

## คลอรีน (Chlorine)

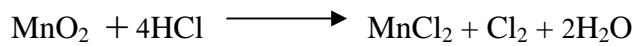
คลอรีน (Cl<sub>2</sub>) เป็นธาตุที่อยู่ในกลุ่มฮาโลเจน (กลุ่มO) ในตารางธาตุ มีลักษณะเป็นก๊าซ สีเหลืองแกมเขียว มีกลิ่นฉุน ไม่พบในธรรมชาติ

### ประวัติ

ค.ศ. 77 Pliny ชาวโรมันได้ทำการทดลองทางเคมีเพื่อแยกทองคำบริสุทธิ์ พบว่าเกิดสารไฮโดรเจนคลอไรด์ (กรดเกลือซึ่งมีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ: HCl)

ค.ศ. 720-810 Geber นักเคมีชาวอาหรับพบว่าเมื่อให้ความร้อนแก่กรดกำมะถัน (HNO<sub>3</sub> 1 ส่วน ผสมกับ HCl 3 ส่วน) จะได้ก๊าซชนิดหนึ่งมีกลิ่นฉุนแต่ไม่ทราบว่าเป็นก๊าซคลอรีน

ค.ศ. 1774 Karl W. Scheele นักเคมีชาวสวีเดน ได้รับเกียรติว่าเป็นคนแรกที่ค้นพบก๊าซคลอรีน โดยการเผาส่วนผสมของแมงกานีสไดออกไซด์ (MnO<sub>2</sub>) และกรด HCl ตามสมการ



ค.ศ. 1814 Sir Humphry Davy ประกาศว่าก๊าซของ Scheele เป็นธาตุบริสุทธิ์ และให้ชื่อว่า chlorine ซึ่งมาจากภาษากรีกว่า chloros ซึ่งมีความหมายว่า เหลืองแกมเขียว

ค.ศ. 1830 Michael Faraday ผลิตและแยกคลอรีนได้จากกระบวนการไฟฟ้าเคมี Electrolytic Cell

ค.ศ. 1900 การผลิตก๊าซคลอรีนในช่วงนี้ ใช้เซลล์ไฟฟ้าระบบปรอท (Mercury Electrolytic Cell) และ ระบบไดอะแฟรม (Diaphragm Electrolytic Cell)

ค.ศ. 1923 มีการนำก๊าซคลอรีนมาใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียเป็นครั้งแรกที่มลรัฐเพนซิลวาเนีย

ค.ศ. 1930 อุตสาหกรรมเคมีเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ได้มีการนำคลอรีนมาใช้งานอย่างกว้างขวางนอกเหนือจากคุณประโยชน์ในด้านการฟอกสีและฆ่าเชื้อโรคในน้ำ

ปัจจุบันคลอรีน ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากมาย เช่น ใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตพลาสติก PVC (Polyvinyl Chloride) ใช้ผลิตน้ำยาทำความสะอาดเสื้อผ้า เป็นส่วนประกอบของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจำพวก ออร์กาโนคลอรีน

## ข้อมูลทั่วไปของคลอรีน

คลอรีนในสถานะอุณหภูมิและความดันปกติ จะอยู่ในรูปก๊าซสีเขียวทองอ่อน ในสถานะภายใต้ความดันจะเปลี่ยนเป็นของเหลวสีอำพัน ในสภาพแห้งคลอรีนจะไม่กัดกร่อนโลหะ แต่ถ้ามีความชื้นอยู่ด้วยการกัดกร่อนจะรุนแรง ไม่ระเบิดและติดไฟ แต่ช่วยให้ไฟติดเหมือนก๊าซออกซิเจน

คลอรีนที่อยู่ในภาชนะบรรจุเป็นคลอรีนแห้ง และมีสภาพเป็นของเหลวอยู่ภายใต้ความดันสูง โดยความดันจะสูงขึ้นตามอุณหภูมิ เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นส่วนที่เป็นของเหลวบริเวณส่วนล่างของภาชนะบรรจุจะเปลี่ยนสภาพเป็นก๊าซ ตัวอย่างเช่นที่อุณหภูมิ 35 °C ความดันของก๊าซคลอรีนในภาชนะบรรจุจะเท่ากับ 10 เท่าของความดันบรรยากาศ ถ้าอุณหภูมิสูงถึง 65 °C ความดันก๊าซภายในจะเท่ากับ 20 เท่าของความดันบรรยากาศ ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อภาชนะบรรจุ ดังนั้นควรเก็บภาชนะบรรจุคลอรีนในที่ร่มและมีอากาศถ่ายเทสะดวก

## สมบัติทางฟิสิกส์

- สภาพก๊าซ สีเขียวทองอ่อน สภาพของเหลว สีเหลืองอำพัน
- กลิ่นฉุนแสบจมูก
- จุดหลอมเหลว - 101 °C
- จุดเดือด -34.6 °C
- เปลี่ยนสภาพจากของเหลวเป็นก๊าซปริมาตรเพิ่มขึ้น 460 เท่า
- หนักกว่าอากาศ 2.5 เท่า
- ละลายน้ำได้เล็กน้อย

## ประโยชน์และโทษของคลอรีน

**ประโยชน์** คลอรีนใช้เป็นสารฆ่าเชื้อโรคในน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และราคาไม่แพง ใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตพลาสติก ผลิตภัณฑ์ฆ่าแมลง ใช้ฟอกสีเยื่อกระดาษ ตลอดจนเส้นใยผ้า

**โทษ** คลอรีนเมื่อมีความชื้นจะกัดกร่อนโลหะเกือบทุกชนิด เป็นอันตรายแก่อวัยวะของร่างกาย เช่น ตา จมูก ผิวหนัง เมื่อถูกคลอรีนจะอักเสบและบวมพอง ถ้าสูดดมเข้าไปจะเกิดอาการไอแฉะ หายใจไม่สะดวก เจ็บคอ แสบหน้าอก และอาจทำให้เสียชีวิตถ้าสูดดมในปริมาณมากเกินไป

ตารางที่ 1 แสดงระดับความรุนแรงของคลอรีนก๊าซในปริมาณต่างๆ

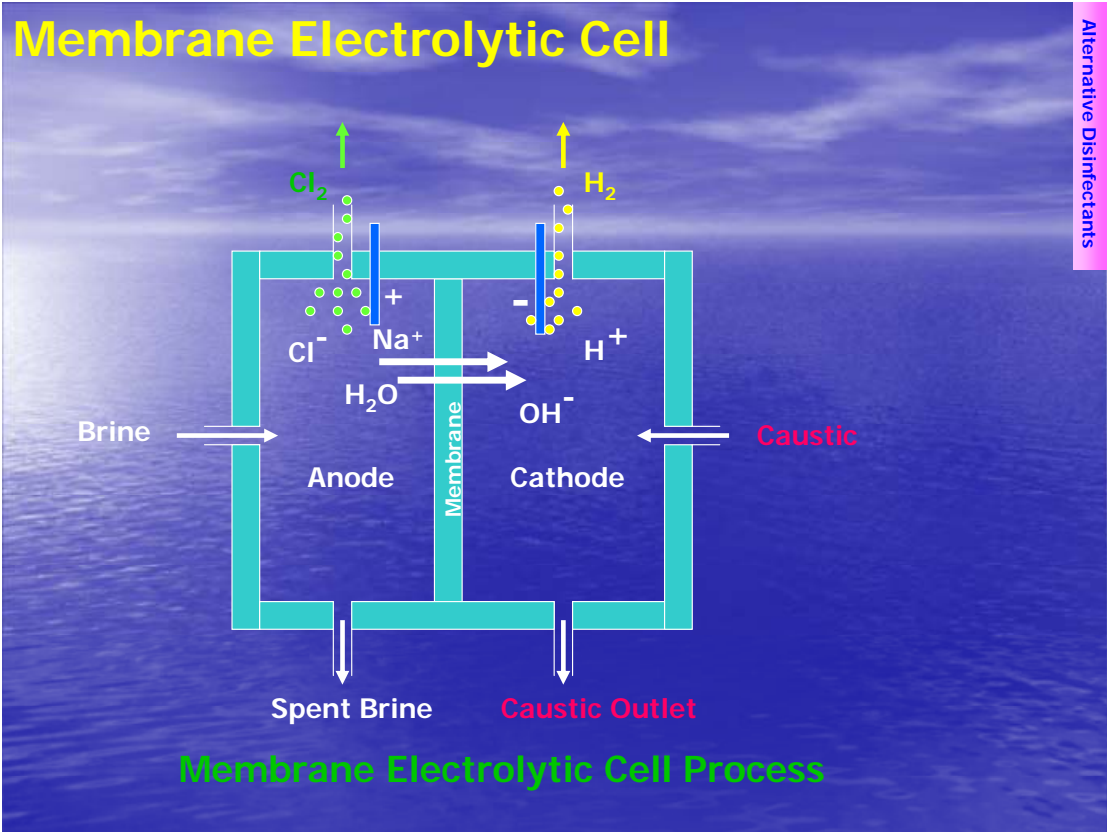
ระดับความรุนแรง	ลักษณะอาการ	ความเข้มข้น ( ppm )
ปริมาณความเข้มข้นที่ทำให้รับรู้ได้ว่ามีคลอรีนอยู่	-	0.1 – 0.3
ความเข้มข้นที่อาจมีได้ในระยะเวลายาวนาน	-	1
เกิดพิษน้อย	น้ำตาไหล ไอ และมีน้ำมูกไหล	2-5
เกิดพิษค่อนข้างมาก	หายใจไม่สะดวก ลืมตาไม่ค่อยขึ้น เจ็บหน้าอก และเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตในเวลา 30 นาที- 1 ชม.	5-30
เป็นพิษมาก	หายใจไม่ออก หดสติ เสียชีวิตภายใน 30 นาที - 1 ชม.	30-60
เสียชีวิต	-	1000

#### กระบวนการผลิตก๊าซคลอรีน

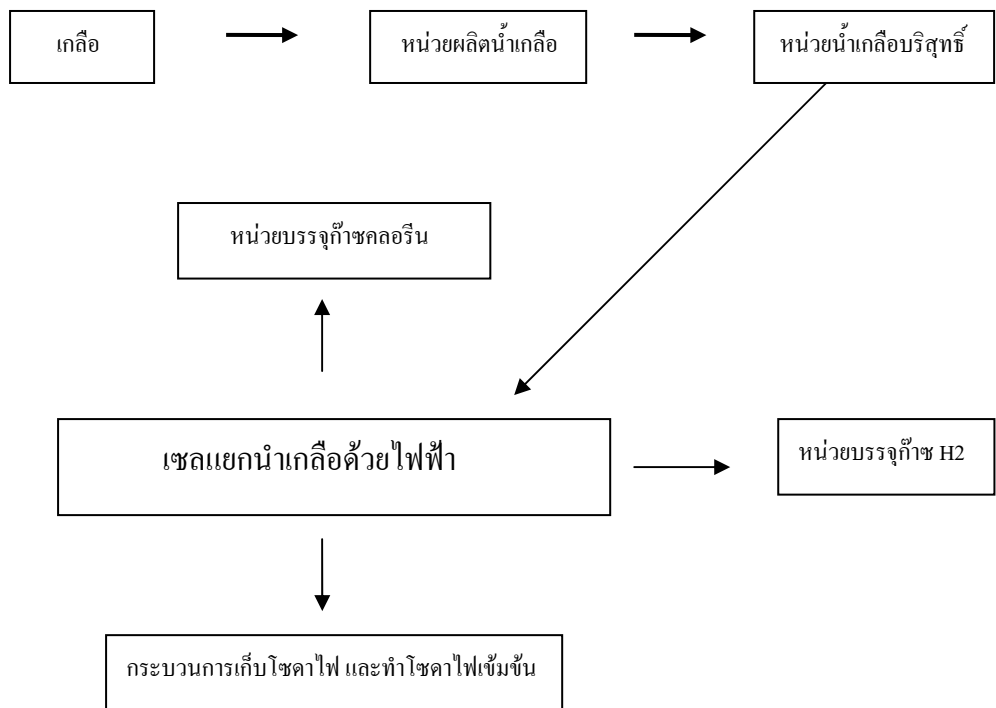
หลักการผลิตก๊าซคลอรีนก็คือใช้กระบวนการทางไฟฟ้าเคมีแยกน้ำเกลือซึ่งทำยู่สุดแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์หลัก คือ โซดาไฟ (Caustic Soda) ก๊าซคลอรีน ( $Cl_2$ ) และมีก๊าซไฮโดรเจนเป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้ (by product)

วิธีหลักในการผลิตก๊าซคลอรีน โดยใช้หลักการไฟฟ้าเคมีในเชิงอุตสาหกรรมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมี 3 ได้แก่

1. วิธีเซลล์ปรอท (Mercury Electrolytic Cell) วิธีนี้จะได้โซดาไฟ ประมาณ 50 เปอร์เซนต์
2. วิธีเซลล์ไดอะแฟรม (Diaphragm Electrolytic Cell) วิธีนี้จะได้โซดาไฟ ค่อนข้างน้อย ประมาณ 10 - 12 เปอร์เซนต์
3. วิธีเซลล์เมมเบรน (Membrane Electrolytic Cell) วิธีนี้ในปัจจุบันนิยมใช้กันมากเนื่องจากไม่มีการใช้สารปรอท ซึ่งเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม และเปอร์เซนต์โซดาไฟใกล้เคียงกับวิธีที่ใช้เซลล์ปรอท คือ ประมาณ 30 -40 เปอร์เซนต์ (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 แสดงหลักการผลิตก๊าซคลอรีนโดยวิธี เซลล์เมมเบรน



รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนการผลิตก๊าซคลอรีน

## ภาชนะบรรจุคลอรีน

ภาชนะบรรจุก๊าซคลอรีนมีหลายขนาด แต่สำหรับประเทศไทยที่ใช้กันมากจะมีอยู่ 3 ขนาด ได้แก่ ขนาดบรรจุ 100 กก. 1,000 กก. และ 20 - 25 ตัน

ภาชนะบรรจุขนาด 100 กก. ลักษณะเป็นถังเหล็กขนาดความสูง 1,054 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 368.3 มิลลิเมตร ความหนาของถัง 3.96 มิลลิเมตร ปริมาตร 84 ลิตร ส่วนหัวของถังประกอบด้วยวาล์วชนิดมีปลั๊กหลอมละลาย(Fusible Plug)ในตัว และฝาครอบวาล์ว เพื่อป้องกันวาล์วเสียหายจากการกระแทก ขณะทำการขนส่ง ปลั๊กหลอมละลาย จะทำงานที่อุณหภูมิ  $74^{\circ}\text{C}$  โดยประมาณ มีหน้าที่ป้องกันถังระเบิด เมื่อได้รับความร้อนสูง ห้ามแตะต้องปลั๊กตัวนี้โดย ไม่จำเป็น คลอรีนก๊าซขนาด 100 กก. ใช้กันในโรงงานผลิตน้ำขนาดเล็ก และใช้กับประปาบาดาล (รูปที่ 3)

ภาชนะขนาดบรรจุ 1,000 กก. เป็นถังเหล็กทรงกระบอกขนาดความยาว 2,200 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 770 มิลลิเมตร มีปริมาตร 840 ลิตร ที่หัวถังมีวาล์วชนิดไม่มีปลั๊ก หลอมละลาย 2 ตัว และมีปลั๊กหลอมละลายแยกต่างหาก 3 ตัว ตั้งอยู่ในมุม  $120^{\circ}$  ซึ่งกันและกัน พร้อมฝาครอบ ส่วนท้ายของถังเป็นส่วนโค้งเช่นเดียวกัน มีปลั๊กหลอมละลาย 3 ตัวพร้อมฝาครอบ เช่นเดียวกันแต่ไม่มีวาล์ว (รูปที่ 4) การจ่ายคลอรีนในถังขนาดบรรจุ 1,000 กก. สามารถจ่ายได้ 2 แบบคือในรูปก๊าซ (จ่ายที่วาล์วบน) และในรูปคลอรีนเหลว (จ่ายวาล์วล่าง) การจ่ายในรูป คลอรีนเหลวนี้จะใช้กับโรงงานผลิตน้ำขนาดกำลังผลิตมากๆ เช่น โรงงานผลิตน้ำบางเขนของการ ประปานครหลวงซึ่งต้องอาศัยอุปกรณ์ในการระเหยคลอรีนเหลวให้อยู่ในรูปของก๊าซ(Evaporator) (รูปที่ 5)

ภาชนะขนาดบรรจุ 20 ตัน (Tank Truck) เป็นถังเหล็กทรงกระบอกขนาดใหญ่ หัวท้ายกลมมนความยาวของถัง 7,030 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 1,800 มิลลิเมตร ปริมาตร 17.15 ลบ.ม.ความหนาของถัง 16 มิลลิเมตร ไม่นิยมใช้ในงานประปา ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ และพวกสิ่งทอ



รูปที่ 3 ภาพขณะบรรจุก๊าซคลอรีนขนาด 100 กก.



รูปที่ 4 ภาพขณะบรรจุคลอรีนขนาด 1 ตัน



รูปที่ 5 อุปกรณ์ที่ใช้ระเหยคลอรีนเหลว

### ประเภทของคลอรีน

คลอรีนที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำประปานอกจากอยู่ในรูปก๊าซแล้วยังมีจำหน่ายในรูปของ คลอรีนน้ำ และคลอรีนผง

คลอรีนน้ำ ( $\text{NaClO}$ ) หรือโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความหมายต่างจากคลอรีนก๊าซที่อยู่ในรูปของเหลว มีลักษณะเป็นสารละลายสีเขียวตอมมีปริมาณคลอรีนที่ใช้งานได้ในช่วง 7-15 เปอร์เซ็นต์ ชื่อทางการค้าอาจมีหลายชื่อเช่น Liquid Bleach Pure Chlor และ Top Chlor เป็นต้น น้ำยาล้างผ้าขาวในท้องตลาดบางยี่ห้อก็มีคลอรีนน้ำเป็นส่วนประกอบ คลอรีนประเภทนี้ใช้งานง่าย แต่ราคาค่อนข้างแพงเมื่อเทียบกับคลอรีนก๊าซ ส่วนใหญ่นิยมใช้มาเชื้อโรคน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต (Process Water) ของโรงงานอุตสาหกรรม ไม่นิยมใช้ในงานประปาเนื่องจากราคาค่อนข้างแพง

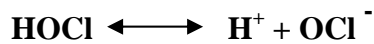
คลอรีนผง [ $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ] มีลักษณะเป็น ผง เม็ด หรือ เกล็ด สีขาว ปริมาณคลอรีนที่ใช้งานได้อยู่ในช่วง 65-71 เปอร์เซ็นต์ ใช้งานไม่สะดวกเหมือนคลอรีนน้ำ เวลาใช้งานต้องนำมาละลายน้ำ แล้วนำส่วนที่เป็นของเหลวไปใช้งาน เหมาะสำหรับงานประปาขนาดเล็กที่อยู่ในพื้นที่ทุรกันดาร เนื่องจากขนส่งง่ายมีความปลอดภัยสูง

## ปฏิกิริยาของคลอรีนในน้ำ

คลอรีนก๊าซ ( $\text{Cl}_2$ ) ก๊าซคลอรีนเมื่ออยู่ในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ให้กรดไฮโปคลอรัส และ กรดไฮโดรคลอริก ดังสมการ

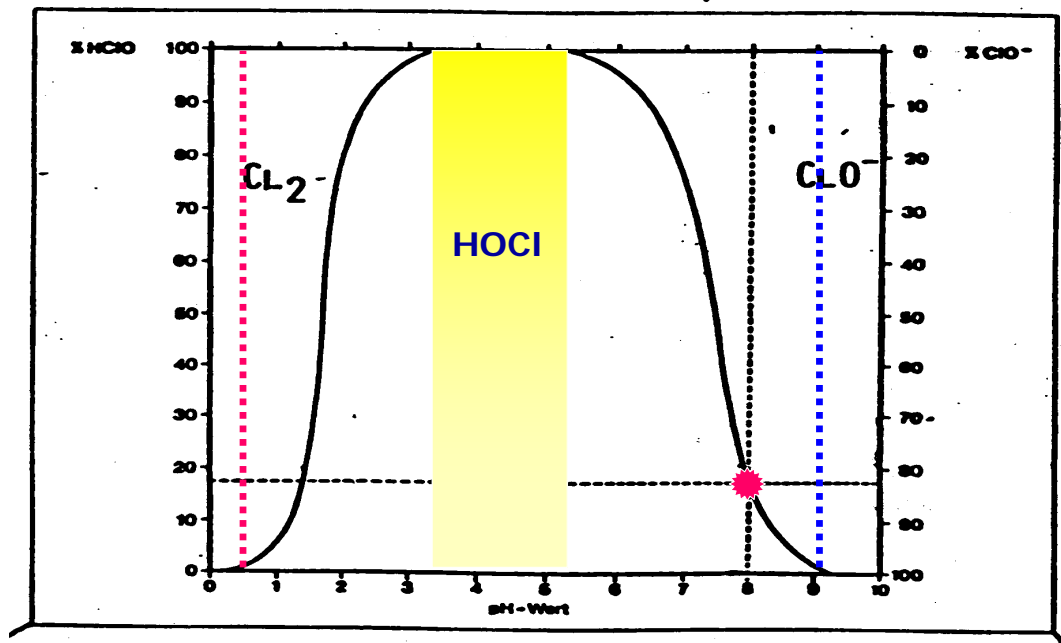


กรด HOCl แตกตัวในน้ำจะให้ hydrogen ion และ hypochlorite ion ดังสมการ



$\text{Cl}_2$  , HOCl และ  $\text{OCl}^-$  เรียกว่าคลอรีนอิสระคงเหลือ (Free residual Chlorine) ปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือชนิดใดจะมากหรือน้อยกว่ากันอยู่ที่ สภาพ pH ของน้ำ

ที่ pH ของน้ำต่ำกว่า 1 คลอรีนอิสระคงเหลือ จะอยู่ในรูปของคลอรีนก๊าซ ( $\text{Cl}_2$ ) ทั้งหมด และจะระเหยสู่บรรยากาศ ที่ pH 1- 3.5 คลอรีนอิสระจะอยู่ในรูปของก๊าซ และ HOCl ที่ pH ในช่วง 3.5 – 5.5 คลอรีนอิสระจะอยู่ในรูป HOCl ทั้งหมด ที่ pH ในช่วง 5.5- 9 จะอยู่ในรูปของ HOCl และ  $\text{OCl}^-$  และที่ pH ตั้งแต่ 9 ขึ้นไป จะอยู่ในรูป  $\text{OCl}^-$  (รูปที่ 6)

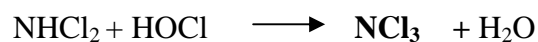
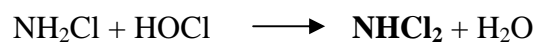
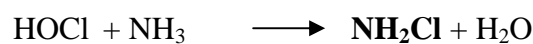


รูปที่ 6 แสดงผลของ pH และการเปลี่ยนแปลงชนิดของคลอรีนอิสระคงเหลือ



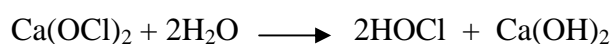
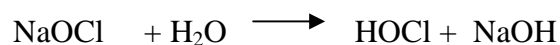
คลอรีนอิสระในรูป HOCl มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคมากกว่าคลอรีนในรูป OCl<sup>-</sup> ถึง 100 เท่า ดังนั้นเพื่อให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคสูง ควรจะมีคลอรีนในรูปของ HOCl เหลืออยู่ในน้ำ ตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก สำหรับการฆ่าเชื้อโรคในน้ำทั้งแบบที่เรี่ยและไวรัสโดยทั่วไป ปริมาณคลอรีนอิสระที่เหลืออยู่ในน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที ต้องไม่ต่ำกว่า 0.5 มก./ล. โดยที่ pH ของน้ำต้องไม่สูงกว่า 8 และความขุ่นต้องไม่เกิน 1 NTU

ในน้ำประปาซึ่งผลิตจากน้ำผิวดิน ส่วนมากจะมีแอมโมเนียเหลืออยู่ในน้ำเมื่อทำปฏิกิริยากับคลอรีน (HOCl) จะได้คลอรีนอิสระคงเหลืออีกชนิดหนึ่งเรียกว่า คลอรามิน หรือ combined residual chlorine ได้แก่ โมโนคลอรามิน (NH<sub>2</sub>Cl) ไดคลอรามิน (NHCl<sub>2</sub>) และ ไตรคลอรามิน (NCl<sub>3</sub>) ดังสมการ



combined residual chlorine มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคต่ำ แต่คงทนอยู่ในน้ำได้ยาวนานกว่าคลอรีนอิสระ ทั้ง Free Residual Chlorine และ Combined Residual Chlorine รวมกันเรียกว่าคลอรีนคงเหลือทั้งหมด (Total Residual Chlorine)

สำหรับคลอรีนน้ำและคลอรีนผงปฏิกิริยาในน้ำเป็นไปตามสมการข้างล่าง



การใช้คลอรีนน้ำและผง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้คลอรีนก๊าซ จะเห็นว่าการใช้คลอรีนน้ำและผงจะทำให้แนวโน้มของค่า pH เป็นไปในทางที่สูงขึ้น เนื่องจากตามสมการเคมีจะมีด่างเกิดขึ้น แต่การใช้คลอรีนก๊าซจะทำให้แนวโน้มของค่า pH ในน้ำต่ำลงเนื่องจากมีกรดเกิดขึ้น ดังนั้นการใช้คลอรีนก๊าซฆ่าเชื้อโรคตามทฤษฎีแล้วจะมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้คลอรีนรูปอื่น แต่ในทางปฏิบัตินั้นผลไม่แตกต่างกันมากนัก เพราะปริมาณคลอรีนที่ใช้้น้อยมากผลกระทบต่อ pH ของน้ำจึงค่อนข้างน้อย

**สรุป** คลอรีนในน้ำประปาทั่วไปจะมี ทั้ง Free residual chlorine (HOCl และ OCl<sup>-</sup>) และ Combined residual chlorine

$$\text{Total Residual Chlorine} = \text{Free residual chlorine} + \text{Combined residual chlorine}$$

## ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของคลอรีนในน้ำ

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของคลอรีนในน้ำได้แก่

**1. pH ของน้ำ** ดังได้กล่าวไว้แล้ว ถ้า pH สูง คลอรีนอิสระจะอยู่ในรูปของ  $\text{OCI}^-$  ในเปอร์เซ็นต์ค่อนข้างสูง ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อโรคต่ำลงมาก ยิ่งในกรณีน้ำจากระบบหล่อเย็นซึ่งส่วนใหญ่ pH เกือบถึง 9 ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อโรคเกือบจะหมดไป ดังนั้นการเติมคลอรีนในน้ำหล่อเย็นประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจะต่ำมาก

**2. อุณหภูมิ** อุณหภูมิมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของคลอรีนในน้ำด้วยเหตุผลหลัก 2 ประการได้แก่ ปริมาณชนิดของคลอรีนอิสระคงเหลือ กรณีที่อุณหภูมิน้ำต่ำคลอรีนอิสระคงเหลือจะอยู่ในรูปของ  $\text{HOCl}$  มาก ซึ่งมีประสิทธิภาพสูง ในทางกลับกัน ถ้าอุณหภูมิของน้ำสูง คลอรีนอิสระคงเหลือจะอยู่ในรูปของ  $\text{HOCl}$  น้อย อีกประการหนึ่งก็คือ อุณหภูมิสูงจะทำให้คลอรีนสลายตัวได้ดีกว่าที่อุณหภูมิต่ำเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพของคลอรีนต่ำลงด้วย

**3. เวลา** ถ้าเวลาที่สัมผัสน้ำ (Contact time) นานขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคของคลอรีนสูงขึ้น ในทางกลับกันถ้าเวลาที่สัมผัสน้ำน้อยลงประสิทธิภาพจะต่ำลง

**4. ความเข้มข้น** เช่นเดียวกับเวลาถ้าความเข้มข้นของคลอรีนสูงประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโรคจะสูง

โดยทั่วไปเมื่อต้องการจะเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการฆ่าเชื้อโรคในน้ำ ปัจจัยที่ควรพิจารณาคือค่า C.T (มก.-นาที่ ลิตร<sup>-1</sup>)

$C =$  ความเข้มข้นของคลอรีนที่เหลือ (มก./ลิตร) ,  $T =$  เวลาสัมผัส (นาที่)

ตัวอย่างเช่น สาร A และ สาร B มีค่า C.T ในการฆ่าเชื้อโรค C เท่ากับ 5 และ 6 มก.-นาที่ ลิตร<sup>-1</sup> ตามลำดับ สามารถสรุปได้ว่า สาร A มีประสิทธิภาพมากกว่าสาร B

ในกรณีสารชนิดเดียวกันถ้ารู้ค่า C.T เราสามารถ จะเลือกได้ว่าจะให้มีเวลาสัมผัสนานเท่าไร โดยใช้วิธีการปรับเปลี่ยนความเข้มข้นที่เหลือ ตัวอย่างเช่น ค่า C.T ของคลอรีนในการฆ่าเชื้อโรค H เท่ากับ 3 มก.-นาที่ ลิตร<sup>-1</sup> หมายความว่าในเวลา 10 นาที จะต้องเติมคลอรีนลงในน้ำแล้ววัดคลอรีนที่เหลือให้ได้ 0.3 มก./ลิตร หรือถ้าต้องการใช้เวลาสั้นลงเหลือ 1 นาที จะต้องเติมคลอรีนแล้วให้มีคลอรีนเหลืออยู่ในน้ำ 3 มก./ลิตรเป็นต้น

**5. สารอินทรีย์ในน้ำ** ในกรณีที่มีสารอินทรีย์สูงจะทำให้คลอรีนมีประสิทธิภาพด้อยลงเนื่องจากคลอรีนที่เติมลงไปจะไปทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ก่อนทำให้เหลือคลอรีนที่จะไปฆ่าเชื้อโรคน้อย นอกจากนี้ปฏิกิริยาระหว่างคลอรีนกับสารอินทรีย์ในน้ำยังทำให้เกิดสารจำพวก THMs (Trihalomethane) ซึ่งเป็นพิษต่อร่างกาย ดังนั้นในกรณีที่มีสารอินทรีย์สูง (วัดได้ในรูป

ของ TOC) จะต้องกำจัดสารอินทรีย์ให้เหลือน้อยก่อนที่จะมีการเติมคลอรีน เพื่อที่จะไม่สิ้นเปลืองคลอรีน และไม่ก่อให้เกิดสารพิษ ในกรณีที่ไม่ต้องการกำจัดสารอินทรีย์ก่อน เนื่องจากความยุ่งยากในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต อาจเปลี่ยนสารฆ่าเชื้อโรคจากคลอรีนเป็นชนิดอื่นซึ่งไม่ทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ เช่น คลอรีน ไดออกไซด์ ก็สามารถทำได้เช่นเดียวกัน

#### ข้อดีของคลอรีน

คลอรีนมีข้อได้เปรียบสารอื่นๆที่ใช้ฆ่าเชื้อโรคในน้ำหลายประการได้แก่

1. ราคาถูกเหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจของสังคมไทยเมื่อเทียบกับสารที่ใช้ฆ่าเชื้อโรคชนิดอื่นๆ เช่น โอโซน คลอรีน ไดออกไซด์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นต้น
2. หาซื้อง่ายมีจำหน่ายทั่วไป
3. มีให้เลือกใช้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นคลอรีนก๊าซ คลอรีนน้ำ และคลอรีนผง ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำผลิต
4. การเติมคลอรีนลงในน้ำค่อนข้างง่ายและไม่ยุ่งยากซับซ้อน

#### ข้อเสียของคลอรีน

คลอรีนถึงแม้จะมีข้อดีหลายอย่างแต่ก็มีข้อด้อยเช่นกันได้แก่

1. กรณีที่น้ำมีปริมาณสารอินทรีย์สูง จะทำให้สิ้นเปลืองคลอรีนมาก เพราะว่คลอรีนส่วนหนึ่งจะไปทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ นอกจากนี้คลอรีนที่ทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์จะให้ผลิตภัณฑ์พลอยได้พวก THMs ซึ่งเป็นสารพิษ เป็นโทษต่อร่างกาย
2. ในกรณีที่น้ำมีค่า pH สูงเกิน 8 ขึ้นไปประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโรคจะลดลง เนื่องจากคลอรีนอิสระจะอยู่ในรูปของ  $OCl^-$  ดังนั้นการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนต้องปรับ pH ไม่ให้สูงเกินไป
3. คลอรีนไม่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ Protozoa จำพวก *Giardia sp.* และ *Cryptosporidium sp.*