หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

ปัจจุบันสิ่งแวดล้อมรอบตัวเราได้เสื่อมคุณภาพไปมาก น้ำ อากาศ ดิน พืชผัก ผลไม้ และระบบสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย มักมีสารเคมีที่เป็นพิษ สิ่งปฏิกูลปะปนอยู่เป็นจำนวนมาก การที่สภาวะแวดล้อมเสื่อมโทรมลงไปนี้มีสาเหตุมาจากกิจกรรมของมนุษย์ในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี เพื่อนำความรู้ใหม่ ๆ มาใช้ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร และ อุตสาหกรรม โดยไม่คำนึงถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และไม่มีการป้องกันและแก้ไขภาวะแวดล้อมอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ จนเป็นเหตุให้เกิดภาวะมลพิษขึ้น ในบรรดามลพิษที่เกิดขึ้นนี้ มลพิษทางน้ำเป็นปัญหาหนึ่งที่มักจะคู่ไปกับความเจริญเติบโตของชุมชน กล่าวคือ เมื่อประชากรมีน้อยและอยู่กันอย่างกระจัดกระจายก็ไม่เป็นปัญหามากนัก ต่อมาเมื่อชุมชนเจริญเติบโตประชากรเพิ่มมากขึ้น ปัญหาเรื่องน้ำเสียก็ตามมาเป็นเงาตามตัว ทั้งนี้เพราะน้ำเสียเป็นผลิตผลอย่างหนึ่งในการดำเนินชีวิตประจำวันของคน นับวันน้ำเสียจะมีปริมาณมากขึ้นเป็นทวีคูณ และมักพบสารใหม่ ๆ แปลก ๆ ของเทคโนโลยีสมัยใหม่เจือปนอยู่ด้วยเสมอ ทำให้น้ำเสียเป็นปัญหาที่ยุ่งยากมากขึ้นตามลำดับ

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า ที่ใดมีความเจริญ มีการอุตสาหกรรม ที่นั่นก็จะมีคนเข้าไปอาศัยกันอย่างเนืองแน่น น้ำเสียจากแหล่งชุมชนก็ดี จากโรงงานอุตสาหกรรมก็ดี ในที่สุดจำเป็นต้องปล่อยลงสู่แหล่งน้ำกันทั้งสิ้น ทั้งนี้เพราะเหตุว่าการที่จะหาที่ดินว่างเปล่าเป็นบริเวณกว้างใหญ่เพื่อใช้เป็นที่ปล่อยน้ำเสียย่อมไม่อาจทำได้ในแง่ปฏิบัติ ดังนั้นจึงพบว่า แหล่งน้ำสาธารณะที่ผ่านบริเวณดังกล่าวมักจะมีสีดำคล้ำ และเน่าเหม็น ก่อให้เกิดปัญหาในหลาย ๆ ด้านต่อสุขภาพและอนามัยของประชาชน สาเหตุสำคัญที่ทำให้น้ำเสียเกิดการเน่าเหม็นในลำน้ำสาธารณะ คือ สารอินทรีย์คาร์บอน หรือ บีโอดี ทั้งนี้เพราะการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในน้ำเสียต้องการออกซิเจนในน้ำเป็นจำนวนมาก การเน่าเหม็นเกิดขึ้นเมื่อปริมาณออกซิเจนในลำน้ำมีไม่พอเพียงเป็นผลให้การย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นแบบไร้ออกซิเจนซึ่งมักเกิดกลิ่นเน่าเหม็น ปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนและแอมโมเนีย (TKN) ในน้ำเสียก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งซึ่ง

ทำให้เกิดการเน่าเหม็น เช่นเดียวกับปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน ทั้งนี้เพราะ TKN มีความต้องการใช้ออกซิเจนในน้ำเช่นเดียวกับสารอินทรีย์คาร์บอน ผลกระทบของ TKN ที่มีต่อลำน้ำธรรมชาติก็เป็นเช่นเดียวกับ บีโอดี หรือ ซีโอดี

ด้วยเหตุนี้ การกำจัด TKN จึงมีความจำเป็นและเป็นเรื่องสำคัญเทียบเท่ากับการกำจัด บีโอดี หรือ ซีโอดี ในการทดลองจะใช้ระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ และ ระบบแอเรตเต็ดลากูน กำจัด TKN ด้วยวิธีชีวเคมี โดยการสร้างปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันขึ้นในระบบดังกล่าวทั้งสองก่อนที่จะทิ้งลงสู่ลำน้ำสาธารณะ เพื่อเปลี่ยนแอมโมเนียให้กลายเป็นไนเตรต ซึ่งเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ต้องการออกซิเจน

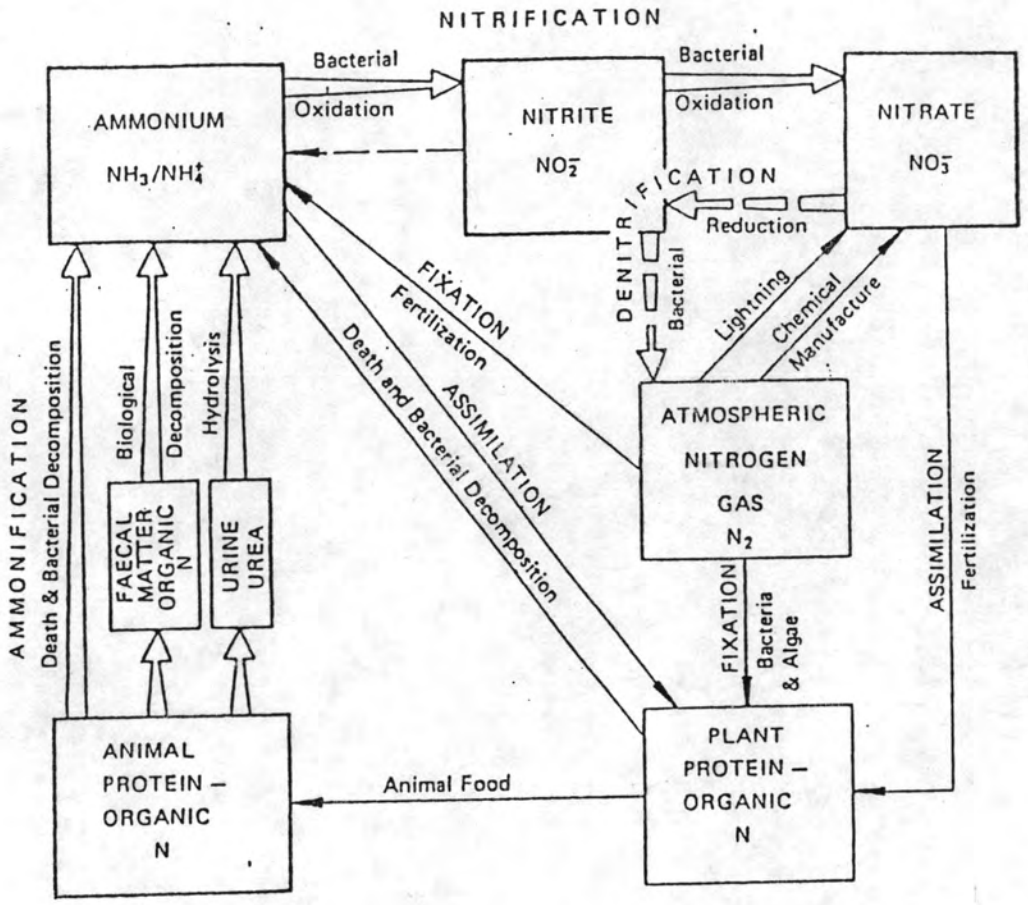
1.2 วัฏจักรของไนโตรเจน

สารประกอบไนโตรเจนที่เข้ามาเกี่ยวข้องในเรื่องของน้ำเสีย และ น้ำดื่มอาจแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ สารประกอบอนินทรีย์ไนโตรเจน เช่น NH_4^+, NO_2^-, NO_3^- สารพวกนี้อาจอยู่ในรูปปุ๋ย หรือเกลือในปัสสาวะ ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือ สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน เช่น โปรตีน กรดอะมิโน กรดนิวคลีอิค สารดังกล่าวนี้เป็นส่วนประกอบของร่างกาย พืช และสัตว์ ในอุจจาระ ในปุ๋ยที่ได้จากมูลสัตว์ เป็นต้น สาเหตุที่สารเหล่านี้เข้ามามีบทบาทในน้ำ ทั้งน้ำเสียและน้ำสะอาด ก็เพราะการที่สามารถเปลี่ยนจากรูปสารอินทรีย์ไปเป็นสารอนินทรีย์โดยกระบวนการที่เรียกว่า Mineralization ซึ่งมีแบคทีเรียเป็นตัวสำคัญในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้สารอนินทรีย์ในรูปต่าง ๆ ก็อาจเปลี่ยนกลับไปมาได้โดยแบคทีเรียเช่นกัน กระบวนการในการเกิดมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไป เช่น Ammonification , Nitrification และ Denitrification ความสำคัญของกระบวนการ Mineralization คือการเปลี่ยนสารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำให้เป็นรูปที่ละลายน้ำซึ่งแบคทีเรียสามารถนำไปใช้ได้ กระบวนการดังกล่าวมีความสำคัญเกี่ยวกับวัฏจักรในน้ำเสียเพราะทำให้มีสารอาหารซึ่งพวกพืชน้ำและสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ในน้ำสามารถนำไปใช้ได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบไนโตรเจนในรูปต่าง ๆ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในธรรมชาติแสดงให้เห็นในวัฏจักรของไนโตรเจน (Nitrogen cycle) ภาพที่ 1.1

1.3 ผลเสียต่อสภาพสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากน้ำเสียที่มีสารประกอบไนโตรเจน

น้ำเสียที่มีสารประกอบไนโตรเจนปะปนอยู่ เมื่อปล่อยลงสู่ลำน้ำสาธารณะจะก่อให้เกิดผลเสียต่อสภาพสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติหลายประการ ดังต่อไปนี้คือ



ภาพที่ 1.1 วัฏจักรของไนโตรเจน (1)

1.3.1 เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ และ ปลา สารประกอบไนโตรเจนที่อาจเป็นพิษต่อสัตว์น้ำและปลา ได้แก่ แอมโมเนียไนโตรเจน ปกติแอมโมเนียไนโตรเจนจะอยู่ในรูปของ NH_4^+ เมื่อระดับของพีเอช เท่ากับ 7 และไม่แสดงความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำและปลา ในทางตรงกันข้าม ถ้าหากระดับของพีเอชเพิ่มมากขึ้น จะมีผลทำให้แอมโมเนียไนโตรเจนเปลี่ยนสภาพเป็นแอมโมเนียอิสระมากขึ้น พบว่าแอมโมเนียอิสระในปริมาณ 0.01 – 2.00 มก./ล. หรือมากกว่า (2) จะแสดงความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำและปลา ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า ความเป็นพิษอันเนื่องจากแอมโมเนียไนโตรเจนจะมีมากขึ้นตามระดับพีเอชที่สูงขึ้น

1.3.2 ทำให้ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen) มีปริมาณลดต่ำลง น้ำเสียที่มีแอมโมเนียไนโตรเจน เมื่อระบายลงสู่ลำน้ำสาธารณะจะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดต่ำลง การที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันขึ้น โดยแอมโมเนียไนโตรเจนจะถูกเปลี่ยนไปเป็น ไนไตรต์ และ ไนเตรต ตามลำดับ ปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันที่เกิดขึ้นนี้ ต้องการออกซิเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้ คือ

$$2NH_4^+ + 3O_2 \longrightarrow 4H^+ + 2H_2O + 2NO_2^-$$

$$NH_4^+ + 2O_2 \longrightarrow 2H^+ + H_2O + NO_3^-$$

จากปฏิกิริยาพบว่าบทบาทของแอมโมเนียไนโตรเจน มีผลเสีย เช่นเดียวกับผลเสียที่เกิดจาก บีโอดี และ ซีโอดี

1.3.3 ทำให้เกิดยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) สารประกอบไนโตรเจน โดยเฉพาะไนเตรต เมื่อถูกระบายลงสู่แหล่งน้ำที่ขังอยู่นิ่ง เช่น ทะเลสาบ หนองบึง จะทำให้สาหร่ายในแหล่งน้ำนั้นเติบโตอย่างรวดเร็วและมากเกินไป จนในที่สุดจะเกิดการสะสมตัวที่ก้นของทะเลสาบ และ หนองบึง สาหร่ายที่ตายนี้เมื่อเพิ่มปริมาณมากขึ้น จะสร้างปัญหาเน่าเหม็น ซึ่งเป็นผลเสียต่อสภาพแวดล้อม

1.3.4 ทำให้สิ้นเปลืองคลอรีนในการฆ่าเชื้อโรค เนื่องจากคลอรีนมีปฏิกิริยาเคมีกับแอมโมเนียไนโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำ การฆ่าเชื้อโรคจึงสิ้นเปลืองปริมาณคลอรีนมากขึ้น เพื่อใช้ไปในการทำลายแอมโมเนียเสียก่อน ผลของปฏิกิริยาได้สารประกอบคลอรามีน ซึ่งสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ แต่อำนาจในการฆ่าเชื้อโรคนั้นต่ำกว่าคลอรีนอิสระมาก ดังนั้นความสิ้นเปลืองคลอรีนจึงมากขึ้นเมื่อนำไปใช้กับน้ำที่มีแอมโมเนียไนโตรเจนปะปนอยู่

1.3.5 เป็นอันตรายต่อสุขภาพและอนามัยของเด็กทารก น้ำที่มีปริมาณไนเตรต และไนไตรต์สูงเกินไป อาจทำให้เกิดโรค Methemoglobinemia หรือ Blue Babies กับทารก โดยไนไตรต์จะทำปฏิกิริยากับ ฮีโมโกลบินในเลือด เกิด Methemoglobin ซึ่งไม่สามารถรับส่งออกซิเจน ทำให้เด็กทารกมีอาการหายใจไม่ออกและตัวเขียว