ความปลอดภัยในการใช้สารโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium hypochlorite) ในโรงงานผลิตน้ำแข็ง

นางนภาพรรณ นาคสวัสดิ์
นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ
กองส่งเสริมเทคโนโลยีความปลอดภัยโรงงาน

สารโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium hypochlorite) หรือที่เรียกว่า **คลอรีนน้ำ** เป็นสารประกอบประเภทเกลือ ใช้เป็นสารทำความสะอาด สูตรเคมี คือ “NaOCl” ดังแสดงในรูปที่ 1 มวลโมเลกุล 74.442 g/mol **CAS No. :** 7681-52-9
UN No. : 1791 **UN Class : 8** (สารกัดกร่อน)

ลักษณะทั่วไปเป็นของเหลวสีเขียวอมเหลือง มีกลิ่นฉุน ระดับค่าขีดจำกัดของกลิ่น 0.77 ppm, จุดเดือด 110 $^{\circ}$C จุดหลอมเหลว -19.4 $^{\circ}$C ความหนาแน่น1.11 g/cm ความสามารถในการละลายน้ำ 29.3 g/100 ml (0 $^{\circ}$c) ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ประมาณ 10.8-13

Sodium Hypochlorite

รูปที่ 1 : สูตรโครงสร้างสารโซเดียม ไฮโปคลอไรท์

การนำไปใช้ประโยชน์

คลอรีนน้ำมีการนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย มีสมบัติเป็นสารฟอกขาว และสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ เนื่องจากมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้หลายชนิด นิยมใช้ทั้งในภาคอุตสาหกรรม ภาคการเกษตร ภาคการแพทย์ และภาคครัวเรือน เช่น อุตสาหกรรมผลิตอาหาร อุตสาหกรรมผลิตน้ำแข็งและน้ำดื่ม ฟาร์มเห็ด การรีดนมวัว ใช้ทำความสะอาดบาดแผลก่อนและหลังผ่าตัด ใช้ฆ่าเชื้อและทำความสะอาดรากฟัน ใช้ในสระว่ายน้ำเพื่อฆ่าเชื้อโรค รวมทั้งในครัวเรือนเพื่อซักล้างทำความสะอาดเสื้อผ้าและสุขภัณฑ์ เป็นต้น

สำหรับการใช้คลอรีนน้ำในโรงงานผลิตน้ำแข็งจะใช้ฆ่าเชื้อโรคในกระบวนการผลิต ตั้งแต่การปรับปรุงคุณภาพน้ำ จนถึงการบรรจุและการขนส่งน้ำแข็ง เพื่อไม่ให้มีเชื้ออี.โคไล และเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข การใช้คลอรีนน้ำในการฆ่าเชื้อโรคจะใช้ความเข้มข้นและปริมาณที่แตกต่างกัน ขึ้นกับลักษณะการใช้งานของแต่ละกิจกรรม และต้องล้างทำความสะอาดไม่ให้มีคลอรีนน้ำตกค้างปนเปื้อนติดไปกับน้ำแข็ง โดยทั่วไปแล้วมีการใช้คลอรีนน้ำในกิจกรรมต่างๆ มีดังนี้

1. การปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำแข็ง เริ่มจากการสูบน้ำดิบเข้าถังพักน้ำ โดยผ่านกระบวนการแยกสารแขวนลอยและสารละลายออกโดยการฉีดน้ำผ่านอากาศ จากนั้นเติมคลอรีนน้ำเพื่อฆ่าเชื้อโรค โดยควบคุมปริมาณคลอรีนคงเหลือประมาณ 0.5 ppm หลังจากที่มีการเติมคลอรีนน้ำแล้ว 20 นาที (โดยทั่วไป น้ำประปาจะมีคลอรีนอิสระคงเหลือไม่น้อยกว่า 0.2 mg/l ในเส้นท่อจ่ายน้ำ ตามเกณฑ์แนะนำองค์การอนามัยโลก กรณีทำน้ำประปาจะมีการเติมคลอรีนน้ำในปริมาณที่เมื่อฆ่าเชื้อเสร็จแล้วจะเหลือ

ความเข้มข้นของคลอรีนในน้ำประมาณ 1 ppm ณ ที่โรงงานผลิตน้ำประปา และเมื่อส่งมาตามท่อประปา ไปจนถึงผู้ใช้จะเหลือคลอรีนอยู่ไม่ต่ำกว่า 0.3 ppm)

2. การล้างทำความสะอาดภาชนะอุปกรณ์ก่อนทำการผลิตน้ำแข็ง จะใช้คลอรีนน้ำที่มีความเข้มข้นประมาณ 25 - 50 ppm ล้างฉีดพ่นเป็นเวลา 5 - 10 นาที หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาด

3. การล้างทำความสะอาดรองเท้าก่อนเข้าสู่บริเวณการผลิต ก่อนที่ผู้ปฏิบัติงานจะเข้าสู่บริเวณการผลิต จะต้องเดินผ่านบ่อล้างรองเท้า ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้คลอรีนน้ำที่มีความเข้มข้นประมาณ 100 - 200 ppm และจะต้องมีการมีเปลี่ยนถ่ายน้ำผสมคลอรีนใหม่ทุกวัน เพื่อให้คลอรีนมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรค

4. การล้างถุงบรรจุน้ำแข็ง โดยทั่วไปจะใช้คลอรีนน้ำที่มีความเข้มข้นประมาณ 30 ppm แช่ประมาณ 20 นาที แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง โดยให้น้ำไหลผ่านตลอด กรณีที่ถุงสกปรกมากจะใช้ความเข้มข้นประมาณ 100 ppm แช่ไว้ 1 คืน

5. การล้างทำความสะอาดบริเวณพื้นรถขนส่งน้ำแข็ง พาเลท หรือห้องเก็บน้ำแข็ง พื้นผิวที่สัมผัสโดยตรง จะใช้คลอรีนความเข้มข้นประมาณ 100 ppm ล้างฉีดพ่น หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาด

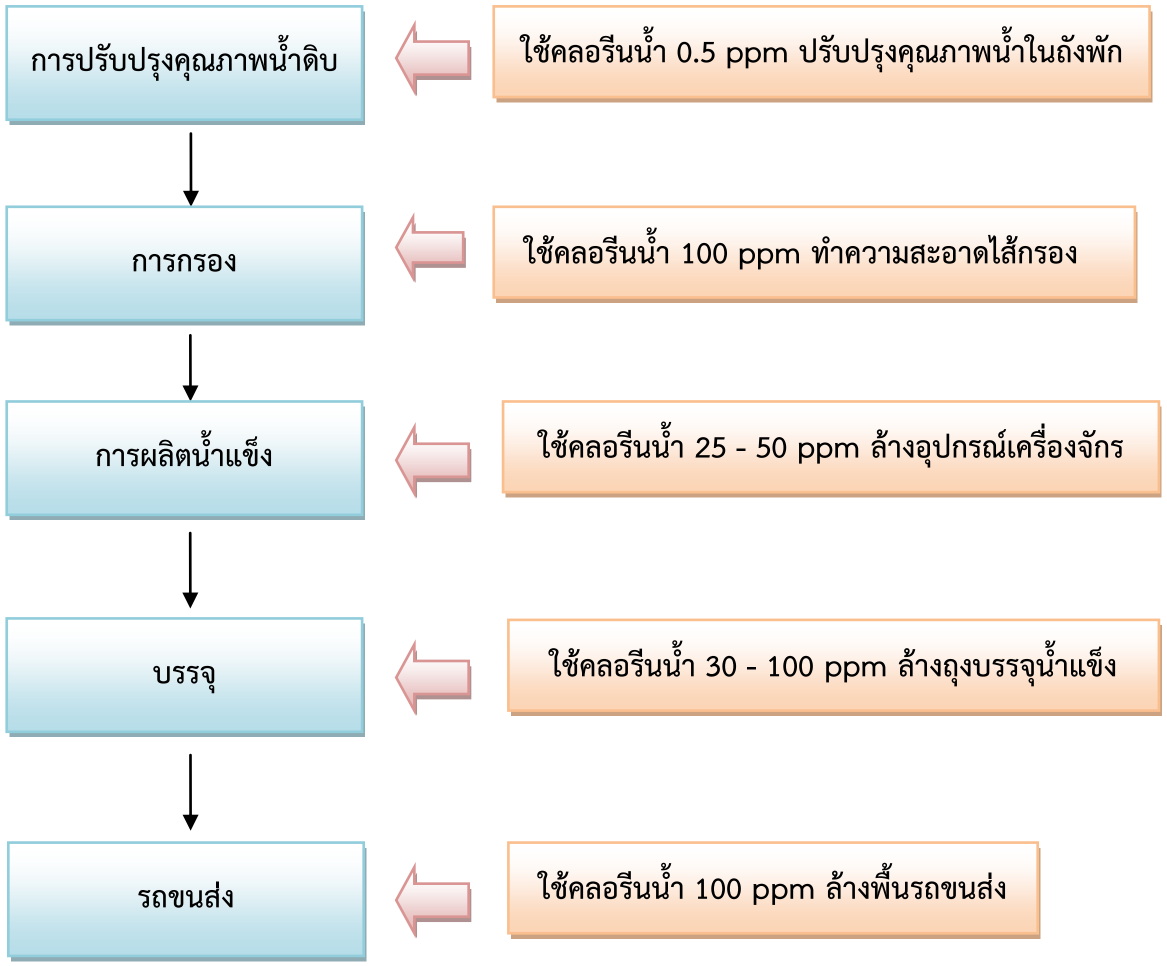
รูปที่ 2 : เครื่องผลิตน้ำแข็งหลอด

รูปที่ 3 : บริเวณถังพักน้ำและถังเติมคลอรีน

รูปที่ 4 : บ่อล้างรองเท้าผสมคลอรีนก่อนเข้าสู่บริเวณ

รูปที่ 5 : บริเวณล้างถุงบรรจุน้ำแข็ง

รายละเอียดแผนผังการใช้คลอรีนในการฆ่าเชื้อโรค และตัวอย่างรูปในกระบวนการผลิตน้ำแข็ง ดังแสดงในรูปที่ 2 ถึงรูปที่ 6 สำหรับปริมาณคลอรีนตกค้างในน้ำที่ใช้ในกิจกรรมต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 และวิธีการคำนวณเพื่อเตรียมคลอรีนน้ำที่ใช้ในโรงงานผลิตน้ำแข็ง ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 6 แผนผังการใช้คลอรีนในการฆ่าเชื้อโรคในกระบวนการผลิต

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบปริมาณคลอรีนตกค้างในน้ำที่ใช้กิจกรรมต่าง ๆ

วัตถุประสงค์	ปริมาณคลอรีนตกค้าง (ppm)				
	มอก 928-2533	กองควบคุมอาหาร ดารณี, 2533	USDA (GMP)	William 1998	Zdzislaw 1990
1. น้ำที่ใช้สัมผัสอาหารโดยตรง	1 - 2	0.2 - 0.5	-	0.2 – 0.5	
2. น้ำที่ใช้ทั่วไป	10 – 20	-	-	0 – 0.5	2 – 10
3. น้ำล้างวัตถุดิบ	-	5 – 10	-		
4. น้ำหล่อเย็น	-	2 - 5	-	0.5 – 10	
5. น้ำล้างอุปกรณ์เครื่องจักร	-	25 – 50	50	-	300 – 500
6. น้ำล้างพื้นผนัง	-	100 – 200	-	100 – 250	1,000 – 5,000
7. น้ำล้างมือ	-	50 – 100	50	-	50 – 100
8. น้ำล้างรองเท้า	100 - 200	-	-	-	-

- หมายถึง ไม่มีอ้างอิง

การคำนวณเพื่อเตรียมคลอรีนน้ำใช้ในโรงงานผลิตน้ำแข็ง

ตัวอย่าง การเตรียมคลอรีนที่มีความเข้มข้น 100 ppm

คลอรีนน้ำ 10% มี คลอรีน = 100,000 ppm*

[*ppm = part per million หรือ ส่วนในล้านส่วน เช่น

คลอรีนในน้ำเข้มข้น 1 ppm หมายถึง น้ำ 1,000,000 มิลลิลิตร มี คลอรีน 1 มิลลิลิตร]

ตัวอย่างการคำนวณ เมื่อต้องการเจือจางให้ได้คลอรีนน้ำความเข้มข้น 100 ppm จำนวน 1,000 ml

สูตรคำนวณ M1 x V1 = M2 x V2

M1 = ความเข้มข้นคลอรีนในคลอรีนน้ำ 10%

V1 = ปริมาตรของคลอรีนน้ำ 10%

M2 = ความเข้มข้นของคลอรีนที่ต้องการเตรียม

V2 = ปริมาตรของคลอรีนที่ต้องการเตรียม

100,000 ppm x V1 ml = 100 ppm x 1,000 ml

V1 = (100 x 1,000) / 100,000 = 1 **ml**

สรุป นำคลอรีนน้ำ 10 % จำนวน 1 ml ผสมน้ำจนได้ปริมาตร 1000 ml. จะได้คลอรีนน้ำที่มีความเข้มข้น 100 ppm คือ ใช้คลอรีนน้ำ 10% 1 ml + น้ำ 999 ml

รูปที่ 7 วิธีการคำนวณเพื่อเตรียมคลอรีนน้ำที่ใช้ในโรงงานผลิตน้ำแข็ง

ความปลอดภัยในการใช้คลอรีนน้ำในโรงงานผลิตน้ำแข็ง

<u>การจัดเก็บ</u>

- ภาชนะบรรจุต้องติดฉลากตามระบบ GHS ดังรูปที่ 8

รูปที่ 8 : ฉลากติดบนถังสารโซเดียมไฮโปคลอไรท์

- บริเวณสถานที่จัดเก็บจะต้องที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก มีสถานที่เก็บเป็นสัดส่วน มีป้ายชื่อและข้อมูลความปลอดภัยสารเคมีติดอยู่ในบริเวณใกล้เคียงบริเวณที่จัดเก็บควรติดป้าย NFPA ดังแสดงในรูปที่ 9

รูปที่ 9 : ฉลากติดหน้าห้องจัดเก็บสารโซเดียมไฮโปคลอไรท์

- เก็บในภาชนะที่ปิดสนิทมิดชิด และห่างจากสารที่ลุกไหม้ได้
- เก็บไว้ในที่แห้งและเย็น ไม่โดนแสงแดด
- ห้ามกลิ้งหรือโยนภาชนะบรรจุโดยเด็ดขาด

<u>ก่อนการใช้งาน</u>

- ต้องทำความเข้าใจฉลากข้างภาชนะบรรจุ รวมทั้งศึกษาข้อมูลความปลอดภัยสารเคมีและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด
- ต้องสวมอุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัย เช่น ชุดป้องกันสารเคมี แว่นตานิรภัย ถุงมือป้องกันสารเคมี และรองเท้านิรภัย เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 10

รูปที่ 10 : พนักงานสวมอุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัย

<u>การใช้งาน</u>

- ต้องหลีกเหลี่ยงการสัมผัสและสูดดมสารโดยตรง
- ระวังอย่าให้คลอรีนสัมผัสกับกรดหรือด่าง วัตถุไวไฟ และเคมีภัณฑ์อื่นๆ เพราะอาจทำให้เกิดปฏิกิริยาอย่างรุนแรง
- ห้ามทำการละลายคลอรีน โดยการเทน้ำใส่เพราะอาจเกิดการระเบิดได้
- กรณีถูกไฟไหม้ คลอรีนจะปล่อยก๊าซออกซิเจน ดังนั้น ต้องใช้เครื่องดับเพลิงที่ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือผงเคมีในการดับเท่านั้น

<u>หลังการใช้งาน</u>

- ห้ามปล่อยสารเคมีลงในแหล่งน้ำหรือปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมโดยตรง

<u>การปฐมพยาบาลหากได้รับอันตราย</u>

- กรณีสารเข้าตา หรือสัมผัสผิวหนัง ให้ล้างด้วยน้ำสะอาดปริมาณมากๆ อย่างน้อย 15 นาที กำจัดเสื้อผ้าที่เปื้อนสาร แล้วนำผู้ป่วยส่งแพทย์ทันที
- กรณีสูดดมสาร ให้รีบนำตัวสู่บริเวณที่มีอากาศบริสุทธิ์ แล้วนำผู้ป่วยส่งแพทย์ทันที
- กรณีกลืนกินสาร ถ้าผู้ป่วยยังมีสติ ให้ดื่มน้ำมากๆแล้วตามด้วยน้ำมันพืช หากมีการอาเจียนให้ดื่มน้ำมากๆ แล้วนำส่งแพทย์ทันที กรณี ผู้ป่วยหมดสติ อย่าให้รับประทานสิ่งใดและห้ามทำให้อาเจียนโดยเด็ดขาด แล้วนำผู้ป่วยส่งแพทย์ทันที

ดังนั้น เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้คลอรีนน้ำ ในโรงงานผลิตน้ำแข็ง ผู้ประกอบการจะต้องขอข้อมูลความปลอดภัยสารเคมี (SDS) จากผู้ขายสารเคมี การเลือกซื้อและเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีฉลากชัดเจนทั้งแสดงปริมาณความเข้มข้นของสาร วิธีการใช้งาน ผู้ปฏิบัติงานจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจวิธีการใช้งานรวมทั้งข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี เพื่อให้สามารถใช้ได้อย่างถูกวิธี ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ และไม่เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ตลอดจนผู้บริโภค และปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับข้อมูลความปลอดภัยสารเคมีของคลอรีนน้ำ สามารถสืบค้นได้ที่ http://ghs.diw.go.th/knowledge.html

เอกสารอ้างอิง

1. การประปานครหลวง. รอบรู้เรื่องประปา. [อินเตอร์เนต]. 2555 [เข้าถึงเมื่อ 8 ก.ย. 2561]. เข้าถึงได้จาก: https://www.mwa.co.th/index_answer.php?wcad=4&wtid=5112&t
2. ขวัญนภัส สรโชติ และคณะ. คลอรีน 10 % สำหรับการล้างพื้น. [อินเตอร์เนต]. ฐานความรู้เรื่องความปลอดภัยสารเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2554 [เข้าถึงเมื่อ 10 ก.ย. 2561]. เข้าถึงได้จาก: www.chemtrack.org/Board-Detail.asp?TID=0&ID=4127
3. ขวัญนภัส สรโชติ. การทำน้ำใช้สะอาดช่วงน้ำท่วม. [อินเตอร์เนต]. ฐานความรู้เรื่องความปลอดภัยสารเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2554 [เข้าถึงเมื่อ 10 ก.ย. 2561]. เข้าถึงได้จาก: http://www.chemtrack.org/News-Detail.asp?TID=4&ID=37
4. บริษัท แพลนเน็ท อควาติก เคมิคอล จำกัด. คลอรีนและการประยุกต์ใช้. [อินเตอร์เนต]. [เข้าถึงเมื่อ 10 ก.ย. 2561]. เข้าถึงได้จาก: http://paccothai.com/th/document/product_use/about_chlorine.html.
5. บริษัท แพลนเน็ท อควาติก เคมิคอล จำกัด. อัตราการใช้คลอรีนที่เหมาะสม. [อินเตอร์เนต]. [เข้าถึงเมื่อ 12 ก.ย. 2561] เข้าถึงได้จาก : http://paccothai.com/th/document/product_use/table_usage_chlorine.htm.
6. บริษัท เวิลด์ เคมี คอล ฟาร์อีสท์ จำกัด. วิธีการใช้คลอรีนทุกชนิดได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย. [อินเตอร์เนต]. [เข้าถึงเมื่อ 8 ก.ย. 2561]. เข้าถึงได้จาก: http://worldchemical.co.th/th/page-61-วิธีการใช้คลอรีนทุกชนิดได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย .html
7. บริษัท อาซาฮีเคมีภัณฑ์ จำกัด. เอกสารสารข้อมูลความปลอดภัยสารเคมี Sodium_hypochlorite. 21 พ.ย. 2559.
8. บริษัท เอเชียบางนา จำกัด. การใช้คลอรีนน้ำในโรงงานผลิตน้ำแข็ง. 4 ก.ย. 2561.
9. เภสัชกร อภัย ราฎรวิจิตร. โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium Hypochlorite). [อินเตอร์เนต]. [เข้าถึงเมื่อ 8 ก.ย. 2561]. เข้าถึงได้จาก: http://haamor.com/th/โซเดียมไฮโปคลอไรท์//#article101.
10. สถาบันพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. โรงงานผลิตน้ำแข็ง [อินเตอร์เนต]. [เข้าถึงเมื่อ 12 ก.ย. 2561] เข้าถึงได้จาก: https://www.google.co.th/search
11. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. ปัญหาและแนวทางการแก้ไขการผลิตน้ำแข็ง. มี.ค. 2554. โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
12. สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร. คู่มือแนวทาง การป้องกันการปนเปื้อนในกระบวนการผลิตน้ำแข็งและน้ำแข็งหลอด. 2560.
13. U.S. National Library medicine. Sodium Hypochlorite. [Internet]. [cited 2018 sep 12]. Available from: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/sodium_hypochlorite#section=Top
14. Wikipedia. Sodium hypochlorite. [Internet]. [cited 2018 sep 8]. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_hypochlorite#DisinfectionWikipedia