

การวิเคราะห์อันตรายและการออกแบบระบบประกันคุณภาพด้านความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ ไอศกรีมในโรงงานไอศกรีมปาดัน

Hazard analysis and design of quality assurance system for the safety of ice cream products produced by PATON ice cream factory

อัจฉริยา สุริยคุปต์¹⁾ เบญจมาศ ไชยคำหล้า¹⁾ สกุนต์ บวรสมบัติ²⁾ และสิทธินัน บวรสมบัติ¹⁾

1) ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ Email : sittisin@mju.ac.th

1) Department of Food technology, Faculty of Engineering and Agro Industry, Maejo University.

2) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2) Department of Biology, Faculty of Science. Chiang Mai University.

บทคัดย่อ

จากผังโรงงานและแผนภูมิการผลิตไอศกรีมทั้ง 3 ชนิด เมื่อนำมาประกอบกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการปฏิบัติงานในโรงงานไอศกรีมปาดัน จ. เชียงใหม่ ทำให้สามารถระบุจุดที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย จากผลการตรวจสอบอากาศของโรงงาน พบว่าอากาศในบริเวณต่างๆ ส่วนใหญ่มีจุลินทรีย์สูงกว่า 15 cfu/15 นาที ยกเว้นห้องบรรจุและห้องเตรียมผสม 1 แบคทีเรียที่ตรวจพบบนพื้นผิวเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ ภายหลังการล้างตามวิธีปกติ มีค่าสูงกว่า 3.7×10^3 cfu/ตร.ซม การล้างมือของบุคลากรและแช่มือในน้ำที่มีคลอรีนอิสระ 50 ppm มีผลทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงอย่างน้อย 2 log cycle และยังมีผลต่อการลดหรือทำลาย *Staphylococcus aureus* อย่างน้อย 2-3 log cycle เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาสร้างระบบประกันคุณภาพที่เหมาะสม พบว่าผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและส่วนประกอบที่สุ่มตรวจ 8 รายการ มีปริมาณจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข จากการพิจารณาความเป็นไปได้ในการรักษาระบบประกันคุณภาพ จึงได้กำหนดจุดและความถี่ของการสุ่มตรวจตัวอย่าง ซึ่งบางวิธีการสามารถทำได้โดยบุคลากรของโรงงาน นอกเหนือจากนั้นอาจทำได้ภายในองค์กรหรืออาศัยบริการจากห้องปฏิบัติการภายนอก

คำสำคัญ : ไอศกรีม จีเอ็มพี สุขลักษณะ การปนเปื้อนข้าม การประกันคุณภาพ

1. บทนำ

ไอศกรีม เป็นผลิตภัณฑ์นมประเภทหนึ่งที่ได้รับ ความนิยมจากผู้บริโภคทุกเพศและทุกวัย โดยเฉพาะในประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศในเขตร้อน การผลิต ไอศกรีมในระดับอุตสาหกรรมจำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ถูกออกแบบมาอย่างเหมาะสม และ ต้องมีวิธีการผลิตที่ถูกสุขลักษณะ สิ่งทีกล่าวมาในตอน นี้เป็นสภาพที่ปรากฏ และพบได้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ แต่สำหรับโรงงานในระดับขนาดกลาง และขนาดเล็ก การใช้เครื่องจักร เครื่องมือ และวิธีการ ผลิต กลับเป็นอุปสรรคที่สำคัญในการที่จะพัฒนาคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ให้ขึ้นสู่ระดับ

มาตรฐานสากลได้

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ได้ออก ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 193) พ.ศ. 2543 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร เพื่อบังคับใช้กับผู้ผลิตอาหาร 54 ชนิด(รวมไอศกรีม) ต้องปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับสุขลักษณะที่ดีในการปฏิบัติงาน ข้อกำหนด ต่างๆ ในกฎหมายดังกล่าวได้พัฒนามาจาก GMP (Good Manufacturing Practice) สากล ที่กลุ่มประเทศ ที่พัฒนาแล้วได้นำไปบังคับใช้กับผู้ผลิตอาหารของตน ถึงแม้ว่า GMP กฎหมายจะมีข้อกำหนดที่ยืดหยุ่นอยู่ มากก็ตาม แต่ในแง่มุมมองของผู้ประกอบการขนาดกลาง

และขนาดเล็ก (SME) ที่ไม่มีนักวิทยาศาสตร์การอาหารประจำโรงงาน กลับมีความสลับซับซ้อนและยากต่อการปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ประกอบการรายเดิม ที่ต้องการปรับปรุงโครงสร้างหรือขยายอาคารผลิตและการปรับปรุงสายการผลิตที่มีอยู่เดิม เพื่อให้สอดคล้องกับข้อกำหนดตามกฎหมายที่จะมีผลบังคับใช้สำหรับผู้ประกอบการรายเดิม

โรงงานไอศกรีมปาดัน เป็นโรงงานไอศกรีมท้องถิ่นขนาดกลาง ที่มีชื่อเสียงแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิด คือ แบบแท่งแบบถ้วย และแบบตัก โดยมีลูกค้ากลุ่มเป้าหมายได้แก่ประชาชนทั่วไปในเขตจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ในปัจจุบัน สถานภาพการผลิตมีการใช้เครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติและแรงงานคน ซึ่งเข้าช่วยของการผลิตแบบโรงงาน แต่ยังมีอุปสรรคเรื่องการวางระบบประกันคุณภาพที่เหมาะสมกับสถานภาพของการจัดจำหน่าย

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 จัดทำแผนผังโรงงาน

ทำการเก็บข้อมูลการวางผังโรงงาน ณ สถานที่ผลิตไอศกรีม และร่วมปรึกษากับผู้ประกอบการเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

2.2 จัดทำแผนภูมิกระบวนการผลิตไอศกรีม

รวบรวมข้อมูลการผลิตไอศกรีม 3 แบบ จากการสอบถามผู้ประกอบการ และจากการตรวจสอบการปฏิบัติงานจริง แล้วจัดทำเป็นแผนภูมิการผลิต

2.3 วิเคราะห์จุดที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนของไอศกรีม

จากแผนภูมิการผลิตไอศกรีมและการสังเกตการปฏิบัติงาน ทำการวิเคราะห์จุดที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนของไอศกรีม โดยอาศัยแนวทางการดำเนินงาน ภายใต้โปรแกรมพื้นฐานด้านสุขลักษณะ หรือ GMP กฎหมาย (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 193, 2543)

2.4 การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ในอากาศ

เปิดจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร PCA ทั้งไว้ 15 นาที (Maturini และ Peeler, 1998) ณ บริเวณที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการก่อให้เกิดการปนเปื้อน 9 จุด ทำซ้ำ 3 วัน ภายใน 2 สัปดาห์

2.5 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์บนผิวของเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ภายหลังการทำ ความสะอาด

ทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count: TPC) บนพื้นผิวของเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต หลังจากการล้างด้วยวิธีการของโรงงาน ซึ่งจะทำให้การฆ่าเชื้อด้วยน้ำผสมคลอรีนเฉพาะแม่พิมพ์ไอศกรีมแท่ง ด้วยวิธี swab test (Robert และคณะ, 1995) บนพื้นที่ 25 ตร.ซม นับจำนวนจุลินทรีย์ด้วยวิธี pour plate ทำซ้ำ 2 ครั้ง

2.6 การตรวจสอบสุขลักษณะของบุคลากร

ทำการตรวจปริมาณจุลินทรีย์บนฝ่ามือของพนักงานฝ่ายผลิตไอศกรีม และผู้ขายไอศกรีมตัก ฝ่ายละ 3 คน ด้วยวิธีการ swab test บนฝ่ามือของบุคลากรดังกล่าว เปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ก่อน และหลังการได้รับคำแนะนำเรื่องการล้างมืออย่างถูกต้อง ตรวจนับปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดด้วยวิธี pour plate และตรวจนับปริมาณ *S. aureus* ด้วยการใช้ Petrifilm (3M)

2.7 สร้างระบบประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์

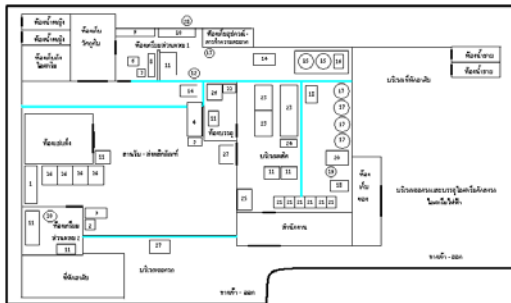
จากผังโรงงานและแผนภูมิการผลิตที่ได้จัดทำขึ้น ประกอบกับข้อมูลที่จะได้รับจากข้อ 2.3-2.6 สามารถนำมาพิจารณา เพื่อดำเนินการติดตั้งระบบประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และประเมินประสิทธิภาพของระบบประกันคุณภาพ โดยการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางจุลชีววิทยา คือ TPC, *Escherichia coli* ตามวิธีของ Robert (1995) และ *S. aureus* โดยใช้ Petrifilm (3M) เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ตามรูปแบบเดิม ทำการทดลอง 3 ครั้ง จากนั้นจึงกำหนดวิธีการที่เหมาะสมกับศักยภาพในปัจจุบันของโรงงาน ในงานควบคุมคุณภาพ

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

3.1 จัดทำแผนผังโรงงาน

แผนผังโรงงานผลิตไอศกรีม ได้แสดงไว้ในรูปที่ 1 พบว่าเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต ได้ถูกจัดวางไว้ตรงตามสายการผลิต โดยได้รับประโยชน์จากการต่อเติม

อาคารผลิตเดิมและมีการก่อสร้างห้องบรรจุแยกออกจากบริเวณผลิต



รูปที่ 1 แผนผังโรงงานผลิตไอศกรีม

3.2 จัดทำแผนภูมิกระบวนการผลิตไอศกรีมศึกษา

การผลิตไอศกรีมแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การผลิตไอศกรีมขั้นต้น (ice cream base) ซึ่งจะใช้เป็นส่วนประกอบหลักของไอศกรีมแบบต่างๆ และการผลิตไอศกรีมเฉพาะแบบ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2

ไอศกรีมตั้งต้น

ผสมน้ำตาลและน้ำในถังฆ่าเชื้อ → ทิ้งไว้ข้ามคืน → เติมน้ำมัน

ต้มที่ 80°C → โฮโมจีไนส์ → เก็บในถังกวนบ่มที่ 4°C

ไอศกรีมตัก (เฉพาะ)

ไอศกรีมตั้งต้น → เติมน้ำมัน → เครื่องปั่นฟู → ถ่ายสู่ภาชนะ

ชั่งและแบ่งขาย เหลือเก็บที่ -25°C

ไอศกรีมแท่ง (เฉพาะ)

ไอศกรีมตั้งต้น → เครื่องปั่นฟู → เติมน้ำมันและส่วนประกอบ

เทลงพิมพ์ → แช่น้ำเย็น → ถอดออกจากแม่พิมพ์

เก็บที่ -25°C → บรรจุถุงพลาสติก → เก็บที่ -40°C เพื่อรอจำหน่าย

ไอศกรีมถ้วย (เฉพาะ)

ไอศกรีมตั้งต้นสูตรเข้มข้น → เติมน้ำมัน → เข้าเครื่องปั่นฟู

บรรจุถ้วยและปิดฝา → เก็บที่ -40°C รอจำหน่าย

รูปที่ 2 แผนภูมิการผลิตไอศกรีมชนิดต่างๆ

3.3 วิเคราะห์จุดที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนของไอศกรีม

จากแผนภูมิการผลิตไอศกรีม และจากการสังเกตการปฏิบัติงานจริงตลอดระยะเวลา 2 เดือน พบว่าบริเวณหรือจุดที่เสี่ยงก่อให้เกิดการปนเปื้อนแก่ผลิตภัณฑ์ ดังผลในตารางที่ 1 โดยอาศัย ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 193 พ.ศ. 2543 และประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 222 พ.ศ. 2544

ตารางที่ 1 ดัชนีชี้ปัจจัยที่จะก่อให้เกิดการปนเปื้อนแก่ไอศกรีม

รายการ	ดัชนีชี้ปัจจัยความปนเปื้อน
สถานที่ตั้งโรงงาน	ถนนดินหน้าโรงงาน ก่อให้เกิดฝุ่น อยู่ใกล้โรงงานขายเนื้อมะพร้าว ที่มีการผลิตเป็นระบบเปิดโล่ง
อาคารผลิต	ลานบรรจุไอศกรีมลงถัง เป็นลานโล่ง 3 ด้าน รถรับไอศกรีม จอดชิดลานโล่งที่ใช้บรรจุไอศกรีมลงถัง ม่านพลาสติกหน้าอาคารผลิต ยาวเกินไป รางระบายน้ำบางช่วงเพดานปิดทึบ ไม่มีอ่างล้างนมผสมคลอรีน สำหรับจุ่มรองเท้าก่อนเข้าอาคารอีกด้านหนึ่ง ไม่มีอ่างล้างมือในอาคารผลิตและห้องบรรจุ ช่องขนถ่ายไอศกรีมสำหรับรถขายไอศกรีมตัก เปิดโล่ง
เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ถังฆ่าเชื้อ และเครื่องโฮโมจีไนส์ ตั้งอยู่บนแท่นที่เป็นแผ่นสเตนเลส ยกสูงจากพื้นไม่ถึง 1 ฟุต ถังกวนบ่ม ติดตั้งอยู่ใกล้กับพื้นมากเกินไป ทำให้ต้องวางถังรองรับไอศกรีมบนพื้น ถังบรรจุไอศกรีมแบบตักไม่มีฝาปิดในขณะเก็บรักษาในตู้แช่แข็ง
การควบคุมกระบวนการผลิต	รับมะพร้าวไว้ในตอนเย็น ทิ้งไว้บริเวณลานหน้าอาคารผลิต แล้วนำไปคั้นกะทิในวันรุ่งขึ้น วัตถุดิบหลักและรอง ยังเก็บไม่เป็นระเบียบในโกดัง

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการ	ดัชนีชี้วัดความปลอดภัย
การควบคุมกระบวนการผลิต	ยังขาดวิธีการที่ดีในการ นำวัตถุดิบบางชนิดไปใช้
	เตรียมน้ำเชื่อมในตอนเย็น เก็บไว้ในถังฆ่าเชื้อ แล้วนำไปเติมส่วนผสมเข้าวันรุ่งขึ้น
	ต้มถั่วดำในตอนเย็นแล้วทิ้งไว้ ต้มซ้ำอีกครั้งในตอนเช้าก่อนนำไปใช้งาน
	เวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อมีน้อยกว่า 25 วินาที ที่ 80°C
	วางวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องมีการจับยกเท ลงบนพื้นโต๊ะที่เปียกและทำให้น้ำติดตามกันภาชนะ และไหลเข้าสู่ไอศกรีมขณะทำการเท
	ไม่ปิดฝาถังพักไอศกรีม สำหรับเครื่องปั่นฟูไอศกรีมด้วย
	ใช้วิธีการที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อน ในการนำไอศกรีมออกจากถังปั่นฟู สำหรับไอศกรีมตัก
	วิธีการเทไอศกรีมลงสู่แม่พิมพ์ ก่อให้เกิดความเสี่ยง
	ไม่ได้ปิดประตูห้องบรรจุขณะทำการบรรจุไอศกรีมลงสู่ภาชนะ
	ปลายสายยางที่นำมาไปใช้ วางทอดอยู่บนพื้น
	ไม่มีการล้างมือด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสมในขณะที่ปฏิบัติงาน แต่ใช้วิธีการจุ่มมือลงในถังน้ำหรือตักน้ำ ซึ่งไม่ค่อยได้เปลี่ยนน้ำ
	ไม่มีผลการวิเคราะห์น้ำ
การสุขาภิบาล	ไม่มีมาตรการที่ชัดเจนในการกำจัดสัตว์พาหะ
	ไม่มีอ่างล้างมือในอาคารผลิต
	ใช้อ่างล้างวัตถุดิบหน้าโรงงานสำหรับล้างมือ
	วางระบายน้ำอุดตัน
	พนักงานไม่ล้างมืออย่างสม่ำเสมอ

การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด	ไม่มีมาตรการการล้างเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ อย่างเหมาะสม
	มีบ่อน้ำผสมคลอรีนสำหรับจุ่มเท้าตรงบริเวณทางเข้าโรงงานไม่ครบทุกจุด
	ประตูห้องเก็บวัตถุดิบ เปิดออกสู่บริเวณผลิตตลอดเวลา
บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ปฏิบัติงาน	คนงานบางคนยังสวมใส่เครื่องประดับ
	ไม่มีการอบรมพนักงานด้านสุขลักษณะ
	ไม่มีข้อปฏิบัติสำหรับบุคคลภายนอกที่ต้องการเข้าภายในอาคารผลิต

3.4 การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ในอากาศ

การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ในอากาศ ณ บริเวณต่างๆ 9 แห่งทั้งภายในและภายนอกอาคารผลิต ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า ห้องเตรียมผสม 1 และ

ตารางที่ 2 ปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศ

บริเวณ	ปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศ (cfu/15 นาที)			
	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
ลานจอดรถรับไอศกรีมตัก	88	11	18.5	39.2
ลานรับ-ส่งวัตถุดิบ	47	24	18.5	29.8
ห้องเก็บวัตถุดิบ	18	24	13	18.3
ห้องเตรียมผสม 1	10	14	14	12.7
ห้องเตรียมผสม 2	31	44	44	39.7
หม้อต้มฆ่าเชื้อ	26	27	20.5	24.5
บ่อน้ำเกลือ	28	32	14.5	24.8
เครื่องปั่นฟูไอศกรีมด้วย	25	35	26	28.7
ห้องบรรจุ	8	10	14.5	10.8

ห้องบรรจุมีความสะอาดของอากาศ ที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือไม่เกิน 15 cfu/g (Maturinl และ Peeler, 1998) ในขณะที่บริเวณอื่นนอกเหนือจากที่กล่าวไว้ มีจำนวนจุลินทรีย์อยู่ในช่วง 25-40 cfu/15 นาที ซึ่งเป็น

ปริมาณที่เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด โดยเฉพาะห้องเตรียมส่วนผสม 2 ซึ่งเป็นบริเวณเดียวกับบริเวณปรุงอาหารของพนักงานและลานจอดรถรับไอศกรีมตัก จะมีปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศสูงสุดคือประมาณ 39-40 cfu/15 นาที สำหรับลานจอดรถ พบว่าปริมาณจุลินทรีย์จะผันแปรเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากเป็นบริเวณที่อยู่ติดกับด้านหน้าโรงงาน ซึ่งเป็นลานดินสำหรับจอดรถของผู้มาติดต่อ ประกอบกับความแรงของกระแสลมที่จะพัดพาฝุ่นละอองเข้าสู่บริเวณดังกล่าว อากาศที่ไม่สะอาดจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะก่อให้เกิดการปนเปื้อนแก่ไอศกรีม (M-E-Elahi และคณะ, 2002) ดังนั้นจึงสมควรที่จะมีมาตรการที่ชัดเจน ในการทำความสะอาดภายในและภายนอกอาคารผลิต เพื่อลดโอกาสที่จะมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนในอากาศ ในปริมาณดังกล่าว

3.5 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์บนผิวของเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ ภายหลังการทำความสะอาด

ผลการตรวจประเมินจุลินทรีย์บนพื้นผิวของเครื่องจักรและอุปกรณ์ ได้ผลดังแสดงไว้ในตารางที่ 3 พบว่า

ตารางที่ 3 ปริมาณจุลินทรีย์บนพื้นผิวเครื่องจักรและอุปกรณ์

เครื่องจักร และอุปกรณ์	ปริมาณจุลินทรีย์ (cfu/25 ตร.ซม)
หม้อต้ม	4.4×10^3
ถังกวนบ่ม	TNTC ที่ $1:10^3$
เครื่องปั่นฟูแวนนอน	TNTC ที่ $1:10^3$
เครื่องปั่นฟู-บรรจุถ้วย	3.7×10^3
แม่พิมพ์ไอศกรีมแท่ง ^{a)}	35

a) ล้างด้วยน้ำที่มีคลอรีนอิสระ 100 ppm

เครื่องมือที่มีรูปทรงที่ทำความสะอาดได้ยาก ส่งผลให้ไม่มีการล้างตามด้วยสารฆ่าเชื้อ พบปริมาณจุลินทรีย์สูงกว่า 3.7×10^3 cfu/25 ตร.ซม ในขณะที่แม่พิมพ์ไอศกรีมแท่งสามารถล้างตามด้วยน้ำผสมคลอรีน ซึ่งเป็นสารฆ่าเชื้อ พบว่าปริมาณจุลินทรีย์มีค่าต่ำกว่า คือ 35 cfu/25 ตร.ซม ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้สอดคล้องกับรายงานของ Sanz และคณะ (2002) ที่ระบุว่าปริมาณคลอรีนอิสระ 50 ppm ในน้ำสามารถลดปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดใน artichoke

ลงได้ 1 log cfu/g เพราะคลอรีนเป็นสารฆ่าเชื้อที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร (Holah และคณะ, 2002)

3.6 การตรวจสอบสุขลักษณะของบุคลากร

การตรวจปริมาณจุลินทรีย์บนฝ่ามือของบุคลากรที่ล้างมือตามปกติ และภายหลังจากการที่ได้รับการคำแนะนำในการล้างมือและจุ่มมือในน้ำที่มีคลอรีนอิสระ 50 ppm ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สุขลักษณะของผู้ปฏิบัติงานและผู้ชาย

บุคลากร	TPC (cfu/ฝ่ามือ)		<i>S. aureus</i> (cfu/ฝ่ามือ)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
พนักงาน 1	4.2×10^4	1.3×10^2	15	ไม่พบ
พนักงาน 2	5.3×10^3	35	ไม่พบ	ไม่พบ
พนักงาน 3	9.1×10^3	4.4×10^3	ไม่พบ	ไม่พบ
ผู้ชาย 1	7.9×10^8	7.5×10^7	10	ไม่พบ
ผู้ชาย 2	1.6×10^9	4.6×10^8	1.3×10^3	45
ผู้ชาย 3	3.5×10^8	2.9×10^5	1.2×10^3	ไม่พบ

ก่อน = ก่อนได้รับการแนะนำการล้างมือ

หลัง = ภายหลังได้รับการแนะนำการล้างมือ

พบว่าการล้างมืออย่างถูกวิธีและจุ่มมือในน้ำผสมคลอรีน 50 ppm มีผลทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงอย่างน้อย 2 log cycle และยังมีผลต่อการลดหรือทำลาย *S. aureus* อย่างน้อย 2-3 log cycle ซึ่ง Taylor และคณะ (2000) ได้รายงานว่าการล้างมือและทำให้มือแห้งจะช่วยลดปริมาณของ *S. aureus* ลงได้ Eley (1966) กล่าวว่า *S. aureus* เป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่พบได้ง่ายตามร่างกายของคนและวัสดุอุปกรณ์ที่ได้รับการสัมผัสจากคนที่มือปนเปื้อนด้วยเชื้อดังกล่าว

3.7 สร้างระบบประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์

จากการพิจารณาข้อมูลทั้งหมด ที่ได้รับในตอนต้น พบว่าการติดตั้งโปรแกรม GMP ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 193 พ.ศ. 2543 โดยการแก้ไขข้อปฏิบัติบางประการ ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดในกฎหมาย จะช่วยให้ไอศกรีมทุกชนิดที่ผลิตได้ในโรงงานมีมาตรฐานทางด้านจุลชีววิทยา อยู่ในเกณฑ์ของกระทรวงสาธารณสุข ดังผลการทดลองประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมพื้นฐานด้านสุขลักษณะ ใน

ตารางที่ 5 พบว่าแบคทีเรียทั้งหมดและ *S. aureus* มีปริมาณลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยแบคทีเรียทั้งหมดลดลงได้ในช่วง 1-2 log cycle พบ *S. aureus* ในไอศกรีม ตักรสกะทิ 10 cfu/g ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากมือของผู้ขาย ในระหว่างการขนถ่ายไอศกรีม และตรวจไม่พบ *E. coli* ในทุกตัวอย่าง เมื่อโรงงานได้ปฏิบัติตามระบบประกันคุณภาพบางประการ ที่ได้ถูกกำหนดขึ้น แนวโน้มการลดลงของจุลินทรีย์เหล่านี้ อาจจะมีมากขึ้น ถ้าหากผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหลาย มีความคุ้นเคยกับการทำงานภายใต้ระบบประกันคุณภาพ และสามารถปฏิบัติตามวิธีการควบคุมคุณภาพได้ครบถ้วน และท้ายที่สุดโรงงานได้ทำการอบรมพนักงานด้านสุขลักษณะจากวิทยากรภายนอก (รูปที่ 2) ทำให้บุคลากรทุกระดับ มีความรู้และความเข้าใจเพิ่มขึ้น เกี่ยวกับอันตรายจากจุลินทรีย์ และวิธีการป้องกัน

ตารางที่ 5 ประสิทธิภาพของระบบประกันคุณภาพที่เริ่มนำมาใช้

ช นี	ด TPC (cfu/g)		S. aureus (cfu/g)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ไอศกรีมและส่วนผสม				
บ่มธรรมชาติ	1.2×10^5	7.6×10^3	15	ไม่พบ
บ่มพิเศษ	6.5×10^5	1.9×10^4	5	ไม่พบ
ตักรสกะทิ	7.7×10^4	4.9×10^4	145	10
ถ้วยรสกะทิ	5.61×10^4	6.4×10^4	80	ไม่พบ
แท่งรวมมิตร	5.0×10^5	1.2×10^4	15	ไม่พบ
แท่งถั่วดำ	9.1×10^4	4.1×10^3	40	ไม่พบ
เครื่องรวมมิตรหนึ่ง	2.6×10^5	2.4×10^4	5	ไม่พบ
ถั่วดำต้ม	4.5×10^2	$< 2.5 \times 10^2$	5	ไม่พบ

ก่อน = ระบบปฏิบัติงานแบบเดิมของโรงงาน

หลัง = ระบบประกันคุณภาพที่เริ่มนำมาใช้

จุดและวิธีการควบคุมคุณภาพด้านจุลชีววิทยา ที่เหมาะสม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6 พบว่าการควบคุมคุณภาพในระยะแรก ควรกระทำด้วยความถี่อย่างน้อยตามที่ระบุไว้ในตาราง เพื่อให้มั่นใจได้ว่าจะสามารถควบคุมอันตรายได้ในระดับที่น่าพอใจ และอาจปรับเปลี่ยนจุดและความถี่ในการควบคุมในภายหลังขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสภาพการผลิต ในการวิเคราะห์

ด้านจุลินทรีย์ ผู้ประกอบการสามารถใช้บริการจากห้องปฏิบัติการทั้งของภาครัฐและเอกชน ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณคลอรีนอิสระในน้ำ สามารถทำได้โดยการใช้ชุดทดสอบภาคสนาม (freechlorine test kit) ซึ่งมีราคาที่เหมาะสมต่อการใช้งาน



รูปที่ ๕ การอบรม GMP แก่พนักงานและผู้ขายไอศกรีม

ตารางที่ 6 จุดและวิธีการควบคุมคุณภาพ

จุดควบคุมคุณภาพ	วิธีการควบคุมคุณภาพ	ความถี่
วัตถุดิบ: - มะพร้าว - เครื่องรวมมิตร	- TPC - TPC และ <i>S. aureus</i>	2 ครั้ง/ปี 2 ครั้ง/ปี
การล้างเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์	- วัดปริมาณคลอรีนอิสระในน้ำผสมคลอรีน สำหรับแช่ โดยใช้ test kit - TPC และ <i>S. aureus</i>	1 ครั้ง/วัน 2 ครั้ง/ปี
น้ำที่ใช้ในโรงงาน	- Coliform, <i>E. coli</i> และ จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค	2 ครั้ง/ปี
น้ำผสมคลอรีนสำหรับแช่มือและสำหรับฆ่าเชื้อที่รองเท้า	- วัดปริมาณคลอรีนอิสระในน้ำผสมคลอรีน สำหรับแช่ โดยใช้ test kit ทุกวัน	1 ครั้ง/วัน
อุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อส่วนผสม	- วัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์ - ปรับเทียบเทอร์โมมิเตอร์	ทุกครั้งที่ฆ่าเชื้อ 1 ครั้ง/ปี
พนักงาน : - สุขภาพ - ความสะอาดของมือ - การอบรมด้านสุขลักษณะ	- ตรวจสุขภาพ - TPC และ <i>S. aureus</i> สุ่ม 3 คน - โดยวิทยากร	1 ครั้ง/ปี 1 ครั้ง/เดือน 1 ครั้ง/ปี

4. สรุปผลการทดลอง

จากข้อมูลที่ได้รับขณะเข้าปฏิบัติงานในโรงงาน และจากการสังเกตการปฏิบัติงานจริงของพนักงาน ทำให้สามารถเขียนผังโรงงานและแผนภูมิการผลิตไอศกรีมได้

อย่างถูกต้องตรงตามความเป็นจริง สามารถนำมาประกอบการวิเคราะห์ในการระบุจุด ที่อาจมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของไอศกรีม การวิเคราะห์ดังกล่าว วางอยู่บนข้อกำหนดของโปรแกรมพื้นฐานด้านสุขลักษณะ (GMP กฎหมาย) จากการตรวจอากาศภายในและบริเวณรอบนอกอาคารผลิต พบว่าในบางแห่งมีปริมาณจุลินทรีย์ 39-40 cfu/15 นาที การล้างทำความสะอาดเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ พบแบคทีเรียทั้งหมดในปริมาณสูงกว่า 3.3×10^3 cfu/25 ตร.ซม บนพื้นวัสดุที่ล้างทำความสะอาดยาก การล้างมืออย่างถูกวิธีการและการจุ่มมือในน้ำที่มีคลอรีน 50 ppm จะสามารถลดปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดได้ 2 log cycle และลดปริมาณ *S. aureus* ลงได้ อย่างน้อย 2-3 log cycle ดังนั้นเมื่อนำมาข้อมูลทั้งหมดมาพิจารณา สร้างระบบประกันคุณภาพที่เหมาะสม จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและส่วนผสม มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดลดลง 1-2 log cycle และสามารถลดปริมาณ *S. aureus* ลงจนไม่สามารถตรวจพบได้ ไม่พบ *E. coli* ส่งผลให้ไอศกรีมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข นอกจากนี้ยังได้ทำการกำหนดวิธีการควบคุม พร้อมความถี่ขั้นต่ำสำหรับการสุ่มตรวจตัวอย่าง เพื่อนำไปวิเคราะห์ผล ทั้งโดยบุคลากรของโรงงานหรือโดยห้องปฏิบัติการภายนอก

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่อนุญาตให้ใช้สถานที่ในการดำเนินงาน และโรงงานไอศกรีมปาดันที่กรุณาให้ความร่วมมือให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์และเอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับการวิจัย บริษัท 3เอ็ม ประเทศไทย จำกัด ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อ Petrifilm สำหรับใช้ตรวจสอบเชื้อ *S. aureus* และท้ายสุดใคร่ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงการอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2546 ที่ได้ให้การสนับสนุนด้านเงินทุนสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ และได้ให้โอกาสในการเผยแพร่ผลงานวิจัยเพื่อประโยชน์แก่ผู้สนใจทั่วไป

6. เอกสารอ้างอิง

- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 193 (2543) เรื่อง เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต การเก็บรักษาอาหาร
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 222 (2544) เรื่อง ไอศกรีม
- Eley, A. R. 1996. Microbial food poisoning. 2nd ed. Chapman&Hall, London. pp. 211
- Holah, J.T., J.H. Taylor, D.J. Dawson and K.E. Hall. (2002). Biocide use in the food industry and the disinfectant resistance of persistent strains of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli*. *Journal of Applied Microbiology Symposium supplement*. 31: 111S-120S
- Maturinl, .J. and J.T. Peeler. 1998. Aerobic Plate Count . Bacteriological Analytical Manual 8th Edition Revision A. U.S. Food & Drug Administration Center
- M-E-Elahi, A.T.M., S. Habib, G.I. Rahman, M.J.U. Bhuiyan.2002.Sanitary Quality of Commercially Produced ce Cream Sold in the Retail Stores. *PakistanJournal of Nutrition*. 1 (3): 93-94
- Robert D., W. Hooper. and M. Greenwood.1995. Practical Food Microbiology. 2nd ed. Public Health Laboratory Service. London. pp. 232
- Sanz, S., M. Gimenez, C. Olrate, C. Lomas and J. Portu. 2002. Effectiveness of chlorine washing disinfection and effects on the appearance of artichoke and borage. *Journal of Applied Microbiology*, 93 : 986- 993
- Taylor, J.H., K. L. Brown., J. Toivenen and J.T. Holah. 2000. A microbiological evaluation of warm air hand driers with respect to hand hygiene and the wash room environment. *Journal of Applied Microbiology*. 89 (6): 910-919