บทที่ 2
เอกสารที่เกี่ยวข้อง

น้ำเป็นทรัพยากรที่เอื้ออำนวยประโยชน์ต่อมนุษย์นานัปการ ทั้งนี้เพื่อการดำรงชีวิตและใช้ในกิจกรรมผลิตสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ปัจจุบันมีการพบว่าใช้น้ำเพิ่มขึ้นตามอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรและการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งภายหลังจากการใช้ประโยชน์แล้วน้ำก็จะถูกปนเปื้อนทำให้เกิดปัญหาคุณภาพเสื่อมโทรมลง ฉะนั้นแหล่งต่างๆ จึงควรจะต้องได้รับการควบคุมดูแลหากประสงค์ที่จะให้น้ำมีปริมาณและคุณภาพที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ประโยชน์ต่อมนุษย์ได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

2.1. คุณภาพหรือคุณสมบัติของน้ำ

คุณสมบัติหรือคุณภาพของน้ำขึ้นอยู่กับสารต่างๆ ที่เจือปนอยู่ในน้ำ จากปริมาณคุณสมบัติหรือคุณภาพของน้ำขึ้นอยู่กับสารต่างๆ ที่เจือปนอยู่ในน้ำ จากปริมาณและชีวิตของสิ่งเจือปนเหล่านี้ ทำให้สามารถแบ่งคุณสมบัติของน้ำออกได้เป็น 2 ประเภท คือ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์; 2542)

2.1.1 สมบัติทางกายภาพหรือทางฟิสิกส์

สมบัติทางกายภาพหรือทางฟิสิกส์ เป็นสมบัติที่สามารถทราบได้จากประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ สารเหล่านี้สามารถกำจัดออกจากน้ำได้ด้วยวิธีสามัญ และมักเป็นอันตรายน้อยกว่าสารในน้ำประเภทอื่น (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์; 2542 : 77) สมบัติทางกายภาพของน้ำแบ่งตามสาเหตุได้ดังนี้

2.1.1.1 กลิ่นและรูปของน้ำ (Odour and taste) (โกมล ศิวะบวร; 2534 : 107) กลิ่นของน้ำเกิดจากสารอินทรีย์ เป็นส่วนใหญ่และเกิดจากสารอนินทรีย์บางชนิด เช่น เหล็ก คลอรีน นอกจากนี้ยังเกิดจากพวกจุลินทรีย์ต่างๆ ซึ่งจุลินทรีย์บางตัวสามารถสร้างน้ำมันที่ระเหยได้ และน้ำเป็นตัวทำให้น้ำมันนั้นมีกลิ่นเป็นผลให้แหล่งน้ำนั้นมีกลิ่นด้วย ส่วนรส (Taste) ของน้ำสามารถเปลี่ยนแปลงได้หลายรส คือ รสเค็ม เปรี้ยว หวาน ขม ซึ่งรสเหล่านี้เกิดขึ้นเนื่องจากมีปริมาณของเกลือที่ละลายได้ละลายปนอยู่ในน้ำ หรือเกิดจากจำนวนสารประกอบของกรดและด่าง หรือสารประกอบของเหล็กละลายปนอยู่จึงทำให้ รสของน้ำเปลี่ยนไป

2.1.1.2 สี (Color) เกิดจากการสลายตัวของสารอินทรีย์ ต่าง ๆ ซึ่งมี lignin เป็นองค์ประกอบที่เกิดจากต้นหญ้าใบไม้เน่าเปื่อยนั้นโดยมากมักจะเป็นสีน้ำตาลปนเหลืองหรือสีน้ำชาทั้งนี้เพราะเกิดจากสารประกอบพวก Tanin, Humic acid และ Humate ส่วนสีที่เกิดจากน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมักจะมีสีตามน้ำทิ้งนั้นๆ สารที่ทำให้เกิดสีในน้ำมักเป็นพวก colloidal ที่มีประจุลบ ซึ่งสามารถกำจัดได้ โดยใช้เกลือของธาตุที่มีวาเลนซีบวกสาม (+3) เช่น Al^{+3} และ Fe^{+3} เพื่อไปจับไอออนลบ ทำให้สีที่เป็นพวก colloidal หมดไป โดยมากน้ำผิวดินจะมีสีสูงมาก ทั้งนี้เพราะสารที่ทำให้น้ำมีสีสามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ และอีกประการหนึ่งคือน้ำผิวดินมีโอกาสถูกปนเปื้อนได้มากกว่าน้ำใต้ดิน (โกมล ศิวะบวร. 2534 : 109) นอกจากนี้ไอออนของโลหะบางชนิดเช่น เหล็ก แมงกานีส ก็ทำให้น้ำมีสี

สีของน้ำมี 2 ประเภท คือ

1.สีที่แท้จริง (True color) ซึ่งเกิดเกิดจากการละลายของสารประกอบที่มีอยู่ในน้ำ

2.สีปรากฏ (Appearent color) เกิดจากการสะท้อนของสิ่งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำหรือไม่ก็อาจเกิดจากการสะท้อนของท้องฟ้า

สารละลายที่ทำให้เกิดสีแท้จริง ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต และส่วนประกอบ ทั้ง 3 ประเภทดังกล่าวส่วนสิ่งที่แขวนลอยซึ่งทำให้เกิดสีที่ปรากฏ ได้แก่ พืชเล็กๆ ในน้ำ เช่น phytoplankton และ zooplankton รวมทั้งสิ่งไม่มีชีวิตบางประเภท เช่น เกล็ดของซากพืชและสัตว์ต่างๆ ตะกอนของดินและทราย (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต; 2543 : 38-39)

สีของน้ำมีความสัมพันธ์กับ pH มาก U.S public health service กำหนดว่าน้ำที่ใช้บริโภคได้ไม่ควรมีสีเกิน 15 หน่วย

2.1.1.3 ความขุ่น (Turbidity) (กรรณิการ์ สิริสิงห์; 2525 : 47) หมายถึง น้ำที่มีพวกสารแขวนลอย ซึ่งขัดขวางการเดินทางของแสงที่ผ่านน้ำ สารเหล่านั้นสามารถทำให้แสงเกิดการกระเจิงหรืออาจดูดแสงเอาไว้ มิให้ผ่านทะลุไปได้ จึงทำให้มองเห็นน้ำนั้นมีลักษณะขุ่น สารแขวนลอยเหล่านั้น ได้แก่ ดิน โคลน จุลินทรีย์ สาหร่ายเซลล์เดียว แพลงตอน ไดอะตอม นอกจากนี้ สารเคมีบางชนิดก็สามารถทำให้เกิดความขุ่นได้ เช่น เหล็ก แมงกานีส ซึ่งพบมากในน้ำบ่อตื้น น้ำบาดาลน้ำเหล่านี้เมื่อตักขึ้นมาใหม่ๆ จะใส แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้สัมผัสอากาศจะเกิดความขุ่นขึ้นเพราะออกซิเจนจากอากาศไปออกซิไดซ์ สารเหล่านี้ให้ไปอยู่ในรูปซึ่งเป็นตะกอนที่ไม่ละลายน้ำ เช่น Fe^{2+} จะถูกเปลี่ยนเป็น $Fe(OH)_3$ ซึ่งเป็นตะกอนสีเหลืองหรือน้ำตาลแดง นอกจากนี้แบคทีเรีย ซึ่งอาศัยสารเคมี เช่น เหล็ก (Fe) กำมะถัน (S) และแมงกานีส (Mn) เป็นแหล่งพลังงานในการดำรงชีวิตเมื่อมีธาตุเหล่านี้อยู่ในน้ำก็จะเจริญเติบโตทำให้น้ำขุ่นได้เช่นกัน

เราสามารถกำจัดความขุ่นได้โดยการให้น้ำสัมผัสกับอากาศและใส่สารเคมีบางชนิดซึ่งเป็นเกล็ดที่ไม่ละลายน้ำ เช่น สารส้ม ($Al_2SO_4.K_2SO_4.24H_2O$) หรือ $Al_3(OH)$ ซึ่งสารเหล่านี้จะไปจับ Colloid แล้วได้เป็นอนุภาคที่ใหญ่ขึ้น และตกตะกอน ซึ่งสามารถกรองทิ้งได้ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น คือ

$$Al(OH)_3 + \text{possitive ion} \longrightarrow [Al(OH)_3]^+$$

$$Al(OH)_3]^+ + \text{Colloid} \longrightarrow Al(OH)_3\ \text{Colloid}$$

ตกตะกอน

2.1.1.4. อุณหภูมิ (Temperature) หมายถึง ระดับความร้อน อุณหภูมิของน้ำ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำธรรมชาติมักมีอุณหภูมิอยู่ในช่วงปกติถ้าอุณหภูมิสูงจะทำให้ความหนาแน่นของน้ำ น้อยลงก็ตามปกติน้ำจะมีความหนาแน่นมากที่สุดที่ 4 $^{\circ}$C แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำจะทำให้น้ำมีความหนืดมาก นอกจากนี้น้ำที่มีอุณหภูมิสูงๆ จะทำให้สารต่างๆ ในน้ำถูกทำลายได้ดี และทำให้การละลายของออกซิเจนลดลง ซึ่งมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำมาก เช่น อุณหภูมิของน้ำเป็นตัวควบคุมการแพร่พันธุ์และการเจริญเติบโต

ของสัตว์และพืช ดังนั้นอุณหภูมิของน้ำทิ้งที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำลำธารสาธารณะจึงมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำทั้งทางตรงและทางอ้อมซึ่งตาม ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ยอมให้อุณหภูมิน้ำที่ปล่อยลงสู่ลำน้ำสาธารณะได้ไม่เกิน 40 $^{\circ}$C

2.1.2 สมบัติทางเคมีของน้ำ

2.1.2.1 พีเอช (pH, ระดับความเป็นกรด - ด่าง)

pH ของสารละลาย คือ ค่าลบของ Logarithm ของความเข้มข้นของ H^{+} (กรรณิการ์ สิริสิงห์; 2525 : 63) น้ำบริสุทธิ์จะมี pH = 7 น้ำธรรมชาติจะมี pH อยู่ในช่วง 4-9 น้ำบาดาลที่จะมี pH ต่ำเพราะมีคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่มากและมีความสามารถในการกัดกร่อนท่อโลหะสูง ส่วนน้ำที่มี pH สูงมากจะเป็นอุปสรรคต่อการใช้สารเคมีตกตะกอน การฆ่าเชื้อ และการแก้ความกระด้าง ในกระบวนการทำน้ำประปา(โกมล ศิวะบวร; 2534 : 113) ค่า pH ของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมีความสำคัญต่อการบำบัดคุณภาพน้ำด้วยวิธีทางเคมี ฟิสิกส์ และชีวภาพ จึงจำเป็นควบคุมค่า pH ของน้ำทิ้งให้อยู่ในช่วงที่กำหนด (ธงชัย พรรรณสวัสดิ์ และ วิบูลย์ลักษณ์ วิสุทธิ์ศักดิ์; 2540 : 31) ตามมาตรฐานน้ำดื่ม มักกำหนดพิกัดของ pH ให้อยู่ในช่วง 6.5-8.5 (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์; 2542 : 78) และค่า pH มีผลต่อสีของน้ำด้วย

2.1.2.2 ความกระด้าง (Hardness)

ความกระด้างรวม (Total hardness) คือความกระด้างทั้งหมดของน้ำ ซึ่งเป็นผลรวมของความกระด้างชั่วคราวและความกระด้างถาวร สาเหตุที่ทำให้น้ำกระด้างเพราะมีเกลือคาร์บอเนต ซัลเฟต คลอไรด์ ของโลหะแคลเซียมและแมกนีเซียม ละลายอยู่ ซึ่งโลหะเหล่านี้สามารถจับกับสบู่ทำให้เกิดเป็นตะกอนไม่ละลายน้ำ

การดื่มน้ำที่มีความกระด้างสูงอาจทำให้เกิดโรคนิ่วได้แต่ในทางตรงข้ามมีรายงานถึงความเป็นไปได้ถึงอันตรายของการดื่มน้ำอ่อน อันตรายนี้คือโรคหัวใจบางชนิดการกำหนดขีดจำกัดของความกระด้างในน้ำประปายังเป็นเรื่องนี้โต้เถียงกันอยู่ อย่างไรก็ตามน้ำประปาไม่ควรมีความกระด้างเกิน 80 mg/L $CaCO_3$ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์; 2542 : 80)

2.1.2.3 ปริมาณออกซิเจนละลาย (Dissolved oxygen , DO)

หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำซึ่งเป็นรูปที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตในน้ำเพื่อการดำรงชีพ และปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ในน้ำ นอกจากนี้ยังป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนแต่อาจเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตอีกด้วย โดยปรกติน้ำที่อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 30 $^{\circ}$C จะมีออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำประมาณ 7.5 mg / L ปริมาณออกซิเจนละลายจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำและเกลือแร่ละลายในน้ำ น้ำที่มีคุณภาพจะมีค่า DO อยู่ประมาณ 5 -7 mg / L

2.1.2.4 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand, BOD)

ค่า BOD คือ ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำที่สามารถย่อยสลายได้โดยอาศัยจุลินทรีย์และออกซิเจนในน้ำ ค่า BOD นอกจากจะบอกถึงความสกปรกของน้ำแล้วยังมีความสำคัญในการควบคุม

ความสกปรกของน้ำในแหล่งน้ำอีกด้วย ปรกติการย่อยสลายจะใช้เวลานานแต่ตามมาตราฐานได้กำหนดไว้ให้ใช้เวลาการย่อยสลายในขวด BOD ในที่มืดที่อุณหภูมิ 20 °C เป็นเวลา 5 วัน.

ค่า BOD มีความสำคัญมากในการควบคุมมลพิษทางน้ำเพราะเป็นข้อมูลที่แท้จริงที่บอกถึงความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำด้วยขบวนการที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติได้แม่น้ำลำคลองหรือแหล่งน้ำถ้ามีค่า BOD สูงเกิน 10 mg / L ถือว่าน้ำนั้นจะเน่าเสียได้เพราะจุลินทรีย์จะใช้ออกซิเจนในน้ำหมด

2.1.2.5 ความต้องการออกซิเจนทางเคมี (Chemical Oxygen Demand , COD)

ค่าของ COD ใช้สำหรับประมาณปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำเสียทั่ว ๆ ไป โดยที่สารอินทรีย์ในตัวอย่างน้ำเสียจะถูกอ๊อกซิไดซ์ โดยปริมาณมากเกินพอของโปรแตสเซียมไดโคเมตในสภาพของความเป็นกรด โดยทั่วไปแล้ว ค่าของ COD จะมีค่ามากกว่าค่าของ BOD_5 เพราะว่าปริมาณของสารที่ถูกอ๊อกซิไดซ์โดยวิธีทางเคมีจะมีปริมาณมากกว่าสารที่ถูกอ๊อกซิไดซ์โดยวิธีทางชีววิทยา

ประโยชน์ของการหาค่าของ COD ที่มีเหนือกว่าของ BOD_5 ก็คือ เวลาการทดลองหา COD ใช้ประมาณ 3 ชั่งโมง แต่สำหรับ BOD_5 ต้องใช้เวลาถึง 5 วัน จึงจะทราบผล ดังนั้นการวัดค่าของ COD จึงนิยมใช้กันมากสำหรับการควบคุมระบบกำจัดน้ำเสียทั่ว ๆ ไป

แต่ถ้าจำเป็นต้องทราบค่าของ BOD_5 ด้วยก็สามารถทำได้โดยพยายามหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าของ COD และ BOD_5 ซึ่งความสัมพันธ์ของค่าทั้งสองนี้จะมีความแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำเสียแต่ละชนิด

2.1.2.7 ไนโตรเจน (Nitrogen)

ธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับการเติบโตของพวก protista และพืช ธาตุไนโตรเจนและธาตุฟอสฟอรัสเป็นอาหารหลักที่สำคัญของการเจริญเติบโตของพวกจุลินทรีย์ต่าง ๆ ดังนั้นในขบวนการกำจัดน้ำเสียโดยวิธีทางชีววิทยาจำเป็นต้องมีไนโตรเจนพอเพียงในน้ำเสีย ถ้ามีไม่พอจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเติมไนโตรเจนลงไปในน้ำเสีย ให้อยู่ในอัตราส่วน COD : N : P = 150 : 5 : 1 แต่ถ้ามีมากเกินไปในแม่น้ำลำคลองทั่ว ๆ ไป ก็จะทำให้เกิดปัญหาขึ้นคือจะมีการเจริญเติบโตของอัลจีมากในแม่น้ำลำคลองนั้น ๆ ได้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งต้องควบคุมปริมาณของไนโตรเจนในน้ำให้เหมาะสม

ไนโตรเจนที่อยู่ในธรรมชาติจะอยู่ในรูปต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ไดไนโตรเจน (N_2)

2. NH_3 , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-

การวัดค่าของ Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) สามารถทำได้โดยนำค่าของสารอินทรีย์ไนโตรเจนบวกกับสารแอมโมเนียไนโตรเจน หรือสามารถทำการหาโดยใช้วิธีการวิเคราะห์หาโดยทำคล้าย ๆ กับการวิเคราะห์หาค่าของสารอินทรีย์ไนโตรเจนมีความแตกต่างกันก็ตรงที่ไม่ต้องทำการต้มตัวอย่างน้ำให้แอมโมเนียออกจากตัวอย่างน้ำเท่านั้น

2.1.2.8 ฟอสฟอรัส (Phosphorus)

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพวกจุลินทรีย์ต่าง ๆ เช่นเดียวกันกับไนโตรเจน และก็เช่นเดียวกันถ้ามีฟอสฟอรัสมากเกินไปในแม่น้ำลำคลองทั่ว ๆ ไป ก็จะเป็นผลให้มีการเจริญเติบโตของอัลจีมาก ซึ่งจะทำให้สิ่งแวดล้อมในแม่น้ำลำคลองนั้น ๆ เสื่อมเสียไปได้

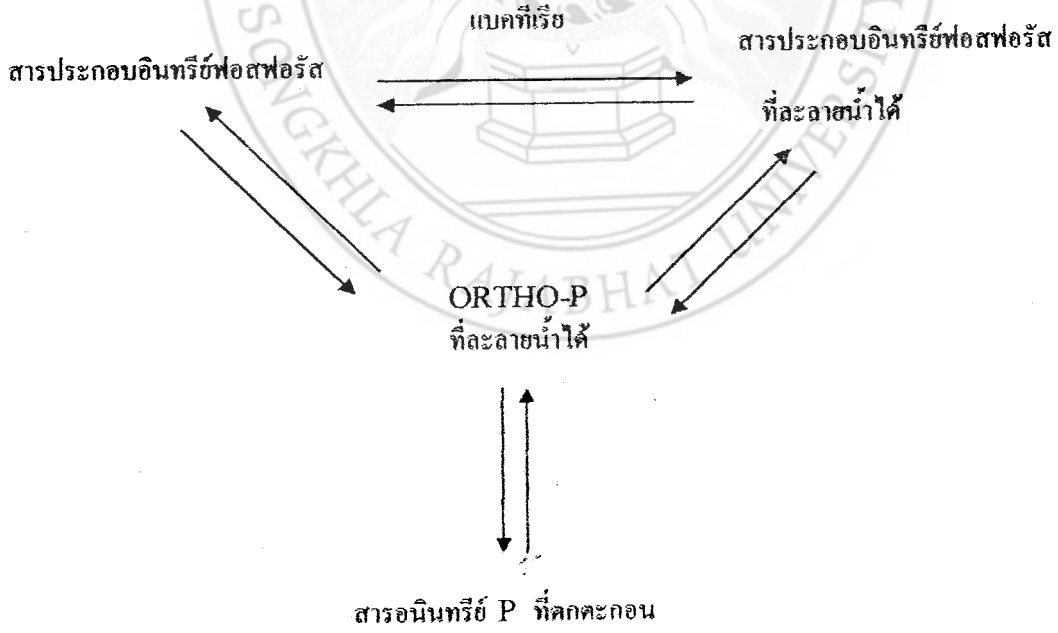
ฟอสฟอรัส สามารถพบได้ในน้ำในรูปต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. Orthophosphate ion (PO_4^{-3}) : รูปแบบนี้จะเป็นพวกอนินทรีย์ฟอสฟอรัส ซึ่งได้มาจากน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ผงซักฟอก และอื่น ๆ รูปของ phosphate ชนิดนี้จะถูกใช้เพื่อให้เกิดการเจริญเติบโตทางชีววิทยา แต่จะขึ้นอยู่กับ pH ของน้ำนั้น ๆ

2. Polyphosphates : รูปแบบนี้จะทำการ hydrolysis ซึ่งเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นรูปของ orthophosphate

3. Organic phosphorus : เป็นสารประกอบที่สำคัญรองลงมาของน้ำเสียที่มาจากตามบ้านเรือนต่าง ๆ แต่อาจจะเป็นสารประกอบที่สำคัญสารหนึ่งของน้ำเสียที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ

ในระบบกำจัดน้ำเสียทั่ว ๆ ไป หรือในการทำให้น้ำในแม่น้ำลำคลองสะอาดขึ้น โดยตามธรรมชาติทั้ง polyphosphates และ organic phosphorus จะถูกเปลี่ยนสภาพไปเป็นสารประกอบ orthophosphates และ organic phosphorus จะถูกเปลี่ยนสภาพไปเป็นสารประกอบ orthophosphate ดังนั้น โดยมากแล้วสารประกอบ orthophosphate จะเป็นรูปที่มีปริมาณมากกว่าในพวกฟอสฟอรัสด้วยกันของน้ำจากแม่น้ำลำคลอง หรือจากน้ำเสียที่ถูกผ่านขบวนการกำจัดน้ำเสียทางชีววิทยาขั้นต้นเรียบร้อยแล้ว



ภาพที่ 2.1 การแปรเปลี่ยนรูปแบบของฟอสฟอรัส

2.1.2.9 ปริมาณของแข็ง (Solids)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดจะประกอบไปด้วยปริมาณของแข็งที่แขวนลอย (Total Suspended Solids) และปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำ (Total Dissolved Solids)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดอาจจะประกอบไปด้วยของแข็งที่สามารถระเหยได้ที่อุณหภูมิ600 $^{\circ}$C บวกกับของแข็งที่ไม่ระเหยที่อุณหภูมิ 600 $^{\circ}$C ซึ่งของแข็งที่ระเหยไป ณ อุณหภูมิ 600 $^{\circ}$C ก็คือ ปริมาณของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียนี้ และของแข็งที่ไม่ระเหย ณ อุณหภูมิ 600 $^{\circ}$C ก็คือ ปริมาณของสารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียนี้ ซึ่งค่าปริมาณของแข็งมีประโยชน์ต่อการกำจัดน้ำเสียดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ประโยชน์ของข้อมูลของค่าปริมาณของแข็งที่มีต่อการกำจัดน้ำเสีย

ค่าปริมาณของแข็ง	ประโยชน์
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solids ,TS)	สามารถรู้ถึงความหนาแน่นของน้ำเสียได้ว่ามีค่าสูงหรือต่ำ ใช้ในการเลือกวิธีการกำจัดความกระด้างของน้ำ
ปริมาณของแข็งที่แขวนลอย (Total Suspended Solids ,TSS)	บ่งถึงความสกปรกของน้ำเสีย บอกถึงประสิทธิภาพของระบบกำจัดน้ำเสียต่าง ๆ ได้
Settleable Solids	ใช้ประมาณค่าปริมาณของตะกอนที่จะถูกกำจัดโดยถังตกตะกอน และยังสามารถบอกถึงค่าของประสิทธิภาพของถังตกตะกอน
Total Dissolved Solids (TDS)	สามารถบอกปริมาณของธาตุเกลือในน้ำเสีย เช่น คลอไรด์อย่างคร่าว ๆ
Volatitle Solids (VS)	บอกถึงปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

ที่มา : มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์; 2542

2.1.2.10 ตะกั่ว (Lead, Pb) และแคดเมียม (Cadmium: Cd)

ทั้งสองธาตุเป็นโลหะหนัก ปรกติจะพบในปริมาณที่น้อยมากในแหล่งน้ำธรรมชาติซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ถ้าพบในปริมาณที่สูง แสดงว่ามีการปนเปื้อนจากการปล่อยน้ำจากอุตสาหกรรม จากยาปราบศัตรูพืช ยาฆ่าแมลง ฯลฯ ธาตุโลหะทั้งสองชนิดนี้สามารถสะสมได้ในร่างกาย จนอยู่ในปริมาณที่เป็นอันตรายได้ ในน้ำบริโภคจะกำหนดไว้ไม่ให้มีตะกั่วเกิน 0.05 *mg/L*

2.1.2.11 แมงกานีส (Manganese: Mn)

แมงกานีสที่ละลายอยู่ในน้ำจะมีผลทำให้น้ำมีกลิ่น สี และรสไม่ชวนดื่มโดยเฉพาะถ้ามีเหล็กละลายอยู่ด้วย นอกจากนี้ยังเกิดรอยคราบสีคล้ำบนเสื้อผ้าหรือเครื่องสุขภัณฑ์ หุงข้าวทำให้ข้าวเหลือง นอกจากนี้ยังทำให้ท่ออุดตันได้ สำหรับในพืชนั้นถ้าได้รับแมงกานีสมากเกินไปจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของใบและรากลดลง พืชจะขาดธาตุสำคัญชนิดอื่นๆ ปรกติในน้ำดื่มจะกำหนดให้มีปริมาณแมงกานีสไม่เกิน 0.3 mg/L

2.1.2.12 ทองแดง (Copper: Cu)

เป็นธาตุที่จำเป็นของมนุษย์แต่มนุษย์ต้องการทองแดงน้อยมากถ้าร่างกายได้รับมากเกินไปจะถูกขับออกไปจากร่างกายโดยไม่มีการสะสม เหมือนตะกั่วหรือปรอท การบริโภคทองแดงประมาณ 60-100 มิลลิกรัมอาจทำให้เกิดอาการผิดปกติกับกระเพาะอาการ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์; 2542 : 81) การใช้ $CuSO_4$ ในการป้องกันสาหร่ายในแหล่งน้ำอาจทำให้ระดับทองแดงในแหล่งน้ำสูงจนก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ โดยทั่วไปในน้ำดื่มหรือน้ำประปา ไม่ควรมีทองแดงสูงเกิน 0.01 mg/L

2.1.2.13 เหล็ก (Iron: Fe)

ในธรรมชาติส่วนใหญ่โดยเฉพาะในน้ำใต้ดินจะพบเหล็กอยู่ด้วยเสมอในทำนองเดียวกันกับทองแดง เหล็กเป็นธาตุที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์แต่เป็นสารที่ก่อให้เกิดปัญหากับผู้บริโภค คือ ทำให้น้ำมีสีแดงและ มีกลิ่น ทำให้เกิดคราบสนิมขึ้นกับสุขภัณฑ์ และเป็นแหล่งอาหารของแบคทีเรีย (Iron bacteria) การเติบโตของแบคทีเรียดังกล่าวทำให้น้ำมีกลิ่นเป็นที่น่ารังเกียจ ในน้ำดื่มไม่ควรมีเหล็ก เกิน 0.3 mg/L แม้ว่าเหล็กเป็นธาตุอาหารของมนุษย์แต่ถ้าร่างกายได้รับเหล็กมากเกินไป และไม่สามารถขับถ่ายออกได้หมด เหล่าจะถูกสะสมไว้ที่ตับ ทำให้เป็นโรคเกี่ยวกับตับได้

2.1.2.14 สังกะสี (Zinc: Zn)

สังกะสีเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นของสิ่งมีชีวิตแต่ถ้าร่างกายรับเข้าไปมากเกินไป เช่น 30 mg/L จะทำให้เกิดอาการคลื่นเหียน และเป็นลมได้ ตามมาตรฐานน้ำดื่มของประเทศไทยกำหนดให้มีสังกะสีในน้ำดื่มได้ไม่เกิน 5 mg/L ถ้ามากกว่านี้จะทำให้น้ำมีรสไม่ชวนดื่ม เพราะสังกะสีอาจรวมอยู่กับคลอไรด์และซัลเฟต ทำให้กลายเป็นสารละลายที่มีรสไม่ชวนดื่ม

2.1.3 คุณสมบัติทางชีววิทยาหรือทางด้านแบคทีเรียของแหล่งน้ำ

คุณสมบัตินี้นับว่าสำคัญเพราะว่าเป็นจุดอันตรายที่จะทำให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บขึ้นได้ เชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำอาจแบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ

2.1.3.1 พวกที่สามารถทำให้เกิดโรคในคน เป็นแบคทีเรียชนิดที่เป็นอันตรายและมีอยู่ในลำไส้คน ซึ่งสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 37 $^{\circ}$C และดำรงชีวิตอยู่ในน้ำได้นาน การตรวจวิเคราะห์เชื้อแบคทีเรียพวกนี้มีวิธีที่ละเอียดยุ่งยากมาก ดังนั้น การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านแบคทีเรียจึงไม่นิยมตรวจเชื้อพวกนี้

2.1.3.2 แบคทีเรียพวกที่อยู่ในลำไส้คนและสัตว์มากที่สุดมีชื่อเรียกว่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria) พวกนี้จะอยู่ในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่นทุกชนิด ถึง 95% มีอยู่ในดินเพียง 5% ในอุจจาระคนปกติ 1 กรัม จะมีโคลิฟอร์มแบคทีเรียประมาณ 100,000 ถึง 1,000,000,000 ตัว แบคทีเรียพวกนี้ไม่ก่อให้เกิดโรคแต่เมื่อถ่ายออกมากับอุจจาระลงไปปนเปื้อนในแหล่งน้ำมันจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ในน้ำได้นานและตรวจวิเคราะห์ง่ายกว่าจึงนิยมใช้การตรวจโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของน้ำ

การตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแหล่งน้ำ จึงเป็นเครื่องชี้ให้ทราบว่ามีน้ำนั้นมีความสกปรกมากน้อยเพียงใดมีการปนเปื้อนจากอุจจาระของคนหรือสัตว์อยู่แน่นอน และอาจจะมีเชื้อโรคของ

ระบบทางเดินปนอยู่ด้วยทั้งนี้เพราะโรคที่อาศัยน้ำเป็นสื่อนั้นส่วนใหญ่เป็นโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วจะปะปนออกมาพร้อมกับอุจจาระเสมอ

2.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Activated sludge System)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งหรือที่เรียกว่าระบบเอเอสเป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบใช้ออกซิเจน โดยอาศัยสิ่งมีชีวิตพวกจุลินทรีย์ทั้งหลายในการย่อยสลาย ดูดซับ หรือเปลี่ยนรูปของมลสารต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำเสียให้มีค่าความสกปรกน้อยลง หลักการทำงานของระบบเอเอสเป็นวิธีเลียนแบบธรรมชาติ ปฏิกิริยาชีวเคมีของกระบวนการสามารถเขียนได้ดังนี้

$$\text{สารอินทรีย์} + \text{จุลินทรีย์} \xrightarrow{\text{ออกซิเจน}} \text{จุลินทรีย์ตัวใหม่} + \text{คาร์บอนไดออกไซด์} + \text{น้ำ} + \text{พลังงาน}$$

มลสารที่อยู่ในน้ำเสียจะถูกจุลินทรีย์ใช้เป็นอาหารและเจริญเติบโตขยายพันธุ์ต่อไปโดยสารอินทรีย์ต่างๆ ในน้ำเสีย เมื่อถูกเปลี่ยนมาเป็นจุลินทรีย์จะมีน้ำหนักมากกว่าน้ำและสามารถแยกออกได้ง่ายด้วยการตกตะกอนในถังตกตะกอน ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลอยขึ้นไปในอากาศ

2.2.1 การเกิดสลัดจ์

สลัดจ์ (Activated sludge) เกิดขึ้นต่อเนื่องกัน 3 ขั้นตอนในถังเติมอากาศ คือ (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ ; 2543)

1. ขั้นส่งถ่าย (Transfer Step)
2. ขั้นเปลี่ยนรูป (Conversion Step)
3. ขั้นรวมตะกอน (FIocculation Step)

ขั้นตอนที่ 1 สารอินทรีย์ในน้ำเสียจะถูกจุลินทรีย์ดูดมาติดที่ผนังเซลล์และส่งเอนไซม์(Enzymes)ออกมาย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เปลี่ยนไปอยู่ในรูปของโมเลกุลที่เล็กพอที่จะซึมผ่านเข้าไปในเซลล์เพื่อใช้เป็นสารอาหารได้

ขั้นตอนที่ 2 จุลินทรีย์จะทำการเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์โมเลกุลเล็กโดยกระบวนการสังเคราะห์(Synthesis)ซึ่งหมายถึงการสร้างเซลล์ใหม่และกระบวนการออกซิเดชันผลผลิตที่ได้คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงาน กระบวนการทั้งสองนี้รวมกันเป็นกระบวนการทางชีวเคมี(Metabolic Process) ที่เกิดขึ้นใน จุลินทรีย์

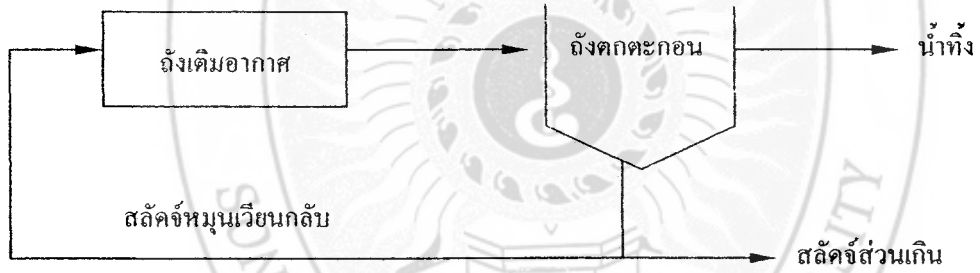
ขั้นตอนที่ 3 เป็นการรวมตัวของสลัดจ์ โดยจุลินทรีย์จะถูกกวนผสมกันอยู่ในถังเติมอากาศ เมื่อชนกันก็จะจับรวมตัวเป็นก้อนที่ใหญ่ขึ้นเรียกว่าฟล็อก หรือสลัดจ์ (Activated Sludge) ซึ่งตกตะกอนได้ดีและสามารถแยกออกจากน้ำที่บำบัดแล้วได้ง่าย นอกจากนี้เมื่อสลัดไปสัมผัสกับมลสารในน้ำเสียจะจับมลสารเหล่านี้ไว้ภายในและทำการย่อยสลายเป็นอาหารต่อไป

2.2.2 ส่วนประกอบของระบบเอเอส

ระบบเอเอส ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญอย่างน้อยสองส่วน คือ ถังเติมอากาศ และถังตกตะกอนภาพ ที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบและการทำงานของระบบเอเอส น้ำเสียจะถูกส่งเข้าถังเติมอากาศ ซึ่งมีสลัดจ์อยู่เป็นจำนวนมาก ภายในถังจะมีสภาวะแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน เช่น มีออกซิเจนละลายปริมาณสารอินทรีย์ และพีเอชที่เหมาะสม จุลินทรีย์จะทำการลดค่าสารอินทรีย์ที่ในรูปต่าง ๆ ด้วยการย่อยสลายให้อยู่ในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ

น้ำเสียที่บำบัดแล้วจะไหลต่อไปยังถังตกตะกอนเพื่อแยกจุลินทรีย์ออกจากน้ำใส สลัดจ์ที่แยกตัวอยู่ที่ก้นถังตกตะกอนส่วนหนึ่งจะสูบกลับไปยังถังเติมอากาศ เพื่อลดมลสารที่เข้ามาใหม่อีกส่วนหนึ่งจะเป็นสลัดจ์ส่วนเกิน (Excess sludge) ที่เป็นผลจากการเจริญเติบโตซึ่งจะต้องนำไปทิ้ง สำหรับน้ำใสส่วนบนจะเป็นน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วทิ้งจากระบบ

การนำจุลินทรีย์ส่วนเกินไปทิ้งเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องกระทำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อรักษาปริมาณจุลินทรีย์ในระบบให้มีค่าเหมาะสม ซึ่งเป็นหลักสำคัญในการควบคุมการทำงานของกระบวนการเอเอสให้มีอัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์ที่สมดุลกัน ซึ่งจะส่งผลให้อาหารหรือ มลสารที่มีอยู่ในน้ำเสียสามารถถูกกำจัดให้หมดไปหรือมีค่าเหลืออยู่น้อย



ภาพที่ 2.2 ส่วนประกอบและการทำงานของระบบเอเอส

ที่มา : สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย ; 2545

2.2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบ

2.2.3.1 ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

สารอินทรีย์ในน้ำเสียเป็นอาหารของจุลินทรีย์ในระบบเอเอส ดังนั้นความเข้มข้น ของสารอินทรีย์ในน้ำเสียจึงมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระบบ ในกรณีที่อัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์สูง จำนวนจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีลักษณะกระจายอยู่ทั่วไป (Dispersed Growth) ไม่รวมตัวเป็นกลุ่มก้อนที่ดีเป็นผลให้ตกตะกอนได้ไม่ดี น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีความขุ่นและค่าสารอินทรีย์หรือบีโอดีเหลืออยู่สูง ถ้าอัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์ต่ำ จำนวนจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้น้อยลง จุลินทรีย์จะตกตะกอนได้รวดเร็วแต่ไม่สามารถจับส่วนเล็กๆ ลงมาได้หมด ทำให้น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วยังมี

ความขุ่นอยู่ ดังนั้นการควบคุมการทำงานที่ดีจึงต้องควบคุมอัตราส่วนของอาหารต่อจุลินทรีย์ในระบบให้มีค่าเหมาะสม

2.2.3.2 ธาตุอาหาร

จุลินทรีย์ต้องการธาตุอาหาร (Nutrient) ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และเหล็ก นอกเหนือไปจากกรอินทรีย์ต่างๆ ที่นำมาใช้เป็นพลังงาน โดยปกติแร่ธาตุเหล่านี้มีอยู่ครบในน้ำเสีย ชุมชน (Domestic Wastewater) แต่อาจมีไม่เพียงพอในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม การขาดธาตุอาหารที่สำคัญเหล่านี้จะทำให้จุลินทรีย์ที่สร้างฟล็อกเจริญเติบโตได้ไม่ดี และทำให้ จุลินทรีย์ชนิดที่เป็นชนิดเส้นใย (Filamentous) เจริญเติบโตได้มากกว่า ซึ่งจะทำให้สลัดจ์ ไม่จมตัวและอาจไหลปนออกมากับน้ำทิ้ง

โดยปกติจะควบคุมให้บีโอดี 100 กิโลกรัม ต้องมีไนโตรเจน 5 กิโลกรัม ฟอสฟอรัส 1 กิโลกรัม และเหล็ก 0.5 กิโลกรัม การเติมไนโตรเจนมักเติมในรูปของแอมโมเนียหรือยูเรีย ฟอสฟอรัสจะเติมในรูปของกรดฟอสฟอริก และเหล็กในรูปของเฟอร์ริคคลอไรด์ ในการเติมธาตุอาหารจะต้องสังเกตและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำออกให้มีค่าแร่ธาตุต่าง ๆ เหลืออยู่เพียงเล็กน้อย การเติมธาตุอาหารที่มากเกินความจำเป็นนอกจากเป็นการสิ้นเปลืองแล้ว ยังเป็นสารมลพิษทำลายสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

2.2.3.3 Dissolved Oxygen : DO

ในถังเติมอากาศ จะต้องมีค่าออกซิเจนละลายไม่ต่ำกว่า 2 mg / L ซึ่งปริมาณของอากาศหรือออกซิเจนที่ใช้เพื่อรักษาค่าความเข้มข้นของออกซิเจนละลายนี้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิของน้ำในถังเติมอากาศสูง จุลินทรีย์จะสามารถทำงานได้มากและออกซิเจนจะมีค่าการละลายอิ่มตัวต่ำ จึงทำให้ต้องการออกซิเจนมาก ในทางตรงกันข้ามถ้าอุณหภูมิของน้ำในถังเติมอากาศต่ำ ความต้องการการเติมอากาศเพื่อที่จะรักษาระดับความเข้มข้นของออกซิเจนละลายจะน้อยกว่าที่อุณหภูมิสูง

2.2.3.4 ระยะเวลาในการบำบัด

ระยะเวลาที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียในถังเติมอากาศจะต้องมีมากเพียงพอที่จุลินทรีย์จะใช้ในการย่อยสลายมลสารต่าง ๆ หากระยะเวลาไม่เพียงพอมลสารบางส่วนโดยเฉพาะสารที่ย่อยสลายยากจะถูกย่อยสลายได้ไม่หมด ทำให้มีค่าบีโอดีเหลืออยู่ในน้ำเสียมาก สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในถังตกตะกอนขั้นที่สองก็เช่นเดียวกัน หากมีน้อยเกินไปก็จะทำให้สลัดจ์ตกตะกอนได้ไม่ดี แต่ถ้านานเกินไปก็จะทำให้สลัดจ์ขาดออกซิเจนและเน่าได้

2.2.3.5 pH

ค่า pH มีผลต่อการทำงานของแบคทีเรีย โดยแบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดีที่ค่า pH ระหว่าง 6.5 - 8.5 ถ้าค่า ต่ำกว่า pH 6.5 รา (Fungi) จะเจริญเติบโตได้ดีกว่าแบคทีเรีย ทำให้ประสิทธิภาพต่ำลงและสลัดจ์ตกตะกอนไม่ดี ถ้าค่า pH สูงจะทำให้ฟอสฟอรัสตกตะกอนผลึก (Precipitate) แยกออกจากน้ำ ทำให้จุลชีพไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทำให้ระบบทำงานได้ไม่ดีเช่นกัน ส่วนในกรณีที่ค่า pH ต่ำมากหรือสูงมาก จุลชีพก็จะตายหมดไม่สามารถดำรงชีพต่อไปได้

2.2.3.6 สารพิษ

สารพิษแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบพิษเฉียบพลัน ซึ่งจุลินทรีย์จะตายหมดในระยะเวลาอันสั้น (Acute Toxicity) และพิษแบบออกฤทธิ์ช้า (Chronic Toxicity) ใช้ระยะเวลานานและค่อยๆ

ตาย พิษเฉียบพลันสามารถสังเกตดูได้ง่ายเนื่องจากมีผลเกิดขึ้นรวดเร็ว ตัวอย่างสารพิษประเภทนี้ เช่น ไซยาไนด์ สารหนู ส่วนสารพิษออกฤทธิ์ช้า เช่น ทองแดง และโลหะหนักต่างๆ จุลินทรีย์จะสะสมเอาไว้ภายในเซลล์จนเกิดเป็นพิษและตายในที่สุด นอกจากนี้ความเป็นพิษอาจเกิดจากสารอินทรีย์ก็ได้ เช่น แอมโมเนียที่มีค่าความเข้มข้นสูงเกิน 500 mg/L เป็นต้น

2.2.3.7 อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญในการทำงานและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระบวนการ เอเอส โดยทั่วไปการเพิ่มอุณหภูมิขึ้นทุก 10°C จะทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอีกเท่าตัว จนกระทั่งถึงอุณหภูมิประมาณ 37 °C อุณหภูมิจะมีค่าสูงเกินไป จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้น้อยลง

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในระบบจะทำได้ยาก ผู้ควบคุมระบบจึงต้องปรับค่าความเข้มข้นของสลัดจ์ในถังเติมอากาศ ให้มีค่าน้อยเมื่ออุณหภูมิของอากาศสูงและเพิ่มปริมาณให้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำ อย่างไรก็ตามสำหรับประเทศไทย อุณหภูมิในฤดูร้อนและฤดูหนาวไม่แตกต่างกันมากนัก จึงไม่ค่อยมีความจำเป็นในการปรับค่าความเข้มข้นของสลัดจ์ตามฤดูกาล นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิยังมีผลต่อการตกตะกอนขั้นที่สอง โดยปกติอุณหภูมิต่ำจะตกตะกอนได้ดีกว่าอุณหภูมิสูง และถ้าอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันเกิน 2 °C จะเกิดการไหลวนของน้ำ เนื่องจากมีความหนาแน่นที่แตกต่างกันทำให้ประสิทธิภาพของถังตกตะกอนลดลง

2.2.3.8 การกวน

ภายในถังเติมอากาศจะต้องมีการกวนอย่างทั่วถึง เพื่อป้องกันมิให้จุลินทรีย์ตกตะกอน เพื่อให้จุลินทรีย์ได้สัมผัสกับน้ำเสียที่ส่งเข้ามาบำบัด และเพื่อให้สลัดจ์จับตัวกันเป็นฟล็อกที่ดี การกวนที่ถูกต้องจะป้องกันมิให้น้ำเสียไหลลัดวงจร และทำให้ระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารสูง การกวนที่สมบูรณ์ในถังเติมอากาศแบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mixed) จะต้องมีค่า MLSS (Mixed Liquor Suspended solid) และค่าความเข้มข้นของออกซิเจนละลายสม่ำเสมอทั่วทั้งถัง

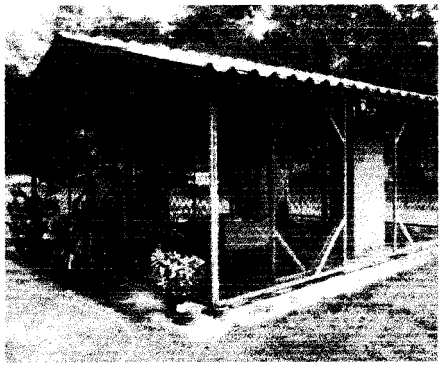
2.2.3.9 อัตราการไหลของน้ำเสีย

การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำเสียที่ส่งมาเข้าระบบบำบัด มีผลโดยตรงต่อการทำงานของกระบวนการทางชีววิทยาและถังตกตะกอน หากน้ำเสียมีอัตราการไหลเพิ่มขึ้นมาก ระยะเวลาในการบำบัดน้อยลง ค่าสารอินทรีย์จะเพิ่มมากขึ้น และระยะเวลาในการตกตะกอนในถังตกตะกอน ขั้นที่สองลดลง ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบลดลง ส่วนอัตราการไหลที่น้อยเกินไปก็มีผลเสียเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงควรมีการควบคุมให้มีการส่ง น้ำเสียเข้ามาบำบัดอย่างสม่ำเสมอในอัตราที่ใกล้เคียงกับที่ได้ออกแบบไว้ เช่น อาจสร้างเป็นถังปรับเสมอ (Equalizing Tank) เป็นต้น (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2545)

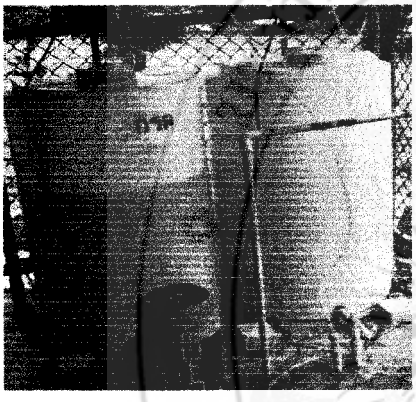
ทั้งนี้น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากศูนย์วิทยาศาสตร์ส่วนมากมาจากห้องปฏิบัติการและห้องน้ำซึ่งปริมาณน้ำเสียเฉลี่ย 30.62 ลูกบาศก์เมตร/วัน ซึ่งจะแยกเป็นน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการเฉลี่ย 23.20 ลูกบาศก์เมตร/วัน และน้ำเสียจากห้องน้ำเฉลี่ย 7.42 ลูกบาศก์เมตร/วัน ซึ่งน้ำเสียนี้จะถูกนำไปบำบัดด้วยระบบบำบัดแบบตะกอนเร่งหรือระบบ เอเอส (ดังภาพที่ 2.3 ก) โดยน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการจะไหลมายังบ่อปรับสภาพ

pH (ดังภาพที่ 2.3 ข) เนื่องจากว่าน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการจะมาจากการปฏิบัติการที่ใช้สารเคมีจึงทำให้น้ำเสียมีค่า pH สูงหรือต่ำเกินไป ดังนั้นจึงต้องปรับค่า pH ให้อยู่ในช่วงที่เป็นกลางคือช่วง pH 7 ก่อนที่น้ำเสียจะไหลเข้าสู่บ่อพักน้ำเสีย (ดังภาพที่ 2.3 ค) ซึ่งมีระยะเวลากักเก็บประมาณ 17 ชั่วโมง แล้วจึงไหลมายังบ่อเติมอากาศ (ดังภาพที่ 2.3 ง) ส่วนน้ำเสียจากห้องน้ำเฉลี่ย 23.20 ลูกบาศก์เมตร/วัน จะไหลมายังบ่อเกรอะ (Septic Tank) (ดังภาพที่ 2.3 จ) ซึ่งมีระยะเวลากักเก็บประมาณ 3.88 วัน แล้วจึงไหลไปยังบ่อเติมอากาศ โดย มีระยะเวลากักเก็บประมาณ 2 วัน แล้วระบายลงสู่คูระบายน้ำรอบศูนย์วิทยาศาสตร์ต่อไป ซึ่งจะแสดงแผนผังการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียของศูนย์วิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 2.4

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

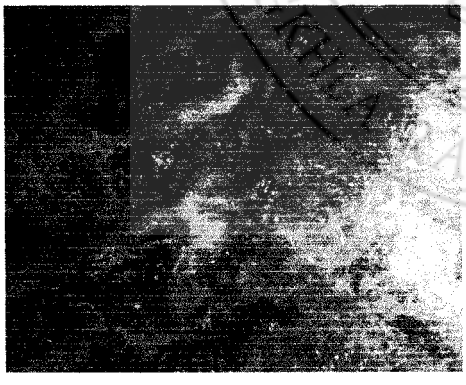


(ก) อาคารควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย

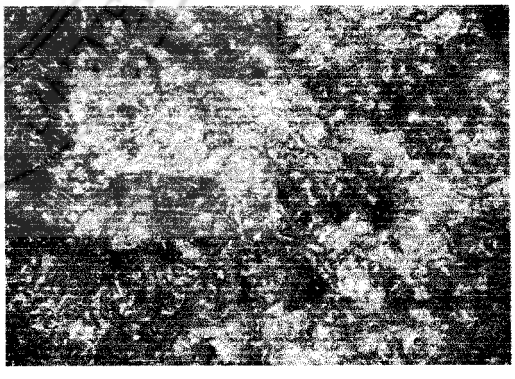


(ข) ถังปรับสภาพกรด – ด่าง

(ค) ลักษณะน้ำเสียในบ่อพักน้ำเสีย

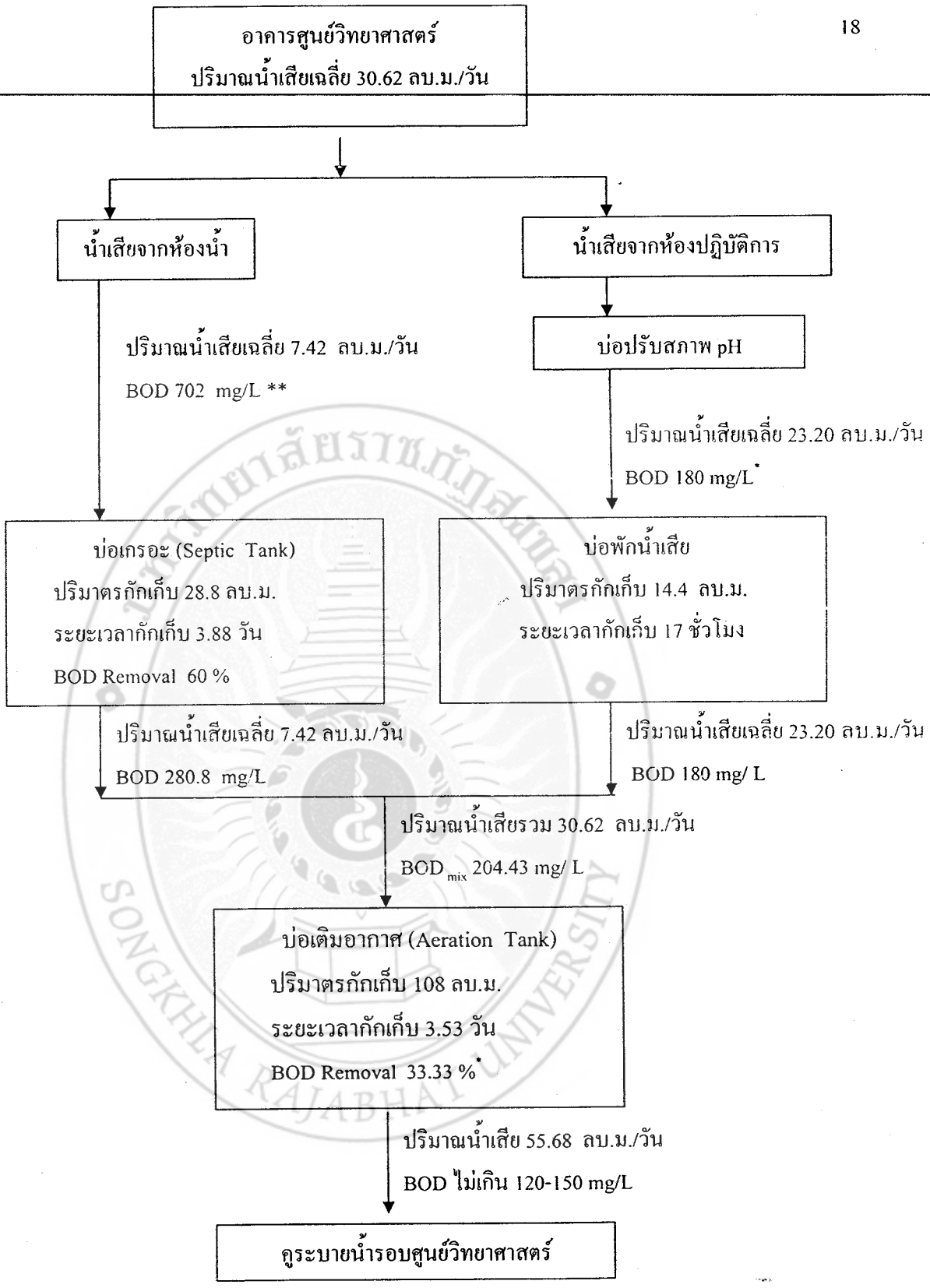


(ง) ลักษณะน้ำเสียในบ่อเติมอากาศ



(จ) ลักษณะน้ำเสียในบ่อเกรอะ (Scptic Tank)

ภาพที่ 2.3 แสดงลักษณะระบบบำบัดน้ำเสียของศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา



ภาพที่ 2.4 แผนผังการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียของศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

หมายเหตุ * ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์วิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์

** www. pcd.go.th

2.3 Effective Microorganisms (EM)

การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศในครั้งนี้ได้ใช้ Effective Microorganisms (EM) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพโดยมีรายละเอียดดังนี้ (www.eng.cmu.ac.th)

EM (Effective Microorganisms) หมายถึง กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่ง ศ.ดร. เทรูโอะ ฮิงะ นักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญสาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยริวกิว เมืองโอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น ได้ศึกษาแนวคิดเรื่อง "ดินมีชีวิต" ของท่านโมกิจิ โอกะดะ (พ.ศ.2425-2498) บิดาแห่งการเกษตรธรรมชาติของโลก จากนั้น ดร.ฮิงะ เริ่มค้นคว้าทดลองตั้งแต่ปี พ.ศ.2510 และค้นพบ EM เมื่อปี พ.ศ.2526 ท่านอุทิศทุ่มเททำการวิจัยผลว่ากลุ่มจุลินทรีย์นี้ใช้ได้ผลจริงหลังจากนั้นศาสตราจารย์วาคุกามิได้นำมาเผยแพร่ในประเทศไทยโดยท่านเป็นประธานมูลนิธิบำเพ็ญสาธารณประโยชน์ด้วยกิจกรรมทางศาสนาหรือคิวเซ (คิวเซ แปลว่าช่วยเหลือโลก) ปัจจุบันตั้งอยู่ที่ อำเภอ แก่งคอย จังหวัด สระบุรี จากการค้นคว้าพบความจริงเกี่ยวกับจุลินทรีย์ว่ามี 3 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มสร้างสรรค์ เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ ทำให้เกิดโรค มีประมาณ 10%
2. กลุ่มทำลาย เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ ทำให้เกิดโรค มีประมาณ 10%
3. กลุ่มกลาง มีประมาณ 80% จุลินทรีย์กลุ่มนี้หากกลุ่มใดมีจำนวนมากกว่า กลุ่มนี้จะสนับสนุนและร่วมด้วย

ดังนั้นการเพิ่มจุลินทรีย์ที่มีคุณภาพลงในดินก็เพื่อให้กลุ่มสร้างสรรค์มีจำนวนมากกว่าซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้จะช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้กลับมีพลังขึ้นมาอีกหลังจากที่ถูกทำลายด้วยสารเคมีจนดินตายไป จุลินทรีย์มี 2 ประเภท

1. ประเภทต้องการอากาศ (Aerobic Bacteria)
2. ประเภทไม่ต้องการอากาศ (Anaerobic Bacteria)

จุลินทรีย์ทั้งสองกลุ่มนี้ ต่างพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน และสามารถอยู่ร่วมกันได้ จากการค้นคว้าดังกล่าว ได้มีการนำเอาจุลินทรีย์ที่ได้รับการคัดและเลือกสรรอย่างดีจากธรรมชาติที่มีประโยชน์ต่อพืช สัตว์ และสิ่งแวดล้อมมารวมกัน5กลุ่มได้แก่

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์พวกเชื้อราที่มีเส้นใย (Filamentous fungi) ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งการย่อยสลาย สามารถทำงานได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจน มีคุณสมบัติต้านทานความร้อนได้ดี ปกติใช้เป็นหัวเชื้อผลิตเหล้าผลิตปุ๋ยหมักฯลฯ

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์พวกสังเคราะห์แสง (Photosynthetic microorganisms) ทำหน้าที่สังเคราะห์สารอินทรีย์ให้แก่ดิน เช่น ไนโตรเจน กรดอะมิโน (Amino acids) น้ำตาล (Sugar) วิตามิน (Vitamins) ฮอร์โมน (Hormones) และอื่น ๆ เพื่อสร้างความสมบูรณ์ให้แก่ดิน

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก (Zynogumic หรือ Fermented microorganisms) ทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้ต้านทานโรค (Diseases resistant) เข้าสู่วงจรการย่อยสลายได้ดี ช่วยลดการพังทลายของดิน ป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืชบางชนิดของพืชและสัตว์ สามารถบำบัดมลพิษในน้ำเสียที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมเป็นพิษต่าง ๆ ได้

กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์พวกตรึงไนโตรเจน (Nitrogen fixing microorganisms) มีทั้งพวกที่เป็นสาหร่าย (Algae) และพวกแบคทีเรีย (Bacteria) ทำหน้าที่ตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศ เพื่อให้ดินผลิตสารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโต เช่น โปรตีน (Protein) กรดอินทรีย์ (Organic acids) กรดไขมัน (Fatty acids)

กลุ่มที่ 5 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์พวกสร้างกรดแลคติก (Lactic acids) มีประสิทธิภาพในการต่อต้านเชื้อราและแบคทีเรียที่เป็นโทษ ส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศหายใจ ทำหน้าที่เปลี่ยนสภาพดินเน่าเปื่อย หรือดินก่อโรคให้เป็นดินที่ต้านทานโรค ช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคพืชที่มีจำนวนนับแสนหรือทำให้หมดไป นอกจากนี้ยังช่วยย่อยสลายเปลือกเมล็ดพืชช่วยให้เมล็ดงอกได้ดีและแข็งแรงกว่าปกติอีกด้วย

2.3.1 ลักษณะทั่วไปของ Effective Microorganisms (ดังภาพที่ 2.5)

EM เป็นจุลินทรีย์กลุ่มสร้างสรรค์ เป็นกลุ่มที่มีประโยชน์หรือเรียกว่ากลุ่มธรรมะ ดังนั้นเวลาจะใช้ EM ต้องคำนึงถึงอยู่เสมอว่า EM เป็นสิ่งมีชีวิต และมีลักษณะดังนี้

1.ต้องการที่อยู่เหมาะสม ไม่ร้อนเกินไป หรือเย็นเกินไปอยู่ในอุณหภูมิปกติ

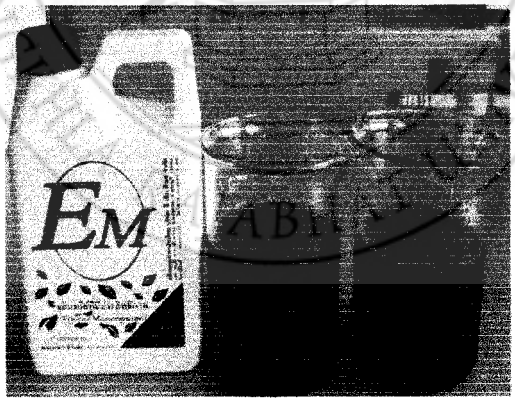
2.ต้องการอาหารจากธรรมชาติ เช่น น้ำตาล รำข้าว โปรตีน และสารประกอบอื่น ๆ ที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

3.เป็นจุลินทรีย์จากธรรมชาติ ไม่สามารถใช้ร่วมกับสารเคมีและยาฆ่าเชื้อต่าง ๆ ได้

4.เป็นตัวเอื้อประโยชน์แก่พืช สัตว์ และสิ่งมีชีวิตทั้งมวล

5. EM จะทำงานในที่มืดได้ดี ดังนั้นควรใช้ช่วงเย็นของวัน

6.เป็นตัวทำลายความสกปรกทั้งหลาย



ภาพที่ 2.5 Effective Microorganism (EM)

2.3.2 ประโยชน์ของจุลินทรีย์ EM

การใช้จุลินทรีย์สด หรือ EM สด หมายถึง การใช้จุลินทรีย์ (EM) จากโรงงานผลิต หรือผู้จำหน่ายที่ยังไม่ได้ทำการแปรสภาพ

2.3.2.1 วิธีใช้และประโยชน์ของ EM สด

1. ใช้กับพืช (ปุ๋ยน้ำ)

- ผสมน้ำในอัตรา 1:1000 (EM 1 ช้อนโต๊ะ กากน้ำตาล 1 ช้อนโต๊ะ: น้ำ 10 ลิตร) ใช้ฉีด พ่น รด ราด พืช ต่าง ๆ ให้ทั่วจากดิน ลำต้น กิ่ง ใบ และนอกทรงพุ่ม
- พืช ผัก ฉีด พ่น รด ราด ทุก 3 วัน
- ไม้ดอก ไม้ประดับ เดือนละ 1 ครั้ง การใช้จุลินทรีย์สดในดิน ควรมีอินทรีย์วัตถุปกคลุมด้วย เช่นฟางแห้ง ใบไม้แห้ง ฯลฯ เพื่อรักษาความชื้นและเป็นอาหารของจุลินทรีย์ต่อไป

2. ใช้ในการทำ EM ขยายปุ๋ยแห้ง

3. ใช้กับสัตว์ (ไม่ต้องผสมกากน้ำตาล)

- ผสม EM 1 ช้อนโต๊ะ : น้ำ 200 ลิตร ให้สัตว์กินทำให้แข็งแรง
- ผสม EM 1 ช้อนโต๊ะ : น้ำ 10 ลิตร ใช้พ่นคอกให้สะอาดกำจัดกลิ่น
- หากสัตว์เป็นโรคทางเดินอาหารให้กิน EM สด 1 ช้อนโต๊ะ ผสมกับอาหารให้สัตว์กิน

4. ใช้กับสิ่งแวดล้อม

- ใส่ห้องน้ำห้องส้วมและในโถส้วมทุกวัน วันละ 1 ช้อนโต๊ะ (หรือ สัปดาห์ละ 1/2 แก้ว) ช่วยให้เกิดการย่อยสลาย ไม่มีกาก ทำให้ส้วมไม่เต็ม
- กำจัดกลิ่นด้วยการผสมน้ำและกากน้ำตาลในอัตราส่วน 1 :1000 (EM 1 ช้อนโต๊ะ : กากน้ำตาล 1 ช้อนโต๊ะ : น้ำ 1 ลิตร) ฉีด พ่น ทุก 3 วัน
- บำบัดน้ำเสีย 1: 1000 หรือ EM 2 ช้อนโต๊ะ : น้ำ 200 ลิตร
- ใช้กำจัดเศษอาหาร หรือทำปุ๋ยน้ำจากเศษอาหาร
- แก้ไขท่ออุดตัน EM 1 ช้อนโต๊ะ ใส่ 5-7 วัน/ครั้ง
- ฉีดพ่นปรับอากาศในครัวเรือน
- กำจัดกลิ่นในแหล่งน้ำ

2.3.2.2 วิธีใช้และประโยชน์ EM ขยาย

1.ใช้กับพืชเหมือน EM สด

2.ใช้กับสัตว์

- ผสมน้ำ 1 : 100 ฉีดพ่นคอก กำจัดแมลงรบกวน
- ผสมน้ำ 1: 1000 ล้างคอก กำจัดกลิ่น

- ผสมน้ำในอัตรา 1: 500 หรือ 2 ช้อนโต๊ะ : น้ำ 10 ลิตร เพื่อหมักหญ้าแห้ง ฟางแห้ง เป็นอาหารสัตว์

3.ใช้ทำปุ๋ยน้ำ ปุ๋ยแห้ง เหมือนใช้ EM สด

4.ใช้กับสิ่งแวดล้อม เหมือนใช้ EM สด

ปัจจุบัน EM ได้รับความนิยมขยายไปสู่ชาวโลก เนื่องจากเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่มีพิษภัย มีแต่ประโยชน์ ถ้าสามารถนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และมุ่งเน้นการไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ทำให้การขยายการใช้ EM ไปสู่เกษตรกรและองค์กรทั่วโลกแล้วกว่า 30 ประเทศ อาทิ International Nature Farming Reserch Center Movement (INFRC) JAPAN, EM Research Organization (EMRO) JAPAN, International Federation of Agriculture Movement (IFOAM) GERMANY เป็นต้น และ Califarnia Certified Organics Farmers ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นสถาบันวิจัยเกษตรธรรมชาติได้ให้คำรับรองเมื่อ ค.ศ.1993 ว่าเป็นวัสดุประเภทจุลินทรีย์ (Microbial Innoculant) ที่ปลอดภัยและได้ผลจริง 100%

สำหรับในประเทศไทย กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ได้นำไปวิเคราะห์แล้วรับรองว่า จุลินทรีย์ EM ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ จึงสามารถนำ EM ไปใช้ประโยชน์ได้หลายประการ ดังนี้

1.ใช้กับพืชทุกชนิด

2.ใช้กับการปศุสัตว์

3.ใช้กับการประมง

4.ใช้กับสิ่งแวดล้อม

ทั้งนี้โรงพยาบาลวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาทก็ได้ลองใช้จุลินทรีย์ (EM) เทคโนโลยีในการดูแลสิ่งแวดล้อมทั่วทั้งโรงพยาบาลแทนน้ำยา และสารเคมีต่างๆที่เคยใช้มาในอดีต โดยนำมาใช้ ในด้านต่างๆ อาทิ การทำความสะอาดพื้นประจำวัน การทำความสะอาดห้องน้ำ ส้วม การดับกลิ่น การซักผ้า การทำความสะอาดจาน ชาม และภาชนะในโรงครัว การดูแลต้นไม้ทั้งหมด การดูแลบ่อบำบัดน้ำเสีย การฉีดพ่นบริเวณเตาเผาขยะติดเชื้อก่อนเผาเพื่อลดปริมาณไดออกซิน (Dioxin) ในอากาศและสิ่งแวดล้อมรอบๆเป็นต้น เพียงระยะเวลาเพียง 1 ปี สามารถลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อน้ำยา และสารเคมีได้ถึง 200,000 บาท/ปี และทำให้ผู้ให้และผู้มารับบริการของโรงพยาบาลไม่ต้องวิตกกังวลจากการได้รับสารเคมีและน้ำยาต่าง ๆ อีกด้วย (www.chivavithee.net)