346147

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 30(1): 44-50

# การใช้สารละลายกรดแลคติกเพื่อลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในเนื้อโค

# The Use of Lactic Acid Solution to Reduce Microbial Contamination in Beef Cattle

**ทศพล บุญดิเรก* สมปอง สรวมศิริ สกล ไข่คำ และทองเลียน บัวจูม**

**Tossapon Boondireak, Sompong Sruamsiri, Sakon Kaicom and Tonglian Buwjoom**

คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Faculty of Animal Science and Technology, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: lampang_boondireak@hotmail.com

## Abstract

The effect of lactic acid solution on microbial contamination in beef was conducted using 2×3 factorial completely randomized design with 6 treatment combinations of 3 replications each longissimus dorsi from crossbreed (brahman×native). During rainy season (June-October 2011). The first factor was solution (no vs 2%lactic acid), and the second factor was storage time (0, 2 and 4 hour). The results showed that lactic acid solution in beef had significantly effect on total plate count ($P<0.05$), by were 3.85±0.40, 3.10±0.17 and 2.81±0.24 log10cfu/g, respectively but had slightly effect on *E. coli* and *Salmonella* contamination.

**Keywords:** lactic acid, beef, bacterial contamination

## บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้สารละลายกรดแลคติกต่อการปนเปื้อนจุลินทรีย์ ในเนื้อโคในช่วงฤดูฝน (มิถุนายน-ตุลาคม พ.ศ. 2554) วางแผนการทดลองแบบ 2×3 factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1: ไม่ใช้สารละลาย และใช้สารละลายกรดแลคติกความเข้มข้น 2% (v/v) และปัจจัยที่ 2: ระยะเวลาการรอจำหน่ายที่ 0, 2 และ 4 ชั่วโมง ตามลำดับ ศึกษาโดยใช้ชิ้นส่วนเนื้อสันนอกของโคลูกผสม (พื้นเมือง×บราห์มัน) ผลการศึกษา พบว่า การใช้สารละลายกรดแลคติกมีผลให้ปริมาณของจุลินทรีย์รวม (total plate count) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ระยะเวลาในการรอจำหน่าย การใช้สารละลายกรดแลคติกมีผลให้ปริมาณเชื้อลดลงจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 3.85±0.40, 3.10±0.17 และ 2.81±0.24 log10cfu/กรัม ตามลำดับ แต่สารละลายกรดแลคติกไม่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli* และ *Salmonella*

**คำสำคัญ:** กรดแลคติก เนื้อโค การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์

## คำนำ

เนื้อสัตว์เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนะสูง แต่ก็มีความเสี่ยงสูงต่อการเน่าเสียและปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคกับมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทยที่มีสภาพอากาศเหมาะสมในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคหลายชนิด (Pilasombut *et al.*, 2007) จุฑารัตน์ (2549) รายงานว่า

จุลินทรีย์ก่อโรคที่สำคัญในกระบวนการฆ่า และการตัดแต่งซาก ได้แก่ *Salmonella* spp. และ *Escherichia coli* จุลินทรีย์ดังกล่าวมีผลต่อคุณภาพเนื้อสัตว์ และความปลอดภัยของผู้บริโภค รวมทั้งมีผลต่ออายุในการเก็บรักษาและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ด้วย เนื่องจากประชากรส่วนใหญ่ในภาคเหนือนิยมการบริโภคเนื้อโคดิบที่ผ่านการฆ่าและชำแหละแบบพื้นบ้าน โดยสามารถหาซื้อได้ตามตลาดสด เนื่องจากการฆ่าและชำแหละโคแบบพื้นบ้านเป็นการชำแหละซากบนพื้น จึงมีโอกาสปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์สูง นอกจากนี้การบริโภคเนื้อดิบในรูปแบบต่างๆ ก็มีโอกาสทำให้ผู้บริโภคได้รับเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคเข้าสู่ร่างกายได้โดยง่าย หากต้องการให้ผู้บริโภคได้เนื้อที่ถูกสุขลักษณะจำเป็นต้องดำเนินการฆ่าและชำแหละโคในโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน ซึ่งต้องใช้ต้นทุนเพิ่มขึ้นมาก

การศึกษาในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นแนวทางพัฒนาการจัดการขณะจำหน่ายเนื้อโค เพื่อลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ของเนื้อโค จากการฆ่าและชำแหละแบบพื้นบ้าน เพื่อให้มีเชื้อจุลินทรีย์อยู่ในระดับที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค สามารถกระทำได้ง่ายโดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้ขายมากจนเกินไป แต่มุ่งเน้นในด้านความปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่สำคัญในกระบวนการฆ่าและชำแหละและการจัดจำหน่าย โดยมีการใช้สารละลายกรดแลคติกในระดับความเข้มข้น 2% (v/v) เพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากในการศึกษาของ Smulders and Greer (1998) พบว่า กรดแลคติกระดับความเข้มข้น 2% เป็นระดับที่เหมาะสมในการควบคุมเชื้อ และส่งผลกระทบต่อคุณภาพเนื้อในระดับที่ยอมรับได้ กรดแลคติกมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยได้รับการรับรองด้านความปลอดภัยจากองค์การอนามัยโลก (FAO/WHO, 1974) โดยร่างกายของมนุษย์รวมทั้งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมสามารถรับได้มากกว่า 1,500 มก./กก. ร่วมกับการจัดการที่เหมาะสมเพื่อลดโอกาสในการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ในการชำแหละ ที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 4 ชั่วโมง ตามระยะเวลาในการจำหน่ายเนื้อของผู้ประกอบการ (7.00-11.00 น.) ซึ่งจะเป็นแนวทางที่จะนำไปพัฒนาการผลิตเนื้อโค เพื่อลดความเสี่ยงต่อปริมาณสารเคมีตกค้างรวมถึงเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้

## อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาผลของการใช้สารละลายกรดแลคติกต่อการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม (total plate count) เชื้อซัลโมเนลล่า (*Salmonella*) และเชื้ออีโคไล (*E. coli*) วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล 2×3 (factorial in completely randomized design) ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1: ไม่ใช้สารละลายกรดแลคติก และใช้สารละลายกรดแลคติกความเข้มข้น 2% (v/v) และปัจจัยที่ 2: ระยะเวลาการรอจำหน่ายเนื้อที่ 0, 2 และ 4 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยใช้ชิ้นส่วนเนื้อสันนอกของโคลูกผสม (พื้นเมือง×บราห์มัน)

การเก็บตัวอย่างเนื้อสันนอกหลังจากการฆ่าและแบ่งซากโคเป็น 2 ซีก

1. ใช้เนื้อสันนอกจากซีกซ้ายเป็นตัวอย่างของเนื้อโคที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลคติก ระหว่างการฆ่าและชำแหละหลังกระบวนการถลกหนังเสร็จสิ้น ทำการเจาะตัวอย่างเนื้อสันนอกด้วยมีดเล่มใหม่ที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลคติก นำตัวอย่างเนื้อสันนอกวางบนโต๊ะจำหน่ายที่มีการปูด้วยพลาสติกแบบหนา โดยเก็บเนื้อบริเวณเนื้อสันนอกส่วนอก (longissimus thoracis) บริเวณซี่โครงซี่ที่ 6 นับจากส่วนหน้าของลำตัวโคลงมาทางตอนท้ายของลำตัว ความยาว 20 ซม. จากนั้นทำการแบ่งชิ้นเนื้อเป็นชิ้นความยาวขนาด 3 ซม. น้ำหนักประมาณ 200 กรัม จำนวน 3 ตัวอย่าง/สันนอก 1 ข้าง โดยตัดตามแนวพื้นที่หน้าตัดตามแนวขวางของเนื้อสันนอก เริ่มเก็บตัวอย่างเนื้อสันนอกชิ้นที่ 1 ทันทีหลังจากกระบวนการแบ่งเนื้อโคเป็นสามชิ้นเสร็จสิ้น โดยเก็บชิ้นที่ 2 และ 3 ในเวลา 2 และ 4 ชั่วโมง ตามเวลาที่ทำการศึกษา

2. เนื้อสันนอกจากซีกขวาเป็นตัวอย่างของเนื้อโคที่ใช้สารละลายกรดแลคติก เลาะตัวอย่างเนื้อสันนอกด้วยมีดเล่มใหม่ที่มีการล้างและจุ่มสารละลายกรดแลคติกนำตัวอย่างเนื้อสันนอก วางบนโต๊ะจำหน่ายที่มีการปูด้วยพลาสติก และฉีดพ่นสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้น 2% (v/v) ลงบนเนื้อโคทั้ง 3 ชิ้น เริ่มเก็บตัวอย่างเช่นเดียวกับวิธีการปฏิบัติกับเนื้อโคที่ไม่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลคติก

3. ทำการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ *E. coli* และ *Salmonella* จากชิ้นส่วนตัวอย่าง โดยนำมาทำ 10 fold dilution และนำ dilution ที่ 10-1-10-3 มาทำการวิเคราะห์การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์โดยการ spread plate ตามวิธีของไพโรจน์ (2545) ด้วยอาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์รวม *E. coli* และ *Salmonella* (BHI-Brain Heart Infusion, EMBA-Eosin methalene blue agar และ SS-agar-Salmonella Shigella agar) ตามลำดับ ตรวจวัดจำนวนจุลินทรีย์ด้วยวิธี total plate count (Maturin and Peeler, 2001) ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's multiple range test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

## ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของการใช้สารละลายกรดแลคติกเพื่อลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวมในเนื้อโค ดังแสดงใน Table 1 ผลของการใช้สารละลายกรดแลคติก เพื่อลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม (total plate count) บนเนื้อโคที่ได้จากการฆ่าและชำแหละแบบพื้นบ้าน โดยมีระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่างกัน คือ 0, 2 และ 4 ชั่วโมง พบว่า กลุ่มของเนื้อโคที่ใช้สารละลายกรดแลคติก มีผลให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมลดลงและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในระยะเวลาการรอจำหน่ายเนื้อที่นานขึ้น (0, 2 และ 4 ชั่วโมง) มีค่าเท่ากับ 3.85±0.40, 3.10±0.17 และ 2.81±0.24 $log_{10}$cfu/กรัม ตามลำดับ โดยในกลุ่ม ที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลคติกมีปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยที่ระยะเวลาในการจำหน่าย 0, 2 และ 4 ชั่วโมง เท่ากับ 2.92±0.20, 2.70±0.09 และ 3.34±0.22 log10cfu/กรัม ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของจุฑารัตน์ และคณะ (2540) ที่พบว่า สารละลายกรดแลคติกที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ (v/v) สามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์รวมบนผิวเนื้อสันนอกสุกร และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสันนอกสุกรได้นานขึ้น

ในขณะเดียวกันเมื่อเก็บรักษาเนื้อเป็นเวลา 3, 5 และ 7 วัน พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เป็นผลจากโมเลกุลของกรดแลคติกเข้าสู่เยื่อหุ้มเซลล์เป้าหมายโดยอาศัยแรง electrostatic และกลไกการออกฤทธิ์ของกรดแลคติกจะทำให้เกิดรูบนเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์เป้าหมายและขัดขวางกระบวนการ proton motive force รวมทั้งรบกวนสมดุลของ pH เป็นผลให้เกิดการรั่วไหลของไอออน และการสลายตัวของ ATP ทำให้เซลล์เกิดความผิดปรกติและส่งผลให้จุลินทรีย์ลดจำนวนลง (Deegan, 2006)

**Table 1** Effects of lactic acid solution and storage time on total plate count

| Lactic acid solution | Storage time (hr) | n | Microorganisms ($log_{10}$cfu/g) Total plate count |
|---|---|---|---|
| Lactic | 0 | 10 | 3.85±0.40[a] |
| | 2 | 10 | 3.10±0.17[c] |
| | 4 | 10 | 2.81±0.24[e] |
| Non-lactic | 0 | 10 | 2.92±0.20[d] |
| | 2 | 10 | 2.70±0.09[f] |
| | 4 | 10 | 3.34±0.22[b] |
| sig.(P<0.05) | lactic acid solution | | * |
| | storage time | | |
| sig.(P<0.05) | lactic acid solution | | * |
| sig.(P<0.05) | storage time | | * |

[a-f] means within the same column with different common letters differ significantly (P<0.05)

**ผลของการใช้สารละลายกรดแลคติกเพื่อลดปริมาณการปนเปื้อน *E. coli* ในเนื้อโค**

ดังแสดงใน Table 2 พบว่า การฉีดพ่นสารละลายกรดแลคติกบนชิ้นเนื้อ ที่ระยะเวลาในการรอจำหน่ายแตกต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ปริมาณเชื้อ *E. coli* มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาในการรอจำหน่ายเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.52±0.18, 2.94±0.08 และ 3.47±0.56 $log_{10}$cfu/กรัม สำหรับระยะเวลารอจำหน่ายที่ 0, 2 และ 4 ชั่วโมง ตามลำดับ กลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารละลายกรดแลคติก มีปริมาณ *E. coli* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่ระยะเวลาการรอจำหน่ายที่นานขึ้นมีแนวโน้มให้ปริมาณเชื้อ *E. coli* เพิ่มขึ้น คือ 3.40±0.38, 3.28±0.23 และ 3.72±0.23 $log_{10}$cfu/กรัม ตามลำดับ โดยปริมาณเชื้อ *E. coli* ที่ระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อ 2 ชั่วโมง ในทั้งสองกลุ่มการทดลองมีค่าต่ำที่สุด คือ ในกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติกมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.94±0.08 $log_{10}$cfu/กรัม และกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลคติกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.28±0.23 $log_{10}$cfu/กรัม ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่พบแนวโน้มที่ลดลงในกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติก

จากลักษณะการบริโภคของประชาชนในพื้นที่ที่นิยมรับประทานของเหลวที่อยู่ในลำไส้เล็กของโค ทำให้ผู้ประกอบการนำลำไส้เล็กขึ้นมาวางบนโต๊ะจำหน่ายเนื้อโคเพื่อง่ายต่อการแบ่งจำหน่าย โดยผู้จำหน่ายมีการสัมผัสกับของเหลวในลำไส้เล็กอยู่ตลอดเวลา ส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนไปยังซากโคส่วนต่างๆ ทำให้ปริมาณการแพร่กระจายของเชื้อ *E. coli* เกิดได้มาก จึงทำให้สารละลายกรดแลคติกที่ฉีดพ่นลงในเนื้อโคไม่เพียงพอต่อการควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Longdell (1994) กล่าวว่า การเปิดซากแบบวิธีดั้งเดิม (conventional eviscerating) คือ การใช้มีดในการผ่าเปิดซากจะพบปัญหาเครื่องในได้รับความเสียหายและเกิดการฉีกขาดได้ง่าย ทำให้จุลินทรีย์ที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารสามารถแพร่กระจายไปยังส่วนต่างๆ ของซากโค ซึ่งหากต้องการจะทำให้ปริมาณเชื้อไม่เพิ่มสูงขึ้นนั้น ควรแยกพื้นที่

ในส่วนของบริเวณที่วางจำหน่ายเนื้อและเครื่องในออกจากกัน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของของเหลวในลำไส้เล็กซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของเชื้อ *E. coli* เป็นจำนวนมาก

**Table 2** Effects of lactic acid solution and storage time on *Escherichia coli*

| Lactic acid solution | Storage time (hr) | n | Microorganisms ($log_{10}$cfu/g) *Escherichia coli* |
|---|---|---|---|
| Lactic | 0 | 10 | 3.52±0.18 |
| | 2 | 10 | 2.94±0.08 |
| | 4 | 10 | 3.47±0.56 |
| Non-lactic | 0 | 10 | 3.40±0.38 |
| | 2 | 10 | 3.28±0.23 |
| | 4 | 10 | 3.72±0.23 |
| sig.(P>0.05) | lactic acid solution | | ns |
| | storage time | | |
| sig.(P>0.05) | lactic acid solution | | ns |
| sig.(P>0.05) | storage time | | ns |

ns = a common superscript are not different (P> 0.05).

**ผลของการใช้สารละลายกรดแลคติกเพื่อลดปริมาณการปนเปื้อน *Salmonella* ในเนื้อโค**

ดังแสดงใน Table 3 กลุ่มของเนื้อโคที่ได้รับการฉีดพ่นสารละลายกรดแลคติก และกลุ่มที่ไม่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลคติก มีปริมาณเชื้อ *Salmonella* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยในแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ *Salmonella* ใกล้เคียงกัน คือ กลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติกมีค่าเฉลี่ยของเชื้อ *Salmonella* เท่ากับ 3.22±0.31, 3.33±0.28 และ 3.30±0.50 $log_{10}$cfu/กรัม ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลคติกมีค่าเฉลี่ยเชื้อ *Salmonella* เท่ากับ 3.32±0.25, 2.88±0.24 และ 3.09±0.30 $log_{10}$cfu/กรัม ตามลำดับ และไม่พบผลร่วมที่เกิดจากการใช้สารละลายกรดแลคติกและระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อปริมาณเชื้อ *Salmonella* เนื่องจากเชื้อ *Salmonella* เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถทนกรดได้สูง โดยสามารถเจริญเติบโตได้ที่ pH 5.2-5.5 ซึ่งถือได้ว่าเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่เป็นกรด (Merck, 1996) ทำให้สารละลายกรดแลคติกไม่มีผลในการลดปริมาณเชื้อ *Salmonella* ในการทดลอง โดยเฉพาะเนื้อสัตว์ที่อยู่ในสภาวะที่สิ่งแวดล้อมเอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *Salmonella* โดย Goepfert and Chung (1970) กล่าวว่า ในสภาวะที่มีอาหารเหมาะสม มี $A_w$ (water activity) ในระดับที่เหมาะสม โดยในเนื้อโค พบว่า มีค่า $A_w$ (water activity) มากกว่า 0.85 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อ *Salmonella* ทำให้เชื้อสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของ pH ได้มากกว่าปกติ

Table 3 Effects of lactic acid solution and storage time on *Salmonella*

| Lactic acid solution | Storage time (hr) | n | Microorganisms ($log_{10}$cfu/g) *Salmonella* |
|---|---|---|---|
| Lactic | 0 | 10 | 3.22±0.31 |
| | 2 | 10 | 3.33±0.28 |
| | 4 | 10 | 3.30±0.50 |
| Non-lactic | 0 | 10 | 3.32±0.25 |
| | 2 | 10 | 2.88±0.24 |
| | 4 | 10 | 3.09±0.30 |
| sig.(P>0.05) | lactic acid solution storage time | | ns |
| sig.(P>0.05) | lactic acid solution | | ns |
| sig.(P>0.05) | storage time | | ns |

ns = a common superscript are not different (P>0.05).

## สรุปผลการทดลอง

สารละลายกรดแลคติกสามารถลดปริมาณการปนเปื้อนจุลินทรีย์รวมในเนื้อโคได้ โดยพบว่า ปริมาณการลดลงของจุลินทรีย์รวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) จากปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ระยะเวลาการรอจำหน่ายเนื้อที่ 0, 2 และ 4 ชั่วโมง มีปริมาณจุลินทรีย์รวม เท่ากับ 3.85±0.40, 3.10±0.17 และ 2.81±0.24 log10cfu/กรัม โดยกลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลคติกพบแนวโน้มของจุลินทรีย์รวมเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการรอจำหน่าย แม้ว่าสารละลายกรดแลคติกจะไม่ส่งผลทางสถิติต่อปริมาณเชื้อ *E. coli* และเชื้อ *Salmonella* เนื่องจากปัจจัยต่างๆ ในการฆ่าและชำแหละควบคุมได้ยาก ซึ่งอาจจะต้องใช้ร่วมกับการปรับปรุงในส่วนของกระบวนการฆ่าและชำแหละที่ถูกสุขลักษณะยิ่งขึ้น แต่ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมที่ลดลง แสดงให้เห็นว่าสารละลายกรดแลคติกมีประสิทธิภาพในการยับยั้งปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โดยรวมในเนื้อระหว่างรอจำหน่าย

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ ที่อำนวยความสะดวกสำหรับสถานที่ อุปกรณ์ และงบประมาณสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล คมแข พิลาสมบัติ อดิศร เสวตวิวัฒน์. 2540. การยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella derby* โดยการใช้สารละลายกรดแลคติกและคลอรีน. **รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35.** สาขาสัตว์ สัตวแพทยศาสตร์. กรุงเทพฯ, 3-5 กุมภาพันธ์ 2540. น. 232-238.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2549. **ปัจจัยเสี่ยงในการปนเปื้อนเชื้อ FMD และจุลินทรีย์ก่อโรคของเนื้อสุกรในกระบวนการฆ่าและการชำแหละ.** ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 134 น.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2545. **หลักการวิเคราะห์จุลินทรีย์.** ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 241 น.

Deegan, L.H., P.D. Cotter, C. Hill and P. Ross. 2006. Bacteriocins: biological tools for bio-preservation and shelf-life extension. **Int. Dairy J.** 16(9): 1058-1071.

FAO/WHO. 1974. Toxicology evaluation of some food additive. ***In* the 17th Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive.** FAO Nutrition Meeting Report Series No.53 ROME. World Health Organization, Geneva. pp. 461-465.

Goepfert, J.M. and K.C. Chung. 1970. Growth of *Salmonella* at low pH. **J. Food Sci.** 35(3): 326-328.

Longdell, G.R. 1994. Advance technologies in the meat industry. **Meat Sci.** 36: 277-291.

Merck. 1996. **Product management microbiology manual.** Merck KGaA Darmstadt, Garmany. p. 181.

Maturin, L. and J.T. Peeler. 2001. Bacteriological analytical manual: chapter 3 aerobic plate count. **J. Food Protection.** 70(5): 1213-1219.

Pilasombut, K., A. Ounruan, Y. Opatpatanakit and J. Setthakul. 2007. Influence of lactic acid on reduction of bacterial population of Thai native beef. The International Conference on Integration of Science and Technology for Sustainnable Development (ICIST), Biological Diversity. KMITL Thailand. Oct. 8, 2009. 415-417 svg.

**Food and Agricul. Technol.** 35: 326-328.

Smulders, F.J.M. and G.G. Greer. 1998. Integrating microbial decontamination with organic acids in HACCP programs for muscle foods: prospects and controversies. **International J. of Food Microbiol.** 44(1998): 149-169.