



การประยุกต์ใช้ระบบ HACCP เพื่อควบคุมคุณภาพด้านอาหารปลอดภัย ในอุตสาหกรรมการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ขนาดเล็ก เขตพื้นที่จังหวัด มหาสารคาม

Application of HACCP to food safety quality control in the small milk pasteurization manufacturing, Mahasarakham Province

จินดาวัลย์ วิบูลย์อุทัย¹, ธิดารัตน์ สมดี¹, สวรรค์ ชิติสุทธิ¹, กาญจนา ครรไกรรัก¹, พรภิไล ถนอมสงัด¹,
จิตภัทตรา ปรานีสอน¹

Jindawan Wibuloutai¹, Thidarat Somdee¹, Sawan Thitisuthi¹, Kanjana Khanlairak¹,
Pornpilai Thanomsangad¹, Jitpatra Praneeson¹

¹คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

*Corresponding author; e-mail: jindawan.w@msu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้เป็นการประยุกต์ใช้ระบบ วิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม(Hazard Analysis and Critical Control Points: HACCP) ในการควบคุมคุณภาพด้านอาหารปลอดภัยในอุตสาหกรรมการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ขนาดเล็ก เขตพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม เพื่อประเมินประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP โดยศึกษาปริมาณการปนเปื้อนทางชีวภาพในน้ำนม อุปกรณ์สัมผัสน้ำนม และระดับความรู้ของพนักงานเรื่องระบบ HACCP พบว่า จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมเกิดจากการปนเปื้อนทางชีวภาพ จำนวน 4 จุด ได้แก่ จุดพาสเจอร์ไรส์เชชัน (ขั้นตอนที่ 11) จุดถังพักครอบบรรจุ (ขั้นตอนที่ 14) จุดบรรจุ (ขั้นตอนที่ 16) และผลิตภัณฑ์ในห้องเย็น(ขั้นตอนที่ 17) และเมื่อมีการนำระบบ HACCP เข้ามาประยุกต์ใช้ พบปริมาณการปนเปื้อนทางชีวภาพลดลง ได้แก่ น้ำนมดิบจากเกษตรกร น้ำนมดิบในถังพักน้ำนม น้ำนมดิบในถังผสม น้ำนมพาสเจอร์ไรส์ในขั้นตอนที่11 ในถังพักครอบบรรจุในขั้นตอนที่14 และผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ในห้องบรรจุ ผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ในห้องเย็น(ขั้นตอนที่17)และไม่พบ *S. aureus* ทั้งก่อนและหลังการใช้ระบบ HACCP และพบการลดลงของโคลิฟอร์มในอุปกรณ์สัมผัสน้ำนม ระดับความรู้ของพนักงานหลังการอบรมเรื่องระบบ HACCP มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังนั้นจึงควรแนะนำระบบ HACCP มาประยุกต์ใช้ควบคู่ไปกับระบบ Good Manufacturing Practice (GMP) ในการควบคุมคุณภาพด้านอาหารปลอดภัยในอุตสาหกรรมการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ขนาดเล็กได้

Abstract

This research aimed to apply Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) system for food safety quality control in a small milk pasteurization industry, Mahasarakham Province. The analyses included the critical points that needed to be controlled in the production process and the efficacy of HACCP system such as biological contamination in milk, milk pipeline and the staffs' level of knowledge about this system. The results displayed that there were 4 critical points that needed to be controlled for biological contamination such as at step 11 pasteurization, step 14 storage milk tank, step 16 packaged, and step 17 cold storage. After HACCP implementation, biological contamination among products in many containers were decrease such as farmer raw milk, storage milk tank, raw milk mixing tank, pasteurized milk storage tank, packing room, cooling room. The *S. aureus* was not found both before and after HACCP system implementation, and the coliform bacteria in milk pipe line was reduced after implementation. The average score of the HACCP system level of knowledge among staffs were statistical significance higher than before implementation ($p\text{-value} < 0.05$). So, the HACCP system should be implemented together with the Good Manufacturing Practice (GMP) in food safety and quality control of pasteurized milk process at a small manufacture.

คำสำคัญ: ระบบ HACCP นมพาสเจอร์ไรส์ การปนเปื้อนทางชีวภาพ

Keyword: HACCP system, pasteurization milk, biological contamination

1. บทนำ

อาหารเป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์ อาหารที่มีคุณภาพดีนอกจากให้สารอาหารครบถ้วนตามที่ร่างกายต้องการแล้วจะต้องปลอดจากสิ่งที่เป็นโทษต่อร่างกายด้วย ไม่ว่าจะเป็นสิ่งปนเปื้อนทางชีวภาพ เช่น จุลินทรีย์และสารพิษของจุลินทรีย์รวมถึงพยาธิต่างๆ สิ่งปนเปื้อนทางเคมี เช่น ปุ๋ยและยากำจัดศัตรูพืช และสิ่งปนเปื้อนทางกายภาพ เช่น แก้ว กรวด เศษไม้ เป็นต้น สิ่งปนเปื้อนเหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้อาหารไม่ปลอดภัย (1) นมและผลิตภัณฑ์นมเป็นอาหารประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญยิ่ง นมเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย แม้ในปัจจุบันจะมีการพัฒนาด้านความปลอดภัยของนมมากขึ้น แต่ยังคงพบปัญหาการปนเปื้อนของยาปฏิชีวนะและจุลินทรีย์เกินมาตรฐานอยู่เสมอ (2) เช่น เหตุการณ์ เด็กนักเรียนกว่า 200 คน จาก 4 โรงเรียนในพื้นที่ อำเภอยางชุมน้อย หลังดื่มนมบูดจากสหกรณ์

โคนม จ.นครปฐม แล้วเกิดอาการปวดท้อง อาเจียน ต้องหามส่งโรงพยาบาล (3) จากการสำรวจประเทศในกลุ่มอุตสาหกรรมพบอัตราการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินอาหารอันเนื่องมาจากแบคทีเรียในนมและผลิตภัณฑ์จากนมมากถึงร้อยละ 2-6 (4) ทั้งนี้สาเหตุเนื่องมาจากโรงงานบางแห่งมีกระบวนการผลิต การสุขาภิบาล กระบวนการขนส่ง และการเก็บรักษาไม่ดีพอ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมามีคุณภาพไม่ดีและมีความเสี่ยงต่อการบริโภค คุณภาพความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์นมจึงเป็นเรื่องที่สำคัญที่ต้องดูแลและควบคุมในทุกขั้นตอนของการผลิต การผลิตนมพร้อมดื่มของไทยในปัจจุบัน โรงงานแต่ละแห่งต้องได้มาตรฐานการผลิตตามหลักเกณฑ์ที่ดี (Good Manufacturing Practice: GMP) หรือ หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต ตามที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด เพื่อคุ้มครองผู้บริโภคให้มีความปลอดภัยในการบริโภคนมพร้อมดื่ม (5) แม้มีการนำระบบ GMP เข้ามาควบคุมมาตรฐานการผลิต แต่จากการประเมินการสัมผัสเชื้อก่อโรคในนมพาสเจอร์ไรส์ จากอุตสาหกรรมผลิตนมขนาดใหญ่

เล็กเขตพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม พบว่า โอกาสความน่าจะเป็นในการสัมผัส ความน่าจะเป็นในการเจ็บป่วยจากนม และความเสี่ยงของการเจ็บป่วยจากการสัมผัสนมขณะบริโภคมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 35.14, 14.97 และ 0.55 ตามลำดับ (6) ระบบ HACCP เป็นการควบคุมการผลิตที่ประกอบด้วย การวินิจฉัยและประเมินอันตรายของอาหารที่อาจเกิดขึ้นกับผู้บริโภค ตั้งแต่วัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่ง จนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค เพื่อกำจัดหรือลดสาเหตุที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค (7) และมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและใหญ่ เป็นระบบการจัดการคุณภาพด้านความปลอดภัยของอาหารที่เป็นที่ยอมรับกันว่าสามารถป้องกันอันตรายหรือสิ่งปนเปื้อนทางด้านชีวภาพ เคมี และกายภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นระบบควบคุมการผลิตอาหารที่ผ่านการรับรองโดยคณะกรรมการอาหารโคโรนมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ ดังนั้นจึงสมควรที่จะนำระบบ HACCP มาประยุกต์ใช้ในโรงงานผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ขนาดเล็กเพิ่มเติม ซึ่งจะช่วยให้หลักประกันความปลอดภัยให้กับผู้บริโภค โดยสามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้อย่างปลอดภัยเป็นเครื่องมือในการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์อาหารอย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยสร้างความมั่นใจต่อความปลอดภัยในการบริโภคผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์

2. วิธีวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research Design)

2.1 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ได้แก่

1) นำนมจากกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ 7 จุดละ 5 ตัวอย่าง แบ่งเป็น นำนมดิบ (นํานมดิบจากเกษตรกร นำนมดิบจากโรงขนส่งของสหกรณ์โคนม นำนมดิบในถังพักนํานมดิบและนํานมดิบในถังผสม) นํานมพาสเจอร์ไรส์ (นํานมพาสเจอร์ไรส์ในถังพักบรรจุผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ในห้องบรรจุ และผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ในห้องเย็น) ทำการเก็บตัวอย่างก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP รวมทั้งสิ้นจำนวน 65

ตัวอย่าง อุปกรณ์สัมผัสน้ำนม (ปลายท่อจ่ายน้ำนมของเครื่องบรรจุ 1 – 2)

2) กลุ่มตัวอย่างตัวแทนพนักงานในโรงงานจำนวน 22 คน โดยเลือกแบบเฉพาะเจาะจงพนักงานที่สามารถอ่านออกเขียนได้ และทำงานที่อุตสาหกรรมนมแห่งนี้มาแล้วอย่างน้อย 1 ปี จากจำนวนพนักงานทั้งสิ้น 26 คน

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่

- 1) แบบบันทึกการเก็บตัวอย่าง
- 2) แบบบันทึกการควบคุมจุดอันตรายและจุดวิกฤตของกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์
- 3) แบบสอบถามความรู้เรื่องระบบ GMP และระบบ HACCP
- 4) วิธีตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนจุลินทรีย์
 - 4.1) วิเคราะห์จุลินทรีย์รวม โดยวิธี Standard Plate Count (SPC) (8)
 - 4.2) วิเคราะห์จุลินทรีย์ดัชนีโคลิฟอร์ม โดยวิธี Most probable number of coliform organisms (MPN) (8)
 - 4.3) วิเคราะห์จุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* และ *Bacillus cereus* โดยวิธี Spread Plate Technique ใน Selective media (8)

2.3 การดำเนินการวิจัย

- 1) กิจกรรมการเตรียมการก่อนจัดทำระบบ HACCP คือ สํารวจข้อมูลพื้นฐานสถานที่ผลิตนมพาสเจอร์ไรส์
- 2) ขั้นตอนในการจัดทำระบบ HACCP ทั้ง 12 ขั้นตอนและการทดลองใช้ระบบ
- 3) กิจกรรมก่อนและหลังการใช้ระบบ HACCP ประกอบด้วย
 - 3.1) ประเมินความรู้ เรื่องหลักเกณฑ์ที่ดีในการผลิตอาหารและระบบ HACCP (Pre-Post-test)
 - 3.2) สุ่มเก็บตัวอย่างนมและอุปกรณ์สัมผัสนมก่อนและหลังการใช้ระบบ HACCP เพื่อตรวจวิเคราะห์หาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์

3.3) สรุปผลการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP (วิเคราะห์จุดวิกฤต จัดทำระบบการเฝ้าระวัง มาตรการแก้ไข และวิธีการทวนสอบในกระบวนการผลิต นมพาสเจอร์ไรส์)

2.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1) สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) ใช้วิเคราะห์ความถี่ ร้อยละ ใช้ข้อมูลแจกแจง ค่าเฉลี่ย ใช้ข้อมูลต่อเนื่อง

2) สถิติเชิงอนุมานใช้ paired t-test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ ที่ 0.05, 95% CI

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษาวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ ของโรงงานแปรรูปนมพาสเจอร์ไรส์ขนาดเล็ก

1) การสำรวจข้อมูลพื้นฐานของ อุตสาหกรรมนมแห่งหนึ่ง

อุตสาหกรรมนมแห่งหนึ่ง ใน จังหวัดมหาสารคาม ดำเนินการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ บรรจุ เป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก กำลังการผลิต 2,000 ลิตรต่อชั่วโมง มีกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 75 – 83 องศาเซลเซียส นาน 16 วินาที โดยปัจจุบันอุตสาหกรรมผลิตนมแห่งนี้ได้มีการจัดทำ

ระบบ GMP นมพาสเจอร์ไรส์ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 298) พ.ศ. 2549 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมพร้อมบริโภคชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์

2) การจัดทำระบบวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (HACCP) ในกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์

ในการจัดทำระบบ HACCP ประกอบด้วย 12 ขั้นตอน โดยขั้นตอนที่ 1-5 เป็นขั้นเตรียมการ เพื่อรองรับการจัดทำระบบ HACCP และในขั้นตอนที่ 6-12 เป็นหลักการในการจัดทำระบบ ซึ่งผลการศึกษา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 จัดตั้งคณะทำงาน HACCP ผู้วิจัยร่วมกับบุคลากรโรงงานที่ได้รับมติแต่งตั้งจากการประชุมคณะกรรมการอุตสาหกรรมการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ ทำหน้าที่เข้าร่วมประชุมวิเคราะห์อันตรายและดำเนินการปฏิบัติงานตามระบบ

ขั้นตอนที่ 2 บรรยายรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตจากกระบวนการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 1

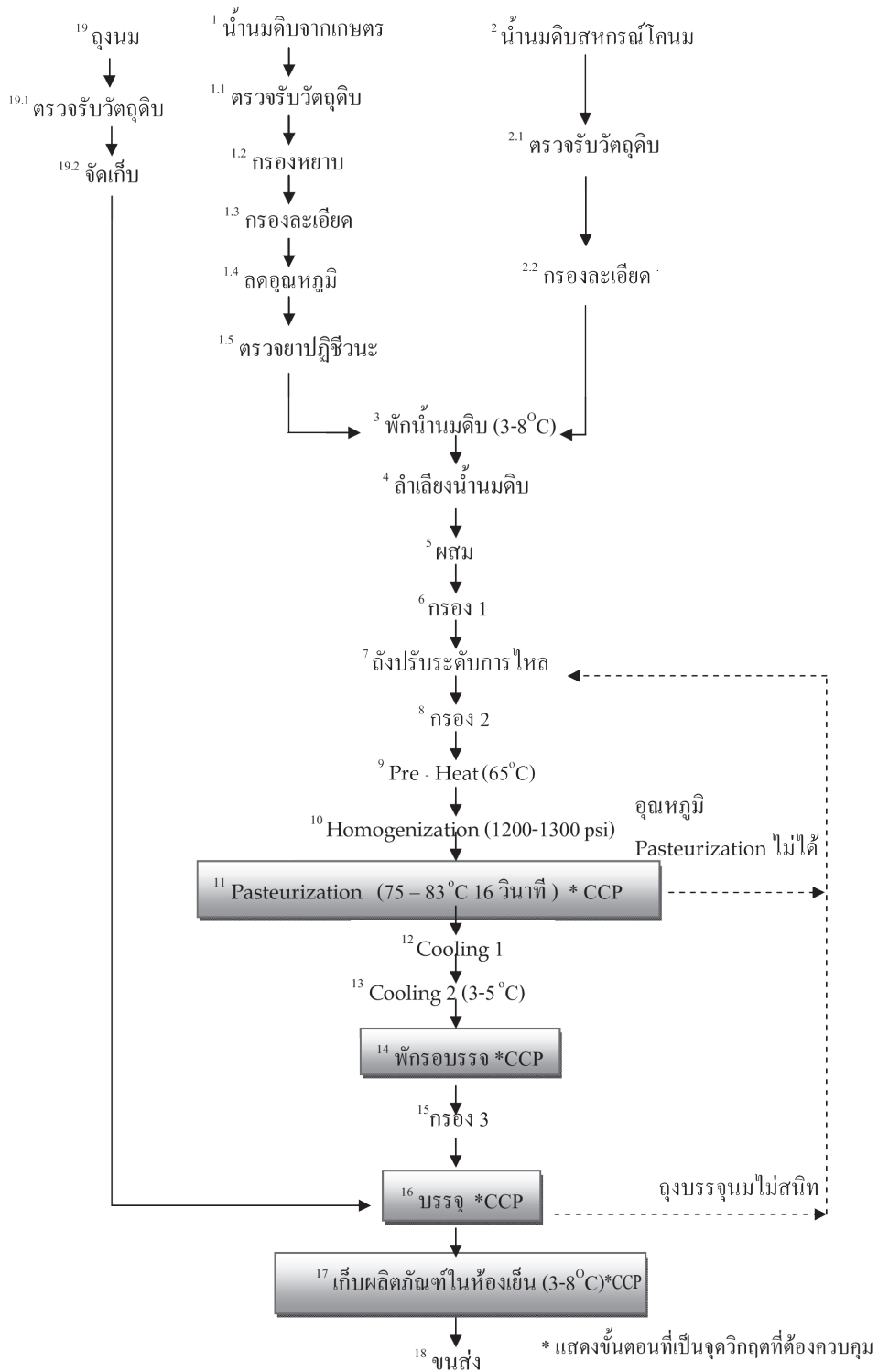
ขั้นตอนที่ 3 ชี้หาวัตถุประสงค์ในการใช้ผลิตภัณฑ์ ตามรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ (Product Description) และวัตถุประสงค์ในการใช้ (Intended Use)

1. Product name ชื่อผลิตภัณฑ์, กลุ่มผลิตภัณฑ์	นมพาสเจอร์ไรส์บรรจุถุง
2. Important Characteristics of End Product ลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์สุดท้าย ส่วนผสมและวัตถุดิบที่สำคัญ	เป็นของเหลวสีขาวขุ่น, pH 6.4-6.8, lactic acid 0.12-0.16% ผ่านการฆ่าเชื้อ 75-83 องศาเซลเซียส นาน 16 วินาที นมโคสด 100%
3. How the product is to be used? วิธีบริโภคผลิตภัณฑ์	พร้อมบริโภค
4. Packaging ภาชนะบรรจุ	บรรจุถุงฟิล์มพลาสติกชนิดโพลิเอทิลีน ขนาด 200 มล.
5. Shelf - life อายุการเก็บและสภาวะการเก็บ	เก็บไว้ได้นาน 7 วัน ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 8 องศาเซลเซียส
6. Where the product will be sold? สถานที่จำหน่าย	จัดจำหน่ายให้กับโรงเรียนผ่านองค์การบริหารส่วนตำบล
7. Labeling instructions ข้อแนะนำที่ระบุบนฉลาก	เก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำกว่า 8 องศาเซลเซียส ชื่อผลิตภัณฑ์, ชื่อและที่อยู่บริษัท, วันหมดอายุ, เครื่องที่ผลิต, ปริมาตรสุทธิ, ส่วนประกอบ, เลขหมายองค์การอาหารและยา
8. Special distribution control การควบคุมเฉพาะระหว่างกระจายสินค้า	ขนส่งด้วยความระมัดระวัง หลีกเลี่ยงสภาวะที่อุณหภูมิสูงโดย ควบคุมอุณหภูมิไว้ไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส โดยผ่านตัวแทน จัดส่ง
9. Target Consumer group กลุ่มผู้บริโภค	นักเรียนและบุคคลทั่วไป

ขั้นตอนที่ 4 สร้างแผนผังกระบวนการผลิต การตลอดทั้งกระบวนการผลิตตั้งแต่รับวัตถุดิบไปจนถึงการจัดทำแผนผังการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ แผนภูมิการผลิต จัดส่ง ประกอบด้วยขั้นตอนทั้งหมด 18 ขั้นตอน ดังแสดงการสัมภาษณ์พนักงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตการสังเกต ในรูปที่ 1

ขั้นตอนกระบวนการผลิต ซึ่งจะพิจารณารายละเอียด



รูปที่ 1 แผนผังการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์และการระบุจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์

ขั้นตอนที่ 5 ทวนสอบแผนภูมิการผลิตที่จัดการผลิตจริง

ขั้นตอนที่ 6 ระบุอันตรายทั้งหมดที่มีโอกาสเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนกระบวนการผลิตและผลกระทบต่อกระบวนการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ขอบข่ายอันตรายทั้งหมดที่มีโอกาสเกิดขึ้นจริงในทุกขั้นตอนกระบวนการผลิต

อันตรายชีวภาพ	อันตรายเคมี	อันตรายกายภาพ
จากจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ได้แก่	สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต ได้แก่	สิ่งปนเปื้อนจากภาชนะอุปกรณ์
- Coliform	- สารเคมีทำความสะอาด	และกระบวนการผลิต
- E. coli	- กรดไนตริก (PAT 39)	- เศษแก้ว กระฉก
- S. aureus	- ค่างโซดาไฟ (PAT 42)	- พลาสติกแข็ง
- B. cereus	- สารฆ่าเชื้อ	
	- น้ำมันหล่อลื่น	
	- สารปฏิชีวนะในน้ำมันดิบ	
ผลกระทบต่อกระบวนการผลิต	ผลกระทบต่อกระบวนการผลิต	ผลกระทบต่อกระบวนการผลิต
- ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพไม่ดี	- ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพไม่ดี	- ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพไม่ดี
ผลกระทบต่อสุขภาพ	ผลกระทบต่อสุขภาพ	ผลกระทบต่อสุขภาพ
- เกิดการเจ็บป่วยต่อผู้บริโภค	- เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค	- เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค

ขั้นตอนที่ 7 วิเคราะห์หาจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมจากการระบุอันตรายและวิเคราะห์หาจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์โดยใช้หลักการของแผนผังการตัดสินใจ (decision tree) พบว่าขั้นตอนที่เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมมีทั้งสิ้น 4 จุด ดังแสดงในรูปที่ 1

ขั้นตอนที่ 8 การกำหนดค่าจำกัดวิกฤตสำหรับจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมแต่ละจุด โดยกำหนดขึ้นเพื่อใช้แยกแยะระหว่างการยอมรับกับการไม่ยอมรับในการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ให้ปลอดภัย

ขั้นตอนที่ 9 จัดทำระบบการเฝ้าระวังติดตามเพื่อควบคุมจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมแต่ละจุด โดยมอบหมายผู้รับผิดชอบในแต่ละจุดตรวจสอบ ตรวจวัดค่าและควบคุมเวลาที่เหมาะสมและการทำงานที่กักในแบบบันทึกที่กำหนดขึ้น

ขั้นตอนที่ 10 กำหนดมาตรการแก้ไข คือการดำเนินการใดๆ ที่ต้องปฏิบัติ เมื่อผลการเฝ้าระวัง ณ จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมบ่งชี้ว่าการสูญเสียการควบคุม

ขั้นตอนที่ 11 กำหนดวิธีการทวนสอบ เพื่อยืนยันว่ามีการปฏิบัติตามการควบคุมตามมาตรการต่างๆ ที่ระบุไว้ในแผนอย่างครบถ้วน ถูกต้องตามรายละเอียดทุกประการ

จากการระบุขั้นตอนที่เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม กำหนดค่าจำกัดวิกฤต การจัดทำระบบการเฝ้าระวัง มาตรการแก้ไข และวิธีการทวนสอบในกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ ได้กำหนดเป็นแผนปฏิบัติการ HACCP สำหรับกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์บรรจุ ดังนี้

จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมที่ 1 ในขั้นตอนที่ 11 Pasteurization อาจพบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่เหลืรอดจากการพาสเจอไรส์ เนื่องจากอุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอไรส์ไม่ได้ตามค่าที่กำหนด จึงกำหนดมาตรการควบคุม คือ การควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอไรส์ ค่าจำกัดวิกฤต คือ อุณหภูมิสูงกว่า 75 °C ระยะเวลา 16 วินาที ซึ่งมีระบบการเฝ้าระวัง คือ พนักงานควบคุมเครื่องพาสเจอไรส์อ่านข้อมูลจาก Monitor บริเวณเครื่องพาสเจอไรส์และเทอร์โมกราฟ ทุก 30 นาที

และจดบันทึกลงในแบบบันทึกการพาสเจอร์ไรส์ และมีการกำหนดมาตรการแก้ไข คือ หากพนักงานคุมเครื่องพาสเจอร์ไรส์พบว่าอุณหภูมิการพาสเจอร์ไรส์ต่ำกว่า 75°C พนักงานจะจดบันทึกลงในแบบบันทึกการพาสเจอร์ไรส์ และจะส่งน้ำนมเข้าสู่ขั้นตอนที่ 7 คือ การปรับระดับการไหลเพื่อพาสเจอร์ไรส์ใหม่ หรือหากพนักงานคุมเครื่องพาสเจอร์ไรส์พบว่า อุณหภูมิการพาสเจอร์ไรส์ต่ำกว่า 75°C พนักงานจะจดบันทึกลงในแบบฟอร์มเดียวกัน และจะกักน้ำนมไว้ในขั้นตอนรอบรรจุเพื่อการวิเคราะห์จากฝ่ายควบคุมคุณภาพ ซึ่งมีการทวนสอบ คือ การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ก่อโรคที่เหลืรอดหลังจากพาสเจอร์ไรส์ และการตรวจสอบแบบบันทึกการพาสเจอร์ไรส์ โดยหัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ

จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมที่ 2 ในขั้นตอนที่ 14 ถึง 16 อาจพบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคเจริญเติบโตเนื่องจากอุณหภูมิไม่ได้ตามที่กำหนด จึงกำหนดมาตรการควบคุม คือ ควบคุมอุณหภูมิในน้ำนมให้อยู่ระหว่าง $3-5^{\circ}\text{C}$ ค่าจำกัดวิกฤต คือ อุณหภูมิในน้ำนม $\leq 8^{\circ}\text{C}$ ซึ่งมีระบบการเฝ้าระวัง คือ พนักงานแผนกควบคุมคุณภาพตรวจวัดอุณหภูมิในถังพักรอบรรจุโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ทุก 30 นาที และจดบันทึกลงในแบบบันทึกอุณหภูมิในน้ำนมในถังพักรอบรรจุ และมีการกำหนดมาตรการแก้ไข คือ หากพนักงานแผนกควบคุมคุณภาพพบว่าอุณหภูมิในน้ำนมในถังพักรอบรรจุสูงกว่า 8°C พนักงานจะจดบันทึกลงในแบบฟอร์ม จากนั้นให้พนักงานแผนกควบคุมคุณภาพแจ้งหัวหน้าแผนกผลิตเพื่อให้พิจารณาให้น้ำนมกลับไปพาสเจอร์ไรส์อีกครั้ง ซึ่งมีการทวนสอบ คือ การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ก่อโรคที่เหลืรอดหลังจากการพาสเจอร์ไรส์ และการตรวจสอบแบบบันทึกอุณหภูมิในน้ำนมในถังพักรอบรรจุ โดยหัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ

จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมที่ 3 ในขั้นตอนที่ 16 บรรจุ อาจพบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่ปนเปื้อนจากเครื่องบรรจุ จึงมีการกำหนดมาตรการควบคุม คือ มีการทำความสะอาด (Clean in Place; CIP) เครื่องบรรจุก่อนและหลังการใช้งาน และควบคุมการล้างทำความสะอาดท่อสามทางและปลายท่อจ่ายนม กำหนดค่าวิกฤต คือ เวลาที่ใช้ในการแช่น้ำยาทำความสะอาดท่อสามทางและปลายท่อจ่ายนมไม่ต่ำกว่า 10 นาที ซึ่งมีระบบการเฝ้าระวัง

คือ พนักงานฝ่ายผลิตบันทึกเวลาการทำความสะอาดท่อสามทางและปลายท่อจ่ายนมก่อนและหลังการผลิต ลงในแบบบันทึกเวลาการแช่น้ำยาทำความสะอาด และมีการกำหนดมาตรการแก้ไข คือ หากหัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพตรวจสอบระยะเวลาการแช่น้ำยาทำความสะอาดแล้วไม่ถึงตามระยะเวลาที่กำหนด หรือพนักงานฝ่ายผลิตไม่ได้มีการบันทึกระยะเวลาการทำความสะอาด ให้แจ้งหัวหน้าฝ่ายผลิตเพื่อพิจารณาชะลอการผลิต และให้พนักงานฝ่ายผลิตนำท่อสามทางและปลายท่อจ่ายนมไปแช่น้ำยาทำความสะอาดอีกครั้งก่อนดำเนินการผลิต ซึ่งมีการทวนสอบ คือ ตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์โดยการ swab test ท่อสามทางและปลายท่อจ่ายนม และตรวจสอบแบบบันทึกเวลาการแช่น้ำยาทำความสะอาดทุกครั้งก่อนการผลิต โดยหัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ

จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมที่ 4 ในขั้นตอนที่ 17 ผลิตภัณฑ์ในห้องเย็น อาจพบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียเนื่องจากอุณหภูมิไม่เป็นไปตามที่กำหนด จึงมีการกำหนดมาตรการควบคุม คือ ควบคุมอุณหภูมิภายในห้องเย็นไม่ให้เกิน 8°C กำหนดค่าวิกฤต คือ อุณหภูมิในห้องเย็น $\leq 8^{\circ}\text{C}$ ซึ่งมีระบบการเฝ้าระวัง คือ พนักงานควบคุมคุณภาพอ่านข้อมูลจากเทอร์โมมิเตอร์ในห้องเย็น ทุก 30 นาที และจดบันทึกลงในแบบบันทึกอุณหภูมิห้องเย็น และมีการกำหนดมาตรการแก้ไข คือ หากพนักงานควบคุมคุณภาพพบว่าอุณหภูมิในห้องเย็นเกิน 8°C พนักงานจะจดบันทึกลงในแบบบันทึกอุณหภูมิห้องเย็น แล้วทำการลดอุณหภูมิในห้องเย็นให้ต่ำกว่า 8°C ซึ่งมีการทวนสอบ คือ ตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ก่อโรคที่เหลืรอดหลังจากการพาสเจอร์ไรส์ และตรวจสอบแบบบันทึกอุณหภูมิห้องเย็นโดยหัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ

ขั้นตอนที่ 12 การกำหนดวิธีจัดทำเอกสารและการจัดเก็บบันทึกข้อมูล

3.2 ปริมาณการปนเปื้อนทางชีวภาพก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ในกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์

ปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำนมก่อนและหลังการนำระบบ HACCP มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งหลังการนำระบบ HACCP มาใช้พบปริมาณการปนเปื้อน

ทางชีวภาพ ดังนี้ น้ำนมดิบ ได้แก่ น้ำนมดิบจากเกษตรกร *coli* ลดลง ผลัดกันข้ามนมพาสเจอร์ไรส์ในห้องบรรจุพบจำนวนโคลิฟอร์ม *E. coli* และ *B. cereus* ลดลง น้ำนม จำนวน *E. coli*, *S. aureus* และ *B. cereus* ลดลง ผลัดกันข้ามดิบในถังพักน้ำนม พบจำนวนโคลิฟอร์ม *E. coli* และ *S. นมพาสเจอร์ไรส์ในห้องเย็น พบจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด*
aureus ลดลง น้ำนมดิบในถังผสม พบจำนวนโคลิฟอร์ม โคลิฟอร์ม *E. coli* และ *B. cereus* ลดลง และไม่พบ *S.*
และ *E. coli* ลดลง น้ำนมพาสเจอร์ไรส์ ได้แก่ น้ำนมพาส *aureus* ทั้งก่อนและหลังการใช้ระบบ HACCP ดังแสดง
เจอร์ไรส์ในถังพักบรรจุพบจำนวนโคลิฟอร์ม และ *E. ในตารางที่ 3*

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำนมก่อนและหลังนำระบบ HACCP มาใช้ในกระบวนการผลิต

ตัวอย่าง	จุลินทรีย์ (หน่วย)	ก่อนนำระบบ HACCP มาใช้ ค่าเฉลี่ยจำนวน จุลินทรีย์	หลังนำระบบ HACCP มาใช้ ค่าเฉลี่ยจำนวนจุลินทรีย์	Mean different (%)
1. น้ำนมดิบจาก เกษตรกร	แบคทีเรียทั้งหมด (cfu/ml) โคลิฟอร์ม (MPN/100ml) <i>E. coli</i> (cfu/0.1ml) <i>S. aureus</i> (cfu/0.1ml) <i>B. cereus</i> (cfu/ml)	2.6×10 ³ ≥2400 3.3×10 ³ 9.8×10 ¹ 10	3.3×10 ³ 28 1.7×10 ² 2×10 ² <10	เพิ่มขึ้น 21% ลดลง 99% ลดลง 95% เพิ่มขึ้น 51% 0.0
2. น้ำนมดิบจาก รถขนส่งของ อุตสาหกรรมนม	แบคทีเรียทั้งหมด (cfu/ml) โคลิฟอร์ม (MPN/100ml) <i>E. coli</i> (cfu/0.1ml) <i>S. aureus</i> (cfu/0.1ml) <i>B. cereus</i> (cfu/ml)	1.6×10 ³ ≥2400 3.13×10 ² 7.3×10 ² <10	- - - - -	- - - - -
3. น้ำนมดิบในถังพัก น้ำนม	แบคทีเรียทั้งหมด (cfu/ml) โคลิฟอร์ม (MPN/100ml) <i>E. coli</i> (cfu/0.1ml) <i>S. aureus</i> (cfu/0.1ml) <i>B. cereus</i> (cfu/ml)	1.1×10 ³ ≥2400 1.2×10 ³ 4.9×10 ² <10	2.9×10 ³ 27 1.1×10 ² 2.2×10 ² <10	เพิ่มขึ้น 62% ลดลง 99% ลดลง 95% ลดลง 55% 0.0
4. น้ำนมดิบในถังผสม	แบคทีเรียทั้งหมด (cfu/ml) โคลิฟอร์ม (MPN/100ml) <i>E. coli</i> (cfu/0.1ml) <i>S. aureus</i> (cfu/0.1ml) <i>B. cereus</i> (cfu/ml)	5.2×10 ³ 210 1.0×10 ³ 2.2×10 ² <10	6.6×10 ³ 15 6.0×10 ¹ 3×10 ² <10	เพิ่มขึ้น 10% ลดลง 95% ลดลง 94% เพิ่มขึ้น 27% 0.0
5. น้ำนมพาสเจอร์ไรส์ ในถังพักบรรจุ	แบคทีเรียทั้งหมด (cfu/ml) โคลิฟอร์ม (MPN/100ml) <i>E. coli</i> (cfu/0.1ml) <i>S. aureus</i> (cfu/0.1ml) <i>B. cereus</i> (cfu/ml)	8.3×10 ² 150 2.3×10 ¹ ไม่พบ 40	9.2×10 ² 3.6 ไม่พบ 1.6×10 ² 1.3×10 ²	เพิ่มขึ้น 10% ลดลง 98% ลดลง 100% เพิ่มขึ้น 100% เพิ่มขึ้น 99.2%
6. ผลัดกันข้ามนมพาส เจอร์ไรส์ในห้องบรรจุ	แบคทีเรียทั้งหมด (cfu/ml) โคลิฟอร์ม (MPN/100ml) <i>E. coli</i> (cfu/0.1ml) <i>S. aureus</i> (cfu/0.1ml) <i>B. cereus</i> (cfu/ml)	6.8×10 ² <3 2.3×10 ¹ 1.5×10 ⁴ 50	1.9×10 ³ 38 ไม่พบ 2 <10	เพิ่มขึ้น 64% เพิ่มขึ้น 92% ลดลง 100% ลดลง 99% ลดลง 80%
7. ผลัดกันข้ามนมพาสเจ อร์ไรส์ในห้องเย็น	แบคทีเรียทั้งหมด (cfu/ml) โคลิฟอร์ม (MPN/100ml) <i>E. coli</i> (cfu/0.1ml) <i>S. aureus</i> (cfu/0.1ml) <i>B. cereus</i> (cfu/ml)	3.5×10 ³ 9.2 3.6×10 ¹ ไม่พบ 50	2.5×10 ² 3.6 ไม่พบ ไม่พบ <10	ลดลง 93% ลดลง 60% ลดลง 100% 0.0 ลดลง 80%

การเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอุปกรณ์สัมผัสน้ำนมก่อนและหลังนำระบบ HACCP มาใช้ ในกระบวนการผลิต ได้แก่ ปลาหย่อย นมของเครื่องบรรจุ 1 และ 2 หลังนำระบบ HACCP มาใช้พบจำนวน Aerobic mesophilic count และแบคทีเรียโคลิฟอร์มลดลง ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอุปกรณ์สัมผัสน้ำนมก่อนและหลังนำระบบ HACCP มาใช้ในกระบวนการผลิต

ตัวอย่าง	จุลินทรีย์	ก่อนนำระบบ HACCP มาใช้ จำนวนจุลินทรีย์ (cfu/cm ³)	หลังนำระบบ HACCP มาใช้ จำนวนจุลินทรีย์ (cfu/cm ³)	เปรียบเทียบ (%)
1. ปลาหย่อยนมของเครื่องบรรจุ 1	Aerobic mesophilic count โคลิฟอร์ม	1.75 6.45	1.58 ไม่พบ	ลดลง 10% ลดลง 100%
2. ปลาหย่อยนมของเครื่องบรรจุ 2	Aerobic mesophilic count โคลิฟอร์ม	5.23 2.3	1.28 ไม่พบ	ลดลง 80% ลดลง 100%

3.3 ความรู้ก่อนและหลังการอบรมเรื่อง GMP และระบบ HACCP

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ลักษณะทางประชากร

ผลการศึกษาของกลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการอบรมจำนวน 22 คน พบว่า เป็นเพศชายร้อยละ 56.2 มีอายุเฉลี่ย 43.1 ปี (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.7 ปี) ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาสูงสุดคือ มัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 31.2 รองลงมาคือระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 25.0 ส่วนใหญ่มีระยะเวลาการทำงานอยู่ในช่วง 5 – 10 ปี ร้อยละ 37.6 ตำแหน่ง/แผนกการทำงาน ประกอบด้วย แผนกรับน้ำนมดิบ ร้อยละ 6.2 แผนกควบคุมคุณภาพ ร้อยละ 18.8 แผนกพาสเจอร์ไรส์ ร้อยละ 12.5 แผนกบรรจุ ร้อยละ 12.5 แผนกเงิน/จ่ายนม ร้อยละ 18.8 แผนกซ่อมบำรุง

ร้อยละ 12.5 แผนกขนส่ง ร้อยละ 6.2 และแผนกอื่นๆ ร้อยละ 12.5 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เคยได้รับการอบรมเกี่ยวกับ GMP คิดเป็นร้อยละ 93.8 และเคยได้รับการอบรมเกี่ยวกับระบบการวิเคราะห์อันตรายและการควบคุมจุดวิกฤต (HACCP) คิดเป็นร้อยละ 25

ส่วนที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับระบบ GMP และระบบ HACCP

พบว่าระดับความรู้เกี่ยวกับระบบ GMP และระบบ HACCP ก่อนการอบรม ส่วนใหญ่มีความรู้อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 81.8 รองลงมาคือ ระดับต่ำ ร้อยละ 18.2 หลังการอบรมกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้ระดับปานกลาง ร้อยละ 72.7 รองลงมาคือ ระดับสูง ร้อยละ 27.3 โดยมีระดับความรู้ระดับสูงเพิ่มขึ้นร้อยละ 27.3 ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ร้อยละของระดับความรู้เกี่ยวกับ GMP และระบบ HACCP ก่อนและหลังการอบรม (N = 22)

ระดับความรู้ (คะแนน)	ก่อนการอบรม		หลังการอบรม	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ความรู้สูง (มากกว่า ร้อยละ 80)	0	0.0	6	27.3
ความรู้ปานกลาง (ร้อยละ 60-79.9)	18	81.8	16	72.7
ความรู้ต่ำ (น้อยกว่า ร้อยละ 60)	4	18.2	0	0.0

การเปรียบเทียบความรู้เกี่ยวกับระบบ GMP และระบบ HACCP ก่อนและหลังการอบรมของกลุ่มตัวอย่าง พบว่ากลุ่มตัวอย่างจำนวน 22 คน ก่อนการอบรมมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้เท่ากับ 14.81 คะแนน

และหลังการอบรม มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ เท่ากับ 18.12 คะแนน โดยที่ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ของกลุ่มตัวอย่างหลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้เกี่ยวกับ GMP และระบบ HACCP ก่อนและหลังการอบรมของกลุ่มตัวอย่าง

ความรู้เรื่อง GMP และระบบ HACCP	N	X	S.D.	95% Confidence Interval of the Difference		T	df	p-value
				Lower	Upper			
ก่อนอบรม	22	14.81	1.37	-2.816	0.191	1.861	15	0.042
หลังอบรม	22	18.12	2.39					

$p < 0.05$

3.4 อภิปรายผลการศึกษา

จากการนำระบบ HACCP มาประยุกต์ใช้ในโรงงานผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ขนาดเล็ก หลังการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับระบบ GMP และระบบ HACCP พบว่าหลังการอบรม ผู้เข้ารับการอบรมมีระดับความรู้ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งระดับความรู้ที่เพิ่มขึ้นนี้มีผลโดยตรงต่อปริมาณการปนเปื้อนข้ามของเชื้อจุลินทรีย์ อันเนื่องมาจากสุขวิทยาส่วนบุคคล วิธีการปฏิบัติงาน การล้างทำความสะอาดภาชนะ อุปกรณ์สัมผัส (9)

จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอาจมีมากกว่าหนึ่งจุดในการควบคุมอันตรายชนิดเดียวกัน การกำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในระบบ HACCP ใช้หลักการของ Decision tree จากการระบุขั้นตอนที่เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม กำหนดค่าจำกัดวิกฤต การจัดทำระบบการเฝ้าระวังมาตรการแก้ไข และวิธีการทวนสอบ ในกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ กำหนดเป็นแผนปฏิบัติการ HACCP สำหรับกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์บรรจุจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมที่ 1 ในขั้นตอนที่ 11 Pasteurization อาจพบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่เหลืรอดจากการพาสเจอร์ไรส์ เนื่องจากอุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรส์ไม่ได้ตามค่าที่กำหนด จึงกำหนดมาตรการควบคุม คือ การควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรส์ ค่าจำกัดวิกฤต คือ อุณหภูมิสูงกว่า 75 °C ระยะเวลา 16 วินาที

ซึ่งมีระบบการเฝ้าระวัง คือ พนักงานควบคุมเครื่องพาสเจอร์ไรส์อ่านข้อมูลจาก Monitor บริเวณเครื่องพาสเจอร์ไรส์และเทอร์โมกราฟ ทุก 30 นาที และจดบันทึกลงในแบบบันทึกการพาสเจอร์ไรส์ และมีการกำหนดมาตรการแก้ไข คือ หากพนักงานควบคุมเครื่องพาสเจอร์ไรส์พบว่าอุณหภูมิการพาสเจอร์ไรส์ต่ำกว่า 75 °C พนักงานจะจดบันทึกลงในแบบบันทึกการพาสเจอร์ไรส์ และจะส่งน้ำนมเข้าสู่ขั้นตอนที่ 7 คือ การปรับระดับการไหลเพื่อพาสเจอร์ไรส์ใหม่ หรือหากพนักงานควบคุมเครื่องพาสเจอร์ไรส์พบว่า อุณหภูมิการพาสเจอร์ไรส์ต่ำกว่า 75 °C พนักงานจะจดบันทึกลงในแบบฟอร์มเดียวกัน และจะกักน้ำนมไว้ในขั้นตอนรอบรรจุเพื่อรอการวิเคราะห์จากฝ่ายควบคุมคุณภาพ ซึ่งมีการทวนสอบ คือ การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ก่อโรคที่เหลืรอดหลังจากพาสเจอร์ไรส์ และการตรวจสอบแบบบันทึกการพาสเจอร์ไรส์ โดยหัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ

จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมที่ 2 ในขั้นตอนที่ 14 ถึงพักรอบรรจุ อาจพบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคเจริญเติบโตเนื่องจากอุณหภูมิไม่ได้ตามที่กำหนด จึงกำหนดมาตรการควบคุม คือ ควบคุมอุณหภูมิน้ำนมให้อยู่ระหว่าง 3-5 °C ค่าจำกัดวิกฤต คือ อุณหภูมิน้ำนม $\leq 8^{\circ}\text{C}$ ซึ่งมีระบบการเฝ้าระวัง คือ พนักงานแผนกควบคุมคุณภาพตรวจวัดอุณหภูมิน้ำนมในถังพักรอบรรจุโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์

ทุก 30 นาที และจดบันทึกลงในแบบบันทึกอุณหภูมิ น้ำนมในถังพักครอบบรรจุ และมีการกำหนดมาตรการแก้ไข คือ หากพนักงานแผนกควบคุมคุณภาพพบว่าอุณหภูมิ น้ำนมในถังพักครอบบรรจุสูงกว่า 8°C พนักงานจะจดบันทึกลงในแบบฟอร์ม จากนั้นให้พนักงานแผนกควบคุมคุณภาพ แจ้งหัวหน้าแผนกผลิตเพื่อให้พิจารณาให้น้ำนมกลับไปพาสเจอร์ไรส์อีกครั้ง ซึ่งมีการทวนสอบ คือ การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ก่อโรคที่เหลืรอดหลังจากพาสเจอร์ไรส์ และการตรวจสอบแบบบันทึกอุณหภูมิ น้ำนมในถังพักครอบบรรจุ โดยหัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ

จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมที่ 3 ในขั้นตอนที่ 16 บรรจุ อาจพบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่ปนเปื้อนจากเครื่องบรรจุ จึงมีการกำหนดมาตรการควบคุม คือ มีการ CP เครื่องบรรจุก่อนและหลังการใช้งาน และควบคุมการล้างทำความสะอาดท่อสามทางและปลายท่อจ่ายนม กำหนดค่าวิกฤต คือ เวลาที่ใช้ในการแช่น้ำยาทำความสะอาดท่อสามทางและปลายท่อจ่ายนมไม่ต่ำกว่า 10 นาที ซึ่งมีระบบการเฝ้าระวัง คือ พนักงานฝ่ายผลิตบันทึกเวลาการทำความสะอาดท่อสามทางและปลายท่อจ่ายนม ก่อนและหลังการผลิต ลงในแบบบันทึกเวลาการแช่น้ำยาทำความสะอาด และมีการกำหนดมาตรการแก้ไข คือ หากหัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพตรวจสอบระยะเวลาการแช่น้ำยาทำความสะอาดแล้วไม่ถึงตามระยะเวลาที่กำหนด หรือพนักงานฝ่ายผลิตไม่ได้มีการบันทึกระยะเวลาการทำความสะอาด ให้แจ้งหัวหน้าฝ่ายผลิตเพื่อพิจารณาชะลอการผลิต และให้พนักงานฝ่ายผลิตนำท่อสามทางและปลายท่อจ่ายนมไปแช่น้ำยาทำความสะอาดอีกครั้งก่อนดำเนินการผลิต ซึ่งมีการทวนสอบ คือ ตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์โดยการ swab test ท่อสามทางและปลายท่อจ่ายนม และตรวจสอบแบบบันทึกเวลาการแช่น้ำยาทำความสะอาดทุกครั้งก่อนการผลิต โดยหัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ

จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมที่ 4 ในขั้นตอนที่ 17 ผลิตภัณฑ์ในห้องเย็น อาจพบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียเนื่องจากอุณหภูมิไม่เป็นไปตามที่กำหนด จึงมีการกำหนดมาตรการควบคุม คือ ควบคุมอุณหภูมิภายในห้องเย็นไม่ให้เกิน 8°C กำหนด

ค่าวิกฤต คือ อุณหภูมิในห้องเย็น $\leq 8^{\circ}\text{C}$ ซึ่งมีระบบการเฝ้าระวัง คือ พนักงานควบคุมคุณภาพอ่านข้อมูลจากเทอร์โมมิเตอร์ในห้องเย็น ทุก 30 นาที และจดบันทึกลงในแบบบันทึกอุณหภูมิห้องเย็น และมีการกำหนดมาตรการแก้ไข คือ หากพนักงานควบคุมคุณภาพพบว่าอุณหภูมิในห้องเย็นเกิน 8°C พนักงานจะจดบันทึกลงในแบบบันทึกอุณหภูมิห้องเย็น แล้วทำการลดอุณหภูมิในห้องเย็นให้ต่ำกว่า 8°C ซึ่งมีการทวนสอบ คือ ตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ก่อโรคที่เหลืรอดหลังจากการพาสเจอร์ไรส์ และตรวจสอบแบบบันทึกอุณหภูมิห้องเย็นโดยหัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนจุลินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์ที่ทำการตรวจวิเคราะห์ ได้แก่ แบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์มแบคทีเรีย *E. coli*, *S. aureus* และ *B. cereus* ผลการวิเคราะห์สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ผลการวิเคราะห์นํ้านมดิบ พบว่า

1. ตัวอย่างนํ้านมดิบจากเกษตรกร หลังการนำระบบ HACCP มาใช้ พบว่า จำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย *E. coli* และ *B. cereus* มีจำนวนลดลง แต่แบคทีเรียทั้งหมดและ *S. aureus* มีจำนวนเพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ดังกล่าวอาจเกิดจากความสะอาดในการรีดนมและความสะอาดของอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการรีดนม และการรักษาความเย็นของนํ้านมหลังจากการรีด (10) และอาจเกิดจากสุขวิทยาส่วนบุคคลที่ไม่ดี หรือผู้ปฏิบัติงานอาจมีแผลตามผิวหนัง หรือเกิดจากการไอ จาม ขณะปฏิบัติงาน (11)

2. ตัวอย่างนํ้านมดิบในถังพักนํ้านม หลังการนำระบบ HACCP มาใช้ พบว่าจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย, *E. coli* และ *S. aureus* มีจำนวนลดลง แต่แบคทีเรียทั้งหมดมีจำนวนเพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ดังกล่าวอาจเกิดจากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมาจากนํ้านมดิบจากเกษตรกร และนํ้านมดิบจากรถขนส่งของโรงงานผลิตอุตสาหกรรมนม (12)

3. ตัวอย่างนํ้านมดิบในถังผสม หลังการนำระบบ HACCP มาใช้ พบว่า โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *E. coli* มีจำนวนลดลง แต่ แบคทีเรียทั้งหมด และ *S. aureus* มีจำนวนเพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ดัง

กล่าวอาจเกิดจากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมาจากน้ำนมดิบจากเกษตรกร และน้ำนมดิบจากโรงงานส่งของโรงงานอุตสาหกรรมนม(12)

ผลการวิเคราะห์น้ำนมพาสเจอร์ไรส์ พบว่า

1. ตัวอย่างน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ในถังพักครอบบรรจุ หลังการนำระบบ HACCP มาใช้ พบว่า โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *E. coli* มีจำนวนลดลง แต่แบคทีเรียทั้งหมด *S. aureus* และ *B. cereus* มีจำนวนเพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ดังกล่าว อาจเกิดจากการล้างทำความสะอาดอุปกรณ์สัมผัสพื้นน้ำนม หรือเกิดจากอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำนม อย่างไรก็ตาม *B. cereus* ลักษณะของเชื้อมีความทนทานต่ออุณหภูมิสูงอาจเหลือรอดจากการพาสเจอร์ไรส์และสามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 °C (13)

2. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ในห้องบรรจุ หลังการนำระบบ HACCP มาใช้ พบว่า *E. coli*, *S. aureus* และ *B. cereus* มีจำนวนลดลง แต่ แบคทีเรียทั้งหมด และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย มีจำนวนเพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ดังกล่าวอาจเกิดจากความสะอาดของท่อส่งน้ำนมจากถังครอบบรรจุเนื่องจากอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาที่ใช้ในการทำ ความสะอาดท่อส่งน้ำนมไม่เหมาะสม อาจเกิดจากระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำนมดิบก่อนการผลิตที่นานกว่า 8 ชั่วโมง ทำให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์สูงขึ้น และอาจเกิดจากบรรจุภัณฑ์ที่ไม่สะอาดซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นันทพร บุญเนา (13) ได้ศึกษาการใช้ระบบ HACCP ในการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ขนาดเล็กโดยเลือกโรงงานตัวอย่างในกรุงเทพฯ พบว่า หลังการนำระบบ HACCP มาใช้ อุณหภูมิบรรจุมีจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการเก็บรักษาบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสม

3. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ในห้องเย็น หลังการนำระบบ HACCP มาใช้ พบว่า แบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์มแบคทีเรีย *E. coli* และ *B. cereus* มีจำนวนลดลง และไม่พบ *S. aureus*

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างจากอุปกรณ์สัมผัสน้ำนมโดยการ Swab test ได้แก่ ปลายท่อจ่ายนมของเครื่องบรรจุ 1 และ 2 พบว่าจำนวน Aerobic mesospheric

count และแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ลดลง ซึ่งบ่งชี้ถึงการมีสุขลักษณะการผลิตและการสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้น (14)

4. สรุป

จากผลการวิเคราะห์ทางชีวภาพ พบว่าจุลินทรีย์ที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ คือ ขั้นตอน Pasteurization ถึงพักครอบบรรจุ การบรรจุ และผลิตภัณฑ์ในห้องเย็น หลังการใช้ระบบ HACCP พบว่า น้ำนมพาสเจอร์ไรส์ในถังพักครอบบรรจุ พบจำนวนโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ลดลง แต่จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด *S. aureus* และ *B. cereus* เพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ในห้องบรรจุ พบจำนวน *E. coli*, *S. aureus* และ *B. cereus* ลดลง แต่พบจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด และจำนวนโคลิฟอร์มเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ในห้องเย็น พบจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์ม *E. coli* และ *B. cereus* ลดลง และไม่พบ *S. aureus* ทั้งก่อนและหลังการใช้ระบบ HACCP การเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอุปกรณ์สัมผัสพื้นน้ำนมก่อนและหลังนำระบบ HACCP มาใช้ ในกระบวนการผลิต ได้แก่ ปลายท่อจ่ายนมของเครื่องบรรจุ 1 และ 2 หลังนำระบบ HACCP มาใช้พบจำนวน Aerobic mesospheric count และโคลิฟอร์มแบคทีเรียลดลง โดยจุลินทรีย์ที่มีจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากมีปัจจัยหลายประการที่ยังมิได้ปรับปรุงแก้ไข ซึ่งหากมีการปฏิบัติตามมาตรการควบคุมอย่างเข้มงวดจะสามารถลดจุดวิกฤตดังกล่าวได้เป็นอย่างดี และจุดวิกฤตที่มีจุลินทรีย์ลดลงนั้นสามารถสรุปได้ว่า ระบบ HACCP อาจสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมคุณภาพด้านอาหารปลอดภัยควบคู่ไปกับระบบ GMP ในอุตสาหกรรมการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ขนาดเล็กได้

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ทำการวิจัยขอขอบคุณ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในการศึกษาค้นคว้านี้ ตามงบประมาณเงินรายได้

ปีงบประมาณ 2557 และขอขอบพระคุณกลุ่มผู้เลี้ยงโคนม
จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าไป
ศึกษาวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- (1) Watanasin S. Food safety (using HACCP). Association of Publishers (Thailand - Japan); 2000. Thai
- (2) Department of Medical Science: Ministry of Public Health [Internet]. 2013 [updated 2013 May 16; cited 2013 Dec 10]. Available from: <http://www.bpl.co.th/bpl/>. Thai
- (3) Milk the 264 student pop-suck puke. Kom Chad Luek. 2012 Aug 5. p. 11. Thai
- (4) Claeys W, Cardoen S, Daube G, Block J, Dewettnck K, Dierick K, et al. Raw or heated cow milk consumption: Review of risks and benefits. *Int J Food Control*. 2013; 31: 251-262.
- (5) Industrial milk. The production of milk in the country [Internet]. 2013 [updated 2013 May 16; cited 2013 Dec 10]. Available from: http://fic.nfi.or.th/food/upload/pdf/6_1746.pdf. Thai.
- (6) Wibuloutai J, Somdee T, Phetsom J. Exposure Assessment of pathogenic microbial from small scale pasteurizes school milk. *KKU Res J*. 2010;15 (1): 57-66. Thai
- (7) Kirtipiboon S. Systems quality assurance of food safety, HACCP. Association of Publishers (Thailand - Japan); 2002. Thai
- (8) AOAC International. Guidelines for laboratories performing microbiological and chemical analyses of food and pharmaceuticals, Estados Unidos: AOAC International; 2006.
- (9) Pandee S, Soydam A. Papers published academic : Project to reduce import milk yield a guide to determine the quality of milk. Kasetsart University. 2003. Thai
- (10) Meechock S, Saipan P, Mahakang S. Effects of temperature and duration of storage of the inoculum *Bacillus serious* in pasteurized milk. Khon Kaen University; 2010. Thai
- (11) Tippawan P, Korphaibool P, and Watanasung P. Factors affecting the microbial contamination of pasteurized milk in the production of small milk processing plant: King Mongkut's Institute of Technology Lat Krabang, Bangkok. Thai
- (12) Belli P, Cantafora F, Stella S, Barbieri S, Crimella C. Microbiological survey of milk and dairy products from a small scale dairy processing unit in Maroua (Cameroon). *Int J Food Control*. 2013; 32: 366-370.
- (13) Boonnau N. Studies on the use of HACCP system in the production of milk pasteurization plant samples [MSc thesis]. Kasetsart University; 2002. Thai.
- (14) Opiyo A, Wangoh J, Njage P. K. Microbiological Performance of Dairy Processing Plants is Influenced by Scale of Production and the Implemented Food Safety Management System: A Case Study. *Journal of Food Protection*. 2013; 76: 975-983.