1570

การศึกษาผลของสารอีริโธรเบทต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคในมั่ม

(The effect of erythorbate on inhibition of pathogenic bacteria in Mum)

T096725

นางสาวศุทธินี รังษิยาภา

นางสาวหทัย แป้นสมบูรณ์

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2541

ปพ.
ศ๖๗๑ก
๒๕๔๑

ตท หมู่.....
เลขทะเบียน 96725
วัน.เดือน.ปี 4 JUN 2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1905

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาผลของสารอีริโธรเบทต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคในมั่ม

(The effect of erythorbate on inhibition of pathogenic bacteria in Mum)

โดย

นางสาวศุทธินี รังษิยาภา

นางสาวหทัย แป้นสมบูรณ์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ
(ประภาพร ทองกมลอ่ำ)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....**เดือน**.....**พ.ศ.** .....

ปพ.
ศ6411ก
2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวศุทธินี รังษิยาภา และ นางสาวหทัย แป้นสมบูรณ์. 2542. : การศึกษาผลของสารอีริโธรเบทต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคในมั่ม (The effect of erythorbate on inhibition of pathogenic bacteria in Mum) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์, 44 หน้า

บทคัดย่อ

มั่มเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อประเภทไส้กรอกหมักแห้ง ที่ผู้บริโภคนิยมบริโภคทั้งดิบและสุก ดังนั้นถ้าผลิตภัณฑ์มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคซึ่งอาจปนเปื้อนจากวัตถุดิบ หรือเกิดการปนเปื้อนในระหว่างขั้นตอนการผลิต จะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ จุลินทรีย์ก่อโรคได้แก่ *Staphylococcus sp.* *Salmonella sp.* และ *E. coli* ซึ่งปัจจัยที่มีผลในการยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในมั่มคือ ปริมาณน้ำอิสระ(A_w) ความเป็นกรด (pH) และสารเจือปนที่เติมลงไปในมั่ม การทดลองนี้เป็นการศึกษาผลของอีริโธรเบท (erythorbate) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆคือ 0, 100, 150 และ 200 ppm. เมื่อทำการผึ่งให้มั่มแห้งเป็นเวลา 3 วัน โดยมีค่า A_w ประมาณ 0.839 และมีค่าความเป็นกรดประมาณ 4.94 นำมั่มดังกล่าวมาวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เชื้อ*Staphylococcus sp., Salmonella sp.* และ *E. coli* พบว่ามั่มก่อนและหลังการผึ่งแห้งเมื่อไม่เติมสาร erythorbate จะมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงจาก 4.7×10^{8} เหลือ 2.6×10^{7} *Staphylococcus sp.* ลดลงจาก 1.7×10^{5} เหลือ 2.5×10^{5} ส่วน *Salmonella sp.* และ *E. coli* ไม่สามารถเจริญได้ที่เวลาการหมัก 3 วันเนื่องจากมีปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่าค่าที่น้อยที่สุดที่สามารถเจริญได้ และจากการเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด *Staphylococcus sp.* ในมั่มที่เติมสารอีริโธรเบท ที่ระดับความเข้มข้น 100, 150 และ 200 ppm. ภายหลังการผึ่งให้แห้งเป็นเวลา 3 วัน พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด *Staphylococcus sp.* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) ส่วนเชื้อ *Salmonella sp.* และ *E. coli* ไม่สามารถเจริญภายหลังการหมักเป็นเวลา 3 วัน และภายหลังการหมักเป็นเวลา 14 วันตรวจไม่พบเชื้อ *Staphylococcus sp., Salmonella sp.* และ *E. coli* เนื่องจากมั่มมีค่า A_w 0.610

ศุทธินี รังษิยาภา ..... ลายมือชื่อนักศึกษา

หทัย แป้นสมบูรณ์ ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

22/3/42 ..... วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีการศึกษา 2541 โดยมี ผศ.ดร. ประภาพร ขอไพบูลย์ กรุณาเป็นที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และแนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆจากอาจารย์ที่ปรึกษา และขอขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำต่างๆในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ นอกจากนี้ยังได้รับกำลังใจจากเพื่อนๆรวมทั้งบุคลากรทุกท่านในภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร และต้องขอขอบคุณเป็นพิเศษสำหรับ คุณจันทิมา คุณจันทร คุณพิมพ์ตา และคุณพิมพมาส ที่ให้กำลังใจและให้ยืมอุปกรณ์ที่ขาดเหลือตลอดมา คุณจุฑามาศและพี่สาวที่กรุณาให้ยืมเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัว คุณณัฐพล และคุณธัมรงค์ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์การทดลอง พี่ตาลที่ให้เชื้อPathognต่างๆและให้ความสะดวกในการยืมอุปกรณ์ต่างๆ คุณอวิรุทธ์ คุณอุรษา และคุณอรรถพลที่ให้คำแนะนำทางด้านเทคนิคคอมพิวเตอร์ และสุดท้ายต้องขอขอบคุณเครื่องมือและอุปกรณทุกชิ้น รวมถึงจุลินทรีย์ทุกตัวและวัวทุกชีวิตที่สละชีวิตเป็นวัตถุดิบของปัญหาพิเศษนี้

และที่สำคัญยิ่งขอขอบพระคุณบิดา มารดาที่คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนทางด้านกำลังทรัพย์ตลอดมา จึงทำให้มีวันนี้

หากมีข้อผิดพลาดประการใดผู้จัดทำต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ศุทธินี รังษิยาภา
หทัย แป้นสมบูรณ์
ผู้จัดทำ
มีนาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญตาราง	จ
สารบัญตารางภาคผนวก	ฉ
สารบัญภาพ	ช
สารบัญภาพภาคผนวก	ซ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	2
2.1 มั่ม	2
2.2 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคในผลิตภัณฑ์มั่ม	3
2.3 เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารพื้นเมืองที่เป็นผลิตภัณฑ์จากสัตว์	6
2.4 ปัจจัยในการควบคุมจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์มั่ม	7
3. อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง	15
3.1 วัตถุดิบ	15
3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง	15
3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี	16
3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	16
4. ผลการทดลอง	20
4.1 ศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในมั่มจากการซื้อมั่มจากตลาดสดและมั่มที่ทำการผลิตเองในการทดลอง	20
4.2 ศึกษาถึงผลของการเติมสารอีรอโธรเบทและระยะเวลาในการหมัก ต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในมั่ม	21
4.3 ศึกษาถึงผลการเติมอีริโธรเบทและระยะเวลาในการหมักต่อค่าความเป็นกรดและปริมาณน้ำอิสระที่มีอยู่ในมั่ม	26
5. สรุปผลการทดลอง	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

เอกสารอ้างอิง 30

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก 32

ภาคผนวก ข 38

ภาคผนวก ค 39

ภาคผนวก ง 41

ประวัติผู้เขียน 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของมั่ม	3
2 เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารดิบ	7
3 ค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์	8
4 ค่า water activity ที่ต่ำที่สุดสำหรับจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหาร	10
5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจุลินทรีย์ ค่าความเป็นกรด(pH) และค่า Aw ในมั่มที่ซื้อจากตลาดสดและในมั่มที่ทำการผลิตเอง	20
6 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการหมักมั่ม ความเข้มข้นของสารอีริโธรเบทและจำนวนจุลินทรีย์ก่อโรค	21
7 ค่าความเป็นกรด และปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์มั่มที่เติมสารอีริโธรเบทที่ความเข้มข้นต่างๆภายหลังการหมักเป็นเวลา 3 และ 14 วัน	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
ข.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการหมักมั่ม ความเข้มข้นของอีริโธรเบท และจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ (log โคโลนี/กรัม)	38
ค.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่อความเข้มข้นของสารอีรอโธรเบท	39
ค.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเชื้อ *Staphylococcus sp.* ต่อความเข้มข้นของสารอีรอโธรเบท	39
ค.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเชื้อ *Salmonella sp.* ต่อความเข้มข้นของสารอีรอโธรเบท	39
ค.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเชื้อ *E. coli* ต่อความเข้มข้นของสารอีริโธรเบท	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงโครงสร้างของกรดไนตรัสที่ทำปฏิกิริยากับ secondary amine	11
2	แสดงโครงสร้างของไนตริกออกไซด์ (nitrosation) กับโปรตีนโพรลีนอิสระ	12
3	แสดงโครงสร้างของกรดอีริโธรบิค (erythorbic acid)	14
4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดกับระยะเวลาในการหมัก	24
5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน *Staphylococcus sp.*กับระยะเวลาในการหมัก	25
6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน *Salmonella sp.* กับระยะเวลาในการหมัก	25
7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน *E. coli* กับระยะเวลาในการหมัก	26
8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด(pH) กับระยะเวลาในการหมัก	27
9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำอิสระ(A_w) กับระยะเวลาในการหมัก	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพภาคผนวก

สารบัญภาพภาคผนวกที่ หน้า

ก. 1 แสดงลักษณะของมั่มที่ไม่เติมอีริโธรเบทก่อนทำการหมัก 32

ก. 2 แสดงลักษณะของมั่มที่เติมอีริโธรเบท 100 ppm. ก่อนทำการหมัก 32

ก. 3 แสดงลักษณะของมั่มที่เติมอีริโธรเบท 150 ppm. ก่อนทำการหมัก 33

ก. 4 แสดงลักษณะของมั่มที่เติมอีริโธรเบท 200 ppm. ก่อนทำการหมัก 33

ก. 5 แสดงลักษณะของมั่มที่ไม่เติมอีริโธรเบทภายหลังการหมักเป็นเวลา 3 วัน 34

ก. 6 แสดงลักษณะของมั่มที่เติมอีริโธรเบท 100 ppm. 34
ภายการหมักเป็นเวลา 3 วัน

ก. 7 แสดงลักษณะของมั่มที่เติมอีริโธรเบท 150 ppm. 35
ภายการหมักเป็นเวลา 3 วัน

ก. 8 แสดงลักษณะของมั่มที่เติมอีริโธรเบท 200 ppm. 35
ภายการหมักเป็นเวลา 3 วัน

ก. 9 แสดงลักษณะของมั่มที่ไม่เติมอีริโธรเบท 36
ภายหลังการหมักเป็นเวลา 14 วัน

ก.10 แสดงลักษณะของมั่มที่เติมอีริโธรเบท 100 ppm. 36
ภายการหมักเป็นเวลา 14 วัน

ก.11 แสดงลักษณะของมั่มที่เติมอีริโธรเบท 150 ppm. 37
ภายการหมักเป็นเวลา 14 วัน

ก.12 แสดงลักษณะของมั่มที่เติมอีริโธรเบท 200 ppm. 37
ภายการหมักเป็นเวลา 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

มั่มเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ประเภทไส้กรอกหมักแห้งพื้นบ้านของไทยทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำจากเนื้อวัวผสมกับตับและม้าม บรรจุในลำไส้เล็กตอนต้นของวัว หมู หรือไส้สุดของวัว มีรสชาติเปรี้ยวเนื่องจากเกิดกรดแลคติคขึ้นในผลิตภัณฑ์ มีผลต่อกลิ่นและรสเกิดลักษณะพิเศษของตัวผลิตภัณฑ์ขึ้น มั่มมีคุณค่าทางโภชนาการสูงประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน ไวตามิน และแร่ธาตุต่างๆ การบริโภคมั่มนิยมบริโภคทั้งดิบและสุก ซึ่งการบริโภคดิบสามารถทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้เนื่องจากกรรมวิธีในการผลิตมั่มเป็นการผลิตแบบพื้นบ้าน อาจจะทำให้เกิดการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคจากวัตถุดิบที่นำมาผลิตมั่ม หรือในระหว่างขั้นตอนการผลิต ปัจจัยที่มีผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในมั่มคือ ปริมาณน้ำอิสระ(A_w) ความเป็นกรด และสารเจือปนที่เติมลงไปในมั่ม

ปัจจัยดังกล่าวที่มีผลในการยับยั้งและการทำลายจุลินทรีย์นั้นจัดเป็นปัจจัย hurdle ซึ่งในการผลิตมั่มโดยทั่วไปจะทำการผึ่งมั่มทำให้มั่มมีความแห้ง และเกิดกรดแลคติคขึ้น สารเจือปนที่ใช้ในการผลิตมั่มโดยทั่วไปได้แก่ เกลือไนไตรท์ที่อยู่ในรูปของดินประสิว และอาจใช้รวมกับสารเจือปนชนิดอื่นคือ erythorbate ซึ่งสารเหล่านี้สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค และยังสามารถรักษาสีของผลิตภัณฑ์ไม่ให้มีสีซีดจางลงอย่างรวดเร็วในขณะรอการจำหน่าย

ในการทดลองนี้เป็นการศึกษาถึงปริมาณของจุลินทรีย์ก่อโรคในมั่มซึ่งได้แก่ *Staphylococcus sp.* *Salmonella sp.* และ *E. coli* ในมั่มที่มีการเติมสารอีริโธรเบท (erythorbate) ที่ความเข้มข้น 0, 100, 150 และ 200 ppm. ของการหมักมั่มเป็นเวลา 0, 3 และ 14 วัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ เชื้อ *Staphylococcus sp.* *Salmonella sp.* และ *Escherichia coli* ที่มีอยู่ในมั่ม

2. เพื่อศึกษาปริมาณสาร Erythorbate ที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคดังกล่าวในมั่ม

3. เพื่อศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรค เมื่อทำการหมักมั่มเป็นเวลา 3 และ 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 มั่ม (Mum หรือ Thai traditional fermented dried beef sausage)

มั่มเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อประเภทไส้กรอกหมักแห้ง ภาษาท้องถิ่นเรียกว่า "ตับน้ำ" หรือ "จ่อมเนื้อ" ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์พื้นบ้านของจังหวัดทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย จัดเป็นอาหารหมักจำพวกเนื้อวัวหรือเนื้อควาย ผสมกับตับและม้าม

มั่มแบ่งตามภาชนะบรรจุที่ใส่ได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. มั่มข้อ บรรจุในไส้หมูสดหรือไส้วัวสดที่ล้างสะอาดแล้วผูกมัดเป็นปล้องขนาด 4-5 นิ้ว ผึ่งแดดรำไรชายบ้านเป็นเวลา 1-2 วัน มั่มจะเริ่มแห้ง มีสีแดงเข้ม รสชาติเปรี้ยว มั่มที่มีอายุการหมัก 3 วันก็รับประทานได้ มั่มข้อที่แห้งดีสามารถเก็บไว้รับประทานได้นานเป็นเดือน

2. มั่มพก บรรจุในไส้สุดหรือไส้ติ่งของวัว มีขนาดใหญ่ น้ำหนัก 1-4 กิโลกรัมต่อพก แขวนผึ่งลมไว้ มั่มจะเกิดการหมักให้รสเปรี้ยวภายใน 2-3 วัน และมั่มจะแห้ง น้ำหนักจะลดลงไปเรื่อยๆ มั่มพกที่แห้งได้ที่เหมาะสมสามารถเก็บไว้รับประทานได้นาน 1-3 เดือน โดยไม่เน่าเสียและความเปรี้ยวไม่เพิ่มมากขึ้น ความชื้นขั้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 30-40

3. มั่มหม้อ บรรจุในหม้อเพื่อรับประทานสด มั่มหม้อมีราคาถูกที่สุดเนื่องจากมีการเติมปอดผสมรวมกับเนื้อ ม้ามและตับ บรรจุในหม้ออัดให้แน่น ตั้งหมักไว้ 1-2 วันจึงตักแบ่งจำหน่าย

แบคทีเรียที่เจริญในระหว่างการหมักมั่ม ในวันแรกของการหมักพบ *Pediococcus cerevisiae* และ *Lactobacillus plantarum* เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและลดจำนวนลงในวันที่ 2-4 ของการหมัก pH ของมั่มในช่วงแรกเป็น 4.6-5.3 และเมื่อหมักไว้ถึง 7 และ 14 วัน พบว่ามี *P. cerevisiae* อยู่มากกว่าแบคทีเรียชนิดอื่นๆ และ pH คงอยู่เท่าเดิมไม่ลดลง (เยาวลักษณ์, 2536)

ปรีชา หมายพึ่ง (2531) ได้ศึกษาชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ที่เป็นตัวการสำคัญในการหมักมั่มพบว่า เชื้อที่ทำการแยกได้ทั้งหมดมีจำนวน 204 เชื้อ ประกอบด้วยแบคทีเรีย 6 ชนิด คือ *Lactobacillus plantarum* พบ 51 เชื้อ *Lactobacillus casei* พบ 9 เชื้อ *Lactobacillus brevis* พบ 6 เชื้อ *Leuconostoc mesenteroids* พบ 20 เชื้อ *Pediococcus cerevisiae* พบ 113 เชื้อ และ *Pediococcus homari* พบ 5 เชื้อ แบคทีเรียที่พบมากที่สุดคือ *Pediococcus cerevisiae*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของมั่ม

องค์ประกอบทางเคมี	ค่าที่ได้ (เปอร์เซ็นต์)	องค์ประกอบทางเคมี	ค่าที่ได้ (เปอร์เซ็นต์)
ความชื้น	33.82 - 74.65	เถ้า	3.28 - 9.65
โปรตีน	11.39 - 39.28	เกลือ	2.98 - 7.04
ไขมัน	1.40 - 4.50	น้ำตาล	11.74
เยื่อใย	0.01 - 1.44	กรดแลคติค	1.10 - 4.31

ที่มา : ปรีชา (2531)

2.2 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคในผลิตภัณฑ์มั่ม

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์มั่มสามารถเกิดการปนเปื้อนได้จากวัตถุดิบที่นำมาทำการผลิต หรืออาจปนเปื้อนจากขั้นตอนการผลิต เนื่องจากการผลิตมั่มเป็นการผลิตแบบพื้นบ้านและการบริโภคนิยมบริโภคมั่มในลักษณะดิบซึ่งไม่ผ่านการให้ความร้อนดังนั้นจะสามารถเกิดอันตรายต่อผู้ที่บริโภคจากจุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้แก่ *Staphylococcus aureus* และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้แก่ *Salmonella sp.* และ *E. coli*

อาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1.Food Intoxication หมายถึงอาหารเป็นพิษที่เกิดจากอาหารปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียบางชนิดที่สามารถเจริญและสร้างสารพิษลงในอาหาร ซึ่งถ้าผู้บริโภคบริโภคอาหารที่มีสารพิษปริมาณมากจะทำให้เกิดอาการโรคอาหารเป็นพิษได้ เชื้อแบคทีเรียที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ *Staphylococcus aureus*

"*Staphylococcus aureus*"

เป็นจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติและสามารถพบทั่วไปในสัตว์และส่วนต่างๆของร่างกายมนุษย์เช่นบนผิวหนัง ในปาก มือ สิว และโดยเฉพาะช่องจมูก จุลินทรีย์พวกนี้เป็นจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญทางสาธารณะสุขและยังเป็นจุลินทรีย์ที่สามารถอยู่รอดในธรรมชาติได้ดีชนิดหนึ่ง จุลินทรีย์ชนิดนี้เป็นจุลินทรีย์ที่มีรูปร่างกลม(cocci) อยู่เป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น ติดสีแกรมบวก ไม่สร้างสปอร์ เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในที่มีอากาศเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีอากาศ(facultative anaerobe) และเป็นจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิปานกลาง(mesophile) อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญคือ 37-40 องศาเซลเซียส ทนต่อความแห้งได้สูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อปนเปื้อนอยู่ในสารอินทรีย์ เช่น เลือด น้ำเหลือง สามารถเจริญได้เมื่อมีค่า A_w ระหว่าง 0.84-0.92 สามารถทนเกลือได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดี pH ที่เหมาะแก่การเจริญคือ 4.8-9.4 ไม่สร้างสารพิษที่ pH ต่ำกว่า 5.2 ลักษณะโคโลนีมีสีทองเหลือง หรือไม่มีสี เมื่อเจริญบนอาหารแข็ง coagulase positive เนื่องจากสามารถสร้างเอนไซม์ coagulase เรียกว่า *Staphylococcus aureus* coagulase positive ซึ่งสามารถสร้าง enterotoxin ที่เป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษ นอกจากนี้เอนไซม์ coagulase จะทำให้ plasma แข็งตัว เกิดการสร้าง hemolysin ที่ทำให้เม็ดเลือดแดงแตก และเชื้อ *Staphylococcus aureus* สามารถสร้างเอนไซม์ lecitinase ที่สามารถย่อยสลายไข่แดงได้

Staphylococcus aureus จะเจริญในอาหารแล้วสร้างสารพิษที่เรียกว่า enterotoxin ออกมาสะสมอยู่ในอาหาร เริ่มสร้างสารพิษเมื่อเจริญได้ปริมาณเซลล์ไม่น้อยกว่า 10^6 เซลล์ enterotoxin เป็นสารพิษที่เป็นโปรตีน มีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 26,000 และ 30,000 ซึ่งสารพิษนี้มีอยู่ 5 ชนิดด้วยกันคือ A, B, C, D และ E แต่ละชนิดจะมีความเป็นพิษแตกต่างกัน สารพิษ A และ D เป็นสารพิษที่พบมากในผู้ที่เกิดโรคอาหารเป็นพิษ และสารพิษชนิด B เป็นสารพิษที่ทนความร้อนได้มากที่สุด เมื่อบริโภคอาหารที่มีสารพิษนี้เพียง 1 ไมโครกรัมก็จะทำให้เกิดลักษณะอาการของโรคอาหารเป็นพิษคือ เกิดอาการปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน และท้องร่วง 1-2 วัน ผู้ป่วยบางรายจะมีอาการตัวเย็น เหงื่อออก เป็นตะคริว หายใจอ่อน และมีความดันดันเลือดต่ำ โดยเริ่มมีอาการภายหลังการบริโภคอาหารที่มีสารพิษเพียง 1-6 ชั่วโมง อาการเหล่านี้สามารถหายไปเองได้ภายหลังจากที่ถ่ายอาหารที่มีเชื้อออกไปหมดแล้ว โรคนี้ถ้าเกิดกับเด็กอาจมีอาการรุนแรงขนาดถึงตายได้

เซลล์ของ *Staphylococcus aureus* สามารถถูกทำลายด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสขึ้นไป แต่สารพิษ enterotoxin ไม่สามารถถูกทำลายด้วยความร้อนที่อุณหภูมิระดับพาสเจอร์ไรซ์ได้ แม้แต่อุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องก็ไม่สามารถทำลายสารพิษนี้ได้ ดังนั้นควรมีการป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในอาหาร และป้องกันการเจริญของเชื้อนี้ โดยไม่ควรเก็บอาหารในช่วงอุณหภูมิที่เสี่ยงต่อการเจริญของจุลินทรีย์(dangerous zone temperature) คือ 5-63 องศาเซลเซียส

นอกจากนี้เชื้อ *Staphylococcus aureus* ในอาหารเป็นดัชนีบ่งชี้สุขวิทยาของอาหาร (indicator microorganism) ซึ่งบ่งถึงการประกอบอาหารไม่ถูกสุขลักษณะ เนื่องจากเชื้อนี้จากผิวหนัง ปาก จมูก และบาดแผล ปนเปื้อนลงในอาหาร สามารถพบเชื้อนี้ในอาหารเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ เช่น แฮม แหนม และไส้กรอก เป็นต้น

การปนเปื้อนของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในมั่ม สามารถเกิดการปนเปื้อนได้จากวัตถุดิบที่นำมาทำการผลิตมั่ม คือ เนื้อวัว ซึ่งจะพบจุลินทรีย์ชนิดนี้ในเนื้อสัตว์โดยที่ไม่เกี่ยวข้องกับการปนเปื้อนมาจากคน อาจเกิดการปนเปื้อนจาก เขา ขน ผิวหนัง หรือจากบาดแผลของสัตว์ก็ได้ การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดนี้ยังสามารถปนเปื้อนได้จาก ขั้นตอนการผลิต และผู้ที่ทำการผลิต เนื่องจากการผลิตมั่มยังเป็นการผลิตแบบพื้นบ้าน ดังนั้นการปนเปื้อนจะเกิดในระหว่างขั้นตอนการยัดไส้ จาก มือ ผิวหนัง บาดแผล หรือการไอ จามของผู้ที่ทำการผลิตได้ การป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดนี้คือ การให้ความรู้ทางด้านสุขาภิบาลแก่ผู้ที่ทำการผลิตมั่ม ในการผลิตต้องระวังไม่ให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์นี้มากขึ้น สามารถทำได้โดยการสวมถุงมือในระหว่างการผลิต และต้องทำการรักษาความสะอาดบริเวณที่ทำการผลิตด้วย (สุมาลี, 2527)

2.Food Infection หมายถึง แบคทีเรียที่ปนเปื้อนลงในอาหารแล้วเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณมากขึ้น เมื่อผู้บริโภคอาหารบริโภคอาหารที่มีเชื้อเหล่านี้ปนเปื้อนอยู่ เชื้อแบคทีเรียจะเข้าไปทำลายระบบทางเดินอาหาร โดยทำให้เกิดอาการปวดท้อง ท้องเดิน(gastroenteritis) แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคแบบนี้หลายชนิด ได้แก่ *Salmonella sp.* และ *E. coli* เป็นต้น

ก."*Salmonella sp.*"

เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถพบได้ใน เนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ สัตว์ปีก ปลา อาหารทะเล น้ำนมและผลิตภัณฑ์น้ำนม ไข่ สัตว์พวกกัดแทะ และยังสามารถพบได้จากของเสียจากการขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ *Salmonella sp.* จัดอยู่ใน Family Enterobacteriaceae เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในที่มีอากาศเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีอากาศ(facultative anaerobe) รูปร่างเป็นท่อน ไม่มีสปอร์ ติดสีแกรมลบ ส่วนมากมีแฟลกเจลลาแบบรอบเซลล์(peritrichous) จึงทำให้เคลื่อนที่ได้ ยกเว้น *S. gallinarum* และ *S. pullorum* ซึ่งไม่มีแฟลกเจลลา *Salmonella* มีขนาดโดยทั่วไปเท่ากับ 0.7-1.5 × 2.5 ไมโครเมตร เป็นจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิปานกลาง(mesophile) ส่วนมากมักไม่ทนความร้อนเช่น จะตายเมื่อได้รับความร้อน 55 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง หรือ 60 องศาเซลเซียส นาน 15-20 นาที ยกเว้น *S. senftenberg* 775 W เป็นสายพันธ์ที่ทนความร้อนได้ดีกว่า *Salmonella* ทั่วไปถึง 10-20 เท่า เชื้อ *Salmonella* นี้โดยทั่ไปเจริญได้ในช่วง 5-47 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญคือ 37 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อนี้ได้ อุณหภูมิแช่แข็งมีผลต่อการทำลายเชื้อนี้น้อยมาก ส่วนมากจะป้องกันการเจริญหรือเพิ่มจำนวนของเชื้อเท่านั้น pH ที่เชื้อนี้สามารถเจริญได้อยู่ในช่วง 4.0-9.0 สามารถเจริญได้เมื่อมีค่า A_w ระหว่าง 0.93-0.96 เชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้สามารถหมักน้ำตาลกลูโคส ทำให้เกิดก๊าซ แต่ไม่สามารถหมักน้ำตาลแลคโตส หรือ ซูโครสได้ (วราวุฒิ, 2539)

เชื้อ *Salmonella* ทุกชนิดทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ซึ่งมีชื่อเรียกว่า Salmonellosis typhoid fever และ paratyphoid เชื้อ *Salmonella* แต่ละชนิดมีความรุนแรงต่างกัน โรคไทฟอยด์จะมีความรุนแรงมากที่สุด เกิดจากเชื้อ *S. typhi* รองลงมาคือ พาราไทฟอยด์ เกิดจากเชื้อ *S. paratyphi* และโรคอาหารเป็นพิษธรรมดา ผู้บริโภคจะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปวดศีรษะ มีไข้ อ่อนเพลีย หน้ามืด และท้องเดิน 2-3 วัน อาการเหล่านี้จะเกิดขึ้นภายหลังจากได้รับเชื้อ *Salmonella* 12-24 ชั่วโมง บางครั้งใช้เวลาเพียง 5 ชั่วโมง หรือใช้เวลามากถึง 72 ชั่วโมง เชื้อนี้สามารถติดต่อกันได้ สำหรับการตรวจโรคนั้นโรคไทฟอยด์และ พาราไทฟอยด์ จะใช้วิธีตรวจหาเชื้อในเลือดของผู้ป่วย กรณีท้องร่วงธรรมดา มักตรวจเชื้อในอุจจาระของผู้ป่วย (สุมาลี, 2527)

การปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella sp.* ในมั่มสามารถปนเปื้อนได้จาก เนื้อวัวที่ใช้ในการผลิต ควรป้องกันโดยการรักษาสุขลักษณะที่ดีของผู้ที่ทำการผลิต สถานที่ทำการผลิตต้องมีสุขาภิบาลที่ดี และก่อนที่จะทำการบริโภคมั่มต้องนำมาทำให้สุกโดยการ ปิ้ง ย่าง อบ หรือลวกน้ำร้อนก่อนการรับประทาน

ข."*Enteropathogenic Escherichia coli*"

เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถพบได้ทั่วไปตามธรรมชาติโดยเฉพาะในลำไส้ของมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่น พบได้ตามอุจจาระ และสิ่งสกปรกต่างๆ ดังนั้นจุลินทรีย์นี้จึงใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนของมูลสัตว์และความไม่ถูกสุขลักษณะของ น้ำ อาหาร และการสุขาภิบาลของสถานที่ต่างๆ *Escherichia coli* เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในที่มีอากาศเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีอากาศ (facultative anaerobe) รูปร่างเป็นท่อน ไม่มีสปอร์ ติดสีแกรมลบ สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิปานกลาง(mesophile) อุณหภูมิที่เชื้อเจริญอยู่ในช่วง 10-40 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 37 องศาเซลเซียส pHที่เหมาะสมกับการเจริญอยู่ในช่วง 7.0-7.5 มีค่า pHต่ำสุดที่สามารถเจริญได้คือ 4.0 และ pH ที่สูงที่สุดที่สามารถเจริญได้คือ 9.0 ค่า A_w ที่สามารถเจริญได้อยู่ระหว่าง 0.94-0.97

เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษต่างจากเชื้อ *Escherichia coli* คือ มีคุณสมบัติแตกต่างกันบางประการ สามารถแยกชนิดได้โดยใช้ antiserum ทำปฏิกิริยาของตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากอาหาร เชื้อชนิดนี้สร้างสารพิษที่เป็น enterotoxin 2 ชนิด คือ heat stable (ST) และ heat labile (LI) เชื้อชนิดนี้สามารถเข้าไปในลำไส้เล็ก และสร้าง enterotoxin ภายในลำไส้เล็กทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารได้(สุมาลี, 2527)

การปนเปื้อนของเชื้อ *Enteropathogenic Escherichia coli* ในมั่มสามารถปนเปื้อนได้จาก ไส้ที่นำมาทำการบรรจุ สามารถการป้องกันการเกิดโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อชนิดนี้คือนำมั่มไปทำให้สุกก่อนที่จะรับประทาน

2.3 เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหาร

เนื่องจากมั่มเป็นอาหารพื้นบ้านและยังไม่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย จึงยังไม่มีการระบุมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ มั่มจัดเป็นอาหารดิบ (raw food) ซึ่งอาหารดิบหมายถึงอาหารที่ยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริโภคไม่ได้ต้องผ่านการทำให้สุก ได้แก่ เนื้อสด และไส้กรอกอีสาน เป็นต้น การเปรียบเทียบคุณภาพผลิตภัณฑ์สามารถเปรียบเทียบได้จากเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ลงวันที่ 24สิงหาคม 2536

ตารางที่ 2 เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารดิบ

จุลินทรีย์	จำนวน	จุลินทรีย์	จำนวน
MPN *E> coli*/g	≤ 50	*Salmonella*/25 g	0
V. parahaemolyticus/g	≤ 200	*C. perfringens*/0.01	0
S. aureus/g	≤ 200	*V. cholerae*/25g	0
B. cereus/g	≤ 200	Yeast/g	-

ที่มา : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536)

2.4 ปัจจัยในการควบคุมจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์มั่ม

ในการยับยั้งหรือการทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในอาหาร ต้องอาศัยปัจจัยหลายปัจจัยร่วมกัน ปัจจัยที่ใช้ได้แก่ อุณหภูมิ pH A_w และสารเจือปน เป็นต้น การใช้ปัจจัยดังกล่าวในการควบคุมจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหารเรียกว่า hurdle technology ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ประสบความสำเร็จมากในการควบคุมจุลินทรีย์

ปัจจัยที่ใช้ในการควบคุมจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์มั่มมีดังต่อไปนี้

1. พีเอช (pH)

ในสิ่งแวดล้อมต่างๆที่จุลินทรีย์เจริญอยู่ได้นั้น จะมี pH แตกต่างกันไปอย่างมาก ยกเว้นในร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่มี pH ไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากการเจริญของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ถูกควบคุมโดยขบวนการเมตาบอลิซึม ซึ่งมีเอนไซม์เป็นตัวการสำคัญ และการทำงานของเอนไซม์ถูกควบคุมโดย pH สำหรับ pH ที่เหมาะสมในการเจริญของจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป จุลินทรีย์ส่วนมากเจริญได้ดีที่ pH 6-8 แต่บางชนิดเจริญได้ในที่ pH ต่ำๆ จุลินทรีย์มีความต้องการ pH ต่อการเจริญเติบโตของมันแยกออกเป็น pH ที่ต่ำที่สุดที่จุลินทรีย์สามารถเจริญได้ (minimum pH) pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต(optimum pH) และpHที่สูงที่สุดที่จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้(maximum pH) แบคทีเรียส่วนใหญ่มีค่า optimum pH ใกล้ 7.0 ในขณะที่แบคทีเรียบางสายพันธุ์สามารถเจริญได้ในสภาพที่ค่อนไปทางกรด เช่น *Lactobacillus* และ *Streptococcus* เป็นต้น แต่แบคทีเรียบางสายพันธ์กลับชอบเจริญในสภาพที่ค่อนไปทางด่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pseudomonas ซึ่งมีกิจกรรมของเอนไซม์ที่ย่อยสลายโปรตีน (proteolytic enzyme) สำหรับเชื้อรา สามารถเจริญได้ที่สภาพ pH ต่ำ ส่วนเชื้อยีสต์สามารถเจริญในสภาพที่มี pH สูงกว่าเชื้อราแต่ต่ำกว่าแบคทีเรีย จุลินทรีย์สามารถเจริญในอาหารที่มีสภาพ pH ค่อนข้างกว้าง สำหรับช่วง pH ที่ใช้ในการเจริญของจุลินทรีย์ต่างๆ จะแตกต่างกันไป ดังตารางที่ 3 (วราวุฒิ, 2538)

ตารางที่ 3 ค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

organism	pH		
	Minimum	Optimum	Maximum
Bacteria most	4.5	6.5-7.5	9.0
Bacillus subtilis	4.2-4.5	6.8-7.2	9.4-10
Clostridium	4.6-5.0	-	-
C. botulinum	4.8-5.0	-	-
Escherichia coli	4.3-4.4	6.0-8.0	9.0-10
Lactobacillus(most)	3.0-4.4	5.5-6.0	7.2-8.0
Salmonella(most)	4.0-5.0	6.0-7.5	9.0
S. typhi	4.0-4.5	6.5-7.2	8.0-9.6
Staphylococc(most)	4.2	6.8-7.5	9.3
S. aureus	4.0-4.7	-	9.5-9.8

ที่มา : Banwart (1983)

ในแง่พีเอชของอาหาร pH และปัจจัยอื่นๆของอาหารเป็นสิ่งที่กำหนดชนิดของจุลินทรีย์ซึ่งสามารถที่จะเจริญขึ้นในอาหาร จนถึงจุลินทรีย์ชนิดที่จะเจริญเด่นขึ้นมาจนก่อให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหารนั้น อย่างไรก็ตามในแง่ของ pH ของอาหารโดยเฉพาะนั้น ชนิดของกรดในอาหารเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาอย่างยิ่ง โดยที่กรดนั้นอาจเป็นกรดธรรมชาติที่มีอยู่เดิมในอาหาร หรือกรดที่ถูกเติมลงในอาหาร หรือเป็นกรดที่ถูกสร้างขึ้นมาในอาหารเนื่องจากกิจกรรมของเอนไซม์ทั้งที่มาจากจุลินทรีย์หรือไม่ก็ตาม นอกจากนี้แล้ว pH ของอาหารยังสามารถเปลี่ยนแปลงอีกในระหว่างการบ่ม (ripening) กระบวนการผลิต(processing) หรือการเสื่อมเสีย(spoilage) อีกด้วย ในที่นี้จะขอแบ่งชนิดของอาหารตามระดับพีเอชของอาหาร ดังนี้ (วราวุฒิ, 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารที่มีความเป็นกรดสูง(high acid foods)	พีเอชต่ำกว่า 3.7
อาหารที่มีความเป็นกรด(acid foods)	พีเอช 3.7-4.6
อาหารที่มีความเป็นกรดระดับปานกลาง(medium acid foods)	พีเอช 4.6-5.3
อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำหรือไม่มีกรด(low or non-acid foods)	พีเอชสูงกว่า 5.3

มั่มที่หมักเป็นเวลา 3 วัน จะมีพีเอชประมาณ 4.94 ซึ่งเป็น อาหารที่มีความเป็นกรดระดับปานกลาง(medium acid foods) แต่พีเอชของมั่มยังไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus sp.* *Salmonella sp.* และ *E. coli* ได้เนื่องจาก *Staphylococcus sp.* มีค่า pH ต่ำที่สุดที่สามารถเจริญได้คือ 4.2 *Salmonella sp.* มีค่า pH ต่ำที่สุดที่สามารถเจริญได้คือ 4.0 และ *E. coli* มีค่า pH ต่ำที่สุดที่สามารถเจริญได้คือ 4.3

2. ค่าWater activity (A_w)

น้ำที่อยู่ในอาหารจะอยู่ในหลายสภาพ เช่น อยู่ในสภาพอิสระ (free water) ในสภาพที่จับอยู่กับโมเลกุลของอาหาร (bound water) เป็นต้น ตามปกติความชื้นเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ดังนั้น ถ้าทำให้น้ำอิสระลดลงมาในระดับหนึ่งจะทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ ก็จะสามารถที่จะลดปริมาณจุลินทรีย์ลงได้

Water activity หรือ available water หมายถึงปริมาณน้ำอิสระที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้ ตามปกติ water activity ของอาหารสามารถคำนวณได้จาก ความดันไอของอาหาร (vapor pressure of food) หารด้วยความดันไอของน้ำ(vapor pressure of water) ที่อุณหภูมิเดียวกัน

$$A_w = \frac{\text{Vapor pressure of food}}{\text{Vapor pressure of food}} = \frac{\text{Equilibrium relative humidity (ERH)}}{100}$$

ในการทดลองเพื่อหาค่า A_w จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องกระทำในภาชนะที่ปิดสนิท และจะต้องหาความชื้นสัมพัทธ์เหนืออาหารด้วย โดยค่าที่หาได้เรียกว่า equilibrium relative humidity (ERH) เมื่อนำค่า ERH หารด้วย 100 ก็จะเป็นค่าของ water activity (A_w) (วราวุฒิ, 2538)

ค่า A_w ของน้ำบริสุทธิ์เท่ากับ 1.00 และจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญในน้ำที่บริสุทธิ์นั้นได้ ตามปกติจุลินทรีย์มีค่า A_w ที่สูงสุด (maximum) ที่เหมาะสม (optimum) และที่ต่ำที่สุด (minimum) สำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์นั้น สิ่งที่จำเป็นในการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคก็คือการป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรค วิธีการหนึ่งที่สามารถทำได้ดีก็คือ การปรับค่า A_w ของอาหารให้มีค่าที่ต่ำกว่าค่า A_w ที่ต่ำที่สุดที่จุลินทรีย์ในแต่ละชนิดจะเจริญได้ ดังตารางที่ 2.2 อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงผลของการเจริญเติบโตพบว่า ถ้าในอาหารชนิดนั้นมีค่า A_w ที่ต่ำกว่าค่า A_w ที่ต่ำที่สุดของจุลินทรีย์ จุลินทรีย์นั้นจะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ในขณะที่ถ้าอาหารนั้นมีค่า A_w ที่ต่ำกว่าค่า A_w ที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ จะทำให้จุลินทรีย์นั้นเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในช่วง lag phase ที่ยาวนานกว่าปกติ และอัตราในการเจริญเติบโตก็ช้าลงกว่าเดิม ดังนั้น ในการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคในมั่มจึงจำเป็นต้องลดค่า ของอาหารนั้นให้ต่ำกว่าค่า ที่ต่ำที่สุดของจุลินทรีย์ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว เพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อโรคได้ (วราวุฒิ, 2538)

ตารางที่ 4 ค่า water activity (A_w) ที่ต่ำที่สุดสำหรับจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหาร

organism	Minimum A_w	organism	Minimum A_w
most spoilage bacteria	0.90-0.91	*V. parahaemolyticus*	0.93-0.98
Aeromonas	0.95-0.98	Most yeasts	0.87-094
Alcaligines	0.95-0.98	Osmophilic yeasts	0.60-0.78
Arthrobacter	0.95-0.98	Most molds	0.70-0.80
Bacillus	0.90-0.99	Xerophilic molds	0.60-0.70
B. cereus	0.90-0.99	*Aspergillus*	0.68-0.88
Clostridium botulinum	0.90-0.98	*A. flavus*	0.80-0.90
Enterobacter	0.95-0.98	*A. niger*	0.80-0.84
Escherichia coli	0.94-0.97	*Fusarium*	0.80-0.92
Lactobacillus	0.90-0.94	*Hansenula*	0.89-0.90
Micrococcus	0.90-0.95	*Penicillium*	0.80-0.90
Salmonella	0.93-0.96	*S. cerevisiae*	0.90-0.94
Staphylococcus aureus	0.84-0.92	*S. rouxii*	0.62-0.81
Leuconostoc	0.96-0.98	*Rhodotorular*	0.89-0.92

ที่มา : Banwart (1983)

สำหรับมั่มที่ทำการหมักเวลา 3 วัน มีค่า A_w ประมาณ 0.837 เป็นผลทำให้จุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิดไม่สามารถที่จะเจริญได้คือ *Salmonella sp.* และ *E. coli* เนื่องจากมีค่า A_w ที่ต่ำสุดที่สามารถเจริญได้คือ 0.93 แต่ *Staphylococcus sp.* ยังสามารถเจริญได้บ้างเนื่องจากมีค่า A_w ที่ต่ำสุดที่สามารถเจริญได้คือ 0.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สารเจือปนอาหาร (food additives)

องค์การอนามัยโลกให้ความหมายของสารเจือปนในอาหารหมายถึง สารหรือส่วนประกอบของสารซึ่งไม่ใช่ส่วนประกอบหลักของอาหาร และเมื่อเติมอยู่ในอาหารแล้วจะมีผลต่อการผลิต การแปรรูป การเก็บรักษา หรือการบรรจุ แต่ทั้งนี้ไม่รวมถึงโอกาสการปนเปื้อนของจุลินทรีย์

สารเจือปนเหล่านี้บางชนิดซึ่งเติมลงไปเพื่อป้องกันการเสื่อมเสีย หรือการย่อยสลายของอาหารสามารถจัดอยู่ในกลุ่มของสารถนอมอาหารประเภทสารเคมีหรือที่เรียกว่า chemical preservatives ได้ สารถนอมอาหารที่เติมลงในผลิตภัณฑ์มั่ม ได้แก่

3.1 ดินประสิว มีลักษณะเป็นเกล็ด มีสีส้ม อยู่ในรูปของเกลือไนเตรท การแตกตัวของไนเตรทให้ไนตริกออกไซด์ช้ามาก และต้องอาศัยจุลินทรีย์บางชนิดในเนื้อสัตว์ช่วยในกระบวนการผลิต การเกิดสีแดงของผลิตภัณฑ์ต้องใช้เวลานาน ถ้าใช้ไนไตรท์และไนเตรทร่วมกันมีผลในการเร่งการแตกตัวของไนเตรท ทำให้เกิดการแตกตัวให้ไนตริกออกไซด์เร็วขึ้นและมากขึ้น จึงทำให้เกิดสีเร็วและมีไนเตรทเหลือตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์น้อยลง หน้าที่ของเกลือไนไตรท์และไนเตรท เมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์มั่มคือ ทำให้มั่มมีสีแดง รักษาสีแดงของผลิตภัณฑ์ทำให้มีความน่ารับประทานเพิ่มขึ้น เพิ่มรสชาติ กลิ่นรสในมั่ม ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และยังช่วยยับยั้งการหืนของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อ โดยจะไปยับยั้งการเติมออกซิเจนของไขมัน

สารไนโตรซามิน (nitrosamine) เป็นสารเคมีที่ทำให้เกิดมะเร็งได้ และพบว่าการเกิดไนโตรซามินอาจเกิดได้จากกรดไนตรัสที่เกิดจากการแตกตัวของไนเตรท ดังนั้นการใช้ไนเตรทเติมลงในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อาจก่อให้เกิดสารที่ทำให้เกิดมะเร็งขึ้นได้ในผู้บริโภคที่ใช้ในปริมาณมากเกินไปและใช้ไม่ถูกต้อง สารไนโตรซามิน อาจเกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือ

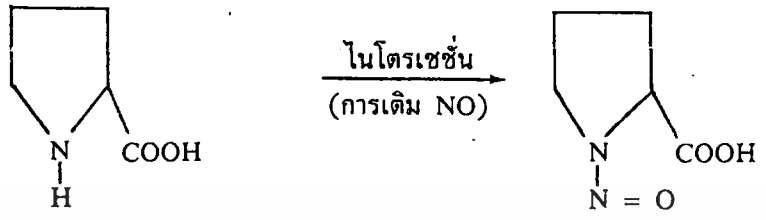
1. กรดไนตรัส ทำปฏิกิริยากับ secondary amine ที่อาจมีอยู่ในเนื้อสัตว์ทำให้เกิดสารไนโตรซามิน ดังแสดงในปฏิกิริยา

dimethylamine nitrous acid dimethylnitrosamine

ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างของ กรดไนตรัสที่ทำปฏิกิริยากับ secondary amine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปฏิกิริยาการเติมไนตริกออกไซด์ (nitrosation) กับโปรตีนโพรลีนอิสระ (free proline) ที่มีอยู่มากในหมูสามชั้น ทำให้เกิดเป็นสารไนโตรซามิน ดังแสดงในปฏิกิริยา



ขณะทอด

proline N-Nitrosoproline

ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างของไนตริกออกไซด์(nitrosation)กับโปรตีนโพรลีนอิสระ (free proline)

ปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ที่เหมาะสมในการใช้ ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 20 (2517) อนุญาตให้ใช้ไนเตรทได้ในปริมาณที่ไม่เกิน 500 ส่วนในล้านส่วน (โดยคำนวณเป็นโซเดียมไนเตรท) และไนไตรท์ให้ใช้ได้ในปริมาณที่ไม่เกิน 200 ส่วนในล้านส่วน (โดยคำนวณเป็นโซเดียมไนไตรท์)

สำหรับ Federal meat inspection regulation ของสหรัฐอเมริกาอนุญาตให้ใช้ไนเตรทและไนไตรท์ดังนี้

- การใช้ไนเตรทสำหรับเนื้อสัตว์ที่หมักแบบแห้งใช้ไนเตรท 3 ออนซ์ต่อเนื้อบด 100 ปอนด์ และถ้าเป็นเนื้อบดที่มีการเติมไนเตรทควรใช้ 2 3/4 ออนซ์ ต่อเนื้อบด 100 ปอนด์
- การใช้ไนไตรท์ในน้ำหมักให้ใช้เพียง 2 ปอนด์ ต่อน้ำหนัก 100 แกลลอนที่ระดับที่มีการฉีดเนื้อประมาณร้อยละ 10 กรณีเนื้อหมักแบบแห้งใช้ไนไตรท์ 1 ออนซ์ต่อเนื้อ 100 ปอนด์ และถ้าเป็นเนื้อบดใช้ไนไตรท์ 1/4 ออนซ์ต่อเนื้อบด 100 ปอนด์ กรณีที่ใช้ไนเตรทกับไนไตรท์ร่วมกัน ต้องมีไนเตรทเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายได้ไม่เกิน 200 ส่วนต่อล้านส่วน

เกลือไนเตรทและไนไตรท์ที่ใช้ทางการค้าจะผสมกันออกมาเพื่อสะดวกในการใช้ มีชื่อทางการค้าเป็นผงเพรค (praque powder) โดยมีปริมาณแนะนำใช้เป็นร้อยละ 0.25-0.38 ของน้ำหนักเนื้อ และ Tari colper 40s ปริมาณที่แนะนำใช้เป็น 2 กรัมต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม (เยาวลักษณ์, 2536)

3.2 สารอีริโธรเบท(erythorbate) อยู่ในรูปเกลือของกรดอีริโธรบิก(erythorbic acid) (3-keto-D-gluconolactone) ซึ่งเป็น D-isomer ของกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) ส่วนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิยมใช้ในรูปของเกลือโซเดียม กรดอีริโธรบิกไม่พบในผลิตภัณฑ์อาหารตามธรรมชาติ(Maga and Tu, 1994)

บทบาทของเกลืออีริโธรเบทต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ คือ

- ทำให้สารเมทไมโอโกลบินที่มีอยู่ในเนื้อถูกรีดิวส์เป็นสารออกซิไมโอโกลบิน ดังนั้นจึงป้องกันมำให้ผลิตภัณฑ์มีสีซีดจางลงอย่างรวดเร็ว ขณะรอการจำหน่าย(เยาวลักษณ์, 2536)

- ช่วยเร่งปฏิกิริยาให้เกิดไนตริกออกไซด์ให้เร็วขึ้น จึงเร่งอัตราการหมักและการเกิดสีแดงในเนื้อให้เร็วขึ้น และทำให้มีปริมาณสารไนเตรท และไนไตรท์เหลือตกค้างในผลิตภัณฑ์น้อย(เยาวลักษณ์, 2536)

- ช่วยยับยั้งการเกิดสารประกอบ N-nitrosamine และ N-nitrosamides ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง(carcinogen) ที่เกิดจากไนไตรท์ทำปฏิกิริยากับส่วนประกอบของเนื้อ(เยาวลักษณ์, 2536)

- ถ้าใช้มากจะทำหน้าที่เป็นสารป้องกันการหืนของไขมัน จึงช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสที่คงตัวดี(เยาวลักษณ์, 2536)

- มีผลทางด้านความคงตัวของไนเตรทและไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์เนื้อ(Maga and Tu, 1994)

การใช้เกลืออีริโธรเบท มีคุณสมบัติทางด้านการเป็นสารป้องกันการหืนของไขมัน ไม่เพียงแต่จะช่วยป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเหม็นหืนและยังช่วยให้เนื้อที่หั่นเป็นแผ่นบางๆ สีไม่ซีดเมื่อสัมผัสกับแสงสว่างและอากาศอีกด้วย(เยาวลักษณ์, 2536)

ตามกฎหมายของสหรัฐอเมริกาอนุญาตให้ใช้เกลืออีริโธรเบท 0.75 ออนซ์ต่อส่วนผสมไส้กรอก 100 ปอนด์ และใช้สารนี้ในน้ำหมัก 100 ปอนด์สำหรับหมักเนื้อชิ้นใหญ่ (เยาวลักษณ์, 2536)

น้ำหนักที่เติมทั้งโซเดียมไนไตรท์และโซเดียมอีรอโธรเบทจะอยู่คงตัวอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 50 องศาฟาเรนไฮต์(เยาวลักษณ์, 2536)

ในกลุ่มประเทศ EEC (European Economic Countries) ไม่อนุญาตให้ใช้กรดอีริโธรบิก (Maga and Tu, 1994)

สารที่ใช้ร่วมกับเกลือโซเดียมอีริโธรเบท

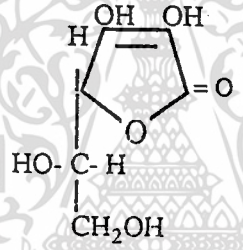
- กลูโคโน เดลตาแลคโตน(glucono-delta lactone, GDL) เป็นสารเอสเทอร์ของกรดกลูโคนิคมีลักษณะเป็นผงสีขาวมีสูตรโครงสร้างเป็น $C_6H_{12}O_6$ ละลายน้ำที่ 25 องศาเซลเซียส นิยมใช้ร่วมกับโซเดียมอีริโธรเบทในอัตราส่วน 6:1 เพื่อเร่งปฏิกิริยาของการที่ไนไตรท์จะเกิดเป็นไนตริกออกไซด์ให้เร็วยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงทำหน้าที่เร่งให้เกิดสีในผลิตภัณฑ์(เยาวลักษณ์, 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Branen et al. (1989) รายงานว่าเมื่อใช้โซเดียมอีริโธรเบท 500 mg/kg ร่วมกับโซเดียมไนเตรท 200 mg/kg พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของ *Bacillus cereus* ได้เมื่อทำการบ่มที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และพบว่าเมื่อใช้โซเดียมอีริโธรเบทเพียงตัวเดียวจะไม่มีคุณสมบัติในการยับยั้ง *Bacillus cereus* ได้

- Branen et al. (1989) รายงานว่าเมื่อใช้โซเดียมอีริโธรเบทร่วมกับโซเดียมแอสคอร์เบทพบว่าโซเดียมอีริโธรเบทมีความสามารถในการถูกออกซิไดซ์ได้เร็วกว่าโซเดียมแอสคอร์เบท และโซเดียมอีริโธรเบทสามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของโซเดียมแอสคอร์เบท

- Maga and Tu (1994) รายงานว่าสารอีริโธรเบทไม่มีการเกิดการเป็นพิษอย่างรุนแรง



ภาพที่ 3 แสดงโครงสร้างของกรดอีริโธรบิค (erythorbic acid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

1. เนื้อวัว
2. ตับวัว
3. ม้ามวัว
4. ข้าวเหนียวสุก
5. เกลือป่น
6. กระเทียม
7. ข้าวดั่ว
8. ดินประสิว

3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง

1. เครื่องชั่ง
2. บีกเกอร์แสตนเลส
3. Spatular
4. Hot plate
5. กระบอกตวง
6. ปิเปต
7. หลอดทดลอง
8. เตาไมโครเวฟ
9. Water bath
10. จานเพาะเชื้อ
11. Erlenmeyer flask
12. แล็ค
13. Durham tube
14. ตะเกียงแอลกอฮอล์
15. แอลกอฮอล์ 95% , 70%
16. L - spreader

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17. Stomacher
18. คอขวด
19. ขวดใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ
20. Larminar flow
21. Electric autoclave
22. Incubator
23. pH meter
24. เครื่องวัดค่า A_w
25. บีกเกอร์

3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

1. Plate count agar (PCA)
2. Baird Parker (BP)
3. Peptone
4. Tween 80
5. Xylose-Lysine-Deoxycholate (XLD)
6. Levine's eosin methylene blue agar (EMB agar)
8. Erythorbate
9. NaCl
10. NaOH
11. Acetic acid

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในมั่มจากการซื้อมั่มจากตลาดสด และจากมั่มที่ทำการผลิตเองในการทดลองและนำมาหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด(total plate count), *Staphylococcus sp.*, *Salmonella sp.* และ *Escherichia coli*

1.1 การผลิตมั่ม

วิธีการ

1.1.1 วัตถุดิบ มีส่วนประกอบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อวัวสดบดละเอียด	1000 กรัม
ตับบดละเอียด	100 กรัม
ม้ามบดละเอียด	50 กรัม
ข้าวเหนียวสุก	50 กรัม
เกลือป่น	30 กรัม
กระเทียมสับ	100 กรัม
ข้าวคั่ว	50 กรัม
ดินประสิว	1 กรัม

1.1.2 นำส่วนผสมทั้งหมดมานวดรวมกันจนได้เนื้อที่เหนียวเป็นก้อนหนืด

1.1.3 นำส่วนผสมบรรจุในไส้วัวสดหรือไส้หมูสดมัดเป็นข้อๆ ให้แน่น

1.1.4 ทำการหมักมั่มโดยการแขวนราวผึ่งลมให้แห้งเป็นเวลา 3และ14 วัน

1.2 การหาปริมาณจุลินทรีย์

1.2.1 การตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) ในมั่ม โดยวิธีการต่อไปนี้

-ชั่งมั่ม 25 กรัม ลงในสารละลายบัฟเฟอร์ (Peptone 0.1% + Tween 80 0.05%) ที่ฆ่าเชื้อแล้ว 225 มิลลิลิตร ทำให้อาหารเจือจางระดับ 1 : 10

-ทำการตีป่นมั่มโดยเครื่องตีป่นไฟฟ้าหรือ Stomacher

-เตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ที่ฆ่าเชื้อแล้ว 9 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองขนาดกลาง เพื่อทำการเจือจางตัวอย่างอาหารในระดับต่างๆ

-นำหลอดทดลองที่ทำการเจือจางตัวอย่างอาหารในระดับที่เหมาะสม ปิเปตมา 0.1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร PCA (plate count agar) เรียบร้อยแล้ว

-ทำการ spread plate ด้วยแท่งแก้วงอรูปตัวแอลที่ลนไฟและรอให้เย็นแล้วให้ทั่ว ทำซ้ำระดับการเจือจางละ 3 ซ้ำ

-นำไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

1.2.2 การตรวจหาเชื้อ *Staphylococcus sp.*

-ชั่งมั่ม 25 กรัม ลงในสารละลายบัฟเฟอร์ (Peptone 0.1% + Tween 80 0.05%) ที่ฆ่าเชื้อแล้ว 225 มิลลิลิตร ทำให้อาหารเจือจางระดับ 1 : 10

-ทำการตีป่นมั่มโดยเครื่องตีป่นไฟฟ้าหรือ Stomacher

-เตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ที่ฆ่าเชื้อแล้ว 9 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองขนาดกลาง เพื่อทำการเจือจางตัวอย่างอาหารในระดับต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96725

-นำหลอดทดลองที่ทำการเจือจางตัวอย่างอาหารในระดับที่เหมาะสม ปิเปตมา 0.1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร BPEY (Baird Parker เติม egg yolk ในอัตราส่วน 1 : 20)

-ทำการ spread plate ด้วยแท่งแก้วงอรูปตัวแอลที่ลนไฟและรอให้เย็นแล้วให้ทั่ว ทำซ้ำระดับการเจือจางละ 3 ซ้ำ

-นำไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

1.2.3 การตรวจหาเชื้อ *Salmonella spp.*

-ชั่งมั่ม 25 กรัม ลงในสารละลายบัฟเฟอร์ (Peptone 0.1% + Tween 80 0.05%) ที่ฆ่าเชื้อแล้ว 225 มิลลิลิตร ทำให้อาหารเจือจางระดับ 1 : 10

-ทำการตีป่นมั่มโดยเครื่องตีป่นไฟฟ้าหรือ Stomacher

-เตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ที่ฆ่าเชื้อแล้ว 9 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองขนาดกลาง เพื่อทำการเจือจางตัวอย่างอาหารในระดับต่างๆ

-นำหลอดทดลองที่ทำการเจือจางตัวอย่างอาหารในระดับที่เหมาะสม ปิเปตมา 0.1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร XLD (Xylose-Lysine-Deoxycholate)

-ทำการ spread plate ด้วยแท่งแก้วงอรูปตัวแอลที่ลนไฟและรอให้เย็นแล้วให้ทั่ว ทำซ้ำระดับการเจือจางละ 3 ซ้ำ

-นำไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

1.2.4 การตรวจหาเชื้อ *Escherichia coli*

-ชั่งมั่ม 25 กรัม ลงในสารละลายบัฟเฟอร์ (Peptone 0.1% + Tween 80 0.05%) ที่ฆ่าเชื้อแล้ว 225 มิลลิลิตร ทำให้อาหารเจือจางระดับ 1 : 10

-ทำการตีป่นมั่มโดยเครื่องตีป่นไฟฟ้าหรือ Stomacher

-เตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ที่ฆ่าเชื้อแล้ว 9 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองขนาดกลาง เพื่อทำการเจือจางตัวอย่างอาหารในระดับต่างๆ

-นำหลอดทดลองที่ทำการเจือจางตัวอย่างอาหารในระดับที่เหมาะสม ปิเปตมา 0.1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร EMB (Levine's eosin methylene blue agar)

-ทำการ spread plate ด้วยแท่งแก้วงอรูปตัวแอลที่ลนไฟและรอให้เย็นแล้วให้ทั่ว ทำซ้ำระดับการเจือจางละ 3 ซ้ำ

-นำไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

1.3 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของมั่ม

1.4 การวัดค่า A_w ของมั่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาผลของการเติมสารอีริโธรเบท(erythorbate)ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ และระยะเวลาในการหมักต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในมั่ม : โดยการเติมสารอีริโธรเบท (erythorbate) ที่ระดับความเข้มข้น 100, 150 และ 200 ppm. ลงในส่วนผสมของการผลิตมั่มตามข้อ 1.1 และทำการหมักมั่มเป็นเวลา 3 และ 14 วัน

2.1 ตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ในมั่ม : โดยตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมด(total plate count), *Staphylococcus sp.*, *Salmonella sp.* และ *Escherichia coli* เช่นเดียวกับข้อ 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3 และ 1.2.4 ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาผลของการเติมสารอีริโธรเบท(erythorbate)และระยะเวลาในการหมักต่อค่าความเป็นกรด(pH) และปริมาณน้ำอิสระที่มีอยู่ในมั่ม : โดยการเติมสารอีริโธรเบท (erythorbate) ที่ระดับความเข้มข้น 100, 150 และ 200 ppm. ลงในส่วนผสมของการผลิตมั่มตามข้อ 1.1 และทำการหมักมั่มเป็นเวลา 3 และ 14 วัน

3.1 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของมั่ม

3.2 การวัดค่า A_w ของมั่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในมั่มจากการซื้อมั่มจากตลาดสด และจากมั่มที่ทำการผลิตเองในการทดลองและนำมาหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด(total plate count), *Staphylococcus sp.*, *Salmonella sp.* และ *Escherichia coli* ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจุลินทรีย์ ค่าความเป็นกรด(pH) และค่า A_w ในมั่มที่ซื้อจากตลาดสด ในมั่มที่ทำการผลิตเอง

ชนิดของมั่ม	ค่าแสดง		จำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ (โคโลนี/กรัม)			
	pH	A_w	TPC	*Staphylococcus sp.*	*Salmonella sp.*	*E.coli*
มั่มที่ซื้อจากตลาดสด	4.62	0.854	6.5×10^{8}	4.3×10^{6}	<10	<10
มั่มที่ทำการผลิตเอง	4.93	0.839	2.6×10^{7}	1.5×10^{5}	<10	<10

จากตารางที่ 5 พบว่าปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมด(total plate count) และ *Staphylococcus sp.* ในมั่มที่ซื้อจากตลาดสดมีปริมาณ 6.5×10^{8} และ 4.3×10^{6} โคโลนี/กรัม ตามลำดับ และในมั่มที่ทำการผลิตเองมีปริมาณ 2.6×10^{7} และ 1.5×10^{5} โคโลนี/กรัม ตามลำดับ ซึ่งมั่มที่ทำการผลิตเองมีปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่ามั่มที่ซื้อจากตลาดสด เนื่องจากมั่มที่ขายในตลาดสดอาจมีสุขอนามัยในการผลิตไม่ดีทำให้พบจุลินทรีย์ในมั่มเป็นปริมาณมากกว่ามั่มที่ทำการผลิตเอง

ส่วนปริมาณของเชื้อ *Salmonella sp.* และ *Escherichia coli* ในมั่มที่ซื้อจากตลาดสดและในมั่มที่ทำการผลิตเองมีปริมาณไม่แตกต่างกัน เนื่องมาจากจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดดังกล่าวไม่สามารถเจริญได้ที่ค่า A_w ต่ำกว่า 0.93 และ 0.94 ตามลำดับ แต่ในมั่มที่ซื้อจากตลาดสดและในมั่มที่ทำการผลิตเองมีค่า A_w เท่ากับ 0.854 และ 0.839 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15766

4.2 ศึกษาผลของการเติมอีริโธรเบท(erythorbate)ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ และระยะเวลาในการหมักต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในมั่ม

จากการเติมสารอีริโธรเบทที่ความเข้มข้น 0, 100, 150 และ 200 ppm. ในมั่มและทำการหมักเป็นระยะเวลา 0, 3 และ 14 วัน แล้วนำมาหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด(total plate count), *Staphylococcus sp.*, *Salmonella sp.* และ *Escherichia coli* ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 6 และภาพที่ 4, 5, 6 และ 7

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการหมักมั่ม ความเข้มข้นของอีริโธรเบท (erythorbate) และจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค

ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ความเข้มข้นอีริโธรเบท (ppm.)	จำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ (โคโลนี/กรัม)			
		TPC	*Staphylococcus sp.*	*Salmonella sp.*	*E.coli*
0	0	4.7×10^{8} a	1.7×10^{5} a	2.4×10^{2} a	46 a
	100	3.6×10^{8} a	2.0×10^{5} a	6.5×10^{2} a	87 a
	150	5.3×10^{8} a	3.3×10^{5} a	4.2×10^{2} a	75 a
	200	4.5×10^{8} a	2.5×10^{5} a	3.1×10^{2} a	91 a
3	0	2.6×10^{7} b	1.5×10^{5} b	<10 b	<10 b
	100	5.6×10^{6} c	9.3×10^{3} c	<10 b	<10 b
	150	1.1×10^{6} c	6.9×10^{3} c	<10 b	<10 b
	200	7.0×10^{5} c	4.8×10^{3} c	<10 b	<10 b
14	0	1.8×10^{4} c	<10 d	<10 b	<10 b
	100	1.3×10^{4} e	<10 d	<10 b	<10 b
	150	8.1×10^{3} f	<10 d	<10 b	<10 b
	200	6.1×10^{3} f	<10 d	<10 b	<10 b

* ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 6 พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด(TPC)เมื่อไม่เติมสารอีริโธรเบทในมั่มที่เวลา 0, 3 และ 14 วันของการหมักมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) โดยมีปริมาณเท่ากับ 4.7×10^{8}, 2.6×10^{7} และ 6.1×10^{3} โคโลนี/กรัม ตามลำดับ

ส่วนปริมาณของเชื้อ *Staphylococcus sp.* ในมั่มเมื่อไม่เติมสารอีริโธรเบทพบว่าที่ 0, 3 และ 14 วันของการหมักมีปริมาณ *Staphylococcus sp.* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) โดยมีปริมาณเท่ากับ 1.7×10^{5}, 1.5×10^{5} และน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ

ส่วนปริมาณของเชื้อ *Salmonella sp.* ในมั่มเมื่อไม่เติมสารอีริโธรเบทพบว่าในวันที่ 0 ของการหมักมีปริมาณเท่ากับ 2.4×10^{2} โคโลนี/กรัม ในวันที่ 3 ของการหมักมั่มมีปริมาณน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม และในวันที่ 14 ของการหมักก็มีปริมาณน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม เช่นกัน

ส่วนปริมาณของเชื้อ *Escherichia coli* ในมั่มเมื่อไม่เติมสารอีริโธรเบทพบว่าในวันที่ 0 ของการหมักมีปริมาณเท่ากับ 46โคโลนี/กรัม ในวันที่ 3 ของการหมักมั่มมีปริมาณน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม และในวันที่ 14 ของการหมักก็มีปริมาณ น้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัมเช่นกัน

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในมั่มเมื่อเติมสารอีริโธรเบท 100 ppm. พบว่าในวันที่ 0, 3 และ 14 ของการหมักมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีปริมาณเท่ากับ 3.6×10^{8}, 5.6×10^{6} และ 1.3×10^{4} โคโลนี/กรัม ตามลำดับ

ส่วนปริมาณของเชื้อ *Staphylococcus sp.* ในมั่มเมื่อเติมสารอีริโธรเบท 100 ppm. พบว่าที่ 0, 3 และ 14 วันของการหมักมีปริมาณ *Staphylococcus sp.* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีปริมาณเท่ากับ 2.0×10^{5}, 9.3×10^{3} และน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ

ส่วนปริมาณของเชื้อ *Salmonella sp.* ในมั่มเมื่อเติมสารอีริโธรเบท 100 ppm. พบว่าในวันที่ 0 ของการหมักมีปริมาณเท่ากับ 6.5×10^{2} โคโลนี/กรัม ในวันที่ 3 ของการหมักมั่มมีปริมาณน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม และในวันที่ 14 ของการหมักก็มีปริมาณน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม เช่นกัน

ส่วนปริมาณของเชื้อ *Escherichia coli* ในมั่มเมื่อเติมสารอีริโธรเบท 100 ppm. พบว่าในวันที่ 0 ของการหมักมีปริมาณเท่ากับ 87 โคโลนี/กรัม ในวันที่ 3 ของการหมักมั่มมีปริมาณน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม และในวันที่ 14 ของการหมักก็มีปริมาณ น้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัมเช่นกัน

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในมั่มเมื่อเติมสารอีริโธรเบท 150 ppm. พบว่าในวันที่ 0, 3 และ 14 ของการหมักมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีปริมาณเท่ากับ 5.3×10^{8}, 1.1×10^{6} และ 8.1×10^{3} โคโลนี/กรัม ตามลำดับ

ส่วนปริมาณของเชื้อ *Staphylococcus sp.* ในมั่มเมื่อเติมสารอีริโธรเบท 150 ppm. พบว่าที่ 0, 3 และ 14 วันของการหมักมีปริมาณ *Staphylococcus sp.* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีปริมาณเท่ากับ 3.3×10^{5}, 6.9×10^{3} และน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ

ส่วนปริมาณของเชื้อ *Salmonella sp.* ในมั่มเมื่อเติมสารอีริโธรเบท 150 ppm. พบว่าในวันที่ 0 ของการหมักมีปริมาณเท่ากับ 4.2×10^{2} โคโลนี/กรัม ในวันที่ 3 ของการหมักมั่มมีปริมาณน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม และในวันที่ 14 ของการหมักก็มีปริมาณน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม เช่นกัน

ส่วนปริมาณของเชื้อ *Escherichia coli* ในมั่มเมื่อเติมสารอีริโธรเบท 150 ppm. พบว่าในวันที่ 0 ของการหมักมีปริมาณเท่ากับ 75 โคโลนี/กรัม ในวันที่ 3 ของการหมักมั่มมีปริมาณน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม และในวันที่ 14 ของการหมักก็มีปริมาณ น้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัมเช่นกัน

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในมั่มเมื่อเติมสารอีริโธรเบท 200 ppm. พบว่าในวันที่ 0, 3 และ 14 ของการหมักมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีปริมาณเท่ากับ 4.5×10^{8}, 7.0×10^{5} และ 6.1×10^{3} โคโลนี/กรัม ตามลำดับ

ส่วนปริมาณของเชื้อ *Staphylococcus sp.* ในมั่มเมื่อเติมสารอีริโธรเบท 200 ppm. พบว่าที่ 0, 3 และ 14 วันของการหมักมีปริมาณ *Staphylococcus sp.* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีปริมาณเท่ากับ 2.5×10^{5}, 4.8×10^{3} และน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ

ส่วนปริมาณของเชื้อ *Salmonella sp.* ในมั่มเมื่อเติมสารอีริโธรเบท 200 ppm. พบว่าในวันที่ 0 ของการหมักมีปริมาณเท่ากับ 3.1×10^{2} โคโลนี/กรัม ในวันที่ 3 ของการหมักมั่มมีปริมาณน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม และในวันที่ 14 ของการหมักก็มีปริมาณน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม เช่นกัน

ส่วนปริมาณของเชื้อ *Escherichia coli* ในมั่มเมื่อเติมสารอีริโธรเบท 200 ppm. พบว่าในวันที่ 0 ของการหมักมีปริมาณเท่ากับ 91 โคโลนี/กรัม ในวันที่ 3 ของการหมักมั่มมีปริมาณน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม และในวันที่ 14 ของการหมักก็มีปริมาณ น้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัมเช่นกัน

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณสารอีริโธรเบทที่ระดับความเข้มข้น 0, 100, 150 และ 200 ppm.ในมั่มภายหลังการหมักเป็นเวลา 0 วัน ต่อการยับยั้งการเจริญของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในวันที่ 3 ของการหมักพบว่าปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดในมั่มที่เติมสารอีริโธรเบทที่ 0 ppm. มีความแตกต่างกับสารอีริโธรเบทที่ระดับความเข้มข้น 100, 150 และ 200 ppm. แต่ที่ความเข้มข้น100, 150 และ 200 ppm. ปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกัน และในวันที่ 14 ของการหมักพบว่าปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดในมั่มที่เติมสารอีริโธรเบทที่ 0 ppm. มีความแตกต่างกับสารอีริโธรเบทที่ระดับความเข้มข้น 100, 150 และ 200 ppm. และที่ความเข้มข้น 100 มีความแตกต่าง

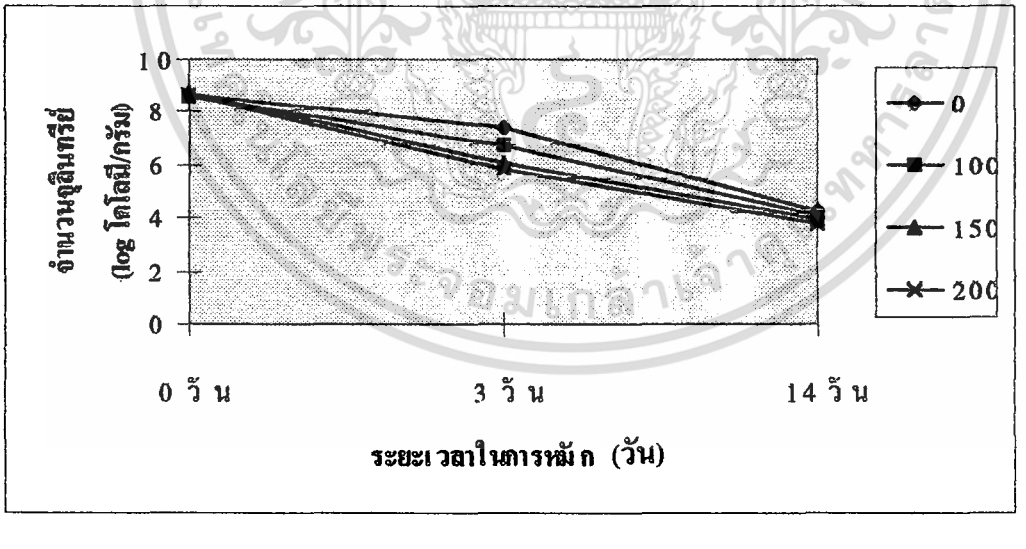
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับสารอีริโธรเบทที่ระดับความเข้มข้น 150 และ 200 ppm. แต่ที่ความเข้มข้น 150 และ 200 ppm. ปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกัน

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณสารอีริโธรเบทที่ระดับความเข้มข้น 0, 100, 150 และ 200 ppm.ในมั่มภายหลังการหมักเป็นเวลา 0 วัน ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus sp.* พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในวันที่ 3 ของการหมักพบว่าปริมาณของเชื้อ *Staphylococcus sp.* ในมั่มที่เติมสารอีริโธรเบท 0 ppm. มีความแตกต่างกับสารอีริโธรเบทที่ระดับความเข้มข้น 100, 150 และ 200 ppm. แต่ที่ความเข้มข้น 100, 150 และ 200 ppm. ไม่มีความแตกต่างกัน และในวันที่ 14 ของการหมักพบว่าสารอีริโธรเบทที่ความเข้มข้น 0, 100, 150 และ 200 ppm. ปริมาณของเชื้อ *Staphylococcus sp.* ไม่มีความแตกต่างกัน

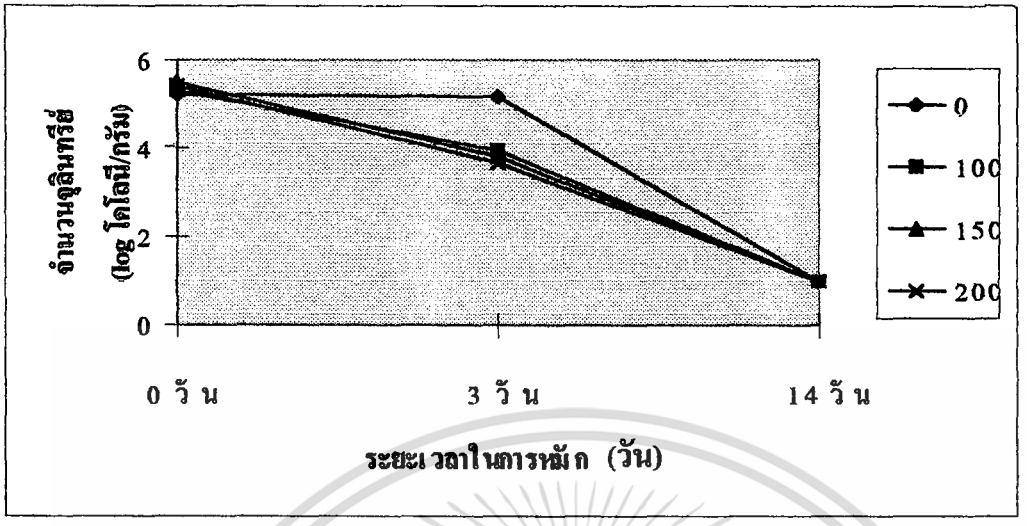
เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณสารอีริโธรเบทที่ระดับความเข้มข้น 0, 100, 150 และ 200 ppm.ในมั่มภายหลังการหมักเป็นเวลา 0, 3 และ 14 วัน ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella sp.* พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณสารอีริโธรเบทที่ระดับความเข้มข้น 0, 100, 150 และ 200 ppm.ในมั่มภายหลังการหมักเป็นเวลา 0, 3 และ 14 วัน ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli* พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

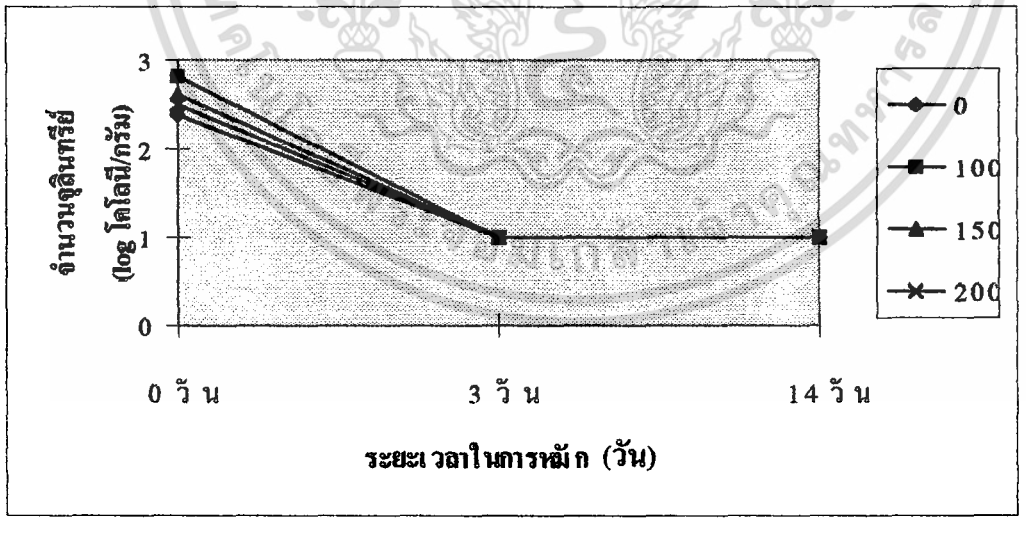


ภาพที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดกับระยะเวลาในการหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

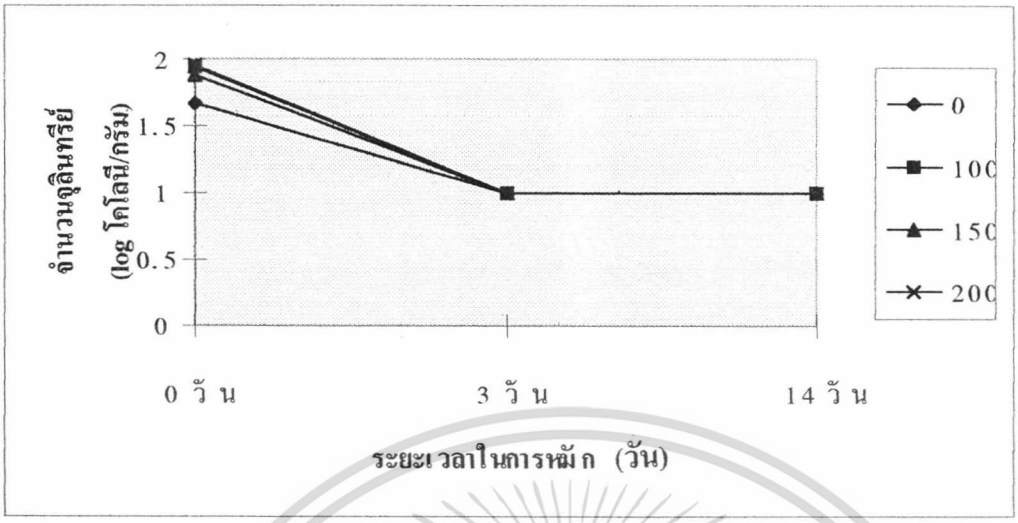


ภาพที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน *Staphylococcus sp.* กับระยะเวลาในการหมัก



ภาพที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน *Salmonella sp.*กับระยะเวลาในการหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน *Escherichia coli* กับระยะเวลาในการหมัก

4.3 ศึกษาถึงผลของการเติมอีริโธรเบทและระยะเวลาในการหมัก ต่อค่าความเป็นกรด(pH)และปริมาณน้ำอิสระ(A_w)ที่มีอยู่ในมั่ม ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 7, ภาพที่ 8 และ 9

ตารางที่ 7 แสดงความเป็นกรด(pH) และปริมาณน้ำอิสระ (A_w) ของผลิตภัณฑ์มั่มที่เติมสาร erythorbate ที่ความเข้มข้นต่างๆภายหลังการหมักเป็นเวลา 3 และ 14 วัน

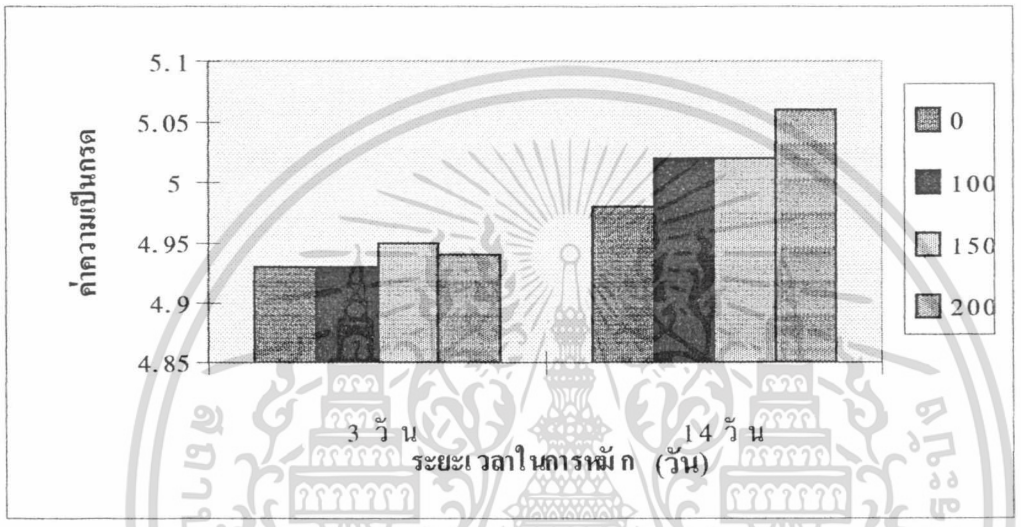
ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ค่าแสดง	ความเข้มข้นของสาร erythorbate (ppm.)			
		0	100	150	200
3	pH	4.93[a]	4.93[a]	4.95[a]	4.94[a]
	A_w	0.839[b]	0.838[b]	0.846[b]	0.836[b]
14	pH	4.98[c]	5.02[c]	5.02[c]	5.06[c]
	A_w	0.612[d]	0.618[d]	0.604[d]	0.605[d]

* ตัวอักษรเหมือนกันตามแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

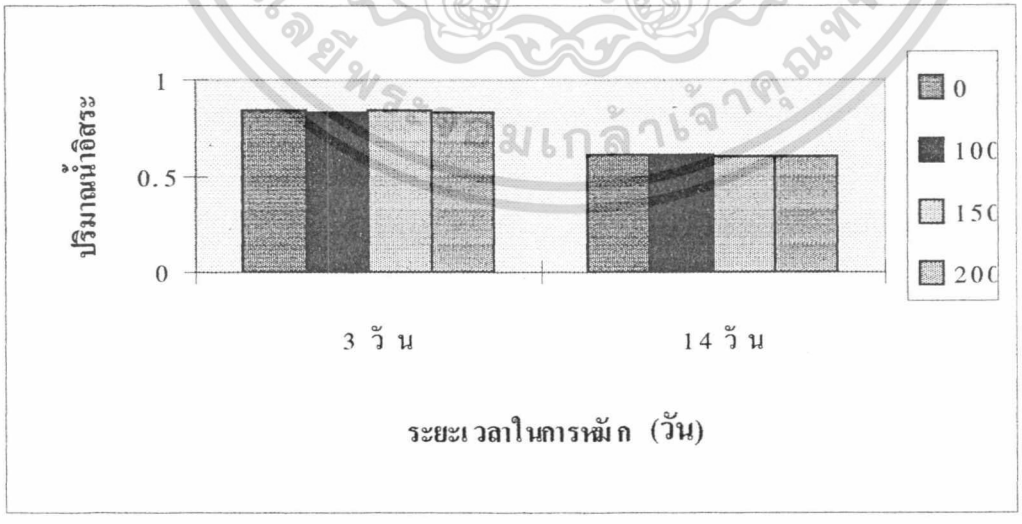
จากตารางที่ 7 พบว่าสารอีริโธรเบทที่ความเข้มข้น 0, 100, 150 และ 200 ppm. เมื่อหมักมั่มเป็นเวลา 3 และ 14 วันจะไม่ทำให้ค่าความเป็นกรดของมั่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนสารอีริโธรเบทที่ความเข้มข้น 0, 100, 150 และ 200 ppm. เมื่อหมักมั่มเป็นเวลา 3 และ 14 วันจะไม่ทำให้ค่า A_w ของมั่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่ในวันที่ 3 ของการหมักมั่มที่ความเข้มข้นต่างๆของสารอีริโธรเบทจะมีค่า A_w แตกต่างกับวันที่ 14 ของการหมักมั่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เนื่องจากเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นทำให้มีค่า A_w ลดลง



ภาพที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด(pH) กับระยะเวลาในการหมัก



ภาพที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำอิสระ(A_w) กับระยะเวลาในการหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

มั่มที่ซื้อในตลาดสดมีปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมด และ *Staphylococcus sp.* ในปริมาณที่มากกว่ามั่มที่ทำการผลิตเอง เนื่องมาจากมั่มที่ซื้อในตลาดสดจะมีสุขลักษณะในการผลิตที่ไม่ดีดังนั้นก่อนการบริโภคควรนำมั่มมาทำการปิ้ง ย่าง หรือลวกให้สุกก่อนบริโภค ส่วนเชื้อ *Salmonella sp.* และ *E. coli* ไม่สามารถเจริญได้ทั้งในมั่มที่ซื้อจากตลาด และมั่มที่ทำการผลิตเองเนื่องมาจากมีค่า A_w ต่ำกว่าค่าที่ต่ำที่สุดที่สามารถเจริญได้

ในผลิตภัณฑ์มั่มเมื่อทำการหมักมั่มเป็นเวลา 3 วัน มั่มจะมีปริมาณน้ำอิสระ(A_w) 0.839 และมีค่าความเป็นกรด(pH) 4.93 เนื่องจากปริมาณน้ำอิสระในมั่มมีค่าลดลงซึ่งมีผลทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด(TPC)ลดลงจาก 4.7×10^{8} โคโลนี/กรัม เหลือ 2.6×10^{7} โคโลนี/กรัม และมีปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคลดลงด้วยคือ *Staphylococcus sp.* ก่อนทำการหมักมีปริมาณ 1.7×10^{5} โคโลนี/กรัม ภายหลังการหมักมีปริมาณ 1.5×10^{5} โคโลนี/กรัม ส่วนเชื้อ*Salmonella sp.* และ *E. coli* นั้นเมื่อทำการหมักมั่มเป็นเวลา 3 วัน แล้วมีปริมาณน้ำอิสระ(A_w) 0.839 นั้นทำให้เชื้อทั้งสองตัวนี้ไม่สามารถเจริญได้เนื่องจาก *Salmonella sp.* และ *E. coli* มีปริมาณน้ำอิสระ (A_w)ที่ต่ำที่สุดที่สามารถเจริญได้คือ 0.95 และ 0.94 ตามลำดับ และเมื่อทำการหมักมั่มเป็นเวลา 14 วัน มั่มจะมีปริมาณน้ำอิสระ(A_w) 0.610 ซึ่งทำให้เชื้อ *Staphylococcus sp. Salmonella sp.* และ *E. coli* ไม่สามารถเจริญได้

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการยับยั้งปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และ *Staphylococcus sp.*ของสารอีริโธรเบทที่ความเข้มข้น 100 150 และ 200 ppm. ภายหลังการหมักเป็นเวลา 3 วันพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน แต่จะแตกต่างจากตัวอย่างที่ไม่มีการเติมสารอีริโธรเบท เนื่องจากการเติมสารอีริโธรเบทนั้นมีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และ *Staphylococcus sp.* โดยจะมีผลต่อ *Staphylococcus sp.* มากที่สุดเพราะทำให้มีปริมาณลดลงมากที่สุด ส่วน *Salmonella sp.* และ *E. coli* นั้นเนื่องจากที่ระยะเวลาการหมัก 3 วันมั่มจะมีปริมาณน้ำอิสระ (A_w) 0.840 ทำให้เชื้อทั้งสองตัวนี้ไม่สามารถเจริญได้เนื่องจาก *Salmonella sp.* และ *E. coli* มีปริมาณน้ำอิสระที่ต่ำที่สุดที่สามารถเจริญได้คือ 0.95 และ 0.94 ตามลำดับ ทำให้สารอีริโธรเบทไม่มีผลในการยับยั้ง *Salmonella sp.* และ *E. coli* ในมั่มที่การหมักเป็นเวลา 3 วัน

ในการหมักมั่มที่เวลา 14 วันซึ่งจะมีปริมาณน้ำอิสระ 0.610 ทำให้เชื้อ *Staphylococcus sp. Salmonella sp.* และ *E. coli* ไม่สามารถที่จะเจริญได้เนื่องจากมีปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุดที่สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่สามารถยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคในมั่มก็คือ ปริมาณน้ำอิสระ (A_w) ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella sp.* และ *E. coli* ที่ระยะเวลาการหมัก 3 วันได้ และสารอีริโธรเบทมีผลในการยับยั้ง *Staphylococcus sp.* มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2536. เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหาร. กระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพ ฯ.

ปรีชา หมายพึ่ง. 2531. การศึกษาชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นตัวการสำคัญในการหมักมั่ม วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

วราวุฒิ ครูส่ง. 2538. จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

วราวุฒิ ครูส่ง. 2539. บทปฏิบัติการจุลชีววิทยาอาหารขั้นสูง. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2527. จุลชีววิทยาทางอาหาร. ภาควิชาชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. กรุงเทพฯ.

Banwart, G.J. 1983. Basic food microbiology. AVI Publishing Com., Inc. Westport, Connecticut

Branen, A.L., P.M. Davidson and S. Salmiyen. 1989. Food Additive. Marcell Dekker, Inc. Newyork. USA.

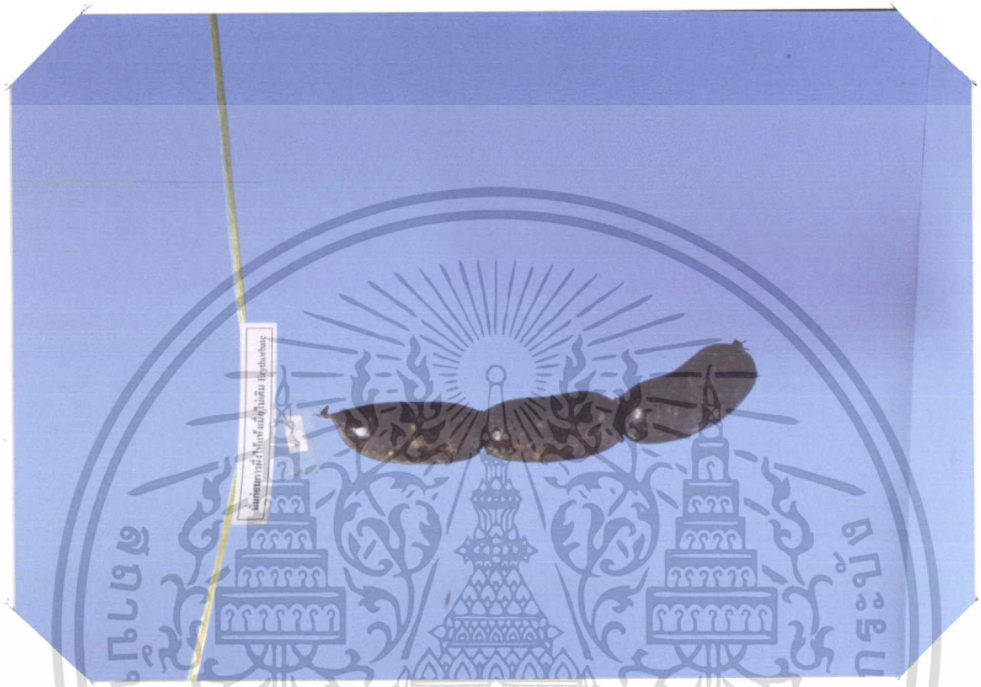
Maga, J.A. and A.T. Tu. 1994. Food Additive Toxicology. Marcell Dekker, Inc. Newyork. USA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

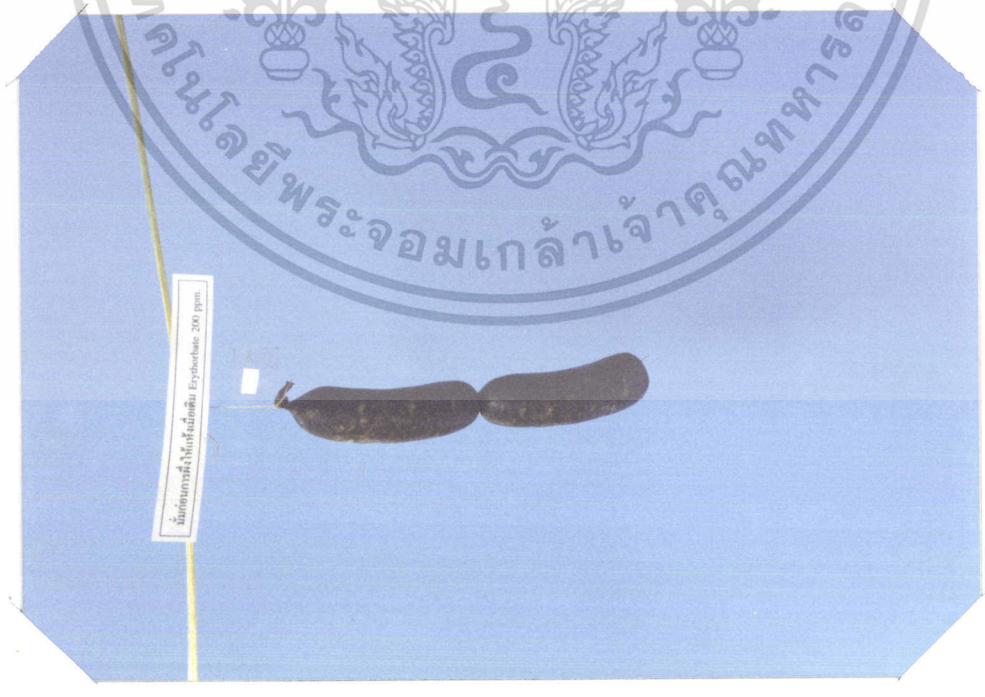


ภาพภาคผนวกที่ ก.1 แสดงลักษณะของมั่มที่ไม่เติมอีริโธรเบทก่อนทำการหมัก

ภาพภาคผนวกที่ ก.2 แสดงลักษณะของมั่มที่เติมอีริโธรเบท 100 ppm.ก่อนทำการหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

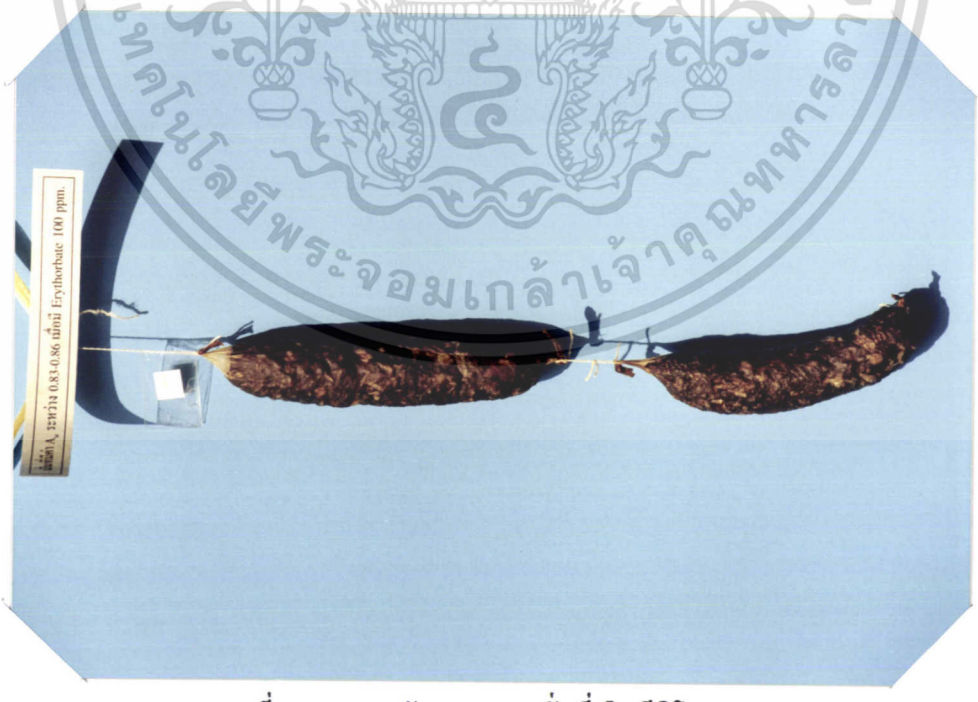
ภาพภาคผนวกที่ ก.3 แสดงลักษณะของมั่มที่เติมอีริโธรเบท 150 ppm.ก่อนทำการหมัก



ภาพภาคผนวกที่ ก.4 แสดงลักษณะของมั่มที่เติมอีริโธรเบท 200 ppm.ก่อนทำการหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

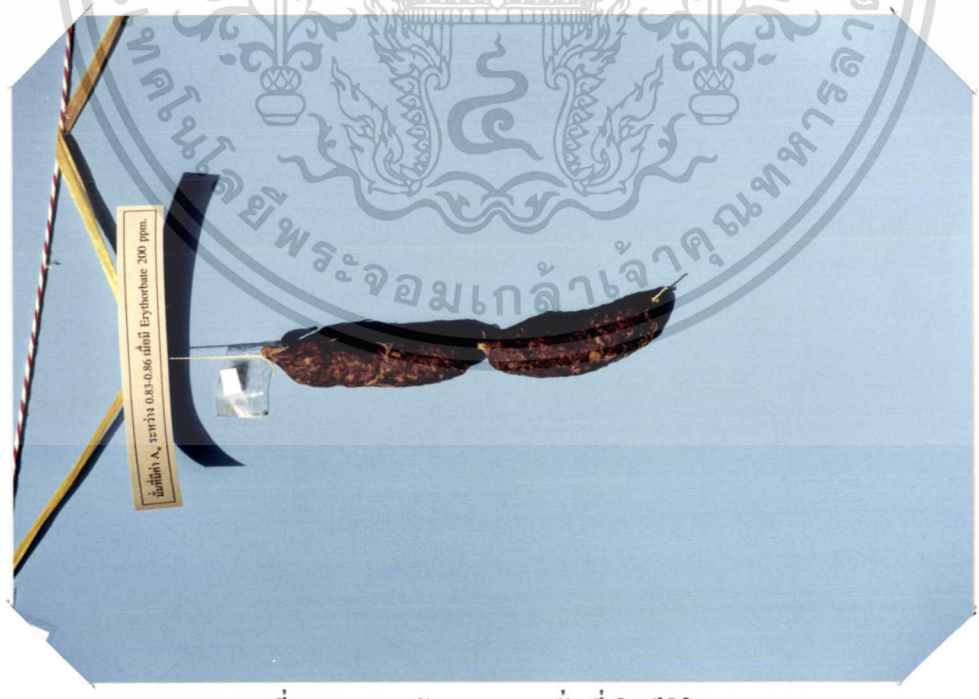
ภาพภาคผนวกที่ ก.5 แสดงลักษณะของมั่มที่ไม่เติมอีริโธรเบท
ภายหลังการหมักเป็นเวลา 3 วัน



ภาพภาคผนวกที่ ก.6 แสดงลักษณะของมั่มที่เติมอีริโธรเบท 100 ppm.
ภายหลังการหมักเป็นเวลา 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพภาคผนวกที่ ก.7 แสดงลักษณะของมั่มที่เติมอีริโธรเบท 150 ppm.
ภายหลังการหมักเป็นเวลา 3 วัน



ภาพภาคผนวกที่ ก.8 แสดงลักษณะของมั่มที่เติมอีริโธรเบท 200 ppm.
ภายหลังการหมักเป็นเวลา 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพภาคผนวกที่ ก.9 แสดงลักษณะของมั่มที่ไม่เติมอีริโธรเบท
ภายหลังการหมักเป็นเวลา 14 วัน

ภาพภาคผนวกที่ ก.10 แสดงลักษณะของมั่มที่เติมอีริโธรเบท 100 ppm.
ภายหลังการหมักเป็นเวลา 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพภาคผนวกที่ ก.11 แสดงลักษณะของมั่มที่เติมอีริโธรเบท 150 ppm.
ภายหลังการหมักเป็นเวลา 14 วัน

ภาพภาคผนวกที่ ก.12 แสดงลักษณะของมั่มที่เติมอีริโธรเบท 200 ppm.
ภายหลังการหมักเป็นเวลา 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางภาคผนวกที่ ข.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการหมักมั่ม ความเข้มข้นของอีริโธรเบท และจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค (log โคโลนี/กรัม)

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	ความเข้มข้นอีริโธรเบท (ppm.)	จำนวนของจุลินทรีย์ (log โคโลนี/กรัม)			
		TPC	*Staphylococcus sp.*	*Salmonella sp.*	*E. coli*
0	0	8.67	5.23	2.38	1.66
	100	8.56	5.30	2.81	1.94
	150	8.72	5.52	2.62	1.88
	200	8.65	5.40	2.49	1.96
3	0	7.41	5.18	1	1
	100	6.75	3.79	1	1
	150	6.04	3.84	1	1
	200	5.85	3.68	1	1
14	0	4.26	1	1	1
	100	4.11	1	1	1
	150	3.91	1	1	1
	200	3.79	1	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางภาคผนวกที่ ค.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่อความเข้มข้นของสารอีริโธรเบท

ANOVA

SOV	Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	135.395	11	12.309	2659.734	.000
error	.111	24	4.628E-03		
total	135.506	35			

ตารางภาคผนวกที่ ค 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ *Staphylococcus sp.*ต่อความเข้มข้นของสารอีริโธรเบท

ANOVA

SOV	Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	125.869	11	11.443	2322.077	.000
error	.118	24	4.928E-03		
total	125.988	35			

ตารางภาคผนวกที่ ค.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ *Salmonella sp.*ต่อความเข้มข้นของสารอีริโธรเบท

ANOVA

SOV	Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	28.019	11	2.547	8.121	.000
error	7.527	24	.314		
total	35.547	35			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวกที่ ค.4</u> การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ *E. coli* ต่อความเข้มข้นของสารอีริโธรเบท

ANOVA

SOV	Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	5.555	11	0.505	19.494	.000
error	0.622	24	2.592E-02		
total	6.177	35			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

<u>สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการทดลอง</u>

ง.1. Plate Count Agar (PCA) ประกอบด้วย

ทริปโตน หรือ ทริปติเคส (Tryptone or Trypticase)	5.0	กรัม
ยีสต์สกัด	2.5	กรัม
น้ำตาลกลูโคส	1.0	กรัม
วุ้น	15.0	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ปรับ pH เท่ากับ 7.0±0.1 บรรจุลงขวดฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ง.2. อาหารแข็ง Baird Parker (BP agar) ประกอบด้วย

ทริปโตน (Tryptone)	10.0	กรัม
Beef extract	5.0	กรัม
ยีสต์สกัด	2.5	กรัม
ไกลซีน	12.0	กรัม
โซเดียมไพรูเวท	10.0	กรัม
ลิเทียมคลอไรด์	5.0	กรัม
วุ้น	20.0	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ปรับ pH เท่ากับ 7.0±0.2 ให้ความร้อนจนสารละลายเดือด ไม่จำเป็นต้องฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน และก่อนใช้งานให้เติม Bacto EY Tellurite

ง.3. อาหารแข็ง Xylose-Lysine Deoxycholate (XLD agar) ประกอบด้วย

ยีสต์สกัด	3.0	กรัม
L-lysine	5.0	กรัม
ไซโลส	3.75	กรัม
Ferric ammonium citrate	0.8	กรัม
โซเดียมไทโอซัลเฟต	6.8	กรัม
โซเดียมคลอไรด์	5.0	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลแลคโตส	7.5	กรัม
น้ำตาลซูโครส	7.5	กรัม
โซเดียมดีออกซีคลอเลท	2.5	กรัม
ฟีนอลเรด	0.08	กรัม
วุ้น	15	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ปรับ pH เท่ากับ 7.0±0.2 ให้ความร้อนจนวุ้นละลายไม่ต้องทำการฆ่าเชื้อ

ง.4. อาหารแข็ง Eosin methylene blue (EMB agar) ประกอบด้วย

เปปโตน	10.0	กรัม
น้ำตาลแลคโตส	5.0	กรัม
น้ำตาลซูโครส	5.0	กรัม
Eosin Y	0.4	กรัม
โพแทสเซียมฟอสเฟต	2.0	กรัม
Methylene blue	0.063	กรัม
วุ้น	113.5	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ปรับ pH เท่ากับ 7.0±0.2 ให้ความร้อนจนวุ้นละลาย บรรจุลงขวดและทำการฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ง.5. อาหาร MR-VP ประกอบด้วย

เปปโตน	7.0	กรัม
น้ำตาลกลูโคส	5.0	กรัม
ไดโปแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟส	5.0	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ละลายส่วนผสมในน้ำกลั่น 88 มิลลิลิตร พร้อมทั้งให้ความร้อนอ่อนๆจากนั้นปล่อยให้เย็นและปรับ pH เท่ากับ 6.9±0.2 ทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง.6. อาหาร Indole ประกอบด้วย

L-Tryptone	1.0	กรัม
โปแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต	0.27	กรัม
โซเดียมคลอไรด์	1.0	กรัม
ไดโปแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต	3.13	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ปรับ pH เท่ากับ 7.2±0.2 ทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวศุทธินี รังษิยาภา

-เกิดเมื่อวันที่ 25 ธันวาคม 2519

-สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนบดินทรเดชา(สิงห์ สิงหเสนี) พ.ศ. 2537

-จบการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วทบ.) สาขาเทคโนโลยีการหมัก ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2541

นางสาวหทัย แป้นสมบูรณ์

-เกิดเมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2518

-สำเร็จชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนพรตพิทยพยัต พ.ศ. 2536

-จบการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วทบ.) สาขาเทคโนโลยีการหมัก ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้