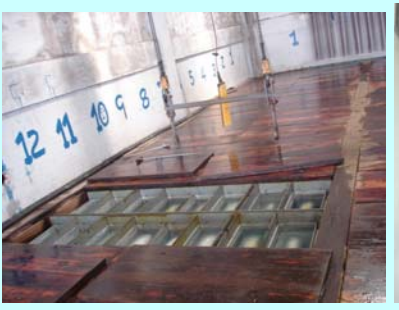
แนวทางป้องกันการปนเปื้อนในกระบวนการผลิตน้ำแข็งซองและน้ำแข็งหลอด

Guidelines for Preventing Contamination during Manufacturing of Block and Tube Ices

รองศาสตราจารย์วิสิฐ จะวะสิต
นางสาวคัคนางค์ ศิริลักษณมานนท์
นางสาวพรรณกร พิทักษ์สันตโยธิน

แนวทางป้องกันการปนเปื้อนในกระบวนการผลิตน้ำแข็งซองและน้ำแข็งหลอด

(Guidelines for Preventing Contamination during Manufacturing of Block and Tube Ices)



รองศาสตราจารย์ ดร.วิสิฐ จะวะสิต

นางสาวคัคนางค์ ศิริลักษณมานนท์

นางสาวพรรณกร พิทักษ์สันตโยธิน

แนวทางป้องกันการปนเปื้อน
ในกระบวนการผลิตน้ำแข็งซองและน้ำแข็งหลอด

ผู้จัดพิมพ์

- สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข

ISBN: 978-974-11-1122-0

พิมพ์ครั้งที่ 1 มิถุยายน 2552

จำนวนพิมพ์ 2,000 เล่ม

พิมพ์ที่ เจริญดีมั่นคงการพิมพ์ ถนนเพชรเกษม เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ

Tel. & Fax. 02-457-2593

จัดพิมพ์โดย สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล เลขที่ 25/25 ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

Website: www.inmu.mahidol.ac.th

สนับสนุนโดย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข

ข้อมูลทางบรรณานุกรม

วิสิฐ จะวะสิต

แนวทางป้องกันการปนเปื้อนในกระบวนการผลิตน้ำแข็งซองและ น้ำแข็งหลอด = Guidelines for preventing contamination during manufacturing of Block and Tube Ices / วิสิฐ จะวะสิต, คัคนางค์ ศิริลักษณมานนท์, พรรณกร พิทักษ์สันตโยธิน. - - [นครปฐม] : สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2552

16 หน้า ; ภาพประกอบสี ; 16.5. x 22.8 ซม.

ISBN: 978-974-11-1122-0

1. น้ำแข็ง 2. น้ำแข็ง - - การผลิต 3. น้ำแข็ง - - การปนเปื้อน 4. อุตสาหกรรมน้ำแข็ง I. คัคนางค์ ศิริลักษณมานนท์ II. พรรณกร พิทักษ์สันตโยธิน. III. มหาวิทยาลัยมหิดล สถาบันวิจัยโภชนาการ

WA675 ว785น 2552

คำนำ

ประเทศในแถบที่มีอากาศร้อนดังเช่นประเทศไทย น้ำแข็งนับเป็นองค์ประกอบที่ใช้ในการบริโภคร่วมกับหรือเติมลงในอาหารหลายประเภท คุณภาพของน้ำแข็งจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งเพราะจะมีผลต่อเนื่องถึงคุณภาพของอาหารนั้นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านความปลอดภัย ทั้งนี้ในอดีตที่ผ่านมาได้มีความเชื่อที่ว่าคุณภาพของน้ำที่ใช้ในการผลิตน้ำแข็งไม่จำเป็นต้องมีมาตรฐานเท่าเทียมกับน้ำบริโภค เพราะความเย็นอาจช่วยลดอันตรายที่เกิดจากจุลินทรีย์ได้ ทำให้มักละเลยการดูแลและควบคุมคุณภาพในกระบวนผลิตน้ำแข็ง จนเกิดเป็นปัญหาเรื้อรังอย่างต่อเนื่อง

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ได้เล็งเห็นปัญหาดังกล่าว จึงได้ร่วมกับสถาบันวิจัยโภชนาการมหาวิทยาลัยมหิดลทำการศึกษาถึงสภาพปัญหาและสาเหตุการปนเปื้อน ตลอดจนแนวทางการป้องกันแก้ไขในกระบวนการผลิตและขนส่งน้ำแข็งซองและน้ำแข็งหลอด โดยได้มีการนำแนวทางที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้จริงในโรงงานน้ำแข็งด้วย เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าสามารถปฏิบัติได้ แล้วจึงนำข้อมูลไปจัดทำเป็นคู่มือ

ผู้จัดทำจึงหวังว่า คู่มือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการโรงงานน้ำแข็งและเจ้าหน้าที่ของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา รวมถึงหน่วยงานคุ้มครองผู้บริโภคในจังหวัดต่างๆ ในการแก้ไขการปนเปื้อนของน้ำแข็งที่เกิดขึ้น

คณะผู้จัดทำ

มิถุนายน 2552

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
ความเป็นมา	1
กระบวนการเตรียมน้ำที่ใช้ในการผลิต	2
กระบวนการผลิตน้ำแข็งซองและน้ำแข็งบด	3
บทสรุป	10
วิธีการคำนวณสารละลายคลอรีนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อและทำความสะอาด	11
สรุปวิธีการเตรียมน้ำที่ใช้ในการทำความสะอาดกระสอบ	13
เอกสารอ้างอิง	15

ความเป็นมา . . .

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ประชากรจึงนิยมบริโภคน้ำแข็งกันมาก โดยน้ำแข็งที่จำหน่ายมี 2 ประเภทคือ น้ำแข็งซอง ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกนำไปบดก่อนบริโภค และน้ำแข็งหลอดซึ่งผลิตจากเครื่องทำน้ำแข็งอัตโนมัติมีลักษณะเป็นทรงกระบอกที่มีรูตรงกลาง น้ำแข็งทั้งสองประเภทเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 78 (พ.ศ. 2527) ฉบับที่137 (พ.ศ. 2534) ฉบับที่ 254 (พ.ศ. 2545) และ ฉบับที่ 285 (พ.ศ. 2547) นอกจากนี้ กระบวนการผลิตน้ำแข็ง ต้องควบคุมให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต หรือ จี.เอ็ม.พี. (GMP: Good Manufacturing Practice) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 193 (พ.ศ. 2543)

อย่างไรก็ตาม เมื่อพ.ศ. 2549 และ 2550 มีรายงานผลการศึกษาสถานการณ์ในสถานที่ผลิตทั้งน้ำแข็งซองและน้ำแข็งหลอดที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานจี.เอ็ม.พี.แล้ว ของกองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา พบว่า ยังคงมีปัญหาการปนเปื้อนทั้งทางด้านเคมีและจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ในน้ำแข็งบริโภคถึงร้อยละ 67 โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร ซึ่งจะส่งผลให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ รวมทั้งทำให้นักท่องเที่ยวขาดความเชื่อมั่นในคุณภาพของน้ำแข็งในประเทศไทย ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาและสถาบันวิจัยโภชนาการในการศึกษาวิจัยเพื่อค้นหาสาเหตุรวมทั้งวิธีการแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนในกระบวนการผลิตน้ำแข็งซองและน้ำแข็งหลอดในประเทศไทย

กระบวนการเตรียมน้ำที่ใช้ในการผลิต . . .

สถานที่ผลิตน้ำแข็งหลายแห่งขาดการควบคุมคุณภาพน้ำที่ใช้ในการผลิตให้เหมาะสม เนื่องจากผู้ประกอบการมีความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องว่าระหว่างกระบวนการผลิตและการเก็บ ทั้งน้ำแข็งซองและน้ำแข็งหลอดซึ่งมีอุณหภูมิที่ต่ำจะสามารถช่วยทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ จึงทำให้มีการใช้น้ำที่มีคุณภาพต่ำในการผลิต ส่งผลให้ยังมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ในน้ำแข็งและอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ ดังนั้นการควบคุมคุณภาพน้ำที่ใช้ในการผลิตจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ โดยควรดำเนินการดังนี้ แผนภูมิที่1 ขั้นตอนการจัดการน้ำที่จะนำไปผลิตน้ำแข็ง

น้ำดิบ

↓

การปรับปรุงคุณภาพน้ำ
- ทางกายภาพและเคมี
- ทางจุลชีววิทยา (การฆ่าเชื้อ)

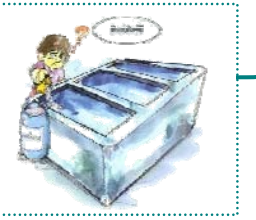
↓

การจัดเก็บน้ำ

• การคัดเลือกแหล่งน้ำดิบ **ควรมีการตรวจคุณภาพของน้ำดิบโดยเฉพาะด้านกายภาพและเคมี** ทั้งนี้การที่มีแหล่งน้ำดิบคุณภาพดี เช่นน้ำประปาที่ได้มาตรฐาน จะช่วยให้การจัดการระบบการปรับปรุงคุณภาพน้ำไม่ยุ่งยาก สามารถจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพและไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสำหรับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ สูงจนเกินไป

• การดูแลเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบจะต้องเป็นไปตาม**แนวทางการป้องกันปัญหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในการผลิตน้ำบริโภคบรรจุขวด**อย่างเคร่งครัด เพื่อให้น้ำดิบที่ผ่านการปรับปรุงเบื้องต้นแล้ว มีคุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพได้ตามมาตรฐานก่อน

• **การฆ่าเชื้อในน้ำดิบคือจุดสำคัญที่ต้องมีการควบคุม** เช่น วิธีการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนเป็นวิธีที่นิยมใช้ในเกือบทุกโรงงาน โดยคลอรีนที่ใช้มี 2 ประเภท คือ โซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl) และ แคลเซียมไฮโปคลอไรด์ ($Ca(OCl)_2$) โดยน้ำที่ผ่านการเติมคลอรีนแล้วทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที จะต้องมีปริมาณคลอรีนคงเหลือประมาณ 0.5 พีพีเอ็ม (วิธีการเตรียมคลอรีนแสดงในภาพผนวก)



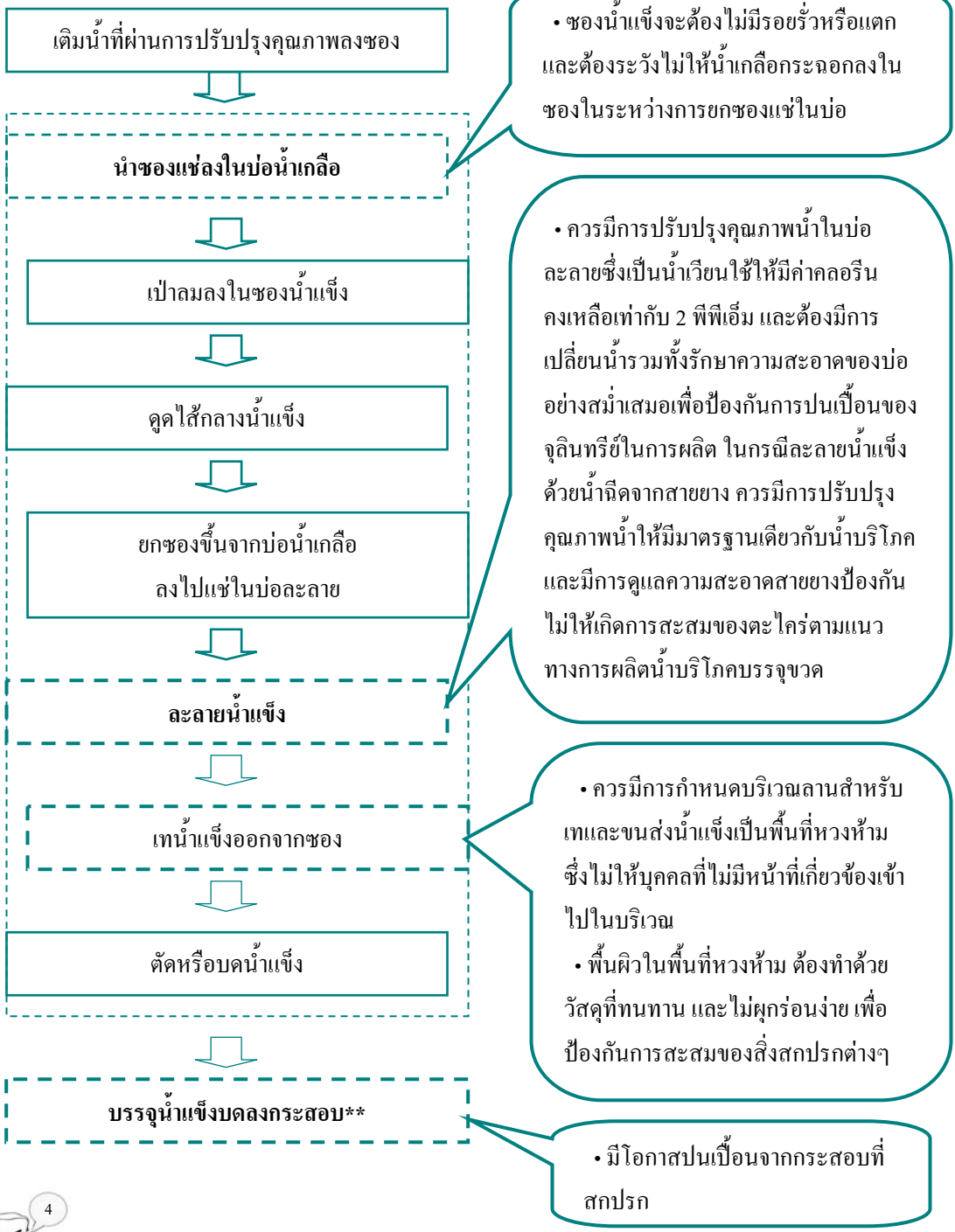
• การควบคุมการจัดเก็บน้ำ **ควรเก็บน้ำดิบและน้ำที่ใช้ในการผลิตในสภาวะที่เหมาะสม** คือควรปิดปากบ่อ หรือถัง ให้สนิท เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกจากสภาพแวดล้อมและสัตว์พาหะต่างๆ

กระบวนการผลิตน้ำแข็งซองและน้ำแข็งบด . . .

• กระบวนการผลิตน้ำแข็งซอง

ในขั้นตอนการผลิตน้ำแข็งซอง จุดสำคัญในการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตน้ำแข็งซอง มี 3 แห่งดังแสดงใน **แผนภูมิที่2** ขั้นตอนการผลิตน้ำแข็งซองและน้ำแข็งบด

แผนภูมิที่2 ขั้นตอนการผลิตน้ำแข็งซองและน้ำแข็งบด



• กระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอด

"น้ำแข็งหลอด" เป็นน้ำแข็งที่ผลิตโดยเครื่องทำน้ำแข็งหลอดอัตโนมัติที่มีลักษณะการออกแบบเป็นระบบปิด ซึ่งจะช่วยป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมได้ ดังนั้นหากน้ำที่ใช้ในการผลิตมีคุณภาพดี น้ำแข็งหลอดที่ได้ก็จะมีคุณภาพที่ดีเช่นกัน ดังแสดงใน แผนภูมิที่ 3

แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนการผลิตน้ำแข็งหลอด

น้ำที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพอย่างเหมาะสม

✗ ไม่ควรนำน้ำที่ไม่มีการควบคุมการจัดเก็บที่ดี เช่นน้ำที่ควบแน่นและเก็บในบ่อเปิดใต้เครื่องทำน้ำแข็งกลับมาใช้ในการผลิตอีก

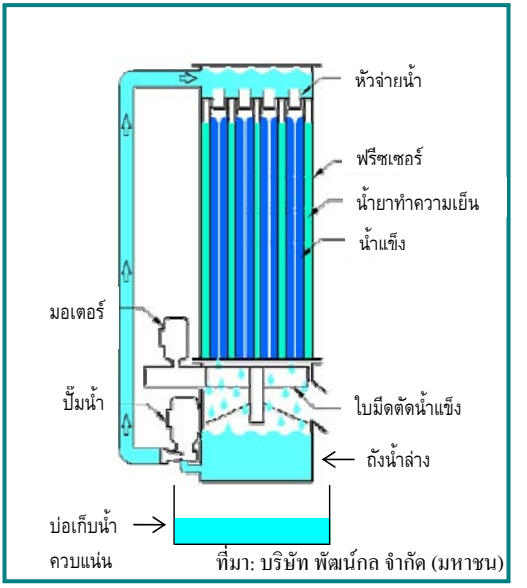
เครื่องผลิตน้ำแข็งหลอดอัตโนมัติ

น้ำจะแข็งตัวภายในท่อที่มีน้ำยาทำความเย็นอยู่รอบนอก

ละลายน้ำแข็งให้หลุดจากผิวท่อด้านในด้วยน้ำยาร้อน

ตัดให้เป็นก้อนเล็กๆ โดยเครื่องตัดด้านล่างของเครื่องทำน้ำแข็ง

น้ำที่เหลือในถังล่างจะถูกปั๊มกลับไปใช้ในการผลิตใหม่



ที่มา: บริษัท พัฒน์กล จำกัด (มหาชน)

บรรจุน้ำแข็งลงถุงพลาสติกหรือกระสอบ

• การบรรจุน้ำแข็งหลอดในถุงพลาสติกจะ ใช้เครื่องบรรจุระบบปิด และเป็นถุงพลาสติกใหม่จากโรงงาน จึงไม่ค่อยมีปัญหาการปนเปื้อน แต่สำหรับการบรรจุน้ำแข็งหลอดลงกระสอบจะมีโอกาสปนเปื้อนได้จากกระสอบที่สัมผัสน้ำแข็งหลอดโดยตรง จึงต้องมีการทำความสะอาดกระสอบที่เหมาะสม

นอกจากนี้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆที่สัมผัสน้ำแข็งโดยตรง เช่น กระบะรับน้ำแข็ง รางลำเลียงน้ำแข็ง และเครื่องบรรจุ จะต้องทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ หลีกเลี่ยงการใช้วัสดุบางชนิดที่ใช้รองกันน้ำแข็งร่วงขณะบรรจุ เช่น กระสอบซึ่งอาจเกิดการสะสมของ จุลินทรีย์จากกระสอบซึ่งเปียกได้

• การทำความสะอาดกระสอบ

กระสอบที่ใช้บรรจุทั้งน้ำแข็งบดและน้ำแข็งหลอดเพื่อการจัดจำหน่ายนี้มักเป็นกระสอบพลาสติกและมีการนำกลับมาใช้ใหม่ ดังนั้น จึงต้องมีวิธีการทำความสะอาดเพื่อลดและขจัด จุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ดังนี้

1.นำกระสอบไปล้างด้วยน้ำเปล่าและใช้แปรงขัดล้างเศษดินหรือสิ่งสกปรกที่อาจติดอยู่บนกระสอบ หากกระสอบมีรอยขาดหรือไม่สามารถกำจัดสิ่งสกปรกได้ ควรคัดแยกกระสอบนั้นทิ้งไป

2.ตามปกติการฆ่าเชื้อกระสอบที่ใช้แล้วที่มีประสิทธิภาพต้องให้กระสอบผ่านการแช่น้ำคลอรีนที่ความเข้มข้น 7-10 พีพีเอ็มเป็นเวลาอย่างน้อย 5 นาที (อ่านข้อ 3 ก่อนเริ่มดำเนินการ)

3.ในการล้างกระสอบในโรงงานที่มีกระสอบจำนวนมาก ควรเตรียมคลอรีนเริ่มต้นที่ความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม จากการศึกษาพบว่า น้ำคลอรีน 100 พีพีเอ็ม ปริมาณ 350 ลิตร สามารถใช้แช่ทำความสะอาดกระสอบได้ถึง 2,000 ใบ ทั้งนี้การล้างเริ่มด้วยการนำกระสอบไปแช่ในน้ำคลอรีนที่มีความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม เป็นเวลาอย่างน้อย 5 นาที โดยกระสอบที่แช่ได้ในแต่ละครั้งมีจำนวนประมาณ 200-300 ใบและกระสอบทุกใบจะต้องจมอยู่ในน้ำคลอรีนนี้ทั้งใบ น้ำคลอรีนที่ใช้ล้างกระสอบชุดสุดท้ายต้องมีคลอรีนเหลืออยู่ไม่น้อยกว่า 7-10 พีพีเอ็ม

4.กระสอบที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนแล้ว สามารถนำไปใช้บรรจุน้ำแข็งได้ทันทีโดยไม่จำเป็น ต้องนำไปตาก**แต่ควรนำกระสอบที่ทำความสะอาดแล้วไปใช้ภายใน 24 ชั่วโมง** หากต้องการเก็บกระสอบที่ผ่านการล้างแล้วนานกว่า 24 ชั่วโมง ต้องนำไปตากให้แห้งสนิท ซึ่งปกติใช้เวลาอย่างน้อย 4 ชั่วโมง

ที่มา: ปัญหาและแนวทางแก้ไขในการผลิตน้ำแข็ง. กองควบคุมอาหาร. 2545.

• หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (จี.เอ็ม.พี)

การควบคุมกระบวนการผลิตน้ำแข็งสำหรับบริโภค ต้องดำเนินการเช่นเดียวกับการผลิตอาหารอื่นๆ คือต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (จี.เอ็ม.พี.) ที่กำหนดโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาอย่างครอบคลุมทุกหมวดโดยละเอียด อย่างไรก็ตามพบว่าสถานที่ผลิตน้ำแข็งมักมีจุดอ่อนในรายละเอียดตาม จี.เอ็ม.พี. ที่ควรดูแลเป็นพิเศษดังนี้

สถานที่ตั้งและอาคารผลิต

- ต้องไม่มีการสะสมของสิ่งที่ไม่ใช้แล้ว และสิ่งปฏิกูล
- มีมาตรการป้องกันการปนเปื้อนจากสัตว์และแมลง เช่น ม่านพลาสติก ตะข่ายดักนก และตะแกรงกั้นท่อระบายน้ำ

เครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต

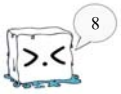
- ทำด้วยวัสดุผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ทนต่อการกัดกร่อน ง่ายต่อการทำความสะอาด

การควบคุมกระบวนการผลิต

- การดำเนินการทุกขั้นตอนจะต้องมีการควบคุมตามหลักสุขาภิบาลที่ดี ตั้งแต่การตรวจคุณภาพแหล่งน้ำดิบ การขนย้าย การจัดเตรียม การผลิต และการบรรจุตามแนวทางที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น

การสุขาภิบาล

- มีอ่างล้างมือพร้อมสบู่หรือน้ำยาฆ่าเชื้อโรคในบริเวณพื้นที่ผลิตที่เพียงพอกับผู้ปฏิบัติงาน



การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด

- อาคารผลิต รวมทั้งเครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต มีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ

สุขลักษณะของผู้ปฏิบัติงาน

- ควรล้างมือให้ทั่วถึงด้วยสบู่เหลว และฆ่าเชื้อโรคที่มือด้วยแอลกอฮอล์เข้มข้น 70% หรือแช่ในอ่างน้ำผสมคลอรีน 50-100 พีพีเอ็ม หรือหากสวมถุงมือ ต้องล้างและฆ่าเชื้อหลังสวมทุกครั้ง
- ควรสวมรองเท้าบู๊ท และจุ่มรองเท้าบู๊ทในอ่างน้ำผสมคลอรีน 100-200 พีพีเอ็ม ก่อนเข้าบริเวณพื้นที่ผลิต โดยเฉพาะบริเวณหวงห้าม เช่น ลานเทน้ำแข็งซอง ต้องดูแลเป็นพิเศษ
- ควรสวมเครื่องแต่งกายรวมทั้งหมวกคลุมผม และผ้ากันเปื้อนที่สะอาดและเหมาะสมต่อการปฏิบัติงาน

บทสรุป . . .

เพื่อให้น้ำแข็งมีความปลอดภัยสำหรับการบริโภค นอกจากผู้ประกอบการจะต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตหรือ จี.เอ็ม.พี.แล้ว จุดสำคัญที่ต้องมีมาตรการป้องกันการปนเปื้อนทั้งทางเคมีและจุลินทรีย์ตลอดกระบวนการผลิตดังแสดงในตาราง ***โดยเฉพาะน้ำที่ใช้ในการผลิตจะต้องควบคุมการปรับปรุงคุณภาพของน้ำเช่นเดียวกับกระบวนการผลิตน้ำบริโภค เนื่องจากกระบวนการผลิตน้ำแข็งไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้***

ขั้นตอนการผลิต	มาตรการป้องกัน	
	น้ำแข็งซอง	น้ำแข็งหลอด
1. การปรับปรุงคุณภาพน้ำ	คลอรีนคงเหลือในน้ำต้องมีค่า ประมาณ 0.5 พีพีเอ็มหลังจากเติมคลอรีนแล้วเป็นเวลา 20 นาที และมีการเก็บรักษาน้ำที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพและฆ่าเชื้อแล้วอย่างเหมาะสม	
2. การผลิตน้ำแข็ง	1. ดูแลรักษาซองไม่ให้มีรอยรั่ว และระวังไม่ให้น้ำเกลือกระฉอกลงในซองระหว่างการหย่อนซองลงในบ่อ 2. ปรับสภาพน้ำในบ่อละลายให้มีคลอรีนคงเหลือ 2 พีพีเอ็ม 3. กำหนดพื้นที่บริเวณลานขนส่งน้ำแข็งให้เป็นพื้นที่หวงห้าม	ไม่นำน้ำควบแน่นจากเครื่องผลิตน้ำแข็งหลอดอัตโนมัติมาใช้ในการผลิตอีก
3. การบรรจุ	มีการทำความสะอาดกระสอบอย่างเหมาะสม โดยการล้างด้วยน้ำเปล่าและฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน	

วิธีการคำนวณสารละลายคลอรีนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อและทำความสะอาด . . .

1. การเตรียมคลอรีน

- **เตรียมจากคลอรีนเหลว (10% NaOCl)**

NaOCl มีน้ำหนักโมเลกุล = 23 (Na) + 16 (O) + 35.5 (Cl) = 74.5

NaOCl 74.5 ส่วน ให้ Cl 35.5 ส่วน

ดังนั้น NaOCl เข้มข้น 10% มีคลอรีน = 35.5×10%/74.5 = 4.8%

NaOCl 100 ส่วน มีคลอรีน = 4.8 ส่วน

1,000,000 ส่วน มีคลอรีน 4.8×1,000,000/100 ส่วน = 48,000 ส่วน (พีพี

สูตร

ปริมาณ 10% NaOCl ที่ต้องใช้ (ลิตร)

$$= \frac{\text{ความเข้มข้นของคลอรีนที่ต้องการให้มีในน้ำ (พีพีเอ็ม)} \times \text{ปริมาตรของน้ำที่ต้องการฆ่าเชื้อ (ลิตร)}}{48{,}000 \text{ (พีพีเอ็ม)}}$$

- **เตรียมจากคลอรีนผง (65% $Ca(OCl)_2$)**

การเตรียมสารละลายคลอรีนจากคลอรีนผง (65% $Ca(OCl)_2$) ต้องเตรียมให้เป็นสารละลาย $Ca(OCl)_2$ เข้มข้น 10% โดยการผสมคลอรีนผง 1 กิโลกรัม ในน้ำ 5.5 กิโลกรัม แล้วทิ้งค้างคืนจนตกตะกอน ส่วนใสด้านบนก็คือสารละลาย $Ca(OCl)_2$ เข้มข้น 10%

$Ca(OCl)_2$ มีน้ำหนักโมเลกุล = 40 (Ca) + 2 × [16 (O) + 35.5 (Cl)] = 143

$Ca(OCl)_2$ 143 ส่วน ให้ Cl 71 ส่วน

ดังนั้น $Ca(OCl)_2$ เข้มข้น 10% มีคลอรีน = 71×10%/143 = 5.0%

$Ca(OCl)_2$ 100 ส่วน มีคลอรี 5.0 ส่วน

1,000,000 ส่วน มีคลอรีน 5.0×1,000,000/100 ส่วน = 50,000 ส่วน(พีพีเอ็ม)

สูตร

ปริมาณ 10% $Ca(OCl)_2$ ที่ต้องใช้ (ลิตร)

$$= \frac{\text{ความเข้มข้นของคลอรีนที่ต้องการให้มีในน้ำ} \times \text{ปริมาตรของน้ำที่ต้องการฆ่าเชื้อ (ลิตร)}}{50{,}000 \text{ (พีพีเอ็ม)}}$$

2. การคำนวณการเติมคลอรีนในน้ำที่ใช้ในการผลิตน้ำแข็ง

หากต้องการให้มีความเข้มข้นของคลอรีนในน้ำ = 0.6 พีพีเอ็ม
และปริมาตรของน้ำที่ต้องการฆ่าเชื้อ = 5,000 ลิตร
แทนค่าในสูตรจะได้
ปริมาณ 10% NaOCl ที่ต้องใช้ = 5,000 ลิตร × 0.6 พีพีเอ็ม / 48,000 พีพีเอ็ม
= 0.0625 ลิตร = 62.5 ซีซี
หรือ
ปริมาณ 10% $Ca(OCl)_2$ ที่ต้องใช้ = 5,000 ลิตร × 0.6 พีพีเอ็ม / 50,000 พีพีเอ็ม
= 0.06 ลิตร = 60.0 ซีซี

- เวลาผสมคลอรีนกับน้ำแนะนำให้ปล่อยคลอรีนเข้าไปพร้อมน้ำ อาจใช้ปั๊มเคมี (dosing pump) เป็นอุปกรณ์ส่งสารละลายคลอรีน โดยปฏิบัติดังนี้

กรณีตัวอย่าง: หากปริมาณน้ำที่ต้องการฆ่าเชื้อคือ 5,000 ลิตร และต้องการเติมคลอรีนให้ได้ 0.6 พีพีเอ็ม

1. จับเวลาที่ใช้ในการปั๊มน้ำให้ได้เต็ม 5,000 ลิตร → กำหนดเป็นเวลา A ชั่วโมง

2. วัดปริมาตรที่ปั๊มเคมีดูดได้ใน 1 ชั่วโมง→ กำหนดเป็นปริมาตร B ลิตร

ดังนั้น เวลา A ชั่วโมงปั๊มเคมีสามารถดูดได้ A × B ลิตร จึงต้องเตรียมสารละลายคลอรีนในปริมาณเท่ากับ A × B ลิตร (ใช้ 10% NaOCl 62.5 ซีซี หรือ 10% $Ca(OCl)_2$ 60.0 ซีซี ผสมน้ำจนได้ปริมาตร A × B ลิตร)

3. การคำนวณการเติมคลอรีนในน้ำที่ใช้ในการทำความสะอาดกระสอบ

ความเข้มข้นของคลอรีนที่ต้องการให้มีในน้ำ = 100 พีพีเอ็ม

ปริมาตรของน้ำที่ต้องการฆ่าเชื้อ = 350 ลิตร

แทนค่าในสูตรจะได้

ปริมาณ 10% NaOCl ที่ต้องใช้ = 350 ลิตร × 100 พีพีเอ็ม / 48,000 พีพีเอ็ม

= 0.7292 ลิตร = 729.2 ซีซี

หรือ

ปริมาณ 10% $Ca(OCl)_2$ ที่ต้องใช้ = 350 ลิตร × 100 พีพีเอ็ม / 50,000 พีพีเอ็ม

= 0.7 ลิตร = 700 ซีซี

สรุปวิธีการเตรียมน้ำที่ใช้ในการทำความสะอาดกระสอบ

คลอรีนเหลว (10% NaOCl) 730 ซีซี

หรือ

คลอรีนผงชนิด 65% $Ca(OCl)_2$ เตรียมเป็นคลอรีนเหลว (10% $Ca(OCl)_2$) → 700 ซีซี

+

น้ำ 350 ลิตร

⇩

น้ำล้างกระสอบที่มีคลอรีน 100 พีพีเอ็ม สามารถใช้ทำความสะอาดกระสอบได้ประมาณ 2,000 ใบ โดยแช่กระสอบ 200-300 ใบต่อ 1 รอบ

เอกสารอ้างอิง . . .

1. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. WHO, Geneva. 1996
2. พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 78 (พ.ศ. 2527) เรื่อง น้ำแข็ง. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 101 ตอนที่ 23 ลงวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2527.
3. พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 137 (พ.ศ. 2534) เรื่อง น้ำแข็ง (ฉบับที่ 2). ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 108 ตอนที่ 94 ลงวันที่ 28 พฤษภาคม 2534.
4. ดารณี หมู่ขจรพันธ์. กองควบคุมอาหาร. คู่มือการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิตอาหารกระป๋อง. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2540.
5. กองควบคุมอาหาร.แนวทางการป้องกันปัญหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในการผลิตน้ำบริโภคบรรจุขวด. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2543.
6. พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 193 (พ.ศ. 2543) เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 118 ตอนพิเศษ 6 ง. ลงวันที่ 24 มกราคม 2544.
7. พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 254 (พ.ศ. 2545) เรื่อง น้ำแข็ง (ฉบับที่ 3). ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 119 ตอนพิเศษ 54 ง. ลงวันที่ 18 มิถุนายน 2545
8. กองควบคุมอาหาร. ปัญหาและแนวทางแก้ไขในการผลิตน้ำแข็ง. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. 2545.
9. พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 285 (พ.ศ. 2547) เรื่อง น้ำแข็ง (ฉบับที่ 4). ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 122 ตอนพิเศษ 9 ง. ลงวันที่ 31 มกราคม 2548
10. กลุ่มควบคุม สนับสนุนและพัฒนาสถานที่ผลิตอาหาร กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.สรุปผลการดำเนินงานโครงการสำรวจสถานการณ์มาตรฐานการผลิตและคุณภาพความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์น้ำแข็ง. 2549.
11. อารยะ โรจนวณิชชากร. กองควบคุมอาหาร. โครงการพัฒนาความปลอดภัยเพื่อแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนในน้ำแข็งบริโภค กรณีศึกษา จังหวัดขอนแก่น. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2550.
12. คัคนางค์ สิริลักษณมานนท์. การประยุกต์ใช้หลักการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในการผลิตน้ำแข็งซองและน้ำแข็งบด. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยมหิดล. 2551.
13. พรรณกร พิทักษ์สันตโยธิน. การประยุกต์ใช้หลักการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในการผลิตน้ำแข็งหลอด. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยมหิดล. 2551.

ที่ปรึกษา

- ดร.ทิพย์วรรณ ปริญญาศิริ
  ผู้อำนวยการกองควบคุมอาหารสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
- นายยุทธนา นรภูมิพิพัฒน์ นักวิชาการ
  สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

คณะผู้จัดทำ

รองศาสตราจารย์ ดร. วิสิฐ จะวะสิต
นางสาวคัคนางค์ ศิริลักษณมานนท์
นางสาวพรรณกร พิทักษ์สันตโยธิน.

ออกแบบปก

นางกัลยา ศรีจันทร์

ออกแบบรูปเล่ม

นางสาวพัชรพร เจริญพร

ขอขอบคุณ

• นายณัฐวุฒิ ศรีทองเติม
ผู้ช่วยวิจัย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

• นายอารยะ โรจนวณิชชากร นักวิชาการ
สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

• นายไพฑูรย์ พงศ์เนตรวิไล
บริษัท โรงน้ำแข็งไพฑูรย์(1999) จำกัด