ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและสารดูดความชื้นบางชนิด ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

EFFECTS OF SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE AND SOME HUMECTANTS ON QUALITY OF INTERMEDIATE MOISTURE PORK PRODUCT

ศศิชล ศิริรัตน์บุญญากร
SASICHON SIRIRUTTANAPUNYAGORN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2544

ISBN 974-648-197-5

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และสารดูดความชื้นบางชนิด ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

EFFECTS OF SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE AND SOME HUMECTANTS ON QUALITY OF INTERMEDIATE MOISTURE PORK PRODUCT

T039862

ศศิชล ศิริรัตนปัญญากร
SASICHON SIRIRUTTANAPUNYAGORN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2544

ISBN 974-648-197-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 39862
วัน, เดือน, ปี 27 มิ.ย. 2544

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

EFFECTS OF SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE AND SOME HUMECTANTS ON QUALITY OF INTERMEDIATE MOISTURE PORK PRODUCT

SASICHON SIRIRUTTANAPUNYAGORN

A THESIS SUMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN FOOD SCIENCE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2001

ISBN 974-648-197-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2001
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และสารดูดความชื้นบางชนิดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

EFFECTS OF SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE AND SOME HUMECTANTS ON QUALITY OF INTERMEDIATE MOISTURE PORK PRODUCT

ชื่อนักศึกษา นางสาวศศิชล ศิริรัตนปัญญากร

รหัสประจำตัว 41066008

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การอาหาร

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์

ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.เยาวลักษณ์	สุรพันธพิศิษฐ์	
ผศ.ดร.กิตติพงษ์	ห่วงรักษ์	
ผศ.ดร.ประภาพร	ขอไพบูลย์	
ดร.ประพันธ์	ปิ่นศิโรดม	
ดร.พอใจ	ถามากร	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 11 เมษายน 2544 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง A-209 อาคารเจ้าคุณทหาร ชั้น 2 โซน A

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 8 **เดือน** ..... **พ.ศ.** 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและสารดูดความชื้นบางชนิดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง
นักศึกษา	นางสาวศศิชล ศิริรัตนปัญญากร
รหัสประจำตัว	41066008
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การอาหาร
พ.ศ.	2544
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประภาพร ขอไพบูลย์

บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ผ่านการเตรียมโดยแช่ในสารละลายที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับ 1% ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้น 2 ชนิดรวมกันจะมีผลช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น โดยการใช้อัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ 3:1 หรือ โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ 1:1 หรือ ซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ 1:1 จะมีประสิทธิภาพในการลดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ลงได้ถึง 0.843, 0.858 และ 0.847 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้น ความเป็นกรดด่าง และความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น แต่มีค่าความเหนียวของเนื้อลดลงและมีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ ซึ่งดีกว่าการใช้สารดูดความชื้นเพียงชนิดเดียว ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งเมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (32 $\pm$ 1 องศาเซลเซียส) ในสภาวะสุญญากาศ ช่วงเวลาเก็บรักษา 1-28 วัน พบว่าเมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ และความเป็นกรดด่างลดลงเล็กน้อย โดยมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในช่วง 0.895 – 0.793 และมีค่าความเป็นกรดด่างในช่วง 6.69 – 6.01 ผลิตภัณฑ์มีค่า TBARS เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วง 0.1694 – 1.4849 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา และการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยผลิตภัณฑ์ยังคงได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบในช่วงการเก็บรักษา 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Effect of Sodium Tripolyphosphate and Some Humectants on Quality of Intermediate Moisture Pork Product
Student	Miss Sasichon Siriruttanapunyagorn
Student ID.	41066008
Degree	Master of Science
Programme	Food Science
Year	2001
Thesis advisor	Assistant Professor Yauwalak Surapantapisit
Thesis co-advisor	Assistant Professor Dr. Kittiphong Huangrak, Assistant Professor Dr. Praphaporn Kophibun

ABSTRACT

Intermediate Moisture Pork (IMP) products prepared by desorption of fresh pork in solutions of 1% sodium tripolyphosphate and mixed humectants showed the improved qualities of the products. The optimum ratio assessment of humectants indicated the reduced water activity of IMP products to 0.843, 0.858 and 0.847 when the combinations of glycerol and propylene glycol, or propylene glycol and sorbitol, and/or sorbitol and glycerol in the ratios of 3:1, 1:1 and 1:1, respectively were used. The elevated moisture content, pH and water holding capacity and the reduced toughness were observed in all IMP products prepared; thus, sensory qualities of the IMP products were highly accepted by panelists. Chemical, microbiological and sensory qualities of IMP products in vacuum packages at ambient temperature (32 $\pm$ 1°C) were evaluated during 1-28 days of storage period. Slightly decreased water activity (0.895 – 0.793) and pH (6.69 – 6.01), and slightly increased TBARS value (0.1694 – 1.4849 mg/Kg) were observed during the storage. Total viable count, yeast and mold count, and sensory qualities of IMP products within 21 days of storage were not significantly different ($p<0.01$) compared to the freshly prepared product.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา รวมทั้งให้คำแนะนำและชี้ทางการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ และ ผศ. ดร. ประภาพร ขอไพบูลย์ เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ทั้งได้ให้ข้อแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ดร. พอใจ ถามากร และ ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้เกียรติเป็นคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์รวมทั้งให้คำชี้แนะในการแก้ไขรูปเล่มวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ บริษัทเฟรชมีท จำกัด เป็นอย่างยิ่งที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์เนื้อสุกรเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในงานวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ บริษัทอูเอโน จำกัด เป็นอย่างยิ่งที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ซอร์บิทอลเพื่อใช้ในงานวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ รวมทั้งพี่น้องปริญญาโททุกท่านที่ได้ช่วยเหลือ และให้ข้อเสนอแนะรวมทั้งเป็นกำลังใจให้แก่ข้าพเจ้าจนวิทยานิพนธ์สำเร็จ ขอขอบคุณ คุณสมศักดิ์ ภักดีวราภรณ์ ผู้ซึ่งเป็นกำลังใจและห่วงใยอยู่เสมอ

สุดท้ายนี้ขอรำลึกถึงพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ ที่ท่านได้อบรมเลี้ยงดูข้าพเจ้า รวมทั้งสนับสนุน และให้กำลังใจในการศึกษาจนทำให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จในวันนี้ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งใจมิเคยลืมเลือน

ศศิชล ศิริรัตนปัญญากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญภาพ.....XV

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 ขอบเขตการวิจัย.....2

1.3 วัตถุประสงค์.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 อาหารกึ่งแห้งและผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง.....3

2.1.1 อาหารกึ่งแห้ง.....3

2.1.1.1 ความหมายของอาหารกึ่งแห้ง.....3

2.1.1.2 ประเภทของอาหารกึ่งแห้ง.....4

2.1.2 ผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง.....6

2.1.2.1 ความหมายของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง.....6

2.1.2.2 ประเภทของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง.....7

2.2 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง.....8

2.2.1 แอดซอร์พชัน.....8

2.2.2 ดีซอร์พชัน.....9

2.2.2.1 การหมักดอง.....12

2.2.2.2 การหมักโดยการฉีดสารละลายหรือน้ำหมัก
เข้ากล้ามเนื้อหรือเส้นเลือด.....13

2.2.2.3 การหมักดองร่วมกับการฉีดสารละลายเข้ากล้ามเนื้อ.....16

2.3 สารหมักเนื้อ.....16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.1 เกลือ....17

2.3.2 น้ำตาล....18

2.3.3 ไนเตรทไนไตรท....18

2.3.4 วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส....19

2.3.5 สารประกอบฟอสเฟต....20

2.3.6 สารดูดความชื้น....35

2.4 การเกิดกลิ่นผิดปกติในผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง....42

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ....44

3.1 วัตถุดิบ....44

3.2 สารเคมี....44

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต....45

3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์....45

3.5 สถานที่ทดลอง....48

3.6 วิธีการทดลอง....48

3.6.1 การเตรียมผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง....48

3.6.2 การศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของสารดูดความชื้น 2 ชนิดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง....49

3.6.3 การศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของสารดูดความชื้น 2 ชนิดต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง...52

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์....57

4.1 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของสารดูดความชื้น 2 ชนิดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง....57

4.1.1 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง....57

4.1.2 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง....68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.3 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง.....77
4.2 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของสารดูดความชื้น 2 ชนิดต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง.....86
4.2.1 ลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษา.....86
4.2.2 ลักษณะทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษา.....92
4.2.3 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษา.....96

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....100
ข้อเสนอแนะ.....102
เอกสารอ้างอิง.....103
ภาคผนวก.....108
ก วิธีการผลิต เครื่องมือในการผลิตและวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง.....109
ข แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง.....112
ค แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งเพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์.....113
ง กราฟมาตรฐาน.....114
จ การวิเคราะห์ผลทางสถิติ.....115

ประวัติผู้เขียน.....138

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของอาหารกึ่งแห้งชนิดดั้งเดิม.....5

2.2 ตัวอย่าง และคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งแห้งชนิดที่มีการพัฒนาใหม่.....6

2.3 ตัวอย่างและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง.....8

2.4 ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อลูกเต๋าอบสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน.....9
(ready-to-eat intermediate moisture roast beef cube)

2.5 ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อไก่กึ่งแห้ง.....11

2.6 ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อวัวกึ่งแห้ง.....12

2.7 ส่วนผสมของสารละลายที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อวัวกึ่งแห้งบรรจุกระป๋อง.....12

2.8 ส่วนผสมของสารละลายที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อกระบือกึ่งแห้ง.....13

2.9 ส่วนผสมของสารละลายที่ใช้ในการผลิตแฮมในทางการค้า.....16

2.10 ชนิดและสูตรโครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบฟอสเฟต.....21

2.11 ชนิด คุณสมบัติและการนำไปใช้ของสารประกอบฟอสเฟต.....22

2.12 แสดงชนิดของสารประกอบฟอสเฟตที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเนื้อ.....23

2.13 ผลของสารประกอบฟอสเฟตต่อความคงตัวของสีและการหืนของผลิตภัณฑ์แฮมแช่เย็น.....24

2.14 แสดงคุณสมบัติของสารโพลีไฮดริก แอลกอฮอล์.....36

2.15 แนวทางการเลือกใช้สารดูดความชื้นพวกโพลีไฮดริกแอลกอฮอล์.....38

2.16 แสดงระดับของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ที่น้อยที่สุดที่จำเป็นต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร.....41

3.1 แสดงส่วนผสมของน้ำหมักโดยใช้สารดูดความชื้นผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่อัตราส่วนต่าง ๆ กันคือ 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1 ตามลำดับโดยเทียบเป็นกรัมของส่วนผสมในน้ำหมัก 100 กรัม และการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตเติมลงในน้ำหมักแต่ละอัตราส่วนที่ระดับ 0, 1 และ 2%ตามลำดับ.....50

3.2 ส่วนผสมของเครื่องเทศ (%น้ำหนัก/น้ำหนัก) ที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งในน้ำหมักรวม 100 กรัม.....50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย(DMRT)ของลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งเมื่อพิจารณาความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตเป็นปัจจัยหลักและอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ เป็นปัจจัยรอง.....59

4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย(DMRT)ของค่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตความเข้มข้นต่าง ๆและอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับอัตราส่วนต่าง ๆ กัน.....64

4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย(DMRT)ของลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งเมื่อพิจารณาความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตเป็นปัจจัยหลักและอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ เป็นปัจจัยรอง.....70

4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย(DMRT)ของค่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตความเข้มข้นต่าง ๆและอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับอัตราส่วนต่าง ๆ กัน.....75

4.5 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย(DMRT)ของลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งเมื่อพิจารณาความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตเป็นปัจจัยหลักและอัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ เป็นปัจจัยรอง.....79

4.6 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย(DMRT)ของค่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตความเข้มข้นต่าง ๆและอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับอัตราส่วนต่าง ๆ กัน.....84

4.7 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย(DMRT) ของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด 3 อัตราส่วนคือ กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG=3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S=1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G=1:1).....87

4.8 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย(DMRT) ของค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด 3 อัตราส่วนคือ กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG=3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S=1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G=1:1).....89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.9 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย(DMRT) ของค่า TBARS ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด 3 อัตราส่วนคือ กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG=3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S=1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G=1:1).....91

4.10 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย(DMRT) ของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด 3 อัตราส่วนคือ กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG=3:1)โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S=1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G=1:1).....93

4.11 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย(DMRT) ของปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด 3 อัตราส่วนคือ กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG=3:1)โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S=1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G=1:1).....94

4.12 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย(DMRT) ของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด3 อัตราส่วนคือ กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG=3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S=1:1)และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G=1:1).....98

จ1 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย(DMRT)ของลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ 116

จ2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก.....117

จ3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก.....117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

จ4 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก.....118

จ5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก.....118

จ6 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก.....119

จ7 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับ ในน้ำหมัก.....119

จ8 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับ ในน้ำหมัก.....120

จ9 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความเหนียวของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับ ในน้ำหมัก.....120

จ10 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับ ในน้ำหมัก.....121

จ11 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับ ในน้ำหมัก.....121

จ12 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย(DMRT)ของลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ.....122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

จ13 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก.....123

จ14 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก.....123

จ15 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก.....124

จ16 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก.....124

จ17 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความเหนียวของเนื้อของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก.....125

จ18 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก.....125

จ19 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก.....126

จ20 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความเหนียวของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก.....126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

จ21 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก.....127

จ22 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับและอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก.....127

จ23 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย(DMRT)ของลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ.....128

จ24 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก.....129

จ25 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก.....129

จ26 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก.....130

จ27 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก.....130

จ28 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความเหนียวของเนื้อของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก.....131

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

จ29 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก.....131

จ30 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก.....132

จ31 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความเหนียวของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก.....132

จ32 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก.....133

จ33 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับและอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก.....133

จ34 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่เก็บรักษาเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1%ร่วมกับสารดูด ความชื้นผสม 2 ชนิดของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG = 3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S = 1:1) และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G = 1:1).....134

จ35 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่เก็บรักษาเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1%ร่วมกับสารดูด ความชื้นผสม2 ชนิดของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG = 3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S = 1:1) และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G = 1:1).....134

จ36 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่า TBARS ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่เก็บรักษาเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1%ร่วมกับสารดูด ความชื้นผสม2 ชนิดของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG = 3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S = 1:1) และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G = 1:1).....135

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

จ37 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่เก็บรักษาเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1%ร่วมกับสารดูด ความชื้นผสม2 ชนิดของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG = 3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S = 1:1) และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G = 1:1).....135

จ38 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่เก็บรักษาเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1%ร่วมกับสารดูด ความชื้นผสม2 ชนิดของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG = 3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S = 1:1) และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G = 1:1).....136

จ39 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่เก็บรักษาเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1%ร่วมกับสารดูดความชื้นผสม2 ชนิดของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG = 3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S = 1:1) และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G = 1:1).....136

จ40 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่เก็บรักษาเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1%ร่วมกับสารดูด ความชื้นผสม2 ชนิดของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG = 3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S = 1:1) และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G = 1:1).....137

จ41 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนกลิ่นผิดปกติของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่เก็บรักษาเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1%ร่วมกับสารดูด ความชื้นผสม2 ชนิดของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG = 3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S = 1:1) และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G = 1:1).....137

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 วอเตอร์ซอร์พชันไอโซเธอม (water sorption isotherm).....10

2.2 แสดงการฉีดสารละลายเข้ากล้ามเนื้อของชิ้นเนื้อ.....14

2.3 แสดงการฉีดสารละลายเข้าเส้นเลือดแดงใหญ่ของชิ้นเนื้อ
(V คือ เส้นเลือดดำใหญ่ และ A คือ เส้นเลือดแดงใหญ่).....14

2.4 แสดงเครื่องฉีดสารละลายอัตโนมัติที่ใช้ในผลิตภัณฑ์แฮม.....15

2.5 การเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อวัวบดอบ.....25

2.6 การเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ต้มที่แช่สารละลาย
โพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ.....26

2.7 การเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ต้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ
0 องศาฟาเรนไฮน์ เป็นระยะเวลา 8 เดือน.....27

2.8 การเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าครีบเหลืองแช่เย็นเป็นระยะเวลา
1 สัปดาห์.....27

2.9 การเกาะกันระหว่างขั้วประจุที่ต่างกันของโมเลกุลโปรตีนและโมเลกุลของน้ำ.....32

2.10 ผลของโพลีฟอสเฟต (PP) ต่อประจุสุทธิของโมเลกุลโปรตีนต่อความสามารถในการ
อุ้มน้ำของเนื้อ.....32

2.11 ผลของการจับตัวกันของโปรตีนและน้ำต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ.....33

2.12 ผลของโซเดียมโมโนฟอสเฟต(P) และโซเดียมไดฟอสเฟต(PP) ต่อความสามารถใน
การอุ้มน้ำของกล้ามเนื้อในเนื้อวัวที่ระดับความเป็นกรดด่างต่าง ๆ 33

2.13 ปริมาตรของผลิตภัณฑ์เนื้อหมักที่มีการเติมโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และเกลือที่
ระดับความเข้มข้น 0-10%.....34

2.14 ปริมาณน้ำที่สูญเสียของเนื้อวัวหั่นบางแช่เย็นที่มีการใช้สารประกอบฟอสเฟตชนิด
ต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์.....35

2.15 ปริมาณน้ำที่สูญเสียของเนื้อวัวหั่นบางแช่เย็นที่มีการใช้ไตรโพลีฟอสเฟตที่ความ
เข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์.....36

2.16 ผลของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่อจุลินทรีย์ เอนไซม์ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
ในอาหาร.....40

3.1 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง.....48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3.2 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งเพื่อการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์.....53

4.1 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP) และสารดูดความชื้นผสม (กลีเซอรอล: โพรพิลีนไกลคอล) ต่อผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้านคุณภาพทางเคมี (ก)วอเตอร์แอคติวิตี (ข)ปริมาณความชื้น และ (ค)ความเป็นกรดด่าง.....58

4.2 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP) และสารดูดความชื้นผสม (กลีเซอรอล: โพรพิลีนไกลคอล) ต่อผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้าน (ก) ความสามารถในการอุ้มน้ำ และ (ข) ความเหนียว 61

4.3 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP) และสารดูดความชื้นผสม (กลีเซอรอล: โพรพิลีนไกลคอล) ต่อผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้านลักษณะทางประสาทสัมผัส (ก)ความชอบโดยรวม (ข)กลิ่นรส (ค)ความเหนียว (ง)ความชุ่มน้ำ และ (จ)ลักษณะปรากฏ.....63

4.4 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP) และสารดูดความชื้นผสม (โพรพิลีนไกลคอล : ซอร์บิทอล) ต่อผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้านลักษณะทางเคมี (ก)วอเตอร์แอคติวิตี้ (ข)ปริมาณความชื้น และ (ค)ความเป็นกรดด่าง.....69

4.5 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP) และสารดูดความชื้นผสม (โพรพิลีนไกลคอล : ซอร์บิทอล) ต่อผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้าน (ก)ความสามารถในการอุ้มน้ำ และ (ข)ความเหนียว.....72

4.6 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP) และสารดูดความชื้นผสม (โพรพิลีนไกลคอล : ซอร์บิทอล) ต่อผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้านลักษณะทางประสาทสัมผัส (ก) ความชอบโดยรวม (ข)กลิ่นรส (ค)ความเหนียว (ง)ความชุ่มน้ำ และ(จ)ลักษณะปรากฏ.....74

4.7 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP) และสารดูดความชื้นผสม (โพรพิลีนไกลคอล : ซอร์บิทอล) ต่อผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้านลักษณะทางเคมี (ก)วอเตอร์แอคติวิตี้ (ข)ปริมาณความชื้น และ (ค)ความเป็นกรดด่าง.....78

4.8 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP) และสารดูดความชื้นผสม(ซอร์บิทอล : กลีเซอรอล) ต่อผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้าน (ก) ความสามารถในการอุ้มน้ำ และ (ข) ความเหนียว.....81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.9 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP) และสารดูดความชื้นผสม(ซอร์บิทอล : กลีเซอรอล) ต่อผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้านลักษณะทางประสาทสัมผัส (ก)ความชอบโดยรวม (ข)กลิ่นรส (ค)ความเหนียว (ง) ความชุ่มน้ำ และ (จ)ลักษณะปรากฏ.....83

4.10 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด 3 อัตราส่วนคือกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (G:PG=3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล (PG:S=1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (S:G=1:1).....87

4.11 ค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด3 อัตราส่วนคือกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (G:PG=3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S=1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G=1:1).....88

4.12 ค่า TBARS ของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด 3 อัตราส่วนคือกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (G:PG=3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล (PG:S=1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (S:G=1:1).....90

4.13 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด(log CFU/g) ของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด3 อัตราส่วนคือกลีเซอรอลต่อโพรพิลีน ไกลคอล (G:PG=3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S=1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (S:G=1:1).....93

4.14 ปริมาณยีสต์ และรา (log CFU/g) ของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด 3 อัตราส่วนคือกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (G:PG=3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล (PG:S=1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (S:G=1:1).....95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.15 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด 3 อัตราส่วนคือกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (G:PG, 3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล (PG:S, 1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (S:G, 1:1) (ก)ความชอบโดยรวม (ข)ลักษณะปรากฏ และ (ค) กลิ่นผิดปกติของผลิตภัณฑ์.....97

ก 1 วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง.....109

ก 2 ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง.....110

ก 3 เครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสอาหาร 111

ง 1 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ของค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของมาโลนัลดีไฮด์.....114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศในเขตร้อนชื้น อาหารสดโดยเฉพาะเนื้อสัตว์จะเสื่อมเสียได้ง่ายเนื่องจากจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงได้มีการนำอาหารสดเหล่านี้มาปรับปรุงคุณภาพและแปรรูปเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้ยาวนานมากขึ้นโดยเน้นในด้านความคงทนต่อจุลินทรีย์ ผลิตภัณฑ์นี้ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้ง (Intermediate Moisture Meats) เช่น ผลิตภัณฑ์เนื้อสวรรค์ เนื้อหวานกุนเชียง เป็นต้น ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้รับความนิยมในการบริโภคของคนไทยมาเป็นระยะเวลานานแล้ว

การผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้งจากเนื้อหมูสามารถผลิตได้หลายวิธี โดยแต่ละวิธีอาศัยหลักการเดียวกันคือการทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ลดลง และได้มีการปรับปรุงเทคโนโลยีให้ดีขึ้นโดยการใช้สารดูดความชื้น หรือ สารฮิวเมคแทน (humectant) เติมลงไปในส่วนผสม เนื่องจากสารดูดความชื้นนั้นมีคุณสมบัติในการรวมตัวกับน้ำโดยจะตรึงน้ำส่วนที่เหลืออยู่ในอาหารซึ่งเชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตได้ ทำให้อาหารมีอายุการเก็บที่ยาวนานขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยจะทำให้มีความนุ่ม ชุ่มน้ำดีกว่าผลิตภัณฑ์อาหารแห้งทั่ว ๆ ไป สารดูดความชื้นที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้ง ได้แก่ กลีเซอรอล (glycerol) สารพวกไดออล (diol) เช่น โพรพิลีนไกลคอล (propylene glycol) 1,3 บิวเทนไดออล (1,3 – butane diol) นอกจากนี้ยังมีน้ำตาลชนิดต่าง ๆ เช่น ซูโครส (sucrose) ซอร์บิทอล (sorbitol) เป็นต้น การเลือกใช้สารดูดความชื้นชนิดใดนั้น ขึ้นกับลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกันของสารดูดความชื้นแต่ละชนิด

ในปัจจุบันได้มีการนำสารประกอบฟอสเฟตมาใช้ในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ ช่วยให้เนื้อจับตัวกันดีขึ้น ช่วยให้เนื้อนุ่ม ช่วยปรับปรุงกลิ่นรส และป้องกันการเกิดกลิ่นรสผิดปกติในเนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อ นอกจากนี้ยังช่วยให้สีของเนื้อคงตัว สารประกอบฟอสเฟตที่ใช้ในอาหารมีอยู่หลายชนิด ได้แก่ โมโนฟอสเฟต ไดฟอสเฟต โพลีฟอสเฟต ซึ่งแต่ละชนิดจะมีประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันไป สารประกอบฟอสเฟตที่นิยมใช้ในอาหารประเภทเนื้อ เช่น โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต เตตราโซเดียมฟอสเฟต โซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการใช้สารประกอบฟอสเฟตและสารดูดความชื้นในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี ทั้งทางด้านการเก็บรักษา และลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นหากได้มีการศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และสารดูดความชื้นแต่ละชนิดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง ผลที่ได้ย่อมเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องตลอดจนโรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์อาหารจากเนื้อสัตว์

1.2 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและสารดูดความชื้นบางชนิดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง โดยทำการศึกษาคุณภาพทางทางเคมี กายภาพ เนื้อสัมผัสทางประสาทสัมผัส และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่มีคุณภาพดีสามารถเก็บรักษาไว้ในสภาพอุณหภูมิห้องได้ในระยะเวลาหนึ่ง และมีลักษณะของผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และสารดูดความชื้น 3 ชนิด ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

1.3.2 เพื่อศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและสารดูดความชื้น 3 ชนิด ต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 อาหารกึ่งแห้งและผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง

2.1.1 อาหารกึ่งแห้ง

2.1.1.1 ความหมายของอาหารกึ่งแห้ง

อาหารกึ่งแห้ง หรือ Intermediate Moisture Foods; IMF เป็นอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (water activity; a_w) อยู่ในช่วง 0.65-0.85 หรือมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) 65-85% และมีความชื้นประมาณ 15-30% (Robson. 1976)

การจำแนกชนิดของอาหารโดยการใช้ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เป็นหลัก สามารถแบ่งอาหารออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) อาหารที่มีความชื้นสูง หรือ High Moisture Foods; HMF เป็นอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้สูงอยู่ในช่วง 0.85-1.00 เช่น เนื้อสด ปลา ไก่ ไข่ ผักสด ผลไม้ นม เนยเหลว และมาการีน เป็นต้น

2) อาหารที่มีความชื้นปานกลาง หรือ Intermediate Moisture Foods; IMF เป็นอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ปานกลางอยู่ระหว่าง 0.65-0.85 เช่น ขนมปัง เค้กสปองซ์ (sponge-type cake) ไส้กรอกสุก (cooked sausages) แฮมกระป๋อง (canned hams) เป็นต้น

3) อาหารที่มีความชื้นต่ำ หรือ Low Moisture Foods; LMF เป็นอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำอยู่ระหว่าง 0.01-0.65 เช่น ซาลามิ (salami) แฮมแห้ง (dry ham) ผลไม้แห้ง (dried fruit) เป็นต้น

อาหารโดยทั่วไปจะประกอบด้วยความชื้นประมาณ 20-50% โดยน้ำหนัก และมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้สูง เช่น เนื้อสด ปลาสด กุ้ง ปู ไข่ไก่ ผัก ผลไม้ นม เนยสด มาการีน ขนมปัง เค้ก เป็นต้น อาหารดังกล่าวมีปริมาณน้ำมาก และมีสารที่ละลายได้ (solute) ไม่เพียงพอต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ถ้าหากมีสารที่ละลายได้เพิ่มขึ้นถึงจุดที่ทำให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ในระดับที่ทำให้อาหารสามารถยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น การเสื่อมเสียก็จะลดลง ความปลอดภัยก็จะมากขึ้น ลักษณะบางประการที่สำคัญของอาหารที่ผู้บริโภคต้องการ เช่น ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีก็ยังคงมีอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารกึ่งแห้งเป็นอาหารที่มีระดับวอเตอร์แอคติวิตี้ปานกลาง ซึ่งเป็นระดับที่แบคทีเรียส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ แต่อาจจะมีปัญหาเรื่องการเจริญเติบโตของเชื้อราและยีสต์ การเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมีส่วนใหญ่ที่อาจจะเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ในระหว่างการเก็บรักษา คือ การเกิดออกซิเดชั่นของไขมันและน้ำมัน (lipid oxidation) การเกิดสีน้ำตาลเนื่องมาจากปฏิกิริยาที่ไม่ใช่เอนไซม์ (non-enzymic browning reaction) ตลอดจนอาจเกิดการสูญเสียวิตามินที่ละลายน้ำได้

การผลิตอาหารกึ่งแห้ง มีวัตถุประสงค์ใหญ่เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้ยาวนานที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้ โดยเน้นทางด้านความคงทนต่อจุลินทรีย์ สำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารสัตว์บางครั้งจะไม่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงทางเรื่องสี การออกซิเดชั่นของไขมันและน้ำมัน การสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ แต่ถ้าเป็นการผลิตเพื่อเป็นอาหารสำหรับมนุษย์ควรต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เพราะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค (ไพโรจน์ วิริยจารี. 2539)

2.2.1.2 **ประเภทของอาหารกึ่งแห้ง**

อาหารกึ่งแห้งอาจจะแบ่งออกได้ตามลักษณะของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1) **อาหารกึ่งแห้งชนิดดั้งเดิม** (traditional types of intermediate moisture foods)

เมื่อแรกเริ่มมนุษย์มีความพยายามที่จะแปรรูปอาหารโดยการตากแห้งเพื่อให้ความชื้นลดลง ทำให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน ความคิดนี้ได้มีการพัฒนาเพิ่มขึ้น โดยการหาวิธีการใดก็ตามมาใช้เพื่อที่จะนำน้ำออกจากอาหารจนเหมาะสมต่อการคงทนของจุลินทรีย์ ได้มีการนำสารที่ละลายได้มาใช้เพื่อดึงน้ำออกจากอาหาร เช่น การเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายในน้ำโดยการเติมเกลือ หรือน้ำตาล ทำให้อาหารมีปริมาณน้ำลดลง จุลินทรีย์ก็ไม่สามารถจะใช้น้ำได้ นอกจากนี้สารที่ละลายได้ดังกล่าวยังสามารถดึงน้ำออกจากเซลล์ของจุลินทรีย์ได้อีกด้วย เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่มีแรงดันออสโมติกสูงกว่า (high osmotic pressure) ทำให้เซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์เกิดการเหี่ยว อาจพิการ และตายในที่สุด ได้เริ่มมีการใช้น้ำตาลในผลิตภัณฑ์ประเภท แยม เยลลี ลูกกวาด และขนมหวานจำพวกผลไม้ (candied fruits) เป็นต้น ต่อมาได้มีการใช้เกลือในผลิตภัณฑ์ประเภท เนื้อสัตว์ ปลา และไส้กรอก จนกระทั่งได้มีการนำทั้งน้ำตาลและเกลือมาใช้ร่วมกันในผลิตภัณฑ์ เช่นแฮม (sweet cured ham) เป็นต้น (Leistner *et al.* 1981) ตัวอย่างของอาหารกึ่งแห้งชนิดดั้งเดิมแสดงดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของอาหารกึ่งแห้งชนิดดั้งเดิม

ผลิตภัณฑ์	ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้
ไส้กรอกตับ (liverwurst)	0.96
ซาลามิ (salami)	0.82-0.85
ไส้กรอกแห้ง (landjager sausage)	0.79
ผลไม้แห้ง (dried fruits)	0.72-0.80
แยม และเยลลี่ (jam and jelly)	0.82-0.94
น้ำผึ้ง (honey)	0.75
ขนมแป้งอบ (filling of commercial pastries)	0.65-0.71

ที่มา : Karel. (1976)

การพัฒนาอาหารประเภทนี้ในระยะแรก ๆ มักจะคำนึงถึงการเก็บรักษาอาหารให้ปลอดภัย เพื่อหลีกเลี่ยงการที่จะต้องทิ้งอาหารที่มากเกินไปในฤดูกาล กล่าวคือเพียงเพื่อต้องการเก็บรักษาอาหารไว้บริโภคนอกฤดูกาลนั่นเอง

2) **อาหารกึ่งแห้งชนิดที่มีการพัฒนาใหม่** (modern types of intermediate moisture foods or newly developed intermediate moisture foods)

ปัจจุบันประชากรเพิ่มขึ้นมากมาย ทำให้ความต้องการอาหารมีมากขึ้น อาหารมีปริมาณไม่เพียงพอ อีกทั้งค่าครองชีพในปัจจุบันมีความผันแปรมาก ความต้องการอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ สามารถเก็บได้นานโดยไม่เสื่อมเสียมีมากขึ้น จึงก่อให้เกิดการพัฒนาคิดค้นเอาเทคนิคและหลักวิชาการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องมากขึ้น เพื่อที่จะนำน้ำออกจากอาหาร ให้มีปริมาณน้ำในอาหารที่ต่ำลงในระดับที่เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ เริ่มตั้งแต่การสร้างเครื่องทำแห้ง (dryer) แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาก้าวไกลไปอีกระดับหนึ่ง เนื่องจากความไม่เหมาะสมในการลดความชื้นด้วยใช้เครื่องทำแห้ง ในแง่ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่กรอบเปราะ แตกง่าย และขนาดเปลี่ยนไป จึงได้มีการทดลองใช้สารดูดความชื้น เพื่อลดปริมาณวอเตอร์แอคติวิตี้ให้อยู่ในระดับที่ต้องการ นอกจากนี้ยังมีการเติมสารกันเสียเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (Karel. 1976) การพัฒนาอาหารกึ่งแห้งต่อมามีการพัฒนาเพื่อให้ได้อาหารที่มีกลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัสที่แปลกใหม่ (Robson. 1976)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารกึ่งแห้งชนิดที่มีการพัฒนาใหม่ได้เริ่มพัฒนามาจากอาหารกึ่งแห้งที่ผลิตด้วยวิธีการดั้งเดิม ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งแห้งชนิดดั้งเดิมที่ไม่มีการเติมสารดูด

ความชื้นเลย ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ผลไม้แห้ง เป็นต้น ส่วนผลิตภัณฑ์ชนิดที่อาจจะมีการเติมน้ำตาลเช่น ผลิตภัณฑ์ผลไม้เชื่อม และแช่อิ่ม หรือชนิดที่อาจมีการเติมเกลือและน้ำตาลร่วมกัน เช่น แฮม และผลิตภัณฑ์ขนมอบ อาหารประเภทนี้มีความชื้นในช่วง 10-40% หรือมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ในช่วง 0.65-0.90 (Karel. 1976) ในกลุ่มตัวอย่างของผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งแห้งชนิดที่มีการพัฒนาใหม่แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่าง และลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งแห้งชนิดที่มีการพัฒนาใหม่

คุณลักษณะ	ปลากึ่งแห้ง (IMF catfish)	กะทิกึ่งแห้ง (IMF coconut milk)	เนยแข็ง (IMF cheese)
วอเตอร์แอคติวิตี้	0.80	0.75-0.80	0.82
ความชื้น (%)	26.6	30-35	25
ความเป็นกรดด่าง	6.4	7.0	5.2
สารเติมแต่ง	โปแตสเซียมซอร์เบท โพรพีลีนไกลคอล ซอร์บิทอล ซูโครส เกลือ	0.1% กรดซอร์บิค	โปแตสเซียมซอร์เบท โพรพีลีนไกลคอล เกลือ

ที่มา : Karel. (1976)

2.1.2 ผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง

2.1.2.1 ความหมายของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง

ผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่คล้ายคลึงกับอาหารแห้งในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ และเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่สามารถเก็บไว้ได้นาน (shelf-stable product) แต่ยังคงมีความชื้นอยู่ในระดับหนึ่ง โดยปกติจะมีความชื้นประมาณ 15-50% ซึ่งยังคงถือว่าอยู่ในระดับที่แห้ง (Okonkwo *et al.* 1992a) ผลิตภัณฑ์เนื้อประเภทนี้สามารถนำมารับประทานได้โดยไม่ต้องทำการคืนรูป และสามารถเก็บได้โดยไม่ต้องแช่เย็น (Obanu *et al.* 1975)

ผลิตภัณฑ์ที่จัดได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแท่ง (sausage sticks) ผลิตภัณฑ์เนื้อแท่ง (beef stick หรือ beef bar products) ผลิตภัณฑ์เนื้อรมควันกึ่งแห้ง (intermediate moisture smoked meat products) และผลิตภัณฑ์เนื้อแห้งเจอร์กี (beef jerky

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

products) (Smith. 1984) คำว่าเจอร์กีมาจากภาษาสเปนที่อ่านว่า "ชาร์กี" (charqui) ซึ่งหมายถึงเนื้อแห้งที่มีลักษณะเป็นเส้น ต่อมาได้มีการเปลี่ยนมาใช้คำว่า "เจอร์กี" จนถึงปัจจุบัน (Romance *et al.* 1994) สามารถผลิตได้โดยใช้กระบวนการต่าง ๆ ร่วมกัน ได้แก่ การหมัก การรมควัน และการทำแห้ง วัตถุดิบที่ใช้คือเนื้อวัวไม่มีมัน หั่นเป็นชิ้นยาว กว้างประมาณ 1 นิ้ว หนาประมาณ 1/8 นิ้วหรือน้อยกว่าและมีความยาวได้หลายขนาด มีการเติมเกลือ และเครื่องเทศเล็กน้อย (Holley. 1985) และมีการทำแห้งหรือหมักข้ามคืน จะมีผลทำให้ส่วนผสมซึมเข้าสู่เนื้อได้ดียิ่งขึ้น อาจใช้ส่วนผสมของ เกลือ-ไนไตรท์ ร่วมกับสารที่ให้กลิ่นรส และเครื่องเทศได้ในผลิตภัณฑ์เนื้อแห้งเจอร์กี (Romance *et al.* 1994) ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นที่นิยม สามารถพกพาได้ และสามารถเก็บไว้ได้นาน มีประโยชน์ในการเป็นอาหารสำหรับทางการทหาร และเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อแห่งที่มีอายุการเก็บได้นาน (Barrett *et al.* 1998)

2.1.2.2 **ประเภทของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง** (types of intermediate moisture meat)

ผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งสามารถผลิตได้โดยมีกระบวนการผลิตคล้ายการผลิตของผลิตภัณฑ์เนื้ออื่น ๆ และอนุญาตให้มีการเติมสารดูดความชื้น และส่วนผสมอื่น ๆ มีการเติมเครื่องเทศ หรือสารให้กลิ่นรสเพื่อกลบกลิ่นสารดูดความชื้น และสารป้องกันการเกิดออกซิเดชั่น มีการให้ความร้อน หรือการต้ม เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ หรือหากเชื้อจุลินทรีย์สามารถรอดชีวิตก็ไม่สามารถเจริญเติบโตได้

ผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งประเภทหลักนั้น จะเป็นผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีมัลชั่น (cooked sausages) ชนิดต่าง ๆ ซึ่งในกระบวนการผลิตจะบรรจุในถุงเพาช์ (pouch) ที่มีความสามารถของการซึมผ่านของน้ำต่ำ ทำให้ป้องกันน้ำได้ในระหว่างการเก็บรักษา

ผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งชนิดอื่น ๆ เป็นที่รู้จักกันน้อยในทางการค้า เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อที่ทำให้เป็นแผ่นบางและอบให้แห้งในตู้อบลมร้อน บางชนิดผลิตออกมาในรูปของขนมขบเคี้ยว บรรจุในถุงพลาสติกปิดสนิท

ในตลาดการค้าของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว โดยส่วนใหญ่จะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแป้ง (starch-base product) เช่น มันฝรั่งแผ่น (potato crisp) ซึ่งเป็นตลาดที่ใหญ่ และมีการเติบโตมาก ทั้งยังมีความสนใจที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ทำจากเนื้อ (meat-based snack) โดยมีการพัฒนาเป็นขนมขบเคี้ยวกึ่งแห้ง (intermediate moisture snacks) ซึ่งมีการใช้แป้งและเนื้อสัตว์ในส่วนผสม และใช้กระบวนการอัดพอง (extrusion) ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้พอง กรอบ น่ารับประทาน เพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งยังมีคุณค่าทางโปรตีนเพิ่มขึ้นอีกด้วย ตัวอย่างและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งแสดงดังตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง

ผลิตภัณฑ์	ปริมาณความชื้น(%)	ปริมาณเกลือเฉลี่ย (%)	ความเป็นกรดด่าง	วอเตอร์แอคติวิตี้
เนื้อวัวอบ (roast beef)	22.2	3.0	5.75	0.79
เนื้อวัวบาร์บีคิว (barbecue beef)	16.2	2.7	5.05	0.66
หมูอบ (roast pork)	22.4	3.6	5.70	0.74
ไก่บาร์บีคิว (barbecue chicken)	19.7	4.0	5.20	0.70
ไก่อบ (chicken a la king)	14.9	3.6	5.90	0.61
สตูเนื้อวัว (beef stew)	17.3	3.7	5.80	0.65
ไส้กรอก (sausage)	24.2	4.5	4.90	0.78
แฮม (ham)	19.9	4.5	5.90	0.78
คอร์นบีฟ (corned beef)	16.2	5.4	5.85	0.62

ที่มา : Karel. (1976)

2.2 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง

การผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งสามารถผลิตได้ 2 วิธีได้แก่

2.2.1 **แอดซอร์พชัน** (adsorption) หรือวิธีการทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งและดูดซับน้ำกลับ วิธีการนี้ทำโดยขั้นแรกทำเนื้อให้แห้งก่อน แล้วจึงนำเนื้อแห้งนั้นแช่ในสารละลายที่มีตัวถูกละลายที่เข้มข้นเพียงพอที่จะให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ตามต้องการ หลังจากที่ถึงจุดสมดุลแล้ว การที่จะทำให้เนื้อแห้งก่อนนั้น โดยมากจะใช้วิธีการทำแห้งแบบระเหิด (freeze drying) ทั้งนี้เพื่อให้เนื้อมีรูพรุนซึ่งสามารถจะดูดซึมสารละลายได้ดี ผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งที่ผลิตโดยวิธีนี้จึงมีราคาค่อนข้างสูง ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้แก่ บาร์บีคิว คอร์นบีฟ ซึ่งจะมีลักษณะเป็นชิ้นขนาดพอรับประทาน ตัวอย่างส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งด้วยวิธีแบบแอดซอร์พชันแสดงดังตารางที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อลูกเต๋าอบสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (ready-to-eat intermediate moisture roast beef cube)

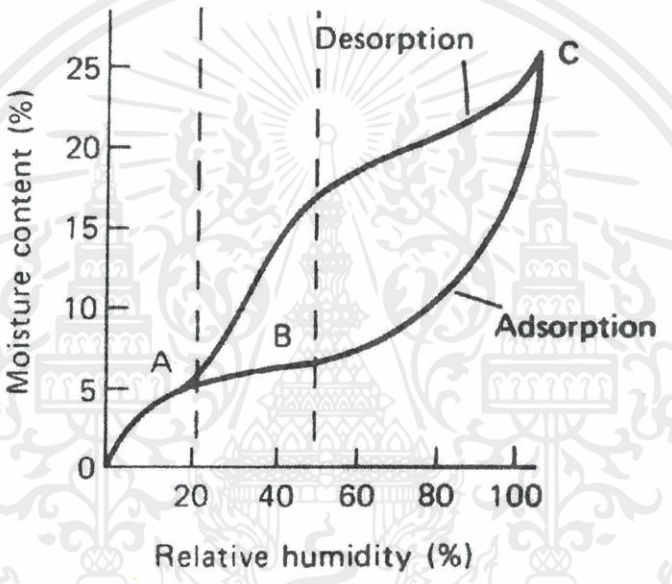
ส่วนผสม	ปริมาณ (% โดยน้ำหนัก)
เนื้อวัวหั่นลูกเต๋าที่ผ่านการทำแห้งแบบระเหิด (freeze-dried cube beef)	51.0000
น้ำกลั่น	16.9415
กลีเซอรอล	6.0000
สตาร์ช (pregelatinised starch)	5.0000
เจลาติน (gellatin 100 bloom)	5.0000
ครีมเทียม (non-diary coffee whitener)	3.5000
ซอร์บิทอล	3.0000
ซุปรสเนื้อ (soup,beef flavour)	2.5000
น้ำตาล	2.0000
เกลือ	2.0000
โปรตีนไฮโดรไลซ์ (hydrolysed vegetable protein)	2.0000
หอมหัวใหญ่อบแห้ง	0.5000
ผงชูรส	0.2500
กรดซอร์บิค	0.2000
กรดแอสคอร์บิค	0.0450
พริกไทยดำ	0.0400
ไรโบไทด์ (ribotide)	0.0200
กรดซิตริก	0.0035
รวม	100.0000

ที่มา : Karel. (1976)

2.2.2 **ดีซอร์พชัน** (desorption) หรือวิธีการกำจัดน้ำออกจากผลิตภัณฑ์โดยการแช่ในสารละลายที่เข้มข้น วิธีการนี้ทำโดยการนำเนื้อสดไปแช่ในสารละลายที่มีสารดูดความชื้น ซึ่งสารละลายนี้จะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำ มีความเข้มข้นสูง สารดูดความชื้นจะซึมเข้าสู่เนื้อ และน้ำจากเนื้อจะซึมออกจากเซลล์จนกระทั่งถึงจุดสมดุล ดังนั้นความเข้มข้นสุดท้ายของสารดูดความชื้นในเนื้อและสารละลายจะเท่ากัน ด้วยเหตุนี้ปริมาณของสารละลายจึงต้องเพียงพอที่จะท่วมชิ้นเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยใช้ที่อัตราส่วนเนื้อ : สารละลาย เป็น 1:1, 1:2 หรือ 1:3 ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม หลังจากนั้นจึงปล่อยให้เนื้อหมักอยู่ในสารละลายผสมจนถึงจุดสมดุลเป็นเวลา 12-24 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง(dried pork cube) เนื้อหมูเปรี้ยวหวาน(sweet and sour pork) เป็นต้น (อุไรวรรณ ปิตาวรานนท์. 2534) ผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งที่มีการผลิตด้วยวิธีดีซอร์พชันจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยวิธีแอดซอร์พชัน ซึ่งสามารถอธิบายได้ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์สมดุลกับความชื้นที่สมดุลเรียกว่าซอร์พชันไอโซเธอม (sorption isotherm) ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 วอเตอร์ซอร์พชันไอโซเธอม (water sorption isotherm)
ที่มา : Fellows. (1990)

จากภาพที่ 2.1 วอเตอร์ซอร์พชันไอโซเธอมนี้สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วน A ส่วน B และส่วน C ในส่วน A เป็นส่วนของน้ำที่ถูกอาหารดูดซับไว้รอบ ๆ เป็นฟิล์มบาง ๆ เพียงชั้นเดียว (monolayer) จะมีเสถียรภาพมาก ซึ่งจะมีอยู่ประมาณ 5-10% ของปริมาณน้ำทั้งหมด ส่วน B เป็นน้ำส่วนที่เกาะกันอย่างหลวม ๆ มีการยึดน้อยกว่าน้ำในส่วน A ในส่วน Bนี้ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้จะมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในขณะที่ปริมาณน้ำจะเพิ่มขึ้นมาก และส่วน C เป็นน้ำที่รวมตัวกันอยู่ตามช่องว่างระหว่างสารประกอบของอาหาร น้ำในส่วนนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายสำหรับตัวถูกละลายต่าง ๆ ในอาหาร อย่างไรก็ตามถ้าเติมตัวถูกละลายลงในอาหารจะเป็นสาเหตุให้ความดันไอของสารละลายในอาหารลดลง ซึ่งจะมีผลทำให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ลดลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตเนื้อกึ่งแห้งด้วยวิธีแบบดีซอร์พชันแสดงดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อไก่กึ่งแห้ง

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม) ที่วอเตอร์แอคติวิตี		
	0.85	0.75	0.61
เนื้อไก่สดหั่นลูกเต๋า	200	200	200
กลีเซอรอล	39	157	514
น้ำ	15	15	15
ซุปไก่ผง (dry chicken broth)	27	27	27
โปแทสเซียมซอร์เบท	3.6	3.6	3.6

ที่มา : Labuza. (1972)

จากส่วนผสมในตารางที่ 2.5 สามารถผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อไก่กึ่งแห้งได้โดยผสมส่วนผสมต่าง ๆ นำมาให้ความร้อนโดยการต้มที่อุณหภูมิ 96-99 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 1 คืน จะได้เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อไก่กึ่งแห้ง

การผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อวัวกึ่งแห้งด้วยวิธีแบบดีซอร์พชันมีส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตแสดงดังตารางที่ 2.6 สามารถผลิตได้โดยนำส่วนผสมต่าง ๆ ในตารางที่ 2.6 ใส่ในภาชนะ ปิดฝา ต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เทสารละลายออก ทิ้งให้เนื้อสะเด็ดน้ำจะได้ผลิตภัณฑ์เนื้อวัวกึ่งแห้ง

ตารางที่ 2.6 ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อวัวกึ่งแห้ง

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
เนื้อวัวลูกเต๋าขนาด 8 ลูกบาศก์มิลลิเมตร	100
น้ำกลั่น	50
น้ำตาล	11
เกลือ	12
ซอร์บิทอล	9
กลีเซอรอล	5
โพรพิลีนไกลคอล	9

ที่มา : Nagel *et al.* (1981)

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อวัวกึ่งแห้งบรรจุกระป๋องด้วยวิธีแบบดีซอร์พชันสามารถผลิตได้ โดยนำเนื้อวัวส่วน *Longissimus dorsi* ตัดแต่งเอาไขมันและส่วนเอ็นออก หั่นเป็นลูกเต๋าขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำมาบรรจุในกระป๋อง เติมสารละลายดังตารางที่ 2.7 ในปริมาตร 1.5 เท่าของน้ำหนักเนื้อ ปิดกระป๋องนำมาต้มให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 77 องศาเซลเซียส ให้ใจกลางกระป๋องมีอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 ชั่วโมง เพื่อให้เนื้อ และสารละลายเข้าสู่สมดุล จะได้เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อวัวกึ่งแห้งบรรจุกระป๋อง

ตารางที่ 2.7 ส่วนผสมของสารละลายที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อวัวกึ่งแห้งบรรจุกระป๋อง

วอเตอร์แอคติวิตี้	ปริมาณส่วนผสม (กรัม)				
	น้ำ	กลีเซอรอล	เกลือ	โปแทสเซียมซอร์เบท	น้ำหนักรวมของสารละลาย
0.82	496.7	412.4	95.0	5.0	1009.1
0.83	514.9	394.0	95.0	5.0	1008.9
0.84	534.1	374.7	95.0	5.0	1008.8
0.85	554.2	354.4	95.0	5.0	1008.6
0.86	575.3	333.0	95.0	5.0	1008.3

ที่มา : Obanu *et al.* (1975)

การผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อกระบือกึ่งแห้งแบบวิธีดีซอร์พชันสามารถทำได้โดย นำเนื้อกระบือหั่นเป็นลูกเต๋า แช่ในสารละลายดังแสดงในตารางที่ 2.8 อัตราส่วนเนื้อ : สารละลาย เป็น 1:1 แช่จนกระทั่งเนื้อและสารละลายเข้าสู่สมดุลย์เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำเนื้อมาอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะได้เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อกระบือกึ่งแห้ง

การนำเนื้อสดมาแช่สารละลาย หรือการหมักเนื้อสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่

2.2.2.1 **การหมักโดยแช่ในสารละลาย** (wet curing) เป็นการหมักเนื้อในสารละลายที่มี เกลือ น้ำตาล ไนเตรท ไนไตรท และเครื่องเทศต่าง ๆ ในช่วงการหมักน้ำที่อยู่ภายในเนื้อจะไหลออกมาขณะเดียวกันสารละลายที่ใช้หมักจะแทรกซึมเข้าไปแทนที่จนถึงจุดสมดุล

ในอุตสาหกรรมนิยมอ่านค่าความเข้มข้นของสารละลายโดยซาโลมิเตอร์ (salometer) อ่านค่าเป็นองศาซาโลมิเตอร์ (° S) สารละลายที่ใช้ในการหมักจะมีความเข้มข้นในช่วง 75-85 องศาซาโลมิเตอร์

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 ส่วนผสมของสารละลายที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อกระบือกึ่งแห้ง

ส่วนผสม	ปริมาณ (% น้ำหนัก/น้ำหนัก)
น้ำตาล	10
เกลือ	2
กลีเซอรอล	2
ไตรโซเดียมซิเตรท	0.2
โซเดียมเบนโซเอท	0.1
ไนเตรท	0.1
ไนไตรท	0.01
โซเดียมแอสคอร์เบท	0.05
น้ำ	85.64

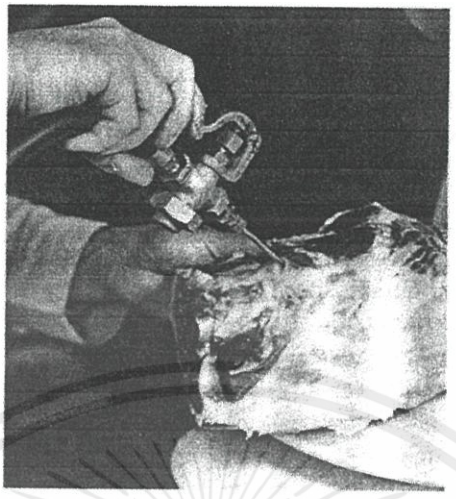
ที่มา : Prabhakar *et al.* (1992)

2.2.2.2 **การหมักโดยการฉีดสารละลายหรือน้ำหมักเข้ากล้ามเนื้อ หรือเส้นเลือด (arterial pumping)** นิยมผลิตกันมากตั้งแต่ปี ค.ศ. 1940 จนถึงปัจจุบัน การหมักโดยวิธีนี้เป็นการเตรียมสารละลายที่ประกอบด้วย เกลือ น้ำตาล ไนเตรท ไนไตรท และเครื่องเทศต่าง ๆ แล้วใช้เข็มฉีดสารละลายเข้าไปในเส้นเลือดหรือกล้ามเนื้อของเนื้อที่จะทำการหมัก สารละลายจะกระจายตัวไปทั่วก้อนเนื้อ แต่การฉีดเพียงวิธีการเดียวจะทำให้สารละลายไม่สามารถแทรกซึมไปถึงบริเวณผิวหน้าของก้อนเนื้อได้ จึงอาจจำเป็นต้องนำก้อนเนื้อมาแช่ในสารละลายอีกครั้งหนึ่งด้วย (Romance *et al*. 1994)

ผลิตภัณฑ์ที่นิยมผลิตด้วยวิธีนี้ได้แก่ แฮมชนิดต่าง ๆ โดยการฉีดสารละลายเข้มข้น 85 องศาซาโลมิเตอร์ ปริมาณ 1.5 ปอนด์ ต่อ แฮม 20 ปอนด์ หรือสารละลายเข้มข้น 60-75 องศาซาโลมิเตอร์ ปริมาณ 2 ปอนด์ ต่อแฮม 20 ปอนด์ ซึ่งวิธีการฉีดสารละลายนี้จะทำให้ส่วนผสมต่าง ๆ เข้าสู่ใจกลางของผลิตภัณฑ์ได้เร็วขึ้น (Romance *et al.* 1994) โดยทั่วไปใช้เวลาในการหมักแฮมเป็นระยะเวลาประมาณ 2 - 2.5 วัน ต่อ แฮม 1 ปอนด์ (Kramiich *et al.* 1973)

การฉีดสารละลายเข้าเส้นเลือดหรือกล้ามเนื้อและอุปกรณ์ที่ใช้แสดงดังภาพที่ 2.2, 2.3 และ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 แสดงการฉีดสารละลายเข้ากล้ามเนื้อของชิ้นเนื้อ

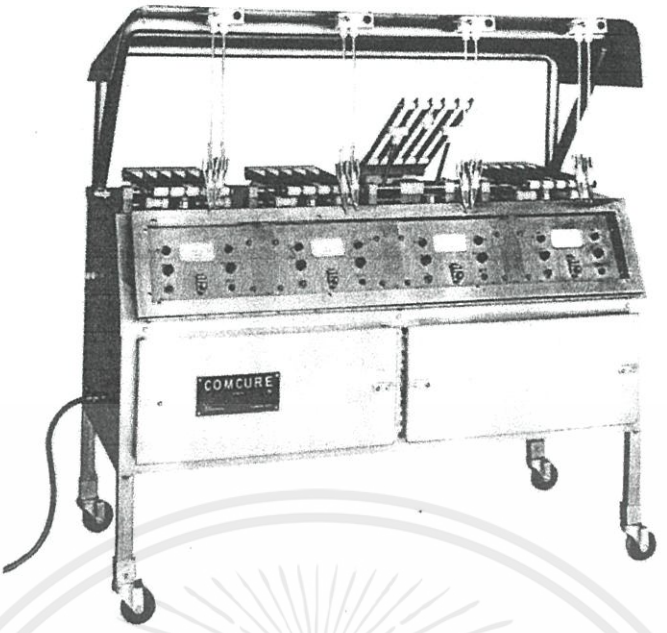
ที่มา : Romance *et al.* (1994)

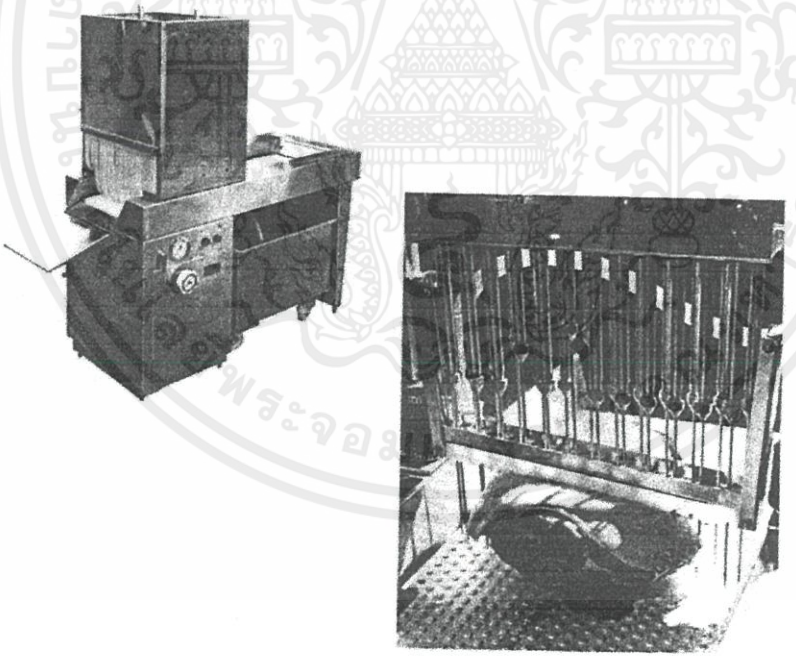
ภาพที่ 2.3 แสดงการฉีดสารละลายเข้าเส้นเลือดแดงใหญ่ของชิ้นเนื้อ

(V คือ เส้นเลือดดำใหญ่ และ A คือ เส้นเลือดแดงใหญ่)

ที่มา : Romance *et al.* (1994)

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.4 แสดงเครื่องฉีดสารละลายอัตโนมัติที่ใช้ในผลิตภัณฑ์แฮม
ที่มา : Romance *et al.* (1994)

2.2.2.3. **การแช่ในสารละลายร่วมกับการฉีดสารละลายเข้ากล้ามเนื้อ** (combination cure) ผลิตภัณฑ์เนื้อหมักสามารถผลิตโดยการใช้วิธีการหมักในสารละลาย หรือการนวดกับส่วนผสมร่วมกับการฉีดสารละลายเข้ากล้ามเนื้อ ซึ่งจะทำให้ระยะเวลาในการหมักสั้นลง เช่น ผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก (cure beef) โดยการนำสารละลายมาฉีดที่กล้ามเนื้อและนำมานวดหรือแช่สารละลาย อาจจะรมควันหรือไม่ก็ได้ เนื้อหมักนี้จะมีสีแดงเข้ม มีกลิ่นเครื่องเทศ เนื้อสัมผัสจะเหนียวกว่าแฮมเล็กน้อย (Romance *et al* 1994) นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์แฮม แฮมที่ผลิตในทางการค้าจะมีส่วนผสมของน้ำหมักดังตารางที่ 2.9 โดยการฉีดสารละลายที่ระดับ 10 % ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณเกลือ 2 % ไนเตรท 150 ppm และ โซเดียมแอสคอร์เบท 250 ppm จากนั้นจะนำแฮมมารมควันเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนำมาหมัก (cover pickle) เป็นเวลา 3 – 7 วัน ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์แฮมที่มีรสดี สีของผลิตภัณฑ์มีความคงตัว การกระจายตัวของส่วนผสมดีและมีความสามารถในการอุ้มน้ำดี (Pearson and Tauber 1984)

ตารางที่ 2.9 ส่วนผสมของสารละลายที่ใช้ในการผลิตแฮมในทางการค้า

ส่วนผสม	ปริมาณ	
	ปอนด์	ออนซ์
น้ำ	70	-
เกลือ	20	-
น้ำตาล	6	11
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต	2	14
โซเดียมแอสคอร์เบท	-	4
ไนไตรท	-	2.5

ที่มา : Pearson and Tauber (1984)

2.3 สารหมักเนื้อ (Meat curing)

การผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์กึ่งแห้งคล้ายคลึงกับการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ต่าง ๆ ที่ต้องมีการใช้สารเคมีหลายชนิดเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดรสชาติและลักษณะต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่สดใสและคงตัวซึ่งสะดุดตาและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ได้เป็นระยะเวลานานพอควรโดยไม่เกิดการเหม็นหืนและเน่าเสียอันมีสาเหตุเนื่องจากการเสื่อมเสียของไขมันและโปรตีน ผลิตภัณฑ์มีความนุ่มและชุ่มน้ำดี ทำให้มองดูน่ารับประทานและไม่สูญเสียน้ำหนักในระหว่างกรรมวิธีการผลิตและการจำหน่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ส่วนประกอบของสารหมักที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งได้แก่

2.3.1 เกลือ

2.3.1.1 การใช้เกลือในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

เกลือที่ใช้ในการแปรรูปเนื้อสัตว์อยู่ในรูปของเกลือโซเดียมคลอไรด์ หรือทราบกันในชื่อของเกลือแกง แต่เดิมมนุษย์ใช้เกลือเพื่อเป็นตัวป้องกันการเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ของเนื้อในสภาพห้องธรรมดา ปริมาณการใช้เกลือในการหมักเนื้อจะใช้ที่ความเข้มข้นสูง โดยปกติต้องให้มีเกลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ 6% ทำให้เนื้อมีรสชาติเค็มจัด และลักษณะของผลิตภัณฑ์แห้ง มีผิวหน้าเหี่ยวย่น มองดูไม่น่ารับประทาน แต่ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามามีบทบาทต่อการถนอมรักษาเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ ทำให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้ที่อุณหภูมิต่ำ ดังนั้นปริมาณการใช้เกลือจึงลดลงเพื่อให้รสชาติดีขึ้น ดังเช่นปริมาณเกลือที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคสำหรับแฮมควรมีเกลืออยู่ประมาณ 3% และเบคอนควรมีเกลืออยู่ประมาณ 2%

เกลือที่เหมาะสมในการใช้หมักเนื้อควรเป็นเกลือที่สะอาดและผ่านการฆ่าเชื้อมาแล้ว นิยมใช้เกลือสินเธาว์ที่ปราศจากโลหะหนักมากกว่าเกลือสมุทร เนื่องจากเกลือสมุทรอาจมีแบคทีเรียที่ทนความเค็มสูง (halophillic bacteria) และมีอนุมูลของสารพวกแคลเซียม แมกนีเซียม ซึ่งมีผลต่อการดูดซึมของน้ำเกลือทำให้ความสามารถในการละลายของโปรตีนลดลง โลหะหนัก เช่น ทองแดง ถ้ามีอยู่ในเกลือที่ใช้หมักเนื้อจะมีผลเร่งปฏิกิริยาการหืนของไขมัน แต่ถ้าเกลือสมุทรได้ผ่านกระบวนการกำจัดสิ่งไม่พึงประสงค์ดังกล่าวข้างต้นแล้วก็สามารถนำมาใช้ในการหมักได้ นอกจากนี้เกลือที่เติมไอโอดีนไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการหมักเนื้อซึ่งใช้ร่วมกับไนเตรท เนื่องจากไอโอดีนจะเป็นตัวยับยั้งการการเจริญของจุลินทรีย์ที่ช่วยเร่งการเปลี่ยนสารไนเตรทให้เป็นไนไตรท์ได้ เป็นผลให้มีสารไนเตรทตกค้างในผลิตภัณฑ์มาก

2.3.1.2 บทบาทของเกลือที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ได้แก่

1) เกลือทำหน้าที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยมีผลต่อการลดน้ำในผลิตภัณฑ์และทำให้แรงดันออสโมติค (osmotic pressure) ของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไป ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ลดลง จึงมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และป้องกันการเน่าเสีย

2) เกลือในปริมาณสูงมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเค็มจัด รสไม่นุ่มนวล และสีของเนื้อแดง (lean meat) มีสีดำ ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์เหี่ยวย่นไม่เป็นที่พึงปรารถนาของผู้บริโภค (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

39862

2.3.2 น้ำตาล

2.3.2.1 การใช้น้ำตาลในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

น้ำตาลหรือสารให้ความหวานที่เติมลงในผลิตภัณฑ์มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดรสชาติในการถนอมรักษา น้ำตาลนอกจากจะให้กลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์ยังมีบทบาทต่อการป้องกันและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

อัตราส่วนของน้ำตาลที่ใช้ในการหมักแตกต่างกันมากในระหว่างผู้ผลิตแต่ละโรงงานส่วนใหญ่ใช้น้ำตาลเพียง 20-30 ปอนด์ต่อน้ำเกลือ 100 แกลลอน ซึ่งที่ระดับนี้น้ำตาลจะทำหน้าที่เป็นเพียงบทบาทรองเพื่อให้รสชาติแก่ผลิตภัณฑ์ สำหรับการทำแฮมใช้น้ำตาล 20% ในน้ำหนักแฮม หรือใช้น้ำตาลประมาณ 160 ปอนด์ต่อน้ำเกลือ100 แกลลอน

2.3.2.2 บทบาทของน้ำตาลที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อ ได้แก่

1) น้ำตาลทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสอ่อนนุ่มขึ้น โดยน้ำตาลจะไปลดรสเค็มที่มีผลมาจากเกลือ และป้องกันการดึงน้ำบางส่วนจากเนื้อสัตว์ ทำให้ความชื้นบางส่วนไม่สูญเสียไป เนื้อมีรสชาติดีขึ้นและไม่แห้ง แข็งกระด้าง

2) น้ำตาลจะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนของโปรตีน เมื่อผ่านการให้ความร้อนทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลที่บริเวณผิวหน้าของชิ้นเนื้อและมองดูน่ารับประทานเพิ่มขึ้น

3) น้ำตาลช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงของโซเดียมไนเตรทเป็นไนตริกออกไซด์ ทำให้ปริมาณสารไนเตรทเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์น้อยและเกิดสีแดงเร็วขึ้น (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536)

2.3.3 ไนเตรท และไนไตรท์

2.3.3.1 การใช้ไนเตรท และไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

ส่วนใหญ่นิยมใช้ในรูปของเกลือโซเดียมไนไตรท์ หรือโปแตสเซียมไนไตรท์ และเกลือโซเดียมไนเตรท หรือโปแตสเซียมไนเตรท การใช้ไนเตรทและไนไตรท์ร่วมกันมีผลต่อการเร่งการแตกตัวของไนเตรท ทำให้เกิดการแตกตัวให้ไนตริกออกไซด์เร็วขึ้นและมากขึ้น จึงทำให้เกิดสีเร็วและมีสารไนเตรทเหลือตกค้างในผลิตภัณฑ์น้อยลง เกลือไนเตรทและไนไตรทที่ใช้ในทางการค้าจะผสมกันออกมาเพื่อสะดวกในการนำมาใช้ มีชื่อทางการค้าเป็น ผงเพรค (praque powder) โดยมีปริมาณที่แนะนำให้ใช้เป็น 0.25-0.38% ของน้ำหนักเนื้อ กรณีที่ใช้ไนเตรทและไนไตรท์ร่วมกันต้องมีไนไตรท์เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายไม่เกิน 200 ส่วนต่อล้านส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.2 **บทบาทของไนเตรท และไนไตรทที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์** ได้แก่

1) ทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อมีสีแดงและรักษาสีแดงของผลิตภัณฑ์ ทำให้มีความน่ารับประทานเพิ่มขึ้น โดยบทบาทของเกลือไนไตรทและไนเตรทต่อการเกิดสีในผลิตภัณฑ์เนื้อมีผลเนื่องจากการแตกตัวให้สารไนตริกออกไซด์ เพื่อเข้าทำปฏิกิริยากับไมโอโกลบิน เกิดเป็นไนตริกออกไซด์ไมโอโกลบินสีแดง และเมื่อได้รับความร้อนในระหว่างการแปรรูป ไนตริกออกไซด์ไมโอโกลบินจะเปลี่ยนเป็นไนโตรโซฮีโมโกลบินที่มีสีชมพู ซึ่งสีดังกล่าวจะค่อนข้างคงตัว

2) ช่วยเพิ่มรสชาติ และกลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์ ทำให้มีกลิ่นเฉพาะตัวเป็นที่ยอมรับสำหรับผู้บริโภคมากกว่าการใช้เกลือในการหมักเนื้อเพียงอย่างเดียว

3) ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และป้องกันการงอกของสปอร์ของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศ โดยเฉพาะพวก *Clostridium botulinum*

4) ช่วยยับยั้งการหืนของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อโดยจะไปยับยั้งปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนของไขมัน (oxidative rancidity)

2.3.4 **วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส**

2.3.4.1 **การใช้วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์**

วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสจัดเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่มีความสำคัญมากอีกชนิดหนึ่งในผลิตภัณฑ์เนื้อ ได้แก่ เครื่องเทศชนิดต่าง ๆ ที่มีการใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อที่สำคัญรวมถึง หอม ผักชี ยี่หร่า อบเชย กระวาน กานพลู ขิง ข่า ขมิ้น ลูกจันทน์ พริกไทย กระเทียมเป็นต้นทั้งนี้อาจใช้ส่วนของต้น ใบ ผล เมล็ด เปลือก หัว หรือรากของเครื่องเทศนั้น ๆ ล้วนแต่ว่าส่วนใดของต้นเครื่องจะเป็นส่วนที่ให้กลิ่นรสมากกว่ากัน นอกจากนี้ยังมีการเตรียมในรูปของเครื่องเทศแห้ง หรือเครื่องเทศผง หรืออาจเตรียมในรูปของน้ำมันหอมระเหย หรือสารสกัดของเครื่องเทศชนิด ต่าง ๆ เพื่อให้สะดวกในการใช้

2.3.4.2 **บทบาทของวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อ**

วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสทำหน้าที่ปรุงแต่งกลิ่นรสให้ผลิตภัณฑ์น่าบริโภค ให้กลิ่นรสเฉพาะตัวแก่ผลิตภัณฑ์ เช่น ผู้บริโภคสามารถบอกได้ว่ากลิ่นชนิดนี้เป็นกลิ่นของหมูแผ่น กุนเชียง หรือไส้กรอกเปรี้ยว เป็นต้น (ศิวาพร ศิวเวชช. 2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 สารประกอบฟอสเฟต

2.3.5.1 การใช้สารประกอบฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

สารประกอบฟอสเฟตเป็นวัตถุเจือปนในอาหารที่นิยมใช้ในเนื้อและผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเนื้อ การใช้สารประกอบฟอสเฟตมีการจดทะเบียนใช้เป็นครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ.1950 โดยใช้ไตรโพลีฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์เนื้อลดขนาด (ศิวาพร ศิวเวชช. 2535)

สารประกอบฟอสเฟตที่ใช้เติมในน้ำหมักเนื้อเพื่อวัตถุประสงค์ คือ ช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ ทำให้เนื้อไม่สูญเสียน้ำหนักมากเกินไปเมื่อมีการให้ความร้อน เนื้อมีความนุ่มและชุ่มน้ำเพิ่มขึ้น และมีรสชาติดี กฎหมายกำหนดให้มีการเติมฟอสเฟตได้ โดยให้มีเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายได้ไม่เกิน 5% (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536)

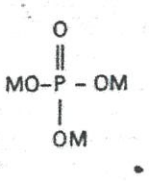
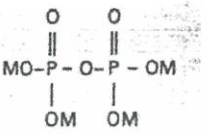
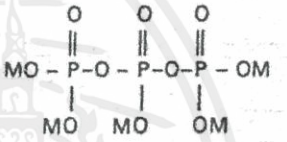
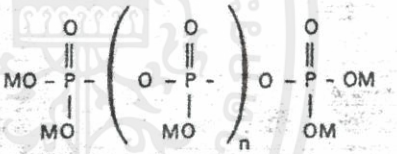
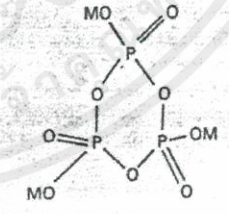
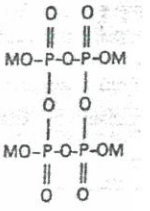
ชนิดของสารประกอบฟอสเฟตที่นิยมใช้ในอาหาร และผลิตภัณฑ์เนื้อ แสดงดังตารางที่ 2.10, 2.11 และ 2.12

2.3.5.2 บทบาทของสารประกอบฟอสเฟตที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ได้แก่

1) ทำให้สีของเนื้อคงตัว (color preservation) โดยปกติสีของเนื้อจะขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาทางเคมีของรงควัตถุ (pigment) 2 ชนิด คือ ไมโอโกลบิน และฮีโมโกลบิน สำหรับฮีโมโกลบินเป็นรงควัตถุสีแดงในเลือดเป็นโปรตีนที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบ (iron-protein complex) ส่วนไมโอโกลบินจะเป็นรงควัตถุสีแดงเข้มพบในเนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อเป็นโปรตีนที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบเหมือนกัน มีเหล็กอยู่ในรูปของ เฟอร์รัส (ferrous) ซึ่งสามารถถูกออกซิไดซ์ไปเป็นเฟอร์ริค (ferric) ทำให้ได้รงควัตถุสีน้ำตาลเรียกว่า เมทไมโอโกลบิน (metmyoglobin) ไมโอโกลบินสามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนที่ผิวของเนื้อ ทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนซึ่งมีสีแดงสดขึ้นเรียกว่า ออกซีไมโอโกลบิน (oxymyoglobin) ออกซีไมโอโกลบินจะมีเหล็กอยู่ในรูปของเฟอร์รัส ซึ่งสามารถถูกเปลี่ยนให้เป็นเมทไมโอโกลบินได้ง่าย โดยการเกิดออกซิเดชันและหลังจากทิ้งให้เนื้อสัมผัสกับอากาศระยะหนึ่ง ออกซีไมโอโกลบินจะค่อย ๆ เปลี่ยนจากสีแดงสดไปเป็นสีน้ำตาล ซึ่งก็คือเมทไมโอโกลบินนั่นเอง เป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้บริโภครู้สึกว่าเนื้อ มีสีน้ำตาลจะมีความสดไม่เท่ากับเนื้อที่มีสีแดงสด ทำให้ผู้ผลิตพยายามที่จะรักษาสีแดงสดของเนื้อไว้ จากการทดลองพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อสีของเนื้อได้แก่ ความเป็นกรดด่างของรีดิวซ์ซิงเอเจนท์ (reducing agent) เกลือที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 ชนิดและสูตรโครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบฟอสเฟต

Class of phosphate	Phosphate atom	Basic structure [1]
Orthophosphate	1	
Pyrophosphate	2	
Polyphosphate	3	
	$4\text{-}10^5$	
Cyclic polyphosphate		
Tri - , Tetra -	3, 4	  Tri - Tetra -

หมายเหตุ : (1) สูตรโครงสร้างพื้นฐาน M คือ อะตอมไฮโดรเจน หรือ ไอออนของโลหะ

ที่มา : Dziezak. (1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 ชนิด คุณสมบัติ และการนำไปใช้ของสารประกอบฟอสเฟต

Class of phosphate	Phosphate name	Generally formula	pH[1]	Solubility[2]	Function
Orthophosphate	Monosodium phosphate	NaH_2PO_4	4.6	87	Emulsifier, Buffer
	Disodium phosphate	Na_2HPO_4	9.2	12	Emulsifier, Buffer
	Trisodium phosphate	Na_2HPO_4 $-2H_2O$	11.8	14	Emulsifier, Buffer
	Monopotassium phosphate	KH_2PO_4	4.6	25	Water binding
	Dipotassium phosphate	K_2HPO_4	9.3	168	Emulsifier, Buffer
	Tripotassium phosphate	K_3PO_4	11.9	107	Emulsifier, Buffer
	Monocalcium phosphate	$Ca(H_2PO4)_2$ $-H_2O$	3.8	-	Acidulant
Pyrophosphate	Sodium acid pyrophosphate	$Na_2H_2P_2O_7$	4.3	15	Emulsifier, Buffer
	Potassium Pyrophosphate	$Na_4P_2O_7$	10.3	8	Emulsifier, Buffer
Tripolyphosphate	Sodium Tripolyphosphate	$Na_5P_3O_{10}$	9.9	15	Emulsifier, Water binding
	Potassium Tripolyphosphate	$K_5P_3O_{10}$	9.6	193	Emulsifier
Polyphosphate	Sodium polyphosphate	$(NaPO_3)_6$ $-Na_2O$	7.7	40	Sequestrant

หมายเหตุ : (1) ความเป็นกรดด่างของสารละลาย 1%

(2) Solubility ที่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (กรัม / 100 กรัมน้ำ)

ที่มา : Dziezak. (1990)

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตจากมหาวิทยาลัย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.12 แสดงชนิดของสารประกอบฟอสเฟตที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเนื้อ

สารประกอบฟอสเฟต	วัตถุประสงค์	ผลิตภัณฑ์
ไดโซเดียมฟอสเฟต โมโนโซเดียมฟอสเฟต โซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต เตตราโซเดียมไพโรฟอสเฟต โซเดียมแอซิดไพโรฟอสเฟต	เพื่อลดปริมาณการสูญเสียน้ำในช่วงการต้ม	แฮมหมัก(Cure Hams) แฮมกระป๋อง(Canned hams) เบคอน(Bacon)
ไตรแคลเซียมฟอสเฟต ไตรโซเดียมฟอสเฟต	ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพวัตถุกันหืน	ไขมันสัตว์(animal fats) น้ำมันหมู(lard)
โซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต ไตรโซเดียมฟอสเฟต	ช่วยในการกำจัดขน	ซาก (carcasses)

ที่มา : ศิวาพร ศิวเวชช (2535)

ใช้ในการหมัก อิออนของโลหะ และออกซิเจน ที่ความเป็นกรดด่างต่ำการออกซิเดชันของเนื้อจะถูกเร่งให้เกิดเร็วขึ้นทำให้เกิดเมทไมโอโกลบิน ซึ่งมีสีน้ำตาล ความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมสำหรับการรักษาสีของเนื้อจะประมาณ 6.0-6.6 การควบคุมความเป็นกรดด่าง และอนุมูลของโลหะที่มีอยู่โดยใช้สารประกอบฟอสเฟต เช่น โพลีฟอสเฟต พบว่าจะช่วยให้สีแดงของเนื้อคงอยู่ได้ ซึ่ง Ellinger. (1972) ได้ศึกษาผลของสารประกอบฟอสเฟตต่อความคงตัวของสีในผลิตภัณฑ์แฮมแช่เย็น แสดงผลดังตารางที่ 2.13

2) ช่วยปรับปรุงกลิ่นรสและช่วยป้องกันการเกิดกลิ่นผิดปกติในเนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อ สารประกอบฟอสเฟตสามารถใช้ในการผลิตกลิ่นรสสังเคราะห์ (synthetic flavor) ของเนื้อจากสารประกอบโปรตีนต่าง ๆ เช่น ใช้ส่วนผสมของโปรตีนไฮโดรไลซ์เซท (protein hydrolysate) จากผักต่าง ๆ กรดไขมัน กรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ แอมโมเนีย เกลือโปแทสเซียม จากนั้นเอากลิ่นรสสังเคราะห์ที่ได้เติมลงในผลิตภัณฑ์เนื้ออีกที เพื่อช่วยปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสดีขึ้น นอกจากนี้สารประกอบฟอสเฟตยังมีประโยชน์ในการป้องกันกลิ่นที่ไม่ดีในผลิตภัณฑ์เนื้อด้วย ตัวอย่างเช่น ช่วยเสริมสารกันหืน ช่วยป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมันอันเป็นสาเหตุให้เกิดกลิ่นหืนได้ ซึ่งมีความสำคัญมากในผลิตภัณฑ์เนื้อ จากตารางที่ 2.13 พบว่าการใช้สารประกอบฟอสเฟตสามารถยืดอายุการเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์โดยพิจารณาจากค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกิดออกซิเดชันของไขมัน หรือค่าไธโอบาร์บิทูริคแอซิด (Thiobarbituric acid number ; TBA number)

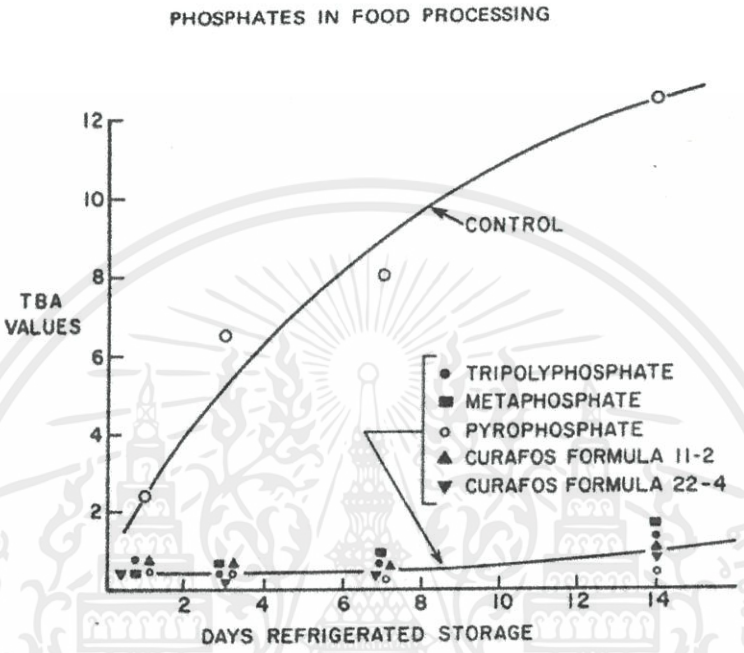
ตารางที่ 2.13 ผลของสารประกอบฟอสเฟตต่อความคงตัวของสีและการหืนของผลิตภัณฑ์แฮมแช่เย็น

Phosphate Used	Treatment	Day of 50% Color Loss	Day to Turn Rancid (TBA = 0.5)
None	Canned,baked	2	2
Hexametaphosphate	Canned,baked	>12	>12
None	Canned,baked	3	2
Tripolyphosphate	Canned,baked	>13	>13
None	Smoked, baked	3	3
Hexametaphosphate	Smoked, baked	>13	>13
None	Smoked, baked	6	6
Tripolyphosphate	Smoked, baked	>14	>14
None	Canned	10	9
Tripolyphosphate	Canned	>13	>13
None	Canned	10	13
Hexametaphosphate	Canned	>13	>13
None	Smoked	12	>14
Hexametaphosphate	Smoked	>14	>14
None	Smoked	12	>14
Tripolyphosphate	Smoked	>14	>14

ที่มา : Ellinger. (1972)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

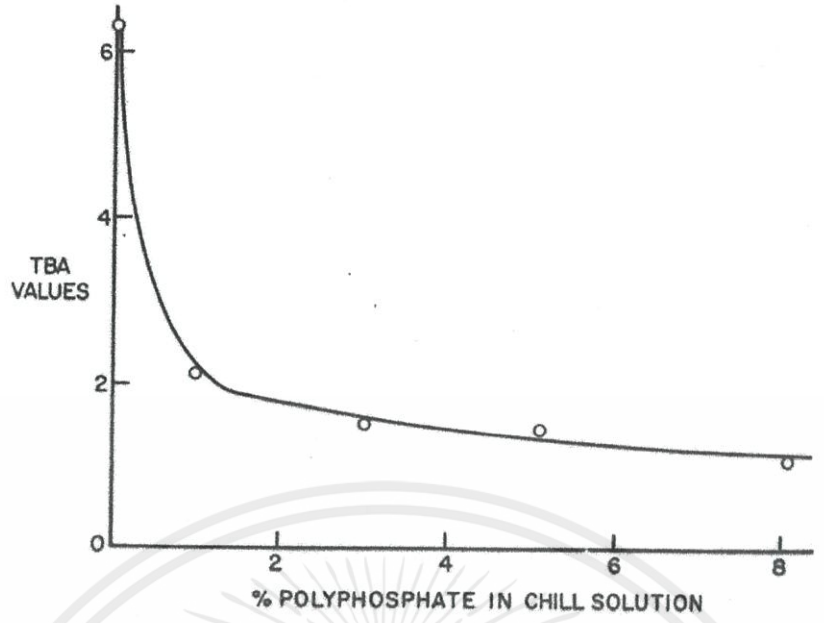
Mahon. (1971) ได้ศึกษาผลของสารประกอบฟอสเฟตต่อการป้องกันการเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์เนื้อโดยใช้ค่า TBA เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงของการเกิดออกซิเดชัน แสดงผลดังภาพที่ 2.5, 2.6, 2.7 และ 2.8



ภาพที่ 2.5 การเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อวัวบดอบ
ที่มา : Mahon. (1971)

จากภาพที่ 2.5 พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อวัวอบบด (ground roast beef) ที่มีการฉีดสารละลายโพลีฟอสเฟตชนิดต่าง ๆ และสารประกอบฟอสเฟตผสมที่มีชื่อในทางการค้าว่า คูราโฟส® (Curafos ®) ที่ระดับการฉีด 0.5% มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า TBA ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ควบคุมที่ไม่มีการใช้สารประกอบฟอสเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

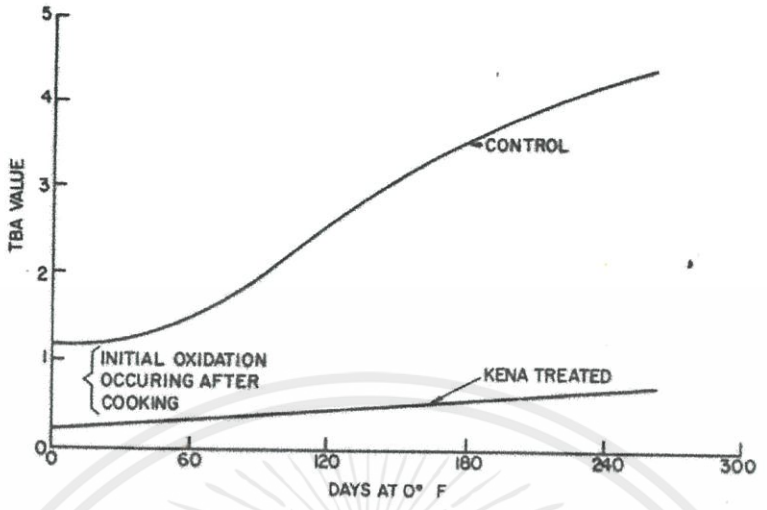


ภาพที่ 2.6 การเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ต้มที่แช่สารละลายโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

ที่มา : Mahon. (1971)

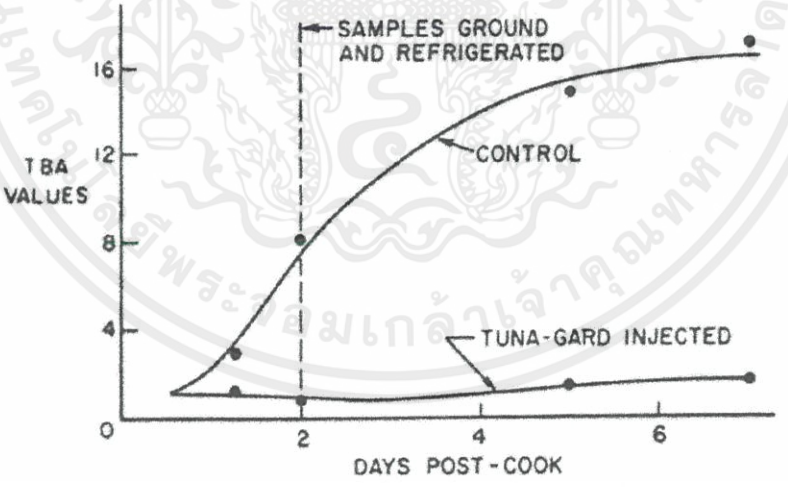
จากภาพที่ 2.6 Mahon. (1971) ได้ศึกษาการใช้สารประกอบฟอสเฟตต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ โดยนำเนื้อไก่ที่ผ่านการต้มในน้ำที่อุณหภูมิ 185 องศาฟาเรนไฮซ์ จนอุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อเป็น 180 องศาฟาเรนไฮซ์ จากนั้นนำมาแช่ในสารละลายแช่เย็นที่ประกอบด้วยโพลีฟอสเฟตผสมมีชื่อทางการค้าว่า เคนา® (Kena® FP-28) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ตั้งแต่ 0-8% พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเคนาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่า TBA มีค่าลดลง และเมื่อนำผลิตภัณฑ์มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาฟาเรนไฮซ์เป็นระยะเวลา 8 เดือน พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ที่มีการใช้สารละลายเคนา®จะมีค่า TBA ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ควบคุมที่ไม่มีการใช้สารละลายเคนา® ซึ่งจะมีค่า TBA สูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น แสดงผลดังภาพที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 การเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ต้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาฟาเรนไฮซ์ เป็นระยะเวลา 8 เดือน

ที่มา : Mahon. (1971)



ภาพที่ 2.8 การเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าครีบเหลืองแช่เย็นเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์

ที่มา : Mahon. (1971)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.8 เมื่อนำปลาทูน่าครีบเหลืองมาฉีดสารละลายโพลีฟอสเฟตผสมที่มีชื่อทางการค้าว่า ทูน่า-การ์ด® (Tuna-Gard®) ที่มีความเข้มข้น 7% จากนั้นนำปลามานึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 220 องศาฟาเรนไฮซ์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งไว้เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำเนื้อปลามาบด และเก็บไว้ที่อุณหภูมิแช่เย็นเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าครีบเหลืองนึ่งที่มีการใช้สารละลายทูน่า-การ์ด® จะมีค่า TBA ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ควบคุมที่ไม่มีการใช้สารละลายทูน่า-การ์ด® ซึ่งจะมีค่า TBA สูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น

คุณสมบัติในด้านที่ช่วยปรับปรุงกลิ่นรส และป้องกันการเกิดกลิ่นผิดปกติในผลิตภัณฑ์เนื้อ เกิดจากการที่สารประกอบฟอสเฟตเข้าจับกับโมเลกุลโปรตีนในเนื้อสัตว์ ทำให้โมเลกุลของเนื้อสานกันเป็นตาข่ายสามารถกั้นไม่ให้เลือดและของเหลวในเนื้อสัตว์ไหลออกมา เนื้อสัตว์จึงมีรสชาติดีขึ้น และในด้านที่ช่วยป้องกันการเกิดกลิ่นผิดปกติ เกิดจากสารประกอบฟอสเฟตมีฤทธิ์เป็นวัตถุกันหืน โดยเข้าทำปฏิกิริยากับอนุมูลโลหะที่ปนเปื้อนมาในเนื้อสัตว์ เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ช่วยป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้

3) ช่วยให้เนื้อนุ่ม (increasing tenderness) การเกิดการแข็งและเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ (rigor mortis) เป็นสาเหตุทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อหดสั้นเข้าเนื่องจากโปรตีนกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่คงตัวมาก การเติมสารประกอบฟอสเฟตจะทำให้ แอคโตไมโอซิน (actomyosin) แยกออกเป็น แอคติน (actin) และไมโอซิน (myosin) ซึ่งจะมีผลต่อความนุ่มของเนื้อทุกชนิด สารประกอบไพโรฟอสเฟต เมื่อรวมกับอนุมูลของแมกนีเซียมจะช่วยทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อยืดตัวออก

Lamkey *et al.* (1986) ศึกษาผลของเกลือและสารประกอบฟอสเฟตผสมในทางการค้า (commercial phosphate blend; CPB) ที่มีต่อความนุ่มของผลิตภัณฑ์สเต็กเนื้อวัวขึ้นรูป (restructured beef steaks) โดยนำสเต็กเนื้อวัวขึ้นรูปมาเติมเกลือและสารประกอบฟอสเฟตผสมในทางการค้าในปริมาณต่าง ๆ กัน คือ เติมเกลือ 0 และ 0.2% ร่วมกับการเติมสารประกอบฟอสเฟตผสมในทางการค้า 0 และ 0.2% ตามลำดับ เติมเกลือ 0.5% และเติมสารประกอบฟอสเฟตผสมในทางการค้า 5% นำผลิตภัณฑ์มาศึกษาความนุ่มของเนื้อโดยวิธีวัดค่าแรงเฉือน (Lee Kramer Shear Method) พบว่าผลิตภัณฑ์สเต็กเนื้อวัวขึ้นรูปที่เติมสารประกอบฟอสเฟตผสมในทางการค้าจะมีค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์สเต็กเนื้อวัวขึ้นรูปที่ไม่มีการเติมสารประกอบฟอสเฟต คือ 3.30 และ 4.22 กิโลกรัม / กรัม ตามลำดับ นั่นคือผลิตภัณฑ์สเต็กเนื้อวัวขึ้นรูปที่มีการเติมสารประกอบฟอสเฟตจะมีความนุ่มกว่าผลิตภัณฑ์สเต็กเนื้อวัวขึ้นรูปที่ไม่เติมสารประกอบฟอสเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ช่วยให้เนื้อจับตัวกันได้ดีขึ้น (Increasing binding)

สารประกอบที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อจะสามารถจับโมเลกุลที่ละลายน้ำได้มารวมกัน นำให้เนื้อเหนียวและยืดหยุ่นดีขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการทำผลิตภัณฑ์เนื้อต่าง ๆ เช่น ไส้กรอกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ โบโลญา (bologna) แฟรงค์เฟอร์เตอร์ (frankfurters) แซนวิช (sandwich meat) และ มีทโลฟ (meat loaves) ซึ่งผลิตภัณฑ์เนื้อบดหรือผลิตภัณฑ์เนื้อขึ้นรูปเหล่านี้ ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ดีจะขึ้นกับการจับตัวกันของชิ้นเนื้อ ชิ้นเนื้อเล็ก ๆ แต่ละชิ้นจะมีสารที่ไหลออกมาตามธรรมชาติ (natural exudate) ที่อยู่ที่ผิวเป็นตัวยึดให้ชิ้นเนื้อเล็ก ๆ จับกันซึ่งสารประกอบฟอสเฟตที่เติมลงไปนี้จะไปช่วยเพิ่มสารที่ไหลออกมาของโปรตีนที่ละลายได้ของชิ้นเนื้อซึ่งจะช่วยให้การจับตัวกันของชิ้นเนื้อในผลิตภัณฑ์ดีขึ้น

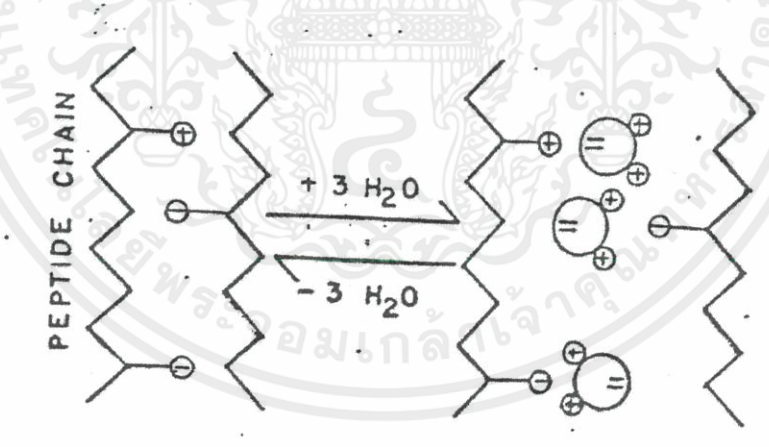
Lamkey *et al.* (1986) ศึกษาผลของสารประกอบฟอสเฟตในทางการค้าและเกลือที่มีต่อที่มีต่อความนุ่มของผลิตภัณฑ์สเต็กเนื้อวัวขึ้นรูป โดยนำสเต็กเนื้อวัวขึ้นรูปมาเติมเกลือและสารประกอบฟอสเฟตผสมในทางการค้าในปริมาณต่าง ๆ กัน คือ เติมเกลือ 0 และ 0.2% ร่วมกับการเติมสารประกอบฟอสเฟตผสมในทางการค้า 0 และ 0.2% ตามลำดับ เติมเกลือ 0.5% และเติมสารประกอบฟอสเฟตผสมในทางการค้า 5% นำผลิตภัณฑ์มาศึกษาการจับตัวกันของเนื้อด้วยวิธีวัดค่าแรงสูงสุดที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ฉีกออก (peak break force technique; PBF) ผลการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้สารประกอบฟอสเฟตในทางการค้า 0.5 และ 0.2% จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าแรงเฉือนมากกว่า คือ 16.91 และ 17.08 กรัม เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้เกลือ 0 และ 0.5% เพียงอย่างเดียวที่มีค่าแรงเฉือน 10.48 และ 12.08 กรัม ตามลำดับ นั่นคือการใช้สารประกอบฟอสเฟตมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีการจับตัวดีขึ้น

Moiseev and Cornforth (1997) ศึกษาผลของโซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตต่อการจับตัวกันของผลิตภัณฑ์เนื้อวัวขึ้นรูปแท่งกลม(restructured beef rolls) โดยมีการเติมเกลือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์เนื้อวัวขึ้นรูปแท่งกลม และนำมาศึกษาการจับตัวของผลิตภัณฑ์ (bind strength ; g) พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 0.375% จะมีค่าการจับตัวของผลิตภัณฑ์มากที่สุดคือ 1401 กรัม ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.07% และไม่เติมสารทั้ง 2 ชนิดจะมีค่าการจับตัว 916 กรัม และ 592 กรัม ตามลำดับ

5) ช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ หรือเก็บรักษาน้ำของเนื้อ (increase moisture retention) ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อนั้นมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เนื้อมาก ทั้งนี้เพราะว่าถ้าหากเนื้อไม่สามารถอุ้มน้ำไว้ได้และมีการเก็บเนื้อนั้นไว้สภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม และจะทำให้น้ำบางส่วนในเนื้อเสียไป ซึ่งจะไปมีผลให้ความนุ่มและความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ลดลง จะมีผลเสียต่อเนื่องทำให้ความยอมรับของผู้บริโภคลดลง จึงได้มีการ

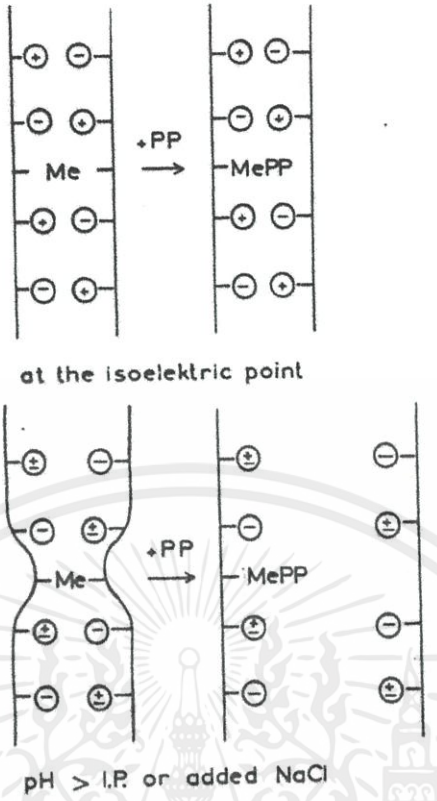
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค้นหาวิธีที่จะป้องกันและรักษาความชื้นของเนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อไว้ โดยพบว่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อจะดีขึ้นเมื่อความเป็นกรดด่างของเนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อลดลงหรือมีการใส่เกลือในเนื้อนั้นทันที ทำให้สามารถรักษาความชื้นได้ดีขึ้น การที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากมีการรวมตัวกันของเกลือและพลังงาน ATP ที่ยังคงเหลืออยู่จำนวนหนึ่งในเนื้อเยื่อนั้น จะทำให้สายเปปไทด์ของโปรตีนแยกออกจากกันเป็นระยะห่างมาก จนกระทั่งอนุมูลบวกซึ่งถูกปล่อยออกมาระหว่างการลดลงของพลังงานไม่สามารถเชื่อมกันได้ การที่สารประกอบฟอสเฟตสามารถช่วยให้ผลิตภัณฑ์เนื้อมีการอุ้มน้ำและจับตัวกันได้ดีขึ้นนั้น เนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตสามารถเพิ่มความเป็นกรดด่างของเนื้อให้สูงขึ้น และความเป็นกรดด่างช่วงที่ทำให้กลุ่มแขนงข้างของกรดอะมิโนชนิดมีขั้วของโปรตีนในเนื้อมีความเป็นประจุมากที่สุดคือ ช่วง 6-7 ส่งผลให้โปรตีนในเนื้อจับตัวกับน้ำได้มากขึ้น ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อแสดงดังภาพที่ 2.9, 2.10 และ 2.11 พบว่าสารประกอบไพโรฟอสเฟต และไตรโพลีฟอสเฟต จะมีคุณสมบัติเหมาะในการช่วยให้มีการอุ้มน้ำดีขึ้นที่ช่วงความเป็นกรดด่าง 6.0-6.5 โดยเตตราโซเดียมไพโรฟอสเฟต และโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตเป็นสารประกอบฟอสเฟตที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการช่วยให้มีการอุ้มน้ำดีขึ้นในผลิตภัณฑ์เนื้อวัวขึ้นรูปแท่งกลม (beef roll) (ศิวาพร ศิวเวชช. 2535)



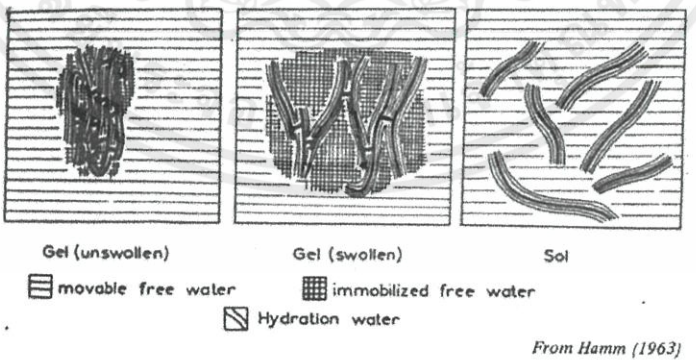
ภาพที่ 2.9 การเกาะกันระหว่างขั้วประจุที่ต่างกันของโมเลกุลโปรตีนและโมเลกุลของน้ำ
ที่มา : Hamm. (1975)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.10 ผลของโพลีฟอสเฟต (PP) ต่อประจุสุทธิของโมเลกุลโปรตีนต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ

ที่มา : Hamm. (1971)



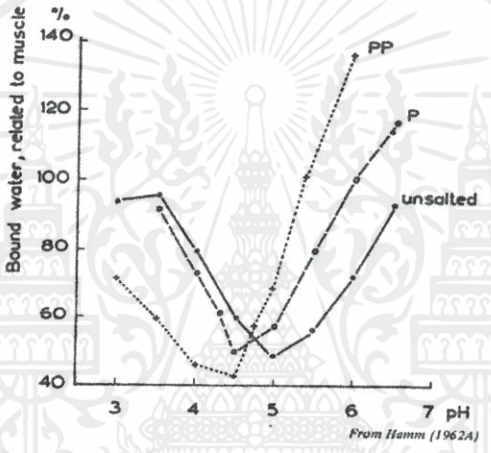
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.11 ผลของการจับตัวกันของโปรตีนและน้ำต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ

ที่มา : Hamm. (1971)

จากภาพที่ 2.11 ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อจะต่ำเมื่อเส้นใยของกล้ามเนื้อมีการจับตัวกันแน่น (ภาพที่ 2.11 ซ้าย) ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อจะสูงเนื่องจากเส้นใยของกล้ามเนื้อคลายตัว และจับกับโมเลกุลของน้ำอิสระ (ภาพที่ 2.11 กลาง) และพบว่าเนื้อจะไม่มีความสามารถในการอุ้มน้ำเนื่องจากไม่มีการจับตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อกับโมเลกุลของน้ำอิสระ (ภาพที่ 2.11 ขวา)

Hamm. (1971) ศึกษาปริมาณการจับตัวกับน้ำของกล้ามเนื้อในเนื้อวัวที่มีการเติมโซเดียมโมโนฟอสเฟต และโซเดียมไดฟอสเฟตที่มีค่าความเป็นกรดด่างต่าง ๆ แสดงผลดังภาพที่ 2.12



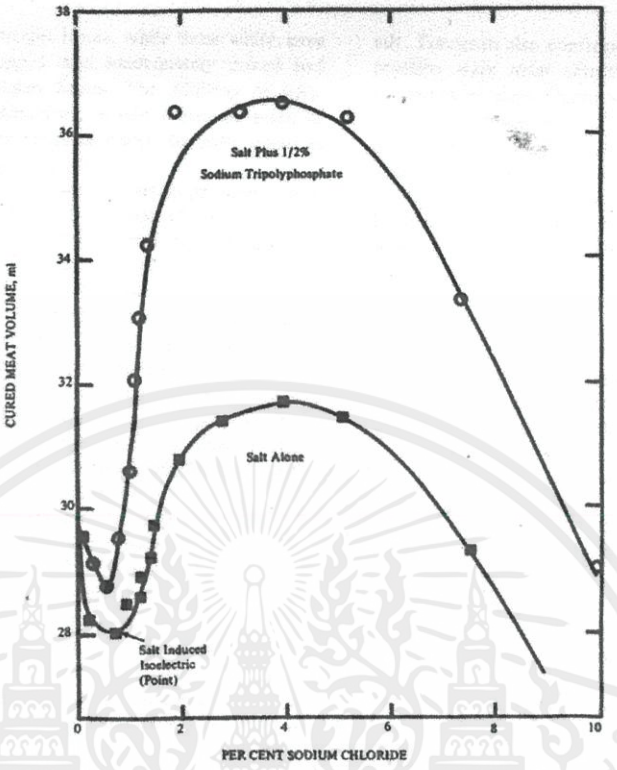
ภาพที่ 2.12 ผลของโซเดียมโมโนฟอสเฟต(P) และโซเดียมไดฟอสเฟต(PP) ต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของกล้ามเนื้อในเนื้อวัวที่ระดับความเป็นกรดด่างต่าง ๆ

ที่มา : Hamm. (1971)

จากภาพที่ 2.12 พบว่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อจะมีค่าสูงสุดเมื่อมีการเติมโซเดียมไดฟอสเฟต และโซเดียมโมโนฟอสเฟตที่ระดับความเป็นกรดด่าง 6-7

ผลิตภัณฑ์ที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำที่ดี และมีการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากกระบวนการผลิตน้อย จะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีน้ำหนักและปริมาตรสูง ดังภาพที่ 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



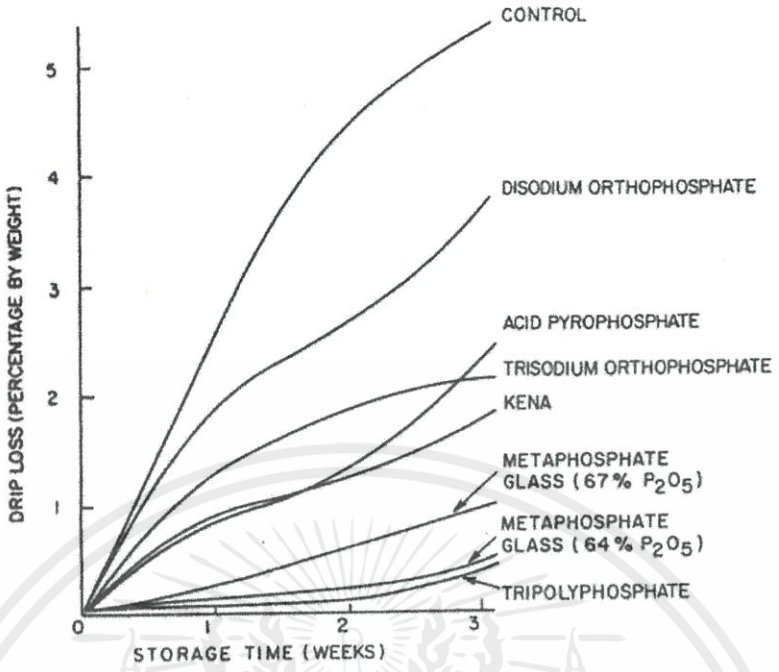
ภาพที่ 2.13 ปริมาตรของผลิตภัณฑ์เนื้อหมักที่มีการเติมโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และเกลือที่ระดับความเข้มข้น 0-10%

ที่มา : Ellinger. (1972)

จากภาพที่ 2.13 พบว่าผลิตภัณฑ์จะมีปริมาตรสูงสุดเมื่อมีการเติมโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 0.5% ร่วมกับเกลือ 4%

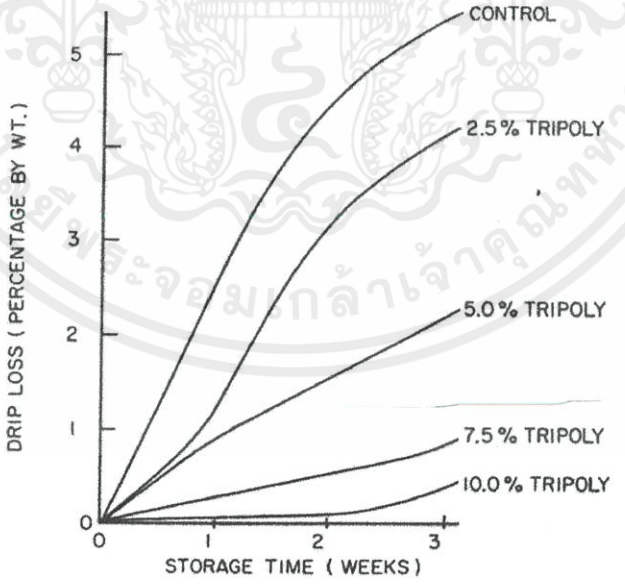
นอกจากนี้การใช้สารประกอบฟอสเฟตจะทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อลดการสูญเสียน้ำในระหว่างการแปรรูป แสดงดังภาพที่ 2.14 และ 2.15 โดย Mahon. (1971) ได้ศึกษาปริมาณน้ำที่สูญเสียของเนื้อวัวหันบางที่มีการแช่สารละลายโพลีฟอสเฟตชนิดต่าง ๆ ความเข้มข้น 10% เป็นเวลา 10 วินาที และนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 38 องศาฟาเรนไฮซ์เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไตรโพลีฟอสเฟตจะมีการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษาน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.14 ปริมาณน้ำที่สูญเสียของเนื้อวัวหั่นบางแช่เย็นที่มีการใช้สารประกอบฟอสเฟตชนิดต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

ที่มา : Mahon. (1971)



ภาพที่ 2.15 ปริมาณน้ำที่สูญเสียของเนื้อวัวหั่นบางแช่เย็นที่มีการใช้ไตรโพลีฟอสเฟตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

ที่มา : Mahon. (1971)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 สารดูดความชื้น

2.3.6.1 การใช้สารดูดความชื้นในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

สารดูดความชื้นเป็นสารที่มีคุณสมบัติรวมตัวกับน้ำได้ดี (hydroscopic) จะรวมตัวกับน้ำในผลิตภัณฑ์เพื่อชดเชยน้ำที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ตามธรรมชาติซึ่งสูญเสียไปขณะแปรรูป ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่น่าบริโภคและไม่ดึงดูดใจผู้บริโภค สารดูดความชื้นที่นิยมใช้กันมากที่สุดได้แก่ สารจำพวก โพลีไฮดริกแอลกอฮอล์ หรือ โพลีออล (polyhydric alcohol หรือ polyols) เช่น กลีเซอรีน (glycerine) โพรพีลีนไกลคอล ซอร์บิทอล (ศิวาพร ศิวเวชช. 2529)

สารดูดความชื้นที่นำมาใช้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารกึ่งแห้งมักเป็นสารที่มีความสามารถในการลดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ให้ต่ำอยู่ในช่วง 0.85-0.65 ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ เช่น 1,2 ไดออล (1,2 diols) จะยับยั้ง *Bacillus subtillis* ได้ดี กลีเซอรอลยับยั้งแบคทีเรียพวกไม่ทนเกลือได้ เป็นต้น (ไพโรจน์ วิริยจารี. 2539) นอกจากสารดูดความชื้นจะใช้เพื่อลดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้แล้วพบว่ายังสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะที่ดีขึ้น โดยเฉพาะคุณสมบัติทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสกล่าวคือ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะนุ่ม ชุ่มชื้น มีความยืดหยุ่น และมีคุณสมบัติการคืนรูปร่างที่ดี (Barrette *et al*. 1998) สารดูดความชื้นที่ดีจะต้องละลายน้ำได้ง่าย มีความคงตัว ไม่ระเหย สามารถบริโภคได้ มีคุณค่าทางโภชนาการ ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหารที่เติมสารดูดความชื้นลงไป และมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ (Ledward. 1981)

ชนิดและคุณสมบัติของสารดูดความชื้นจำพวกโพลีไดออล แสดงดังตารางที่ 2.14

1) กลีเซอริน (glycerin) หรือกลีเซอรอล (glycerol) มีสูตรโมเลกุล คือ $C_3H_8O_3$ หรือ $CH_2OHCHOHCH_2OH$ มีน้ำหนักโมเลกุล 92.09 ความถ่วงจำเพาะ 1.249 มีคุณสมบัติเป็นของเหลวข้นหนืด ใส ไม่มีสี มีรสหวาน มีกลิ่นเฉพาะตัวเพียงเล็กน้อยเท่านั้น กลีเซอรอลเป็นสารที่รวมตัวกับน้ำได้ดี สารละลายกลีเซอรอลมีความเป็นกลาง กลีเซอรอลสามารถละลายได้ในน้ำ และแอลกอฮอล์ ไม่ละลายในคลอโรฟอร์ม อีเทอร์ และน้ำมันที่ระเหยได้

กลีเซอรอลมีหน้าที่ในอาหารคือเป็นสารดูดความชื้น ตัวทำละลาย สารที่ทำให้มีลักษณะความเป็นพลาสติก (plasticizer) และสารที่เพิ่มลักษณะความเป็นเนื้อของอาหาร (bodying agent) ปริมาณสูงสุดที่ FAO/WHO อนุญาตให้ใช้คือ 5 กรัมต่อกิโลกรัมของส่วนผสม นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง (Okonkwo *et al*. 1992a; Prabhakar *et al*. 1992; Webster *et al*. 1982) ผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี (Holley. 1985; Barrett *et al*. 1998) นอกจากนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลีเซอรอลยังใช้เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นในผลิตภัณฑ์เนื้อ ไก่ และปลา เป็นวัตถุดิบสำหรับทำไส้เทียม (sausage casings) (Newman. 1968)

ตารางที่ 2.14 แสดงคุณสมบัติของโพลีไฮดริกแอลกอฮอล์

คุณสมบัติ	กลีเซอรีน	โพรพีลีน ไกลคอล	ซอร์บิทอล	แมนนิทอล
น้ำหนักโมเลกุล	92	76	182	182
จุดหลอมเหลว(°c)	18.6	Super cool	Metastable	16
จุดเดือด(°c) 760 mm	290,สลายตัว	187	สลายตัว	สลายตัว
ความหนาแน่น(25°c)	1.2613	1.036	1.49	1.49
ความหนืด (25°c)	954	44.0	ของแข็ง	ของแข็ง
ความสามารถในการดูดความชื้น	สูงปานกลาง	สูง	ต่ำปานกลาง	ต่ำ
ตัวทำละลาย (สำหรับน้ำมัน)	ดีพอสมควร	ดี	ไม่ดี	ไม่ดี
การละลายในน้ำ(25°c) กรัม/100กรัม น้ำ	ดีมาก	ดีมาก	71	22
การทนต่อความร้อน	คงตัว,ระเหยเล็กน้อย	คงตัว, ระเหย	คงตัว	คงตัว
รสชาติ	หวานเล็กน้อย	ขม	เย็น, หวาน	หวาน

ที่มา : ศิวาพร ศิวเวชช (2529)

2) โพรพีลีนไกลคอล (propylene glycol หรือ 1,2-propanediol หรือ 1,2-dihydroxypropane หรือ methyl glycol) สูตรโมเลกุล คือ $C_3H_8O_2$ หรือ $CH_3CH(OH)CH_2OH$ น้ำหนักโมเลกุล 76.10 ความถ่วงจำเพาะ 1.035 - 1.037 มีสมบัติเป็นของเหลวหนืด ใส ไม่มีสี มีกลิ่นเฉพาะ สามารถดูดความชื้นได้หากสัมผัสกับอากาศชื้น รวมตัวได้กับน้ำ อะซิโตน และคลอโรฟอร์ม ละลายได้ในอีเทอร์ และน้ำมัน

โพรพีลีนไกลคอล มีหน้าที่ในอาหารคือเป็นตัวทำละลาย สารที่ทำให้เปียก (wetting agent) และสารดูดความชื้น ปริมาณสูงสุดที่ FAO/WHO อนุญาตให้ใช้คือ 5 กรัม ต่อกิโลกรัมของผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปใช้ในผลิตภัณฑ์เนยแข็งคอตเตจจ์ (cottage cheese)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ซอร์บิทอล (sorbitol) มีสูตรโมเลกุล คือ $C_5H_{12}O_5$ มีน้ำหนักโมเลกุล 182 ซอร์บิทอลมีลักษณะเป็นผลึกสีขาว แบนหรือกลม มีรสหวาน มีกลิ่นเล็กน้อย รวมตัวได้ดีกับน้ำ ไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ ยกเว้น เอทธานอล การใช้ซอร์บิทอลในผลิตภัณฑ์อาหารมีความปลอดภัย และให้พลังงานเหมือนกับน้ำตาลกลูโคส (Hough. 1979)

ซอร์บิทอลผลิตได้จากการรีดิวซ์กลูโคส ดังนั้นการเมตาบอลิซึมของซอร์บิทอลจึงใกล้เคียงกับเมตาบอลิซึมของน้ำตาล เมตาบอลิซึมของซอร์บิทอลจะเกิดขึ้นที่ตับโดยจะถูกดูดซึมผ่านเซลล์เยื่อบุลำไส้ด้วยวิธีซึมผ่าน (passive diffusion) การดูดซึมจะดำเนินไปอย่างช้า ๆ ดังนั้นถ้าร่างกายได้รับซอร์บิทอลจำนวนมาก จะไม่สามารถเมตาบอไลซ์ได้หมด ส่วนที่ไม่ถูกดูดซึมจะผ่านไปที่โคล่อน ระดับของซอร์บิทอลที่เหมาะสมต่อการบริโภคคือ 15-20 กรัมต่อวันซึ่งเป็นระดับที่มีการเมตาบอไลซ์ได้หมดโดยไม่ถูกขับถ่ายออกมา ในตับซอร์บิทอลจะถูกออกซิไดซ์เป็นฟรุกโตส ซึ่งร่างกายจะใช้เป็นแหล่งพลังงานต่อไป

ซอร์บิทอลมีความหวานเพียงครึ่งหนึ่งของน้ำตาลซูโครสและมีคุณสมบัติในการดูดซึมช้ามาก จึงมีการใช้ซอร์บิทอลแทนน้ำตาลอื่น ๆ ซอร์บิทอลจัดอยู่ในรายชื่ออาหารของ GRAS (Generally Recognized As Safe) สามารถใช้ในอาหารได้สูงถึง 70%

คุณสมบัติที่สำคัญของซอร์บิทอลคือ มีความสามารถในการลดความชื้นได้ดี ช่วยยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสและรสชาติดีขึ้น (อุไรวรรณ ปิตาวรานนท์. 2534)

แนวทางในการเลือกใช้สารดูดความชื้นพวกโพลีไฮดริกแอลกอฮอล์ แสดงดังตารางที่ 2.15

2.3.6.2 บทบาทของสารดูดความชื้นที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

สารดูดความชื้นได้ถูกนำมาใช้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารกึ่งแห้ง มักเป็นสารที่มีความสามารถในการลดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ให้ต่ำลง ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ เช่น สารไดออล (1,2 diols) จะยับยั้ง *Bacillus subtillis* ได้ดี กลีเซอรอลยับยั้งแบคทีเรียพวกไม่ทนเกลือได้ เป็นต้น (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2539) สารประเภทนี้จะมีกลไกในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ 3 แบบ คือ

1) สามารถลด a_w ของผลิตภัณฑ์ให้ต่ำลง

2) ลดปริมาณความชื้น

3) มีผลโดยตรงต่อเชื้อจุลินทรีย์โดยไม่ขึ้นกับค่าวอเตอร์แอคติวิตี้หรือปริมาณความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.15 แนวทางการเลือกใช้สารดูดความชื้นพวกโพลีไฮดริกแอลกอฮอล์

วัตถุประสงค์	สารดูดความชื้นพวกโพลีไฮดริกแอลกอฮอล์			
	กลีเซอรอล	โพรพิลีนไกลคอล	ซอร์บิทอล	แมนนิทอล
ป้องกันการตกผลึก	✓		✓	
ช่วยดูดซับหรือเก็บความชื้น	✓	✓	✓	
ป้องกันการดูดซับความชื้น				✓
ตัวทำละลาย		✓		
ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อนุ่ม	✓			
ช่วยในการคืนตัว	✓			
เพิ่มปริมาตรผลิตภัณฑ์			✓	✓

ที่มา : ศิวาพร ศิวเวชช (2535)

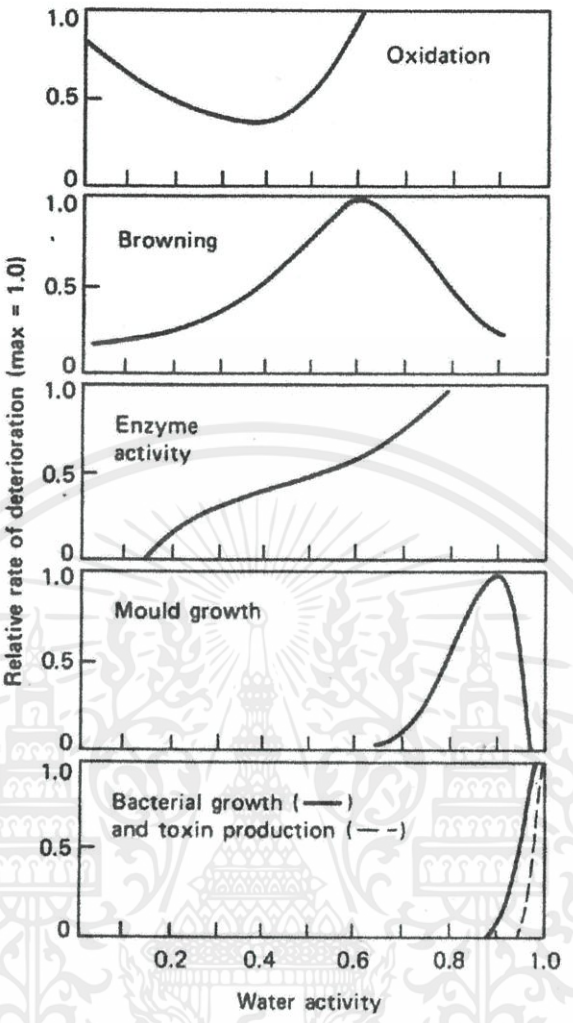
โดยมากพบว่า จะเกิดกลไกในแบบที่ 1 และ 2 มากกว่ากลไกในแบบที่ 3 เนื่องจากสารดูดความชื้นมีความสามารถในการละลายสูง รวมตัวกับน้ำได้ดี มีผลทำให้ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์อาหารมีค่าลดลง (Anthony. 1976) นอกจากสารดูดความชื้นจะใช้เพื่อการลดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้แล้วยังพบว่าสามารถทำให้เกิดสมบัติที่ดีของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะคุณสมบัติทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะนุ่ม ชุ่มชื้น มีความยืดหยุ่น และมีคุณสมบัติการคืนรูปร่างที่ดี (Barrett *et al.* 1998) ซึ่งในการเลือกใช้สารดูดความชื้นนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะ และคุณสมบัติที่แตกต่างกันของสารดูดความชื้นแต่ละชนิด

ผลของการใช้สารดูดความชื้นต่ออายุการเก็บคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง ผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งจัดได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถเก็บไว้ได้นาน โดยการทำแห้ง หรือการลดปริมาณความชื้น เนื่องจากความชื้นนั้นจำเป็นต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่แสดงในเทอมของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ โดยค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เป็นอัตราส่วนของความดันไอของน้ำในอาหาร (P) ต่อความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ (Po) หรือ

$$a_w = P / Po$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่อจุลินทรีย์ และปฏิกิริยาทางชีวเคมี จะแสดงดังภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 ผลของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่อจุลินทรีย์ เอนไซม์ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในอาหาร

ที่มา : Fellows. (1990)

จากภาพที่ 2.16 จุลินทรีย์เกือบทั้งหมดทุกชนิดจะหยุดการเจริญเติบโตที่ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำกว่า 0.60 เชื้อราส่วนใหญ่จะหยุดเติบโตที่ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำกว่า 0.70 ยีสต์ส่วนใหญ่จะถูกยับยั้งที่ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำกว่า 0.80 และแบคทีเรียส่วนใหญ่จะถูกยับยั้งที่ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำกว่า 0.90

อาหารที่มีความชื้นต่ำส่วนมากจะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้น้อยกว่า 0.60 และมีปริมาณความชื้นน้อยกว่า 25% ส่วนอาหารกึ่งแห้งนั้นจะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 0.85 และมีปริมาณความชื้นน้อยกว่า 50% (Romance *et al.* 1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของเนื้อสด โดยทั่วไปอยู่ที่ระดับ 0.99 ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงเหมาะแก่การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด ซึ่งระดับค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่น้อยที่สุดที่จำเป็นต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ แสดงดัง ตารางที่ 2.16

จากตารางที่ 2.16 พบว่าการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ จำเป็นต้องมีปริมาณความชื้นสูง หรือค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่มีค่าสูง มีเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดเท่านั้นที่ต้องการค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำในการเจริญ ดังนั้นในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โดยยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว ทำได้โดยการลดปริมาณความชื้น และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ให้ต่ำลง ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การทำแห้ง การรมควัน และการเติมสารดูดความชื้น ลงในผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

เนื่องจากสารดูดความชื้นมีความสามารถในการละลายน้ำสูง ดังนั้นจึงนิยมใช้สารเหล่านี้ในการลดปริมาณความชื้น และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง โดยได้มีผู้ทำการศึกษาผลของการเติมกลีเซอรอลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งมากมาย ได้แก่

Barrette *et al.* (1998) ศึกษาผลของกลีเซอรอลและปริมาณความชื้นต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและความสามารถในการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เนื้อแท่ง พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อแท่งที่มีการเติมกลีเซอรอล 4% เมื่อลดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์จาก 0.90 เป็น 0.85 เป็นผลให้การคืนรูปของผลิตภัณฑ์เนื้อแท่งดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการเติมกลีเซอรอล เนื่องจากกลีเซอรอลจะมีคุณสมบัติในการเป็นพลาสติไซเซอร์ (plasticizer) และการอุ้มน้ำไว้ในส่วนของโปรตีนเมตริกซ์ (protein metrix) ทำให้สามารถเพิ่มความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ได้

Okonkow *et al.* (1992a) ศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เนื้อรมควันกึ่งแห้งที่มีการแช่สารละลายกลีเซอรอลพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีการรมควันและแช่สารละลายที่มีกลีเซอรอล 18.57% จะสามารถลดการเกิดพันธะเชื่อมข้ามของโปรตีน (protein crosslinking) มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่ม (tenderness) เพิ่มขึ้น และมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำกว่าคือ 0.63-0.91 เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่แช่ในสารละลายที่ไม่มีกลีเซอรอลซึ่งมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.70-0.94 จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งจะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่ลดลงต่ำกว่า 0.90 เมื่อใช้กลีเซอรอล ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเป็นพิษ เช่น *Clostridium botulinum*, *C. perfrigens*, *Bacillus cereus*, *Salmonella spp.* และ *Vibrio parahaemolyticus* เนื่องจาก จุลินทรีย์เหล่านี้ไม่สามารถเจริญได้ในช่วงของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของเนื้อกึ่งแห้ง (Leistner *et. al.* 1981)

Plitman *et al.* (1973) ศึกษาการผลิตเนื้อหมูกึ่งแห้งโดยใช้กลีเซอรอลโพรพีลีนไกลคอล และ 1,3-บิวเทนไดออล เป็นสารดูดความชื้น พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่แช่ในสารละลายที่มีกลีเซอรอล 45.5% ร่วมกับ โพรพีลีนไกลคอล 13.0% หรือ 1,3-บิวเทนไดออล 13.0% จะมีผลทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.16 แสดงระดับของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่น้อยที่สุดที่จำเป็นต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร

วอเตอร์แอคติวิตี้	แบคทีเรีย	ยีสต์	รา
0.98	*Clostridium*(1), *Psudomonas*	-	-
0.97	*Clostridium* (2)	-	-
0.96	*Flavobacterium,Klebsiella, Proteus,Lactobacillus, Shigella, Psudomonas*	-	-
0.95	*Acaligenes, Bacillus,Citrobacter, Clostridium* (3), *Enterobacter, Escherichia, Proteus, Serratia, Psudomonas,Vibrio, Salmonella,*	-	-
0.94	*Lactobacillus, Microbacterium, Pediococcus, Streptococcus, Vibrio*	-	-
0.93	*Lactobacillus, Streptococcus*	-	*Rhizopus, Mucor*
0.92	-	*Rhodotorula, Pichia*	-
0.91	*Corynebacterium, Staphylococuss* (4), *Streptococcus*	-	-
0.90	*Lactobacillus , Micrococcus Vibrio, Pediococcus,*	*Hansinula, Saccharomyces*	-
0.88	-	*Debaryomyces, Hanseniaspora Candida, Torulopsis*	*Cladosporium*
0.87	-	*Debaryomyces*	-
0.86	*Staphylococcus*(5)	-	*Paecilomyces*
0.80	-	*Saccharomyces*	*Aspergillus, Penicilium, Emericella, Eremascus*
0.75	Halophilic bacteria	-	*Aspergilus, Wallemia*
0.70	-	-	*Eurotium, Chrysosporium*
0.62	-	*Saccharomyces*	*Eurotium, Monascus*

หมายเหตุ : (1)=*Clostridium botulinum* ชนิด C; (2)=*Cl. Botulinum* ชนิด E;
(3)=*Cl. Botulinum* ชนิด A; (4)=anarobic; (5)=aerobic

ที่มา : Leistner and Rodel. (1976)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำคือ 0.875 และ 0.865 ตามลำดับ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่แช่ในสารละลายที่มีสารดูดความชื้นแต่ละตัวเดี่ยว ๆ คือ กลีเซอรอล 39.0% โพรพีลีนไกลคอล 39.0% และ 1,3-บิวเทนไดออล 39.0% จะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ใกล้เคียงกันคือ 0.915, 0.925 และ 0.915 ตามลำดับ

อุไรวรรณ ปิตาวรานนท์ (2534) ศึกษาผลของสารดูดความชื้นที่มีต่อค่าวอเตอร์แอคติวิตี้และคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งโดยใช้กลูโคสไซรัป ซอร์บิทอล และกลูโคสไซรัปร่วมกับซอร์บิทอลในอัตราส่วน 1:1 เป็นสารดูดความชื้น พบว่าการใช้ซอร์บิทอลในผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งมีประสิทธิภาพในการลดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ได้ดีที่สุดคือ 0.7907 การใช้กลูโคสไซรับร่วมกับซอร์บิทอลมีประสิทธิภาพในการลดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้รองลงมาคือ 0.8315 และการใช้กลูโคสไซรัปอย่างเดียวให้ผลในการลดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้น้อยมากคือ 0.8608 เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อกึ่งแห้งที่ไม่ใช้สารดูดความชื้นที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.8890 สำหรับระดับความเข้มข้นที่ใช้พบว่าค่าวอเตอร์แอคติวิตี้จะลดลงเมื่อใช้ซอร์บิทอลความเข้มข้นสูงขึ้น แต่การเพิ่มระดับความเข้มข้นของกลูโคสไซรัปจะมีผลในการลดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ได้น้อยมาก นอกจากนี้พบว่าระดับความเข้มข้นของสารดูดความชื้นที่เหมาะสมต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกลูโคสไซรัป ซอร์บิทอล และกลูโคสไซรัปร่วมกับซอร์บิทอลในการผลิตเนื้อกึ่งแห้งคือความเข้มข้น 20% ในทุกตัวอย่าง

2.4 การเกิดกลิ่นผิดปกติในผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง (Warm-Over Flavor in Intermediate Moisture Meat)

กลิ่นรสที่ผิดปกติของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ผ่านการให้ความร้อนที่เกิดขึ้น เรียกว่า Warm-Over Flavor (WOF) โดยจะเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนอย่างรวดเร็ว ซึ่ง WOF ที่เกิดขึ้นนี้เป็นผลที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีในเนื้อสัตว์ ปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในเนื้อสัตว์ที่ผ่านการให้ความร้อน ทั้งนี้เนื่องจากการเสื่อมสลายของฮีโมโกลบิน และไมโอโกลบิน เกิดเป็นธาตุเหล็กซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของปฏิกิริยาออกซิเดชันในระหว่างกระบวนการให้ความร้อน WOF เป็นปัญหาหลักของอุตสาหกรรมอาหาร ในการเตรียมเนื้อสัตว์ที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนก่อนการแปรรูป การทำให้เย็น การเก็บรักษาในที่เย็น และการนำกลับมาให้ความร้อนในห้องอาหาร หรือสถานที่เตรียมสำหรับผู้บริโภค ซึ่งถ้าเกิด WOF ขึ้นแล้วเมื่อนำเนื้อสัตว์นั้นมาปรุงจะทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์นั้นเสียไปได้

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาเหตุหลักสำคัญของการเกิด WOF คือ ไขมัน โดยเฉพาะ กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง ฟอสโฟลิปิด สฟิงโกลิปิด ไกลโคลิปิด และเนื้อเยื่อไขมันอื่น ๆ นอกจากกลีเซอไรด์ที่อิ่มตัวจากไขมัน

การออกซิไดซ์ของไขมัน (เช่นไฮโดรเปอร์ออกไซด์)ไม่เป็นผลของการเกิด WOF แต่อย่างไรก็ตาม ไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ก็ไม่เสถียรสามารถเกิดปฏิกิริยาต่อไป ซึ่งทำให้เกิด ปฏิกิริยาออกซิเดชันขั้นที่ 2 (secondary oxidation) ซึ่งได้ผลผลิตเป็น แอลกอฮอล์ กรด คีโตน แลคโตน และไฮโดรคาร์บอนที่ไม่สอิ่มตัว ซึ่งสามารถทำให้เกิด WOF

ปริมาณของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขั้นที่ 2 สูงสุดที่ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ผิดปกตินั้น มีปริมาณน้อยกว่า 1ppb ซึ่งสารประกอบที่เกิด WOF ที่ตรวจพบคือ hexanol 2,3-octanedione pentanol, 2-pentylfuran และ 2-octenal ซึ่งพบว่ามีปริมาณสูงขึ้น สัมพันธ์กับการเกิด WOF ที่เพิ่มขึ้น

การป้องกันการเกิด WOF สามารถกระทำได้โดย การใช้เครื่องเทศที่ใช้โดยปกติกับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ นอกจากนี้ยังมีการใช้ วิตามินอี สารป้องกันกลิ่นหืน (phenolic antioxidant) ซึ่งประกอบด้วย BHT, BHA และ TBHQ ในการยับยั้งการเกิด WOF

สารป้องกันการเกิดออกซิเดชัน (antioxidant) มีปริมาณการใช้ที่จำกัดในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เนื่องจากมีการละลายน้ำได้ต่ำ สำหรับส่วนผสมอื่น ๆ ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์นั้นมีคุณสมบัติในการเป็นสารป้องกันการเกิดออกซิเดชัน ซึ่งประกอบด้วย สารประกอบฟอสเฟต

การใช้สารประกอบฟอสเฟตในกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์นั้นนิยมใช้มากกว่าการใช้สารป้องกันกลิ่นหืน เนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตที่ใช้สามารถปรับปรุงกลิ่นรส เนื้อสัมผัส ความชุ่มน้ำให้ดีขึ้น (ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 2.3.5) และ ให้ลักษณะของความเป็นธรรมชาติของเนื้อสัตว์มากกว่าการใช้สารประกอบฟีนอลิคที่ป้องกันกลิ่นหืน (Trou and Dale 1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 เนื้อหมู

ใช้เนื้อหมูบริเวณสะโพกส่วนพับนอก ชื่อวิทยาศาสตร์ Semimemmbranosus ที่ได้จากสุกรทีมีอายุ 6-7 เดือน น้ำหนัก 100-120 กิโลกรัม สายพันธุ์ลูกผสม ลาร์ดไวท์ แลนด์เรจ และดูรอกซ์ โดยผ่านการตัดแต่งให้มีปริมาณไขมันไม่เกิน 3% ซึ่งจัดอยู่ในเกรด A และมีการควบคุมอุณหภูมิให้ไม่เกิน 7 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการตัดแต่งแล้ว 24 ชั่วโมง

ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัทเฟรชมีท ประเทศไทย

3.2 สารเคมี

3.2.1 สารเคมีที่ใช้ในการผลิต

3.2.1.1 เกลือ ยี่ห้อปรุงทิพย์	อุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์	ไทย
3.2.1.2 น้ำตาล ยี่ห้อมิตรผล	มิตรผล	ไทย
3.2.1.3 ซอสปรุงรส ยี่ห้อแมกกี้	เอกเสาวรส	ไทย
3.2.1.4 ผงชูรส ยี่ห้ออายิโนะโมโต๊ะ	อายิโนะโมโต๊ะ	ไทย
3.2.1.5 พริกไทยผง ยี่ห้อง่วนสูน	ง่วนสูน	ไทย
3.2.1.6 กระเทียมผง ยี่ห้อง่วนสูน	ง่วนสูน	ไทย
3.2.1.7 โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต	ไดจิเอนเตอร์ไพรส์จำกัด	ไทย
3.2.1.8 ซอร์บิทอล	อูเอโน ไฟน์เคมิคอล อินดัสทรี	ไทย
3.2.1.9 กลีเซอรอล	เฮงฮวด	ไทย
3.2.1.10 โพรพิลีนไกลคอล	เฮงฮวด	ไทย
3.2.1.11 ผงเพรค	กริฟฟิค	ไทย

3.2.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.2.2.1 ไตรคลอโรอะซิติค แอซิด (trichloroacetic acid)	Merck	เยอรมัน
3.2.2.2 โพรพิลกาลเลท (propylgallate)	Merck	เยอรมัน
3.2.2.3 EDTA (ethylenediaminetetraacetic acid disodium salt)	Merck	เยอรมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.4 ซัลฟานิลเอไมด์ (sulphanilamide) Merck เยอรมัน

3.2.2.5 ไธโอบาร์บิทูริค แอซิด (thiobarbituric acid) Merck เยอรมัน

3.2.2.6 กรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น (concentrate hydrochloric acid) Merck เยอรมัน

3.2.2.7 อาหารเลี้ยงเชื้อ (nutrient agar, potato dextrose agar)

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

3.3.1 มีด และ เขียง

3.3.2 อุปกรณ์ฉีดน้ำหมัก

3.3.3 ช้อนสแตนเลสด้ามยาว

3.3.4 ขวดพลาสติก

3.3.5 ถุงโพลีเอทิลีน (polyethylene bag)

3.3.6 ตู้อบ (tray dryer)

3.3.7 ตู้แช่เย็นควบคุมอุณหภูมิ Sanyo ไทย

3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์

3.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์

3.2.1.1 เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH meter) Suntex SP-701 ญี่ปุ่น

3.2.1.2 เครื่องปั่นผสม (blender) Moulinex ฝรั่งเศส

3.2.1.3 บีกเกอร์ ขนาด 250 ml

100 ml

3.4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์

3.4.2.1 เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ thermoconstanter Novasina สวิสเซอร์แลนด์

3.4.2.2 ตลับพลาสติกใส่ตัวอย่างวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้

3.4.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดปริมาณความชื้น

3.4.3.1 ตู้อบลมร้อน (hot air oven) Memmert เยอรมัน

3.4.3.2 ถ้วยอลูมิเนียม (aluminum can)

3.4.3.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก Mettler Toledo สวิสเซอร์แลนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.4 โถดูดความชื้น (desicator)

3.4.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าความสามารในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์

3.4.4.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก Mettler Toledo สวิสเซอร์แลนด์

3.4.4.2 เครื่องปั่นผสม (blender) Moulinex ฝรั่งเศส

3.4.4.3 เครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge) T-42 K Kontron Instrument อิตาลี

3.4.4.4 ตู้อบลมร้อน (hot air oven) Memmert เยอรมัน

3.4.4.5 ถ้วยอลูมิเนียม (aluminum can)

3.4.4.6 โถดูดความชื้น (desicator)

3.4.4.7 กระบอกตวง ขนาด 100 ml

3.4.4.8 บีกเกอร์ ขนาด 250 ml

3.4.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์

3.4.5.1 เครื่องวัดเนื้อสัมผัสอาหาร แบบแรงเฉือน (texturometer) TA-XT2I อังกฤษ

3.4.5.2 หัววัด VOLODKEVICH BITE JAWS (HDP/VB)

3.4.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

3.4.6.1 แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.4.6.2 จานขนาดเล็ก

3.4.6.3 ช้อน ส้อม

3.4.6.4 แก้วน้ำพลาสติก

3.4.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าการเกิดออกซิเดชันของไขมัน

3.4.7.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก Mettler Toledo สวิสเซอร์แลนด์

3.4.7.2 เครื่องโฮโมจิไนเซอร์ (homogenizer)

3.4.7.3 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) Shimadzu,UV-1601 ญี่ปุ่น

3.4.7.4 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) Memmert เยอรมัน

3.4.7.5 กรวยกรอง

3.4.7.6 กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42

3.4.7.7 กระบอกตวง ขนาด 100 ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.7.8 บีกเกอร์ ขนาด 250 ml

100 ml

3.4.7.9 หลอดทดลอง

3.4.7.10 แท่งแก้ว

3.4.7.11 คิวเวตต์แก้ว

3.4.7.12 ช้อนสแตนเลสด้ามยาว

3.4.7.13 ปิเปต ขนาด 10 ml

5 ml

1 ml

3.4.7.14 ขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 ml

3.4.7.15 นาฬิกาจับเวลา

3.4.8 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์

3.4.8.1 หม้อนึ่งภายใต้ความดันไอ (autoclave) SS-320 ญี่ปุ่น

3.4.8.2 ตู้บ่มเพาะเชื้อ

3.4.8.3 เครื่องตีปั่นไฟฟ้า (stomacher)

3.4.8.4 ถุงพลาสติกปราศจากเชื้อ (stomacher bag)

3.4.8.5 จานแก้วเพาะเชื้อ (plate)

3.4.8.6 เครื่องชั่งน้ำหนัก Mettler Toledo สวิสเซอร์แลนด์

3.4.8.7 ตู้ปลอดเชื้อ

3.4.8.8 หลอดทดลอง

3.4.8.9 เหยือกสแตนเลส

3.4.8.10 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.4.8.11 ตู้อบลมร้อน (hot air oven) Memmert เยอรมัน

3.4.8.12 กระบอกสแตนเลสใส่ปิเปต

3.4.8.13 ปิเปต ขนาด 10 ml

5 ml

1 ml

3.4.7.14 ขวดแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 สถานที่ทดลอง

ห้องปฏิบัติการภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.6 วิธีการทดลอง

3.6.1 การเตรียมผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งมีวิธีการผลิตตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังแสดงด้วยภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของสารดูดความชื้น 2 ชนิดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

3.6.2.1 การศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

ทำการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งตามขั้นตอนในภาพที่ 3.1 โดยใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตเติมใส่ลงในน้ำหมักที่ระดับ 0, 1 และ 2% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และใช้ส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลที่อัตราส่วน 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1 โดยน้ำหนักตามลำดับ ส่วนผสมของน้ำหมักที่ใช้แสดงดังตารางที่ 3.1

วางแผนการทดลองโดยใช้แฝดทอเรียลแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์ ขนาด 3 x 4 โดยมีปัจจัยในการศึกษา 2 ปัจจัย คือ ระดับความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต มี 3 ระดับ และระดับอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอล มี 4 ระดับ ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาศึกษาคุณภาพทางด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) **ลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง**

ก. การวัดค่าความเป็นกรดด่าง (Okonkwo *et al.*, 1992(a))

วัดค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งโดยนำตัวอย่างเนื้อหมูกึ่งแห้ง 10 กรัม มาปั่นด้วยเครื่องปั่นผสมกับน้ำกลั่นปริมาณ 90 มิลลิลิตร ทำการวัดค่าความเป็นกรดด่างด้วย เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง โดยให้อิเลคโตรดอยู่ในตัวอย่างเป็นเวลา 2 นาที

ข. การวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Okonkwo *et al.*, 1992(a))

วัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งโดยนำตัวอย่างเนื้อหมูกึ่งแห้งมาตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ชั่งน้ำหนักประมาณ 2 กรัม มาวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ด้วยเครื่องวัดหาค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ โดยใส่ในตลับพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร สูง 1.2 เซนติเมตร โดยบรรจุตัวอย่างประมาณ 2 ใน 3 ของความจุตลับ นำตัวอย่างบรรจุในอ่างวัด (Measuring chamber) ของเครื่องวัดวอเตอร์แอคติวิตี้ ปิดฝาให้เรียบร้อย ตั้งอุณหภูมิให้ได้ตามที่ต้องการ อ่านค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของตัวอย่างเมื่อค่าที่วัดได้คงที่

ค. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 1980)

วิเคราะห์ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งโดยนำตัวอย่างเนื้อหมูกึ่งแห้งประมาณ 3 กรัม โดยทราบน้ำหนักแน่นอน ใส่ลงในถ้วยอลูมิเนียมที่ผ่านการอบจนน้ำหนักคงที่แล้ว นำไปอบที่อุณหภูมิ 103 –105 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณปริมาณความชื้นมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ โดย

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนผสมของน้ำหมักโดยใช้สารดูดความชื้นผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่อัตราส่วนต่าง ๆ กันคือ 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1 ตามลำดับโดยเทียบเป็นกรัมของส่วนผสมในน้ำหมัก 100 กรัม และการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตเติมลงในน้ำหมักแต่ละอัตราส่วนที่ระดับ 0, 1 และ 2% ตามลำดับ

อัตราส่วนสารดูดความชื้นผสม	สารดูดความชื้นผสม(กรัม)		โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (%)	น้ำ (กรัม)	เครื่องเทศ (1) (กรัม)
	กลีเซอรอล	โพรลิลีนไกลคอล			
4 : 0	48.0	-	-	44.4	7.6
	48.0	-	1.0	43.4	7.6
	48.0	-	2.0	42.4	7.6
3 : 1	36.0	12.0	-	44.4	7.6
	36.0	12.0	1.0	43.4	7.6
	36.0	12.0	2.0	42.4	7.6
2.5 : 1.5	30.0	18.0	-	44.4	7.6
	30.0	18.0	1.0	43.4	7.6
	30.0	18.0	2.0	42.4	7.6
1 :1	24.0	24.0	-	44.4	7.6
	24.0	24.0	1.0	43.4	7.6
	24.0	24.0	2.0	42.4	7.6

หมายเหตุ : (1) ส่วนผสมของเครื่องเทศแสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมของเครื่องเทศ (%น้ำหนัก/น้ำหนัก) ที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งในน้ำหมักรวม 100 กรัม

ส่วนผสม	เปอร์เซ็นต์
เกลือ	2.0
น้ำตาล	2.0
ผงเพรค	0.1
ซอส	2.0
พริกไทยผง	0.5
กระเทียมผง	1.0
รวม	7.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) **ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง**

ก. การวิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ (Jane *et al.*, 1993)

วิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งโดย นำตัวอย่างเนื้อหมูกึ่งแห้ง 10 กรัม ผสมด้วยเครื่องผสมกับน้ำกลั่น 90 มิลลิลิตร ผสมเป็นเวลา 1 นาที นำสารละลายผสมไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง ที่ความเร็วรอบ 2800 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ชั่งน้ำหนักส่วนที่ตกตะกอน (residue) นำไปอบจนแห้ง และชั่งน้ำหนัก (dry meat) คำนวณค่า ความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์

$$WHC = \frac{\text{residue (g.) - dry meat (g.)}}{\text{dry meat (g.)}}$$

3) **ลักษณะทางเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง**

ก. การวัดค่าความเหนียว (toughness) (Carr *et al.*, 1997)

วัดค่าความเหนียวของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง หั่นตัวอย่างขนาด 1.27 x1.27 x 0.15 เซนติเมตร วัดค่าความเหนียวของเนื้อด้วยเครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส โดยใช้หัววัด volodkevich bite jaws (hdp/vb)

ทำการ calibrate force โดยการเลือกที่ TA-calibrate force และใช้ลูกตุ้ม 5 กิโลกรัม กรณีที่เครื่องไม่มีการทำงานติดกันประมาณ 4-5 วันขณะทำการ calibrate force ต้องแน่ใจว่าไม่มีหัววัด (probe) อยู่ จากนั้นทำการ calibrate probe โดยการติดตั้ง probe ที่ใช้ในการวัดค่าเข้ากับตัวเครื่องให้เรียบร้อย (ภาพที่ ก3) และตั้งระยะห่างระหว่าง probe กับฐานของแท่นวัดที่ 40 มิลลิเมตร จากนั้นจึงทำการ calibrate probe โดยเลือกที่ TA-calibrate probe

นำตัวอย่างที่เตรียมไว้มาวางบนแท่นของเครื่องวัด จากนั้นทำการตั้งค่า (TA setting) ของสภาวะที่ใช้ทำการทดสอบ โดยกำหนดค่าในการทดสอบดังนี้

Setting Mode :	Measure Force in Compression
Option :	Return to start
Pre-Test Speed :	2.0 mm/s
Test Speed :	2.0 mm/s
Post-Test Speed :	10.0 mm/s
Distance :	2 mm
Trigger Force :	Auto – 10 g
Data Acquistion Rate :	400 pps

ทำการวัดค่าความเหนียวของผลิตภัณฑ์ โดยการเลือก TA–Run a test

ค่าความเหนียว = แรงกดที่มากที่สุด (ในพีคแรก) มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

ทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ไม่มีการเติมโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและสารดูดความชื้นเป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน ที่มีการฝึกฝนเบื้องต้น โดยเป็นกลุ่มนักศึกษาปริญญาโทและตรีของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังด้วยวิธีทดสอบแบบ hedonic scale ซึ่งแบ่งคะแนนเป็น 5 ระดับ จากดีมากที่สุดหรือชอบมากที่สุด จนถึงไม่ดีมากที่สุด หรือไม่ชอบมากที่สุดตามลำดับ (แบบประเมินผลแสดงดังภาคผนวก ข) ในการประเมินค่าต่าง ๆ คือ

ก. ความชอบโดยรวม (overall acceptability)

ข. กลิ่นรส (flavor)

ค. เนื้อสัมผัสด้านความชุ่มน้ำ (juiciness)

ง. เนื้อสัมผัสด้านความเหนียว (toughness)

จ. ลักษณะปรากฏ (appearance)

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองในหัวข้อ 3.6.2.1 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistical Package for the Social Science (SPSS) version 7.5 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan' s New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.6.2.2 การศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

ทำการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งตามขั้นตอนในภาพที่ 3.1 โดยใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอลในน้ำหมักตามตารางที่ 3.1 โดยใช้โพรพิลีนไกลคอลแทนกลีเซอรอล และใช้ซอร์บิทอลแทนโพรพิลีนไกลคอล และศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกับการทดลองในข้อ 3.6.2.1

3.6.2.3 การศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

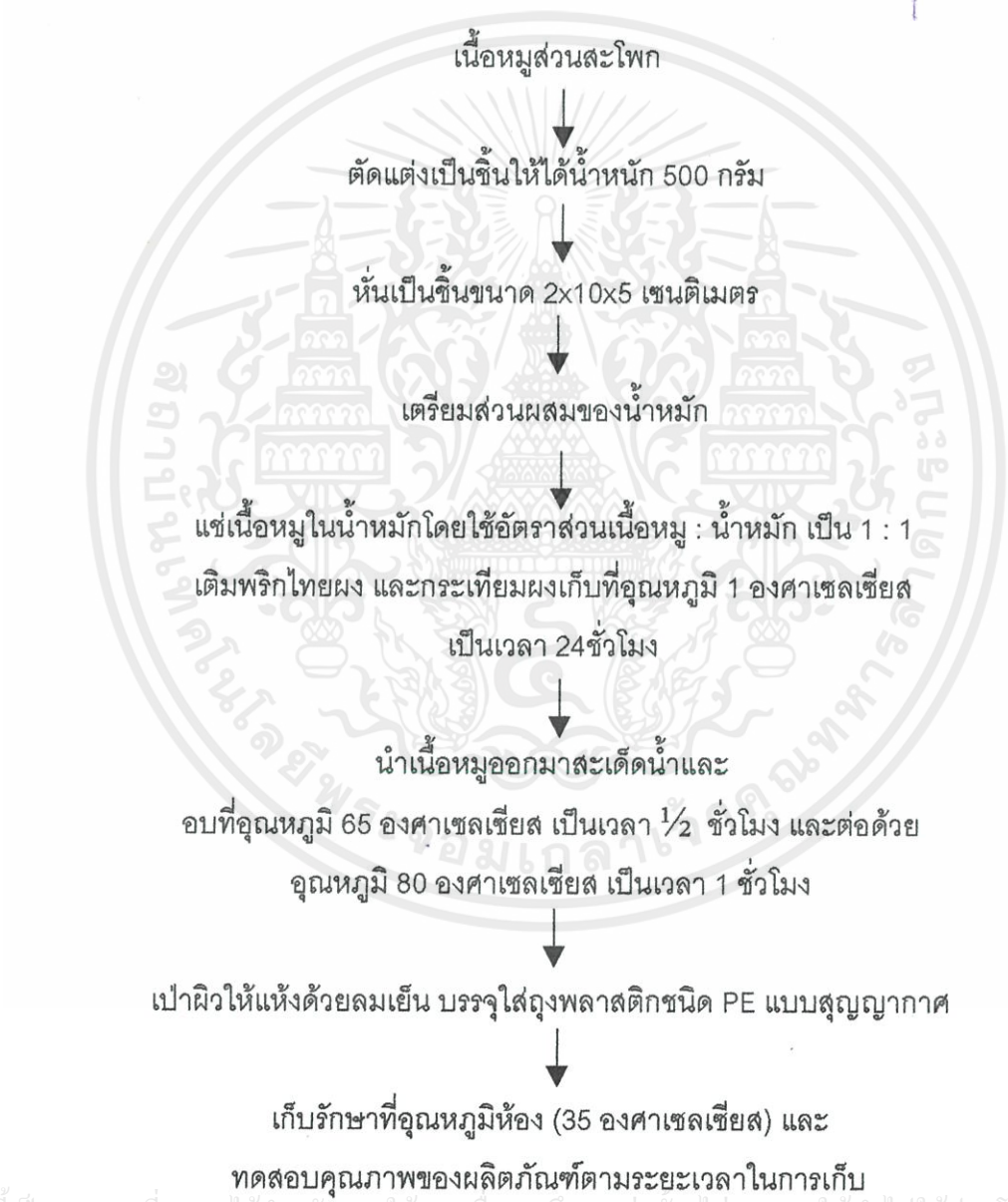
ทำการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งตามขั้นตอนในภาพที่ 3.1 โดยใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลในน้ำหมักตามตารางที่ 3.1 โดยใช้ซอร์บิทอลแทนกลีเซอรอล และใช้กลีเซอรอลแทนโพรพิลีนไกลคอล และศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกับการทดลองในข้อ 3.6.2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3 การศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของสารดูดความชื้น 2 ชนิดต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

3.6.3.1 การศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

ทำการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งตามขั้นตอนในภาพที่ 3.2 โดยใช้ระดับความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลที่เหมาะสมจากการทดลองในหัวข้อ 3.6.2.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งเพื่อการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยวิเคราะห์ลักษณะของผลิตภัณฑ์ทางด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) ลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

ก. การวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้

วัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับการทดลองในหัวข้อ 3.6.2.1

ข. การวัดค่าความเป็นกรดด่าง

วัดค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับการทดลองในหัวข้อ 3.6.2.1

ค. การวิเคราะห์ค่าการเกิดออกซิเดชันของไขมัน (TBARS) (Juncher *et al.*, 2000)

วิเคราะห์ค่าการเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง โดย นำตัวอย่าง 10 กรัม เติมสารละลายไตรคลอโรอะซิติคแอซิด ความเข้มข้น 7.5% จำนวน 30 มิลลิลิตร ที่ประกอบด้วยสารโพรพิลกาลเลต ความเข้มข้น 0.1% EDTA ความเข้มข้น 0.1% และสารละลายซัลฟานิลเอไมด์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร(เตรียมโดย ชั่งสารซัลฟานิลเอไมด์ 0.5 กรัม ละลายน้ำปริมาตร 40 มิลลิลิตร และเติมกรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น ปริมาตร 54 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น) นำมาโฮโมจิไนส์ด้วยเครื่องโฮโมจิไนส์เซอร์เป็นเวลา 45 วินาที ที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบต่อนาที นำสารละลายผสมที่โฮโมจิไนส์แล้วมากรองด้วยกระดาษกรอง (Whatman เบอร์ 42) นำสารละลายที่กรองได้มาปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมกับสารไธโอบาร์บิทูริคแอซิด ความเข้มข้น 0.02 โมลาร์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำมาให้ความร้อนในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที นำมาทำให้เย็นโดยแช่อ่างน้ำแข็งเป็นเวลา 5 นาที นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 532 และ 600 นาโนเมตร นำผลต่างของค่าการดูดกลืนแสง ($A_{532} - A_{600}$) มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน (ภาคผนวก ง) โดยใช้สารละลายมาโลนัลดีไฮด์ (malonaldehyde-bis-(di-ethylacetate)) เป็นสารละลายมาตรฐาน คำนวณค่า TBARS มีหน่วยเป็นไมโครโมลของมาโลนัลดีไฮด์ / เนื้อ 1 กิโลกรัม

2) ลักษณะทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์

ก. การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถนับได้ (total viable count) (Okonkwo *et al.*, 1992(a))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถนับได้ในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง โดยชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกที่ปราศจากเชื้อ นำมาปั่นด้วยเครื่องตีปั่นไฟ

ฟ้ากับสารละลายเปปโตนปริมาณ 9 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายที่ได้มา 0.1 มิลลิลิตร นำมาใส่ในจานเพาะเชื้อ เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ ประมาณ 15-20 มิลลิลิตร (ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ nutrient agar เตรียมโดย ใช้ สารสกัดจากเนื้อวัว (beef extract) 3 กรัม เปปโตน (peptone) 5 กรัม และ วุ้น (agar) 15 กรัม ละลายส่วนผสมต่าง ๆ โดยต้มในน้ำกลั่นจนวุ้นละลาย ระวังอย่าให้วุ้นจับตัวกันเป็นก้อน นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที) หมุนจานเพาะเชื้อไปทางขวา 3-4 ครั้ง และหมุนกลับไปทางซ้าย 3-4 ครั้ง เก็บจานเพาะเชื้อไว้ในตู้บ่มอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มีหน่วยเป็นจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (cfu/g)

ข. การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อยีสต์ และรา (fungi) (Okonkwo *et al.*, 1992 (a))

วิเคราะห์ปริมาณเชื้อยีสต์ และราของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งโดยชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม นำมาปั่นด้วยเครื่องตีปั่นไฟฟ้ากับสารละลายเปปโตนปริมาณ 9 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายที่ได้มา 0.1 มิลลิลิตร นำมาใส่ในจานเพาะเชื้อ เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ ประมาณ 15-20 มิลลิลิตร (ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar เตรียมโดย ใช้ มันฝรั่งผงละลายน้ำได้ (potato infusion) 200 กรัม เด็กโตรส (dextrose) 20 กรัม และ วุ้น 15 กรัม ละลายส่วนผสมต่าง ๆ โดยต้มในน้ำกลั่นจนวุ้นละลาย ระวังอย่าให้วุ้นจับตัวกันเป็นก้อน นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ปรับความเป็นกรดด่างของอาหารเลี้ยงเชื้อให้เป็น 3.5 โดยใช้ กรดทาร์ทาริคความเข้มข้น 10% ประมาณ 1 มิลลิลิตรต่อ PDA 100 มิลลิลิตร) หมุนจานเพาะเชื้อไปทางขวา 3-4 ครั้ง และหมุนกลับไปทางซ้าย 3-4 ครั้ง เก็บจานเพาะเชื้อไว้ในตู้บ่มอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ตรวจนับปริมาณยีสต์และราที่เจริญในจานเพาะเชื้อมีหน่วยเป็นจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (cfu/g)

3) ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสใช้ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ไม่มีการเติมโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและสารดูดความชื้นเป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน ที่มีการฝึกฝนเบื้องต้น โดยเป็นกลุ่มนักศึกษาปริญญาโทและตรีของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังด้วยวิธีทดสอบแบบ Hedonic Scale ซึ่งแบ่งคะแนนเป็น 5 ระดับ จากดีมากที่สุดหรือชอบมากที่สุด จนถึงไม่ดีมากที่สุด หรือไม่ชอบมากที่สุดตามลำดับ (แบบประเมินผลแสดงดังภาคผนวก ค) ในการประเมินค่าต่าง ๆ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ลักษณะปรากฏ (appearance)

ข. กลิ่นผิดปกติ (off flavor and rancidity)

ค. ความชอบโดยรวม (overall acceptability)

วางแผนการทดลองแบบสปลิทพลอท (split plot) โดยมีปัจจัยหลัก (main plot) คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษา 5 ระดับ คือ 1, 7, 14, 21 และ 28 วัน และปัจจัยรอง (sub plot) คือ ระดับความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและระดับอัตราส่วนผสมของสารดูดความชื้น 2 ชนิดที่เหมาะสม ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Irri statistic เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

3.6.3.2 **การศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอลต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง**

ทำการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งตามขั้นตอนในภาพที่ 3.2 โดยใช้ระดับความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอลที่เหมาะสมจากการทดลองในหัวข้อ 3.6.2.2 ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ในทำนองเดียวกับการศึกษาในหัวข้อ 3.6.3.1

3.6.3.3 **การศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง**

ทำการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งตามขั้นตอนในภาพที่ 3.2 โดยใช้ระดับความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลที่เหมาะสมจากการทดลองในหัวข้อ 3.6.2.3 ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ในทำนองเดียวกับการศึกษาในหัวข้อ 3.6.3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของสารดูดความชื้น 2 ชนิดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

4.1.1 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

4.1.1.1 ลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์

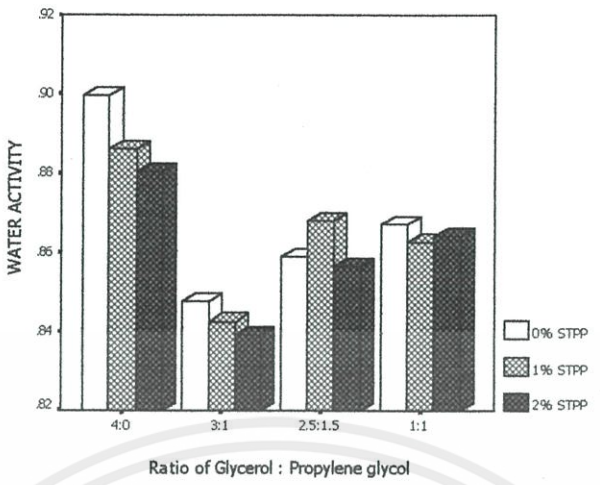
การศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งโดยใช้ระดับความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และระดับอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลและโพรพิลีนไกลคอล 4 ระดับ แสดงผลดังภาพที่ 4.1

ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลต่อค่าวอเตอร์แอคติวิตี้แสดงดังภาพที่ 4.1 (ก) พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับต่าง ๆ มีผลทำให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่อัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลที่อัตราส่วนต่าง ๆ กันมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.1 ซึ่งแสดงผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลต่อค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง โดยผลของการใช้กลีเซอรอลเพียงชนิดเดียว(ที่อัตราส่วน 4:0) จะสามารถลดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ได้น้อยซึ่งมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เฉลี่ย 0.889 แต่เมื่อมีการใช้โพรพิลีนไกลคอลร่วมด้วยจะสามารถลดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ลงได้มาก โดยที่ระดับส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลเป็น 3:1 จะสามารถลดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ลงได้มากที่สุด คือมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เฉลี่ย 0.843 และที่ระดับส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลเป็น 2.5:1.5 และ 1:1 มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เฉลี่ย 0.861 และ 0.864 ตามลำดับ

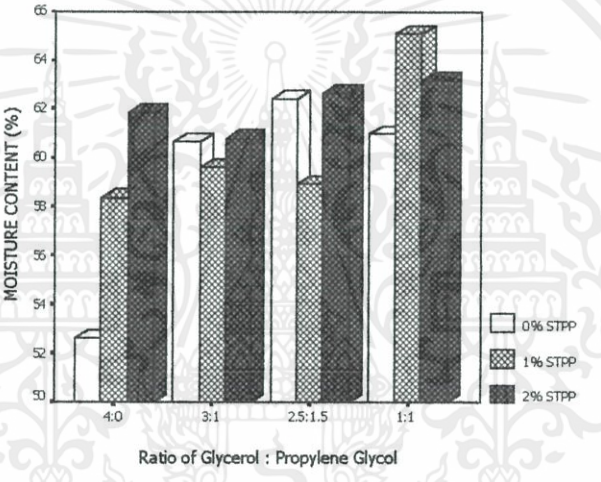
ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลต่อปริมาณความชื้นดังแสดงในภาพที่ 4.1 (ข) พบว่าเมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่างกัน ค่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.1 โดยเมื่อระดับความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

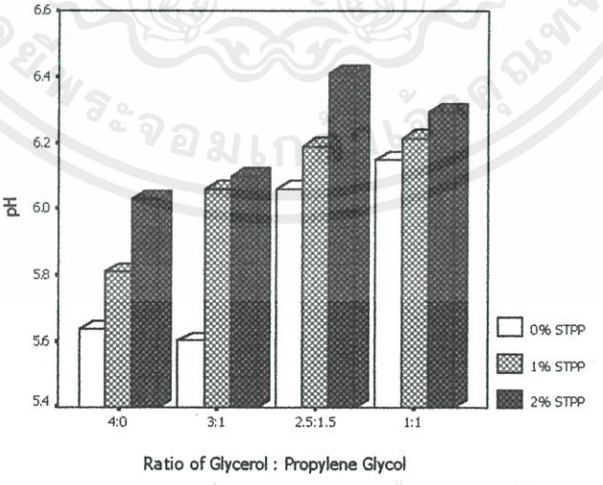
ก



ข



ค



ภาพที่ 4.1 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP) และสารดูดความชื้นผสม(กลีเซอรอล : โพรพิลีนไกลคอล) ต่อผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้านลักษณะทางเคมี (ก)วอเตอร์แอคติวิตี (ข)ปริมาณความชื้น และ (ค)ความเป็นกรดด่าง

เอกสารนี้เป็นการเผยแพร่ผลงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา รวมทั้งต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย(DMRT)ของลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งเมื่อพิจารณาความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตเป็นปัจจัยหลักและอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ เป็นปัจจัยรอง

กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (อัตราส่วน)	โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (%)	ลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง				
		วอเตอร์แอคติวิตี้	ปริมาณความชื้น (%)	ความเป็นกรดด่าง	ความสามารถในการอุ้มน้ำ	ความเหนียวของเนื้อ (Kg)
ทุกอัตราส่วน	0	0.867 ^{a}	59.359 ^{b}	5.85 ^{b}	4.566 ^{c}	1.3010 ^{a}
ทุกอัตราส่วน	1	0.864 ^{a}	60.503 ^{ab}	6.07 ^{ab}	4.837 ^{b}	1.0319 ^{ab}
ทุกอัตราส่วน	2	0.860 ^{a}	62.117 ^{a}	6.21 ^{a}	5.113 ^{a}	0.8440 ^{b}
		ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)				
4 : 0	ทุกระดับ	0.889 ^{a}	57.617 ^{c}	5.83 ^{b}	4.786 ^{a}	1.3529 ^{a}
3 : 1	ทุกระดับ	0.843 ^{c}	60.357 ^{b}	5.92 ^{b}	4.853 ^{a}	0.9368 ^{ab}
2.5 : 1.5	ทุกระดับ	0.861 ^{b}	61.496 ^{b}	6.20 ^{a}	4.773 ^{a}	1.1868 ^{ab}
1 : 1	ทุกระดับ	0.864 ^{b}	63.504 ^{a}	6.23 ^{a}	4.978 ^{a}	0.6749 ^{b}
		ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)				

เพิ่มขึ้น โดยที่ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 0% ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นเฉลี่ย 59.359 % และที่ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และ 2% เป็น 60.503% และ 62.117% ตามลำดับ การใช้กลีเซอรอลเพียงชนิดเดียวจะทำให้มีปริมาณความชื้นต่ำกว่าการใช้กลีเซอรอลร่วมกับโพรพิลีนไกลคอล โดยมีปริมาณความชื้นเฉลี่ย 57.617% ในขณะที่การใช้อัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับ 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1 จะมีปริมาณความชื้น 60.357%, 61.496% และ 63.504% ตามลำดับ

ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลต่อความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์แสดงดังภาพที่ 4.1 (ค) พบว่าเมื่อใช้ระดับความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่างกันค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.1 โดยเมื่อระดับความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตเพิ่มขึ้นมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรดด่างสูงขึ้นคือ เมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ความเข้มข้น 0%, 1% และ 2% ผลิตภัณฑ์จะมีค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ยเป็น 5.85, 6.07และ 6.21 ตามลำดับ และการใช้กลีเซอรอลร่วมกับโพรพิลีนไกลคอลมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์สูงกว่าการใช้กลีเซอรอลเพียงชนิดเดียว คือการใช้กลีเซอรอลเพียงชนิดเดียวจะมีค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ย 5.83 และเมื่อใช้อัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับ 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1 จะมีค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ย 5.92, 6.20 และ 6.23 ตามลำดับ

4.1.1.2 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

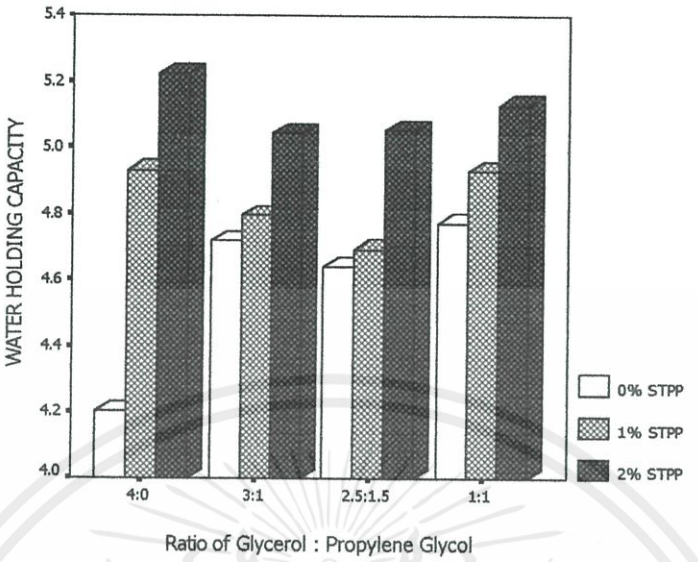
การศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของกลีเซอรอลและโพรพิลีนไกลคอลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ดังแสดงในภาพที่ 4.2 (ก) พบว่าเมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตต่างระดับกันมีผลทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.1 โดยเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูงขึ้นคือ เมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ความเข้มข้น 0%, 1% และ 2% จะมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์เฉลี่ย 4.566 เป็น 4.838 และ 5.113 ตามลำดับ ส่วนอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ พบว่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.1.1.3 ลักษณะทางลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

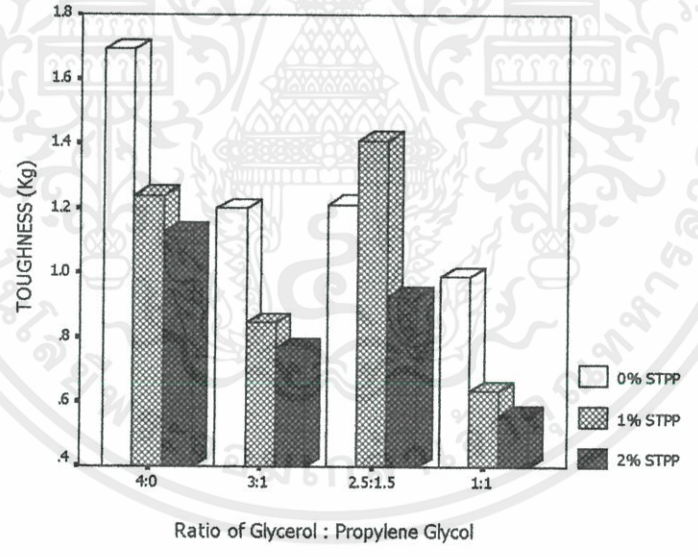
จากการวัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับแตกต่างกันแสดงผลดังภาพที่ 4.2 (ข) เห็นได้ว่าค่าความเหนียวของเนื้อมีความแตกต่างกันอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก



ข



ภาพที่ 4.2 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP) และสารดูดความชื้นผสม (กลีเซอรอล : โพรพิลีนไกลคอล) ต่อผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้าน (ก) ความสามารถในการอุ้มน้ำ (ข) ความเหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.1 พบว่าการใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่สูงขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความเหนียวของเนื้อลดลงคือ เมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ความเข้มข้น 0%, 1% และ 2% ผลิตภัณฑ์มีค่าความเหนียวของเนื้อเฉลี่ยเป็น 1.3010 , 1.0318 และ 0.8440 กิโลกรัม ตามลำดับ การใช้กลีเซอรอลเพียงชนิดเดียวพบว่าค่าความเหนียวของเนื้อมีค่ามากที่สุดโดยมีค่าความเหนียวของเนื้อเฉลี่ย 1.3529 กิโลกรัม และการใช้อัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับ 1:1 มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเหนียวของเนื้อต่ำที่สุดโดยมีค่าความเหนียวของเนื้อเฉลี่ย 0.6740 กิโลกรัม ส่วนการใช้อัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับ 3:1 และ 2.5:1.5 ค่าความเหนียวของเนื้อไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับ 1:1 หรือ ใช้กลีเซอรอลเพียงชนิดเดียว

4.1.1.4 **ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์**

การศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ กัน ต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบชิมได้ผลดังนี้ (ภาพที่ 4.3)

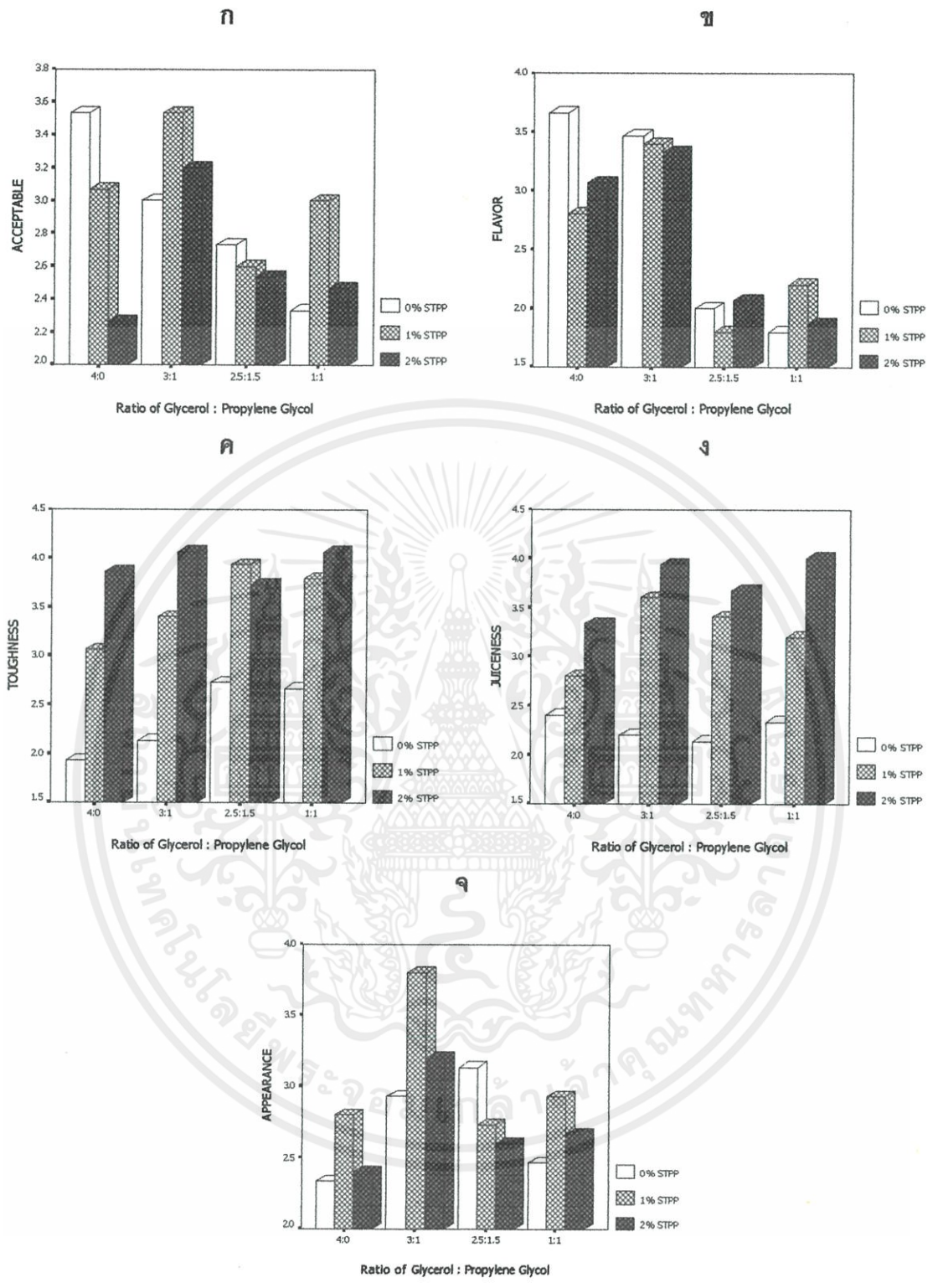
ก. ความชอบโดยรวม

ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันและอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ กันในน้ำหมักมีผลทำให้ค่าคะแนนความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.2 โดยผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านความชอบโดยรวมมากที่สุดคือ เมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 1% และอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับอัตราส่วน 3:1 โดยมีค่าความชอบโดยรวมเฉลี่ย 3.5 และที่ระดับอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล 2.5:1.5 และ 1:1 พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านความชอบโดยรวมน้อยลงตามลำดับ

ข. กลิ่นรส

ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันและอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ กันในน้ำหมักมีผลทำให้ค่าคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นรสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.2 โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับทางด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้อัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับ 3:1 มากที่สุด คือเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับ 0%, 1%และ 2% มีค่าความชอบทางด้านกลิ่นรสเฉลี่ย 3.5 , 3.4 และ 3.3 ตามลำดับ และพบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการใช้กลีเซอรอลเพียงชนิดเดียวที่ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP) และ สารดูดความชื้นผสม (กลีเซอรอล : โพรพิลีนไกลคอล) ต่อผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้านลักษณะทางประสาทสัมผัส (ก)ความชอบโดยรวม (ข)กลิ่นรส (ค)ความเหนียว (ง)ความชุ่มน้ำ และ (จ)ลักษณะปรากฏ

เอกสารนี้เป็นเอกสาร ... ชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ... ที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย(DMRT)ของค่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตความเข้มข้นต่าง ๆ และอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับอัตราส่วนต่าง ๆ กัน

กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (อัตราส่วน)	โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (%)	ค่าคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง				
		ความชอบโดยรวม	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส		ลักษณะปรากฏ
				ความเหนียว	ความชุ่มน้ำ	
4:0	0	3.5 ± 1.2 ^{a}	3.7 ± 1.3 ^{a}	2.5 ± 1.1 ^{de}	2.4 ± 1.4 ^{bc}	2.3 ± 1.3 ^{b}
	1	3.1 ± 1.2 ^{ab}	2.8 ± 1.3 ^{bc}	3.1 ± 0.8 ^{bcd}	2.8 ± 0.8 ^{bc}	2.8 ± 0.9 ^{b}
	2	2.3 ± 1.1 ^{ab}	3.1 ± 1.0 ^{ab}	3.9 ± 1.1 ^{ab}	3.3 ± 0.8 ^{ab}	2.4 ± 1.0 ^{b}
3:1	0	3.0 ± 1.4 ^{ab}	3.5 ± 1.3 ^{ab}	2.1 ± 1.1 ^{e}	2.2 ± 0.9 ^{c}	2.9 ± 1.5 ^{ab}
	1	3.5 ± 1.4 ^{a}	3.4 ± 1.0 ^{ab}	3.4 ± 0.9 ^{abc}	3.6 ± 0.9 ^{ab}	3.8 ± 1.1 ^{a}
	2	3.2 ± 1.3 ^{ab}	3.3 ± 1.2 ^{ab}	4.1 ± 1.0 ^{a}	3.9 ± 1.0 ^{a}	3.2 ± 1.2 ^{a}
2.5:1.5	0	2.7 ± 1.3 ^{ab}	2.0 ± 1.0 ^{cd}	2.7 ± 1.1 ^{cde}	2.1 ± 0.9 ^{c}	3.1 ± 1.4 ^{ab}
	1	2.6 ± 1.2 ^{ab}	1.8 ± 0.7 ^{d}	3.9 ± 0.8 ^{a}	3.4 ± 1.0 ^{ab}	2.7 ± 1.1 ^{ab}
	2	2.5 ± 1.1 ^{ab}	2.1 ± 0.6 ^{cd}	3.7 ± 1.0 ^{ab}	3.7 ± 0.8 ^{a}	2.6 ± 1.1 ^{b}
1:1	0	2.3 ± 1.0 ^{b}	1.8 ± 0.6 ^{d}	2.7 ± 1.1 ^{cde}	2.3 ± 1.2 ^{c}	2.5 ± 1.1 ^{b}
	1	3.0 ± 0.9 ^{ab}	2.2 ± 1.1 ^{cd}	3.8 ± 0.8 ^{ab}	3.2 ± 1.1 ^{ab}	2.9 ± 1.1 ^{ab}
	2	2.5 ± 1.4 ^{b}	1.9 ± 1.1 ^{d}	4.1 ± 1.1 ^{a}	4.0 ± 0.9 ^{a}	2.7 ± 1.3 ^{b}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 0% ซึ่งมีค่าคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นรสเฉลี่ย 3.7 ผู้ทดสอบให้การยอมรับทางด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้อัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับ 2.5:1.5 และ 1:1 น้อยที่สุด โดยผู้ทดสอบให้ข้อสังเกตว่าการเพิ่มอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลขึ้น จะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติขมมากขึ้น ๆ ตามลำดับ และมีรสชาติติดค้าง (after taste) ภายหลังจากรับประทาน

ค. เนื้อสัมผัส

ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ กันในน้ำหมักมีผลทำให้ค่าคะแนนความชอบทางด้านความเหนียวของเนื้อและความชุ่มน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดัง ตารางที่ 4.2 โดยพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับทางด้านความเหนียวของเนื้อและความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 2% มากที่สุด คือเมื่อใช้อัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่อัตราส่วน 1:1, 3:1, 4:0 และ 2.5:1.5 มีค่าคะแนนความชอบทางด้านความเหนียวของเนื้อเฉลี่ย คือ 4.1, 4.1, 3.9 และ 3.7 ตามลำดับ และเมื่อใช้อัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่อัตราส่วน 1:1, 3:1, 2.5:1.5 และ 4:0 มีค่าคะแนนความชอบทางด้านความชุ่มน้ำเฉลี่ย คือ 4.0, 3.9, 3.7 และ 3.3 ตามลำดับ ส่วนการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 1% ผู้ทดสอบให้การยอมรับรองลงมา และถ้าใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 0% ผู้ทดสอบให้การยอมรับน้อยที่สุด

ง. ลักษณะปรากฏ

ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน และอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ กันในน้ำหมักมีผลทำให้ค่าความชอบทางด้านลักษณะปรากฏแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.2 โดยพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับทางด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับความเข้มข้น 1% และอัตราส่วน 3:1 ตามลำดับ โดยมีค่าคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏเฉลี่ย 3.8

จากผลการทดลองพบว่าโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับแตกต่างกันจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง โดยเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตจะไม่มีผลต่อค่าวอเตอร์แอคติวิตี้มากนัก แต่จะมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดด่าง ปริมาณความชื้น ความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์มีค่าเพิ่มขึ้น และทำให้ค่าความเหนียวของเนื้อลดลง ซึ่งจะส่งผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เนื่องจากโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตเป็นสารประกอบฟอสเฟตที่เป็นตัวทำให้ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นกรดด่างของเนื้อเพิ่มขึ้น โดยโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตมีคุณสมบัติเป็นด่าง คือมีค่าความเป็นกรดด่าง 9.9 ของสารละลาย 1% (ตารางที่ 2.11) และช่วยให้โปรตีนของกล้ามเนื้อคลายตัว เนื่องจากเอคโตไมโอซิน แยกออกจากกันเป็น เอคตินและไมโอซิน ซึ่งการที่ค่าความเป็นกรดด่างเพิ่มขึ้นและการคลายตัวของเอคโตไมโอซินนี้จะส่งผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อจะดีที่ค่าความเป็นกรดด่างใกล้เคียง 7 เพราะกลุ่มแขนงข้างของกรดอะมิโนชนิดที่มีขั้วจะแสดงประจุได้มากที่สุดโดยเฉพาะที่ค่าความเป็นกรดด่างระหว่าง 6-7 ทำให้มีประจุไฟฟ้าบนโมเลกุลของโปรตีนที่จะไปดูดเกาะกับโมเลกุลของน้ำได้มากขึ้น โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตจะทำให้เส้นใยของโปรตีนยืดตัวล้อมรอบโมเลกุลของน้ำไว้ ทำให้เนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี และมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อมีผลต่ออุตสาหกรรมเนื้อมาก ทั้งนี้เพราะว่าถ้าหากเนื้อไม่สามารถอุ้มน้ำไว้ได้ รวมทั้งมีการเก็บเนื้อไว้ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมจะทำให้น้ำที่มีอยู่บางส่วนในเนื้อ (natural juice) เสียไป มีผลทำให้ความนุ่มและความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ลดลง ซึ่งการใช้สารประกอบฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่มีประสิทธิภาพดีในการเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อจะช่วยลดปัญหาในการสูญเสียน้ำในผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่ม และความชุ่มน้ำที่ดีเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค โดยการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 1% จะทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งมีความนุ่ม ชุ่มน้ำ และมีความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม ส่วนการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 2% จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะน้ำเยิ้ม เนื้อสัมผัส และลักษณะปรากฏไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีรสชาติเฝื่อน ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Li *et al.* (1993); Moiseev and Cornforth (1997); Kulshrestha and Rhee (1996); Sheard *et al.* (1999)

การใช้อัตราส่วนของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลที่อัตราส่วนต่าง ๆ จะมีผลต่อค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ และปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ โดยจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ลดต่ำลง มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น การใช้อัตราส่วนของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับ 3:1 ทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งมีคุณภาพและรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ ทั้งนี้เป็นเพราะการใช้โพรพิลีนไกลคอลในอัตราส่วนที่เพิ่มสูงขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติขมมากขึ้น เนื่องจากโพรพิลีนไกลคอลเป็นสารโพลีออลที่มีรสชาติขมแต่มีความสามารถในการดูดความชื้นสูง คือโพรพิลีนไกลคอล 100 กรัม สามารถดูดความชื้นได้ 113-270 กรัมน้ำ ที่ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.80-0.90 ดังนั้นการใช้โพรพิลีนไกลคอลในอัตราส่วนที่น้อยก็มีประสิทธิภาพในการดูดความชื้นได้ดี และการใช้กลีเซอรอลผสมกับโพรพิลีนไกลคอลในอัตราส่วนที่มากกว่าโพรพิลีนไกลคอลนั้นจะช่วยลดความขมของผลิตภัณฑ์ได้เนื่องจากกลีเซอรอลเป็นสารโพลีออลที่มีรสชาติหวานเล็กน้อย โดยที่ความหวานเป็น 0.3-0.4 เท่าของน้ำตาลซูโครส และการที่ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากสารดูดความชื้นตัวนี้เป็นสารที่มีคุณสมบัติรวมตัวกับน้ำได้ดี (hydroscopic) จะรวมตัวกับน้ำในผลิตภัณฑ์เพื่อชดเชยน้ำที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ตามธรรมชาติซึ่งสูญเสียไปขณะแปรรูปทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่น่าบริโภคและไม่ดึงดูดใจผู้บริโภค นอกจากสารดูดความชื้นจะใช้เพื่อการลดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้แล้วพบว่ายังสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณลักษณะที่ดีขึ้น โดยเฉพาะคุณสมบัติทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสกล่าวคือ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะนุ่ม ชุ่มชื้น มีความยืดหยุ่น และมีคุณสมบัติการคืนรูปร่างที่ดี (Barrette *et al.* 1998) ซึ่งสารดูดความชื้นที่นำมาใช้มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ง่าย มีความคงตัว ไม่ระเหย สามารถบริโภคได้ มีคุณค่าทางโภชนาการ ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหารที่เติมสารดูดความชื้นลงไป และมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ (Ledward. 1981) การที่ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์ที่เตรียมโดยวิธีการกำจัดน้ำออกจากผลิตภัณฑ์โดยการแช่ในสารละลายที่เข้มข้น หรือที่เรียกว่าวิธีการแบบดีซอร์พชัน จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่เตรียมโดยวิธีการทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งและดูดซับน้ำกลับหรือที่เรียกว่าวิธีการแบบแอดซอร์พชัน สามารถอธิบายได้โดยวอเตอร์ซอร์พชันไอโซเธอม ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (หรือความชื้นสัมพัทธ์ที่จุดสมดุลย์) และปริมาณความชื้นของอาหารแต่ละชนิด ซึ่งจะมีประโยชน์ในการแสดงคุณสมบัติของอาหาร ดังแสดงในภาพที่ 2.1 ที่สามารถอธิบายถึงความแตกต่างของ water sorption isotherm ซึ่ง water sorption isotherm นี้สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วน A เป็นส่วนของน้ำที่ถูกอาหารดูดซับไว้รอบ ๆ เป็นฟิล์มบาง ๆ เพียงชั้นเดียว (monolayer) จะเสถียรภาพมาก ซึ่งจะมีอยู่ประมาณ 5-10% ของปริมาณน้ำทั้งหมด ส่วน B เป็นน้ำส่วนที่เกาะกันอย่างหลวม ๆ มีการยึดน้อยกว่าน้ำในส่วน A ในส่วน B นี้ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้จะมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในขณะที่ปริมาณน้ำจะเพิ่มขึ้นมาก และส่วน C เป็นน้ำที่รวมตัวกันอยู่ตามช่องว่างระหว่างสารประกอบของอาหาร น้ำในส่วนนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายสำหรับตัวถูกละลายต่าง ๆ ในอาหาร อย่างไรก็ตามถ้าเติมตัวถูกละลายลงในอาหารจะเป็นสาเหตุให้ความดันไอของสารละลายในอาหารลดลง ซึ่งจะมีผลทำให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ลดลงด้วย การลดลงของค่าวอเตอร์แอติวิตี้จะทำได้โดยการเติมสารดูดความชื้นที่เหมาะสม ดังเช่นการใช้อัตราส่วนผสมของสารดูดความชื้น 2 ชนิด ที่มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.826-0.896 ซึ่งเป็นค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่อยู่ในช่วงของอาหารกึ่งแห้ง ที่ได้มีผู้ศึกษาและกำหนดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่เหมาะสมของอาหารกึ่งแห้งไว้แตกต่างกัน ได้แก่ Karel (1976) กำหนดให้อาหารกึ่งแห้งมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ในช่วง 0.65-0.90 Brockmann (1970) กำหนดให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ในช่วง 0.75-0.85 Plitman *et al.* (1973) กำหนดให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ในช่วง 0.65-0.85 โดยเนื้อกึ่งแห้งที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ในช่วงดังกล่าวจะเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำกว่า 0.70 ถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์จะมีความคงตัวดี เก็บได้นานโดยไม่เสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ แต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

อาหารนั้นจะมีลักษณะแห้งเกินไป ส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.90 หรือต่ำกว่าแบคทีเรียส่วนใหญ่ จะไม่สามารถเจริญและสร้างสารพิษได้ และผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับหลายงานวิจัยได้แก่ อุไรวรรณ ปิตาวรานนท์ (2534); Barrette *et al.* (1998); Okonkow *et al.* (1992a); Plitman *et al.* (1973); (Leistner *et al.* 1981)

4.1.2 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

4.1.2.1 ลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์

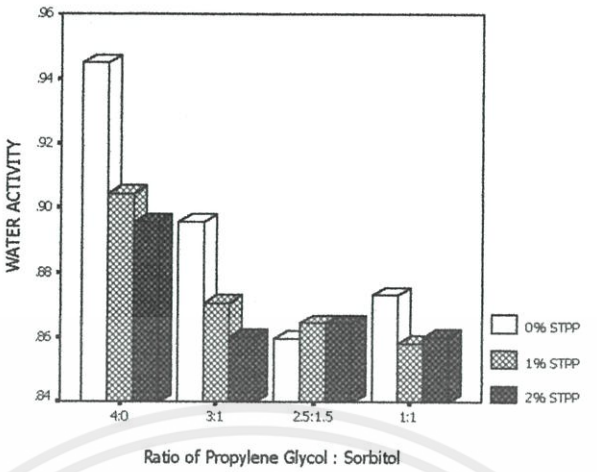
การศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งโดยใช้ระดับความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และระดับอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล 4 ระดับ แสดงผลดังภาพที่ 4.4

จากภาพที่ 4.4 (ก) พบว่าเมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่อัตราส่วนต่าง ๆ กันมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.3 โดยเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตสูงขึ้นมีผลทำให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตีมีค่าลดลงเล็กน้อย กล่าวคือเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 0, 1 และ 2% ผลิตภัณฑ์จะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เฉลี่ย 0.892, 0.874 และ 0.870 ตามลำดับ ส่วนอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ 1:1, 2.5:1.5 และ 3:1 มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เฉลี่ยเป็น 0.862, 0.862 และ 0.875 ตามลำดับ แต่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เฉลี่ยแตกต่างจากการใช้โพรพิลีนไกลคอลเพียงชนิดเดียวที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เฉลี่ยสูงกว่า คือ 0.915

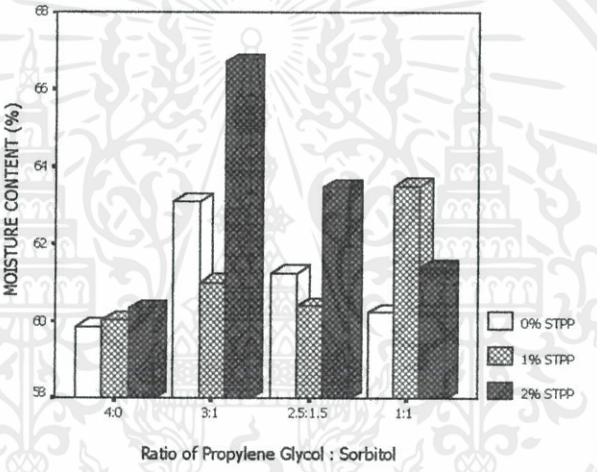
ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์แสดงดังภาพที่ 4.4 (ข) พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ มีผลทำให้ปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังตารางที่ 4.3 ส่วนการใช้อัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่อัตราส่วนต่าง ๆ กันมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่ระดับอัตราส่วน 3:1 จะมีค่าปริมาณความชื้นสูงสุดคือ 63.597% ในขณะที่การใช้โพรพิลีนไกลคอลเพียงชนิดเดียวผลิตภัณฑ์จะมีปริมาณความชื้นต่ำสุดคือ 60.069%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

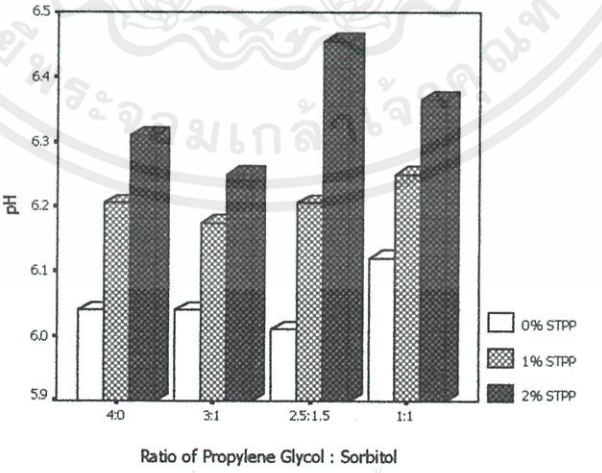
ก



ข



ค



ภาพที่ 4.4 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP) และสารดูดความชื้นผสม (โพรพิลีนไกลคอล : ซอร์บิทอล) ต่อผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้านลักษณะทางเคมี (ก)วอเตอร์แอคติวิตี้ (ข)ปริมาณความชื้น และ (ค)ความเป็นกรดด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย(DMRT)ของลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งเมื่อพิจารณาความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต เป็นปัจจัยหลักและอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ เป็นปัจจัยรอง

โพรพิลีนไกลคอล ต่อซอร์บิทอล (อัตราส่วน)	โซเดียม ไตรโพลีฟอสเฟต (%)	ลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง				
		วอเตอร์แอคติวิตี้	ปริมาณความชื้น (%)	ความเป็นกรดด่าง	ความสามารถ ในการอุ้มน้ำ	ความเหนียวของเนื้อ (Kg)
ทุกอัตราส่วน	0	0.892 ^{a}	61.220 ^{a}	6.05 ^{c}	4.765 ^{c}	1.5192 ^{a}
ทุกอัตราส่วน	1	0.874 ^{ab}	61.231 ^{a}	6.21 ^{b}	5.059 ^{b}	1.2448 ^{b}
ทุกอัตราส่วน	2	0.870 ^{b}	62.964 ^{a}	6.35 ^{a}	5.323 ^{a}	0.9425 ^{c}
		ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)				
4 : 0	ทุกระดับ	0.915 ^{a}	60.069 ^{b}	6.19 ^{c}	5.120 ^{a}	1.3729 ^{a}
3 : 1	ทุกระดับ	0.875 ^{b}	63.596 ^{a}	6.16 ^{bc}	4.981 ^{b}	1.2416 ^{ab}
2.5 : 1.5	ทุกระดับ	0.862 ^{b}	61.999 ^{ab}	6.22 ^{ab}	5.179 ^{a}	1.1958 ^{ab}
1 : 1	ทุกระดับ	0.862 ^{b}	61.556 ^{ab}	6.25 ^{a}	4.917 ^{b}	1.1318 ^{b}
		ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)				

ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอลต่อความเป็นกรดด่างแสดงดังภาพที่ 4.4 (ค) โดยให้ผลในลักษณะเดียวกันกับผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลต่อความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์คือ เมื่อใช้ระดับความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่างกันค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.3 โดยเมื่อระดับความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตเพิ่มขึ้นมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรดด่างสูงขึ้นคือ เมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ความเข้มข้นระดับ 0%, 1% และ 2% จะทำให้ค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ยเป็น 6.05, 6.21 และ 6.35 ตามลำดับ และการใช้โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับอัตราส่วน 1:1 มีผลทำให้ค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์สูงกว่าการใช้โพรพิลีนไกลคอลเพียงชนิดเดียว คือมีค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ย 6.25 ส่วนการใช้อัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอลที่ระดับอัตราส่วน2.5:1.5 และ 3:1 ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรดด่างไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากผลิตภัณฑ์ที่ใช้โพรพิลีนไกลคอลเพียงชนิดเดียว คือ มีค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ย 6.22 และ 6.16 ตามลำดับ ในขณะที่การใช้กลีเซอรอลเพียงชนิดเดียวมีค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ย 6.19

4.1.2.2 **ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์**

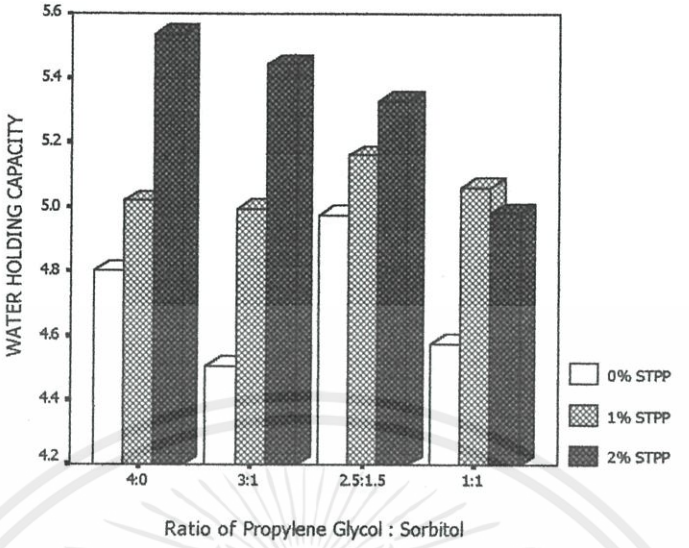
ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์แสดงดังภาพที่ 4.5 (ก) พบว่าเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ กันมีผลทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.3 โดยที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูงขึ้นคือ เมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ความเข้มข้นระดับ 0%, 1% และ 2% จะมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์เฉลี่ยเป็น 4.765 เป็น 5.059 และ 5.323 ตามลำดับ ส่วนอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับ 1:1 และ 3:1 พบว่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์เฉลี่ยเป็น 4.917 และ 4.981 ตามลำดับ แต่มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากผลิตภัณฑ์ที่ใช้อัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับ 2.5:1.5 และผลิตภัณฑ์ที่ใช้โพรพิลีนไกลคอลเพียงชนิดเดียวที่มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์เฉลี่ยสูงกว่า คือ 5.179 และ 5.120 ตามลำดับ

4.1.2.3 **ลักษณะทางลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์**

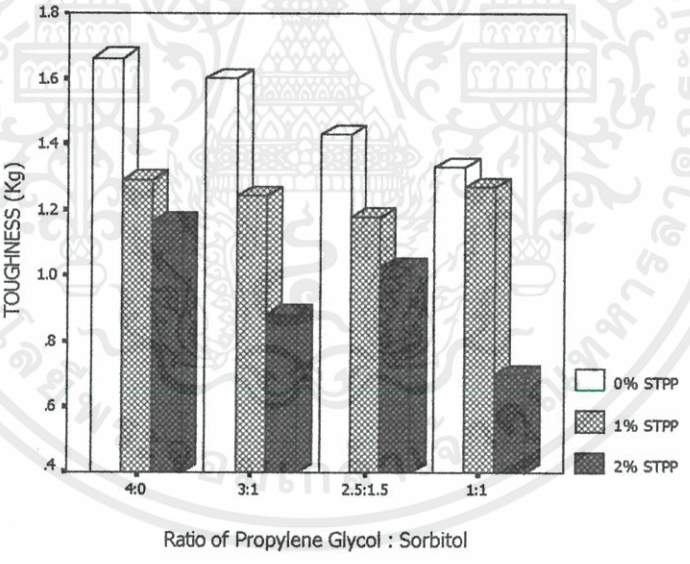
จากการวัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก



ข



ภาพที่ 4.5 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP) และสารดูดความชื้นผสม (โพรพิลีนไกลคอล : ซอร์บิทอล) ต่อผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้าน (ก) ความสามารถในการอุ้มน้ำ และ (ข) ความเหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันแสดงผลดังภาพที่ 4.5 (ข) พบว่าให้ผลในลักษณะเดียวกันกับผลของของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล คือค่าความเหนียวของเนื้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.3 คือ เมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความเหนียวของเนื้อลดลงคือ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 0%, 1% และ 2% จะมีค่าความเหนียวของเนื้อเฉลี่ยเป็น 1.5190, 1.2448 และ 0.9425 กิโลกรัม ตามลำดับ และการใช้โพรพิลีนไกลคอลเพียงชนิดเดียวพบว่าค่าความเหนียวของเนื้อมีค่ามากที่สุดโดยมีค่าความเหนียวของเนื้อเฉลี่ย 1.3729 กิโลกรัม และการใช้อัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอลที่ระดับ 1:1 พบว่ามีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเหนียวของเนื้อต่ำที่สุดโดยมีค่าความเหนียวของเนื้อเฉลี่ย 1.1318 กิโลกรัม ส่วนการใช้อัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับ 3:1 และ 2.5:1.5 พบว่าค่าความเหนียวของเนื้อไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอลที่ระดับอัตรา 1:1 หรือ ใช้โพรพิลีนไกลคอลเพียงชนิดเดียว

4.1.2.4 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

การศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ กัน ต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบชิมได้ผลดังนี้ (ภาพที่ 4.6)

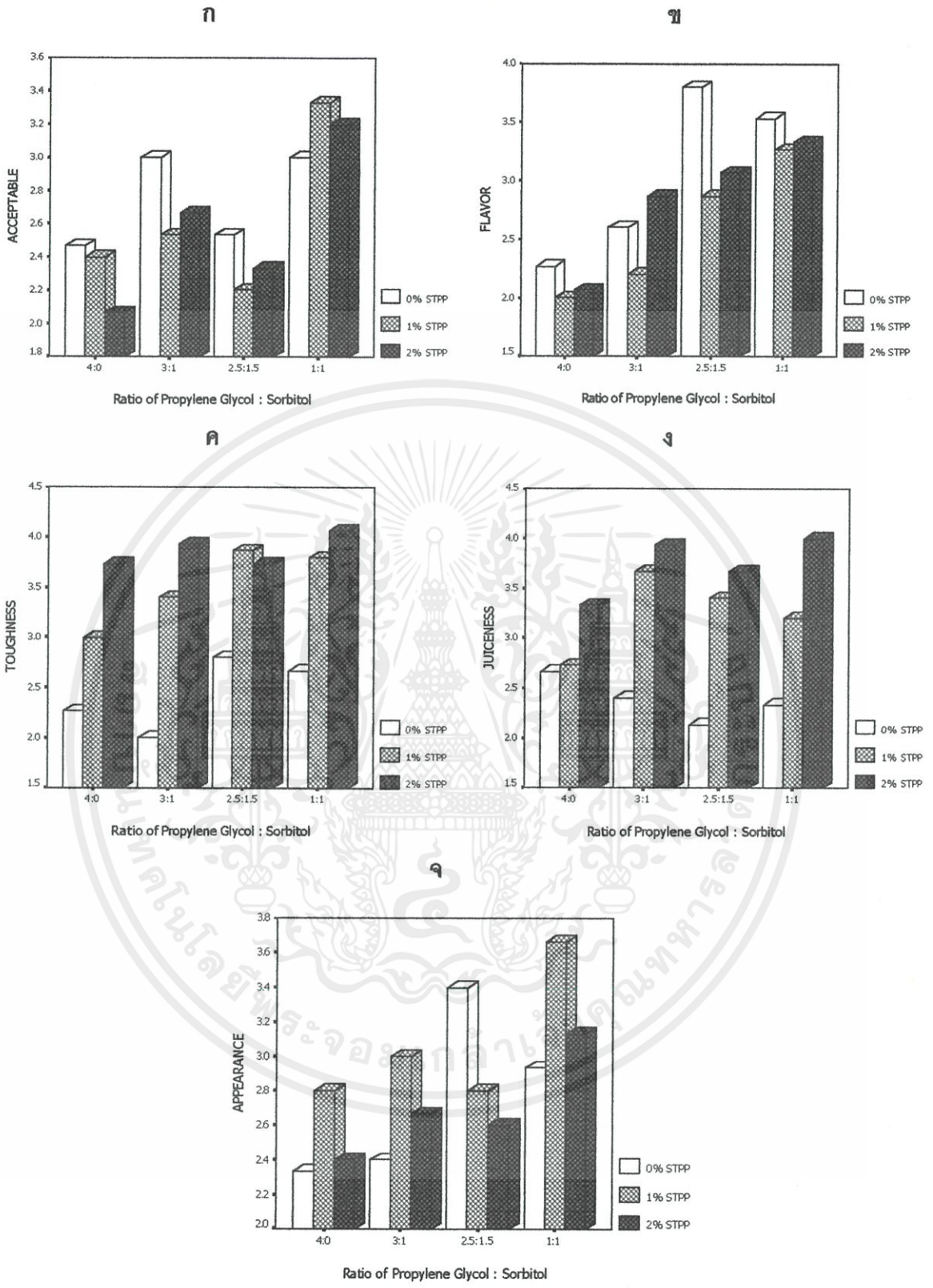
ก. ความชอบโดยรวม

ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน และอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ กันในน้ำหมักมีผลทำให้ค่าคะแนนด้านความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.4 โดยผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านความชอบโดยรวมมากที่สุดคือ เมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 1% และอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับอัตราส่วน 1:1 โดยมีค่าคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ย 3.3 และที่ระดับอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล 2.5:1.5, 3:1 และ 4:0 พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านความชอบโดยรวมน้อย

ข. กลิ่นรส

ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ พบว่าค่าความชอบทางด้านกลิ่นรสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.4 โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับทางด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้อัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอลที่ระดับ 2.5:1.5 และโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 0% มากที่สุด โดยมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP) และสารดูดความชื้นผสม(โพรพิลีนไกลคอล : ซอร์บิทอล) ต่อผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้านลักษณะทางประสาทสัมผัส (ก) ความชอบโดยรวม (ข)กลิ่นรส (ค)ความเหนียว (ง)ความชุ่มน้ำ และ (จ) ลักษณะปรากฏ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย(DMRT)ของค่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตความเข้มข้นต่าง ๆ และอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับอัตราส่วนต่าง ๆ กัน

โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล (อัตราส่วน)	โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (%)	ค่าคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง				
		ความชอบโดยรวม	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส		ลักษณะปรากฏ
				ความเหนียว	ความชุ่มน้ำ	
4:0	0	2.5 ± 0.8^{bcd}	2.3 ± 1.2^{cd}	2.3 ± 1.3^{de}	2.7 ± 1.2^{bc}	2.3 ± 1.3^{c}
	1	2.4 ± 0.8^{bcd}	2.0 ± 1.1^{d}	3.0 ± 0.8^{cd}	2.7 ± 0.8^{bc}	2.8 ± 0.9^{abc}
	2	2.1 ± 0.8^{d}	2.1 ± 0.6^{d}	3.7 ± 1.2^{ab}	3.3 ± 0.8^{b}	2.4 ± 1.0^{bc}
3:1	0	3.0 ± 1.4^{abc}	2.6 ± 1.3^{cd}	2.0 ± 0.9^{e}	2.4 ± 1.2^{c}	2.4 ± 1.5^{bc}
	1	2.5 ± 1.1^{abcd}	2.2 ± 1.1^{cd}	3.4 ± 0.9^{abc}	3.7 ± 0.8^{a}	3.0 ± 1.2^{abc}
	2	2.7 ± 1.0^{abcd}	2.9 ± 1.4^{abcd}	3.9 ± 1.0^{a}	3.9 ± 1.0^{a}	2.7 ± 1.2^{bc}
2.5:1.5	0	2.5 ± 1.1^{abcd}	3.8 ± 1.2^{a}	2.8 ± 0.9^{cd}	2.1 ± 0.9^{c}	3.4 ± 1.1^{ab}
	1	2.0 ± 0.8^{cd}	2.9 ± 1.3^{abcd}	3.9 ± 0.9^{a}	3.4 ± 1.0^{ab}	2.8 ± 1.3^{abc}
	2	2.3 ± 0.9^{bcd}	3.1 ± 1.0^{abc}	3.7 ± 1.0^{ab}	3.7 ± 0.8^{a}	2.6 ± 1.1^{bc}
1:1	0	3.0 ± 1.3^{abc}	3.5 ± 1.2^{ab}	2.8 ± 1.1^{cde}	2.3 ± 1.2^{c}	2.9 ± 1.1^{abc}
	1	3.3 ± 0.8^{a}	3.3 ± 1.0^{ab}	3.8 ± 0.8^{ab}	3.2 ± 1.1^{b}	3.7 ± 1.0^{a}
	2	3.2 ± 1.3^{ab}	3.3 ± 1.2^{ab}	4.1 ± 1.1^{a}	4.0 ± 0.9^{a}	3.1 ± 1.3^{abc}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นรสเฉลี่ย 3.8 และพบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการใช้โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับ 1:1 ซึ่งมีค่าคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นรส 3.3-3.5 ส่วนการใช้โพรพิลีนไกลคอลเพียงชนิดเดียว พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับทางด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งน้อยที่สุด โดยผู้ทดสอบให้ข้อสังเกตว่าอัตราส่วนผสมที่มีโพรพิลีนไกลคอลปริมาณมากจะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติขมมากกว่าที่ความเข้มข้นอื่น ๆ

ค. เนื้อสัมผัส

ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันและอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ กันในน้ำหมักมีผลทำให้ค่าความชอบทางด้านความเหนียวของเนื้อ และความชุ่มน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.4 โดยพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทางด้านความเหนียวของเนื้อและความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับ 0% น้อยที่สุด แต่จะให้คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 2% และ1% มากที่สุด โดยมีค่าคะแนนความชอบทางด้านความเหนียวของเนื้อไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อใช้อัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่อัตราส่วน 1:1, 3:1, 4:0 และ 2.5:1.5 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเป็น 4.1 - 3.0 และเมื่อใช้อัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล ที่อัตราส่วน 1:1, 3:1 และ 2.5:1.5 จะมีค่าคะแนนความชอบทางด้านความชุ่มน้ำเฉลี่ยเป็น 4.0 – 2.7

ง. ลักษณะปรากฏ

ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันและอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ กันในน้ำหมักมีผลทำให้ค่าคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.4 โดยพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับทางด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ความเข้มข้นระดับ 1% และอัตราส่วน 1:1 ตามลำดับ โดยมีค่าความชอบทางด้านลักษณะปรากฏเฉลี่ย 3.7 ส่วนการใช้โพรพิลีนไกลคอลเพียงชนิดเดียว พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับน้อยที่สุด

จากผลการทดลองพบว่าคล้ายคลึงกับผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอล โดยเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตจะไม่มีผลต่อค่าวอเตอร์แอคติวิตี้มากนัก แต่จะมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดด่าง ปริมาณความชื้น ความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์มีค่าเพิ่มขึ้น และทำให้ค่าความเหนียวของเนื้อลดลง ซึ่งจะส่งผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และพบว่าการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 1% จะทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งมีความนุ่ม ชุ่มน้ำ และมีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม การใช้โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่อัตราส่วน 1:1 ทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งมีคุณภาพและรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ ทั้งนี้เพราะโพรพิลีนไกลคอลทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติขมดังกล่าว ดังนั้นการใช้ซอร์บิทอลในอัตราส่วนที่เท่ากับโพรพิลีนไกลคอลจะช่วยลดความขมในผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งซอร์บิทอลเป็นโพลีออลประเภทน้ำตาลแอลกอฮอล์มีความหวานเป็น 0.5-0.6 เท่าของน้ำตาลซูโครส

4.1.3 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

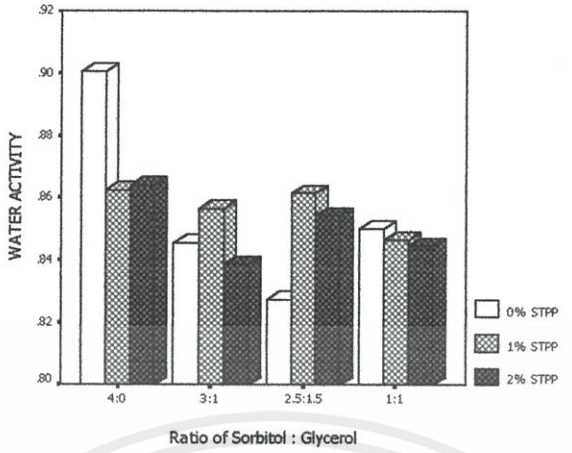
4.1.3.1 ลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์

การศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งโดยใช้ระดับความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และระดับอัตราส่วนผสมของของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลแตกต่างกันแสดงผลดังภาพที่ 4.7 (ก) พบว่าเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ผลิตภัณฑ์จะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการใช้อัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่อัตราส่วน 2.5:1.5, 1:1 และ 3:1 มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากการใช้ซอร์บิทอลเพียงชนิดเดียว (ดังตารางที่ 4.5) โดยเมื่อใช้อัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่อัตราส่วน 2.5:1.5, 1:1 และ 3:1 จะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เฉลี่ยเป็น 0.845, 0.846 และ 0.847 ตามลำดับ ในขณะที่การใช้ซอร์บิทอลเพียงชนิดเดียวจะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เฉลี่ยมากที่สุด คือ 0.876

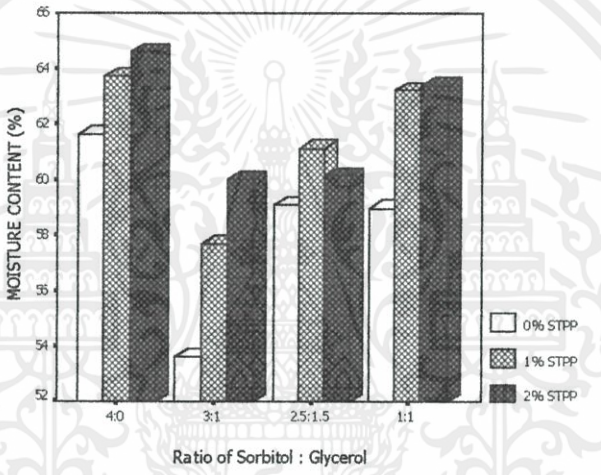
ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลต่อปริมาณความชื้นแสดงดังภาพที่ 4.7 (ข) พบว่าการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 2% และ1% ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 4.5 โดยมีค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยเป็น 62.027% และ 61.446% ตามลำดับ แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับการใช้ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 0% ซึ่งจะมีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด คือมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยเป็น 58.336% ส่วนการใช้ซอร์บิทอลเพียงชนิดเดียวพบว่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้อัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่อัตราส่วน 1:1 โดยมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยเป็น 63.322% และ 62.435% ตามลำดับ แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) จากการใช้อัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่อัตราส่วน 2.5:1.5 และ 3:1 ซึ่งผลิตภัณฑ์จะมีปริมาณความชื้นน้อยกว่า คือมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยเป็น 59.975% และ 57.090% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

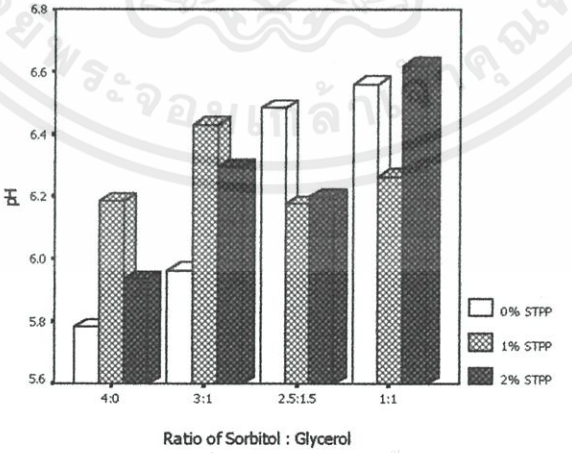
ก



ข



ค



ภาพที่ 4.7 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP) และสารดูดความชื้นผสม (ซอร์บิทอล:กลีเซอรอล) ต่อผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้านลักษณะทางเคมี (ก)วอเตอร์แอคติวิตี้ (ข)ปริมาณความชื้น และ (ค)ความเป็นกรดด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย(DMRT)ของลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งเมื่อพิจารณาความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต เป็นปัจจัยหลักและอัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ เป็นปัจจัยรอง

ซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอล (อัตราส่วน)	โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (%)	ลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง				
		วอเตอร์แอคติวิตี้	ปริมาณความชื้น (%)	ความเป็นกรดด่าง	ความสามารถในการอุ้มน้ำ	ความเหนียวของเนื้อ (Kg)
ทุกอัตราส่วน	0	0.853 [a]	58.336 [b]	6.05 [c]	4.480 [b]	1.4449 [a]
ทุกอัตราส่วน	1	0.857 [a]	61.446 [a]	6.25 [b]	4.646 [ab]	1.0671 [b]
ทุกอัตราส่วน	2	0.850 [a]	62.027 [a]	6.42 [a]	4.841 [a]	0.7795 [c]
		ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)				
4 : 0	ทุกระดับ	0.876 [a]	63.332 [a]	5.97 [c]	5.053 [a]	1.1240 [b]
3 : 1	ทุกระดับ	0.847 [b]	57.090 [c]	6.23 [b]	4.319 [b]	1.0747 [b]
2.5 : 1.5	ทุกระดับ	0.845 [b]	59.975 [b]	6.27 [b]	4.395 [b]	1.2440 [a]
1 : 1	ทุกระดับ	0.846 [b]	62.435 [a]	6.53 [a]	4.948 [a]	0.8863 [c]
		ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)				

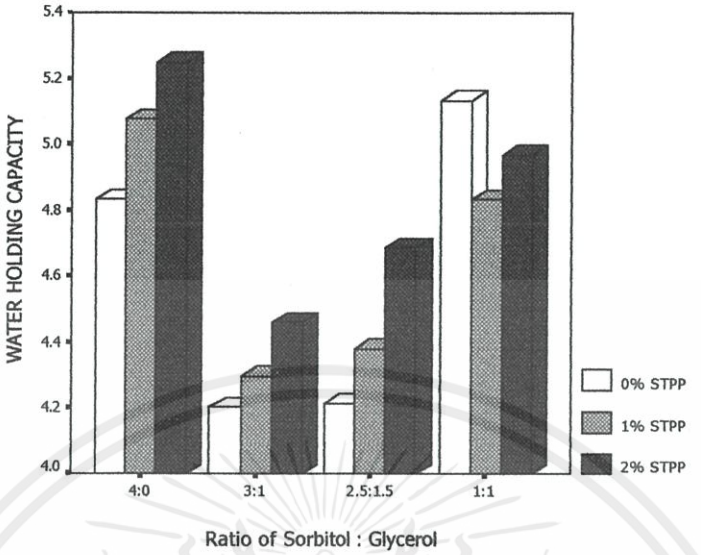
ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลต่อความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์แสดงดังภาพที่ 4.7 (ค) พบว่าให้ผลในลักษณะเดียวกันกับผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของกลีเซอรอลและโพรพิลีนไกลคอลต่อความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์คือ เมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่างกันค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.5 โดยเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรดด่างสูงขึ้นคือ เมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ความเข้มข้นระดับ 0%, 1% และ 2% จะมีค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ยเป็น 6.05, 6.25 และ 6.42 ตามลำดับ การใช้ซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับอัตราส่วน 1:1 มีผลทำให้ค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์สูงกว่าการใช้ซอร์บิทอลเพียงชนิดเดียว คือมีค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ย 6.53 ส่วนการใช้อัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับ 2.5:1.5 และ 3:1 ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรดด่างไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ย 6.27 และ 6.23 ตามลำดับ แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) จากผลิตภัณฑ์ที่ใช้ซอร์บิทอลเพียงชนิดเดียว ที่มีค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ย 5.97

4.1.3.2 **ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์**

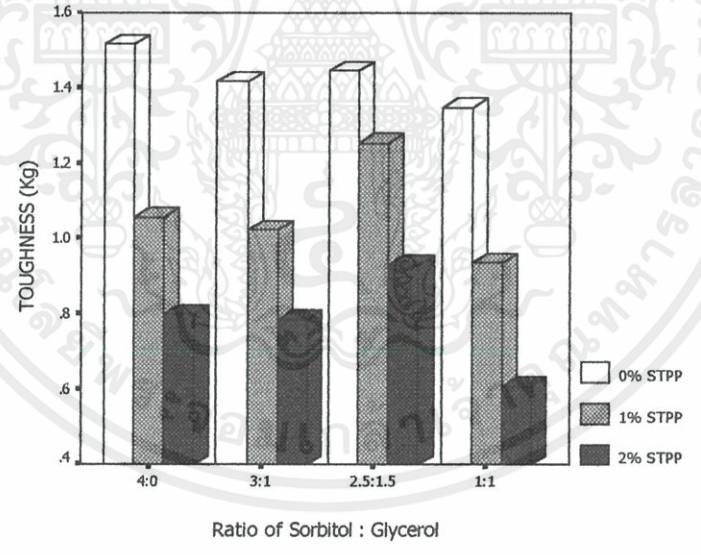
ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์แสดงดังภาพที่ 4.8 (ก) เมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.5 โดยที่ระดับความเข้มข้น 2% ผลิตภัณฑ์จะมีค่าความสมารถในการอุ้มน้ำเฉลี่ยมากที่สุด คือ 4.841 ในขณะที่การใช้โซเดียม ไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 0% ผลิตภัณฑ์จะมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 4.480 ส่วนการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 1% พบว่าค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 0% และ 2% โดยมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำเฉลี่ย 4.646 ส่วนการใช้ซอร์บิทอลเพียงชนิดเดียวกับการใช้ซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่อัตราส่วน 1:1 พบว่าค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำเฉลี่ยคือ 5.053 และ 4.947 ตามลำดับ แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับการใช้ซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่อัตราส่วน 2.5:1.5 และ 3:1 ซึ่งมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าคือ 4.395 และ 4.319 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก



ข



ภาพที่ 4.8 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP) และสารดูดความชื้นผสม (ซอร์บิทอล:กลีเซอรอล) ต่อผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้าน (ก) ความสามารถในการอุ้มน้ำ และ (ข) ความเหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.3 ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

จากการวัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับแตกต่างกันแสดงผลดังภาพที่ 4.8 (ข) พบว่าให้ผลในลักษณะเดียวกันกับการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอล คือค่าความเหนียวของเนื้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.5 โดยการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความเหนียวของเนื้อลดลงคือ เมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ความเข้มข้นระดับ 0%, 1% และ 2% จะมีค่าความเหนียวของเนื้อเฉลี่ยเป็น 1.4449, 1.0671 และ 0.7795 กิโลกรัม ตามลำดับ การใช้ซอร์บิทอลเพียงชนิดเดียว และการใช้ซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่อัตราส่วน 3:1 พบว่าค่าความเหนียวของเนื้อไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าความเหนียวของเนื้อเฉลี่ย 1.1240 และ 1.0747 กิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่การใช้ซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับอัตราส่วน 1:1 จะมีค่าความเหนียวของเนื้อเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 0.8863 กิโลกรัม ส่วนการใช้ซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับอัตราส่วน 2.5:1.5 พบว่าจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเหนียวของเนื้อเฉลี่ยมากที่สุดคือ 1.2440 กิโลกรัม

4.1.3.4 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

การศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ กัน ต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบชิมได้ผลดังภาพที่ 4.9 และตารางที่ 4.6

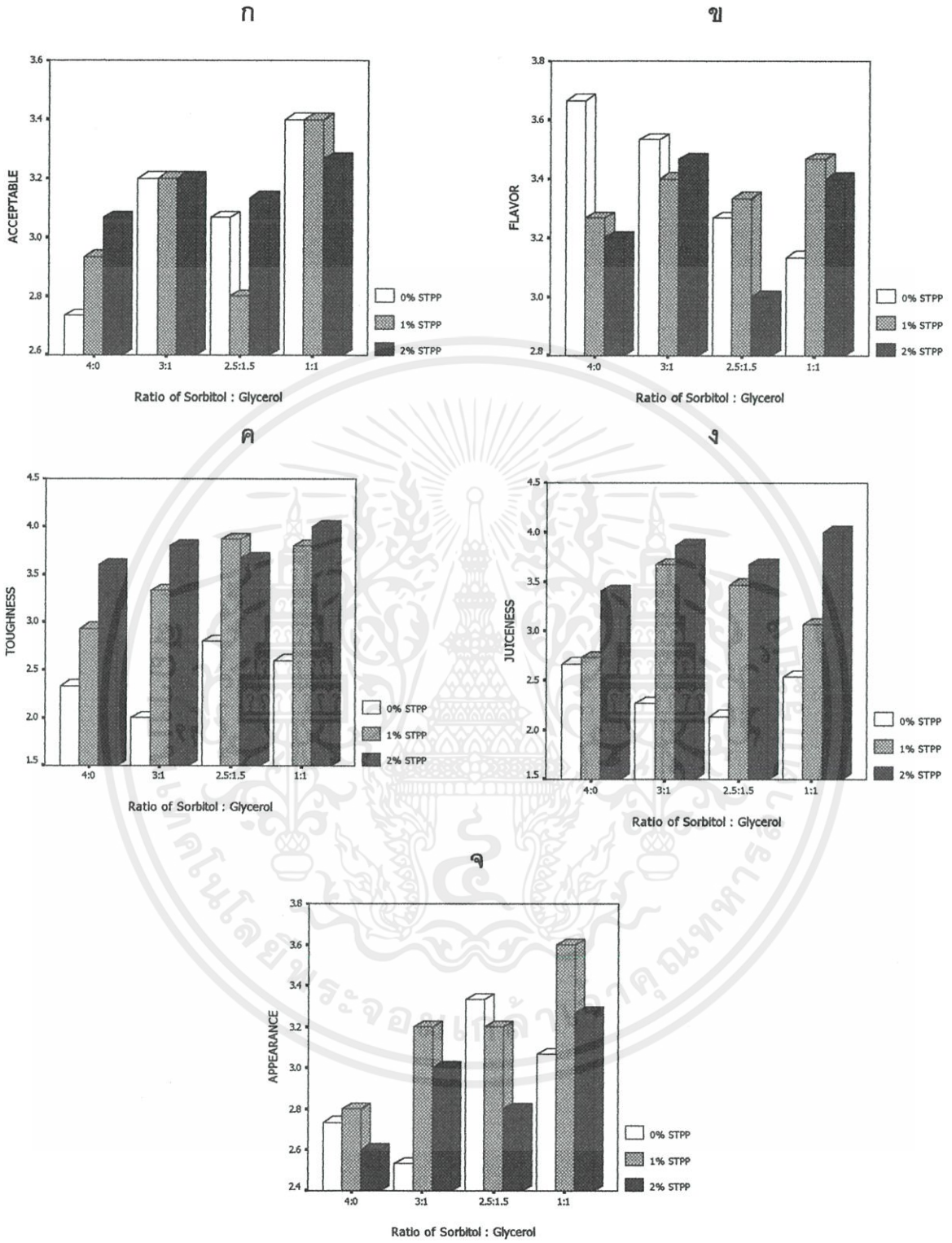
ก. ความชอบโดยรวม

ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน และอัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลที่ระดับต่างๆ กันในน้ำหมักมีผลทำให้ค่าคะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 4.6

ข. กลิ่นรส

ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน และอัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ กันในน้ำหมัก โดยการใช้ซอร์บิทอลเพียงชนิดเดียว และการใช้อัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับ 3:1 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบทางด้านกลิ่นรสไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังตารางที่ 4.6 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.2 – 3.7 เมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับ 0-2%, 4:0 และ 3:1 ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) จากการใช้อัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลที่ระดับ 1:1 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP) และสารดูดความชื้นผสม(ซอร์บิทอล : กลีเซอรอล) ต่อผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้านลักษณะทางประสาทสัมผัส (ก)ความชอบโดยรวม (ข)กลิ่นรส (ค)ความเหนียว (ง) ความชุ่มน้ำ และ (จ)ลักษณะปรากฏ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย(DMRT)ของค่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตความเข้มข้นต่าง ๆ และอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับอัตราส่วนต่าง ๆ กัน

ซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอล (อัตราส่วน)	โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (%)	ค่าคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง				
		ความชอบโดยรวม	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส		ลักษณะปรากฏ
				ความเหนียว	ความชุ่มน้ำ	
4:0	0	2.7 ± 0.9^{ns}	3.7 ± 1.1^{a}	2.3 ± 1.3^{de}	2.7 ± 1.2^{de}	2.7 ± 1.5^{ab}
	1	2.9 ± 1.0^{ns}	3.3 ± 1.3^{abcd}	2.9 ± 0.8^{cd}	2.7 ± 0.8^{cde}	2.8 ± 0.9^{ab}
	2	3.1 ± 1.0^{ns}	3.2 ± 1.0^{abcd}	3.6 ± 1.2^{ab}	3.4 ± 0.8^{abc}	2.6 ± 1.2^{ab}
3:1	0	3.2 ± 1.2^{ns}	3.5 ± 1.2^{ab}	2.0 ± 0.9^{e}	2.3 ± 1.0^{de}	2.5 ± 1.0^{b}
	1	3.2 ± 1.2^{ns}	3.4 ± 1.1^{abcd}	3.3 ± 0.9^{abc}	3.7 ± 0.8^{ab}	3.2 ± 1.0^{ab}
	2	3.2 ± 1.1^{ns}	3.5 ± 1.1^{abc}	3.8 ± 1.1^{a}	3.9 ± 1.1^{ab}	3.0 ± 1.3^{ab}
2.5:1.5	0	3.1 ± 1.2^{ns}	3.3 ± 1.1^{abcd}	2.8 ± 0.9^{cd}	2.1 ± 0.9^{e}	3.3 ± 1.0^{ab}
	1	2.8 ± 1.1^{ns}	3.4 ± 1.1^{ab}	3.9 ± 1.0^{a}	3.5 ± 1.0^{abc}	3.2 ± 1.3^{ab}
	2	3.1 ± 0.8^{ns}	3.0 ± 0.9^{cd}	3.7 ± 1.0^{ab}	3.7 ± 0.8^{ab}	2.8 ± 1.0^{ab}
1:1	0	3.4 ± 1.1^{ns}	3.1 ± 1.2^{abcd}	2.6 ± 1.1^{cde}	2.5 ± 1.2^{de}	3.1 ± 1.5^{ab}
	1	3.4 ± 0.8^{ns}	3.5 ± 1.1^{abc}	3.8 ± 0.8^{a}	3.1 ± 1.3^{cd}	3.6 ± 1.2^{a}
	2	3.3 ± 1.0^{ns}	3.4 ± 1.1^{ab}	4.0 ± 1.1^{a}	4.0 ± 0.9^{a}	3.3 ± 1.2^{ab}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) , ns คือ ไม่มีความแตกต่างกัน

2.5:1.5 โดยเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตความเข้มข้นระดับ 0%-2% ที่อัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอล 2.5:1.5 จะมีค่าความชอบทางด้านกลิ่นรสเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 2.5 - 2.7

ค. เนื้อสัมผัส

ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน และอัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลที่ระดับต่างๆ กัน ในน้ำหมัก จะให้ผลคล้ายคลึงกับการทดสอบทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอล โดยพบว่ามีค่าคะแนนความชอบทางด้านความเหนียวของเนื้อ และความชุ่มน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.6 โดยพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทางด้านความเหนียวของเนื้อ และความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับ 2% และ 1% มากที่สุดเมื่อใช้อัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่อัตราส่วน 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1 ซึ่งมีค่าคะแนนความเหนียวของเนื้อไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ย คือ 4.0 - 3.3 และเมื่อใช้อัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่อัตราส่วน 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1 จะมีค่าคะแนนความชุ่มน้ำเฉลี่ย คือ 4.0 – 3.4 ส่วนการใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับ 0% ผู้ทดสอบให้การยอมรับน้อยที่สุด

ง. ลักษณะปรากฏ

ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน และอัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลที่ระดับต่างๆ กัน ในน้ำหมักจะมีผลทำให้ค่าคะแนนลักษณะปรากฏแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.6 โดยพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับทางด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับความเข้มข้น 1% และ 1:1 ตามลำดับ โดยมีค่าความชอบทางด้านลักษณะปรากฏเฉลี่ย 3.6 ส่วนการใช้ซอร์บิทอลเพียงชนิดเดียวพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับน้อยที่สุด

จากผลการทดลองพบว่าคล้ายคลึงกับผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอล โดยเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นจะไม่มีผลต่อค่าวอเตอร์แอคติวิตี้มากนัก แต่จะมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดด่าง ปริมาณความชื้น ความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์มีค่าเพิ่มขึ้น และทำให้ค่าความเหนียวของเนื้อลดลง ซึ่งจะส่งผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และพบว่าการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 1% จะทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งมีความนุ่ม ชุ่มน้ำ และมีความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม การใช้ซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่อัตราส่วน 1:1 ทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งมีคุณภาพและรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของสารดูดความชื้น 2 ชนิด ต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

จากการศึกษาในหัวข้อ 4.1.1, 4.1.2 และ 4.1.3 พบว่าการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่เหมาะสมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งคือที่ระดับ 1% และอัตราส่วนของสารดูดความชื้น 2 ชนิดที่เหมาะสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล คือ 3:1 และโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล คือ 1:1 และซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอล คือ 1:1 เมื่อนำมาผลิตและศึกษาคุณภาพทางด้านอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง (32 $\pm$ 1 องศาเซลเซียส) ได้ผลการทดลองดังนี้

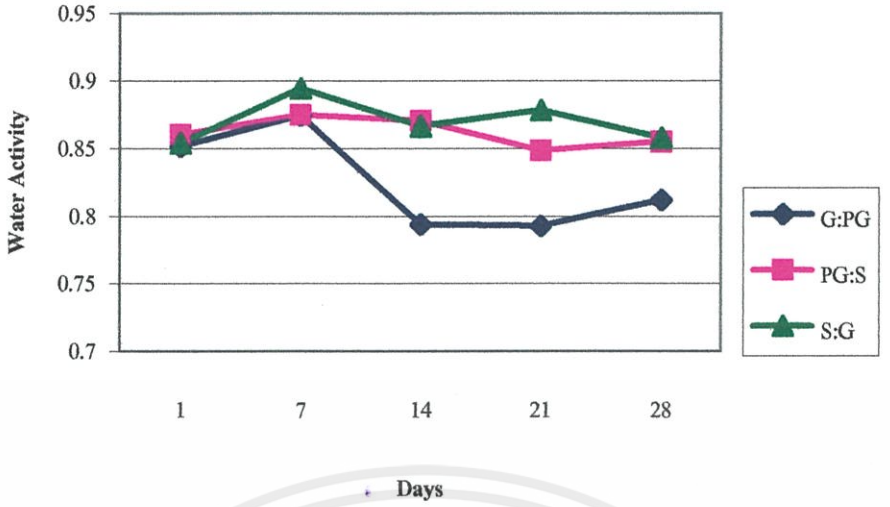
4.2.1 ลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษา

4.2.1.1 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

จากการศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนของสารดูดความชื้น 2 ชนิดต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้สารดูดความชื้นผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ไม่แตกต่างกันมากนัก และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้มีแนวโน้มลดลง แสดงดังภาพที่ 4.10 โดยค่าวอเตอร์แอคติวิตี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ดังตารางที่ 4.7 และพบว่าลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์แห้งเพียงเล็กน้อย

จากผลการทดลองพบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้ส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลจะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งที่ใช้ส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอล และซอร์บิทอลกับกลีเซอรอล โดยผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้ส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลจะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ลดลงในช่วง 0.875 - 0.793 ในขณะที่ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้ส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอล และซอร์บิทอลกับกลีเซอรอล มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ลดลงในช่วง 0.846 - 0.875 และ 0.895 - 0.854 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากโพรพิลีนไกลคอล และกลีเซอรอลมีคุณสมบัติในการดูดความชื้นได้ดีกว่าซอร์บิทอล ดังนั้นโพรพิลีนไกลคอล และกลีเซอรอลจึงสามารถเกาะโมเลกุลน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งได้ดีทำให้ความดันไอของสารละลายในเนื้อหมูกึ่งแห้งต่ำ ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์จึงต่ำลง (Plitman *et al.* 1973; Fellows. 1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด 3 อัตราส่วนคือ กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (G:PG=3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล (PG:S=1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (S:G=1:1)

ตารางที่ 4.7 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย(DMRT) ของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด 3 อัตราส่วนคือ กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG=3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S=1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G=1:1)

วัน	วอเตอร์แอคติวิตี้ของเนื้อหมูกึ่งแห้ง		
	G:PG	PG:S	S:G
1	$_{b}0.852 \pm 0.005^{a}$	$_{b}0.860 \pm 0.003^{a}$	$_{c}0.854 \pm 0.003^{a}$
7	$_{a}0.875 \pm 0.013^{a}$	$_{a}0.875 \pm 0.010^{a}$	$_{a}0.895 \pm 0.008^{a}$
14	$_{d}0.794 \pm 0.013^{b}$	$_{b}0.871 \pm 0.009^{a}$	$_{b,c}0.867 \pm 0.008^{a}$
21	$_{d}0.793 \pm 0.042^{c}$	$_{c}0.849 \pm 0.044^{b}$	$_{b}0.878 \pm 0.045^{a}$
28	$_{c}0.811 \pm 0.045^{c}$	$_{b}0.855 \pm 0.037^{c}$	$_{c}0.858 \pm 0.039^{a}$
LSD Treatment (1%)			0.024
LSD Day (1%)			0.014

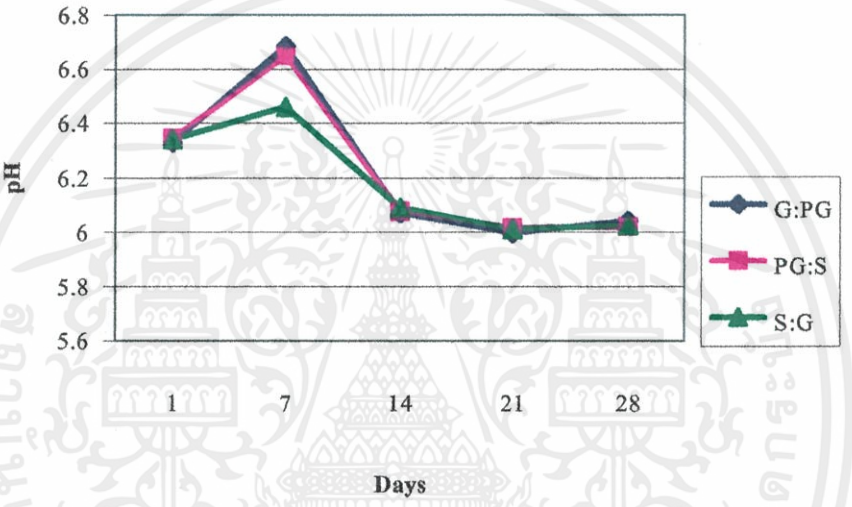
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกัน(ตัวยก) แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในแนวนอน

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกัน(ตัวห้อย) แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

4.2.1.2 ค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

จากการศึกษาค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาแสดงผลดังภาพที่ 4.11 และตารางที่ 4.8 โดยพบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้ส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอล โพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอล และซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลมีค่าความเป็นกรดด่างเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยโดยมีแนวโน้มลดลง



ภาพที่ 4.11 ค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด 3 อัตราส่วนคือ กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (G:PG=3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S=1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G=1:1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย(DMRT) ของค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด 3 อัตราส่วนคือ กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG=3:1)โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S=1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G=1:1)

วัน	ความเป็นกรดด่างของเนื้อหมูกึ่งแห้ง		
	G:PG	PG:S	S:G
1	$_{b}6.33 \pm 0.01^{a}$	$_{b}6.35 \pm 0.01^{a}$	$_{b}6.34 \pm 0.01^{a}$
7	$_{a}6.69 \pm 0.11^{a}$	$_{a}6.65 \pm 0.09^{a}$	$_{a}6.46 \pm 0.10^{b}$
14	$_{c}6.07 \pm 0.01^{a}$	$_{c}6.08 \pm 0.01^{a}$	$_{c}6.09 \pm 0.01^{a}$
21	$_{c}6.00 \pm 0.02^{a}$	$_{c}6.02 \pm 0.02^{a}$	$_{c}6.01 \pm 0.01^{a}$
28	$_{c}6.04 \pm 0.01^{a}$	$_{c}6.02 \pm 0.02^{a}$	$_{c}6.02 \pm 0.02^{a}$
LSD Treatment (1%)			0.024
LSD Day (1%)			0.014

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกัน(ตัวยก) แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในแนวนอน

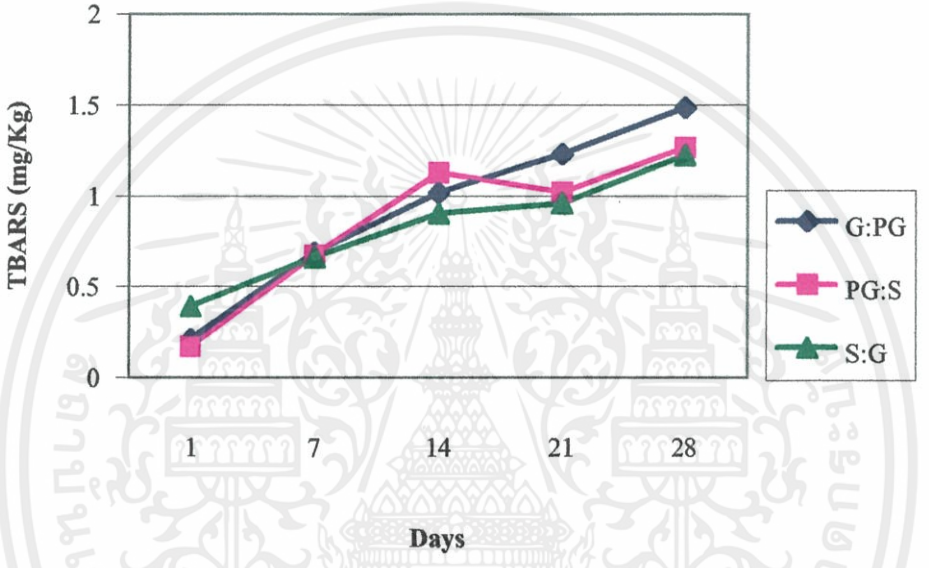
ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกัน(ตัวห้อย) แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในแนวตั้ง

จากผลการทดลองผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้ส่วนผสมของของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลจะมีค่าความเป็นกรดด่างในช่วง 6.69 - 6.04 และส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอล มีค่าความเป็นกรดด่างในช่วง 6.65 - 6.02 และส่วนผสมของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลมีค่าความเป็นกรดด่างในช่วง 6.46 - 6.01 โดยผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้สารดูดความชื้นต่างชนิดกันเมื่อเก็บรักษาที่ระยะเวลาเท่ากันมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดด่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์จะมีค่าความเป็นกรดด่างลดลงเล็กน้อย การที่ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งมีค่าความเป็นกรดด่างเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเนื่องจากการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตจะช่วยควบคุมความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์ให้คงที่ ซึ่ง Dziezak. (1990) กล่าวว่าสารประกอบฟอสเฟตสามารถแสดงคุณสมบัติเป็นบัฟเฟอร์ โดยสามารถควบคุมความเป็นกรดด่างให้อยู่ในช่วงที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมที่เป็นอยู่ สารประกอบฟอสเฟตที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อจะช่วยควบคุมความเป็นกรดด่างให้อยู่ในช่วง 6.0-6.6 ดังนั้นผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งจึงมีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 6.01 – 6.69 ตลอดอายุการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Goutefongea. 1992; Li *et al.* 1993 และ Torley *et al.* 2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.3 การเกิดออกซิเดชันของไขมันของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

จากการศึกษาการเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งที่ใช้สารดูดความชื้นผสมทั้ง 3 อัตราส่วนจะมีค่า TBARS แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่า TBARS จะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แสดงผลดังภาพที่ 4.12 และตารางที่ 4.9



ภาพที่ 4.12 ค่า TBARS ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิดของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (G:PG=3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล (PG:S=1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (S:G=1:1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย(DMRT) ของค่า TBARS ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด 3 อัตราส่วนคือ กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG=3:1)โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S=1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G=1:1)

วัน	TBARS ของเนื้อหมูกึ่งแห้ง (mg/Kg)		
	G:PG	PG:S	S:G
1	$_{e}0.207 \pm 0.099^{b}$	$_{e}0.169 \pm 0.105^{b}$	$_{e}0.390 \pm 0.117^{a}$
7	$_{d}0.688 \pm 0.013^{a}$	$_{d}0.672 \pm 0.011^{a}$	$_{d}0.660 \pm 0.013^{a}$
14	$_{c}1.014 \pm 0.089^{b}$	$_{b}1.128 \pm 0.103^{a}$	$_{c}0.903 \pm 0.108^{c}$
21	$_{b}1.230 \pm 0.143^{a}$	$_{c}1.019 \pm 0.111^{b}$	$_{b}0.957 \pm 0.122^{c}$
28	$_{a}1.485 \pm 0.151^{a}$	$_{a}1.264 \pm 0.138^{b}$	$_{a}1.224 \pm 0.140^{b}$
LSD Treatment (1%)			0.024
LSD Day (1%)			0.014

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกัน(ตัวยก) แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในแนวนอน

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกัน(ตัวห้อย) แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในแนวตั้ง

จากผลการทดลองเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้ส่วนผสมของของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลจะมีค่า TBARS เพิ่มขึ้นในช่วง 0.207- 1.485 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอล มีค่า TBARS เพิ่มขึ้นในช่วง 0.169 - 1.264 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ ส่วนผสมของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลมี TBARS เพิ่มขึ้นในช่วง 0.390 - 1.224 มิลลิกรัม/กิโลกรัม การที่ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งมีค่า TBARS เพิ่มเนื่องจากเกิดการออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์ ซึ่งการเกิดออกซิเดชันของไขมันนี้เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปกติในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว กลิ่นผิดปกติที่เกิดขึ้นมาจากสารประกอบประเภทอัลดีไฮด์ โดย Greene and Cumuze (1981) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า TBARS และการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบในผลิตภัณฑ์เนื้อต้ม พบว่าในผลิตภัณฑ์ที่มีค่า TBARS ที่ระดับ 0.4-5.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ผู้ทดสอบไม่สามารถตรวจพบความผิดปกติของกลิ่นรสได้ แต่ค่า TBARS ที่ระดับ 5.3-10.5 ผู้ทดสอบสามารถตรวจพบความผิดปกติของกลิ่นรสได้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งมีค่า TBARS เพียงเล็กน้อยซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นตามปกติในผลิตภัณฑ์เนื้อทั่ว ๆ ไป โดยสอดคล้องกับหลายงานวิจัยที่ทำการศึกษาค่า TBARS ในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อได้แก่ ผลิตภัณฑ์เนื้อที่มีการใช้สารประกอบไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับ 0.5% ผลิตภัณฑ์จะมีค่า TBA 0.0-2.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Mahon. 1971) การใช้สารประกอบโพลีฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ต้มที่ระดับ 0-2% ผลิตภัณฑ์จะมีค่า TBA 2.0-6.0 มิลิกรัม/กิโลกรัม (Mahon. 1971) การใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์เนื้อที่ระดับ 0.5%ผลิตภัณฑ์จะมีค่า TBARS 1.0-2.0 มิลิกรัม/กิโลกรัม (Trout and Dale 1990) และ ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่านึ่งที่มีการใช้สารประกอบโพลีฟอสเฟตที่ระดับ 7% เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7 วัน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า TBA 0.0-2.0 มิลลิกรัม / กิโลกรัม (Mahon. 1971)

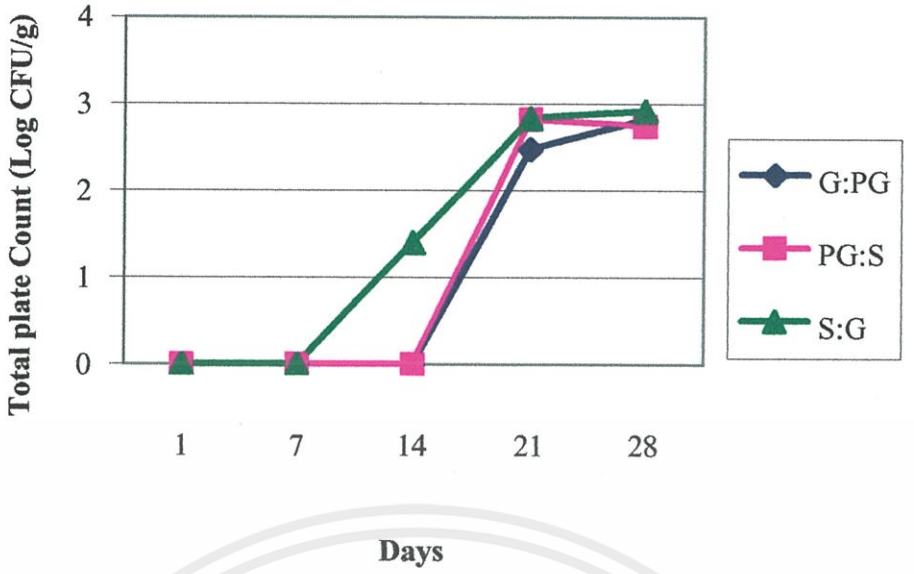
ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในช่วง 0.79-0.85 ซึ่งเป็นช่วงที่ปฏิกิริยาต่าง ๆ เกิดขึ้นได้บ้าง ได้แก่ การเกิดออกซิเดชันของไขมัน ดังนั้นภาชนะบรรจุและวิธีการบรรจุจึงมีบทบาทสำคัญ ทั้งนี้จากการทดลองได้ทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาวะสุญญากาศ จึงสามารถลดการเกิดออกซิเดชันของไขมันเนื่องจากออกซิเจนในอากาศได้ นอกจากนี้การใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตจะทำให้มีส่วนช่วยในการป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์ด้วย โดยในระหว่างกระบวนการผลิตที่มีการให้ความร้อน และระหว่างการเก็บรักษาจะมีอนุมูลของเหล็กที่เกิดจากการสลายของฮีโมโกลบิน และไมโอโกลบิน ซึ่งอนุมูลของโลหะนี้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้ ซึ่งโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตจะทำปฏิกิริยากับอนุมูลของโลหะดังกล่าว ดังนั้นจึงมีส่วนช่วยในการป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์ได้ มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า TBARS ต่ำ (Trout and Dale 1990) และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นอาจเกิดการซึมเข้าของออกซิเจนและเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันเพิ่มขึ้น จึงมีผลทำให้ค่า TBARS ของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นได้ (Goutefongea. 1992; Li *et al.* 1993; Mahon. 1971; Ellinger. 1972)

4.2.2 ลักษณะทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษา

4.2.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่สามารถนับได้ (viable plate count)

จากการศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่สามารถนับได้ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาแสดงผลดังภาพที่ 4.13 และตารางที่ 4.10 พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้สารดูดความชื้นผสม จะมีประสิทธิภาพในการยั้บยั้งปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่สามารถนับได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ที่ระยะเวลาในการเก็บรักษาเท่ากันในทุกตัวอย่าง โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งในช่วงเริ่มต้นและเก็บรักษาเป็นเวลา 1-14 วัน มีจำนวนโคโลนีน้อยกว่า 10 CFU/กรัม ทุกตัวอย่าง และการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.13 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g) ของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด3 อัตราส่วนคือ กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG=3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S=1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G=1:1)

ตารางที่ 4.10 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย(DMRT) ของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด3 อัตราส่วนคือ กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG=3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S=1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G=1:1)

วัน	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)		
	G:PG	PG:S	S:G
1	$_{c}0.0 \pm 0.0^{a}$	$_{c}0.0 \pm 0.0^{a}$	$_{c}0.0 \pm 0.0^{a}$
7	$_{c}0.0 \pm 0.0^{a}$	$_{c}0.0 \pm 0.0^{a}$	$_{c}0.0 \pm 0.0^{a}$
14	$_{c}0.0 \pm 0.0^{a}$	$_{c}0.0 \pm 0.0^{a}$	$_{c}0.0 \pm 0.0^{a}$
21	$_{b}3.0 \times 10^{2} \pm 7.1 \times 10^{b}$	$_{b}6.5 \times 10^{2} \pm 1.41 \times 10^{2\,b}$	$_{b}6.75 \times 10^{2} \pm 2.5 \times 10^{2\,b}$
28	$_{a}6.5 \times 10^{2} \pm 7.1 \times 10^{2b}$	$_{a}5.0 \times 10^{2} \pm 0.0^{b}$	$_{a}8.75 \times 10^{2} \pm 3.5 \times 10^{1\,b}$
LSD Treatment (5%)			202.4
LSD Day (1%)			127.3

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกัน(ตัวยก) แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในแนวนอน ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกัน(ตัวห้อย) แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในแนวตั้ง

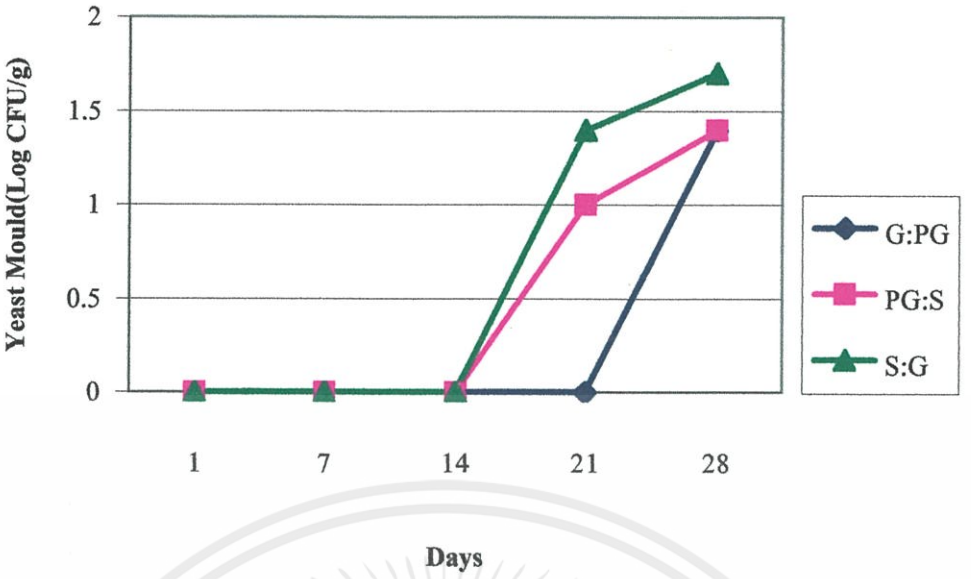
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ดังตารางที่ 4.10 ในช่วงระยะการเก็บรักษา 1-21 วัน และจะเพิ่มขึ้นในช่วงระยะการเก็บรักษา 21-28 วัน โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 5.0 – 9.0 $x10^2$ CFU/กรัม การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดนี้เป็นการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์เฉพาะที่ยังมีชีวิตอยู่ และสามารถเพิ่มจำนวนเป็นโคโลนีบนอาหารวุ้น ซึ่งจุลินทรีย์ทั้งหมดนี้คือจุลินทรีย์พวก facutative anaerobe และ aerobe ที่เป็นพวก mesophile ที่พบส่วนใหญ่บนอาหาร ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ผลิตใช้วิธีการผลิตด้วยวิธีดีซอร์พชัน โดยมีการให้ความร้อนและใช้สารดูดความชื้นผสมที่มีอัตราส่วนผสม 48% ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ตั้งแต่ 0.793-0.895 และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องภายใต้สภาวะสุญญากาศ จึงสามารถทำให้ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ในระยะเวลาหนึ่ง การใช้ความร้อนในการผลิตผลิตภัณฑ์ และการลดลงของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในระหว่างการเก็บรักษาก็มีผลทำให้จุลินทรีย์บางส่วนตายไป บางส่วนหยุดการเจริญเติบโต และบางส่วนอยู่รอดได้ จุลินทรีย์ส่วนที่รอดอยู่ได้เมื่อมีการพักตัว และปรับสภาวะได้เหมาะสม ก็สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ ซึ่งจากงานวิจัยของ Plitman *et al.* (1973) กล่าวว่าการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้วยวิธีดีซอร์พชันจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นอยู่สูงกว่าการการผลิตด้วยวิธีแอดซอร์พชันแม้ว่าจะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ที่ใกล้เคียงกัน โดยเป็นความชื้นที่เกิดจากปริมาณน้ำที่เกาะกันอย่างหลวม ๆ ในโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ทำให้ จุลินทรีย์ส่วนที่รอดอยู่ได้เมื่อมีการพักตัว และปรับสภาวะได้เหมาะสม สามารถเจริญเติบโตต่อโดยใช้น้ำที่มีอยู่ดังกล่าว ดังนั้นจึงพบว่าจะมีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นมากในช่วงระยะเวลาในการเก็บรักษา 14-21 วัน และเนื่องจากผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ผลิตไม่มีการใช้สารเคมีเพื่อป้องกันการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และเก็บรักษาที่สภาวะอุณหภูมิห้อง (32 $\pm$ 1 องศาเซลเซียส) ซึ่งเป็นสภาวะเร่งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ จึงมีส่วนทำให้จำนวนจุลินทรีย์เพิ่มได้เร็วขึ้นในช่วงระยะเวลาในการเก็บรักษาดังกล่าว และเมื่อน้ำในส่วนดังกล่าวหมดไปมีผลทำให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เริ่มลดลงในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา 21-28 วัน ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lee and Kraft (1977) และ Plitman *et al.* (1973) ซึ่ง Plitman *et al.* (1973) ได้ทำการศึกษาโดยการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งด้วยวิธีดีซอร์พชันด้วยสารละลายที่มีกลีเซอรอล 48.75% พบว่ามีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์อยู่ในช่วง 10^0-10^3 CFU/กรัม ในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา 0-35 วัน

4.2.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อยีสต์ และรา

การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อยีสต์และราของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งให้ผลคล้ายคลึงกับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่สามารถนับได้แสดงผลดังภาพที่4.14 และตารางที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ ... ไม่ว่ากร ... ไม่ ... ใช้



ภาพที่ 4.14 ปริมาณยีสต์ และรา (log CFU/g) ของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด3 อัตราส่วนคือ กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG=3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S=1:1) และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G=1:1)

ตารางที่ 4.11 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย(DMRT) ของปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด 3 อัตราส่วนคือ กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG=3:1)โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S=1:1) และ ซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G=1:1)

วัน	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)		
	G:PG	PG:S	S:G
1	$_{ns}0.0 \pm 0.0^{ns}$	$_{ns}0.0 \pm 0.0^{ns}$	$_{ns}0.0 \pm 0.0^{ns}$
7	$_{ns}0.0 \pm 0.0^{ns}$	$_{ns}0.0 \pm 0.0^{ns}$	$_{ns}0.0 \pm 0.0^{ns}$
14	$_{ns}0.0 \pm 0.0^{ns}$	$_{ns}0.0 \pm 0.0^{ns}$	$_{ns}0.0 \pm 0.0^{ns}$
21	$_{ns}0.0 \pm 0.0^{ns}$	$_{ns}10.0 \pm 0.0^{ns}$	$_{ns}2.5 \times 10 \pm 5.4^{ns}$
28	$_{ns}2.5 \times 10 \pm 5.4^{ns}$	$_{ns}5.0 \times 10 \pm 0.0^{ns}$	$_{ns}5.0 \times 10 \pm 0.0^{ns}$
LSD Treatment (5%)			-
LSD Day (1%)			-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกัน(ตัวยก) แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในแนวนอน ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกัน(ตัวห้อย) แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ในแนวตั้ง

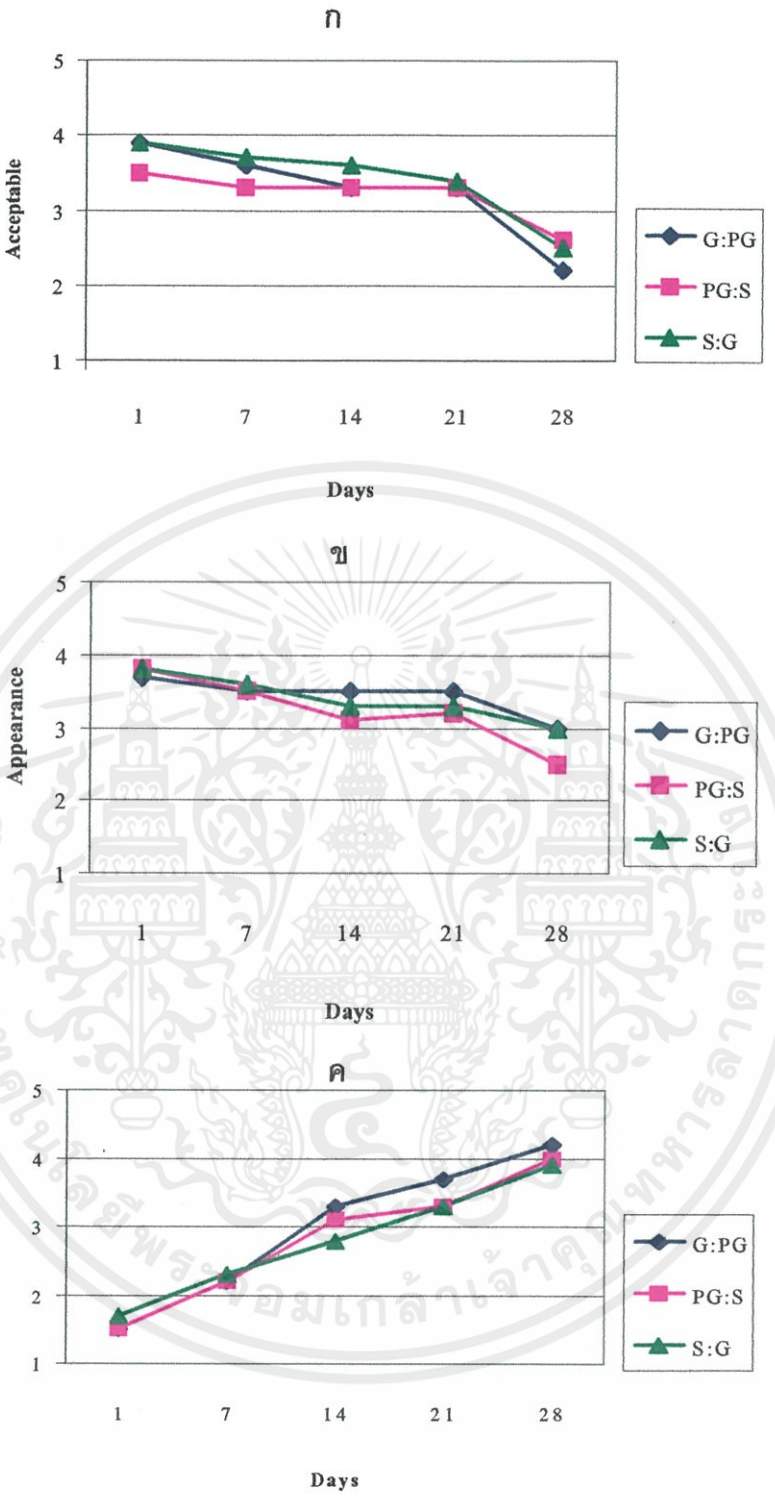
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่าวคือผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้สารดูดความชื้นผสมชนิดที่แตกต่างกัน มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อยีสต์และราตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาและการเก็บรักษาที่ระยะเวลาเท่ากันมีปริมาณเชื้อยีสต์และราไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ดังตารางที่ 4.11 โดยปริมาณเชื้อยีสต์และราในช่วงเริ่มต้น และเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 1-14 วัน มีน้อยกว่า 10 CFU/กรัม ทุกตัวอย่าง และจะเพิ่มขึ้นในช่วงระยะการเก็บรักษา 21-28 วัน โดยมีปริมาณเชื้อยีสต์ และรา 2.5 - 5.0 x 10 CFU/กรัม ดังแสดงในภาพที่ 4.14 โดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้ส่วนผสมของซอร์บิทอลกับกลีเซอรอลจะพบการเจริญของเชื้อราที่ผิวหน้าของชิ้นเนื้อเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 28 วัน ทั้งนี้เนื่องจากซอร์บิทอลมีประสิทธิภาพในการดูดความชื้นน้อยกว่า โพรพิลีนไกลคอล และกลีเซอรอล คือ มีความสามารถในการดูดความชื้น 55-90 กรัมน้ำ / ซอร์บิทอล 100 กรัม ในช่วงค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.70-0.85 และผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ผลิต มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ในช่วง 0.793 - 0.895 ซึ่งเป็นช่วงที่เชื้อราสามารถเจริญได้ดี และการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้งนั้นไม่มีการใช้สารเคมีป้องกันการเจริญของเชื้อยีสต์และรา จึงทำให้มีการเจริญของเชื้อยีสต์และราเพิ่มขึ้นในช่วงระยะการเก็บรักษา 21-28 วัน แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งก็สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์และรา และเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ในระยะเวลาหนึ่ง (Obanu *et al.* 1975; Juncher *et al.* 2000)

4.2.3 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษา

จากการวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษา โดยวิเคราะห์ค่าคะแนนความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ และกลิ่นผิดปกติ พบว่าให้ผลในลักษณะเดียวกันคือ ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้สารดูดความชื้นผสมต่างชนิดมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏและกลิ่นผิดปกติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) เมื่ออายุการเก็บรักษาเท่ากัน แสดงผลดังภาพที่ 4.15 และตารางที่ 4.12 โดยพบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่เก็บรักษาในช่วงระยะเวลา 1-21 วัน ผลิตภัณฑ์จะมีค่าความชอบโดยรวม และลักษณะปรากฏ ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าคะแนนความชอบโดยรวมในช่วง 3.3 - 3.9 และมีค่าคะแนนลักษณะปรากฏในช่วง 3.5 - 3.7 แสดงดังภาพที่ 4.15 (ก) และ 4.15 (ข) และผู้ชิมจะให้คะแนนการยอมรับทางด้านความชอบโดยรวม และลักษณะปรากฏ ลดลงในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา 21-28 วัน ส่วนการทดสอบทางด้านกลิ่นผิดปกติ พบว่าค่าคะแนนกลิ่นผิดปกติจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นในทุกตัวอย่าง แสดงดังภาพที่ 4.15 (ค) ทั้งนี้กลิ่นผิดปกติที่พบเป็นกลิ่นหืนที่เกิดจากการออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.15 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด 3 อัตราส่วนคือ กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (G:PG=3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S=1:1) และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G=1:1) (ก)ความชอบโดยรวม (ข)ลักษณะปรากฏ และ (ค)กลิ่นผิดปกติของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ย(DMRT) ของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสม 2 ชนิด 3 อัตราส่วนคือ กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG=3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S=1:1) และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G=1:1)

วัน	คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง								
	ความชอบโดยรวม			ลักษณะปรากฏ			กลิ่นผิดปกติ		
	G:PG	PG:S	S:G	G:PG	PG:S	S:G	G:PG	PG:S	S:G
1	$_{a}3.9 \pm 0.9^{ns}$	$_{a}3.5 \pm 0.8^{ns}$	$_{a}3.9 \pm 1.0^{ns}$	$_{a}3.7 \pm 0.9^{ns}$	$_{a}3.8 \pm 1.1^{ns}$	$_{a}3.8 \pm 1.1^{ns}$	$_{a}1.5 \pm 0.6^{ns}$	$_{a}1.5 \pm 0.6^{ns}$	$_{a}1.7 \pm 1.0^{ns}$
7	$_{a,b}3.6 \pm 0.9^{ns}$	$_{a}3.3 \pm 0.7^{ns}$	$_{a}3.7 \pm 1.0^{ns}$	$_{a,b}3.5 \pm 0.9^{ns}$	$_{a,b}3.5 \pm 0.9^{ns}$	$_{a}3.6 \pm 1.1^{ns}$	$_{b}2.2 \pm 0.8^{ns}$	$_{b}2.2 \pm 0.9^{ns}$	$_{b}2.3 \pm 1.0^{ns}$
14	$_{b}3.3 \pm 0.9^{ns}$	$_{a}3.3 \pm 0.9^{ns}$	$_{a}3.6 \pm 1.1^{ns}$	$_{a,b}3.5 \pm 0.9^{ns}$	$_{b}3.1 \pm 0.5^{ns}$	$_{a,b}3.3 \pm 0.8^{ns}$	$_{c}3.3 \pm 1.1^{ns}$	$_{c}3.1 \pm 1.1^{ns}$	$_{b,c}2.8 \pm 1.2^{ns}$
21	$_{b}3.3 \pm 0.7^{ns}$	$_{a}3.3 \pm 1.0^{ns}$	$_{a}3.4 \pm 1.4^{ns}$	$_{a,b}3.5 \pm 1.0^{ns}$	$_{b}3.2 \pm 0.7^{ns}$	$_{a,b}3.3 \pm 0.9^{ns}$	$_{c}3.7 \pm 0.7^{ns}$	$_{c}3.3 \pm 1.0^{ns}$	$_{c}3.3 \pm 1.4^{ns}$
28	$_{c}2.2 \pm 0.6^{ns}$	$_{b}2.6 \pm 0.9^{ns}$	$_{b}2.5 \pm 0.8^{ns}$	$_{b}3.0 \pm 0.7^{ns}$	$_{c}2.5 \pm 0.6^{ns}$	$_{b}3.0 \pm 0.9^{ns}$	$_{d}4.2 \pm 0.6^{ns}$	$_{d}4.0 \pm 1.0^{ns}$	$_{d}3.9 \pm 1.0^{ns}$
LSD Treatment (1%)			-			-			-
LSD Day (1%)			0.5			0.5			0.5

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกัน(ตัวยก) แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)ของแต่ละคุณลักษณะในแนวนอน
ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกัน(ตัวห้อย) แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)ของแต่ละคุณลักษณะในแนวตั้ง
ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จึงทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดกลิ่นผิดปกติขึ้นได้ และในระหว่างการเก็บรักษาจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีโดยเฉพาะปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ซึ่งเป็นส่วนทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้น ค่าคะแนนความชอบโดยรวม และลักษณะปรากฏ รวมทั้งกลิ่นผิดปกติ จึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบในช่วงระยะเวลาในการเก็บ 21-28 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของสารดูดความชื้น 2 ชนิด ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง พบว่าการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 1% จะทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งมีคุณภาพที่ดี คือ ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรดด่าง ความสามารถในการอุ้มน้ำ และปริมาณความชื้นที่เหมาะสม โดยผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และสารดูดความชื้นผสมของ กลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอล โพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอล และซอร์บิทอลกับกลีเซอรอล ทำให้ผลิตภัณฑ์จะมีค่าความเป็นกรดด่าง 6.069, 6.209 และ 6.249 ตามลำดับ และมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ 4.837, 5.059 และ 4.646 ตามลำดับ ซึ่งจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสนุ่ม และชุ่มน้ำ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ส่วนการใช้สารดูดความชื้นผสม 2 ชนิดที่อัตราส่วนต่าง ๆ พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้กลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอล คือ 3:1 โพรพิลินไกลคอลกับกลีเซอรอล คือ 1:1 และซอร์บิทอลกับกลีเซอรอล คือ 1:1 โดยการใช้สารดูดความชื้นผสม 2 ชนิดจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ลดลงมากกว่าการใช้สารดูดความชื้นเพียงชนิดเดียว ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้อัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอล โพรพิลีนไกลคอลกับซอร์บิทอล และซอร์บิทอลกับกลีเซอรอล จะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ลดลงเป็น 0.843 0.862 และ 0.846 ตามลำดับ

การศึกษาผลของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของสารดูดความชื้น 2 ชนิด ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง โดยการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และอัตราส่วนผสมของสารดูดความชื้น 2 ชนิดที่เหมาะสมดังกล่าวข้างต้นมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ พบว่าอุณหภูมิตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษามีอุณหภูมิเป็น 32 $\pm$ 1 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่มีการใช้ส่วนผสมของสารดูดความชื้น 2 ชนิด จะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ค่าความเป็นกรดด่าง ลดลง โดยผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้ส่วนผสมของกลีเซอรอลกับโพรพิลีนไกลคอลจะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ลดลงต่ำมากที่สุด คือมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ลดลงในช่วง 0.875-0.793 และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์จะมีค่า TBARS เพิ่มขึ้น แต่ยังคงมีค่า TBARS ต่ำ กล่าวคือ มีค่า TBARS เริ่มต้น 0.207-0.390 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และมีค่า TBARS สูงสุด 1.224-1.485 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่อายุการเก็บรักษา 28 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และเชื้อยีสต์และราในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งในช่วงเริ่มต้นมีน้อยกว่า 10 CFU/กรัม ทุกตัวอย่าง และ

ในช่วงระยะการเก็บรักษา 1-21 วัน การเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่แตกต่างกัน แต่จะเพิ่มขึ้นในช่วงระยะการเก็บรักษา 21-28 วัน ปริมาณเชื้อยีสต์และราในช่วงเริ่มต้น และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 1-14 วัน มีค่าน้อยกว่า 10 CFU/กรัม ทุกตัวอย่าง โดยจะเพิ่มขึ้นในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา 21-28 วัน

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษาพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับทางด้านความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ และกลิ่นผิดปกติ ในช่วงอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ 1-21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ในการศึกษาทางด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง ควรใช้ผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกฝน และเป็นผู้ทดสอบชุดเดียวกันตลอดการทดลอง และก่อนการทดสอบทางประสาทสัมผัสจริง ควรมีการทดสอบเบื้องต้น และได้รับทราบคำชี้แจงอย่างเหมาะสม สำหรับการทดสอบที่มีจำนวนตัวอย่างในการทดสอบเป็นจำนวนมาก ควรมีการแบ่งตัวอย่าง และมีเวลาพักในระหว่างการทดสอบ

2. การทดลองที่ได้เป็นการศึกษาเบื้องต้น หากทำการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์จริงอาจมีการใช้สารเคมี อื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น สารป้องกันการหืน สารป้องกันเชื้อรา เป็นต้น และเก็บรักษาในสภาวะที่ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ และมีอายุการเก็บรักษาที่นานยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539. "ความสามารถของการอุ้มน้ำในเนื้อสัตว์." **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ขั้นสูง** ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพ ฯ.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2539. "เทคโนโลยีการพัฒนาอาหารกึ่งแห้ง." **อาหารกึ่งแห้ง**. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. "บทบาทของสารเคมีที่ใช้ในการหมักเนื้อต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์" **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์**. กรุงเทพ ฯ : เค.ยู.เพลส.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2529. "โพลีไฮดริก แอลกอฮอล์." **วัตถุเจือปนอาหาร : เล่ม 2**. กรุงเทพ ฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2535. "สารประกอบฟอสเฟต." **วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร**. กรุงเทพ ฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุไรวรรณ ปิตาวรานนท์. 2534. "ผลของสารดูดความชื้นที่มีต่อ Water Activity และคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง." **วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต** สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Alan, H.V. and Jane, P.S. 1995. "Dried Meats, Intermediate Moisture Meats and Extracts." in **Meat and Meat Product**. UK : Champman & Hall. p. 386-412.

Anon. 1997. "Care for Some Biltong or Jerky." **Rural – Research**. 103 : 30-31.

Anthony, J.S. 1976. "New Developments in Intermediate Moisture Foods : Humectants." in **Intermediate Moisture Foods**. Applied Science publishers Ltd. London. p. 260-277.

A.O.A.C. 1990. Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists 19th ed. **Association Official Analytical Chemists**. Washington D.C.

Barrette, A.H., Briggs, J.B., Richardson, M.R. and Reed, T.R. 1998. "Texture and Storage Stability of Processed Beefsticks as Affected by Glycerol and Moisture Level." **Journal of Food Science**. 63(1) : 84-87.

Brockmann. M.C. 1970. "Intermediate Moisture Meats." in **Developments in Meat Science-2** London : Applied Science Publishers Ltd.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Carr, M.A., Miller, M.F., Daniel, D.R., Yarbrough, C.E., Petrosky, J.D. and Thompson, LD. 1997. "Evaluation of the Physical, Chemical and Sensory Properties of Jerky Processed from Emu, Beef and Turkey." **Journal of Food Quality**. 20 : 419-425.

Dziezak, J.D. 1990. "Phosphates Improve Many Foods." **Food Technology**. April : 80-92.

Ellinger, R.H. 1972. "Applications in Cured Meat Products Color Preservation." in **Phosphate in Food Ingredients**. Chicago : The Chemical Rubber Co.

Fellows, P. 1995. "Water Activite." in **Food Processing Technology Principle and Practice**. Ellis Horwood Ltd.

Goutefongea, R. 1992. "Salting and Curing." in **Technology of Meat Product**. England : Ellis Horwood Ltd.

Greene, B.E. and Cumuze, T.H. 1981. "Relationship Between TBA Number and Inexperienced Panelist' Assessments of Oxidized Flavor in Cooked Beef." **Journal of Food Science**. 47 : 52-58.

Hamm, R. 1971. "Interaction Between Phosphates and Meat Protein." in **Symposium Phosphates in Food Processing**. Canada : The AVI Publishing Company Inc.

Holley, RA. 1985. "Beef Jerky : Valuability of Food-Poisoning Microorganisms on Jerky during its Manufacture and Storage." **Journal of Food Protection**. 48(2) : 100-106.

Hough, C.A.M. 1979. **Development in Sweetener-1. London** : Applied Science Publishers Ltd.

Juncher, D., Vestergaard, C.S., Soltoft-Jensen, J., Weber, C.J., Bertelsen, G. and Skibsted, L.H. 2000. "Effects of Chemical Hurdles on Microbiological and Oxidative Stability of A Cooked Cured Emulsion Type Meat Product." **Meat Science**. 55 : 483-491.

Karel, M. 1976. "Technology and Application of Intermediate Moisture Foods." in **Intermediate Moisture Foods**. London : Applied Science publishers Ltd.

Kramiich, W.E., Pearson, A.M. and Tauber, F.W. 1973. "Cruing." in **Processed Meats**. USA : The AVI Publishing Company, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kulshrestha, S.A. and Rhee, K.S. 1996. "Precooked Reduced-Fat Beef patties Chemical And Sensory Quality as Affected by Sodium Ascorbate, Lactate and Phosphate." **Journal of Food Science**. 61(5) : 1052-1057.

Lamkey, J.W., Calkins, C.R. and Mandigo, R.W. 1986. "Effect of Salt and Phosphate on The Texture and Color Stability of Restructured Beef Steak." **Journal of Food Science**. 51(4) : 873-875.

Ledward, D.A. 1981. "Intermediate Moisture Meats." in **Intermediate Moisture Foods-2**. London : Applied Science Publishers Ltd.

Lee, B.B. and Kraft, A.A. 1977. "Microbiology of Intermediate Moisture Pork." **Journal of Food Science**. 43(3) : 735 – 737.

Leistner, L., Rockland, L.B. and Stewart, G.F. 1981. "Meat and Meat Products in Moisture Ranges." in **Water Activity**. New York : Academic Press, Inc.

Leistner, L. and Rodel, W. 1976. "The Stability of Intermediate Moisture Foods with Respect to Micro-organisms." in **Intermediate Moisture Foods**. London : Applied Science Publishers Ltd.

Li, W., Jane, A.B., Jean, A.C. and Shian K.P. 1993. "Sodium Tripolyphosphate Stability and effect in Ground Turkey Meat" **Journal of Food Science**. 58(3) : 501-504

Lueck, E. 1980. **Antimicrobial Food Additive**. Germany : Springer-Verlag.

Mahon, J.H. 1971 "General Concept Applicable to The Use of Polyphosphates in Red Meat, Poultry and Seafood Processing." in **Symposium Phosphates in Food Processing**. Canada : The AVI Publishing Company Inc.

Miller, M.F., Keeton, J.T., Cross, H.R., Leu, R., Gomez, F. and Wilson, J.J. 1988. "Evaluation of the Physical and Sensory Properties of Jerky Processed from Beef Heart and Tongue." **Journal of Food Quality**. 11(1) : 63-70.

Moiseev, I.V. and Cornforth, D.P. 1997. "Sodium Hydroxide and Sodium Tripolypgosphate Effects on Bind Strength and Sensory Characteristics of Restructured Beef Rolls." **Meat Science**. 45(1) : 53-60.

Nagel, C.W., Brekke, C.J. and Leung, H.K. 1981. "Humectant Analysis of Intermediate Moisture Meat by High Performance Liquid Chromatography." **Journal of Food Science**. 47 : 342-343.

Newman, A.A. 1968. "The History of Glycerol." in **Glycerol**. London : Leonard Hill Book.

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Obanu, Z.A., Ledward, D.A. and Lawrie, R.A. 1975. "The Protein of Intermediate Moisture Meat Stored at Tropical Temperature." **Journal of Food Science and Technology**.10 : 657-666.

Obanu, Z.A., Ledward, D.A. and Lawrie, R.A. 1977. "Reactivity of Glycerol in Intermediate Moisture Meat." **Meat Science**. 1 : 177-183.

Okonkwo, T.M., Obanu, Z.A. and Leward, D.A. 1992 a. "Characteristics of Some Intermediate Moisture Smoked Meats." **Meat Science**. 31 : 135-145.

Okonkwo, T.M., Obanu, Z.A. and Leward, D.A. 1992 b. "The Stability of Some Intermediate Moisture Smoked Meats during Storage at 30 ^{o}C and 38 ^{o}C." **Meat Science**. 31 : 245- 255.

Pearson, A.M. and Tauber, F.W. 1984. "Cured and/or Smoked Meats." USA : The AVI Publishing Company Inc.

Plitman, M., Park, Y., Gomez, R. and Sinskey, A.J. 1973. "Viability of Staphylococcus Aureus in Intermediate Moisture Meats." **Journal of Food Science**. 38 : 1004-1008.

Prabhakar, K., Govindarajan, C.V. and Shanmugam, A.M. 1992. "Study on Certain Qualitation Changes in Glycerol, Glycerol-Nitrite and Nitrite Based Intermediate Moisture Meat." **Journal of Food Science and Technology**. 29(1) : 62-64.

Proctor, V.A. and Cunningham, F.E. 1986. Egg Jerky A Research Note. **Poultry-Science**. 65 (3) : 592-593.

Robson, J.N. 1976. "Some Introductory Thoughts on Intermediate Moisture Foods." in **Intermediate Moisture Foods**. London : Applied Science publishers Ltd.

Romance, J.R., Willium, J.C., Carson, C.W., Marion, L.G.and Kevin, W.J. 1994. "Preservation of Meat by Drying." in **The Meat We Eat**. USA : Inter State Publisher, Inc.

Sheard, P.R., Nute, G.R., Richardson, R.I., Perry, A. and Taylor, A.A. 1999. "Injection of Water and Polyphosphate into Pork to Improve Juiciness and Tenderness after Cooking." **Meat Science**. 51 : 371-376.

Smith, D.R. 1984. "Shelf Stable Intermediate Moisture Meat Product." **CSIRO Food Research Quarterly**. 44(1) : 12-19.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Torley, P.J., D'Arcy, B.R. and Trout, G.R. 2000. "The Effect of Ionic Strength, Polyphosphates Type, pH, Cooking Temperature and Preblending on The

Functional Properties of Normal and Pale, Soft, Exudative (PSE) Pork." **Meat Science**. 55 : 451-462.

Trout, G.R. and Dale, S. 1990. "Prevention of Warm-Over Flavor in Cooked Beef: Effect of Phosphate Type, Phosphate Concentration,a Lemon Juice/Phosphate Blend and Beef Extract" **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 38 : 665-669.

Webster, C.E.M., Ledward, D.A. and Lawrie, R.A. 1982. "Effect of Oxygen and Storage Temperature on Intermediate Moisture Meat Products." **Meat Science**. 6 : 111-121

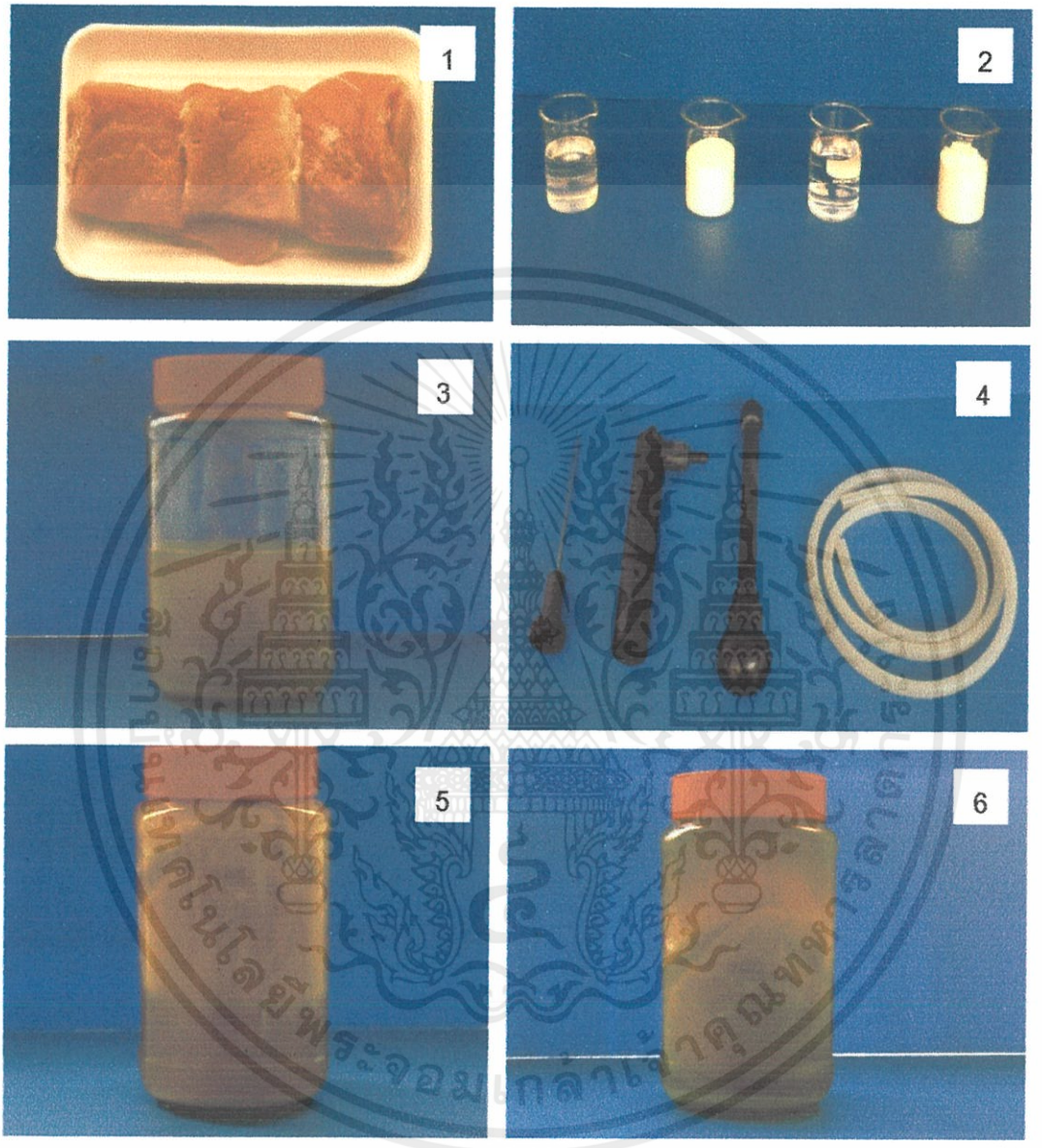
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

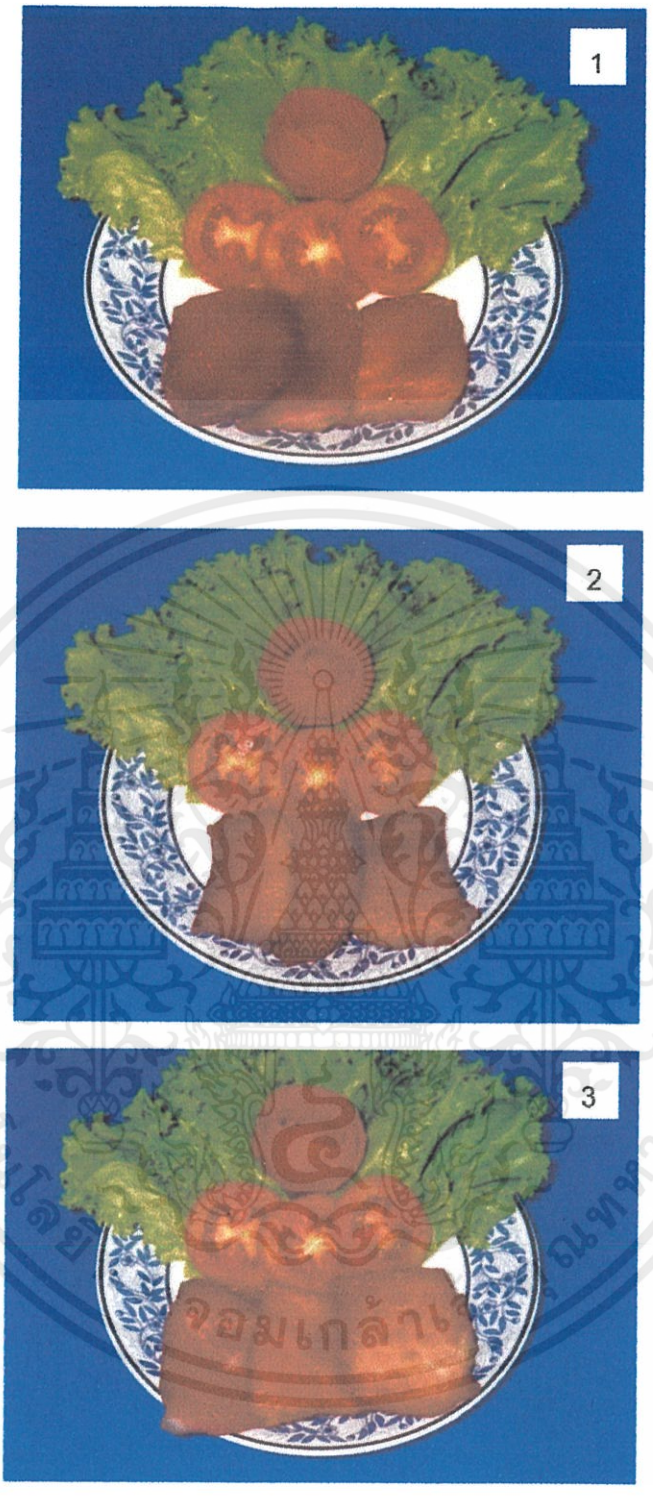
วิธีการผลิต เครื่องมือในการผลิตและวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง



ภาพที่ ก 1 วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

1. เนื้อหมู
2. สารเคมี(กลีเซอรอล ซอร์บิทอล โพรพิลีนไกลคอล และ โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต
3. สารละลาย
4. เครื่องฉีดสารละลาย
5. เนื้อหมู + สารละลาย
6. เนื้อหมู + สารละลายหลังหมักที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 วัน

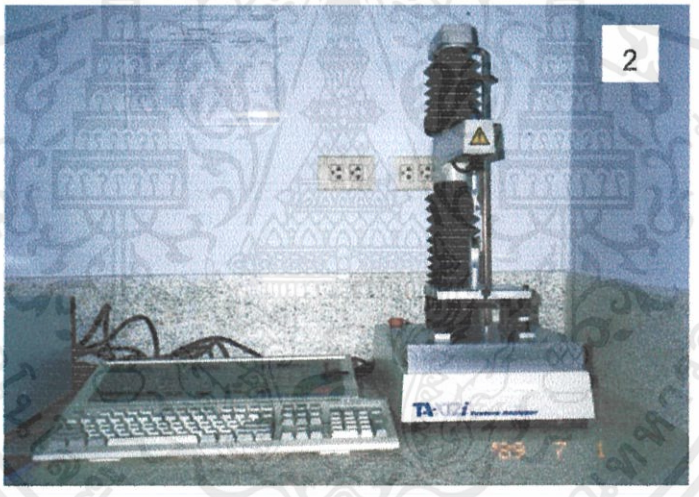
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก 2 ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

1. ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และกลีเซอรอล : โพรพิลีนไกลคอล (3:1)
2. ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และโพรพิลีนไกลคอล :ซอร์บิทอล (1:1)
3. ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1% และซอร์บิทอล : กลีเซอรอล (1:1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก 3 เครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสอาหาร

1. เครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสอาหาร
2. หัววัด VOLODKEVICH BITE JAWS (HDP/VB)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

ชื่อ.....

วันที่.....

ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

กรุณาชิมตัวอย่างเนื้อหมูกึ่งแห้ง แล้วให้คะแนนตามการยอมรับของท่านต่อ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของตัวอย่างโดยเกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

5 ดีมากที่สุด หรือชอบมากที่สุด

4 ดีมาก หรือ ชอบมาก

3 พอใช้ หรือเฉย ๆ

2 ไม่ดี หรือไม่ชอบ

1 ไม่ดีมากที่สุด หรือไม่ชอบมากที่สุด

<u>คำแนะนำ</u> ลักษณะที่ต้องการคือ มีเนื้อสัมผัสเหนียวเพียงเล็กน้อย นุ่ม และไม่แห้งกระด้าง หรือ แฉะมาก

ตัวอย่าง	ความชอบโดยรวม	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส		ลักษณะปรากฏ
			ความเหนียว	ความชุ่มน้ำ	

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

ชื่อ.....

วันที่.....

ผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง

กรุณาทดสอบประสาทสัมผัสตัวอย่างเนื้อหมูกึ่งแห้ง แล้วให้คะแนนตามการยอมรับของท่านต่อ ความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ และกลิ่นผิดปกติของตัวอย่างโดยเกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

5 ดีมากที่สุด (กลิ่นผิดปกติ = มีกลิ่นผิดปกติมากที่สุด)

4 ดีมาก (กลิ่นผิดปกติ = มีกลิ่นผิดปกติมาก)

3 พอใช้ (กลิ่นผิดปกติ = มีกลิ่นผิดปกติ)

2 ไม่ดี (กลิ่นผิดปกติ = มีกลิ่นผิดปกติเล็กน้อย)

1 ไม่ดีมากที่สุด (กลิ่นผิดปกติ = ไม่มีกลิ่นผิดปกติ)

<u>คำแนะนำ</u> กลิ่นผิดปกติคือกลิ่นหืนที่เกิดจากการหืนของไขมัน

ตัวอย่าง	ความชอบโดยรวม	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นผิดปกติ

ข้อเสนอแนะ.....

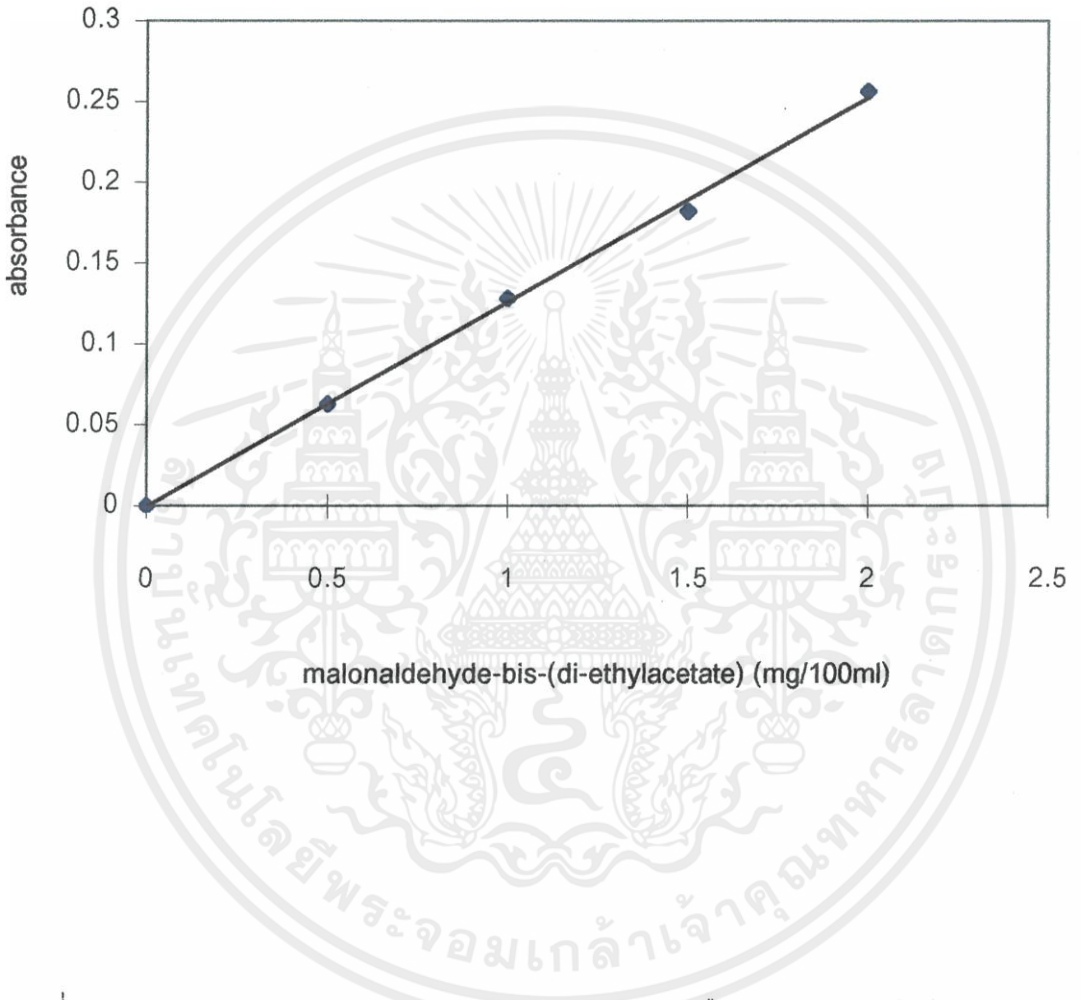
.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ภาคผนวก ง
กราฟมาตรฐาน



ภาพที่ ง 1 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ของค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของมาโลนัลดีไฮด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ1 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย(DMRT)ของลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ

กลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (อัตราส่วน)	โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (%)	ลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง				
		วอเตอร์แอคติวิตี้	ปริมาณความชื้น (%)	ความเป็นกรดด่าง	ความสามารถในการอุ้มน้ำ	ความเหนียวของเนื้อ (Kg)
4:0	0	0.900 ± 0.002^{a}	52.624 ± 1.198^{e}	5.64 ± 0.25^{cd}	4.202 ± 0.066^{e}	1.6935 ± 0.0421^{a}
	1	0.886 ± 0.013^{ab}	58.382 ± 2.024^{d}	5.81 ± 0.00^{bcd}	4.931 ± 0.437^{abcd}	1.2385 ± 0.1549^{abc}
	2	0.881 ± 0.001^{abc}	61.845 ± 0.354^{abcd}	6.03 ± 0.06^{abcd}	5.224 ± 0.173^{a}	1.1266 ± 0.1388^{abc}
3:1	0	0.848 ± 0.001^{def}	60.664 ± 2.513^{bcd}	5.60 ± 0.61^{d}	4.716 ± 0.059^{cd}	1.1996 ± 0.3355^{abc}
	1	0.843 ± 0.004^{ef}	59.612 ± 0.767^{bcd}	6.05 ± 0.00^{abcd}	4.797 ± 0.100^{bcd}	0.8487 ± 0.2164^{bc}
	2	0.839 ± 0.002^{f}	60.794 ± 0.166^{bcd}	6.10 ± 0.24^{abcd}	5.045 ± 0.047^{abcd}	0.7650 ± 0.2867^{bc}
2.5:1.5	0	0.865 ± 0.006^{bcde}	62.751 ± 1.469^{ab}	6.05 ± 0.00^{abcd}	4.645 ± 0.212^{d}	1.6103 ± 0.3021^{a}
	1	0.868 ± 0.000^{bcd}	58.940 ± 1.097^{cd}	6.19 ± 0.11^{ab}	4.692 ± 0.065^{cd}	1.4090 ± 0.5247^{ab}
	2	0.857 ± 0.001^{cdef}	62.643 ± 1.462^{abc}	6.41 ± 0.03^{a}	5.054 ± 0.013^{abc}	0.9273 ± 0.2560^{bc}
1:1	0	0.857 ± 0.012^{cdef}	61.398 ± 0.575^{abcd}	6.12 ± 0.05^{abc}	4.699 ± 0.102^{cd}	0.7008 ± 0.4051^{c}
	1	0.863 ± 0.018^{bcdef}	65.080 ± 3.041^{a}	6.22 ± 0.13^{ab}	4.930 ± 0.039^{abcd}	0.6342 ± 0.1567^{c}
	2	0.864 ± 0.021^{bcde}	63.184 ± 0.830^{ab}	6.30 ± 0.05^{ab}	5.130 ± 0.139^{ab}	0.5571 ± 0.1338^{c}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ จ2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	1	0.0002203	0.0002203	2.430
Treatment	11	0.00694	0.000631	10.1708*
A	3	0.006343	0.002114	23.321*
B	2	0.000229	0.0001114	1.229
AB	6	0.0003722	0.00006204	0.684
Error	11	9.974	0.00009067	
Total	24	17.922		

c.v. = 1.1018 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

A = อัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล 4 ระดับคือ 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1

B = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับคือ 0%, 1% และ 2%

ตารางที่ จ3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	1	3.961	3.961	1.767
Treatment	11	207.161	18.833	8.400*
A	3	87.108	29.036	12.953*
B	2	30.687	15.344	6.845*
AB	6	89.366	14.894	6.645*
Error	11	24.657	2.242	
Total	24	88558.942		

c.v. = 2.4721 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

A = อัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล 4 ระดับคือ 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1

B = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับคือ 0%, 1% และ 2%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ4 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	1	0.08280	0.08280	2.052
Treatment	11	1.282	0.1166	2.888*
A	3	0.714	0.238	5.894*
B	2	0.473	0.237	5.860*
AB	6	0.09512	0.01585	0.393
Error	11	0.444	0.04036	
Total	24	878.163		

c.v. = 3.3241 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

A = อัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล 4 ระดับคือ 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1

B = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับคือ 0%, 1% และ 2%

ตารางที่ จ5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	1	0.02949	0.02949	1.150
Treatment	11	1.558	0.1417	5.523*
A	3	0.06618	0.02206	0.860
B	2	1.063	0.532	20.729*
AB	6	0.429	0.07157	2.791
Error	11	0.282	0.02565	
Total	24	563.950		

c.v. = 3.2935 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

A = อัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล 4 ระดับคือ 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1

B = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับคือ 0%, 1% และ 2%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ6 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	1	0.003239	0.003239	0.021
Treatment	11	2.166	0.197	3.819*
A	3	1.174	0.391	2.515
B	2	0.683	0.342	2.196
AB	6	0.309	0.05156	0.331
Error	11	1.712	0.156	
Total	24	31.029		

c.v. = 37.5445 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

A = อัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล 4 ระดับคือ 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1

B = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับคือ 0%, 1% และ 2%

ตารางที่ จ7 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	14	28.582	2.042	1.992
Treatment	11	31.079	2.825	1.439*
Error	154	218.485	1.419	
Total	179	278.244	1.554	

c.v. = 41.7152 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ8 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	14	7.912	0.565	0.497
Treatment	11	88.610	8.055	7.077*
Error	154	175.288	1.138	
Total	179	272.311	1.521	

c.v. = 47.0326 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

ตารางที่ จ9 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความเหนียวของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	14	11.371	0.812	0.741
Treatment	11	77.817	7.074	6.455*
Error	154	168.763	1.096	
Total	179	257.661	1.439	

c.v. = 31.4592 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ10 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	14	16.891	1.206	1.208
Treatment	11	78.288	7.117	7.127*
Error	154	153.776	0.999	
Total	179	247.750	1.384	

c.v. = 32.4166 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

ตารางที่ จ11 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	14	28.990	2.071	1.474
Treatment	11	27.485	2.499	1.779
Error	154	216.343	1.405	
Total	179	273.000	1.525	

c.v. = 41.8356 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ12 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย(DMRT)ของลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ

โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล (อัตราส่วน)	โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (%)	ลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง				
		วอเตอร์แอคติวิตี้	ปริมาณความชื้น (%)	ความเป็นกรดด่าง	ความสามารถในการอุ้มน้ำ	ความเหนียวของเนื้อ (Kg)
4:0	0	0.945 ± 0.008 ^{a}	59.843 ± 0.727 ^{f}	6.04 ± 0.00 ^{f}	4.803 ± 0.179 ^{bcd}	1.6635 ± 0.1676 ^{a}
	1	0.905 ± 0.276 ^{b}	60.039 ± 1.971 ^{cde}	6.21 ± 0.05 ^{cde}	5.019 ± 0.190 ^{abcd}	1.2908 ± 0.0875 ^{bcd}
	2	0.896 ± 0.389 ^{bc}	60.326 ± 0.601 ^{bc}	6.31 ± 0.00 ^{bc}	5.538 ± 0.074 ^{a}	1.1645 ± 0.2259 ^{cde}
3:1	0	0.896 ± 0.346 ^{bc}	63.085 ± 4.830 ^{ab}	6.04 ± 0.00 ^{f}	4.506 ± 0.130 ^{d}	1.6021 ± 0.1021 ^{ab}
	1	0.871 ± 0.001 ^{bc}	60.995 ± 1.246 ^{bc}	6.18 ± 0.06 ^{de}	4.993 ± 0.184 ^{abcd}	1.2418 ± 0.0101 ^{cd}
	2	0.860 ± 0.000 ^{bc}	66.710 ± 0.505 ^{a}	6.25 ± 0.00 ^{bcd}	5.443 ± 0.328 ^{a}	0.8809 ± 0.1504 ^{ef}
2.5:1.5	0	0.860 ± 0.011 ^{bc}	62.164 ± 3.386 ^{ab}	6.01 ± 0.06 ^{f}	5.046 ± 0.287 ^{abcd}	1.3850 ± 0.0851 ^{abc}
	1	0.865 ± 0.008 ^{bc}	60.385 ± 2.526 ^{cde}	5.21 ± 0.12 ^{cde}	5.162 ± 0.318 ^{abc}	1.1767 ± 0.0946 ^{cde}
	2	0.865 ± 0.011 ^{bc}	63.448 ± 2.734 ^{ab}	6.46 ± 0.08 ^{a}	5.330 ± 0.339 ^{ab}	1.0256 ± 0.0697 ^{de}
1:1	0	0.866 ± 0.010 ^{bc}	59.789 ± 0.623 ^{f}	6.12 ± 0.11 ^{ef}	4.705 ± 0.186 ^{cd}	1.4261 ± 0.1375 ^{abc}
	1	0.858 ± 0.007 ^{c}	63.506 ± 2.741 ^{ab}	6.25 ± 0.04 ^{bcd}	5.063 ± 0.218 ^{abcd}	1.2702 ± 0.2197 ^{cd}
	2	0.860 ± 0.002 ^{bc}	61.373 ± 0.260 ^{ab}	6.37 ± 0.01 ^{ab}	4.983 ± 0.143 ^{abcd}	1.1767 ± 0.0808 ^{f}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ จ13 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	1	0.0001602	0.0001602	0.459
Treatment	11	0.0168	0.001528	4.381*
A	3	0.01126	0.003754	10.763*
B	2	0.002092	0.001046	2.998
AB	6	0.002116	0.0003527	1.011
Error	11	0.003837	0.0003488	
Total	24	18.549		

c.v. = 2.1254 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

A = อัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล 4 ระดับคือ 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1

B = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับคือ 0%, 1% และ 2%

ตารางที่ จ14 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	1	34.624	34.624	13.327*
Treatment	11	34.996	8.636	3.324*
A	3	37.930	12.643	4.867*
B	2	16.122	8.061	3.103
AB	6	40.944	6.824	2.627
Error	11	28.578	2.598	
Total	24	91835.421		

c.v. = 2.6079 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

A = อัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล 4 ระดับคือ 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1

B = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับคือ 0%, 1% และ 2%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ15 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	1	0.01450	0.01450	8.991*
Treatment	11	0.408	0.037	22.971*
A	3	0.02881	0.009640	5.953*
B	2	0.343	0.171	106.232*
AB	6	0.03577	0.005962	3.696*
Error	11	0.01775	0.001613	
Total	24	923.620		

c.v. = 0.6476 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

A = อัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล 4 ระดับคือ 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1

B = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับคือ 0%, 1% และ 2%

ตารางที่ จ16 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	1	0.553	0.553	76.024*
Treatment	11	1.936	0.176	24.202*
A	3	0.264	0.08806	12.110*
B	2	1.249	0.625	85.882*
AB	6	0.423	0.07044	9.686*
Error	11	0.07999	0.007272	
Total	24	614.413		

c.v. = 1.6889 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

A = อัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล 4 ระดับคือ 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1

B = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับคือ 0%, 1% และ 2%

ตารางที่ จ17 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความเหนียวของเนื้อของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	1	0.0008520	0.0008520	0.044
Treatment	11	1.698	0.154	7.941*
A	3	0.187	0.06249	3.215
B	2	1.337	0.666	34.244*
AB	6	0.174	0.02906	1.495
Error	11	0.214	0.01944	
Total	24	38.543		

c.v. = 11.2851 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

A = อัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล 4 ระดับคือ 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1

B = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับคือ 0%, 1% และ 2%

ตารางที่ จ18 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	14	14.664	1.047	0.973
Treatment	11	26.666	2.424	2.251*
Error	154	165.869	1.077	1.537
Total	179	207.244	1.158	

c.v. = 39.2447 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ19 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	14	5.255	0.375	0.266
Treatment	11	59.357	5.396	3.822*
Error	154	217.412	1.412	
Total	179	282.311	1.577	

c.v. = 42.1096 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

ตารางที่ จ20 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความเหนียวของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	14	11.469	0.819	0.766
Treatment	11	81.748	7.432	6.950*
Error	154	164.665	1.069	
Total	179	257.661	1.439	

c.v. = 31.5972 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ21 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	14	14.247	1.018	1.007
Treatment	11	70.331	6.394	6.327*
Error	154	155.620	1.011	
Total	179	239.311	1.337	

c.v. = 32.2044 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ จ22 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับและอัตราส่วนของโพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	14	27.383	1.956	1.431
Treatment	11	27.377	2.489	1.821
Error	154	210.483	1.367	
Total	179	265.644	1.484	

c.v. = 41.1049 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ23 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย(DMRT)ของลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนผสมของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ

ซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอล (อัตราส่วน)	โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (%)	ลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้ง				
		วอเตอร์แอคติวิตี้	ปริมาณความชื้น (%)	ความเป็นกรดด่าง	ความสามารถในการอุ้มน้ำ	ความเหนียวของเนื้อ (Kg)
4:0	0	0.901 ± 0.068 ^{a}	61.629 ± 0.975 ^{abcd}	5.78 ± 0.14 ^{f}	4.834 ± 0.426 ^{ab}	1.5174 ± 0.0496 ^{a}
	1	0.863 ± 0.011 ^{ab}	63.739 ± 2.251 ^{ab}	5.94 ± 0.01 ^{ef}	5.078 ± 0.735 ^{ab}	1.0565 ± 0.0817 ^{c}
	2	0.864 ± 0.016 ^{ab}	64.598 ± 2.767 ^{a}	6.19 ± 0.11 ^{d}	5.250 ± 0.675 ^{a}	0.7953 ± 0.0796 ^{d}
3:1	0	0.846 ± 0.001 ^{ab}	53.594 ± 0.536 ^{e}	5.97 ± 0.04 ^{e}	4.202 ± 0.243 ^{ab}	1.4185 ± 0.0485 ^{ab}
	1	0.857 ± 0.030 ^{ab}	57.681 ± 0.136 ^{d}	6.30 ± 0.05 ^{cd}	4.296 ± 0.224 ^{ab}	1.0222 ± 0.1368 ^{c}
	2	0.839 ± 0.008 ^{b}	59.994 ± 0.478 ^{bcd}	6.43 ± 0.10 ^{bc}	4.461 ± 0.258 ^{ab}	0.7835 ± 0.0582 ^{d}
2.5:1.5	0	0.826 ± 0.014 ^{b}	58.896 ± 0.842 ^{d}	6.18 ± 0.11 ^{d}	4.054 ± 0.474 ^{b}	1.5065 ± 0.1100 ^{a}
	1	0.862 ± 0.009 ^{ab}	61.137 ± 1.744 ^{abcd}	6.20 ± 0.04 ^{d}	4.378 ± 0.156 ^{ab}	1.2544 ± 0.0649 ^{b}
	2	0.855 ± 0.006 ^{ab}	60.139 ± 1.375 ^{bcd}	6.44 ± 0.03 ^{bc}	4.686 ± 0.063 ^{ab}	0.9304 ± 0.0163 ^{cd}
1:1	0	0.840 ± 0.019 ^{b}	59.224 ± 0.362 ^{cd}	6.27 ± 0.01 ^{cd}	4.831 ± 0.427 ^{ab}	1.3372 ± 0.0719 ^{ab}
	1	0.847 ± 0.002 ^{ab}	63.228 ± 1.110 ^{abc}	6.57 ± 0.01 ^{ab}	4.834 ± 0.405 ^{ab}	0.9355 ± 0.0276 ^{cd}
	2	0.845 ± 0.004 ^{ab}	63.376 ± 3.949 ^{abc}	6.62 ± 0.00 ^{a}	4.969 ± 0.705 ^{ab}	0.6059 ± 0.0276 ^{e}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ จ24 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	1	0.002381	0.002381	6.851*
Treatment	11	0.0073071	0.0006643	1.911
A	3	0.00378	0.00126	3.625*
B	2	0.0001641	0.00008204	0.236
AB	6	0.003363	0.0005604	1.612
Error	11	0.003824	0.0003476	
Total	24	17.492		

c.v. = 2.1811 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

A = อัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอล 4 ระดับคือ 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1

B = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับคือ 0%, 1% และ 2%

ตารางที่ จ25 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	1	16.189	16.189	8.589*
Treatment	11	198.466	18.0424	9.572*
A	3	130.791	43.597	23.129*
B	2	52.540	26.270	13.937*
AB	6	15.135	2.522	1.338
Error	11	20.734	1.885	
Total	24	88391.193		

c.v. = 2.2640 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

A = อัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอล 4 ระดับคือ 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1

B = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับคือ 0%, 1% และ 2%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ26 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	1	0.01467	0.01467	2.576
Treatment	11	1.294	0.1177	20.660*
A	3	0.738	0.246	43.218*
B	2	0.476	0.238	41.816*
AB	6	0.08327	0.01388	2.437
Error	11	0.06265	0.005695	
Total	24	935.389		

c.v. = 1.2096 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

A = อัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอล 4 ระดับคือ 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1

B = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับคือ 0%, 1% และ 2%

ตารางที่ จ27 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	1	1.512	1.512	18.384*
Treatment	11	2.535	0.230	2.802
A	3	2.143	0.714	8.685*
B	2	0.327	0.163	1.985*
AB	6	0.06512	0.01085	0.132
Error	11	0.905	0.08226	
Total	24	525.764		

c.v. = 5.6804 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

A = อัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอล 4 ระดับคือ 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1

B = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับคือ 0%, 1% และ 2%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ28 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความเหนียวของเนื้อของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ ในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	1	0.02088	0.02088	3.150
Treatment	11	1.813	0.165	24.681*
A	3	0.152	0.05080	7.663*
B	2	1.594	0.797	120.193*
AB	6	0.06711	0.01118	1.687
Error	11	0.07293	0.00630	
Total	24	31.002		

c.v. = 7.5317 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

A = อัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอล 4 ระดับคือ 4:0, 3:1, 2.5:1.5 และ 1:1

B = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับคือ 0%, 1% และ 2%

ตารางที่ จ29 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	14	15.288	1.092	1.052
Treatment	11	7.334	0.667	0.642
Error	154	159.912	1.038	
Total	179	182.550	1.020	

c.v. = 32.6892 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ30 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	14	13.069	0.933	0.657
Treatment	11	29.550	2.686	1.890*
Error	154	218.931	1.422	
Total	179	262.550	1.467	

c.v. = 39.0976 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

ตารางที่ จ31 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความเหนียวของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	14	11.945	0.853	0.796
Treatment	11	74.791	6.799	6.341*
Error	154	165.122	1.072	
Total	179	251.661	1.406	

c.v. = 33.2115 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ32 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับ และอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	14	13.340	0.953	0.941
Treatment	11	68.707	6.246	6.166*
Error	154	154.993	1.013	
Total	179	237.311	1.326	

c.v. = 32.2362 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

ตารางที่ จ33 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 3 ระดับและอัตราส่วนของซอร์บิทอลต่อกลีเซอรอลที่ระดับต่าง ๆ 4 ระดับในน้ำหมัก

Source	df	SS	MS	F
Block	14	33.119	2.366	1.755
Treatment	11	17.025	1.548	1.148
Error	154	207.547	1.348	
Total	179	257.978	1.441	

c.v. = 38.5585 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ34 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่เก็บรักษาเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1%ร่วมกับสารดูด ความชื้นผสม 2 ชนิดของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG = 3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S = 1:1) และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G = 1:1)

Source	df	SS	MS	F
Replication	1	0.000040833	0.000040833	1.404
Day (D)	4	0.007228867	0.001807217	62.14**
Error (a)	4	0.00011633	0.0000290833	
Treatment (T)	2	0.011724067	0.00586203	98.14**
DT	8	0.00664933	0.000830242	13.90**
Error (b)	10	0.0005973	0.000059733	
Total	29	0.026349367		

c.v.(a) = 0.6%; c.v.(b) = 0.9%

* * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

D = ระยะเวลาในการเก็บรักษา 5 ระดับคือ 1, 7, 14, 21 และ 28 วัน

T = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและสารดูดความชื้นผสม

ตารางที่ จ35 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่เก็บรักษาเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1%ร่วมกับสารดูด ความชื้นผสม2 ชนิดของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG = 3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S = 1:1) และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G = 1:1)

Source	df	SS	MS	F
Replication	1	0.0022533	0.0022533	2.01
Day (D)	4	1.55373	0.388433	346.82**
Error (a)	4	0.0044799	0.00112	
Treatment (T)	2	0.0094199	0.0047099	30.06**
DT	8	0.0507467	0.0063433	40.49**
Error (b)	10	0.0015667	0.0001566	
Total	29	1.6222		

c.v.(a) = 0.5%; c.v.(b) = 0.2%

* * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

D = ระยะเวลาในการเก็บรักษา 5 ระดับคือ 1, 7, 14, 21 และ 28 วัน

T = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและสารดูดความชื้นผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ36 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่า TBARS ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่เก็บรักษาเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1%ร่วมกับสารดูด ความชื้นผสม2 ชนิดของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG = 3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล (PG:S = 1:1) และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G = 1:1)

Source	df	SS	MS	F
Replication	1	0.0004033	0.0004033	<1
Day (D)	4	4.102861	1.025715	1585.63**
Error (a)	4	0.002588	0.000647	
Treatment (T)	2	0.052379	0.026189	134.70**
DT	8	0.214933	0.0268667	138.18**
Error (b)	10	0.0019443	0.00019443	
Total	29	4.37511		

c.v.(a) = 2.9%; c.v.(b) = 1.6%

* * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p< 0.01$)

D = ระยะเวลาในการเก็บรักษา 5 ระดับคือ 1, 7, 14, 21 และ 28 วัน

T = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและสารดูดความชื้นผสม

ตารางที่ จ37 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่เก็บรักษาเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1%ร่วมกับสารดูด ความชื้นผสม2 ชนิดของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG = 3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S = 1:1) และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G = 1:1)

Source	df	SS	MS	F
Replication	1	2083.33	2083.33	<1
Day (D)	4	2781166.67	695291.67	303.4**
Error (a)	4	9166.67	2291.67	4.80
Treatment (T)	2	79166.67	39583.33	3.16
DT	8	208333.33	26041.67	
Error (b)	10	82500	8250	
Total	29	3162416.67		

c.v.(a) = 19.3%; c.v.(b) = 36.6%

* * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p< 0.01$)

D = ระยะเวลาในการเก็บรักษา 5 ระดับคือ 1, 7, 14, 21 และ 28 วัน

T = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและสารดูดความชื้นผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ38 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่เก็บรักษาเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1%ร่วมกับสารดูด ความชื้นผสม2 ชนิดของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG = 3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S = 1:1) และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G = 1:1)

Source	df	SS	MS	F
Replication	1	333.33	333.33	2.67
Day (D)	4	5053.33	1263.33	10.11
Error (a)	4	500	125	
Treatment (T)	2	560	280	168
DT	8	906.66	113.33	<1
Error (b)	10	1666.67	166.67	
Total	29	9019.99		

c.v.(a) = 12.4%; c.v.(b) = 14.3%

* * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p< 0.01$)

D = ระยะเวลาในการเก็บรักษา 5 ระดับคือ 1, 7, 14, 21 และ 28 วัน

T = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและสารดูดความชื้นผสม

ตารางที่ จ39 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่เก็บรักษาเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1%ร่วมกับสารดูดความชื้นผสม2 ชนิดของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG = 3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S = 1:1) และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล (S:G = 1:1)

Source	df	SS	MS	F
Replication	14	29.7156	2.1225	3.07**
Day (D)	4	45.8933	11.4733	16.57**
Error (a)	56	38.7733	0.6924	
Treatment (T)	2	2.3822	1.1911	1.57
DT	8	3.04	0.38	<1
Error (b)	140	109.244	0.7803	
Total	29	229.0489		

c.v.(a) = 25.2%; c.v.(b) = 26.8%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p< 0.01$)

D = ระยะเวลาในการเก็บรักษา 5 ระดับคือ 1, 7, 14, 21 และ 28 วัน

T = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและสารดูดความชื้นผสม

ตารางที่ จ40 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่เก็บรักษาเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1%ร่วมกับสารดูด ความชื้นผสม2 ชนิดของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG = 3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S = 1:1) และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G = 1:1)

Source	df	SS	MS	F
Replication	14	36.3489	2.6178	3.82**
Day (D)	4	21.6711	5.4178	7.92**
Error (a)	56	38.3289	0.6844	
Treatment (T)	2	1.5289	0.7644	1.12
DT	8	3.0489	0.3811	<1
Error (b)	140	95.4222	0.6816	
Total	29	196.6489		

c.v.(a) = 24.8%; c.v.(b) = 24.7%

* * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

D = ระยะเวลาในการเก็บรักษา 5 ระดับคือ 1, 7, 14, 21 และ 28 วัน

T = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและสารดูดความชื้นผสม

ตารางที่ จ41 การวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA)ของค่าคะแนนกลิ่นผิดปกติของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่เก็บรักษาเมื่อใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1%ร่วมกับสารดูด ความชื้นผสม2 ชนิดของกลีเซอรอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(G:PG = 3:1) โพรพิลีนไกลคอลต่อซอร์บิทอล(PG:S = 1:1) และซอร์บิทอลต่อโพรพิลีนไกลคอล(S:G = 1:1)

Source	df	SS	MS	F
Replication	14	17.0667	1.2190	1.68
Day (D)	4	172.3111	43.0778	59.39**
Error (a)	56	40.6222	0.72540	
Treatment (T)	2	1.3067	0.6533	<1
DT	8	3.4489	0.4311	<1
Error (b)	140	137.2444	0.9803	
Total	29	372		

c.v.(a) = 29.7%; c.v.(b) = 34.5%

* * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

D = ระยะเวลาในการเก็บรักษา 5 ระดับคือ 1, 7, 14, 21 และ 28 วัน

T = ความเข้มข้นของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตและสารดูดความชื้นผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวศศิชล ศิริรัตนปัญญากร เกิดวันที่ 22 ตุลาคม พ.ศ. 2519 สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ จากมหาวิทยาลัยบูรพา ปีการศึกษา 2540 ศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) ณ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในสาขาวิทยาศาสตร์การอาหารในปีการศึกษา 2541 และสำเร็จการศึกษาในปี พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้