

การศึกษาเบื้องต้นถึงประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ 4 ชนิดในการต้านเชื้อแบคทีเรีย ก่อโรคเต้านมอักเสบในโคนม

The Preliminary Study on Antibacterial Efficacy of 4 Organic Acids on Mastitis Pathogens in Dairy Cattle

ศุภชาติ ปานเนียม^{1*} เอกชัย สร้อยน้ำ¹ และ ปราณี จันทรงาม¹
Supachart Panneum^{1*}, Aggachai Sroynum¹, and Pranee Janngam¹

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของกรดฟอร์มิก กรดแลกติก กรดมาลิก และกรดซิตริก ต่อเชื้อก่อโรคเต้านมอักเสบในโคนม ซึ่งเชื้อที่สำคัญ ได้แก่ *Klebsiella* spp, *Escherichia coli*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis* และ *Staphylococcus aureus* ทางห้องปฏิบัติการและการทดสอบบนตัวสัตว์ โดยประเมินจากค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (Minimum bactericidal concentration; MBC) และการลดลงของจำนวนเชื้อที่หัวนมภายหลังการใช้สารละลายกรดดังกล่าว พบว่า กรดฟอร์มิกมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อก่อโรคได้ดีที่สุด โดยมีค่า MBC เท่ากับ 0.191% v/v ต่อทุกเชื้อก่อโรค รองลงมาได้แก่ กรดแลกติก 10.625% กรดมาลิก 12.37% และกรดซิตริก 12.43% ตามลำดับ เมื่อนำสารละลายที่เตรียมตามความเข้มข้นข้างต้น ใช้พ่นฆ่าเชื้อที่หัวนมโคแล้วประเมินประสิทธิภาพจากปริมาณของเชื้อก่อโรคที่ลดลง พบว่า กรดซิตริก 12.43% มีประสิทธิภาพดีที่สุด คือ สามารถลดเชื้อลงได้ 1.15 log₁₀ CFU/ml (P<0.05) เช่นเดียวกับกรดแลกติกที่สามารถลดเชื้อได้ 1.69 log₁₀ CFU/ml (P=0.32) ในขณะที่กรดฟอร์มิก และกรดมาลิกไม่สามารถลดปริมาณของเชื้อก่อโรคได้ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ากรดซิตริก และกรดแลกติกมีประสิทธิภาพเหมาะสมในการฆ่าเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคเต้านมอักเสบในโคได้

คำสำคัญ: กรดอินทรีย์ โรคเต้านมอักเสบ การจุ่มหัวนม โคนม

Abstract

The aim of this study was to evaluate the antimicrobial efficacies of formic acid, lactic acid, malic acid and citric acid against mastitis-caused pathogens. Pathogens used in this study were *Klebsiella* spp, *Escherichia coli*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis* and *Staphylococcus aureus*. Minimum bactericidal concentration (MBC) and reduction of total bacterial count were examined. The results revealed that the minimum bactericidal concentration (MBC) of formic acid against all tested pathogens was 0.191%v/v indicating the best bactericidal performance. In comparison, the following orders were 10.625% lactic acid, 12.37% malic acid and 12.43% citric acid, respectively. These acids at their best solutions were then used to test their antimicrobial efficacies on teats of dairy cattle. It was found that 12.43% citric acid, as well as 10.625% lactic acid, showed the best performance due to the reduction rate at 1.15 log₁₀CFU/ml.(P<0.05) and 1.69 log₁₀ CFU/ml (P=0.32), respectively. On the contrary, formic acid and malic acid were significantly unable to reduce the total bacteria compared with the control group. In conclusion, the results in this study revealed that citric acid and lactic acid have potential antimicrobial effects against mastitis-caused pathogens in dairy cattle.

Keywords: organic acids, mastitis, teat dipping, dairy cattle

¹โรงพยาบาลสัตว์ ม.เกษตรศาสตร์ หนองโพ คณะสัตวแพทยศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม

¹ Kasetsart veterinary teaching hospital-Nhongpho Faculty of Veterinary medicine Kampaengsaen campus, Nakornpathom

*Corresponding author, Email: fvetshp@nontri.ku.ac.th

คำนำ

มาตรการสำคัญในการควบคุมและป้องกันโรคเต้านมอักเสบในฟาร์มโคนมที่ยอมรับกันในปัจจุบัน คือ การจุ่มหัวนมด้วยสารที่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อเป็นการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการลดการติดเชื้อใหม่เข้าสู่เต้านม โดยเฉพาะเชื้อก่อโรคเต้านมอักเสบที่อยู่ในสิ่งแวดล้อม (Environmental pathogens) และการจุ่มหัวนมทันทีภายหลังการรีดนมเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงในการลดการติดเชื้อชนิดคอนตาเซียส (Contagious pathogens) โดยพบว่า การทำความสะอาดด้วยน้ำหรือสารละลายที่มีส่วนผสมของสารเคมีกับน้ำมีประสิทธิภาพที่ดีกว่า การจุ่มหัวนมด้วยสารที่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อ (Pavicic et al., 2008; Mišeikienė et al., 2015) สารเคมีที่แนะนำและยอมรับให้ใช้กันส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์มีเพียงส่วนน้อยที่เป็นสารอินทรีย์ และสารที่แนะนำให้ใช้ส่วนใหญ่คือ กรดแลกติก ซึ่งมีข้อมูลที่แสดงให้เห็นว่ากรดแลกติกมีประสิทธิภาพในการต้านและยับยั้งการติดเชื้อโรคเต้านมอักเสบเข้าสู่เต้านมได้ไม่ด้อยกว่าสารเคมีกลุ่มที่เป็นเคมีอินทรีย์ (Boddie & Nickerson, 1988; Ruegg & Dohoo, 1997; Mišeikienė et al., 2015) ซึ่งการใช้กรดแลกติกมีจุดเด่นอีกประการหนึ่ง คือ ไม่ต้องกังวลเรื่องการตกค้างของสารเคมีในน้ำนม เนื่องจากกรดแลกติกเป็นสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยเฉพาะนิยมใช้เป็นสารที่ป้องกันการบูดเสียในอุตสาหกรรมนมพร้อมดื่ม และผลิตภัณฑ์แปรรูปที่มาจากนมในขนาดที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ และเมื่อตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการดองอินทรีย์อื่น ๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารลักษณะเดียวกัน พบว่า กรดซิตริก กรดมาลิก และกรดฟอริก มีการใช้งานเพื่อจุดประสงค์ในการป้องกันการบูดเน่าของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำนมเช่นเดียวกัน โดยการต้านหรือยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ รวมทั้งเพื่อควบคุมและป้องกันการติดเชื้อหรือปนเปื้อนของเชื้อจากผลผลิตการเกษตร และปศุสัตว์สู่ผู้บริโภคโดยส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค (Panyapinyopol et al., 2005; Rodrigues et al., 2007) จากผลผลิตด้วยกลไกการเปลี่ยนแปลงระดับของ pH ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์เมื่อกรดได้ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แล้วเกิดการแตกตัวส่งผลต่อการควบคุมกระบวนการสำคัญต่าง ๆ ได้แก่ ATP synthesis, RNA and protein synthesis, DNA replication และส่งผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ (Vargas, 2017) เช่นเดียวกับกรดแลกติก ดังนั้น กรดอินทรีย์เหล่านี้มีความเป็นไปได้ที่จะมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อที่ก่อโรคเต้านมอักเสบได้เช่นกัน และควรจะได้มีการศึกษาคุณสมบัติดังกล่าวกับเชื้อก่อโรคเต้านมอักเสบที่สำคัญในประเทศไทย ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*, Coliform bacteria (Boonyayatra & Chaisri, 2004; Kampa et al., 2010; Jarassang et al., 2012; Eardmusic & Yodminkwan, 2016) การศึกษาจึงมีวัตถุประสงค์ คือ การทดสอบหาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (Minimum Bactericidal Concentration, MBC) ก่อโรคเต้านมอักเสบดังกล่าว และการทดสอบถึงประสิทธิภาพของการลดปริมาณเชื้อก่อโรคที่หัวนมของโคที่เลี้ยงในสภาพการเลี้ยงจริงในฟาร์มเกษตรกร

วิธีการศึกษา

การเตรียมกรดอินทรีย์

เตรียมกรดอินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ กรดฟอริก กรดแลกติก กรดมาลิก และกรดซิตริกให้ได้เป็นความเข้มข้น 25%, 12.5%, 6.25%, 3.13%, 1.56%, 0.78%, 0.39%, 0.195% และ 0.097% ตามลำดับ โดยการเจือจางกรดให้ได้ความเข้มข้นลดลงครึ่งละ 2 เท่าเพื่อจะนำไปใช้ทดสอบหา MBC ต่อไป

การเตรียมเชื้อก่อโรคเต้านมอักเสบเพื่อทำการทดสอบ

เชื้อก่อโรคเต้านมอักเสบนี้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ที่แยกได้จากน้ำนมโคที่ป่วยเป็นโรคเต้านมอักเสบ โดยห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาคลินิกของโรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หนองไผ่ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้แก่เชื้อ *Klebsiella* spp, *Escherichia coli*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis* และ *Staphylococcus aureus* เชื้อเหล่านี้จะถูกเพาะเลี้ยงใน tryptic soy broth ที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-5 ชั่วโมง จากนั้นนำเชื้อที่เจริญแล้วไปปรับความเข้มข้นของเชื้อให้ได้ No. 0.5 Mcfarland Standard นำเชื้อที่ปรับความเข้มข้นแล้วมา 100 ไมโครลิตรผสมกับกรด 100 ไมโครลิตร ในหลอดทดลอง เขย่าให้เข้ากันแล้วบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยมีเชื้อผสมกับน้ำกลั่นปลอดเชื้อเป็นหลอดควบคุม

การทดสอบหาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (Minimum Bactericidal Concentration, MBC) ดัดแปลงจาก Clinical and Laboratory Standards Institute (2017)

การอ่านผลการทดลองการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารที่สามารถยับยั้งเชื้อ (minimum bactericidal concentration; MIC) ให้สังเกตความขุ่นหรือใสของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมกรดที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กับหลอดควบคุม ความเข้มข้นที่น้อยที่สุดของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมกรดที่ไม่มีการเจริญของเชื้อ หรือเห็นว่าอาหารเลี้ยงเชื้อใสให้บันทึกผลการทดลองเป็นค่า MIC จากนั้นให้นำเชื้อจากหลอดที่ระบุว่าเป็นระดับ MIC ขึ้นไปเพาะเลี้ยงต่อใน blood agar โดยใช้เชื้อปริมาณ 10 ไมโครลิตรที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง อ่านผลโดยดูความเข้มข้นต่ำสุดที่ไม่พบการเจริญของเชื้อหรือไม่ปรากฏว่ามีโคโลนีให้บันทึกผลว่าเป็นค่า MBC ทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง

การทดสอบทางคลินิกถึงประสิทธิภาพของการลดปริมาณเชื้อที่หัวนมของโค

คัดเลือกโคจำนวน 18 ตัวจากฟาร์มโคนมแห่งหนึ่งในจังหวัดราชบุรีที่มีการเลี้ยงแบบปล่อยอิสระในโรงเรือน โดยมีของนอนและมีวัสดุรองของ คือ ทราย โคทั้งหมดไม่เป็นโรคเต้านมอักเสบหรืออยู่ในระหว่างการรักษาไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์ โคจะถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 9 ตัว โดยกลุ่มแรกจะใช้ทดลองประสิทธิภาพของกรดฟอร์มิคและกรดแลกติก และกลุ่มหลังจะใช้ทดลองประสิทธิภาพของกรดซิตริกและกรดมาลิก กรดทั้ง 4 ชนิดจะถูกเตรียมที่ความเข้มข้นของ MBC จากนั้นโคในแต่ละกลุ่มจะได้รับการพ่นที่หัวนมของเต้านมเต้านหน้าแต่ละเต้านด้วยกรดแต่ละชนิด ส่วนหัวนมของ 2 เต้าหลังจะถูกพ่นด้วย sterile water และถือว่าเป็นกลุ่มควบคุม ใช้ก้านสำลีที่ปราศจากเชื้อเช็ดตลอดความยาวหัวนมและปลายหัวนมไม่ต่ำกว่า 20 ครั้งก่อนและหลังการพ่นด้วยสารละลายกรดและเมื่อทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 30 วินาที (The National Mastitis Council, 2016) ในส่วนของหัวนมที่เป็นกลุ่มควบคุมให้ดำเนินการเช่นเดียวกันแต่พ่นด้วย sterile water แทนสารละลายกรด จุ่มตัวอย่างก้านสำลีลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว ที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 0-4 องศาเซลเซียสก่อนการตรวจนับจุลินทรีย์มาตรฐาน (standard plate count, SPC) ตัวอย่างจะถูกทำให้เจือจางด้วย Maximum recovery diluent (MRD) ในอัตราส่วน 1:10 จากนั้นจะเจือจาง จนได้ความเข้มข้นของเชื้อเป็น 10^{-1} - 10^{-5} แล้วหยดลงบนแผ่น 3M Petrifilm : Aerobic Count plate เพื่อการนับจำนวนโคโลนีของเชื้อ ตามคำแนะนำของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้จะดำเนินการทำซ้ำเป็นจำนวน 2 ครั้ง การนับจำนวนโคโลนีให้นับโคโลนีที่ขึ้นเป็นสีแดงทั้งหมด ทุกขนาด โดยคัดเลือกความเข้มข้นที่ให้จำนวนโคโลนีระหว่าง 25-250 โคโลนี นำมาใช้โดยนำไปคูณกับ Dilution factor ได้เป็น Colony forming unit/ml (CFU/ml)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการทดสอบหาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (Minimum Bactericidal Concentration; MBC) นำเสนอด้วยสถิติเชิงพรรณนาในรูปแบบตาราง และการทดสอบทางคลินิกถึงประสิทธิภาพของการลดของค่า log ฐาน 10 ปริมาณเชื้อที่หัวนมของโคก่อนและหลังการใช้กรดระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน 2 ทาง (2 ways ANOVA) เนื่องจากปริมาณเชื้อก่อนทดลองใช้กรดมีแนวโน้มว่าจะเป็นตัวแปรควบคุม ที่อาจส่งผลกระทบต่อตัวแปรตามปริมาณเชื้อหลังการใช้กรดจึงทดสอบด้วย Analysis of Covariance (ANCOVA) ก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (Minimum Bactericidal Concentration; MBC) ของกรดอินทรีย์ทั้ง 4 ชนิดในเสนอใน Table 1

Table 1 the Minimum Bactericidal Concentration (MBC) of 4 organic acid types on five important field strain mastitis pathogens.

Type of organic acid	Species of pathogen	Minimum Bactericidal Concentration; MBC (%v/v)
Formic acid	1. <i>Klebsiella spp.</i>	0.191
	2. <i>Escherichia coli</i>	0.191
	3. <i>Streptococcus dysgalactiae</i>	0.191
	4. <i>Streptococcus uberis</i>	0.191
	5. <i>Staphylococcus aureus</i>	0.191
Lactic acid	1. <i>Klebsiella spp.</i>	2.650
	2. <i>Escherichia coli</i>	10.625
	3. <i>Streptococcus dysgalactiae</i>	1.320
	4. <i>Streptococcus uberis</i>	0.660
	5. <i>Staphylococcus aureus</i>	2.650
Malic acid	1. <i>Klebsiella spp.</i>	3.090
	2. <i>Escherichia coli</i>	12.370
	3. <i>Streptococcus dysgalactiae</i>	1.540
	4. <i>Streptococcus uberis</i>	1.540
	5. <i>Staphylococcus aureus</i>	3.090
Citric acid	1. <i>Klebsiella spp.</i>	6.210
	2. <i>Escherichia coli</i>	12.430
	3. <i>Streptococcus dysgalactiae</i>	1.550
	4. <i>Streptococcus uberis</i>	1.550
	5. <i>Staphylococcus aureus</i>	12.430

จาก Table 1 เมื่อพิจารณาจากค่า MBC จะเห็นได้ว่ากรดฟอร์มิกมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการฆ่าเชื้อก่อโรคที่ใช้ในการทดสอบทุกชนิด แต่เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพต่อการฆ่าเชื้อ *Klebsiella spp.* และ *Escherichia coli* พบว่า กรดแลกติก กรดมาลิก และกรดซิตริก มีฤทธิ์การฆ่าเชื้อก่อโรคจากมากไปน้อยตามลำดับ และประสิทธิภาพต่อการฆ่าเชื้อ *Streptococcus dysgalactiae* และ *Streptococcus uberis* พบว่า กรดแลกติกมีประสิทธิภาพสูง รองลงมาคือ กรดมาลิก และกรดซิตริกที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน สุดท้ายประสิทธิภาพต่อการเชื้อ *Staphylococcus aureus* จากมากไปน้อย ได้แก่ กรดแลกติก กรดมาลิก และกรดซิตริก ตามลำดับ

Table 2 comparison of Log10 bacterial count between difference study group at pre and post disinfection when 4 types of acid solution were applied.

Type of organic acid	group	Log10 bacterial count (CFU/ml)		p-value	Log10 reduction (CFU/ml)
		Pre dipping	Post dipping		
0.191% Formic acid	control	4.47±0.68a	3.53±0.57b	0.24	0.90±0.54
	treatment	4.62±1.06a	4.01±1.04b		0.60±0.50
10.625% Lactic acid	control	4.45±0.71a	3.55±0.59b	0.32	0.90±0.53
	treatment	4.54±0.98a	2.85±0.83b		1.69±1.17
12.37% Malic acid	control	4.48±0.69a	3.53±0.58b	0.03	0.64±0.70
	treatment	3.67±0.44a	3.22±0.53b		0.45±0.45
12.43% Citric acid	control	4.46±0.71a	3.55±0.59b	0.00	0.64±0.70
	treatment	3.64±0.45a	2.49±0.16b		1.16±0.51

a,b letter represent the statistical significantly differed between Mean±SD of Log10 bacterial count.

เมื่อได้นำกรดที่เตรียมตามความเข้มข้นที่ต้องการไปทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อที่ห้วนมโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนเชื้อก่อนและหลังการพ่นด้วยกรดชนิดนั้น ๆ โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ผลดัง Table 2 พบว่าจำนวนเชื้อที่ปนเปื้อนที่ห้วนมก่อนการพ่นด้วยกรด และ sterile water อยู่ในเกณฑ์สูงเมื่อเทียบกับผลการศึกษาของ Suriyasathaporn & Chupia (2011) จะเห็นได้ว่าจำนวนเชื้อก่อโรคลงหลังการพ่นด้วยกรดทุกชนิดมีจำนวนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ในกลุ่มที่ใช้กรดซิตริกมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อก่อโรคที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และสามารถลดจำนวนเชื้อก่อโรคในกลุ่มทดสอบลงได้ 1.16 log₁₀ CFU/ml ในขณะที่กลุ่มควบคุมนั้นลดจำนวนเชื้อก่อโรคได้ 0.64 log₁₀ CFU/ml แสดงให้เห็นว่าสารละลายกรดซิตริกมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อที่ห้วนมโคที่ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายกรดฟอร์มิกที่ลดจำนวนเชื้อที่ห้วนมได้ 0.60 log₁₀ CFU/ml น้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ลดจำนวนเชื้อได้ 0.90 log₁₀ CFU/ml และกรดมาลิก ที่ลดจำนวนเชื้อที่ห้วนมได้ 0.45 log₁₀ CFU/ml ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ลดจำนวนเชื้อได้ 0.64 log₁₀ CFU/ml แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อที่ด้อยเมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพกับตัวสัตว์ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อที่ปลายห้วนม กรดแลกติกถือได้ว่ามีประสิทธิภาพในระดับเดียวกับกรดซิตริกถึงแม้ว่าจะไม่ได้แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ เพราะสามารถลดจำนวนเชื้อลงได้ 1.69 log₁₀ CFU/ml เนื่องจากกรดซิตริกและกรดแลกติกมีคุณสมบัติอื่นที่สำคัญนอกจากฤทธิ์การฆ่าเชื้อก่อโรค ได้แก่ มีคุณสมบัติในการทำความสะอาด ลดการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกที่พื้นผิวต่าง ๆ ได้ดี และการกำจัดสิ่งปนเปื้อนที่เป็นอนินทรีย์สาร (Socol et al., 2006; Cha et al., 2016; Vargas, 2017) จึงส่งผลเพิ่มประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อที่ห้วนม ในขณะที่กรดฟอร์มิกมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการใช้ควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารสัตว์โดยการผสมรวมกันในอาหารนั้น หรือเพื่อควบคุมจำนวนเชื้อก่อโรคในทางเดินอาหารสัตว์มากกว่าการใช้เพื่อควบคุมจำนวนเชื้อในสิ่งแวดล้อม และเมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพของกรดมาลิกที่ต่ำกว่ากรดอื่นและต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอาจเป็นผลมาจากการที่องค์ประกอบของกรดนี้ให้ pH ที่สูงกว่าจึงส่งผลต่อประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อ และประสิทธิภาพของกรดนี้ยังสัมพันธ์ในเชิงลบกับชนิดของเชื้อหลักที่ปนเปื้อนอยู่บนห้วนมโดยเฉพาอย่างยิ่งหากเชื่อนั้นเป็น acid-adapted *E. coli* O157:H7 (Seo et al., 2021)

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษานี้จะเห็นว่าสารละลายกรดซิดริกที่ความเข้มข้น 12.43% มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้ดีในห้องปฏิบัติการ และสามารถลดจำนวนเชื้อก่อโรคลงได้มากกว่า 30% เช่นเดียวกับกรดแลกติกที่ความเข้มข้น 10.625% จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการไปพัฒนาต่อเพื่อใช้ทดแทนในควบคุมโรคเต้านมอักเสบที่สามารถลดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคอันเป็นผลมาจากการใช้สารเคมีดั้งเดิมในการควบคุมโรค เช่น สารเคมีกลุ่มคลอรีน ที่มีรายงานถึงสิ่งตกค้างหรือสารที่คงเหลือที่ส่งผลต่อสุขภาพ เช่น สารกลุ่มไตรฮาโลมีเทน (trihalomethanes) และกรดฮาโลซิดิก ทั้งนี้การใช้กรดแลกติกเป็นสารฆ่าเชื้อโดยการจุ่มก่อนการรีดนมมีใช้อยู่บ้างในประเทศ อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของกรดซิดริกในการฆ่าเชื้อก่อโรคเต้านมอักเสบจึงควรจะได้มีการศึกษาต่อเนื่องเพื่อประยุกต์ในการนำไปใช้งานต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Boddie, R. L. & Nickerson, S. C. (1988). Efficacy of a Fatty Acid-Lactic Acid Postmilking Teat Germicide in Reducing Incidence of Bovine Mastitis. **Journal of Food Protection**. 51(10), 799-801.
- Boonyayatra, S. & Chaisri, W. (2004). Incidence and prevalence of subclinical mastitis in small holder dairy farm in Chiang mai province, Thailand. **Chiang Mai Veterinary medicine Journal**. 2, 25-30. (in Thai).
- Cha, C. N., Park, E. K., Jung, J. Y., Yoo, C. Y., Kim, S. & Lee, H. J. (2016). Bactericidal Efficacy of a disinfectant spray containing a grapefruit-seed extract, citric acid, malic acid and benzalkonium chloride against Salmonella Typhimurium and Brucella ovis. **Journal of Food Hygiene and Safety**. 31(4), 299-303.
- Clinical and Laboratory Standards Institute. (2017). **Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; twenty three informatinal supplement. CLSI document M100-S23**. Pennsylvania: Clinical and Laboratory Standards Institute.
- Eardmusic, S. & Yodmingkwan, P. (2016). Microbiology quality of raw milk in bulk tanks from dairy farms at Cha-am district, Phetchaburi province. **Khon Kaen agriculture journal**. 44 (suppl 1), 487-493. (in Thai).
- Jarassaeng, C., Aiumlamai, S., Wachirapakorn, C., Techakumphu, M., Noordhuizen, J. P. T. M., Beynen & A. C. Suadsong. S. (2012). Risk factors of subclinical mastitis in small holder dairy cows in Khon kaen province. **The Thai Journal of Veterinary Medicine**. 42(2), 143-151. (in Thai).
- Kampa, J., Sukolapong, V., Chaiyotwittakun, A., Rerk-u-suke, A. & Polpakdee, A. (2010). Chronic mastitis in small dairy cattle herds in Muang Khon Kaen. **The Thai Journal of Veterinary Medicine**. 40(3), 265-272. (in Thai).
- Mišeikiene, R., Rudejeviene, J. & Gerulis, G. (2015). Effect of pre-milking antiseptic treatment on the bacterial contamination of cow teats' skin. **Bulgarian Journal of Veterinary Medicine**. 18(2), 159-166.
- Pavicic, Ž., Cergolj, M., Balenovic, T., Ekert-Kabalin, A. & Valpotic, H. (2008). Influence of udder sanitation on hygienic quality of cow milk. **Veterinarski Arhiv**. 78, 105-112.
- Panyapinyopol, B., Marhaba, T. F., Kanokkantapong, V. & Pavasant, P. (2005). Characterization of precursors to trihalomethanes formation in Bangkok source water. **Journal of Hazardous Materials**. 120, 229-236. (in Thai).
- Rodrigues, P. M. S. M., Esteves da Silva, J. C. G. & Antunes, M. C. G. (2007). Factorial analysis of the trihalomethanes formation in water disinfection using chlorine. **Analytica Chimica Acta**. 595, 266-274.
- Ruegg, P. L. & Dohoo, I. R. (1997). A benefit to cost analysis of the effect of premilking teat hygiene on somatic cell count and intramammary infections in a commercial dairy herd. **Canadian Veterinary Journal**. 38, 632-636.
- Seo Y., Lee, G., Song, S., Kim, K. & Cho, M. (2021). Combinatorial treatment using citric acid, malic acid, and phytic acid for synergistical inactivation of foodborne pathogenic bacteria. **Korean J Chem Eng**. 38, 826-832.
- Soccol, C. R., Vandenberghe, L. P. S., Rodrigues, C. & Pandey, A. (2006). New perspectives for citric acid production and application. **Food Technoogy Biotechnology**. 44(2), 141-149.
- Suriyasathaporn, W. & Chupia, V. (2011). Reduction in numbers of bacteria after pre-milking teat dipping in milking dairy cows. **Chiang Mai University Journal of Natural Sciences**. 10(2), 301-306. (in Thai).
- The National Mastitis Council. (2016). **Recommended Mastitis Control Program**. The National Mastitis Council. Retrieved from: <https://www.nmconline.Org/Docs/NMCchecklistNA.Pdf>
- Vargas, C. (2017). **Organic acids: characteristics, properties and synthesis**. New York: Nova Science Publishers, Inc.

วันรับบทความ (Received date) : 27 ม.ค. 65

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 19 ส.ค. 65

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 6 มิ.ย. 66

<https://doi.org/10.55003/kmaj.2023.08.31.008>