วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 28:3(44-51)

อิทธิพลของกรดแอสคอร์บิกและความเย็นต่อการรอดชีวิตของเชื้อ *Salmonella* Rissen ในเนื้อสันนอกสุกร

Effect of ascorbic acid and cold temperature on survival of *Salmonella* Rissen in pork loin

ผุสดี ตังวัชรินทร์* วิภา รักษ์ทองและธัญพิสิษฐ์ พรหมศิริวรกุล

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของกรดแอสคอร์บิกและความเย็นต่อการรอดชีวิต ของเชื้อ *Salmonella* Rissen (การทดลองที่ 1) และจุลินทรีย์ทั้งหมด (การทดลองที่ 2) ในเนื้อสันนอกสุกร โดยการทดลองที่ 1 เนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยแสง UV และเติมเชื้อ *Salmonella* Rissen ให้มีเชื้อเริ่มต้นประมาณ 5 log cfu/g และการทดลองที่ 2 เนื้อสันนอกสุกรที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยแสง UV และเติมเชื้อ *Salmonella* Rissen แต่ละการทดลองวางแผนการทดลองแบบ 3 x 3 x 5 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยทำการศึกษา 3 ปัจจัย คือ 1) กลุ่มสัมผัสควบคุม (น้ำ) กลุ่มสัมมผัสสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1 และ 2% (v/v) 2) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 10 และ 15°C และ 3) ระยะเวลาการเก็บรักษา 0 1 2 4 และ 8 วันบรรจุในถุงพลาสติก PE แบบสุญญากาศ แล้วทำการสุ่มตัวอย่างเนื้อของแต่ละการทดลองเพื่อตรวจนับจำนวนเชื้อตามระยะเวลาการเก็บ และเฉพาะในการทดลองที่ 2 ทำการวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ค่าสี L^* a^* และ b^* และ % การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อ ผลการทดลองที่ 1 และ 2 พบว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 5°C ชิ้นเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายผสมของกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้น 2% มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *S.* Rissen และจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ดีที่สุด ($P \leq 0.05$) โดยสามารถลดเชื้อลงได้ 1.91 และ 1.02 log cycle ตามลำดับ แต่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักสูงถึง 8.36% และทำให้สีของเนื้อซีดลง เนื่องจากมีค่า pH ต่ำ ในขณะที่น้ำและสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้น 1% สามารถควบคุมเชื้อ *S.* Rissen และจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ตลอดระยะเวลาการเก็บ 8 วัน มีการสูญเสียน้ำหนัก 4.37 และ 7.10% ตามลำดับ และไม่มีผลต่อสีของเนื้อ ส่วนเมื่อทำการเก็บที่อุณหภูมิ 10 และ 15°C น้ำ สารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้น 1 และ 2% ไม่สามารถการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S.* Rissen และจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ เมื่อการเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น ($P \leq 0.05$)

คำสำคัญ : *Salmonella* Rissen, กรดแอสคอร์บิก, เนื้อสัตว์

Abstract

This study was conducted to determine the effect of ascorbic acid and cold temperature on survival of *Salmonella* Rissen (experiment 1) and total plate count (TPC; experiment 2) in pork loin. UV-sterile pork loins were inoculated with approximately 5 lpg cfu/g of initial number of *S.* Rissen in experiment 1 and fresh pork loins were not treated UV irradiation and inoculated *S.* Rissen in experiment 2. Each experiment was examined according to 3 x 3 x 5 factorial arrangment in completely randomized design with 3 replications per treatment. Two factors were as followed : 1) solution types (sterilized water and 1 and 2% (v/v) ascorbic acid solution), 2) temperature levels of storage (5, 10 and 15 °C) and 3)

[1]คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง จังหวัดพัทลุง 93100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

durations of storage (0, 1, 2, 4 and 8 days). The meat samples were vacuum packed in the PE plastic bags. The results from the first and second experiments were shown that the 2% ascorbic acid solution was the most effective in reduction of *S.* Rissen and TPC into 1.91 and 1.02 log cycle, respectively, after 8 days of storage at 5°C ($P \leq 0.05$). The low pH of its solution caused the highest weight loss of 8.36% and discoloration. However, water and 1% ascorbic acid solution controlled growth of *S.* Rissen and TPC for 8 days of storage and 4.37 and 7.10% weight loss, respectively, without any effect on meat color. Stored at 10 and 15°C for long time, numbers of *S.* Rissen and TPC were increased as storage was longer in all solution types ($P \leq 0.05$).

Keywords : *Salmonella* Rissen, ascorbic acid, meat

คำนำ

เชื้อ *Salmonella* เป็นแบคทีเรียที่มักก่อให้เกิดโรคติดเชื้อในระบบทางเดินอาหาร การปนเปื้อนของแบคทีเรียชนิดนี้ในเนื้อสัตว์จึงเป็นตัวบ่งชี้ถึงสุขลักษณะของเนื้อและการจัดการของโรงฆ่าสัตว์ จากการตรวจการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. บนซากสุกรที่ได้จากกระบวนการฆ่าแบบแขวนและแบบสัมผัสพื้นของโรงฆ่าสุกรในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. บนซากสุกรสูงถึง 56 และ 100% ตามลำดับ และพบการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonells* spp. ถึง 10 ซีโรวาร์ โดยพบซีโรวาร์ *S.* Rissen มากที่สุด (ผุสดี และไชยวรรณ, 2552) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Pawin and Kaneene (2006) พบว่าเนื้อสุกรที่จำหน่ายในตลาดสดทั่วไปในจังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน มีการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในฟาร์ม โรงฆ่า และเนื้อสุกรในตลาด เท่ากับ 6 28 และ 29% ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับการรายงานของ Bangtrakulnonth *et al.* (1994) ที่พบว่าเนื้อสุกรจากตลาดสดจังหวัดชลบุรีมีการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* สูงถึง 45% ซึ่งเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์เรื่อง ข้อกำหนดสุขลักษณะของอาหารทั่วไป ในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ (เนื้อดิบ) พ.ศ 2535 ที่กำหนดว่าต้องไม่พบเชื้อ *Salmonella* ใน 25 กรัมของตัวอย่างอาหาร

ได้มีการศึกษาการลดจำนวนจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ด้วยกรดแอสคอร์บิก ที่มีคุณสมบัติในการทำลาย และยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค รวมทั้งไม่มีผลตกค้างในเนื้อสัตว์ และได้รับการอนุญาตให้ใช้ในการผลิตอาหารได้ ซึ่งกรดแอสคอร์บิกนอกจากจะสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแล้ว ยังช่วยลดการเกิดกลิ่นเหม็นหืนในเนื้อและทำให้เนื้อสัตว์มีสีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Ogden *et al.*,1997) แต่การใช้กรดเพียงอย่างเดียว จะมีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ได้เพียงบางชนิดเท่านั้น ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เป็นการศึกษาการใช้กรดแอสคอร์บิกร่วมกันการเก็บด้วยความเย็นที่อุณหภูมิต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์ให้ดีขึ้น และยังคงไว้ซึ่งคุณภาพของเนื้อสัตว์ก่อนถึงมือผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเนื้อสุกรสันนอกมาตัดแต่งให้ได้ชิ้นเนื้อที่มีขนาด 4x5x2 ซม. น้ำหนักประมาณ 60 กรัม/ชิ้น แบ่งเนื้อออกเป็น 2 การทดลอง โดยแต่ละการทดลองทำการวางแผนการทดลองแบบ 3x3x5 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดทำการทดลอง 3 ซ้ำ ทั้งนี้ ปัจจัยที่ 1 คือ ความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก 3 ระดับ ได้แก่ น้ำ (กรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 0%; กลุ่มควบคุม) กรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1 และ 2% ปัจจัยที่ 2 คือ การเก็บด้วยความเย็นที่อุณหภูมิ 3 ระดับ ได้แก่ 5 10 และ 15°C และปัจจัยที่ 3 คือ ระยะเวลาเก็บรักษา 5 ระดับ คือ 0 1 2 4 และ 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 1 นำมาผ่านการฆ่าเชื้อด้วยแสง UV ในตู้ปลอดเชื้อ เป็นเวลา 60 นาที โดยกลับชิ้นเนื้อทุก 30 นาที นำชิ้นเนื้อจุ่มในสารละลายเชื้อ *S.* Rissen ที่ความเข้มข้นประมาณ 7 log cfu/g เป็นเวลา 5 นาที ผึ่งให้แห้งในตู้ปลอดเชื้อเป็นเวลา 15 นาที จะได้เนื้อสุกรที่มีเชื้อเริ่มต้นประมาณ 5 log cfu/g (Podolak *et al.*, 1996; ประภาพร และจุฑารัตน์, 2548) จากนั้นนำเนื้อสุกรมาจัดกลุ่มเป็น 9 กลุ่มการทดลอง ตามแผนการทดลอง จุ่มในสารละลายต่อไปนี้ เป็นเวลา 5 นาที ผึ่งให้แห้งในตู้ปลอดเชื้อเป็นเวลา 15 นาที กลุ่มที่ 1-3 เป็นน้ำ กลุ่มที่ 4-6 เป็นสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1 % และกลุ่มที่ 7-9 เป็นสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2% โดยกลุ่มที่ 1 4 และ 7 เป็นการเก็บที่อุณหภูมิ 5°C กลุ่มที่ 2 5 และ 8 เป็นการเก็บที่อุณหภูมิ 10°C และกลุ่มที่ 3 6 และ 9 เป็นการเก็บที่อุณหภูมิ 15°C บรรจุเนื้อสุกรแบบสุญญากาศในถุงพลาสติก polyethylene (PE) เก็บรักษาเป็นเวลา 0 1 2 4 และ 8 วัน นำมาตรวจวิเคราะห์หาจำนวนเชื้อ *S.* Rissen โดยวิธี direct count ทำการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Hektoen Enteric agar ในขณะที่การทดลองที่ 2 ทำการเตรียมเนื้อสันนอกสุกรเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 แต่เนื้อสุกรไม่ต้องผ่านฉายด้วยแสง UV และเติมเชื้อ *S.* Rissen เพื่อทำการวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count, TPC) โดยวิธี direct count ทำการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (ผุสดี และคณะ, 2544) วัดค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH) บนชิ้นเนื้อ วัดค่าสี L^* a^* และ b^* และ % การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อ (Mendonca *et al.*, 1989; ประภาพร และจุฑารัตน์, 2548) จากนั้นทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดย และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนเชื้อ *S.* Rissen จุลินทรีย์ทั้งหมด ค่า pH ค่าสี L^* a^* และ b^* และ % การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อก่อนและหลังสัมผัสสารเป็นเวลา 0 1 2 4 และ 8 วัน โดย GLM procedure และ Least Significant Difference (LSD) ตามลำดับ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม SAS (SAS, 1998)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. อิทธิพลของสารละลายกรดแอสคอร์บิกและความเย็นต่อเชื้อ *S.* Rissen ในเนื้อสุกร

จากการศึกษาพบว่าสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2% สามารถลดจำนวนเชื้อ *S.* Rissen ในเนื้อสันนอกสุกรลงได้ 0.64 log cycle จากจำนวนเชื้อเริ่มต้น 6.23 log cfu/g (Figure 1) และเมื่อเก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ 5±1°C เป็นเวลา 8 วัน จำนวนเชื้อลดลงตามระยะเวลาการเก็บ ($P \leq 0.05$) โดยในวันที่ 8 ของการเก็บ พบจำนวนเชื้อลดลง 1.91 log cycle จากเชื้อเริ่มต้น และน้อยกว่าเนื้อสุกรที่สัมผัสน้ำ และสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% ที่ระยะเวลาการเก็บเดียวกัน 0.99 และ 1.11 log cycle ตามลำดับ ทั้งนี้ เนื่องจากค่า pH ของเนื้อที่ลดลง จะมีผลให้อิออนของกรดมีความสามารถในการทำลายจุลินทรีย์ได้มากขึ้น (Hardin *et al.*, 1995) ซึ่งยังสอดคล้องกับการรายงานของประภาพร และจุฑารัตน์ (2548) กล่าวว่าการใช้กรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้น 1% เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 11 วัน สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella* spp. บนเนื้อสุกรสดได้ นอกจากนี้ Alvarez-Ordonez *et al.* (2009) ยังรายงานว่าเชื้อ *S.* Typhimurium เจริญเติบโตได้น้อยลงเมื่อมีการเติมกรดแอสคอร์บิกที่ pH 4.5 ทำให้เชื้อมีการเจริญเติบโตลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่เติมกรดอินทรีย์ ในขณะที่ จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 10 และ 15°C เชื้อ *S.* Rissen ในเนื้อสุกรที่สัมผัสสารทั้ง 3 กลุ่ม มีจำนวนเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ ($P \leq 0.05$) แต่อย่างไรก็ตาม สารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2% สามารถชะลอการเพิ่มจำนวนเชื้อ *S.* Rissen ในเนื้อสุกรได้ (Figure 1) ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อ *Salmonella* สามารถอยู่รอดได้หลังจากการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 5°C ได้นาน 20 ชั่วโมง หลังจากนั้นจำนวนเชื้อจะเริ่มลดลง (Doyle, 2002) นอกจากนี้กรดจะไปทำให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งค่า pH ที่ลดลง ทำให้ช่วง lag phase มีระยะเวลานานขึ้น ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ช้าลง (Woolthuis and Smulders, 1985)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

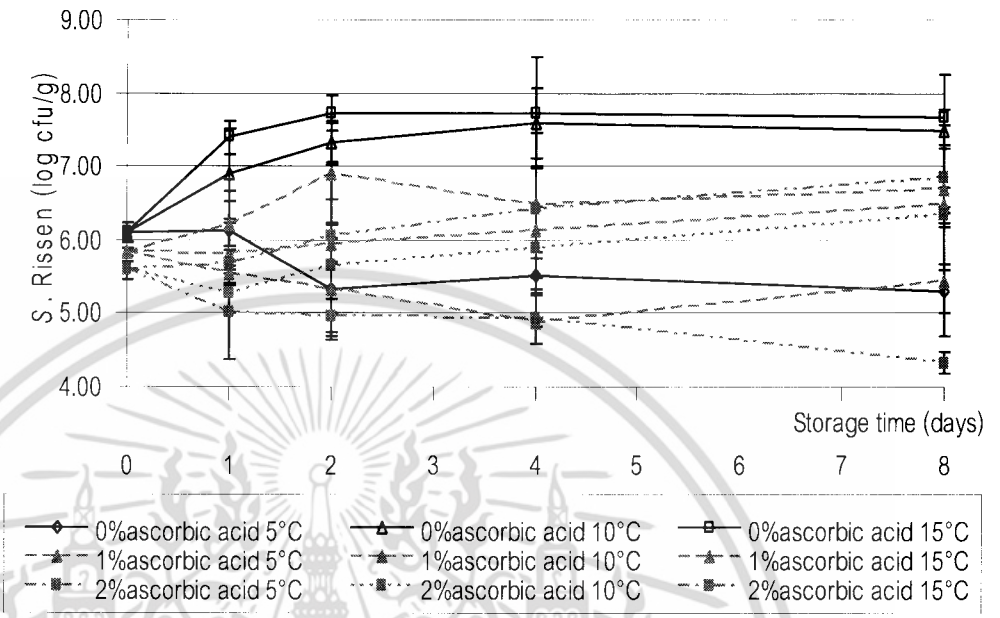

Figure 1 *S.* Rissen counts on pork loins in vacuum pack after dipping with various solutions and storage at 5, 10 and 15°C; initial number of *S.* Rissen in pork loins before dipping in each solution were 6.23 ± 0.23 log cfu/g

2. อิทธิพลของสารละลายกรดแอสคอร์บิกและความเย็นต่อจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อสุกร

จากการศึกษาพบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อสุกรทุกกลุ่มการทดลองเพิ่มจำนวนมากขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บ (Figure 2) ยกเว้น เนื้อสุกรที่สัมผัสสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1 และ 2% โดยสามารถลดจุลินทรีย์เริ่มต้นลงได้ 0.14 และ 0.64 log cycle ตามลำดับ และเมื่อเก็บเป็นเวลา 8 วัน ที่อุณหภูมิ 5°C จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ทั้งนี้ เนื่องจากค่า pH เนื้อสุกรที่ลดลงต่ำกว่ากลุ่มอื่น โดยมีค่า 5.46 ± 0.10 และกรดอินทรีย์สามารถซึมผ่านเข้าสู่เซลล์ของแบคทีเรียส่งผลให้ความเป็นกรดภายในเซลล์สูงขึ้นและทำให้เซลล์ตายลง และยังมีส่วนในการยับยั้งการสังเคราะห์สารต่าง ๆ ภายในเซลล์ เช่น อาร์เอ็นเอ ดีเอ็นเอ โปรตีน รวมทั้งขัดขวางการขนส่งสาร ต่าง ๆ ภายในเซลล์ ตลอดจนทำให้สูญเสียการทำงานของเอนไซม์ ATPase การส่งถ่ายพวกโปรตอน เอนไซม์ lysine decarboxylase ซึ่งปกติสามารถทำงานได้ที่ pH 7 (Alves *et al.*, 1995) นอกจากนี้ อุณหภูมิต่ำสามารถลดอัตราการแลกเปลี่ยนระหว่างการไหลของของเหลวภายในกับภายนอกเซลล์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ทำให้กรดไขมันซึ่งปกติเป็นสายยาวเปลี่ยนเป็นผลึก บางส่วนทิ่มแทงเซลล์ทำให้เซลล์ตาย โดยเชื้อจะเปลี่ยนสภาวะจากปกติเป็นสภาวะเครียดมากขึ้น (Bery and Foegeding, 1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

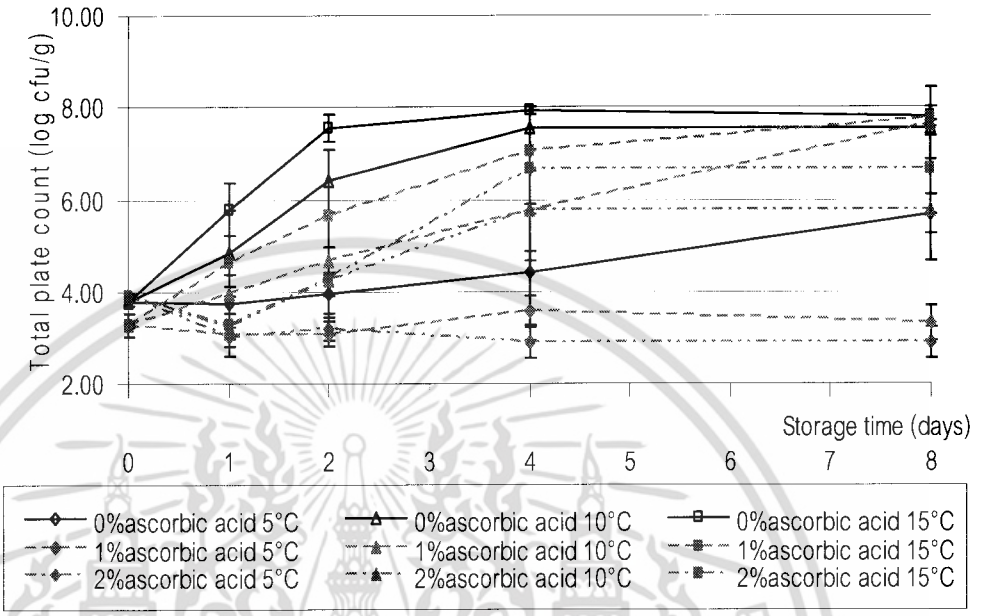

Figure 2 Total plate counts on pork loins in vacuum pack after dipping with various solutions and storage at 5, 10 and 15°C; initial number of total plate count in pork loins before dipping in each solution were 3.91 $\pm$ 0.05 log cfu/g

3. อิทธิพลของสารละลายกรดแอสคอร์บิกและความเย็นต่อคุณภาพทางกายภาพบางประการของเนื้อสุกร

3.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่า pH ของเนื้อสุกร ที่ผ่านการจุ่มในสารละลายต่าง ๆ (Figure 3) ให้ผลสอดคล้องกับการยังยั้งการเจริญของเชื้อ *S.* Rissen และจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยสารละลายที่ให้ค่า pH ต่ำสุดออกฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อได้ดีที่สุด โดยพบว่าเนื้อสุกรที่สัมผัสสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2% มีค่า pH เริ่มต้นต่ำที่สุด คือ 5.46 $\pm$ 0.10 ($P \leq 0.05$) ในขณะที่กลุ่มที่สัมผัสน้ำและสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% มีค่า pH 5.88 $\pm$ 0.10 และ 5.64 $\pm$ 0.18 ตามลำดับ ภายหลังการเก็บเนื้อสุกรที่อุณหภูมิ 5 10 และ 15°C ค่า pH ของเนื้อสุกรทุกกลุ่มการทดลองมีค่าสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากจุลินทรีย์ในเนื้อเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดการย่อยสลายโปรตีนของเนื้อและปล่อยสาร decarboxylate amino acid และแอมโมเนียทำให้ค่า pH สูงขึ้น (Adam and Hall,1988) แต่อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 8 วัน เนื้อสุกรมีค่า pH ไม่แตกต่างกันกับก่อนสัมผัสสารละลายแต่ละชนิด

3.2 ค่าการสูญเสียน้ำหนัก และค่าสี *L *a** และ *b****

สารละลายที่มีค่า pH ต่ำ เช่น สารละลายผสมของกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1 และ 2% จะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อมากที่สุด คือ 1.63 $\pm$ 0.07 และ 1.91$\pm$ 0.09% ตามลำดับ (Figure 4) ภายหลังการจุ่ม และทำให้เนื้อมีสีซีด โดยมีค่า *L** (ความสว่าง) มีค่าเพิ่มขึ้น ($P \leq 0.05$) (Table 1) ทั้งนี้เนื่องจากกรดมีผลทำให้เส้นใยในกล้ามเนื้อเกิดการหดตัว เนื้อสัตว์ลดความสามารถในการอุ้มน้ำ จึงเกิดการสูญเสียน้ำมากขึ้นและสีของเนื้อซีดลง (Adam and Hall,1988) แต่ค่า *a** (สีแดง) มีค่าลดลง ($P \leq 0.05$) (Table 2) เนื่องจากกรดแอสคอร์บิกจะไปจับออกซิเจน เหล็ก และสามารถรีดิวซ์การเกิดออกซิเดชัน (oxidation) ซึ่งเหล็กมีแนวโน้มทำให้การเกิดออกซิเดชันลดลง และกรดแอสคอร์บิกจะรีดิวซ์ฮีโมโกลบิน (Mancini *et al.*, 2007) แต่อย่างไรก็ตาม สารละลายกรดแอสคอร์บิกไม่ผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อค่าสี b^* ของเนื้อ ในขณะที่ เนื้อสุกรที่สัมผัสน้ำมีการสูญเสียน้ำหนักเพียง 1.25 $\pm$ 0.03% และจากการศึกษายังพบว่า เมื่อทำการเก็บเป็นเวลา 8 วัน เนื้อสุกรมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิการเก็บรักษาและระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น ($P \leq 0.05$) (Figure 4) แต่สีของเนื้อก่อนและหลังเก็บเป็นเวลา 8 วัน ไม่มีความแตกต่างกัน

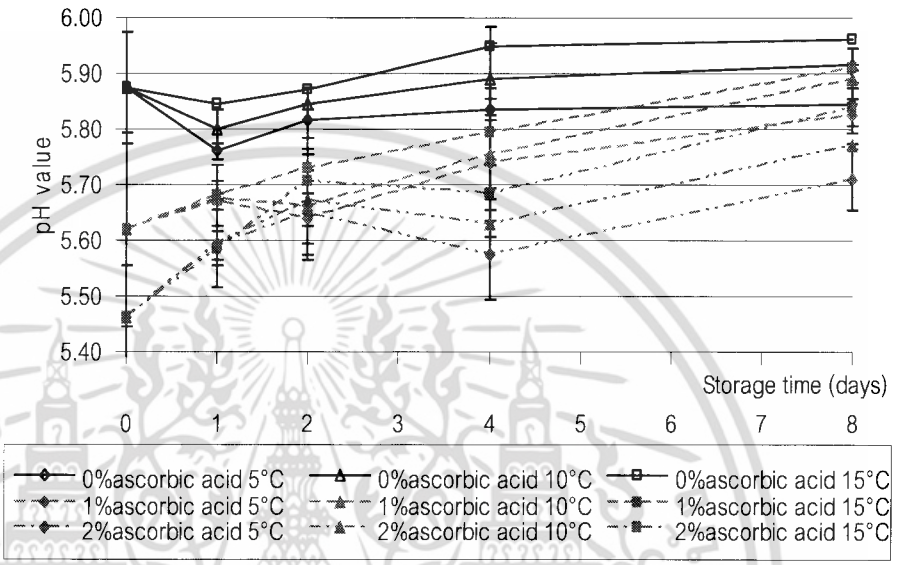

Figure 3 pH value of pork loins in vacuum pack after dipping with various solutions and storage at 5, 10 and 15°C; initial pH value of pork loins before dipping in water, 1 and 2% ascorbic acid solution were 5.79 $\pm$ 0.08, 5.83 $\pm$ 0.00 and 5.81 $\pm$ 0.00, respectively

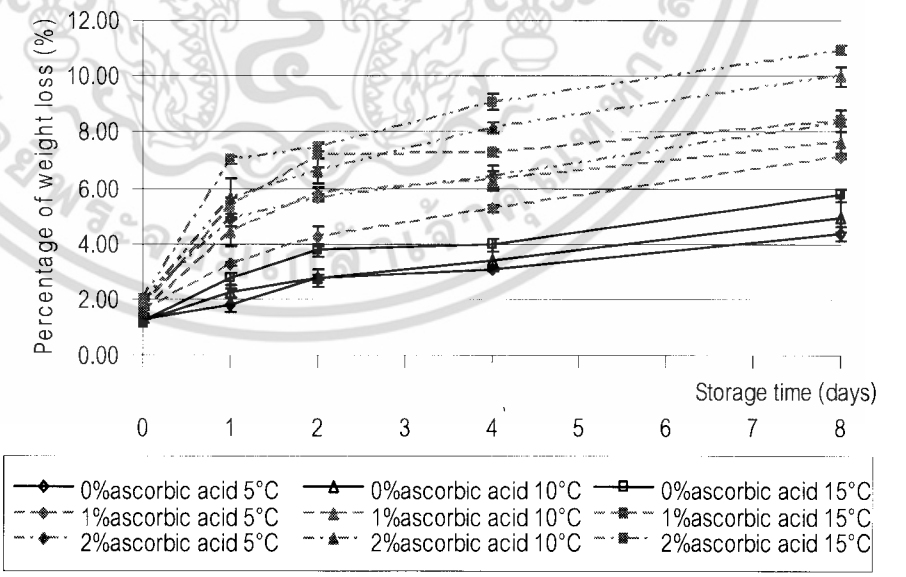

Figure 4 The percentage of weight loss of pork loins in vacuum pack after dipping with various solutions and storage at 5, 10 and 15°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1 L^* value of pork loins in vacuum pack after dipping with various solutions and storage times

Concentration of ascorbic acid solution (%)	Temperature (°C)	Before dipping	After dipping	Storage time (days)			
				1	2	4	8
0	5	42.66 ± 0.97^{Aa}	44.12 ± 0.99^{ABa}	44.52 ± 1.09^{ABa}	44.70 ± 1.07^{ABa}	44.75 ± 0.82^{ABa}	45.49 ± 0.60^{Ba}
	10	42.62 ± 1.49^{Aa}	44.16 ± 1.54^{ABa}	44.51 ± 1.71^{ABa}	44.84 ± 1.44^{ABa}	44.89 ± 1.65^{ABa}	45.68 ± 1.04^{Ba}
	15	43.34 ± 1.15^{Aa}	44.65 ± 0.92^{ABa}	45.49 ± 0.89^{ABab}	45.77 ± 0.92^{ABab}	46.13 ± 0.90^{Bab}	47.17 ± 0.79^{Bab}
1	5	43.66 ± 1.76^{Aa}	48.78 ± 1.98^{Bbc}	48.27 ± 2.57^{Bcd}	47.79 ± 1.61^{Bbc}	47.99 ± 1.96^{Bbc}	48.07 ± 1.45^{Babc}
	10	43.32 ± 2.11^{Aa}	48.15 ± 1.82^{Bb}	48.12 ± 2.62^{Bbcd}	47.71 ± 2.21^{Bbc}	47.81 ± 2.00^{Bbc}	47.91 ± 1.70^{Babc}
	15	43.04 ± 1.56^{Aa}	48.02 ± 1.52^{Bb}	47.91± 2.13^{Bbc}	47.96 ± 2.06^{Bbc}	48.52 ± 1.41^{Bbc}	48.68 ± 1.56^{Bbcd}
2	5	42.05 ± 3.08^{Aa}	49.82 ± 3.12^{Bbc}	48.88 ± 3.15^{Bcd}	49.14 ± 2.51^{Bcd}	48.85 ± 2.81^{Bcd}	50.11 ± 2.54^{Bcde}
	10	42.23 ± 1.18^{Aa}	49.70 ± 1.39^{Bbc}	49.28 ± 1.01^{Bcd}	49.76 ± 0.85^{Bcd}	49.99 ± 0.90^{Bcd}	51.30 ± 0.80^{Bde}
	15	43.32 ± 1.80^{Aa}	51.21 ± 1.98^{Bc}	50.70 ± 1.49^{Bd}	50.81 ± 1.79^{Bd}	51.21 ± 1.32^{Bd}	52.43 ± 1.52^{Be}

$^{A-B}$ Different letters within each row indicate that values are significantly different ($P \leq 0.05$)
$^{a-d}$ Different letters within each column indicate that values are significantly different ($P \leq 0.05$)

Table 2 a^* value of pork loins in vacuum pack after dipping with various solutions and storage times

Concentration of ascorbic acid solution (%)	Temperature (°C)	Before dipping	After dipping	Storage time (days)			
				1	2	4	8
0	5	5.75 ± 0.10^{Aa}	5.30 ± 0.02^{Aa}	5.03 ± 0.18^{Aa}	4.97 ± 0.15^{Aa}	5.03 ± 0.11^{Aa}	4.96 ± 0.16^{Aa}
	10	5.23 ± 0.34^{Aab}	4.79 ± 0.19^{ABab}	4.40 ± 0.36^{Bab}	4.35 ± 0.37^{Babd}	4.48 ± 0.31^{Bab}	4.32 ± 0.29^{Bab}
	15	4.77 ± 0.67^{Ab}	4.31 ± 0.66^{ABbc}	3.81 ± 0.63^{Bb}	3.71 ± 0.59^{Bc}	3.92 ± 0.65^{Bb}	3.79 ± 0.64^{Bb}
1	5	4.98 ± 0.28^{Aab}	4.23 ± 0.29^{Abc}	4.59 ± 0.32^{Aab}	4.64 ± 0.34^{Aab}	4.52 ± 0.36^{Aab}	4.49 ± 0.26^{Aab}
	10	4.95 ± 0.28^{Aab}	4.15 ± 0.27^{Bbc}	4.45 ± 0.18^{ABa}	4.45 ± 0.29^{ABabd}	4.47 ± 0.37^{ABab}	4.43 ± 0.22^{ABab}
	15	4.80 ± 0.12^{Ab}	3.98 ± 0.16^{Bbc}	4.22 ± 0.22^{ABb}	4.20 ± 0.30^{ABabd}	4.07 ± 0.14^{ABb}	4.14 ± 0.14^{ABb}
2	5	4.97 ± 0.52^{Aab}	3.90 ± 0.41^{Bc}	4.34 ± 0.62^{ABab}	4.44 ± 0.61^{ABabd}	4.43 ± 0.45^{ABab}	4.33 ± 0.53^{ABab}
	10	4.71 ± 0.48^{Ab}	3.70 ± 0.43^{Bc}	4.05 ± 0.44^{ABb}	4.04 ± 0.52^{ABbd}	4.12 ± 0.41^{ABb}	4.01 ± 0.51^{ABb}
	15	4.76 ± 0.21^{Ab}	3.76 ± 0.28^{Bc}	4.06 ± 0.23^{ABb}	3.92 ± 0.14^{ABbc}	4.09 ± 0.18^{ABb}	3.99 ± 0.23^{ABb}

$^{A-B}$ Different letters within each row indicate that values are significantly different ($P \leq 0.05$)
$^{a-b}$ Different letters within each column indicate that values are significantly different ($P \leq 0.05$)

สรุปผลการทดลอง

จากผลการศึกษา พบว่าสารละลายกรดแอสคอร์บิก 2% มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S.* Rissen และจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อสุกรได้ดีที่สุด แต่ทำให้เนื้อสุกรมีค่า pH ลดลง ส่งผลทำให้มีการสูญเสียน้ำมากขึ้นและสีของเนื้อซีดลง เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 10 และ 15°C จำนวนจุลินทรีย์ ค่า pH และการสูญเสียน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเนื้อจะเพิ่มมากขึ้นตามอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม สีของเนื้อสุกรก่อนและภายหลังการเก็บ 8 วัน ไม่มีความแตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ มหาวิทยาลัยทักษิณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2551 และขอบพระคุณ รศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้คำปรึกษามาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

ประภาพร ขอไพบูลย์ และจุฑารัตน์ เลื่อนกัตวา. 2548. ผลของกรดกลูโคนิค กรดแอสคอร์บิก สารไนซิน ต่อการลดจำนวนเชื้อ *Escherichia coli* ในเนื้อสุกร. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 23: 1–6.

ผุสดี ตังวัชรินทร์ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ประภาพร ขอไพบูลย์ และทิพวรรณ ปริญญาศิริ. 2544. ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติคในการลดปริมาณเชื้อ *Salmonella* Derby และ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสุกร. รายงานการประชุมวิชาการครั้งที่ 39 สาขาสัตว์ สัตวแพทย์ศาสตร์ ประมง วันที่ 5-7 กุมภาพันธ์ 2544. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

ผุสดี ตังวัชรินทร์ และไชยวรรณ วัฒนจันทร์. 2552. การปนเปื้อนของแบคทีเรียในกระบวนการฆ่าสุกรแบบสัมผัสพื้นและไม่สัมผัสพื้นในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 27: 122-131.

Adam, M.R. and C.A. Hall. 1988. Growth inhibition of food-borne pathogens by lactic acid and acetic acid and their mixtures. Int. J. Food Sci. Technol. 23: 25-31.

Alvarez-Ordonez, A., A. Fernandez, A. Bernardo and M. Lopez. 2009. Comparison of acids on the induction of an acid tolerance response in *Salmonella* Typhimurium, consequences for food safety. Meat Sci. 81: 65–70.

Alves, L., D. Brito and M. Oliveira. 1995. Meat decontamination with organic acids II -Vacuum packed meat. Vet. Tecnica. 5: 22-26.

Bangtrakulnonth, A., S. Boonmar, N. Marnrim, L S. uengyosluechath, J. Sutanthavibul and M. Kusum. 1994. Study of pig salmonellosis in Thailand, In Proc. 13th IPVS Congress.

Berry, E.D. and P.M. Foegeding. 1997. Cold temperature adaptation and growth of microorganisms. J. Food Prot. 60: 1583-1594.

Doyle, E. M. 2002. Survival and growth of bacterial pathogens on raw meat during chilling. Food Research Institute, University of Wisconsin-Madison.

Hardin, M.D., G.R. Acuff, L.M. Lucia, J.S. Oman and J.W. Savell. 1995. Comparison of methods for contamination removal from beef carcass surfaces. J. Food Prot. 58: 368-374.

Mancini, R.A., M.C. Hunt, M. Seyfert, D.H. Kropf, K.A. Hachmeister, T.J. Herald and D.E. Johnson. 2007. Effects of ascorbic and citric acid on beef lumbar vertebramarrow colour. Meat Sci. 76: 568–573.

Mendonca, A.F., R.A. Molins, A.A. Kraft and H.W. Walker. 1989. Microbiological, chemical and physical changes in fresh, vacuum packed pork treated with organic acids and salts. J. Food Sci. 54: 18 – 21.

Ogden, S.K., A.J. Taylor, C.E.R. Dodd, I. Guerrero, H. Buendia and F. Gallardo. 1997. Preservative effect of combined propionic and ascorbic acids on pork meat stored at 25°C. J. Food Prot. 60: 935 – 942.

Pawin, P. and J.B. Kaneene. 2006. *Salmonella* in food animals and humans in Northern Thailand. Int. J. Food Microbiol. 108: 346-354.

Podolak, R.K., J.F. Zayas, C.L. Kastner and D.Y.C. Fung. 1996. Inhibition of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7 on beef by application of organic acids. J. Food Sci. 59: 370 – 373.

SAS, User's Guide: Statistic, Version 6.12. Edition. 1998. SAS. U.S.A., Inst Cary.

Woolthuis, C.H.J. and F.J.M. Smulders. 1985. Microbial decontamination of calf carcasses by lactic acid sprays. J. Food Prot. 48: 832 - 837.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้