

การใช้ประโยชน์สารลดแรงตึงผิวในการบำบัดน้ำเสีย

The Use of Surfactant in Wastewater Treatment

วิสาขา ภูจินดา¹

Wisakha Phoochinda. Ph.D.

บทคัดย่อ

สารลดแรงตึงผิวมีบทบาทที่สำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ในแต่ละวันมนุษย์ใช้สารลดแรงตึงผิวแทบทุกกิจกรรม เช่น การทำความสะอาดร่างกายและของใช้ การใช้เครื่องสำอาง การย่อยอาหาร กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม เป็นต้น นอกจากนี้สารลดแรงตึงผิวก็มีบทบาทที่สำคัญในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น ในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ในการกำจัดคราบน้ำมันและสิ่งสกปรก ในการกำจัดสารแขวนลอยหรือคลอไรด์ในน้ำ การเลือกประเภทของสารลดแรงตึงผิว ปริมาณหรือความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว รวมถึงสถานะอื่นๆ ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการใช้งานต่างๆ เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพื่อให้สารลดแรงตึงผิวทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและไม่สร้างปัญหาเพิ่มให้กับสิ่งแวดล้อม สารลดแรงตึงผิวส่วนใหญ่จะสามารถย่อยสลายได้โดยธรรมชาติ ทั้งนี้ความสามารถในการถูกย่อยสลายจะขึ้นกับโครงสร้างของสารลดแรงตึงผิว รวมทั้งปริมาณของสารลดแรงตึงผิวที่เหลืออยู่จากการใช้ การใช้สารลดแรงตึงผิวในปริมาณที่เหมาะสม นอกจากจะช่วยลดต้นทุนการบำบัดแล้วยังมีส่วนช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อม ในน้ำดื่มปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่สามารถเจือปนได้โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายเท่ากับ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร การศึกษาและการพัฒนาการนำสารลดแรงตึงผิวมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ให้มากขึ้น โดยเฉพาะทางด้านสิ่งแวดล้อมจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่งในอนาคต

¹ อาจารย์ประจำหลักสูตรการจัดการสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

Abstract

Surfactant is a chemical substance composed of two parts: hydrophobic and hydrophilic groups. It plays a significant role in everyday life for instance, it is widely used in a cleaning purpose and in many industries such as cosmetic and painting. Moreover, it is applicable to use surfactants for solving environmental problems such as wastewater treatment, separation of oil and dirt and separation of colloids for water. A selection of surfactant suitable for specific purposes is very crucial. This involves types and concentrations of surfactants and also optimal conditions. Generally surfactant can be naturally degraded and the difficulty of the degradation is dependent upon the structure and concentrations of surfactants remaining after uses. In potable water surfactants are currently limited to a maximum admissible concentration of 0.5 mg/l. The use of surfactant with optimal conditions can help to decrease a capital cost as well as environmental problems. In the future, the use of surfactant for any other environmental purposes such as an adsorption of waste and the removal of toxic from soil could be of interest.

คุณสมบัติของสารลดแรงตึงผิว

สารลดแรงตึงผิว หรือ SURFace ACTive AgeNT มีชื่อเรียกโดยทั่วไปทางวิทยาศาสตร์ว่า “Surfactant” สารลดแรงตึงผิวเดิมทีเดิมมาจากภาษาเยอรมันว่า Tensid ซึ่งตั้งโดยนักเคมีชาวเยอรมันในปี ค.ศ. 1960 สารลดแรงตึงผิวส่วนใหญ่เป็นสารประกอบอินทรีย์ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic group) และ ส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic group) ดังแสดงในภาพที่ 1b ส่วนที่ไม่ชอบน้ำมักจะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน คือมีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก ส่วนใหญ่จะมาจากไขมันและน้ำมันตามธรรมชาติ รวมทั้ง

ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม และโพลีเมอร์สังเคราะห์ ลักษณะที่สำคัญของสารลดแรงตึงผิวคือเมื่อใส่สารลดแรงตึงผิวเพียงเล็กน้อยลงในน้ำ สารลดแรงตึงผิวจะไปลดแรงตึงผิวของน้ำเพื่อให้เกิดกระบวนการต่างๆ ง่ายขึ้น เช่น การเกิดฟอง การทำให้เปียก และกระบวนการทำความสะอาด เป็นต้น ส่วนที่ไม่ชอบน้ำจะพยายามหนีน้ำโดยไปเกาะกับพื้นผิวที่ว่าง เช่น อากาศ ส่วนที่ชอบน้ำจะยังคงอยู่ในน้ำซึ่งแสดงในภาพที่ 1c สารลดแรงตึงผิวสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภทโดยแบ่งตามลักษณะหรือประจุของส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic group) ได้แก่

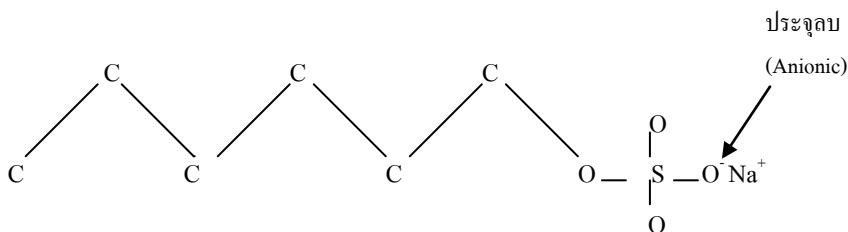
1. สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุบวก (Cationic surfactant) ได้แก่ Cetyltrimethyl ammonium bromide (CTAB) ซึ่งมีสูตรโมเลกุล คือ $C_{16}H_{33}N(CH_3)_3^+Br^-$ สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุบวกมักจะพบในผลิตภัณฑ์ยาสีฟัน ครีมนวดผม และน้ำยาปรับผ้านุ่ม เป็นต้น
2. สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบ (Anionic surfactant) ได้แก่ Sodium dodecyl sulphate (SDS) ซึ่งมีสูตรโมเลกุล คือ $CH_3(CH_2)_{11}SO_4^-Na^+$ ซึ่งมักจะเป็นส่วนประกอบในผงซักฟอกและสบู่ เป็นต้น
3. สารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ (Nonionic surfactant) ได้แก่ Polyoxyethylene alcohol ซึ่งมีสูตรโมเลกุล คือ $(C_nH_{2n+1}(OCH_2CH_2)_mOH)$ สารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุนี้นักจะนำไปผสมในสบู่เหลวล้างหน้า
4. สารลดแรงตึงผิวที่มีทั้งประจุบวกและประจุลบ (Amphoteric surfactant) ได้แก่ β -N-Alkylaminopropionic Acids มีสูตรโมเลกุล คือ $RN^+H_2CH_2CH_2COO^-$ ซึ่งเป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอาง สารป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต และสารยับยั้งแบคทีเรีย เป็นต้น

สารลดแรงตึงผิวยังมีคุณสมบัติที่ทำให้เฟสสองเฟสที่ต่างกันมารวมตัวกันได้ กล่าวอยู่คนละเฟส คือ การไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน น้ำและน้ำมันไม่ละลายซึ่งกันและกันเพราะมีคุณสมบัติที่ต่างกันโดยที่น้ำเป็นสารประกอบที่มีขั้ว ส่วนน้ำมันเป็นสารประกอบที่ไม่มีขั้ว เมื่อใส่สารลดแรงตึงผิวเข้าไปเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้สองเฟสรวมกันเป็นเฟสเดียวกันได้ ตัวอย่างเช่น การใส่ไข่แดงซึ่งมี lecithin เป็นสารลดแรงตึงผิวประกอบอยู่ประมาณ 10 % ลงไปในน้ำที่ผสมน้ำมันเพื่อทำน้ำสลัด ทำให้น้ำและน้ำมันรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน

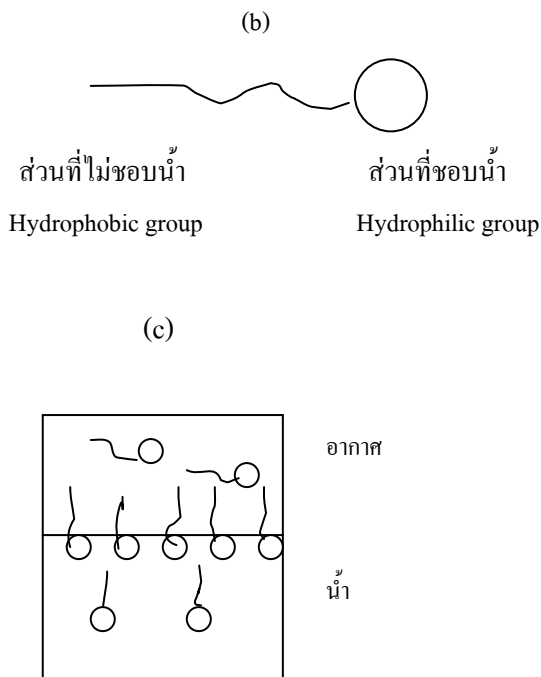
ตัวอย่างโครงสร้างของสารลดแรงตึงผิวแสดงในภาพที่ 1 ภาพที่ 1a แสดงโครงสร้างของสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบซึ่งมีสูตรโมเลกุล คือ $C_{12}H_{25}SO_4Na^+$ ภาพที่ 1b เป็นการแสดงโครงสร้างของสารลดแรงตึงผิวทั่วไปซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่ชอบน้ำและส่วนที่ไม่ชอบน้ำซึ่งสามารถเปรียบเทียบโครงสร้างได้กับภาพที่ 1a โดยที่ส่วนที่ไม่ชอบน้ำคือ $C_{12}H_{25}$ และส่วนที่ชอบน้ำคือ SO_4^- และภาพที่ 1c แสดงการเรียงตัวของสารลดแรงตึงผิวเมื่อวางตัวอยู่ในน้ำ

(

a)



Anionic Surfactant: Sodium dodecyl sulphate surfactant monomer (SDS)



ภาพที่ 1 (a)โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวประจุลบ (b)โครงสร้างของสารลดแรงตึงผิว (c) การเรียงตัวของสารลดแรงตึงผิวในน้ำ

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบสารลดแรงตึงผิวทั้ง 4 ชนิดในการทำให้เกิดฟอง ความสามารถในการซักล้าง และการทำให้พื้นผิวอ่อนนุ่ม จะเห็นว่าสารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบจะมีคุณสมบัติทำให้เกิดฟองดีที่สุด ส่วนสารลดแรงตึงผิวที่มีทั้งประจุบวกและลบจะมีคุณสมบัติในการทำให้พื้นผิวอ่อนนุ่มที่สุด สารลดแรงตึงผิวแต่ละชนิดมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน ในปัจจุบันได้มีการนำสารลดแรงตึงผิว

แต่ละชนิดมาผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความสามารถของสารลดแรงตึงผิวทั้ง 4 ชนิด ในการทำให้เกิดฟอง การซักล้าง และการทำให้พื้นผิวเกิดความอ่อนนุ่ม (Tiger Chemical Company, 1997)

ประเภท/ คุณสมบัติสารลด แรงตึงผิว	การเกิดฟอง	ความสามารถใน การซักล้าง	ความสามารถใน การทำให้อ่อนนุ่ม
ประจุลบ	ดีที่สุด	ค่อนข้างดี	ไม่แน่นอน
ไม่มีประจุ	ดี	ดี	ดี
ประจุบวก	ไม่ดี	ปานกลาง	ไม่ดี
ประจุบวกและลบ	ค่อนข้างดี	ดี	ดีที่สุด

การนำสารลดแรงตึงผิวไปใช้ประโยชน์

สารลดแรงตึงผิวมีบทบาทที่สำคัญอย่างยิ่งในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ในร่างกายมนุษย์ก็มีสารลดแรงตึงผิวประกอบอยู่ เช่น Gall Acid ซึ่งจะย่อยสารประเภทไขมันได้ สารลดแรงตึงผิวมีประโยชน์หลายๆ ด้าน โดยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ต่างๆ และเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการผลิตต่างๆ ได้แก่

1. สารลดแรงตึงผิวเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด เช่น ผงซักฟอก สบู่ ยาสีฟัน ยาสระผม ครีมนวดผม และผลิตภัณฑ์ที่มีฟอง เป็นต้น
2. สารลดแรงตึงผิวเป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอางและครีมกันแดด
3. สารลดแรงตึงผิวถูกนำมาใช้ในการทางการแพทย์ ผลิตภัณฑ์

4. สารลดแรงตึงผิวถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรม เช่น กระบวนการย้อมผ้า การเคลือบสีไม้หรือโลหะ การผลิตพลาสติก การทำหนังสือ การผลิตเนยเทียม เล็กและไอศกรีม เป็นต้น
5. สารลดแรงตึงผิวถูกนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น บำบัดน้ำเสีย กำจัดมลพิษทางดิน ดูดซับของเสีย เป็นต้น
6. สารลดแรงตึงผิวถูกนำมาใช้ในกระบวนการสกัดแยก เช่น การสกัดแยกแร่ การแยกน้ำมันออกจากน้ำ เป็นต้น

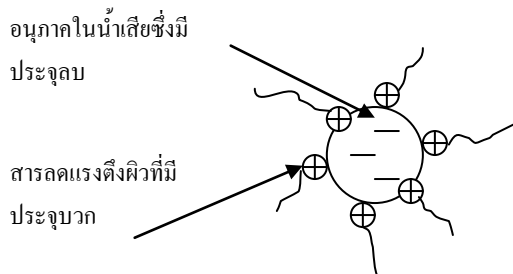
นอกจากนี้ยังมีการนำสารลดแรงตึงผิวมาใช้ในเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น นาโนเทคโนโลยี เทคโนโลยีชีวภาพ งานพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องบันทึกแถบแม่เหล็ก เป็นต้น

นอกจากสารลดแรงตึงผิวจะมีบทบาทในชีวิตประจำวันแล้ว เช่น ในกระบวนการทำความสะอาด สารลดแรงตึงผิวยังมีบทบาทที่สำคัญและนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ มากมาย รวมทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย อย่างไรก็ดีแล้วแต่การนำสารลดแรงตึงผิวไปใช้ประโยชน์นั้นจะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ ทั้งนี้เพราะสารลดแรงตึงผิวก็สามารถทำลายสิ่งแวดล้อมได้เช่นกันถ้ามีการใช้ในปริมาณที่ไม่ถูกต้องและมีการนำสารลดแรงตึงผิวผิดประเภทมาใช้ ตัวอย่างเช่น ในการปล่อยน้ำซักผ้าหรือน้ำยาล้างจานที่เข้มข้นซึ่งมีสารลดแรงตึงผิวเป็นส่วนประกอบลงในแม่น้ำลำคลอง จะทำให้เกิดฟองอย่างมาก นอกจากจะทำลายสุนทรียภาพของแม่น้ำลำคลองแล้ว ยังสร้างผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ และอาจต้องใช้เวลานานที่กระบวนการธรรมชาติจะย่อยสลายสารลดแรงตึงผิวได้หมดโดยแบคทีเรียหรือจุลินทรีย์ US. EPA. ได้กำหนดความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวในน้ำดื่มให้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (Kawamura, 2000)

บทบาทของสารลดแรงตึงผิวในการบำบัดน้ำเสีย

อนุภาคต่างๆที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเสีย เช่น ฝุ่น สำหรับขนาดเล็กแบบที่เรียกว่า ส่วนใหญ่จะมีประจุลบและมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ขนาดโดยทั่วๆ ไปจะอยู่ในช่วงไมครอน หรือ 10^{-6} เมตร เท่ากับ 0.000001 เมตร ซึ่งมักถูกเรียกว่าคอลลอยด์ (colloid) คอลลอยด์มักจะแขวนลอยอยู่ในน้ำเสีย และยากที่จะแยกออกจากน้ำได้ ทั้งนี้เพราะคอลลอยด์มีขนาดเล็กมาก ความหนาแน่นต่ำ และมีการผลักระหว่างกันเนื่องจากมีประจุลบเหมือนกัน มีหลายวิธีที่สามารถจะแยกอนุภาคเหล่านี้ได้ เช่น การทำให้อนุภาคมารวมตัวกันซึ่งจะทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยใช้สาร coagulant สารนี้เมื่อแตกตัวในน้ำจะให้ประจุบวกและประจุลบ ประจุบวกของ coagulant จะไปจับอนุภาคประจุลบให้มารวมตัวกันได้ กระบวนการนี้เป็นกระบวนการทางเคมีซึ่งเรียกว่า Coagulation and Flocculation กระบวนการนี้จะสามารถทำให้คอลลอยด์แยกออกจากน้ำได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเมื่ออนุภาคหรือสิ่งสกปรกที่แขวนลอยในน้ำมารวมตัวกันจะมีขนาดใหญ่ขึ้นซึ่งสามารถตกตะกอนแยกออกจากน้ำได้ง่ายโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก ตัวอย่างของ coagulant ได้แก่ สารส้มหรือ aluminum sulphate, ferric sulphate, ferric chloride และ polyelectrolytes เป็นต้น

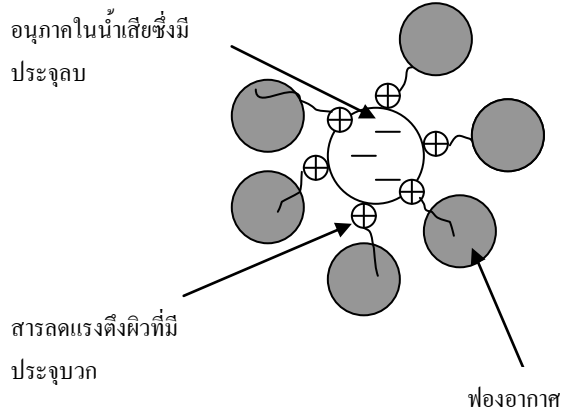
การใช้สารลดแรงตึงผิวก็เป็นอีกวิธีหนึ่งในการแยกอนุภาคคอลลอยด์เหล่านี้ออกจากน้ำ โดยการใช้โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวที่มีประจุบวกมาจับอนุภาคซึ่งมีประจุลบ ส่วนที่ขบมน้ำของสารลดแรงตึงผิวซึ่งมีประจุบวกจะไปจับกับอนุภาคที่มีประจุลบ ทำให้เหลือส่วนที่ไม่ขบมน้ำฟลักโมเลกุลของน้ำแยกจากอนุภาคดังแสดงในภาพที่ 2 ทำให้เกิดกระบวนการแยกอนุภาคออกจากน้ำ



ภาพที่ 2 การจับตัวของสารลดแรงตึงผิวกับอนุภาคน้ำมัน

ตัวอย่างของการนำสารลดแรงตึงผิวไปใช้ประโยชน์ในการบำบัดน้ำเสีย คือ การนำ Cetyl trimethyl ammonium bromide หรือ CTAB ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวที่มีประจุบวก ความเข้มข้นในช่วง 25 ถึง 150 mg/l มาแยกสาหร่ายชนิด *Scenedesmus Quadricauda* ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวขนาดเพียง 14 ไมครอน มี 4-cell ติดกันและมีประจุลบออกจากน้ำ สาหร่ายชนิดนี้พบโดยทั่วไปในแม่น้ำ ลำคลอง เมื่อมีจำนวนมากจะทำให้เกิด algae bloom ซึ่งจะทำให้แม่น้ำเน่าเสียได้ โดยสาหร่ายจำนวนมากนี้จะไปแย่งออกซิเจน ทำให้พืชน้ำและสัตว์น้ำขนาดเล็กขาดออกซิเจน จากการศึกษพบว่าความเข้มข้นของสาร CTAB 100 mg/l และที่ค่าความเป็นกรด-ด่างหรือ pH 7.8 เป็นสภาวะที่เหมาะสมและทำให้ประสิทธิภาพการแยกสาหร่ายออกจากน้ำสูงที่สุด (Phoochinda, 2003) สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบก็สามารถนำมาใช้ในการกำจัดอนุภาคประจุลบที่แขวนลอยในน้ำได้เช่นกัน ทั้งนี้ทำได้โดยเปลี่ยนประจุของอนุภาคที่แขวนลอยจากลบเป็นบวกโดยการเติมกรด ซึ่งเมื่อกรดแตกตัวในน้ำประจุบวกของกรดหรือ H^+ จะไปจับอนุภาคประจุลบทำให้อนุภาคที่แขวนลอยมีประจุบวก ดังนั้น สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบก็สามารถไปจับอนุภาคนั้นได้ แต่วิธีนี้ไม่เหมาะสมนัก เพราะน้ำที่ถูกบำบัดจะมีคุณสมบัติเป็นกรด ซึ่งจะต้องนำมาปรับสภาพทำให้เป็นกลางก่อนที่จะปล่อยทิ้งได้

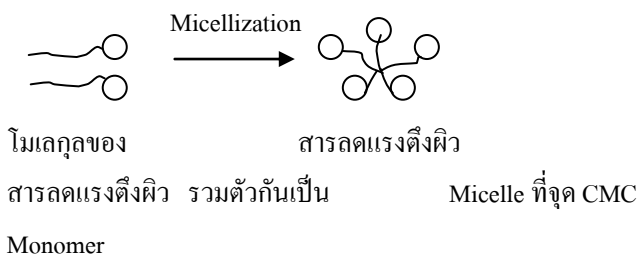
เมื่ออนุภาคเหล่านี้ถูกจับโดยสารลดแรงตึงผิว กระบวนการที่จะช่วยเร่งในการแยกอนุภาคข้างต้นออกจากน้ำได้เร็วขึ้นนั้นทำได้โดยการเป่าอากาศลงในน้ำเสีย ซึ่งอากาศเองก็มีคุณสมบัติที่ไม่ชอบน้ำจะไปจับอนุภาคที่มีสารลดแรงตึงผิวเกาะอยู่ซึ่งไม่ชอบน้ำดังภาพที่ 3 และช่วยทำให้อนุภาคลอยตัวแยกออกจากน้ำได้เร็วขึ้น กระบวนการนี้เรียกว่า Flotation หรือการทำให้ลอย



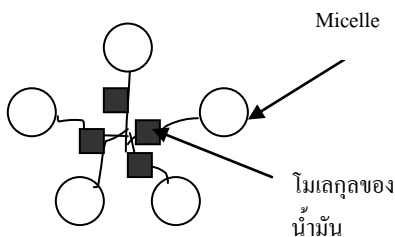
ภาพที่ 3 กระบวนการแยกอนุภาคโดยใช้วิธี Flotation

อีกตัวอย่างหนึ่งของการนำสารลดแรงตึงผิวไปบำบัดน้ำเสียคือการนำสารลดแรงตึงผิวไปแยกคราบน้ำมันที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ กระบวนการแยกเกิดขึ้นจากการใส่สารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุหรือมีประจุก็ได้ที่ความเข้มข้นเกินค่า CMC หรือ critical micelle concentration ของสารลดแรงตึงผิวชนิดนั้นลงในน้ำที่ปนเปื้อนด้วยน้ำมัน CMC คือ ความเข้มข้นที่สารลดแรงตึงผิวมาเรียงตัวกันเป็น

micelle ดังภาพที่ 4 ตัวอย่างค่า CMC ของ Sodium dodecylsulphate: SDS เท่ากับ $8.2 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$ ที่ 25°C ซึ่งหมายถึง เมื่อนำ SDS ความเข้มข้น $8.2 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$ ใสลงไปในน้ำ โมเลกุลของ SDS จะมารวมตัวกันเป็น micelle เมื่อสารลดแรงตึงผิวมาเรียงตัวกันเป็น micelle โมเลกุลของน้ำมันจะเข้าไปวางตัวอยู่ใน micelle ดังภาพที่ 5 ทำให้เกิดกระบวนการแยกคราบน้ำมันจากน้ำ กระบวนการทำให้ลอยหรือ Flotation มักถูกนำมาใช้ในการพา micelle ที่มีคราบน้ำมันวางตัวอยู่ออกจากน้ำ



ภาพที่ 4 โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวรวมตัวกันเป็น Micelle



ภาพที่ 5 การวางตัวของคราบน้ำมันใน Micelle

Phoochinda (1999) ได้ทำการศึกษาการแยกคราบน้ำมันออกจากน้ำเสีย โดยใช้สารลดแรงตึงผิวร่วมกับวิธีการ Froth Flotation สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ Nonylphenol ethoxylate และสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบ Sodium dodecylsulphate ถูกนำมาใช้ในการกำจัด Ortho-dichlorobenzene ซึ่งเป็นสารอะโรมาติกที่ใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมผลิตสีและสารนี้ยังพบทั่วไปในน้ำใต้ดิน นอกจากนี้สารชนิดนี้ยังมีความเป็นพิษสูงแม้ว่าที่ความเข้มข้นต่ำๆ และมีฤทธิ์ทำลายระบบประสาท

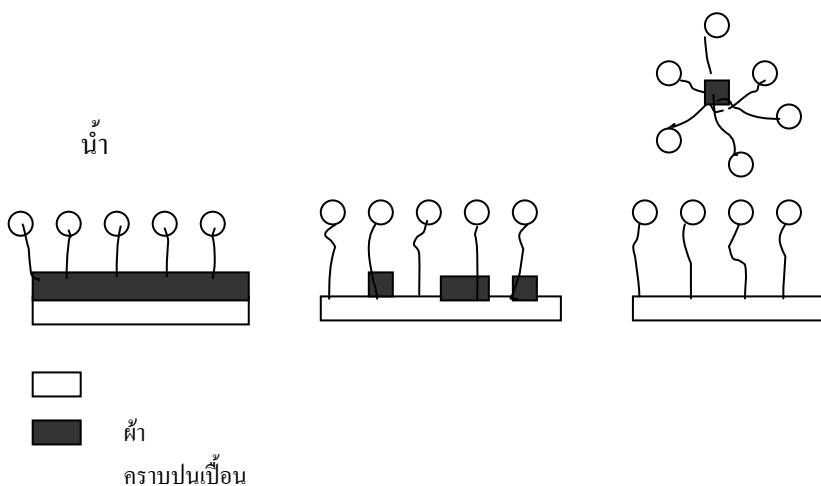
การใช้สารลดแรงตึงผิวในการบำบัดน้ำเสียนั้น จะต้องมีความเหมาะสมของสภาวะที่เหมาะสม เช่น ชนิดและความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว ความเข้มข้นของอนุภาคในน้ำเสีย อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง เป็นต้น ทั้งนี้เพราะการใช้สารลดแรงตึงผิวเกินปริมาณที่เหมาะสมจะมีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัด ค่าใช้จ่าย ปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่ตกค้างปล่อยออกมากับน้ำที่บำบัด และระยะเวลาในการย่อยสลายสารลดแรงตึงผิว ในการวิเคราะห์ปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่เหลืออยู่หรือตกค้างนั้นใช้เทคนิคทางวิทยาศาสตร์ได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นกับคุณสมบัติของสารลดแรงตึงผิวที่จะเหมาะสมกับแต่ละวิธี เทคนิคทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ HPLC หรือ High Performance Liquid Chromatography, TOC หรือ Total Organic Content และ Titration เป็นต้น

บทบาทของสารลดแรงตึงผิวในการทำผิวน้ำมัน

ในการทำผิวน้ำมันที่เปื้อนคราบต่างๆ เช่น น้ำมัน ส่วนที่ไม่ชอบน้ำของสารลดแรงตึงผิว (hydrophobic group) ซึ่งเป็นสารประเภทไฮโดรคาร์บอนจะไปเกาะกับโมเลกุลของน้ำมัน ซึ่งเป็นสารจำพวกไฮโดรคาร์บอนเช่นกันและเหลือส่วนที่ชอบน้ำ ส่วนที่ไม่ชอบน้ำจะไปดึงโมเลกุลของน้ำมันให้หลุดออกจากเส้นใยและมาลอยอยู่ในน้ำ สารลดแรงตึงผิวสามารถกำจัดคราบน้ำมันและคราบสกปรกอื่นๆได้เช่นกัน

เมื่อนำผ้าที่ปนเปื้อนดินและคราบสกปรกต่างๆแช่ในน้ำผงซักฟอก ซึ่งมีสารลดแรงดึงผิวเป็นส่วนประกอบส่วนที่ไม่ชอบน้ำของสารลดแรงดึงผิวในผงซักฟอกจะไปเกาะเนื้อผ้าและไปดึงคราบดินออกจากเนื้อผ้า ดังแสดงในภาพที่ 6

สารลดแรงดึงผิวมีบทบาทที่สำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการทำความสะอาดการที่นำผ้าไปแช่น้ำที่ไม่มีสารลดแรงดึงผิว หยคน้ำจะไปเกาะบนผ้าแต่ไม่กระจายลงบนเนื้อผ้าเนื่องจากน้ำมีแรงดึงผิวสูง สารลดแรงดึงผิวจะไปช่วยลดแรงดึงผิวของน้ำทำให้หยดน้ำแผ่บนเนื้อผ้า ซึ่งทำให้ผ้าเปียกเร็วขึ้นและเกิดกระบวนการทำความสะอาดขึ้น



ภาพที่ 6 แสดงกระบวนการกำจัดคราบปนเปื้อนโดยสารลดแรงดึงผิว

การย่อยสลายของสารลดแรงตึงผิว

การย่อยสลายโดยธรรมชาติ คือ ความสามารถของแบคทีเรียในการเปลี่ยนโมเลกุลของสารจากขนาดใหญ่ให้เป็นขนาดเล็ก การย่อยสลายของสารลดแรงตึงผิวแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ 1) การย่อยสลายขั้นต้น ซึ่งทำให้สารลดแรงตึงผิวมีคุณสมบัติบางอย่างหายไป เช่น ความสามารถในการทำให้เกิดฟองหมดไป 2) การย่อยสลายขั้นสุดท้าย ซึ่งจะเกิดการย่อยสลายแบบสมบูรณ์ แบคทีเรียจะเปลี่ยนโมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ สำหรับระยะเวลาของการย่อยสลายสารลดแรงตึงผิว จะขึ้นอยู่กับโครงสร้างของสารลดแรงตึงผิว สารลดแรงตึงผิวที่มีโมเลกุลเป็นกิ่งก้านจะย่อยสลายได้ช้ากว่าประเภทที่มีโมเลกุลเป็นเส้นตรง โดยทั่วไปสารลดแรงตึงผิวที่ใช้ในการทำมาสะอาจะสามารถถูกย่อยสลายได้โดยแบคทีเรีย

สรุป

สารลดแรงตึงผิวมีบทบาทที่สำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง การพัฒนานำสารลดแรงตึงผิวมาใช้ประโยชน์ในด้านสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่ง เช่น ในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งสารลดแรงตึงผิวสามารถกำจัดอนุภาคแขวนลอย คราบน้ำมันและคราบปนเปื้อนออกจากน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพถ้าเลือกใช้สารลดแรงตึงผิวที่ถูกต้องและสภาวะที่เหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

- ทำเอง-ทำได้. 2547. (กันยายน, 16). แหล่งที่พบและหน้าที่ของสารลดแรงตึงผิว
(Online). Available URL: www.tam-aeng.com/surfactant%20basic.asp.
- Hazardous Waste Clean Up Information. 2004. (September, 10)
Surfactant/Cosolvent Enhanced Recovery of NAPLs. (Online).
Available URL: www.clu-in.org/PRODUCTS/AATDF/Chap4.htm
- Kawamura, S. 2000. **Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities.** 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., pp.37.
- Phoochinda, W. 2003. **An Appraisal into Techniques of Algal Removal.**
Ph.D. Thesis, Imperial College, London
- Phoochinda, W. 1999. **Removal of Emulsified Oil from Wastewater using Froth Flotation.** M.Sc. Thesis, Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University in Academic Partnership with the University of Michigan, the University of Oklahoma and Case Western Reserve University
- Rosen, M. J. 1989. **Surfactants and Interfacial Phenomena.** 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc. USA, pp.1-32.
- Tiger Chemical Company. 2004. (March, 20). **Surfactant Guide & Formulary 1997.** (Online). Available URL: www.webworld.com.au/tiger.