

ภาคผนวก

ตารางที่ 1ก ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนรวมในก้นผักตบชวาเมื่อใช้น้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ความเข้มข้นต่างๆ

วันที่ของการทดลอง	TKN ในก้นผักตบชวา (% nitrogen)			
	น้ำเสียความเข้มข้นร้อยละ 100		น้ำเสียความเข้มข้นร้อยละ 50	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
1	1.660	0.048	1.650	0.060
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	2.10	0.086	2.075	0.043
5	-	-	-	-
6	2.428	0.162	2.329	0.067
7	2.839	0.158	2.704	0.075
8	3.326	0.058	3.001	0.022
9	3.271	0.127	2.819	0.018
10	3.651	0.026	3.166	0.047
11	3.448	0.070	3.430	0.094
12	3.327	0.045	3.494	0.163
13	3.184	0.053	3.309	0.044
14	3.083	0.035	2.786	0.089
15	2.989	0.037	2.921	0.022
16	3.110	0.029	2.886	0.026
17	2.756	0.039	2.840	0.037

หมายเหตุ : มีค่า TKN ในก้นผักตบชวาเมื่อเริ่มต้นเฉลี่ย $1.446 \pm 0.052\%$ nitrogen

ตารางที่ 2ก การเปลี่ยนแปลงค่าบีโอดีของน้ำเสีย เมื่อไหลผ่านถังปฏิกริยาที่ใช้น้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงที่ร้อยละ 100 และร้อยละ 50

วันที่ของการทดลอง	BOD ₅ (มก./ล)				
	น้ำเสียที่มีค่า ความเข้มข้นที่ 100%	ถังปฏิกริยาที่ 1 (100 %)		ถังปฏิกริยาที่ 2 (50 %)	
		ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2
1	635	580	540	250	240
2	980	560	530	232	210
3	560	480	380	210	185
4	740	755	540	230	240
5	570	690	610	550	730
6	605	1053	1140	1852	990
7	704	1500	1852	1340	1455
8	560	980	1730	975	1040
9	630	1200	1700	1090	960
10	690	1380	1535	840	1630
11	619	1012	1480	790	985
12	679	670	835	430	490
13	720	855	765	495	540
14	736	805	720	385	515
15	-	-	-	-	-
16	689	510	530	220	216
ค่าเฉลี่ย	654.47	868.76	992.47	659.27	695.07
ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	28.261	314.370	524.17	486.74	466.81

หมายเหตุ : - ไม่ได้วิเคราะห์

ถังปฏิกริยาที่ 1 (100%) หมายถึง ถังปฏิกริยาถังที่ 1 ที่ผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงร้อยละ 100

ถังปฏิกริยาที่ 2 (50%) หมายถึง ถังปฏิกริยาถังที่ 2 ที่ผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำร้อยละ 50

ตารางที่ 2ก การเปลี่ยนแปลงค่าบีโอดีของน้ำเสีย เมื่อไหลผ่านถังปฏิกริยาที่ใช้น้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงที่ร้อยละ 100 และร้อยละ 50

วันที่ของการทดลอง	BOD ₅ (มก./ล)				
	น้ำเสียที่มีค่าความเข้มข้นที่ 100%	ถังปฏิกริยาที่ 1 (100 %)		ถังปฏิกริยาที่ 2 (50 %)	
		ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2
1	635	580	540	250	240
2	980	560	530	232	210
3	560	480	380	210	185
4	740	755	540	230	240
5	570	690	610	550	730
6	605	1053	1140	1852	990
7	704	1500	1852	1340	1455
8	560	980	1730	975	1040
9	630	1200	1700	1090	960
10	690	1380	1535	840	1630
11	619	1012	1480	790	985
12	679	670	835	430	490
13	720	855	765	495	540
14	736	805	720	385	515
15	-	-	-	-	-
16	689	510	530	220	216
ค่าเฉลี่ย	654.47	868.76	992.47	659.27	695.07
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	28.261	314.370	524.17	486.74	466.81

หมายเหตุ :- ไม่ได้วิเคราะห์

ถังปฏิกริยาที่ 1 (100%) หมายถึง ถังปฏิกริยาถังที่ 1 ที่ผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงร้อยละ 100

ถังปฏิกริยาที่ 2 (50%) หมายถึง ถังปฏิกริยาถังที่ 2 ที่ผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำร้อยละ 50

ตารางที่ 3ก การเปลี่ยนแปลงค่าที่เคเอ็นของน้ำเสียเมื่อไหลผ่านถังปฏิบัติที่ใช้บำบัดน้ำเสียที่มี
ความเข้มข้นสูงที่ร้อยละ 100 และร้อยละ 50

วันที่ของการทดลอง	TKN (มก./ล)				
	น้ำเสียที่มีค่า ความเข้มข้นที่ 100%	ถังปฏิบัติที่ 1 (100 %)		ถังปฏิบัติที่ 2 (50 %)	
		ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2
1	116.48	174.72	179.76	132.16	137.76
2	112.00	129.92	128.80	98.00	99.12
3	112.00	109.76	99.40	64.40	59.36
4	134.40	91.84	80.08	40.88	38.08
5	132.16	100.80	109.76	46.48	52.08
6	120.96	129.92	114.52	78.96	71.96
7	128.24	131.04	135.52	81.76	82.88
8	132.72	133.28	155.12	80.78	91.84
9	137.76	138.88	178.36	90.16	84.28
10	133.28	146.72	187.32	74.76	157.36
11	128.52	122.64	113.12	65.80	65.52
12	132.16	122.64	140.00	63.56	60.20
13	126.56	108.36	119.84	74.20	74.20
14	129.92	62.16	76.16	71.12	71.96
15	127.12	69.44	66.36	62.72	63.28
16	128.50	62.72	64.12	64.96	61.88
ค่าเฉลี่ย	127.05	114.68	121.77	74.42	79.49
ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	3.41	31.31	39.61	21.12	27.61

ถังปฏิบัติที่ 1 (100%) หมายถึง ถังปฏิบัติถังที่ 1 ที่ผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงร้อยละ 100
ถังปฏิบัติที่ 2 (50%) หมายถึง ถังปฏิบัติถังที่ 2 ที่ผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำร้อยละ 50

ตารางที่ 4ก ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของน้ำเสียเมื่อไหลผ่านถังปฏิกริยา

วันที่ของการทดลอง	DO (มก./ล.)	
	ถังปฏิกริยาที่ 1 (100%)	ถังปฏิกริยาที่ 2 (50 %)
1	4.0	4.5
2	2.5	3.0
3	2.7	2.7
4	3.4	2.3
5	1.8	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	2.0	0.5
10	2.7	1.0
11	1.5	2.5
12	2.8	3.8
13	5.8	5.0
14	15	5.0
15	30	5.0
16	20	4.0

ถังปฏิกริยาที่ 1 (100%) หมายถึง ถังปฏิกริยาถังที่ 1 ที่ผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงร้อยละ 100

ถังปฏิกริยาที่ 2 (50%) หมายถึง ถังปฏิกริยาถังที่ 2 ที่ผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำร้อยละ 50

ตารางที่ 5ก การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของน้ำเสียในถังปฏิกริยาเมื่อน้ำเสียที่มีความเข้มข้น
สูงร้อยละ 100 และร้อยละ 50

วันที่ของการทดลอง	pH				
	น้ำเสียที่มีค่า ความเข้มข้นที่ 100%	ถังปฏิกริยาที่ 1 (100 %)		ถังปฏิกริยาที่ 2 (50 %)	
		ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2
1	8.0	8.0	8.0	7.8	7.7
2	8.0	8.2	8.1	8.1	8.1
3	8.0	8.2	8.3	8.1	8.1
4	8.0	8.1	8.1	8.0	7.9
5	8.1	8.0	8.0	7.8	7.7
6	8.1	8.1	8.1	7.8	7.7
7	8.1	8.1	8.1	7.8	7.8
8	8.0	8.4	8.2	7.9	7.9
9	8.3	8.2	8.0	7.8	7.7
10	8.1	8.3	8.2	8.0	7.7
11	8.3	8.4	8.5	8.2	8.2
12	8.1	8.5	8.4	8.3	8.3
13	8.3	8.4	8.3	8.5	8.3
14	8.3	7.7	7.6	8.5	8.6
15	8.2	7.6	7.6	8.4	8.5
16	8.2	7.8	7.7	8.3	8.4
ค่าเฉลี่ย	8.13	8.125	8.075	8.081	8.038
ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	0.052	0.114	0.115	0.113	0.243

ถังปฏิกริยาที่ 1 (100%) หมายถึง ถังปฏิกริยาถังที่ 1 ที่ผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงร้อยละ 100
ถังปฏิกริยาที่ 2 (50%) หมายถึง ถังปฏิกริยาถังที่ 2 ที่ผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำร้อยละ 50

ตารางที่ 6ก การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศและน้ำเสียในถังปฏิบัติฯ เมื่อผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงร้อยละ 100 และร้อยละ 50 ณ เวลา 8.00 และ 14.00 น.

วันที่ของการทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)					
	อากาศ		ถังปฏิบัติฯ ที่ 1 (100 %)		ถังปฏิบัติฯ ที่ 2 (50 %)	
	8.00 น.	14.00 น.	8.00 น.	14.00 น.	8.00 น.	14.00 น.
1	26.0	34.0	27.0	32.0	27.2	31.5
2	25.7	32.0	26.5	31.0	26.0	31.0
3	28.0	35.0	27.5	33.0	27.5	32.0
4	26.0	29.5	28.3	29.0	28.5	29.5
5	30.0	30.0	29.8	28.5	29.5	28.5
6	26.0	34.0	28.5	30.5	28.0	30.0
7	27.0	35.5	27.8	30.0	27.5	30.0
8	27.0	32.0	28.2	29.5	27.8	28.0
9	27.5	34.0	28.2	30.0	27.8	29.5
10	28.2	37.0	29.5	31.5	29.0	31.0
11	27.0	31.0	28.2	30.0	28.0	30.0
12	29.0	35.0	28.5	31.0	27.5	29.5
13	27.5	35.0	28.5	30.0	27.8	30.0
14	28.0	35.0	28.2	30.0	27.7	30.0
15	28.0	35.0	28.5	29.5	27.7	30.0
16	28.5	35.0	28.2	31.0	27.5	31.0
ค่าเฉลี่ย	27.463	33.688	28.213	30.406	27.813	30.063
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.524	0.940	0.346	0.500	0.337	0.470

ถังปฏิบัติฯ ที่ 1 (100%) หมายถึง ถังปฏิบัติฯ ดังที่ 1 ที่ผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงร้อยละ 100
 ถังปฏิบัติฯ ที่ 2 (50%) หมายถึง ถังปฏิบัติฯ ดังที่ 2 ที่ผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำร้อยละ 50

ตารางที่ 7ก การเปลี่ยนแปลงค่าความชุ่มของน้ำเสียในถังปฏิบัติยาเมื่อ ผ่านน้ำเสียที่มีค่าความ
เข้มข้นสูงร้อยละ 100 และร้อยละ 50

วันที่ของการทดลอง	ความชุ่ม (เอ็น ที ยู)				
	น้ำเสียที่มีค่า ความเข้มข้นที่ 100%	ถังปฏิบัติยาที่ 1 (100 %)		ถังปฏิบัติยาที่ 2 (50 %)	
		ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2
1	525	271	299	140	145
2	-	89.4	84.4	39.4	46.4
3	333	63.5	53.0	36.0	26.0
4	278	91.9	83.2	38.8	31.5
5	320	278	258	100.8	180
6	370	783	650	280	208
7	436	601	713	416	563
8	360	450	928	570	780
9	480	387	940	630	686
10	470	400	1035	266	1650
11	458	202	228	163	189
12	555	280	318	128	108
13	418	325	362	156	189
14	529	384	425	183	165
15	437	356	460	96	119
16	-	295	385	128	132
ค่าเฉลี่ย	426.357	328.55	451.35	210.69	326.12
ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	69.886	185.59	314.63	181.53	421.05

หมายเหตุ : - ไม่ได้วิเคราะห์

ถังปฏิบัติยาที่ 1 (100%) หมายถึง ถังปฏิบัติยาดังที่ 1 ที่ผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงร้อยละ 100

ถังปฏิบัติยาที่ 2 (50%) หมายถึง ถังปฏิบัติยาดังที่ 2 ที่ผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำร้อยละ 50

ตารางที่ 8ก การเปลี่ยนแปลงค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำเสียในถังปฏิกริยา เมื่อผ่านน้ำเสียที่มีค่า
ความเข้มข้นสูงที่ร้อยละ 100 และร้อยละ 50

วันที่ของการทดลอง	ของแข็งทั้งหมด (มก./ล)				
	น้ำเสียที่มีค่า ความเข้มข้นที่ 100%	ถังปฏิกริยาที่ 1 (100 %)		ถังปฏิกริยาที่ 2 (50 %)	
		ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2
1	1.212	3.278	3.578	2.362	2.224
2	-	2.048	2.040	2.022	2.236
3	1.284	1.380	1.234	1.134	1.210
4	1.452	1.566	1.488	1.040	1.148
5	1.064	1.468	1.062	1.135	1.420
6	1.373	1.939	1.914	1.357	1.348
7	1.410	1.850	1.951	1.409	1.420
8	1.278	1.130	1.419	0.777	0.992
9	1.768	1.739	2.477	1.748	1.778
10	1.374	1.513	1.981	0.999	2.460
11	1.282	1.204	1.233	0.914	0.955
12	1.491	1.370	1.171	0.856	0.743
13	1.230	0.658	0.678	1.281	1.398
14	1.040	1.074	1.051	0.456	0.466
15	1.376	1.077	-	0.484	-
16	-	1.288	1.189	0.794	0.666
ค่าเฉลี่ย	1.331	1.536	1.630	1.173	1.364
ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	0.086	0.589	0.726	0.521	0.594

ถังปฏิกริยาที่ 1 (100%) หมายถึง ถังปฏิกริยาดังที่ 1 ที่ผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงร้อยละ 100
ถังปฏิกริยาที่ 2 (50%) หมายถึง ถังปฏิกริยาดังที่ 2 ที่ผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำร้อยละ 50

ตารางที่ 9 ก. การเปลี่ยนแปลงค่าสีของน้ำเสียในถังปฏิบัติยาเมื่อผ่านน้ำเสียที่มีค่าความเข้มข้นสูงร้อยละ 100 และร้อยละ 50

วันที่ของการทดลอง	สี				
	น้ำเสียที่มีค่าความเข้มข้นที่ 100%	ถังปฏิบัติยาที่ 1 (100 %)		ถังปฏิบัติยาที่ 2 (50 %)	
		ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2
1	2250	1750	2000	1250	1400
2	-	1250	1000	700	100
3	1375	917	833	750	717
4	3000	1000	1125	750	667
5	1500	1250	1375	750	1125
6	1750	2250	1750	1250	1125
7	1500	2500	1750	1250	1350
8	2000	875	1125	750	1000
9	1750	1125	1250	875	1500
10	1500	1375	1500	1250	1375
11	1750	1250	1500	1000	1000
12	1750	1125	1300	1250	1000
13	1750	1125	1250	1750	1750
14	1750	750	750	1500	1750
15	1500	1000	1000	750	750
16	-	750	750	625	625
ค่าเฉลี่ย	1794.643	1268.25	1266.13	1028.13	1077.13
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	196.36	155.46	368.02	333.77	442.59

หมายเหตุ : - ไม่ได้วิเคราะห์

ถังปฏิบัติยาที่ 1 (100%) หมายถึง ถังปฏิบัติยาดังที่ 1 ที่ผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงร้อยละ 100

ถังปฏิบัติยาที่ 2 (50%) หมายถึง ถังปฏิบัติยาดังที่ 2 ที่ผ่านน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำร้อยละ 50

ภาคผนวก ข
วิธีวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์

วิธีวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์

1. ค่าความเป็นกรด-เป็นด่าง (pH)

ทำการตรวจวัดด้วยเครื่องมือสำเร็จรูป pH meter สามารถพกพาได้สะดวก วิธีใช้ดังนี้

1.1 ปรับเครื่องด้วยน้ำยาปรับ pH meter

1.2 เปิดเครื่องจุ่มปลายกระเปาะลงน้ำตัวอย่างที่ต้องการวัด รอจนตัวเลขที่แสดงมีค่าคงที่แล้วจึงอ่านค่าบันทึกผล

1.3 ล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาดก่อนนำไปตรวจวัดตัวอย่างอื่นต่อไป

2. อุณหภูมิ (Temperature)

ทำการตรวจวัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์ชนิด (Thermocouple) ซึ่งมีวิธีการใช้ดังนี้

2.1 ตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ว่ายังสามารถใช้ได้ ไม่ร้าว หรือแตกเส้นปรอทภายในกระเปาะไม่ขาดเป็นช่วง

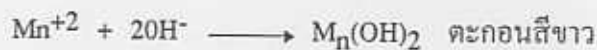
2.2 ทิ้งเทอร์โมมิเตอร์ให้อยู่ในอุณหภูมิห้องจนมีค่าคงที่

2.3 จุ่มปลายปรอทลงไปในถังปฏิริยาให้มีความลึก 15 เซนติเมตร ทิ้งไว้ 1 นาที แล้วอ่านค่าบันทึก

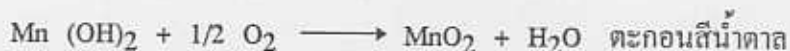
3. ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen, DO)

ทำการตรวจด้วยวิธีไอโอดิเมตริกของไอโอไดเมตริก (Azide Modification of Iodometric method) หลักการของวิธีนี้คือ ออกซิเจนจะออกซิไดส์ Mn^{+2} ไปเป็น Mn^{+4} ภายใต้สภาวะที่เป็นด่าง Mn^{+4} จะสามารถออกซิไดส์ I^- ไปเป็น I_2 อิสระภายใต้สภาวะที่เป็นกรด นั่นคือปริมาณของ I_2 อิสระที่ถูกขับออกมาจะสมมูลกับออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำตอนเริ่มต้น และวัดได้โดยการไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไรโอซัลเฟต บอกผลในรูปของ DO ปฏิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้

- เมื่อเติม $MnSO_4$ และ alkali - iodide ($NaOH+NaI$)



ถ้าในน้ำมี O_2 จะเกิดปฏิกิริยาต่อไปดังนี้



ดังนั้นต้องเขย่าขวดแรง ๆ ประมาณ 20 วินาที ปลดปล่อย O_2 ทำปฏิกิริยาจนเรียบร้อย เมื่อ flocculant ตะกอนให้มือน้ำใส ๆ อยู่ข้างบนประมาณ 2 นิ้วจึงเติมกรด

- เมื่อเติมกรดกำมะถันเข้มข้น I^- จะถูกออกซิไดส์ไปเป็น I_2



เขย่าขวดประมาณ 10 วินาทีเพื่อให้ปฏิกิริยาสมบูรณ์และให้ I_2 กระจายให้ทั่วขวด

- ทิเทรตด้วย 0.025 นอร์มัล $Na_2S_2O_3$ เพื่อหาค่า I_2 ที่เกิด
น้ำแป้ง



เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดบีโอดี ขนาด 300 มิลลิลิตร
2. ขวดเออร์เลนเมเยอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร
3. ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร
4. บิวเรตต์สำหรับทิเทรต ขนาด 50 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต (manganese sulfate solution) : ละลาย $MnSO_4 \cdot H_2O$ 364 กรัมในน้ำกลั่น แล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 มิลลิลิตร
2. อัลคาไล-ไอโอดไคด์-เอไซด์รีเอเจนต์ (Alkali-iodide-Azide Reagent) : ละลาย NaOH 500 กรัม NaI 135 กรัม แล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเติม NaN_3 10 กรัม ในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร ลงในสารละลายที่เตรียมไว้ข้างต้น
3. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Cone H_2SO_4)
4. น้ำแป้ง : ละลายน้ำแป้ง (Soluble starch) 5 กรัม ในน้ำต้มประมาณ 800 มิลลิเมตร คนให้เข้ากัน เติมน้ำให้ได้ 1 ลิตร ต้มให้เดือดประมาณ 2-3 วินาที ตั้งทิ้งไว้ให้น้ำใส ๆ ข้างบน เติม 1.25 กรัม Salicylic acid เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย
5. สารละลายโซเดียมไรโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล : ละลาย $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ 6.205 กรัม ในน้ำกลั่นที่ต้มเย็นแล้ว ทำให้เจือจางจนได้ปริมาณ 1,000 มิลลิลิตร แล้วเติม NaOH 0.4 กรัม เพื่อให้สารละลายนี้สามารถเก็บรักษาให้คงสภาพอยู่ได้
6. สารละลายมาตรฐานไโอไอโอเดต : ละลาย $KH(IO_3)_2$ 812.4 มิลลิกรัมในน้ำกลั่น แล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 มิลลิลิตร

การหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮโอซัลเฟต

ละลาย KI ประมาณ 2 กรัม ด้วยน้ำกลั่น 100-105 มิลลิกรัม ในขวดเออร์เลนเมเยอร์ เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2-3 หยด และสารละลายมาตรฐานโบโรโอเดด 20 มิลลิกรัม แล้วทำให้เจือจางเป็น 200 มิลลิกรัม ทิเทรตไอโอดีนซึ่งถูกขับออกมาด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮโอซัลเฟตที่เตรียมไว้เติมน้ำเบี่ยงเมื่อใกล้จะถึงจุดยุติ สังเกตสีของสารละลายมีสีเหลืองอ่อน ถ้าสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮโอซัลเฟตมีความเข้มข้น 0.25 นอร์มัล ปริมาณที่ใช้ในการไทเทรตจะเท่ากับ 20 มิลลิกรัม

วิธีวิเคราะห์

3.1 เก็บตัวอย่างนี้ไว้ในขวด บีโอดี 300 มิลลิกรัม เติมสารละลาย $MnSO_4$ 1 มิลลิกรัม

3.2 เติมสารละลาย Alkali-iodide-azide ตามลงไปทันที 1 มิลลิกรัม โดยให้ปลายหลอด pipette จมอยู่ในตัวอย่างน้ำ

3.3 ปิดจุกขวด ระมัดระวังให้มีฟองอากาศติดอยู่ในขวด จับขวดคว่ำลงเขย่าแบบพลิกมือให้ขวดตั้งขึ้น และคว่ำลงสลับกันอย่างน้อย 15 ครั้ง ตั้งปล่อยทิ้งไว้ให้ตะกอนที่เกิดขึ้นนอนกัน

3.4 รอจนได้น้ำใสส่วนบนประมาณ 100 มิลลิกรัม หรือ 2 นิ้ว ค่อย ๆ ปิดจุกขวด แล้วเติมกรดกำมะถันเข้มข้นลงไปทันที 1 มิลลิกรัม ให้กรดไหลลงไปตามคอขวด

3.5 ปิดจุกขวดค่อย ๆ เขย่าจนกระทั่งตะกอนละลายหมด

3.6 ตรวจสอบสารละลายที่ได้ 201 มิลลิกรัม ใส่ลงใน flask ขนาด 500 มิลลิกรัม (ปริมาตรจำนวนนี้จะแทนปริมาตรของตัวอย่างน้ำจริง ๆ 200 มิลลิกรัม เนื่องจากปริมาตรของตัวอย่างน้ำถูกแทนที่ด้วยน้ำยาทั้งหมด 2 มิลลิกรัม คือ $MnSO_4$ 1 มิลลิกรัม และ Alkali-iodide azide 1 มิลลิกรัม ที่เติมลงไปปริมาตรขนาด 300 มิลลิกรัม ดังนั้นปริมาตรที่จะนำมาเพื่อทิเทรต จึงควรเป็น

$$200 \times 300 = 201 \text{ มิลลิกรัม}$$

$$(300-2)$$

3.7 ทิเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮโอซัลเฟต 0.025 N จนได้สีเหลืองอ่อน ๆ

3.8 เติมน้ำเบี่ยง 1-2 มิลลิกรัม และทิเทรตจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไปเป็นสารละลายไม่มีสี

การคำนวณ

เนื่องจาก 1 มิลลิลิตรของ 0.025 นอร์มัลโซเดียมโซโอซัลเฟตที่ใช้ที่เทรตสมมูลกับปริมาณ DO 0.200 มิลลิกรัม เพราะฉะนั้น 1 มิลลิกรัมของ โซเดียมโซโอซัลเฟต จะเท่ากับ 1 มิลลิกรัม ต่อ ลิตรของ DO เมื่อใช้ปริมาตรของตัวอย่างซึ่งภายหลังเติมน้ำยาเคมีแล้ว 201 มิลลิลิตร

4. ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ไปในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (Biochemical Oxygen Demand หรือ BOD)

การวิเคราะห์หาค่าบีโอดี เป็นการวิเคราะห์เพื่อที่จะทราบถึงปริมาณความสกปรกของน้ำ เพื่อประโยชน์ในการออกแบบ บำบัด ควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งและประสิทธิภาพของระบบนั้น ๆ โดยคิดเปรียบเทียบในรูปของปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ดังนั้นหลักการวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนจึงเป็นวิธีเดียวกัน เพียงแต่ทำการวิเคราะห์หาค่าบีโอดีเป็นการวัดหาปริมาณออกซิเจนเปรียบเทียบเมื่อเริ่มต้นกับการวัดปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้หมดไปในเวลา 5 วัน ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส

เนื่องจากออกซิเจนในอากาศสามารถละลายน้ำได้ในจำนวนจำกัดคือประมาณ 9 มิลลิกรัม ต่อลิตรในน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ดังนั้นในน้ำเสียซึ่งมีความสกปรกมากจำเป็นจะต้องทำให้ปริมาณความสกปรกเจือจางอยู่ในระดับซึ่งสมมูลพอดีกับปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ การวิเคราะห์นี้เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ในน้ำ จึงจำเป็นต้องทำให้มีสถานที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ กล่าวคือไม่มีสารพิษแต่มีอาหารเพียงพอสำหรับจุลินทรีย์ เช่น ในโตรเจน ฟอสฟอรัส เป็นต้น นอกจากนี้การย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เป็นการบ่อนไดออกไซด์และน้ำกระทำโดยจุลินทรีย์หลายชนิด จึงจำเป็นต้องมีจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เหล่านี้อย่างเพียงพออยู่ในตัวอย่างน้ำ ซึ่งทำการวิเคราะห์

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดบีโอดี ขนาด 300 มิลลิลิตร พร้อมจุกแก้วปิดสนิท
2. ตู้อินคิวเบต (incubator) ซึ่งสามารถควบคุมได้ 20 ± 1 องศาเซลเซียส และตู้นี้สามารถป้องกันไม่ให้แสงผ่านเข้าไปได้
3. บีเปตขนาด 10 มิลลิลิตร, 1 มิลลิลิตร, 0.5 มิลลิลิตร
4. บีกเกอร์ 1,000 มิลลิลิตร
5. เครื่องเติมอากาศ
6. เออร์เลนเมเยอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร

7. บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. น้ำกลั่นจะต้องมีคุณภาพดีกลั่นจากเครื่องกลั่นที่ทำด้วยแก้ว ไม่มีสารพิษเจือปน
2. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ : ละลาย NH_4Cl 8.5 กรัม K_2HPO_4 21.75 กรัม $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 33.4 กรัม และ NH_4Cl 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 มิลลิลิตร สารละลายนี้จะมีค่าพีเอชเท่ากับ 7.2
3. สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต : ละลาย $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 22.5 กรัมในน้ำกลั่น แล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 มิลลิลิตร
4. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ : ละลาย anhydrous CaCl_2 27.5 กรัมในน้ำกลั่น แล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 มิลลิลิตร
5. สารละลายไอรอน (III) คลอไรด์ : ละลาย $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.25 กรัมในน้ำกลั่น แล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 มิลลิลิตร
6. สารละลายกรดและด่างเข้มข้น 1 โมลต่อลิตร ใช้สำหรับตัวอย่างน้ำที่เป็นกรดและด่างเพื่อปรับให้เป็นกลางก่อนที่จะนำมาวิเคราะห์
7. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต
8. สารละลายอัลคาไล-ไฮโดรคลอริก-ไฮดรอกไซด์
9. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น
10. น้ำแข็ง
11. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.025 นอร์มัล

การเตรียมน้ำผสมเจือจาง

- นำน้ำกลั่นที่กลั่นจากเครื่องแก้ว มาปรับอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 20 ± 1 องศา เซลเซียส
- ปรับคุณภาพให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์โดยเติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์ และไอรอน III คลอไรด์อย่างละ 1 มิลลิลิตรต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร
- เติมน้ำอากาศให้มีออกซิเจนละลายในตัว

- เนื่องจากการทดลองครั้งนี้ใช้น้ำเสียจากโรงงานฆ่าสัตว์ น้ำเสียจึงมีจุลินทรีย์มากเพียงพอจึงไม่มีการเติมเชื้อ (seed) ลงไป

2.2 การผสมเชื้อจาก

ทำการเจือจาง 3 ความเข้มข้น โดยประมาณค่าความเข้มข้นจากชนิดของตัวอย่าง สำหรับการทดลองนี้ มีค่า BOD_5 อยู่ในช่วง 200 ถึง 2000 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงใช้อัตราส่วนในการผสมเชื้อจากตัวอย่างในช่วง 0.5-10.00 มิลลิลิตร โดยมีวิธีการดังนี้

- รินน้ำผสมเชื้อจากลงในขวดบีโอดี โดยให้น้ำค่อย ๆ ไหลลงตามข้างขวด ประมาณครึ่งขวดจำนวน 3 ขวด

- บีเปิดตัวอย่างน้ำตามอัตราส่วนที่คำนวณได้
- เติมน้ำผสมเชื้อจากจนได้ 300 มิลลิลิตร
- เกาะข้างขวดบีโอดีเบา ๆ เพื่อไล่ฟองอากาศที่อาจติดอยู่ตามผนังด้านในขวดบีโอดี
- ปิดด้วยจุกแก้ว แล้วตรวจดูว่ามีน้ำเหลืออยู่ปากขวด
- น้ำเข้าสู่อินคิวเบตที่ควบคุมอุณหภูมิ 20 ± 1 องศาเซลเซียส ซึ่งตลอดระยะเวลา 5 วัน ต้องหล่อปากขวด BOD ด้วยน้ำกลั่นตลอดเวลา

สำหรับ DO ในวันเริ่มต้น (Initial Dissolved Oxygen) ของน้ำตัวอย่างที่ทำการเจือจางน้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่จำเป็นต้องหา DO วันที่เริ่มต้นเพียงแต่ปรับอุณหภูมิ ของตัวอย่างให้ได้ 20 องศาเซลเซียส แล้วพ่นอากาศลงไปจนอิ่มตัวด้วยออกซิเจน แล้วถือว่าค่า DO เริ่มต้นของตัวอย่างน้ำที่ใช้เจือจาง เท่ากับ ของตัวอย่างน้ำ แต่ถ้าตัวอย่างที่ทำการเจือจางมากกว่าร้อยละ 20 จะต้องหาค่า DO เริ่มต้นของน้ำเจือจางตัวอย่างแยกกัน

การคำนวณค่า BOD_5

$$BOD_5 = \frac{(D_0 - D_5) \times 300}{\text{ml ของตัวอย่าง}}$$

(มิลลิกรัมต่อลิตร)

เมื่อ D_0 = ค่าออกซิเจนละลายที่ทึบได้ในวันแรก

D_5 = ค่าออกซิเจนละลายที่ทึบได้ในวันที่ 5

5. ค่าไนโตรเจนรวม (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่า TKN ใช้ยี่ห้อ Buchi (ดังภาพที่ 1-2 ข)

หลักการ

อินทรีย์สารไนโตรเจนที่พบส่วนมาเป็นอนุพันธ์ของแอมโมเนีย และการทำลายส่วนที่เป็นอินทรีย์สารของโมเลกุลโดยการออกซิไดส์ทำให้ไนโตรเจนหลุดออกมาในรูปแอมโมเนีย โดยวิธีนี้กรดกำมะถันถูกใช้ให้เป็นตัวเติมออกซิเจน ตัวกะตะลิสถูกเติมลงไปเพื่อเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของ สารอินทรีย์บางตัวที่ถูกออกซิไดส์ยาก (อาจใช้ HgSO_4 หรือ Se ก็ได้ สำหรับการทดสอบนี้ใช้ Selenium Mixture) ปฏิกิริยาที่เกิดอาจแสดงได้โดยการออกซิเดชันของ alamine (α - amine propionic acid) ในปฏิกิริยานี้ C และ H จะถูกออกซิไดส์ไปเป็น CO_2 และ H_2O ในขณะที่ SO_4^{2-} ถูกรีดิวส์ไปเป็น SO_2 และ amino group ถูกปล่อยออกเป็น NH_3 แต่หลุดออกไปจากสถานะซึ่งเป็นกรดไม่ได้จึงเกิดเป็นเกลือแอมโมเนียม

การออกซิเดชันจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมากที่อุณหภูมิเหนือจุดเดือดของ H_2SO_4 หรือ 340°C และการย่อยสลายสารอินทรีย์จนสมบูรณ์สำคัญมากเพราะต้องเปลี่ยนอินทรีย์สารไนโตรเจนทั้งหมดไปเป็นแอมโมเนีย การที่จะจะสังเกตว่าการย่อยสลายสิ้นสุดลงแล้วทำได้โดยดูตามขั้นตอนที่เกิดขึ้นดังนี้

1. น้ำที่เกินพอจะถูกขับออกไปจนหมดเหลือแต่กรดกำมะถันที่จะใช้ย่อยสารอินทรีย์
2. เมื่อถึงจุดเดือดของกรดกำมะถันจะเกิดควันสีขาวขึ้น การย่อยสลายจะเพิ่มขึ้นที่จุดนี้
3. สีของสารผสมเปลี่ยนเป็นสีดำ เพราะกรดกำมะถันไปดูดเอาน้ำออกจากสารอินทรีย์
4. เกิดการออกซิเดชันของ C การเดือดในช่วงระยะนี้สังเกตได้จากฟองก๊าซเล็ก ๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องจาก CO_2 และ SO_2 ถูกขับออกมา

5. ตัวอย่างจะกลายเป็นสารละลายใส แสดงว่าการทำลายสารอินทรีย์เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์แล้ว

6. ปล่อยให้การย่อยสลายดำเนินต่อไปอีก 20 นาที เพื่อให้แน่ใจว่าสารอินทรีย์ได้ถูกทำลายหมดแล้ว

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะใช้ในการปรับพีเอชของกรดกำมะถันในสารละลายที่ได้จากการย่อยสลาย ซึ่งมีฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ สารละลายภายหลังจากปรับควรมีสีชมพูของฟีนอล์ฟทาลีน เมื่อนำไปกลั่นแอมโมเนียจะถูกกลั่นออกมาและถูกเก็บในสารละลายกรดบอริก หลังจากนั้นนำไปหาปริมาณแอมโมเนียด้วยการไทเทรตกับกรดแอมโมเนียม

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. อุปกรณ์วิเคราะห์ค่าไนโตรเจนรวม สำหรับการทดลองนี้ใช้ของยี่ห้อ BUCHI ประกอบด้วยหลอดทดลอง Kjeldahl และอุปกรณ์ให้ความร้อน ซึ่งให้อุณหภูมิสูงถึง 344-371 องศาเซลเซียส และอุปกรณ์การกลั่น

2. pipette ขนาด 10 มล., 50 มล.
3. Erlenmayer flask ขนาด 125 มล.
4. กระบอกตวงขนาด 50 มล.
5. คีมคีบหลอดทดลอง Kjeldahl
6. บีกเกอร์ขนาด 100 มล.
7. บิวเรต ขนาด 50 มล.
8. เครื่องชั่งอย่างละเอียด

สารเคมี

1. Digest reagent : Conc H_2SO_4 , Selenium Mixture (สารเคมีสำเร็จรูป)
2. Boric acid Solution : ละลายผง Boric acid 20 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางให้ได้ 1 ลิตร และผสม mixed Indicator ลงไป 10 มล.
3. Mixed Indicator Solution :
 - ละลาย methyl Red 0.2 กรัม ลงใน 95% Ethyl Alcohol 99.8 มล. จะได้ 0.2% methyl Red Solution
 - ละลาย Methylene blue 0.2 กรัมใน 95% Ethyl Alcohol จะได้ 0.2% Methylene blue Solution
 - ผสม 0.2% Methyl Red Solution 100 มล. กับ 0.2% Methylene blue Solution 50 มล. จะได้ Mixed Indicator Solution ซึ่งเก็บไว้ได้นาน 30 วัน
4. Phenolphthalin Indicator Solution : ละลาย phenolphthalin 5 กรัม น้ำกลั่นเจือจางให้ได้ 1 ลิตร
5. 32% NaOH : ละลาย NaOH 320 กรัมในน้ำกลั่นแล้วเจือจางให้ได้ 1 ลิตร
6. 1N. H_2SO_4 : Cone H_2SO_4 56 มล. เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1 ลิตร
7. 0.02N. H_2SO_4 : 1N. H_2SO_4 20 มล. เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1 ลิตร

8. สารละลายมาตรฐานโซเดียมคาร์บอเนต 0.02 โมล/ลิตร : นำโซเดียมคาร์บอเนตมาอบแห้งในเตาอบที่อุณหภูมิ 260°C เพื่อไล่สิ่งเจือปนประมาณ 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนัก 1.060 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นเจือจางให้ได้ 1 ลิตร เพื่อนำไปทำการเทียบมาตรฐานสารละลาย 0.02 $\text{N.H}_2\text{SO}_4$ ดังนี้

ปิเปตสารละลายมาตรฐานโซเดียมคาร์บอเนต 0.02 โมล/ลิตร จำนวน 20 มล. ใส่ในขวดเออร์โลนเมเยอร์ขนาด 100 มล. เติมน้ำกลั่นจนจุ่มอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด จะได้สารละลายสีเหลืองแล้วทิตเรตกับ 0.02 $\text{N.H}_2\text{SO}_4$ จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้ม อ่านปริมาตรของสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ใช้

$$\text{โมล/ลิตร ของกรดซัลฟิวริก} = \frac{\text{มล.ของสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต} \times 0.0200}{\text{มล.ของสารละลายกรดซัลฟิวริก}}$$

วิธีการวิเคราะห์

1. ปิเปตนำตัวอย่าง 50 มล. ลงใน Kjeldahl tube (สำหรับการวิเคราะห์หาไนโตรเจนรวม หรือชั่งน้ำหนักของผักตบชวาแห้งบดด้วยเครื่องชั่งอย่างละเอียด 0.2 กรัมลงไป ใน Kjeldahl tube (สำหรับการวิเคราะห์หาไนโตรเจนรวมในก้านผักตบชวา)
2. เติมน้ำกลั่น 10 มล.
3. เติมน้ำกลั่น 0.6 กรัม
4. นำไปย่อยสลายตัวอย่างด้วยการต้มในเตาให้ความร้อน ได้สารละลายใส ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่นลงไป 40 มล. จะได้สารละลายใสจำนวน 50 มล.
5. ดูดสารละลายกรดบอริก 10 มล. ใส่ฟลาสก์ขนาด 125 มล.
6. เติมน้ำกลั่น Phenolphthalein Indicator Solution 1-2 มล. ลงในสารละลายที่ได้ในข้อ 4
7. นำ Kjeldahl tube ในข้อ 6 ไปกลั่น เติมน้ำกลั่น 32% NaOH ลงไปในหลอดทดลองจนสารละลายมีสภาพเป็นด่าง ซึ่งสังเกตได้จากสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูถาวร จากนั้นกลั่นจนปริมาตรในฟลาสก์ของสารละลายกรดบอริกเป็น 75 มล.
8. นำไปทิตเรตกับ 0.02 นอร์มอล H_2SO_4 จนกระทั่งสีของสารละลายในฟลาสก์ เปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาตรของกรดที่ใช้
9. ทำ blank โดยใช้น้ำกลั่นแทน ซึ่งขั้นตอนการวิเคราะห์เหมือนที่ใส่สารตัวอย่าง

การคำนวณ

$$1 \text{ มิลลิลิตรของ } 0.1 \text{ N.H}_2\text{SO}_4 = 0.001401 \text{ gm-Nitrogen}$$

$$\therefore 1 \text{ มิลลิลิตรของ } 0.02 \text{ H}_2\text{SO}_4 = \frac{0.0014 \times 0.02}{0.1} \text{ gm-Nitrogen}$$

$$\text{นั่นคือ } 1 \text{ มิลลิลิตรของ } 0.2 \text{ NH}_2\text{SO}_4 = 0.01401 \times 0.02 \text{ gm-Nitrogen}$$

ให้ x = ปริมาตรของ H_2SO_4 ที่ใช้ไทเทรต สารตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

y = ปริมาตรของ H_2SO_4 ที่ใช้ไทเทรต น้ำกลั่น (มิลลิลิตร)

$$\therefore \text{ปริมาตรกรด } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ ที่ใช้} = (x-y) \text{ มิลลิลิตร}$$

$$\text{ดังนั้น ถ้า } (x-y) \text{ ของ } 0.02 \text{ NH}_2\text{SO}_4 \text{ มีไนโตรเจนรวม} = (0.01401 \times 0.02) \times (x-y) \text{ กรัม}$$

1. กรณีหาค่า TKN ในก้านผักตบชวา ถ้าน้ำหนักของก้านผักตบชวาบดแห้ง = B กรัม

$$\begin{aligned} \therefore \text{คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนรวม (TKN)} &= \frac{(x-y) \times (0.01401 \times 0.02) \times 100}{B} \\ &= \frac{(x-y) \times 0.2802}{B} \end{aligned}$$

และน้ำหนักก้านผักตบชวาบดแห้งของการทดลองนี้ 0.2 กรัม

$$\text{จะได้ TKN (\% ไนโตรเจน)} = 0.14 (x-y) \quad \text{————— (1)}$$

$$\text{และ \% Crude Protein} = \% \text{ ไนโตรเจนรวม} \times 6.25$$

2. กรณีหาค่า TKN ในน้ำเสีย

ถ้าใช้ตัวอย่างน้ำเสีย B มิลลิลิตร

$$\begin{aligned} \therefore \text{ไนโตรเจนรวม (TKN)} &= \frac{(x-y) \times (0.01401 \times 1000 \times 0.02) \times 1000}{B} \\ &= \frac{(x-y) \times 280.2}{B} \end{aligned}$$

และปริมาณของน้ำเสียในการทดลองนี้ใช้ 50 มิลลิลิตร

$$\text{จะได้ TKN (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = 5.604 (x-y) \quad \text{————— (2)}$$

6. การวิเคราะห์หาค่า สีด้วยวิธีแพลตินัมโคบอลต์มาตรฐาน (Platinum Cobalt Standard)

เครื่องมือและอุปกรณ์

หลอดเนสสเลอร์ (Nessler tube) ทรงสูงความจุ 50 มล.

สารเคมี

สารละลายมาตรฐานคลอโรแพลตตินัม

สารละลาย 1.246 กรัม โพแทสเซียมคลอโรแพลตตินัม (Potassium Chloroplatinate, $K_2 Pt Cl_6$) และ 1 กรัม ของผลึกโคบอลต์คลอไรด์ (Cobaltous Chloride, $CoCl_2 \cdot 6H_2O$) ในน้ำกลั่นที่มีกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 100 มล. และทำให้เป็น 1 ลิตรจะได้สารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นของสีเท่ากับ 500 หน่วยสี (color units) จากสารละลายมาตรฐานนี้ นำมาเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นของสีตั้งแต่ 5-70 หน่วย

วิธีการวัดสี

นำน้ำตัวอย่างใส่ลงในหลอดเนสสเลอร์ นำไปเปรียบเทียบกับสารละลายสีมาตรฐานที่เตรียมไว้ แต่น้ำเสียที่ใช้ทดลองมีความเข้มข้นของสีมาก จึงต้องทำการเจือจางโดยใช้อัตราส่วนของน้ำตัวอย่าง 1-2 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เพื่อปรับให้สีมีความเจือจางอยู่ในช่วง 5-70 หน่วย ก่อนนำไปเทียบกับสารละลายสีมาตรฐาน แล้วคำนวณกลับไปหาหน่วยสีจริงของน้ำเสีย ดังนี้

การคำนวณ

$$\text{หน่วยสี} = \frac{A \times 50}{V}$$

A = ค่าที่อ่านได้จากการเทียบสี

V = ปริมาตรเป็น มล. ของน้ำตัวอย่างที่นำมาเจือจาง

7. การวิเคราะห์หาความขุ่นด้วย Nephelometric Methods

การหาความขุ่นด้วยวิธีนี้ใช้หลักเปรียบเทียบความเข้มข้นของแสงที่ส่องผ่านน้ำตัวอย่างกับความเข้มข้นของแสงที่ผ่านสารละลายที่มีความขุ่นมาตรฐาน (Standard-reference Suspension) ถ้าน้ำตัวอย่างมีความขุ่นสูงจะทำให้ความเข้มของแสงที่ผ่านออกมาน้อย ความขุ่นที่อ่านได้จะมีหน่วยเป็นเอ็นทียู (Nephelometric Turbidity Units ; NTU)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องมือวัดความขุ่น ซึ่งประกอบด้วยเนฟิโลมิเตอร์พร้อมด้วยแหล่งกำเนิดแสงสำหรับส่องผ่านตัวอย่างน้ำทิ้ง และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จะอ่านค่าความขุ่นได้จากเครื่อง
2. หลอดความขุ่นมาตรฐานสำเร็จรูปขนาดความขุ่นต่าง ๆ
3. หลอดสำหรับใส่น้ำตัวอย่างเพื่ออ่านค่าความขุ่น

วิธีการวัด

1. ปรับตั้งเครื่องมือวัดความขุ่นกับหลอดความขุ่นมาตรฐานให้อ่านค่าได้ตรงกัน
2. ใส่หลอดวัดความขุ่นของน้ำตัวอย่างลงไปแทนหลอดความขุ่นมาตรฐาน ปิดฝาครอบ ปรับค่าช่วงความขุ่นของเครื่องมือวัดที่คาดว่า น้ำตัวอย่างมีความขุ่นในช่วงดังกล่าว
3. อ่านค่าจากเครื่องวัดความขุ่น

8. การวิเคราะห์หาค่าสารทั้งหมด (total Solid, TS)

ทีเอส หมายถึง ปริมาณสารที่เหลืออยู่ในภาชนะหลังจากระเหยน้ำออกจากน้ำตัวอย่างจนหมดแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ปล่อยให้เย็นในตู้ดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักของของแข็งในภาชนะนั้น ก็จะได้ปริมาณของของแข็งหรือสารทั้งหมดมีหน่วยเป็น มก./ล

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. จานระเหย (evaporating dish)
2. เครื่องอ่างน้ำ (water bath หรือ steam bath)
3. เตาอบแห้ง
4. ตู้ดูดความชื้น
5. เครื่องชั่งละเอียด

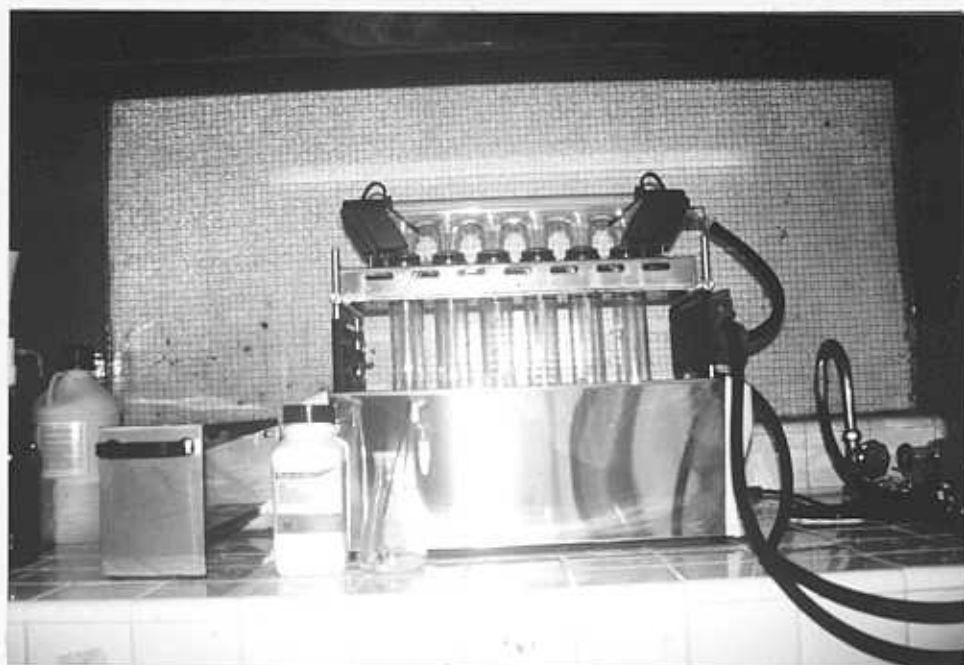
6. pipette 50 มล.

วิธีวิเคราะห์

1. นำจานระเหยอบที่อุณหภูมิ 103-105° องศาเซลเซียสประมาณ 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในตู้ดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักสมมติเท่ากับ A มก.
2. ใช้ pipette ดูดน้ำตัวอย่างใส่จานระเหย 50 มล.
3. นำด้วยระเหยไปวางบนเครื่องอังน้ำที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส จนน้ำระเหยออกหมด นำเข้าไปอบที่เตาอบแห้งที่ 103-105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ปล่อยให้เย็นในตู้ดูดความชื้น
4. ชั่งน้ำหนักจานระเหยทันทีที่เย็นลงเท่าอุณหภูมิห้อง สมมติเท่ากับ B มก.

การคำนวณ

$$\text{TS (มก./ล)} = \frac{\text{น้ำหนักเพิ่มขึ้น (B-A) x 1000}}{\text{มล.ของตัวอย่างน้ำ (50 มล.)}}$$



ภาพที่ 1ข เตาความร้อนสำหรับย่อยสลายตัวอย่าง



ภาพที่ 2ข อุปกรณ์สำหรับกลั่นแยกสารอินทรีย์ในไดโนเจนและแอมโมเนีย