

## ความสำคัญของการวิเคราะห์น้ำเสีย

### แยกแต่ละรายการทดสอบ

#### 1. PH (: ค่าความเป็นกรดต่าง )

pH เป็นพารามิเตอร์ ที่มีประโยชน์มากที่สุดและวัดได้ง่าย เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการบำบัดน้ำเสียแทบทุกประเภท

#### การควบคุมกระบวนการบำบัดน้ำเสียด้วย pH

กระบวนการหรือระบบ	ระดับ pH ที่เหมาะสม	หลักการ
1. โคแอกกูเลชันด้วยสารส้ม	6-7	
2. โคแอกกูเลชันด้วยสารส้มประกอบเหล็ก	5-7	
3. ดีแอเรชั่นกำจัดแอมโมเนีย	>11	$\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}^+$
4. ดีแอเรชั่นกำจัด HCN	<5-6	$\text{H}^+ \rightarrow \text{CH} + \text{HCN}$
5. ดีแอเรชั่นกำจัด H <sub>2</sub> S	<3-4	$\text{ZH}^+ + \text{S} \rightarrow \text{N}_2\text{S}$
6. แอเรชั่นกำจัดเหล็ก	7.5	
7. แอเรชั่นกำจัดแมงกานีส	~9.5	
8. การฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน	pH ต่ำ	
9. รีคาร์บอนเนชั่น	8.6	
10. การกำจัดความกระด้างด้วยปูน - โซดา	>10 หรือ 11	
11. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ	6.8	

#### 2. TKN (Total Kjeldahl Nitrogen) (TKN)

ความสำคัญของสารประกอบไนโตรเจนในรูปแบบต่าง ๆ เนื่องจากความสำคัญของสารเหล่านี้ในบรรยากาศและในกระบวนการชีวิตของพืชและสัตว์ เคมีวิทยาของไนโตรเจนในสิ่งแวดล้อมค่อนข้างซับซ้อน เนื่องจากสาเหตุสองประการ คือ

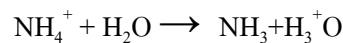
1. การที่ไนโตรเจนสามารถมีสถานะออกซิเดชัน (Oxidation state) ได้หลายอย่าง เช่น +5, +3, -3
2. ข้อเท็จจริงที่ว่า สถานะออกซิเดชันอาจเปลี่ยนแปลงได้โดยอาศัยปฏิกิริยาชีวภาพ ซึ่งอาศัยสิ่งมีชีวิตช่วยเหลือให้เกิดขึ้น สถานะออกซิเดชันอาจเป็นบวกหรือลบก็ได้ ขึ้นอยู่กับสถานะแวดล้อมซึ่งอาจเป็นแบบใช้ออกซิเจนหรือเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจนก็ได้

เนื่องจากการวิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์ในโตรเจน ใช้วิธีที่เรียกว่า Kjeldahl (เจลดดาห์ล) ซึ่งเป็นวิธีย่อยสลายสารอินทรีย์ในโตรเจนให้กลายเป็นแอมโมเนียและวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนได้จากแอมโมเนียที่เกิดขึ้น จึงนิยมเรียกผลรวมของสารอินทรีย์ในโตรเจนและแอมโมเนียว่า Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)

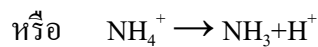
$$\text{TKN} = \text{สารอินทรีย์ในโตรเจน} + \text{แอมโมเนีย}$$

### พิษของแอมโมเนีย

แอมโมเนียในน้ำอาจอยู่ในรูป  $\text{NH}_3$  (แอมโมเนียอิสระ) หรือ  $\text{NH}_4^+$  โดยมีสมดุลเคมี ดังนี้



$$K = 10^{-9.3} \text{ ที่อุณหภูมิ } 25^\circ\text{C}$$



$\text{NH}_3$  เรียกว่า Free Ammoniac หรือ แอมโมเนียอิสระ (ก๊าซ) ส่วน  $\text{NH}_4^+$  เรียกว่า อีออนแอมโมเนีย โดยปกติเมื่อน้ำมี pH เป็นกลาง แอมโมเนียจึงอยู่ในรูปอีออน  $\text{NH}_4^+$  มากกว่า  $\text{NH}_3$  แต่ถ้า pH สูงขึ้น ก๊าซแอมโมเนียจะกระจายมากขึ้นและอีออนจะมีน้อยลง ก๊าซแอมโมเนียสามารถหนีจากน้ำขึ้นสู่อากาศได้

แอมโมเนียที่วิเคราะห์ในห้อง Lab เป็นแอมโมเนียทั้งหมดเสมอ

$$\text{Total NH}_3 - \text{N} = (\text{Free NH}_3 - \text{N}) + (\text{NH}_4 - \text{N})$$

Free  $\text{NH}_3$ -N หมายถึง แอมโมเนียอิสระซึ่งเป็นก๊าซละลายน้ำ ปริมาณละลายน้ำขึ้นอยู่กับ pH ของน้ำ pH เป็นกลางจะมีแอมโมเนียอิสระน้อยมาก แต่ pH สูงขึ้นจะทำให้มีแอมโมเนียอิสระมากขึ้น

แอมโมเนียอิสระหรือ  $\text{NH}_3$  เป็นพิษอย่างมากต่อสิ่งมีชีวิตรวมทั้งจุลินทรีย์ แต่อีออนแอมโมเนียหรือ  $\text{NH}_4^+$  ไม่มีพิษ สัดส่วนของ  $\text{NH}_3$  และ  $\text{NH}_4^+$  ในน้ำขึ้นอยู่กับ pH อุณหภูมิและปริมาณของเกลือแร่ ปริมาณ  $\text{NH}_3$  จะเพิ่มตามลำดับ pH และอุณหภูมิที่สูงขึ้น pH มีอิทธิพลต่อเคมีของแอมโมเนียในน้ำมากกว่าอุณหภูมิ

แอมโมเนียอิสระอาจเป็นปัญหาต่อระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ McCarty และ McKinney (1961) รายงานว่า แอมโมเนียอิสระ 150 mg/L เป็นอันตรายต่อกระบวนการหมักแบบไร้อากาศ แบคทีเรียไนตริฟายเออร์ก็มีปัญหาเกี่ยวกับแอมโมเนียอิสระ พบว่าแอมโมเนียอิสระ 10 mg/L มีผลต่อ Nitrosomonas และความเข้มข้นเพียง 0.1 mg/L มีผลต่อ Nitrobacter

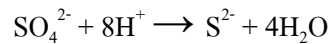
ดังนั้น pH ยิ่งสูง ปริมาณแอมโมเนียทั้งหมดที่แบคทีเรียทนได้ ยิ่งต่ำแต่ความเข้มข้นเพียง 0.025 mg/L ก็ส่งผลกระทบต่อการทำงานของปลาแล้ว

### 3. น้ำมันและไขมัน (Oil & Grease)

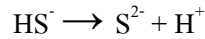
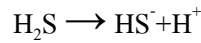
น้ำมันและไขมันเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ยาก และเป็นปัจจัยที่รบกวนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียทุกชนิด สารอินทรีย์เคมีที่เป็นพิษจำนวนมากละลายในน้ำมันและไขมันได้ดีกว่าน้ำ

#### 4. ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H<sub>2</sub>S)

ภายใต้สภาพไร้ออกซิเจน แบคทีเรียบางประเภทสามารถ Reduce ซัลเฟตให้เป็นซัลไฟด์ ดังนี้



ซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นมีบทบาทเกี่ยวข้องกับสมดุลเคมีของไฮโดรเจนซัลไฟด์ซึ่งอยู่ในน้ำ



ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม อาจพบซัลไฟด์รูปต่าง ๆ ในน้ำระดับ pH จะเป็นตัวกำหนดชนิดและความเข้มข้น น้ำที่มี pH ต่ำ จะพบ H<sub>2</sub>S (มีกลิ่นเหม็น) มากที่สุด ส่วนน้ำที่มี pH เป็นกลาง จะพบไอออนซัลไฟด์ซึ่งไม่มีกลิ่นเหม็น มีแต่ไฮโดรเจนซัลไฟด์เท่านั้นที่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์

#### 5. BOD (Biochemical Oxygen Demand : BOD)

ค่า BOD คือ ค่าความต้องการออกซิเจนของน้ำเสีย ที่หาได้โดยกระบวนการทางชีววิทยา ใช้แบคทีเรียย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (เป็นค่าวัดความสกปรกของน้ำในรูปปริมาณอินทรีย์สาร)

##### สรุปความสำคัญของค่า BOD ได้ดังนี้

1. เพื่อหาค่าความสกปรกของน้ำเสียต่าง ๆ ในเทอมของออกซิเจนที่ต้องการ เพื่อใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์
2. ใช้หาปริมาณสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำ เพื่อนำไปหาอัตราการออกซิไดส์ที่เกิดหรือเพื่อหาอัตราที่ BOD ถูกใช้ไป
3. ใช้ในการควบคุมความสกปรกของลำธาร แม่น้ำ ว่าควรจะทำจัดสารอินทรีย์ที่จะทิ้งลงน้ำแค่ไหน เพื่อที่จะให้มีระดับออกซิเจนในน้ำเหลืออยู่ตามต้องการ
4. ใช้วัดความสามารถของแหล่งน้ำที่จะกำจัดความสกปรกโดยธรรมชาติ
5. ใช้ตรวจคุณภาพน้ำทิ้งที่ปล่อยทิ้งลงน้ำ
6. หาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย
7. ใช้ในการออกแบบระบบบำบัด

#### 6. COD (Chemical Oxygen Demand : COD)

ค่า COD คือ ค่าความต้องการออกซิเจนทั้งหมด เพื่อใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์ในน้ำให้กลายเป็น CO<sub>2</sub> และน้ำ \* ( ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยวิธีการทางเคมี )

ค่า COD แสดงถึงปริมาณสารอินทรีย์เกือบทั้งหมดในน้ำเสียที่แบคทีเรียย่อยสลายได้ (Biodegradable Organic Compound) และที่แบคทีเรียย่อยสลายไม่ได้ (Non – Biodegradable Compound) โดยปกติค่า COD จะ > BOD เสมอ

### ข้อดีข้อเสียของ COD

#### ข้อดี

1. การหาค่า COD ใช้เวลาในการหาเพียง 3 ชั่วโมง
2. สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการหาค่า BOD เหมาะสำหรับงานประจำ
3. สารมีพิษไม่ขัดขวาง การหาค่า COD ดังนั้นจึงเป็นวิธีเดียวที่ใช้หาค่าสารอินทรีย์ทั้งหมดในน้ำเสีย ซึ่งมีสารมีพิษค่าที่ได้สามารถใช้ประมาณค่า BOD ทั้งหมดของน้ำเสีย

#### ข้อเสีย

1. สารอินทรีย์ทุกอย่างในน้ำเสียไม่ว่าจะเป็นสารที่ แบคทีเรียย่อยสลายได้หรือไม่ก็ตามจะถูกสารเคมีซึ่งมีอำนาจในการออกซิไดซ์สูงย่อยสลายได้หมด ทำให้ถึง COD > BOD ยกเว้นในกรณีที่สารอินทรีย์ในน้ำเสียเป็นชนิดที่ระเหยได้ง่าย เมื่อถูกความร้อนทำให้ค่า COD จะต่ำกว่าค่า BOD ทำให้ไม่สามารถจะใช้แยกค่าสารอินทรีย์ที่ถูกออกซิไดซ์ทางชีวะหรือไม่ถูกออกซิไดซ์ทางชีวะออกจากกันได้
2. การย่อยสลายอินทรีย์โดยใช้สารเคมีที่มีอำนาจในการออกซิไดซ์สูง ไม่เป็นไปตามธรรมชาติ เหมือนกับทำลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียในการหาค่า BOD จึงทำให้ไม่สามารถทราบได้ว่าสารอินทรีย์ในน้ำเสียสลายตัวตามธรรมชาติได้ยากง่ายเพียงใด ทำให้ขาดข้อมูลที่แท้จริง

### Note : กรณีที่ BOD > COD คือ

เมื่อมีปฏิกิริยา ในตรีฟิเคชั่นเกิดช่วงระหว่างการวิเคราะห์หา BOD ทำให้ BOD มีค่าสูงกว่าปกติจนมีค่ามากกว่า COD โดยปกติ การวิเคราะห์ BOD เป็นการวัดปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการทำออกซิเดชั่นของสารอินทรีย์คาร์บอนให้กลายเป็น CO<sub>2</sub> แต่ถ้ามีแอมโมเนียอยู่ในน้ำปริมาณที่มีนัยสำคัญและมีแบคทีเรียที่เหมาะสม ออกซิเจนจะถูกใช้ในการออกซิไดซ์ แอมโมเนียให้กลายเป็นไนเตรทหรือไนไตรท์ (ปฏิกิริยาไนตรีฟิเคชั่น) ในกรณีเช่นนี้ ความต้องการออกซิเจนจึงเป็นไปเพื่อจุดประสงค์ 2 อย่าง คือ ออกซิเดชั่นของคาร์บอนและออกซิเดชั่นของแอมโมเนีย BOD ที่ได้จึงสูงกว่าปกติ และมีโอกาสสูงกว่า COD ได้

### ปริมาณของแข็งในน้ำ

ของแข็ง (Solids) ในน้ำ หมายถึง สารต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำทั้งที่มองเห็นและมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าของแข็ง หรือ Solids แบ่งได้เป็นหลายชนิด คือ

1. Total Dissolved Solids (TDS) หมายถึง ของแข็งละลายน้ำซึ่งมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า

## 2. Suspended Solids (SS) ของแข็งแขวนลอยในน้ำ

\* Suspended solids – ของแข็งแขวนลอย : ของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำหรือน้ำเสียและสามารถกำจัดได้โดยการกรอง ใน standard methods for the examination of water and waste water หมายถึง ของเหลือที่ไม่ผ่านกรอง (nonfilterable residues)

\* Suspended matter – สารแขวนลอย : ของแข็งที่แขวนลอยในน้ำ น้ำเสีย หรือน้ำทิ้ง ; ของแข็งที่แขวนลอยซึ่งสามารถกำจัดได้ง่ายโดยวิธีการกรองแบบมาตรฐานในห้องทดลอง

\* SV – เอสวี : อักษรย่อของคำว่า sludge volume เช่น SV30, SB60 ตัวเลขหมายถึง จำนวนนาฬิกาที่ปล่อยให้ตะกอนจมนตัว

## 3. Total Solids (TS) หมายถึง ของแข็งทั้งหมดพารามิเตอร์ตัวนี้แสดงถึงสารต่าง ๆ ทุกชนิดที่มีอยู่ในน้ำ ดังนั้นสิ่งที่มีอยู่ในน้ำทั้งมีมองเห็นและมองไม่เห็นจะวัดได้ในรูปของ TS

$$TS = TDS + SS$$

## 4. Settleable Solids หมายถึง ของแข็งที่ตกตะกอนได้ พารามิเตอร์ตัวนี้วัดโดยเอาตัวอย่างน้ำที่มีของแข็งแขวนลอยตกตะกอนในกรวย Im Hoff Cone เป็นเวลา 30 นาที และวัดตัวของแข็งที่ตกตะกอนอยู่กับกรวย

: Settleable Solids จะเป็นส่วนหนึ่งของ SS

### ความสำคัญของการหาค่าของแข็ง

การหาปริมาณของแข็งในน้ำเสีย ค่าของแข็งจะใช้บอกกำลังความเข้มข้นของน้ำเสียได้เป็นอย่างดี

1. ค่า TS สามารถใช้ตรวจการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของน้ำเสีย ซึ่งมีผลต่อการตกตะกอน เพราะน้ำที่มีค่าของแข็งทั้งหมดสูงเมื่อเกิดการแตกตัวของแร่ธาตุ (Mineralized) จะได้เกลือแร่ต่าง ๆ มากซึ่งทำให้ความหนาแน่นของน้ำเสียสูงขึ้นตกตะกอนได้ยากขึ้น
2. Suspended Solids เป็นตัวที่บอกถึงความสกปรกของน้ำเสียนั้น ตลอดจนบอกถึงประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นการหาค่า Suspended Solids จึงมีความสำคัญเท่า ๆ กับ BOD การหาค่า Suspended Solids เกิดข้อผิดพลาดได้ง่ายถ้าใช้ตัวอย่างน้อย

### คำศัพท์ :

\* Dissolved oxygen (DO) : ค่าออกซิเจนละลาย ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ น้ำเสีย หรือของเหลวอื่น ๆ วัดเป็น mg/L

\* Oxidation ditch : คลองวนเวียน, คูวนเวียน ระบบเอเอส ที่เติมอากาศมีลักษณะเป็นวงรีมีเกาะกั้นกลาง น้ำที่ถูกบำบัดไหลเวียนวนอยู่ในถัง และใช้เครื่องเติมอากาศ

**Ref :** \* ศัพท์บัญญัติและนิยามสิ่งแวดล้อมน้ำโดยกรมควบคุมมลพิษและสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย พิมพ์ครั้งที่ 2 พ.ศ. 2538