

ชื่อโครงการ การใช้สารแบคทีเรียโอซินและกรดแลกติกร่วมกับการบรรจุสุญญากาศเพื่อเพิ่มความ
ปลอดภัยในการผลิตไส้กรอกอีสาน

แหล่งเงินทุน งบประมาณเงินรายได้คณะเทคโนโลยีการเกษตร

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 100,000 บาท

ระยะเวลาทำวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2556 ถึง 30 กันยายน 2557

หัวหน้าโครงการวิจัย: ผศ.ดร. คมแข พิลาสสมบัติ

ผู้ร่วมวิจัย: นางอังคณา ทุมดี

หน่วยงาน: ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของการทดลองครั้งนี้เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารละลายกรดแลกติก สารแบคทีเรียโอซินและ สารละลายกรดแลกติกร่วมกับสารแบคทีเรียโอซินเพื่อเพิ่มความปลอดภัยของไส้กรอกอีสาน การศึกษานี้ประกอบด้วย 3 การทดลอง ได้แก่ (i) การคัดแยกแบคทีเรียกรดแลกติกที่สร้างสารแบคทีเรียโอซินจากอาหารหมักเนื้อ (ii) ศึกษาประสิทธิภาพของกรดแลกติก สารแบคทีเรียโอซิน และกรดแลกติกร่วมกับสารแบคทีเรียโอซินในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค (ทำในหลอดทดลอง) และ (iii) การใช้กรดแลกติก สารแบคทีเรียโอซิน และกรดแลกติกร่วมกับสารแบคทีเรียโอซินเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในไส้กรอกอีสาน

การทดลองที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดแยกเชื้อที่สร้างสารแบคทีเรียโอซินและคุณสมบัติของสารแบคทีเรียโอซิน จากผลการทดลองสามารถแยกเชื้อแบคทีเรียกรดแลกติกจากอาหารหมักเนื้อ 15 ตัวอย่าง จำนวน 250 ไอโซเลท และพบเพียง 1 ไอโซเลทที่สามารถสร้างสารแบคทีเรียโอซิน ตั้งชื่อว่า ไอโซเลท KL-1 โดยแบคทีเรียโอซินที่พบสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้งแกรมบวกและลบ ได้แก่ *Lactobacillus sakei*, *Leuconostoc mesenteroides* และ *Enterococcus faecalis* ทำการศึกษาคุณสมบัติของสารแบคทีเรียโอซินโดยศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมของเชื้อในการสร้างสารแบคทีเรียโอซิน และจำแนกชนิดของเชื้อที่สร้างสารแบคทีเรียโอซิน พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อที่สามารถสร้างสารแบคทีเรียโอซินได้มากที่สุด (12,800 AU/ml) ที่อุณหภูมิ 30 °C ในระยะเวลาการเลี้ยงเชื้อเดียวกัน ที่อุณหภูมิ 37 °C สามารถสร้างสารได้ 6, 400 AU/ml จำแนกเชื้อไอโซเลท KL-1 ได้เป็น *Lactobacillus plantarum* สารแบคทีเรียโอซินสามารถทนความร้อนที่อุณหภูมิ 100 °C และความเย็นที่ 4 °C นานสองวัน อย่างไรก็ตามการต้มที่ 100 °C และเก็บรักษาที่ 4 °C เป็นเวลานานขึ้น พบว่ากิจกรรมการยับยั้งเชื้อลดลง

การทดลองที่ 2 กรดแลกติกสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อให้เกิดการเน่าเสียและ ก่อโรค ในขณะที่สารแบคทีเรียโอซินมีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อก่อโรคที่พบในอาหารหลายชนิด ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทดลองนี้คือศึกษาประสิทธิภาพของกรดแลกติกและสารแบคทีเรียโอซินในการยับยั้งเชื้อก่อโรค ได้แก่ *Salmonella Anatum*, *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* โดยแบคทีเรียโอซินที่นำมาศึกษามาจากเชื้อไอโซเลท KL-1 การทดลองครั้งนี้ประกอบไปด้วยสองส่วน ส่วนแรกคือศึกษาการยับยั้งเชื่อดังกล่าวข้างต้นโดยสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 0, 1, 2, 3 และ 4% ส่วนที่สองคือศึกษาการยับยั้งเชื่อดังกล่าวข้างต้นโดยสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 0, 1, 2, 3 และ 4% ร่วมกับสารแบคทีเรียโอซินความเข้มข้น 2 % จากนั้นตรวจนับจำนวนเชื้อทดสอบที่มีชีวิตรอดภายหลังที่สารสัมผัสเชื้อเป็นเวลา 0, 6, 12, 18, 24 และ 30 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่ากรดแลกติกที่ความเข้มข้น 3 และ 4% สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. Anatum*, *E. coli* และ *S. aureus* ที่ระยะเวลา 24 และ 30 ชั่วโมง โดยจำนวนเชื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้กรดร่วมกับสารแบคทีเรียโอซิน 2 % มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อทดสอบได้มากขึ้น ที่ระยะเวลา 24 และ 30 ชั่วโมง

การทดลองที่ 3 มีวัตถุประสงค์คือศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติก สารแบคทีเรียโอซิน และกรดแลกติกร่วมกับสารแบคทีเรียโอซินในการเพิ่มความปลอดภัยในไส้กรอกอีสาน การทดลองแบ่งเป็น 6 กลุ่มได้แก่ ไส้กรอกอีสานที่เติมกรดแลกติกความเข้มข้น 2, 4%, เติมน้ำแบคทีเรียโอซินความเข้มข้น 2, 4% และกรดแลกติก 2% ร่วมกับแบคทีเรียโอซิน 2% ศึกษากระบวนการหมักสองแบบ ได้แก่ การหมักในถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ 30 °C และการหมักโดยการแขวนที่อุณหภูมิห้อง ผลการทดลองพบว่ากระบวนการหมักที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์และคุณลักษณะต่างในไส้กรอกอีสาน ในกระบวนการหมักแบบแขวนที่อุณหภูมิห้องพบว่าจำนวนเชื้อ yeast/mold ในกลุ่มที่เติม กรดแลกติก ร่วมกับสารแบคทีเรียโอซินมีจำนวนต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยกลุ่มอื่นจำนวนเชื้อไม่แตกต่างกัน แต่ในกระบวนการหมักแบบบรรจุในถุงสุญญากาศกลับไม่พบเชื้อยีสต์รา (น้อยกว่า 10 cfu/g) ในการหมักวันที่ 3 ในการศึกษาค่า pH พบว่าไส้กรอกอีสานกลุ่มที่เติมกรดแลกติกและแบคทีเรียโอซิน ส่วนค่าสีพบว่าพบว่าในกลุ่มที่เติมกรดแลกติกและสารแบคทีเรียโอซิน มีค่าความสว่างมากกว่า (L^*) และค่าสีแดง (a^*) น้อยกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งผลดังกล่าวเป็นไปในทางเดียวกันในสภาวะการหมักทั้งสองแบบ จากการศึกษาการมีชีวิตรอดของเชื้อ *S. aureus* ในไส้กรอกอีสานพบว่ากลุ่มที่เติมกรดแลกติกและแบคทีเรียโอซินมีจำนวนเชื่อน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในการหมักแบบแขวนที่อุณหภูมิห้อง ส่วนการหมักในถุงสุญญากาศตรวจไม่พบเชื้อ *S. aureus* และจากการทดสอบการชิมพบว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจไส้กรอกอีสานกลุ่มที่เติมกรดแลกติกร่วมกับแบคทีเรียโอซินมากที่สุด ดังนั้นงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตไส้กรอกอีสานให้มีความปลอดภัยมากขึ้น

Abstract

The study composed of 3 experiments as following, (i) screening of bacteriocin producing lactic acid bacteria from fermented meat product, (ii) *In vitro* inhibitory activities of lactic acid solution and bacteriocin from lactic acid bacteria *Lactobacillus plantarum* KL-1 against food pathogenic bacteria and (iii) Application of lactic acid solution, bacteriocin and their combination to improve the safety of E-san sausage.

The first experiment: the aim of this study was to screen and *in vitro* characterize the properties of bacteriocin produced by lactic acid bacteria isolated from fermented meat product. Two hundred and fifty LAB were isolated from fifteen samples of fermented meat products and screened for bacteriocin-producing lactic acid bacteria. Antimicrobial activity of bacteriocin was carried out by spot on lawn method against both gram positive and gram negative bacteria. One isolate, assigned as KL-1, produced bacteriocin and showed inhibitory activity against *Lactobacillus sakei*, *Leuconostoc mesenteroides* and *Enterococcus faecalis*. To characterize the bacteriocin-producing strain, optimum temperature, incubation period for maximum bacteriocin production and identification of bacteriocin-producing strain were determined. It was found that the optimum cultivation temperature of the strain to produce the maximum bacteriocin activity (12,800 AU/mL) was obtained at 30 °C. Meanwhile, bacteriocin production at 6,400 AU/mL was found when culturing the strain at 37 °C and 42 °C. The isolate KL-1 was identified as *Lactobacillus plantarum*. Antimicrobial activity of cell-free supernatant was completely inhibited by proteolytic enzyme of trypsin, alpha-chymotrypsin and proteinase K. Bacteriocin activity was stable at high temperature up to 100°C for 10 mins and at 4 °C storage for 2 days. However, the longer heating at 100°C and 4°C storage, its activity was reduced.

The second experiment: lactic acid can inhibit the natural microflora including spoilage bacteria and food borne pathogens, while bacteriocins produced by lactic acid bacteria are biologically active proteins demonstrating a bactericidal mode of action and also reduce growth of many food borne pathogen varieties. The aim of this study was to evaluate the *in vitro* inhibitory activity of lactic acid solution against *Salmonella* Anatum, *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. Cell free supernatant (CFS; pH 6.9) known as bacteriocin was produced by lactic acid bacteria isolate KL-1. The experiment consisted of 2 parts: one, measurement of the antimicrobial activities of 0, 1, 2, 3 and 4% lactic acid solutions; and two, measurement of the antimicrobial activities of combinations of 2% sterilized CFS with 0, 1, 2, 3 and 4% lactic acid solutions. Three species of bacteria mentioned above were inoculated into tryptic soy broth which added lactic acid

and bacteriocin treatments as above, then incubated at 37 °C. The numbers of bacteria survival were counted at 0, 6, 12, 18, 24 and 30 h. The results showed that at 3 and 4% lactic acid solution inhibited the growth of *S. Anatum*, *E. coli* and *S. aureus* after 24 and 30 h. Number of tested bacteria significantly decreased ($p<0.05$) when compared to the control group (without any solution). Number of tested bacteria increased ($p<0.05$) from initial number (about 6.3 log cfu/ml) to 30 h (about 8 log cfu/ml). In addition, the combination of 3 and 4% lactic acid solution and 2% bacteriocin was more effective to reduce the numbers of *S. Anatum*, *E. coli* and *S. aureus* at 24 and 30 h.

The third experiment: The aim of this study was to evaluate the application of bacteriocin, lactic acid solution and their mixture to improve product quality to meet the safety standard of the Thai E-san sausage. There were 6 treatments in the experiment as follows: 2 and 4 % of lactic acid, 2 and 4% of bacteriocin ,the combination of 2% of lactic acid solution and 2% of bacteriocin.and a control (no adding solution). The E-san sausages were applied with the solution as previously described. These sausage underwent two fermentation processes, in vacuum bags and kept at 30 °C and hanging under room temperature. The results indicated that different fermentation processes had effect on number of microorganisms and E-san sausage quality. The number of yeast and mold in E-san sausage added with the mixture of lactic acid and bacteriocin was lower than other groups ($p<0.05$). However, number of yeast/mold was not detected in samples under vacuum fermentation(less than 10 cfu/g). The E-san sausage of both fermentation methods which added lactic acid solution and bacteriocin showed lower pH value than the control group. The color of these E-san sausage displayed the higher lightness (L^*) and lower redness (a^*) than the control group. In addition, *S. aureus* on ground pork mixed with lactic acid solution and bacteriocin was significantly decrease ($P< 0.05$). Therefore, this research was beneficial for E-san sausage production to control both pathogenic and spoilage microorganism.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ประสบความสำเร็จได้อย่างดีโดยได้รับความกรุณาจาก ผศ.ดร. พุสดี ดังวัชรินทร์ และดร. ศุภลักษณ์ สรภักดี ที่กรุณาให้ความรู้ในเรื่องงานวิจัยและคอยให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำงานวิจัยมาโดยตลอด นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์ในการใช้ห้องปฏิบัติการจุลินทรีย์ เนื้อสัตว์จาก คุณอังคณา ทุมดี

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณเงินรายได้ประจำปี 2557 ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คมแข พิลาสมบัติ

อังคณา ทุมดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	ข
Abstract	ง
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ลักษณะทั่วไปของไส้กรอกอีสาน	4
2.2 การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก	5
2.3 คุณสมบัติของแบคทีเรียโอซิน	8
2.4 กลไกในการทำลายเซลล์แบคทีเรียเป้าหมายของแบคทีเรียโอซิน	9
2.5 คุณสมบัติของกรดแลกติก	9
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	11
3.1 ขอบเขตงานวิจัย	11
3.2 เชื้อแบคทีเรียทดสอบ	13
3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ	14
3.4 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี	14
3.5 ระเบียบวิธีวิจัย	15
3.6 ขั้นตอนการศึกษาการเก็บข้อมูล	25
3.7 การวิเคราะห์ทางสถิติ	28
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	29
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	74
บรรณานุกรม	75
ภาคผนวก	80
ประวัตินักวิจัย.....	83

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1	แบคทีเรียทดสอบ อาหารที่ใช้เลี้ยงและอุณหภูมิสำหรับการเจริญของแบคทีเรีย.....	13
ตารางที่ 4.1	กิจกรรมสารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารแบคทีเรียโอซินที่สร้างจากไอโซเลท KL-1	30
ตารางที่ 4.2	การจำแนกสายพันธุ์ KL-1 โดยวิธีทางกายภาพ.....	31
ตารางที่ 4.3	การจำแนกสายพันธุ์ KL-1 โดยวิธีทางชีวเคมี.....	32
ตารางที่ 4.4	การจำแนกสายพันธุ์เชื้อไอโซเลท KL-1	34
ตารางที่ 4.5	ผลของเอนไซม์ย่อยโปรตีนต่อกิจกรรมของสารแบคทีเรียโอซินในการยับยั้งเชื้อ <i>L. sakei</i> subsp. <i>sakei</i> JCM 1157 ^T	37
ตารางที่ 4.6	ผลของความร้อนและความเย็นต่อกิจกรรมของสารแบคทีเรียโอซินในการยับยั้งเชื้อ <i>L. sakei</i> subsp. <i>sakei</i> JCM 1157 ^T	38
ตารางที่ 4.7	ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกและสารแบคทีเรียโอซินในการยับยั้งเชื้อ <i>S. Anatum</i>	40
ตารางที่ 4.8	ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกและสารแบคทีเรียโอซินในการยับยั้งเชื้อ <i>E. coli</i>	41
ตารางที่ 4.9	ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกและสารแบคทีเรียโอซินในการยับยั้งเชื้อ <i>S. aureus</i>	42
ตารางที่ 4.10	ประสิทธิภาพของสารยับยั้งจุลินทรีย์ (Crude bacteriocin) จากเชื้อ <i>Lb. plantarum</i> กรดแลกติก และสารแบคทีเรียโอซินร่วมกับกรดแลกติกในการยับยั้งเชื้อ <i>S. Anatum</i>	43
ตารางที่ 4.11	ประสิทธิภาพของสารยับยั้งจุลินทรีย์ (Crude bacteriocin) จากเชื้อ <i>Lb. plantarum</i> กรดแลกติก และสารแบคทีเรียโอซินร่วมกับกรดแลกติกในการยับยั้งเชื้อ <i>E. coli</i>	44
ตารางที่ 4.12	ประสิทธิภาพของสารยับยั้งจุลินทรีย์ (Crude bacteriocin) จากเชื้อ <i>Lb. plantarum</i> กรดแลกติก และสารแบคทีเรียโอซินร่วมกับกรดแลกติกในการยับยั้งเชื้อ <i>S. aureus</i>	45
ตารางที่ 4.13	ผลของสารแบคทีเรียโอซินและกรดแลกติกต่อค่าความเป็นกรด่างในไส้กรอกอีสานที่ทำให้เกิดกระบวนการหมักโดยการแขวน (Mean $\pm$ S.D.)	49
ตารางที่ 4.14	ผลของสารแบคทีเรียโอซินและกรดแลกติกต่อเปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมดในไส้กรอกอีสานที่ทำให้เกิดกระบวนการหมักโดยการแขวน (Mean $\pm$ S.D.)	50

ตารางที่ 4.15	ผลของสารแบคทีเรียโอซินและกรดแลกติกต่อค่าความเป็นกรดต่างในไส้กรอก อีสานที่ทำให้เกิดกระบวนการหมักโดยการบรรจุถุงสุญญากาศ (Mean $\pm$ S.D)	50
ตารางที่ 4.16	ผลของสารแบคทีเรียโอซินและกรดแลกติกต่อ เปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมดในไส้กรอก อีสานที่ทำให้เกิดกระบวนการหมักโดยการบรรจุถุงสุญญากาศ (Mean $\pm$ S.D)	51
ตารางที่ 4.17	ผลของสารแบคทีเรียโอซินและกรดแลกติกต่อค่าสีในไส้กรอกอีสานที่ทำให้เกิด กระบวนการหมักโดยการแขวน (Mean $\pm$ S.D.)	53
ตารางที่ 4.18	ผลของสารแบคทีเรียโอซินและกรดแลกติกต่อค่าสีในไส้กรอกอีสานที่ทำให้เกิด กระบวนการหมักโดยการ บรรจุถุงสุญญากาศ (Mean $\pm$ S.D)	54
ตารางที่ 4.19	ผลของสารแบคทีเรียโอซินและกรดแลกติกต่อค่า Texture Profile Analysis (TPA) ในไส้กรอกอีสานที่ทำให้เกิดกระบวนการหมักโดยการแขวนที่อุณหภูมิห้อง	56
ตารางที่ 4.20	ผลของสารแบคทีเรียโอซินและกรดแลกติกต่อค่า Texture Profile Analysis (TPA) ในไส้กรอกอีสานที่ทำให้เกิดกระบวนการหมักโดยบรรจุถุงสุญญากาศ	57
ตารางที่ 4.21	ผลของสารแบคทีเรียโอซินและกรดแลกติกต่อค่า water activity (Aw) ในไส้กรอก อีสานที่ทำให้เกิดกระบวนการหมักโดยการแขวน (Mean $\pm$ S.D.)	59
ตารางที่ 4.22	ผลของสารแบคทีเรียโอซินและกรดแลกติกต่อค่า water activity (Aw) ในไส้กรอก อีสานที่ทำให้เกิดกระบวนการหมักโดยการบรรจุถุงสุญญากาศ (Mean $\pm$ S.D)	60
ตารางที่ 4.23	ผลของสารแบคทีเรียโอซินและกรดแลกติกต่อค่าความชื้น (%) ในไส้กรอกอีสาน ที่ทำให้เกิดกระบวนการหมัก โดยการแขวน (Mean $\pm$ S.D.)	60
ตารางที่ 4.24	ผลของสารแบคทีเรียโอซินและกรดแลกติกต่อค่าความชื้น (%)ในไส้กรอกอีสาน ที่ทำให้เกิดกระบวนการหมักโดยการบรรจุถุงสุญญากาศ (Mean $\pm$ S.D)	61
ตารางที่ 4.25	จำนวนแบคทีเรียแลกติกที่ตรวจพบในไส้กรอกอีสานที่ทำให้เกิดกระบวนการหมัก โดยการแขวน (Mean $\pm$ S.D)	63
ตารางที่ 4.26	จำนวนแบคทีเรียแลกติกที่ตรวจพบในไส้กรอกอีสานที่ทำให้เกิดกระบวนการหมัก โดยการบรรจุถุงสุญญากาศ (Mean $\pm$ S.D)	64
ตารางที่ 4.27	ผลของสารแบคทีเรียโอซินและกรดแลกติกต่อจำนวนยีสต์และราในไส้กรอกอีสาน ที่ทำให้เกิดกระบวนการหมัก โดยการแขวน (Mean $\pm$ S.D.)	65
ตารางที่ 4.28	ผลของสารแบคทีเรียโอซินและกรดแลกติกต่อจำนวนยีสต์และราในไส้กรอกอีสาน ที่ทำให้เกิดกระบวนการหมักโดยการบรรจุถุงสุญญากาศ (Mean $\pm$ S.D)	66

ตารางที่ 4.29	ค่าเฉลี่ยความชอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกอีสานที่เติมสารแบคทีเรียโอซินและกรดแลกติกที่ทำให้เกิดกระบวนการหมักโดยการแขวน (Mean±S.D)	67
ตารางที่ 4.30	ค่าเฉลี่ยความชอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกอีสานที่เติมสารแบคทีเรียโอซินและกรดแลกติกที่ทำให้เกิดกระบวนการหมักโดยการบรรจุสุญญากาศ (Mean ± S.D)	68
ตารางที่ 4.31	ผลของสารแบคทีเรียโอซินและกรดแลกติกต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและ <i>S. aureus</i> ระหว่างกระบวนการผลิตไส้กรอกอีสานที่ทำให้เกิดกระบวนการหมักโดยการแขวน (Mean±S.D.)	72
ตารางที่ 4.32	ผลของสารแบคทีเรียโอซินและกรดแลกติกต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและ <i>S.aureus</i> ระหว่างกระบวนการผลิตไส้กรอกอีสานที่ทำให้เกิดกระบวนการหมักโดยการบรรจุสุญญากาศ (Mean ± S.D).....	73

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 4.1 ระยะและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสร้างสารแบคทีเรียโอซินของเชื้อไอโซเลท KL-1 (a)	
30 °C, (b) 37 °C และ (c) 42 °C	36