

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

#### 4.1 ผลการวิจัย

จากการนำน้ำจากสระน้ำหน้าคณะวิทยาศาสตร์ มาทดลองบำบัดด้วยน้ำสกัดชีวภาพที่เตรียมได้ในห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อหาสูตรของอัตราส่วนน้ำสกัดชีวภาพต่อ ปริมาณของน้ำตัวอย่างที่เหมาะสม โดยการทดลองนี้ ได้ใช้สูตรของน้ำสกัดชีวภาพสูตร 1 และสูตร 2 ในอัตราส่วนน้ำสกัดชีวภาพ ต่อน้ำตัวอย่างที่นำมาบำบัด เป็น 1: 1000 1:1,500 และ 1: 2,000 เมื่อเติมน้ำสกัดชีวภาพสูตร 1 และสูตร 2 ในอัตราส่วนดังกล่าวลงในน้ำตัวอย่างที่นำมาบำบัด จะวัดคุณลักษณะของน้ำตัวอย่างที่เติมน้ำสกัดชีวภาพแล้วทันที (ระยะเวลา 0 วัน) หลังจากนั้นจะทำการวัดคุณลักษณะของน้ำตัวอย่างอีกทุก ๆ 7 วัน เป็นเวลา 3 ครั้ง คือ ระยะเวลา 7 วัน ระยะเวลา 14 วัน และระยะเวลา 21 วัน เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการเติมน้ำสกัดชีวภาพทั้ง 2 สูตร ในอัตราส่วนที่เท่ากัน โดยคุณลักษณะที่วัดมี 9 คุณลักษณะคือ ความขุ่น การนำไฟฟ้า ค่า pH ค่าของแข็งแขวนลอย (Total solid = TS) ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved oxygen= DO) ค่า Biological Oxygen Demand (BOD) ค่า Chemical Oxygen Demand (COD) ค่าไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen = TKN) และค่าฟอสฟอรัส (Phosphorous = P) ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำตัวอย่างหลังการเติมน้ำสกัดชีวภาพ สูตร 1 และสูตร 2 ในระยะเวลา 0 วัน 7 วัน 14 วันและ 21 วัน ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำตัวอย่างที่บำบัดด้วยน้ำสกัดชีวภาพ

คุณลักษณะ	การทดลอง					
	น้ำสกัดชีวภาพสูตร 1			น้ำสกัดชีวภาพสูตร 2		
	อัตราส่วนของน้ำสกัดชีวภาพ:น้ำตัวอย่าง			อัตราส่วนของน้ำสกัดชีวภาพ:น้ำตัวอย่าง		
	1:1,000	1:1,500	1:2,000	1:1,000	1:1,500	1:2,000
<u>ระยะเวลา 0 วัน</u>						
1. ความขุ่น (NTU)	12.00	15.00	12.00	25.00	26.00	30.0
2. การนำไฟฟ้า( $\mu$ S)	111.80	112.10	111.00	119.00	120.00	117.90
3. ค่า pH	7.50	7.70	7.60	8.40	8.10	8.50
4. ค่า TS (mg/L)	362.00	366.00	398.00	360.00	450.00	400.00
5. ค่า DO (mg/L)	2.01	2.22	2.44	2.02	2.10	2.50
6. ค่า BOD (mg/L)	40.50	43.75	55.78	50.32	45.15	39.98
7. ค่า COD (mg/L)	60.23	64.44	68.30	69.42	65.72	64.04
8. ค่า TKN (mg/L)	2.01	2.02	2.00	1.98	2.01	2.00
9. ค่า P (mg/L)	0.48	0.49	0.47	0.36	0.39	0.38
<u>ระยะเวลา 7 วัน</u>						
1. ความขุ่น (NTU)	12.00	12.00	15.00	15.00	17.00	18.00
2. การนำไฟฟ้า( $\mu$ S)	121.10	120.4	131.3	120.1	130.10	131.50
3. ค่า pH	7.10	7.30	7.20	7.50	7.90	7.80
4. ค่า TS (mg/L)	352.00	358.00	424.00	352.00	500.00	448.00
5. ค่า DO (mg/L)	4.12	4.32	4.12	4.02	4.12	5.52
6. ค่า BOD (mg/L)	30.75	35.87	45.78	46.32	30.78	31.52
7. ค่า COD (mg/L)	54.08	56.94	64.30	68.45	56.79	56.79
8. ค่า TKN (mg/L)	1.96	1.97	1.97	1.78	1.96	1.96
9. ค่า P (mg/L)	0.42	0.46	0.47	0.36	0.39	0.37

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำตัวอย่างที่บำบัดด้วยน้ำสัปดาห์ชีวภาพ (ต่อ)

คุณลักษณะ	การทดลอง					
	น้ำสัปดาห์ชีวภาพสูตร 1			น้ำสัปดาห์ชีวภาพสูตร 2		
	อัตราส่วนของน้ำสัปดาห์ชีวภาพ:น้ำตัวอย่าง			อัตราส่วนของน้ำสัปดาห์ชีวภาพ:น้ำตัวอย่าง		
	1:1,000	1:1,500	1:2,000	1:1,000	1:1,500	1:2,000
<u>ระยะเวลา 14 วัน</u>						
1. ความขุ่น (NTU)	12.00	12.00	13.00	12.00	12.00	15.00
2. การนำไฟฟ้า(μS)	101.1	110.0	121.00	130.1	134.10	134.30
3. ค่า pH	7.70	7.90	7.80	7.10	7.20	7.30
4. ค่า TS (mg/L)	284.00	280.00	360.00	316.00	384.00	316.00
5. ค่า DO (mg/L)	6.53	4.22	4.32	4.1	7.53	6.73
6. ค่า BOD (mg/L)	23.52	30.07	40.59	40.5	21.21	22.64
7. ค่า COD (mg/L)	53.08	58.93	61.53	65.28	52.86	55.31
8. ค่า TKN (mg/L)	1.78	2.06	1.97	1.69	1.78	1.96
9. ค่า P (mg/L)	0.42	0.44	0.42	0.36	0.38	0.34
<u>ระยะเวลา 21 วัน</u>						
1. ความขุ่น (NTU)	0.74	0.99	1.36	0.91	0.91	0.71
2. การนำไฟฟ้า(μS)	77.50	78.50	77.90	77.20	66.90	81.9
3. ค่า pH	9.43	9.29	9.15	9.23	9.24	9.13
4. ค่า TS (mg/L)	280.00	260.00	270.00	300.00	290.00	280.00
5. ค่า DO (mg/L)	7.00	7.70	7.80	7.40	8.00	9.00
6. ค่า BOD (mg/L)	65.28	65.28	65.28	32.46	65.28	97.92
7. ค่า COD (mg/L)	46.00	40.00	38.00	42.00	36.00	34.00
8. ค่า TKN (mg/L)	1.69	1.78	1.69	1.69	1.78	1.88
9. ค่า P (mg/L)	0.32	0.48	0.32	0.32	0.30	0.26

จากผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำตัวอย่างที่บำบัดด้วยน้ำสกัดชีวภาพสูตร 1 ในอัตราส่วนน้ำสกัดชีวภาพสูตร 1 ต่อตัวอย่างในอัตราส่วน 1: 1,000 1: 1,500 และ 1:2,000 ในระยะเวลา 7 วัน 14 วัน และ 21 วัน เมื่อมองในภาพรวมแล้ว พบว่าการทิ้งระยะไว้นาน 21 วัน คุณภาพของน้ำจะดีขึ้นกว่าระยะเวลา 7 วัน และ 14 วัน นอกจากนี้อัตราส่วนน้ำสกัดชีวภาพสูตร 1 ต่อตัวอย่าง ในอัตราส่วน 1:2,000 ทำให้น้ำมีคุณภาพดีกว่าอัตราส่วนอื่น ๆ โดยเฉพาะในด้านความขุ่นและค่าออกซิเจนละลายน้ำ ดังมีรายละเอียดคุณลักษณะต่างๆ ดังนี้ ค่าความขุ่นวัดได้ 1.36 NTU ค่าการนำไฟฟ้าวัดได้ 77.9  $\mu\text{S}$  ค่า pH วัดได้ 9.15 ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดวัดได้ 270.00 mg/L ค่าออกซิเจนละลายในน้ำวัดได้ 7.80 mg/L ค่า BOD วัดได้ 56.28 mg/L ค่า COD วัดได้ 38.00 mg/L ค่า Total Kjeldahl Nitrogen วัดได้ 1.69 mg/L และค่าฟอสฟอรัส วัดได้ 0.32 mg/L ซึ่งค่าที่วิเคราะห์ได้ทั้งหมดนี้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับดัชนีเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่ไม่ใช่ น้ำทะเล ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2537 แล้วพบว่า ค่า pH , ค่า DO , ค่า BOD , และค่า COD ของน้ำตัวอย่างหลังการบำบัดด้วยน้ำสกัดชีวภาพ ยังอยู่ในเกณฑ์ โดยเฉพาะค่า DO อยู่เหนือเกณฑ์ที่กำหนด คือ 7.80 mg/L

ส่วนผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำตัวอย่างที่บำบัดด้วยน้ำสกัดชีวภาพสูตร 2 ในอัตราส่วนน้ำสกัดชีวภาพสูตร 2 ต่อตัวอย่างในอัตราส่วน 1: 1,000 1: 1,500 และ 1:2,000 ในระยะเวลา 7 วัน 14 วัน และ 21 วัน เมื่อมองในภาพรวมแล้ว พบว่าการทิ้งระยะไว้นาน 21 วัน คุณภาพของน้ำจะดีขึ้นกว่าระยะเวลา 7 วันและ 14 วัน นอกจากนี้อัตราส่วนน้ำสกัดชีวภาพสูตร 2 ต่อตัวอย่างในอัตราส่วน 1:2,000 ทำให้น้ำมีคุณภาพดีกว่าอัตราส่วนอื่นๆ โดยเฉพาะในด้านความขุ่นและค่าออกซิเจนละลายน้ำ ดังมีรายละเอียดคุณลักษณะต่างๆ ดังนี้ ค่าความขุ่นวัดได้เพียง 0.71 NTU ค่าการนำไฟฟ้าวัดได้ 81.90  $\mu\text{S}$  ค่า pH วัดได้ 9.13 ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดวัดได้ 280.00 mg/L ค่าออกซิเจนละลายในน้ำวัดได้สูงถึง 9 mg/L ค่า BOD วัดได้ 97.92 mg/L ค่า COD วัดได้ 34.00 mg/L ค่า TKN วัดได้ 1.88 mg/L และค่า P วัดได้ 0.27 mg/L ซึ่งค่าที่วิเคราะห์ได้ทั้งหมดนี้เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับดัชนีเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่ไม่ใช่ น้ำทะเล ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ.2537 แล้วพบว่าค่า pH, ค่า DO, ค่า BOD และค่า COD ของน้ำตัวอย่างหลังการบำบัดด้วยน้ำสกัดชีวภาพ ยังอยู่ในเกณฑ์ โดยเฉพาะค่า DO อยู่เหนือเกณฑ์ ที่กำหนดคือ 9.00 mg/L

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะใช้น้ำสกัดชีวภาพสูตร 2 มาบำบัดน้ำในแหล่งน้ำจริงคือ น้ำในสระน้ำหน้าคณะวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณปริมาณของน้ำในสระน้ำหน้าคณะวิทยาศาสตร์และคำนวณปริมาณน้ำสกัดชีวภาพสูตร 2 ซึ่งจะต้องเติมลงไป ในแหล่งน้ำเพื่อบำบัด โดยใช้อัตราส่วนน้ำสกัดชีวภาพแหล่งน้ำ เท่ากับ 1: 2,000 จากนั้นติดตามวัดคุณลักษณะของน้ำในสระน้ำหน้าคณะวิทยาศาสตร์ ก่อนเติมน้ำสกัดชีวภาพ และหลังเติมน้ำสกัดชีวภาพแล้ว 7 วัน 14 วัน 21 วัน 28 วัน และสุดท้ายคือ 35 วัน ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำในสระน้ำหน้าคณะวิทยาศาสตร์ก่อนการบำบัดด้วยน้ำสกัดชีวภาพ

คุณลักษณะ	น้ำในสระน้ำหน้าคณะวิทยาศาสตร์
1. ความขุ่น (NTU)	25.00
2. การนำไฟฟ้า( $\mu$ S)	630.00
3. ค่า pH	8.03
4. ค่า TS (mg/L)	466.00
5. ค่า DO (mg/L)	4.58
6. ค่า BOD (mg/L)	62.73
7. ค่า COD (mg/L)	65.28
8. ค่า TKN (mg/L)	1.88
9. ค่า P (mg/L)	0.34

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำในสระน้ำหน้าคณะวิทยาศาสตร์ที่บำบัดด้วยน้ำสกัดชีวภาพ

คุณลักษณะ	อัตราส่วนน้ำสกัดชีวภาพสูตร 2 : น้ำตัวอย่าง = 1 : 2,000				
	ภายหลังจากการเติมในแหล่งน้ำ				
	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน
1. ความขุ่น (NTU)	20.50	21.70	19.50	65.00	21.00
2. การนำไฟฟ้า( $\mu$ S)	80.70	30.90	80.70	111.00	90.20
3. ค่า pH	8.83	8.33	8.47	8.01	8.53
4. ค่า TS (mg/L)	220.00	240.00	760.00	380.00	260.00
5. ค่า DO (mg/L)	8.50	6.70	5.70	4.40	6.10
6. ค่า BOD (mg/L)	48.00	50.00	58.00	64.00	48.00
7. ค่า COD (mg/L)	192.00	128.00	129.00	160.00	110.00
8. ค่า TKN (mg/L)	1.64	1.69	1.59	1.55	1.59
9. ค่า P (mg/L)	0.25	0.25	0.26	0.24	0.26



**สระน้ำหน้าคณะวิทยาศาสตร์**

ผลการวิเคราะห์ เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะของน้ำในสระน้ำหน้าคณะวิทยาศาสตร์ก่อนการบำบัดด้วยน้ำสกัดชีวภาพและภายหลังการบำบัดด้วยน้ำสกัดชีวภาพ จะเห็นความแตกต่างชัดเจนในทุกคุณลักษณะ โดยเฉพาะในระยะ 7 วันแรก พบว่าความขุ่นลดลงเหลือ 20.50 NTU การนำไฟฟ้าลดลงเหลือ 80.7  $\mu\text{S}$  ค่า pH เพิ่มขึ้นเล็กน้อยวัดได้ 8.83 ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดลดลงเหลือ 220.00 mg/L ค่า DO เพิ่มขึ้นเป็น 8.50 mg/L ค่า BOD ลดลงเหลือ 48.00 mg/L ค่า COD เพิ่มขึ้นเป็น 192.0 mg/L ค่า TKN ลดลงเหลือ 1.64 mg/L ค่า P ลดลงเหลือ 0.25 mg/L หลังจากนั้นในระยะ 14 วันต่อมา พบว่าความขุ่นวัดได้ 21.7 NTU การนำไฟฟ้าวัดได้ 30.9  $\mu\text{S}$  ค่า pH วัดได้ 8.33 ค่า TS วัดได้ 220.00 mg/L ค่า DO วัดได้ 8.50 mg/L ค่า BOD วัดได้ 48.00 mg/L ค่า COD วัดได้ 128.00 mg/L ค่า TKN วัดได้ 1.69 mg/L และค่า P วัดได้ 0.25 mg/L หลังจากนั้นในระยะ 21 วันต่อมา พบว่า ความขุ่นวัดได้ 19.5 NTU การนำไฟฟ้าวัดได้ 80.70  $\mu\text{S}$  ค่า pH วัดได้ 8.47 ค่า TS วัดได้ 760.00 mg/L ค่า DO วัดได้ 5.70 mg/L ค่า BOD วัดได้ 58.00 mg/L ค่า COD วัดได้ 129.00 mg/L ค่า TKN วัดได้ 1.59 mg/L และค่า P วัดได้ 0.26 mg/L จะเห็นว่าค่าของแข็งแขวนลอยมีค่าเพิ่มมากขึ้นผิดปกติ เนื่องจากการเปิดเครื่องตีอากาศ ทำให้ตะกอนดินลอยขึ้นมาข้างบนมาก หลังจากนั้นในระยะ 28 วันต่อมา พบว่าความขุ่นวัดได้ 65 NTU การนำไฟฟ้าวัดได้ 111.00  $\mu\text{S}$  ค่า pH วัดได้ 8.01 ค่า TS วัดได้ 380.00 mg/L ค่า DO วัดได้ 4.4 mg/L ค่า BOD วัดได้ 64 mg/L ค่า COD วัดได้ 160 mg/L ค่า TKN วัดได้ 1.55 mg/L ค่า P วัดได้ 0.24 mg/L และหลังจากนั้น ในระยะ 35 วันต่อวัน พบว่าความขุ่นวัดได้ 21.00 NTU การนำไฟฟ้าวัดได้ 90.20  $\mu\text{S}$  ค่า pH วัดได้ 8.53 ค่า TS วัดได้ 260.00 mg/L ค่า DO วัดได้ 6.10 mg/L ค่า BOD วัดได้ 48.00 mg/L ค่า COD วัดได้ 110.00 mg/L ค่า TKN วัดได้ 1.59 mg/L ค่า P วัดได้ 0.25 mg/L

#### 4.2 อภิปรายผลการวิจัย

ก่อนที่จะนำน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากการหมักเศษอาหาร เศษผักในมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ไปใช้บำบัดน้ำจาก แหล่งน้ำจริง ได้ทดลองนำน้ำสกัดชีวภาพที่ได้ทั้ง สูตร 1 และสูตร 2 มาบำบัดกับน้ำตัวอย่าง ซึ่งได้จากแหล่งน้ำจริงในห้องปฏิบัติการเคมี คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษมก่อน โดยใช้อัตราส่วนของน้ำสกัดชีวภาพต่อน้ำตัวอย่างหลายอัตราส่วน ได้แก่ 1 : 1,000 , 1 : 1,500 และ 1 : 2,000 วัดคุณลักษณะต่างๆ ของน้ำตัวอย่าง 9 คุณลักษณะ จากการใช้น้ำสกัดชีวภาพต่อน้ำตัวอย่างในอัตราส่วนต่างๆ กัน ดังกล่าว แล้วเลือกอัตราส่วนของน้ำสกัดชีวภาพต่อน้ำตัวอย่างที่ทำให้น้ำมีความขุ่นน้อยที่สุด และมีค่าออกซิเจนละลายน้ำมากที่สุด โดยคำนึงถึงระยะเวลาที่น้ำสกัดชีวภาพให้ประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุดด้วย เมื่อเลือกอัตราส่วนของน้ำสกัดชีวภาพต่อน้ำตัวอย่าง ที่มีค่า 1: 2,000 แล้วจึงได้นำน้ำสกัดชีวภาพในอัตราส่วนนี้ไปทดลอง บำบัดน้ำในแหล่งน้ำจริงคือ สระน้ำหน้าคณะวิทยาศาสตร์

ผลการทดลองเปลี่ยนแปลงอย่างไม่สม่ำเสมอตลอดระยะเวลาทุก 7 วัน ที่ฝ้าสังเกตและวิเคราะห์ เนื่องจากปัจจัยบางอย่างที่ไม่สามารถคุมได้ เช่น วันที่ฝนตก วันที่อุณหภูมิสูง วันที่ใช้กังหันเดิมออกซิเจน เป็นต้น ในขณะที่เดียวกันจุลินทรีย์ชนิดนี้ก็เจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่ไร้ออกซิเจน การที่จุลินทรีย์ชนิดนี้ต้องมาอยู่ในที่ ๆ มีอากาศเหลือเฟือ น่าจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ด้วยซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของจุลินทรีย์ลดลง แต่อย่างไรก็ตามพบว่า การเติมน้ำสกัดชีวภาพลงไปในส่วนที่เหมาะสมในแหล่งน้ำ นอกจากไม่ทำให้น้ำเน่าเสียแล้วยังทำให้น้ำมีคุณภาพดีขึ้น ไม่ว่าจะพิจารณาในด้านความขุ่น ผลการวิเคราะห์เมื่อทิ้งระยะไว้นาน 35 วัน ความขุ่นของน้ำในสระลดลง วัดความขุ่นได้ 21.00 NTU ซึ่งค่าความขุ่นที่ยอมรับได้ในแหล่งน้ำสาธารณะทั่วไป คือ 5-25 NTU ดังนั้นค่าความขุ่นของน้ำในสระน้ำหลังการบำบัดจึงยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ เมื่อพิจารณาค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำในสระน้ำ วัดค่าของแข็งแขวนลอยได้ 260.00 mg/L ซึ่งค่าของแข็งแขวนลอยที่ยอมรับได้ในแหล่งน้ำสาธารณะ ทั่วไป คือ 500-1500 mg/L ดังนั้น ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำในสระน้ำจึงยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ เมื่อพิจารณาค่าออกซิเจนละลายน้ำ วัดได้ 6.10 mg/L ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเช่นกัน ส่วนค่า pH ของน้ำในสระน้ำวัดได้ 8.53 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงที่อนุญาตให้คือ 6.5-9.2