

ผลของวิธีการล้างที่แตกต่างกันต่อจำนวนจุลินทรีย์บนพื้นผิวถังนม ในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปนม

Effect of Different Rinsing Methods on the Number of Microorganisms on the Surface of Milk Churn in Dairy Processing Plant

ตรี วาทกิจ*¹ ณรงค์ วงศ์เณร² และ กฤติกา ชุมหวิจิตร¹

¹สาขาเทคโนโลยีอาหาร คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม จ.นครพนม 48000

²องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ.ขอนแก่น 40000

*E-mail: treevatakit@npu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของวิธีการล้างถังนมที่แตกต่างกันในโรงงานแปรรูปนมแห่งหนึ่ง โดยมี 4 วิธีได้แก่ I) การล้างด้วยน้ำอุณหภูมิห้อง (30⁰ซ) II) การล้างด้วยน้ำร้อน (75⁰ซ) III) การล้างด้วยน้ำอุณหภูมิห้อง-น้ำร้อน และ IV) การล้างด้วยสารทำความสะอาดทางการค้า ต่อปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดบนพื้นผิวภายในถังนม รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียปนเปื้อนในน้ำนมจากถังนมที่ผ่านการใช้งานแล้ว โดยบ่มที่เวลา 0 15 30 45 60 75 90 120 และ 180 นาที ผลการวิจัยพบว่า วิธีการล้างที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดบนพื้นผิวและร้อยละของแบคทีเรียเหลือรอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยแนะนำวิธีการล้างด้วยสารล้างทำความสะอาดทางการค้า ซึ่งมีร้อยละการเหลือรอดต่ำสุด (72.78%) นอกจากนี้ยังศึกษาการเปลี่ยนแปลงของจำนวนแบคทีเรียปนเปื้อนทั้งหมดในน้ำนมจากถังนมที่ผ่านการใช้งานแล้วพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียเข้าสู่ระยะคงที่ในการบ่มที่เวลา 75 นาที โดยมีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดเท่ากับ 4.30 ล็อกโคโลนีต่อมิลลิลิตร

คำสำคัญ: กระบวนการล้าง, ถังนม, การผลิตนม, สารกำจัดเชื้อ, คุณภาพทางจุลินทรีย์

ABSTRACT

The objective of this research was to determine effect of different rinsing methods on total bacteria counts of internal surfaces of milk churns which were employed in a dairy processing plant. There were 4 rinsing methods including I) room temperature water rinsing (27⁰C), II) hot water (75⁰C) rinsing, III) room-hot temperature water rinsing and IV) commercial detergent rinsing. Moreover, the change in contaminated total bacteria numbers of used milk churns was also investigated after 0 15 30 45 60 75 90 120 and 180 minutes of incubation. The results showed that different rinsing methods were significantly different ($p \leq 0.05$) in the numbers of bacteria on internal surfaces of milk churns as well as percentages survival. Hence, the rinsing by commercial detergent solution (IV) was recommended which it had lowest percentages of survival bacteria (72.78%). Furthermore, the change in number of contaminated total bacteria counts of used milk churns was also determined. The result showed that the bacterial numbers were rather constant at 4.30 log CFU/mL after 75 minutes of incubation.

Key Words: Rinsing method, Milk churn, Milk production, Sanitizer, Microbiological quality

1. บทนำ

กระบวนการผลิตน้ำนมในระดับอุตสาหกรรมมีขั้นตอนที่อาจเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogens) โดยเฉพาะการปนเปื้อนจากเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการผลิตน้ำนมสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ สุขอนามัยส่วนบุคคลของผู้ปฏิบัติงาน, การใช้อุณหภูมิและเวลาที่ไม่เหมาะสมในการล้าง และ การปนเปื้อนของอุปกรณ์ เป็นต้น ถังนม (milk churn) เป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้ ตั้งแต่ขั้นตอนการรีดน้ำนม ตลอดจนการล้างและการใช้บรรจุในระหว่างกระบวนการแปรรูปน้ำนม วัสดุของถังนมผลิตจากเหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) ซึ่งเป็นโลหะผสมของธาตุโครเมียม, ธาตุ निकิล และธาตุอื่น ๆ เช่น โมลิบดีนัมและทองแดง เป็นต้น ทำให้มีคุณสมบัติแข็งแรง ทนทาน ไม่เป็นสนิมและทนต่อการกัดกร่อน รวมทั้งไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร อย่างไรก็ตาม พื้นผิวสัมผัสของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการผลิตน้ำนมที่ผ่านการใช้งานแล้ว หากมีการทำความสะอาดไม่ถูกสุขลักษณะ อาจเป็นแหล่งปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคได้ เช่น แบคทีเรียในกลุ่ม Pseudomonads, Coliforms และ Enterococci เป็นต้น ในระหว่างกระบวนการผลิตน้ำนมในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีน้ำนมที่เหลือจากขั้นตอนต่าง ๆ เช่น การสูมตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำนมประจำวัน, การบรรจุน้ำนมที่ไม่ได้มาตรฐานจากเครื่องบรรจุปลอดเชื้อ ฯลฯ ซึ่งน้ำนมที่เหลือจากกระบวนการดังกล่าวจะถูกนำไปผ่านขั้นตอนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนซ้ำ (thermal reprocessing) ที่อุณหภูมิ 75°C นาน 15 วินาที ก่อนจะถูกส่งไปผ่านกระบวนการยูเอชที (UHT: ultra high temperature) และบรรจุแบบปลอดเชื้อ (Aseptic Filling) ต่อไป ในทางปฏิบัติของโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปน้ำมน้ำนมที่เหลือจากกระบวนการดังกล่าวจะถูกเก็บรวบรวมโดยใช้ถังนม ก่อนจะถูกล้างและนำกลับ

เข้าสู่กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนซ้ำอีกครั้งสำหรับถังนมที่ ผ่านการใช้งานแล้วโดยทั่วไปจะถูกล้างทำความสะอาดด้วยวิธีที่แตกต่างกันไป เช่น การใช้น้ำเย็นหรือน้ำร้อน หรืออาจใช้สารล้างทำความสะอาดทั่วไปในการทำมาสะอาดถังนม ซึ่งการปฏิบัติดังกล่าวอาจเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนจุลินทรีย์ซ้ำ เนื่องจากการเลือกใช้วิธีปฏิบัติที่ไม่เหมาะสมในการล้างทำความสะอาดถังนม ซึ่งการล้างทำความสะอาดถังนมที่ใช้แล้วมีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำนม 2) เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดตะกอนจากโปรตีนนม และ 3) เพื่อให้มีจุลินทรีย์ปนเปื้อนในน้ำนมในปริมาณต่ำ ซึ่งปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนในน้ำนมเป็นสัดส่วนโดยตรงต่อระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษา ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายอาจทำให้ไม่ผ่านมาตรฐานในการตรวจสอบคุณภาพในการผลิตดังกล่าวเนื่องจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในปริมาณสูงจากการนำไปผลิตซ้ำ [1] โดยทั่วไปการใช้สารล้างทำความสะอาด (detergent) ที่มีส่วนผสมของสารลดแรงตึงผิว (surfactant) จะสามารถลดความสกปรกจากคราบของไขมันบนพื้นผิววัสดุได้ด้วยคุณสมบัติที่มีส่วนของ Hydrophobic group และ Hydrophilic group ทำให้สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับสิ่งสกปรกที่ไม่ละลายน้ำเช่นไขมันและส่วนที่ละลายน้ำได้ ตามลำดับ ทำให้สิ่งสกปรกหลุดออกไปแล้วแขวนลอยอยู่ในน้ำ จากงานวิจัยของ [2] พบว่าสารทำความสะอาดที่เหมาะสมในการกำจัดคราบนมบนผิวสแตนเลส ได้ดีคือ โซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl) ซึ่งส่วนผสมคือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.16-0.18 และคลอรีนเข้มข้น 75-100 ส่วนในล้านส่วน (ppm) นอกจากนี้ขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิและเวลา, ชนิดของสารปนเปื้อน, ความเข้มข้นและชนิดของสารฆ่าเชื้อ (sanitizer) และชนิดของแบคทีเรียที่มีผลต่อการ

เหลือรอดของแบคทีเรีย นอกจากนี้ งานวิจัยของ [3] สรุปว่าสารในกลุ่ม quaternary ammonium compound (QAC) ที่ความเข้มข้น 150 ppm สามารถลดจำนวนเชื้อ *Escherichia coli* และ *Listeria innocua* ลงไปได้มากกว่า 5 ล็อกโคโลนีต่อกรัม ที่อุณหภูมิ 24^oซ จากการปนเปื้อนน้ำนมในภาชนะประเภทแก้ว นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยหลายงานที่เกี่ยวข้องในการใช้สาร QAC ใช้การทำความสะอาดในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร [4][5] งานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวิธีการล้างแบบต่างๆต่อจำนวนแบคทีเรียที่เหลือรอดทั้งหมดบนพื้นผิวภายในถังนม รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียปนเปื้อนทั้งหมดในน้ำนมก่อนนำไปผ่านกระบวนการผลิตซ้ำ เพื่อเป็นการทดสอบขั้นตอนการล้างถังนมที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดจำนวนแบคทีเรียปนเปื้อนบนพื้นผิว เพื่อเลือกใช้เป็นวิธีการปฏิบัติที่เหมาะสมต่อไปในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปนม

2.วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ตรวจสอบจุลินทรีย์บนพื้นผิวภายในถังนม

เก็บตัวอย่างถังนมชนิดสแตนเลส ขนาด 40 ลิตร ในโรงงานผลิตถัสดน อ.ส.ค. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น ในขั้นตอนนี้ถังนมซึ่งถูกใช้เวียนซ้ำในการเก็บรวบรวมน้ำนมที่เหลือจากกระบวนการผลิตด้วยเครื่องบรรจุแบบปลอดเชื้อ ที่อุณหภูมิห้อง (~30^oซ) นาน 60 นาที โดยจะถูกล้างเพื่อให้นำมาถ่ายเทลงสู่ถังลดอุณหภูมิ (cooling tank) ด้วยพนักงานระดับปฏิบัติงาน ก่อนจะถูกนำมาไวยังบริเวณจุดล้างทำความสะอาด ทำการสุ่มตัวอย่างถังนมที่ใช้แล้วจำนวน 4 ถัง ต่อรอบการผลิต จำนวน 3 รอบการผลิต (12 ตัวอย่าง) ต่อจำนวน ทรีตเมนต์ รวมทั้งสิ้น 48 ตัวอย่าง ทำการตรวจสอบจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (total bacteria count) บนพื้นผิวภายในถังนม โดยดัดแปลงจากวิธี Swab test [6] ด้วยการนำไม้สำลีปราศจากเชื้อจุ่มลงในหลอดทดลองที่มีฟอสเฟสบัฟเฟอร์ (Phosphate

buffer) อยู่ 2 มิลลิลิตร โดยนำสำลีมาบิดกดกับข้างหลอดให้พอหมาด จากนั้นนำไม้สำลีถูกับพื้นที่ผิวภายในถังนมของตัวอย่าง โดยทำมุม 30 องศา กับพื้นผิว ให้ได้พื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร (10x10 เซนติเมตร) นำไม้สำลีจุ่มลงหลอด หักไม้สำลีให้พอดีหลอด ปิดฝาและนำหลอดบัฟเฟอร์ไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Vortex mixer นาน 60 วินาที จากนั้นตัวอย่างมาทำการเจือจางในระดับที่เหมาะสมด้วย 0.85 % NaCl และนำมาเทเพลตด้วยอาหาร Plate Count Agar (PCA) จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิ 35±1^oซ นาน 24 ชม. ตรวจสอบจำนวนโคโลนีที่เจริญและคำนวณโคโลนีที่พบรายงานในรูปแบบ logCFU/cm² ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

2.2 การศึกษาผลของวิธีการล้างทำความสะอาดต่อการเหลือรอดของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดบนพื้นผิวภายในถังนม

สุ่มตัวอย่างถังนม โดยใช้วิธีการล้างแบบต่าง ๆ 4 วิธีได้แก่ I) ล้างถังนมด้วยน้ำอุณหภูมิห้อง (30^oซ) II) ล้างถังนมด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ (75^oซ) III) ล้างถังนมด้วยน้ำอุณหภูมิห้อง (30^oซ) และตามด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ (75^oซ และ IV) ล้างถังนมด้วยสารล้างทำความสะอาดทางการค้า (Quik, Key Chemical, Thailand) โดยใช้อัตราส่วนสารล้างทำความสะอาดต่อน้ำสะอาดเท่ากับ 1% (v/v) และล้างน้ำสุดท้ายให้สะอาดด้วยน้ำอุณหภูมิห้อง แต่ละวิธีใช้เวลาในการสัมผัส (Contact time) นาน 5 นาที จากนั้นตรวจสอบจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดบนพื้นผิวภายในถังนม โดยเปรียบเทียบก่อนและหลังผ่านการล้าง จัดแผนการทดลองแบบ 4x2 Factorial experiment in Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

2.3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียปนเปื้อนทั้งหมดในน้ำมันจากถังนมที่ผ่านการใช้งานแล้ว

ตรวจสอบจำนวนแบคทีเรียปนเปื้อนทั้งหมดในถังนม โดยการสุ่มตัวอย่างน้ำมันจากถังนมที่ผ่านการใช้แล้ว ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ซึ่งถูกเก็บที่อุณหภูมิห้อง ($\sim 30^{\circ}\text{C}$) นาน 60 นาที ก่อนจะถูกถ่ายเทลงในขวดอาหารเลี้ยงเชื้อแบบฝาเกลียวที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วด้วยวิธีปลอดเชื้อ จากนั้นตรวจสอบการเจริญที่เวลาต่างๆกันภายหลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ได้แก่ 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 120 และ 180 นาที ตามลำดับ โดยการสุ่มตัวอย่างมาทำการเจือจางในระดับที่เหมาะสมด้วย 0.85 % NaCl และตรวจสอบจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดด้วยอาหาร PCA ด้วยวิธีเทเพลท จากนั้นนับที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ นาน 24 ชม. รายงานผลการเจริญของโคโลนีทั้งหมดที่พบในรูป $\log\text{CFU/mL}$

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการตรวจสอบจุลินทรีย์บนพื้นผิวถังนม

จากการสุ่มถังนม เพื่อตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดบนพื้นผิวในถังนม ด้วยวิธี Swab test พบว่ามีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดบนพื้นผิวเฉลี่ยเท่ากับ 3.62 ± 0.31 ล็อกโคโลนีต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nguyen [6] ซึ่งได้ตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียที่ยึดเกาะพื้นผิวบนวัสดุสแตนเลสที่ใช้โรงงานอุตสาหกรรมพบว่าจำนวน 3.87 ล็อกโคโลนีต่อตารางเซนติเมตร

3.2 ผลของวิธีการล้างทำความสะอาดต่อการเหลือรอดของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดบนพื้นผิวถังนมในถังนม

จาก Table 1 พบว่า วิธีการล้างทำความสะอาดทั้งหมดมีผลต่อจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดบนพื้นผิวที่เหลือรอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดบนพื้นผิว

ภายในถังนมก่อนล้างด้วยวิธีต่างๆมีจำนวนระหว่าง 3.50-3.71 ล็อกโคโลนีต่อตารางเซนติเมตร ภายหลังจากผ่านกระบวนการล้างด้วยวิธีต่างๆพบว่าจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดบนพื้นผิวมีแนวโน้มลดลง ซึ่งการล้างทำความสะอาดจะเป็นการลดโอกาสไม่ให้เชื้อแบคทีเรียสามารถสะสมอยู่ตามพื้นผิวถังนม ถ้าการล้างทำความสะอาดไม่เหมาะสมจะเป็นแหล่งเก็บกักและเพิ่มจำนวนของเชื้อแบคทีเรียได้เป็นอย่างดี [7] โดยพบว่าวิธีการล้างที่ลดจำนวนแบคทีเรียบนพื้นผิวได้สูงสุดคือ วิธีล้างด้วยสารล้างทำความสะอาดทางการค้า (Quik, Key Chemical, Thailand) ซึ่งมีจำนวนเท่ากับ 2.60 ล็อกโคโลนีต่อตารางเซนติเมตร และมีร้อยละการเหลือรอดของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดบนพื้นผิวน้อยที่สุด เท่ากับ 72.78 เนื่องจากวิธีที่ IV) มีการใช้สารล้างทำความสะอาดที่มีคุณสมบัติเป็นสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบ (Anionic) ได้แก่ สารอัลคิลเบนซินซัลโฟเนต (Alkylbenzene sulphonate, LAS) ซึ่งทำหน้าที่ในการขจัดคราบโปรตีนและไขมันออกได้ดี จึงให้แบคทีเรียยึดเกาะได้น้อยลง แต่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อได้ไม่ดีเท่าที่ควร รองลงมาคือการล้างถังนมด้วยน้ำอุณหภูมิห้องและตามด้วยน้ำร้อน เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการล้างด้วยน้ำอุณหภูมิห้อง หรือวิธีการล้างด้วยน้ำร้อน อย่างเดียว พบว่ามีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดบนพื้นผิวเหลือรอดต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Procter และ Hoy [8] ซึ่งเปรียบเทียบวิธีการล้างด้วยน้ำอย่างเดียว และวิธีการล้างด้วยน้ำและตามด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ ($69-79^{\circ}\text{C}$) พบว่ามีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 5.97 และ 4.05 ล็อกโคโลนีต่อมิลลิลิตรตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่า วิธีการล้างถังนมด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ (75°C) มีร้อยละการเหลือรอดของแบคทีเรียทั้งหมดบนพื้นผิวสูงสุด (96.95%) ซึ่งวิธีการใช้น้ำร้อนในการล้างทำความสะอาดถังนม ไม่สามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดบนพื้นผิวลงได้เมื่อ

เปรียบเทียบกับวิธีการล้างอื่นๆ ซึ่งการใช้น้ำร้อนอาจส่งผลทำให้เกิดตะกอนนม (milk stone) เนื่องจากการเสียสภาพของโปรตีนเคซีน ทำให้เกิดการตกตะกอน หรือจับตัวกันเป็นก้อนเกาะติดอยู่ตามพื้นผิวของถังนม เป็นต้น รวมทั้งการเหลือรอดของแบคทีเรียกลุ่มทนร้อน (thermoduric bacteria) เช่น *Bacillus*, *Microbacterium*, *icrococcus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus* และ *Corynebacterium* [9] เป็นต้น ซึ่งมีพิลิ (pili) ช่วยในการยึดเกาะพื้นผิว จึงสามารถเหลือรอดได้ [10] รวมทั้งอาจเกิดการปนเปื้อนกลับ (recontamination) จากเชื้อ *Staphylococcus* spp. ส่งผลให้มีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดบนพื้นผิวหลังล้างถังนมเหลือรอดสูงกว่าวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ

($p \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Schlegelová [11] ที่ได้ศึกษาการปนเปื้อนของแบคทีเรียบนพื้นผิวอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรมนม พบว่า สามารถแยกแบคทีเรียได้หลายสกุล *Bacillus*, *Enterococcus*, *Listeria*, *Staphylococcus*, *Escherichia* และ *Salmonella* เป็นต้น นอกจากนี้พบว่า การล้างด้วยน้ำอุณหภูมิปกติ (30°C) สามารถลดจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดบนพื้นผิวถังนมได้มากกว่าวิธีที่ใช้น้ำร้อนอย่างเดียว เนื่องจากการล้างด้วยน้ำอุณหภูมิปกติไม่ส่งผลต่อการเสียสภาพของโปรตีน จะช่วยให้แบคทีเรียมีพื้นที่ยึดเกาะบริเวณพื้นผิวถึงน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่ใช้น้ำร้อนในการล้างทำความสะอาดอย่างเดียวกัน

Table 1. Effect of rinsing methods on survival of total bacteria counts on internal surfaces of milk churns

Rinsing methods	Total bacteria counts (logCFU/cm ²) $\pm$ SD.		
	before*	after*	% survival** ¹
I) Room temperature water rinsing	3.68 ^b $\pm$ 0.02	3.29 ^a $\pm$ 0.01	89.58 $\pm$ 0.73 ^c
II) Hot water (75°C) rinsing	3.71 ^a $\pm$ 0.01	3.60 ^a $\pm$ 0.02	96.95 $\pm$ 0.41 ^d
III) Room to hot temperature water rinsing	3.50 ^b $\pm$ 0.03	2.87 ^a $\pm$ 0.04	82.10 $\pm$ 1.37 ^b
IV) Commercial detergent rinsing	3.58 ^b $\pm$ 0.02	2.60 ^a $\pm$ 0.21	72.78 $\pm$ 5.91 ^a

*Different letters in the same row indicated significant differences ($p \leq 0.05$)

**Different letters in the same column indicated significant differences ($p \leq 0.05$)

¹Percentage of survival (%) was calculated using the following equation:

$100 - [(\text{total bacteria counts before rinsing} - \text{total bacteria counts after rinsing}) / \text{total bacteria counts before rinsing} \times 100]$

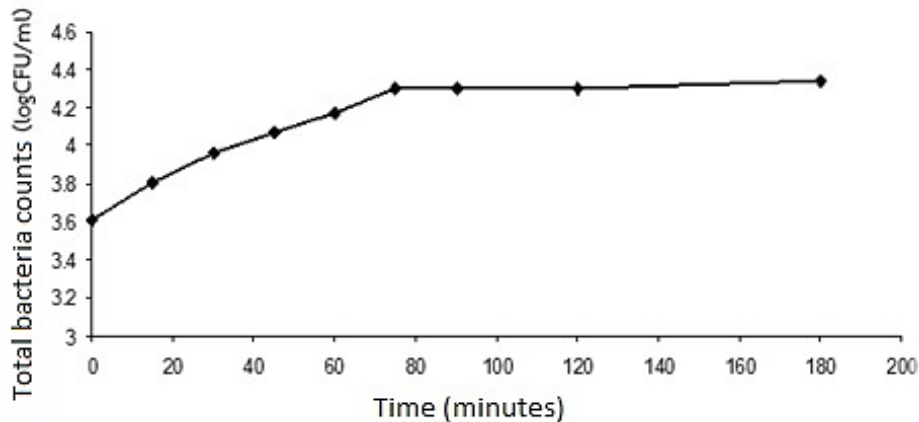


Figure 1. The change in number of contaminated total bacteria from used milk churn during storage ($30\pm 1^{\circ}\text{C}$)

3.3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียปนเปื้อนทั้งหมดในน้ำนมจากถังนมที่ผ่านการใช้งานแล้ว

ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของจำนวนแบคทีเรียปนเปื้อนทั้งหมดในน้ำนมจากถังนมที่ผ่านการใช้งานแล้ว ในช่วงแรกพบว่าไม่มีช่วงพักตัว (lag phase) โดยมีเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเริ่มต้นเท่ากับ 3.60 ล็อกโคโลนีต่อมิลลิลิตรและเมื่อเวลาผ่านไป 75 นาที เซลล์จะเพิ่มจำนวนสูงขึ้นจนเข้าสู่ระยะคงที่ (stationary phase) ซึ่งเป็นช่วงที่แบคทีเรียมีความหนาแน่นมากที่สุดในระยะแรก เชื้อแบคทีเรียมีความคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมเดิมทำให้จำนวนแบคทีเรียมีจำนวนเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งต่อมาจะเข้าสู่ระยะเพิ่มจำนวน (exponential phase) เซลล์จะมีการแบ่งตัวอย่างสม่ำเสมอ ด้วยอัตราคงที่ ซึ่งเป็นระยะที่แบคทีเรียมีจำนวนเซลล์สูงสุดและจะเป็นช่วงที่มีจำนวนเซลล์คงที่ ซึ่งเกิดเนื่องจากหลายสาเหตุ เช่น ปริมาณของสารอาหารหมดลงหรือเกิดจาก pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากสารที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้นมา เช่น กรดแลกติก (lactic acid) นอกจากนี้อาจเกิดจาก สารที่เป็นพิษต่อเซลล์ที่ได้จากกระบวนการเมตาโบลิซึม เช่น เอทานอล

(ethanol) และเนื่องจากปริมาณออกซิเจนที่น้อยลง ซึ่งไม่เพียงพอ ต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน [12] จาก Figure 1 พบว่า การเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียปนเปื้อนทั้งหมดเข้าสู่ระยะคงที่ที่เวลา 75 นาที โดยมีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 4.30 ล็อกโคโลนีต่อมิลลิลิตร

4.สรุปและเสนอแนะ

วิธีการล้างทำความสะอาดทั้ง 4 วิธี ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปนม พบว่ามีผลต่อร้อยละการเหลือรอดของแบคทีเรียทั้งหมดบนพื้นผิวถังนมที่แตกต่างกัน โดยวิธีการล้างด้วยสารละลายที่มีส่วนผสมของสารล้างทำความสะอาดทางการค้า เป็นวิธีการที่ลดจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดบนพื้นผิวของถังนมได้ดีที่สุด ซึ่งมีร้อยละการเหลือรอดเท่ากับ 72.78 และการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียปนเปื้อนทั้งหมดในน้ำนมจากถังนมที่ผ่านการใช้งานแล้วจะเข้าสู่ช่วงระยะคงที่ เมื่อเวลา 75 นาที ซึ่งเป็นช่วงที่แบคทีเรียมีความหนาแน่น ต่อความร้อน และสารเคมีสูงสุด โดยมีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดเท่ากับ 4.30 ล็อกโคโลนีต่อมิลลิลิตร อย่างไรก็ตามจากผลงานวิจัยควรนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการ

ปรับปรุงและพัฒนากระบวนการล้างอุปกรณ์ รวมทั้งเครื่องมือต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมนม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลือกใช้สารทำความสะอาดชนิดที่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaClO) หรือ แคลเซียมไฮโปคลอไรด์ $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ เป็นต้น รวมทั้งร้อยละความเข้มข้น และระยะเวลาในการสัมผัสที่เหมาะสมในการล้าง เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ปนเปื้อนได้มากเพียงพอ รวมทั้งผลักดันให้มีการปฏิบัติเป็นขั้นตอนมาตรฐานในการล้างทำความสะอาดถังนมที่ผ่านการใช้งานแล้วเป็นการสร้างหลักการปฏิบัติที่ดีในโรงงาน นอกจากนี้แนวทางในการวิจัยในอนาคตอาจศึกษาเพิ่มเติมในการแยกและจำแนกแบคทีเรียที่ปนเปื้อนภายในอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตน้ำนม รวมทั้งศึกษาผลของฟิล์มชีวภาพ (biofilm) จากการสะสมของแบคทีเรียที่ปนเปื้อนหรือจุลินทรีย์ก่อโรคที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปน้ำนมโดยตรง เป็นต้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ให้ความสะดวกด้านอุปกรณ์และห้องปฏิบัติการทางด้านจุลชีววิทยา

6. บรรณานุกรม

- [1] Steven, C. M. 2016. Influence of raw milk quality on processed dairy products: How do raw milk quality test results relate to product quality and yield ?. **Journal of Dairy Science**. 99: 10128-10149.
- [2] Jensen, J. M. 1970. Cleanability of Milk-Filmed Stainless Steel by Chlorinated-Detergent Solution. **Journal of Dairy Science**. 53: 248-251.
- [3] Jaesung, L. and et al. 2007. Efficiency of manual dishwashing conditions on bacterial survival on eating utensils. **Journal of Food Engineering**. 80: 885-891.
- [4] Solveig, L. and et al. 2003. Bacterial disinfectant resistant- a challenge for the food industry. **International Biodeterioration & Biodegradation**. 51: 283-290.
- [5] Jui-Sen, P., Wei-Chong, T. and Cheng-Chun, C. 2002. Inactivation and removal of *Bacillus cereus* by sanitizer and detergent. **International Journal of Food Microbiology**. 77(1-2): 11-18.
- [6] Nguyen, M. D. and et al. 2014. Surface conditioning of stainless steel coupons with skim milk, buttermilk, and butter serum solutions and its effect on bacterial adherence. **Food Control**. 42:94-100.
- [7] อรัญ จันทรลูน. 2554. การล้างทำความสะอาดและการบำรุงอุปกรณ์รีดนม. vet.kku.ac.th/aran/data/clinic4_2554/07-cleaning2554.pdf. 21 เมษายน.

- [8] Procter, F. and Hoy, W. A. 1925. The influence of different methods of cleansing dairy utensils on the bacterial content of churns and on the keeping properties of milk. **The Journal of Hygiene.** 24(3-4): 419-26.
- [9] Amitha, T and Prasad V. 2012. Thermotolerant bacteria in Milk- A review. **International Journal of Science and Research:** 2319-7064.
- [10] Murphy, S. C. and Boor, K. J. 2000. Trouble-shooting sources and causes of high bacteria counts in raw milk. Dairy. **Food and Environmental Sanitation.** 20: 606-611.
- [11] Schlegelová J. and et al. 2010. Microbial contamination after sanitation of food contact surfaces in dairy and meat processing plants. **Czech Journal of Food Science.** 28: 450–461.
- [12] อีรพร กงบังเกิด. 2546. **จุลชีววิทยาทางอาหาร.** กรุงเทพฯ: โอเดียนโตร์.