

การยับยั้งการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ *Campylobacter spp.* บนผิวซากไก่ โดยใช้สารละลายกรดแลคติก (Antimicrobials on *Campylobacter spp.* Reduction of Chicken Carcass Using Lactic acid)

ขวัญฤดี บุญศรี
khwanrudee Boonsri

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกรดแลคติกในการยับยั้งการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ *Campylobacter spp.* บนผิวซากไก่ โดยรวบรวมและศึกษาจากเอกสารวิชาการจำนวน 14 ฉบับ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1994 - 2020 มีการใช้สารละลายกรดแลคติกที่ระดับความเข้มข้น 1-4 เปอร์เซ็นต์ ผสมลงในน้ำแช่ซากไก่ ขั้นตอนการล้างและการลดอุณหภูมิซาก ผลการศึกษาพบว่า เมื่อความเข้มข้นของกรดแลคติกเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณของเชื้อ *Campylobacter spp.* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ใช้การใช้น้ำกลั่น ($P<0.01$) ตั้งแต่การเก็บรักษาวันที่ 0 และการใช้กรดแลคติกที่ระดับความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ไม่มีผลต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ *Campylobacter spp.* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม เชื้อจุลินทรีย์ *Campylobacter spp.* จะเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ไม่เจริญในสภาวะที่อุณหภูมิต่ำ จำนวนเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น กรดแลคติกมีประสิทธิภาพ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ถึง 5-8 วัน ของการเก็บรักษา และเมื่ออายุการเก็บรักษามากกว่า 9 วัน พบว่า กลุ่มที่มีการใช้สารละลายกรดแลคติกทุกระดับและกลุ่มควบคุมมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นการใช้กรดแลคติกที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่มีความเหมาะสมในลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ *Campylobacter spp.* ในขั้นตอนการลดอุณหภูมิซาก และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 5-8 วัน อย่างไรก็ตามต้องคำนึงถึงอุณหภูมิในการเก็บรักษาด้วยเช่นกัน

คำสำคัญ : ไก่เนื้อ เชื้อจุลินทรีย์ *Campylobacter spp.* สารละลายกรดแลคติก

บทนำ

ตามนโยบายอาหารปลอดภัย (Food Safety) ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้มุ่งเน้นให้มีการพัฒนากระบวนการผลิตให้ได้เนื้อสัตว์คุณภาพ สะอาด ปราศจากการปนเปื้อนและสารตกค้างเพื่อให้เนื้อสัตว์ที่มีความปลอดภัย ประเทศทวีปอเมริกาและยุโรปให้ความสำคัญต่อการปนเปื้อนของเชื้อ *Campylobacter Spp.* ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีการปนเปื้อนในซากและเนื้อสัตว์ปีก เป็นปัญหาที่สำคัญที่ทำให้เนื้อสัตว์เกิดการเสื่อมสภาพและเน่าเสีย ส่งผลให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษหรือท้องร่วงจากการติดเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคต่างๆ (Mead et al, 1999 อ้างโดย วิลาวรรณ และสืบชาติ, 2557) พรรณรพี และคณะ (2552) รายงานว่า โรงงานผลิตเนื้อไก่ ไม่มีการแบ่งตัวหรือเพิ่มจำนวนของ *Campylobacter spp.* แต่ปริมาณเชื้อที่พบบนตัวไก่เป็นปริมาณเชื้อที่ติดมาจากตัวไก่จากฟาร์ม และยังสามารถแพร่กระจายไปยังซากไก่ ชิ้นส่วนไก่และผลิตภัณฑ์ไก่ที่ไม่มีเชื้อได้ (ICMSF, 1996) ดังนั้นการแพร่กระจายของเชื้อ *Campylobacter spp.* นั้นอาจปนเปื้อนจากไก่มาสู่ผู้บริโภคได้หากกระบวนการควบคุมและลดปริมาณเชื้อในโรงงานผลิตและชำแหละไก่ประสิทธิภาพและไม่ได้มาตรฐานเพียงพอ ซึ่งผู้บริโภคอาจได้รับเชื้อ *Campylobacter spp.* ได้ในลักษณะของการปนเปื้อนข้าม (cross contamination) ปัจจุบันได้มีการศึกษาเพื่อหาแนวทางการลดการปนเปื้อนของเชื้อ *Campylobacter spp.* โดยการนำสารละลายกรดแลคติกเข้ามาล้างหรือจุ่มซากในโรงฆ่าสัตว์ เพื่อลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากไก่ ซึ่งกรดแลคติกได้รับการยอมรับว่าเป็นสารที่มีความปลอดภัย (GRAS) โดยทั่วไปแล้วจะใช้เป็นสารถนอมอาหาร สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ โดยกรดแลคติกส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง ช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (pathogen) รา (mold) ยีสต์ (yeast) เนื่องจากไฮโดรเจนไอออนจะซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) เข้าสู่ภายในทำให้ไซโตพลาสซึม (cytoplasm) มีสภาวะภายในเซลล์ของจุลินทรีย์มีความเป็นกรดสูง ซึ่งส่งผลให้การถ่ายทอดอิเล็กตรอนโดยแรงขับเคลื่อนโปรตอนภายในเซลล์ของจุลินทรีย์เสียไป เซลล์จึงถูกทำลายและยับยั้งการเจริญ (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2559) ดังนั้นสมมติฐานบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยับยั้งการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ *Campylobacter spp.* บนผิวซากไก่โดยใช้สารละลายกรดแลคติกในกระบวนการชำและชำแหละซากไก่

สารละลายกรดแลคติก (Lactic acid)

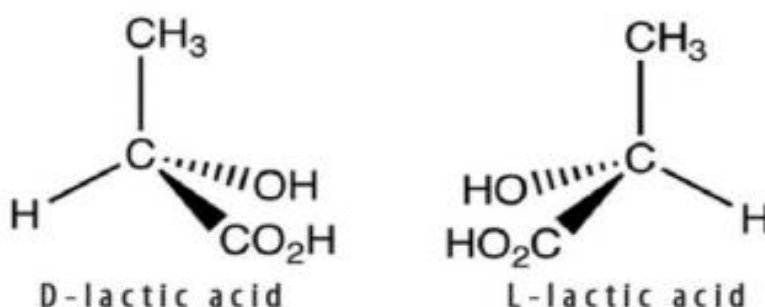


Figure 1 Lactic acid structure

Source: <http://asp.plastics.or.th:8001/>

กรดแลคติกเป็นกรดอินทรีย์ที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมยา เครื่องสำอาง อุตสาหกรรมสิ่งทอ และอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งจะใช้กรดแลคติกเป็นตัวปรับสภาพความเป็นกรดในอาหาร เพื่อให้เกิดรสชาติของความเปรี้ยว และใช้เป็นสารกันบูดเพื่อป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหารได้และที่สำคัญอุตสาหกรรมปิโตรเคมีจะใช้กรดแลคติกบริสุทธิ์เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลาสติกที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ (Biodegradable plastic) นั่นคือ พอลิแลคติกแอซิด (Polylactic acid : PLA) โดยกรดแลคติกซึ่งมีไอโซเมอร์สองรูปแบบ ได้แก่ แบบดี-ไอโซเมอร์ และแบบแอล-ไอโซเมอร์ ซึ่งเป็นเอนันซีโอเมอร์ (Enantiomer) ที่มีความว่องไวต่อแสง (Optical active) ต่างกัน กล่าวคือมีสูตรเคมี เหมือนกัน การจัดเรียงตัวในสามมิติไม่เหมือนกัน และมีการบิดระนาบแสงโพลาไรซ์ในทิศทางต่างกัน ในธรรมชาติส่วนใหญ่พบในรูปแบบแอล-ไอโซเมอร์หรือในรูปของผสมระหว่างแอล-ไอโซเมอร์ และดี-ไอโซเมอร์ เรียกว่าของผสมราซิมิก (Racemic mixture, อัตราส่วน เท่ากับ 1:1 เขียนแทนด้วย DL) หรือ สารประกอบมีโซ (Meso-compound) ที่ไม่มีสมบัติบิดระนาบแสงโพลาไรซ์ (Optically inactive) ปัจจุบันการผลิตกรดแลคติก ใช้การหมักเป็นหลักซึ่งสามารถให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความบริสุทธิ์เชิงแสง (Optical purity) ที่ดี กรดแลคติกชนิดต่างๆ สามารถผลิตได้โดยวิธีแตกต่างกันคือ ชนิดแอล-ไอโซเมอร์ ผลิตได้จากการวิธีการหมักด้วยแบคทีเรีย วิธีทางเคมีและภายในร่างกายมนุษย์ ชนิดดี-ไอโซเมอร์ ผลิตได้จากการวิธีการหมักด้วยแบคทีเรียและวิธีทางเคมีส่วนของผสมราซิมิก สามารถผลิตได้จากการหมักด้วยแบคทีเรียวิธีทางเคมีซึ่งกรดแลคติกที่มีความบริสุทธิ์สูงจะเกิดผลึกแบบมอนอคลินิก (Monoclinic) มีลักษณะเป็นผลึก ไม่มีสี ละลาย น้ำได้ดี แต่ระเหยได้ยาก (เทพอัปสร และวรณูช, 2557)

เชื้อแคมไพโลแบคเตอร์ (*Campylobacter spp.*)

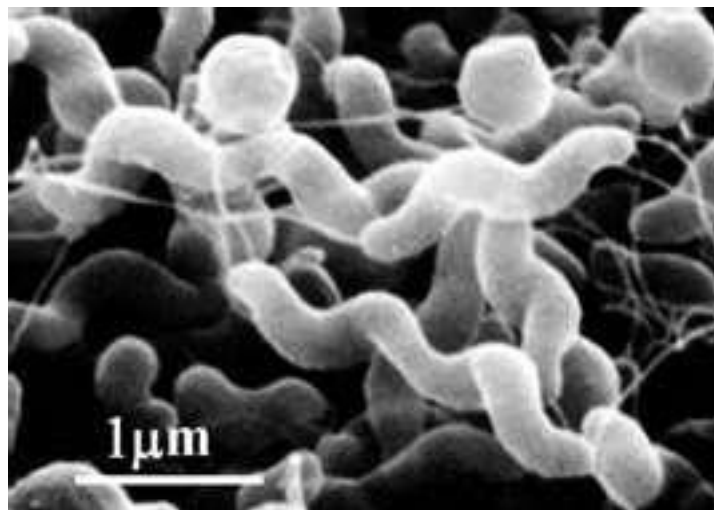


Figure 2 *Campylobacter spp.*

Source: <http://www.foodnetworksolution.com/>

ลักษณะเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้ก่อโรค *Campylobacter spp.* จัดอยู่ในวงศ์ *Spirillaceae* เซลล์ติดสี่แตรมลบ รูปร่างท่อนยาวโค้งคล้ายปีกนกนางนวลโค้งเป็นเกลียวหรือคล้ายตัวเอส ไม่สร้างสปอร์ เคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจลล่าเส้นเดี่ยว การเคลื่อนที่มีลักษณะหมุนบิดเป็นเกลียวคล้ายกับสว่าน (Corkscrew-like motion)

เจริญในสภาวะที่มีออกซิเจนน้อย (microaerophilic) ต้องการออกซิเจน 3-15 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 3-5 เปอร์เซ็นต์ ชอบเจริญในอาหารที่มีค่าพีเอช 6.5-7.5 และชอบเจริญที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส สารพิษและการก่อโรคเป็นเชื้อสาเหตุโรคท้องร่วง การได้รับเชื้อเพียง 50-500 เซลล์ทำให้เกิดโรคได้ มีระยะฟักตัวการเกิดโรคอยู่ในช่วง 1-7 วัน โดยเริ่มมีอาการปวดเกร็งในช่องท้องและท้องร่วง และอาจมีอาการไข้ หนาวสั่น ปวดศีรษะ ปวดข้อหรือกล้ามเนื้อ และอาการแพ้ อาการท้องร่วงของ *Campylobacter spp.* ใกล้เคียงกับอาการท้องร่วงที่มีสาเหตุจาก *Salmonella* และ *Shigella* มากสายพันธุ์ที่ก่อโรคที่สำคัญ คือ *Campylobacter jejuni* และ *Campylobacter coli* มักเกิดโรคกับนักท่องเที่ยวและนักเดินทางในประเทศกำลังพัฒนามักมีการติดเชื้อในเด็กอายุต่ำกว่า 5 ปี เคยมีรายงานการระบาดในสหรัฐโดยมีผู้ติดเชื้อสูงถึง 2.5 ล้านคนต่อปีและมีคนตาย นอกจากโรคท้องร่วงแล้ว *Campylobacter spp.* ยังทำให้เกิดโรคอื่นที่สำคัญโรคเยื่อหุ้มหัวใจอักเสบ และโรคกระเพาะอักเสบเรื้อรัง การป้องกันโรคเชื้อไม่ทนต่อความร้อนหรือการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำนานๆ ไม่ต้านทานต่อรังสีที่ 1,000 เกรย์ และ ไม่ทนกรด ควรเลือกรับประทานอาหารที่ปรุงสุกและมีการผลิตที่ถูกต้องลักษณะ

เมื่อเชื้อเข้าสู่ร่างกายพบว่าผู้ป่วยจะมีไข้สูง ถ่ายเป็นมูกเลือด ปวดท้องและคลื่นไส้อาเจียนในบางรายถ้าปริมาณเชื้อที่ได้รับมีปริมาณมากอาจส่งผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายเช่นก่อให้เกิดโรค Miller Fisher Syndrome (MFS) ส่งผลกระทบต่อประสาทซึ่งอาจทำให้เกิดโรคกล้ามเนื้ออ่อนแรง Guillain-Barre Syndrome (พรรณพี และคณะ, 2552) ปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ *Campylobacter spp.* ในเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์จากสัตว์สามารถเกิดขึ้นได้ตลอด กระบวนการผลิต มาตรการควบคุมในปัจจุบันจึงกำหนดแนวทางการปฏิบัติ ตั้งแต่ระดับการจัดการในฟาร์มพ่อแม่พันธุ์เรื่อยมาจนถึงการบริโภค ในกระบวนการของโรงฆ่าสัตว์ ขั้นตอนการลวกขน การดึงขนและการเอาเครื่องในออกเป็นจุดเสี่ยงสำคัญต่อการปนเปื้อนเชื้อ *Campylobacter spp.* โดยเฉพาะการเอาเครื่องในออกซึ่งเสี่ยงต่อการฉีกหรือขาดของกระเพาะอาหารและลำไส้ ซึ่งมีเชื้อปนเปื้อนอยู่สูงดังนั้น

การใช้สารละลายกรดแลคติกในการยับยั้งการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ *Campylobacter spp.* บนผิวซากไก่

การปนเปื้อน *Campylobacter spp.* ในเนื้อสัตว์ปีก เป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้เนื้อสัตว์เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เป็นสาเหตุของการก่อโรคระบบทางเดินอาหาร ผู้บริโภคได้รับเชื้อ *Campylobacter spp.* เข้าปริมาณเล็กน้อย ก็สามารถเกิดโรคได้ สาเหตุของการปนเปื้อนอาจเริ่มจากขั้นตอนแรกของการผลิตก่อนที่จะมาเป็นเนื้อสัตว์ตั้งแต่ในระดับฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ระดับการฆ่าและการชำแหละเนื้อสัตว์ในโรงฆ่าสัตว์ จนถึงระดับผู้บริโภค ซึ่งส่งผลกระทบต่อส่งออกผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ (เทวิน และคณะ, 2554) ปัจจุบันได้มีการศึกษาเพื่อหาแนวทางการลดการปนเปื้อนของเชื้อ *Campylobacter spp.* โดยการนำสารละลายกรดแลคติกเข้ามาล้างหรือจุ่มซากในโรงฆ่าสัตว์ เพื่อลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากไก่ ซึ่งกรดแลคติกได้รับการยอมรับว่าเป็นสารที่มีความปลอดภัย (GRAS) โดยทั่วไปแล้วจะใช้เป็นสารถนอมอาหาร สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ได้

Gonzalez-Fandos et al. (2020) ศึกษาผลของการใช้สารละลายกรดแลคติกจุ่มล้างซากไก่ เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ *Campylobacter spp.* จาก (Table 1) โดยนำเชื้อ *Campylobacter spp.* มาเพาะเลี้ยงบน

อาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ภายใต้สภาวะใช้ออกซิเจนเพียงเล็กน้อย (Microaerobic bacteria) เจือจางตัวอย่างจนได้ 10^6 cfu/ml โดยใช้สำหรับเจือจาง 0.1 เปอร์เซ็นต์ peptone water นำขึ้นส่วนไก่อุ่มลงในสารที่มีเชื้อจุลินทรีย์ *Campylobacter spp.i* เป็นเวลา 5 นาที ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเวลา 30 นาที เพื่อให้เชื้อจุลินทรีย์เกิดการเจริญเติบโตและปนเปื้อนบนผิวซากไก่ หลังจากนั้นนำขึ้นส่วนไก่อุ่มลงในสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับกลุ่มที่มีการใช้น้ำกลั่น (กลุ่มควบคุม) บรรจุใส่ถุงที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อแบคทีเรียระหว่างการเก็บรักษา 0, 1, 3, 6 และ 8 วัน ผลการศึกษา กลุ่มที่มีการจุ่มสารละลายกรดแลคติก 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนจุลินทรีย์ *Campylobacter spp.* ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จากการเก็บรักษาวันที่ 0, 1, 3, 6 และ 8 วัน นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มที่มีการจุ่มสารละลายกรดแลคติก 2 เปอร์เซ็นต์มีจำนวนจุลินทรีย์ต่ำกว่าทุกกลุ่มการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ตลอดอายุการรักษาดังนั้นการใช้กรดแลคติกระดับ 2 เปอร์เซ็นต์สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ *Campylobacter spp.* บนผิวซากไก่ได้

การล้างซากโดยใช้น้ำทำความสะอาดซาก เพื่อกำจัดเศษกระดูกและเศษเลือด รวมทั้งสามารถลดการปนเปื้อนของซากสัตว์ได้บางส่วน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแรงของน้ำ อุณหภูมิ น้ำ สารที่ใช้ในการยับยั้งจุลินทรีย์เวลา น้ำสัมผัสซาก (Castillo et al., 2002) วิธีการแช่ซากในน้ำล้างซาก อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนระหว่างซากสัตว์และน้ำกับซากสัตว์ได้ ส่วนวิธีการสเปรย์น้ำหรือการปล่อยให้น้ำไหลผ่านซากสัตว์อาจทำให้เกิดการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ เนื่องจากความแรงของน้ำ ดังนั้นการเลือกชนิดของหัวสเปรย์ มุมของการสเปรย์ ความดัน และขนาดของซากสัตว์ จึงเป็นปัจจัยร่วมในการลดการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ (Morris, 1998) แนะนำให้ฉีดล้างเนื้อสุกรที่ตัดแต่งแล้วด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 นาที แล้วฉีดล้างด้วยกรดแลคติกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตรที่อุณหภูมิเดียวกันเป็นเวลา 75 วินาที เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ผิวซากสุกร การป้องกันหรือลดการปนเปื้อนของตัวสัตว์ก่อนการฆ่าและการจัดการขั้นต้น เช่น การทำเย็น การฆ่าแช่ และ การแต่งเป็นสิ่งจำเป็นต่อคุณภาพและความปลอดภัยของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการควบคุมตั้งแต่การจัดการฟาร์ม การขนส่งจนกระทั่งถึงโรงงานจะต้องมีระบบรับวัตถุดิบที่ดี เพื่อให้สามารถแน่ใจได้ว่าผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยตามมาตรฐานสากลอย่างแท้จริง

Table 1 Effect of lactic acid on the *Campylobacter spp.* counts on chicken carcasses (log cfu/g).

Storage Day	Lactic acid		
	Control	1%	2%
0	4.75±0.22 ^a	3.65±0.22 ^b	3.33±0.29 ^b
1	4.68±0.22 ^a	3.51±0.26 ^b	3.18±0.30 ^b
3	4.00±0.06 ^a	3.47±0.07 ^b	3.24±0.23 ^b
6	3.84±0.02 ^a	3.74±0.12 ^a	3.21±0.11 ^b
8	3.61±0.03 ^a	3.54±0.13 ^a	3.09±0.09 ^b

^{a-b} Mean±standard deviation; Mean values in the same row that are followed by the same letter were not significantly different (P>0.05).

Source: Modified from Gonzalez-Fandos et al. (2020)

จาก Table 2 การศึกษาของ Cil-Guzin et al. (2019) ใช้กรดแลคติกเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโต *Compylobacter spp.* บนผิวซากไก่ โดยการบ่มเชื้อ *Compylobacter spp.* เป็นเวลา 48–72 ชั่วโมงที่ อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ในสภาวะออกซิเจนเพียงเล็กน้อย นำซากไก่ส่งไปยังห้องปฏิบัติการภายใน 30 นาที ภายใต้สภาวะแช่เย็น จากนั้นนำตัวอย่างไปแช่ในสารที่มี *Campylobacter spp.* ที่ระดับ 10^5 cfu/ml เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างไว้ในถุงปลอดเชื้อเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อให้เชื้อจุลินทรีย์สัมผัส บนผิวซากไก่ หลังจากนั้นนำซากไก่ที่เตรียมไว้มาจุ่มในสารละลายกรดแลคติกที่ระดับความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 60 วินาที ที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส เทียบกับกลุ่มควบคุม (น้ำกลั่น) หลังจากทำการ ทดลองซากไก่จะถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 1, 3 และ 5 วัน เพื่อทำการตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ ผลการศึกษาพบว่า การใช้สารละลายกรดแลคติกที่ความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ *Campylobacter spp.* ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมทดลองอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ตลอดอายุการเก็บรักษา 0, 1, 3 และ 5 วัน โดยการใช้สารละลายกรดแลคติก 4 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ *Campylobacter spp.* ต่ำกว่าทุกกลุ่มการทดลองในวันที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ (P<0.05) ดังนั้นสารละลายกรดแลคติกสามารถลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ได้ตามระดับความเข้มข้น ที่เพิ่มขึ้นของสารละลายกรดแลคติก ควรเลือกใช้สารละลายกรดแลคติกที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ การ ล้างซากหรือลดอุณหภูมิซากไก่ด้วยกรดอินทรีย์ สามารถลดการเจริญเติบโตและลดการปนเปื้อนของ เชื้อจุลินทรีย์ *Campylobacter spp.* อย่างมีประสิทธิภาพในการผลิตไก่เนื้อได้ และยังสามารถนำไปใช้เป็น แนวทางในการปรับปรุงพัฒนากระบวนการผลิตในโรงฆ่าสัตว์ เป็นการส่งเสริมการพัฒนา คุณภาพเนื้อสัตว์ และ ความปลอดภัยต่อสุขภาพผู้บริโภคภายในประเทศและการส่งออก (อภิชัย และปราโมทย์, 2559)

Table 2 Effect of lactic acid on the *Campylobacter spp.* counts on chicken carcasses (log cfu/g).

Storage Day	Lactic acid			
	Control	2%	3%	4%
0	4.62±0.7 ^c	2.90±0.4 ^b	2.60±0.1 ^b	<2.0±0.0 ^a
1	4.55±0.2 ^c	<2.0±0.0 ^a	<2.0±0.0 ^a	<2.0±0.0 ^a
3	4.60±0.4 ^c	<2.0±0.0 ^a	<2.0±0.0 ^a	<2.0±0.0 ^a
5	4.50±0.3 ^c	<2.0±0.0 ^a	<2.0±0.0 ^a	<2.0±0.0 ^a

^{a-c} Mean±standard deviation: Different letters within same row are significant (P<0.005).

Source: Modified from Cil-Guzin et al. (2019)

จาก Figure 3 การศึกษาของ Burfoot and Mulvey (2011) เป็นการศึกษาการลดจำนวนจุลินทรีย์บนซากไก่และไก่วง โดยการใช้น้ำเกลือกรดแลคติกที่มีความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีการใช้น้ำกลั่น โดยการฉีดพ่นซากไก่ในกระบวนการผลิตไก่เนื้อ ผลการศึกษาพบว่า การใช้น้ำเกลือกรดแลคติก 4 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ *Campylobacter spp.* โดยซากไก่ที่มีการจุ่มในกรดแลคติก สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด 9 วัน ซึ่งมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) เมื่ออายุเก็บรักษา 13 และ 16 วัน พบว่า กลุ่มที่มีการใช้น้ำเกลือกรดแลคติกทุกระดับและกลุ่มควบคุมมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) จำนวนเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น กรดแลคติกมีประสิทธิภาพ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 9 วัน การใช้กรดแลคติกเป็นวิธีการลดจำนวนจุลินทรีย์ *Campylobacter spp.* ในสัตว์ปีกและอาจมีผลต่ออายุการเก็บรักษาและความปลอดภัยของอาหาร การบำบัดด้วยกรดแลคติกจะชะลอการเจริญเติบโตประมาณ 3 วัน มีผลทำให้อายุการเก็บรักษานานขึ้น (Loretz et al., 2010)

จากการรายงานของ Van Netten et al. (1994) พบว่า ระดับความเข้มข้นของกรดสูงหรือค่า pH ต่ำ มีผลต่อการลดลงของเชื้อจำนวนจุลินทรีย์ ซึ่งกรดแลคติกได้รับการยอมรับว่าเป็นสารที่มีความปลอดภัย (GRAS) โดยทั่วไปแล้วจะใช้เป็นสารถนอมอาหาร สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ โดยกรดแลคติกส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง ช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (pathogen) รา (mold) ยีสต์ (yeast) เนื่องจากไฮโดรเจนไอออนจะซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) เข้าสู่ภายในทำให้ไซโทพลาสซึม (cytoplasm) มีสภาวะภายในเซลล์ของจุลินทรีย์มีความเป็นกรดสูง ซึ่งส่งผลให้การถ่ายทอดอิเล็กตรอนโดยแรงขับเคลื่อนโปรตอนภายในเซลล์ของจุลินทรีย์เสียไป เซลล์จึงถูกทำลายและยับยั้งการเจริญ (พิมพ์เพญ และ นิธิยา, 2559) อย่างไรก็ตาม พบว่า การใช้น้ำเกลือกรดแลคติกที่มีความเข้มข้นสูง อาจส่งผลต่อคุณภาพเนื้อด้านสีของเนื้อ เนื่องจากเนื้อมีความชื้นสูง มีอาหารครบถ้วนทั้งโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน รวมถึงวิตามินและเกลือแร่ ในกระบวนการ Chilling เกิดการลดการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนสีที่ผิวเนื่องจากกระบวนการ hemoglobin oxidatio

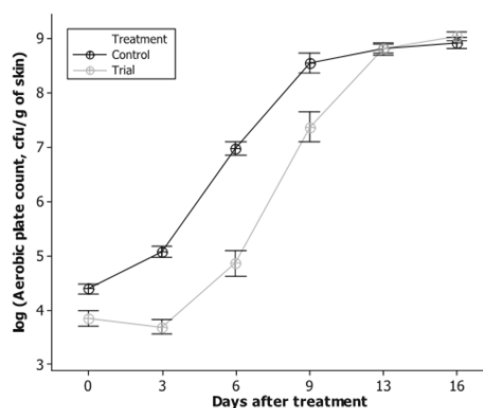


Figure 3 Effect of lactic acid treatment (4% concentration, pH 3.7) on the mean aerobic plate count on skin samples from control and treated chicken carcasses.

Source: Burfoot and Mulvey (2011)

สรุป

การใช้สารละลายกรดแลคติกที่ระดับความเข้มข้น 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ *Compylobacter spp* ได้ดีกว่าระดับความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มควบคุม (น้ำกลั่น) ซึ่งจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น กรดแลคติกมีประสิทธิภาพ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นได้ ดังนั้นการใช้กรดแลคติกที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่มีความเหมาะสมในลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ *Campylobacter spp.* ในขั้นตอนการลดอุณหภูมิซาก และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 5-8 วัน

เอกสารอ้างอิง

เทพอัปสร แสนสุข และวรนุช ภัคดีเดชาเกียรติ. 2557. “การแยกแบคทีเรียกรดแลคติกโปรไบโอติกที่ยับยั้งเชื้อก่อโรคทางเดินอาหาร”.วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, 9(2): 40-45.

พิมพ์เพ็ญ พรฉลิพวงศ์. มปป. การล้างซากสัตว์. <http://www.foodnetworksolution.com>. 9 กุมภาพันธ์.

Food Network Solution

พรรณรพี เอี่ยมทวีเจริญ, ประเวทย์ ตู่เต็มวงศ์, จิรวัดน กันตเกรียงวงศ์ และ ชรณี ตู่เต็มวงศ์. 2552.

“การลดเชื้อ *Campylobacter jejuni* ในซากไก่ด้วยคลอรีนและโอโซน”.วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 28(1): (60-68)

วิลาวรรณ บุตรกลู และสืบชาติ สัจจวาทิต. 2557. “การปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในเนื้อสัตว์จากโรงฆ่าสัตว์ในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง ระหว่างปี 2552 – 2556” ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคเหนือตอนล่าง หน้า 1685-9952.

สร้อยทอง สายหยุดทอง. 2558. “การตรวจวิเคราะห์ *Campylobacter spp.* ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์อาหาร”ฝ่ายจุลชีววิทยาประยุกต์สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558

อภิชัย นาคีสังข์ และปราโมทย์ ศรีสังข์.2559. “ผลของกระบวนการล้างซากและกระบวนการลด อุณหภูมิซากในการลดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียรวมและเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียบนซากไก่”สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์กรมปศุสัตว์, พญาไท กรุงเทพฯ.

Burfoot, D. and Mulvey E. 2011.”Reducing microbial counts on chicken and turkey carcasses using lactic acid”. **Food Control**, 22: 1729-1735.

Chaine, A., Arnaud E., Kondjoyan A., Collignan A. and Sarter S. 2013. “Effect of steam and lactic acid treatments on the survival of *Salmonella Enteritidis* and *Campylobacter jejuni* inoculated on chicken skin”. **International journal of Food Microbiology**, 276-282.

- Cil-Guzin, I., Ozdemir H., Onaran B., Cengiz G. and Sen E. 2019. "Effect of lactic acid and steam treatments on *Campylobacter jejuni* on chicken skin". **Emirates Journal of Food and Agriculture**, 31(2): 143-147.
- Gonzalez-Fandos, E., Maya N., Martínez-Laorden A. and Perez-Arnedo I. 2020. "Efficacy of Lactic Acid and Modified Atmosphere Packaging against *Campylobacter jejuni* on Chicken during Refrigerated Storage". **Foods**, 9: 109.
- Loretz, M., Stephan R. and Zweifel C. 2010. "Antimicrobial activity of decontamination treatments for poultry carcasses a literature survey". **Food Control**, 21: 791-804.
- Morgan, A. I., Goldberg N., Radewonuk E. R. and Scullen O. J. 1996. "Surface pasteurization of raw poultry meat by steam". **LWT-Food Science and Technology**, 29(5-6): 447-451.
- Phebus, R. K., Nutsch A. L., Schafer D. E., Wilson R. C., Riemann M. J., Leising J. D., Kastner C. L., Wolf J. R. and Prasai R. K. 1997. "Comparison of steam pasteurization and other methods for reduction of pathogens on surfaces of freshly slaughtered beef". **Journal of Food Protection**, 60(5): 476-484.
- Netten, P.V., Huis in t Veld J. H. J. and Mossel D. A. A. 1994. "The immediate bactericidal effect of lactic acid on meat-borne pathogens". **Journal of Applied Bacteriology**, 77: 490-496.