2 เทอาหาร Potato Dextrose Agar (ภาคผนวก ข. ข้อ 1.6) ที่หลอมเหลว อุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ปริมาตร 15 มิลลิลิตร

1.3.3 หมุนจานเพาะเชื้อเพื่อให้อาหารกระจายตัว รวมกับเชื้อ โดยหมุนวนเป็นลักษณะคล้ายเลข 8 วนประมาณ 5 รอบ ทิ้งให้เย็นจนอาหารแข็งตัว นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

1.3.4 นับปริมาณยีสต์ทั้งหมด โดยคัดเลือกจากจานเพาะเชื้อที่มีโคโลนีประมาณ 25 – 250 โคโลนี นับค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวอย่างทั้ง 3 ซ้ำ เพื่อนำมาคิดหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่อกรัมของตัวอย่าง(โคโลนีต่อกรัม)

1.4 การตรวจนับปริมาณแบคทีเรียแกรมลบกลุ่ม Enterobacteriaceae

1.4.1 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่เจือจางเหมาะสม จากหัวข้อ 1.1.4 จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

1.4.2 เทอาหาร MacCONKEY Agar (ภาคผนวก ข. ข้อ 1.4) ที่หลอมเหลว อุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ปริมาตร 15 มิลลิลิตร

1.4.3 หมุนจานเพาะเชื้อเพื่อให้อาหารกระจายตัว รวมกับเชื้อ โดยหมุนวนเป็นลักษณะคล้ายเลข 8 วนประมาณ 5 รอบ ทิ้งให้เย็นจนอาหารแข็งตัว คว่ำจานเพาะเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

1.4.5 นับปริมาณแบคทีเรียแกรมลบกลุ่ม Enterobacteriaceae โดยคัดเลือกจากจานเพาะเชื้อที่มีโคโลนีประมาณ 25 – 250 โคโลนี นับค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวอย่างทั้ง 3 ซ้ำ เพื่อนำมาคิดหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่อกรัมของตัวอย่าง (โคโลนีต่อกรัม)

1.5 การตรวจนับปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติก (Phebus *et al.* 1991)

1.5.1 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่เจือจางเหมาะสม จากหัวข้อ 1.1.4 จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

1.5.2 เทอาหาร Lactobacillus MRS Agar (ภาคผนวก ข. ข้อ 1.1) ที่หลอมเหลว อุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ปริมาตร 15 มิลลิลิตร

1.5.3 หมุนจานเพาะเชื้อเพื่อให้อาหารกระจายตัว รวมกับเชื้อ โดยหมุนวนเป็นลักษณะคล้ายเลข 8 วนประมาณ 5 รอบ ทิ้งให้เย็นจนอาหารแข็งตัว คว่ำจานเพาะเชื้อแล้วนำไปบ่มในโถแอนแอโรบิคที่อุณหภูมิ ประมาณ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48-72 ชั่วโมง

1.5.4 นับปริมาณแบคทีเรียกลุ่มที่ผลิตกรดแลคติกทั้งหมด โดยคัดเลือกจากจานเพาะเชื้อที่มีโคโลนีประมาณ 25 – 250 โคโลนี นับค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวอย่างทั้ง 3 ซ้ำ เพื่อนำมาคิดหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่อกรัมของตัวอย่าง (โคโลนีต่อกรัม)

1.5.5 เก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์โดยการสุ่มจากจานเพาะเชื้อที่มีโคโลนีประมาณ 25-250 โคโลนี เพื่อนำมาศึกษาทางสัณฐานวิทยา

2. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของเชื้อแบคทีเรียของกรดแลคติก

2.1 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา และชีวเคมี (Tanasupawat and Daengsubha. 1983)

นำเชื้อที่ได้จากการคัดเลือกที่ได้จากหัวข้อ 1.5.5 ถ่ายลงในอาหารเหลว และอาหารแข็ง MRS บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 วัน ทำการตรวจสอบ และบันทึกลักษณะรูปร่าง ขนาด และการเรียงตัวของเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ การย้อมติดสีแกรม (ภาคผนวก ข. ข้อ 2.1) และลักษณะของโคโลนีบนอาหารแข็ง

2.1.1 การย้อมสีแกรม

นำสไลด์ที่เสมียร์เชื้อ ทำให้แห้ง และลนไฟ ย้อมด้วยสารละลาย Crystal violet นาน 1 นาที ล้างสีออกด้วยน้ำแล้วหยดสารละลาย Lygol’s solution ลงไป ปล่อยไว้นาน 1 นาที ล้างด้วยน้ำแล้วซับน้ำออก Decolorize ด้วย ethyl alcohol 95 เปอร์เซ็นต์ ซับให้แห้งแล้วย้อมทับด้วยสารละลาย counterstain solution นาน 1 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำ และทำให้แห้ง นำไปตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้าติดสีของ Crystal violet แสดงว่าเป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก ถ้าติดสีของ safranin แสดงว่าเป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ

2.2 การศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยา และชีวเคมี (Tanasupawat and Daengsubha. 1983)

2.2.1 ทดสอบการสร้างเอนไซม์คาตาเลส

ทำการ streak เชื้อลงบนอาหารแข็ง MRS นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วันแล้วทดสอบการสร้างเอนไซม์คาตาเลสด้วยการหยดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ (ภาคผนวก ข. ข้อ 2.2) ลงบนโคโลนีของเชื้อ ถ้ามีฟองแก๊สเกิดขึ้นแสดงว่าเชื้อสามารถสร้างเอนไซม์คาตาเลสได้

2.2.2 ทดสอบการสร้างแก๊สจากกลูโคส

เลี้ยงเชื้อในหลอดที่มีอาหาร MRS ใช้วุ้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ (ภาคผนวก ข. ข้อ 1.) เทพาราฟินเหลวที่ผ่านการฆ่าเชื้อปิดทับแล้วบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน ถ้าเกิดฟองอากาศในเนื้อวุ้น ให้บันทึกผลเป็นบวก แสดงว่าเป็นแบคทีเรียแลคติกชนิดเฮทเทอโรเฟอร์เมนเทที่ฟ (Heterofermentative) ถ้าไม่มีฟองอากาศให้บันทึกผลเป็นลบ แสดงว่าเป็นแบคทีเรียแลคติกชนิด โฮโมเฟอร์เมนเททีฟ (Homofermentative)

2.2.3 ทดสอบการรีดิวซ์ไนเทรต

เลี้ยงเชื้อในอาหารเหลวไนเทรต (ภาคผนวก ข. ข้อ 1.4) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ดูดสารละลายเชื้อใส่หลอดทดลองปริมาณ 1 มิลลิลิตร แล้วหยดสารละลาย Nitrate test solution (ภาคผนวก ข. ข้อ 2.3) โดยหยดสารละลาย A จำนวน 3 หยด และสารละลาย B จำนวน 2 หยด เขย่าให้เข้ากันแล้วสังเกตผล ถ้ามีการรีดิวซ์ไนเทรตสารละลายจะเป็นสีแดง แสดงว่าไนเทรตถูกรีดิวซ์ แต่ถ้าไม่เกิดผลดังกล่าว ทดสอบยืนยันโดยใส่ผงสังกะสี ซึ่งสามารถรีดิวซ์ไนเทรตไปเป็นไนไทรต เกิดเป็นสีแดงผลการทดสอบการรีดิวซ์ไนเทรตนั้นเป็นผลลบจริง

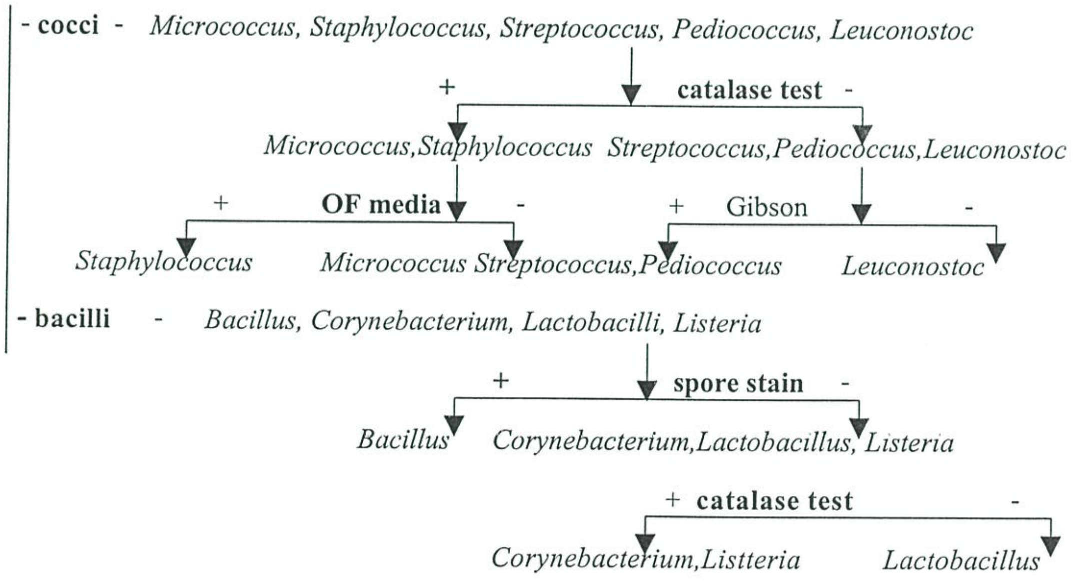
2.2.4 ทดสอบการเจริญที่อุณหภูมิ 15 และ 45 องศาเซลเซียส

ตรวจสอบการเจริญของเชื้อในอาหารเหลว MRS โดยบ่มที่อุณหภูมิ 15 และ 45 องศาเซลเซียส ใน water bath เป็นเวลา 2 วัน ตรวจสอบผลการเจริญจากความขุ่นของเชื้อ

2.2.5 ทดสอบการสร้างกรดแลคติก (Phebus *et al*.. 1991)

ทำการ poured plate เชื้อลงบนอาหารแข็ง MRS จากนั้นเทอาหาร MRS ที่หลอมเหลวทับอีกครั้ง เพื่อให้เป็นสภาพไม่มีอากาศ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ถ้าเกิดเป็นโซนในรอบโคโลนี แสดงว่าเชื้อสามารถผลิตกรดแลคติกได้ (ภาคผนวก ข. ข้อ 1.3)

กรณีได้ gram +


- cocci - Micrococcus, Staphylococcus, Streptococcus, Pediococcus, Leuconostoc
+
catalase test
-
Micrococcus,Staphylococcus
Streptococcus,Pediococcus,Leuconostoc
+
OF media
-
+
Gibson
-
Staphylococcus
Micrococcus
Streptococcus,Pediococcus
Leuconostoc
- bacilli - Bacillus, Corynebacterium, Lactobacilli, Listeria
+
spore stain
-
Bacillus
Corynebacterium,Lactobacillus, Listeria
+
catalase test
-
Corynebacterium,Listteria
Lactobacillus

3. การวัดค่าความเป็นกรดด่าง ในไส้กรอก

นำไส้กรอกที่ได้จากแต่ละตัวอย่างโดยใช้ตัวอย่างละ 5 กรัม เจือจางด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 45 มิลลิลิตรใส่ลงถุงพลาสติกฆ่าเชื้อ บดส่วนผสมให้ละเอียดโดยเครื่องผสม นาน 2 นาที วัดค่าความเป็นกรดด่าง ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรดด่าง

4. การวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ ในไส้กรอก

ทำการตั้งสภาวะของเครื่อง โดยให้อุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไส้กรอกที่ได้จากตัวอย่างเพื่อนำมาใส่ในภาชนะที่จะทำการวัดโดยใส่ตัวอย่างไส้กรอกให้ได้ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของภาชนะที่จะทำการวัด จากนั้นเครื่องจะทำการวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ และแสดงค่าที่ได้ออกมาทางจอภาพแสดงผล ใช้ตัวอย่างละ 3 ซ้ำในการวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ

5. การทดสอบความผิดปกติ กลิ่น และรสชาติไส้กรอกในการเก็บรักษา

ใช้วิธีการประเมินแบบ Ranking ใช้ตัวเลขสุ่ม 3 หลัก นำไส้กรอกทดลองที่บรรจุถุงมาต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 2 นาที และตัดเป็นชิ้นขนาดประมาณ 2.5 เซนติเมตร

5.1 ใช้ผู้ทดสอบ 20 คนในการทดสอบลักษณะภายนอก และกลิ่นโดยใช้ระดับคะแนน 1 ถึง 5 ในการให้คะแนน การให้คะแนนลักษณะภายนอกและกลิ่น จะกำหนดว่า

ระดับคะแนน 1 คือไส้กรอกมีกลิ่น สี และลักษณะปกติยอมรับได้มากที่สุด
ระดับคะแนน 2 คือไส้กรอกมีกลิ่น สี และลักษณะปกติยอมรับได้
ระดับคะแนน 3 คือไส้กรอกมีกลิ่น สี และลักษณะผิดไประดับที่ยอมรับได้
ระดับคะแนน 4 คือไส้กรอกมีกลิ่น สี และลักษณะผิดไปมากจนยอมรับไม่ได้
ระดับคะแนน 5 คือไส้กรอกมีกลิ่น สี และลักษณะที่ผิดไปมากที่สุดรับไม่ได้

5.2 ใช้ผู้ทดสอบ 20 คนในการทดสอบรสชาติ กำหนดว่า

ระดับคะแนน 1 มีรสชาติที่ปกติ ชอบมากที่สุด
ระดับคะแนน 2 มีรสชาติที่ปกติ ชอบรองลงมา
ระดับคะแนน 3 มีรสชาติผิดไปยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้
ระดับคะแนน 4 คือไส้กรอกมีรสชาติผิดไปมากจนยอมรับไม่ได้
ระดับคะแนน 5 คือไส้กรอกมีรสชาติที่ผิดไปมากที่สุดจนยอมรับไม่ได้

6. ขั้นตอนการสกัดสมุนไพร

สมุนไพรที่นำมาสกัดมีทั้งชนิดสด และชนิดแห้ง โดยดัดแปลงจากวิธีของ พรทิพย์ ชมภูมิ่ง (2536) ; สุมาลี นันทวุฒิกุล (2543)

6.1 นำสมุนไพรแต่ละชนิดมาล้างน้ำให้สะอาด ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ หั่นสมุนไพร เป็นชิ้นเล็ก ๆ ชั่งให้ได้น้ำหนัก 1 กิโลกรัม

6.2 บดสมุนไพรด้วยเครื่องบด และสกัดสมุนไพร

6.2.1 ใช้ตัวทำละลายเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ให้พอท่วมสมุนไพร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 72 ชั่วโมง

6.2.2 ใช้ตัวทำละลายน้ำ จะใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเป็นตัวทำละลาย ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 56 ชั่วโมง

6.3 เมื่อครบกำหนดให้นำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1

6.4 นำสารละลายสารสกัดที่ได้มาทำให้มีความเข้มข้นสูงขึ้นโดยใช้เครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส ในกรณีที่ใช้ตัวทำละลายเป็นแอลกอฮอล์ และที่อุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส ในกรณีที่ใช้ตัวทำละลายเป็นน้ำ

6.5 นำสารสกัดที่ได้จากหัวข้อ 6.3 และ 6.4 มาระเหยแห้งในหม้ออังไอน้ำ (water bath) อุณหภูมิ 45 – 50 องศาเซลเซียส สารสกัดที่ได้จะนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเพื่อใช้ในการทดลอง

แบบรายงานการทดสอบลักษณะภายนอก และด้านรสชาติ

วิธีการให้คะแนนตาม Specified criteria.

ชื่อผู้ทดสอบ.........................

วันที่.................................

1. กรุณาพิจารณาตัวอย่างไส้กรอกทั้ง 6 ตัวอย่าง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างด้านลักษณะภายนอก และให้คะแนนความแตกต่าง

ใช้ระดับคะแนน 1 ถึง 5 ในการให้คะแนน กำหนดให้

1 มีลักษณะสี และลักษณะปกติยอมรับได้มากที่สุด

2 ไส้กรอกมีสี และลักษณะปกติยอมรับได้

3 ไส้กรอกมีสี และลักษณะผิดไประดับที่ยอมรับได้

4 ไส้กรอกมีสี และลักษณะผิดไปมากจนยอมรับไม่ได้

5 ไส้กรอกมีสี และลักษณะที่ผิดไปมากที่สุดรับไม่ได้

ตัวอย่าง ....

คะแนน ....

คำแนะนำ____

____

____

2. กรุณาชิมตัวอย่างไส้กรอกทั้ง 6 ตัวอย่าง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างด้านรสชาติ และให้คะแนนความแตกต่าง **(กรุณาบ้วนปากทุกครั้งก่อนชิมตัวอย่างใหม่)**

ใช้ระดับคะแนน 1 ถึง 5 ในการให้คะแนน กำหนดให้

1 มีรสชาติที่ดีที่สุด

2 คือไส้กรอกมีรสชาติที่ดี

3 คือไส้กรอกมีรสชาติที่ผิดปกติ

4 คือไส้กรอกมีรสชาติผิดไปยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

5 คือไส้กรอกมีรสชาติผิดไปมากจนยอมรับไม่ได้

ตัวอย่าง ....

คะแนน ....

คำแนะนำ____

____

____

รูปแบบการลงเชื้อและสารสกัดสมุนไพรใน 96 well plate

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	A	MD CO	MD CO	MD CO	MD Mic	MD Mic	MD Mic	MD CO	MD CO	MD CO	MD CO	MD Mic	MD Mic
0.2%	B	EXT MD	EXT MD	EXT MD	EXT Mic	EXT Mic	EXT Mic	EXT MD	EXT MD	EXT MD	EXT Mic	EXT Mic	EXT Mic
0.4%	C	EXT MD	EXT MD	EXT MD	EXT Mic	EXT Mic	EXT Mic	EXT MD	EXT MD	EXT MD	EXT Mic	EXT Mic	EXT Mic
0.6%	D	EXT MD	EXT MD	EXT MD	EXT Mic	EXT Mic	EXT Mic	EXT MD	EXT MD	EXT MD	EXT Mic	EXT Mic	EXT Mic
0.8%	E	EXT MD	EXT MD	EXT MD	EXT Mic	EXT Mic	EXT Mic	EXT MD	EXT MD	EXT MD	EXT Mic	EXT Mic	EXT Mic
1.0%	F	EXT MD	EXT MD	EXT MD	EXT Mic	EXT Mic	EXT Mic	EXT MD	EXT MD	EXT MD	EXT Mic	EXT Mic	EXT Mic
1.2%	G	EXT MD	EXT MD	EXT MD	EXT Mic	EXT Mic	EXT Mic	EXT MD	EXT MD	EXT MD	EXT Mic	EXT Mic	EXT Mic
1.4%	H	EXT MD	EXT MD	EXT MD	EXT Mic	EXT Mic	EXT Mic	EXT MD	EXT MD	EXT MD	EXT Mic	EXT Mic	EXT Mic
		ชุดควบคุม สารสกัดชนิดที่ 1			ชุดทดสอบ สารสกัดชนิดที่ 1			ชุดควบคุม สารสกัดชนิดที่ 2			ชุดทดสอบ สารสกัดชนิดที่ 2		

หมายเหตุ

MD CO	หมายถึง ปิเปตอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวปริมาตร 200 ไมโครลิตร
Mic MD	หมายถึง อาหารเลี้ยงเชื้อเหลวปริมาตร 100 ไมโครลิตร และเชื้อที่ใช้ทดสอบ 100 ไมโครลิตร
EXT MD	หมายถึง ปิเปตอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวปริมาตร 100 ไมโครลิตร และสารสกัดที่ความเข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 100 ไมโครลิตร
EXT Mic	หมายถึง ปิเปตเชื้อที่ใช้ทดสอบ 100 ไมโครลิตร และสารสกัดที่ความเข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 100 ไมโครลิตร

ภาคผนวก ข.

วิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

1. สูตรอาหาร

1.1 อาหาร Lactobacillus MRS Agar.

ใช้อาหาร Lactobacillus MRS Broth (Difco) สำเร็จรูปประกอบด้วย

Bacto Proteose Peptone No.3	10.0	กรัม
Bacto Beef Extract	10.0	กรัม
Bacto Yeast Extract	5.0	กรัม
Bacto Dextrose	20.0	กรัม
Tween 80	1.0	กรัม
Ammonium Citrate	2.0	กรัม
Sodium acetate	5.0	กรัม
Magnesium Sulfate	0.1	กรัม
Manganese Sulfate	0.05	กรัม
Dipotassium Phosphate	2.0	กรัม
pH (25 °C) 6.5 ± 0.2		

ใช้อาหารผสมสำเร็จรูป 55 กรัม ละลายให้เข้ากันในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ในกรณีอาหารแข็งใช้วุ้นผง 1.5 เปอร์เซ็นต์ในส่วนผสม

1.2. อาหารทดสอบการสร้างแก๊สของแบคทีเรียแลคติก

ใช้อาหารสำเร็จรูป Lactobacillus MRS Broth 55 กรัมละลายให้เข้ากับน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร ผสมกับ

Agar	5	กรัม
pH (25 °C) 6.2-6.4		

1.3 อาหารทดสอบการสร้างกรดของแบคทีเรียแลคติก

ใช้อาหารสำเร็จรูป Lactobacillus MRS Broth 55 กรัมละลายให้เข้ากับน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร ผสมกับ

Agar	15	กรัม
Calcium carbonate	5	กรัม

pH (25 °C) 6.2-6.4

1.4. อาหาร MacCONKEY Agar

อาหาร MacCONKEY Agar (Difco) สำเร็จรูปประกอบด้วย

Bacto Peptone	17.0	กรัม
Bacto Protese peptone	3.0	กรัม
Bacto Lactose	10.0	กรัม
Bacto Bile salts No.3	1.5	กรัม
Bacto Agar	13.5	กรัม
Neutral Red	0.03	กรัม
Sodium Chloride	5.0	กรัม
Bacto Crystal violet	0.001	กรัม

pH (25 °C) 7.1 ± 0.2

ใช้อาหารผสมสำเร็จรูป 50 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ต้มให้สารละลายเข้ากัน ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

1.5 อาหารเหลวไนเทรต (Nitrate broth)

Yeast extract	0.5	กรัม
Peptone	1.0	กรัม
NaCl	1.0	กรัม
KNO_3	0.1	กรัม

pH (25 °C) 6.8 ± 0.2

ละลายให้เข้ากันในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

1.6 อาหาร Potato Dextrose Agar

อาหาร Potato Dextrose Agar (Scharlau) สำเร็จรูปประกอบด้วย

Potato extract	4.0	กรัม
Glucose	20.0	กรัม
Agar	15.0	กรัม
pH (25 °C)	3.5 ± 0.2	

ใช้อาหารผสมสำเร็จรูป 39 กรัม ละลายให้เข้ากันในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ต้มให้สารละลายเข้ากัน ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

1.7 อาหาร Trypicase Soy Broth

อาหาร Trypicase Soy Broth (Scharlau) สำเร็จรูปประกอบด้วย

Casein Peptone	17.0	กรัม
Soya Peptone	3.0	กรัม
Sodium Chloride	5.0	กรัม
Dipotassium Phosphate	2.5	กรัม
Dextrose	2.5	กรัม
pH (25 °C)	7.3 ± 0.2	

ใช้อาหารผสมสำเร็จรูป 30 กรัม ละลายให้เข้ากันในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ต้มให้สารละลายเข้ากัน ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ในกรณีอาหารแข็งใช้วุ้นผง 1.5 เปอร์เซ็นต์ในส่วนผสม

2. สารเคมี

2.1 สีย้อมแกรม

2.1.1 Ammonium oxalate crystal violet

solution A :	Cyrstal violet	2.0	กรัม
	Ethyl alcohol	20.0	มิลลิลิตร
solution B:	Ammonium oxalate	0.8	กรัม
	Distilled water	80.0	มิลลิลิตร

2.1.2 Lugol's solution

Iodine	1.0	กรัม
KI	2.0	กรัม
Distilled water	300.0	มิลลิลิตร

2.1.3 Counterstain solution

Safranin O	10.0	มิลลิลิตร
(2.5 % solution in 95 % ethanol)		
Distilled water	100.0	มิลลิลิตร

2.2 สารละลายไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide solution) 3 เปอร์เซ็นต์

Hydrogen peroxide	3.0	กรัม
Distilled water	100.0	มิลลิลิตร

2.3 สารละลายทดสอบการรีดิวซ์ไนเทรต (Nitrate test solution)

solution A :	sulfanilic acid	0.8	กรัม
	acetic acid (5N)	100.0	มิลลิลิตร

ละลาย sulfanilic acid ใน acetic acid (5N) โดยให้ความร้อนเล็กน้อย

solution B :	Dimethyl-naphthylamine	0.06	กรัม
	acetic acid (5N)	100.0	มิลลิลิตร

ภาคผนวก ค.

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ 7.1 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดต่างๆ ต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

Source	DF	Anova SS	M S	F Value	Pr>F
Model	5	26.333650	5.266731	8386.56	0.0001
TRT	1	0.000112	0.000112	0.18	0.6942
BLOCK	4	26.333540	6.583385	10483.15	0.0001
Error	4	0.002512	0.000628		
Corrected Total	9	26.336170			

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.999905	0.536883	0.02506	4.667657

หมายเหตุ วิเคราะห์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

TRT หมายถึง ขั้นตอนการผลิต รมควัน และไม่รมควัน

Block หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา สัปดาห์เริ่มต้น, สัปดาห์ที่ 1, 2, 4 และ 8

ตารางที่ 7.2 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดต่างๆ ต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลคติก

Source	DF	Anova SS	M S	F Value	Pr>F
Model	5	25.958260	5.191653	320.25	0.0001
TRT	1	0.002754	0.002754	0.17	0.7013
BLOCK	4	25.955510	6.488878	400.26	0.0001
Error	4	0.064846	0.016211		
Corrected Total	9	26.023110			

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.997508	2.77948	0.127324	4.58087

หมายเหตุ วิเคราะห์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

TRT หมายถึง ขั้นตอนการผลิต รมควัน และไม่รมควัน

Block หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา สัปดาห์เริ่มต้น, สัปดาห์ที่ 1, 2, 4 และ 8

ตารางที่ 7.3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดต่างๆ ต่อปริมาณเชื้อยีสต์และรา

Source	DF	Anova SS	M S	F Value	Pr>F
Model	5	2.025874	0.405175	1.03	0.5042
TRT	1	0.000555	0.000555	0.00	0.9719
BLOCK	4	2.025318	0.506330	1.28	0.4078
Error	4	1.579757	0.394939		
Corrected Total	9	3.605631			

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.561864	18.3545	0.628442	3.423912

หมายเหตุ วิเคราะห์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

TRT หมายถึง ขั้นตอนการผลิต รมควัน และไม่รมควัน

Block หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา สัปดาห์เริ่มต้น, สัปดาห์ที่ 1, 2, 4 และ 8

ตารางที่ 7.4 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดต่างๆ ต่อความเป็นกรดด่าง

Source	DF	Anova SS	M S	F Value	Pr>F
Model	5	0.685828	0.137166	152.59	0.0001
TRT	1	0.001521	0.001521	1.69	0.2632
BLOCK	4	0.684307	0.171077	190.32	0.0001
Error	4	0.003596	0.000899		
Corrected Total	9	0.689423			

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.994785	0.465623	0.029981	6.439

หมายเหตุ วิเคราะห์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

TRT หมายถึง ขั้นตอนการผลิต รมควัน และไม่รมควัน

Block หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา สัปดาห์เริ่มต้น, สัปดาห์ที่ 1, 2, 4 และ 8

ตารางที่ 7.5 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดต่างๆ ต่อค่าน้ำอิสระ

Source	DF	Anova SS	M S	F Value	Pr>F
Model	5	3.982	0.7964	93.69	0.0003
TRT	1	0.256	0.2560	30.12	0.0054
BLOCK	4	3.726	0.9315	109.59	0.0002
Error	4	0.034	0.0085		
Corrected Total	9	4.016			

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.991534	0.094734	0.092195	97.32

หมายเหตุ วิเคราะห์ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

TRT หมายถึง ขั้นตอนการผลิต รมควัน และไม่รมควัน

Block หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา สัปดาห์เริ่มต้น, สัปดาห์ที่ 1, 2, 4 และ 8

ตารางที่ 7.6 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดต่างๆ ต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

Source		DF	Anova SS	M S	F Value	Pr>F
Model		35	404.21	11.55	803.62	0.0001
Time		5	387.92	77.58	5398.56	0.0001
TRT		5	6.31	1.26	87.87	0.0001
Time*TRT		25	9.98	0.40	27.78	0.0001
Error		71	1.02	0.01		
Corrected Total	Total	106	405.23			

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.997482	2.244645	0.11988	5.3407064

หมายเหตุ วิเคราะห์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

TRT หมายถึง กลุ่มการทดลอง 6 กลุ่ม ได้แก่

ชุดควบคุม

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดซอร์เบท 0.1 %

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดหางจระเข้ 0.6%

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดมังคุด 1.2%

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดพรุน 0.4 %

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดยอ 1.2%

Time หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา สัปดาห์เริ่มต้น, สัปดาห์ที่ 1, 2, 7, 8 และ 9

ตารางที่ 7.7 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดต่างๆ ต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลคติก

Source	DF	Anova SS	M S	F Value	Pr>F
Model	35	486.87	13.91	1786.75	0.0001
Time	5	468.26	93.65	12029.15	0.0001
TRT	5	6.74	1.35	173.07	0.0001
Time*TRT	25	11.87	0.47	61.00	0.0001
Error	70	0.54	0.01		
Corrected Total	105	487.41			

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.997482	1.751858	0.088235	5.0366411

หมายเหตุ วิเคราะห์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

TRT หมายถึง กลุ่มการทดลอง 6 กลุ่ม ได้แก่

ชุดควบคุม

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดซอร์เบท 0.1 %

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดหางจระเข้ 0.6%

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดมังคุด 1.2%

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดพรุน 0.4 %

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดยอ 1.2%

Time หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา สัปดาห์เริ่มต้น, สัปดาห์ที่ 1, 2, 7, 8 และ 9

ตารางที่ 7.8 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดต่างๆ ต่อปริมาณเชื้อยีสต์และรา

Source		DF	Anova SS	M S	F Value	Pr>F
Model		35	49.84	1.42	207.29	0.0001
Time		5	46.01	9.20	1339.62	0.0001
TRT		5	0.54	0.11	15.82	0.0001
Time*TRT		25	3.28	0.13	19.11	0.0001
Error		72	0.49	0.01		
Corrected Total	Total	107	50.33			

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.997482	2.510376	0.082882	3.3015643

หมายเหตุ วิเคราะห์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

TRT หมายถึง กลุ่มการทดลอง 6 กลุ่ม ได้แก่

ชุดควบคุม

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดซอร์เบท 0.1 %

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดหางจระเข้ 0.6%

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดมังคุด 1.2%

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดพรุน 0.4 %

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดยอ 1.2%

Time หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา สัปดาห์เริ่มต้น, สัปดาห์ที่ 1, 2, 7, 8 และ 9

ตารางที่ 7.9 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดต่างๆ ต่อค่าความเป็นกรดด่าง

Source	DF	Anova SS	M S	F Value	Pr>F
Model	35	10.53	0.30	185.68	0.0001
Time	5	0.30	0.06	36.72	0.0001
TRT	5	9.40	1.88	1160.60	0.0001
Time*TRT	25	0.83	0.03	20.49	0.0001
Error	108	0.17	0.00		
Corrected Total Total	143	10.70			

R-Square	C.V.	Root MSE	Mean
0.997482	0.639906	0.040245	6.2892361

หมายเหตุ วิเคราะห์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

TRT หมายถึง กลุ่มการทดลอง 6 กลุ่ม ได้แก่

ชุดควบคุม

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดซอร์เบท 0.1 %

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดหางจระเข้ 0.6%

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดมังคุด 1.2%

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดพรุน 0.4 %

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดยอ 1.2%

Time หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา สัปดาห์เริ่มต้น, สัปดาห์ที่ 1, 2, 7, 8 และ 9

ตารางที่ 7.10 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ชนิดต่างๆ ต่อค่าน้ำอิสระ

Source		DF	Anova SS	M S	F Value	Pr>F
Model		35	28.13	0.80	9.23	0.0001
Time		5	6.18	1.24	14.19	0.0001
TRT		5	15.20	3.04	34.90	0.0001
Time*TRT		25	6.75	0.27	3.10	0.0001
Error		72	6.27	0.09		
Corrected Total	Total	107	34.41			
R-Square	C.V.	Root MSE	Mean			
0.997482	0.305655	0.29514	96.55963			

หมายเหตุ วิเคราะห์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

TRT หมายถึง กลุ่มการทดลอง 6 กลุ่ม ได้แก่

ชุดควบคุม

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดซอร์เบท 0.1 %

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดหางจระเข้ 0.6%

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดมังคุด 1.2%

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดพรุน 0.4 %

ไส้กรอกที่ผสมสารสกัดยอ 1.2%

Time หมายถึง ระยะเวลาเก็บรักษา สัปดาห์เริ่มต้น, สัปดาห์ที่ 1, 2, 7, 8 และ 9

ประวัติผู้เขียน

นายเฉลิมชัย หะรินนิติสุข เกิดวันที่ 28 กรกฎาคม 2517 ที่จังหวัดสมุทรปราการ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต(เกษตรศาสตร์) สาขาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2539

ปี พ.ศ. 2539 ทำงานกับ บริษัทกรุงเทพผลิตผลอุตสาหกรรมการเกษตร จำกัด(มหาชน) ในตำแหน่งสัตวบาลฟาร์ม

จากนั้นเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2541