

สารเคมีสำหรับบำบัดน้ำเสีย

ไศรดา ชุนโหระ

จิรสา กรงกรต

คำสำคัญ สารปรับสภาพน้ำ, สารช่วยตกตะกอน, สารฆ่าเชื้อ

ปัญหามลพิษทางน้ำในปัจจุบันมีปริมาณสูงขึ้น การบำบัดน้ำเสียจากชุมชน และแหล่งอุตสาหกรรม ให้มีคุณภาพดีขึ้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการแก้ไขปัญหาทางหนึ่ง การปรับปรุงคุณภาพของน้ำมีด้วยกันหลายวิธี การใช้สารเคมีเป็นวิธีหนึ่งที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย เพราะสะดวกและให้ผลดี การเติมสารเคมีลงในน้ำมีจุดประสงค์ให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี เพื่อบำบัดน้ำที่มีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ

1. มีกรดหรือด่างสูงเกินไป (มีค่า pH ต่ำหรือสูงเกินไป)
2. มีโลหะหนัก เช่น สังกะสี ตะกั่ว เหล็ก โคบอลต์ เป็นต้น
3. มีสารแขวนลอยขนาดเล็กที่ตกตะกอนได้ยาก
4. มีสารประกอบอินทรีย์ละลายน้ำที่เป็นพิษ เช่น ชัลไฟด์
5. มีไขมันหรือน้ำมันละลายน้ำ

สำหรับสารเคมีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ที่นิยมใช้ในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ได้แก่

1. สารปรับสภาพน้ำ¹

สารปรับสภาพน้ำ เป็นสารที่ใช้ในการปรับสภาพน้ำให้อยู่ในสภาพกรดหรือด่างที่เหมาะสม เช่น น้ำเสียที่เป็นกรดสามารถทำให้เป็นกลางได้โดยการเติมปูนขาว โซดาไฟ หรือโซดาแอช ส่วนน้ำเสียที่เป็นด่างสามารถทำให้เป็นกลางได้โดยการเติมกรดชนิดต่าง ๆ เช่น กรดกำมะถัน (H_2SO_4) กรดเกลือ (HCl) เป็นต้น นอกจากนี้โลหะหนักบางชนิด ได้แก่ สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม จะละลายน้ำได้ดีเมื่อมีค่า pH ต่ำ ดังนั้นการแยกสารโลหะหนักทำได้โดยการเติมสาร เช่น โซดาไฟ หรือปูนขาวลงในน้ำเสีย จนมีค่า pH ที่เหมาะสมทำให้โลหะหนักตกตะกอน และสามารถแยกออกจากน้ำได้ สำหรับการใส่สารตกตะกอนบางชนิด ต้องมีการปรับสภาพน้ำให้เป็นกรดหรือด่างก่อนใส่สารลงไป เพื่อให้มีสภาวะที่เหมาะสมในการเกิดขบวนการตกตะกอน ทำให้เกิดการตกตะกอนสมบูรณ์ไม่กลับไปละลายในน้ำได้อีก

2. สารช่วยตกตะกอน

การตกตะกอนทางเคมีจัดเป็นขบวนการสำคัญในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำ โดยสารช่วยตกตะกอนจะทำให้มีการเกาะกันเป็นกลุ่มใหญ่ของอนุภาคคอลลอยด์ ทำให้อัตราเร็วในการตกตะกอนเร็วยิ่งขึ้น สารเคมีที่นิยมใช้ได้แก่

2.1 Ammonium alum และ Potassium alum^{5,6} คือ เกลือเชิงซ้อนของสารประกอบที่มี ธาตุอะลูมิเนียม และ ซัลเฟต เป็นส่วนประกอบหลัก หรือ รู้จักกันในนามว่าสารส้ม (alum) หรือ ผลึกเกลือ มีสูตรทางเคมีทั่วไปคือ $[M(III)(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.1.1. เกลือซัลเฟตของอะลูมิเนียมหรืออะลูมิเนียมซัลเฟต $[Al_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O]$ ลักษณะเป็น ก้อนผงสีขาว

2.1.2. เกลือเชิงซ้อนของโพแทสเซียมหรือโพแทสเซียมอะลูมิเนียม $[Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 24H_2O]$ ลักษณะเป็นผลึกใสไม่มีสี

2.1.3. เกลือเชิงซ้อนของแอมโมเนียมหรือแอมโมเนียมอะลูมิเนียม $[Al_2(SO_4)_3 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 24H_2O]$ ลักษณะเป็นผลึกใสไม่มีสี

โดยสารส้มเมื่อละลายน้ำจะแตกตัวให้ Al^{+3} , SO_4^{2-} และสารเชิงซ้อน (complex) ซึ่งเกิดจากการไฮโดรไลซิสของอะลูมิเนียม เช่น $Al(OH)_2^+$, $Al(OH)_3$, $Al(OH)_4^-$ ผลกระทบของการไฮโดรไลซิสบางตัวจะรวมกันเป็นลูกโซ่ยาวของ Polymeric aluminium hydroxide ซึ่งมีประจุมากขึ้น พวกที่เกิดซึ่งมีประจุบวก อาจจะรวมกับคอลลอยด์ซึ่งมีประจุลบ เพื่อให้ประจุบนอนุภาคคอลลอยด์สะเทินทำให้เกิด Agglomeration ของคอลลอยด์เกิดเป็นก้อนใหญ่ขึ้น การตกตะกอนก็จะเกิดเร็วขึ้น

2.2. โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์^{2,7} หรือชื่อในภาษาอังกฤษว่า Poly Aluminium Chloride หรือเรียกย่อ ๆ ว่า “PAC” เป็นเกลืออะลูมิเนียมที่มีสูตรเคมีคือ $[Al_n(OH)_mCl_{(6-m)}]_m$ ประเภทสารโพลีอินทรีย์ ซึ่งเกิดจากการรวมตัวโดยนิวเคลียสหลายตัว (โมเลกุลใหญ่) เช่น $(Al_6(OH)_5)^{3+}$ สารโพลีดังกล่าวนี้มีความเป็นด่างหรือเบสิกซีดีสูง (เบสิกซีดีนี้หมายถึง ค่าเฉลี่ยของไฮดรอกไซด์ไอออนต่ออะลูมิเนียม m/n) และประจุไฟฟ้าบวกมีคุณสมบัติจับตัวสูงและมีเสถียรภาพมาก ลักษณะทั่วไปของ PAC อาจอยู่ในรูปของสารละลายใสหรือขุ่นเล็กน้อย และอาจอยู่ในรูปของผงละเอียดสีขาว PAC ทำให้สารต่างๆ ที่แขวนลอยในน้ำจับตัวกันได้ โดยตะกอนสกปรกในน้ำที่มีประจุเป็นลบ จะรวมตัวกับประจุไฟฟ้าบวกของ PAC ในทุกขนาดของอนุภาค ตะกอน PAC มีโครงสร้างโมเลกุลใหญ่ และมีหลายนิวเคลียสทำให้เกิดตะกอนหนัก จึงสามารถตกตะกอนได้อย่างรวดเร็ว

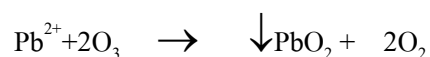
2.3 Ferric chloride (FeCl₃)⁴ ส่วนใหญ่นำมาใช้ในรูปของสารละลายเจือจาง โดยใช้เป็นสารช่วยจับตะกอน(flocculating agent) และสารตกตะกอน(precipitating agent) ในระบบบำบัดน้ำ โดย FeCl₃ จะทำปฏิกิริยากับความเป็นด่างในน้ำเกิดเป็น Fe(OH)₃ ซึ่งจะทำหน้าที่ดูดซับของแข็งที่มีขนาดเล็กและอนุภาคของคอลลอยด์ FeCl₃ มีประสิทธิภาพที่ดีโดยเฉพาะในการตกตะกอนสารโลหะหนัก และซัลไฟด์ นอกจากนี้ในกรณีของน้ำมันและสาร โพลีเมอร์ที่ยากต่อการย่อยสลาย ก็สามารถถูกดูดซับบน Fe(OH)₃ ได้

3. สารฆ่าเชื้อ

การใส่สารฆ่าเชื้อในการบำบัดน้ำเสีย ก็เพื่อทำลายเชื้อโรคที่ปะปนอยู่ในน้ำ นอกจากนี้ สารฆ่าเชื้อบางตัวยังสามารถกำจัดกลิ่น หรือโลหะที่ไม่ต้องการออกไปได้ สารฆ่าเชื้อที่มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เช่น

3.1 คลอรีน¹ โดยทั่วไปคลอรีนที่ใช้เพื่อการฆ่าเชื้อโรคได้แก่ ก๊าซคลอรีน(Cl₂), แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ [Ca(OCl)₂] ไฮเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) และคลอรีนไดออกไซด์ (ClO₂) เนื่องจาก คลอรีนมีความสามารถในการออกซิไดส์สูง จึงมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคได้ดีเพราะสามารถทำลายระบบ enzyme และระบบการสังเคราะห์โปรตีนได้ การเติมคลอรีน ซึ่งเรียกว่ากระบวนการ Chlorination เป็นกระบวนการเติมก๊าซคลอรีนหรือสารประกอบคลอรีนลงในน้ำเพื่อฆ่าเชื้อโรค เป็นการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคที่มีน้ำเป็นสื่อ นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการออกซิไดส์ เหล็ก แมงกานีส ไฮโดรเจนซัลไฟด์ สารอินทรีย์บางชนิด ซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดสีและกลิ่นในน้ำ ควบคุมการเกิดสาหร่ายทะเล และช่วยในการตกตะกอนเป็นต้น ก๊าซคลอรีน แคลเซียมไฮโปคลอไรท์และไฮเดียมไฮโปคลอไรท์เป็นตัวเติมออกซิเจนอย่างแรง (Oxidizing agent) เมื่อเติมคลอรีนลงน้ำจะเกิดปฏิกิริยาให้ HOCl และ OCl⁻ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคได้ดี

3.2 โอโซน³ (O₃) โอโซนเป็นสารออกซิไดซ์ที่รุนแรงสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้หลายชนิด รวมทั้งเชื้อไวรัสของโรคไข้หวัดใหญ่ (influenza) โรคโปลิโอ (poliomyelitis) และเชื้อบิด Endamoeba histolytica โอโซนสามารถสลายตัวได้ง่ายและเปลี่ยนเป็นออกซิเจน เมื่อสัมผัสกับสารรีดิวซ์หรือใช้โลหะทรานซิชันเป็นตัวเร่ง จากสมบัติดังกล่าวจึงมีการนำโอโซน มาบำบัดน้ำเสียจากชุมชนและน้ำทิ้งจากโรงงาน โอโซนสามารถออกซิไดซ์โลหะหนักต่างๆให้อยู่ในรูปตะกอนที่ไม่ละลายน้ำเช่น Pb²⁺ Cd²⁺, Hg²⁺, Mn²⁺ เป็นต้น



ไอโซนสามารถลดปริมาณสารลดแรงตึงผิว ทั้งประเภท แคตไอออนิก แอนไอออนิกและนอนไอออนิกที่เป็นปัจจัยที่ทำให้น้ำเน่าเสีย นอกจากนี้ยังสามารถออกซิไดซ์สารที่ทำให้เกิดกลิ่นในน้ำเสียและน้ำทิ้งเช่น แอมโมเนีย ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไดมethylซัลไฟด์ เป็นต้น

สารเคมีที่ใช้ในการบำบัดน้ำทั้ง 3กลุ่ม โดยมากจะใช้ร่วมกัน โดยในขั้นตอนแรกจะเป็นการปรับสภาพน้ำให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอน ต่อจากนั้นจึงเติมตัวตกตะกอนลงไปให้เกิดการตกตะกอน แล้วจึงกำจัดตะกอนที่ตกลงมาออกจากน้ำ ขั้นตอนต่อไปเติมสารฆ่าเชื้อเพื่อฆ่าเชื้อโรค จากนั้นเติมสารปรับสภาพน้ำอีกครั้งเพื่อปรับสภาพน้ำให้เป็นกลาง ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

เอกสารอ้างอิง

1. กรรณิกา สิริสิงห. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ประยูรวงศ์. 2525 หน้า 107-142
2. โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์.2004(ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก:<http://www.charpa.co.th/bulletin/polyalum.html>
3. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่45 ฉบับที่145 กันยายน 2540 หน้า8-12.
4. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่47 ฉบับที่151 กันยายน 2542 หน้า16-18
5. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.มาตรฐานผลิตภัณฑ์สารส้ม. มอก.165-2542หน้า1-2
6. Deodorant(Natural Alum) (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก:<http://www.1personalcare.care/alum.html>
7. .Japanese Industrial Standard. Poly aluminium chloride for waterworks. JIS K 1475-1996 p.1

โครงการเคมี

โทร. 0-2201-7228-9

e-mail sorada@mail.dss.go.th

28 พฤษภาคม 2547