



บทที่ 1

บทนำ

โดยทั่วไปในระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีววิทยา ซึ่งทำงานด้วยความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กับการทำลายสารอินทรีย์ จะมีการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสไปพร้อมกันด้วย ทั้งนี้เพราะจุลินทรีย์ต้องการใช้ในโตรเจนและฟอสฟอรัสในการเป็นสารอาหาร (NUTRIENT) โดยมีอัตราส่วนสารอินทรีย์ต่อสารอาหาร แสดงในรูปบีโอดี (5 วัน) ต่อปริมาณไนโตรเจนต่อปริมาณฟอสฟอรัส [หรือ BOD_5 (หรือ COD) : N : P] ขึ้นอยู่กับชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งสามารถสรุปคร่าวๆ ได้ดังนี้ (1)

1. ระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีววิทยาแบบใช้ออกซิเจน
อัตราส่วน BOD_5 : N : P = 100 : 5 : 1 หรือ
อัตราส่วน COD : N : P = 150 : 5 : 1
2. ระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีววิทยาแบบไม่ใช้ออกซิเจน
อัตราส่วน COD : N : P = 100 : 1.1 : 0.2
หรือ = 500 : 5.5 : 1

จากการพิจารณาอัตราส่วน BOD_5 (หรือ COD) : N : P ดังกล่าว เห็นได้ว่าจุลินทรีย์ต้องการใช้สารอาหารในปริมาณที่แตกต่างกันมาก กล่าวคือในระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีววิทยาแบบไม่ใช้ออกซิเจน จุลินทรีย์ต้องการสารอาหารซึ่งอยู่ในรูปของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ในปริมาณที่ต่ำกว่าระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีววิทยาแบบใช้ออกซิเจนมาก

เมื่อพิจารณาลักษณะน้ำทิ้งจากชุมชนก่อนได้รับการบำบัด ตามตารางที่ 1.1 ซึ่งแสดงลักษณะน้ำทิ้งจากชุมชนในสหรัฐอเมริกา พบว่ามีอัตราส่วน BOD_5 : N : P เป็น 100 : 8 : 6 ที่ความเข้มข้นต่ำ ตามตารางที่ 1.2 ซึ่งแสดงลักษณะของน้ำทิ้งจากชุมชนในอินเดียและประเทศไทย พบว่ามีอัตราส่วน BOD_5 : N เป็น 100 : 50 และ 100 : 12.5 ตามลำดับ และตามตารางที่ 1.3 ซึ่งแสดงค่าเฉลี่ยลักษณะน้ำเสียจากชุมชนที่อยู่อาศัยการเคหะแห่งชาติ พบว่ามีอัตราส่วน BOD_5 : N เป็น 100 : 24.3

ตารางที่ 1.1 ลักษณะของน้ำทิ้งจากชุมชนในสหรัฐอเมริกา(2)
หน่วย มก./ลิตร

ลักษณะ	ความเข้มข้น		
	สูง	กลาง	ต่ำ
Solids, total	1200	700	350
suspended, total	480	200	100
volatile	275	150	70
fixed	75	50	30
dissolved, total	850	500	250
volatile	325	200	105
fixed	525	300	145
Settleable (ml/l)	20	10	5
Biochemical oxygen demand, 5 day, 20 °C	300	200	100
Total Organic Carbon (TOC)	1000	500	250
Dissolved oxygen	0	0	0
Nitrogen, total as N	85	40	20
organic	35	15	8
free ammonia	50	25	12
nitrites	0	0	0
nitrates	0	0	0
Phosphorous (total as P)	20	10	6
organic	15	7	4
inorganic	15	7	4
Chlorides	100	50	30
Alkalinity (as CaCO ₃)	200	100	50
Grease	150	100	50

ตารางที่ 1.2 ลักษณะของน้ำทิ้งจากชุมชนในอินเดียและประเทศไทย(2)
หน่วย มก./ลิตร

ลักษณะ	ความเข้มข้น	
	อินเดีย	ไทย
pH	6.8-7.2	6.9-8.1
Total solids	1600	668-712
Dissolved solids	1000	518-573
Suspended solids	500	95-194
BOD ₅	440-540	132-140
Nitrogen, ammonia	220	16.4-24.9
organic	10-20	2.38-3.31
nitrite	2.50	-
nitrate	-	-

ตารางที่ 1.3 ค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำเสียจากชุมชนที่อยู่อาศัยการเคหะแห่งชาติ(๑)
หน่วย มก./ลิตร

ลักษณะของน้ำทิ้งชุมชน	ค่าเฉลี่ย
BOD ₅	134
COD	246
TS	557
TVS	214
SS	120
TKN	32.50
Org-N	10.72
NH ₃	21.79

จากการเปรียบเทียบระหว่างลักษณะน้ำทิ้งจากชุมชน กับความต้องการอาหารของจุลินทรีย์ พบว่าอัตราส่วน $BOD_5 : N : P$ ของน้ำทิ้งจากชุมชนมีค่าสูงกว่าความต้องการของจุลินทรีย์มาก ดังนั้นน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีววิทยาแล้ว จึงยังคงมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเหลืออยู่ในปริมาณสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีววิทยาแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งมีการใช้อาหารด้วยอัตราส่วน $COD : N : P$ ที่ต่ำมาก

วัตถุประสงค์หลักอย่างหนึ่งของระบบบำบัดน้ำเสีย ด้วยวิธีทางชีววิทยาแบบไม่ใช้ออกซิเจน ได้แก่การย่อยสลายตะกอนสลัดจ์ที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีววิทยาแบบใช้ออกซิเจน ซึ่งแม้ว่าจะมีการใช้อาหารไปแล้วถึง 2 ครั้ง แต่เมื่อนิยามลักษณะน้ำทิ้งจากชุมชนก่อนได้รับการบำบัด ซึ่งมีอัตราส่วน $BOD_5 : N : P$ ที่สูงกว่าอัตราการใช้ของ จุลินทรีย์มากจึงเห็นได้ว่าปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งจากชุมชน ที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีววิทยาแล้วยังมีปริมาณที่สูงอยู่มาก

โดยทั่วไป น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีววิทยาแล้ว จะถูกนำปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ อันได้แก่ลำคลองหรือแม่น้ำแต่เนื่องจากน้ำทิ้งดังกล่าวยังมีสิ่งสกปรกปนอยู่ในปริมาณมาก โดยเฉพาะไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียและฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต จึงก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมกับแหล่งน้ำสาธารณะ โดยเฉพาะแหล่งน้ำที่เป็นแหล่งน้ำปิด

ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย จะถูกเปลี่ยนรูปเป็นไนเตรทโดยจุลินทรีย์ด้วยการเติมออกซิเจนเรียกว่า ไนตริฟิเคชัน (NITRIFICATION) นอกจากนี้ถ้ามีอยู่ในน้ำในปริมาณมาก จะก่อให้เกิดปัญหายูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) หรือการเติบโตของสาหร่ายมากเกินไป (ALGAL BLOOM) เนื่องจากไนเตรทเป็นสารที่ไปเร่งการเจริญเติบโตของพืชน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งสาหร่ายสีเขียว (GREEN ALGAE) ซึ่งก็เช่นเดียวกับการมีฟอสฟอรัสในรูปฟอสเฟตในแหล่งน้ำมากเกินไป จะทำให้สาหร่ายสีเขียวเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (ALGAL BLOOM) ในเวลากลางคืนสาหร่ายสีเขียวจะใช้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในกระบวนการหายใจ ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงมาก จนเกิดสภาพการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน และเมื่อสาหร่ายเหล่านี้ตายจะ ไปเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ ทำให้แหล่งน้ำนั้นสกปรกเน่าเสีย

การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีปริมาณสูงในน้ำทิ้ง ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ จัดเป็นการบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 3 (TERTIARY WASTEWATER TREATMENT) วิธีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียเพื่อกำจัดไนโตรเจนที่ใช้กันในงานจริงปัจจุบัน มีดังแสดงไว้ใน ตารางที่ 1.4

วิธีการที่นิยมใช้กันเป็นส่วนใหญ่และมีประสิทธิภาพสูง ได้แก่

1. การเติมคลอรีนให้ถึงจุดแตก (BREAKPOINT CHLORINATION)
2. การแลกเปลี่ยนไอออนสำหรับแอมโมเนีย
3. การกำจัดแอมโมเนียแบบ AIR STRIPPING

ส่วนวิธีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียเพื่อกำจัดฟอสฟอรัสที่ใช้กันในงานจริงในปัจจุบัน

มีดังนี้

1. การกำจัดฟอสฟอรัสโดยระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีววิทยา
2. การกำจัดฟอสฟอรัสโดยการเลือกใช้ของโลหะในการบำบัดขั้นที่ 2
3. การกำจัดฟอสฟอรัสโดยการเติมสารเคมีช่วยในการตกตะกอน (CHEMICAL POLYMER) เช่น เกลือของอลูมิเนียม ในถังตกตะกอนขั้นที่ 2 สำหรับในกรณีที่มีการรวมตัวและตกตะกอนในถังตกตะกอนขั้นที่ 2 ไม่ดีพอ เช่น ในระบบเครื่องกรองไหลริน (TRICKLING FILTRATION)
4. การกำจัดฟอสฟอรัสโดยการทำโคแอกกูเลชัน ด้วยปูนขาว

ข้อดีและข้อเสียของการกำจัดฟอสฟอรัส โดยใช้เกลือของโลหะที่ระดับต่างๆของการบำบัดได้แสดงไว้ในตารางที่ 1.5 การบำบัดน้ำเสียเพื่อกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่ใช้ในงานจริงในปัจจุบัน แต่ละระบบกำจัดได้เพียงสารใดสารหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นในการบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 3 เพื่อกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส จึงต้องมีระบบบำบัด 2 ระบบกล่าวคือ ระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อกำจัดไนโตรเจนและระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อกำจัดฟอสฟอรัส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.4 วิธีการบำบัดน้ำเสียประเภทต่างๆ เพื่อกำจัดไนโตรเจน(4)

วิธีการบำบัด	สารประกอบไนโตรเจน			ร้อยละ กำจัด รวม
	ออร์แกนิก	$\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$	NO_3^-	
<u>การบำบัดแบบ CONVENTIONAL</u>				
1. การบำบัดขั้นแรก	10-20	ไม่กำจัด	ไม่กำจัด	5-10
2. การบำบัดขั้นที่ 2	15-50	<10	น้อยมาก	10-30
<u>กระบวนการทางชีววิทยา</u>				
1. การย่อยสลายของแบคทีเรีย	ไม่กำจัด	40-70	น้อยมาก	30-70
2. กระบวนการไนตริฟิเคชัน	ไม่กำจัด	ไม่กำจัด	80-90	70-95
3. การย่อยสลายของสาหร่าย (ALGAE)	เปลี่ยนเป็น $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$	เปลี่ยน เป็นเซล	เปลี่ยน เป็นเซล	50-80
4. กระบวนการไนตริฟิเคชัน	10-50	เปลี่ยน เป็น NO_3^-	ไม่กำจัด	5-20
5. บ่อเติมอากาศ	เปลี่ยนเป็น $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$	กำจัดเป็น บางส่วน	กำจัดเป็น บางส่วน	20-90
<u>กระบวนการทางเคมี</u>				
1. การเติมคลอรีนให้ถึงจุดแตก* (BREAKPOINT CHLORINATION)	ไม่แน่นอน	90-100	ไม่กำจัด	50-90
2. กระบวนการโคแอกกูเลชัน	50-90	น้อยมาก	น้อยมาก	20-30
3. การดูดติดผิวของคาร์บอน	30-50	น้อยมาก	น้อยมาก	10-20
4. การแลกเปลี่ยนไอออนสำหรับ แอมโมเนีย*	น้อยมาก, ไม่แน่นอน	80-97	ไม่กำจัด	70-95
5. การแลกเปลี่ยนไอออนสำหรับ ไนเตรท	น้อยมาก	น้อยมาก	75-90	70-90

(มีต่อ)

ตารางที่ 1.4(ต่อ) วิธีการบำบัดน้ำเสียประเภทต่างๆ เพื่อกำจัดไนโตรเจน(4)

วิธีการบำบัด	สารประกอบไนโตรเจน			ร้อยละ กำจัด รวม
	ออร์แกนิก	$\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$	NO_3^-	
<u>กระบวนการทางฟิสิกส์</u>				
1.การกำจัดแอมโมเนีย แบบ AIR STRIPPING*	ไม่กำจัด	60-95	ไม่กำจัด	50-90
2.กระบวนการเมมเบรน แบบ ELECTRODIALYSIS	100 ของ แขวนลอย	30-50	30-50	80-90
3.กระบวนการกรอง	100	น้อยมาก	น้อยมาก	20-40
4.กระบวนการเมมเบรน แบบ REVERSE OSMOSIS	100	60-90	60-90	80-90
<u>การทำ LAND APPLICATION</u>				
1.การชลประทาน	เปลี่ยนเป็น $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$	เปลี่ยนเป็น NO_3^- และ N ในพืช	เปลี่ยน เป็น N_2 , N ในพืช	60-90
2.RAPID INFILTRATION	เปลี่ยนเป็น $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$	เปลี่ยนเป็น NO_3^-	เปลี่ยน เป็น N_2	30-80
3.OVERLAND FLOW	เปลี่ยนเป็น $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$	เปลี่ยนเป็น NO_3^- และ N ในพืช	เปลี่ยน เป็น N_2 , N ในพืช	70-90

หมายเหตุ

ตัวเลขในตารางแสดง ประสิทธิภาพของการกำจัดไนโตรเจนโดยคิดเป็นร้อยละของไนโตรเจนที่เข้าระบบ

* เป็นวิธีการที่นิยมใช้ส่วนใหญ่ในปัจจุบัน ในการควบคุมปริมาณไนโตรเจนในน้ำเสีย

ตารางที่ 1.5 ข้อดีและข้อเสียของการกำจัดฟอสฟอรัส โดยใช้เกลือของโลหะ
ในระดับต่างๆของการบำบัด(4)

ระดับการบำบัด	ข้อดี	ข้อเสีย
ขั้นแรก	สามารถใช้ได้กับทุกโครงการบำบัดน้ำเสีย: เพิ่มประสิทธิภาพกำจัดบีโอดี, ของแข็งแขวนลอย; มีโลหะออกไปปริมาณน้อย	การใช้โลหะด้วยประสิทธิภาพต่ำ: ต้องใช้โพลีเมอร์ช่วยในกระบวนการฟล็อกคูเลชัน; ตะกอนสลัดจ์ทำการแยกน้ำได้ยาก
ขั้นที่ 2	เสียค่าใช้จ่ายน้อย; มีการใช้สารเคมีในปริมาณน้อยกว่าขั้นแรก; เพิ่มความคงตัวของแอกติเวเตดสลัดจ์; ไม่ต้องการโพลีเมอร์	ปริมาณโลหะที่มากเกินไปทำให้เกิดพิษ (TOXIC) ที่ pH ต่ำ; ต้องการระบบควบคุม pH ที่ความเป็นด่างต่ำ; ไม่สามารถใช้ปูนขาว (LIME) ได้; การเติมของแข็งทำให้ปริมาณ VOLATILE SOLIDS ลดลง
ขั้นที่ 3	การใช้โลหะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูง	เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูงที่สุด; มีโลหะปนออกมาในปริมาณสูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย