ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

เรื่อง

การตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์รวมและยีสต์ – ราในลูกไก่คัดทิ้ง
ที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกและกรดฟอร์มิกเป็นเวลา 6 สัปดาห์

Total Plate Count and Yeast-Mould Count in Culling Chick
Fermented by Propionic Acid and Formic Acid for 6 Weeks Period

โดย

นางสาวรังษิยา แสงสุกวาว

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา .....

(ผศ. อนุชา แสงโสภณ)

ภาควิชารับรอง

.....

(รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

วันที่ 18 **เดือน** สิงหาคม **พ.ศ.** 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18523

หอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์รวมและยีสต์ – ราในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกและกรดฟอร์มิกเป็นเวลา 6 สัปดาห์

Total Plate Count and Yeast-Mould Count in Culling Chick Fermented by Propionic Acid and Formic Acid for 6 Weeks Period

T100716

โดย

นางสาวรังษิยา แสงสุกวาว

เสนอ

ปพ.
ร297ก
2544

เลขหมู่.....
จดทะเบียน 100716
เมื่อวันที่ 23 JUN 2003

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร

พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์รวมและยีสต์-รา ในลูกไก่คัดทิ้ง ที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกและกรดฟอร์มิกเป็นเวลา 6 สัปดาห์

Total Plate Count and Yeast-Mould Count in Culling Chick Fermented by Propionic Acid and Formic Acid for 6 Weeks Period

การตรวจเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดอินทรีย์บางชนิด ทำการทดลองโดยการนำลูกไก่คัดทิ้งมาบด แล้วหมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก 85 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักลูกไก่คัดทิ้ง , หมักด้วยสารละลายกรดฟอร์มิก 85 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักลูกไก่คัดทิ้ง และหมักด้วยสารละลายกรด โพรพิโอนิก 85 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ สารละลายกรดฟอร์มิก 85 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักลูกไก่คัดทิ้ง เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เติมกรด พบว่า เมื่อนำ จุลินทรีย์ที่ตรวจพบมาเปลี่ยนเป็นค่า log แล้วเปรียบเทียบทางสถิติ ปรากฏว่า เมื่อเริ่มหมัก ลูกไก่คัดทิ้งที่เติมกรด มีจำนวนจุลินทรีย์ลดลงจากกลุ่มควบคุมซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใช้กรดฟอร์มิกหมักลูกไก่คัดทิ้งจะพบจำนวนจุลินทรีย์น้อยที่สุด คือ 5.4879 รองลงมา คือ การหมักด้วยกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก กรดโพรพิโอนิก และกลุ่มควบคุม โดยมีจำนวนจุลินทรีย์เท่ากับ 5.4437 , 8.5123 และ 14.3575 ตามลำดับ และเมื่อทำการหมักเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า การใช้กรดฟอร์มิกหมักลูกไก่คัดทิ้งจะพบจำนวนจุลินทรีย์น้อยที่สุด คือ 6.8827 รองลงมา คือ การหมักด้วยกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก กรดโพรพิ-โอนิก ตามลำดับ และการใช้กรดฟอร์มิกและการใช้กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบจำนวนจุลินทรีย์ 6.8827 และ 6.9022 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาที่ทำการหมัก พบว่า เมื่อใช้เวลาการหมักนานขึ้นไป จำนวนจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ จนถึงสัปดาห์ที่ 4 และจะเริ่มลดลงในสัปดาห์ที่ 5 และ 6 ตามลำดับ

การตรวจยีสต์และราในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดอินทรีย์บางชนิด เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เติมกรด พบว่า เมื่อนำจุลินทรีย์ที่ตรวจพบมาเปลี่ยนเป็นค่า log แล้วเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางสถิติ ปรากฏว่า เมื่อเริ่มหมัก ลูกไก่คัดทิ้งที่เติมกรด จะตรวจไม่พบการเจริญของยีสต์และราเลย เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และเมื่อทำการหมักเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า ไม่มีการเจริญของยีสต์และราเลยทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง

เมื่อพิจารณาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดมาเปรียบเทียบทางสถิติกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เติมกรด ปรากฏว่า เมื่อเริ่มหมักลูกไก่คัดทิ้งที่เติมกรดมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ลดลงจากกลุ่มควบคุม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใช้กรดฟอร์มิกหมักลูกไก่คัดทิ้งมีค่าความเป็นกรด-ด่างน้อยที่สุด คือ 4.3667 รองลงมา คือ การหมักด้วยกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก กรดโพรพิโอนิก และกลุ่มควบคุม ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.5333 , 5.2667 และ 6.8000 ตามลำดับ และเมื่อทำการหมักเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง ของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดฟอร์มิก มีค่าต่ำสุด คือ 5.1762 รองลงมา คือ การหมักด้วยกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิกและกรดโพรพิโอนิก ตามลำดับ โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.4429 และ 5.8381 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และเมื่อใช้เวลาหมักนานขึ้น พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ จนถึงสัปดาห์ที่ 3 และหลังจากนั้นจะเริ่มลดลงเรื่อย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี ข้าพเจ้าต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ และให้คำแนะนำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์อนุชา แสงโสภณ และอาจารย์กนกรัตน์ ศรีกิจเกษมวัฒน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำในการทำงาน ตลอดจนช่วยเหลือในการแก้ไขสิ่งบกพร่องต่าง ๆ จนปัญหาพิเศษฉบับนี้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบคุณที่อาจารย์ได้กรุณาเสียสละเวลาให้ ขอขอบพระคุณ อาจารย์ คมแข พิลาสมบัติ และท่านผู้ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความกรุณาอำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือ ดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี รวมทั้ง ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ณหทัย วิจิตรโรทัย และอาจารย์ จรรยา คงฤทธิ์ ที่ช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงานและเอื้อเฟื้ออุปกรณ์บางอย่าง

ขอขอบพระคุณ ห้องสมุดทุกสถาบันที่เป็นแหล่งข้อมูลในการค้นคว้า รุ่นพี่ร่วมสถาบันและเพื่อน ๆ ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด และขอขอบพระคุณโรงฟักไข่หนองจอก ที่ได้อนุเคราะห์ลูกไก่คัดทิ้งในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ เป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่เป็นกำลังใจ ให้การสนับสนุน และอุปการะในด้านการศึกษา ทำให้ข้าพเจ้าทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ได้สำเร็จอย่างสมบูรณ์

นางสาวรังษิยา แสงสุกวาว

21 กุมภาพันธ์ 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	16
ผลการทดลอง	
ผลการตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดต่างชนิดกัน	20
ผลการตรวจนับจำนวนยีสต์และราในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดต่างชนิดกัน	22
ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดต่างชนิดกัน	23
การวิเคราะห์ผลทางสถิติของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรด	25
การวิเคราะห์ผลทางสถิติของจำนวนยีสต์และราที่พบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรด	31
การวิเคราะห์ผลทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรด	32
สรุปผลการทดลองและวิจารณ์	38
เอกสารอ้างอิง	41
ภาคผนวก	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (colony/g) ที่นับได้ในลูกไก่คัดทิ้งหมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก และกลุ่มควบคุม เป็นเวลา 6 สัปดาห์	21
2	แสดงจำนวนยีสต์และรา (colony/g) ที่นับได้ในลูกไก่คัดทิ้งหมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เป็นเวลา 6 สัปดาห์	22
3	แสดงค่าความเป็นกรด – ด่าง ในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เป็นเวลา 6 สัปดาห์	24
4	แสดงค่าเฉลี่ยโดยคำนวณเป็นค่า log ของจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อเริ่มหมัก	25
5	แสดงค่าเฉลี่ยโดยคำนวณเป็นค่า log ของจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เป็นเวลา 6 สัปดาห์	27
6	แสดงค่าเฉลี่ยโดยคำนวณเป็นค่า log ของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่หมักด้วยกรด จากสัปดาห์ที่ 0 ถึง สัปดาห์ที่ 6	28
7	แสดงค่าเฉลี่ยโดยคำนวณเป็นค่า log ของจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อทำการหมักเป็นเวลา 6 สัปดาห์	29
8	แสดงค่าเฉลี่ยโดยคำนวณเป็นค่า log ของจำนวนยีสต์และราที่ตรวจพบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อเริ่มหมัก	31
9	แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด–ด่างในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อเริ่มหมัก	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10 แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด – ด่าง ในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ 34

11 แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด–ด่างในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดจากสัปดาห์ที่ 0 ถึง 6 35

12 แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด – ด่างในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอ-นิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อทำการหมักเป็นเวลา 6 สัปดาห์ 36

ตารางผนวกที่

1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนจุลินทรีย์โดยรวมที่พบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อเริ่มหมัก 48

2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนจุลินทรีย์โดยรวมที่พบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ 48

3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนยีสต์และราที่พบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อเริ่มหมัก 49

4 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความเป็นกรด-ด่างในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อเริ่มหมัก 49

5 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความเป็นกรด-ด่างในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงค่าเฉลี่ยโดยคำนวณเป็นค่า log ของจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อเริ่มหมัก	26
2	แสดงค่าเฉลี่ยโดยคำนวณเป็นค่า log ของจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เป็นเวลา 6 สัปดาห์	27
3	แสดงค่าเฉลี่ยโดยคำนวณเป็นค่า log ของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรด จากสัปดาห์ที่ 0 ถึง สัปดาห์ที่ 6	28
4	แสดงค่าเฉลี่ยโดยคำนวณเป็นค่า log ของจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อทำการหมักเป็นเวลา 6 สัปดาห์	30
5	แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อเริ่มหมัก	33
6	แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อเริ่มหมัก	34
7	แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด–ด่าง ในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดจากสัปดาห์ที่ 0 ถึง 6	35
8	แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด–ด่างในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อทำการหมักเป็นเวลา 6 สัปดาห์	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์รวมและยีสต์-รา ในลูกไก่คัดทิ้ง ที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกและกรดฟอร์มิกเป็นเวลา 6 สัปดาห์

Total Plate Count and Yeast-Mould Count in Culling Chick Fermented by Propionic Acid and Formic Acid for 6 Weeks Period

คำนำ

ในปัจจุบันไก่เป็นสัตว์ปีกเศรษฐกิจที่ได้รับความนิยม ในการนำมาใช้เป็นอาหาร ไม่ว่าจะเป็นทั้งไข่ไก่และเนื้อไก่ และการเลี้ยงไก่ได้มีการขยายตัวกันอย่างกว้างขวางกลายเป็นอุตสาหกรรมที่มีขนาดใหญ่ โรงฟักเป็นหนึ่งแหล่งในการผลิตลูกไก่มาป้อนสู่ตลาด แต่ในการฟักไข่ส่งผลให้มีของเสียเกิดขึ้นในปริมาณมาก ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ จึงยังมีปัญหาในการที่จะกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นนั้น

การกำจัดของเสียจากโรงฟัก (hatchery waste disposal) ซึ่งของเสียที่ได้จากโรงฟักนั้น ได้แก่ ไข่เชื้อตาย ไข่ตายโคม เปลือกไข่ฟัก ลูกไก่คัดทิ้ง และตาย ซึ่งจะต้องหาทางกำจัดไม่ควรปล่อยทิ้งไว้บริเวณโรงฟัก เป็นที่หมักหมมเชื้อโรค ของเสียต่าง ๆ จากโรงฟัก ถ้ามีปริมาณมาก อาจขายหรือนำไปทำประโยชน์ได้ เช่น ไข่เชื้อตายอาจนำไปต้ม แล้วบดเป็นอาหารสัตว์ หรืออาหารปลาได้ ไข่ตายโคม ลูกไก่คัดทิ้ง และตาย นำไปใช้เลี้ยงปลาดุกหรือปลาสวายหรือเลี้ยงจระเข้ ส่วนเปลือกไข่อาจนำไปเผา เพื่อนำถ่านไปใช้ประโยชน์หรือนำไปฆ่าเชื้อ แล้วบดให้ละเอียดใช้เป็นแหล่งอาหารแคลเซี่ยม และฟอสฟอรัส เลี้ยงสัตว์ได้ (ปฐม , 2540) ดังนั้นเพื่อที่จะช่วยยืดระยะเวลาในการเก็บรักษาของเสียเหล่านั้น จึงมีการศึกษาใช้วิธีการหมักเหมือนกับการหมักเศษปลา หรือของเสียจากปลา เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ได้ในยามที่อาหารสัตว์ขาดแคลน นอกจากนั้น ยังเป็นการใช้ของเสียที่มีอยู่และหาง่ายมาใช้ประโยชน์ในการลดต้นทุนการผลิต ทำให้ผู้เลี้ยงมีรายได้หรือทำกำไรได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเจริญของจุลินทรีย์เมื่อใช้กรดอินทรีย์บางชนิดในการเก็บรักษาลูกไก่คัดทิ้ง
2. เพื่อศึกษาถึงระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดอินทรีย์บางชนิด
3. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำของเสียที่ได้จากโรงฟัก มาใช้เป็นแหล่งอาหารสัตว์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงผลของการหมักลูกไก่คัดทิ้งด้วยกรดอินทรีย์บางชนิด
2. สามารถยืดระยะเวลาการเก็บรักษาลูกไก่คัดทิ้ง ซึ่งเป็นของเสียจากโรงฟักได้นานขึ้น
3. สามารถนำลูกไก่คัดทิ้งที่หมักนั้น ไปใช้ประโยชน์ทางด้านแหล่งอาหารสัตว์ เพื่อทดแทนวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

สัตว์ปีกเป็นอาหารประเภทเนื้อสัตว์ที่ให้โปรตีนสูงต่อร่างกาย สัตว์ปีกที่จำหน่ายกันทั่วไปได้แก่ ไก่ เป็ด ไก่งวง ห่าน และนก (บัญญัติ , 2534) ซึ่งปัจจุบันมีฟาร์มที่เลี้ยงสัตว์ปีกประเภทไก่เป็นจำนวนมาก และในแต่ละเดือนโรงฟักไข่จะผลิตลูกไก่ออกสู่ตลาดเป็นจำนวนมากเช่นเดียวกัน จากการฟักไข่แต่ละครั้งจะมีปริมาณของเสียเกิดขึ้น ซึ่งได้แก่ ไข่ตายโคม เศษเปลือกไข่ และลูกไก่คัดทิ้ง

เนื้อเยื่อและเลือดของสัตว์แต่ละชนิดจะให้คุณค่าทางอาหารสูงแก่ร่างกาย เพราะมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายอยู่มากมาย จึงเหมาะสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์เช่นเดียวกัน ดังนั้นเนื้อสัตว์จึงเน่าเสียได้รวดเร็ว ถ้าหากนำเนื้อสัตว์ไปแช่แข็งจะเก็บรักษาได้ในช่วงเวลานานโดยไม่เน่าเสียแต่ถ้าหากเก็บรักษาไว้ในที่อุณหภูมิสูงขึ้น เช่น อุณหภูมิของตู้เย็น จะเน่าเสียในช่วงเวลาสั้น ๆ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ เกิดจากการย่อยสลายตัวเอง (autolysis) ของเอนไซม์จากเนื้อสัตว์หรือจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน โดยที่โปรตีนจะถูกย่อยสลายเป็นกรดอะมิโน และจะมีการเปลี่ยนแปลงต่อไปจนทำให้เน่าเสียและมีกลิ่นเน่าเกิดขึ้น (บัญญัติ , 2534)

จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในเนื้อไก่ มีแหล่งที่มาเช่นเดียวกับในเนื้อหมูและเนื้อวัว ชนิดของจุลินทรีย์ที่พบมีทั้งแบคทีเรีย รา และยีสต์ (วิลาวัณย์ , 2537)

เนื่องจากยีสต์และราเป็นสาเหตุการเสียของอาหารอยู่เสมอ การตรวจนับจำนวนของยีสต์และราในอาหารจึงเป็นสิ่งจำเป็น การนับจำนวนของยีสต์จะคล้ายคลึงกับแบคทีเรีย แต่ว่าการนับจำนวนของราอาจให้ผลไม่แน่นอนเพราะรามีโครงสร้างเป็นเส้นใย การแตกหักของเส้นใยและการที่ชิ้นส่วนที่แตกหักทุกชิ้นส่วนต่างก็สามารถเจริญเป็นโคโลนีได้ ทำให้จำนวนโคโลนีของเชื้อราในอาหารเลี้ยงเชื้ออาจมีมากหรือน้อยจึงแล้วแต่โอกาส (สุมาลี , 2539)

ถึงแม้จะมีจุลินทรีย์หลายชนิดปนเปื้อนไปในเนื้อไก่ แต่จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุ ทำให้เกิดการเน่าเสียมีไม่กี่ชนิดเท่านั้น สำหรับเนื้อไก่ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ส่วนใหญ่จะเน่าเสียเนื่องจาก *Pseudomonas* เช่น *P. fluorescens* , *P. putida* นอกจากนี้อาจเป็นพวก *Alcaligenes* หรืออาจเกิดการเน่าเสีย เนื่องจากยีสต์ได้บ้าง เช่น *Torulopsis* และ*Rhodotorula* (วิลาวัณย์ , 2537)

จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ มีทั้งชนิดที่เจริญได้ดีในสภาวะที่มี และไม่มีออกซิเจน แต่การเน่าเสียจะเกิดจากจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดี ในที่ที่มีออกซิเจนก่อน และจะใช้ออกซิเจนให้หมดไป จึงเป็นการสร้างสภาวะที่เหมาะสม สำหรับการเจริญของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์กลุ่มนี้จะย่อยสลายโปรตีนให้ได้ เป็นสารประกอบที่มีกลิ่นเหม็นเน่าหลายชนิด เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ indole , skatol และ mercaptans ฯลฯ ทำให้เนื้อสัตว์มีกลิ่นเหม็นไปด้วย ในแบคทีเรียบางชนิด เช่น *Pseudomonas* และ *Flavobacterium* ทำให้เนื้อสัตว์มีสีเขียวคล้ำเป็นเมือก รวมทั้งสร้างรงควัตถุเรืองแสงและจุดสีขาวที่ก้อนเนื้อ ส่วน *Micrococcus* จะสร้างเมือกที่ผิวก้อนเนื้อ ทำให้เกิดเหม็นเน่า สำหรับจุลินทรีย์ที่ทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสียที่สำคัญ ได้แก่ แบคทีเรียและรา (บัญญัติ , 2534)

เชื้อราที่พบเป็นประจำ เชื้อพวกนี้มีความสำคัญต่ออาหารอุตสาหกรรม การเกษตร และวงการแพทย์ มีมากมายหลายชนิดตัวอย่างเช่น เชื้อราสกุลไรโซปัส (Rhizopus) แอสเปอร์จิลลัส (Aspergillus) เพนนิซิเลียม (Penicillium) มิวคอร์ (Mucor) นิวโรสปอรา (Neurospora หรือ Monilia) จีโอตริคัม (Geotrichum) ไตรโคเดอร์มา (Trichoderma) คลาโดสปอเรียม (Cladosporium) อัลเทอร์นาเรีย (Alternaria) และฟิวซาเรียม (Fusarium) เป็นต้น (บุญส่ง , 2529) สำหรับยีสต์ที่พบบ่อยได้แก่ *Candida Rhodotorula Torulopsis* และ *Debaryomyces*

ราที่ทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสียจะพบบริเวณผิวของอาหาร เนื่องจากเจริญได้ดีในสภาวะที่มีออกซิเจน ราเหล่านี้จะสร้างเส้นใยแผ่ขยายปกคลุมบริเวณผิวและปลดปล่อยรงควัตถุออกมาทำให้สีของเนื้อสัตว์เปลี่ยนไป และราที่ทำให้เนื้อเน่าได้ดีจะต้องมี proteolytic enzyme อยู่ด้วย โดยที่ Mucor และ Penicillium จะทำให้เกิดการเน่าเสียได้ดีกว่าชนิดอื่น (บัญญัติ , 2534)

สำหรับราจะเป็นปัญหากับอุตสาหกรรมเนื้อที่ต้องมีการบ่มหรือผ่านกระบวนการผลิตแล้วโดยเฉพาะพวกแฮม ไส้กรอก เนื่องจากมีการดูแลรักษาด้านสุขลักษณะที่ไม่เพียงพอ มีความชื้นในห้องบ่มมากเกินไป ทำให้มีราเจริญบนผลิตภัณฑ์ได้ นอกจากนั้นถังสำหรับแช่เนื้อในการทำแฮมก็เป็นแหล่งสะสมราและยีสต์ที่ดี ถ้าไม่มีการรักษาให้ถูกสุขลักษณะ ราที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกแอสเพอร์จิลลัส มิวคอร์ เพนิซิเลียม อัลเทอร์นาเรีย โมนิลเลีย และไรโซพัส (สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ , 2539)

เชื้อราสามารถปรับปรุงตัวทางสรีรวิทยา (physiology) เพื่อให้อยู่รอดได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดีกว่าจุลินทรีย์อื่น ตัวอย่างเช่น สามารถเจริญเติบโตบนอาหารที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลสูงมากได้ ซึ่งแบคทีเรียไม่อาจทนได้ ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อราไม่อ่อนไหว (sensitive) ต่อแรงดันออสโมซิส (osmotic pressure) เหมือนดังแบคทีเรีย เชื้อราสามารถทนและเจริญเติบโตในสภาพซึ่งมีกรดค่อนข้างสูงมากได้เช่นที่พีเอช (pH) ในช่วง 2.0 ถึง 9.0 เชื้อราก็สามารถทนได้ แต่พีเอชเหมาะสม (optimal pH) สำหรับเชื้อราส่วนใหญ่คือประมาณ 5.6 (สุพจน์ , 2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายใต้ภาวะบางอย่าง เชื้อราอาจเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตให้เป็นแอลกอฮอล์และกรดอินทรีย์ต่าง ๆ คาร์โบไฮเดรตต่าง ๆ ชนิดเดียวกันก็อาจถูกสังเคราะห์ขึ้นได้โดยเชื้อรา เชื้อรายังมีความสามารถหลายอย่างแตกต่างกันในด้านการใช้และสังเคราะห์สารประกอบไนโตรเจน ศักยภาพทางกิจกรรมชีวเคมีของเชื้อรา ช่วยในการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินอย่างเห็นได้ชัด การเสื่อมสลายของวัตถุต่าง ๆ การบ่มเนยแข็ง การผลิตสารปฏิชีวนะเพนนิซิลลิน และการเน่าเสียของอาหารก็เป็นผลเนื่องมาจากกิจกรรมทางชีวเคมีของเชื้อรา (สุพจน์ , 2534)

ในการที่จะศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมการเจริญ หรือการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์นั้น เราจำเป็นที่จะต้องทราบว่ามีปัจจัยอะไรบ้างที่มีผลต่อการเจริญนั้น ๆ ซึ่งปัจจัยหลักที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ ก็คือ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (hydrogen ion concentration) หรือพีเอช (pH) ความชื้น (moisture) ออกซิเดชัน-รีดักชันโพเทนเชียล (oxidation-reduction potential) สารอาหาร และสารยับยั้งการเจริญ (inhibitors) บางอย่างในอาหาร (สุมาลี , 2541)

เชื้อราส่วนใหญ่แล้ว เป็นพวกซึ่งต้องการแก๊สออกซิเจนอย่างเข้มงวด (strictly aerobic) ในการที่จะทำให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ดีขึ้น ทำได้โดยการเพิ่มปริมาณแก๊สออกซิเจน เชื้อราสามารถเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิที่กว้างมาก แต่แคบกว่าแบคทีเรีย ส่วนมากเจริญที่อุณหภูมิ 0-35 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญสำหรับสปีชีส์ต่าง ๆ คือ ประมาณ 22-30 องศาเซลเซียส ฟังไจบางชนิดอาจเจริญเติบโตที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นสาเหตุทำให้เนื้อและผักซึ่งเก็บไว้ในตู้เย็นเน่าเสีย เชื้อราซึ่งเป็นพวก thermophilic mold บางชนิดอาจเจริญเติบโตที่อุณหภูมิ 62 องศาเซลเซียส

ส่วนยีสต์สามารถเจริญเติบโตได้ ในช่วงอุณหภูมิซึ่งกว้างตั้งแต่ 0 ถึง 47 องศาเซลเซียส ยีสต์บางพวกจะไม่เจริญเติบโตที่อุณหภูมิสูงเกิน 15 องศาเซลเซียส แต่บางพวกก็ไม่สามารถเจริญเติบโตที่อุณหภูมิต่ำกว่านี้ อุณหภูมิเหมาะสม (optimum) ต่อการเจริญเติบโตของยีสต์ส่วนมาก คือ 20 ถึง 30 องศาเซลเซียส ยีสต์พวกที่เป็นเชื้อโรคเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิระหว่าง 30 ถึง 37 องศาเซลเซียส (สุพจน์ , 2534)

จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีความต้านทานต่อกรดและเบสแตกต่างกันไป (บัญญัติ , 2534) จุลินทรีย์ทุกชนิด จะมีพีเอชที่เหมาะสมต่อการเจริญ (optimal pH) พีเอชสูงสุดที่เจริญได้ (maximal pH) และพีเอชต่ำสุดที่จะเจริญได้ (minimal pH) ฟังไจ (Fungi) เจริญได้ในช่วง pH 2 - 10 แต่ pH ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 4 - 6 ซึ่งเป็นกรด ในสภาวะที่เป็นกรดจะทำให้ฟังไจเจริญได้ดีกว่าแบคทีเรีย และการเน่าเสียของอาหารที่เป็นกรด มักจะเกิดจากฟังไจ โดยทั่ว ๆ ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยีสต์และรา จะเจริญได้ช้ากว่าแบคทีเรีย เนื่องจากมีวงชีวิตยาวนานกว่า แต่เจริญได้ดีในที่ที่มีน้ำตาลเข้มข้นสูง ๆ และยีสต์ รา จะเป็นพวกที่มีความทนทานต่อความเป็นกรดได้ดีกว่าแบคทีเรีย

อาหารที่มีพีเอชต่ำมักเก็บได้นานกว่าอาหารที่มีพีเอชเป็นกลาง อาหารบางชนิดมีพีเอชต่ำตามธรรมชาติ เช่น ผลไม้เปรี้ยว ในขณะที่อาหารบางชนิด เช่น อาหารหมักดองจะมีพีเอชต่ำเนื่องจากการสะสมของกรดแลกติก ที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักดอง (fermentation) ราเจริญได้ในช่วงพีเอชที่กว้างกว่ายีสต์และแบคทีเรีย ราหลายชนิดเจริญได้ในอาหารที่มีความเป็นกรดสูงกว่าที่ยีสต์และแบคทีเรียจะเจริญได้ (สุมาลี , 2541) โดยทั่วไปยีสต์เจริญเติบโตได้ดีที่สุดบนอาหารซึ่งมีสภาพเป็นกรดสูง ยีสต์เจริญได้ดีที่พีเอช 3.5 - 3.8 ซึ่งยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียส่วนมาก ความทนทานต่อกรด (acid-tolerance) ของยีสต์เปลี่ยนแปลงได้ตามสายพันธุ์หรือสปีชีส์ ตั้งแต่พีเอช 2.2 – 8 (สุพจน์ , 2534) พวก fermentative yeast ซึ่งเป็นยีสต์ที่เจริญได้ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนจะเจริญได้ดีในอาหารที่มีพีเอช 4 – 4.5 เช่น ในน้ำผลไม้คั้น และฟิล์มยีสต์ (film yeast) ซึ่งต้องการออกซิเจนจะเจริญเป็นแผ่นบาง ๆ ลอยอยู่บนผิวหน้าของอาหารเหลวจะเจริญได้ดีในอาหารที่เป็นกรด ในทางตรงกันข้าม ยีสต์จะไม่สามารถเจริญในสับสเทรตที่เป็นด่าง (สุมาลี , 2541)

เมื่อยีสต์เติบโตบนผิวหน้าเนื้อในสภาพมีออกซิเจน ทำให้เนื้อเกิดเมือกบริเวณผิว เกิดกลิ่นเหม็นหืนเนื่องจากการสลายไขมัน มีกลิ่นรสผิดปกติ และมีสีต่าง ๆ เช่น สีขาว สีครีม สีชมพู หรือสีน้ำตาล ทั้งนี้เนื่องจากสารที่ยีสต์สร้างขึ้น (วิลาวัณย์ , 2537)

ยีสต์มีความสำคัญอย่างเหมาะสมต่อมนุษย์ คือ การผลิตแอลกอฮอล์ กรด เอสเทอร์ กลีเซอรอล และอัลดีไฮด์ ปฏิกิริยาการหมักเกิดขึ้นภายใต้สภาพที่ไม่มีแก๊สออกซิเจน แต่ถ้าให้อากาศแก่เชื้อในระหว่างการเพาะเลี้ยง การหมักจะถูกสะกดให้หยุดลง ทั้งนี้เนื่องจากมีแนวทางการออกซิไดซ์ที่ดีกว่า

ในขบวนการหายใจของยีสต์มีความแตกต่างกันในด้านการใช้สารประกอบ ยีสต์บางพวกสามารถใช้น้ำตาลเพ็นโตส (D-xylose , D-ribose) , แอลกอฮอล์ และ กรดอินทรีย์ เช่น แลคติก อะซิติก ซิตริก และสารอินทรีย์อื่น ๆ (สุพจน์ , 2534)

ค่าพีเอชของผลิตผลสามารถหาได้โดยใช้พีเอชมิเตอร์ แต่ค่าที่ได้นี้เพียงอย่างเดียวอาจไม่พอเพียงในการบ่งบอกถึงการตอบสนองของจุลินทรีย์ได้ บางครั้งจำเป็นจะต้องทราบถึงชนิดของกรดด้วยเพราะกรดบางชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกกรดอินทรีย์จะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีกว่ากรดชนิดอื่น (สุมาลี , 2541) และเช่นเดียวกับชนิดของกรดอาจเปลี่ยนแปลงไปโดยไม่มีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงของพีเอชก็ได้ และจะพบว่ากรดแก่และเบสแก่มีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ได้ดี กรดอนินทรีย์จะให้ผลในการทำลายจุลินทรีย์ได้ดีกว่ากรดอินทรีย์

โดยทั่วไปกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ที่ได้จากขบวนการหมัก เช่น กรดแลกติก (lactic acid) ช่วยป้องกันการเน่าเสียของอาหารได้ ส่วนกรดอินทรีย์อื่น ๆ เช่น กรดแอซิติก (acetic acid) , กรดโพรพิโอนิก (propionic acid) และกรดบิวทีริก (butyric acid) ยับยั้งหรือทำลายแบคทีเรียในลำไส้ เช่น Escherichia , Shigella และ Salmonella ได้ดี และเนื่องจากกรดเหล่านี้เป็นผลิตผลที่ได้จากแบคทีเรียซึ่งอยู่ที่ลำไส้ใหญ่ของสัตว์พวก monogastric animal ดังนั้นจึงมีบทบาทในการควบคุมการเจริญของแบคทีเรียในลำไส้ด้วย นอกจากนี้ยังพบว่ากรดจะทำลายจุลินทรีย์ได้ดีที่ pH 2 หรือต่ำกว่านี้ (บัญญัติ , 2534)

สำหรับประสิทธิภาพของกรดหรือเบส ในการยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ ขึ้นอยู่กับการแตกตัวเป็นไฮโดรเจนไอออน (H^+) หรือการแตกตัวเป็นไฮดรอกซิลไอออน (OH^-) การเติมกรดหรือด่างจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของพีเอชด้วย ปกติกรดแก่ยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ได้ดีกว่ากรดอ่อน แต่มีกรดอินทรีย์หลายชนิดที่นิยมใช้ทำลายจุลินทรีย์ เช่น กรดโพรพิโอนิก กรดแลกติก กรดเบนโซอิก (benzoic acid) เป็นต้น กรดเหล่านี้ทำลายจุลินทรีย์ได้ดีแม้จะแตกตัวเป็นไอออนได้น้อย จุลินทรีย์แต่ละชนิดทนกรดได้แตกต่างกัน ฟังไจทนกรดได้ดีกว่าบักเตรี ผลกระทบของกรดที่มีต่อจุลินทรีย์ คือ จะทำให้โปรตีนเสียสภาพ และเกิดการแตกตัวของสารโมเลกุลใหญ่ นอกจากนี้ ยังทำลายผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง กรดบางชนิด เช่น กรดบอริก (boric acid) นำมาฆ่าเชื้อตามร่างกายได้ หรืออาจใช้เป็นยาล้างตา กรดเบนโซอิก กรดซาลิไซลิก (Salicylic acid) ฆ่าเชื้อราได้ดี (กรดเบนโซอิกต่อกรดซาลิไซลิก = 6 : 3 เปอร์เซ็นต์) (บุญส่ง , 2529)

ในปัจจุบัน ได้มีการนำกรดและเบสไปใช้ในการควบคุมจุลินทรีย์มากมาย เช่น ใช้กรดเบนโซอิก กรดฟอร์มิก กรดคาร์บอนิก (carbonic acid) และกรดซิตริก (citric acid) ในการถนอมอาหารพวกผลไม้ดอง (บัญญัติ , 2534)

สารที่ยับยั้ง (inhibitory substance) หรือทำลายจุลินทรีย์ เมื่อจุลินทรีย์เจริญในอาหาร ผลผลิตที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นอาจมีผลในการชะลอ หรือหยุดชงักการเจริญของจุลินทรีย์ได้ สารเหล่านี้อาจมีผลกระทบต่อตัวของมันเองหรืออาจมีผลต่อจุลินทรีย์ชนิดอื่น โดยไม่มีผลต่อตัวเองก็ได้ ตัวอย่างของสารเหล่านี้ เช่น กรดอินทรีย์ สารปฏิชีวนะ ท็อกซิน สารประเภทสี เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสารสังเคราะห์อื่น ๆ อีกหลายชนิดมีทั้งอินทรีย์และอนินทรีย์สาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ เช่น กรดเบนโซอิก กรดแลกติก กรดโพรพิโอนิก เป็นต้น

สารที่กล่าวเหล่านี้บางครั้งเรานำมาเติมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อโดยตรง เพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางกลุ่มที่ไม่ต้องการ นอกจากนี้ในบางครั้งอาจใช้สารมากกว่า 1 ชนิด เติมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้ง

สารเหล่านี้บางครั้งเมื่อใช้ความเข้มข้นต่ำ จะมีผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์เท่านั้น แต่ถ้าใช้ความเข้มข้นสูงจะมีผลในการฆ่าเชื้อ (บุญส่ง , 2529)

ปัจจุบัน มักมีการเติมสารเคมีเพื่อเป็นการถนอมอาหารหรือทำให้อาหารเสียช้าลง ที่เรียกว่า สารกันบูด เช่น ซอร์เบต (sorbate) และโพรพิโอเนต (propionate) หรือสารพวกฟีนอลที่ติดอยู่บนอาหารที่ผ่านการรมควัน และสารกันเสียพวกนี้ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ และอาจช่วยยืดอายุของอาหารได้ และได้มีการจัดกลุ่มของสารกันเสียไว้ดังนี้ คือ

1 สารที่ไม่กำหนดปริมาณที่ใช้เติมในอาหาร ได้แก่ กลุ่มของกรดอินทรีย์ธรรมชาติและเกลือของกรดเหล่านี้ (กรดแลกติก กรดซิตริก กรดมาลิก เป็นต้น) กรดแอซิติก เกลือแกง น้ำตาล เครื่องเทศ และน้ำมันของเครื่องเทศ เขม่าควัน คาร์บอนไดออกไซด์ และไนโตรเจน

2. สารที่มีการกำหนดปริมาณที่ใช้เติมในอาหาร เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค ได้แก่ กรดโพรพิโอนิก กรดซอร์บิก กรดเบนโซอิก และเกลือของกรดเหล่านี้ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์และซัลไฟด์

3. สารเคมีที่ไม่ได้กล่าวไว้ ในข้อ 1 และ 2 ซึ่งนำมาใช้ได้ต่อเมื่อมีการพิสูจน์แล้วว่าปลอดภัยต่อการบริโภค และเป็นที่ยอมรับของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (Food and Drug Administration , FAD) (สุมาลี , 2541)

เราอาจเติมกรดแลกติก กรดแอซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดซิทริก หรือเกลือของกรดเหล่านี้ลงในอาหารหรือปล่อยให้มีการผลิตกรดเหล่านี้ขึ้นเองในอาหารก็ได้ (สุมาลี , 2541)

การแช่เป็ดไก่ในสารละลายกรดอินทรีย์ เช่น กรดแอซิติก กรดซักซินิก ที่ pH 2.5 ก็สามารถยืดอายุการเก็บได้เช่นกัน (สุมาลี , 2541)

กรดอินทรีย์ที่นิยมใช้ในการหมัก ได้แก่ กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิก ซึ่งการใช้กรดอินทรีย์นั้นสามารถเก็บรักษาวัตถุดิบไว้ในสภาพความเป็นกรด-ด่างที่สูงกว่าได้ โดยไม่จำเป็นที่จะต้องทำให้อยู่ในสภาพที่เป็นกลางก่อนนำไปเลี้ยงสัตว์ (Green et al.,1983) สิ่งสำคัญจะต้องสับให้เป็นชิ้นขนาด 4 ม.ม. ก่อนที่จะหมักด้วย สารละลายกรดฟอร์มิก 85 เปอร์เซ็นต์ หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลาย 85 เปอร์เซ็นต์ ของกรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิก ในอัตราส่วน 1 : 1 ในปริมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักวัตถุดิบ (Wiseman et al.,1982 ; Rattagool et al.,1980a)

สารเคมีที่ใช้ในการควบคุมป้องกันเชื้อรา มีหลายชนิดที่ได้ถูกนำมาใช้อย่างได้ผล ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ ได้นำสารเคมี 2 ชนิดมาใช้ในการทดลอง คือ กรดโพรพิโอนิก และกรดฟอร์มิก

กรดโพรพิโอนิก และเกลือของกรดโพรพิโอนิก ซึ่งเป็นกรดไขมันสายสั้น ๆ มีความสามารถในการต่อต้านราได้ดีกว่าโซเดียมเบนโซเอท แต่ไม่มีความสามารถในการต่อต้านยีสต์ และมีความสามารถในการต่อต้านแบคทีเรียเพียงเล็กน้อย ยกเว้น *Bacillus mesentericus* ซึ่งทำให้เกิดเมือกเหนียว (rope) ในขนมปัง กรดโพรพิโอนิก สามารถพบได้ตามธรรมชาติในอาหารประเภทหมักดอง (ศิวาพร , 2529) ในเหงื่อของคน และในกระเพาะของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (FAO/WHO , 1962) กรดโพรพิโอนิกสามารถละลายได้ดีในน้ำ เอทานอล และอีเทอร์ ส่วนเกลือโพรพิโอเนทสามารถละลายน้ำได้ 30 % แต่ไม่ละลายในไขมัน (คณะอุตสาหกรรมเกษตร , 2526 ; FAO/WHO , 1962) กรดโพรพิโอนิก และเกลือโพรพิโอเนทสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ดี และยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและยีสต์ (คณะอุตสาหกรรมเกษตร , 2526 ; ศิวาพร , 2529) โดยพบว่ากรดโพรพิโอนิกจะไปยับยั้งเอนไซม์ที่จำเป็นต่อขบวนการเมตาบอลิซึม โดยเข้าแข่งขันกับ alanine และกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Braner et al. , 1990)

พีเอชที่เหมาะสมกับการทำงานของโพรพิโอเนตสูงถึง 5.0 ในอาหารบางประเภทอาจสูงถึง 6.0 หรือสูงกว่านี้เล็กน้อย (วิลาวัณย์ , 2537)

เราใช้กรดโพรพิโอนิก (CH_3CH_2COOH) และเกลือแคลเซียมหรือโซเดียมโพรพิโอเนตในการถนอมอาหาร ประเภทขนมปัง เค้ก และเนยแข็งชนิดต่าง ๆ โดยใช้ป้องกันการเจริญของราและการเกิดเมือกหรือยางเหนียวในโด (dough) หรือแป้งขนมปังที่ผ่านการนวดแล้ว นอกจากนี้ยังมีผู้ทดลองใช้เกลือโพรพิโอเนต ในเนยสด แยม เยลลี และผลไม้ก็ได้ผลดี สารประกอบนี้ให้ผลในการป้องกันได้ดีในอาหารที่เป็นกรดต่ำ เนื่องจากโมเลกุลของกรดและเกลือไม่ค่อยแตกตัว กลไกในการทำงานของสารประกอบนี้ก็เช่นเดียวกับเกลือเบนโซเอต และเกลือซอร์เบต ที่พีเอช 4 จะมีโมเลกุลที่ไม่แตกตัวอยู่ร้อยละ 88 ในขณะที่พีเอช 6 จะมีอยู่ร้อยละ 6.7 กรดที่ไม่แตกตัวนี้จะไปยับยั้งการใช้สารอาหารของจุลินทรีย์ สารประกอบนี้ถ้าประกอบด้วยคาร์บอนน้อยกว่า 7 ตัว จะให้ผลในการป้องกันได้ดีที่พีเอชต่ำ ในขณะที่ถ้าประกอบด้วยคาร์บอนตั้งแต่ 8 – 12 ตัว จะให้ผลในการป้องกันรา ในพีเอชที่เป็นกลางหรือด่าง กรดไขมันบางชนิดจะมีผลต่อการเข้าออกของสารผ่านเซลล์โดยการเข้าทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์ (สุมาลี , 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำโพรพิโอเนตไปใช้ในอาหาร ส่วนใหญ่จะใช้ในการป้องกันการขึ้นราและเกิดเมือกเหนียวในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ และการเน่าเสียจากราในเนยบางชนิด นอกจากนี้อาจใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารอื่น ๆ บ้างเล็กน้อย (วิลาวัณย์ , 2537)

โพรพิโอเนตมีความปลอดภัยในการใช้ในอาหาร จึงไม่ได้กำหนดความเข้มข้นสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ไว้ ยกเว้น ในขนมปัง โรล และเนยแข็ง ซึ่งกำหนดความเข้มข้นสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารได้ดังนี้ คือ 0.32 เปอร์เซ็นต์ ของแป้งที่ใช้ในขนมปังขาว และโรล 0.38 เปอร์เซ็นต์ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวสาลีทั้งหมด และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ สำหรับผลิตภัณฑ์เนย (วิลาวัณย์ , 2537)

กรดซอร์บิกยับยั้งการเจริญของราและยีสต์ แต่ไม่ค่อยมีผลสำหรับแบคทีเรีย ใช้ได้ผลดีที่ pH ต่ำ จนถึง pH ประมาณ 6.5 และมีประสิทธิภาพดีกว่าเบนโซเอตที่ pH สูงกว่า 4.0 (สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ , 2539)

การใช้กรดซอร์บิกร่วมกับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ กรดฟอร์มิก กรดเบนโซอิก หรือพาราเบน จะช่วยเพิ่มการยับยั้ง *Escherichia coli* การใช้กรดซอร์บิกร่วมกับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ช่วยส่งเสริมการยับยั้ง *Aspergillus niger* การใช้กรดซอร์บิกร่วมกับกรดฟอร์มิก มีปฏิกิริยาต่อต้านกันในการต่อต้าน *Saccharomyces cerevisiae* เป็นต้น (วิลาวัณย์ , 2537)

กุลยา (2533) รายงานว่า การใช้แคลเซียมโพรพิโอเนต และโซเดียมโพรพิโอเนต ปริมาณ 0.2 – 0.4 % ของขนมปัง จะสามารถป้องกันเชื้อราที่มีลักษณะเป็นเมือกได้ การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของโซเดียมโพรพิโอเนตจะให้ผลที่ pH 3.5 – 4.5 ดีกว่าที่ pH สูง

Buchanan and Ayres (1976) รายงานว่า การใช้กรดโพรพิโอนิก 0.1 กรัมต่อ 100 มิลลิกรัม ของอาหารเหลวที่เลี้ยงเชื้อ ที่มี pH 4.5 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus parasiticus* และสร้างอะฟลาทอกซินได้บางส่วน แต่ถ้าเพิ่มเป็น 0.2 กรัม จะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา และอะฟลาทอกซินได้อย่างสมบูรณ์ ในระยะเวลา 7 วัน

Vandegraft et al. (1975) ได้ทำการทดลองใช้กรดโพรพิโอนิก 1.0 % (W/W) ทรีทต์เมล็ดข้าวโพดที่มีความชื้น 28 % พบว่าตลอดการทดลอง 29 สัปดาห์ ไม่พบการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus parasiticus* (NRRL 2999) กับ *Aspergillus ochraceus* (NRRL 3174) และสารอะฟลาทอกซิน B_1 กับสารโอคร่าทอกซินเลย

ประวัติ และคณะ (2525) รายงานว่า การใช้กรดโพรพิโอนิกที่ระดับ 1.5 % (W/W) ในเมล็ดข้าวโพดที่มีความชื้น 26 % เป็นการป้องกันเชื้อราไม่ให้เจริญเติบโตในระยะเวลา 1 เดือน และตรวจไม่พบอะฟลาทอกซินเลย และได้ทดลองใช้ สารผสมระหว่างกรดโพรพิโอนิกกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอมโมเนียมบิสโพรพิโอเนต ในอัตราส่วน 8 ต่อ 2 พบว่าที่ระดับของสารผสม 6 ลิตรต่อเมล็ดข้าวโพด 1 ตัน สามารถควบคุมการสร้างอะฟลาทอกซินได้ตลอดระยะการทดลอง 12 สัปดาห์

Racker et al. (1992) รายงานว่า กรดโพรพิโอนิกที่ระดับ 0.5 % (W/W) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราในข้าวโพดที่มีความชื้น 26.8 % และ 29.6 % ได้ตลอดการทดลอง 42 สัปดาห์

Takano (1972) รายงานว่า เมื่อใช้กรดฟอร์มิก ผสมกับหญ้าพืชอาหารสัตว์ที่จะใช้ทำอาหารหมัก ประมาณ 0.4 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มคุณภาพของอาหารหมักได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้การใช้ข้าวโพดทำอาหารหมักนั้น ควรตัดระยะที่ข้าวโพดมีเมล็ดเต็มฝักแล้ว แต่เมล็ดยังไม่แก่ และถ้าจะให้ได้อาหารหมักที่มีคุณภาพดีที่สุด ต้องผสมกรดฟอร์มิกลงไป ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์

Borgstrom (1962) รายงานว่า กรดฟอร์มิกมีความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพดีกว่ากรดชนิดอื่น ๆ คือ มีความสามารถในการทำให้เกิดเมแทโบไลท์ในลำไส้ของปลาได้เป็นอย่างดี และยังพบว่า กรดอินทรีย์ที่นิยมใช้ คือ กรดฟอร์มิก ให้ใช้เพียงตัวเดียวในการหมักปลา เพราะกรดฟอร์มิกกัดภาชนะน้อยกว่ากรดอนินทรีย์ และกรดฟอร์มิกยังมีคุณสมบัติเป็นตัวป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี

Alvarez (1972) ได้ใช้สารละลายเข้มข้นของกรดซัลฟูริกผสมน้ำในอัตราส่วน 1 : 1 โดยปริมาตร ทำการหมักของเสียจากปลาที่ไม่ได้สับให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ในปริมาณ 20 – 90 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัม ของวัตถุดิบ พบว่าปริมาณที่เหมาะสม คือ 60 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัม ซึ่งหลังวันที่ 5 ของการหมัก จะมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 1.8 และทำให้เป็นกลางที่ค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5 โดยเติมแคลเซียมคาร์บอเนต ก่อนที่จะนำไปใช้เลี้ยงสัตว์

Petersen (1953) เปรียบเทียบการหมักปลาด้วยกรดอินทรีย์และกรดอนินทรีย์ กรดอินทรีย์บางตัว เช่น กรดซัลฟุริก หรือกรดเกลือ แม้ว่าราคาไม่แพงแต่มีข้อเสียที่ปลาหมักที่ได้ต้องทำให้เป็นกลางก่อนไปให้สัตว์กิน แต่ถ้าใช้กรดอินทรีย์ เช่น กรดฟอร์มิก ปลาหมักที่ได้จะสามารถนำไปให้สัตว์กินได้โดยไม่ต้องทำให้เป็นกลางก่อน กรดฟอร์มิกยังมีคุณสมบัติเป็นตัวถนอมอาหารที่ดี ทั้งนี้เนื่องจากมีโครงสร้างเป็นแบบ aldehyde เมื่อใช้กรดฟอร์มิกในการทำปลาหมักจะได้ปลาหมักมี pH 4 ทำให้มีสภาพพอเหมาะสำหรับการทำงานของเอนไซม์ และพอเพียงสำหรับการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ สามารถรักษาสภาพของปลาไว้ได้ดีกว่าการใช้กรดซัลฟุริก แต่ข้อเสียของกรดฟอร์มิก คือ มีราคาแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Saisithi and Rattagool (1980) กล่าวว่า ปลาหมักที่หมักด้วยกรดซัลฟูริกในบางกรณีต้องใช้กรดโพรพิโอนิกร่วมด้วยเพื่อป้องกันเชื้อรา การใช้กรดซัลฟูริกจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการผลิตเพราะมีการผลิตในท้องถิ่น สัดส่วนของกรดซัลฟูริกกับกรดฟอร์มิกขึ้นอยู่กับคุณภาพของปลาที่จะใช้หมัก เมื่อทำการหมักได้ 3 – 5 วันน้ำเหลวของปลาก็จะออกมา สามารถให้สุกรกินได้ โดยตรงหรือผสมในอาหารสัตว์ปีก ผลผลิตที่เป็นของเหลวนี้สามารถเก็บไว้ได้นานถึง 6 เดือน

ปลาหมักที่ทำจากปลาคุณภาพดีใช้กรดฟอร์มิก 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุดิบ ในการหมัก พบว่า จะกลายเป็นของเหลวเฉพาะกลุ่มที่มีเครื่องในและหัวเป็นส่วนประกอบและในการหมักด้วยกรดฟอร์มิกปริมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุดิบนั้น พบว่า ราจะขึ้นง่าย โดยเฉพาะถ้าหมักเป็นเวลานาน ๆ การวัดค่าความเป็นกรดด่างของปลาหมัก เป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของปลาหมักได้เป็นอย่างดี (Jayawardina and Poulter , 1980)

Rattagool et al. (1980b) รายงานว่า การหาความเข้มข้นที่ใช้ในการหมักปลาคุณภาพที่แตกต่างกันนั้น พบว่า ในการใช้กรดฟอร์มิกร่วมกับกรดโพรพิโอนิก 1.5 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุดิบทำการหมักเป็นเวลา 22 วัน จะทำให้เกิดการเน่าเสีย ในการใช้กรดฟอร์มิกเพียงอย่างเดียวจะรักษาความเป็นกรดด่างไว้ได้ต่ำประมาณ 2.0 ตลอดระยะเวลาการหมัก และการใช้กรดซัลฟูริกร่วมกับกรดฟอร์มิกให้ผลเป็นที่น่าพอใจเมื่อใช้หมักวัตถุดิบหรือปลาที่เน่าแล้ว และมีราคาถูกกว่าการใช้กรดฟอร์มิกเพียงอย่างเดียวและเป็นที่น่าสังเกต ในการใช้กรดซัลฟูริกร่วมกับกรดฟอร์มิก 2 เปอร์เซ็นต์ ในการหมักวัตถุดิบคุณภาพดี และมีค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 4 การหมักปลาคุณภาพปานกลาง มีค่า 4.5 และการหมักปลาเน่ามีค่า 4.7

Tatterson (1976) กล่าวว่า การทดลองในประเทศแคนาดามีการใช้กรดฟอร์มิก 3.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่ความเข้มข้น 85 เปอร์เซ็นต์ ในการทำปลาหมักทำให้มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 4.0 ซึ่งสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย (spoilage bacteria) เชื้อรา (moulds) และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (pathogenic) เช่น Salmonella และ *Clostridium botulinum*

Matin (1994) ได้กล่าวถึง การใช้กรดซัลฟูริกกับกรดฟอร์มิกในอัตรา 3 : 1 ทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง และมีประสิทธิภาพมากขึ้นในการป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อราหากใช้ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ของกรดฟอร์มิกร่วมกับกรดโพรพิโอนิก ในอัตรา 1 : 1 ซึ่งจะมีราคาถูกกว่าการใช้กรดฟอร์มิกเพียงอย่างเดียว 3 เปอร์เซ็นต์

Cervantez (1979) อ้างโดย Perez (1995) รายงานว่า การเก็บรักษาเศษปลาที่ไม่ได้ผ่านการสับให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ (whole by-catch) จะใช้ปริมาณและความเข้มข้นของสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลายเหมือนกับของ Alvarez (1972) แต่ถ้าผ่านการบดจะใช้สารละลายเพียง 30 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัม เท่านั้น ซึ่ง Dominguez (1988) อ้างโดย Perez (1995) แนะนำว่าเมื่อใช้กรดต่างชนิดกัน จะต้องทำการปรับค่าความเป็นกรดด่าง ให้ต่ำกว่า 4

Lan (1980) รายงานว่า การทำปลาหมักกรดเริ่มด้วยการหมักปลาทั้งตัวแล้วผสมกับกรด โดยใช้กรดอินทรีย์เพียงอย่างเดียว หรือกรดอินทรีย์ร่วมกับแร่ธาตุ เมื่อผสมเสร็จแล้วบรรจุในภาชนะที่ทนกรด เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและปิดฝาให้มิดชิดเพื่อป้องกันแมลง การหมักผ่านไปได้ 2 – 3 วัน ของเหลวจะเหนียวขึ้นลอยที่ผิวหน้าของส่วนผสม ในการใช้กรดโพรพิโอนิกและกรดฟอร์มิก 0.75 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักวัตถุดิบ ในการทำปลาหมักมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 4.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ความเข้มข้นของกรดไม่เพียงพอที่จะรักษาการหมักได้นาน เมื่อเพิ่มกรดฟอร์มิก 98 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ หรือกรดฟอร์มิก 85 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักวัตถุดิบ หลังจากการเติมกรด พบว่า ค่าความเป็นกรดด่างลดลงจาก 6.5 เหลือ 3.8 และ 4.4 ตามลำดับ ในการเติมกรดโพรพิโอนิกเพียงอย่างเดียวนั้นให้ผลไม่ดีและกรดโพรพิโอนิก 98 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุดิบเท่านั้น ที่มีค่าความเป็นกรดด่างต่ำเท่ากับ 4.9 และเพิ่มขึ้นเป็น 5.4 หลังจากหมักไว้นาน 2 สัปดาห์ การใช้กรดซัลฟูริกมีค่าความเป็นกรดด่างต่ำที่สุด คือ 4.0 รองลงมา คือ กรดฟอร์มิก 0.5 เปอร์เซ็นต์ หรือกรดโพรพิโอนิก 0.5 เปอร์เซ็นต์ หรือทั้งสองชนิดร่วมกันไม่สามารถหมักไว้ได้นานถึง 2 สัปดาห์ ดังนั้น จะเห็นได้ว่า ปลาที่หมักด้วยกรดฟอร์มิก 98 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ หรือกรดฟอร์มิก 85 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุดิบสามารถเก็บไว้ได้นาน 2 สัปดาห์

จะเห็นได้ว่า ไม่มีสารกันบูดตัวใดที่จะมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อรา ยีสต์ และแบคทีเรียได้อย่างเท่ากัน หรือพูดอีกนัยหนึ่ง ก็คือ ไม่มีสารกันบูดตัวใดจะมีความสมบูรณ์ในการทำลายจุลินทรีย์ทุกชนิดได้ โดยทั่วไปสารกันบูดมีความสามารถทำลายเชื้อราและยีสต์ และมีสารกันบูดอีกจำนวนหนึ่งที่จะไม่มีผลในการทำลายเชื้อแบคทีเรียเลย ทั้งนี้เพราะว่าสารกันบูดดังกล่าวไม่มีฤทธิ์ที่ค่าพีเอชเป็นกลาง ดังตารางที่ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงชนิดของสารกันบูดที่มีผลต่อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงชนิดของสารกันบูดที่มีผลต่อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ

ชนิดของสาร	แบคทีเรีย	ยีสต์	รา
ไนไตรต์	++	-	-
ซัลไฟต์	++	+	+
กรดฟอร์มิก	+	++	++
กรดโพรพิโอนิก	+	++	++
กรดซอร์บิก	+	+++	+++
กรดเบนโซอิก	++	+++	+++
พารา-ไฮดรอกซีเบนโซอิก	++	+++	+++
แอซิด เอสเทอร์ ไดพีนิล	-	++	++

หมายเหตุ - แสดงว่า ไม่มีผล
+ แสดงว่า มีผลบ้างเล็กน้อย
++ แสดงว่า มีผลปานกลาง
+++ แสดงว่า มีผลมาก

ที่มา : Lueck (1980)

ในการควบคุมจุลินทรีย์นั้น มนุษย์พยายามใช้วิธีการทุก ๆ อย่างที่สามารถจะลดจำนวนจุลินทรีย์ให้ได้มากที่สุด ดังนั้น วิธีการควบคุมจึงมีทั้งขบวนการทางกายภาพและเคมีควบคู่กันไป (บัญญัติ , 2534) ดังเช่นในการทำการทดลอง จะต้องมีการฆ่าเชื้อที่มีอยู่ตามสภาพแวดล้อมให้หมดไป ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น

- การใช้ไอน้ำภายใต้ความดัน โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า หม้อนึ่งความดัน (Autoclave) อาหารเลี้ยงเชื้อหรือภาชนะต่าง ๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีนี้ จะไม่มีจุลินทรีย์ใด ๆ เจริญได้เลย เพราะนอกจากทำลายเซลล์ปกติแล้ว ยังทำลายสปอร์ได้ด้วย การที่จุลินทรีย์ต่าง ๆ ถูกทำลายได้นั้น เนื่องจากอุณหภูมิสูงของหม้อนึ่งความดันไปทำลาย DNA และโปรตีนของเซลล์ให้เสียสภาพไปจึงตายในที่สุด ดังนั้น การฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันจึงเป็นวิธีการทำให้ปราศจากเชื้อที่เหมาะสมในการทำลายจุลินทรีย์ในทางจุลชีววิทยาเป็นอย่างมาก (บัญญัติ , 2534)

- การฆ่าเชื้อด้วยการอบเป็นการทำลายเซลล์โดยการดึงน้ำออกจากเซลล์ ทำให้โปรตีนในเซลล์เสียสภาพและความเข้มข้นของสาร electrolyte ในเซลล์ผิดปกติ เซลล์จึงตายในที่สุด วิธีนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิยมนำไปใช้ทำให้ปราศจากเชื้อในเครื่องแก้วและอุปกรณ์ที่เป็นโลหะต่าง ๆ เช่น ปิเปตต์ หลอดแก้ว จานเพาะเชื้อ ฯลฯ (บัญญัติ , 2534)

นอกจากนี้ยังพบว่า รังสีอุลตราไวโอเลตมีผลทางอ้อมในการทำลายจุลินทรีย์อีกด้วย โดยรังสีอุลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่นสั้น ๆ จะทำให้เกิดการรวมตัวของออกซิเจนเป็นโอโซนหรือทำให้ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เกิดการรวมตัวกับน้ำ เป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หรือในที่มีออกซิเจนและสารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ อยู่ด้วย จะทำให้เกิดเปอร์ออกไซด์ของสารประกอบอินทรีย์ขึ้นมา ซึ่งสารที่ได้เหล่านี้มีสมบัติทำลายจุลินทรีย์ได้ดี (บัญญัติ , 2534)

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ด้วยวิธีต่าง ๆ นั้น มีความจำเป็นต้องทำให้ตัวอย่างอาหารเจือจางลงไปจนถึงระดับที่จะตรวจนับด้วยวิธีนั้น ๆ ได้ถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งมีข้อกำหนดไว้ในแต่ละวิธีและต้องเขย่าให้ตัวอย่างอาหารกระจายอยู่ในน้ำยาสำหรับเจือจาง (diluent) อย่างทั่วถึงเป็นเนื้อเดียวกัน (homogenous) (สุขใจ , 2535)

วิธีการนับจุลินทรีย์บนอาหารวุ้นแข็ง (plate count) เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการตรวจแบคทีเรียในนม ผลิตภัณฑ์นม อาหารชนิดต่าง ๆ น้ำดื่ม ดิน และตัวอย่างอื่น ๆ เทคนิคนี้ เหมาะสำหรับการตรวจแบคทีเรีย ชนิด aerobe และ facultative anaerobe mesophile ในตัวอย่าง อย่างไรก็ตามมีการดัดแปลงใช้อาหารเลี้ยงเชื้อหลายชนิดแทน nutrient agar และเปลี่ยนอุณหภูมิที่ใช้ในการบ่ม เพื่อให้จุลินทรีย์บางชนิดหรือบางกลุ่มที่ต้องการตรวจเจริญได้ดีขึ้น ในการตรวจหายีสต์ – รา โดยวิธีนี้เรียกว่า Yeast – Mold Plate Count (YMPC) (สุมาลี , 2539)

เนื่องจากจุลินทรีย์หลายชนิดมีบทบาทสำคัญในการทำให้เกิดโรคและทำให้อาหารเน่าเสีย ก่อให้เกิดผลเสียด้านเศรษฐกิจ และสุขภาพอนามัยเป็นอย่างมาก ดังนั้นการหาแนวทางในการควบคุมจุลินทรีย์เหล่านี้ จึงมีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งที่จะใช้เพื่อป้องกันโรคและการถนอมอาหาร เพื่อประโยชน์สุขของมนุษย์สืบไป (บัญญัติ , 2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อโรคโดยใช้ความดันไอน้ำ (Autoclave) ยี่ห้อ ALL AMERICAN Model NO. 1941 X
2. เครื่องอบฆ่าเชื้อโรคโดยใช้ไอร้อน (Hot air oven) ยี่ห้อ Memmert
3. เครื่องบดแบบใช้ motor
4. เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ (Digital Balancing) ยี่ห้อ Santorius Basic รุ่น BA 610 มีความละเอียด ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
5. เครื่องต้มอาหาร (Hot Plate)
6. ตู้อบไมโครเวฟ (Microwave oven) ยี่ห้อ Turbora รุ่น TRX 249 M
7. เครื่องเขย่าสาร (Vortex)
8. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) ยี่ห้อ WTC binder รุ่น BD และ HOTPACK รุ่น 355371
9. ตู้เขี่ยเชื้อ (Larmina air flow carbinet)
10. เครื่องนับจำนวนโคโลนี (Colony counter) ยี่ห้อ SUNTEX รุ่น 560
11. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
12. ขวดแก้วที่มีฝาปิดมิดชิด
13. หลอดทดลอง (test tube) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร ยาว 150 มิลลิเมตร พร้อมจุกยาง
14. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 500 มิลลิลิตร
15. ไปเปตต์ (Pipette) ขนาด 1 มิลลิลิตร , 2 มิลลิลิตร , 5 มิลลิลิตร และ 10 มิลลิลิตร พร้อมลูกยาง
16. กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 1000 มิลลิเมตร
17. บีกเกอร์ (Beaker)
18. จานเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ (Petri-dish)
19. ถุงพลาสติกใส และยางวง
20. แท่งแม่เหล็ก
21. แท่งแก้ว
22. กระดาษอะลูมิเนียม (Aluminium foil)
23. ตะเกียงแอลกอฮอล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคมี

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Plate Count Agar)
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato Dextrose Agar)
3. peptone Water
4. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)
5. Propionic acid 85 เปอร์เซ็นต์
6. Formic acid 85 เปอร์เซ็นต์
7. Tartalic acid 10 เปอร์เซ็นต์
8. Chlorex
9. Alcohol 70 เปอร์เซ็นต์

วิธีการ

1. การเตรียมหมักลูกไก่คัดทิ้ง

ก่อนที่จะทำการหมักลูกไก่คัดทิ้ง จะต้องนำลูกไก่คัดทิ้งไปบดจนละเอียดโดยใช้เครื่องบด หลังจากนั้น จึงทำการหมักลูกไก่คัดทิ้งที่บดแล้วด้วยกรด ในขวดแก้วที่มีฝาปิดมิดชิด โดยสภาวะที่ใช้ในการหมักแบ่งเป็น 4 กลุ่ม (Treatment) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 (T1) หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก (propionic acid) 85 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักลูกไก่คัดทิ้ง

กลุ่มที่ 2 (T2) หมักด้วยสารละลายกรดฟอร์มิก (formic acid) 85 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักลูกไก่คัดทิ้ง

กลุ่มที่ 3 (T3) หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก (propionic acid) 85 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ กรดฟอร์มิก 85 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักลูกไก่คัดทิ้ง

กลุ่มที่ 4 (T4) กลุ่มควบคุม ไม่ได้เติมกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100716

2. การเจือจางตัวอย่าง

2.1 สุ่มตัวอย่างลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรด 25 กรัม ใส่ลงในถุงที่มี Peptone water อยู่ 225 มิลลิเมตร (ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว) ภายใต้สภาพเทคนิคการปลอดเชื้อ ขยำให้เข้ากันประมาณ 3 นาที จะได้ระดับความเจือจาง 1 : 10

2.2 ใช้ pipette ดูดตัวอย่าง จากข้อ 2.1 มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่มี Peptone water อยู่ 9 มิลลิลิตร จะได้ตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 1 : 1000

2.3 เตรียมตัวอย่างให้เจือจาง 1 : 1000 , 1 : 10000 ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้ระดับความเจือจางที่ต้องการ

2.4 ได้ระดับความเจือจางที่ต้องการแล้ว ใช้ pipette ดูดใส่ในจานเลี้ยงเชื้อ 1 มิลลิลิตร จำนวน 2 จาน ต่อหนึ่งระดับความเจือจาง

3. การเทอาหารเลี้ยงเชื้อที่กำหนดลงจานเพาะเชื้อ

อาหารเลี้ยงเชื้อที่นำมาใช้จะต้องอยู่ในสภาพที่ปราศจากเชื้อ เทอาหารลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่างอาหารเจือจางอยู่แล้วประมาณ 12 – 15 มิลลิลิตร หลังการใส่ตัวอย่างอาหารเจือจางจานสุดท้ายไม่เกิน 20 นาที อุณหภูมิของอาหารเลี้ยงเชื้อในขณะเทลงจานเพาะเชื้อไม่ควรเกิน 46 องศาเซลเซียส ขณะเทอาหารต้องใช้เทคนิคปราศจากเชื้อ และต้องทำจานควบคุมซึ่งมีแต่อาหารเลี้ยงเชื้อไม่มีตัวอย่างอาหาร เพื่อตรวจสอบความปราศจากเชื้อของอาหารเลี้ยงเชื้อด้วย

เมื่อเทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในจานแล้วจะต้องเขย่าจานอาหารเลี้ยงเชื้อและตัวอย่างอาหาร ไปทางซ้าย 5 – 10 ครั้ง และทางขวา 5 – 10 ครั้ง ให้เข้ากันดีเป็นเนื้อเดียวกันในทันทีก่อนที่อาหารเลี้ยงเชื้อจะแข็งตัว เมื่ออาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัวดีแล้วซึ่งใช้เวลาประมาณ 15 - 20 นาที สิ่งที่ต้องระมัดระวังอยู่เสมอ คือ การจดวันที่ หมายเลขตัวอย่าง และลำดับการเจือจางจะต้องถูกต้อง (สุมาลี , 2539)

4. สภาพการบ่มเชื้อ

จานเพาะเชื้อทุกจานที่เตรียมเสร็จแล้ว จะต้องกลับจานในระหว่างการบ่มเชื้อ เพื่อหลีกเลี่ยงการหยดของหยดน้ำ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นที่ฝาของจานเพาะเชื้อลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ อุณหภูมิในตู้บ่มควรจะแน่นอน บ่มอาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้ จากข้อ 3 ในตู้บ่ม (Incubator) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 – 5 วัน (สำหรับการตรวจหา ยีสต์-รา โดยวิธี Yeast – Mold Plate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Count (YMPC)) (สุมาลี , 2539) และบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง (สำหรับการตรวจหาจุลินทรีย์รวมโดยวิธี Total Plate Count) (สุมาลี , 2539)

5. การคัดเลือกและการนับจำนวนโคโลนี

ทำการนับจำนวนโคโลนีที่เกิดอย่างสม่ำเสมอ โดยคัดเอาจานเลี้ยงเชื้อที่มีโคโลนีอยู่ระหว่าง 25 – 300 โคโลนี โดยใช้เครื่องนับจำนวนโคโลนี (colony counter) แล้วนำมาคำนวณหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่อกรัมอาหาร แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

6. แผนการทดลอง

การทดลองหมักลูกไก่คัดทิ้งด้วยกรด เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ใช้การทดลองแบบแฟคทอเรียล (3 x 7 Factorial in CRD) ซึ่งประกอบด้วย 2 ปัจจัย โดยมีปัจจัยที่หนึ่ง คือ ชนิดของกรดที่ใช้หมัก 3 ชนิด คือ กรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก และปัจจัยที่สอง คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการหมักตั้งแต่ 0 – 6 สัปดาห์ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 21 กลุ่ม (Treatment) กลุ่มละ 4 ซ้ำ (Replication)

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS โดยวิธี P – value difference (PDIFF) (อาวุธ , 2542)

8. สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

9. ระยะเวลาทำการทดลอง

ใช้ระยะเวลาทำการทดลองทั้งสิ้น 7 สัปดาห์ โดยเริ่มทำการทดลองหมักลูกไก่คัดทิ้ง ตั้งแต่วันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ. 2544 สิ้นสุดการทดลองวันที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ผลการตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดต่างชนิดกัน

จากการทดลอง พบว่า เมื่อเริ่มหมัก (สัปดาห์ที่ 0) จำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้จากลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก 85 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักลูกไก่คัดทิ้ง หมักด้วยสารละลายกรดฟอร์มิก 85 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักลูกไก่คัดทิ้ง และหมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก 85 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ สารละลายกรดฟอร์มิก 85 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักลูกไก่คัดทิ้ง คือ 3.26×10^{8} , 7.7×10^{6} และ 2.78×10^{5} โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ที่ตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้ 2.28×10^{14} โคโลนีต่อกรัม พบว่า มีจำนวนจุลินทรีย์ลดลงจากกลุ่มควบคุมแสดงให้เห็นว่ากรดมีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์มีจำนวนลดลง

ในสัปดาห์ที่ 1 จำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้จากลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก คือ 7.7×10^{7} , 1.96×10^{5} และ 7.2×10^{6} โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า การใช้กรดฟอร์มิก จะทำให้มีจำนวนจุลินทรีย์เกิดขึ้นน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับการใช้กรดโพรพิโอนิกและกรดฟอร์มิก นอกจากนั้น กลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เติมกรด เกิดการเน่าเสียทำให้ไม่สามารถทำการตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์ได้

ในสัปดาห์ที่ 2 จำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้จากลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก คือ 4.13×10^{8} , 2.42×10^{9} และ 4.57×10^{7} โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 และพบว่าเชื้อจุลินทรีย์มีจำนวนเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 1 แต่ยังน้อยกว่ากลุ่มควบคุมเมื่อเริ่มหมัก

ในสัปดาห์ที่ 3 จำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้จากลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก คือ 3.63×10^{10} , 3.94×10^{9} และ 4.12×10^{7} โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า เชื้อจุลินทรีย์มีจำนวนเพิ่มขึ้นอีกจากสัปดาห์ที่ 2 ยกเว้น กลุ่มที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก จะมีจำนวนจุลินทรีย์ ลดลงจากสัปดาห์ที่ 2

ในสัปดาห์ที่ 4 จำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้จากลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก คือ 6.37×10^{11} , 4.48×10^{9} และ 4.35×10^{9} โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 จะพบว่า เชื้อจุลินทรีย์มีจำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18523

เพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 3 แต่ยังน้อยกว่ากลุ่มควบคุมเมื่อเริ่มหมัก และยังพบว่ากลุ่มที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก มีจำนวนจุลินทรีย์น้อยกว่ากลุ่มที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกและกรดฟอร์มิก

ในสัปดาห์ที่ 5 จำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้จากลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก คือ 3.29×10^{8} , 6.69×10^{4} และ 3.53×10^{5} โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งพบว่า เชื้อจุลินทรีย์มีจำนวนลดลงจากสัปดาห์ที่ 4 และพบว่าการใช้กรดฟอร์มิก มีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เกิดขึ้นน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับการใช้กรดโพรพิโอนิกและกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก

ในสัปดาห์ที่ 6 จำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้จากลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก คือ 3.74×10^{6} , 8.83×10^{3} และ 3.63×10^{5} โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยพบว่า ในการใช้กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เชื้อจุลินทรีย์มีจำนวนเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 5 แต่ยังน้อยกว่าในสัปดาห์ที่4 และพบว่าการใช้กรดฟอร์มิกมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ลดลงกว่าทุกสัปดาห์ที่ทำการทดลอง

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (colony/g) ที่นับได้ในลูกไก่คัดทิ้งหมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก และกลุ่มควบคุม เป็นเวลา 6 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	กลุ่มทดลอง (colony/g)			
	กรดโพรพิโอนิก	กรดฟอร์มิก	กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก	กลุ่มควบคุม
0	3.26×10^{8}	7.7×10^{6}	2.78×10^{5}	2.28×10^{14}
1	7.7×10^{7}	1.96×10^{5}	7.2×10^{6}	-
2	4.13×10^{8}	2.42×10^{9}	4.57×10^{7}	-
3	3.63×10^{10}	3.94×10^{9}	4.12×10^{7}	-
4	6.37×10^{11}	4.48×10^{9}	4.35×10^{9}	-
5	3.29×10^{8}	6.69×10^{4}	3.53×10^{5}	-
6	3.74×10^{6}	8.83×10^{3}	3.63×10^{5}	-

หมายเหตุ - หมายถึง ตัวอย่างที่เกิดการเน่าเสียไม่สามารถนำมาตรวจนับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ผลการตรวจนับจำนวนยีสต์และราในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดต่างชนิดกัน

จากการทดลอง พบว่า เมื่อเริ่มหมัก (สัปดาห์ที่ 0) จำนวนยีสต์และราที่นับได้จากลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก 85 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักลูกไก่คัดทิ้ง หมักด้วยสารละลายกรดฟอร์มิก 85 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักลูกไก่คัดทิ้ง และหมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก 85 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ สารละลายกรดฟอร์มิก 85 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักลูกไก่คัดทิ้ง พบว่า ไม่มียีสต์และราเกิดขึ้นเลย จนกระทั่งสัปดาห์ที่ 6 ในขณะที่ตรวจพบยีสต์และราในกลุ่มควบคุมในวันเริ่มหมัก จำนวน 3.7 โคโลนีต่อกรัม

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนยีสต์และรา (colony/g) ที่นับได้ในลูกไก่คัดทิ้งหมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เป็นเวลา 6 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	กรดโพรพิโอนิก	กรดฟอร์มิก	กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก	กลุ่มควบคุม
0	0.000	0.000	0.000	3.700
1	0.000	0.000	0.000	-
2	0.000	0.000	0.000	-
3	0.000	0.000	0.000	-
4	0.000	0.000	0.000	-
5	0.000	0.000	0.000	-
6	0.000	0.000	0.000	-

หมายเหตุ - **หมายถึง ตัวอย่างที่เกิดการเน่าเสียไม่สามารถนำมาตรวจนับได้**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง ในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดต่างชนิดกัน

เมื่อเริ่มหมัก (สัปดาห์ที่ 0) ค่าความเป็นกรด – ด่าง ที่วัดได้จากลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก 85 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักลูกไก่คัดทิ้ง หมักด้วยสารละลายกรดฟอร์มิก 85 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักลูกไก่คัดทิ้ง และหมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก 85 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ สารละลายกรดฟอร์มิก 85 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักลูกไก่คัดทิ้ง คือ 5.27 , 4.37 และ 4.53 ตามลำดับ โดยกลุ่มควบคุมวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง ได้ 6.80 ดังแสดงในตารางที่ 3

สัปดาห์ที่ 1 พบค่าความเป็นกรด – ด่าง ที่วัดได้จากลูกไก่คัดทิ้งของกลุ่มที่หมักด้วยกรดฟอร์มิกมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 4.80 ถัดมา คือ กลุ่มที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก ซึ่งมีค่า pH 5.13 และกรดโพรพิโอนิก ซึ่งมีค่า 5.47 ตามลำดับ

สัปดาห์ที่ 2 พบค่าความเป็นกรด – ด่าง ที่วัดได้จากลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 1 โดยค่าความเป็นกรด – ด่าง ของกลุ่มที่หมักด้วยกรดฟอร์มิกมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 5.23 ถัดมา คือ กลุ่มที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิกมีค่า 5.57 และกรดโพรพิโอนิกมีค่า 6.07 ตามลำดับ

สัปดาห์ที่ 3 ค่าความเป็นกรด – ด่าง ที่วัดได้จากลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดยังคงมีค่าเพิ่มสูงขึ้น และกลุ่มที่หมักด้วยกรดฟอร์มิกยังมีค่าความเป็นกรด – ด่าง ต่ำที่สุด คือเท่ากับ 5.73 ถัดมา คือ กลุ่มที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิกมีค่า 6.10 และกรดโพรพิโอนิกมีค่า 6.37 ตามลำดับ

สัปดาห์ที่ 4 ค่าความเป็นกรด – ด่าง ที่วัดได้จากทุกกลุ่มการทดลอง มีค่าลดลงจากสัปดาห์ที่ 3 และกลุ่มที่หมักด้วยกรดฟอร์มิก ยังมีค่าความเป็นกรด – ด่าง ต่ำที่สุด คือเท่ากับ 5.67 ถัดมา คือ กลุ่มที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิกมีค่า 5.73 และกรดโพรพิโอนิกมีค่า 6.00 ตามลำดับ

สัปดาห์ที่ 5 ค่าความเป็นกรด – ด่าง ที่วัดได้จากลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก คือ 5.97 , 5.33 และ 5.50 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งพบว่า ค่าความเป็นกรด – ด่าง มีค่าลดลงจากสัปดาห์ที่ 4 ในทุกกลุ่มทดลอง และกลุ่มที่หมักด้วยกรดฟอร์มิกยังมีค่าความเป็นกรด – ด่าง ต่ำที่สุด

สัปดาห์ที่ 6 ค่าความเป็นกรด – ด่าง ของทุกกลุ่มการทดลองจะลดลงจากสัปดาห์ที่ 5 แต่ยังคงมีค่าสูงกว่าในวันที่เริ่มหมัก แต่ไม่สูงไปกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เติมกรด โดยพบว่าการหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยกรดฟอร์มิกมีค่า pH ต่ำที่สุด คือ 5.10 ถัดมา คือ กลุ่มที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิกมีค่า 5.53 และกรดโพรพิโอนิกมีค่า 5.73 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงค่าความเป็นกรด – ด่าง ในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เป็นเวลา 6 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	ค่าความเป็นกรด-ด่างของกลุ่มทดลอง			
	กรดโพรพิโอนิก	กรดฟอร์มิก	กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก	กลุ่มควบคุม
0	5.27	4.37	4.53	6.80
1	5.47	4.80	5.13	-
2	6.07	5.23	5.57	-
3	6.37	5.73	6.10	-
4	6.00	5.67	5.73	-
5	5.97	5.33	5.50	-
6	5.73	5.10	5.53	-

หมายเหตุ - หมายถึง ตัวอย่างที่เกิดการเน่าเสียไม่สามารถนำมาตรวจวัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผลทางสถิติของจำนวนจุลินทรีย์ที่พบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรด

เมื่อนำผลการตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดต่างชนิดกัน มาเปลี่ยนเป็นค่า log แล้วนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อเริ่มหมัก (สัปดาห์ที่ 0) ในตารางที่ 1 พบว่า ชนิดของกรดที่ใช้หมักมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 1 ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ PDIFF ดังแสดงในตารางที่ 4 และภาพที่ 1 แล้ว จะเห็นได้ว่า ผลการตรวจนับในเวลาเริ่มหมักลูกไก่คัดทิ้งด้วยกรดนั้นจะมีจำนวนจุลินทรีย์น้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เติมกรด โดยพบว่า การใช้กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิกจะพบเชื้อจุลินทรีย์น้อยที่สุด คือ 5.4437 ถัดมา คือ การใช้กรดฟอร์มิก กรดโพรพิโอนิก และกลุ่มควบคุม โดยตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์จำนวน 5.4879 , 8.5123 และ 14.3575 ตามลำดับ โดยให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4 และภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่า กรดทั้ง 3 กลุ่มการทดลองมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์เมื่อเริ่มหมัก

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยโดยคำนวณเป็นค่า log ของจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อเริ่มหมัก

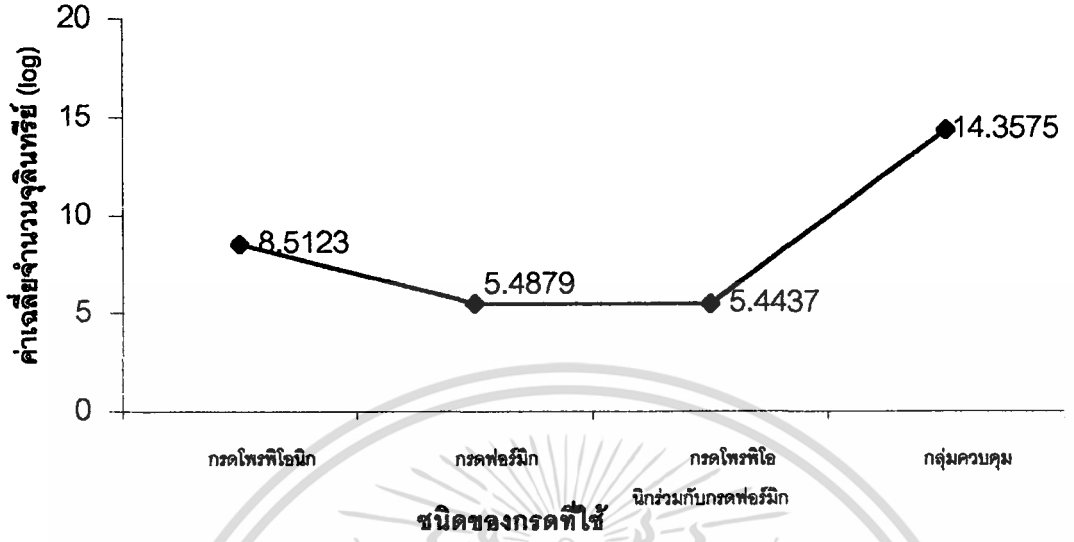
ชนิดของกรดที่ใช้หมัก (Treatment)	ค่าเฉลี่ย (log)
กรดโพรพิโอนิก**	8.5123 ± 0.0328^{ข}
กรดฟอร์มิก*	5.4879 ± 0.0255^{ค}
กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก*	5.4437 ± 0.0198^{ง}
กลุ่มควบคุม**	14.3575 ± 0.0224^{ก}

CV = 0.303 %

Grand Mean = 8.450 ± 3.749

อักษรกำกับที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (** $P<0.01$ และ * $P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยโดยคำนวณเป็นค่า log ของจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อเริ่มหมัก

เมื่อทำการหมักลูกไก่คัดทิ้งเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 1 นำมาเปลี่ยนเป็นค่า log แล้วนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังตารางผนวกที่ 2 พบว่า ชนิดของกรดที่ใช้หมักและระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และพบว่า ปัจจัยทั้งสองชนิดนี้มีอิทธิพลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 2 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ PDIFF ดังตารางที่ 5 และภาพที่ 2 แล้วพบว่า การใช้กรดฟอร์มิกในการหมักลูกไก่คัดทิ้งจะตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์น้อยที่สุด คือ 6.8827 ถัดมา คือ กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก โดยตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์เป็นจำนวน 6.9022 โดยแตกต่างจากการใช้กรดฟอร์มิกอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการใช้กรดโพรพิโอนิกตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์มากที่สุดเป็นจำนวน 8.9233 โดยให้ผลแตกต่างจากกลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาที่ทำการหมัก พบว่า จำนวนเชื้อจุลินทรีย์มีการเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตั้งแต่เริ่มหมักจนถึงสัปดาห์ที่ 4 แต่เมื่อทำการหมักไปจนถึงสัปดาห์ที่ 5 จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบจะมีจำนวนลดลง และพบเชื้อจุลินทรีย์มีจำนวนน้อยที่สุดในสัปดาห์ที่ 6 คือ 5.3595 โดยในแต่ละสัปดาห์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังตารางที่ 6 และภาพที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

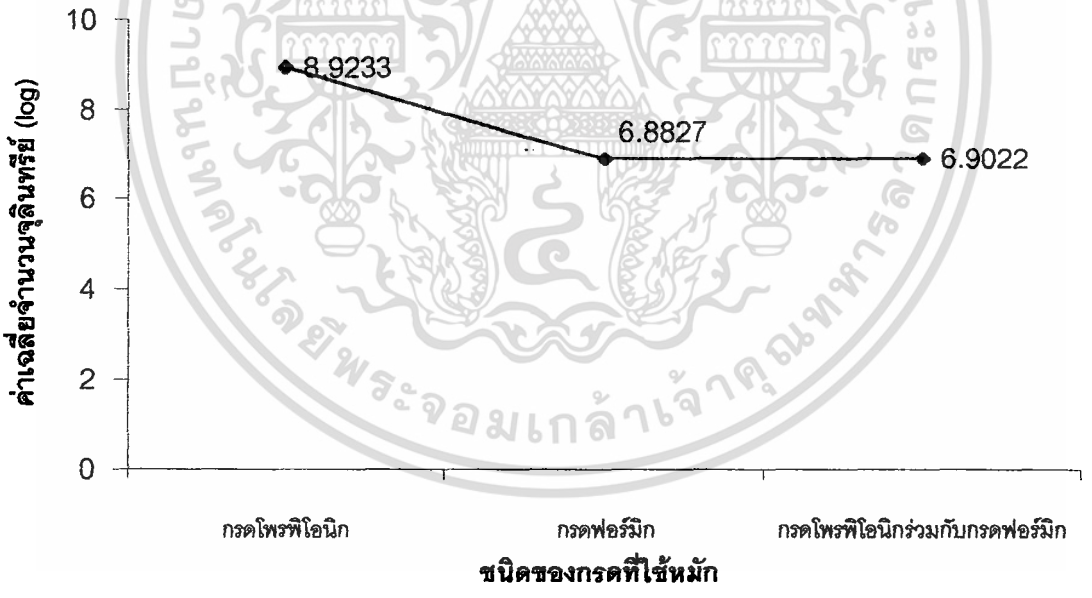
ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยโดยคำนวณเป็นค่า log ของจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เป็นเวลา 6 สัปดาห์

ชนิดของกรดที่ใช้หมัก (Treatment)	ค่าเฉลี่ย (log)
กรดโพรพิโอนิก**	8.9233 ± 1.7599^{ก}
กรดฟอร์มิก*	6.8827 ± 2.5138^{ค}
กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก*	6.9022 ± 1.4361^{ข}

CV = 0.420 %

Grand Mean = 7.569 ± 2.085

อักษรกำกับที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (** $P<0.01$ และ * $P<0.05$)



ภาพที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยโดยคำนวณเป็นค่า log ของจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เป็นเวลา 6 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

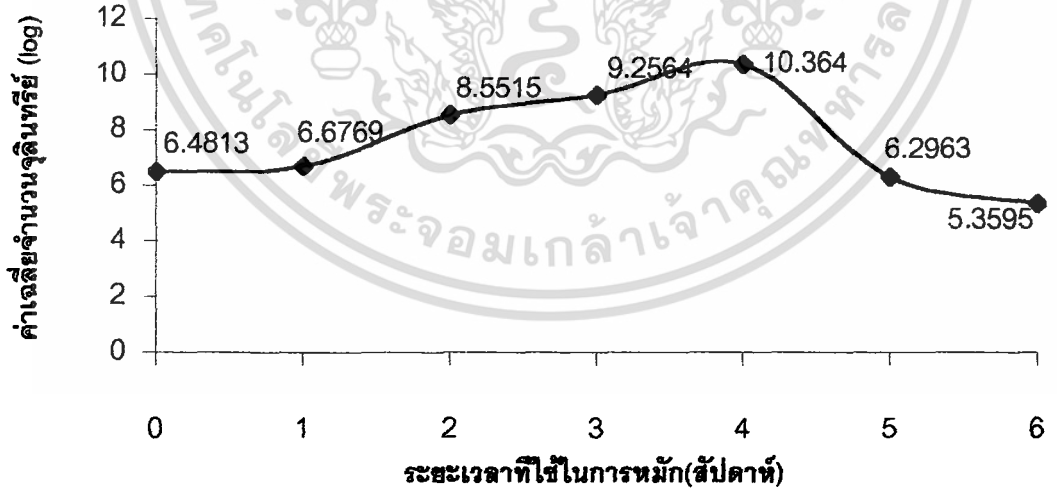
ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยโดยคำนวณเป็นค่า log ของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่หมักด้วยกรด จาก สัปดาห์ที่ 0 ถึง สัปดาห์ที่ 6

สัปดาห์ที่	ค่าเฉลี่ย
0	6.4813 ± 1.5003[จ]
1	6.6769 ± 1.1148[ง]
2	8.5515 ± 0.7371[ค]
3	9.2564 ± 1.2804[ข]
4	10.3640 ± 1.0633[ก]
5	6.2963 ± 1.6682[ฉ]
6	5.3595 ± 1.1301[ช]

CV = 0.420 %

Grand Mean = 7.569 ± 2.085

อักษรกำกับที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)



ภาพที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยโดยคำนวณเป็นค่า log ของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรด จากสัปดาห์ที่ 0 ถึง สัปดาห์ที่ 6

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยทั้งสอง ซึ่งได้แก่ ชนิดของกรดที่ใช้ และระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลี่ยดังตารางที่ 7 ภาพที่ 4 พบว่า เมื่อทำการหมักลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกไปได้ 1 สัปดาห์ จำนวนจุลินทรีย์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่เมื่อเวลาผ่านไป จำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งไปจนถึงสัปดาห์ที่ 4 และลดลงในสัปดาห์ที่ 5 โดยมีจำนวนจุลินทรีย์แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญกับสัปดาห์ที่เริ่มหมัก ส่วนในสัปดาห์ที่ 6 มีจำนวนจุลินทรีย์ต่ำที่สุด โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดฟอร์มิก พบเชื้อจุลินทรีย์ต่ำที่สุดในสัปดาห์ที่ 6 และพบว่าในทุกสัปดาห์จำนวนจุลินทรีย์มีความแตกต่างจากวันเริ่มหมักอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 7 และภาพที่ 4)

ลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก พบเชื้อจุลินทรีย์ต่ำที่สุดในวันเริ่มหมัก (สัปดาห์ที่ 0) โดยสัปดาห์ที่ 2 และ 3 จำนวนจุลินทรีย์มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และในสัปดาห์ที่ 5 และ 6 จำนวนจุลินทรีย์มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและเมื่อเปรียบเทียบวันเริ่มหมักกับสัปดาห์ที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยโดยคำนวณเป็นค่า log ของจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อทำการหมักเป็นเวลา 6 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	กรดโพรพิโอนิก	กรดฟอร์มิก	กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก
0	8.5123^{ฉ}	5.4879^{ช}	5.4437^{ช}
1	7.8863^{ฉ}	5.2915^{ฌ}	6.8529^{ญ}
2	8.6135^{ฉ}	9.3818^{จ}	7.6591^{ฌ}
3	10.5595^{ฃ}	9.595^{ง}	7.6147^{ฌ}
4	11.8033^{ก}	9.6505^{ค}	9.6383^{คง}
5	8.5159^{ฉ}	4.8251^{ฒ}	5.5477^{ฎ}
6	6.5726^{ฎ}	3.9468^{ณ}	5.5591^{ฎ}

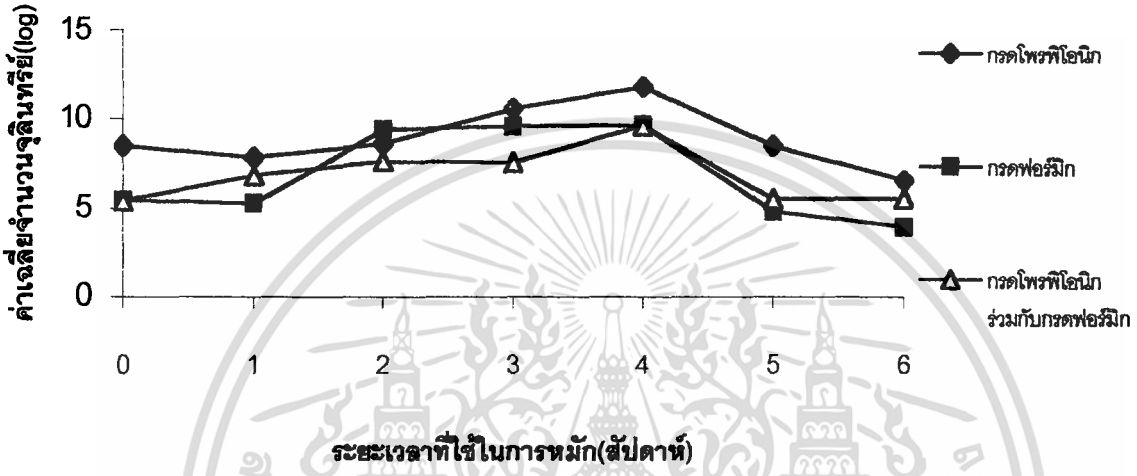
CV = 0.420 %

Grand Mean = 7.569 ± 2.085

อักษรกำกับที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกรดทั้ง 3 ชนิดกับระยะเวลาแล้ว พบว่าการหมักด้วยกรดฟอร์มิกพบเชื้อจุลินทรีย์ต่ำที่สุดในสัปดาห์ที่ 6 คือ 3.9468 ส่วนการหมักด้วยกรดโพรพิโอนิกจะพบเชื้อจุลินทรีย์สูงที่สุดในสัปดาห์ที่ 4 คือ 11.8033



ภาพที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยโดยคำนวณเป็นค่า log ของจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อทำการหมักเป็นเวลา 6 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผลทางสถิติของจำนวนยีสต์และราที่พบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรด

เมื่อนำผลการนับจำนวนยีสต์และราในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดต่างชนิดกัน ในเวลาเริ่มหมัก (สัปดาห์ที่ 0) นำมาเปลี่ยนเป็นค่า log แล้วนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังตารางผนวกที่ 3 พบว่า ชนิดของกรดที่ใช้หมักมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ PDIFF ดังตารางที่ 8 แล้วพบว่า ในวันเริ่มหมักลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดทั้ง 3 กลุ่มทดลองไม่พบจำนวนยีสต์และราเกิดขึ้นเลย โดยเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่เติมกรด จะพบจำนวนยีสต์และราเกิดขึ้นเท่ากับ 0.5664

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยโดยคำนวณเป็นค่า log ของจำนวนยีสต์และราที่ตรวจพบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อเริ่มหมัก

ชนิดของกรดที่ใช้หมัก	ค่าเฉลี่ย (log)
กรดโพรพิโอนิก	0.000 ± 0.0000^{ข}
กรดฟอร์มิก	0.000 ± 0.0000^{ข}
กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก	0.000 ± 0.0000^{ข}
กลุ่มควบคุม	0.5664 ± 0.0462^{ก}

CV = 16.306 %

Grand Mean = 0.142 ± 0.254

อักษรกำกับที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

จากผลการทดลองเมื่อทำการหมักลูกไก่คัดทิ้งเป็นเวลา 6 สัปดาห์ จะพบว่า หลังจากในวันเริ่มหมักไปแล้ว ไม่พบการเจริญของยีสต์และราเกิดขึ้นเลยทั้ง 3 กลุ่มทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผลทางสถิติของค่าความเป็นกรด – ด่างที่วัดได้ในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรด

เมื่อนำผลการวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง ของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดต่างชนิดกัน ในสัปดาห์ที่ 0 (เมื่อเริ่มหมัก) ในตารางที่ 3 แล้วนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังตารางผนวกที่ 4 พบว่า ชนิดของกรดที่ใช้หมักมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ PDIFF ดังตารางที่ 9 และภาพที่ 5 แล้วพบว่า ในวันเริ่มหมักลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดมีค่าความเป็นกรด-ด่าง น้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เติมกรดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยพบว่า การใช้กรดฟอร์มิกในการหมักลูกไก่คัดทิ้งมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำที่สุด เท่ากับ 4.3667 ถัดมาคือ กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก กรดโพรพิโอนิก และกลุ่มควบคุม โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 4.5333 , 5.2667 และ 6.80 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าความเป็นกรด-ด่าง ของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังตารางผนวกที่ 5 พบว่า ทั้งชนิดของกรดที่ใช้หมัก ระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก และอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยทั้งสอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ PDIFF ดังตารางที่ 10 และภาพที่ 6 แล้วพบว่า การใช้กรดฟอร์มิกหมักลูกไก่คัดทิ้งมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำที่สุด คือ 5.1762 ถัดมาคือ กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิก โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.4429 และ 5.8381 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเวลาที่ทำการหมัก พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 1 , 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่หลังจากนั้นใน สัปดาห์ที่ 4 , 5 และ 6 จะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ลดลงเรื่อย ๆ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเวลาเริ่มหมัก ยกเว้นในสัปดาห์ที่ 2 และ 5 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 11 และภาพที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

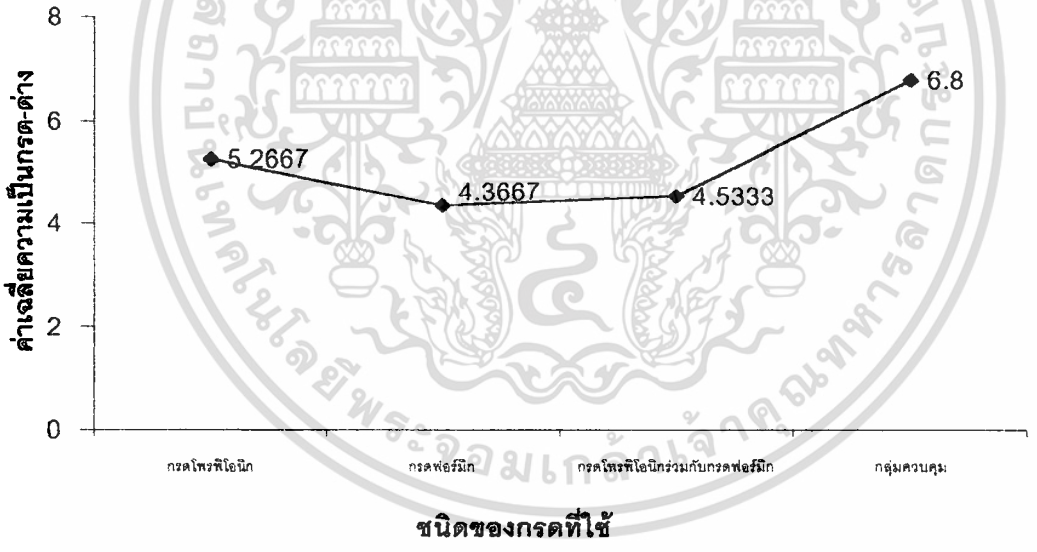
ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด – ด่าง ในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อเริ่มหมัก

ชนิดของกรดที่ใช้หมัก	ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง
กรดโพรพิโอนิก	5.2667 ± 0.5774[ข]
กรดฟอร์มิก	4.3667 ± 0.5774[ง]
กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก	4.5333 ± 0.5774[ค]
กลุ่มควบคุม	6.8000 ± 0.0000[ก]

CV = 0.954 %

Grand Mean = 5.242 ± 1.005

อักษรกำกับที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)



ภาพที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อเริ่มหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

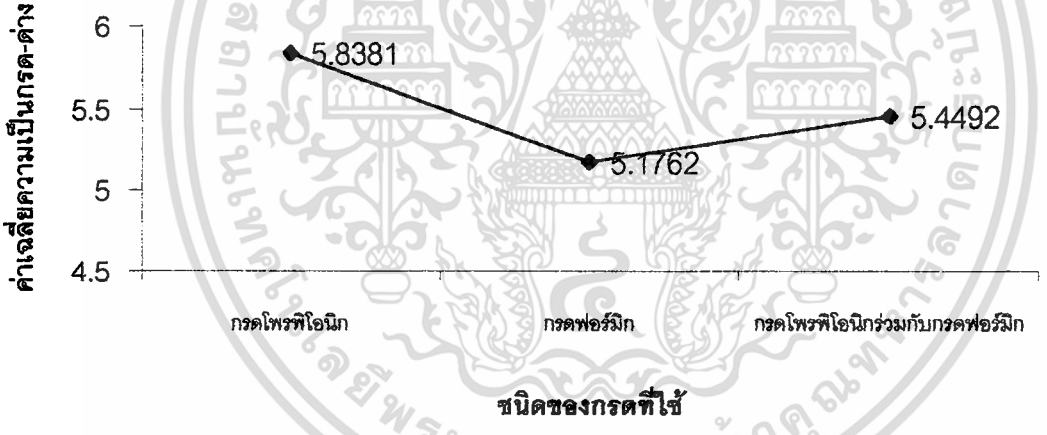
ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด – ด่าง ในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เป็นเวลา 6 สัปดาห์

ชนิดของกรดที่ใช้หมัก	ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง
กรดโพรพิโอนิก	5.8381 $\pm$ 0.2990^{n}
กรดฟอร์มิก	5.1762 $\pm$ 0.3519^{ค}
กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก	5.4492 $\pm$ 0.3214^{ข}

CV = 1.608 %

Grand Mean = 5.486 $\pm$ 0.509

อักษรกำกับที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)



ภาพที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เป็นเวลา 6 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

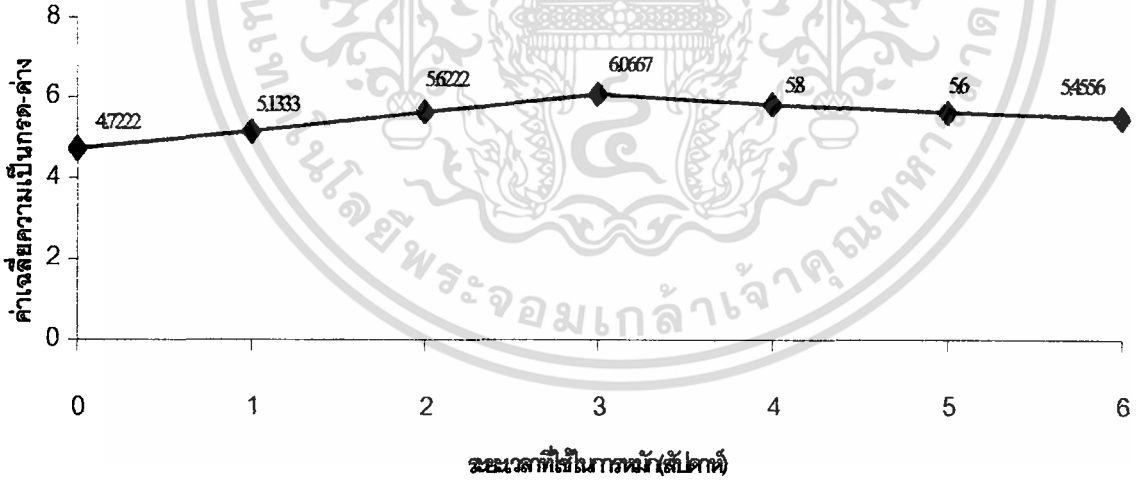
ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด–ด่างในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดจากสัปดาห์ที่ 0 ถึง 6

สัปดาห์ที่	ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง
0	4.7222 ± 0.4177^{จ}
1	5.1333 ± 0.3041^{ฉ}
2	5.6222 ± 0.3723^{ค}
3	6.0667 ± 0.2915^{ก}
4	5.8000 ± 0.1658^{ข}
5	5.6000 ± 0.2915^{ค}
6	5.4556 ± 0.2920^{ง}

CV = 1.608 %

Grand Mean = 5.486 ± 0.509

อักษรกำกับที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)



ภาพที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด–ด่าง ในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดจากสัปดาห์ที่ 0 ถึง 6

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยทั้งสอง ซึ่งได้แก่ ชนิดของกรดที่ใช้ และระยะเวลาที่ใช้หมัก พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดังตารางที่ 12 และ ภาพที่ 8 พบว่า เมื่อทำการหมักลูกไก่คัดทิ้งด้วยกรดโพรพิโอนิก ตั้งแต่เวลาเริ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมักจะมีค่าความเป็นกรด – ด่าง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ จนถึงสัปดาห์ที่ 3 และเริ่มลดลงในสัปดาห์ที่ 4, 5 และ 6 ตามลำดับ โดยพบว่า ค่าความเป็นกรด – ด่าง ในสัปดาห์ที่ 2, 4 และ 5 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อทำการหมักลูกไก่คัดทิ้งด้วยกรดฟอร์มิก พบว่าค่าความเป็นกรด – ด่าง ในวันเริ่มหมักมีค่าต่ำสุด และมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งหลังจากสัปดาห์ที่ 4 ค่า ความเป็นกรด – ด่างจะเริ่มลดลง โดยในสัปดาห์ที่ 2, 5 และ 6 ค่าความเป็นกรด – ด่างมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 ค่าความเป็นกรด – ด่างมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก มีค่าความเป็นกรด – ด่างต่ำที่สุดในวันเริ่มหมัก และเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ถัดไป โดยมีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 3 หลังจากนั้นค่าความเป็นกรด - ด่างจะลดลง โดยในสัปดาห์ที่ 2, 5 และ 6 ค่าความเป็นกรด – ด่างมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 พบว่า ค่าความเป็นกรด – ด่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด – ด่างในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อทำการหมักเป็นเวลา 6 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	กรดโพรพิโอนิก	กรดฟอร์มิก	กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก
0	5.2667^{ฉช}	4.3667^{ญ}	4.5333^{ฌ}
1	5.4667^{จ}	4.8000^{ช}	5.1333^{ฉช}
2	6.0667^{ข}	5.2333^{ฉช}	5.5667^{คงจ}
3	6.3667^{ก}	5.7333^{คง}	6.1000^{ข}
4	6.0000^{ข}	5.6667^{คง}	5.7333^{คง}
5	5.9667^{ข}	5.3333^{จฉช}	5.5000^{จ}
6	5.7333^{คง}	5.1000^{ฉช}	5.5333^{งจ}

CV = 1.608 %

Grand Mean = 5.486 ± 0.509

อักษรกำกับที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างค่าความเป็นกรด - ด่างในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดทั้ง 3 ชนิดกับระยะเวลาแล้ว พบว่าการหมักด้วยกรดฟอร์มิกมีค่าความเป็นกรด – ด่างต่ำที่สุดในสัปดาห์เริ่มหมัก คือ 4.3667 และการหมักด้วยกรดโพรพิโอนิกพบค่าความเป็นกรด – ด่างสูงที่สุดในสัปดาห์ที่ 3 คือ 6.3667

ภาพที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด – ด่าง ในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยสารละลายกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อทำการหมักเป็นเวลา 6 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองและวิจารณ์

จากผลการตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์ในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดอินทรีย์ต่างชนิดกัน พบว่ากรดมีผลต่อการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า เมื่อทำการเติมกรดลงไปในลูกไก่คัดทิ้ง จำนวนจุลินทรีย์ในลูกไก่คัดทิ้งที่เติมด้วยกรดมีจำนวนน้อยกว่ากลุ่มควบคุมเมื่อเริ่มหมัก และเมื่อทำการหมักเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า การใช้กรดฟอร์มิกหมักลูกไก่คัดทิ้ง จะพบเชื้อจุลินทรีย์น้อยที่สุด ถัดมาคือ การใช้กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 4) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Lan (1980) โดยพบว่า เมื่อทำการหมักปลาด้วยกรดฟอร์มิก 98 % ในปริมาณ 2 % (v/w) และหมักด้วยกรดฟอร์มิก 85 % ในปริมาณ 3 % (v/w) และหมักด้วยกรดโพรพิโอนิก 98 % ในปริมาณ 3 % (v/w) เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ จะเห็นได้ว่า การหมักปลาด้วยกรดฟอร์มิกมีจำนวนจุลินทรีย์น้อยที่สุด คือมีจำนวนระหว่าง 1.3×10^4 ถึง 5.7×10^4 และยังสอดคล้องกับการทดลองของ Cai – YiMin *et al.* (1998) ซึ่งรายงานว่า เมื่อหมักข้าวโพดด้วยแอมโมเนียมฟอร์เมท 22 % ร่วมกับกรดฟอร์มิก 48 % 3 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมวัตถุสด หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก 5 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุสด หมักด้วยกรดซอร์บิก 5 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุสด และหมักด้วยกรดบิวทีริก 5 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุสด เมื่อเวลาผ่านไป 2, 4 และ 6 วัน พบว่าจุลินทรีย์มีจำนวนลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

เมื่อพิจารณาการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์เปรียบเทียบกับระยะเวลาแล้วพบว่า จุลินทรีย์ได้เพิ่มจำนวนขึ้นจากสัปดาห์ที่ 0 และพบจุลินทรีย์มากที่สุดในสัปดาห์ที่ 4 หลังจากนั้นจะลดลงต่ำกว่าสัปดาห์ที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 6) ทั้งนี้ จำนวนดังกล่าวไม่ได้สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่มีการเติมกรดแต่อย่างใด (ตารางที่ 4) อาจเป็นเพราะว่า กรดมีผลในการยับยั้งการเจริญหรือการเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์ได้ส่วนหนึ่ง แต่ไม่เพียงพอที่จะควบคุมได้ทั้งหมด ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่าความเป็นกรด-ด่าง แล้วพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 11 และภาพที่ 7) อาจเนื่องจากจำนวนจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นปลดปล่อยของเสียออกมามาก แต่ในสัปดาห์ที่ 3 ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง แต่เชื้อจุลินทรีย์กลับเพิ่มจำนวนขึ้น อาจเนื่องจากจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นเป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ดีในสภาวะกรด และจุลินทรีย์ดังกล่าวอาจมีการสร้างกรดขึ้นในขณะนั้นก็ได้ ซึ่งจุลินทรีย์บางชนิดสามารถเจริญได้ดีในสภาพกรด และบางชนิดก็ไม่ทนต่อกรด ในการตรวจสอบเชื้อแบบ Total plate count นั้นไม่สามารถทราบได้ว่า เป็นจุลินทรีย์ชนิดใด เนื่องจากไม่มีการแยกเชื้อ นั่นหมายความว่า กรดมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิด ส่วนจุลินทรีย์ที่อยู่ได้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะกรดก็จะเพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งจุลินทรีย์ที่เพิ่มจำนวนขึ้นนี้อาจเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์และสัตว์ก็ได้ และจากผลการทดลอง พบว่า การหมักด้วยกรดฟอร์มิกจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุด (ตารางที่ 10 และภาพที่ 6) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองอื่น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Tatterson (1976) รายงานว่า การใช้กรดฟอร์มิก 3.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่ความเข้มข้น 85 เปอร์เซ็นต์ ในการทำปลาหมักทำให้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 4.0 ซึ่งสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย (spoilage bacteria) เชื้อรา (moulds) และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (pathogenic) เช่น Salmonella และ *Clostridium botulinum* และยังสอดคล้องกับการรายงานของ Lan (1980) ว่า การทำปลาหมักกรดเริ่มด้วยการหมักปลาทั้งตัวแล้วผสมกับกรด โดยใช้กรดอินทรีย์เพียงอย่างเดียว หรือกรดอินทรีย์ร่วมกับแร่ธาตุ เมื่อผสมเสร็จแล้วบรรจุในภาชนะที่ทนกรด เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและปิดฝาให้มิดชิดเพื่อป้องกันแมลง การหมักผ่านไปได้ 2 – 3 วัน ของเหลวจะเหนียวขึ้นลอยที่ผิวหน้าของส่วนผสม ในการใช้กรดโพรพิโอนิกและกรดฟอร์มิก 0.75 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักวัตถุดิบ ในการทำปลาหมักมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 4.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ความเข้มข้นของกรดไม่เพียงพอที่จะรักษาการหมักได้นาน เมื่อเพิ่มกรดฟอร์มิก 98 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ หรือกรดฟอร์มิก 85 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักวัตถุดิบ หลังจากการเติมกรด พบว่า ค่าความเป็นกรดด่างลดลงจาก 6.5 เหลือ 3.8 และ 4.4 ตามลำดับ ในการเติมกรดโพรพิโอนิกเพียงอย่างเดียวนั้นให้ผลไม่ดีและกรดโพรพิโอนิก 98 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุดิบเท่านั้น ที่มีค่าความเป็นกรดด่างต่ำเท่ากับ 4.9 และเพิ่มขึ้นเป็น 5.4 หลังจากหมักไว้นาน 2 สัปดาห์ การใช้กรดซัลฟูริกมีค่าความเป็นกรดด่างต่ำที่สุด คือ 4.0 รองลงมา คือ กรดฟอร์มิก 0.5 เปอร์เซ็นต์ หรือกรดโพรพิโอนิก 0.5 เปอร์เซ็นต์ หรือทั้งสองชนิดร่วมกันไม่สามารถหมักไว้ได้นานถึง 2 สัปดาห์ ดังนั้น จะเห็นได้ว่า ปลาที่หมักด้วยกรดฟอร์มิก 98 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ หรือกรดฟอร์มิก 85 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุดิบสามารถเก็บไว้ได้นาน 2 สัปดาห์

ผลการตรวจนับจำนวนยีสต์และราในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดอินทรีย์ต่างชนิดกัน พบว่า กรดมีผลต่อการเจริญของยีสต์และรา โดยเห็นได้จากการทดลองว่า การเติมกรดลงในลูกไก่คัดทิ้งทำให้ยีสต์และราไม่สามารถเจริญขึ้นได้ (ตารางที่ 8) ซึ่งเมื่อทำการหมักเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ก็ไม่พบการเจริญของยีสต์และรา ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Racker *et al.* (1992) รายงานว่า กรดโพรพิโอนิกที่ระดับ 0.5 % (W/W) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราในข้าวโพดที่มีความชื้น 26.8 % และ 29.6 % ได้ตลอดการทดลอง 42 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาพบว่าการใช้กรดหมักลูกไก่คัดทิ้งสามารถยับยั้งการเน่าเสียของลูกไก่คัดทิ้งได้และผู้วิจัยแนะนำให้ใช้กรดฟอร์มิกเพียงอย่างเดียวในการหมัก เนื่องจากพบว่ามีการตรวจพบจุลินทรีย์รวมน้อยที่สุด อีกทั้งเมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโปรตีนและไขมันแล้ว การใช้กรดฟอร์มิกไม่ได้ด้อยไปกว่าการใช้กรดโพรพิโอนิกหรือกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิกเลย เมื่อทำการหมักเป็นเวลา 4 สัปดาห์ อีกทั้งยังพบเปอร์เซ็นต์เถ้าสูงกว่าด้วย (นันทิยา, 2543) นอกจากนี้การใช้กรดฟอร์มิกยังกัดภาชนะน้อยกว่ากรดอนินทรีย์บางชนิด และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสังเกตได้จากการทำปลาหมักด้วยกรดฟอร์มิกจะมี pH เท่ากับ 4 และคงรูปได้นานกว่า 1 ปี ถึงแม้กรดฟอร์มิกจะมีราคาแพงกว่ากรดอนินทรีย์ก็ตาม แต่สามารถที่จะนำไปให้สัตว์กินได้โดยตรงเพราะรักษาคุณภาพของปลาหมักที่ระดับ pH ที่สูงกว่าการใช้กรดอนินทรีย์ ส่วนกรดอนินทรีย์นั้นแม้จะมีราคาถูก แต่ก่อนนำไปให้สัตว์กินจะต้องทำให้เป็นกลางเสียก่อน ทำให้เกิดปัญหายุ่งยากกว่า

จากการทดลองนี้อาจไม่สามารถที่จะบอกได้ว่าจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นเป็นชนิดใดบ้าง และก่อให้เกิดโทษหรือประโยชน์อย่างใดที่แน่ชัด ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาในครั้งต่อ ๆ ไป และควรมีการแยกเชื้อเพื่อที่จะได้ทราบว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่พบเป็นเชื้อชนิดใด มีประโยชน์หรือไม่ ถ้าพบว่ามีประโยชน์ เราก็สามารถที่จะนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กุลยา จันทร์อรุณ . 2533 . เคมีอาหาร . ภาควิชาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศน์ กรมการฝึกหัดครู , กรุงเทพมหานคร . 315 น.

คณะอุตสาหกรรมเกษตร . 2526 . วัตถุกันเสียในอาหาร . โครงการตำราวิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพมหานคร . 95 น.

นันทิยา แซ่เตียว . 2543 . การศึกษาองค์ประกอบและระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักลูกไก่คัดทิ้ง . สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , กรุงเทพมหานคร . 51 น.

บัญญัติ สุขศรีงาม . 2534 . จุลชีววิทยาทั่วไป . ภาควิชาจุลชีววิทยา , คณะวิทยาศาสตร์ , มหาวิทยาลัยบูรพา , กรุงเทพมหานคร . 507 น.

บุญส่ง แสงอ่อน . 2529 . คู่มือการสอน จุลชีววิทยา . ภาควิชาชีววิทยา , คณะวิทยาศาสตร์ , มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , พิษณุโลก . 352 น.

ปฐม เลาหะเกษตร . 2540 . การเลี้ยงสัตว์ปีก . ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ , คณะเทคโนโลยีการเกษตร , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , กรุงเทพมหานคร . 328 น.

ประวัติ ตันบุญเอก , ดารา พวงสุพรรณ , ปริศนา เหมสุจิ และอรุณี วงษ์อุไร . 2525 . การศึกษาสารเคมีที่มีคุณสมบัติในการป้องกันกำจัดสารพิษแอลฟลาทอกซิน .รายงานผลการวิจัย พ.ศ. 2525 . กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร .

พจนีย์ สุริยะวงศ์ และคณะ . 2539 . เภสัชจุลชีววิทยา . ภาควิชาจุลชีววิทยา , คณะเภสัชศาสตร์ , มหาวิทยาลัยมหิดล , กรุงเทพมหานคร . 226 น.

วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล . 2537. การเน่าเสียของอาหารและการป้องกัน .ภาควิชาจุลชีววิทยา , คณะวิทยาศาสตร์ , มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ , สงขลา . 263 น.

ศิวาพร ศิวเวช . 2529 . วัตถุเจือปนอาหาร เล่ม 1 . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพมหานคร . 162 น.

สมใจ ศิริโภค . 2537 . เทคโนโลยีการหมัก . ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ ฯ , มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , พิษณุโลก . 250 น.

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ . 2539 . เคมีและจุลชีววิทยาของอาหาร . มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช , กรุงเทพมหานคร . 236 น.

สุพจน์ ใช้เทียมวงศ์ . 2534 . จุลชีววิทยา MI 211 . ภาควิชาชีววิทยา , คณะวิทยาศาสตร์ , มหาวิทยาลัยรามคำแหง , กรุงเทพมหานคร . 648 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุมาลี เหลืองสกุล . 2539 . คู่มือปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางอาหาร . ภาควิชาชีววิทยา , คณะวิทยาศาสตร์ , มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , กรุงเทพมหานคร . 127 น.

สุมาลี เหลืองสกุล . 2541 . จุลชีววิทยาทางอาหาร . ภาควิชาชีววิทยา , คณะวิทยาศาสตร์ , มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , กรุงเทพมหานคร . 248 น.

สุขใจ ชูจันทร์ . 2535 . ปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางอาหาร . ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ , คณะ - วิทยาศาสตร์ , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , กรุงเทพมหานคร . 68 น.

อาวุธ ตันโช . 2542 . การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS . ภาควิชาเทคโนโลยีการ-ผลิตสัตว์ , คณะเทคโนโลยีการเกษตร , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร-ลาดกระบัง , กรุงเทพมหานคร . 347 น.

Alvarez , R.J. 1972 . A comparative study of nutritional value of the protein from ensiled fish . Cuban J.agric . Sci. 6 : 219 – 222 .

Association of official Analytical Chemist . 1975 . official methods of analysis . 12th ed. Association of Analytical Chemists . Washington , DC . pp.5 – 7 .

BAM . 1984 . Bacteriological Analytical Manual of the Division of Microbiology Center for Food Safety and Applied Nutrition . U.S. Food and Drug Adimnistration . USA . 340 p.

Borgstrom , G. 1962 . Fish silage . Fish as food . Vol. 2 , Nutrition , Sanitation , and Utilization . New York and London : Academic Press .

Braner , A.L. , P.M. Davidson and S. Salminen . 1990 . Food additive. Marcel dekker , Inc .,New York . 760 p.

Bunchanan , R.L. and J.C. Ayres . 1976 . Effect of sodium acetate on growth and aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* NRRL 2999 . J. Food Prot . 49 (3) : 128 – 132 .

Cai – YiMin, Ogawa –M and Cai – YM. 1998. Effect of ammonium tetraformate on the Aerobic deterioration of corn silage. Grassland. Sci. 44 : 1.

Dominguez , P.L. 1988 . Utilizacion de desperdicios alimentarios y de subprodios industriales agropecuarios y de la pesca en la alimentacion del cerdo. En Alimentacion porcina no conventional. CIDA, La Habana . pp.7 – 69.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAO/WHO . 1962 . Evaluation of the toxicity of a number of antimicrobials and antioxidants Sixth Report of Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives . WHO Techn . Rep . Ser . No . 228 : 84 – 86 .

Green , S.,J. Wiseman and D.J.A. Cole . 1983 . Fish silage in pig diets . Pig News Info . 4 (3) : 269 –273 .

Jayawardina, K.M.and R.G. Poulter. 1980 . Studies on the preparation of fish silage : Rate of liquefaction of different tissue of silverbelly , pp.35 . In FAO Fiseries Report No.230. FAO, Rome.

Lan, Y.Q. 1980 . The status of research on fish silage in Malaysia , pp.19 – 23. In FAO Fisheries Report No.230. FAO, Rome.

Lueck, E. 1980 . Antimicrobial Food Additives : Characteristics, Uses, Effects. Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 153 p.

Matin, A.M. 1994 . Fisheries processing : Biotechnolical applications. Chapman & Hall , London. 131 p.

Perez,R. 1995 . Fish silage for feeding livestock. WAR/RMZ 82.pp.59 – 66.

Petersen , H. 1953 . Acid preservation of fish and fish offal . FAO . Fisheries Bull . 6 (1 – 2) : 18 – 25 .

Racker , M.O., C.J. Bern , L.A. Johnson and B.A. Glatz . 1992 . Preservative of high-moisture maize by various propionate treatments . Cereal Chem . 69 (1) : 66 – 69 .

Rattagool , P.,S., Surachatmrongratane and N. Wonchinde . 1980a . Fish silage in Thailand : Further trial on broiler chicken , pp. 59 – 63 . In FAO Fishrey Report No. 230 . FAO , Rome .

Rattagool, P.,N. Wongchinda, A. Kungsuwan and S.Swachathamwongratana. 1980b. Studies on the nutritive value of fish silage for broiler chickens, pp.48 – 54. In FAO Fisheries Report No.230. FAO,Rome.

Saisithi, B. and P.Rattagool. 1980 . Prospects for the production and utilization of silage in Thailand, pp 27 – 33. In FAO Fisheries Report No.230. FAO, Rome.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Takano , N. 1972 . Grassland farming part 4 , Silage ASPEC – FFTC . Extension Butellin No. 23 .

Tatterson , I.N. 1976 . The preparation and storage of fish silage . Aberdeen , 27 May 1976 .

Vandergraft , E.E., C.W. Hesseltine and O.L. Shotwell . 1975 . Grain presevative : Effect on aflatoxin and ochratoxin production . Cereal Chem . 52 (1) : 79 – 84.

Wiseman , J.,S. Green and D.J.A. Cole . 1982 . Nutritive value of oily fish silage when used to replace ingredients of plant origin in growing pig diets . Proc . Bri . Soc . Anim . Prod . 3 : 356 (Abstr.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการทดลอง คือ Plate Count Agar (PCA) และ Potato Dextrose Agar (PDA) ซึ่งมีวิธีการเตรียม ดังนี้

- PCA อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์รวม

1. ตวงน้ำ 1000 มิลลิเมตร ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 1000 มิลลิเมตร
2. ชั่ง PCA 22.5 กรัม เทลงในบีกเกอร์ แล้วนำไปต้ม โดยใช้แท่งแม่เหล็กคนตลอดเวลา เพื่อป้องกันมิให้อาหารเลี้ยงเชื้อไหม้ และติดก้นภาชนะ
3. ต้มจนกว่าอาหารเลี้ยงเชื้อจะละลายจนหมด โดยสังเกตได้จากอาหารเลี้ยงเชื้อจะใส
4. เทอาหารเลี้ยงเชื้อใส่ใน flask ขนาด 500 มิลลิเมตร ในปริมาณประมาณ 250 มิลลิเมตร จนกว่าอาหารเลี้ยงเชื้อจะหมด
5. ใช้สำลีอุดปาก flask ทั้งหมดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ แล้วปิดทับด้วยกระดาษรัดให้แน่นด้วยยางวง
6. นำอาหารเลี้ยงเชื้อไปทำให้ปลอดเชื้อ ในตู้นึ่งฆ่าเชื้อโรคโดยใช้ความดันไอน้ำ (Auto - clave) โดยใช้อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

- PDA อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการตรวจหาเชื้อยีสต์-รา

1. ตวงน้ำ 1000 มิลลิเมตร ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 1000 มิลลิเมตร
2. ชั่ง PDA 39 กรัม เทลงในบีกเกอร์ แล้วนำไปต้ม โดยใช้แท่งแม่เหล็กคนตลอดเวลา เพื่อป้องกันมิให้อาหารเลี้ยงเชื้อไหม้ และติดก้นภาชนะ
3. ต้มจนกว่าอาหารเลี้ยงเชื้อจะละลายจนหมด โดยสังเกตได้จากอาหารเลี้ยงเชื้อจะใส
4. เทอาหารเลี้ยงเชื้อใส่ใน flask ขนาด 500 มิลลิเมตร ในปริมาณประมาณ 250 มิลลิเมตร จนกว่าอาหารเลี้ยงเชื้อจะหมด
5. ใช้สำลีอุดปาก flask ทั้งหมดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ แล้วปิดทับด้วยกระดาษรัดให้แน่นด้วยยางวง
6. นำอาหารเลี้ยงเชื้อไปทำให้ปลอดเชื้อ ในตู้นึ่งฆ่าเชื้อโรคโดยใช้ความดันไอน้ำ (Auto clave) โดยใช้อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที
7. เติมกรดทาร์ทาริก 10 เปอร์เซ็นต์ โดยเติม 1 เปอร์เซ็นต์ ของอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่หลอมเหลว และปล่อยให้มีอุณหภูมิลดลงถึง 45 องศาเซลเซียสแล้วเพื่อปรับ pH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เป็น 3.5 ก่อนที่จะเทลงในจานเลี้ยงเชื้อ เพื่อให้อาหารเป็นกรดที่แบคทีเรียไม่สามารถเจริญได้

2. การเตรียมสารละลายสำหรับเจือจางตัวอย่าง

สารละลายที่ใช้สำหรับเจือจางตัวอย่าง คือ Peptone water ซึ่งมีส่วนประกอบ ดังนี้

- Peptone from meat 1 กรัม
- NaCl 8.5 กรัม
- น้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

วิธีการเตรียม มีขั้นตอน ดังนี้

2.1 นำส่วนประกอบทั้งหมดมาละลายในน้ำกลั่นให้เข้ากัน หรือละลายจนหมด

2.2 นำ Peptone water ที่เตรียมไว้ มาแบ่งใส่ในถุง สำหรับระดับความเจือจาง 1 : 10 โดยทำได้ 2 วิธี คือ

2.2.1 เตรียม Peptone water 250 ml. ใส่ถุง (จะเหลือ 225 มิลลิลิตร พอดี หลัง autoclave) แล้วใส่ลงในบีกเกอร์ ปิดด้วยกระดาษอะลูมิเนียม นำไปทำให้ปลอดเชื้อ ในตู้นึ่งฆ่าเชื้อโรค โดยใช้ความดันไอน้ำ (Autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที (Peptone water จะเหลืออยู่ประมาณ 225 ml.)

2.2.2 เตรียม Peptone water ในขวดปิดฝา นำไปทำให้ปลอดเชื้อในตู้นึ่งฆ่าเชื้อโรค โดยใช้ความดันไอน้ำ (Autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที พร้อมกับเตรียม cylinder ปิดด้วยกระดาษอะลูมิเนียม และเตรียมถุงร้อนใส่ในบีกเกอร์ปิดด้วยกระดาษอะลูมิเนียม เมื่อจะใช้จึงตวงใส่ถุง

2.3 นำ Peptone water มาแบ่งใส่ในหลอดทดลอง ตามระดับความเจือจางที่ต้องการ ใช้หลอดละ 9.3 มิลลิลิตร (จะเหลือ 9 มิลลิลิตร พอดี หลัง autoclave) ปิดด้วยจุกยาง

2.4 ไปทำให้ปลอดเชื้อ ในตู้นึ่งฆ่าเชื้อโรค โดยใช้ความดันไอน้ำ (Autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนจุลินทรีย์โดยรวมที่พบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อเริ่มหมัก

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	3	210.8548153	70.2849384	99999.99**
Error	12	0.0078618	0.0006551	
Total	15	210.8626771		

** ความแตกต่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนจุลินทรีย์โดยรวมที่พบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เป็นเวลา 6 สัปดาห์

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	20	360.7230073	18.0361504	17826.11**
A	2	76.9964985	38.4982492	38049.92**
B	6	241.2632131	40.2105355	39742.27**
AxB	12	42.4632957	3.538608	3497.40**
Error	63	0.0637423	0.0010118	
Total	83	360.7867496		

A ชนิดของกรดที่ใช้หมัก

B ระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก

** ความแตกต่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนยีสต์และราที่พบในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อเริ่มหมัก

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	3	0.96240139	0.32080046	601.80**
Error	12	0.00639684	0.00053307	
Total	15	0.96879824		

** ความแตกต่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความเป็นกรด-ด่างในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เมื่อเริ่มหมัก

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	3	11.08916667	3.69638889	1478.56**
Error	8	0.02	0.0025	
Total	11	11.10916667		

** ความแตกต่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความเป็นกรด-ด่างในลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เป็นเวลา 6 สัปดาห์

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	20	15.75047619	0.78752381	101.25**
A	2	4.65809524	2.32904762	299.45**
B	6	10.58380952	1.76396825	226.80**
AxB	12	0.50857143	0.04238095	5.45**
Error	42	0.32666667	0.00777778	
Total	62	16.07714286		

A ชนิดของกรดที่ใช้หมัก

B ระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก

** ความแตกต่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System) Version 6.03 ประกอบด้วย data step และ proc step ดังนี้

การวิเคราะห์ทางสถิติ จำนวนจุลินทรีย์โดยใช้ CRD (โดยใช้กรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก ในวันเริ่มหมัก)

```
DATA CRD;
input treat rep colony;
CARDS;
1 1 8.55145
1 2 8.47129
1 3 8.51587
1 4 8.51055
2 1 5.45939
2 2 5.48287
2 3 5.48855
2 4 5.52114
3 1 5.45332
3 2 5.41497
3 3 5.45939
3 4 5.44716
4 1 14.34242
4 2 14.37291
4 3 14.38021
4 4 14.33445
PROC GLM;
   CLASS TREAT;
   MODEL COLONY=TREAT;
   LSMEANS TREAT/PDIFF STDERR;
RUN;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติ จำนวนจุลินทรีย์โดยใช้กรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก ในสัปดาห์ที่ 1 , 2 , 3 , 4 , 5 และ 6 (3x7 Factorial in CRD)

```
DATA PCA;
 DO ACID=1 TO 3;
 DO WEEK=1 TO 7;
 DO REP=1 TO 4;
 INPUT COLONY@;
  OUTPUT;
 END;
 END;
 END;
CARDS;
8.55145  8.47129  8.51587  8.51055
7.87852  7.89209  7.87157  7.90309
8.58883  8.68485  8.61909  8.5611
10.57054 10.53148 10.58433 10.55145
11.79796 11.81424 11.83759 11.76342
8.53656  8.51055  8.55145  8.46538
6.59329  6.57054  6.57519  6.55145
5.45939  5.48287  5.48855  5.52114
5.25527  5.2833   5.32634  5.30103
9.37291  9.42813  9.31806  9.40824
9.60206  9.57054  9.62325  9.58433
9.61066  9.64738  9.66276  9.68124
4.80346  4.84757  4.82737  4.82217
3.939345 3.9222   3.95809  3.96755
5.45332  5.41497  5.45939  5.44716
6.92428  6.80618  6.90309  6.77815
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
7.65896   7.62737   7.69897   7.65128
7.61489   7.59329   7.62737   7.62325
9.6149    9.63949   9.64738   9.65128
5.53656   5.54654   5.5611    5.54654
5.58883   5.57978   5.54158   5.52633
;
PROC GLM;
  CLASS ACID WEEK;
  MODEL COLONY=ACID WEEK ACID*WEEK;
LSMEANS ACID WEEK ACID*WEEK/PDIFF STDERR;
RUN;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนยีสต์และราโดยใช้ CRD(โดยใช้กรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก ในวันเริ่มหมัก)

```
DATA YM;
INPUT TREAT REP COLONY;
CARDS;
1 1 0
1 2 0
1 3 0
1 4 0
2 1 0
2 2 0
2 3 0
2 4 0
3 1 0
3 2 0
3 3 0
3 4 0
4 1 0.50515
4 2 0.60206
4 3 0.60206
4 4 0.55630
PROC GLM;
  CLASS TREAT;;
  MODEL COLONY=TREAT;
  LSMEANS TREAT/PDIFF STDERR;
RUN;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ CRD (โดยใช้กรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก ในวันเริ่มหมัก)

```
DATA PHW0;
INPUT TREAT REP PH;
CARDS;
1 1 5.2
1 2 5.3
1 3 5.3
2 1 4.4
2 2 4.3
2 3 4.4
3 1 4.5
3 2 4.6
3 3 4.5
4 1 6.8
4 2 6.8
4 3 6.8
PROC GLM;
  CLASS TREAT;
  MODEL PH=TREAT;
  LSMEANS TREAT/PDIFF STDERR;
RUN;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้กรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก ในสัปดาห์ที่ 1 , 2 , 3 , 4 , 5 และ 6 (3x7 Factorial in CRD)

```
DATA ALLPH;
DO ACID=1 TO 3;
DO WEEK=1 TO 7;
DO REP=1 TO 3;
INPUT PH@;
OUTPUT;
END;
END;
END;
CARDS;
5.2 5.3 5.3
5.6 5.4 5.4
6.2 6 6
6.4 6.3 6.4
6 6 6
5.9 5.9 6.1
5.8 5.8 5.6
4.4 4.3 4.4
4.9 4.7 4.8
5.3 5.2 5.2
5.7 5.9 5.6
5.6 5.8 5.6
5.3 5.4 5.3
5.1 5 5.2
4.5 4.6 4.5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
5 5.2 5.2
5.6 5.5 5.6
6.2 6.1 6
5.8 5.7 5.7
5.5 5.5 5.5
5.6 5.5 5.5
;
PROC GLM;
  CLASS ACID WEEK;
  MODEL PH=ACID WEEK ACID*WEEK;
  LSMEANS ACID WEEK ACID*WEEK/PDIFF STDERR;
RUN;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้