บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในขั้นตอนก่อนการทำให้สุก หลังจากการทำให้สุก และในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงปิดสนิท

จากข้อมูลการผลิตไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควันของโรงงานผลิตภัณฑ์อาหารศรีไทย ในช่วงเดือนมกราคม – พฤษภาคม 2548 มียอดการคืนสินค้า 4.4 % ของยอดส่ง ต่อหนึ่งชนิดสินค้า โดยลักษณะสินค้าที่ส่งคืนมาส่วนใหญ่เป็นสินค้าที่เสื่อมเสียก่อนวันหมดอายุที่ระบุไว้ที่ฉลาก และสภาพสินค้ามีลักษณะเป็นเมือก สีของสินค้าเปลี่ยน ซึ่งการเสื่อมเสียของสินค้านี้สันนิษฐานว่าน่าเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์เป็นสาเหตุ จึงทำการตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงคุณภาพ ได้แก่ Total Plate Count, Coliforms และตรวจหาจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีบ่งชี้ความปลอดภัยในอาหาร ได้แก่ *Salmonella* spp. และ *Staph. aureus* ในกระบวนการผลิตไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน (ตามภาพที่ 3.1) ซึ่งจากการศึกษาได้ผลดังนี้

4.1.1 ผลการตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงคุณภาพในกลุ่ม Total Plate Count และ Coliforms

จากการศึกษาแหล่งปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ในกระบวนการผลิตไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างไส้กรอกในกระบวนการผลิตทั้งหมด 5 จุด ดังนี้ ไส้กรอกที่อัดไส้ก่อนเข้าตู้อบ ไส้กรอกหลังออกจากตู้อบ(ก่อนฉีดน้ำ) ไส้กรอกหลังการฉีดน้ำ ไส้กรอกหลังออกจากเครื่องตัด และไส้กรอกที่บรรจุในถุงปิดสนิท ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจนับพบเชื้อในกระบวนการผลิตข้างต้นจำนวน 4.59 + 0.21, 2.23 + 0.09, 2.22 + 0.07, 3.21 + 0.05 และ 3.42 + 0.23 Log cfu/g ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1) ซึ่งปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจากการศึกษามีผลใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Metaxopolus และคณะ (2002) ที่ทำการศึกษาหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในกระบวนการผลิตไส้กรอกในโรงงานอุตสาหกรรมของประเทศกรีซจำนวน 56 ตัวอย่าง จากโรงงาน 3 แห่ง พบว่าในส่วนของตัวอย่างไส้กรอกที่อัดไส้แล้วก่อนนำเข้าอบโดยเฉลี่ยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 5.0×10^5 cfu/g ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่นับได้จากไส้กรอกที่อัดไส้แล้วก่อนเข้าอบ พบเชื้อในปริมาณที่มากกว่ากระบวนการอื่น อาจเนื่องจากมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์มาจากหลายทางเช่น วัตถุดิบเนื้อสัตว์ เครื่องเทศ เครื่องมือ อุปกรณ์ในการผลิต เวลา และอุณหภูมิในแต่ละกระบวนการผลิตที่นานเกินไปจึงทำให้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์สูง (Brown, 1982) หลังจากนั้นไส้

กรอกที่ผ่านการอบแล้ว (ก่อนฉีดน้ำ) ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีการลดจำนวนลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) คือ ลดลงเหลือ 2.23 + 0.09 log cfu/g หรือ ประมาณ 2 log cfu/g โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการอบและรมควันไส้กรอกอยู่ในช่วง 70 – 90°C จากขั้นตอนดังกล่าวส่งผลให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในผลิตภัณฑ์ก่อนอบนั้นลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sachindra และคณะ (2005) ทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในไส้กรอกเนื้อกระบือก่อนและหลังอบ โดยก่อนอบมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 5.1 $\pm$ 0.35 log cfu/g หลังจากอบแล้วมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงเหลือ 3.75 $\pm$ 0.31 log cfu/g มีค่าเฉลี่ยลดลงประมาณ 1.35 log cfu/g

ต่อมาหลังจากไส้กรอกฉีดน้ำแล้ว เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีปริมาณ 2.22 + 0.07 log cfu/g คือ เชื้อจุลินทรีย์มีปริมาณไม่แตกต่างกันกับไส้กรอกหลังออกจากตู้อบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนในกระบวนการหลังออกจากเครื่องตัดไส้กรอกและหลังบรรจุในถุงปิดสนิท ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด มีปริมาณเพิ่มขึ้นจากกระบวนการหลังการฉีดน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยเชื้อที่ปนเปื้อนกลับมายังผลิตภัณฑ์สันนิษฐานว่ามาจากเครื่องตัดที่มีการบำรุงรักษาและการทำความสะอาดที่ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้มีการสะสมของสิ่งสกปรกหรือเชื้อจุลินทรีย์ตามซอกของเครื่องมือที่การทำความสะอาดเข้าไม่ถึง รวมทั้งพนักงานที่ปฏิบัติงาน และอุปกรณ์อื่นๆ ที่สัมผัสโดยตรงกับผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ที่ตรวจนับได้จากกระบวนการภายหลังการบรรจุในถุงปิดสนิทยังถือว่าไม่เกินมาตรฐานของสินค้าประเภทไส้กรอก ของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

หลังจากได้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนกับผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิต หลังจากนั้นจึงทำการตรวจสอบปริมาณของ Coliforms ที่เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงคุณภาพในกระบวนการผลิต โดยนำโคโลนีของเชื้อที่ขึ้นบน PCA ทั้งหมดใน Dilution ที่อ่านค่าได้มา Spot ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ VRBA (Violet Red Bile agar) เพื่อดูว่าจากปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีจุลินทรีย์ในกลุ่ม Coliforms อยู่ในปริมาณเท่าใด ผลการศึกษาพบว่า (ตารางที่ 4.1) ในกระบวนการที่ 1 ไส้กรอกหลังจากการอัดไส้และมัดเป็นท่อนมีปริมาณ Coliforms เท่ากับ 4.29 + 0.08 log cfu/g. คิดเป็นร้อยละ 93.5 ของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด กระบวนการที่ 2 ไส้กรอกหลังออกจากตู้อบ ไม่พบ Coliforms แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในการอบและรมควันสามารถทำลายเชื้อในกลุ่มนี้ได้หมด คือเชื้อมีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) จากผลการศึกษาปริมาณ Coliforms สอดคล้องกับการศึกษาของ Sachindra และคณะ (2005) ทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณ Coliforms ในไส้กรอกเนื้อกระบือก่อนและหลังอบ โดยก่อนอบมีปริมาณ Coliforms 98 MPN/g เมื่อไส้กรอกผ่านการอบแล้ว Coliforms มีปริมาณลดลงเหลือ 0.2 MPN/g กระบวนการที่ 3 ไส้กรอกหลังการฉีดน้ำมีปริมาณ Coliforms เท่ากับ 1.44 + 0.17 log cfu/g. คิดเป็นร้อยละ 64.9

ของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เชื้อเพิ่มขึ้นประมาณ 1 log cfu/g กระบวนการที่ 4 ไส้กรอกหลังการตัดเป็นชิ้นมีปริมาณ Coliforms เท่ากับ 2.19 + 0.07 log cfu/g. คิดเป็นร้อยละ 68.2 ของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และในกระบวนการสุดท้าย กระบวนการที่ 5 ไส้กรอกหลังการบรรจุในถุงปิดสนิทมีปริมาณ Coliforms เท่ากับ 2.65 + 0.06 log cfu/g. คิดเป็นร้อยละ 77.2 ของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด จากผลการศึกษาดังกล่าวเชื้อ Coliforms หลังผ่านกระบวนการฉีดน้ำปริมาณเชื้อเริ่มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด กับปริมาณ Coliforms ในกระบวนการผลิตไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน

กระบวนการผลิต	จุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g)+SD	Coliforms (log cfu/g)+SD	ร้อยละของ Coliforms
1. ไส้กรอกหลังการอัดและมัดเป็นท่อน	4.59 + 0.21[a]	4.29 + 0.08[a]	93.5
2. ไส้กรอกหลังออกจากตู้อบ	2.23 + 0.09[c]	0.00 + 0.00	-
3. ไส้กรอกหลังฉีดน้ำ	2.22 + 0.07[c]	1.44 + 0.17[d]	64.9
4. ไส้กรอกกรอกหลังออกจากเครื่องตัด	3.21 + 0.05[b]	2.19 + 0.07[c]	68.2
5. ไส้กรอกหลังการบรรจุถุงปิดสนิท	3.43 + 0.23[b]	2.65 + 0.06[b]	77.2

ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณร้อยละของ Coliforms จากปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่าเป็นจุลินทรีย์ที่มีสัดส่วนเป็นส่วนใหญ่ของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ดังนั้นจึงทำการสุ่มโคโลนีของเชื้อที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ VRBA ที่มีลักษณะ และสีของโคโลนีที่แตกต่างกัน 5 กลุ่มส่งยืนยันสายพันธุ์ของเชื้อที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ปรากฏว่า ร้อยละ 90 ของโคโลนีที่ส่งตรวจเป็นเชื้อ *Aeromonas caviae* และร้อยละ 10 ของโคโลนีที่ส่งตรวจเป็นเชื้อ *Klebsiella pneumoniae* ตามตารางที่ 4.2 และผลการทดสอบทางชีวเคมีของเชื้อ *A. caviae* นี้ตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 ผลการวินิจฉัยสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้จากกระบวนการผลิตไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน ที่ส่งยืนยันสายพันธุ์ที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

ครั้งที่	จำนวนเชื้อที่ส่ง	ผลการวินิจฉัยเชื้อ	จำนวนเชื้อที่พบ	คิดเป็นร้อยละ
1	5 เชื้อ	- *A. caviae*	5 เชื้อ	100
2	5 เชื้อ	- *A. caviae*	4 เชื้อ	90
		- *K. pneumoniae*	1 เชื้อ	10
รวมค่าเฉลี่ยที่พบ		- *A. caviae*		90
		- *K. pneumoniae*		10

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบทางชีวเคมีของเชื้อ *A. caviae* จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

อาหารทดสอบทางชีวเคมี	ผลการทดสอบ *A. caviae*	อาหารทดสอบทางชีวเคมี	ผลการทดสอบ *A. caviae*
TSI	A/A	Sucrose	+
VP + 1% Nacl	-	Lactose	-
LIM	- / + / +	NB + 0% Nacl	+
HIB + 1% Nacl	+	NB + 1% Nacl	+
Mannitol	+	NB + 3% Nacl	+
Inositol	-	NB + 8% Nacl	-
Mannose	-	Lysine + 1% Nacl	-
Arabinose	+	Orithine + 1% Nacl	-
Urea	-	Arginnine + 1% Nacl	+
Citrate	-	Ampicillin (10µg)	R
Salicin	-	Carbenicillin (100µg)	R
Cellobiose	-	Cephalothin (30µg)	R
Esculin + 1% Nacl	+	Colistin (10µg)	S
Dextrose acid (Acid/gas)	+ / -	O129 (10µg) และ (150µg)	R

หลังจากที่ทราบผลการยืนยันสายพันธุ์ของ Coliforms ที่พบในกระบวนการผลิตส่วนใหญ่หรือร้อยละ 90 เป็นเชื้อ *A. caviae* ซึ่งเชื้อ *A. caviae* ไม่ใช่เชื้อในกลุ่ม Coliforms แต่สามารถขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ VRBA ได้และให้ผล positive ได้นั้นอาจเนื่องจากเชื้อ *Aeromonas* มีลักษณะทางชีวเคมีคล้ายกับเชื้อในกลุ่ม *Enterobacteriaceae* (Janda และคณะ, 1996) ซึ่งเชื้อสามารถเกิดการปนเปื้อนจากน้ำที่ใช้ฉีดไส้กรอกเพราะภายหลังจากการนำเอาไส้กรอกออกจากตู้อบผลิตภัณฑ์สัมผัสกับน้ำที่ใช้ฉีดเป็นอันดับแรก โดย *A. caviae* อาจปนเปื้อนมากับน้ำ เพราะน้ำที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมแห่งนี้ใช้น้ำบาดาล ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ไม่มีประสิทธิภาพ ตามที่ Kersters และคณะ (1995) พบว่า สมาชิกของจีนัส *Aeromonas* ส่วนมากจะพบได้ตามแหล่งน้ำในธรรมชาติทั่วไปทั้งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน ส่วน Gavriel และคณะ (1998) กล่าวว่าสามารถพบ ได้

ในน้ำดื่มที่ผ่านการฆ่าเชื้อ และไม่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน หลังจากนั้นปริมาณ *A. caviae* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนถึงขั้นตอนสุดท้ายของการผลิต นอกจากน้ำที่ใช้ในการผลิตจะมีส่วนทำให้เกิดการปนเปื้อนแล้ว *A. caviae* ก็สามารถปนเปื้อนมาจากพนักงานที่ปฏิบัติงานได้ เพราะ *A. caviae* นอกจากพบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อมแล้ว *A. caviae* ยังเป็นเชื้อที่อยู่ภายในลำไส้ของมนุษย์ (Altwegg, 1985) ด้วยเหตุนี้ถ้าพนักงานมีสุขลักษณะในการปฏิบัติที่ไม่ถูกต้องก็เป็นสาเหตุทำให้ *A. caviae* ปนเปื้อนมายังผลิตภัณฑ์ได้ โดยเฉพาะพนักงานที่ต้องสัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรง เช่น พนักงานในส่วนของการบรรจุ ซึ่งจากผลการศึกษาเห็นได้ว่าปริมาณ *A. caviae* ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกภายหลังการบรรจุในถุงปิดสนิทนั้นมีปริมาณสูงกว่าในกระบวนการอื่น ๆ ก่อนหน้านั้น

จากการส่งยืนยันสายพันธุ์เชื้อจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้นอกจากพบว่าเป็น *A. caviae* แล้ว อีกร้อยละ 10 เป็นเชื้อ *K. pneumoniae* ที่ปนเปื้อนในกระบวนการผลิต ซึ่งอาจปนเปื้อนมาจากพนักงานที่เป็นโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจมาสัมผัส ไอหรือจามมาที่ผลิตภัณฑ์จึงทำให้เกิดการปนเปื้อนจากเชื้อดังกล่าว (Podschun และ Ullmann, 1998) Mohamed และ Nassar, (2004) ทำการเก็บตัวอย่างไส้กรกจากซุปเปอร์มาร์เก็ต ในประเทศอียิปต์ จำนวน 25 ตัวอย่าง พบว่า มีจำนวน 2 ตัวอย่างที่ปนเปื้อนเชื้อ *K. pneumoniae* หรือคิดเป็นร้อยละ 8 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งในการศึกษาได้ตรวจพบว่า *A. caviae* เป็นเชื้อที่มีการตรวจพบมากที่สุดในตัวอย่างที่ทำการศึกษาทั้งหมด กล่าวคือ พบมากถึงร้อยละ 90 ดังนั้น จึงได้เลือกเชื้อ *A. caviae* ที่คัดแยกได้จากกระบวนการผลิตไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน ไว้ใช้สำหรับศึกษาต่อไป

4.1.2 ผลการตรวจหาจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีบ่งชี้ความปลอดภัยในอาหารในกลุ่ม *Salmonella* spp. และ *Staph. aureus* ในกระบวนการผลิตไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน

สำหรับการศึกษาการตรวจหาเชื้อที่เป็นดัชนีบ่งชี้ความปลอดภัยของอาหาร ในไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน คือ *Salmonella* spp. และ *Staph. aureus* นั้นในกระบวนการผลิตดังกล่าวตรวจไม่พบเชื้อทั้ง 2 ชนิด (ตารางที่ 4.4) ไม่ว่าจะในกระบวนการหลังการอัดไส้ หลังการอบ หลังการฉีดน้ำ หลังการตัด และในผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่บรรจุในถุงปิดสนิทก่อนนำเข้าเก็บในคลังสินค้าเพื่อรอการจัดจำหน่าย แสดงว่ากระบวนการผลิตไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน สามารถควบคุมการปนเปื้อนเชื้อทั้ง 2 ชนิดได้

ตารางที่ 4.4 ผลการตรวจหา *Salmonella* spp. และ *Staph. aureus* ในกระบวนการผลิตไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน

กระบวนการผลิต	*Salmonella* spp. พบ/ไม่พบ : 25g	*Staph. aureus* พบ/ไม่พบ : 1g
1. ไส้กรอกหลังการอัดและมัดเป็นท่อน	N	N
2. ไส้กรอกหลังออกจากตู้อบ	N	N
3. ไส้กรอกหลังฉีดน้ำ	N	N
4. ไส้กรอกกรอกหลังออกจากเครื่องตัด	N	N
5. ไส้กรอกหลังการบรรจุถุงปิดสนิท	N	N

N = Not-detected

โดยเชื้อทั้ง 2 ชนิดนี้อาจยังมีในกระบวนการผลิต แต่มีจำนวนน้อยมากจนตรวจไม่พบ กระบวนการผลิตที่สามารถควบคุมเชื้อทั้ง 2 ชนิดนี้อาจเริ่มตั้งแต่วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตที่ไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อดังกล่าว เครื่องเทศที่ใช้ในการผลิต เช่น เกลือไนไตรท์ เกลือซอร์เบท Bauerman (1979) ศึกษาการใช้เกลือไนไตรท์ในไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ไก่ และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2.2 – 4.4 °C พบว่า ถึงแม้จะเก็บตัวอย่างไว้นาน 2 สัปดาห์ก็ตรวจไม่พบ *Staphylococcus* spp. ในขณะเดียวกัน Rice และ Pierson (1982) ศึกษาผลของเกลือไนไตรท์ และเกลือซอร์เบทในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella* spp. ในไส้กรอกแฟรงเฟอร์เตอร์ที่เก็บในอุณหภูมิ 15 และ 27 °C เป็นเวลา 21 วัน พบว่าตัวอย่างที่ใส่เกลือซอร์เบทร่วมกับเกลือไนไตรท์ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีทั้งที่อุณหภูมิ 15 และ 27 °C และจากผลการศึกษาของ Metaxopoulos และคณะ (2002) ทำการตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค คือ *Staph. aureus* และ *Salmonella* spp.จากโรงงานผลิตไส้กรอกในประเทศกรีซจำนวน 3 โรงงาน ทำการตรวจหาในเครื่องเทศที่ใช้ในการผลิต พบว่าตรวจไม่พบเชื้อทั้ง 2 ชนิด และตรวจไม่พบ *Staph. aureus* ในวัตถุดิบเนื้อสัตว์ที่ใช้ในการผลิต เมื่อไส้กรอกผ่านการอบในตู้อบ จนถึงก่อนการบรรจุจะมีการใช้กรดแลคติคในการลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ จึงมีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้ง 2 ชนิดนี้ ซึ่งสอดคล้องกับ Dubal และคณะ (2004) ที่ทำการศึกษาผลของกรดแลคติคต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรค โดยทำการถ่ายเชื้อ *Staph. aureus*, *L. monocytogenes* และ *S.*Typhimurium ลงในเนื้อแกะ แล้วทำการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลคติค 2.0% แล้วนำเข้าเก็บที่อุณหภูมิ 5 – 7 °C เป็นเวลา 12 วัน ปรากฏว่าตรวจไม่พบ *Staph. aureus*, *L. monocytogenes* และ *S.* Typhimurium

4.2 ผลของความเข้มข้นของกรดแลคติคต่อปริมาณเชื้อ *A. caviae* ที่คัดแยกได้จากกระบวนการผลิตไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควันภายหลังการทำให้สุกในหลอดทดลอง

เนื่องจากการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในขั้นตอนก่อนการทำให้สุก หลังจากการทำให้สุก และในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงปิดสนิท โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงคุณภาพในกลุ่ม Total Plate Count และ Coliforms และตรวจหาจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีบ่งชี้ความปลอดภัยในอาหารในกลุ่ม *Salmonella* spp. และ *Staph. aureus* ในกระบวนการผลิตไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน โดยเชื้อส่วนใหญ่ที่ปนเปื้อนในกระบวนการผลิตได้แก่เชื้อ *A. caviae* คิดเป็นร้อยละ 90 และ *K. pneumoniae* คิดเป็นร้อยละ 10 ซึ่งมีปริมาณการปนเปื้อนที่ต่ำกว่าเชื้อ *A. caviae* ที่สันนิษฐานว่าน่าเป็นสาเหตุสำคัญที่ปนเปื้อนแล้วทำให้เกิดการเสื่อมเสียในผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงนำเชื้อ *A. caviae* มาทำการศึกษาผลของความเข้มข้นของกรดแลคติคที่ 4 ระดับความเข้มข้น คือ 0 1.5 2.0 และ 2.5% ต่อปริมาณเชื้อ *A. caviae* เริ่มต้นที่ 10^2 10^4 และ 10^6 cfu/ml รวมถึงระยะเวลาในการฆ่าเชื้อในหลอดทดลอง

4.2.1 ผลของความเข้มข้นของสารละลายกรดแลคติคและระยะเวลาในการลดจำนวนเชื้อ *A. caviae* ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^2 10^4 และ 10^6 cfu / ml ในหลอดทดลอง

จากผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 4.5 พบว่าที่ปริมาณเชื้อ *A. caviae* เริ่มต้น 10^2 cfu/ml กรดแลคติคที่ระดับความเข้มข้น 1.5 2.0 และ 2.5% สามารถฆ่าเชื้อ *A. caviae* ได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับหลอดควบคุม โดยที่ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติค 1.5% สามารถลดปริมาณเชื้อเริ่มต้นจาก 1.0 x 10^2 cfu/ml เหลือ 70 cfu/ml ได้ในช่วงเวลา 1 นาที และทำให้ *A. caviae* หมดไปได้ในช่วงเวลา 5 นาที ในส่วนของกรดแลคติคที่ระดับความเข้มข้น 2.0 และ 2.5% นั้นให้ผลการศึกษาเหมือนกัน คือ สามารถฆ่าเชื้อ ลงได้หมดในช่วง 1 นาที

ในขณะที่ปริมาณเชื้อ *A. caviae* เริ่มต้นที่ 10^4 cfu/ml กรดแลคติคที่ระดับความเข้มข้น 1.5 2.0 และ 2.5% สามารถฆ่าเชื้อ *A. caviae* ได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับหลอดควบคุม โดยที่ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติค 1.5% สามารถลดปริมาณเชื้อเริ่มต้นจาก 1.0 x 10^4 cfu/ml เหลือ 85 cfu/ml ได้ในช่วงเวลา 5 นาที และทำให้หมดไปในช่วงเวลา 10 นาที ส่วนของระดับความเข้มข้นของกรดแลคติคที่ 2.0 และ 2.5% นั้นให้ผลการศึกษาเหมือนกัน คือ สามารถฆ่าเชื้อลงได้หมดในช่วง 1 นาที

สำหรับการศึกษาที่ปริมาณเชื้อ *A. caviae* เริ่มต้นที่ 10^6 cfu/ml กรดแลคติคที่ระดับความเข้มข้น 1.5 2.0 และ 2.5% สามารถฆ่าเชื้อ *A. caviae* ได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับหลอดควบคุม โดยที่ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติค 1.5% สามารถลดปริมาณเชื้อเริ่มต้นจาก 1.0 x 10^6 cfu/ml เหลือ 42 cfu/ml ได้ในช่วงเวลา 10 นาที และทำให้หมดไปในช่วงเวลา 15 นาที ส่วนของระดับความเข้มข้นของกรดแลคติคที่ 2.0 และ 2.5% นั้นให้ผลการศึกษาเหมือนกัน คือ สามารถฆ่าเชื้อ ลงได้หมดในช่วง 1 นาที

จากการศึกษาผลของความเข้มข้นของกรดแลคติคที่ 4 ระดับความเข้มข้น คือ 0 1.5 2.0 และ 2.5% ตามลำดับ และในปริมาณเชื้อ *A. caviae* ที่ระดับ 10^2 10^4 และ 10^6 cfu/ml พบว่าความเข้มข้นของกรดแลคติคมีผลต่อการลดจำนวนเชื้อ *A. caviae* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยพบว่าความเข้มข้นของกรดแลคติคที่สูง มีผลต่อการลดจำนวนเชื้อได้ดีกว่าที่ความเข้มข้นต่ำ กรดแลคติคที่ความเข้มข้น 2.0 และ 2.5% สามารถลดจำนวนเชื้อ *A. caviae* ในหลอดทดลองได้ดี โดยไม่พบจำนวนโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ สำหรับความเข้มข้น 1.5% สามารถลดจำนวนเชื้อได้ดีเมื่อเทียบกับหลอดควบคุมที่ไม่มีการเติมกรดแลคติค นอกจากนี้ปริมาณ *A. caviae* เริ่มต้นมีผลต่อเวลา ที่ใช้ในการลดจำนวนเชื้อของแต่ละความเข้มข้นของกรดแลคติคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดแลคติคที่ใช้ในระดับความเข้มข้นต่ำต้องใช้เวลานานขึ้นในการลดจำนวนเชื้อ จากการทดลองที่ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติค 2.0 และ 2.5% พบว่าสามารถลดเชื้อ *A. caviae* ที่ระดับ 10^2 10^4 และ 10^6 cfu / ml ให้หมดไปได้ในช่วงเวลาเพียง 1 นาที สำหรับกรดแลคติคที่ระดับความเข้มข้น 1.5% ต้องใช้เวลาในการลดจำนวนเชื้อนาน 5 10 และ 15 นาที ในการลดจำนวนเชื้อ *A. caviae* ที่ระดับ 10^2 10^4 และ 10^6 cfu / ml ตามลำดับ ซึ่งค่า pH ของสารละลายกรดแลคติคที่ระดับความเข้มข้น 1.5 2.0 และ 2.5% จากการศึกษาครั้งนี้เท่ากับ 2.57 ± 0.007, 2.48 ± 0.007 และ 2.44 ± 0.01 โดยค่า pH มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของจุลินทรีย์ (สุมาลี เหลืองสกุล, 2541) ดังที่ได้อธิบายไว้แล้วในบทที่ 2 เรื่องกลไกการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์โดยกรดอินทรีย์ ในขณะที่หลอดควบคุม (สารละลายกรดแลคติค 0%) มีค่า pH เท่ากับ 6.04 ± 0.01 และปริมาณเชื้อ *A. caviae* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากเป็นช่วง pH ที่เหมาะสมในการเจริญของแบคทีเรียคือในช่วง pH 6.0 - 8.0 (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545 ข) จากการศึกษาครั้งนี้มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผลของกรดแลคติคต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์โดย Geornaras และคณะ (2005) ที่ทำการศึกษาผลของกรดแลคติคต่อการลดปริมาณเชื้อ *L. monocytogenes* โดยทำการถ่ายเชื้อจำนวน 3-4 log cfu/ml ลงใน bologna แล้วนำไปจุ่มในกรดแลคติค 2.5% เป็นเวลา 2 นาที แล้วบรรจุแบบสุญญากาศและเก็บที่ 10°C เป็นเวลา 48 วัน พบว่าเชื้อ *L. monocytogenes* ในกลุ่มตัวอย่างที่จุ่มในกรดแลคติคมี

ปริมาณเชื้อลดลงจาก 2.7 เหลือ 1.8 log cfu/g ในวันที่ 40 ของการเก็บ แต่ในกลุ่มตัวอย่างควบคุมกลับมีปริมาณเชื้อ *L. monocytogenes* เพิ่มขึ้นจาก 3.4 เป็น 7.8 log cfu/g ในวันที่ 40 ของการเก็บรักษา

Greer และ Dilts (1992) กล่าวว่า เนื้อสัตว์ที่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในปริมาณสูงการใช้กรดอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นต่ำอาจไม่มีผลต่อการทำลายจุลินทรีย์และการลดจำนวนแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคเช่น *L. monocytogene, Yersinia enterocolitica, S.* Typhimurium*, E. coli* O157:H7 และ *Campylobacter jejuni* หรือแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการเน่าเสียในเนื้อ หากจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นมีปริมาณมากเกินไปจะมีผลให้การลดจำนวนจุลินทรีย์ได้น้อย และใช้เวลาเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.5 ผลของสารละลายกรดแลคติค ที่ระดับความเข้มข้น 0 1.5 2.0 และ 2.5% และระยะเวลาในการลดจำนวนเชื้อ *A. caviae* ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^2 10^4 และ 10^6 cfu / ml ในหลอดทดลอง

ความเข้มข้น Lactic acid เวลา (นาที)	ค่า pH ± SD	จำนวนเชื้อ A. caviae (log cfu/ml)														
		เชื้อเริ่มต้น 10^2 cfu/ml					เชื้อเริ่มต้น 10^4 cfu/ml					เชื้อเริ่มต้น 10^6 cfu/ml				
		0	1	5	10	15	0	1	5	10	15	0	1	5	10	15
0%	6.04 ± 0.007	$1.0x10^{2a}$	$1.0x10^{2b}$	$1.45x10^{2b}$	$1.46x10^{2b}$	$1.49x10^{2b}$	$1.0x10^{4a}$	$1.27x10^{4b}$	$1.63x10^{4b}$	$1.74x10^{4b}$	$1.81x10^{4b}$	$1.0x10^{6a}$	$1.0x10^{6b}$	$1.34x10^{6b}$	$1.45x10^{6b}$	$1.57x10^{6b}$
1.5%	2.57 ± 0.007	$1.0x10^{2a}$	70^{ab}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	$1.0x10^{4a}$	$2.1x10^{2ab}$	85^{ab}	0^{a}	0^{a}	$1.0x10^{6a}$	$1.7x10^{4ab}$	$1.26x10^{2ab}$	42^{ab}	0^{a}
2.0%	2.48 ± 0.01	$1.0x10^{2a}$	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	$1.0x10^{4a}$	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	$1.0x10^{6a}$	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
2.5%	2.44± 0.01	$1.0x10^{2a}$	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	$1.0x10^{4a}$	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}	$1.0x10^{6a}$	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}

ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

4.3 ผลของกรดแลคติคต่อการลดจำนวนของเชื้อ *A. caviae* ระดับ 2 log cfu / g ที่แยกได้จากกระบวนการผลิตในไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควันด้วยวิธีการราด

จากการศึกษาผลของความเข้มข้นของกรดแลคติคต่อปริมาณเชื้อ *A. caviae* ที่คัดแยกได้จากกระบวนการผลิตไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควันภายหลังการทำให้สุกในหลอดทดลอง พบว่า กรดแลคติคความเข้มข้น 1.5 2.0 และ 2.5% สามารถลดจำนวนเชื้อ *A. caviae* ในหลอดทดลองลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ การนำกรดแลคติคมาใช้กับผลิตภัณฑ์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์นั้นไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของระดับความเข้มข้นที่จะใช้ แต่ควรที่จะคำนึงถึงความสามารถในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ และผลในด้านประสาทสัมผัสเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกใช้ ดังนั้นในการเลือกระดับความเข้มข้นของกรดแลคติค โดยวิธีการราดนั้นจึงได้ใช้ความเข้มข้นเริ่มต้นที่ 1.5 2.0 และ 2.5% เทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ราดด้วยน้ำที่ไม่ได้เติมกรดแลคติค (0%) เนื่องจากว่าการราดเป็นการปฏิบัติหลังจากกระบวนการผลิตเสร็จสิ้นแล้ว โดยทำก่อนที่จะบรรจุผลิตภัณฑ์ การซึมผ่านของกรดจึงน้อยกว่าการแช่ ดังนั้นจึงนำมาสู่การศึกษาเพื่อการนำมาใช้จริงภายในกระบวนการผลิต โดยการถ่ายเชื้อ *A. caviae* ให้มีการปนเปื้อนที่ระดับ 2 log cfu/g เนื่องจากการศึกษาการปนเปื้อนของ Coliforms (ในข้อ 4.1.1) ในกระบวนการผลิตไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน พบว่า ผลิตภัณฑ์ในถุงปิดสนิทมีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อสูงสุดที่ระดับ 2 log cfu/g

การตรวจนับจำนวนเชื้อ *A. caviae* ในตัวอย่างกลุ่มที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *A. caviae* ที่ระดับ 2 log cfu/g แล้วราดด้วยสารละลายกรดแลคติคที่ระดับความเข้มข้น 0 1.5 2.0 และ 2.5% ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4 $\pm$ 1^{o}C เป็นเวลา 21 วัน แล้วทำการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา ตรวจวัดสีด้วยเครื่อง Chromameter และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการชิม ในวันที่ 0 1 3 5 7 14 และ 21 ของการเก็บรักษา

4.3.1 ผลของสารละลายกรดแลคติค ที่ระดับความเข้มข้น 0 1.5 2.0 และ 2.5% ต่อจำนวนเชื้อ *A. caviae* ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 $\pm$ 1^{o}C เป็นเวลา 21 วัน

จากการตรวจหาปริมาณเชื้อ *A. caviae* ในตัวอย่างกลุ่มการทดลองต่าง ๆ ที่อุณหภูมิการเก็บ 4 $\pm$ 1^{o}C เป็นเวลา 0 1 3 5 7 14 และ 21 วัน (ตารางที่ 4.6) พบว่า ตลอดอายุการเก็บรักษากลุ่มตัวอย่างที่ราดด้วยกรดแลคติคที่ทุกระดับความเข้มข้นมีจำนวนเชื้อ *A. caviae* น้อยกว่ากลุ่มควบคุม โดยกลุ่มที่ราดด้วยกรดแลคติคความเข้มข้น 1.5% มีจำนวนเชื้อ *A. caviae* มากกว่าในกลุ่มที่ราดด้วยกรดแลคติค 2.0 และ 2.5% ตลอดอายุการเก็บรักษา แสดงให้เห็นว่าระดับความเข้มข้นของกรดแลคติคมีผลต่อจำนวนเชื้ออย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบจำนวน

เชื้อ *A. caviae* ในระดับความเข้มข้นของกรดแลคติคเดี่ยวกันที่เก็บในอุณหภูมิ 4 $\pm$ 1°C พบว่าเมื่อระยะการเก็บรักษานานขึ้น จำนวนเชื้อดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.6 ปริมาณ *A. caviae* ที่ระดับ 2 log cfu / g โดยการถ่ายเชื้อลงในไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน แล้วราดด้วยกรดแลคติคที่ระดับความเข้มข้น 0 1.5 2.0 และ 2.5% เมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 21 วัน ที่ 4 $\pm$ 1°C

อายุการเก็บ (วัน)	*A. caviae* log cfu/g + SD			
	ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติคที่ใช้ (%v/v)			
	0%	1.5%	2.0%	2.5%
0	$2.36 + 0.007_{x^{**}}{}^{a^{*}}$	$2.25 + 0.01_{x}{}^{b}$	$1.99 + 0.05_{x}{}^{bc}$	$1.74 + 0.03_{x}{}^{c}$
1	$2.89 + 0.07_{x}{}^{a}$	$2.36 + 0.02_{x}{}^{b}$	$2.11 + 0.01_{x}{}^{b}$	$1.93 + 0.01_{x}{}^{b}$
3	$3.42 + 0.01_{y}{}^{a}$	$2.49 + 0.04_{xy}{}^{b}$	$2.19 + 0.01_{x}{}^{b}$	$2.12 + 0.02_{x}{}^{b}$
5	$3.69 + 0.01_{y}{}^{a}$	$2.53 + 0.01_{xy}{}^{b}$	$2.25 + 0.01_{x}{}^{c}$	$2.17 + 0.04_{x}{}^{c}$
7	$3.84 + 0.01_{y}{}^{a}$	$2.74 + 0.01_{y}{}^{b}$	$2.45 + 0.007_{xy}{}^{bc}$	$2.30 + 0.07_{x}{}^{c}$
14	$4.14 + 0.007_{z}{}^{a}$	$2.88 + 0.01_{y}{}^{b}$	$2.63 + 0.007_{xy}{}^{b}$	$2.49 + 0.07_{y}{}^{c}$
21	$4.21 + 0.01_{z}{}^{a}$	$3.01 + 0.04_{y}{}^{b}$	$2.74 + 0.008_{y}{}^{bc}$	$2.52 + 0.04_{y}{}^{c}$

$A_{**}{}^{*}$

* ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบผลของสารต่อการลดจำนวนเชื้อ *A. caviae* ในตัวอย่างที่อายุการเก็บเท่ากัน

** ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบจำนวนเชื้อ *A. caviae* ที่พบเมื่อใช้กลุ่มสารละลายความเข้มข้นเดียวกันในระยะเวลาการเก็บนานขึ้น

โดยผลการทดลองดังกล่าว Woolthuis และ Smulders (1985) อธิบายได้ว่า ผลในการลดจำนวนจุลินทรีย์ แปรผันกับระดับความเข้มข้นของกรด คือ ความเข้มข้นของกรดที่สูงมีผลในการลดจำนวนจุลินทรีย์ได้ดีกว่าความเข้มข้นต่ำ ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างที่ราดด้วยกรด แลคติคความเข้มข้นข้น 1.5% นั้นไม่ส่งผลต่อการลดจำนวนของเชื้อ *A. caviae* จากปริมาณเชื้อเริ่มต้น และเชื้อมีแนวโน้มเพิ่มปริมาณขึ้นเรื่อยๆ จนมีปริมาณ Coliforms เกินมาตรฐานในช่วง

วันที่ 7 ของอายุการเก็บรักษา แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมพบว่า มีปริมาณ Coliforms เกินมาตรฐานในช่วงวันที่ 1 ของการเก็บรักษา ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่ราดด้วยกรดแลคติคความเข้มข้น 2.0% ปริมาณเชื้อลดลงโดยเฉลี่ย 0.12 log cfu / g จากปริมาณเชื้อเริ่มต้น ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา เชื้อเริ่มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนมีปริมาณ Coliforms เกินมาตรฐานในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา และกลุ่มตัวอย่างที่ราดด้วยกรดแลคติคความเข้มข้น 2.5% ปริมาณเชื้อลดลงโดยเฉลี่ย 0.19 log cfu / g จากปริมาณเชื้อเริ่มต้น ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาและเริ่มเพิ่มขึ้นอีกโดยเฉลี่ย 0.56 log cfu / g จนในช่วงวันที่ 21 ของการเก็บรักษาปริมาณ Coliforms ยังไม่เกินมาตรฐาน ที่สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติระบุให้มี Coliforms ไม่เกิน 500 cfu/g โดยกลุ่มตัวอย่างที่ราดด้วยกรดแลคติคความเข้มข้น 2.5% อาจมีอายุการเก็บรักษาได้มากกว่า 21 วัน

จากการศึกษาครั้งนี้มีงานวิจัยที่ศึกษาผลของกรดแลคติค ต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค โดย Geornaras และคณะ (2005) ถ่ายเชื้อ *L. monocytogenes* 3-4 log cfu/cm^2 ลงในผลิตภัณฑ์แฮม แล้วนำไปจุ่มใน 2.5% Lactic acid (LA; Sigma, St. Louis, Mo) เป็นเวลา 2 นาที ผึ่งให้แห้งแล้วทำการบรรจุแบบสุญญากาศ เก็บเข้าห้องเย็น ที่ 10°C เป็นเวลา 48 วัน ผลปรากฏว่า เชื้อ *L. monocytogenes* ลดลงจาก 2.9 $\pm$ 0.1 log cfu/cm^2 เหลือ 2.2 $\pm$ 0.1 log cfu/cm^2 ในวันที่ 48 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ตัวอย่างควบคุมที่ไม่มีการใช้กรดแลคติคมีปริมาณเชื้อ *L. monocytogenes* เพิ่มขึ้นจาก 3.4 $\pm$ 0.1 เป็น 7.2 $\pm$ 0.4 log cfu/cm^2 ในวันที่ 48 ของการเก็บรักษา

เมื่อนำข้อมูลจากตารางที่ 4.6 มาวิเคราะห์ พบว่า ตัวอย่างที่ทำการราดด้วยกรดแลคติคที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ จะมีอายุการเก็บรักษาได้นานยิ่งขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มตัวอย่างควบคุม ซึ่งกลไกการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เกิดจากกรดจะไปทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต โดยทำให้ pH ลดต่ำลง ซึ่งเป็นการขยายช่วงระยะ lag phase ออกไป (Siragusa, 1995) สำหรับผลการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของกรดแลคติค Adam และ Hall (1988) อธิบายว่ากรดแลคติคในสภาพที่ไม่แตกตัวเมื่อเข้าสู่ plasma membrane ของแบคทีเรีย แล้วจะเข้าไปแตกตัว และทำลายระบบขนถ่าย substrate molecule เข้าสู่เซล ทำให้ metabolisms ต่าง ๆ ของเซลผิดปกติ การแบ่งตัวจึงไม่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นตัวอย่างไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควันที่ราดด้วยกรดแลคติค ที่ระดับความเข้มข้นมากจึงมีระยะ lag phase ที่ขยายออกไปมากกว่า

นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้กรดแลคติคในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนในอาหารซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ด้วย เช่น Dubal และคณะ (2004) ได้ทำการศึกษาผลของกรดแลคติคต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อแกะ โดยทำการถ่ายเชื้อ *Staph. aureus*, *L. monocytogenes*, *E. coli* และ *S.* Typhimurium ลงในเนื้อแกะ แล้วทำการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลคติค 2.0% แล้วนำเข้าเก็บที่อุณหภูมิ 5 – 7°C เป็นเวลา 12 วัน พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยเฉลี่ยตลอดอายุการเก็บรักษาในตัวอย่างที่ฉีดพ่นด้วยกรดแลคติคนั้นมีปริมาณ 5.07 $\pm$ 0.73 log cfu/g ซึ่งน้อยกว่าในตัวอย่างเนื้อแกะที่ไม่ได้ฉีดพ่นด้วยกรดแลคติคที่มีปริมาณ จุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 5.59 $\pm$ 0.74 log cfu/g สำหรับจุลินทรีย์ที่ก่อโรค คือ *Staph. aureus*, *L. monocytogenes*, *E. coli* และ *S.* Typhimurium ในตัวอย่างควบคุมพบเชื้อดังกล่าว 3.0 $\pm$ 0.06, 2.86 $\pm$ 0.34, 3.16 $\pm$ 0.12 และ 2.95 $\pm$ 0.12 log cfu/g ตามลำดับ แต่ในตัวอย่างที่ฉีดพ่นด้วยกรดแลคติค พบปริมาณ *E. coli* 2.74 $\pm$ 0.07 log cfu/g และตรวจไม่พบ *Staph. aureus*, *L. monocytogenes* และ *S.* Typhimurium

Shrestha และ Min (2006) ทำการศึกษาผลของกรดแลคติค ต่อคุณภาพของเนื้อสุกรสด โดยทำการฉีดพ่นเนื้อสุกรด้วยกรดแลคติค ที่ระดับความเข้มข้น 1 2 4 และ 6% แล้วเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 $\pm$ 1°C เป็นเวลา 12 วัน พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจะมีปริมาณจะลดลงถ้าความเข้มข้นของกรดเพิ่มขึ้น ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาตัวอย่างที่ฉีดพ่นด้วยกรดแลคติค ที่ระดับความเข้มข้น 1 2 4 และ 6% มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 6.16 5.98 5.17 และ 5.07 log cfu/g ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าตัวอย่างควบคุมที่มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 6.33 log cfu/g

จากการศึกษาทั้งหมดข้างต้น พบว่า ถ้าในกระบวนการผลิตไส้กรอกมีการปนเปื้อนเชื้อในกลุ่ม Coliforms ที่ระดับ 2 log cfu/g การใช้กรดแลคติคก็เป็นอีกทางเลือกในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในมาตรฐานที่กำหนด โดยเฉพาะการใช้กรดแลคติคที่ระดับความเข้มข้น 2.5% สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานเกินกว่า 21 วัน โดยในช่วงวันที่ 21 ของการเก็บรักษาปริมาณ Coliforms ยังไม่เกินมาตรฐานที่ทางสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติระบุว่าต้องมี Coliforms ไม่เกิน 500 cfu/g

4.3.3 ผลการเปลี่ยนแปลงค่าสีของไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควันที่ราดด้วยกรดแลคติคที่ระดับความเข้มข้น 0 1.5 2.0 และ 2.5% ด้วยเครื่อง Chromameter

จากผลการศึกษาผลของกรดแลคติคที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการลดปริมาณเชื้อ *A. caviae* ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน พบว่า กรดแลคติคที่มีความเข้นข้นสูงให้ผลในการลดปริมาณเชื้อได้ดีกว่าความเข้มข้นต่ำ จึงทำการทดสอบการเปลี่ยนแปลงค่าสีของไส้กรอก ที่ราดด้วยกรดแลคติคความเข้มข้น 0 1.5 2.0 และ 2.5% เก็บที่ 4 $\pm$ 1°C เป็นเวลา 21 วัน โดยทำการตรวจวัดค่าสีทุกวันที่ 0 1 3 5 7 14 และ 21 ของการเก็บรักษา ด้วยเครื่อง Chromameter เพื่อศึกษาว่าระดับความเข้มข้นของกรดแลคติคมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์อย่างไร

การวัดค่าการเปลี่ยนแปลงสีจะทำการวัดค่าความสว่าง และค่าสีแดงของไส้กรอกซึ่งผลการศึกษาเป็นดังตารางที่ 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน ที่ราดด้วยกรดแลคติคความเข้มข้น 0 1.5 2.0 และ 2.5% เมื่อเก็บเป็นเวลา 21 วัน ที่ 4 $\pm$ 1°C เป็นเวลา 21 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	L + เบี่ยงเบนมาตรฐาน (0 - 100)			
	ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติคที่ใช้ % v/v			
	0%	1.50%	2.00%	2.50%
0	50.4 + 0.4	50.1 + 0.06	50.2 + 0.07	50.5 + 0.07
1	51.3 + 0.1	51.2 + 0.07	51.2 + 0.8	51.1 + 0.06
3	51.7 + 0.4	51.2 + 1.0	51.2 + 0.07	51.3 + 0.02
5	52.0 + 0.8^{a}	51.3 + 0.06^{b}	51.5 + 0.04^{b}	51.5 + 0.09^{b}
7	52.5 + 0.2^{a}	51.7 + 0.04^{b}	52.0 + 0.02^{a}	51.6 + 0.14^{b}
14	53.4 + 0.3^{a}	52.10 + 0.1^{b}	52.2 + 0.05^{b}	51.7 + 0.05^{c}
21	53.9 + 0.1^{a}	52.9 + 0.03^{b}	52.9 + 0.08^{b}	51.9 + 0.07^{c}

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบผลของสารต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีในตัวอย่างที่อายุการเก็บเท่ากัน

ตารางที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดงของไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควันที่ราดด้วยกรดแลคติคความเข้มข้น 0 1.5 2.0 และ 2.5 % เมื่อเก็บเป็นเวลา 21 วัน ที่ 4 $\pm$ 1°C

อายุการเก็บ (วัน)	a + เบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติคที่ใช้ % v/v			
	0%	1.50%	2.00%	2.50%
0	+18.9 + 0.4 [c]	+19.4 + 0.2 [b]	+19.5 + 0.04 [b]	+20.17 + 0.09 [a]
1	+18.9 + 0.4	+19.3 + 0.01	+19.4 + 0.03	+19.3 + 0.03
3	+18.9 + 0.2	+19.1 + 0.08	+19.2 + 0.4	+19.3 + 0.01
5	+18.5 + 0.1 [b]	+18.8 + 0.3 [a]	+19.1 + 0.4 [a]	+19.2 + 0.2 [a]
7	+18.4 + 0.06 [b]	+18.6 + 0.2 [b]	+18.6 + 0.1 [b]	+19.2 + 0.04 [a]
14	+18.2 + 0.3	+18.4 + 0.2	+18.4 + 0.01	+18.8 + 0.04
21	+17.6 + 0.4 [b]	+17.3 + 0.4 [b]	+18.2 + 0.05 [a]	+18.6 + 0.06 [a]

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบผลของสารต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีในตัวอย่างที่อายุการเก็บเท่ากัน

จากตารางที่ 4.7 ค่าความสว่างของสีผลิตภัณฑ์ของกลุ่มตัวอย่างที่ราดด้วยกรดแลคติคความเข้มข้น 1.5 2.0 และ 2.5% ในวันที่ 0 1 และ 3 ของการเก็บรักษา ไม่มีความแตกต่างกับตัวอย่างในกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) โดยค่าเฉลี่ยของความสว่างอยู่ในช่วงกลาง ๆ ประมาน 50-51 เมื่อตัวอย่างเข้าสู่วันที่ 5 7 14 และ 21 ของการเก็บรักษา ตัวอย่างในกลุ่มที่ราดด้วยกรดแลคติคความเข้มข้น 1.5 2.0 และ 2.5% มีความแตกต่างกับกลุ่มตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) กล่าวคือ กลุ่มตัวอย่างที่ราดด้วยกรดแลคติคมีค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์น้อยกว่าตัวอย่างควบคุม แสดงว่าสีของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มตัวอย่างที่ราดด้วยกรดแลคติคมีสีเข้มกว่ากลุ่มตัวอย่างควบคุมที่มีค่าความสว่างสูงกว่าจึงมีสีซีด จากผลการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของไส้กรอกสอดคล้องกับค่าของสีแดงของผลิตภัณฑ์ ตามตารางที่ 4.8 คือ เมื่อเปรียบเทียบค่าสีแดงของกลุ่มตัวอย่างที่ราดด้วยกรดแลคติคที่ความเข้มข้น 1.5 2.0 และ 2.5 % มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มตัวอย่างควบคุม ($P \leq 0.05$) เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างควบคุมมีความซีดมากกว่ากลุ่มที่ราดด้วยกรด (จากค่าความสว่าง) จึงส่งผลให้ค่าสีแดงของผลิตภัณฑ์ในกลุ่ม

ควบคุมต่ำกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ราดด้วยกรดแลคติค ซึ่งจะมีสีแดงที่ชัดเจนกว่า โดยผลของกรดแลคติคต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี โอรส รักชาติ (2535) อธิบายว่า กรดแลคติคที่ความเข้มข้นสูงขึ้นช่วยเสริมให้สีแดงเด่นชัดขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่เป็นตัวควบคุม ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเมื่อผ่านกระบวนการทำให้สุกจะทำให้รงควัตถุสีแดงพวก Myoglobin เกิดการเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในรูปของ Nitrosohemochrome ซึ่งมีสีชมพู และจะเสถียรต่อความร้อน แต่จะไม่เสถียรต่อออกซิเจน และแสง เพราะว่าการที่มีไนตริกออกไซด์อิสระเกาะอยู่กับ Ferrous ion นั้น ถ้าได้รับออกซิเจนหรือแสงก็พร้อมที่จะ Oxidize ferrous ion ไปเป็น Ferric ion ทำให้สีแดงซีดจางลง แต่ในกรณีที่มีกรดเข้าไปช่วยจะทำหน้าที่เสมือน Reducing agent คอยเร่งให้ไนตริกออกไซด์อิสระ ทำหน้าที่เป็นตัว Reduce เพื่อไม่ให้ Ferrous ion ถูกเปลี่ยนเป็น Ferric ion ทั้งนี้ไส้ที่ใช้ในการบรรจุไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน ที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้เป็นไส้ชนิด Cellophane และใช้วิธีการราดส่งผลให้ปริมาณกรดที่ซึมผ่านไส้บรรจุเข้าไปภายในเนื้อไส้กรอกเพียงพอ และอยู่ในช่วง pH ที่เหมาะสมในการส่งเสริมให้สีแดงเข้มขึ้น (พวงพร โชติไกร, 2525 ; ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529) ดังนั้นจะเห็นว่าตัวอย่างที่ผ่านการราดด้วยกรดจะมีสีแดงที่เด่นชัดกว่าตัวอย่างที่ไม่ได้ราดด้วยกรดแลคติค

4.3.4 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควันที่ผ่านการราดด้วยกรดแลคติคที่ระดับความเข้มข้น 0 1.5 2.0 และ 2.5%

จากผลการศึกษาผลของกรดแลคติคที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการลดปริมาณเชื้อ *A. caviae* ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน พบว่า กรดแลคติคที่มีความเข้นข้นสูงให้ผลในการลดปริมาณเชื้อได้ดีกว่าความเข้มข้นต่ำ หลังจากนั้นทำการทดสอบการเปลี่ยนแปลงค่าสีของไส้กรอกที่ราดด้วยกรดแลคติค เพื่อดูผลของกรดต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Chromameter พบว่าตัวอย่างที่ราดด้วยกรดแลคติคที่ระดับความเข้มข้น 1.5 2.0 และ 2.5% ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่กลับส่งผลให้สีของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น ดังนั้นจึงทำการศึกษาผลของสารละลายต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควันภายหลังการราดด้วยกรดแลคติคที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4 $\pm$ 1°C เป็นเวลา 0 1 3 5 7 14 และ 21 วัน โดยทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 20 คน โดยสังเกตสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น-รส เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยใช้แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (แสดงในภาคผนวก ข) ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.9 – 4.13

ตารางที่ 4.9 คะแนนสีของไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน ที่ราดด้วยสารละลายกรดแลคติคความเข้มข้น 0 1.5 2.0 และ 2.5% เมื่อเก็บเป็นเวลา 21 วัน ที่ 4 $\pm$ 1 ^{o}C

อายุการเก็บ (วัน)	คะแนนสี + SD			
	ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติคที่ใช้ (%v/v)			
	0%	1.50%	2.00%	2.50%
0	4.9 + 0.3	4.8 + 0.4	4.9 + 0.3	4.9 + 0.3
1	4.8 + 0.4^{b}	4.8 + 0.4^{b}	4.8 + 0.4^{b}	5.0 + 0.0^{a}
3	4.5 + 0.7^{b}	4.5 + 0.8^{b}	4.9 + 0.3^{a}	4.9 + 0.3^{a}
5	4.3 + 0.7^{b}	4.4 + 0.7^{b}	4.8 + 0.2^{a}	4.8 + 0.4^{a}
7	4.2 + 0.6^{b}	4.1 + 0.9^{b}	4.5 + 0.7^{a}	4.6 + 0.5^{a}
14	4.0 + 0.8	4.0 + 0.8	4.3 + 0.6	4.5 + 0.7
21	4.0 + 0.8	4.0 + 0.8	4.2 + 0.7	4.3 + 0.7

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบผลของสารต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีในตัวอย่างที่อายุการเก็บเท่ากัน

เมื่อพิจารณาผลทางด้านประสาทสัมผัส ดังตารางที่ 4.9 นั้นพบว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคะแนนสีทางด้านประสาทสัมผัสนั้น ตัวอย่างที่ราดด้วยกรดแลคติคจะมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างควบคุม เมื่อคะแนนทางด้านสีดีขึ้นย่อมทำให้ลักษณะปรากฏ (ตารางที่ 4.10) มีคะแนนดีตามมาด้วย และลักษณะปรากฏจะสอดคล้องกับการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ จากการทดลองผู้ทดสอบเริ่มสังเกตเห็นการเกิดโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์หรือเมือก เมื่ออายุการเก็บรักษาเข้าสู่วันที่ 21 ในกลุ่มตัวอย่างควบคุม

ตารางที่ 4.10 คะแนนลักษณะปรากฏของไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน ที่ราดด้วยสารละลายกรดแลคติคความเข้มข้น 0 1.5 2.0 และ 2.5% เมื่อเก็บเป็นเวลา 21 วัน ที่ 4 $\pm$ 1°C

อายุการเก็บ (วัน)	คะแนนลักษณะปรากฏ + SD			
	ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติคที่ใช้ (%v/v)			
	0%	1.50%	2.00%	2.50%
0	4.8 + 0.4	4.9 + 0.3	4.9 + 0.3	5.0 + 0.0
1	4.8 + 0.4	4.7 + 0.5	4.8 + 0.4	4.8 + 0.4
3	4.7 + 0.5	4.7 + 0.5	4.8 + 0.4	4.8 + 0.4
5	$4.5 + 0.5^{b}$	$4.6 + 0.6^{b}$	$4.8 + 0.2^{a}$	$4.8 + 0.4^{a}$
7	$4.4 + 0.5^{b}$	$4.6 + 0.6^{b}$	$4.7 + 0.5^{a}$	$4.8+ 0.4^{a}$
14	$4.3 + 0.5^{b}$	$4.5 + 0.5^{ab}$	$4.6 + 0.5^{ab}$	$4.7 + 0.5^{a}$
21	$4.2 + 0.4^{b}$	$4.2 + 0.8^{b}$	$4.4 + 0.5^{ab}$	$4.6 + 0.5^{a}$

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบผลของสารต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏในตัวอย่างที่อายุการเก็บเท่ากัน

ตารางที่ 4.11 คะแนนกลิ่นรสของไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน ที่ราดด้วยสารละลายกรดแลคติค ความเข้มข้น 0 1.5 2.0 และ 2.5% เมื่อเก็บไว้นาน 21 วัน ที่ 4 $\pm$ 1°C

อายุการเก็บ (วัน)	คะแนนกลิ่นรส + SD			
	ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติคที่ใช้ (%v/v)			
	0%	1.50%	2.00%	2.50%
0	4.8 + 0.4	4.9 + 0.3	4.9 + 0.3	4.9 + 0.3
1	4.8 + 0.4	4.9 + 0.3	4.8 + 0.4	4.9 + 0.3
3	4.7 + 0.5	4.9 + 0.3	4.8 + 0.4	4.9 + 0.3
5	$4.5 + 0.5^{b}$	$4.8 + 0.4^{a}$	$4.8 + 0.2^{a}$	$4.9 + 0.3^{a}$
7	$4.4 + 0.5^{b}$	$4.8 + 0.4^{a}$	$4.8 + 0.4^{a}$	$4.8+ 0.4^{a}$
14	$4.4 + 0.5^{b}$	$4.4 + 0.5^{b}$	$4.5 + 0.7^{ab}$	$4.7 + 0.5^{a}$
21	$4.2 + 0.4^{b}$	$4.3 + 0.7^{b}$	$4.3 + 0.6^{b}$	$4.6 + 0.5^{a}$

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบผลของสารต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสในตัวอย่างที่อายุการเก็บเท่ากัน

จากตารางที่ 4.11 คะแนนทางด้านกลิ่นรสที่อายุการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 7 กลุ่มตัวอย่างที่ราดด้วยกรดแลคติคทุกระดับไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อตัวอย่างเข้าสู่วันที่ 14 จนถึงวันที่ 21 กลุ่มที่ราดด้วยกรดแลคติคความเข้มข้น 2.5% จะมีความแตกต่างกับกลุ่มตัวอย่างที่ราดด้วยกรดแลคติคความเข้มข้น 1.5 และ 2.0% โดยกลุ่มที่ราดด้วยแลคติค 2.5% ให้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่า ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างควบคุม กลุ่มที่ราดด้วยกรดแลคติค 1.5 และ 2.0% ถึงได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า แต่ระดับคะแนนตลอดอายุการเก็บรักษาไม่ได้ถูกปฏิเสธจากผู้ทดสอบ (ถือคะแนน$\leq$3 เป็นเกณฑ์)

ตารางที่ 4.12 คะแนนเนื้อสัมผัสของไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน ที่ราดด้วยสารละลายกรดแลคติค ความเข้มข้น 0 1.5 2.0 และ 2.5% เมื่อเก็บเป็นเวลา 21 วัน ที่ 4 $\pm$ 1°C

อายุการเก็บ (วัน)	คะแนนเนื้อสัมผัส + SD (ns)			
	ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติคที่ใช้ (%v/v)			
	0%	1.50%	2.00%	2.50%
0	4.9 + 0.3	4.9 + 0.3	4.8 + 0.4	5.0 + 0.0
1	4.9 + 0.3	4.8 + 0.4	4.7 + 0.5	4.9 + 0.3
3	4.9 + 0.3	4.8 + 0.4	4.7 + 0.5	4.9 + 0.3
5	4.8 + 0.4	4.7 + 0.5	4.7 + 0.5	4.7 + 0.5
7	4.8 + 0.4	4.6 + 0.5	4.6 + 0.3	4.7 + 0.5
14	4.8 + 0.4	4.5 + 0.7	4.6 + 0.3	4.7 + 0.5
21	4.7 + 0.5	4.5 + 0.7	4.5 + 0.7	4.6 + 0.5

ns : คะแนนเฉลี่ยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

จากตารางที่ 4.12 คะแนนทางด้านเนื้อสัมผัสนั้น ไม่ได้มีแนวโน้มสัมพันธ์กับปริมาณกรดที่ใช้ แต่ในช่วงท้ายของอายุการเก็บคะแนนด้านเนื้อสัมผัสมีแนวโน้มลดลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงจะสัมพันธ์กับปริมาณการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ โดยที่ปริมาณจุลินทรีย์สูงขึ้นคะแนนลักษณะเนื้อสัมผัสจะลดลง พวงพร โชติไกร (2525) จุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดลักษณะเป็นเมือก มีการแยกตัวของน้ำและไขมัน ทำให้เนื้อสัมผัสเละ สำหรับคะแนนการยอมรับรวม (ตารางที่ 4.13) จะเห็นได้ว่า ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติค ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 4.13 คะแนนการยอมรับโดยรวมของไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน ที่ราดด้วยสารละลายกรดแลคติคความเข้มข้น 0 1.5 2.0 และ 2.5% เมื่อเก็บเป็นเวลา 21 วัน ที่ 4 $\pm$ 1°C

อายุการเก็บ (วัน)	คะแนนการยอมรับโดยรวม + SD			
	ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติคที่ใช้ (%v/v)			
	0%	1.50%	2.00%	2.50%
0	5.5 + 0.5 [b]	5.5 + 1.1 [b]	5.7 + 0.9 [a]	5.8 + 0.8 [a]
1	5.5 + 1.1 [b]	5.5 + 0.8 [b]	5.5 + 0.8 [b]	5.8 + 1.0 [a]
3	5.4 + 1.1	5.5 + 0.5	5.4 + 1.1	5.5 + 0.8
5	5.3 + 0.9	5.4 + 1.1	5.4 + 1.1	5.5 + 0.8
7	5.2 + 1.0	5.2 + 0.6	5.3 + 0.5	5.4 + 0.7
14	5.2 + 0.6	5.2 + 0.7	5.2 + 1.0	5.4 + 0.8
21	5.1 + 0.9	5.1 + 1.0	5.1 + 0.6	5.3 + 0.9

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบผลของสารต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับโดยรวมในตัวอย่างที่อายุการเก็บเท่ากัน

ตารางที่ 4.14 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน ที่ราดด้วยสารละลายกรดแลคติคที่ระดับความเข้มข้น 0 1.5 2.0 และ 2.5% เมื่อเก็บเป็นเวลา 21 วัน ที่ 4 $\pm$ 1°C

กลุ่ม	คะแนนเฉลี่ย + SD				
ตัวอย่าง	สี	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
0 %	4.4 + 0.62[b]	4.5 + 0.46[b]	4.5 + 0.46[b]	4.8 + 0.38[a]	5.3 + 0.87[a]
1.5 %	4.4 + 0.69[b]	4.6 + 0.52[b]	4.7 + 0.42[a]	4.7 + 0.42[a]	5.3 + 0.84[a]
2.0 %	4.6 + 0.45[a]	4.7 + 0.45[a]	4.7 + 0.48[a]	4.7 + 0.51[a]	5.4 + 0.85[a]
2.5 %	4.7 + 1.1[a]	4.8 + 0.38[a]	4.8 + 0.37[a]	4.7 + 0.46[a]	5.5 + 0.85[a]

ตัวอักษร ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)
เป็นการเปรียบเทียบผลของความเข้มข้นของกรดแลคติคต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน ที่ราดด้วยกรดแลคติคความเข้มข้น 0 1.5 2.0 และ 2.5%

จากตารางที่ 4.14 พบว่าระดับความเข้มข้นของกรดแลคติคไม่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ด้านเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม โดยในกลุ่มตัวอย่างควบคุมและกลุ่มตัวอย่างที่ราดด้วยกรดแลคติคทุกระดับความเข้มข้น จะมีคะแนนไม่แตกต่างกัน โดย โอรส รักชาติ (2537) อธิบายว่า กรดแลคติค ไม่มีผลกับเนื้อสัมผัสเนื่องจากการเกิดเนื้อสัมผัสขึ้นอยู่กับการเกิดเป็น emulsion ว่าเกิดได้ดีเพียงใด ซึ่งความแตกต่างของปริมาณกรดที่ใช้อาจไม่เพียงพอที่จะส่งผลกระทบกับการเกิด emulsion จึงทำให้เนื้อสัมผัสของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเป็นไปอย่างสม่ำเสมอพอ ๆ กัน จนผู้ทดสอบไม่สามารถบอกความแตกต่างของลักษณะเนื้อสัมผัสได้

คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี ลักษณะปรากฏ และกลิ่นรสของกลุ่มตัวอย่างที่ราดด้วยกรดแลคติคความเข้มข้น 2.0 และ 2.5% มีความแตกต่างกับตัวอย่างที่ราดด้วยกรดแลคติค 1.5% และกลุ่มตัวอย่างควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยในกลุ่มที่ราดด้วยกรดแลคติค 2.0 และ 2.5% ให้คะแนนเฉลี่ยที่สูงกว่าตัวอย่างควบคุม และตัวอย่างที่ราดด้วยกรดแลคติค 1.5% แสดงว่าระดับความเข้มข้นของกรดแลคติคมีผลทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) คือความเข้มข้นที่สูงส่งผลให้สี ลักษณะปรากฏ และกลิ่นรสของตัวอย่างดีขึ้น

ซึ่งผลการวัดสีด้วยเครื่องมือจะสัมพันธ์กับคะแนนสีที่วัดโดยวิธีทางประสาทสัมผัส ผลด้านลักษณะปรากฏ และกลิ่นรสจะแปรผันกับระดับความเข้มข้นของกรดแลคติคที่ใช้ คือ การราดด้วยกรดแลคติคความเข้มข้นสูงจะส่งผลให้คะแนนลักษณะปรากฏสูงด้วย

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมจะแปรผกผันกับการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ เพราะว่าเมื่อปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้นคะแนนการทดสอบดังกล่าวจะลดลง เมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของการศึกษาครั้งนี้ให้ผลการศึกษาคล้ายกับของ โอรส รักชาติ (2537) ที่ทำการแช่ไส้กรอกเวียนนาด้วยกรดแลคติคที่ความเข้มข้น 0 1.0 1.5 และ 2.0% พบว่าระดับความเข้มข้นของกรดที่สูงจะแปรผันตรงกับคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน สี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม

จากการศึกษาผลของระดับความเข้มข้นของกรดแลคติคความเข้มข้น 0 1.5 2.0 และ 2.5 % พบว่าความเข้มข้นของกรดแลคติคที่ 2.0 และ 2.5% ทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างในกลุ่มควบคุม ดังนั้นการเลือกใช้ระดับกรดแลคติคจึงควรคำนึงถึงผลในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญ จากการศึกษาครั้งนี้ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในด้านการลดจำนวนจุลินทรีย์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา และทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสดีขึ้น คือ กรดแลคติคความเข้มข้น 2.5%