แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหารในกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอด

Management Guideline for Food Safety in Tube Ice Production Process

มาดีนา น้อยทับทิม

Madeena Noitubtim

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Master of Science in Agro - Industry Technology Management

Prince of Songkla University

2552

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหารในกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอด
ผู้เขียน นางสาวมาดีนา น้อยทับทิม
สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	**คณะกรรมการสอบ**
.....	.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ โสภโณดร)	(ดร.เถวียน วิทยา)
	.....กรรมการ
	(ดร.ชลทิศา สุขเกษม)
	.....กรรมการ
	(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ โสภโณดร)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหารในกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอด

ผู้เขียน นางสาวมาดีนา น้อยทับทิม

สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

ปีการศึกษา 2552

บทคัดย่อ

การศึกษาแนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหารในกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอดของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งใช้หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) และระบบวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (HACCP) โดยประเมินความพร้อมของเอกสารการปฏิบัติงานและประเมินสุขลักษณะของสถานที่ผลิตตามหลักเกณฑ์ GMP รวมถึงตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของน้ำดิบหลังการปรับคุณภาพ (ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต) และผลิตภัณฑ์น้ำแข็งหลอดก่อนและหลังการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหาร จากการประเมินความพร้อมของเอกสารการปฏิบัติงาน พบว่าทางโรงงานกรณีศึกษาไม่มีเอกสารการปฏิบัติงานตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดี จึงได้จัดทำเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน 10 เรื่อง มอบให้โรงงานกรณีศึกษาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ สำหรับผลการประเมินทั้งก่อนและหลังการประยุกต์ใช้หลักเกณฑ์ GMP พบว่าโรงงานกรณีศึกษาไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากพบข้อบกพร่องที่รุนแรงในหมวดสถานที่ตั้งและอาคารผลิต และหมวดการบรรจุ ผลการวิเคราะห์จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมโดยใช้ผังการตัดสินใจ (CCP Decision Tree) พบจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม 1 จุด คือ ขั้นตอนการผ่านแสง UV ซึ่งพบอันตรายทางชีวภาพเนื่องจากการเหลือรอดของจุลินทรีย์ที่ก่อโรค สำหรับผลการวิเคราะห์น้ำดิบหลังการปรับคุณภาพ (ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต) ทั้งก่อนและหลังการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหารเป็นไปตามมาตรฐานน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทของกระทรวงสาธารณสุข สำหรับผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของน้ำแข็งหลอดทั้งก่อนและหลังการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหารไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีทั้งก่อนและหลังการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหารเป็นไปตามมาตรฐานน้ำแข็งของกระทรวงสาธารณสุข สำหรับคุณภาพทางจุลินทรีย์ก่อนการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหาร พบเชื้อคอลิฟอร์มแบคทีเรีย และเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรค คือ *Escherichia coli* *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella* spp. หลังการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหาร พบว่าปริมาณเชื้อคอลิฟอร์มแบคทีเรียลดลง และไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรค

Thesis Title	Management Guideline for Food Safety in Tube Ice Production Process
Author	Miss Madeena Noitubtim
Major Program	Agro-Industry Technology Management
Academic Year	2009

ABSTRACT

The study on management food safety in tube ice production of the selected case study factory by applying GMP and HACCP system was carried out. The factory was evaluated for suitable documented procedures as well as hygienic condition according GMP requirement. Physical, chemical and microbiological qualities of raw water before entering to ice production and tube ice before and after food safety management implementation were analysed. It was found that there are no relevant document available for the operation of all worker. Therefore 10 GMP procedures were developed and gave them to factory for utilization. The evaluation score for hygienic conditions showed non-conforming to the regulation both before and after GMP implementation because of major problems in location and manufacturing buildings and packaging. HACCP principles were applied to analyse the potential hazards and critical control point. The results showed 1 CCP : UV disinfection due to the survival of pathogenic bacteria. The quality of raw water before entering to ice production were conformed to the standard of drinking water before and after food safety management implementation. Physical and chemical qualities of tube ice were not significantly different ($p>0.05$) and conformed to Thai FDA standard of ice before and after food safety management implementation. For microbiological quality, coliforms and pathogenic bacteria (*Escherichia coli, Staphylococcus aureus* and *Salmonella* spp.) were found in tube ice before food safety management implementation. After food safety management implementation, it was found that coliform bacteria decreased and no pathogenic bacteria.

สารบัญ

		หน้า
สารบัญ		(6)
LIST OF TABLES		(7)
LIST OF FIGURES		(8)
บทที่		
1	บทนำ	1
	บทนำต้นเรื่อง	1
	การตรวจเอกสาร	2
	วัตถุประสงค์	20
2	วิธีการวิจัย	21
	วิธีดำเนินการ	21
3	ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	27
4	บทสรุปและข้อเสนอแนะ	60
เอกสารอ้างอิง		62
ภาคผนวก		65
ประวัติผู้เขียน		102

LIST OF TABLES

Table		Page
1.	Amount of non-conforming bottled water and tube ice in lower northeast region of Thailand……..	19
2.	GMP evaluated score before and after GMP implementation in tube ice production plant……...	35
3.	Hazard analysis and determination of the critical control point of tube ice production……	39
4.	HACCP plan of tube ice production……	56
5.	Quality of treated raw water before and after GMP and HACCP implementation	58
6.	Quality of tube ice before and after GMP and HACCP implementation……	59

LIST OF FIGURES

Figure		Page
1.	Decision Tree…….. ……	17
2.	Two dimensional health risk assessment model……..	22
3.	Plant layout of tube ice production.....	28
4.	Process flow diagram for tube ice production…….	38

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีอากาศร้อน จึงทำให้ผู้คนนิยมบริโภคน้ำแข็งเพื่อคลายความร้อน นอกจากนี้ยังนำน้ำแข็งไปใช้ประโยชน์ในการลดอุณหภูมิและแช่อาหารเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา การบริโภคน้ำแข็งโดยตรง เช่น การใส่น้ำแข็งลงในขนมหวานหรือเครื่องดื่ม หากน้ำแข็งที่ใช้ไม่สะอาดจะทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคได้ มีรายงานพบว่าเครื่องดื่มน้ำส้มเกล็ดหิมะ มีการปนเปื้อนจากเชื้อคอลิฟอร์ม ยีสต์ และรา หลังจากที่นำน้ำส้มที่ผ่านการฆ่าเชื้อมาผสมกับน้ำแข็ง เนื่องจากไม่สามารถควบคุมคุณภาพน้ำแข็งที่ซื้อจากท้องตลาดได้ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2550) สำหรับการบริโภคน้ำแข็งทางอ้อม เช่น การใช้น้ำแข็งในอุตสาหกรรมประมง โดยนำน้ำแข็งไปแช่วัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหาร หากน้ำแข็งที่ใช้ไม่สะอาดจะส่งผลต่อคุณภาพของวัตถุดิบและอาจก่อให้เกิดความไม่ปลอดภัยเมื่อนำวัตถุดิบนั้นไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร ทั้งนี้จะก่อให้เกิดความไม่ปลอดภัยขึ้นในห่วงโซ่อาหาร (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2545) จากการเก็บตัวอย่างน้ำแข็งแช่อาหารดิบในตลาดสดเขตดุสิตและตลาดสดเขตพระนคร จำนวน 100 ตัวอย่าง พบว่าตัวอย่างทั้งหมดมีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 137 เรื่อง น้ำแข็ง คือ พบเชื้อ coliforms *Escherichia coli* และเชื้อโรคอาหารเป็นพิษ ได้แก่ *Salmonella* spp. *Staphylococcus aureus* และ *Vibrio cholerae* ถ้านำอาหารเหล่านั้นมาปรุงเป็นอาหารโดยใช้ความร้อนและเวลาไม่เพียงพออาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ (อรุณ บ่างตระกูลนนท์ และคณะ, 2543)

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำแข็งเป็นปัญหาที่พบบ่อยทำให้มีหลายหน่วยงานเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแข็งเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้บริโภค เช่น การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำบริโภคและน้ำแข็งของหน่วยงานสาธารณสุขเขต 13 ครอบคลุมเขต 4 จังหวัด ได้แก่ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ และชัยภูมิ ซึ่งพบปัญหาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อโรคอาหารเป็นพิษในน้ำแข็ง ดังนี้ ในปี 2548 มีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำแข็งจำนวน 47 ตัวอย่าง พบว่าไม่ได้มาตรฐาน 28 ตัวอย่าง คือ พบเชื้อ coliforms *Escherichia coli* *Clostridium perfringens* และ *Staphylococcus aureus* ในปี 2549 มีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำแข็งจำนวน 31 ตัวอย่าง พบว่าไม่ได้มาตรฐาน 5 ตัวอย่าง คือ พบเชื้อ coliforms *Clostridium perfringens* และ *Staphylococcus aureus* และในปี 2550 มีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำแข็งจำนวน 39 ตัวอย่าง พบว่าไม่ได้มาตรฐาน 11 ตัวอย่าง คือ พบเชื้อ coliforms

Escherichia coli และ *Clostridium perfringens* (ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครราชสีมา, 2550) เพื่อลดปัญหาต่างๆ ดังที่กล่าวมานั้นจำเป็นต้องเริ่มต้นจากสถานที่ผลิตที่ถูกสุขลักษณะการควบคุมกระบวนการผลิตที่ถูกต้อง รวมทั้งการควบคุมสุขลักษณะส่วนบุคคลของผู้ปฏิบัติงานตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2545) สำหรับงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการจัดการความปลอดภัยอาหารในกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอด โดยนำแนวทางหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) และระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Hazard Analysis and Critical Control Point : HACCP) มาใช้เพื่อวิเคราะห์จุดควบคุมวิกฤต ระบุอันตรายและความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตพร้อมทั้งเสนอแนวทางการจัดการเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในน้ำแข็งหลอด

การตรวจเอกสาร

1. น้ำแข็ง

น้ำแข็ง หมายถึง น้ำที่นำมาผ่านกรรมวิธีทำให้เยือกแข็งหรือน้ำที่ถูกความเย็นจัดจนแข็งตัวเป็นก้อน น้ำแข็งเป็นอาหารที่ต้องมีการควบคุมสถานที่ผลิตอาหารให้เป็นไปตามมาตรฐานตามข้อกำหนดในประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่ว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต ฉบับที่ 193 พ.ศ. 2543 และการผลิตน้ำแข็งเพื่อจำหน่ายที่มีวัตถุประสงค์ใช้รับประทานต้องใช้น้ำสะอาดที่มีมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขเรื่อง น้ำแข็ง ฉบับที่ 78 พ.ศ. 2527 และฉบับที่ 137 พ.ศ. 2534 สามารถแบ่งประเภทของน้ำแข็งตามกระบวนการผลิตเป็น 2 ประเภท (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2546ก) คือ

ก. น้ำแข็งชนิดซอง เป็นน้ำแข็งที่ผลิตโดยวิธีการแช่แข็งในบ่อน้ำเกลือ มี 2 ชนิด คือ - น้ำแข็งใช้รับประทานได้ จะต้องใช้น้ำที่ผ่านขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพแล้วนำไปผลิตเป็นน้ำแข็งก้อนใหญ่ จะมีขั้นตอนการเป่าลมเพื่อให้น้ำแข็งทั้งก้อนใส

- น้ำแข็งที่ใช้ในทางการประมงเพื่อแช่อาหารทะเลมีกรรมวิธีเช่นเดียวกับน้ำแข็งใช้รับประทานได้เพียงแต่ไม่มีขั้นตอนการเป่าลม ทำให้กึ่งกลางก้อนน้ำแข็งไม่ใสและมีสีขาวขุ่น

ข. น้ำแข็งชนิดก้อนเล็ก เป็นน้ำแข็งที่ทำด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ จะมีลักษณะเป็นหลอดหรือก้อนหรือเกล็ด โดยจะนำน้ำที่ผ่านขั้นตอนการปรับคุณภาพแล้วเข้าเครื่องทำน้ำแข็งอัตโนมัติ

1.1 กระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอด

การผลิตน้ำแข็งส่วนใหญ่จะใช้น้ำจากแม่น้ำหรือน้ำบาดาล โดยโรงงานจะสูบน้ำจากแหล่งน้ำดังกล่าวมาเก็บไว้ในถังพักน้ำแล้วเติมสารส้มหรือปูนขาวขึ้นอยู่กับสภาพของน้ำ กรอง

น้ำให้ใส และทำลายเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้สารเคมี เช่น คลอรีน จากนั้นจึงผ่านกระบวนการเพื่อกำจัด สี กลิ่น รสและเก็บไว้ที่ถังพักน้ำเพื่อเข้าสู่เครื่องทำน้ำแข็งต่อไป (อารยะ โรจนวณิชชากร และคณะ, 2550) กระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอดประกอบด้วย 3 ขั้นตอน

1.1.1 ขั้นตอนการปรับคุณภาพน้ำ

การปรับคุณภาพน้ำ หมายถึง การทำให้น้ำมีคุณภาพดีขึ้นสามารถใช้ประโยชน์ได้ตามที่ต้องการ โดยทั่วไปต้องปรับสภาพน้ำดิบให้ได้น้ำที่สะอาดตามมาตรฐานน้ำดื่มในภาชนะที่ปิดสนิทก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการทำน้ำแข็งหลอด โดยเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคและผ่านกระบวนการกรองอีกครั้งหนึ่ง ประกอบด้วย สารกรองแอนทราไซต์ สารกรองคาร์บอน และสารกรองเรซิน ตามลำดับ ในปัจจุบันการปรับคุณภาพน้ำทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีก็มีความเหมาะสมแตกต่างกันแล้วแต่ความต้องการในด้านปริมาณและคุณภาพของน้ำที่จะนำมาใช้ ขั้นตอนการปรับคุณภาพน้ำส่วนใหญ่จะประกอบด้วยหลักและขั้นตอน ดังนี้

ก. การเติมอากาศ (Aeration) เป็นกระบวนการทำให้น้ำสัมผัสกับอากาศเพื่อลดความเข้มข้นของก๊าซ สารบางชนิดที่ระเหยได้ และโลหะบางชนิดที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ เช่น ธาตุเหล็ก ช่วยปรับคุณภาพของน้ำทางฟิสิกส์และเคมีได้ วิธีการเติมอากาศมีหลายวิธี เช่น การทำให้น้ำเป็นแผ่นฟิล์มหรือทำให้เป็นน้ำตก การทำเครื่องกีดขวางให้น้ำไหลผ่าน การพ่นน้ำให้สัมผัสกับอากาศหรือพ่นอากาศเข้าไปในน้ำหรือการผสมผสานวิธีต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

ข. การตกตะกอนด้วยสารเคมี (Coagulation) โดยการเติมสารเคมีบางชนิดลงในน้ำเพื่อให้สารที่มีอนุภาคเล็กๆ รวมตัวกันเป็นอนุภาคใหญ่และมีน้ำหนัก ซึ่งง่ายต่อการกำจัดออกโดยการตกตะกอนหรือการกรอง

ค. การตกตะกอนด้วยวิธีการธรรมชาติ (Sedimentation) เป็นการตกตะกอนโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก เพื่อให้อนุภาคเล็ก ๆ ตกสู่ข้างล่างของก้นถัง

ง. การกรอง (Filtration) เป็นวิธีการที่สำคัญอย่างหนึ่งในการปรับสภาพของน้ำทั้งทางกายภาพและทางจุลินทรีย์ โดยใช้สารกรองและอุปกรณ์การกรอง เช่น

- สารกรองกรวดทราย มักใช้กรองน้ำประปาหรือน้ำบาดาลเพื่อขจัดสิ่งเจือปนทางกายภาพ เช่น ตะกอน สารแขวนลอย เป็นต้น โดยจัดให้น้ำไหลผ่านถังกรองที่มีชั้นของกรวดทรายเรียงตามขนาดที่เหมาะสมภายในถัง ซึ่งเป็นการกรองก่อนที่จะเข้ากระบวนการกรองอื่นๆ ต่อไป เมื่อใช้สารกรองไปเป็นเวลานาน การทำความสะอาดสารกรองทรายทำได้โดยวิธีการล้างย้อน (Back wash) คือ ใช้แรงดันน้ำที่สะอาดฉีดอัดเข้าทางด้านล่างของถังกรองจากล่างขึ้นชั้นบนถังสวนทางกันกับการไหลของน้ำที่ผ่านเครื่องตามปกติ แรงดันน้ำจะทำให้สารกรองเสียดสีกัน โดยมีน้ำเป็นตัวกลางพาสิ่งสกปรกที่ติดอยู่กับสารกรองหลุดติดออกมากับน้ำได้

- สารกรองผงถ่านกัมมันต์ เป็นผงถ่านบดละเอียดสีดำ ภายในมีรูพรุนคดเคี้ยวไปมาทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสต่อปริมาตรสูง ผงถ่านประเภทนี้ผลิตขึ้นโดยใช้กระบวนการความร้อนสูงและลดความดันเป็นพิเศษ มีคุณสมบัติในการดูดสี กลิ่น ก๊าซ และสิ่งเจือปนในน้ำไว้ในรูพรุน ทั้งนี้ผงถ่านอาจใช้ร่วมกับทรายหรือสารกรองอื่นๆ เช่น เรซิน แอนทราไซต์ แมงกานีสแซนด์ เป็นต้น การบำรุงรักษาทำได้โดยวิธีการล้างย้อนเช่นเดียวกับการล้างสารกรองกรวดทราย

- สารกรองแมงกานีสแซนด์ ทำจากเม็ดทรายเคลือบด้วยแมงกานีสออกไซด์ มีคุณสมบัติสามารถขจัดสนิมน้ำ ธาตุเหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว กำมะถัน สังกะสี ออกจากน้ำได้ การบำรุงรักษาโดยใช้ด่างทับทิม (โปแตสเซียมเปอแมงกาเนต) ปริมาณการใช้ควรใช้ 1 ช้อนชาต่อสารกรอง 50 ลิตร ปัจจุบันมีสารกรองแมงกานีสซีโอไลท์ที่พัฒนาขึ้น สามารถล้างและคืนคุณสมบัติได้โดยใช้น้ำสะอาด ทำให้สะดวกแก่การใช้งานมากขึ้น

- สารกรองแอนทราไซต์ มีคุณสมบัติสามารถกรองสนิมเหล็ก ตะกอน ความขุ่นได้ การบำรุงรักษาทำได้โดยใช้น้ำสะอาดล้างและคืนสภาพโดยวิธีการล้างย้อนกลับ (Back wash)

- สารกรองเรซิน เป็นสารสังเคราะห์ที่มีหลายชนิด การเลือกใช้ขึ้นกับคุณภาพน้ำเริ่มต้นและคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำที่ต้องการ สารกรองเรซินมีรูปร่างคล้ายลูกปัด โปร่งแสง มีสีเหลืองขนาดตั้งแต่ 0.3-1.2 มิลลิเมตร ขนาดที่นิยมใช้ในกระบวนการปรับคุณภาพน้ำ ได้แก่ 0.4-0.5 มิลลิเมตร สารกรองเรซินชนิดที่ใช้ในการปรับคุณภาพน้ำส่วนใหญ่โดยเฉพาะน้ำบาดาลบ่อลึกและน้ำประปา ได้แก่ โซเดียมเรซิน ซึ่งมีคุณสมบัติในการดึงอนุมูลประจุบวกของแคลซียมและแมกนีเซียม

1.1.2 ขั้นตอนการทำน้ำแข็งหลอด

หลังจากน้ำดิบผ่านกระบวนการปรับคุณภาพน้ำตามมาตรฐานที่กำหนดแล้วต่อไปจะนำน้ำที่ผ่านกระบวนการปรับคุณภาพแล้วเข้าเครื่องทำน้ำแข็ง ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องทำน้ำแข็งหลอดมีอยู่ 5 ส่วน ได้แก่ ชุดฟรีสเซอร์ (Freezer) ชุดเครื่องอัดน้ำยา (Compressor) ชุดคอนเดนเซอร์และรีซีฟเวอร์ (Condenser and Receiver) ชุดหอผึ่งน้ำเย็นและปั๊มน้ำ (Cooling tower and Condenser water pump) และชุดตู้สวิทซ์ควบคุมพร้อมอุปกรณ์ไฟฟ้า สำหรับเครื่องทำน้ำแข็งหลอดที่ใช้ในโรงงานกรณีศึกษาเป็นแบบสัมผัสแผ่นโลหะเย็นจัด โดยใช้แอมโมเนีย (R -717) เป็นสารทำความเย็น เครื่องทำน้ำแข็งจะเป็นถังกลมเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.50 เมตร ความสูงประมาณ 7 เมตร ภายในถังจะมีท่อสแตนเลสจำนวนมาก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับน้ำแข็งที่ผลิต การทำงานเริ่มจากการสูบน้ำที่ผ่านการปรับคุณภาพจากถังน้ำด้านล่างขึ้นไปยังถังน้ำด้านบนผ่านหัวฉีดน้ำ แล้วไหลลงตามผิวท่อลงสู่ถังน้ำด้านล่างอย่างรวดเร็วแบบสวนทางกับสารทำความ

เย็นที่อยู่ภายนอกท่อโดยการทำงานของคอมเพรสเซอร์ เมื่อเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อน น้ำจะค่อยๆ แข็งตัวเกาะผนังท่อเป็นน้ำแข็ง เมื่อได้น้ำแข็งเต็มท่อแล้ว สารทำความเย็นก็จะหยุดทำงาน ระบบจะปล่อยแก๊สร้อนออกมาละลายเอาน้ำแข็งที่เกาะภายในท่อให้หลุดตกลงที่เครื่องตัดน้ำแข็งให้เป็นก้อนเล็กๆ ก่อนส่งไปยังกะบะรับน้ำแข็ง

1.1.3 ขั้นตอนการบรรจุและเก็บรักษาน้ำแข็งหลอด

เมื่อน้ำแข็งหลอดออกจากเครื่องทำน้ำแข็งแล้ว มาถึงขั้นตอนการบรรจุและเก็บรักษาน้ำแข็งหลอด เพื่อให้น้ำแข็งมีความปลอดภัยจำเป็นต้องมีภาชนะบรรจุ และวิธีเก็บรักษาที่ถูกต้องและปลอดภัย โดยมีรายละเอียดดังนี้ (อารยะ โรจนวณิชชากร และคณะ, 2550)

ก. ภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุน้ำแข็งเพื่อบริโภคหรือรับประทานต้องมีลักษณะดังนี้

- ภาชนะต้องสะอาด ไม่มีโลหะหนัก หรือสารอื่นออกมาปนเปื้อนกับน้ำแข็งในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
- ต้องไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และไม่มีสีออกมาปนเปื้อนกับอาหาร
- ต้องไม่เคยใช้บรรจุหรือหุ้มปุ๋ย วัตถุมีพิษ หรือวัตถุที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
- ต้องทำด้วยวัสดุที่ไม่เป็นพิษและเป็นวัสดุพื้นผิวเรียบรักษาความสะอาดได้ง่าย
- ต้องง่ายต่อการทำความสะอาดและสามารถป้องกันการปนเปื้อนน้ำแข็งจากภายนอกได้
- ต้องไม่เคยบรรจุผลิตภัณฑ์อื่นนอกจากน้ำแข็ง และไม่มีรูปรอยประดิษฐ์หรือข้อความใดที่แสดงว่าเป็นภาชนะบรรจุสิ่งของอื่น
- ภาชนะบรรจุพลาสติกที่เป็นแผ่นหรือถุงจะต้องไม่มีสี หรือไม่ทำขึ้นจากพลาสติกที่ใช้แล้ว ยกเว้นกรณีพลาสติกลามิเนต (Laminate) เฉพาะชั้นที่ไม่สัมผัสโดยตรงกับอาหาร

ข. สถานที่เก็บรักษาน้ำแข็งเพื่อบริโภคหรือรับประทาน ต้องมีลักษณะดังนี้

- สะอาดและมีระดับสูงกว่าทางเดินภายในบริเวณสถานที่เก็บรักษาน้ำแข็ง
- ทำด้วยวัสดุที่ไม่เป็นพิษและเป็นวัสดุพื้นผิวเรียบ รักษาความสะอาดได้ง่าย
- มีลักษณะที่ง่ายต่อการทำความสะอาดและมีลักษณะปกปิดที่ป้องกันมิให้สิ่งหนึ่งสิ่งใดจากภายนอกปนเปื้อนน้ำแข็งได้

1.2 มาตรฐานน้ำแข็ง

เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ผู้ประกอบการต้องปฏิบัติตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขทั้ง 4 ฉบับ คือ ฉบับที่ 78 (พ.ศ. 2527) เรื่อง น้ำแข็ง ฉบับที่ 137 (พ.ศ. 2534) เรื่อง น้ำแข็ง (ฉบับที่ 2) ฉบับที่ 254 (พ.ศ. 2545) เรื่อง น้ำแข็ง (ฉบับที่ 3) ฉบับที่ 285 (พ.ศ. 2547) เรื่อง น้ำแข็ง (ฉบับที่ 4) ได้กำหนดให้น้ำแข็งเป็นอาหารกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานการผลิตน้ำแข็งเพื่อจำหน่ายที่มีวัตถุประสงค์ให้ใช้รับประทานนั้นต้องใช้น้ำสะอาดและได้คุณภาพมาตรฐาน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.2.1 คุณสมบัติทางฟิสิกส์

ก. สี ต้องไม่เกิน 20 อาเซนยูนิต

ข. กลิ่น ต้องไม่มีกลิ่นแต่ไม่รวมถึงกลิ่นคลอรีน

ค. ความขุ่น ต้องไม่เกิน 5.0 ซิลิกาสเกล

ง. ค่าความเป็นกรด-ด่าง ต้องอยู่ระหว่าง 6.5 ถึง 8.5

1.2.2 คุณสมบัติทางเคมี

ก. ปริมาณสารทั้งหมด (Total Solid) ไม่เกิน 500.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ข. ความกระด้างทั้งหมด โดยคำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตไม่เกิน 100.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ค. สารหนูไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ง. แบเรียมไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

จ. แคดเมียมไม่เกิน 0.005 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ฉ. คลอไรด์โดยคำนวณเป็นคลอรีนไม่เกิน 250.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ช. โครเมียมไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ซ. ทองแดงไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ฌ. เหล็กไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ญ. ตะกั่วไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ฎ. แมงกานีสไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ฏ. ปรอทไม่เกิน 0.002 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ฐ. ไนเตรทโดยคำนวณเป็นไนโตรเจนไม่เกิน 4.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ฑ. ฟีนอลไม่เกิน 0.001 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ฒ. ซีลีเนียมไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ณ. เงินไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ด. ซัลเฟตไม่เกิน 250.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ต. สังกะสีไม่เกิน 5.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ถ. ฟลูออไรด์โดยคำนวณเป็นฟลูออรีนไม่เกิน 1.5 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ท. คลอรีนตกค้างไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ธ. อะลูมิเนียมไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

น. เอบีเอส (Alkylbezene Sulfonate) ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

บ. ไซยาไนด์ไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

1.2.3 คุณสมบัติเกี่ยวกับจุลินทรีย์

ก. ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 ต่อน้ำสะอาด 100 มิลลิลิตร โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)

ข. ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี. โคไล (*Escherichia coli*)

ค. ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

1.2.4 กรรมวิธีการการผลิตน้ำแข็งจะต้องมีการป้องกันไม่ให้มีสิ่งปนเปื้อนน้ำที่ผ่านการปรับคุณภาพแล้วขณะที่ทำการผลิต

1.2.5 ท่อส่งน้ำ ซองน้ำแข็ง และเครื่องใช้ในการผลิตที่สัมผัสกับน้ำสะอาดหรือน้ำแข็งจะต้องทำด้วยวัสดุที่ไม่เป็นพิษ ทนทาน และมีลักษณะที่ง่ายต่อการทำความสะอาด

1.2.6 พื้นผิวของท่อส่งน้ำ ซองน้ำแข็ง และเครื่องใช้ในการผลิตที่สัมผัสกับน้ำสะอาดหรือน้ำแข็งต้องสะอาด และไม่มีสิ่งหนึ่งสิ่งใดปนเปื้อนอยู่ขณะที่ทำการผลิต

1.2.7 น้ำที่ใช้ในการทำความสะอาดท่อส่งน้ำ ซองน้ำแข็ง เครื่องใช้ในการผลิตที่สัมผัสกับน้ำสะอาดหรือน้ำแข็ง และภาชนะบรรจุ ต้องใช้น้ำที่มีมาตรฐานเช่นเดียวกับน้ำที่ใช้ผลิตน้ำแข็ง การถอดน้ำแข็งออกจากซองน้ำแข็งนั้น ต้องใช้น้ำที่มีมาตรฐานเช่นเดียวกับน้ำที่ใช้ผลิตน้ำแข็ง

1.2.8 ในการเก็บรักษาน้ำแข็งห้ามมิให้ใช้แกลบ ขี้เลื่อย กระสอบ กาบมะพร้าว เสื่อหรือวัสดุอย่างอื่นในทำนองเดียวกันปกคลุมหรือห่อหุ้มน้ำแข็ง

1.2.9 สถานที่เก็บรักษาน้ำแข็งเพื่อจำหน่ายหรือที่จำหน่ายต้อง

ก. สะอาดและมีระดับสูงกว่าทางเดินภายในบริเวณสถานที่เก็บรักษาน้ำแข็ง

ข. ทำด้วยวัสดุที่ไม่มีพิษและเป็นวัสดุพื้นผิวเรียบรักษาความสะอาดได้ง่าย

ค. มีลักษณะที่ง่ายต่อการทำความสะอาด และมีลักษณะปกปิดที่ป้องกันมิให้สิ่งหนึ่งสิ่งใดจากภายนอกปนเปื้อนน้ำแข็งได้

1.2.10 ภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุน้ำแข็งเพื่อจำหน่ายหรือที่จำหน่ายต้อง

ก. สะอาดและไม่มีสารออกมาปนเปื้อนกับน้ำแข็งในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อ

สุขภาพ

ข. ทำด้วยวัสดุที่ไม่เป็นพิษและเป็นวัสดุพื้นผิวเรียบรักษาความสะอาดได้ง่าย

ค. มีลักษณะที่ง่ายต่อการทำความสะอาดและมีลักษณะปกปิดที่ป้องกันมิให้สิ่งหนึ่งสิ่งใดจากภายนอกปนเปื้อนน้ำแข็งได้

ง. ไม่เคยใช้บรรจุผลิตภัณฑ์อื่นนอกจากน้ำแข็งและไม่มีรูปรอยประดิษฐ์หรือข้อความใดที่แสดงว่าเป็นภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุสิ่งของอื่น ในกรณีที่ใช้ยานพาหนะในลักษณะเป็นภาชนะบรรจุด้วยยานพาหนะที่ใช้เป็นภาชนะบรรจุนั้นจะต้องเป็นไปตามข้อ ก. ข. และ ค.

1.2.11 การแสดงฉลากของน้ำแข็ง ให้ปฏิบัติดังนี้

ก. ฉลากของน้ำแข็งที่จำหน่ายต่อผู้บริโภค ต้องมีข้อความเป็นภาษาไทยแต่จะมีภาษาต่างประเทศด้วยก็ได้ และจะต้องมีข้อความแสดงรายละเอียด ดังนี้คือ

- ชื่ออาหาร (ถ้ามี)
- เลขสารบบอาหาร
- ข้อความว่า “น้ำแข็งใช้รับประทานได้” ด้วยตัวอักษรสีน้ำเงิน
- ชื่อและที่ตั้งของผู้ผลิตหรือผู้แบ่งบรรจุสำหรับน้ำแข็งที่ผลิตในประเทศ ชื่อและที่ตั้งของผู้นำเข้าและประเทศผู้ผลิตสำหรับน้ำแข็งนำเข้า แล้วแต่กรณี ทั้งนี้สำหรับน้ำแข็งที่ผลิตในประเทศอาจแสดงชื่อและที่ตั้งสำนักงานใหญ่ของผู้ผลิตหรือของผู้แบ่งบรรจุก็ได้
- น้ำหนักสุทธิเป็นระบบเมตริก

ข. ฉลากของน้ำแข็งที่มิได้จำหน่ายต่อผู้บริโภค ต้องมีข้อความเป็นภาษาไทยเว้นแต่น้ำแข็งที่นำเข้าอาจแสดงข้อความเป็นภาษาอังกฤษก็ได้ และอย่างน้อยต้องมีข้อความ ดังนี้

- ชื่ออาหาร (ถ้ามี)
- ข้อความว่า “น้ำแข็งใช้รับประทานได้” ด้วยตัวอักษรสีน้ำเงิน หรือ “น้ำแข็งใช้รับประทานไม่ได้” ด้วยตัวอักษรสีแดง แล้วแต่กรณี
- ชื่อและที่ตั้งของผู้ผลิตหรือผู้แบ่งบรรจุสำหรับน้ำแข็งที่ผลิตในประเทศ ชื่อและที่ตั้งของผู้นำเข้าและประเทศผู้ผลิตสำหรับน้ำแข็งนำเข้า แล้วแต่กรณี ทั้งนี้สำหรับน้ำแข็งที่ผลิตในประเทศอาจแสดงชื่อและที่ตั้งสำนักงานใหญ่ของผู้ผลิตหรือของผู้แบ่งบรรจุก็ได้

2. อันตรายในน้ำแข็ง

อันตราย (hazard) หมายถึง สิ่งที่มีคุณลักษณะทางชีวภาพ เคมี หรือกายภาพที่มีอยู่ในอาหารหรือสภาวะของอาหารที่มีศักยภาพในการก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพ อันตรายแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ (สุวิมล กีรติพิบูล, 2545)

2.1 อันตรายทางชีวภาพ (Biological Hazard) เป็นอันตรายที่เกิดจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ไวรัส ปรสิต และอื่นๆ ในอาหารแล้วก่อให้เกิดโรคหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ลักษณะการเกิดปัญหาอันเนื่องจากอันตรายชีวภาพในอาหารที่บริโภคนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

- Infection เกิดจากการบริโภคจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
- Intoxication เกิดจากการบริโภคสารพิษที่จุลินทรีย์สร้างไว้ในอาหาร

สำหรับน้ำแข็งหลอดที่ต้องการขึ้นทะเบียน อย. จะต้องมีการตรวจจุลินทรีย์ก่อโรคตามมาตรฐานน้ำแข็งที่กำหนดไว้ประกอบด้วย Coliforms *Escherichia coli* *Clostridium perfringens* *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella* spp. ซึ่งจุลินทรีย์แต่ละชนิดมีแหล่งที่มาและความสำคัญ ดังนี้

เชื้อ Coliforms และ *Escherichia coli* เป็นจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมาจากสิ่งปฏิกูล เช่น อุจจาระของคนและสัตว์ หากพบเชื้อเหล่านี้ในน้ำแข็ง แสดงว่าพนักงานผู้ปฏิบัติงานที่สัมผัสน้ำแข็งในกระบวนการผลิตขั้นตอนสำคัญๆ เช่น การบรรจุน้ำแข็งหลอดมีสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ไม่ดี ไม่ล้างมือให้สะอาดหลังจากเข้าห้องน้ำและก่อนปฏิบัติงานหรืออาจปนเปื้อนจากแหล่งน้ำที่นำมาผลิตน้ำแข็ง

เชื้อ *Clostridium perfringens* เป็นจุลินทรีย์ที่พบในดินและสิ่งแวดล้อม สามารถสร้างสปอร์ซึ่งเป็นเกราะป้องกันตัวเชื้อจุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี ทำให้ทนความร้อนและความเย็นได้ดีมีชีวิตอยู่ในน้ำแข็งได้เป็นเวลานาน เมื่อนำน้ำแข็งที่มีเชื้อชนิดนี้ปนเปื้อนอยู่ไปใช้แช่วัตถุดิบอาหาร และเครื่องดื่ม เชื้อนี้ก็จะปนเปื้อนต่อไปยังอาหารและเครื่องดื่มนั้นๆหากอาหารและเครื่องดื่มเหล่านี้อยู่ในสภาวะที่เชื้อชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตได้ดีก็จะมีการสร้างสารพิษก่อให้เกิดปัญหาทางด้านความปลอดภัยให้แก่ผู้บริโภค

เชื้อ *Staphylococcus aureus* เป็นจุลินทีย์ที่พบอยู่ตามแผล ฝี หนอง ในจมูกและในหูของคน การปนเปื้อนของเชื้อนี้อาจมาจากมือของพนักงานที่มีบาดแผล หรือมีวิธีการปฏิบัติงานที่ไม่ถูกต้อง เช่น ชอบแคะ แกะ เกา ตามตัวขณะปฏิบัติงาน เมื่อใช้มือที่ไม่สะอาดสัมผัสกับอาหารและเมื่อตั้งอาหารนั้นทิ้งไว้เป็นเวลานาน เชื้อนี้ก็จะเจริญเติบโต หากมีปริมาณมากถึง 10^5 เซลล์ เชื้อนี้ก็จะสร้างสารพิษที่ทนความร้อนได้สูงมาก แม้จะผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิอย่างเช่นหม้อนึ่งฆ่าเชื้ออาหารกระป๋อง ซึ่งทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้แต่ก็ไม่สามารถทำลายสารพิษนี้ได้ เมื่อบริโภคสารพิษนี้เข้าไปก็จะเกิดอาการอาเจียนและปวดศีรษะอย่างรุนแรง

เชื้อ *Salmonella* spp. เป็นจุลินทรีย์ที่พบอยู่ในลำไส้หรือทางเดินอาหารของคนและสัตว์ เชื้อซาลโมเนลลาแพร่ไปได้ง่ายกับน้ำ อาหาร และสิ่งแวดล้อม เชื้อนี้จึงเป็นปัญหากับ

อาหารหลายชนิด รวมทั้งผัก ผลไม้ นมและผลิตภัณฑ์นม ดังนั้นก่อนการปฏิบัติงานที่ต้องสัมผัสอาหารจึงจำเป็นต้องล้างมือและฆ่าเชื้อโรคก่อนทุกครั้งเพื่อลดโอกาสการแพร่เชื้อ สัตว์ปีกเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญของเชื้อซาลโมเนลลา การปรุงอาหารที่มีส่วนประกอบของสัตว์ปีกจึงต้องทำให้สุก เพื่อฆ่าเชื้อซาลโมเนลลาเป็นการลดความเสี่ยงจากการได้รับอันตรายจากเชื้อซาลโมเนลลา เมื่อบริโภคเชื้อโรคอาหารเป็นพิษจากซาลโมเนลลาจะเกิดอาการท้องเดิน ปวดท้อง และอาเจียน

2.2 อันตรายทางเคมี (Chemical Hazard) เป็นอันตรายที่เกิดจากการปนเปื้อนของสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหาร ซึ่งมีการใช้สารเคมีที่หลากหลาย เช่น ยาฆ่าแมลงในการเพาะปลูก สารปฏิชีวนะในการเลี้ยงสัตว์ การเติมสี สารกันหืน และสารกันบูดลงในอาหาร การใช้น้ำยาทำความสะอาดหรือฆ่าเชื้อในโรงงาน การใช้น้ำมันหล่อลื่นในการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตหากไม่มีการควบคุมการใช้งานที่ถูกต้องก็จะทำให้อาหารเกิดการปนเปื้อนจากอันตรายทางเคมีได้ อันตรายทางเคมีมีที่มาจากแหล่งต่างๆ 4 แหล่ง คือ

- สารเคมีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ

สารเคมีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอดนั้นจะพบได้จากสารเคมีที่มีอยู่ในแหล่งน้ำที่นำมาเป็นวัตถุดิบ ซึ่งแหล่งน้ำแต่ละแห่งจะมีสารเคมีที่แตกต่างขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำที่นำมาใช้ สารเคมีที่มีอยู่ตามธรรมชาติในแหล่งน้ำ ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส คลอไรด์ เป็นต้น

- สารเคมีที่เติมลงไปโดยเจตนา

สารเคมีเหล่านี้เป็นสารเคมีที่จงใจเติมลงไปในอาหารเพื่อจุดประสงค์บางอย่าง ได้แก่ วัตถุเจือปนอาหาร (Food Additive) ต่างๆ เช่น สีผสมอาหาร โซเดียมไนไตรต์ สารประกอบซัลไฟต์ เป็นต้น การใช้สารเคมีเหล่านี้จะปลอดภัยถ้าใช้ในปริมาณที่กำหนด แต่อาจเป็นอันตรายหากใช้มากกว่าปริมาณที่กำหนด วัตถุเจือปนอาหารจะต้องผ่านการพิสูจน์ว่าปลอดภัยในการใช้กับอาหาร สำหรับในกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอดไม่มีการเติมวัตถุเจือปนอาหาร

- สารเคมีที่อาจปนเปื้อนมาโดยไม่เจตนา

สารเคมีบางอย่างอาจมีการปนเปื้อนในน้ำแข็งหลอดโดยไม่เจตนา สารเคมีเหล่านี้อาจติดมากับน้ำดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำแข็งหลอด เช่น สารฆ่าแมลง ปุ๋ยจากการเกษตร เป็นต้น สารเหล่านี้จะไม่มีผลต่อความปลอดภัยมากนักถ้าระดับการปนเปื้อนไม่สูงจนเกินไป

- สารเคมีที่ใช้ในโรงงาน

สารเคมีที่ใช้ในโรงงาน ได้แก่ สารหล่อลื่น สารเคมีที่ใช้ทำความสะอาด สารฆ่าเชื้อ สีที่ใช้ทาเครื่องจักรผลิตอาหาร อาจปนเปื้อนในน้ำแข็งหลอดโดยไม่เจตนาได้ ดังนั้น สารเคมีเหล่านี้จะต้องเป็นสารประเภท Food Grade หรือได้รับอนุญาตให้ใช้ในโรงงานผลิตอาหารเท่านั้น

2.3 อันตรายทางกายภาพ (Physical Hazard) หมายถึง การปนเปื้อนของวัตถุหรือวัสดุที่ไม่ใช่องค์ประกอบของอาหาร ซึ่งเมื่อผู้บริโภครับประทานอาหารที่มีสิ่งปลอมปนหรือสิ่งแปลกปลอมเหล่านี้จะก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพร่างกายได้ สำหรับอันตรายทางกายภาพที่อาจจะพบในน้ำแข็ง ได้แก่ เศษแก้ว เศษโลหะ เศษไม้ เศษหิน เศษเชือก ฟาง เป็นต้น

การควบคุมอันตรายทั้ง 3 ประเภทนี้ ผู้ผลิตจำเป็นต้องมีมาตรการต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยการจัดการด้านสุขลักษณะพื้นฐานหรือ GMP และการควบคุมกระบวนการผลิตด้วยระบบ HACCP

3. การจัดการด้านความปลอดภัยในน้ำแข็ง

ปัญหาที่พบในน้ำแข็งบริโภคที่มีจำหน่ายทั่วไป คือ การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรค ได้แก่ *Salmonella* spp. *Staphylococcus aureus* และ *Clostridium perfringens* ส่วนใหญ่มาจากสถานที่ผลิตไม่ถูกสุขลักษณะ การควบคุมกระบวนการผลิตที่ไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2545) สำหรับแนวทางการจัดการด้านความปลอดภัยอาหารนั้นมีหลายวิธี เช่น GMP (Good Manufacturing Practice) หรือหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต ระบบ HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) หรือระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม เป็นต้น ผู้ประกอบการผลิตน้ำแข็งจึงควรนำการจัดการด้านความปลอดภัยอาหารมาใช้ในการผลิตน้ำแข็ง เพื่อลดปัญหาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในน้ำแข็ง

3.1 GMP (Good Manufacturing Practice) หรือหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต

บางครั้งจะเรียกว่าโปรแกรมพื้นฐาน (Pre-requisite Programmes) เป็นแนวคิดที่ใช้หลักประกันคุณภาพด้านความปลอดภัยของอาหารจากการปนเปื้อน อันเนื่องมาจากอันตรายทั้ง 3 ประการดังที่กล่าวมาแล้ว เป็นการจัดการด้านความพร้อมของสภาวะแวดล้อมในกระบวนการผลิตเพื่อให้อาหารปลอดภัย เช่น การจัดการด้านอาคารสถานที่การผลิต สุขลักษณะส่วนบุคคล การควบคุมแมลงและสัตว์นำโรค การทำความสะอาดสถานที่การผลิต เครื่องจักร รวมทั้งอุปกรณ์การผลิต การควบคุมน้ำใช้ในโรงงาน การควบคุมแก้ว การควบคุมสารเคมี การระบุและการสอบกลับผลิตภัณฑ์ และการเรียกคืนผลิตภัณฑ์ (สุวิมล กีรติพิบูล, 2543)

หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 220) พ.ศ. 2544 เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท มีทั้งหมด 9 ข้อ สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการผลิตน้ำแข็งได้ ดังนี้

1. สถานที่ตั้งและอาคารผลิต

สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบสะอาดไม่มีการสะสมสิ่งที่ไม่ใช้แล้ว หรือสิ่งปฏิกูลอันอาจเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์และแมลง สามารถป้องกันจากสัตว์พาหะได้ รวมทั้งเชื้อโรคต่างๆ อาคารผลิตมีขนาดเหมาะสมมีการออกแบบ และก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษาความสะอาดและสะดวกในการใช้งาน ในการบรรจุน้ำแข็งต้องมีห้องบรรจุถาวร สะอาด สามารถป้องกันสัตว์ แมลง และการปนเปื้อนได้ ไม่เป็นทางเดินผ่านไปยังบริเวณอื่น

2. เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต

ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการผลิตที่สัมผัสกับน้ำ เช่น ท่อส่งน้ำ ซองน้ำแข็ง ถังเก็บน้ำ และเครื่องใช้ในการผลิตที่สัมผัสกับน้ำสะอาดหรือน้ำแข็งจะต้องทำด้วยวัสดุที่ไม่เป็นพิษทนทานและมีลักษณะที่ง่ายต่อการทำความสะอาด และต้องทำจากวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยาซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค การออกแบบติดตั้งเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้เหมาะสมและคำนึงถึงการปนเปื้อนที่อาจจะเกิดขึ้น รวมทั้งสามารถทำความสะอาดตัวเครื่องมือ เครื่องจักรและบริเวณที่ตั้งได้ง่ายและทั่วถึง

3. แหล่งน้ำ การปรับคุณภาพน้ำ และการควบคุมคุณภาพมาตรฐาน

แหล่งน้ำดิบที่นำมาใช้ในการผลิตต้องมีคุณภาพดี ห่างจากแหล่งโสโครก สิ่งปฏิกูล และกิจกรรมใดที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนสิ่งที่เป็นอันตราย การปรับสภาพน้ำก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตต้องมั่นใจได้ว่าสามารถกำจัดสิ่งปนเปื้อนทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ได้ และต้องมีการตรวจสอบประสิทธิภาพการปรับคุณภาพน้ำทางด้านทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ต้องมีบันทึกการตรวจสอบน้ำเพื่อเป็นหลักฐานเมื่อหน่วยงานราชการมาตรวจสอบ ทางโรงงานจะ ต้องส่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำแข็งเพื่อวิเคราะห์คุณภาพปีละ 1 ครั้ง

4. ภาชนะบรรจุ

ภาชนะที่ใช้บรรจุน้ำแข็งต้องทำจากวัสดุที่ไม่เป็นพิษ ก่อนบรรจุจะต้องทำความสะอาดโดยวิธีการล้างและฆ่าเชื้อ เมื่อภาชนะบรรจุได้ผ่านการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อแล้วจะต้องมีการตรวจสอบประสิทธิภาพการปนเปื้อนจุลินทรีย์ของภาชนะบรรจุ ในการลำเลียงขนส่งเพื่อนำภาชนะบรรจุไปใช้จะต้องไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนขึ้นอีก

5. สารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ

ชนิดสารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อต้องเป็นชนิดที่ได้รับการอนุญาตให้ใช้ในโรงงานผลิตน้ำแข็งและจะต้องมีการจัดเก็บเพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อนขึ้นในวัตถุดิบ ระหว่างการผลิตและผลิตภัณฑ์สุดท้าย และต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับการใช้สารทำความสะอาดและวิธีการฆ่าเชื้อที่ถูกต้อง ได้แก่ ปริมาณสารที่ใช้ ปริมาณน้ำ และเวลาสัมผัส

6. การบรรจุ

การบรรจุน้ำแข็งจะต้องบรรจุในห้องบรรจุที่สามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสัตว์ และแมลง ผู้ปฏิบัติงานในขั้นตอนการบรรจุจะต้องมีสุขลักษณะที่ดีในการปฏิบัติงาน ดังนี้ จะต้องแต่งกายให้สะอาด ก่อนบรรจุจะต้องล้างมือให้สะอาดและฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ เมื่อบรรจุเสร็จแล้วจะต้องมีการตรวจสภาพหลังการบรรจุ

7. การสุขาภิบาล

น้ำที่ใช้ภายในโรงงานต้องเป็นน้ำสะอาด จัดให้มีห้องส้วมและอ่างล้างมือหน้าห้องส้วมให้เพียงพอสำหรับผู้ปฏิบัติงานและต้องถูกสุขลักษณะ มีอุปกรณ์ในการล้างมืออย่างครบถ้วนและต้องแยกต่างหากจากบริเวณผลิตจัดให้มีอ่างล้างมือในบริเวณผลิตให้เพียงพอและมีอุปกรณ์การล้างมืออย่างครบถ้วน จะต้องมีวิธีการป้องกัน และกำจัดสัตว์และแมลงในสถานที่ผลิตตามความเหมาะสม มีภาชนะรองรับขยะมูลฝอยที่มีฝาปิดในจำนวนที่เพียงพอ และมีระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสม มีทางระบายน้ำทิ้งและสิ่งโสโครกอย่างมีประสิทธิภาพ และไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตอาหาร

8. บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานในบริเวณผลิตต้องไม่เป็นโรคติดต่อหรือโรคน่ารังเกียจขณะที่ดำเนินการผลิตและมีการสัมผัสโดยตรงกับอาหารหรือส่วนผสมของอาหารหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของพื้นที่ผิวที่อาจมีการสัมผัสกับอาหารผู้ปฏิบัติงานทุกคนจะต้องสวมเสื้อผ้าที่สะอาดและเหมาะสมต่อการปฏิบัติงาน ใส่ถุงมือที่อยู่ในสภาพสมบูรณ์ และสะอาดถูกสุขลักษณะไม่สวมใส่เครื่องประดับต่างๆ ขณะปฏิบัติงาน และดูแลสุขอนามัยของมือและเล็บให้สะอาดอยู่เสมอ สวมหมวกหรือผ้าคลุมผมหรือตาข่ายและมีการฝึกอบรมจากเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับสุขลักษณะทั่วไป

9. บันทึกและรายงาน

ทางโรงงานจะต้องมีการบันทึกและรายงานผล ดังนี้ ผลการตรวจวิเคราะห์น้ำจากแหล่งที่ใช้ในการผลิต สภาพการทำงานของเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิต ผลการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ และชนิดและปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์

3.2 ระบบ HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) หรือระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

การผลิตอาหารให้มีความปลอดภัยนั้นจำเป็นจะต้องมีการจัดการด้านโปรแกรมพื้นฐานหรือหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตก่อน เนื่องจากการจัดการด้านสุขลักษณะเป็นพื้นฐานสำคัญในการจัดทำระบบ HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) กล่าวคือ GMP และ HACCP มีความสัมพันธ์กันอย่างมากหากสภาพแวดล้อมในการผลิตดีย่อมทำให้การควบคุมกระบวนการ ณ จุดวิกฤตมีประสิทธิภาพมากขึ้น และจะทำให้แผน HACCP มีความชัดเจนมากขึ้น ด้วยระบบ HACCP เป็นแนวคิดของการควบคุมการผลิตที่ประกอบด้วยการวินิจฉัยและประเมินอันตรายของอาหารที่อาจเกิดขึ้นกับผู้บริโภค ตั้งแต่วัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่ง จนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค รวมทั้งการสร้างระบบการควบคุมกระบวนการผลิตเพื่อกำจัดหรือลดสาเหตุที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค ซึ่งระบบ HACCP เป็นระบบควบคุมเน้นการป้องกันอันตรายในกระบวนการผลิตมากกว่าการทดสอบที่ผลิตภัณฑ์สุดท้าย (สุวิมล กีรติพิบูล, 2545)

การจัดทำระบบ HACCP ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดทำ 12 ขั้นตอน โดย 5 ขั้นตอนแรกเป็นการเตรียมการเพื่อนำเข้าสู่หลักของระบบ HACCP ทั้ง 7 ประการ

ขั้นตอนที่ 1 การจัดตั้งคณะทำงาน

การจัดตั้งคณะทำงานในการจัดทำระบบ HACCP ควรประกอบด้วย บุคลากรจากหลายฝ่าย ซึ่งประกอบด้วยผู้แทนจากฝ่ายผลิต ฝ่ายประกันคุณภาพ ฝ่ายสุขาภิบาล ฝ่ายวิศวกรรม และฝ่ายจัดซื้อ ทั้งนี้คณะทำงานควรได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดทำระบบ HACCP เพื่อให้คณะทำงานมีความรู้ความชำนาญในการพัฒนาแผน HACCP

ขั้นตอนที่ 2 บรรยายรายละเอียดของผลิตภัณฑ์

คณะทำงาน HACCP จะต้องบรรยายลักษณะและรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งควรเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ประกอบด้วย ชื่อผลิตภัณฑ์หรือกลุ่มผลิตภัณฑ์ ลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์สุดท้าย การใช้ผลิตภัณฑ์ ภาชนะบรรจุ อายุการเก็บรักษา สถานที่จำหน่าย ข้อแนะนำบนฉลาก การควบคุมจำเพาะระหว่างกระจายสินค้า กลุ่มผู้บริโภค

ขั้นตอนที่ 3 ระบุวัตถุประสงค์ในการใช้

การบรรยายลักษณะและรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการระบุวัตถุประสงค์ในการใช้ผลิตภัณฑ์จะช่วยให้คณะทำงาน HACCP สามารถระบุอันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้นจริงสำหรับผลิตภัณฑ์นั้นๆ นอกจากที่ได้พบเห็นในการระบุอันตรายในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างแผนภูมิการผลิต

การสร้างแผนภูมิการผลิตเพื่อให้เข้าใจขั้นตอนการผลิตได้โดยง่าย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อคณะทำงาน HACCP ในการวิเคราะห์อันตรายต่างๆ และกำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม การเขียนแผนภูมิการผลิตควรเริ่มตั้งแต่วัตถุดิบทุกตัว รวมทั้งบรรจุภัณฑ์ ผ่านกระบวนการผลิตต่างๆ จนกระทั่งเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย การจัดเก็บและส่งออกจากโรงงาน การสร้างแผนภูมิการผลิตสามารถทำได้โดยการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานหรือสังเกตขั้นตอนกระบวนการผลิตด้วยตนเอง แผนภูมิการผลิตต้องครอบคลุมทุกจุดทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต

ขั้นตอนที่ 5 การทวนสอบแผนภูมิการผลิตที่จุดการผลิตจริง

คณะทำงาน HACCP จะต้องทวนสอบทั้งแผนภูมิการผลิตและผังโรงงาน ณ จุดการผลิตจริง เพื่อยืนยันความถูกต้องทั้งหมด การทวนสอบนี้ควรจะทำในช่วงเวลาผลิตต่างๆ กัน หากพบว่าไม่เป็นไปตามที่เขียนไว้ คณะทำงาน HACCP จะต้องมีการประชุมหารือและปรับเปลี่ยนให้ตรงตามการผลิตจริง

ขั้นตอนที่ 6 ระบุอันตรายทั้งหมดที่มีโอกาสเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต รวมทั้งวัตถุดิบทุกตัว พร้อมทั้งพิจารณามาตรการควบคุม (หลักการที่ 1)

การวิเคราะห์อันตรายเป็นหลักการแรกของระบบ HACCP ขั้นตอนนี้มีความสำคัญและต้องการผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค เพื่อช่วยให้คณะทำงาน HACCP สามารถระบุอันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้นจริงได้แก่ อันตรายทางชีวภาพ อันตรายทางเคมี และอันตรายทางกายภาพ ได้อย่างถูกต้องทุกขั้นตอนพร้อมทั้งกำหนดมาตรการควบคุมอย่างเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 7 กำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (หลักการที่ 2)

การกำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมเพื่อป้องกันหรือควบคุมอันตรายที่เกิดขึ้น จุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Critical Control Point : CCP) หมายถึง ขั้นตอนในกระบวนการผลิตหนึ่ง ๆ ที่จำเป็นต้องมีการควบคุม เพื่อป้องกันหรือขจัดอันตรายที่มีต่อความปลอดภัยของอาหารหรือลดอันตรายดังกล่าวจนถึงระดับที่ยอมรับได้โดยใช้แผนผังการตัดสินใจหรือ Decision Tree (Figure 1)

ขั้นตอนที่ 8 กำหนดค่าวิกฤตสำหรับจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (หลักการที่ 3)

ค่าวิกฤต คือ ค่าที่เป็นเกณฑ์แบ่งแยกระหว่างการยอมรับได้และยอมรับไม่ได้ทางด้านความปลอดภัยอาหาร เป็นค่าที่ใช้ตัดสินการควบคุมการผลิต ณ จุด CCP นั้นว่าสามารถผลิตอาหารที่ปลอดภัยได้หรือไม่ ค่าวิกฤตที่กำหนดขึ้นนี้จะต้องประกันได้ว่าสามารถควบคุมอันตรายที่ระบุได้อย่างมีประสิทธิภาพ คณะทำงานจะต้องกำหนดค่าวิกฤต (Critical Limit) สำหรับแต่ละ CCP เพื่อที่จะดูว่าจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมนั้นอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ ค่าวิกฤตที่กำหนดขึ้นสามารถหาได้จากตำรา ประสบการณ์ หรืองานวิจัย

ขั้นตอนที่ 9 กำหนดการเฝ้าระวังสำหรับจุดวิกฤตที่ต้องการควบคุม (หลักการที่ 4)

คณะทำงาน HACCP จะต้องกำหนดการเฝ้าระวังการควบคุม ณ ขั้นตอนที่เป็น CCP เพื่อจะได้กำหนดการเฝ้าระวังได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถตรวจสอบว่าขั้นตอนการผลิตหรือการจัดการในแต่ละจุดวิกฤติที่ต้องควบคุมนั้นอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การเลือกวิธีการติดตามผลจะต้องสามารถกระทำให้สภาพที่อยู่นอกขอบเขตการควบคุมได้มีการแก้ไขทันท่วงที

ขั้นตอนที่ 10 กำหนดวิธีการแก้ไข (หลักการที่ 5)

หากเกิดความผิดพลาดในการผลิตอาหารหรือไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้จะต้องมีการแก้ไขให้ถูกต้อง วิธีการแก้ไขในแต่ละจุดมีลักษณะเฉพาะขึ้นอยู่กับผลการติดตามในแต่ละขั้นตอนของการผลิตทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความปลอดภัยของอาหาร

ขั้นตอนที่ 11 กำหนดกระบวนการทวนสอบ (หลักการที่ 6)

กำหนดวิธีการทวนสอบเพื่อยืนยันว่าระบบ HACCP ดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ การทวนสอบเป็นขั้นตอนเพื่อยืนยันว่าระบบ HACCP ที่จัดทำขึ้นมีการนำปฏิบัติจริงและดำเนินไปอย่างถูกต้อง รวมทั้งมีประสิทธิภาพในการควบคุมการผลิตอาหารให้ปลอดภัยอย่างสม่ำเสมอ

ขั้นตอนที่ 12 จัดทำระบบเอกสารและการจัดเก็บบันทึก (หลักการที่ 7)

เอกสารและบันทึกต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Procedures) และวิธีปฏิบัติงาน (Work Instructions) ในโปรแกรมพื้นฐาน รวมทั้งเอกสารและบันทึกในระบบ HACCP ทั้งหมด ต้องมีระบบการจัดทำและควบคุมเอกสาร รวมทั้งควบคุมบันทึกอย่างเป็นระบบเพื่อสามารถย้อนกลับได้และสามารถทบทวนความจำ ซึ่งการเก็บบันทึกข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง

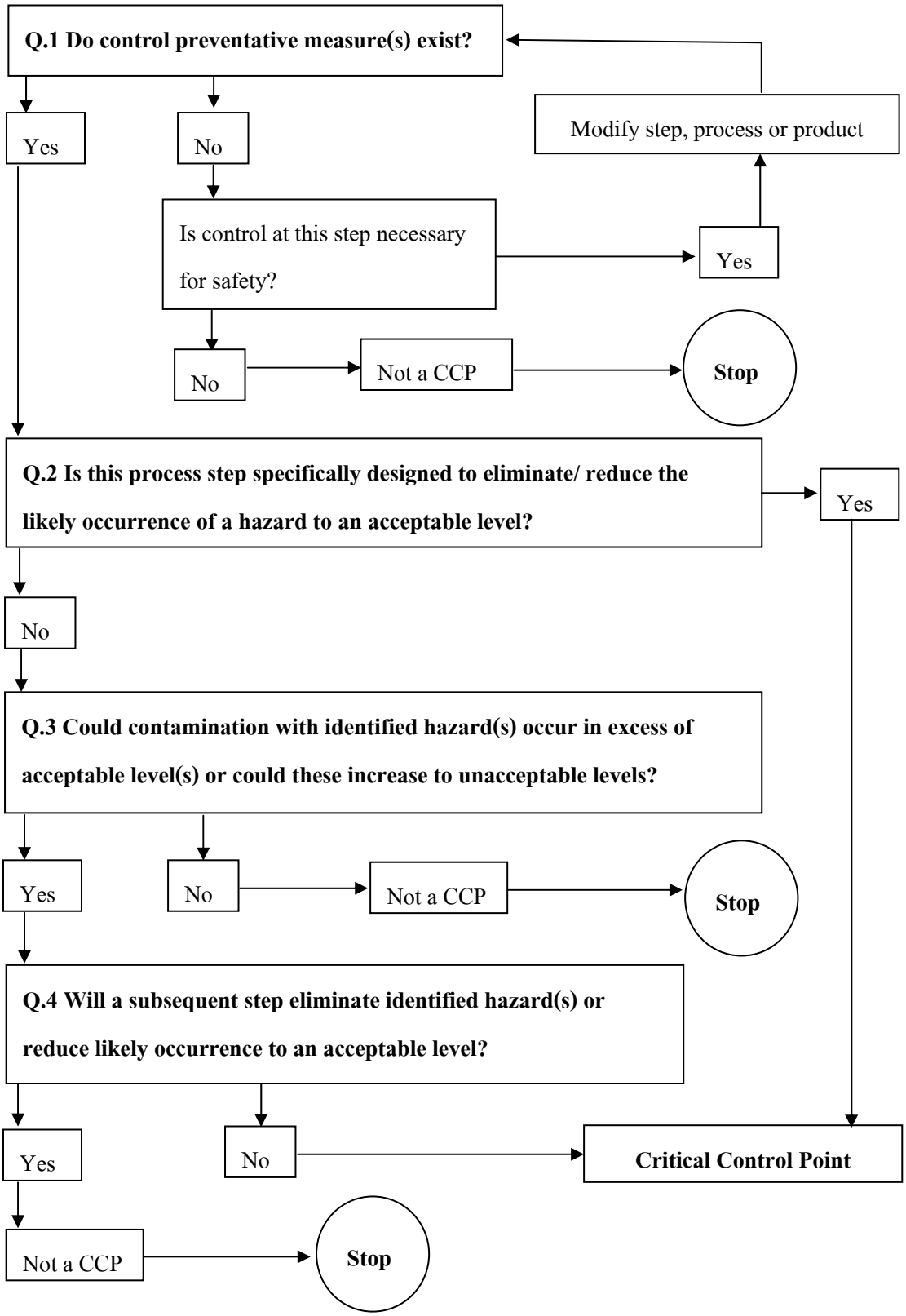


Figure 1. Decision Tree

Source : Codex (2003)

4. ผลการนำหลักเกณฑ์ GMP และระบบ HACCP มาประยุกต์ใช้

ปัจจุบันมีการนำการจัดการด้านความปลอดภัยอาหาร ได้แก่ GMP (Good Manufacturing Practice) หรือหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต และระบบ HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) หรือระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมมาใช้ เพื่อให้อาหารมีความปลอดภัยและสร้างความมั่นใจต่อผู้บริโภค

4.1 ผลจากการนำหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) มาประยุกต์ใช้

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ขอนแก่นได้รายงานผลการวิเคราะห์น้ำบริโภคและน้ำแข็งหลอดในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ จังหวัดขอนแก่น เลย สกลนคร และกาฬสินธุ์ ตามโครงการคุ้มครองผู้บริโภคระหว่างปี 2541 - 2546 ประกอบด้วย ตัวอย่างน้ำบริโภคและน้ำแข็งหลอดซึ่งเก็บมาจากแหล่งผลิตเพื่อตรวจเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและตัวอย่างที่ผู้ผลิตส่งตรวจเพื่อขอขึ้นทะเบียนตำรับอาหารรวมทั้งหมดจำนวน 1,242 ตัวอย่าง พบว่ามีคุณภาพไม่ได้มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2542) และฉบับที่ 135 (พ.ศ. 2534) จำนวน 118 ตัวอย่าง ประกอบด้วย ตัวอย่างที่ตรวจเพื่อเฝ้าระวังคุณภาพน้ำจำนวน 89 ตัวอย่าง และตัวอย่างส่งตรวจเพื่อขอขึ้นทะเบียนตำรับอาหารจำนวน 29 ตัวอย่าง เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละปีงบประมาณ พบว่าตัวอย่างน้ำและน้ำแข็งหลอดที่มีคุณภาพไม่ได้มาตรฐานมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากมีการควบคุมการผลิตให้เป็นไปตามมาตรฐานสถานที่ผลิต รวมทั้งการเลือกวัตถุดิบในการผลิตน้ำจึงทำให้น้ำบริโภคและน้ำแข็งหลอดมีความปลอดภัยมากขึ้น (จิตลัดดา รุ่งเรือง, 2549)

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครราชสีมาได้รวบรวมรายงานผลการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทและน้ำแข็งหลอดที่สถานที่ผลิตและจำหน่ายในจังหวัดพื้นที่ภายใต้การควบคุมของสาธารณสุขเขต 13 ครอบคลุมเขต 4 จังหวัด ได้แก่ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ และชัยภูมิ ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึง 2547 ผลการตรวจวิเคราะห์พบว่า ในแต่ละปีน้ำบรรจุขวด น้ำบรรจุถัง และน้ำแข็งหลอดมีคุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานค่อนข้างสูง และพบว่าน้ำแข็งหลอดมีคุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเพิ่มขึ้นทุกปี (Table 1) สำหรับสาเหตุสำคัญที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากพบปริมาณเชื้อคอลิฟอร์มเกินมาตรฐานที่กำหนด พบเชื้อ *Escherichia coli* และเชื้อโรคอาหารเป็นพิษ ได้แก่ *Salmonella* spp. *Staphylococcus aureus* และ *Clostridium perfringens* ส่วนคุณภาพทางเคมี พบว่ามีค่าพีเอชต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด (ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครราชสีมา, 2548)

Table 1. Amount of non-conforming bottled drinking water and tube ice in lower northeast region of Thailand

Year	Small bottled drinking water (%)	Large bottled drinking water (%)	Tube ice (%)
2001	20	40	34
2002	34	51	58
2003	29	52	67
2004	42	39	85

Source : Modified from Regional Medical Science Center Nakhon Ratchasima (2005)

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาร่วมกับสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดขอนแก่นและสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ดำเนินโครงการพัฒนาความปลอดภัยเพื่อแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนในโรงงานน้ำแข็งหลอดจังหวัดขอนแก่น แบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 กิจกรรม ได้แก่ การจัดอบรมและพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการผลิตน้ำแข็งหลอด และการสำรวจข้อมูลและพัฒนาสถานที่ผลิตน้ำแข็งหลอด โดยมีผู้ประกอบการเข้าร่วมโครงการทั้งหมด 17 แห่ง ก่อนและหลังการอบรมมีการประเมินผู้ประกอบการด้วยแบบสอบถาม พบว่าหลังจากอบรมเมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม 2550 ผู้ประกอบการมีความรู้เพิ่มขึ้นสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในโรงงานได้ จากการสำรวจสถานที่ผลิตน้ำแข็งหลอดระหว่างวันที่ 30 สิงหาคม ถึง 7 กันยายน 2550 พบว่า ผลการตรวจประเมินสถานที่ผลิตน้ำแข็งหลอดตามหลักเกณฑ์ GMP หลังการอบรมมีคะแนนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 70.59 แต่ยังมีโรงงานที่ไม่ผ่านหลักเกณฑ์ GMP จำนวน 5 แห่ง และจากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์น้ำแข็งหลอดก่อนการอบรม พบว่าไม่ได้มาตรฐานด้านจุลินทรีย์ทั้ง 17 แห่ง หลังการอบรมแล้วจะตรวจวิเคราะห์น้ำแข็งหลอดเฉพาะโรงงานที่ผ่านหลักเกณฑ์ GMP จำนวน 12 แห่ง พบว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานด้านจุลินทรีย์จำนวน 4 แห่ง หรือคิดเป็นร้อยละ 33.33 (อารยะ โรจนวณิชชากร และคณะ, 2550)

4.2 ผลการนำระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (HACCP) มาประยุกต์ใช้

การประยุกต์ใช้ระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Hazard Analysis and Critical Control Point : HACCP) ร่วมกับระบบการจัดการคุณภาพ (ISO 9000:2000) ในการผลิตน้ำว่านหางจระเข้ เพื่อสร้างความมั่นใจในเรื่องคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ พบจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเติมวิตามินซีและกรดซิตริก โดยควบคุมค่าพีเอชที่ 3.0-3.5 และขั้นตอนการพาสเจอร์ไรส์ โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 85-95 °C นาน 1-2 นาที

ดังนั้นน้ำว่านหางจระเข้จะมีความปลอดภัยหากจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (He *et al.,* 2005)

การพัฒนาระบบ HACCP ในโรงงานผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งสามารถผลิตนมได้วันละ 10,000 ลิตร และมีพนักงาน 35 คน โดยเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการมีและไม่มีโปรแกรมพื้นฐานก่อนการพัฒนาระบบ พบว่าการพัฒนาระบบ HACCP โดยไม่มีโปรแกรมพื้นฐานมีค่าใช้จ่ายในส่วนการจ้างพนักงานในแต่ละขั้นตอนที่สูงกว่าเพราะไม่มีการควบคุมแต่ละขั้นตอนตามหลักเกณฑ์การปฏิบัติที่ดี ส่วนการพัฒนาระบบ HACCP โดยมีโปรแกรมพื้นฐานสามารถลดค่าใช้จ่ายลงร้อยละ 24.13 ดังนั้นโปรแกรมพื้นฐานมีความจำเป็นต่อการพัฒนาระบบ HACCP ให้มีประสิทธิภาพและทำให้ค่าใช้จ่ายรวมทั้งต้นทุนในการพัฒนาระบบ HACCP ลดลง (Roberto *et al.,* 2006)

การที่มีอุตสาหกรรมน้ำดื่มเพิ่มขึ้นอย่างแพร่หลาย สิ่งสำคัญที่สุดของทุกๆโรงงานในการปรับคุณภาพน้ำ คือ การควบคุมคุณภาพของน้ำดื่ม ทำให้ต้องตระหนักถึงความปลอดภัยด้านจุลินทรีย์ก่อโรคและสารเคมี จึงจำเป็นที่จะต้องมีการตรวจติดตาม รวมไปถึงขั้นตอนการจัดส่งน้ำให้มีความปลอดภัยโดยจะต้องควบคุมตัวแปรต่างๆ ในกระบวนการผลิตอย่างเข้มงวด สำหรับการประยุกต์ใช้ HACCP ในโรงงานผลิตน้ำดื่มพบว่ามีจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม 2 จุด คือ การกรองและการฆ่าเชื้อด้วยสารเคมี ทำให้สามารถประเมินการปนเปื้อนจากอันตรายในกระบวนการผลิตได้อย่างทันท่วงทีและทำให้การปฏิบัติงานดีขึ้น (Damikouka *et al.,* 2007)

วัตถุประสงค์

1. วิเคราะห์อันตรายและประเมินความเสี่ยงของอันตรายในกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอด
2. พัฒนามาตรการและแนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหารในกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอด
3. ประเมินผลการจัดการความปลอดภัยอาหารในกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอด

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

วิธีดำเนินการ

1. ศึกษากระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอดของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งมีขนาดเครื่องจักร 189.20 แรงม้า กำลังการผลิต 5 ตันต่อชั่วโมง และมีคนงาน 21 คน โดยการเข้าไปสังเกตการณ์ สัมภาษณ์พนักงาน จัดทำแผนภูมิกระบวนการผลิตและรายละเอียดการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอน พร้อมทั้งยืนยันแผนภูมิกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอดที่จุดปฏิบัติงานจริง

2. ทบทวนโปรแกรมสุขลักษณะพื้นฐาน (GMP) ของโรงงานกรณีศึกษา

2.1 ประเมินความพร้อมของเอกสารการปฏิบัติงานตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 220) พ.ศ. 2544 เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 3) และเสนอแนะการจัดทำเอกสารและบันทึกคุณภาพที่เหมาะสม

2.2 ประเมินสถานที่ผลิตน้ำแข็งหลอดตามแนวทางหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต โดยใช้บันทึกตรวจสถานที่ผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (แบบ ตส.3 (50)) ดังภาคผนวก ก ของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา จำนวน 1 ครั้ง

3. พัฒนาระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Hazard Analysis and Critical Control Point: HACCP) ประกอบด้วย

3.1 วิเคราะห์อันตรายครอบคลุมอันตรายทั้งกายภาพ เคมี และชีวภาพ ระบุมาตรการการควบคุมอันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของแผนภูมิกระบวนการผลิตอย่างเหมาะสม พร้อมทั้งประเมินความเสี่ยงหรือความมีนัยสำคัญของอันตรายแต่ละชนิดโดยใช้หลักการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบสองมิติ (FAO, 1998) (Figure 2) โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาโอกาสที่จะพบอันตราย (Likelihood of Occurrence) และระดับความรุนแรง (Severity) ดังนี้

ก. โอกาสที่จะพบอันตราย (Likelihood of Occurrence) หมายถึง โอกาสที่จะพบอันตรายทั้ง 3 อย่าง ได้แก่ อันตรายทางชีวภาพ อันตรายทางเคมี และอันตรายทางกายภาพ โดยแบ่งเป็น 4 ระดับ สำหรับงานวิจัยนี้ได้กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

ระดับสูง (High : H) หมายถึง โอกาสที่จะพบอันตรายทุกครั้งเมื่อมีการสังเกตหรือตรวจสอบ

ระดับกลาง (Moderate : M) หมายถึง โอกาสที่จะพบอันตรายเป็นบางครั้งเมื่อมีการสังเกตหรือตรวจสอบ

ระดับต่ำ (Low : L) หมายถึง โอกาสที่จะพบอันตรายนานๆ ครั้งหรือแทบจะไม่พบอันตรายเมื่อมีการสังเกตหรือตรวจสอบ

ระดับเล็กน้อย (Negligible : N) หมายถึง ไม่มีโอกาสที่จะพบอันตรายเมื่อมีการสังเกตหรือตรวจสอบ

ข. ความรุนแรง (Severity) หมายถึง ความรุนแรงหรือผลที่เกิดขึ้นจากอันตราย แบ่งเป็น 3 ระดับ ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดของ FAO (1998) คือ

ระดับสูง (High : H) หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นทำให้อาหารไม่ปลอดภัยอย่างชัดเจนและก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิต

ระดับกลาง (Moderate : M) หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นก่อให้เกิดการเจ็บป่วย แต่ไม่ส่งผลอันตรายต่อชีวิต

ระดับต่ำ (Low : L) หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นไม่ก่อให้เกิดอันตราย แต่มีผลต่อความรู้สึก

Likelihood of Occurrence				
H	**Sa**	**Mi**	**Ma**	**Cr**
M	**Sa**	**Mi**	**Ma**	**Ma**
L	**Sa**	**Mi**	**Mi**	**Mi**
N	**Sa**	**Sa**	**Sa**	**Sa**
		L	M	H

Severity of Consequences

Figure 2. Two dimensional health risk assessment model

Source: FAO (1998)

นำข้อมูลที่ได้มาทำการประเมินความเสี่ยงของอันตรายเพื่อพิจารณาระดับความมีนัยสำคัญของอันตราย (Significance of the Hazard) โดยทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของโอกาส

ที่จะพบอันตรายกับระดับความรุนแรงตามรูปแบบการประเมินความเสี่ยง (Figure 2) ซึ่งความเสี่ยงหรือระดับความมีนัยสำคัญของอันตรายสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระดับ คือ

ระดับวิกฤต (Critical : Cr) คือ อันตรายดังกล่าวมีความเสี่ยงหรือมีนัยสำคัญระดับวิกฤต

ระดับหลัก (Major : Ma) คือ อันตรายดังกล่าวมีความเสี่ยงหรือมีนัยสำคัญระดับหลัก

ระดับรอง (Minor : Mi) คือ อันตรายดังกล่าวมีความเสี่ยงหรือมีนัยสำคัญระดับรอง

ระดับพอใจ (Satisfactory : Sa) คือ อันตรายดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญ

เมื่อประเมินความเสี่ยงหรือความมีนัยสำคัญของอันตรายแต่ละชนิดแล้วจะนำอันตรายที่มีความเสี่ยงหรือความมีนัยสำคัญของอันตรายระดับสูงกว่าระดับ Satisfactory (Sa) มาพิจารณากำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

3.2 กำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Critical Control Point: CCP) สำหรับขั้นตอนในกระบวนการผลิตหนึ่งๆ ที่จำเป็นต้องมีการควบคุมเพื่อกำจัดอันตรายหรือลดอันตรายดังกล่าวให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้จะมีการกำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมโดยใช้แผนผังการตัดสินใจ (Decision Tree) (Figure 1) ช่วยในการกำหนดจุดวิกฤต (สุวิมล กีรติพิบูล, 2545)

3.3 กำหนดค่าวิกฤตในจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม เพื่อใช้เป็นเกณฑ์การยอมรับหรือควบคุม

3.4 กำหนดการเฝ้าระวังสำหรับจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิต เพื่อตรวจสอบว่าขั้นตอนการผลิตในแต่ละจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมนั้นว่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่

3.5 กำหนดวิธีการแก้ไข เมื่อพบว่าค่าปฏิบัติงานเกิดการเบี่ยงเบนจนเกินค่าวิกฤตที่กำหนด

3.6 กำหนดวิธีการทวนสอบเพื่อยืนยันว่าระบบ HACCP ดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.7 กำหนดการควบคุมระบบเอกสารและการจัดเก็บบันทึกข้อมูล เพื่อให้สามารถทวนสอบได้

4. ดำเนินการประยุกต์ใช้มาตรการโปรแกรมสุขลักษณะพื้นฐาน (GMP) และการควบคุมตามหลัก HACCP ณ จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมเป็นเวลา 1 เดือน โดยนำเอกสารที่จัดทำขึ้นไปถ่ายทอดและฝึกอบรมพนักงานผู้ที่เกี่ยวข้อง ณ จุดปฏิบัติงาน

4.1 เอกสารตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต ซึ่งประกอบด้วยคู่มือการปฏิบัติงาน 10 เรื่อง ประกอบด้วย การควบคุมวัตถุดิบ การควบคุมกระบวนการผลิต การควบคุมการใช้สารเคมี การควบคุมแก้วและพลาสติก การควบคุมสัตว์พาหะ การจัดการของเสีย การซ่อมบำรุงเครื่องมือเครื่องจักร การทำความสะอาด การควบคุมสุขลักษณะส่วนบุคคล และการฝึกอบรม

4.2 เอกสารตามระบบ HACCP ตามขั้นตอนกระบวนการผลิต (Figure 4)

5. ประเมินผลจากการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัย ดังนี้

5.1 ประเมินสถานที่ผลิตน้ำแข็งหลอดตามแนวทางหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต โดยใช้บันทึกตรวจสถานที่ผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (แบบ ตส.3 (50)) ของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา หลังการประยุกต์ใช้จำนวน 1 ครั้ง

5.2 วิเคราะห์คุณภาพและความปลอดภัยของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยโดยการสุ่มเก็บตัวอย่าง 2 สัปดาห์/ครั้ง จำนวน 3 ครั้ง ประกอบด้วย น้ำดิบก่อนการปรับคุณภาพ น้ำดิบหลังการปรับคุณภาพ และผลิตภัณฑ์น้ำแข็งหลอด โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.2.1 น้ำดิบก่อนการปรับคุณภาพ และน้ำดิบหลังการปรับคุณภาพ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำดิบก่อนการปรับคุณภาพที่จุด (1) (Figure 3) ก่อนเข้าสู่กระบวนการบำบัด และน้ำดิบหลังการปรับคุณภาพหลังขั้นตอนการผ่านแสง UV ที่จุด (2) (Figure 3)

การเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี ทำความสะอาดปากก๊อกด้วยผ้าสะอาด จากนั้นเปิดก๊อกน้ำให้น้ำไหลเต็มที่ประมาณ 1 นาที เพื่อระบายน้ำที่ค้างอยู่ในท่อทิ้ง จากนั้นนำขวดพลาสติกที่สะอาดรองรับน้ำประมาณ 500 มิลลิลิตร เพื่อนำไปตรวจวิเคราะห์ค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้

ก. ค่าพีเอช ตรวจสอบด้วยกระดาษทดสอบพีเอช (pH paper test) มีความละเอียดในช่วง pH 0-14 ทดสอบพีเอชโดย รินน้ำตัวอย่างลงในบีกเกอร์ประมาณ 20 มิลลิลิตร นำกระดาษทดสอบค่าพีเอชจุ่มลงในตัวอย่างน้ำแล้วนำไปเทียบกับสีมาตรฐาน

ข. ค่าความกระด้างของน้ำ ตรวจสอบด้วยชุดทดสอบความกระด้างของน้ำ (Hardness test kit) ของบริษัทวิทยาศรม ประกอบด้วย น้ำยา Buffered indicator และน้ำยา Water hardness ทดสอบความกระด้างโดย รินน้ำตัวอย่างลงในบีกเกอร์ประมาณ 15 มิลลิลิตร แล้วหยดน้ำยา Buffered indicator ลงไป 2 หยด สังเกตน้ำตัวอย่างถ้าเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินแสดงว่าน้ำตัวอย่างนั้นไม่มีความกระด้าง แต่ถ้าเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดงให้เติมน้ำยา Water hardness ลงไปทีละหยดแล้วผสมให้ทั่วจนกว่าน้ำตัวอย่างจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน นับจำนวนน้ำยา Water hardness เป็นหยด โดย 1 หยด มีค่าเทียบเท่า 50 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค. ค่าคลอรีนอิสระคงเหลือในน้ำ ตรวจสอบด้วยชุดทดสอบคลอรีนอิสระคงเหลือในน้ำของศูนย์ห้องปฏิบัติการกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ประกอบด้วย ขวดเปล่า 1 ขวด น้ำยาทดสอบคลอรีนอิสระคงเหลือ 1 ขวด และสีมาตรฐานคลอรีนอิสระคงเหลือที่ระดับความเข้มข้น 0.2 0.5 และ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ทดสอบโดยรินน้ำตัวอย่างลงในขวดเปล่าจนถึงขีดที่

กำหนด จากนั้นหยดน้ำยาทดสอบคลอรีนอิสระคงเหลือลงในน้ำตัวอย่างจำนวน 4 หยด ปิดฝาขวดเขย่าให้เข้ากัน แล้วนำตัวอย่างน้ำมาเทียบกับสีมาตรฐาน

การเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์จุลินทรีย์ ก่อนเก็บตัวอย่างจะต้องใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์ 70% เช็ดรอบปากก๊อกให้สะอาดปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ และใช้หลอดทดลองที่ฆ่าเชื้อแล้วมารองรับน้ำจากปากก๊อกประมาณ ¾ ของหลอดทดลองแล้วนำไปตรวจวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

คอลิฟอร์มแบคทีเรีย ตรวจสอบด้วยชุดทดสอบคอลิฟอร์มแบคทีเรีย (SI-Medium) ของศูนย์ห้องปฏิบัติการกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ประกอบด้วย อาหารตรวจเชื้อคอลิฟอร์มแบคทีเรีย (SI Medium) ตะเกียงแอลกอฮอล์ แอลกอฮอล์ 70% แอลกอฮอล์ 95% ถาดสำหรับวางอุปกรณ์ มีดคัตเตอร์ และสำลี ก่อนการตรวจสอบจะต้องทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบด้วยแอลกอฮอล์ 70% จากนั้นเทน้ำตัวอย่างประมาณ 1 มิลลิลิตร ลงในขวดอาหารตรวจเชื้อคอลิฟอร์มแบคทีเรีย แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-40 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 17-24 ชั่วโมง ตรวจสอบผลโดยเทียบกับแผ่นเทียบสี SI Medium ถ้าอาหารยังคงเป็นสีม่วงใสไม่เปลี่ยนแปลงแสดงว่าตัวอย่างไม่มีการปนเปื้อนเชื้อคอลิฟอร์มแบคทีเรีย แต่ถ้าอาหารเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีม่วงปนเหลืองหรือสีเหลือง มีความขุ่น และแก๊สปุดขึ้นเมื่อเขย่าเบาๆ แสดงว่าตัวอย่างมีการปนเปื้อนเชื้อคอลิฟอร์มแบคทีเรีย

5.2.2 ผลิตภัณฑ์น้ำแข็งหลอด ทำการเก็บตัวอย่างน้ำแข็งหลอดที่จุด (3) (Figure 3)

การเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำแข็งที่ออกจากเครื่องทำน้ำแข็งใส่ถุงพลาสติกแล้วปิดผนึกจำนวน 2 ถุง จากนั้นนำไปใส่กระติกน้ำแข็งเพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี ดังนี้ pH, Color, Turbidity, Total Dissolved Solids, Hardness, Sulfate, Nitrate, Chloride , Ferric, Arsenic และ Lead (AWWA, 2005)

การเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำแข็งที่ออกจากเครื่องทำน้ำแข็งด้วยวิธีการปลอดเชื้อ โดยก่อนเก็บตัวอย่างต้องทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างด้วยแอลกอฮอล์ 70 % ใช้คีมคีบน้ำแข็งใส่ในขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อจำนวน 3 ขวด จากนั้นล้นปากขวดด้วยเปลวไฟ แล้วปิดฝาให้สนิทเก็บในกระติกน้ำแข็งเพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ดังนี้ Coliform bacteria, *E. coli*, *S. aureus*, *Salmonella* spp. และ *C. perfringens* (AWWA, 1998)

6. ประมวลผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์น้ำแข็งหลอดก่อนและหลังการนำแนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหารมาใช้ในกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอด โดยวิเคราะห์ความแตกต่างแบบ t-test (ธวัชชัย งามสันติวงศ์, 2543)

7. สรุปผลการดำเนินการวิจัย

บทที่ 3

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาแนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหารโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมสุขลักษณะพื้นฐาน (GMP) และการใช้ระบบ HACCP ในกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอด ซึ่งคัดเลือกโรงงานกรณีศึกษาที่มีความต้องการจะปรับปรุงโรงงานให้มีมาตรฐานตามหลัก GMP และระบบ HACCP โรงงานกรณีศึกษาประกอบธุรกิจ 2 สายการผลิต คือ การผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดและการผลิตน้ำแข็งหลอด สำหรับงานวิจัยนี้จะเลือกสายการผลิตน้ำแข็งหลอด ซึ่งมีกำลังการผลิตน้ำแข็งหลอดขนาดเล็กและขนาดใหญ่ 5 ตันต่อชั่วโมง ผลิตโดยเครื่องทำน้ำแข็งอัตโนมัติ 3 เครื่อง ขนาด 15 ตัน/ชม. 1 เครื่อง ขนาด 30 ตัน/ชม. 1 เครื่อง และขนาด 50 ตัน/ชม. 1 เครื่อง มีพนักงานจำนวน 21 คน ผลิตภัณฑ์น้ำแข็งหลอดบรรจุในกระสอบพลาสติกขนาด 23-25 กิโลกรัม โดยมีผู้รับซื้อไปจำหน่ายในพื้นที่จังหวัดนราธิวาส

แผนผังสถานที่ผลิตน้ำแข็งหลอดของโรงงาน (Figure 3) เริ่มจากน้ำดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำแข็งหลอดมาจากสระน้ำ (หมายเลข1) ก่อนนำมาผลิตน้ำแข็งหลอดจะมีการปรับคุณภาพดังนี้ สูบน้ำผ่านระบบการให้อากาศที่เป็นตะแกรง (หมายเลข 5) แล้วตกตะกอนในบ่อปูน 1 (หมายเลข 6) มีการเติมสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟตเพื่อช่วยในการตกตะกอน จากนั้นผ่านการกรองขั้นต้น (หมายเลข 7) ประกอบด้วย สารกรองทราย สารกรองแมงกานีส และสารกรองแอนทราไซต์ หลังจากนั้นผ่านระบบการให้อากาศที่เป็นตะแกรงอีกครั้ง (หมายเลข 8) แล้วพักน้ำในบ่อปูน 2 มีการเติมแคลเซียมไฮโปรคลอไรด์ เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ (หมายเลข 9) จากนั้นจึงผ่านการกรองแมงกานีส แอนทราไซต์ คาร์บอน เรซิน และผ้ากรองตามลำดับ (หมายเลข 10) แล้วผ่านการฆ่าเชื้อด้วยแสง UV (หมายเลข 11) เมื่อผ่านการปรับคุณภาพน้ำแล้วจะเก็บน้ำในถังเก็บน้ำ (ก่อนเข้าสู่กระบวนการแช่เยือกแข็ง) มีทั้งหมด 6 ถังอยู่นอกอาคารผลิต 4 ถัง (หมายเลข 12) และอยู่ในอาคารผลิต 2 ถัง (หมายเลข 13) จากนั้นน้ำจึงเข้าสู่เครื่องทำน้ำแข็ง (หมายเลข 14) เมื่อได้น้ำแข็งหลอดตามต้องการพนักงานจะบรรจุใส่กระสอบพลาสติกแล้วนำไปเก็บในห้องเก็บน้ำแข็ง (หมายเลข 24, 27)

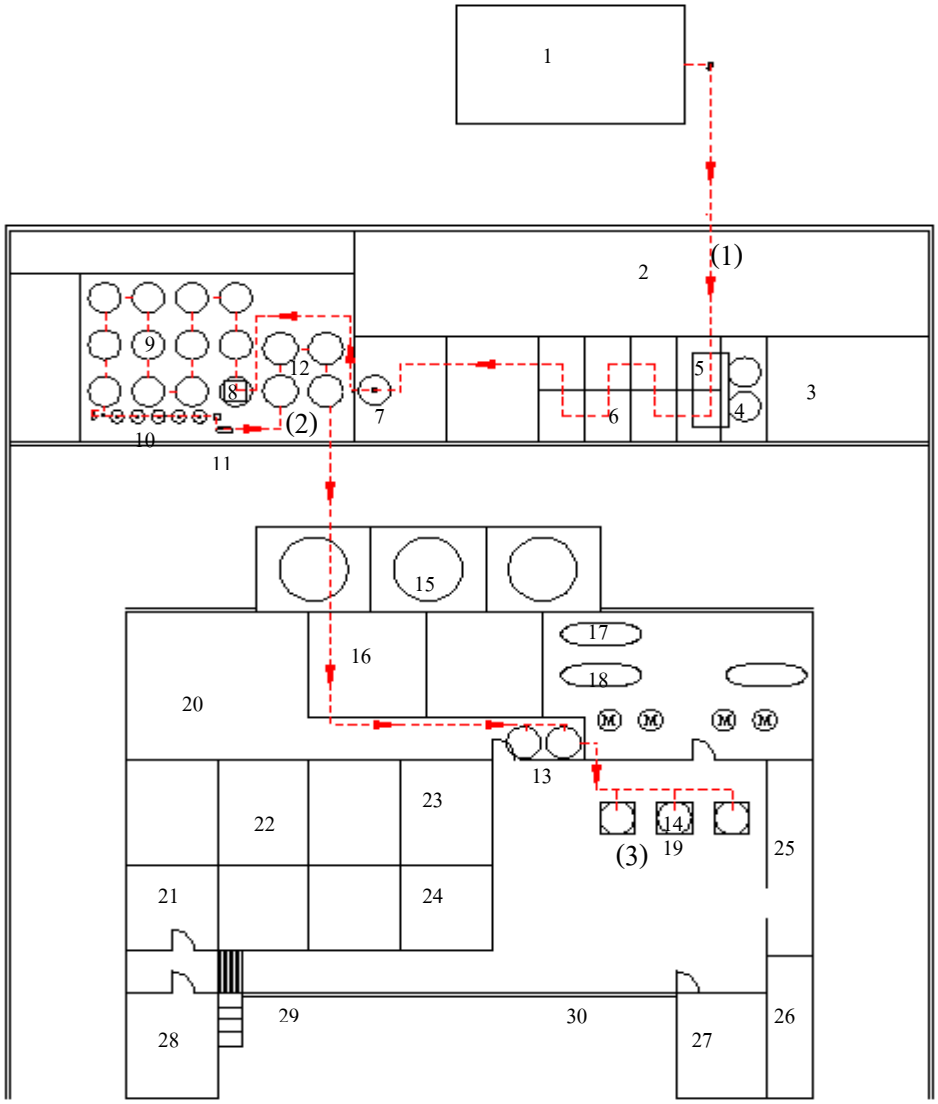


Figure 3. Plant layout of tube ice production

Remark

1 : Pond
2 : Worker home
3 : Toilet
4 : Alumimium sulphate solution tank
5 : Sieve 1
6 : Cement pond 1
7 : Filter tank 1
8 : Sieve 2
9 : Cement pond 2
10 : Filter tank 2
11 : UV lamp
12 : Treat water tank 1
13 : Treat water tank 2
14 : Ice maker
15 : Cooling tower
16 : Toilet (not use)
17 : Refrigerant tank
19 : Packing ice area
20 : Cleaning bottle area
21 : Waiting manager room
22 : Packing water room
23 : Picking water bottle room
24 : Picking ice room 1
25 : Cleaning sack area
26 : Control room
27 : Picking ice room 2
28 : Office
29 : taking drinking water area
30 : taking ice area
: Water flow

1. สุขลักษณะพื้นฐาน (GMP) ของโรงงานกรณีศึกษา

1.1 ความพร้อมของเอกสารการปฏิบัติงานตามข้อกำหนด

ผลการประเมินความพร้อมของเอกสารการปฏิบัติงานตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 220) พ.ศ. 2544 เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 3) หรือ GMP น้ำบริโภค มีทั้งหมด 9 หมวด ประกอบด้วย สถานที่ตั้งและอาคารผลิต เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต แหล่งน้ำการปรับคุณภาพน้ำและการควบคุมคุณภาพมาตรฐาน ภาชนะบรรจุ สารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ การบรรจุ การสุขาภิบาล บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน บันทึกและรายงาน พบว่าทางโรงงานกรณีศึกษาไม่มีเอกสารการปฏิบัติงานตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตของน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท จึงได้จัดทำเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน 10 เรื่อง มอบให้โรงงานกรณีศึกษาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์โดยมีสาระสำคัญ ประกอบด้วย

1.1.1 การควบคุมวัตถุดิบ (GMP-01) วัตถุดิบหลัก ได้แก่ น้ำดิบ (ก่อนเข้าสู่กระบวนการบำบัด) มาจากสระน้ำก่อนนำไปผลิตน้ำแข็งหลอดจะต้องผ่านกระบวนการปรับคุณภาพน้ำ ได้แก่ การฆ่าเชื้อด้วยแคลเซียมไฮโปรคลอไรด์ ผ่านเข้าเครื่องกรองทราย เครื่องกรองคาร์บอน เครื่องกรองแมงกานีส เครื่องกรองแอนทราไซต์ เครื่องกรองเรซิน ผ้ากรองและการฆ่าเชื้อด้วยแสง UV ตามลำดับ (Figure 3) เมื่อผ่านการปรับคุณภาพแล้วจะต้องตรวจรับวัตถุดิบตามมาตรฐานที่กำหนดตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทและฉบับที่ 135 (พ.ศ. 2534) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2) (ภาคผนวก ข) ดังนี้ น้ำดิบ (ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต) ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมี ได้แก่ สี กลิ่น ค่าพีเอช ค่าความกระด้าง และค่าคลอรีนอิสระคงเหลือในน้ำ ตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ คอลิฟอร์มแบคทีเรีย แล้วบันทึกผลในแบบฟอร์มการตรวจสอบคุณภาพน้ำดิบหลังการปรับคุณภาพ (GMP-01-FM-01)

ส่วนบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการบรรจุน้ำแข็งหลอด คือ กระสอบพลาสติกสีขาวขนาดบรรจุ 23-25 กิโลกรัม ทำการตรวจสอบลักษณะภายนอกของกระสอบพลาสติกต้องไม่มีการฉีกขาดหรือชำรุดและนับจำนวนกระสอบ บันทึกจำนวนในแบบฟอร์มการรับกระสอบพลาสติก (GMP-01-FM-02) หากตรวจพบว่ากระสอบพลาสติกมีรอยฉีกขาดไม่สามารถบรรจุน้ำแข็งได้ให้แยกไว้แล้วนำไปทิ้ง

1.1.2 การควบคุมกระบวนการผลิต (GMP-02) ระบบการผลิตน้ำแข็งหลอดของโรงงานกรณีศึกษาควบคุมด้วยระบบ PLC (Program Logic Control) เป็นการทำงานแบบอัตโนมัติ จะมีเสียงเตือนเมื่อระดับน้ำในบ่อปูน 2 (หมายเลข 9) และถังเก็บน้ำ (ก่อนเข้าสู่กระบวนการแช่เยือก

แข็ง) (หมายเลข 12,13) มีปริมาณน้ำต่ำกว่าระดับที่กำหนดไว้ ก่อนการผลิตหัวหน้าฝ่ายผลิตจะตรวจสอบปริมาณน้ำดิบมีเพียงพอในการผลิตหรือไม่ เมื่อมีเพียงพอสำหรับการผลิตน้ำแข็งจะดำเนินการ ดังนี้ ตรวจสอบน้ำมันในคอมเพรสเซอร์ของเครื่องทำความเย็นและเปิดวาล์วน้ำเข้าเครื่องทำน้ำแข็ง หากปริมาณน้ำดิบไม่เพียงพอหัวหน้าฝ่ายผลิตจะต้องทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการปรับคุณภาพน้ำดิบ ได้แก่ เครื่องกรองทราย เครื่องกรองคาร์บอน เครื่องกรองแมงกานีส เครื่องกรองแอนทราไซต์ เครื่องกรองเรซิน โดยการล้างย้อนกลับและเปลี่ยนผ้ากรอง ส่วนหลอด UV หากพบว่าหลอด UV ขุ่นจะขูดตะกอนออกแล้วล้างด้วยน้ำสะอาด

เมื่อมีการผลิตน้ำแข็งหลอดทุกครั้งหัวหน้าฝ่ายผลิตจะต้องตรวจสอบชั่วโมงการทำงานของหลอด UV จากเครื่องบันทึกเวลาการทำงานอัตโนมัติและบันทึกช่วงเวลาการทำงานของหลอด UV ในแบบฟอร์ม HACCP-02 และพนักงานฝ่ายผลิตจะต้องบันทึกปริมาณน้ำแข็งหลอดที่ผลิตได้ในแต่ละวันลงในแบบฟอร์มปริมาณการผลิตน้ำแข็งหลอด (GMP-02-FM-1)

1.1.3 การควบคุมการใช้สารเคมี (GMP-03) การตรวจรับสารเคมี ได้แก่ แคลเซียมไฮโปรคลอไรด์ 65% สารส้ม สารกรองทราย สารกรองแมงกานีส สารกรองแอนทราไซต์ สารกรองเรซิน สารกรองคาร์บอน และน้ำยาทำความสะอาด ให้พนักงานฝ่ายผลิตพิจารณาจากชื่อสารเคมียี่ห้อ และส่วนประกอบที่ระบุไว้บนภาชนะบรรจุว่าตรงกับสารเคมีที่สั่งซื้อหรือไม่ ตรวจสอบภาชนะบรรจุปิดสนิทหรือไม่ น้ำหนักบรรจุของสารเคมี และบันทึกการตรวจรับสารเคมีในแบบฟอร์มการตรวจรับสารเคมี (GMP-03-FM-01) เมื่อตรวจรับสารเคมีเสร็จแล้วให้พนักงานจัดเก็บสารเคมีไว้ในห้องเก็บสารเคมี โดยแยกออกจากบริเวณผลิตน้ำแข็งหลอดซึ่งแน่ใจว่าจะไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกับผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนแปรรูป ระหว่างแปรรูป และหลังแปรรูป หากพนักงานฝ่ายผลิตต้องการใช้สารเคมีให้เบิกสารเคมีกับหัวหน้าฝ่ายผลิต ก่อนนำไปใช้ให้ปฏิบัติดังนี้ ดูวันหมดอายุที่ระบุไว้บนภาชนะ หากเป็นสารกรองจะมีอายุการใช้งาน 1 ปี ภาชนะที่ใส่สารเคมีจะต้องปิดสนิทไม่มีรอยฉีกขาด เมื่อใช้สารเคมีเสร็จแล้วให้ปิดภาชนะที่บรรจุสารเคมีให้แน่นสนิทและนำไปเก็บในห้องเก็บสารเคมี

1.1.4 การควบคุมแก้วและพลาสติก (GMP-04) หัวหน้าฝ่ายผลิตกำหนดนโยบายควบคุมแก้วและพลาสติก ดังนี้ ห้ามผู้ปฏิบัติงานทุกคนนำภาชนะหรืออุปกรณ์ที่ทำด้วยแก้วหรือพลาสติกซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับงานผลิตเข้ามาในบริเวณผลิต ห้ามนำเครื่องดื่มที่บรรจุในขวดแก้วหรือพลาสติกทุกชนิดเข้าบริเวณผลิต ห้ามเปลี่ยนหลอดไฟ กระจกหน้าต่าง และสิ่งอื่นๆ ที่ทำด้วยแก้วขณะผลิต หากจำเป็นต้องเปลี่ยนจะต้องแจ้งผู้รับผิดชอบของหน่วยนั้นให้สั่งหยุดการผลิตในบริเวณนั้น โดยการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ วัสดุหีบห่อให้มิดชิดหรือหาวัสดุปกคลุมป้องกันการปนเปื้อนหากมีการแตกหักระหว่างการเปลี่ยน ในส่วนการควบคุมอาคารวัสดุอุปกรณ์ที่มีส่วนประกอบที่ทำด้วย

แก้วหรือพลาสติกพนักงานฝ่ายผลิตต้องจัดทำรายการทะเบียนอุปกรณ์ที่ทำด้วยแก้วหรือพลาสติก และตรวจเช็คสภาพสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และบันทึกลงในแบบฟอร์มการตรวจสอบอุปกรณ์ที่ทำด้วยแก้วหรือพลาสติก (GMP-04-FM-01) ถ้ามีการชำรุดหรือเสียหายให้รีบดำเนินการแจ้งผู้รับผิดชอบให้ทำการแก้ไขซ่อมแซมทันทีและบันทึกลงในแบบฟอร์มสาเหตุของการชำรุดหรือเสียหายและระบุวิธีการแก้ไข (GMP-04-FM-02) ในกรณีที่มีการแตกของกระจก ภาชนะที่ทำด้วยเครื่องแก้วต้องปฏิบัติ ดังนี้ แยกผลิตภัณฑ์ที่ปนเปื้อนเศษแก้วหรือพลาสติก และผลิตภัณฑ์ที่คาดว่าอาจมีการปนเปื้อน จากนั้นแจ้งผู้ที่รับผิดชอบทราบและกั้นบริเวณที่มีเศษแก้วหรือกระจก และจัดการทำความสะอาดด้วยไม้กวาดพลาสติกและเครื่องดูดฝุ่น

1.1.5 การควบคุมสัตว์พาหะ (GMP-05) พนักงานฝ่ายผลิตทำการตรวจสอบดูแลโครงสร้างอาคารผลิตให้ปิดมิดชิด ติดตั้งตะแกรงบริเวณคูน้ำที่เปิดออกนอกสถานประกอบการผลิตทุกจุด กำจัดแหล่งที่อยู่และอาหารของสัตว์พาหะนำโรค ทุกครั้งหลังเลิกงานให้กำจัดเศษอาหารที่ตกค้างตามพื้นถังขยะและท่อระบายน้ำอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันการสะสม และการเข้ามาของสัตว์พาหะนำเชื้อโรค ดูแลทำความสะอาดบริเวณอาคารผลิตและบริเวณรอบสถานประกอบการผลิตอย่างสม่ำเสมอ ถังขยะที่ใช้ต้องทำการปิดให้สนิทและตั้งอยู่ในที่ๆ เหมาะสมและทำการสำรวจซากหรือร่องรอยของสัตว์พาหะนำโรคทุกๆ วัน หากพบร่องรอยของสัตว์พาหะนำโรคให้พนักงานฝ่ายผลิตรายงานผู้จัดการโรงงาน

1.1.6 การจัดการของเสีย (GMP-06) พนักงานฝ่ายผลิตกำจัดของเสียออกจากบริเวณที่ทำการผลิตและส่วนอื่นๆ ของสถานผลิตทุกวันและดูแลความสะอาดบริเวณที่เป็นจุดรวมของขยะหรือของเสียโดยแยกถังขยะเปียก ขยะแห้ง ขยะมีพิษ และทำเครื่องหมายไว้ให้รับรู้อย่างชัดเจน รวบรวมขยะในแต่ละวันจากสถานที่ผลิตไปยังจุดพักขยะเพื่อรอการขนย้ายจากเจ้าหน้าที่เทศบาล ทำความสะอาดถังขยะหากพบคราบสกปรก โดยการกวาดเศษขยะและล้างด้วยน้ำสะอาด ทำความสะอาดพื้นที่รวบรวมขยะในทุกจุดที่ตั้งถังขยะแล้วเช็ดพื้นให้แห้งหลังการทำความสะอาดทุกครั้งและทำความสะอาดทางระบายน้ำโดยการใช้น้ำฉีด

1.1.7 การซ่อมบำรุงเครื่องมือเครื่องจักร (GMP-07) หัวหน้าฝ่ายผลิตกำหนดแผนการบำรุงรักษาโดยจะต้องตรวจสอบสภาพของเครื่องมือเครื่องจักรก่อนการผลิตทุกวันและจัดทำคู่มือซ่อมบำรุงหรือการดำเนินการเมื่อเครื่องจักรเกิดขัดข้องให้พนักงานฝ่ายผลิตจัดทำทะเบียนรายการเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตจัดทำบันทึกประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องมือเครื่องจักร โดยบันทึกในแบบฟอร์มประวัติซ่อมบำรุงเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ (GMP-07-FM-01)

1.1.8 การทำความสะอาดอาคารผลิตอุปกรณ์และเครื่องจักร (GMP-08) พนักงานฝ่ายผลิตทำความสะอาดตามแผนการทำความสะอาด ดังนี้ พื้นบริเวณผลิตทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาดทุก

วันและจะฆ่าเชื้อด้วยแคลเซียมไฮโปรคลอไรด์ เดือนละ 1 ครั้ง ผนังบริเวณผลิตจะขัดด้วยน้ำยาทำความสะอาดสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เพดานจะกวาดหยากไย่สัปดาห์ละ 1 ครั้ง รางระบายน้ำในอาคารจะขัดและล้างทำความสะอาดทุกวัน รางระบายน้ำรอบอาคารจะทำความสะอาดกำจัดขยะ และตะกอนเดือนละ 1 ครั้ง กะบะรองน้ำแข็งหลอดและเครื่องทำน้ำแข็งหลอดทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาดทุกวันและจะฆ่าเชื้อด้วยแคลเซียมไฮโปรคลอไรด์ เดือนละ 1 ครั้ง หลังจากทำความสะอาดแล้วให้หัวหน้าฝ่ายผลิตทำการประเมินผลการทำความสะอาดและบันทึกลงในแบบฟอร์มตรวจประเมินผลการทำความสะอาดทุกวัน (GMP-08-FM-01)

1.1.9 การควบคุมสุขลักษณะส่วนบุคคล (GMP-09) กำหนดให้พนักงานฝ่ายผลิตก่อนเข้าในบริเวณผลิตเปลี่ยนรองเท้าที่ใส่มาจากบ้าน ใส่เน็ตคลุมผมและผ้ากันเปื้อนพร้อมทั้งต้องล้างมือดังนี้ ล้างมือด้วยน้ำสะอาดตั้งแต่มือจนถึงข้อศอก กดน้ำสบู่ใส่มือเล็กน้อย แล้วถูสบู่ให้ทั่วมือจนถึงข้อศอกรวมทั้งซอกนิ้วใช้เวลาในการล้างถูประมาณ 30 วินาที ล้างสบู่ออกให้หมดด้วยน้ำสะอาดเช็ดมือให้แห้งด้วยผ้าที่สะอาดที่เตรียมไว้และฉีดแอลกอฮอล์ 70% ให้ทั่วฝ่ามือ เมื่อออกจากบริเวณผลิตพนักงานฝ่ายผลิตจะต้องเปลี่ยนรองเท้าที่ใช้ในบริเวณผลิตออกก่อน หัวหน้าฝ่ายผลิตทำการตรวจความสะอาดของเล็บสัปดาห์ละ 1 ครั้ง พนักงานฝ่ายผลิตจะต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบขณะปฏิบัติงานอย่างเคร่งครัด

1.1.10 การฝึกอบรม (GMP-10) ผู้จัดการโรงงานฝึกอบรมพนักงานใหม่ก่อนเข้าไปปฏิบัติงานเรื่องขั้นตอนการปฏิบัติงานในหน้าที่รับผิดชอบและการปฏิบัติที่ถูกสุขลักษณะ เมื่อผ่านการฝึกอบรมแล้วจะมีการทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่อบรมโดยจะใช้วิธีการสุ่มซักถาม ทำการประเมินผลการฝึกอบรม โดยการใช้ผลการทดสอบความเข้าใจและการนำไปปฏิบัติงานจริงด้วยการสังเกต หากประเมินแล้วผลออกมาไม่ผ่านต้องมีการจัดฝึกอบรมซ้ำอีกครั้งจนกว่าผลที่ออกมาจะเป็นที่น่าพอใจ

1.2 ผลการประเมินสุขลักษณะของสถานที่ผลิตน้ำแข็งหลอด

การประเมินสุขลักษณะของสถานที่ผลิตตามแนวทางหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตด้วยบันทึกตรวจสถานที่ผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (แบบ ตส.3(50)) ของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา โดยผู้วิจัยอ้างอิงตามคู่มือการตรวจสถานที่ผลิตตามหลักเกณฑ์ GMP เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2546ข) ซึ่งประกอบด้วยสุขลักษณะหมวดต่างๆ 9 หมวด ได้แก่ สถานที่ตั้งและอาคารผลิต เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต แหล่งน้ำการปรับคุณภาพน้ำและการควบคุมคุณภาพมาตรฐาน ภาชนะบรรจุ สารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ การบรรจุ การสุขาภิบาล บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน บันทึกและรายงาน สถานที่ผลิตอาหารที่จัดว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานต้องมีคะแนนในแต่

ละหมวดและคะแนนทั้งหมดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 60% และต้องไม่พบข้อบกพร่องที่รุนแรง ซึ่งข้อบกพร่องที่รุนแรง (Major Defect) หมายถึง ข้อบกพร่องที่เป็นความเสี่ยง ซึ่งอาจทำให้อาหารเกิดการปนเปื้อนไม่ปลอดภัยต่อการบริโภค ได้แก่ ไม่มีห้องบรรจุที่เป็นสัดส่วนถาวรทำให้ไม่สามารถป้องกันการปนเปื้อนขณะทำการบรรจุ ไม่ทำการบรรจุในห้องบรรจุหรือการทำงานในห้องบรรจุอยู่ในลักษณะที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนและข้อบกพร่องอื่นๆ ที่ผู้ตรวจประเมินแล้วว่าเป็นความเสี่ยงซึ่งอาจทำให้อาหารเกิดความไม่ปลอดภัยต่อการบริโภค

ผลการประเมินสถานที่ผลิตน้ำแข็งหลอดของโรงงานกรณีศึกษา (Table 2) พบว่าก่อนการประยุกต์ใช้หลักเกณฑ์ GMP มีหมวดที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด 3 หมวด ได้แก่ เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต ภาชนะบรรจุ และการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ ส่วนหมวดที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด 6 หมวด ได้แก่ สถานที่ตั้งและอาคารผลิต แหล่งน้ำการปรับคุณภาพน้ำและการควบคุมคุณภาพมาตรฐาน การบรรจุ การสุขาภิบาล บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน และบันทึกและรายงาน พร้อมทั้งสรุปข้อบกพร่องและแนวทางแก้ไขของแต่ละหมวดให้โรงงานกรณีศึกษา รายละเอียดในภาคผนวก ค สำหรับหมวดที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน GMP พบข้อบกพร่องและมีแนวทางแก้ไข ดังนี้

ก. หมวดสถานที่ตั้งและอาคารผลิต พบข้อบกพร่องคือ ไม่สามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสัตว์และแมลงในห้องบรรจุได้ ซึ่งได้แนะนำให้โรงงานกรณีศึกษากั้นบริเวณบรรจุน้ำแข็งหลอดให้เป็นพื้นที่ปิดขณะบรรจุ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากสัตว์และแมลง

ข. หมวดแหล่งน้ำ การปรับคุณภาพน้ำและการควบคุมคุณภาพมาตรฐาน พบข้อบกพร่องคือ ไม่มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต และไม่มีการเก็บผลิตภัณฑ์ส่งวิเคราะห์คุณภาพ จึงได้เสนอแนวทางแก้ไขให้โรงงานกรณีศึกษาใช้ชุดทดสอบตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต (ชุดทดสอบความกระด้างของบริษัทวิทยาศรม ชุดทดสอบคลอรีน และชุดทดสอบคอลิฟอร์มของศูนย์ห้องปฏิบัติการกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข) โดยตรวจสอบความกระด้าง คลอรีน และเชื้อจุลินทรีย์ (คอลิฟอร์มแบคทีเรีย) สัปดาห์ละ 1 ครั้ง และโรงงานควรส่งผลิตภัณฑ์น้ำแข็งหลอดตรวจวิเคราะห์คุณภาพตามประกาศสาธารณสุขเรื่องน้ำแข็งอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง โดยหน่วยงานภายนอก

ค. หมวดการบรรจุ พบข้อบกพร่องคือ ห้องบรรจุเปิดโล่งไม่สามารถป้องกันสัตว์หรือแมลงได้ และขณะบรรจุน้ำแข็งมือผู้ปฏิบัติงานสัมผัสกับปากกระสอบ แนวทางแก้ไขเช่นเดียวกับการแก้ไขหมวดสถานที่ตั้งและอาคารผลิต และให้ทางโรงงานกำหนดสุขลักษณะของพนักงานก่อนเข้าในบริเวณบรรจุต้องล้างมือให้สะอาด

ง. หมวดการสุขาภิบาล พบข้อบกพร่องคือ ทางโรงงานกรณีศึกษาไม่มีอ่างล้างมือบริเวณผลิตและไม่มีมาตรการในการป้องกันและกำจัดสัตว์หรือแมลงเข้าในบริเวณผลิต ซึ่งได้แนะนำให้ทางโรงงานจัดเตรียมอ่างล้างมือบริเวณผลิต และให้ปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงานเรื่องการควบคุมสัตว์พาหะ

จ. หมวดบุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน พบข้อบกพร่องคือ ผู้ปฏิบัติงานแต่งกายไม่ถูกสุขลักษณะ และไม่มีการอบรมพนักงานด้านสุขลักษณะที่ดี ซึ่งได้แนะนำให้พนักงานบรรจุต้องแต่งกายสะอาดโดยใส่รองเท้าบู้ทและเน็ตคลุมผม และผู้จัดการโรงงานควรอบรมพนักงานเดือนละ 1 ครั้ง เรื่อง การแต่งกายของพนักงานและสุขลักษณะในการปฏิบัติงาน

ฉ. หมวดบันทึกและรายงาน พบข้อบกพร่องคือ ทางโรงงานกรณีศึกษาไม่มีการบันทึกผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ใช้ในการผลิต ไม่มีการบันทึกสภาพการทำงานของเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต ไม่มีการบันทึกปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์ ซึ่งได้แนะนำให้ทางโรงงานจัดทำแบบฟอร์มสำหรับการบันทึกผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ใช้ในการผลิตโดยพนักงานบันทึกผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพในแบบฟอร์มการตรวจสอบคุณภาพน้ำดิบ (ก่อนเข้าสู่กระบวนการแช่เยือกแข็ง)(GMP-01-FM-01) การบันทึกสภาพการทำงานของเครื่องมือโดยพนักงานฝ่ายผลิตลงในแบบฟอร์มประวัติซ่อมบำรุงเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ (GMP-07-FM -01) การบันทึกปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์โดยพนักงานฝ่ายผลิตจดบันทึกในแบบฟอร์มปริมาณการผลิตน้ำแข็งหลอดในแต่ละวัน (GMP-02-FM-1)

หลังการประยุกต์ใช้หลักเกณฑ์ GMP มีหมวดที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด 7 หมวด ได้แก่ เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต แหล่งน้ำการปรับคุณภาพน้ำและการควบคุมคุณภาพมาตรฐาน ภาชนะบรรจุ การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ การสุขาภิบาล บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน และบันทึกและรายงาน ส่วนหมวดที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมี 2 หมวด ได้แก่ สถานที่ตั้งและอาคารผลิต และการบรรจุ ซึ่งพบว่าในหมวดสถานที่ตั้งและอาคารผลิตและหมวดการบรรจุ ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้หลักเกณฑ์ GMP ได้คะแนนเท่ากันเนื่องจากทางโรงงานไม่มีการปรับปรุง ทำให้สองหมวดนี้ไม่ผ่านเกณฑ์เนื่องจากพบข้อบกพร่องที่รุนแรงคือ ห้องบรรจุไม่สามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสัตว์หรือแมลงได้ และไม่บรรจุในห้องที่เป็นสัดส่วน ทั้งนี้เนื่องจากทางโรงงานกรณีศึกษาขาดเงินทุนในการปรับปรุงเรื่องห้องบรรจุ ซึ่งเป็นข้อจำกัดในหลายโรงงานที่ต้องการปรับปรุงโรงงานให้ดีขึ้น และพบว่าค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงสภาพอาคารผลิตได้สร้างผลกระทบทางด้านลบมากที่สุดต่อผู้ประกอบการ เนื่องจากเสียค่าใช้จ่ายมากที่สุดเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในด้านอื่นๆ สอดคล้องกับรายงานของธัญญรัตน์ ยะยอง (2547) ส่วนหมวดอื่นๆ มีคะแนนเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐาน

Table 2. GMP evaluated score before and after GMP implementation in tube ice production plant

Section	Evaluated score (%)	
	Before	After
1. Location and manufacturing buildings	83.75	83.75
2. Tool machineries and equipments	95.00	97.50
3. Source of water and control of production process	46.71	96.43
4. Package	65.00	75.00
5. Cleaning and sanitizing	83.33	100.00
6. Packaging	68.18	68.18
7. Sanitation	45.00	70.00
8. Personnel and workers hygiene	51.56	90.63
9. Record and report	25.00	100.00
Average	68.38	85.50

2. การพัฒนาระบบ HACCP

ผลการพัฒนาระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Hazard Analysis and Critical Control Point: HACCP) ในกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอด ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

2.1 การจัดทำแผนภูมิกระบวนการผลิต

จัดทำแผนภูมิกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอดของโรงงานกรณีศึกษา (Figure 4) พร้อมทั้งทวนสอบกระบวนการผลิตที่จุดปฏิบัติงานจริง และอธิบายรายละเอียดการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต (ภาคผนวก ง)

2.2 การวิเคราะห์อันตรายและระบุมาตรการการควบคุมอันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้น

วิเคราะห์อันตรายทุกชนิด ได้แก่ อันตรายทางกายภาพ อันตรายทางเคมี อันตรายทางชีวภาพและระบุมาตรการการควบคุมอันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต (Figure 4) อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งประเมินความเสี่ยงหรือความมีนัยสำคัญของอันตรายแต่ละชนิดในกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอดของโรงงานกรณีศึกษาโดยใช้หลักการประเมินความ

เสี่ยงอันตรายต่อสุขภาพแบบสองมิติ (Table 3) ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 (FAO, 1998) ซึ่งสามารถอธิบายเป็นตัวอย่างได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1.1 น้ำดิบ ผลการวิเคราะห์อันตรายมีโอกาสพบอันตรายทางชีวภาพ คือ การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากน้ำดิบ เช่น coliform bacteria และ *E.coli* เป็นต้น การประเมินความเสี่ยงหรือความมีนัยสำคัญของการประเมินความเสี่ยงจากโอกาสการพบอันตราย (O : Occurrence) อยู่ในระดับสูง (H : High) ความรุนแรง (S : Severity) อยู่ในระดับปานกลาง (M : Moderate) เมื่อหาความสัมพันธ์ของโอกาสการพบอันตรายและความรุนแรงแล้ว พบว่าความมีนัยสำคัญของอันตรายอยู่ในระดับหลัก (Ma : Major) อันตรายทางเคมีที่พบ คือ สนิมเหล็ก และตะกอนจากน้ำดิบ การประเมินความเสี่ยงหรือความมีนัยสำคัญของการประเมินความเสี่ยงจากโอกาสการพบอันตรายอยู่ในระดับปานกลาง (M : Moderate) ความรุนแรงอยู่ในระดับปานกลาง (M : Moderate) เมื่อหาความสัมพันธ์ของโอกาสการพบอันตรายและความรุนแรงแล้วพบว่าความมีนัยสำคัญของอันตรายอยู่ในระดับหลัก (Ma : Major) จึงกำหนดมาตรการการควบคุมอันตรายดังกล่าวด้วยขั้นตอนการปฏิบัติงานเรื่อง การควบคุมวัตถุดิบ ขั้นตอนนี้ไม่พบอันตรายทางกายภาพ

ขั้นตอนที่ 12 การผ่านแสง UV ผลการวิเคราะห์อันตรายมีโอกาสพบอันตรายทางชีวภาพ คือ การเหลือรอดของจุลินทรีย์ก่อโรคเนื่องจากความเข้มของแสง UV ไม่เหมาะสม การประเมินความเสี่ยงหรือความมีนัยสำคัญของการประเมินความเสี่ยงจากโอกาสการพบอันตราย (O : Occurrence) อยู่ในระดับต่ำ (L : Low) ความรุนแรง (S : Severity) อยู่ในระดับปานกลาง (M : Moderate) เมื่อหาความสัมพันธ์ของโอกาสการพบอันตรายและความรุนแรงแล้วพบว่าความมีนัยสำคัญของอันตรายอยู่ในระดับรอง (Mi : Minor) จึงกำหนดมาตรการการควบคุมอันตรายดังกล่าวด้วยวิธีการปฏิบัติงานขั้นตอนที่ 12 การผ่านแสง UV สำหรับขั้นตอนนี้ไม่พบอันตรายทางกายภาพและทางเคมี

2.3 การหาจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

นำอันตรายที่มีความเสี่ยงหรือความมีนัยสำคัญของอันตรายอยู่ในระดับที่สูงกว่าระดับ Satisfactory มาพิจารณากำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมโดยใช้แผนผังการตัดสินใจ (Decision Tree) (Figure 1) ตัวอย่างเช่น

ขั้นตอนที่ 1.1 น้ำดิบ มีโอกาสพบอันตรายทางชีวภาพ คือ จุลินทรีย์ก่อโรคจากน้ำดิบ

คำถามที่ 1 มีมาตรการป้องกันอันตรายที่ระบุหรือไม่ ตอบว่า ใช่ โดยการควบคุมการรับวัตถุดิบ

คำถามที่ 2 ขั้นตอนนี้ออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์ที่จะลด/กำจัดอันตรายให้อยู่ในระดับที่ยอมรับใช่หรือไม่ ตอบว่า ไม่ใช่ เนื่องจากขั้นตอนนี้เป็นส่วนของวัตถุดิบในการผลิต

คำถามที่ 3 อันตรายนั้นมีโอกาสเพิ่มจำนวนจนเกินระดับที่ยอมรับได้ใช่หรือไม่ ตอบว่า ใช่ เนื่องจากจุลินทรีย์ก่อโรคจากน้ำดิบมีโอกาสเพิ่มจำนวนได้

คำถามที่ 4 ขั้นตอนถัดไปมีขั้นตอนใดบ้างที่สามารถลด/กำจัดอันตรายที่ระบุให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ตอบว่า มี คือ การผ่านแสง UV ในขั้นตอนถัดไปแสดงว่าขั้นตอนนี้ไม่ใช่จุด CCP

นอกจากนี้ในขั้นตอนที่ 1.1 น้ำดิบ ยังพบอันตรายทางเคมีคือ สนิมเหล็ก และตะกอนจากน้ำดิบ

คำถามที่ 1 มีมาตรการป้องกันอันตรายที่ระบุหรือไม่ ตอบว่า ใช่ โดยการควบคุมการรับวัตถุดิบ

คำถามที่ 2 ขั้นตอนนี้ออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์ที่จะลด/กำจัดอันตรายให้อยู่ในระดับที่ยอมรับใช่หรือไม่ ตอบว่า ไม่ใช่ เนื่องจากขั้นตอนนี้เป็นส่วนของวัตถุดิบในการผลิต

คำถามที่ 3 อันตรายนี้มีอยู่ในปริมาณมากกว่าระดับที่ยอมรับได้ใช่หรือไม่ ตอบว่า ไม่ใช่ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าขั้นตอนนี้ไม่ใช่จุด CCP

ขั้นตอนที่ 12 การผ่านแสง UV จากการวิเคราะห์อันตรายมีโอกาสพบการเหลือรอดของจุลินทรีย์ก่อให้เกิดโรคเนื่องจากความเข้มของแสง UV ไม่เหมาะสม

คำถามที่ 1 มีมาตรการป้องกันอันตรายที่ระบุหรือไม่ ตอบว่า ใช่ โดยการผ่านแสง UV ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้

คำถามที่ 2 ขั้นตอนนี้ออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์ที่จะลด/กำจัดอันตรายให้อยู่ในระดับที่ยอมรับใช่หรือไม่ ตอบว่าใช่ เพราะขั้นตอนการผ่านแสง UV เป็นขั้นตอนที่สามารถลด/กำจัดจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำได้ จึงสรุปว่าขั้นตอนการผ่านแสง UV เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม ดังนั้นในกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอดพบจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมหรือจุด CCP 1 จุด คือ ขั้นตอนการผ่านแสง UV

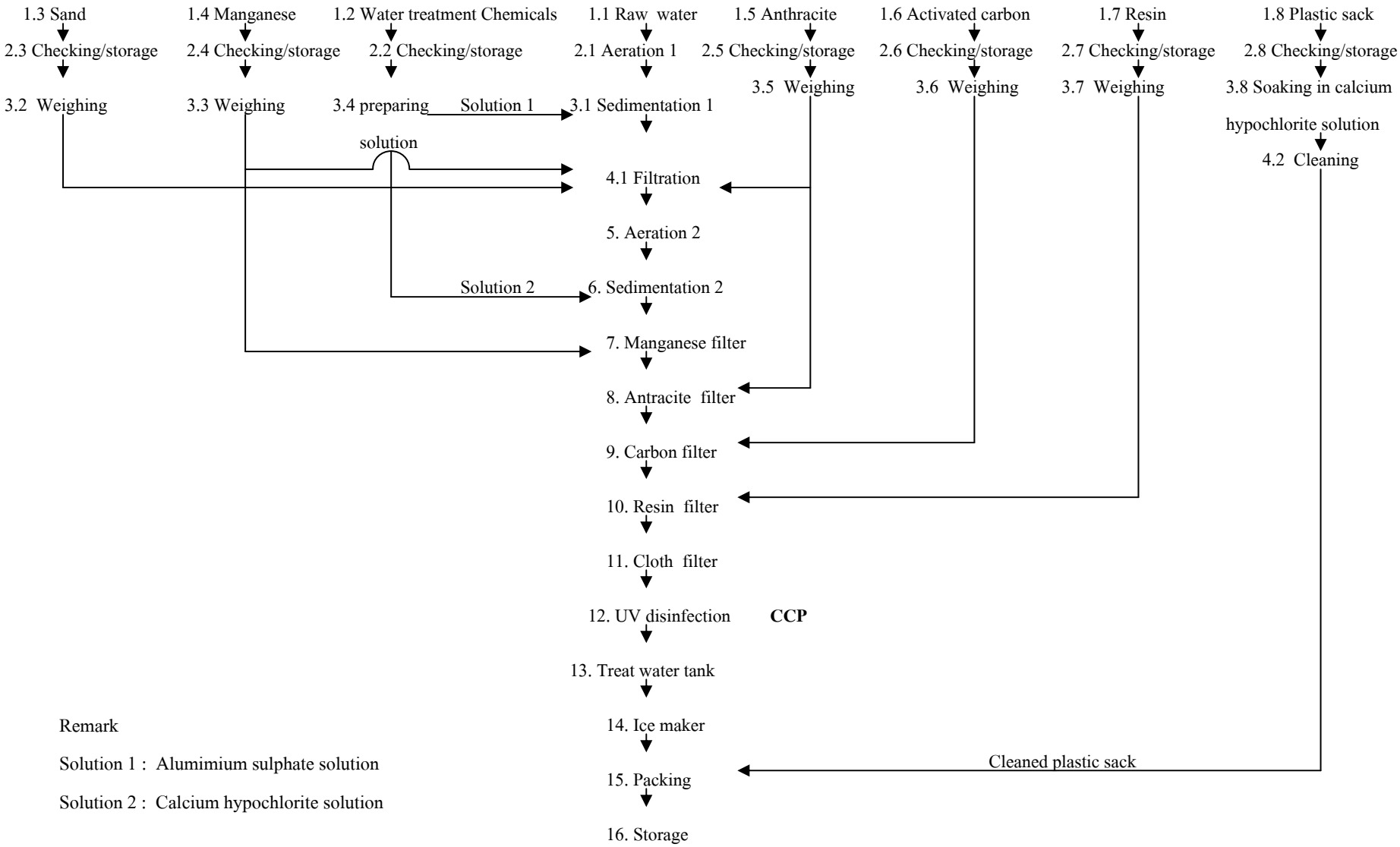


Figure 4. Process flow diagram for tube ice production

Table 3. Hazard analysis and determination of the critical control point of tube ice production

Step No.	Raw material / Process step	B/C/P	Hazard/Source	Control measure	Risk assessment			Decision				CCP (Y/N)	Subsequent step
					O	S	R	Q1	Q2	Q3	Q4		
1.1	Raw water	B	Contamination of pathogens from raw water; Total coliform bacteria, *E.coli*, *Salmonella* spp.	GMP 01 Raw material control	H	M	Ma	√	x	√	√	N	UV disinfection (12)
		C	$CaCO_3$, $MgCO_3$, rust and organic matter from raw water	GMP 01 Raw material control	M	M	Ma	√	x	x	-	N	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2	Water treatment Chemical; Aluminium sulphate, Calcium hypochlorite	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	Contamination of another chemical from production	GMP 03 Chemical control and supplier control	N	M	Sa	-	-	-	-	-	-
		P	Foreign objects from production ; wood, pebble	GMP 03 Chemical control and supplier control	N	L	Sa	-	-	-	-	-	-

Table 3. Hazard analysis and determination of the critical control point of tube ice production (cont.)

Step No.	Raw material / Process step	B/C/P	Hazard/Source	Control measure	Risk assessment			Decision				CCP (Y/N)	Subsequent step
					O	S	R	Q1	Q2	Q3	Q4		
1.3	Sand	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	Foreign objects from production; wood, pebble	GMP 03 Chemical control and supplier control	N	L	Sa	-	-	-	-	-	-
1.4	Manganese	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	Contamination of another chemical from production	GMP 03 Chemical control and supplier control	N	M	Sa	-	-	-	-	-	-
		P	Foreign objects from production; wood, pebble	GMP 03 Chemical control and supplier control	N	L	Sa	-	-	-	-	-	-

Table 3. Hazard analysis and determination of the critical control point of tube ice production (cont.)

Step No.	Raw material / Process step	B/C/P	Hazard/Source	Control measure	Risk assessment			Decision				CCP (Y/N)	Subsequent step
					O	S	R	Q1	Q2	Q3	Q4		
1.5	Anthracite	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	Contamination of another chemical from production	GMP 03 Chemical control and supplier control	N	M	Sa	-	-	-	-	-	-
		P	Foreign objects from production ; wood, pebble	GMP 03 Chemical control and supplier control	N	L	Sa	-	-	-	-	-	-
1.6	Activated carbon	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	Contamination of another chemical from production	GMP 03 Chemical control and supplier control	N	M	Sa	-	-	-	-	-	-
		P	Foreign objects from production; wood, pebble	GMP 03 Chemical control and supplier control	N	L	Sa	-	-	-	-	-	-

Table 3. Hazard analysis and determination of the critical control point of tube ice production (cont.)

Step No.	Raw material / Process step	B/C/P	Hazard/Source	Control measure	Risk assessment			Decision				CCP (Y/N)	Subsequent step
					O	S	R	Q1	Q2	Q3	Q4		
1.7	Resin	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	Contamination of another chemical from production	GMP 03 Chemical control and supplier control	N	M	Sa	-	-	-	-	-	-
		P	Foreign objects from production; wood, pebble	GMP 03 Chemical control and supplier control	N	L	Sa	-	-	-	-	-	-
1.8	Plastic sack	B	Contamination of pathogens from Plastic sack; Total coliform bacteria, *E.coli*, *S.aureus*	SOP on step 1.8 Plastic sack	M	M	Ma	√	x	√	√	N	Soaking in calcium hypochlorite solution (3.8)
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	Foreign objects from Plastic sack ; pebble and plastic rope	GMP 01 Raw material control	M	L	Mi	√	x	x	-	N	-

Table 3. Hazard analysis and determination of the critical control point of tube ice production (cont.)

Step No.	Raw material / Process step	B/C/P	Hazard/Source	Control Measure	Risk assessment			Decision				CCP (Y/N)	Subsequent step
					O	S	R	Q1	Q2	Q3	Q4		
2.1	Aeration 1	B	Contamination of pathogens from environment ; *C. perfringens*	SOP on step 2.1 Aeration	M	M	Ma	√	x	√	√	N	UV disinfection (12)
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.2	Checking/storage (Water treatment Chemicals; Aluminium sulphate, Calcium hypochlorite	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	Foreign objects from condition of Checking/ storage was unsuitable ; insect and other filth	GMP 03 Chemical control	N	L	Sa	-	-	-	-	-	-

Table 3. Hazard analysis and determination of the critical control point of tube ice production (cont.)

Step No.	Raw material / Process step	B/C/P	Hazard/Source	Control measure	Risk assessment			Decision				CCP (Y/N)	Subsequent step
					O	S	R	Q1	Q2	Q3	Q4		
2.3	Checking/storage (Sand)	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	Foreign objects from condition of Checking/ storage was unsuitable; wood, pebble, insect and other filth	GMP 03 Chemical control	N	L	Sa	-	-	-	-	-	-
2.4	Checking/storage (Manganese)	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	Foreign objects from condition of Checking/ storage was unsuitable; wood, pebble, insect and other filth	GMP 03 Chemical control	N	L	Sa	-	-	-	-	-	-

Table 3. Hazard analysis and determination of the critical control point of tube ice production (cont.)

Step No.	Raw material / Process step	B/C/P	Hazard/Source	Control measure	Risk assessment			Decision				CCP (Y/N)	Subsequent step
					O	S	R	Q1	Q2	Q3	Q4		
2.5	Checking/storage (Anthracite)	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	Foreign objects from condition of Checking/ storage was unsuitable; wood, pebble, insect and other filth	GMP 03 Chemical control	N	L	Sa	-	-	-	-	-	-
2.6	Checking/storage (Activated carbon)	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	Foreign objects from condition of Checking/ storage was unsuitable; wood, pebble, insect and other filth	GMP 03 Chemical control	N	L	Sa	-	-	-	-	-	-

Table 3. Hazard analysis and determination of the critical control point of tube ice production (cont.)

Step No.	Raw material / Process step	B/C/P	Hazard/Source	Control measure	Risk assessment			Decision				CCP (Y/N)	Subsequent step
					O	S	R	Q1	Q2	Q3	Q4		
2.7	Checking/storage (Resin)	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	Foreign objects from condition of Checking/ storage was unsuitable; wood, pebble, insect and other filth	GMP 03 Chemical control	N	L	Sa	-	-	-	-	-	-
2.8	Checking/storage (Plastic sack)	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	Foreign objects from condition of Checking/ storage was unsuitable; wood, pebble, insect and other filth	GMP 03 Chemical control	N	L	Sa	-	-	-	-	-	-

Table 3. Hazard analysis and determination of the critical control point of tube ice production (cont.)

Step No.	Raw material / Process step	B/C/P	Hazard/Source	Control measure	Risk assessment			Decision				CCP (Y/N)	Subsequent step
					O	S	R	Q1	Q2	Q3	Q4		
3.1	Sedimentation 1	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	Organic matter from raw water	SOP on step 3.1 Sedimentation 1	M	M	Ma	√	x	x	-	N	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2	Weighing (Sand)	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.3	Weighing (Manganese)	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 3. Hazard analysis and determination of the critical control point of tube ice production (cont.)

Step No.	Raw material / Process step	B/C/P	Hazard/Source	Control measure	Risk assessment			Decision				CCP (Y/N)	Subsequent step
					O	S	R	Q1	Q2	Q3	Q4		
3.4	preparing solution ; Aluminium sulphate solution, Calcium hypochlorite solution	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	Weighing (Anthracite)	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.6	Weighing (Activated carbon)	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 3. Hazard analysis and determination of the critical control point of tube ice production (cont.)

Step No.	Raw material / Process step	B/C/P	Hazard/Source	Control measure	Risk assessment			Decision				CCP (Y/N)	Subsequent step
					O	S	R	Q1	Q2	Q3	Q4		
3.7	Weighing	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	(Resin)	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.8	Soaking in calcium hypochlorite solution	B	Survival of pathogens	SOP on step 3.8 Soaking in calcium hypochlorite solution	L	M	Mi	√	x	√	√	N	Cleaning (4.2)
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.1	Filtration	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Sand - Manganese - Anthracite	C	Organic matter from raw water	SOP on step 4.1 Filtration	M	M	Ma	√	x	x	-	N	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 3. Hazard analysis and determination of the critical control point of tube ice production (cont.)

Step No.	Raw material / Process step	B/C/P	Hazard/Source	Control measure	Risk assessment			Decision				CCP (Y/N)	Subsequent step
					O	S	R	Q1	Q2	Q3	Q4		
4.2	Cleaning	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	Chlorine from water	SOP on step 4.2 Cleaning	L	M	Mi	√	x	x	-	N	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Aeration 2	B	Contamination of pathogens from environment ; *C. perfringens*	SOP on step 5 Aeration 2	M	M	Ma	√	x	√	√	N	UV disinfection (12)
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Sedimentation 2	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	Organic matter from raw water	SOP on step 6 Sedimentation 2	M	M	Ma	√	x	x	-	N	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 3. Hazard analysis and determination of the critical control point of tube ice production (cont.)

Step No.	Raw material / Process step	B/C/P	Hazard/Source	Control measure	Risk assessment			Decision				CCP (Y/N)	Subsequent step
					O	S	R	Q1	Q2	Q3	Q4		
7	Manganese filter	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	Rust from raw water	SOP on step 7 Manganese filter	N	L	Sa	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Anthracite filter	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	Sediment from raw water	SOP on step 8 Anthracite filter	N	L	Sa	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	N	L	Sa	-	-	-	-	-	-
9	Carbon filter	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	Organic matter from raw water	SOP on step 9 Carbon filter	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	N	L	Sa	-	-	-	-	-	-

Table 3. Hazard analysis and determination of the critical control point of tube ice production (cont.)

Step No.	Raw material / Process step	B/C/P	Hazard/Source	Control measure	Risk assessment			Decision				CCP (Y/N)	Subsequent step
					O	S	R	Q1	Q2	Q3	Q4		
10	Resin filter	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	$CaCO_3$, $MgCO_3$ from raw water	SOP on step 10 Resin filter	N	L	Sa	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Cloth filter	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	UV disinfection	B	Survival of pathogens	SOP on step 12 UV disinfection	L	M	Mi	√	√	-	-	Y	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 3. Hazard analysis and determination of the critical control point of tube ice production (cont.)

Step No.	Raw material / Process step	B/C/P	Hazard/Source	Control measure	Risk assessment			Decision				CCP (Y/N)	Subsequent step
					O	S	R	Q1	Q2	Q3	Q4		
13	Treat water tank	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	Ice maker	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Packing	B	Recontamination of pathogens from worker	SOP on step 15 Packing and GMP 09 Personnel hygiene control	N	M	Sa	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 3. Hazard analysis and determination of the critical control point of tube ice production (cont.)

Step No.	Raw material / Process step	B/C/P	Hazard/Source	Control measure	Risk assessment			Decision				CCP (Y/N)	Subsequent step
					O	S	R	Q1	Q2	Q3	Q4		
16	Storage	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Remark : B = Biological Hazard C = Chemical Hazard P = Physical Hazard O = Occurrence S = Severity R = Risk

H = High M = Moderate L = Low N = Negligible Cr = Critical Ma = Major Mi = Minor Sa = Satisfactory

Q1, Q2, Q3, Q4 = Sequence of question according to decision tree for critical control point determination

2.4 การกำหนดค่าวิกฤต การเฝ้าระวังจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม การแก้ไข การบันทึกและการทวนสอบ

เมื่อกำหนดจุดวิกฤตของกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอดของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งพบจุด CCP 1 จุด คือ ขั้นตอนการผ่านแสง UV จึงกำหนดค่าวิกฤตของจุด CCP เพื่อใช้เป็นเกณฑ์การยอมรับหรือควบคุมความปลอดภัยของอาหารรายละเอียดในตารางแผน HACCP (Table 4) สามารถอธิบายแผนงาน HACCP ในขั้นตอนการผ่านแสง UV ซึ่งเป็นจุด CCP ดังนี้ ได้กำหนดค่าวิกฤต 2 ค่า คือ หลอด UV ต้องเปลี่ยนใหม่ทุก 2 ปี ซึ่งมีการตรวจสอบจากบันทึกอายุการใช้งานของหลอด UV โดยหัวหน้าฝ่ายผลิตทุกครั้งที่เปลี่ยนหลอด จะตรวจสอบจากบันทึกการเปลี่ยนหลอด UV ครั้งสุดท้าย แนวทางการแก้ไขคือ หากพบว่าอายุหลอด UV เกิน 2 ปีหรือเสียก่อนเวลาที่กำหนดให้รายงานเจ้าของสถานประกอบการทราบเพื่อทำการซ่อมหรือเปลี่ยนหลอด UV ใหม่ พร้อมทั้งจดบันทึกการเปลี่ยนหลอด UV ทวนสอบโดยหัวหน้าฝ่ายผลิตจากบันทึกการเปลี่ยนหลอดครั้งสุดท้าย ทุก 6 เดือน และการทำงานของหลอด UV ไม่เกิน 20 ชม.ต่อวัน ซึ่งมีการตรวจสอบจากบันทึกชั่วโมงการทำงานของหลอด UV ทุกครั้งที่มีการผลิตโดยหัวหน้าฝ่ายผลิตจะตรวจสอบจากเครื่องบันทึกเวลาการทำงานอัตโนมัติและมีแนวทางการแก้ไขคือ ต้องมีการวางแผน การผลิตน้ำแข็งหลอดในแต่ละวันเพื่อจะได้กำหนดชั่วโมงการทำงานของหลอด UV ไม่ให้เกิน 20 ชม. และจดบันทึกช่วงเวลาการทำงานของหลอด UV ทวนสอบโดยหัวหน้าฝ่ายผลิตจากบันทึกชั่วโมงการทำงานของหลอด UV ทุกสัปดาห์ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความปลอดภัยอาหารจึงต้องมีการเฝ้าระวังจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมให้ดำเนินการอย่างถูกต้องและเหมาะสม ทั้งนี้จะต้องกำหนดการแก้ไขไว้ล่วงหน้าหากจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและจำเป็นต้องบันทึกเกี่ยวกับการปฏิบัติงานเฝ้าระวัง ณ จุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

Table 4. HACCP plan of tube ice production

			Monitoring						
Step No.	Hazard	Critical Limit	What	How	Frequency	Who	Corrective Action	Record	Verification
UV disinfection (12)	Survival of pathogens was caused by the under process	Overall using time of the UV lamp is not more than 2 years	Overall using time of the UV lamp	Visual check from the record of last change of UV lamp	Every time when the UV lamp was changed	Production supervisor	When the using time of the UV lamp over 2 years or out of order, the production supervisor should report to the manager for changing or repairing the UV lamp	The date of last change the UV lamp (HACCP-01)	The record is reviewed every 6 month by production supervisor
		Using time of the UV lamp $\leq$ 20 hr/day	Using time of the UV lamp	Visual check from the record of using time each day	Every lot	Production supervisor	Planning the tube ice production for using time UV lamp $\leq$ 20 hr/day	Time of using the UV lamp (HACCP-02)	The record is reviewed every week by production supervisor

3. ผลการวิเคราะห์คุณภาพและความปลอดภัยของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังการประยุกต์

การวิเคราะห์คุณภาพและความปลอดภัยของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยโดยการสุ่มเก็บตัวอย่าง 2 สัปดาห์/ครั้ง จำนวน 3 ครั้ง ผลการวิเคราะห์ประกอบด้วย

3.1 น้ำดิบก่อนการปรับคุณภาพ

แหล่งน้ำดิบของโรงงานกรณีศึกษาเป็นน้ำธรรมชาติได้จากสระที่โรงงานขุดขึ้น พบว่าอยู่ห่างจากแหล่งโสโครกและกิจกรรมที่จะก่อให้เกิดการปนเปื้อนสิ่งที่เป็นอันตรายลงในแหล่งน้ำเป็นไปตามหลักเกณฑ์ GMP เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2546ข) ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งผิวดิน แหล่งน้ำดิบของโรงงานจัดอยู่ในแหล่งน้ำประเภทที่ 1 คือ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคก่อน จากการเก็บตัวอย่างน้ำดิบที่จุด (1) (Figure 3) มาตรวจสอบคุณภาพ พบว่า น้ำดิบมีค่าพีเอชเท่ากับ 6 ค่าความกระด้างอยู่ในช่วง 100-166.67 มิลลิกรัมต่อลิตร และพบเชื้อคอลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยทั่วไปน้ำผิวดินจะมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.5-8.5 ค่าพีเอชของน้ำดิบที่วัดได้มีค่าต่ำกว่าน้ำผิวดินทั่วไปเล็กน้อย ซึ่งเครื่องมือที่ใช้วัดพีเอชมีความละเอียดเป็นตัวเลขเต็มหลัก ในช่วงพีเอช 0-14 เท่านั้น ส่วนค่าความกระด้างของน้ำผิวดินโดยทั่วไปมีค่าอยู่ในช่วง 10-200 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไพศาล วีรกิจ, 2542) ค่าความกระด้างนั้นหากมีปริมาณสูงจะทำให้ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุของเรซินเสื่อมเร็วขึ้น สำหรับน้ำดิบที่ยังไม่ผ่านการปรับคุณภาพโดยปกติแล้วจะพบเชื้อคอลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งการพบเชื้อแบคทีเรียในน้ำจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับฤดูกาล การมีฝนตก และธรรมชาติของพื้นที่เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ โดยเฉพาะในช่วงต้นฤดูฝนปริมาณเชื้อแบคทีเรียต่างๆ ในน้ำจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับฤดูอื่นๆ (ชลาทร ศรีตุลานนท์ และสุเทพ พลเสน, 2547)

3.2 น้ำดิบหลังการปรับคุณภาพ

น้ำดิบหลังการปรับคุณภาพที่จุด (2) (Figure 3) คือ น้ำที่ผ่านกระบวนการปรับคุณภาพและผ่านแสง UV ก่อนเข้าสู่เครื่องทำน้ำแข็งหลอด พบว่า ทั้งก่อนและหลังการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหารมีค่าพารามิเตอร์ที่ตรวจวัด (Table 5) เป็นไปตามมาตรฐานประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับ ที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทและฉบับที่ 135 (พ.ศ. 2534) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2) โดยพบว่า

ค่าพีเอชและค่าคลอรีนอิสระมีค่าคงที่ และไม่พบเชื้อคอลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งก่อนและหลังการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหาร ส่วนค่าความกระด้างของน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

Table 5. Quality of treated raw water before and after GMP and HACCP implementation

Parameter	Treated raw water		
	Before*	Standard**	After*
pH	7.00 ± 0.00	6.50-8.50	7.00 ± 0.00
Hardness (mg/l)	94.44 ± 9.62	<100	100 ± 0.00
Residual chlorine (mg/l)	0.20 ± 0.00	<0.50	0.20 ± 0.00
Coliform bacteria	(-)	0	(-)

Remark * Mean ± SD for 3 replicates (-) Not contaminated by coliform bacteria

** Ministry of Public Health (2524, 2534)

3.3 น้ำแข็งหลอด

ตัวอย่างน้ำแข็งหลอดที่สุ่มตรวจจากจุด (3) (Figure 3) พบว่า ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของน้ำแข็งหลอด (Table 6) ตามรายการตรวจวิเคราะห์ ทั้งก่อนและหลังการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหารไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ภาคผนวก จ) และพบว่าคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำแข็งหลอดเป็นไปตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 78 (พ.ศ. 2527) เรื่อง น้ำแข็ง และฉบับที่ 137 (พ.ศ. 2534) เรื่องน้ำแข็ง (ฉบับที่ 2) โดยคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าพีเอชมีแนวโน้มลดลง ไม่พบสี และความขุ่นทั้งก่อนและหลังการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหาร คุณภาพทางเคมี ส่วนที่ไม่ใช่โลหะ ได้แก่ ปริมาณสารทั้งหมดและคลอไรด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่าความกระด้างและปริมาณไนเตรทมีแนวโน้มลดลง ซัลเฟตมีค่าคงที่ ส่วนที่เป็นโลหะ ได้แก่ เหล็กมีแนวโน้มลดลง แต่ไม่พบสารหนูและตะกั่วในน้ำแข็งหลอด ทั้งก่อนและหลังการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหารคุณภาพของน้ำแข็งหลอดโดยรวมเป็นไปตามที่กำหนด สำหรับผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ก่อนการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหารพบเชื้อคอลิฟอร์มแบคทีเรีย (4.13 MPN/100 ml) และพบเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคคือ *E. coli* (3.33 CFU/100 ml), *S. aureus* (5.33 CFU/100 ml) และ *Salmonella* spp. (1.00 CFU/100 ml) แต่ไม่พบ *C. perfringens* การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการปฏิบัติงานของพนักงานที่ไม่ถูกต้อง สุขลักษณะส่วนบุคคลที่ไม่ดี และอาจเกิดการปนเปื้อนจากเครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิตน้ำแข็งหลอดไม่สะอาด หลังการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหาร พบเชื้อคอลิฟอร์มแบคทีเรียมี

ปริมาณลดลง (1.46 MPN/100 ml) และไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคทุกชนิด หลังการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหารมีการอบรม ถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจในขั้นตอนการปฏิบัติงานทำให้พนักงานปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง สุขลักษณะส่วนบุคคลของพนักงานดีขึ้น และทางโรงงานมีแผนการทำความสะอาดที่สม่ำเสมอทำให้การปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำแข็งหลอดมีปริมาณลดลง

Table 6. Quality of tube ice before and after GMP and HACCP implementation

Parameter		Before*	Standard**	After*
pH		7.15 ± 0.63	6.5-8.5	6.77 ± 0.17
Color	(Hz)	0.00± 0.00	< 20	0.00 ± 0.00
Turbidity	(FAU)	0.00± 0.00	< 20	0.00 ± 0.00
Total Dissolved Solids	(mg/l)	12.33 ± 0.57	< 500	13.00 ± 1.00
Hardness	(mg/l)	4.41±0.83	< 100	4.29 ± 0.40
Sulfate	(mg/l)	5.00 ± 0.00	< 250	5.00 ± 0.00
Nitrate	(mg/l)	0.51 ± 0.17	< 4.0	0.47 ± 0.03
Chloride	(mg/l)	4.66 ± 0.43	< 250	5.21 ± 0.38
Ferric	(mg/l)	0.23± 0.06	< 0.3	0.13 ± 0.06
Arsenic	(mg/l)	0.00 ± 0.00	< 0.05	0.00 ± 0.00
Lead	(mg/l)	0.00 ± 0.00	< 0.05	0.00 ± 0.00
Coliform bacteria	(MPN/100 ml)	4.13 ± 1.67	< 2.2	1.46 ± 0.64
E. coli	(CFU/100 ml)	3.33 ± 2.88	0	0.00 ± 0.00
S. aureus	(CFU/100 ml)	5.33 ± 4.11	0	0.00 ± 0.00
Salmonella spp.	(CFU/100 ml)	1.00 ± 0.00	0	0.00 ± 0.00
C. perfringens	(MPN/100 ml)	0.00 ± 0.00	0	0.00 ± 0.00

Remark * Mean ± SD for 3 replicates

** Ministry of Public Health (2527, 2534)

บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การจัดการความปลอดภัยอาหารในกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอดของโรงงานกรณีศึกษา โดยนำแนวทางตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) และระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Hazard Analysis and Critical Control Point : HACCP) มาประยุกต์ใช้สามารถสรุปผล ดังนี้

1. สุขลักษณะของสถานที่ผลิตน้ำแข็งหลอดของโรงงานกรณีศึกษาตามแนวทางหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตด้วยบันทึกตรวจสถานที่ผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (แบบ ตส.3(50)) ของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ทั้งก่อนและหลังการประยุกต์ใช้หลักเกณฑ์ GMP ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามหลักเกณฑ์วิธีการผลิตที่ดีในการผลิต เนื่องจากพบข้อบกพร่องที่รุนแรงในหมวดสถานที่ตั้งและอาคารผลิต และหมวดการบรรจุ

2. คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำแข็งหลอดทั้งก่อนและหลังการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหารเป็นไปตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 78 (พ.ศ. 2527) เรื่อง น้ำแข็ง และฉบับที่ 137 (พ.ศ. 2534) เรื่องน้ำแข็ง (ฉบับที่ 2) สำหรับคุณภาพทางจุลินทรีย์ก่อนการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหาร พบเชื้อคอลิฟอร์มแบคทีเรีย และพบเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรค คือ *E. coli* *S. aureus* และ *Salmonella* spp. หลังการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหาร พบว่า ปริมาณเชื้อคอลิฟอร์มแบคทีเรียลดลง และไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรค ซึ่งจากการประยุกต์ใช้แนวทางการจัดการความปลอดภัยอาหารทำให้พนักงานมีความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการปฏิบัติงานมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

สำหรับการนำแนวทางหลักเกณฑ์ GMP และระบบ HACCP ไปประยุกต์ใช้นั้นจำเป็นจะต้องฝึกอบรม ให้ความรู้แก่บุคลากรทุกระดับ เรื่อง GMP และระบบ HACCP เพื่อให้เกิดความเข้าใจก่อนนำไปประยุกต์ใช้จริง ซึ่งหากทางโรงงานไม่มีความพร้อมในการอบรมให้ความรู้ก็สามารถไปขอคำปรึกษาแนะนำจากสาธารณสุขจังหวัดได้ ทั้งนี้ควรเตรียมงบประมาณในการปรับปรุงโรงงานเพื่อให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ของ GMP

การนำแนวทางหลักเกณฑ์ GMP และระบบ HACCP ในกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอดนี้ได้ทดลองกับสถานประกอบการเพียงรายเดียว ดังนั้นการเผยแพร่ให้ผู้ประกอบการรายอื่น

เห็นความสำคัญ และยึดถือปฏิบัติในแนวทางปฏิบัติอย่างต่อเนื่องนั้นจะก่อให้เกิดประโยชน์มากขึ้น โดยนำความรู้ที่ได้นี้เป็นแนวทางการนำไปประยุกต์ใช้ แต่อย่างไรก็ตามสภาวะต่างๆ ที่กล่าวถึงอาจเหมาะสมเฉพาะกรณีศึกษานี้เท่านั้น หากผู้ประกอบการรายอื่นจะนำไปใช้จำเป็นต้องประยุกต์ให้เหมาะสมโดยศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

จิตลัดดา รุ่งเรื่อง. 2549. คุณภาพน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทและคุณภาพน้ำแข็งหลอดในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. ว. วิทยาศาสตร์ มข 34 : 275-282.

ชลาทร ศรีตุลานนท์ และสุเทพ พลเสน. 2547. คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยาของลุ่มน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ ส่วนวิจัยต้นน้ำ. กรุงเทพฯ.

ธวัชชัย งามสันติวงศ์. 2543. หลักการและวิธีใช้คอมพิวเตอร์ในงานสถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 4. เซ็นจูรี่. กรุงเทพฯ.

ธัญญรัตน์ ยะยอง. 2547. ผลกระทบของการนำเอาจีเอ็มพีมาใช้ในอุตสาหกรรมน้ำดื่มในจังหวัดเชียงใหม่. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไพศาล วีรกิจ. 2549. การผลิตน้ำสำหรับอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. เอ็มแอนด์อี. กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครราชสีมา. 2548. คุณภาพน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทและน้ำแข็งหลอดหลังการใช้เกณฑ์ GMP (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.dmsc.moph.go.th/webroot/nakhonRatchasima/WorkResearch/2548 (28 สิงหาคม 2552)

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครราชสีมา. 2550. โครงการพัฒนาน้ำบริโภคและน้ำแข็งเขต 13 (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.dmsc.moph.go.th/webroot/nakhonRatchasima/WorkResearch/2550 (27 สิงหาคม 2552)

สุวิมล กีรติพิบูล. 2543. GMP ระบบการจัดการและควบคุมการผลิตอาหารให้ปลอดภัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ.

สุวิมล กีรติพิบูล. 2545. ระบบประกันคุณภาพด้านความปลอดภัยของอาหาร HACCP. พิมพ์ครั้งที่ 2. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2545. ปัญหาและแนวทางการแก้ไขการผลิตน้ำแข็งเพื่อให้ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (จี.เอ็ม.พี) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 193) พ.ศ. 2543 . พิมพ์ครั้งที่ 1. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2546ก. คู่มือการตรวจสถานที่ผลิตน้ำแข็งตามหลักเกณฑ์ GMP สุขลักษณะทั่วไป. กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2546ข. คู่มือการตรวจสถานที่ผลิตน้ำแข็งตามหลักเกณฑ์ GMP น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท. กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2550. โครงการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อสร้างมาตรฐานการผลิตและคุณภาพความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิทสำหรับผู้ผลิตขนาดเล็ก (ต่อเนื่อง) ปีงบประมาณ 2549. ว. อาหารและยา 14: 55-65.

อรุณ บ่างตระกูลนนท์ ศรีรัตน์ พรเรืองวงศ์ อังคารศิริ ดีอ่วม และรัตนา คำแก้ว. 2543. ผลการศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำแข็งสำหรับแช่อาหารในเขตดุสิต และเขตพระนคร.รายงานการประชุมวิชาการประจำปี กระทรวงสาธารณสุขครั้งที่ 8 23-25 สิงหาคม 2543 (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_nih/ez.mm_main.asp (27 สิงหาคม 2552)

อารยะ โรจนวณิชชากร ณัฐวุฒิ ศรีทองเดิม พงษ์พันธ์ ธัญญเจริญ และวิรัตน์ดา ดวงใจ. 2550. สรุปการดำเนินงานโครงการพัฒนาความปลอดภัยเพื่อแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนในโรงงานน้ำแข็งบริโภค กรณีศึกษา : จังหวัดขอนแก่น. กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาและสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดขอนแก่น.

AWWA. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association. 20th Ed. Washington.

AWWA. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association. 21st Ed. Washington.

Codex Alimentarius Commission. 2003. CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003 : Recommended International Code of Practice General Principles of Food Hygiene including Annex on Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) System and Guidelines for its Application (online). Available : http://www.codexalimentarius.net/download/standards/23/cwp_001e.pdf (31 July, 2009)

Damikouka, I., Katsiri, A., and Tzia, C. 2007. Application of HACCP principles in drinking water treatment. J. Desalination 210 : 138-145.

FAO. 1998. Food Quality and Safety Systems- a Training Manual on Food Hygiene and the Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) System (online) . Available : http://www.fao.org/docrep/W8088E/w8088e00.htm. [2008, July]

He, Q. , Changhong, L., Kojo, E. and Tian, Z. 2005. Quality and safety assurance in the processing of aloe vera gel juice. J. Food Control 16:95-104.

Roberto, C.D. ,Brandao, S.C.C. and Silva, C.A.B. 2006. Costs and investments of implementing and maintaining HACCP in a pasteurized milk plant. J. Food Control 17 : 599-603.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบบันทึกตรวจสถานที่ผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (แบบ ตส.3 (50))
ภาคผนวก ข ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
ข. 1 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
ข. 2 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ. 2534) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2)
ภาคผนวก ค สรุปข้อบกพร่องและแนวทางแก้ไขตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต
ภาคผนวก ง รายละเอียดการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอดของโรงงานกรณีศึกษา
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคุณภาพน้ำแข็งหลอด

ภาคผนวก ก แบบบันทึกตรวจสถานที่ผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (แบบ ตส.3 (50))

บันทึกการตรวจสถานที่ผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

วันที่ …….. เวลา…….. นาย/นาง/นางสาว……

พนักงานเจ้าหน้าที่ตามความในมาตรา 43 แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 ได้พร้อมกันมาตรวจสถานที่ผลิตอาหารชื่อ……..……..……..

ซึ่งมีผู้ดำเนินกิจการ/ผู้รับอนุญาตคือ……..……..……

สถานที่ผลิตตั้งอยู่ ณ ……

ใบอนุญาตผลิตอาหาร/เลขสถานที่ผลิตอาหาร เลขที่ ……..……

ประเภทอาหารที่ขออนุญาต/ได้รับอนุญาต (นอกเหนือจากน้ำบริโภคฯ)……

วัตถุประสงค์ในการตรวจ: ❍ ตรวจประกอบการอนุญาต แรงม้า……..……HP คนงาน……คน

(แล้วแต่กรณี) ❍ ตรวจเฝ้าระวัง ❍อื่นๆ……...……

ครั้งที่ตรวจ……..……

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องตรวจสอบ	ดี (2)	พอใช้(1)	ปรับปรุง(0)	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
	1. สถานที่ตั้งและอาคารผลิต 1.1 สถานที่ตั้ง 1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียงมีลักษณะดังต่อไปนี้	กรณีพบว่า บริเวณภายในและภายนอกอาณาเขตสถานที่ผลิตมีปัญหาการปนเปื้อนจากเหตุการณ์ในข้อ 1.1.1(1)–1.1.1(6) ข้อใดข้อหนึ่งหรือทั้งหมด อันอาจส่งผลกระทบทำให้อาหารเกิดความไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ให้ผู้ตรวจพิจารณามาตรการป้องกันการปนเปื้อนที่สถานที่ผลิตมีอยู่ ว่าสามารถป้องกันการปนเปื้อนผลกระทบจากอันตรายนั้นได้หรือไม่ และนำมาร่วมประกอบการพิจารณาด้วย ทั้งนี้ให้ใช้หลักเกณฑ์การตัดสินใจให้คะแนนตามที่ระบุไว้ใน ตส.4(50) และให้บันทึกไว้ในช่องหมายเหตุ				
0.25	(1) ไม่มีการสะสมสิ่งของที่ไม่ใช้แล้ว					
0.75	(2) ไม่มีการสะสมสิ่งปฏิกูล					
0.5	(3) ไม่มีฝุ่นควันมากผิดปกติ					
0.5	(4) ไม่มีวัตถุอันตราย					
0.5	(5) ไม่มีคอกปศุสัตว์หรือสถานเลี้ยงสัตว์					
0.5	(6) ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก					
0.5	(7) มีท่อหรือทางระบายน้ำนอกอาคารเพื่อระบายน้ำทิ้ง					

(ลงชื่อ) …… (……..) ผู้ขออนุญาต/ผู้รับอนุญาต/ผู้แทน

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องตรวจสอบ	ดี (2)	พอใช้(1)	ปรับปรุง(0)	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
	1.2 อาคารผลิตมีลักษณะดังต่อไปนี้					
0.5	1.2.1 มีการออกแบบและก่อสร้างอย่างมั่นคงง่ายต่อการทำความสะอาดและบำรุงรักษา					
0.25	1.2.2 มีแสงสว่างเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงาน					
0.25	1.2.3 มีการระบายอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปฏิบัติงาน					
0.5	1.2.4 ใช้สำหรับผลิตอาหารเท่านั้น					
0.5	1.2.5 บริเวณผลิตแยกจากที่อยู่อาศัย					
0.5	1.2.6 มีพื้นที่เพียงพอในการผลิต					
0.25	1.2.7 อาคารผลิตมีห้องหรือบริเวณต่างๆ เป็นไปตามสายงานการผลิต					
0.25	1.2.8 มีการแบ่งแยกพื้นที่เป็นสัดส่วน					
	1.2.9 อาคารผลิต					
0.5	(1) ห้องหรือบริเวณติดตั้งเครื่องหรืออุปกรณ์ปรับคุณภาพน้ำ (สะอาด, พื้นลาดเอียง, ไม่มีน้ำขัง, มีทางระบายน้ำ)					
0.25	(2) ห้องหรือบริเวณเก็บภาชนะบรรจุใหม่ (สะอาด, พื้นแห้ง, มีชั้นหรือยกพื้น)					
0.25	(3) ห้องหรือบริเวณเก็บภาชนะบรรจุที่ใช้แล้วก่อนล้าง (สะอาด, พื้นไม่มีน้ำขัง)					
0.5	(4) ห้องหรือบริเวณล้างทำความสะอาดภาชนะบรรจุ (พื้นลาดเอียง, ไม่มีน้ำขัง, มีทางระบายน้ำ, มีการจัดการกับภาชนะที่ล้างแล้ว)					
	(5) ห้องบรรจุ					
1.0 **(M)**	(5.1) ถาวร สะอาด ป้องกันสัตว์และแมลงและการปนเปื้อนได้ ไม่เป็นทางเดินผ่าน					

(ลงชื่อ) …… (……..) ผู้ขออนุญาต/ผู้รับอนุญาต/ผู้แทน

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องตรวจสอบ	ดี (2)	พอใช้(1)	ปรับปรุง(0)	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
0.25	(5.2) ไม่เป็นที่วางสะสมของสิ่งอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับการบรรจุ					
0.25	(5.3) พื้นลาดเอียง ไม่มีน้ำขัง มีทางระบายน้ำ					
0.5	(6) ห้องหรือบริเวณเก็บผลิตภัณฑ์ (สะอาด, มีชั้นหรือยกพื้น, มีระบบ FIFO, แดดไม่ส่อง)					
				หัวข้อที่ 1 คะแนนรวม =	**20**	**คะแนน**
				คะแนนที่ได้รวม =		**คะแนน (.....%)**

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องตรวจสอบ	ดี (2)	พอใช้(1)	ปรับปรุง(0)	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
	2. เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิต					
1.0	2.1 การติดตั้ง					
	2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิตน้ำบริโภค อย่างน้อยต้องประกอบด้วย					
	2.2.1 เครื่องหรืออุปกรณ์การปรับคุณภาพน้ำ					
1.0	(1) สัมพันธ์กับแหล่งน้ำ					
0.5	(2) สัมพันธ์กับกำลังการผลิต					
0.25	(3) พื้นผิวที่สัมผัสโดยตรงกับน้ำ (วัสดุเหมาะสม, ทำความสะอาดง่าย)					
	2.2.2 เครื่องหรืออุปกรณ์ล้างภาชนะบรรจุ					
0.25	(1) จำนวนเพียงพอ					
0.5	(2) เหมาะสมกับการใช้งาน					
	2.2.3 เครื่องหรืออุปกรณ์การบรรจุ					
0.25	(1) ครบถ้วนตามขนาดบรรจุ					
0.5	(2) วัสดุเหมาะสม, ทำความสะอาดง่าย					

(ลงชื่อ) ..... (.....) ผู้ขออนุญาต/ผู้รับอนุญาต/ผู้แทน

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องตรวจสอบ	ดี (2)	พอใช้(1)	ปรับปรุง(0)	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
	2.2.3 เครื่องหรืออุปกรณ์การบรรจุ					
0.25	(1) ครบถ้วนตามขนาดบรรจุ					
0.5	(2) วัสดุเหมาะสม, ทำความสะอาดง่าย					
0.5	2.2.4 เครื่องหรืออุปกรณ์ปิดผนึกสัมพันธ์กับเครื่องบรรจุ					
0.75	2.2.5 โต๊ะหรือแท่นบรรจุทำจากวัสดุไม่เป็นสนิม ทำความสะอาดง่าย เหมาะสมกับขนาดบรรจุ					
	2.2.6 ท่อส่งน้ำ					
0.5	(1) เป็นท่อพีวีซี (PVC) หรือวัสดุอื่นที่คุณภาพเท่าเทียมกัน					
0.5	(2) ข้อต่อ วาล์ว น๊อต (ถ้ามี) ทำความสะอาดง่าย					
0.25	(3) อยู่กับที่					
	2.2.7 ถังหรือบ่อพักน้ำ					
0.5	(1) มีฝาปิด รอยเชื่อมต่อฝาและถังเรียบ					
0.25	(2) พื้นผิวที่สัมผัสโดยตรงกับน้ำ (วัสดุเหมาะสม, ทำความสะอาดง่าย)					
	2.3 การล้างทำความสะอาด ฆ่าเชื้อ และเก็บรักษา					
0.5	2.3.1 ทำความสะอาด และ/หรือฆ่าเชื้ออุปกรณ์การผลิตอย่างถูกต้องเหมาะสม (ล้างย้อน, ล้างไส้กรอง, แท่นบรรจุ, แทงก์น้ำ)					
0.5	2.3.2 มีการตรวจสอบประสิทธิภาพของการล้างฆ่าเชื้อ (pH, ความกระด้าง, swab test)					

(ลงชื่อ) …… (……..) ผู้ขออนุญาต/ผู้รับอนุญาต/ผู้แทน

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องตรวจสอบ	ดี (2)	พอใช้(1)	ปรับปรุง(0)	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
0.5	2.3.3 เก็บรักษาเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิตที่ทำความสะอาดแล้วในสภาพที่เหมาะสม					
1.0	2.4 การบำรุงรักษาเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิต (เครื่องกรอง, แท่นบรรจุ, แทงก์น้ำ)					
	หัวข้อที่ 2 คะแนนรวม =				**20**	**คะแนน**
	คะแนนที่ได้รวม =					**คะแนน (……. %)**

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องตรวจสอบ	ดี (2)	พอใช้(1)	ปรับปรุง(0)	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
	3. แหล่งน้ำ การปรับคุณภาพน้ำ และการควบคุมคุณภาพมาตรฐาน					
1.0	3.1 แหล่งน้ำดิบ					
0.5	3.2 การตรวจคุณภาพมาตรฐาน					
2.25	3.3 การปรับสภาพน้ำเบื้องต้น					
	3.4 ตรวจสอบประสิทธิภาพการปรับคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์					
1.25	3.4.1 มีชุดทดสอบความกระด้าง คลอรีน และเชื้อจุลินทรีย์					
0.5	3.4.2 มีความถี่ในการตรวจสอบ					
0.5	3.4.3 มีบันทึกการตรวจสอบ					
	3.5 การควบคุมคุณภาพมาตรฐาน					
1.0	3.5.1 เก็บผลิตภัณฑ์ส่งวิเคราะห์คุณภาพ					
	หัวข้อที่ 3 คะแนนรวม =				**14**	**คะแนน**
	คะแนนที่ได้รวม =					**คะแนน (.....%)**

(ลงชื่อ) …… (……..) ผู้ขออนุญาต/ผู้รับอนุญาต/ผู้แทน

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องตรวจสอบ	ดี (2)	พอใช้(1)	ปรับปรุง(0)	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
	4. ภาชนะบรรจุ					
0.5	4.1 ทำจากวัสดุที่ไม่เป็นพิษ					
1.0	4.2 ภาชนะบรรจุชนิดใช้ได้เพียงครั้งเดียว (หีบห่อสะอาด, ไม่มีตำหนิ)					
	4.3 ภาชนะบรรจุชนิดใช้ได้หลายครั้ง					
0.5	4.3.1 มีการคัดแยกก่อนล้าง					
1.0	4.3.2 วิธีการล้างและฆ่าเชื้อ					
0.5	4.4 การตรวจสอบการปนเปื้อนจุลินทรีย์ของภาชนะบรรจุ					
1.0	4.5 ภาชนะบรรจุที่ผ่านการล้างทำความสะอาด (การจัดการ, การเก็บรักษา)					
0.5	4.6 การลำเลียงขนส่งภาชนะบรรจุที่ทำความสะอาดแล้ว ต้องไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนขึ้นอีก					
	หัวข้อที่ 4 คะแนนรวม =				**10**	**คะแนน**
	คะแนนที่ได้รวม =					**คะแนน (.....%)**

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องตรวจสอบ	ดี (2)	พอใช้(1)	ปรับปรุง(0)	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
	5. สารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ					
0.5	5.1 ชนิดของสารที่ใช้ในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ (ชื่อสารที่ใช้, การจัดเก็บ)					
0.5	5.2 มีข้อมูลเกี่ยวกับการใช้สารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่ถูกต้อง (ปริมาณสารที่ใช้, ปริมาณน้ำ, เวลาสัมผัส)					

(ลงชื่อ) …… (……..) ผู้ขออนุญาต/ผู้รับอนุญาต/ผู้แทน

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องตรวจสอบ	ดี (2)	พอใช้(1)	ปรับปรุง(0)	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
0.5	5.3 การใช้สารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ (วิธีการ)					
	หัวข้อที่ 5 คะแนนรวม =				**3**	**คะแนน**
	คะแนนที่ได้รวม =					**คะแนน (.....%)**

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องตรวจสอบ	ดี (2)	พอใช้(1)	ปรับปรุง(0)	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
	6. การบรรจุ					
1.0	6.1 ผลิต บรรจุ และปิดฝาหรือปิดผนึกทันที					
1.0 **(M)**	6.2 บรรจุในห้องบรรจุ					
1.0	6.3 บรรจุด้วยเครื่อง และ/หรืออุปกรณ์การบรรจุ					
1.0	6.4 บรรจุจากหัวบรรจุโดยตรง					
1.0	6.5 มือผู้ปฏิบัติงานไม่สัมผัสกับปากขวดขณะทำการบรรจุและปิดผนึก					
0.5	6.6 การตรวจสอบสภาพหลังบรรจุ					
	หัวข้อที่ 6 คะแนนรวม =				**11**	**คะแนน**
	คะแนนที่ได้รวม =					**คะแนน (…….%)**

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องตรวจสอบ	ดี (2)	พอใช้(1)	ปรับปรุง(0)	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
	7. การสุขาภิบาล					
0.5	7.1 ทำความสะอาดผนัง เพดาน พื้นอาคารผลิตสม่ำเสมอ					
0.5	7.2 มีภาชนะสำหรับใส่ขยะมูลฝอยพร้อมฝาปิด					

(ลงชื่อ) …… (……..) ผู้ขออนุญาต/ผู้รับอนุญาต/ผู้แทน

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องตรวจสอบ	ดี (2)	พอใช้(1)	ปรับปรุง(0)	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
0.5	7.3 น้ำที่ใช้ภายในอาคารผลิตเป็นน้ำที่สะอาด					
0.5	7.4 มีทางระบายน้ำที่เหมาะสม					
0.5	7.5 ห้องส้วมและอ่างล้างมือหน้าห้องส้วม (สะอาด, เพียงพอ, อุปกรณ์ล้างมือครบถ้วน, ใช้งานได้, ไม่เปิดสู่บริเวณผลิต)					
	7.6 มีอ่างล้างมือบริเวณผลิต					
0.5	7.6.1 ตำแหน่งเหมาะสม (หน้าห้องบรรจุ)					
0.5	7.6.2 มีสบู่น้ำยาฆ่าเชื้อโรค					
0.25	7.6.3 มีจำนวนเพียงพอกับคนงาน					
0.25	7.6.4 อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้และสะอาด					
1.0	7.7 มีมาตรการในการป้องกันและกำจัดมิให้สัตว์หรือแมลงเข้าในบริเวณผลิต					
				หัวข้อที่ 7 คะแนนรวม =	**10**	**คะแนน**
				คะแนนที่ได้รวม =		**คะแนน (.....%)**

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องตรวจสอบ	ดี (2)	พอใช้(1)	ปรับปรุง(0)	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
	8. บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน					
1.0	8.1 ไม่เป็นโรคติดต่อที่น่ารังเกียจ หรือมีบาดแผล และผ่านการตรวจสุขภาพ					
0.25	8.2 แต่งกายสะอาด เสื้อคลุมหรือผ้ากันเปื้อนสะอาด (ถ้ามี)					
0.125	8.3 ไม่สวมใส่เครื่องประดับ					
0.125	8.4 มือและเล็บสะอาด					
0.25	8.5 ล้างและฆ่าเชื้อมือก่อนเข้าห้องบรรจุ					
0.25	8.6 สวมหมวก/ตาข่าย หรือผ้าคลุมผม					
0.25	8.7 มีผ้าปิดปาก					
0.25	8.8 มีรองเท้าที่ใช้ในห้องบรรจุคนละคู่กับรองเท้าภายนอก					

(ลงชื่อ) …… (……..) ผู้ขออนุญาต/ผู้รับอนุญาต/ผู้แทน

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องตรวจสอบ	ดี (2)	พอใช้(1)	ปรับปรุง(0)	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1.0	8.9 ไม่บริโภคอาหาร สูบบุหรี่ หรือกระทำการที่ น่ารังเกียจอื่นๆ					
0.5	8.10 มีการฝึกอบรมคนงานด้านสุขลักษณะ ตามความเหมาะสม					
			หัวข้อที่ 8 คะแนนรวม =		**8**	**คะแนน**
			คะแนนที่ได้รวม =			**คะแนน (.....%)**

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องตรวจสอบ	ดี (2)	พอใช้(1)	ปรับปรุง(0)	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
	9. บันทึกและรายงาน					
0.5	9.1 ผลการตรวจวิเคราะห์น้ำจากแหล่งที่ใช้ในการผลิต					
0.5	9.2 สภาพการทำงานของเครื่องมือเครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิต					
0.5	9.3 ผลการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์					
0.5	9.4 ชนิดและปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์					
			หัวข้อที่ 9 คะแนนรวม =		**4**	**คะแนน**
			คะแนนที่ได้รวม =			**คะแนน** (.....%)

(ลงชื่อ) ..... (.....) ผู้ขออนุญาต/ผู้รับอนุญาต/ผู้แทน

สรุปผลการตรวจ

1. คะแนนรวม (ทุกหัวข้อ) = 100 คะแนน

   คะแนนที่ได้รวม (ทุกหัวข้อ) = ……คะแนน (……..%)

2. ☐ ผ่านเกณฑ์

   ☐ ไม่ผ่านเกณฑ์ในหัวข้อต่อไปนี้ ☐ หัวข้อที่ 1 ☐ หัวข้อที่ 2 ☐ หัวข้อที่ 3
   ☐ หัวข้อที่ 4 ☐ หัวข้อที่ 5 ☐ หัวข้อที่ 6
   ☐ หัวข้อที่ 7 ☐ หัวข้อที่ 8 ☐ หัวข้อที่ 9

   ☐ พบข้อบกพร่องรุนแรงเรื่องห้องบรรจุ (ข้อ 1.2.9 (5.1))

   ☐ พบข้อบกพร่องรุนแรงเรื่องการบรรจุ (ข้อ 6.2)

   ☐ พบข้อบกพร่องอื่นๆ ได้แก่

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

(ลงชื่อ) …… (……..) ผู้ขออนุญาต/ผู้รับอนุญาต/ผู้แทน

3. สรุปผลการประเมิน

สรุปภาพรวมผลการประเมิน

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

การเปลี่ยนแปลงภายในขององค์กร...

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

(ลงชื่อ) .... (..) ผู้ขออนุญาต/ผู้รับอนุญาต/ผู้แทน

การปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการรับรอง รวมถึงการแสดง/อ้างอิงถึงหนังสือรับรองการรับรอง เครื่องหมายรับรอง และเครื่องหมายรับรองระบบงาน (ถ้ามี)……
……
……..
……
……..……
……
……
……..……
……

การดำเนินการกับข้อบกพร่องที่เกิดจากการตรวจประเมินครั้งก่อน (ถ้ามี)…….
……
……..……
……..……
……..……
……..……
……
……
……..……
……

จุดแข็ง……...……
……
……
……
……
……..
……..
……
……

(ลงชื่อ) …… (……..) ผู้ขออนุญาต/ผู้รับอนุญาต/ผู้แทน

ข้อสังเกตและโอกาสในการปรับปรุง

.....……
……...
……
……..……
……
……
……..……..
……..……

ความเห็นของคณะผู้ตรวจประเมิน

☐ เห็นควรนำเสนอให้การรับรอง (อนุญาต)/คงไว้/ต่ออายุการรับรอง (ใบอนุญาต)

☐ อื่นๆ (ระบุ) .....

……..……..……..…
……..……...……
……...……..……
……..……...……
……..……..……
……...……..……
……..
……
……..

(ลงชื่อ) …… (……..) ผู้ขออนุญาต/ผู้รับอนุญาต/ผู้แทน

4. ในการที่พนักงานเจ้าหน้าที่มาตรวจสถานที่ครั้งนี้ มิได้ทำให้ทรัพย์สินของผู้ขออนุญาต/รับอนุญาตสูญหาย หรือเสียหายแต่ประการใด อ่านให้ฟังแล้วรับรองว่าถูกต้องจึงลงนามรับรองไว้ต่อหน้าเจ้าหน้าที่ท้ายบันทึก

<u>หมายเหตุ</u> คาดว่าจะส่งข้อแก้ไขให้กับเจ้าหน้าที่ได้ภายในวันที่ .....

(ลงชื่อ)…….. ผู้ขออนุญาต/ผู้รับอนุญาต/ผู้แทน

(……..…..)

(ลงชื่อ) ……..พนักงานเจ้าหน้าที่ (ลงชื่อ) ……...……..…..พนักงานเจ้าหน้าที่

(ลงชื่อ) ……..พนักงานเจ้าหน้าที่ (ลงชื่อ) ……..……..…..พนักงานเจ้าหน้าที่

หลักเกณฑ์การพิจารณาผลการตรวจสอบสถานที่ผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

---

1. ระดับการตัดสินใจในการให้คะแนน มี 3 ระดับ ดังนี้

ระดับ	นิยาม	คะแนนประเมิน
ดี	เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในบัญชีแนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 220) พ.ศ.2544	2
พอใช้	เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในบัญชีแนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 220) พ.ศ.2544 แต่ยังพบข้อบกพร่องซึ่งยอมรับได้ เนื่องจากมีมาตรการป้องกันการปนเปื้อนในอาหาร หรือข้อบกพร่องนั้นไม่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยโดยตรงกับอาหารที่ผลิต	1
ปรับปรุง	ไม่เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในบัญชีแนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 220) พ.ศ.2544	0

2. การคำนวณคะแนน

2.1 วิธีการคำนวณคะแนนในแต่ละหัวข้อมีสูตรดังนี้

คะแนนที่ได้ = น้ำหนักคะแนนในแต่ละข้อ x คะแนนที่ประเมินได้

ร้อยละของคะแนนที่ได้ในแต่ละหัวข้อ = $\frac{\text{คะแนนที่ได้รวม x 100}}{\text{คะแนนรวมในแต่ละหัวข้อ}}$

2.2 ข้อที่ไม่จำเป็นต้องปฏิบัติสำหรับสถานที่ผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท หรือการคิดคะแนนกรณีไม่มีการดำเนินการในบางข้อ เช่น ไม่มีการใช้ภาชนะบรรจุชนิดใช้เพียงครั้งเดียว จึงไม่ต้องพิจารณาให้คะแนนสำหรับข้อนั้น ทำให้คะแนนรวมของหัวข้อนั้นลดลง ซึ่งคำนวณโดยนำคะแนนเต็มของ ข้อดังกล่าวคูณน้ำหนักของข้อนั้น แล้วนำผลคูณที่ได้มาหักจากคะแนนรวมเดิมของหัวข้อนั้นๆ ผลลัพธ์ที่ได้คือคะแนนรวมที่ใช้ในการคิดคะแนนของหัวข้อนั้น

2.3 ช่องหมายเหตุในบันทึกการตรวจ (Checklist) มีไว้เพื่อผู้ทำการตรวจประเมินสามารถลงข้อมูลและลักษณะของสิ่งที่สังเกตเห็นตามนั้น โดยเฉพาะข้อมูลหรือสิ่งที่เห็นว่า “พอใช้” และ “ปรับปรุง” ให้หมายเหตุว่าทำไมถึงได้ระดับคะแนนตามนั้น และเมื่อตรวจครบทั้ง 9 หัวข้อแล้ว ช่องหมายเหตุจะช่วยเตือนและช่วยในการให้ระดับคะแนนได้อย่างเป็นธรรม รวมทั้งจะเป็นข้อมูลในการตรวจติดตามครั้งต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อมูลในช่องหมายเหตุมาใช้ในการให้คะแนน หรือข้อเสนอแนะแก่ผู้ประกอบการ หรือแสดงความชื่นชมแก่สถานประกอบการ ซึ่งจะสร้างความรู้สึกเป็นเจ้าหน้าที่ผู้ให้คำแนะนำและปรึกษามากกว่าเป็นเจ้าหน้าที่เข้าตรวจสอบเพื่อดำเนินการตามกฎหมาย

ตัวอย่างการคำนวณ

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องตรวจสอบ	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
	4. ภาชนะบรรจุ					
0.5	4.1 ทำจากวัสดุที่ไม่เป็นพิษ	✓				
1.0	4.2 ภาชนะบรรจุชนิดใช้ได้เพียงครั้งเดียว (หีบห่อสะอาด, ไม่มีตำหนิ)				-	ไม่มีการใช้
	4.3 ภาชนะบรรจุชนิดใช้ได้หลายครั้ง					
0.5	4.3.1 มีการคัดแยกก่อนล้าง	✓			1	
1.0	4.3.2 วิธีการล้างและฆ่าเชื้อ		✓		1	
0.5	4.4 การตรวจสอบการปนเปื้อนจุลินทรีย์ของภาชนะบรรจุ			✓	0	
1.0	4.5 ภาชนะบรรจุที่ผ่านการล้างทำความสะอาด (การจัดการ, การเก็บรักษา)	✓			2	
0.5	4.6 การลำเลียงขนส่งภาชนะบรรจุที่ทำความสะอาดแล้ว ต้องไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนขึ้นอีก		✓		0.5	
				หัวข้อที่ 4 คะแนนรวม =	**10-2**	**คะแนน**
				คะแนนที่ได้รวม =	**5.5**	**คะแนน (68.75%)**

* ร้อยละของคะแนนที่ได้ในแต่ละหัวข้อ = (5.5x100)/8 = 68.75%

3. ข้อบกพร่องที่รุนแรง (Major Defect) หมายถึง ข้อบกพร่องที่เป็นความเสี่ยงซึ่งอาจทำให้อาหารเกิดการปนเปื้อนไม่ปลอดภัยต่อการบริโภค ได้แก่

3.1 ไม่มีห้องบรรจุน้ำที่เป็นสัดส่วนถาวร ทำให้ไม่สามารถป้องกันการปนเปื้อนขณะทำการบรรจุ ตามบันทึกการตรวจสถานที่ผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ตามแบบ ตส.3(50) ข้อ 1.2.9 (5.1)

3.2 ไม่ทำการบรรจุในห้องบรรจุ หรือการทำงานในห้องบรรจุอยู่ในลักษณะที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ตามบันทึกการตรวจสถานที่ผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ตามแบบ ตส.3(50) ข้อ 6.2

3.3 ข้อบกพร่องอื่นๆที่คณะเจ้าหน้าที่ผู้ตรวจได้ประเมินแล้วว่าเป็นความเสี่ยง ซึ่งอาจทำให้อาหารเกิดความไม่ปลอดภัยต่อการบริโภค

4. การยอมรับผลการตรวจว่าผ่านการประเมิน ต้องมีคะแนนที่ได้รวมแต่ละหัวข้อและคะแนนรวมทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 และต้องไม่พบข้อบกพร่องที่รุนแรง

ภาคผนวก ข ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ข. 1 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
ฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524)
เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6 (1)(2) และ (6) แห่งพระราช บัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิก

(1) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 20 (พ.ศ.2522) เรื่อง กำหนดน้ำบริโภคและเครื่องดื่มเป็นอาหารควบคุมเฉพาะและกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน เงื่อนไข วิธีการผลิต และฉลากลงวันที่ 13 กันยายน พ.ศ.2522

(2) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 50 (พ.ศ.2523) เรื่อง แก้ไขเพิ่มเติมประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 20 (พ.ศ.2522) ลงวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ.2523

ข้อ 2 ให้น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ

ข้อ 3 น้ำบริโภคต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) คุณสมบัติทางฟิสิกส์

(ก) สี ต้องไม่เกิน 20 ฮาเซนยูนิต

(ข) กลิ่น ต้องไม่มีกลิ่น แต่ไม่รวมถึงกลิ่นคลอรีน

(ค) ความขุ่น ต้องไม่เกิน 5.0 ซิลิกาสเกล

(ง) ค่าความเป็นกรด-ด่าง ต้องอยู่ระหว่าง 6.5 ถึง 8.5

(2) คุณสมบัติทางเคมี

(ก) ปริมาณสารทั้งหมด (Total Solid) ไม่เกิน 500.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ข) ความกระด้างทั้งหมด โดยคำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต ไม่เกิน 100.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ค) สารหนู ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ง) แบเรียม ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(จ) แคดเมียม ไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

ความใน (จ) ถูกยกเลิกและใช้ความใหม่แทนแล้วโดยข้อ 1 แห่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534)

(ฉ) คลอไรด์ โดยคำนวณเป็นคลอรีน ไม่เกิน 250.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ช) โครเมียม ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ซ) ทองแดง ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ฌ) เหล็ก ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ญ) ตะกั่ว ไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

ความใน (ฌ) และ (ญ) ถูกยกเลิกและใช้ความใหม่แทนแล้วโดยข้อ 2 แห่งประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534)

(ฎ) แมงกานีส ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ฏ) ปรอท ไม่เกิน 0.002 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ฐ) ไนเตรท โดยคำนวณเป็นไนโตรเจน ไม่เกิน 4.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ฑ) พีนอล ไม่เกิน 0.001 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ฒ) ซีลีเนียม ไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ณ) เงิน ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ด) ซัลเฟต ไม่เกิน 250.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ต) สังกะสี ไม่เกิน 5.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ถ) ฟลูออไรด์ โดยคำนวณเป็นฟลูออรีน ไม่เกิน 1.5 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตรมีความเพิ่มขึ้นเป็น (ท) (ธ) และ (น) ของ (2) โดยข้อ 3 แห่งประกาศฯ ฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534)

(3) คุณสมบัติเกี่ยวกับจุลินทรีย์

(ก) ตรวจพบบักเตรีชนิดโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 ต่อน้ำบริโภค 100 มิลลิลิตร โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)

(ข) ตรวจไม่พบบักเตรีชนิด อี.โคไล

(ค) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

ข้อ 4 ภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุน้ำบริโภค ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ และจะต้องมีลักษณะอย่างหนึ่งอย่างใด ดังต่อไปนี้ด้วย

(1) เป็นภาชนะบรรจุที่ต้องมีฝาหรือจุกปิด เมื่อใช้บรรจุจะต้องปิดผนึกหรือผนึกโดยรอบระหว่างฝาหรือจุกกับขวดหรือภาชนะบรรจุ

(2) เป็นภาชนะบรรจุที่ปิดผนึกซึ่งไม่ใช่ภาชนะบรรจุตาม (1)

สิ่งที่ปิดผนึกหรือส่วนที่ปิดผนึกของภาชนะบรรจุตาม (1) และ (2) ต้องมีลักษณะที่เมื่อเปิดใช้ทำให้สิ่งที่ปิดผนึกหรือส่วนที่ปิดผนึกหรือภาชนะบรรจุนั้นเสียไป

ข้อ 5 การแสดงฉลากของน้ำบริโภค ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ว่าด้วยเรื่องฉลาก

ประกาศฉบับนี้ไม่กระทบกระเทือนถึงใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร ซึ่งออกให้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 20 (พ.ศ.2522) เรื่อง กำหนดน้ำบริโภคและเครื่องดื่มเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ และกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน เงื่อนไข วิธีการผลิต และฉลาก ลงวันที่ 13 กันยายน2522 ซึ่งได้แก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 50 (พ.ศ.2523) เรื่อง แก้ไขเพิ่มเติมประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 20 (พ.ศ.2522) ลงวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ.2523 และให้ผู้ที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขดังกล่าวมาดำเนินการแก้ไขตำรับอาหารให้มีรายละเอียดถูกต้องตามประกาศฉบับนี้ภายในเก้าสิบวันนับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ประกาศฉบับนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 7 กันยายน พ.ศ.2524

ส. พริ้งพวงแก้ว

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(98 ร.จ. 52 ตอนที่ 157 (ฉบับพิเศษ แผนกราชกิจจาฯ) ลงวันที่ 24 กันยายน พ.ศ.2524)

ข. 2 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ. 2534) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2)

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534)

เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2)

โดยที่เป็นการสมควรแก้ไขเพิ่มเติมข้อกำหนดเรื่องคุณภาพหรือมาตรฐานของน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(1)(2) และ (6) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกความใน (จ) ของ (2) ในข้อ 3 แห่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 7 กันยายน พ.ศ.2524 และให้ใช้ ความต่อไปนี้แทน

"(จ) แคดเมียม ไม่เกิน 0.005 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร"

ข้อ 2 ให้ยกเลิกความใน (ฌ) และ (ญ) ของ (2) ในข้อ 3 แห่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 7 กันยายน พ.ศ.2524 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"(ฌ) เหล็ก ไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ญ) ตะกั่ว ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร"

ข้อ 3 ให้เพิ่มความต่อไปนี้เป็น (ท) (ธ) และ (น) ของ (2) ในข้อ 3 แห่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 7 กันยายน พ.ศ.2524

"(ท) อะลูมิเนียม ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ธ) เอบีเอส (Alkylbenzene Sulfonate) ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(น) ไซยาไนด์ ไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร"

ข้อ 4 ให้ผู้ที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารหรือผู้ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 7 กันยายน พ.ศ.2524 อยู่ก่อนวันที่ประกาศฉบับนี้ใช้บังคับ มายื่นคำขอแก้ไขรายการให้มีรายละเอียดถูกต้องตามประกาศฉบับนี้ ภายในหนึ่งร้อยแปดสิบวัน นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ และเมื่อได้ยื่นคำขอดังกล่าวแล้ว ให้ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารหรือ

ฉลากเดิมคงใช้ได้ต่อไปจนกว่าจะได้รับอนุญาต หรือจนกว่าผู้อนุญาตจะแจ้งให้ทราบถึงการไม่อนุญาต

ประกาศฉบับนี้ ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2534

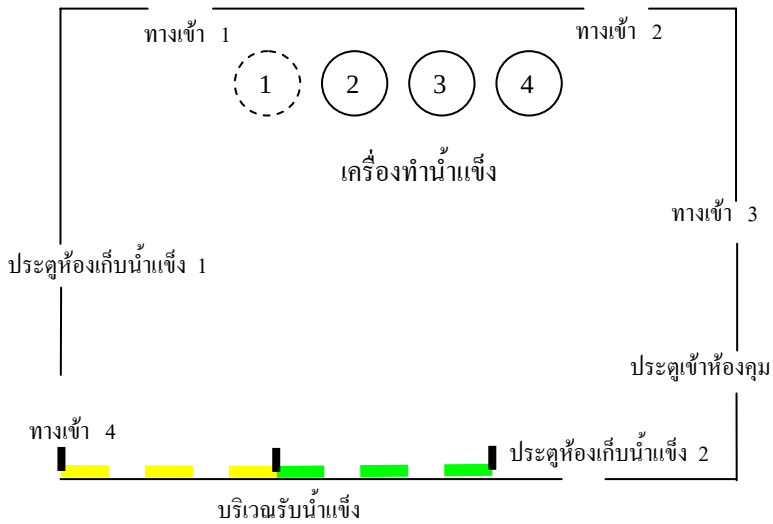
อุทัย สุดสุข

ปลัดกระทรวงสาธารณสุข

ผู้ใช้อำนาจของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(107 ร.จ.3041 ตอนที่ 61 (แผนกราชกิจจาฯ) ลงวันที่ 2 เมษายน พ.ศ.2534)

ภาคผนวก ค สรุปข้อบกพร่องและแนวทางแก้ไขตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต

ข้อบกพร่อง	แนวทางแก้ไข	งบประมาณ	ผู้รับผิดชอบ	Out put
หมวดที่ 1 สถานที่ตั้งและอาคาร 1. ห้องบรรจุไม่สามารถป้องกันแมลงและการปนเปื้อนได้	1. กั้นบริเวณบรรจุน้ำแข็งหลอดให้เป็นพื้นที่ปิดขณะบรรจุ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากแมลงและฝุ่นละออง ดังนี้  1. ขณะบรรจุน้ำแข็งหลอดให้พนักงานปิดประตูทางเข้า 1 ทางเข้า 2 และประตูเข้าห้องคุมเครื่อง 2. ติดม่านพลาสติกทางเข้า 3 ประตูห้องเก็บน้ำแข็ง 1 และประตูห้องเก็บน้ำแข็ง 2 3. ติดประตูกระจกบริเวณทางเข้า 4 4. ติดผนังปิดบริเวณรับน้ำแข็งจากเสาต้นที่ 1 ถึงเสาต้นที่ 2 (เส้นปะสีเหลือง) โดยเปิดให้รถเข้ามารับน้ำแข็งบริเวณเส้นปะสีเขียว ซึ่งจะติดม่านพลาสติก	1. ประตูกระจก 12,500 บาท 2. ม่านพลาสติก 11,400 บาท 3. รางสแตนเลส 9,600 บาท 4. ผนังแม็กบอร์ด 10,500 บาท 5. เหล็กยึดผนัง 19,500 บาท 6. ค่าติดตั้ง 3,000 บาท รวม 66,500 บาท	หัวหน้าฝ่ายผลิต	ไม่ได้รับการปรับปรุงเนื่องจากทางโรงงานไม่มีงบประมาณที่จะลงทุนในส่วนนี้

ข้อบกพร่อง	แนวทางแก้ไข	งบประมาณ	ผู้รับผิดชอบ	Out put
หมวดที่ 2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิต 1. ไม่มีการตรวจสอบประสิทธิภาพของการล้างฆ่าเชื้อเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต	1. เครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตควรจะมีการตรวจสอบประสิทธิภาพของการล้างฆ่าเชื้อ ได้แก่ เครื่องทำน้ำแข็งหลอด จะมีการฆ่าเชื้อด้วยสารละลายแคลเซียมไฮโปรคลอไรด์ประมาณ 2 เดือน/ครั้ง (ปีละ 6 ครั้ง) ดังนั้นหลังจากการล้างฆ่าเชื้อควรใช้ชุดตรวจสอบคอลิฟอร์มแบคทีเรีย (SI-Medium)ของศูนย์ห้องปฏิบัติการกรมอนามัยตรวจสอบประสิทธิภาพของการล้างฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง/ปี พร้อมทั้งบันทึกผลการตรวจสอบ	1. ชุดตรวจสอบคอลิฟอร์มแบคทีเรีย (SI-Medium) สำหรับตรวจสอบการปนเปื้อนภาชนะสัมผัสอาหาร มือผู้สัมผัสอาหารและอาหาร ราคา 1,000 บาท งบประมาณ 60 บาท/ครั้ง	หัวหน้าฝ่ายผลิต	แบบฟอร์มผลการตรวจสอบประสิทธิภาพการล้างฆ่าเชื้อ

ข้อบกพร่อง	แนวทางแก้ไข	งบประมาณ	ผู้รับผิดชอบ	Out put
หมวดที่ 3 แหล่งน้ำ การปรับคุณภาพน้ำ และการควบคุม คุณภาพ 1. ไม่มีการตรวจคุณภาพน้ำก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต 2. ไม่มีชุดทดสอบความกระด้าง คลอรีนและเชื้อจุลินทรีย์ 3.ไม่มีการตรวจสอบและจดบันทึก 4. ไม่มีการเก็บผลิตภัณฑ์ส่งวิเคราะห์คุณภาพ	1. ใช้ชุดทดสอบตรวจวิเคราะห์น้ำดิบก่อนเข้าสู่กระบวนการแช่เยือกแข็ง โดยทดสอบความกระด้าง คลอรีน และเชื้อจุลินทรีย์ (คอลิฟอร์มแบคทีเรีย) สัปดาห์ละ 1 ครั้ง แล้วบันทึกในแบบฟอร์มการตรวจสอบคุณภาพน้ำดิบ(ก่อนเข้าสู่กระบวนการแช่เยือกแข็ง) (GMP-01-FM-01) 2. ทางโรงงานควรส่งน้ำแข็งหลอดตรวจวิเคราะห์คุณภาพตามประกาศสาธารณสุขเรื่องน้ำแข็งอย่างน้อยปีละ1 ครั้ง	1. ชุดตรวจสอบคอลิฟอร์มแบคทีเรีย (ว 111) สำหรับตรวจน้ำบริโภค ราคา 500 บาท 2. ชุดทดสอบความกระด้าง ราคา 428 บาท ค่าบีกเกอร์ 40 ml ราคา 45 บาท ค่าหลอดหยด ราคา 7 บาท 3. ชุดทดสอบคลอรีน ราคา 300 บาท งบประมาณการวิเคราะห์ความกระด้าง คลอรีน และเชื้อจุลินทรีย์ (คอลิฟอร์มแบคทีเรีย) 16 บาท/ครั้ง 4. ค่าวิเคราะห์น้ำแข็ง (Lab นอก) 3,580 บาท/ครั้ง	หัวหน้าฝ่ายผลิต	แบบฟอร์มการตรวจสอบคุณภาพน้ำดิบ

ข้อบกพร่อง	แนวทางแก้ไข	งบประมาณ	ผู้รับผิดชอบ	Out put
หมวดที่ 5 สารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ 1.ไม่มีเอกสารเกี่ยวกับการใช้สารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่ถูกต้อง (ปริมาณสารที่ใช้, ปริมาณน้ำ, เวลาสัมผัส)	1. จัดทำคู่มือการใช้สารทำความสะอาดและวิธีการฆ่าเชื้อที่ถูกต้อง (ปริมาณสารที่ใช้, ปริมาณน้ำ, เวลาสัมผัส)	-	หัวหน้าฝ่ายผลิต	GMP-08

ข้อบกพร่อง	แนวทางแก้ไข	งบประมาณ	ผู้รับผิดชอบ	Out put
หมวดที่ 6 การบรรจุ				ไม่ได้รับการปรับปรุง
1. ห้องบรรจุเปิดโล่งไม่สามารถป้องกัน สัตว์หรือแมลงได้	1. แนวทางแก้ไขดูหมวดที่ 1	-	หัวหน้าฝ่ายผลิต	เนื่องจากทางโรงงานไม่มีงบประมาณที่จะลงทุนในส่วนนี้
2. มือผู้ปฏิบัติงานสัมผัสกับปากกระสอบขณะบรรจุน้ำแข็ง	2. กำหนดสุขลักษณะของพนักงาน ก่อนเข้าในบริเวณบรรจุต้องล้างมือให้สะอาด	-	หัวหน้าฝ่ายผลิต	พนักงานปฏิบัติ
หมวดที่ 7 การสุขาภิบาล		1. อ่างล้างมือ 890 บาท/อัน	หัวหน้าฝ่ายผลิต	ปฏิบัติตามที่ได้เสนอ
1. ไม่มีอ่างล้างมือบริเวณผลิต	1. ทางโรงงานควรจัดให้มีอ่างล้างมือบริเวณผลิต	2. น้ำยาล้างมือ 50 บาท/ขวด 3. ผ้าเช็ดมือ 5 บาท/ผืน		
2. ไม่มีมาตรการในการป้องกันและกำจัดสัตว์หรือแมลงเข้าในบริเวณผลิต	2. จัดทำขั้นตอนการปฏิบัติงาน เรื่อง การควบคุมสัตว์พาหะ	-		GMP-05

ข้อบกพร่อง	แนวทางแก้ไข	งบประมาณ	ผู้รับผิดชอบ	Out put
หมวดที่ 8 บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน 1. ผู้ปฏิบัติงานแต่งกายไม่ถูกสุขลักษณะ 2. ไม่มีการอบรมพนักงานด้านสุขลักษณะที่ดี	1. พนักงานบรรจุแต่งกายสะอาด ใส่รองเท้าบู้ทและเน็ตคลุมผม 2. ผู้จัดการโรงงานควรอบรมพนักงานเดือนละ 1 ครั้ง เรื่อง การแต่งกายของพนักงานและสุขลักษณะในการปฏิบัติงาน	1. รองเท้าบู้ทคู่ละ 140 บาท 2. เน็ตคลุมผมโหลละ 25 บาท	ผู้จัดการโรงงาน	ปฏิบัติตามที่ได้เสนอ

ข้อบกพร่อง	แนวทางแก้ไข	งบประมาณ	ผู้รับผิดชอบ	Out put
หมวดที่ 9 บันทึกและรายงาน 1. ไม่มีบันทึกผลการตรวจวิเคราะห์น้ำจากแหล่งที่ใช้ในการผลิต 2. ไม่มีการบันทึกสภาพการทำงานของเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต 3. ไม่มีการบันทึกชนิดและปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์	1. แนวทางแก้ไขดูหมวดที่ 3 2. ให้พนักงานฝ่ายผลิตบันทึกสภาพการทำงานของเครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตในแบบฟอร์มประวัติซ่อมบำรุงเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ (GMP-07-FM-01) 3. ให้พนักงานฝ่ายผลิตจดบันทึกปริมาณการผลิต ในแบบฟอร์มปริมาณการผลิตน้ำแข็งหลอดในแต่ละวัน (GMP-02-FM-1)	-	หัวหน้าฝ่ายผลิต	1. แบบฟอร์มประวัติซ่อมบำรุงเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ 2. แบบฟอร์มปริมาณการผลิตน้ำแข็งหลอดในแต่ละวัน

ภาคผนวก ง รายละเอียดการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอดของโรงงานกรณีศึกษา

ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอน	รายละเอียดของขั้นตอน
1.1	น้ำดิบ	น้ำดิบมาจากสระขนาด 30x30x6 เมตร ที่ขุดขึ้น ลักษณะน้ำดิบมีสีเหลืองอ่อนและมีตะกอนสีน้ำตาลเล็กๆปนอยู่
1.2	สารเคมีปรับคุณภาพน้ำ	1. สารส้ม บรรจุในกระสอบพลาสติกสีขาวปิดสนิทน้ำหนัก 25 กิโลกรัม มีลักษณะเป็นก้อนผลึกใส 2. แคลเซียมไฮโปรคลอไรด์ 65% มีปริมาณคลอรีนอยู่จริง 65% บรรจุในถังพลาสติกปิดสนิทน้ำหนัก 50 กิโลกรัม ลักษณะเป็นผงสีขาว
1.3	สารกรองทราย	สารกรองทรายบรรจุกระสอบ ดังรูป น้ำหนักประมาณ 20 กิโลกรัม ลักษณะเป็นเม็ดทรายเล็กๆ
1.4	สารกรองแมงกานีส	สารกรองแมงกานีส ยี่ห้อ บรรจุกระสอบปิดสนิทประมาณ 50 ลิตร ลักษณะเป็นเม็ดสีดำปนเม็ดสีแดง อายุการใช้งาน 1 ปี
1.5	สารกรองแอนทราไซต์	สารกรองแอนทราไซต์ ยี่ห้อ บรรจุกระสอบปิดสนิทประมาณ 50 ลิตร ลักษณะเป็นเม็ดสีดำเลื่อม อายุการใช้งาน 1 ปี
1.6	สารกรองคาร์บอน	สารกรองคาร์บอน ยี่ห้อ บรรจุกระสอบปิดสนิทประมาณ 50 ลิตร ลักษณะเป็นเม็ดสีดำ อายุการใช้งาน 1 ปี

ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอน	รายละเอียดของขั้นตอน
1.7	สารกรองเรซิน	สารกรองเรซิน (Cation Exchange Resin) ยี่ห้อ บรรจุกระสอบปิดสนิทประมาณ 50 ลิตรลักษณะเป็นเม็ดสีเหลืองน้ำตาล อายุการใช้งาน 1 ปี
1.8	กระสอบพลาสติก	กระสอบพลาสติก สีขาวขนาดบรรจุประมาณ 20-25 กิโลกรัม
2.1	การผ่านอากาศ 1	สูบน้ำดิบผ่านระบบการให้อากาศที่เป็นตะแกรง 4 ชั้น สูง 1.5 เมตร กว้าง 1 เมตร อัตราการไหล 6 ลิตรต่อนาที เพื่อลดความเข้มข้นของก๊าซ สารบางชนิดที่ระเหยได้ และโลหะบางชนิดที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ เช่น ธาตุเหล็ก จะทำความสะอาดตะแกรง เฉลี่ย 2 เดือนต่อ 1 ครั้ง
2.2	ตรวจรับ/จัดเก็บสารส้ม, แคลเซียมไฮโปรคลอไรด์	1. สารส้ม พนักงานตรวจรับสารส้มตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน เรื่องการควบคุมการใช้สารเคมี (GMP-03) จากนั้นนำไปเก็บในห้องเก็บสารเคมี 2. แคลเซียมไฮโปรคลอไรด์ พนักงานตรวจรับแคลเซียมไฮโปคลอไรด์ ตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน เรื่องการควบคุมการใช้สารเคมี (GMP- 03) จากนั้นนำไปเก็บในห้องเก็บสารเคมี
2.3	ตรวจรับ/จัดเก็บสารกรองทราย	พนักงานตรวจรับสารกรองทรายตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน เรื่องการควบคุมการใช้สารเคมี (GMP-03)จากนั้นนำไปเก็บในห้องเก็บสารเคมี
2.4	ตรวจรับ/จัดเก็บสารกรองแมงกานีส	พนักงานตรวจรับสารกรองแมงกานีสตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน เรื่องการควบคุมการใช้สารเคมี (GMP-03) จากนั้นนำไปเก็บในห้องเก็บสารเคมี
2.5	ตรวจรับ/จัดเก็บสารกรองแอนทราไซต์	พนักงานตรวจรับสารกรองแอนทราไซต์ตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน เรื่องการควบคุมการใช้สารเคมี (GMP-03) จากนั้นนำไปเก็บในห้องเก็บสารเคมี
2.6	ตรวจรับ/จัดเก็บสารกรองคาร์บอน	พนักงานตรวจรับสารกรองคาร์บอนตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน เรื่องการควบคุมการใช้สารเคมี (GMP-03) จากนั้นนำไปเก็บในห้องเก็บสารเคมี
2.7	ตรวจรับ/จัดเก็บสารกรองเรซิน	พนักงานตรวจรับสารกรองเรซินตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน เรื่องการควบคุมการใช้สารเคมี (GMP-03) จากนั้นนำไปเก็บในห้องเก็บสารเคมี
2.8	ตรวจรับ/จัดเก็บกระสอบพลาสติก	ตรวจสอบลักษณะภายนอกของกระสอบพลาสติกไม่มีการฉีกขาดหรือชำรุดและนับจำนวนกระสอบ จากนั้นนำไปเก็บในห้องล้างกระสอบ

ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอน	รายละเอียดของขั้นตอน
3.1	การตกตะกอนในบ่อปูน 1	บ่อปูน 1 เป็นบ่อปูนซีเมนต์มีขนาด 4 x 12 x 3 เมตร โดยจะกั้นเป็นห้องทั้งหมด 9 ห้อง แบ่งเป็นชั้นที่ 1-4 (แต่ละชั้นจะมีความสูงลดลง 15 ซม. ซึ่งชั้นที่ 1 เป็นชั้นที่มีความสูงมากที่สุด) ขนาดของห้อง 2x2 เมตร มี 8 ห้อง ส่วนชั้น 5 มี 1 ห้องขนาดของห้อง 2x4 เมตร จะเป็นบ่อตกตะกอนน้ำดิบก่อนจะเข้าสู่กระบวนการต่อไป บ่อพักน้ำดิบห้องสุดท้ายจะมี sensor ควบคุมระดับน้ำ เมื่อน้ำลดจะทำให้ปั๊ม 15 HP ปั๊มน้ำจากสระมายังบ่อปูน 1 เมื่อน้ำเต็มจะทำให้ปั๊ม 15 HP หยุดทำงาน ทั้งนี้เมื่อปั๊ม 15 HP ทำงาน จะทำให้ปั๊มสารละลายสารส้มทำงานพร้อมกัน อัตราการไหลของสารละลายสารส้ม 3 ลิตรต่อชั่วโมงจะมีการทำความสะอาดบ่อปูน 1 เฉลี่ย 2 เดือนต่อ 1 ครั้ง
3.2	ชั่งน้ำหนักสารกรองทราย	ชั่งน้ำหนักสารกรองทรายประมาณ 60 กิโลกรัม (3 กระสอบ) แล้วนำไปใส่ในถังกรองขั้นต้น ขั้นตอนที่ 4.1
3.3	ชั่งน้ำหนักสารกรองแมงกานีส	1. ชั่งน้ำหนักสารกรองแมงกานีสประมาณ 50 กิโลกรัม (1 กระสอบ) แล้วนำไปใส่ในถังกรองขั้นต้น ขั้นตอนที่ 4.1 2. ชั่งน้ำหนักสารกรองแมงกานีสประมาณ 250 กิโลกรัม (5 กระสอบ) แล้วนำไปใส่ในถังกรองแมงกานีส ขั้นตอนที่ 7
3.4	การเตรียมสารละลายสารส้ม, แคลเซียมไฮโปรคลอไรด์	1. สารส้ม นำสารส้มมาละลายน้ำ อัตราส่วนสารส้ม 2 กิโลกรัม ต่อน้ำ 100 ลิตร ผสมให้ละลายจนหมดแล้วบรรจุในถังพลาสติกสีขาว ก่อนนำถังมาบรรจุสารส้มจะต้องล้างทำความสะอาดถังทุกครั้ง 2. แคลเซียมไฮโปรคลอไรด์ นำแคลเซียมไฮโปรคลอไรด์ มาละลายน้ำอัตราส่วน 1 กิโลกรัม ต่อน้ำ 100 ลิตรแล้วบรรจุในถังพลาสติกสีขาว (ความเข้มข้นประมาณ 6,436 ppm) ก่อนนำถังมาบรรจุสารส้มจะต้องล้างทำความสะอาดถังทุกครั้ง
3.5	ชั่งน้ำหนักสารกรองแอนทราไซต์	1. ชั่งน้ำหนักสารกรองแอนทราไซต์ประมาณ 50 กิโลกรัม (1 กระสอบ) แล้วนำไปใส่ในถังกรองขั้นต้น ขั้นตอนที่ 4.1 2. ชั่งน้ำหนักสารกรองแอนทราไซต์ประมาณ 250 กิโลกรัม (5กระสอบ) แล้วนำไปใส่ในถังกรองแอนทราไซต์ ขั้นตอนที่ 8
3.6	ชั่งน้ำหนักสารกรองคาร์บอน	ชั่งน้ำหนักสารกรองคาร์บอนประมาณ 250 กิโลกรัม (5 กระสอบ) แล้วนำไปใส่ในถังกรองคาร์บอน ขั้นตอนที่ 9
3.7	ชั่งน้ำหนักสารกรองเรซิน	ชั่งน้ำหนักสารกรองเรซินประมาณ 250 กิโลกรัม (5 กระสอบ) แล้วนำไปใส่ในถังกรองเรซิน ขั้นตอนที่ 10

ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอน	รายละเอียดของขั้นตอน
3.8	การแช่แคลเซียมไฮโปรคลอไรด์	นำกระสอบพลาสติกที่ใช้แล้วมาแช่ในบ่อแคลเซียมไฮโปรคลอไรด์ 12 ชั่วโมง (อัตราส่วนแคลเซียมไฮโปคลอไรด์ 125 กรัมต่อน้ำ 800 ลิตร ความเข้มข้นประมาณ 100 ppm)
4.1	การกรองขั้นต้น	ถังกรองบรรจุสารกรองทราย 3 กระสอบ (60 กิโลกรัม) สารกรองแมงกานีส 1 กระสอบ (50 กิโลกรัม) และสารกรองแอนตาไซต์ 1 กระสอบ (50 กิโลกรัม) จะเปลี่ยนสารกรองทุก 9 เดือน มีการทำความสะอาดถังกรองโดยการล้างกลับ 1 ครั้งต่อสัปดาห์
4.2	การล้างกระสอบ	นำกระสอบพลาสติกที่ผ่านการแช่แคลเซียมไฮโปรคลอไรด์ มาล้างน้ำประปา 2 ครั้งพร้อมทั้งขยี้
5	การผ่านอากาศ 2	น้ำดิบผ่านระบบการให้อากาศที่เป็นตะแกรง 4 ชั้น สูง 1.5 เมตร กว้าง 1 เมตร อัตราการไหล 1 ลิตรต่อวินาที มีการทำความสะอาดตะแกรงอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง
6	การพักน้ำในบ่อปูน 2	บ่อปูน 2 เป็นบ่อปูนซีเมนต์มีฝาปิด มีทั้งหมด 12 บ่อ บ่อมีปริมาตรประมาณ 1,250 ลิตร ซึ่งแต่ละบ่อจะมีท่อเชื่อมสลับบนล่าง (บ่อปูนบ่อที่ 1 เชื่อมกับบ่อปูนบ่อที่ 2 ด้านล่างแล้วบ่อปูนบ่อที่ 2 จะเชื่อมกับบ่อปูนบ่อที่ 3 ด้านบน สลับบนล่างเชื่อมต่อกันทั้ง 12 บ่อ)ในบ่อปูน 2 จะมี sensor ควบคุมระดับน้ำ เมื่อน้ำลดจะทำให้ปั๊ม 3 HP ปั๊มน้ำจากบ่อปูน 1 ผ่านถังกรองทรายและ ผ่านอากาศมายังบ่อปูน 2 เมื่อปั๊ม 3 HP ทำงาน จะทำให้ปั๊มส่งสารละลายแคลเซียมไฮโปรคลอไรด์มายังบ่อปูน 2 ทำงานด้วย ในอัตรา 3 ลิตรต่อชั่วโมง เมื่อระดับน้ำเต็มจะทำให้ 3 HP หยุดทำงาน มีการทำความสะอาดบ่อปูน 2 อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง
7	การผ่านสารกรองแมงกานีส	น้ำดิบจากขั้นตอนที่ 6 ผ่านถังกรองแมงกานีสขนาด 85 ลิตร เพื่อกรองเหล็กและแมงกานีส (ตะกอนสนิม) ปริมาณน้ำเข้าถังกรองประมาณ 12-42 ลิตรต่อนาที จะเปลี่ยนสารกรองแมงกานีสทุกๆ 9 เดือน และมีการล้างกลับด้วยด่างทับทิม ($KMnO_4$) เพื่อฟื้นฟูประสิทธิภาพของสารกรอง 1 ครั้งต่อเดือน ความเข้มข้นของ $KMnO_4$ ที่ใช้ล้างประมาณ 0.2-0.5% เวลาที่ใช้ 30-40 นาที หลังจากนั้นล้างย้อนด้วยน้ำสะอาด มีการล้างย้อนด้วยน้ำสะอาดวันละ 2 ครั้ง

ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอน	รายละเอียดของขั้นตอน
8	การผ่านสารกรองแอนทราไซต์	น้ำดิบจากขั้นตอนที่ 7 ผ่านถังกรองแอนทราไซต์ขนาด 85 ลิตร เพื่อกรองตะกอนและอนุภาคต่างๆ ให้น้ำใสขึ้น จะเปลี่ยนสารกรองแอนทราไซต์ทุกๆ 9 เดือน ปริมาณน้ำเข้าถังกรองประมาณ 12-42 ลิตรต่อนาที และมีการล้างย้อนด้วยน้ำสะอาดวันละ 2 ครั้ง
9	การผ่านสารกรองคาร์บอน	น้ำดิบจากขั้นตอนที่ 8 ผ่านถังกรองคาร์บอนขนาด 85 ลิตร เพื่อกรองสารอินทรีย์ที่ก่อให้เกิด สี กลิ่น และรสในน้ำ จะเปลี่ยนสารกรองคาร์บอนทุกๆ 9 เดือน ปริมาณน้ำเข้าถังกรองปริมาณ 12-42 ลิตรต่อนาที และมีการล้างย้อนด้วยน้ำสะอาดวันละ 2 ครั้ง
10	การผ่านสารกรองเรซิน	น้ำดิบจากขั้นตอนที่ 9 ผ่านถังกรองเรซินขนาด 85 ลิตร เพื่อกรองความกระด้าง ($CaCO_3$, $MgCO_3$) จะเปลี่ยนสารกรองเรซินทุกๆ 9 เดือน และมีการล้างย้อนด้วยเกลือ (Na) เพื่อคืนประจุ 1 ครั้งต่อเดือน ความเข้มข้นของ Na ที่ใช้ล้างประมาณ 8-20% เวลาที่ใช้ 15-30 นาที หลังจากล้างน้ำเกลือหมดแล้วก็ปล่อยน้ำไหลผ่านช้าๆ ประมาณ 15-30 นาที เพื่อไล่น้ำเกลือที่เหลือค้างอยู่ออกและมีการล้างย้อนด้วยน้ำสะอาดวันละ 2 ครั้ง
11	การผ่านผ้ากรอง	น้ำดิบจากขั้นตอนที่ 10 ผ่านผ้ากรองขนาด 0.3 ไมครอน เพื่อกรองตะกอนละเอียด ซึ่งจะเปลี่ยนผ้ากรองวันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) เมื่อทำความสะอาดผ้ากรองแล้วให้แช่สารละลายแคลเซียมไฮโปรคลอไรด์ ความเข้มข้น 100 ppm ประมาณ 1 คืน แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด
12	การผ่านแสง UV	น้ำดิบจากขั้นตอนที่ 11 ผ่านแสง UV ขนาด 1,500 วัตต์อัตราการไหลของน้ำดิบประมาณ 1 ลิตรต่อวินาที เพื่อทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคจากน้ำดิบ จะล้างหลอด UV วันละ 2 ครั้งและมีการขูดตะกอนที่ติดหลอด UV 1 ครั้งต่อสัปดาห์
13	ถังเก็บน้ำ (ก่อนเข้าสู่กระบวนการแช่เยือกแข็ง)	เมื่อน้ำที่ผ่านการปรับคุณภาพจากขั้นตอนที่ 12 แล้ว จะเก็บน้ำในถังสแตนเลสขนาด 8,000 ลิตร 6 ถัง โดย 4 ถังจะอยู่บริเวณข้างล่างติดกับบ่อปูน 2 และอีก 2 ถังจะอยู่ข้างหลังชั้น 2 ของอาคารผลิต ซึ่งในถังจะมี sensor ควบคุมระดับน้ำ เมื่อน้ำลดจะทำให้ปั๊ม 3 HP ปั๊มน้ำจากบ่อปูน 2 ผ่านระบบการกรอง ผ่านผ้ากรองและผ่านแสง UV มายังถังเก็บน้ำดีเพื่อรอการเข้าเครื่องทำน้ำแข็ง เมื่อระดับน้ำเต็มปั๊ม 3 HP จะหยุดทำงาน จะทำความสะอาดถังเก็บน้ำดีอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอน	รายละเอียดของขั้นตอน
14	เครื่องทำน้ำแข็ง	น้ำที่ผ่านการปรับคุณภาพเข้าเครื่องทำน้ำแข็ง ขนาด 15 ตัน/ชม. 1 เครื่อง ระยะเวลาในการแช่เยือกแข็งน้ำ 35 นาที ขนาด 30 ตัน/ชม. 1 เครื่อง ระยะเวลาในการแช่เยือกแข็งน้ำ 15 นาที และขนาด 50 ตัน/ชม. 1 เครื่อง ระยะเวลาในการแช่เยือกแข็งน้ำ 15 นาที ซึ่งจะใช้แอมโมเนีย (R -717)เป็นสารทำความเย็น อุณหภูมิจุดเดือด -33 องศาเซลเซียส
15	การบรรจุ	นำกระสอบที่ผ่านการทำความสะอาดแล้วมาบรรจุน้ำแข็งประมาณ 22-23 กิโลกรัม โดยพนักงานจะเหยียบคันโยกให้น้ำแข็งไหลลงมาจากกะบะ เมื่อได้น้ำหนักที่ต้องการแล้วใช้เชือกฟางมัดปากกระสอบ
16	การเก็บรักษา	นำน้ำแข็งที่บรรจุในกระสอบเรียบร้อยแล้วไปเก็บในห้องเก็บน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งผนังห้องจะบุด้วยโฟม โดยวางบนพาเลทจะทำความสะอาดพาเลทด้วยน้ำสะอาดวันละ 1 ครั้ง

ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคุณภาพน้ำแข็งหลอด

ตารางที่ จ 1. ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างแบบ t-test ของคุณภาพน้ำแข็งหลอดก่อนและหลังการประยุกต์ใช้แนวทางความปลอดภัยอาหาร

Parameter		Mean ± SD		t	Sig. (2-tailed)
		Before	After		
pH		7.15 ± 0.63	6.77 ± 0.17	1.021	0.365
Color	(Hz)	0.00± 0.00	0.00± 0.00	-	-
Turbidity	(FAU)	0.00± 0.00	0.00± 0.00	-	-
Total Dissolved Solids	(mg/l)	12.33 ± 0.57	13.00± 1.00	-1.000	0.374
Hardness	(mg/l)	4.41±0.83	4.29 ± 0.40	0.230	0.829
Sulfate	(mg/l)	5.00 ± 0.00	5.00 ± 0.00	-	-
Nitrate	(mg/l)	0.51 ± 0.17	0.47 ± 0.03	1.917	0.128
Chloride	(mg/l)	4.66 ± 0.43	5.21 ± 0.38	-1.791	0.148
Ferric	(mg/l)	0.23± 0.06	0.13± 0.06	2.121	0.101
Arsenic	(mg/l)	0.00 ± 0.00	0.00± 0.00	-	-
Lead	(mg/l)	0.00 ± 0.00	0.00± 0.00	-	-
Coliform bacteria	(MPN/100 ml)	4.13 ± 1.67	1.46±0.64	2.000	0.116
E. coli	(CFU/100 ml)	3.33 ± 2.88	0.00± 0.00	2.579	0.061
S. aureus	(CFU/100 ml)	5.33 ± 4.11	0.00± 0.00	2.000	0.116
Salmonella spp.	(CFU/100 ml)	1.00 ± 0.00	0.00± 0.00	-	-
C. perfringens	(MPN/100 ml)	0.00 ± 0.00	0.00± 0.00	-	-

หมายเหตุ : ค่า Sig. < 0.05 แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่า Sig. > 0.05 แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวมาดีนา น้อยทับทิม

รหัสประจำตัวนักศึกษา 4911020026

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	2548

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

มาดีนา น้อยทับทิม. 2551. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในโรงงานผลิตเครื่องดื่มอัดแก๊ส. รายงานการประชุมวิชาการในงานการประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 9. ณ อาคารบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา. 14-15 มีนาคม 2551.