

## คำนำ

กฎหมายได้กำหนดให้กิจการบางประเภทเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษ ซึ่งมีหน้าที่ต้องควบคุมไม่ให้ปล่อยมลพิษเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด แต่อย่างไรก็ตามผู้ประกอบการหลายรายยังขาดความรู้ในการจัดการมลพิษ

คู่มือฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในการบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นให้แก่แหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำ และเพื่อเป็นแนวทางในการตรวจสอบปัญหาน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียด้วยตนเอง เนื้อหากล่าวถึง ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย แหล่งที่มาและคุณสมบัติของน้ำเสีย การตรวจสอบสภาพระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น และการวิเคราะห์สาเหตุและแนวทางการแก้ไขเบื้องต้นเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจหลักการบำบัดน้ำเสีย ที่มา และแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นเกี่ยวกับน้ำทิ้งเกินค่ามาตรฐาน

ท้ายนี้ คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการหรือผู้สนใจทั่วไปจะได้รับประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ของคู่มือต่อไป

กรมควบคุมมลพิษ

สิงหาคม ๒๕๕๘

คู่มือความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น  
และการตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสียด้วยตนเอง

## สารบัญ

บทนำ	๑
บทที่ ๑ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย	๒
บทที่ ๒ แหล่งที่มาและคุณสมบัติของน้ำเสีย	๒๗
บทที่ ๓ การตรวจสอบสภาพระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น	๓๒
บทที่ ๔ การวิเคราะห์สาเหตุและแนวทางการแก้ไขเบื้องต้น	๓๖

## บทนำ

กฎหมายได้กำหนดประเภทและขนาดกิจการที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษ ซึ่งจะต้องควบคุมการปล่อยน้ำทิ้งไม่ให้เกินค่ามาตรฐานก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม เช่น โรงงานอุตสาหกรรม อาคารบางประเภทบางขนาด การเลี้ยงสุกร เป็นต้น

กิจการที่เข้าข่ายเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษจะต้องบำบัดน้ำเสียให้เป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด และบันทึกข้อมูลแสดงผลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียในแต่ละวัน ตามแบบ ทส. ๑ และรายงานผลในแต่ละเดือนตามแบบ ทส. ๒ ตามกฎกระทรวงกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และแบบการเก็บสถิติและข้อมูล การจัดทำบันทึกรายละเอียด และรายงานสรุปผลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย พ.ศ. ๒๕๕๕

หากน้ำทิ้งไม่ผ่านตามมาตรฐานที่กำหนด เจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษมีหน้าที่ต้องปรับปรุง แก้ไข ซ่อมแซม หรือเปลี่ยนแปลงระบบบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพเพียงพอและเป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด



## บทที่ ๑ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

๑. การบำบัดขั้นต้น (Preliminary Treatment) และการบำบัดเบื้องต้น (Primary Treatment) เป็นขั้นตอนทางกายภาพในการแยกสิ่งสกปรกที่มีขนาดใหญ่ ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำ โดยใช้ตะแกรง (Screens) และจะถูกนำมาตกตะกอนในถังตกตะกอน ซึ่ง เรียกว่า Primary Sludge เพื่อป้องกันการอุดตัน ความเสียหายของเครื่องสูบนอกจากนี้อาจมีถังดักไขมันเพื่อลดปริมาณไขมันในน้ำเสีย การบำบัดในขั้นนี้ช่วยกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ ๕๐ - ๗๐ และลดค่า BOD ได้ประมาณ ๒๕-๔๐% แล้วแต่คุณลักษณะของน้ำทิ้งและประสิทธิภาพของถังตกตะกอน

๒. ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง (Secondary Treatment) เป็นการลดความสกปรกของน้ำเสียโดยวิธีทางเคมีหรือชีวภาพ โดยขึ้นกับลักษณะน้ำเสียที่เกิดขึ้น

๓. ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นสูง (Advance Treatment หรือ Tertiary Treatment) เป็นกระบวนการกำจัดสารอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) สี สารแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก และอื่นๆ ที่ไม่สามารถกำจัดโดยกระบวนการบำบัดขั้นที่สอง การบำบัดในขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดียิ่งขึ้น หรือนำกลับมาใช้ใหม่



ในที่นี้จะอธิบายถึงระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้นและขั้นที่สองซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้ทั่วไปในแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทต่างๆ

## ๑. ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้น

### ๑.๑. ตะแกรง

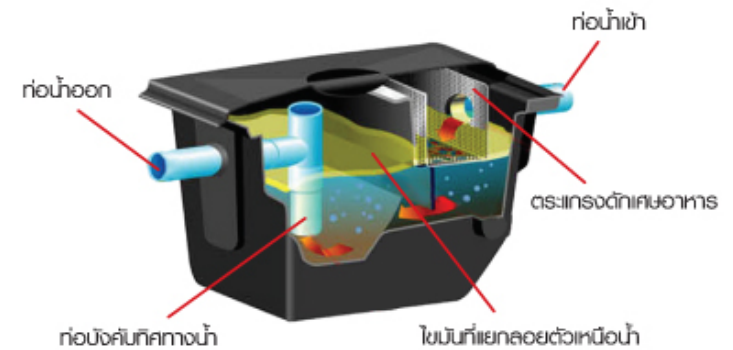
ตะแกรงมีไว้ใช้ในการดักเศษขยะต่างๆ จากน้ำเสีย เช่น เศษไม้ เศษกระดาษ เศษพลาสติก เป็นต้น มีประโยชน์ในการช่วยเสริมประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย และป้องกันความเสียหายที่มีต่อเครื่องจักรกลต่างๆ เช่น เครื่องสูบน้ำ เครื่องเติมอากาศ เป็นต้น ตะแกรงมีอยู่ด้วยกัน ๒ แบบ คือ

- ตะแกรงหยาบ ซึ่งมีช่องว่างระหว่างแท่งเหล็กตั้งแต่ ๒๕ มม.ขึ้นไป
- ตะแกรงละเอียด มีช่องว่างระหว่าง ๒ ถึง ๖ มม.



### ๑.๒. บ่อดักไขมัน

เป็นอุปกรณ์สำหรับแยกไขมันไม่ให้ไหลปนไปกับน้ำทิ้ง เป็นการช่วยรักษาสภาพน้ำในขั้นต้น ก่อนปล่อยไปยังระบบบำบัดขั้นถัดไป ถึงดักไขมันประกอบด้วยส่วนกักเก็บน้ำเพื่อให้ไขมันและไขมันลอยตัวโดยเป็นแพ่งกันและมีพื้นที่สำหรับกักเก็บน้ำเสีย ในส่วนนี้ต้องออกแบบให้มีระยะเวลาพอเหมาะเพื่อให้ไขมันและไขมันลอยตัวขึ้นบนผิวน้ำ เพื่อให้สามารถทำการดักน้ำมันและไขมันออกไปทำลาย โดยมีหลักการทำงานคือให้น้ำเสียไหลผ่านตะแกรงดักเศษอาหารซึ่งทำหน้าที่แยกเศษอาหาร แล้วน้ำเสียจะไหลต่อไปยังส่วนดักไขมัน โดยน้ำมันและไขมันที่แยกตัวออกจากน้ำเสียจะลอยขึ้นเป็นชั้นเหนือผิวน้ำ ซึ่งเราต้องช้อนดักน้ำมันและไขมันส่วนนี้ออกไปทิ้ง ส่วนน้ำที่อยู่ใต้ชั้นไขมันจะไหลสู่ท่อระบายน้ำทิ้ง



- หลักเกณฑ์ในการออกแบบถังดักไขมัน
  - ใช้การควบคุมอัตราการไหลเข้าของน้ำเสียให้มีความสม่ำเสมอ ซึ่งจะไม่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำแห้งหรือน้ำล้นถัง

- ระยะเวลาในการเก็บกักน้ำเสียไม่ต่ำกว่า ๖ ชั่วโมง
  - อัตราส่วนความกว้างต่อความยาวของถังดักไขมันที่ ๑ : ๑.๘
- คำนวณหาปริมาณถังดักไขมันได้ดังนี้

$$V = Q_{\max} \times t$$

เมื่อ  $V$  = ปริมาตรถังดักไขมัน

$$Q_{\max} = \text{อัตราการไหลของน้ำเสียสูงสุด}$$

$$t = \text{ระยะเวลากักพัก (ชั่วโมง)}$$

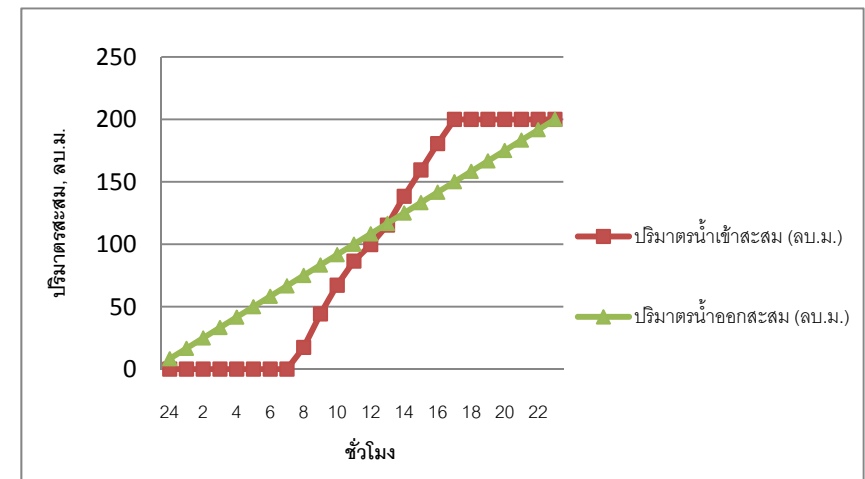
### ๑.๓. ถังควบคุมการไหล (Equalization Tank, EQ Tank)

เป็นบ่อสำหรับรวบรวมน้ำเสีย มีหน้าที่เป็นบ่อพักน้ำเสีย ปรับอัตราการไหลของน้ำเสียและปรับความเข้มข้นของน้ำเสียให้สม่ำเสมอ ก่อนที่จะส่งน้ำเสียไปบำบัดขั้นต่อไป โดยมีส่วนช่วยป้องกัน Shock Load หรือการมีปริมาณสารอาหารมากเกินไปอย่างกะทันหัน ซึ่งอาจทำให้ระบบล้มเหลวได้ ในถัง EQ จะมีการทำปฏิกิริยา ซึ่งผู้ออกแบบระบบอาจเติมอากาศเพื่อไม่ให้เกิดการหมักในสภาวะไร้อากาศและป้องกันกลิ่นเหม็น ถัง EQ มีความสำคัญในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานมาก เนื่องจากใช้ในการปรับค่า pH ที่อาจมีค่าที่ไม่สม่ำเสมอในน้ำเสียเข้าระบบ

- การออกแบบถัง EQ
  - ลักษณะของถัง EQ จะมีด้านข้างลาดเอียง (Sloping Sides) เพื่อป้องกันความดันน้ำขณะมีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในถัง
  - การหาปริมาณถัง EQ สามารถหาได้จากกราฟแสดงอัตราการไหลต่อเวลา โดยจะมีค่าเท่ากับอัตราไหลเฉลี่ยคูณเวลา อัตรา

ไหลที่มากกว่าอัตราไหลเฉลี่ยจะเป็นปริมาตรที่ถัง EQ ต้องสามารถรองรับได้

- การเก็บน้ำไม่ควรรวมกับปริมาณน้ำฝนเพราะจะทำให้ระบบใหญ่เกินไป หากหลีกเลี่ยงไม่ได้ควรออกแบบเพื่อไว้
- บ่อ EQ tank ควรมีการออกแบบเพื่อรองรับน้ำท่วม หรือสารพิษปนเปื้อน เพื่อป้องกันระบบล้มเหลว



การคำนวณหาขนาดถัง EQ

$$V = Q \times t$$

ปริมาตร = อัตราการไหลเฉลี่ย x เวลา

## ๒. ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง

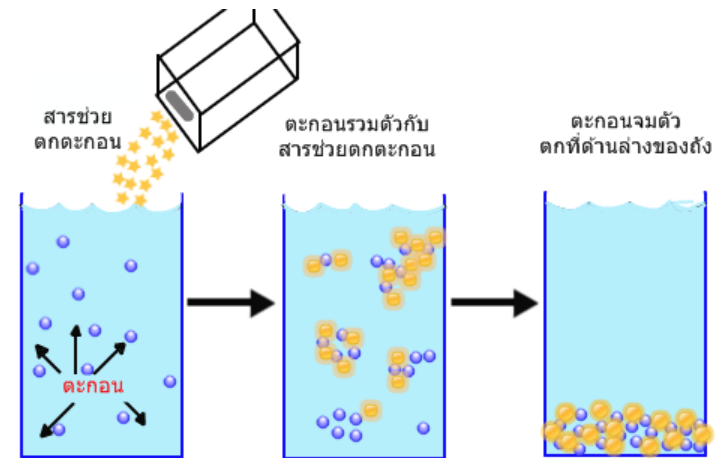
### ๒.๑. ระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมี

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีเคมีมีหลายรูปแบบให้เลือก เพราะรูปแบบหนึ่งอาจเหมาะกับการบำบัดสารเคมีกลุ่มหนึ่ง แต่อาจไม่เหมาะสมกับสารเคมีอีกกลุ่มหนึ่ง ผู้ใช้จึงต้องรู้จักเลือกให้เหมาะสมและได้ประสิทธิภาพ การบำบัดที่ต้องการ ระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีมีดังนี้

#### ๒.๑.๑. การตกตะกอนโดยใช้สารเคมี (Coagulation)

เป็นการใช้สารเคมีช่วยตกตะกอนโดยให้เติมสารเคมี (Coagulant) ลงไป เพื่อเปลี่ยนสถานะทางกายภาพของของแข็งแขวนลอยที่มีขนาดเล็กให้รวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้นเรียกกระบวนการดังกล่าวว่า Flocculation

น้ำเสียที่มีสารแขวนลอยที่มีประจุลบ เช่น ดินเหนียว ไม่สามารถจะตกตะกอนเองได้ จำเป็นที่จะต้องหาสารเคมีที่มีประจุบวกเติมลงไปเพื่อทำให้เกิดความเป็นกลาง กวนให้เกิดการรวมตัวจนได้ตะกอนใหญ่ขึ้นและตกลงมายังก้นถังได้ สารเคมีที่มีประจุบวกเป็นจำนวนมาก ได้แก่ สารส้ม และเกลือเหล็ก แต่ที่นิยมใช้กันคือ สารส้ม เพราะมีราคาถูก แต่ตะกอนที่ตกด้วยสารส้มจะเบารีดน้ำออกยากกว่าตะกอนที่เกิดจากเกลือเหล็ก ในบางกรณีอาจต้องใช้สารส้มปริมาณสูง จึงจะเกิดผลตามต้องการ ทำให้มีราคาแพงกว่าการใช้เกลือเหล็กซึ่งให้ผลเช่นเดียวกัน เช่น การกำจัดสีจากโรงงานฟอกย้อม หากใช้สารส้มจะใช้ปริมาณสูงถึง ๖๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปลี่ยนมาใช้เกลือเหล็กปริมาณความต้องการเพียง ๑๓ มิลลิกรัมต่อลิตรก็สามารถลดสีจนได้มาตรฐานน้ำทิ้ง (๓๐๐ ADMI) ตามต้องการ เมื่อคิดเป็นค่าใช้จ่ายในการใช้สารส้มจะสูงเกือบเป็น ๑๐ เท่าของเกลือเหล็ก



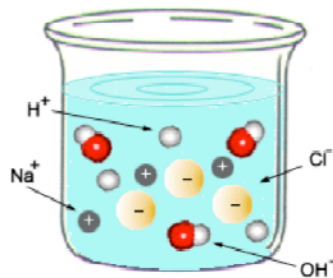
สำหรับตะกอนที่ตกลงมาหากเป็นพวกโลหะหนักที่เป็นอันตรายจะต้องนำไปกำจัด มิฉะนั้นแล้วจะเกิดอันตรายต่อระบบนิเวศได้ สำหรับสารละลายอินทรีย์บางประเภท อาจกำจัดออกได้ด้วยวิธีเคมีหากปรับสภาพให้เกิดปฏิกิริยาได้อย่างเหมาะสม และมีราคาถูกกว่าระบบชีวภาพมาก เพราะใช้พลังงานน้อยกว่า ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้รวดเร็วกว่า และปริมาณพื้นที่ที่ต้องการใช้น้อยกว่าอีกด้วย

ตัวอย่างกระบวนการกำจัดสีจากโรงฟอกย้อม ก่อนดำเนินการจะต้องหาปริมาณความเหมาะสมของเกลือเหล็ก (Optimum Dose) กับน้ำเสียที่ต้องการบำบัดก่อน ด้วยเครื่อง Jar Test เมื่อดำเนินการจริงจะได้ปริมาณเกลือเหล็กลงไปปริมาณที่พอดีกับความเข้มข้นของสีที่จะต้องกำจัดออก ขั้นตอนในการกำจัดสีขั้นแรกจะต้องส่งน้ำเสียเข้ามายังถังปรับสภาพ ในถังนี้จะปรับสภาพความเป็นกรดและด่างให้เหมาะสม แล้วเติมเกลือเหล็กลงไป จากนั้นกวนให้สารเคมีกระจายและทำปฏิกิริยากันจนกระทั่งสมบูรณ์จึงส่งผ่านมายังถังตกตะกอน ตะกอนที่ตกลงมาจะผ่าน

มายังลานตากจนแห้ง แล้วนำไปฝังกลบต่อไปส่วนน้ำทิ้งที่ออกมายังไม่ได้มาตรฐานเนื่องจากยังมีสารอินทรีย์อยู่ ควรส่งไปบำบัดด้วยระบบชีวภาพ เช่น ระบบเลี้ยงตะกอนต่อไปจนได้น้ำทิ้งสุดท้ายตรงกับมาตรฐานที่กำหนดไว้

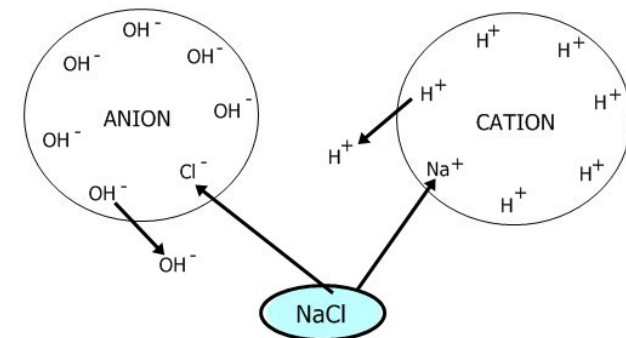
### ๒.๑.๒. การทำให้เป็นกลาง (Neutralization)

เป็นการปรับสภาพความเป็นกรด - ด่าง หรือพีเอชให้อยู่ในสภาพที่เป็นกลาง เพื่อให้เกิดความเหมาะสมที่จะนำไปบำบัดน้ำเสียในขั้นอื่นต่อไป โดยเฉพาะกระบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพซึ่งต้องการน้ำเสียที่มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง ๖.๕-๘.๕ แต่ก่อนที่จะปล่อยน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดดีแล้วลงสู่ธรรมชาติ ต้องปรับสภาพพีเอชอยู่ในช่วง ๕-๙ ถ้าพีเอชต่ำจะต้องปรับสภาพด้วยด่าง ด่างที่นิยมนำมาใช้คือ โซดาไฟ (NaOH) ปูนขาว (CaO) หรือ แอมโมเนีย (NH<sub>3</sub>) เป็นต้น และถ้าน้ำเสียมีค่าพีเอชสูงต้องทำการปรับสภาพพีเอชให้เป็นกลางโดยใช้กรด กรดที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่ กรดกำมะถัน (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) กรดเกลือ (HCL) หรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>)



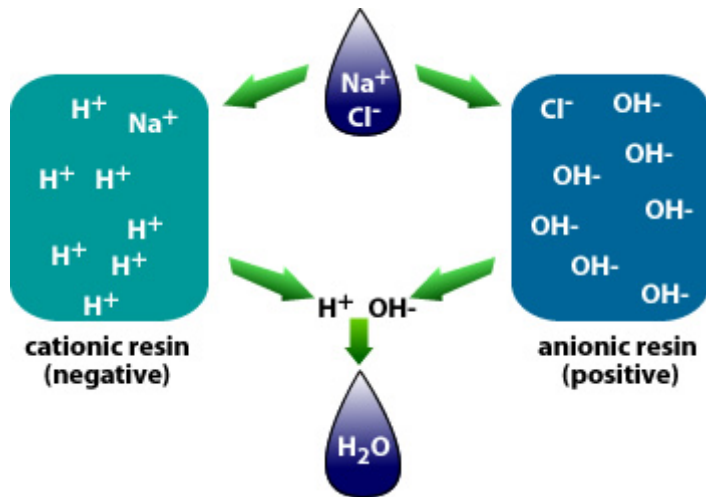
### ๒.๑.๓. การแลกเปลี่ยน (Ion Exchange)

การค้นพบสารสังเคราะห์ประเภทเรซิน (Synthetic Resin) ซึ่งมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนได้ดี นับได้ว่ามีประโยชน์ต่อการทำน้ำสะอาดและการบำบัดน้ำเสีย โดยเฉพาะการกำจัดเอาพวกโลหะหนัก เช่น เหล็กและโครเมียม หรือพวกสารอาหาร เช่น ไนโตรเจน แอมโมเนีย และฟอสเฟต ออกจากน้ำทิ้ง และป้องกันไม่ให้อาหารเกิดขึ้นมากเกินไป นอกจากนี้สารอาหารที่ถูกเรซินจับไว้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก ส่วนตัวเรซินสังเคราะห์เมื่อใช้งานหมดประสิทธิภาพแล้ว นำกลับมาปรับคืนสภาพ (Regenerate) ด้วยกรดเกลือ (HCl) หรือเกลือแกง (NaCl) แล้วนำมาใช้ใหม่ได้ การปรับคืนสภาพสามารถทำได้หลายครั้งมาก ทำให้อายุการใช้งานของเรซินนานถึง ๓-๔ ปี บางชนิดอาจมีอายุมากกว่านั้นก็เป็นได้ หากถูกสังเคราะห์มาด้วยวัสดุที่แข็งแรง



เรซินสังเคราะห์มีหลายชนิด ชนิดที่เป็นกรดจะเป็นกรดแก่หรือกรดอ่อนที่นำมาแลกเปลี่ยนกับประจุบวก เมื่อประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนประจุหมดลง ก็นำมาปรับคืนสภาพด้วยเกลือแกงหรือกรดเกลือ ส่วนเรซิน

ที่เป็นต่างจะเป็นต่างแก่หรือต่างอ่อน นำมาแลกเปลี่ยนกับประจุลบ และสามารถปรับฟื้นคืนสภาพด้วยโซดาไฟหรือสารละลายแอมโมเนียตามคุณสมบัติของเรซินที่นำมาใช้ เรซินแต่ละตัวจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป แม้ว่าจะอยู่กลุ่มเดียวกันก็ตาม คุณสมบัติของมันจะถูกกำหนดไว้เพื่อให้ผู้ใช้เลือกใช้อย่างถูกต้องว่า เรซินตัวนั้นมีความสามารถแลกเปลี่ยนประจุได้มากน้อยเพียงใด จับสารอะไรได้ดี ปรับคืนสภาพอย่างไร เมื่อไม่สามารถปรับคืนสภาพแล้วจะต้องเผาทิ้งที่อุณหภูมิเท่าใดจึงไม่เกิดปัญหากับสิ่งแวดล้อม เป็นต้น



การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีแลกเปลี่ยนประจุได้ผลรวดเร็ว ใช้พื้นที่น้อย ประสิทธิภาพสูง อาจได้ผลพลอยได้นำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ใหม่ เช่น การบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการเคลือบผิวด้วยโครเมียม น้ำเสียจะเป็นพวกกรดโครมิกที่ไม่บริสุทธิ์ ผ่านเข้ามายังเรซินเปลี่ยนประจุบวก แล้วจะได้กรดโครมิกที่บริสุทธิ์ออกมา เป็นต้น

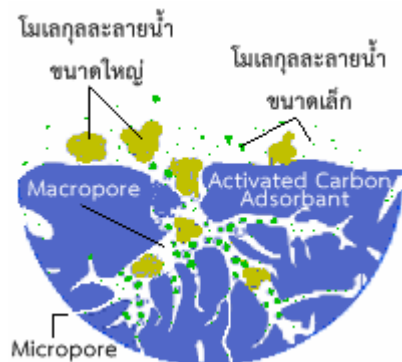
#### ๒.๑.๔. การดูดซับด้วยผงถ่าน (Carbon Adsorption)

การดูดซับด้วยผงถ่านเป็นกระบวนการที่ใช้ผงถ่านดูดซับเอาสารเคมี (สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์) บางชนิดที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย หลังจากแยกเอาผงถ่านออกแล้วจะได้น้ำทิ้งที่ได้มาตรฐานระบายออกจากโรงงานได้

ผงถ่านที่นำมาดูดซับสี สารอินทรีย์ หรือสารอนินทรีย์ เป็นผงถ่านที่มีขนาดเล็ก ๐.๑ มิลลิเมตรผ่านการเผาในเตาที่มีออกซิเจนจนร้อนแดงเพื่อไล่สารพวกไฮโดรคาร์บอน แล้วนำมาแอกติเวท (Activate) ด้วยก๊าซ (Oxidizing Gas) จนโครงสร้างพรุนไปทั่ว จากนั้นนำมาแยกขนาด ผงถ่านพวกนี้เมื่อนำมาใช้คล้ายวัสดุกรองในถังกรอง โดยปล่อยให้ น้ำเสียที่ต้องการกำจัดไหลผ่านถังกรองถ่านช้าๆ เพื่อให้เกิดการดูดซับได้เต็มที่ น้ำที่ผ่านการกรองนี้แล้วจะระบายทิ้งหรือนำกลับมาใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ ส่วนตัวผงถ่านที่หมดประสิทธิภาพการดูดซับแล้ว สามารถนำกลับมาล้างด้วยสารเคมีเพื่อปรับคืนสภาพ แล้วนำมาใช้ใหม่ได้ ทำซ้ำ ๆ เช่นนี้ไปจนกว่าผงถ่านนั้นจะหมดสภาพไปจริง ๆ ในกรณีนี้ใช้ได้กับการดูดซับที่ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีติดแน่นกับผงถ่าน หากในระหว่างการกรองหรือดูดซับเกิดปฏิกิริยาเคมีติดแน่นกับผงถ่านก็ไม่สามารถนำมาปรับคืนสภาพได้ต้องนำไปกำจัดด้วยการเผาต่อไป

ปัญหาที่พบบ่อยในการดูดซับก็คือ ปัญหาของพื้นผิวนอกสุดตันจนปิดช่องว่างระหว่างเม็ดถ่านทำให้น้ำเสียไหลผ่านลงไปได้ไม่หมด จำเป็นต้องล้างสิ่งสกปรกเหล่านั้นออกแบบเดียวกับการล้างทรายกรอง





การตรวจสอบเพื่อหาปริมาณผงถ่านที่เหมาะสมต่อการดูดซับตลอดจนหาจำนวนครั้งที่นำผงถ่านนั้นกลับมาใช้ซ้ำ สามารถทำได้ในห้องทดลองโดยใช้หลักการของไอโซเทอม (Isothem) ข้อมูลที่ได้จากการทำไอโซเทอมสามารถนำมาหาคำตอบที่ต้องการได้ เราจะทราบได้ว่า ๑ หน่วยน้ำหนักของผงถ่านจะดูดซับสารชนิดนั้น ๆ ได้เท่าไร เป็นต้น

#### ๒.๑.๕. การทำลายเชื้อโรค (Disinfection)

การทำลายเชื้อโรคในน้ำเสียเป็นการทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคโดยใช้เคมีหรือสารอื่น ๆ โดยมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคมาสู่คนและเพื่อทำลายห่วงโซ่ของเชื้อโรคและการติดเชื้อมาก่อนที่จะถูกปล่อยลงแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดเชื้อโรค ได้แก่ คลอรีน และสารประกอบคลอรีน โบรมีน ไอโอดีน โอโซน ฟีนอลและสารประกอบของฟีนอล แอลกอฮอล์ เป็นต้น ซึ่งคลอรีนเป็นสารเคมีที่นิยมใช้มาก

## ๒.๒. ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ

ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพเหมาะกับน้ำเสียชุมชนหรือน้ำเสียจากการเกษตร และน้ำเสียจากโรงงานที่มีสารอินทรีย์สูง ในกรณีนี้จะกล่าวถึงการบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง แบบชีวภาพ โดยแบ่งเป็น ๒ ประเภทตามชนิดแบคทีเรีย ดังนี้

### ๒.๒.๑. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ (Aerobic Process)

จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียที่ใช้อากาศ ดังนั้นต้องมีการเติมอากาศตลอดเวลา ระบบที่นิยมใช้ ได้แก่ ระบบแอกติเวตเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge, AS) บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon, AL) และระบบบึงประดิษฐ์ (Wetland) เป็นต้น

#### หลักการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ

เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยจุลินทรีย์กลุ่มที่ต้องอาศัยออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) หรือ ออกซิเจนอิสระ ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ปฏิกริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียกลุ่มที่ใช้อากาศ (Aerobic Bacteria) สามารถจำแนกได้เป็น ๒ ขั้นตอนตามลำดับดังนี้ คือ

ขั้นตอนที่ ๑ : เป็นกระบวนการนำสารอินทรีย์หรือสารอาหารเข้าไปในเซลล์ โดยจุลินทรีย์จะส่งเอนไซม์ (Enzyme) ออกมาย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มาเกาะติดที่ผนังเซลล์เพื่อเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสารโมเลกุลเล็กที่จะสามารถซึมผ่านเข้าไปในเซลล์ของจุลินทรีย์ได้

ขั้นตอนที่ ๒ : เป็นกระบวนการทางชีวเคมีภายในเซลล์จุลินทรีย์ เพื่อที่จะผลิตพลังงานไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ และการสร้างเซลล์ใหม่ โดยเขียนอยู่ในรูปของสมการโดยรวมได้ ดังนี้

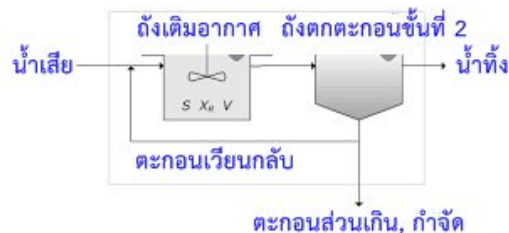
สารอินทรีย์ + N + P -----> เซลล์ใหม่ + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + พลังงาน

เมื่อสารอินทรีย์ในน้ำเสียถูกเปลี่ยนรูปมาเป็นจุลินทรีย์เซลล์ใหม่ จะรวมตัวกันเป็นฟล็อก (Biological Flocculation) ก็จะมีน้ำหนักมากขึ้น และแยกออกจากน้ำเสียได้ง่ายด้วยการตกตะกอน

ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศมีดังนี้

๑) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเตดสลัดจ์หรือ AS สามารถแบ่งได้เป็น ๔ แบบ ได้แก่

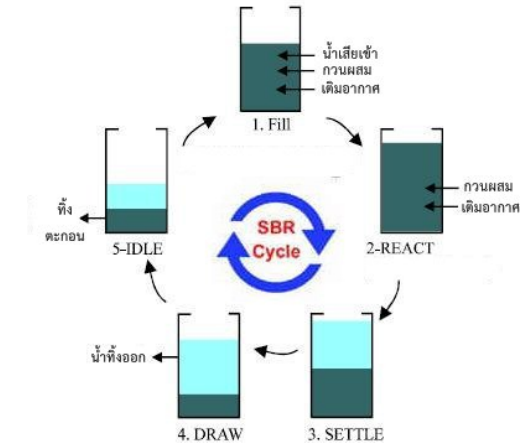
- ระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mixed Activated Sludge: CMAS) มีลักษณะสำคัญคือ จะต้องมีการเติมอากาศที่สามารถกวนให้น้ำและสลัดจ์ที่อยู่ในถังผสมเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั่วทั้งถัง และมีการเวียนตะกอนจากถังตกตะกอนย้อนกลับมาที่ถังเติมอากาศ เพื่อเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์



- ระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์แบบปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Activated Sludge, CSAS) ลักษณะสำคัญคือ จะแบ่งถังเติมอากาศออกเป็น ๒ ถังอิสระจากกัน ได้แก่ ถังสัมผัส (Contact Tank) และถังย่อยสลาย (Stabilization Tank) โดยตะกอนที่สุบมาจากถังตกตะกอนชั้นที่ ๒ จะถูกส่งมาเติมอากาศอีกครั้งในถังย่อยสลาย จากนั้นตะกอนจะถูกส่งมาสัมผัสกับน้ำเสียในถังสัมผัส (Contact Tank) เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ในถังสัมผัสนี้ความเข้มข้นของสลัดจ์จะลดลงตามปริมาณน้ำเสียที่ผสมเข้ามาใหม่ น้ำเสียที่ถูกบำบัดแล้วจะไหลไปยังถังตกตะกอนชั้นที่ ๒ เพื่อแยกส่วนตะกอนกับส่วนน้ำในถังต่อไป
- ระบบคลองงานเวียน (Oxidation Ditch, OD) ลักษณะสำคัญ คือ รูปแบบของถังเติมอากาศจะมีลักษณะเป็นวงรีหรือวงกลม ทำให้น้ำไหลวนเวียนตามแนวยาว (Plug Flow) และรูปแบบการกวนที่ใช้เครื่องกลเติมอากาศตีน้ำในแนวนอน (Horizontal Surface Aerator) รูปแบบของถังเติมอากาศลักษณะนี้ จะทำให้เกิดสภาวะที่เรียกว่า แอน็อกซิก (Anoxic Zone) ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนละลายในน้ำ ทำให้ไนโตรทไนโตรเจน (NO<sub>3</sub>-N) ถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจน (N<sub>2</sub>) โดยแบคทีเรียจำพวกไนตริฟายอิงแบคทีเรีย (Nitrosomonas Spp. และ Nitrobacter Spp.) ทำให้ระบบสามารถบำบัดไนโตรเจนได้



- ระบบเอสปีอาร์ (Sequencing Batch Reactor, SBR) ลักษณะสำคัญ คือ เป็นระบบประเภทเติมเข้า-ถ่ายออก (Fill-and-Draw Activated Sludge) โดยมีขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียแตกต่างจากระบบตะกอนเร่งแบบอื่นๆ คือ การเติมอากาศ (Aeration) และการตกตะกอน (Sedimentation) จะดำเนินการเป็นไปตามลำดับ ภายในถังปฏิกรณ์เดียวกัน โดยการเดินระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสปีอาร์ ๑ รอบการทำงาน (Cycle) จะมี ๕ ช่วงตามลำดับ ดังนี้
  - ช่วงเติมน้ำเสีย (Fill) นำน้ำเสียเข้าระบบ
  - ช่วงทำปฏิกิริยา (React) เป็นการลดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (BOD)
  - ช่วงตกตะกอน (Settle) ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์ตกลงกันถึงปฏิกิริยา
  - ช่วงระบายน้ำทิ้ง (Draw) ระบายน้ำที่ผ่านการบำบัด
  - ช่วงพักระบบ (Idle) เพื่อซ่อมแซมหรือรอรับน้ำเสียใหม่



## ๒) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ ๓ รูปแบบ คือ บ่อแอนแอโรบิก (Anaerobic Pond) บ่อแฟคัลเททีฟ (Facultative Pond) บ่อแอโรบิก (Aerobic Pond) และหากมีบ่อหลายบ่อต่อเนื่องกัน บ่อสุดท้ายจะทำหน้าที่เป็นบ่อบ่ม (Maturation Pond) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม



### ข้อดี

สามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นน้ำเสียจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานผลิตอาหาร หรือน้ำเสียจากเกษตรกรรม เช่น น้ำเสียจากการเลี้ยงสุกร เป็นต้น การเดินระบบก็ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ดูแลรักษาง่าย ทนทานต่อการเพิ่มอย่างกะทันหัน (Shock Load) ของอัตรารับสารอินทรีย์ และอัตราการไหลได้ดี เนื่องจากมีระยะเวลาเก็บกักนาน และยังสามารถกำจัดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้มากกว่าวิธีการบำบัดแบบอื่นโดยไม่จำเป็นต้องฆ่าเชื้อโรค



### ข้อเสีย

ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างมาก ในกรณีที่ใช้บ่อแอนแอโรบิกอาจเกิดกลิ่นเหม็นได้ หากการออกแบบหรือควบคุมไม่ดีพอ นอกจากนี้น้ำทิ้งอาจมีปัญหาสาหร่ายปะปนอยู่มาก โดยเฉพาะจากบ่อแอโรบิก

#### ๓) ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon, AL)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (Aerator) ที่ติดตั้งแบบทุ่นลอยหรือยึดติดกับแท่นก็ได้ เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพียงพอ

### ข้อดี

ค่าลงทุนก่อสร้างต่ำประสิทธิภาพของระบบสูง สามารถรับการเพิ่มภาระมลพิษอย่างกะทันหัน (Shock Load) ได้ดี มีกากตะกอนและกลิ่นเหม็นเกิดขึ้นน้อย การดำเนินการและบำรุงรักษาง่าย สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม

### ข้อเสีย

มีค่าใช้จ่ายในส่วน of ค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องเติมอากาศ และค่าซ่อมบำรุงและดูแลรักษาเครื่องเติมอากาศ

### ๒.๒.๒. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic process)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้แบคทีเรียแบบไม่ใช้อากาศในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ระบบที่นิยมใช้ ได้แก่ ถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter, AF) ระบบคัฟเวอร์ลากูน (Covered Lagoon) ระบบฟิสิกซ์โดม (Fixed Dome) ระบบยูเอเอสบี (UASB: Upflow Anaerobic Sludge Blanket) เป็นต้น

#### หลักการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ

เป็นระบบที่ใช้แบคทีเรียแบบไม่ใช้อากาศในการบำบัดน้ำเสีย โดยจุลินทรีย์จะอาศัยสารประกอบอื่นเป็นตัวรับอิเล็กตรอนแทนออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) หรือออกซิเจนอิสระ กลไกการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศหรือออกซิเจน สามารถแบ่งได้เป็น ๔ ขั้นตอนตามลำดับดังนี้

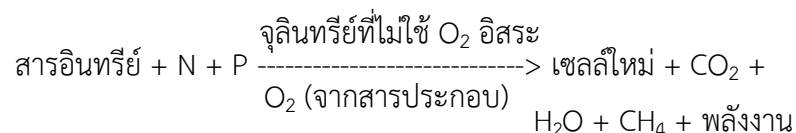
ขั้นตอนที่ ๑ : เป็นกระบวนการไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) โดยอาศัยเอนไซม์ (Enzyme) ที่ถูกส่งออกมาจากเซลล์ เพื่อเปลี่ยนสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ให้เป็นสารโมเลกุลเล็ก

ขั้นตอนที่ ๒ : เป็นกระบวนการสร้างกรด (Acidogenesis) โดยแบคทีเรียสร้างกรด ซึ่งจะเปลี่ยนผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสในขั้นตอนที่ ๑ ไปเป็นกรดไขมันระเหย (Volatile Fatty Acid; VFA)

ขั้นตอนที่ ๓ : เป็นกระบวนการสร้างกรดอะซิติกจากกรดไขมันระเหย (Acetogenesis) โดยแบคทีเรียกลุ่มอะซิโตเจนิก (Acetogenic Bacteria) จะเปลี่ยนกรดไขมันระเหย ไปเป็นผลผลิตสำคัญในการสร้างก๊าซ

มีเทน ได้แก่ กรดอะเซติก กรดฟอร์มิก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไฮโดรเจน

ขั้นตอนที่ ๔ : เป็นกระบวนการสร้างมีเทน (Methanogenesis) โดยผลผลิตที่ได้จากแบคทีเรียสร้างกรดในขั้นตอนที่ ๓ จะถูกเปลี่ยนไปเป็นก๊าซมีเทนโดยแบคทีเรียกลุ่มสร้างมีเทน (Methanogenic Bacteria) แบคทีเรียกลุ่มที่สร้างมีเทนนี้ แบ่งออกได้เป็น ๒ ชนิด ชนิดแรก คือ แบคทีเรียที่สร้างมีเทนจากคาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจน (Hydrogenotrophic Bacteria) โดยได้คาร์บอนมาจากคาร์บอนไดออกไซด์และได้พลังงานจากไฮโดรเจน ชนิดที่สอง คือ แบคทีเรียที่สร้างมีเทนจากกรดอะเซติก (Acetotrophic Bacteria) ซึ่งใช้อะเซเตตเป็นตัวรับอิเล็กตรอน และใช้ไฮโดรเจนเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการโดยรวมได้ ดังนี้





ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีดังนี้

#### ๑) บ่อหมัก (Anaerobic Pond)

ทำงานโดยอาศัยแบคทีเรียที่ลอยกระจายอยู่ในบ่อ แบคทีเรียในระบบมักจะมีชีวิตที่เข้มข้นต่ำทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายสารอินทรีย์นาน อยู่ระหว่าง ๕ - ๔๕ วัน ทำให้ต้องใช้พื้นที่บ่อขนาดใหญ่ และยากที่จะควบคุมแบคทีเรียให้มีปริมาณที่เหมาะสมได้ หากต้องการรวบรวมก๊าซชีวภาพมาใช้ต้องคลุมด้วยพลาสติก เช่น PVC หรือ HDPE หรือเรียกว่าระบบคัฟเวอร์ลาagoon (Covered Lagoon) ซึ่งเป็นระบบที่นิยมใช้ในฟาร์มสุกร

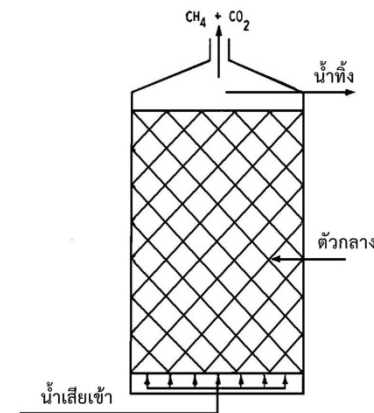


#### ๒) ถังหมัก (High Rate Anaerobic Contact)

ประกอบด้วยถังกวนผสม (Continuous Stirred Tank Reactor) และถังตกตะกอนขนาดใหญ่ ทำหน้าที่แยกแบคทีเรียออกจากน้ำเสีย เพื่อนำตะกอนจุลินทรีย์มาหมุนเวียนกลับเข้าถังกวนผสมใหม่ เพื่อรักษาปริมาณจุลินทรีย์ในระบบ

#### ๓) ระบบถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter, AF)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้จุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ได้ถูกพัฒนาให้มีความสามารถในการเก็บกักตะกอนจุลินทรีย์ได้ดีขึ้นกว่าถังหมัก โดยอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ที่ยึดเกาะกับตัวกลาง ระบบประกอบด้วย ตัวกลางที่มีพื้นที่ผิวและช่องว่างสูงเพื่อให้จุลินทรีย์ยึดเกาะ ทำให้จุลินทรีย์ไม่หลุดออกจากระบบ น้ำเสียจะไหลจากด้านล่างของถังกรองแล้วไหลขึ้นผ่านชั้นตะกอนแบคทีเรียแล้วระบายออกทางด้านบน แบคทีเรียที่ลอยตัวอยู่ในช่องว่างของตัวกลางจะรวมตัวกันเป็นกลุ่มมีความเข้มข้นประมาณ ๕,๐๐๐ - ๒๐,๐๐๐ มก./ล. เรียกว่า Floc Sludge ส่วนแบคทีเรียที่เกาะบนผิวตัวกลางจะหนาประมาณ ๑ - ๓ มม. เรียกว่า Fixed Film แต่ Fixed Film เกิดยากจะต้องมีเทคนิคการควบคุมที่พิเศษมากขึ้นจึงจะเกิดได้ และเมื่อเกิดแล้วก็สามารถหลุดออกไปได้ ระบบถังกรองไร้อากาศเป็นระบบที่สามารถรองรับความสกปรกของสารอินทรีย์ได้สูง ทนต่อความแปรปรวนของสารอินทรีย์ที่เข้ามาในระบบที่เพิ่มขึ้นได้ดี



UPFLOW ANAEROBIC FILTER



ตัวกลาง

#### ข้อดี

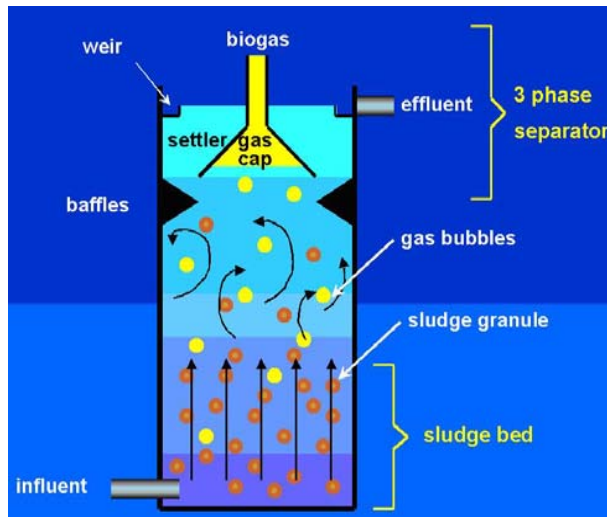
- ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเติมอากาศ ใช้พลังงานในการเดินระบบน้อย เป็นระบบที่ดูแลรักษาง่าย ทนต่อการเปลี่ยนแปลงภาระบรรทุกน้ำเสีย (BOD loading) ที่มีความเข้มข้นสูงได้ดี

#### ข้อเสีย

- หากไม่มีการแยกเศษขยะที่ปะปนไปกับน้ำเสีย อาจก่อให้เกิดการอุดตันของตัวกลางกรองและจะทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดลดลง
- ก๊าซชีวภาพที่ได้น้อยไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้งาน

#### ๔) ระบบ Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)

เป็นเทคโนโลยีชีวภาพแบบไร้ออกซิเจนที่ได้ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูง และมีค่าใช้จ่ายในการเดินระบบต่ำ จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งการผลิตก๊าซชีวภาพและบำบัดน้ำเสียพร้อมกัน เหมาะกับน้ำเสียที่มีความสกปรกสูง



#### ข้อดี

- ประสิทธิภาพในการบำบัด BOD สูงกว่าร้อยละ ๙๐
- น้ำเสียที่บำบัดแล้วสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้
- ประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพสูง
- ไม่ต้องอาศัยตัวกลางสำหรับให้จุลินทรีย์ยึดเกาะและการกวนผสมทำให้ลดค่าใช้จ่ายลงได้
- ช่วยลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมในเรื่องก๊าซเรือนกระจก และลดระดับกลิ่นรบกวนลงได้มาก

#### ข้อเสีย

- ความยุ่งยากและความซับซ้อนของการเริ่มต้นดำเนินระบบและการสร้างเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูง
- น้ำเสียที่ป้อนเข้าระบบควรมีสารแขวนลอยต่ำ
- การสร้างเม็ดตะกอนทำได้ยาก เนื่องจากต้องเลี้ยงแบคทีเรียให้จับตัวเป็นเม็ด มิฉะนั้นจะด้อยประสิทธิภาพ
- ต้องการระบบป้อนน้ำเสีย และ GSS ที่มีประสิทธิภาพสูง
- ควบคุมดูแลยาก เนื่องจากต้องรักษาตะกอนแบคทีเรียในระบบให้เหมาะสม และควบคุมการล้างออก (Wash Out) คือ เป็นสถานะที่ตะกอนแบคทีเรียหลุดออกจากระบบอย่างมาก
- ต้องการอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพที่เหมาะสม เพื่อช่วยในการกวนผสม
- ต้องใช้เวลาในการเดินระบบ (Start Up) ค่อนข้างนาน

## บทที่ ๒ แหล่งที่มาและคุณสมบัติของน้ำเสีย

### ๑. แหล่งที่มา

น้ำเสียมีที่มาจากแหล่งต่างๆ ได้แก่

- กระบวนการผลิต
- การล้างทำความสะอาด
- น้ำเสียจากห้องครัว น้ำเสียจะมีไขมันปะปนสูง
- น้ำเสียจากห้องน้ำห้องส้วม

### ๒. ปริมาณน้ำเสีย

ตรวจสอบปริมาณน้ำเสีย โดยดูจาก

- เครื่องมือวัดอัตราการไหล (Flow meter)
- คำนวณจากจำนวนผู้ใช้น้ำคูณอัตราการใช้น้ำต่อวัน หรือคำนวณจากร้อยละ ๘๐ ของปริมาณน้ำใช้หรือน้ำประปา
- คำนวณจาก ค่าอัตราการใช้น้ำต่อวันต่อหน่วย x หน่วยนับ เช่น อาคารชุดมีห้องพัก ๒๕๐ ห้อง มีผู้พักเฉลี่ย ๓ คนต่อห้อง อัตราการใช้น้ำต่อวันต่อคนเป็น ๒๐๐ ลิตร/คน/วัน จะมีปริมาณน้ำเสีย  $250 \times 3 \times 200 = 150,000$  ลิตร/วัน หรือ ๑๕๐ ลบ.ม./วัน

### ๓. คุณสมบัติของน้ำเสีย

คุณสมบัติของน้ำเสียสามารถบ่งบอกการปนเปื้อนของน้ำเสียได้ องค์ประกอบของน้ำเสียมีดังนี้

๓.๑ สารอินทรีย์ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เช่น เศษ ข้าว กว๋ยเตี๋ย น้ำแกง เศษใบตอง พืชผัก ซึ้นเนื้อ เป็นต้น ซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ทำให้ระดับออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) ลดลงเกิดสภาพเน่าเหม็นได้ ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำนิยมนวัดด้วยค่าบีโอดี (BOD) เมื่อค่าบีโอดีในน้ำสูง แสดงว่ามีสารอินทรีย์ปะปนอยู่มาก และสภาพเน่าเหม็นจะเกิดขึ้นได้ง่าย

๓.๒ สารอนินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุต่างๆ ที่อาจไม่ทำให้เกิดน้ำเน่าเหม็น แต่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ได้แก่ คลอไรด์ ซัลเฟต เป็นต้น

๓.๓ โลหะหนักและสารพิษ อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ และสามารถสะสมอยู่ในวงจรอาหารเกิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น พรอท โครเมียม ทองแดง ปกติจะอยู่ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชที่ปนมากับน้ำทิ้งจากการเกษตร สำหรับในเขตชุมชนอาจมีสารมลพิษนี้มาจากอุตสาหกรรมในครัวเรือนบางประเภท เช่น ร้านชุบโลหะ อู่ซ่อมรถ และน้ำเสียจากโรงพยาบาล เป็นต้น

๓.๔ น้ำมันและสารลอยน้ำต่างๆ เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสง และกีดขวางการกระจายของออกซิเจนจากอากาศลงสู่ผิวน้ำ นอกจากนั้นยังทำให้เกิดสภาพไม่น่าดู



**๓.๕ ของแข็ง** เมื่อจมตัวสู่ก้นลำน้ำทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนที่ท้องน้ำ ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน มีความขุ่นสูง มีผลกระทบต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำ

**๓.๖ สารก่อให้เกิดฟอง/สารชักฟอง** ได้แก่ ผงซักฟอก สบู่ ฟองจะกีดกันการกระจายของออกซิเจนในอากาศสู่ น้ำ และอาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

**๓.๗ จุลินทรีย์** นอกจากนี้จุลินทรีย์บางชนิดอาจเป็นเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งแบ่งได้เป็น ๔ ชนิด คือ แบคทีเรีย ไวรัส โปรโตซัว และพยาธิ โดยมีสาเหตุมาจากสิ่งขับถ่ายของมนุษย์ที่ปะปนมากับน้ำเสีย เช่น จุลินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงพยาบาล หรือจากห้องสุขา เป็นต้น

**๓.๘ ธาตุอาหาร** ได้แก่ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เมื่อมีปริมาณสูงจะทำให้เกิดการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วของสาหร่าย (*Algae Bloom*) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญทำให้ระดับออกซิเจนในน้ำลดลงต่ำมากในช่วงกลางคืน อีกทั้งยังทำให้เกิดวัชพืชน้ำ ซึ่งเป็นปัญหาแก่การสัญจรทางน้ำ

**๓.๙ กลิ่น** เกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน

การวิเคราะห์น้ำเสีย สามารถตรวจวัดจากพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

- **พีเอช (pH)** เป็นค่าที่บอกถึงความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเสีย โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตในน้ำหรือจุลินทรีย์ในถังบำบัดจะดำรงชีพได้ดีในสภาพเป็นกลาง คือ pH ประมาณ ๖-๘

- **บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand)** เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ถ้าค่าบีโอดีสูง แสดงว่าความต้องการออกซิเจนสูง นั่นคือมีความสกปรกหรือสารอินทรีย์ในน้ำมาก

- **ปริมาณของแข็ง (Solids)** หมายถึงปริมาณสารต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำเสีย ทั้งในลักษณะที่ไม่ละลายน้ำและที่ละลายน้ำ (Dissolved Solids) ของแข็งบางชนิดมีน้ำหนักเบาและแขวนลอยอยู่ในน้ำ (Suspended Solids) บางชนิดหนักและจมตัวลงเบื้องล่าง (Settleable Solids) ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำนี้อาจสร้างปัญหาในการอุดตันเครื่องเติมอากาศ และถ้าปล่อยทิ้งในปริมาณมากจะทำให้เกิดความสกปรกและตื้นเขินในลำน้ำธรรมชาติ ตลอดจนบดบังแสงแดดที่ส่องลงสู่ท้องน้ำ

- **ไนโตรเจน (Nitrogen)** เป็นธาตุจำเป็นในการสร้างเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ไนโตรเจน จะเปลี่ยนสภาพเป็นแอมโมเนีย ถ้าหากในน้ำมีออกซิเจนพอเพียงก็จะถูกย่อยสลายไปเป็นไนไตรท์และไนเตรท ดังนั้นการปล่อยน้ำเสียที่มีสารประกอบไนโตรเจนสูงจึงทำให้ออกซิเจนที่มีอยู่ในน้ำลดลง

- **ไขมันและน้ำมัน (Fat, Oil, and Grease)** ส่วนใหญ่ ได้แก่ น้ำมัน และไขมันจากพืชและสัตว์ที่ใช้ในการทำอาหาร สบู่จากการอาบน้ำ ฟอง สารซักฟอกจากการชำระล้าง สารเหล่านี้มีน้ำหนักเบาและลอยน้ำ ทำให้เกิดสภาพไม่เสถียรและขวางกั้นการซึมของออกซิเจนจากอากาศสู่แหล่งน้ำ นอกจากนี้ยังมีค่าบีโอดีสูงเพราะเป็นสารอินทรีย์

- **ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand)** คือค่าปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ด้วยวิธีการทางเคมี มักใช้เทียบหาค่าบีโอดีโดยคร่าวๆ ปกติ COD:BOD ของน้ำเสียชุมชนประมาณ ๒-๔ เท่า

### บทที่ ๓

#### การตรวจสอบศักยภาพการรองรับของระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น

การตรวจสอบศักยภาพการรองรับน้ำเสียของระบบ เพื่อประเมินความสามารถของระบบว่ามีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการรับน้ำเสียเข้าระบบได้หรือไม่ ก่อนพิจารณาปรับปรุง แก้ไขต่อไป ปัจจัยที่จะตรวจสอบได้แก่

- การหาอัตราน้ำเสียเข้าระบบต่อวัน โดยใช้วิธีวัดหรือคำนวณจากร้อยละ ๘๐ ของปริมาณน้ำใช้ต่อวัน

**ระบบบำบัดแบบใช้อากาศ** ในถังเติมอากาศควรมีสภาพแวดล้อม ดังนี้

- DO หรือ ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ควรไม่ต่ำกว่า ๒ มก./ล.
- pH ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง ๕.๕ - ๙
- ค่า SV<sub>30</sub> หมายถึง ค่าปริมาตรของสลัดจ์ที่อ่านได้จากการนำน้ำจากบ่อเติมอากาศมาตกตะกอนใน Imhoff Cone ขนาด ๑,๐๐๐ มล. (๑ ลิตร) เป็นระยะเวลา ๓๐ นาที ซึ่งค่าที่ได้จะสามารถนำมาประเมินลักษณะการตกตะกอนของสลัดจ์ได้ว่ามีสภาพอย่างไร ค่าปกติอยู่ระหว่าง ๒๐๐ - ๓๐๐ มิลลิลิตร/ลิตร
- ลักษณะตะกอน ได้แก่ สี ปริมาณ ลักษณะการลอยของตะกอน

ลักษณะตะกอน	SV <sub>30</sub> (มล./ล.)	คำอธิบาย
ลักษณะของสลัดจ์มีสีน้ำตาลเข้ม ตะกอน	๒๐๐ - ๓๐๐	ระบบทำงานปกติ

ลักษณะตะกอน	SV <sub>30</sub> (มล./ล.)	คำอธิบาย
สามารถตกตะกอนได้เร็ว น้ำส่วนบนค่อนข้างใส		
ลักษณะของสลัดจ์มีสีน้ำตาลเข้มมาก	๓๐๐ - ๔๐๐	ระบบทำงานเป็นปกติ แต่สลัดจ์ภายในบ่อเติมอากาศค่อนข้างมากเกินไป จำเป็นต้องสูบน้ำส่วนเกินไปกำจัดให้มากขึ้น เพื่อให้ค่า SV <sub>30</sub> อยู่ระหว่าง ๒๐๐-๓๐๐ มล./ล.
ลักษณะของสลัดจ์มีสีน้ำตาลเข้ม และตกตะกอนได้เร็ว แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้ ๑-๒ ชั่วโมงพบว่าสลัดจ์ลอยขึ้นที่ผิวน้ำ		เกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันภายในถังตกตะกอนอันเกิดจากการสะสมของสลัดจ์บริเวณก้นถังตกตะกอน จำเป็นต้องสูบน้ำส่วนเกินไปกำจัดให้มากขึ้น เพื่อให้ค่า SV <sub>30</sub> อยู่ระหว่าง ๒๐๐-๓๐๐ มล./ล.
ลักษณะของสลัดจ์มีสี		อาจเกิดจากปริมาณน้ำเสีย

ลักษณะตะกอน	SV <sub>30</sub> (มล./ล.)	คำอธิบาย
น้ำตาลและตกตะกอนช้า น้ำส่วนบนมีลักษณะขุ่น		เข้าสู่ระบบมากเกินไป หรืออาจเกิดจากระบบการเติมอากาศมีความบกพร่อง จำเป็นจะต้องลดการสูบน้ำส่วนเกินไปกำจัดเพื่อเพิ่มปริมาณสลัดจ์ในบ่อเติมอากาศ และให้ตรวจเช็คค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำภายในบ่อเติมอากาศว่าเพียงพอหรือไม่ (ค่าปกติอยู่ที่ ๑-๒ มก./ลิตร)
ลักษณะของสลัดจ์มีสีน้ำตาลอ่อนและตกตะกอนช้า น้ำส่วนบนมีลักษณะขุ่น	ต่ำกว่า ๒๐๐	มักพบตอนที่เริ่มมีการเดินระบบใหม่ๆ แต่ถ้าเป็นช่วงปกติแล้ว วัดค่า SV <sub>30</sub> ได้ต่ำกว่า ๒๐๐ มิลลิเมตร/ลิตร อาจเป็นเพราะว่า BOD Loading เข้าระบบต่ำเกินไป (ให้ตรวจสอบกับค่าที่ออกแบบไว้)

ระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศ มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมดังนี้

- ตรวจสอบค่า pH ควรอยู่ระหว่าง ๖.๖ - ๗.๖
- อุณหภูมิ ๓๐ - ๓๘ °C และ ๔๕ - ๕๕ °C
- อาหารเสริมหลัก N, P, S
- อาหารเสริมรอง เช่น Ca, Cu, Mg, Ni ...
- ไม่มีสารพิษมากเกินไปกำหนด เช่น โลหะหนัก ซัลเฟต เป็นต้น
- ตรวจสอบการอุดตันของตัวกลางกรอง (media) (ถ้ามี)

## บทที่ ๔ การวิเคราะห์สาเหตุและแนวทางการแก้ไขเบื้องต้น

การวิเคราะห์สาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น ค่ามาตรฐานสามารถแบ่งตามพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

### ๔.๑ ค่า pH เกิน

- ค่า pH เป็นค่าแสดงความเป็นกรด-ด่าง ควรมีค่าอยู่ในช่วง ๕.๕ - ๙ (ขึ้นกับแหล่งกำเนิดฯ)
- หากค่า pH ต่ำเกินไป ให้ปรับด้วยด่าง เช่น NaOH  $\text{Ca(OH)}_2$  เป็นต้น
- หากค่า pH สูงเกินไป ให้ปรับด้วยกรด เช่น  $\text{H}_2\text{SO}_4$  เป็นต้น

### ๔.๒ ค่า BOD หรือ COD เกิน

- ค่า BOD หรือ COD ได้มาจากสารอินทรีย์ในน้ำเสีย หากมีค่าเกินเกณฑ์ที่กำหนด ให้พิจารณาหน่วยบำบัดแต่ละหน่วยตั้งแต่ บ่อเกรอะ (บ่อตกตะกอนขั้นต้น) บ่อดักไขมัน จนถึงบ่อบำบัดขั้นที่ ๒ ว่าสามารถรองรับน้ำเสียได้หรือไม่ หรือมีปัญหาอย่างไร โดยแบ่งเป็น

๑. ระบบใช้อากาศ	การตรวจสอบ	การแก้ไข/ป้องกัน
- อาจเกิดจากปริมาณ $\text{O}_2$ ไม่เพียงพอ	- ตรวจวัด DO ในถังเติมอากาศ ไม่ควรต่ำกว่า ๒ มก./ล.	- ตรวจสอบระบบเติมอากาศว่าชำรุด/อุดตัน - เพิ่มการเติมอากาศ

- ปริมาณมวลตะกอน จุลินทรีย์ (MLSS) น้อย	๑.ตรวจวัดค่า MLSS หรือ SV <sub>30</sub> ๒.สังเกตความเข้มข้นของตะกอนและสีในถังเติมอากาศต้องมีตะกอนขุ่นสีน้ำตาล	- เพิ่มปริมาณ จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ โดยเวียนกลับตะกอนให้มากขึ้น
- ปริมาณความสกปรก เข้าระบบสูงกว่า ความสามารถในการรองรับน้ำเสียของระบบ	๑.ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัด ขั้วตัน เช่น ถังดักไขมัน บ่อเกรอะ ๒.ตรวจสอบปริมาณ การใช้น้ำประปา	- เพิ่มปริมาณ จุลินทรีย์ เช่น เพิ่ม การเวียนตะกอน หรือเพิ่มตะกอน - หากมีการขยายการผลิต ต้องพิจารณาว่า ควรจะขยายระบบ บำบัดน้ำเสียให้เหมาะสมด้วย

๒. ระบบไม่ใช้อากาศ	การตรวจสอบ	การแก้ไข
- บ่อเกรอะ มีตะกอนสะสมในบ่อ เกรอะมากเกินไปจนทำให้อุดตันหรือไม่	- ตรวจสอบว่ามีการสูบ ตะกอนในบ่อเกรอะหรือไม่	- ควรมีการสูบ ตะกอนในบ่อเกรอะ อย่างน้อย ๒ - ๓ ปี/ ครั้ง

- ถังกรองไร้อากาศ ตรวจดูตัวกลางในถัง กรองว่ามีการอุดตันหรือไม่	- ตรวจสอบการอุดตัน หรือการหลุดหายของ ตัวกลาง	- ขุดลอกบริเวณที่มี การอุดตัน หรือ เปลี่ยนตัวกลาง
--	--	---

#### ๔.๓ ค่าสารแขวนลอย (TSS) เกิน

ปัญหา	การตรวจสอบ	การแก้ไข/ป้องกัน
- ตะกอนหลุดไปกับน้ำเสีย	๑.เกิดการหมักหมม หรือเกิด Denitrification ในถัง ตกตะกอนจนทำให้เกิด ฟองอากาศไล่ตะกอน ให้ฟุ้งกระจาย	- สูบตะกอนจากบ่อ ตกตะกอนออก
- ท่อระบายตะกอนอุดตัน	- ตรวจสอบการทำงานของ เครื่องสูบตะกอน ย้อนกลับ - ตรวจสอบท่อระบาย ว่ามีการอุดตันหรือไม่ - ตรวจสอบการเปิด- ปิดของวาล์วระบาย ตะกอน - ตรวจสอบความ	- ทำการปรับปรุง แก้ไขเครื่องสูบ ตะกอนย้อนกลับ ระบบท่อและวาล์ว - สูบตะกอนทิ้งออกจากระบบเพิ่มวันละ ๑๐ % จนกว่าระบบ จะดีขึ้น - สูบตะกอนที่สะสม

	เหมาะสมในการทิ้งตะกอนออกจากระบบ	บริเวณมุมถึงตกตะกอน - กรณีที่ท่อระบายตะกอนจากถังตกตะกอนไปถึงเก็บตะกอนชำรุดหรืออุดตันบ่อย อาจทำการย้ายเครื่องสูบน้ำตะกอนย้อนกลับมาไว้ในถังตกตะกอนเพื่อสามารถสูบน้ำตะกอนได้โดยตรง
--	---------------------------------	--

#### ๔.๔ ค่า TKN เกิน

ปัญหา	การตรวจสอบ	การแก้ไข/ป้องกัน
๑. ค่าไนโตรเจนเข้าระบบมากเกินไประบบบำบัดน้ำเสียบำบัดได้	๑. ตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดขั้นต้นได้แก่ ตะแกรงดักขยะในห้องครัว	๑. ป้องกันไม่ให้เศษอาหารโดยเฉพาะเศษเนื้อสัตว์หลุดเข้ามาในระบบ
		๒. ปรับปรุงระบบบำบัดให้สามารถ

		บำบัดสารไนโตรเจนได้ เช่น ระบบ SBR (Sequence Batch Reactor) หรือเพิ่มถัง Anoxic ก่อนเข้าถังเติมอากาศ เป็นต้น
--	--	---

#### ๔.๕ ค่าซัลไฟด์เกิน

- ค่าซัลไฟด์เป็นค่าที่บ่งบอกสภาวะไร้อากาศ ถ้าค่าซัลไฟด์มากเกินไปแสดงว่าอากาศไม่เพียงพอ ต้องมีการเติมอากาศให้เพียงพอตามความต้องการของระบบ
- ค่าซัลไฟด์จะกำหนดในน้ำทิ้งบางประเภท ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม อาคารบางประเภทบางขนาดที่ดินจัดสรร โดยไม่ควรเกิน ๑.๐ มก./ล. ยกเว้น บ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งและน้ำกร่อย อยู่ที่ไม่เกิน ๐.๐๑ มก./ล.

#### ๔.๖ ค่า FOG เกิน

- ควรมีการติดตั้งบ่อดักไขมันให้มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะรองรับน้ำเสียได้
- หมั่นตักตะกอนไขมันออกเป็นประจำ

#### ๔.๗ ค่า TDS เกิน

- TDS เป็นค่าของแข็งสารละลายทั้งหมดของน้ำเสีย กรณีที่ค่า TDS เกินเกณฑ์มาตรฐานอาจมีสาเหตุมาจากการปนเปื้อนสารละลายในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งจะต้องสืบหาสาเหตุเพื่อขจัดต้นเหตุของปัญหา
- การกำจัดค่า TDS ที่เกินมาตรฐานอาจทำได้โดย
  - อีกวิธีที่เจอคือการเติมสารเคมี (สารลดประจุบวก) เพื่อให้จับเป็นตะกอนแล้วนำไปผ่านระบบกำจัดตะกอนอาจจะด้วยวิธีการผ่านบ่อตกตะกอน
  - ระบบ RO แล้วนำน้ำที่ Reject ไปผ่าน RO อีกครั้งหนึ่งเพื่อลดปริมาณน้ำและค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำ Reject ครั้งที่ ๒

#### ๔.๘ ค่าโลหะเกิน

- โลหะหนักที่พบให้น้ำเสียและที่เป็นปัญหามักอยู่ในรูปของสารละลาย ทำให้ไม่สามารถบำบัดออกจากน้ำเสียได้ด้วยวิธีการตกตะกอนหรือกรองเพียงลำพัง การกำจัดโลหะหนักจำเป็นต้องทำให้เกิดการตกตะกอนผลึกของแข็ง ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่ทำให้ไอออนประจุบวกและลบรวมกันเป็นตะกอนของแข็งไม่ละลายน้ำเสียก่อน จากนั้นจึงทำให้ผลึกของแข็งรวมกันเป็นกลุ่มก้อน หรือฟล็อก เพื่อให้สามารถแยกออกจากน้ำได้โดยวิธีตกตะกอนและวิธีกรอง ดังนั้นจึงเป็นได้ว่าการกำจัดโลหะหนักต้องใช้วิธีการตกผลึกร่วมกับวิธีโคแอกกูเลชันตามด้วยวิธีตกตะกอนและวิธีกรอง

- โลหะหนัก เช่น สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม ฯลฯ จะเป็นปัญหาเฉพาะกับน้ำเสียที่มีค่าพีเอชต่ำ เนื่องจากโลหะหนักสามารถละลายน้ำได้ดีที่ค่าพีเอชต่ำ การเพิ่มค่าพีเอชจะทำให้ความสามารถในการละลายน้ำของโลหะหนักลดลง และสามารถตกผลึกได้ ดังนั้นการเติมสารเคมีประเภทต่างๆ เช่น โซดาไฟ หรือปูนขาว ให้กับน้ำเสียจนที่ค่าพีเอชเพิ่มขึ้นถึงระดับที่เหมาะสมจะทำให้โลหะหนักตกตะกอนผลึกร่วมกับไอออนของไฮดรอกไซด์ ( $\text{OH}^-$ ) ได้ จากนั้นจึงทำให้ผลึกของของแข็งรวมตัวกันเป็นฟล็อกด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน แล้วจึงแยกฟล็อกออกจากน้ำด้วยถังตกตะกอน
- ปริมาณปูนขาวหรือโซดาไฟที่ต้องใช้ อาจคำนวณคร่าวๆ ได้จากสมการเคมีของปฏิกิริยาการสร้างตะกอน แต่ทางที่ดีควรทำการทดสอบกำจัดโลหะหนักในห้องปฏิบัติการ เพื่อหาระดับค่าพีเอชที่เหมาะสมและปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมสำหรับกำจัดโลหะหนักของแต่ละงาน โดยทำ Titration Curve ของน้ำเสียที่เกิดจากการเติมด่างและทำจาร์เทสต์ (Jar Test) เพื่อหาระดับค่าพีเอชและปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมที่สุด
- นอกจากการตกตะกอนร่วมกับผลึกไฮดรอกไซด์แล้ว โลหะหนักอาจตกตะกอนผลึกร่วมกับไอออนประจุลบอื่นได้ เช่น ซัลไฟด์ ( $\text{S}^{2-}$ ) ซึ่งโลหะซัลไฟด์ มีความสามารถในการละลายน้ำน้อยกว่าโลหะไฮดรอกไซด์ จึงมีการใช้  $\text{Na}_2\text{S}$  หรือ  $\text{NaHS}$  ทำปฏิกิริยากับโลหะหนัก เพื่อตกตะกอนผลึก แต่ข้อเสียของการตกตะกอนผลึก

ของโลหะหนักร่วมกับซัลไฟด์ คือ ตะกอนมีขนาดเล็ก และเกิดฟล็อกขนาดเล็กมาก ทำให้การตกตะกอนเป็นไปได้ยาก นอกจากนี้ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นยังทำให้เกิดก๊าซพิษ ดังนั้นการตกตะกอนผลึกโลหะหนักด้วยปูนขาวหรือโซดาไฟจึงได้รับความนิยมมากกว่า โดยที่การใช้ปูนขาวจะได้รับความนิยมมากกว่า เพราะว่าเมื่อใช้ปูนขาวจะได้ตะกอนผลึกของโลหะหนักหรือฟล็อกขนาดใหญ่กว่าการใช้โซดาไฟ

#### ที่ปรึกษา

นายวิเชียร จุ่งรุ่งเรือง

อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ

นายสุวิทย์ ชัตติยวงศ์

รองอธิบดีกรมควบคุมมลพิษ

นายเจนจบ สุขสด

ผู้อำนวยการฝ่ายคุณภาพสิ่งแวดล้อมและ  
ห้องปฏิบัติการ

#### ผู้จัดทำ

นายวัชรไชย ขมินทกุล

หัวหน้ากลุ่มเทคโนโลยีการจัดการมลพิษ

นางสาวสุจิตรา กันยาวิลาศ

นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ

นางสาวพีรยา บุญสำเร็จ

ปฏิบัติงานด้านสิ่งแวดล้อม

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม  
เป็นเจ้าของกรรมสิทธิ์ และมีลิขสิทธิ์ในเอกสารฉบับนี้