การจัดการและบำบัดของเสีย

โดย

รศ.ดร.นฤมล มาแทน

แผนการจัดการของเสีย

1 Planning the survey

- แผนผังของการผลิต
- ปริมาณการผลิตต่อวันและปริมาณของเสียต่อวัน

2 Conducting the survey

- ตรวจสอบคุณภาพน้ำ
- สุ่มตรวจคุณภาพน้ำเสีย
- ตรวจสอบการเกิด pollution

คำศัพท์สำหรับน้ำเสีย

1 ความเป็นกรด-ด่าง **(pH)** อาจใช้วิธีการไตเตรทหรือใช้ **pH meter**

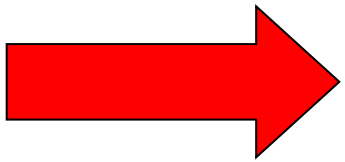
2 ค่า CO_2 ซึ่งเป็นค่าที่บอกการสลายตัวของ **organic matter** โดยแบคทีเรีย

3 ค่า **Acidity** คือความจุทางด้านปริมาณที่จะทำให้กรดแก่เป็นกลาง และค่า **Alkalinity** คือความเป็นด่างในน้ำ

4 ค่าความกระด้างของน้ำ **(Hardness)** หมายถึงน้ำที่ต้องการสบู่ค่อนข้างมากจึงจะทำให้เกิดฟอง หรือน้ำที่เกิดตะกรันใน **hot water pipes**

5 **Softening** คือขบวนการที่กำจัด **cations** ซึ่งเป็นต้นเหตุให้เกิดน้ำกระด้างออกไป

6 ความขุ่น **(Turbidity)**คือคุณสมบัติทางแสงของสารแขวนลอยซึ่งทำให้แสงกระจายและถูกดูดกลืนมากกว่าที่จะยอมให้แสงผ่านเป็นเส้นตรง



7 ของแข็ง **Solids** หมายถึง สารที่เหลืออยู่เป็น **Residue** หลังจากการเกิด **evaporation** และทำให้แห้งที่ 103-105 ซ

8 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออน คือความสามารถในการเปลี่ยนไอออนมี 2 แบบคือ **zeolite** และ **resin**

9 ค่าสี **(color)** สีธรรมชาติเกิดจากพืชหรือใบไม้เน่าเปื่อยแต่ถ้าหากเป็นน้ำเสียสีที่เปลี่ยนไปอาจแสดงว่าน้ำนั้นเป็นพิษ

10 ค่า **Dissolved oxygen (DO.)** คือปริมาณของออกซิเจนที่สามารถละลายในน้ำได้

11 ค่า **Chemical oxygen demand (COD)** คือ ปริมาณของออกซิเจนทั้งหมดที่มาจาก **oxidizing agent** ที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำทิ้ง ส่วนมาก **oxidizing agent** จะใช้ $K_2Cr_2O_7$ ซึ่งสามารถออกซิไดซ์สารอินทรีย์ได้หลายชนิดมากกว่าตัวอื่นๆ

การเก็บและเก็บรักษาตัวอย่างน้ำทิ้งเพื่อวัดค่า COD

- เมื่อเก็บน้ำมาแล้วควรวิเคราะห์ทันที ถ้าตัวอย่างมี **settleable solids** มาก ควร **homogenize sample** โดยใช้ **blender** เพื่อตีตัวอย่างให้แตกเป็น **particle** เล็กๆจนได้ตัวอย่างน้ำที่แท้จริง ปริมาณที่เก็บคือ 500 ลบ.ซม.
- ถ้าไม่สามารถวิเคราะห์ได้ทันทีให้เติม กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2 มล. ต่อ 1 ลิตรตัวอย่าง สามารถเก็บได้ 7 วัน

ความสำคัญของ COD

1 บอกถึงคุณลักษณะน้ำทิ้งจากโรงงาน

2 เป็นประโยชน์ในการทำ survey design sewage system เนื่องจากค่า COD สามารถวิเคราะห์ได้ใน 2-3 ชม.

12 ค่า **Biochemical oxygen demand (BOD)** คือ ปริมาณของออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในเวลา 5 วันที่อุณหภูมิ 20 ซ

BOD bottle

ความสำคัญของ BOD

- เป็นตัวกำหนดขนาดของระบบบำบัดได้
- เป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงปริมาณของออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีในน้ำทิ้ง 1,000 มก./ลบ.ดม. น้ำออกจากระบบบำบัดแล้วมีค่า BOD 100 มก./ลบ.ดม. แสดงว่าประสิทธิภาพในการลด BOD เป็น 90%
- เป็นค่าที่ประกอบการกำหนดอัตราการเสียค่ากำจัดน้ำทิ้ง

13 ค่า **Permanganate value (PV) oxygen absorbed** เป็นค่าแสดงถึงความปกติของน้ำทิ้ง

14 ค่าไขมันและน้ำมัน **(Grease and oil)** เป็นการวัดปริมาณไขมันและน้ำมันทั้งหมดในน้ำทิ้ง

15 ค่าไนโตรเจน **(nigrogen)**

16 ค่า ฟอสฟอรัสและฟอสเฟต **(Phosphorus and Phosphates)**

17 ค่า เหล็กและแมงกานีส **(Iron and manganese)**

18 ค่า **Sulfates**

การจัดการของเสียที่เป็นของแข็ง

- ของแข็งที่เป็นของเสียนั้นมนุษย์อาจใช้ทำเป็นปุ๋ยโดยเชื้อจุลินทรีย์จะทำการย่อยสลายให้เกิดปุ๋ยหมักซึ่งมีกระบวนการดังต่อไปนี้

  1 เมื่อของแข็งที่เป็นของเสียมากองกับพื้นแล้วเชื้อจุลินทรีย์จึงเข้ามาทำปนเปื้อน

  2 กระบวนการย่อยจึงเริ่มเกิดขึ้นในถังหมักขนาด สูง 2 ม.Xยาว 3 ม.

  3 ของเสียนั้นโดนกำจัดโดยการระเหยไปในอากาศ

  4 กระบวนการย่อยก็ดำเนินต่อไป

- อาจมีการเติมแบคทีเรียเข้าไปเพื่อช่วยในการย่อยโดยแบคทีเรียพวก **aerobic thermophilic** ซึ่งสามารถย่อยของเสียได้ระยะ 10-20 วัน
- ของเสียที่เป็นของแข็งจำพวกเศษมะเขือเทศ, เวย์, ผลไม้และผักสามารถนำไปให้เป็นอาหารสัตว์ได้ต่อไป

การจัดการของเสียที่เป็นของเหลว

- น้ำเสียสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้โดยการแยกของแข็งออกไป การเลือกระบบบำบัดน้ำเสียของหน่วยงานขึ้นอยู่กับ
  - ขนาดของหน่วยงาน
  - ต้นทุน
  - ของเสียนั้นมีมูลค่ามากน้อยเพียงใดในการทำให้สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก
  - กฎหมาย
  - การปรับค่าของน้ำก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำชุมชน
  - ปริมาณของน้ำเสีย
- พวก **Cleaning compound** และ สาร **Sanitizer** สามารถเพิ่มค่า **BOD, COD** ในน้ำเพราะมีสารพวก **surfactants, chelators, polymer**
- ค่าใช้จ่ายในการป้องกันน้ำเสียมักจะถูกกว่าค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย

Pretreatment

- ตามกฎหมายแล้วทุกโรงงานจะต้องทำการ **pretreatment** น้ำเสียก่อนที่จะส่งน้ำเสียนั้นไปรวมกับบ่อบำบัดน้ำเสียของเทศบาล หรือโดยรวม เพราะของเสียจากโรงงานมักมีค่า **BOD** และ **COD** สูงกว่าน้ำเสียจากชุมชน ซึ่งจะต้องมีค่ามาตรฐานเอาไว้เพื่อให้โรงงานได้ปฏิบัติตาม
- ผลที่ได้จากการทำ **pretreatment** น้ำ
  - น้ำมันขี้ผึ้งและของแข็งจากพืชและสัตว์ สามารถนำไปขายให้แก่อุตสาหกรรมสบู่, อาหารสัตว์และอื่นๆ
  - สามารถลดค่าใช้จ่ายในการที่ต้องจ่ายค่าบำบัดเพิ่มเติมให้แก่ทางเทศบาลหรือหน่วยงานกลาง
  - สามารถลด **complaint** จากทางเทศบาลหรือหน่วยงานกลาง
- ข้อเสีย
  - ค่าใช้จ่ายแพงในการติดตั้งและดำเนินการ
  - ต้องมีการจ่ายภาษี

- การบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นมักจะปรับสภาพของน้ำและจากนั้นจึงมีการตกตะกอนและแยกตะกอนออกไป โดยมักจะเติม **lime** และ **alum, ferric chloride ($FeCl_3$)** หรือ **polymer** ที่ช่วยในการแยกตะกอนของแข็งออกมา จากนั้นการแกว่ง, การหมุนและตะแกรงแยกจะเป็นส่วนที่แยกเอาของแข็งนั้นๆออกมา

Flow equalization และ Neutralization

- ควรมีการสร้าง **tank** สำหรับรับน้ำเสียมาจากทุกส่วนของโรงงาน จากนั้นพักน้ำเสียนี้ไว้ใน **tank** เพื่อที่จะรอบางส่วนให้ตกตะกอนเพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย ซึ่ง **tank** อาจสร้างมาจาก **lagoon, steel, concrete** โดยไม่ต้องมีฝาปิด

Screening

- อาจใช้การแกว่ง, การปล่อยให้น้ำนิ่งเพื่อตกตะกอน, การหมุน โดยตะแกรงสำหรับการปล่อยให้น้ำนิ่งเพื่อตกตะกอนมีค่า 12.5 nm และ 0.15nm สำหรับการใช้การแกว่ง

Skimming

- สิ่งที่ถูกแยกออกจากผิวน้ำ

Primary treatment

1 **Sedimentation** น้ำเสียจะมีสารที่เป็นของแข็งขนาดใหญ่แขวนลอยอยู่ การใช้ **screen** และ **sedimentation** สามารถกำจัดออกได้ 40-60% หรือทำให้ค่า **BOD** ลดลง25-30% เครื่องมือในการทำนั้นประกอบไปด้วยบ่อสี่เหลี่ยมหรือวงกลมและมีตัวกวาด **(rotating collectors)** อยู่บนบ่อนั้นแล้วหมุนอย่างช้าๆ อุณหภูมิควรควบคุมเพราะถ้าหากมีอุณหภูมิที่สูงจะทำให้รบกวนการตกตะกอน

2 **Flotation** ขจัดน้ำมัน ไขมัน ออกจากผิวหน้าของน้ำ **Dissolved air flotation (DAF)** จะขจัดเอาสารแขวนลอยออกจากน้ำโดยการให้อากาศโดยการทำ **bubbles** เมื่ออากาศลอยขึ้นไปก็จะนำเอาพวกสารแขวนลอยขนาดเล็กออกไปด้วย

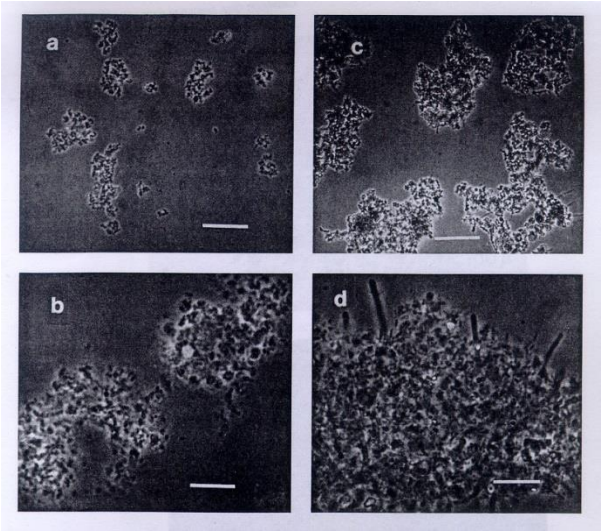
Secondary treatment

1 **Anaerobic lagoons** ความลึกประมาณ 2.5-3 ม. อัตราส่วนระหว่างปริมาตรต่อพื้นที่ควรจะต่ำ เมื่อมีพวกสารอินทรีย์ทับถมกันจะเกิดภาวะที่เป็น **anaerobic** ขึ้นจากนั้นแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะทำการย่อยสารอินทรีย์ โดใช้อุณหภูมิประมาณ 22 ซ ระยะประมาณ 4 ถึง 20 วัน โดยค่า **BOD** ควรจะลดลง 60-80% อาจจะใช้ในขั้น **primary** ด้วยก็ได้ บางครั้งอาจมีการผสมแบคทีเรียที่ใช้อากาศเข้าไปด้วย เนื่องจากแบคทีเรียที่ไม่ใช้อากาศจะเจริญช้า

2 **Aerobic lagoons** เติมออกซิเจนเข้าไปในบ่อบำบัดมีอยู่ 2 อย่างคือ เติมออกซิเจนลงไปเล็กน้อยจากนั้นเติมน้ำเสียโดยที่ไม่ให้ปริมาณของของแข็งเพียงพอในการตกตะกอน และอีกแบบคือการเติมอากาศเข้าไปผสมกับน้ำเสียที่มีอยู่ในบ่อและกวนให้เข้ากัน

- **3 Tricking filters** เป็นการค่อยๆรินน้ำเสียสู่บรรยากาศ จากนั้นแบคทีเรียจะค่อยๆเจริญและลดค่า **BOD** ลงมีหลายวิธีคือ

  3.1 Activated sludge เป็นระบบที่นิยมใช้ ส่วนประกอบของระบบคือ บ่อหรือ **basin , clarifier, pump** สำหรับนำส่วนที่เป็น **settled sludge** กลับคืนมาหลังจากส่งไปยังส่วน **waste stream** ส่วนที่กลับคืนนี้จึงเรียกว่า **activated sludege** สามารถกำจัดสารอินทรีย์ได้ดี



3.2 **Oxidation ditch** เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพและง่ายในการจัดการ น้ำเสียจะสัมผัสกับ **activated sludge** และเติมอากาศประมาณ 20-30 ชั่วโมงจากนั้นอุณหภูมิจะช่วยในการกำจัดสิ่งสกปรกในน้ำ

3.3 **Land application** ต้องทำให้เกิด **infiltration** และ **overland flow** แต่สารต่างๆอาจตกค้างที่ผิวหน้าดิน สามารถกำจัดสารอินทรีย์ออกจากน้ำได้ดีถึง 98%

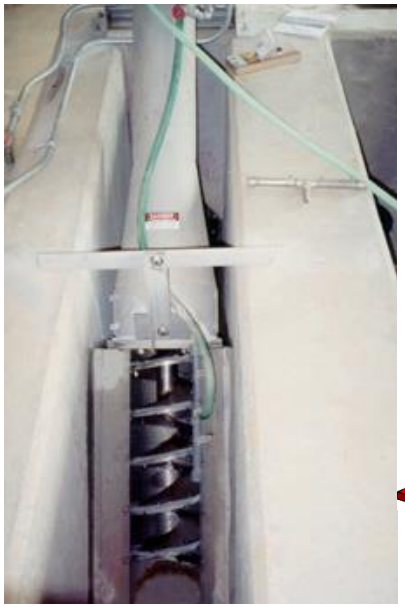
3.4 Rotating biological contactor (RBC) system มีค่าใช้จ่ายสูงและการทำงานปานกลาง เครื่องมือจะมีบ่อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เมตร และมีโรตารี่สำหรับหมุนขนาด 0.5-10 rpm การทำงานจะมีเชื้อจุลินทรีย์เกาะติดที่ผิวหน้าของเครื่อง การหมุนจะทำให้เกิดออกซิเจนในน้ำ

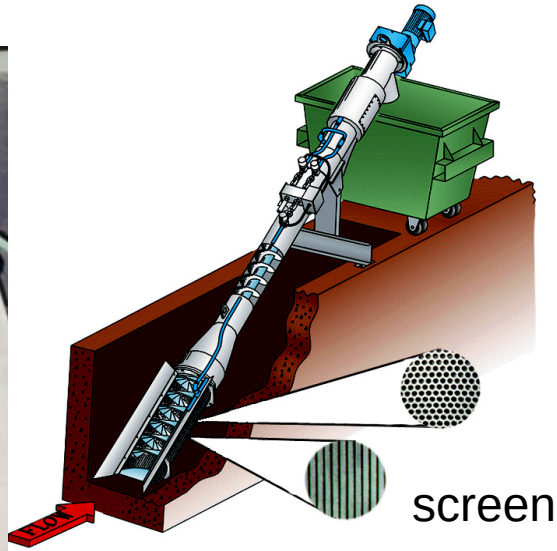
4 Tertiary Treatment

- เป็นการแยกสี กลิ่น ความเค็ม และกลิ่นรสต่างๆออกจากน้ำ

  4.1 **Physical separation** ใช้ **sand filters** และ **microstrainers purify** ซึ่งสามารถกำจัดของแข็งและเชื้อจุลินทรีย์ออกไปได้

  - **Microstrainer**





screens

4.2 Tertiary lagoons หรือ polishing ponds

ปกติมีความลึก 1.5 เมตรใช้การเติมอากาศและใช้หลักการ **photosynthesis** สำหรับเติมออกซิเจนให้น้ำ สามารถลดค่า **BOD** และ **SS** ได้ถึง 80-90% แต่ใช้พื้นที่ในการทำบ่อมาก

4.3 **Chemical oxidations** สามารถใช้ **ozone** ในการให้ออกซิเจนเพื่อออกซิไดซ์สารเคมีในน้ำเสีย และลดกลิ่นหรืออาจใช้ **chlorine, chlorine dioxide, oxygen, permanganate** ด้วย

Disinfection

Microbial characteristics of domestic wastewater

Microorganism	Quantity per 100 ml wastewater
Total bacteria	10^9-10^{10}
Coliforms	10^6-10^9
Fecal Streptococci	10^5-10^6
Salmonella typhosa	10^1-10^4
Viruses (plaque-formming units)	10^2-10^4