หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ผลการทดลองและ ข้อคิดเห็น

การทดลองการทำงานของระบบ RBC ทั้ง 2 แบบ คือ bio disc และ submerged drum เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำทิ้งของทั้ง 2 ชนิด โดยควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ ให้เหมือนกันทุกประการทั้งคุณสมบัติของน้ำทิ้ง, ระยะเวลาการทดลองเดียวกัน, อุณหภูมิ เป็นต้น การวิเคราะห์ผลต่างๆ ได้ใช้ค่าต่างๆ ของทุกการทดลองอยู่ในช่วงเสถียร (steady state) คือประสิทธิภาพในการลดค่า COD ก่อนข้างคงที่ ผลการทดลองได้แสดงดังต่อไปนี้

5.1 ลักษณะทางกายภาพของผลการทดลอง

การทดลองกำจัดน้ำทิ้งแบบชีววิทยาของ RBC ทั้ง 2 แบบ ทุกการทดลองสามารถอธิบายผลการทดลองทางกายภาพของระบบการทำงาน ที่แสดงถึงประสิทธิภาพตลอดจนความแปรปวนในการทำงานของระบบกำจัดน้ำทิ้ง ได้ดังนี้

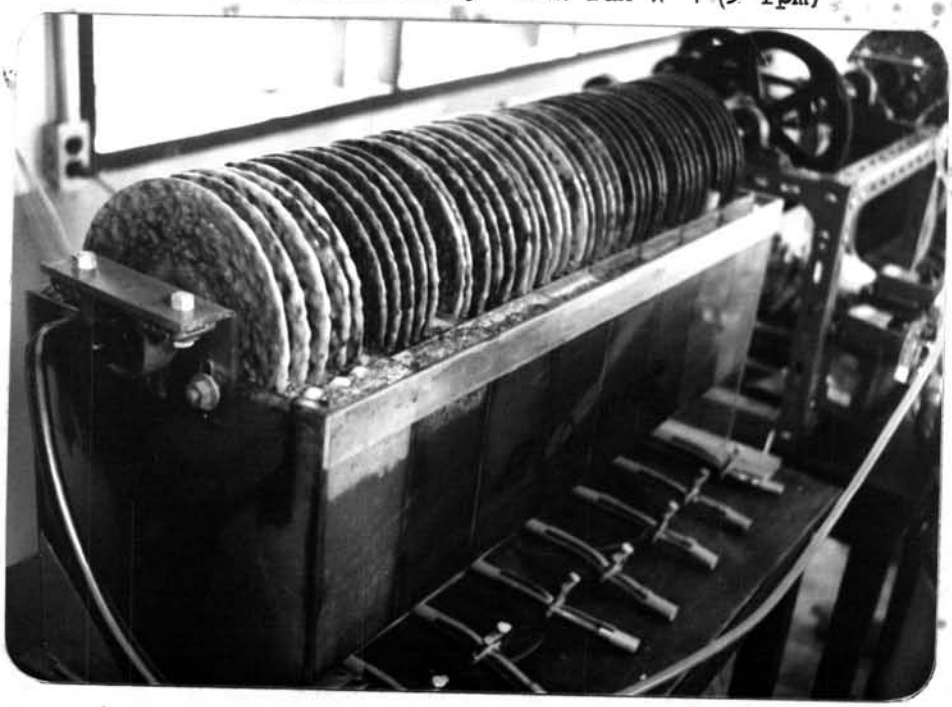
5.1.1 ความหนาของเมือกจุลินทรีย์

จากทฤษฎีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เนื่องจากสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งและออกซิเจนจะพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ที่เกาะอยู่บริเวณผิววัสดุยึดเกาะในช่องแรก (first compartment) ของทิศทางการไหลจะมีมากที่สุดและค่อยๆ ลดน้อยลงไปเรื่อยๆ จนถึงช่องสุดท้าย อธิบายได้ว่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งจะมีมากที่สุดในช่องแรกและค่อยลดลงเรื่อยๆ จนถึงช่องสุดท้าย ทำให้อัตราการย่อยอาหารหรืออัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในช่วงแรกสูงสุด ในอัตราการหมุนของวัสดุยึดเกาะที่เท่ากันทำให้อัตราการรับออกซิเจนเท่ากัน ตามรูป 5.1, 5.2, 5.3, และ 5.4.

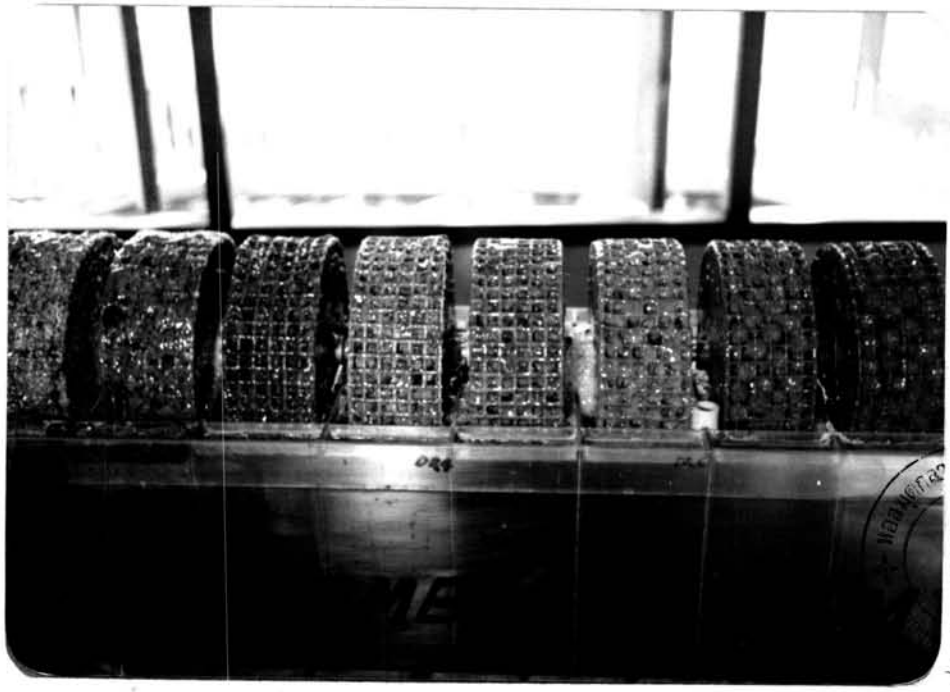
จุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นและค่อยตายลงหลุดจากวัสดุยึดเกาะตกลงสู่ข้างล่างของแต่ละช่อง เมื่อเกิดการหมักหรือย่อยสลายตะกอนข้างล่างก็จะเกิดฟองก๊าซดันให้ตะกอนเบาลอยขึ้นมาอยู่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.1 ลักษณะของ Biomass ที่เกาะบน Media ใหม่ ของ Bio Disc หลังจากเลี้ยงด้วยน้ำเสีย 5 วันใน run ที่ 7 (5 rpm)



รูปที่ 5.2 ลักษณะของ Biomass บน Bio Disc และ Scum ที่เกิดในขณะ Steady State ใน runที่ 6 (15 rpm)



รูปที่ 5.3 ลักษณะของ Biomass บน Submerged Drum และ Scum ที่เกิดในขณะ Steady State ใน run ที่ 3 (5 rpm)

รูปที่ 5.4 ลักษณะของ Biomass บน Submerged Drum และ Scum ที่เกิดในขณะ Steady State เมื่อ overload ใน run ที่ 4 (5 rpm)

ผิวบนของช่องระบายกาซเป็นจำนวนมากในช่องแรกๆ ของถังปฏิกรียา ตามรูป 5.2 และ 5.4

5.1.2 ความเปลี่ยนแปลงสีของเมือกจุลินทรีย์

สีของเมือก (slime) จุลินทรีย์บริเวณผิววัสดุยึดเกาะ เป็นสีเทาปนขาว คล้ายกับสีของน้ำทิ้งในช่องแรกและจะค่อยเปลี่ยนไปเป็นเมือกสีเทาปนดำใน 2-3 ช่องถัดไป เนื่องจากอยู่ในสภาพไร้ออกซิเจน และจุลินทรีย์ในน้ำทิ้งส่วนใหญ่เป็น anaerobic bacteria หลังจากนั้นจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลปนแดง โดยช่องสุดท้ายจะมีสีเข้มที่สุด ซึ่งจุลินทรีย์ในน้ำทิ้งส่วนใหญ่จะเป็น nitrifying bacteria และ protozoa พวก stalked Ciliate ตามรูป 5.2 และ 5.3

5.1.3 ฟองอากาศที่เกิดขึ้น

ความสามารถของวัสดุตัวกลางที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายเทอากาศเข้าสู่น้ำทิ้งของ bio disc และ submerged drum จะมีความแตกต่างกันมาก พบว่าไม่เกิดปัญหาฟองอากาศในการทดลองของระบบ bio disc ตลอดการเปลี่ยนอัตราการหมุน 5, 10 และ 15 รอบต่อนาที แต่จะเกิดปัญหาฟองอากาศในระบบ submerged drum เมื่ออัตราการหมุนมากกว่า 10 รอบต่อนาที ตามรูป 5.5

5.2 <u>ประสิทธิภาพแต่ละช่องของ bio disc และ submerged drum</u>

เพื่อให้สามารถทราบถึงความสามารถในการทำงานแต่ละขั้นตอนของแต่ละช่อง (compartment) ในระบบ bio disc และ submerged drum จึงได้ทดลองทำการป้อนน้ำทิ้งที่ทำการปรับคุณสมบัติตามบทที่ 4 แล้ว ด้วยอัตราการไหลแบบต่อเนื่อง 13.7 มล/นาทีเท่ากัน เพื่อให้สามารถมีเวลาเก็บกักทั้งระบบประมาณ 20 ชั่วโมง น้ำทิ้งมี pH 4.95 , COD 1631 มก/ลิตร และออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำทิ้งมีค่าเป็นศูนย์ โดยใช้ความเร็วรอบ 5 รอบต่อนาที และทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากแต่ละช่องไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.5 ลักษณะของ Biomass และฟองที่เกิดใน Submerged Drum ในช่องแรก ๆ เมื่อเพิ่มความเร็วของการหมุนใน run ที่ 5 (10rpm)

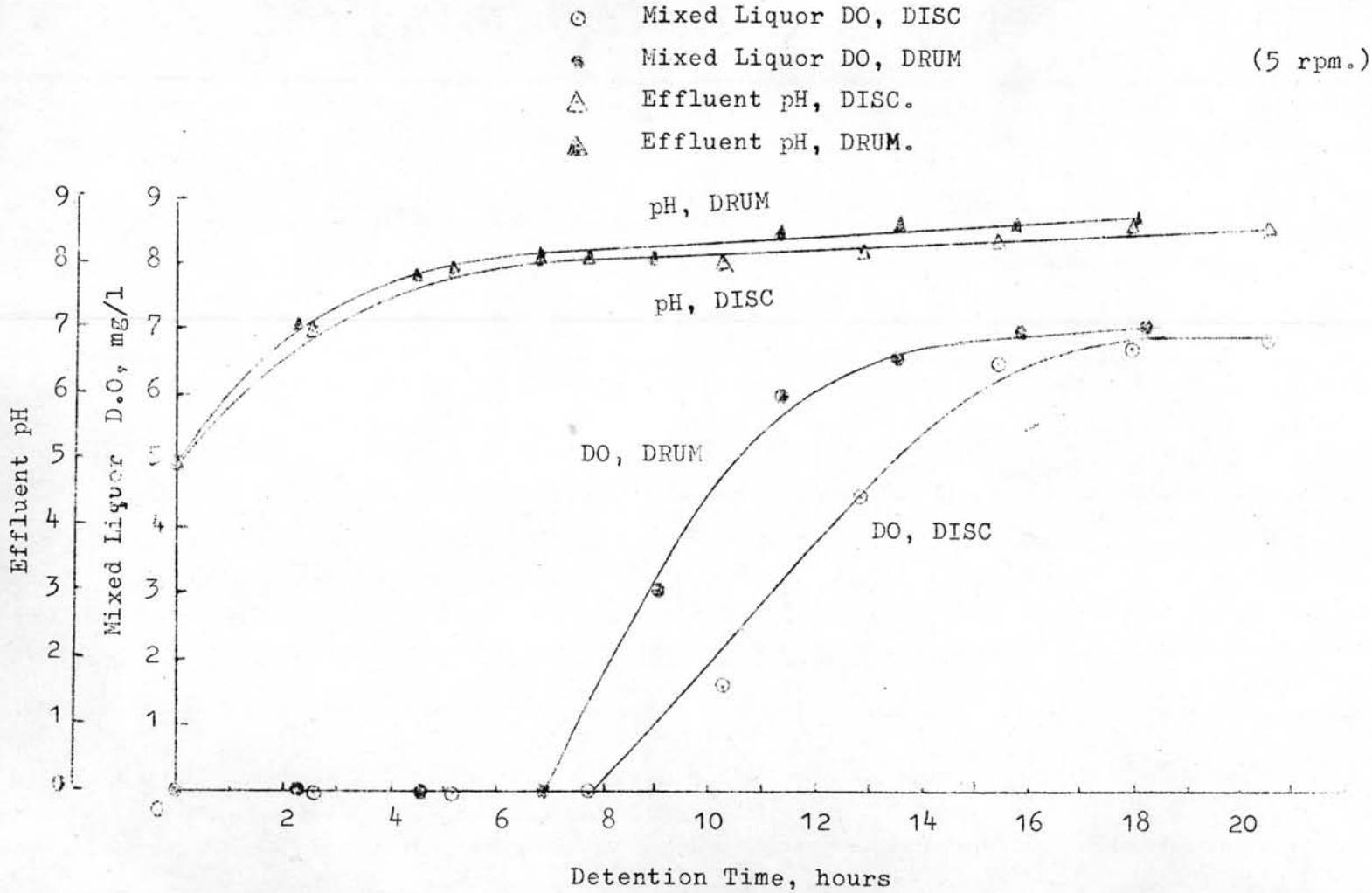
วิเคราะห์ ณ.เวลาเดียวกัน

ผลการทดลองได้แสดงตามตาราง 5.1 จะเห็นว่าออกซิเจนลาลายในน้ำทิ้ง (dissolved oxygen) จะไม่เป็นศูนย์ตั้งแต่ช่องที่ 4 เป็นต้นไป แสดงว่าระยะเวลาในการกินตัวของออกซิเจนหรือระยะเวลาที่ต้องการออกซิเจนไปทำการช่วยการย่อยสลายอาหารอย่างน้อยจะมีระยะเวลาตั้งแต่ช่องที่ 1 ถึง 3 คือ 7.71 และ 6.80 ชม. ตามลำดับ โดยมีพื้นผิวตัวกลาง 0.957 และ 1.488 ตร.เมตร ตามลำดับ organic loading จะถูกลดลงจาก 15.228 เป็น 0.682 และ 17.280 เป็น 1.547 กก. COD/ม.^{3}/วัน คิดเป็นประสิทธิภาพการลด COD 95.52% และ 91.05 % ตามลำดับ areal loading จะถูกลดจาก 100.866 เป็น 4.514 และ 64.872 เป็น 5.807 กรัม COD/ม.^{3}/วัน ตามลำดับ ค่าออกซิเจนในน้ำทิ้งของ bio disc และ submerged drum จะเริ่มมีค่ามากขึ้นเรื่อย ๆ จากช่องที่ 4 จนถึงช่องสุดท้าย โดยเพิ่มเป็น 6.85 และ 7.05 ตามลำดับ ตามรูป 5.6 จะเห็นว่าประสิทธิภาพในการเพิ่มก๊าซออกซิเจนของ submerged drum ดีกว่า bio disc เพราะเหตุว่าพื้นที่ผิวตัวกลางต่อช่องของ submerged drum 0.496 ตร.เมตร ซึ่งมีค่ามากกว่าของ bio disc 0.319 ตร.เมตร ทำให้สามารถกวนน้ำทิ้งให้สัมผัสอากาศได้มากกว่า เป็นผลให้ประสิทธิภาพการลดค่า COD ของ submerged drum 96.69 % เกือบเท่าของ bio disc 97.42 % แม้ว่าระยะเวลาเก็บกักของ submerged drum 18.12 ชม. ซึ่งน้อยกว่าของ bio disc ซึ่งมีค่า 20.56 ชม. ก็ตาม หรือแสดงว่าได้ประสิทธิภาพการลด COD ของ submerged drum สูงกว่า bio disc เมื่อรับ organic loading เท่ากัน ตามรูป 5.7 ประสิทธิภาพการลด COD ทั้งหมด (overall COD removal) จะมีค่าเกือบเท่ากันประมาณ 96 % และประสิทธิภาพค่อนข้างคงที่ เมื่อระยะเวลาเก็บกักประมาณ 10 ชม. ภายใต้สภาวะ organic volumetric loading น้อยกว่า 1.0 kg.COD/m.^{3}-day.

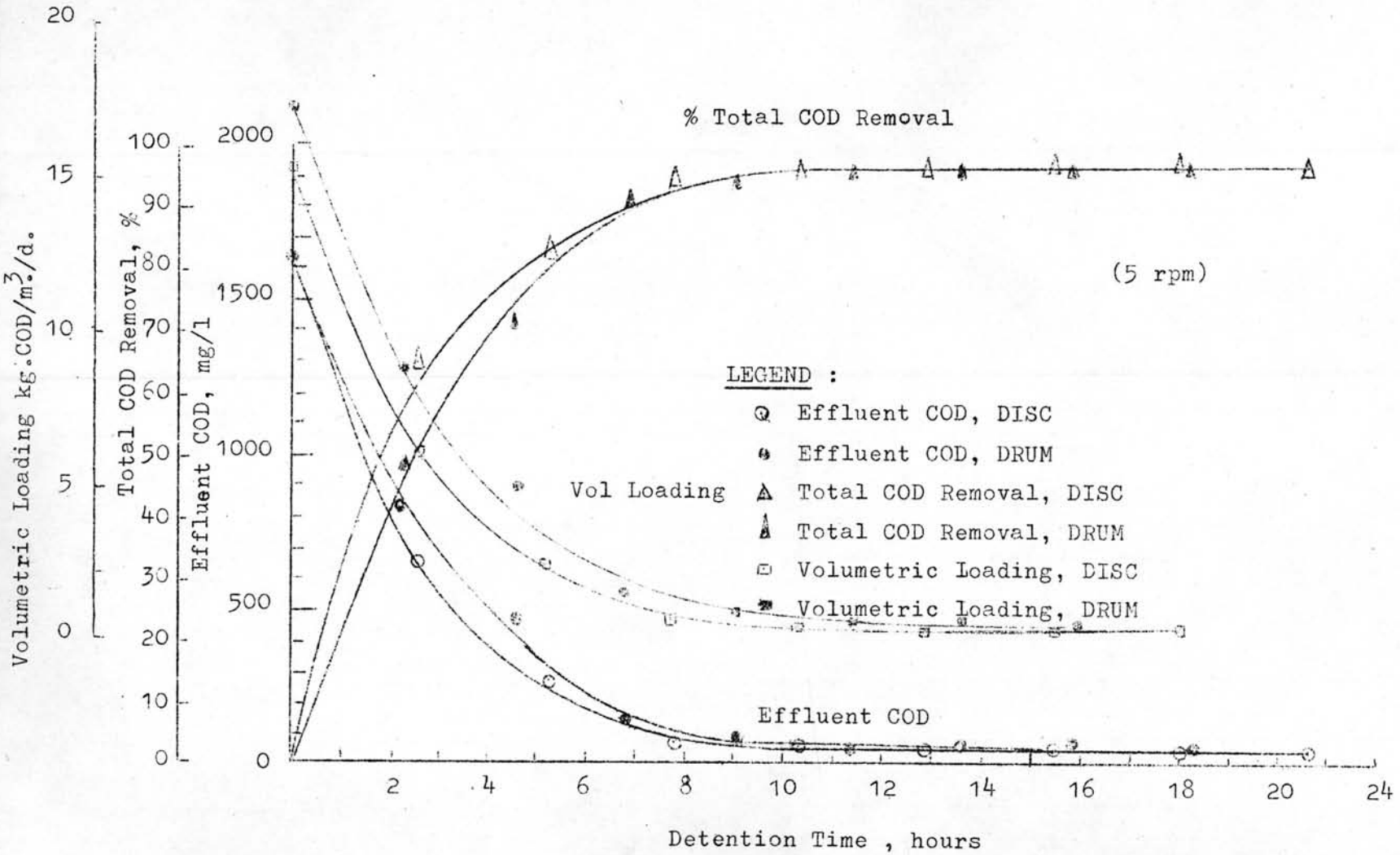
ตารางที่ 5.1 ค่าเฉลี่ยของผลการกำจัดน้ำทิ้ง ในแต่ละช่อง (Compartment) ของ bio disc และ submerged drum

Compartment	Detention time (hours)	Mixed liquor DO (mg/l)	Effluent pH	Effluent COD (mg/l)	Effluent Total COD Removal %	Influent Volumetric Loading $\frac{kg\ COD}{m^3\text{-day}}$	Influent Areal-Loading $\frac{g\ COD}{m^2\text{-day}}$
Bio Disc							
1	2.57	0	7.00	644	60.52	15.228	100.866
2	5.14	0	7.88	266	83.69	6.013	39.827
3	7.71	0	8.10	73	95.52	2.484	16.450
4	10.28	1.65	8.02	58	96.44	0.682	4.514
5	12.85	4.50	8.20	44	97.30	0.542	3.587
6	15.42	6.50	8.35	43	97.36	0.411	2.721
7	17.99	6.75	8.53	42	97.42	0.401	2.659
8	20.56	6.85	8.59	42	97.42	0.392	2.597
Submerged Drum							
1	2.26	0	7.10	837	48.68	17.280	64.872
2	4.53	0	7.77	471	71.12	8.868	33.291
3	6.80	0	8.08	146	91.05	4.990	18.734
4	9.06	3.1	8.07	87	94.66	1.547	5.807
5	11.33	6.0	8.47	60	96.32	0.922	3.460
6	13.59	6.6	8.55	60	96.32	0.636	2.386
7	15.86	7.0	8.60	54	96.69	0.636	2.386
8	18.12	7.05	8.63	54	96.69	0.572	2.148

*ทำการทดลองกำจัดน้ำทิ้งแบบต่อเนื่องเป็นเวลา 37 วัน (steady state) โดยรับน้ำทิ้งอัตราคงที่ 13.7 มล./นาที, pH = 4.98, COD = 1631 มล./ล., DO = 0 มก./ล.



รูปที่ 5 – 6 ผลของระยะเวลากักเก็บในแต่ละช่อง (Compartment) ของ RBC ต่อ DO. ในช่อง และ pH ที่ออกจาก RBC



รูปที่ 5 – 7 ผลของระยะเวลากักเก็บในแต่ละช่อง (Compartment) ของ RBC ต่อ COD ที่ออกจาก RBC และประสิทธิภาพในการกำจัด Total COD

pH ของน้ำทิ้งในแต่ละช่องจะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทุกช่องจากช่อง ที่ 1 จนถึงช่องที่ 8 เหมือนกันทั้งของ bio disc และ submerged drum มีค่าใกล้เคียงกันคือ 8.59 และ 8.63 ตามลำดับ เนื่องจากปฏิกริยาออกซิไดซ์สารอินทรีย์ ซึ่งประกอบด้วยไนโตรเจนจะถูกเปลี่ยนเป็น ammonium bicarbonate (NH_4HCO_3) ตามรูป 5.6

5.3 ประสิทธิภาพการกำจัดน้ำทิ้งเนื่องจาก volumetric organic loading

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพน้ำทิ้ง (overall efficiency) ของ bio disc และ submerged drum ที่ระยะเวลาเก็บกักต่าง ๆ กัน ได้ทำการทดลองให้มีระยะเวลาเก็บกักตั้งแต่ประมาณ 3 ถึง 24 ชม. ด้วยการปรับอัตราการไหลของน้ำทิ้งที่เข้าสู่ถังปฏิกริยาต่อปริมาตรสุทธิของน้ำทิ้งในส่วนเติมอากาศ (aeration zone) โดยควบคุมอัตราการหมุนรอบของวัสดุยึดเกาะ 5 รอบต่อนาที ตามการทดลองที่ 1 ถึง 4 ของตาราง 5.2 และ 5.3 ซึ่งตัวแปรต่าง ๆ ในตาราง 5.2 และ 5.3 เป็นค่าเฉลี่ยที่คำนวณมาจากการเก็บข้อมูลการวิเคราะห์น้ำทิ้งตลอดการทดลอง ตามแสดงในภาคผนวก ตาราง ผ. 1 และ ผ. 2 ตัวแปรต่าง ๆ ที่เป็นผลเนื่องจากการเปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำทิ้งเข้าสู่ระบบของ bio disc และ submerged drum ได้แสดงตามตาราง 5.4 และ 5.5 ตามลำดับ

5.3.1 การเพิ่มออกซิเจนในน้ำทิ้ง

เนื่องด้วยความหนาแน่นของพื้นที่ผิว (areal density) ของ submerged drum มีค่า 2.66 ตร.ซม./ลบ.ซม. มากกว่าของ bio disc ซึ่งมีค่า 1.51 ตร.ซม./ลบ.ซม. และพื้นที่ผิวทั้งหมดในปริมาตรของถังปฏิกริยาที่เท่ากันของ submerged drum มีค่า 3.968 ตร.เมตร มากกว่าของ bio disc ซึ่งมีค่า 2.552 ตร.เมตร อยู่ 55 % ทำให้การถ่ายออกซิเจนจากอากาศเข้าสู่น้ำทิ้งหรือทำให้น้ำทิ้งที่ผ่านระบบกำจัดของ bio disc สูงกว่า submerged drum เมื่อรับ volumetric COD loading เท่ากัน จะเห็นได้ชัดเจนว่าประสิทธิภาพ

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบการกำจัดน้ำทิ้งของ bio disc และ submerged drum ที่เวลาเก็บกักต่าง ๆ

Run	Unit	Flow Rate (ml/min)	Detention Time (hours)	Rotational Speed (rpm)	Average pH		Suspended Solids (mg/l)			COD (mg/l)			BOD (mg/l)		
					Inf	Eff	Inf.	Eff.	%Removal	Inf.	Eff.	%Removal	Inf.	Eff.	%Removal
1	DISC	9.8	28.75	5	4.9	8.75	105	1.6	98.48	1930	36	98.13	1174	1.2	99.90
	DRUM	11.9	20.83	5	4.9	8.68	105	1.2	98.86	1930	35	98.19	1174	1.0	99.91
2	DISC	24.5	11.50	5	4.83	8.22	134	20.0	85.07	2113	150	92.90	1091	21	98.08
	DRUM	24.6	10.08	5	4.83	8.31	134	5.2	96.12	2113	69	96.73	1091	6	99.45
3	DISC	43.2	6.52	5	5.05	8.28	134	39	70.90	1669	178	89.33	985	37	96.24
	DRUM	42.9	5.78	5	5.05	8.15	134	15	88.81	1669	114	93.17	985	17	98.27
4	DISC	96.9	2.91	5	4.88	7.67	135	160	-	1969	781	60.34	1206	398	67.00
	DRUM	97.8	2.53	5	4.88	7.69	135	117	13.33	1969	756	61.60	1206	303	74.88
5	DISC	42.5	6.63	10	4.85	8.33	66	51	22.73	1751	173	90.12	1043	46	95.59
	DRUM	44.9	5.52	10	4.85	7.98	66	23	65.15	1751	120	93.15	1043	34	96.74
6	DISC	43.9	6.42	15	4.81	8.25	127	63	50.39	1742	187	89.27	1117	53	95.26
	DRUM	37.8	6.56	15	4.81	8.04	127	14	88.98	1742	102	94.14	1117	13	98.84
7 *	DISC	44.1	6.43	15	4.90	8.38	98	7	92.86	1766	89	94.96	1237	19	98.46
	DRUM	43.7	5.57	15	4.90	8.11	98	15	84.69	1766	97	94.51	1237	23	98.14
8 *	DISC	42.5	6.67	5	4.85	8.28	143	8	94.41	1732	88	94.92	1138	21	98.15
	DRUM	43.2	5.63	5	4.85	8.28	143	14	90.21	1732	133	92.32	1138	38	96.66

Note Inf = Influent

Eff = Effluent

* ลดพื้นที่ผิวของวัสดุยึดเกาะ

ตารางที่ 5.3 ผลการทดลองเพื่อศึกษาค่า DO และการเกิด Nitrification ของ bio disc และ submerged drum ที่เวลาเก็บกักต่าง ๆ

Run	Units	Detention Time (hours)	DO* (mg/l)	Ammonia Nitrogem (mg/l)			Total Nitrogen (mg/l)			Eff.Oxidized Nitrogen(mg/l)		
			Eff.	Inf.	Eff.	%Removal	Inf.	Eff.	%Removal	Nitrite	Nitrate	Total
1	DISC	28.75	6.85	10.2	1.2	88.24	75.1	4.4	94.14	.01	3.0	3.0
	DRUM	20.83	7.12	10.2	1.0	90.20	75.1	3.2	95.74	.001	3.4	3.4
2	DISC	11.50	2.17	8.3	19.5	-	82.7	23.7	71.34	8.1	2.7	10.8
	DRUM	10.08	5.82	8.3	0.3	96.39	82.7	4.5	94.56	0.3	2.2	2.5
3	DISC	6.52	2.28	21.4	30.1	-	71.3	40.4	43.34	2.1	0.2	2.3
	DRUM	5.78	4.73	21.4	6.4	70.09	71.3	11.8	83.45	4.6	8.7	13.3
4	DISC	2.91	0	8.5	35	-	78.7	58.4	25.79	0	0	0
	DRUM	2.53	0	8.5	37.1	-	78.7	55.7	29.22	0	0	0
5	DISC	6.63	4.2	8.1	26.7	-	81.3	39.4	51.54	4.8	0.2	5.0
	DRUM	5.52	4.96	8.1	3.1	61.73	81.3	9.2	88.68	5.8	2.9	8.7
6	DISC	6.42	4.32	9.7	13.8	-	79.2	29.8	62.37	14.9	0.8	15.7
	DRUM	6.56	4.98	9.7	1.2	87.63	79.2	4.7	94.07	3.7	27.9	31.6
7**	DISC	6.43	5.09	6.2	17.7	-	79.6	31.4	60.55	12.3	1.0	13.3
	DRUM	5.57	5.38	6.2	1.1	82.26	79.6	5.5	93.09	26.2	1.0	27.2
8**	DISC	6.67	4.31	3.6	34.9	-	71.8	38.9	45.82	2.3	0.2	2.5
	DRUM	5.63	4.26	3.6	37.3	-	71.8	46.9	34.68	1.6	0.1	1.7

*Inf DO = 0 mg/l

** ลดพื้นที่ผิวของวัสดุยึดเกาะ

ตารางที่ 5.4 ค่าตัวแปรในการทดลองของ bio disc 8 การทดลอง

Run	Rotation (rpm)	Flow Rate (ml/min)	Detention Time (hours)	Volumetric Loading		Areal Loading	
				kg COD/m^3/d	kg BOD/m^3/d	g COD/m^2/d	g BOD/m^2/d
1	5	9.8	28.75	1.611	0.980	10.681	6.497
2	5	24.5	11.50	4.41	2.277	29.234	15.094
3	5	43.2	6.52	6.142	3.625	40.716	24.029
4	5	96.9	2.91	16.253	9.955	107.744	65.992
5	10	42.5	6.63	6.339	3.776	42.024	25.032
6	15	43.9	6.42	6.515	4.177	43.185	27.691
7*	15	44.1	6.43	6.589	4.615	54.975	38.507
8*	5	42.5	6.67	6.228	4.092	51.96	34.14

* ลดพื้นที่ผิวของวัสดุยึดเกาะ

ตารางที่ 5.5 ค่าตัวแปรในการทดลองของ submerged drum 8 การทดลอง

Run	Rotation (rpm)	Flow Rate (ml/min)	Detention (hours)	Volumetric Loading		Areal Loading	
				kg COD/m^3/d	kg BOD/m^3/d	g COD/m^2/d	g BOD/m^2/d
1	5	11.9	20.83	2.224	1.353	8.335	5.070
2	5	24.6	10.08	5.033	2.599	18.864	9.740
3	5	42.9	5.78	6.932	4.091	25.983	15.335
4	5	97.8	2.53	18.644	11.420	69.884	42.803
5	10	44.9	5.52	7.612	4.534	28.531	16.995
6	15	37.8	6.56	6.375	4.088	23.896	15.323
7*	15	43.7	5.57	7.610	5.330	45.341	31.759
8*	5	43.2	5.63	7.378	4.847	43.959	28.883

* ลดพื้นที่ผิวของวัสดุยึดเกาะ

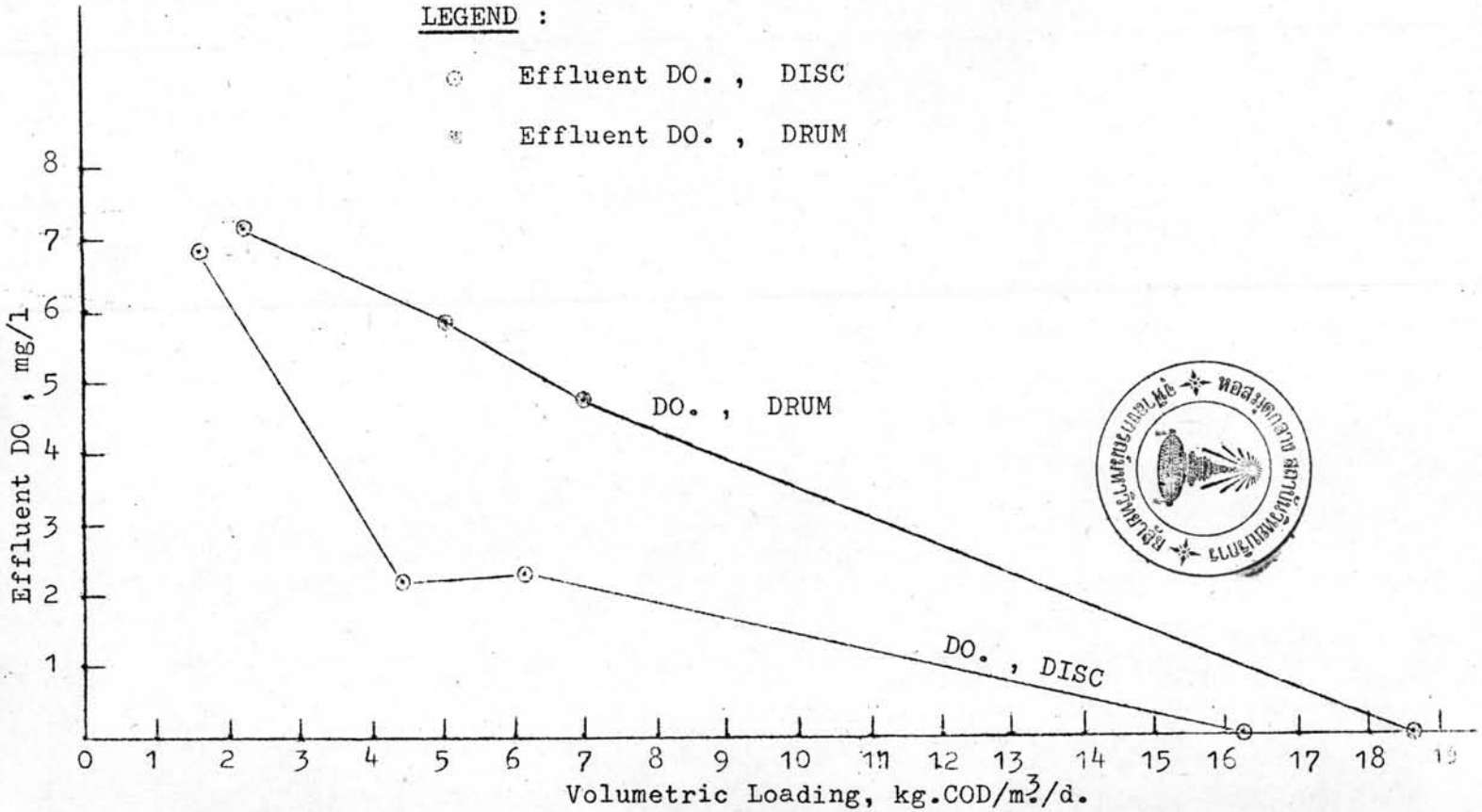
ของ submerged drum ดีกว่าของ bio disc ตามรูป 5.8 ค่า dissolved oxygen ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ (effluent DO) จะแปรผันกลับกับ volumetric COD loading และจะมีค่าเกิน 2.0 มก./ล. เมื่อค่า volumetric COD loading ของทั้ง submerged drum และ bio disc ต่ำกว่า 6.0 kg.COD/m^3/day.

5.3.2 อัตราส่วน $\frac{BOD_5}{COD}$ ของน้ำทิ้งออกจากระบบกำจัด

เพื่อเป็นการพิสูจน์สมมุติฐานว่าพื้นที่ผิวของวัสดุยึดเกาะที่หมุนรอบตัวเองสามารถถ่ายเทอากาศทำให้เพิ่มออกซิเจนในน้ำทิ้งและจุลินทรีย์สามารถเกาะแผ่ขยายได้พื้นที่มากทำให้จุลินทรีย์สามารถสัมผัสและย่อยสลายสารอินทรีย์ได้มากกายใต้ปฏิกริยาแบบใช้ออกซิเจน เป็นผลให้ประสิทธิภาพย่อยสลายสารอินทรีย์สูง จากผลการทดลองที่ 1 ถึง 4 ตาราง 5.6 แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราส่วน $\frac{BOD_5}{COD}$ ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบกำจัด โดยมีอัตราส่วน $\frac{BOD_5}{COD}$ ของน้ำทิ้งที่เข้าระบบกำจัดเหมือนกัน ตาราง ผ. 3 จากรูป 5.9 อัตราส่วน $\frac{BOD_5}{COD}$ จะแปรผันตาม volumetric loading และแสดงอย่างเด่นชัดว่าอัตราส่วน $\frac{BOD_5}{COD}$ ของน้ำทิ้งออกจากระบบกำจัดของ submerged drum มีค่าน้อยกว่า bio disc. เมื่อรับ volumetric loading เท่ากัน นั่นคืออัตราการย่อยสารอินทรีย์ของ submerged drum มีค่าสูงกว่าbio disc เพราะพื้นที่ผิวของ submerged drum มากกว่า bio disc

5.3.3 ประสิทธิภาพการลด COD

การลดค่า COD ของระบบbio disc และ submerged drum จะแปรผันกลับกับ volumetric COD loading ตามรูป 5.10 เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดCOD จะเห็นได้ชัดเจนว่า ของsubmerged drum ดีกว่า bio disc ตลอดการทดลองเมื่อรับ volumetric COD loading ที่เท่ากันโดยที่ระยะเวลาเก็บกักไม่แตกต่างกันจึงสอดคล้องกับการเพิ่มก๊าซออกซิเจนในน้ำทิ้งที่ออก

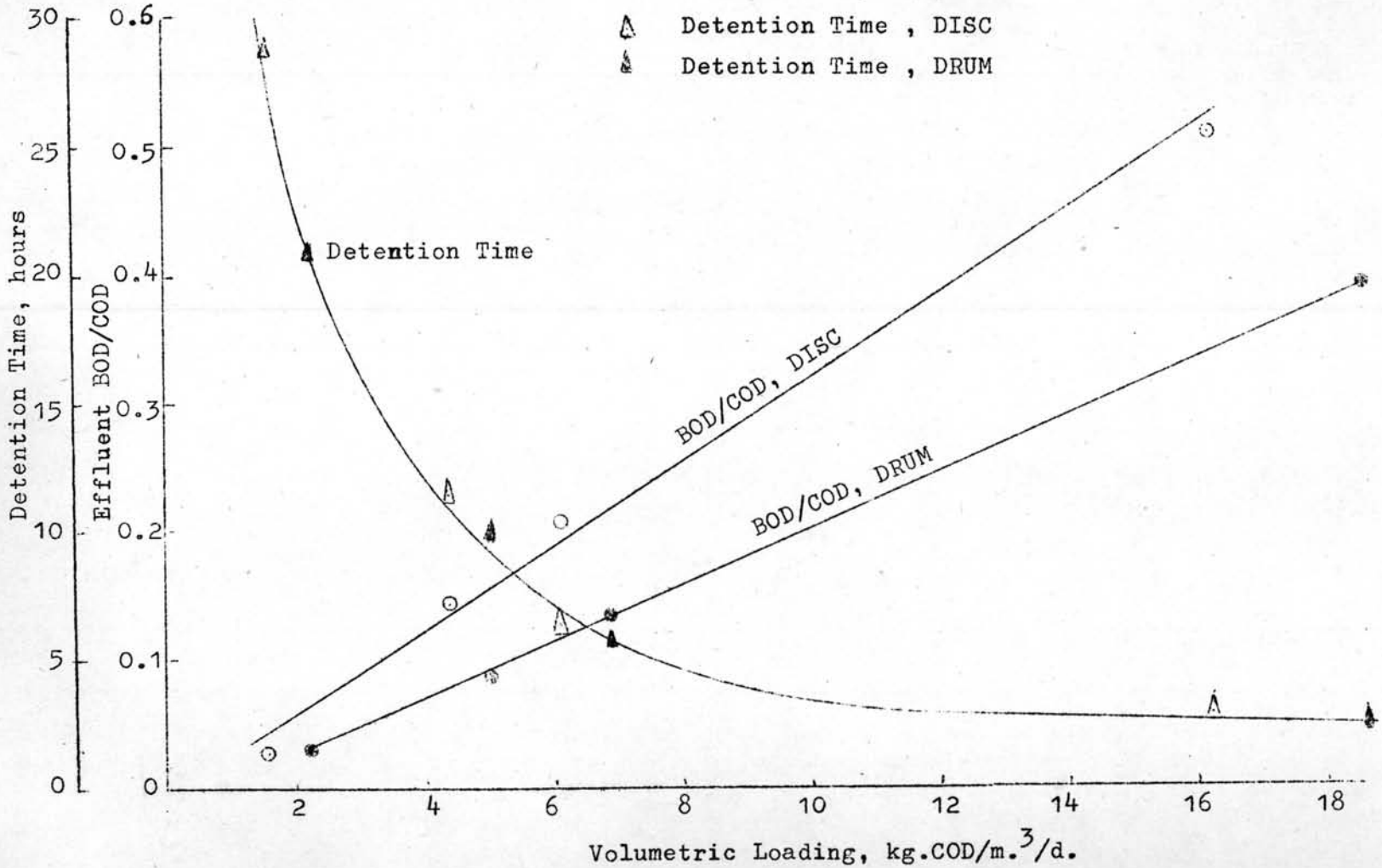


รูปที่ 5 – 8 ผลของ Volumetric Loading ต่อ DO. ที่ออกจาก RBC (5 rpm.)

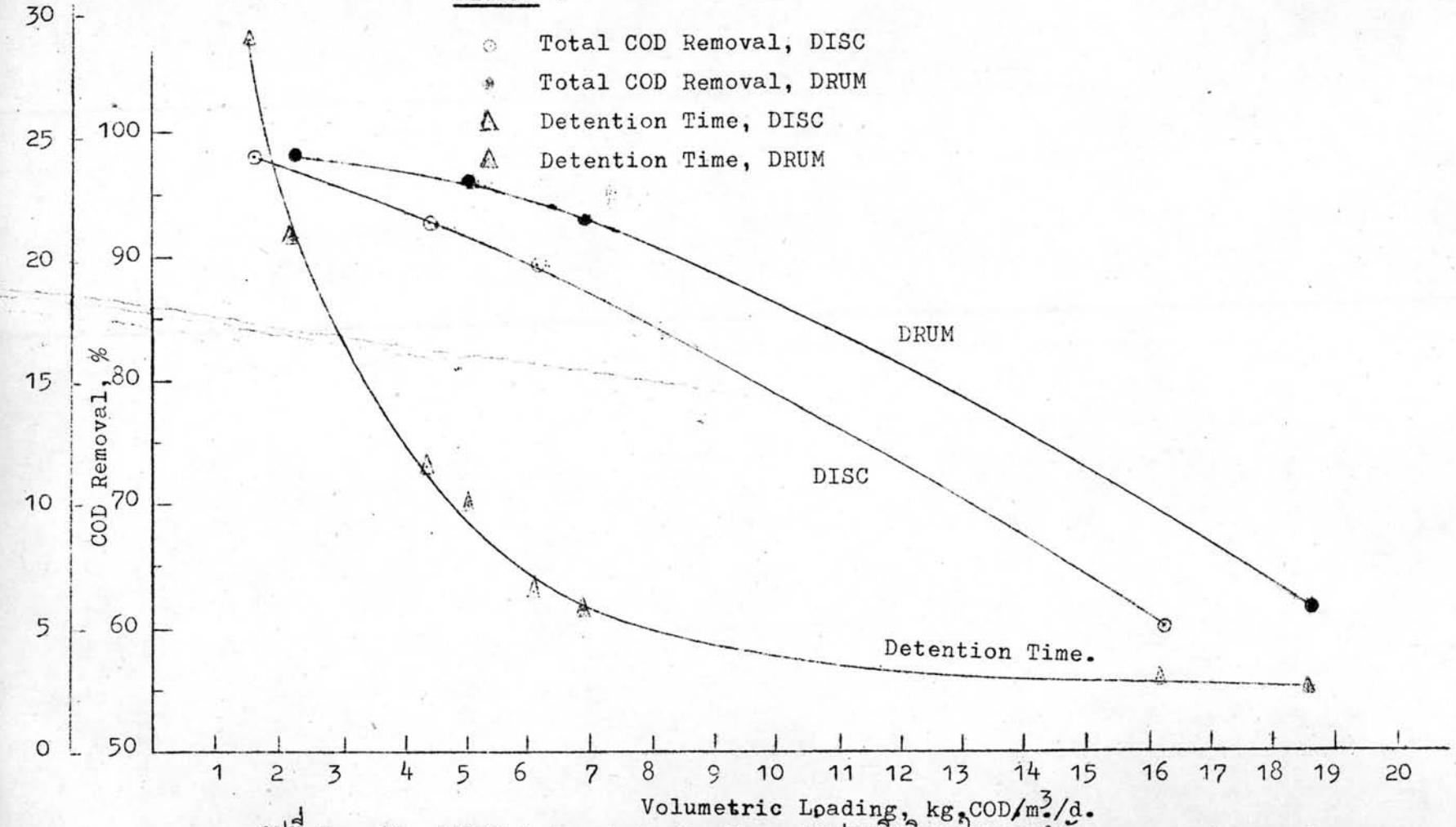
ตารางที่ 5.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Detention Time, Volumetric Loading และ Effluent BOD_5/COD ในแต่ละช่วงการทดลอง

Run	Speed of Revolution (rpm.)	DISC			DRUM		
		Detention Time (hours)	Volumetric Loading ($kg.COD/m^3/d.$)	Effluent BOD_5/COD	Detention Time (hours)	Volumetric Loading ($kg.COD/m^3/d.$)	Effluent BOD_5/COD
1	5	28.75	1.611	0.030	20.83	2.224	0.030
2	5	11.50	4.410	0.144	10.08	5.033	0.082
3	5	6.52	6.142	0.203	5.78	6.932	0.135
4	5	2.91	16.253	0.507	2.53	18.644	0.389
5	10	6.63	6.339	0.256	5.52	7.612	0.264
6	15	6.42	6.515	0.285	6.56	6.375	0.125
7*	15	6.43	6.589	0.220	5.57	7.610	0.229
8*	5	6.67	6.228	0.236	5.63	7.378	0.287

* ลดพื้นที่ผิวของวัสดุยึดเกาะ



รูปที่ 5 – 9 ความสัมพันธ์ระหว่าง Volumetric Loading และระยะเวลากักเก็บและผลต่อ BOD/COD ที่ออกจาก RBC (5 rpm.)



รูปที่ 5 – 10 ผลของ Volumetric Loading ต่อประสิทธิภาพในการกำจัด COD (5 rpm.)

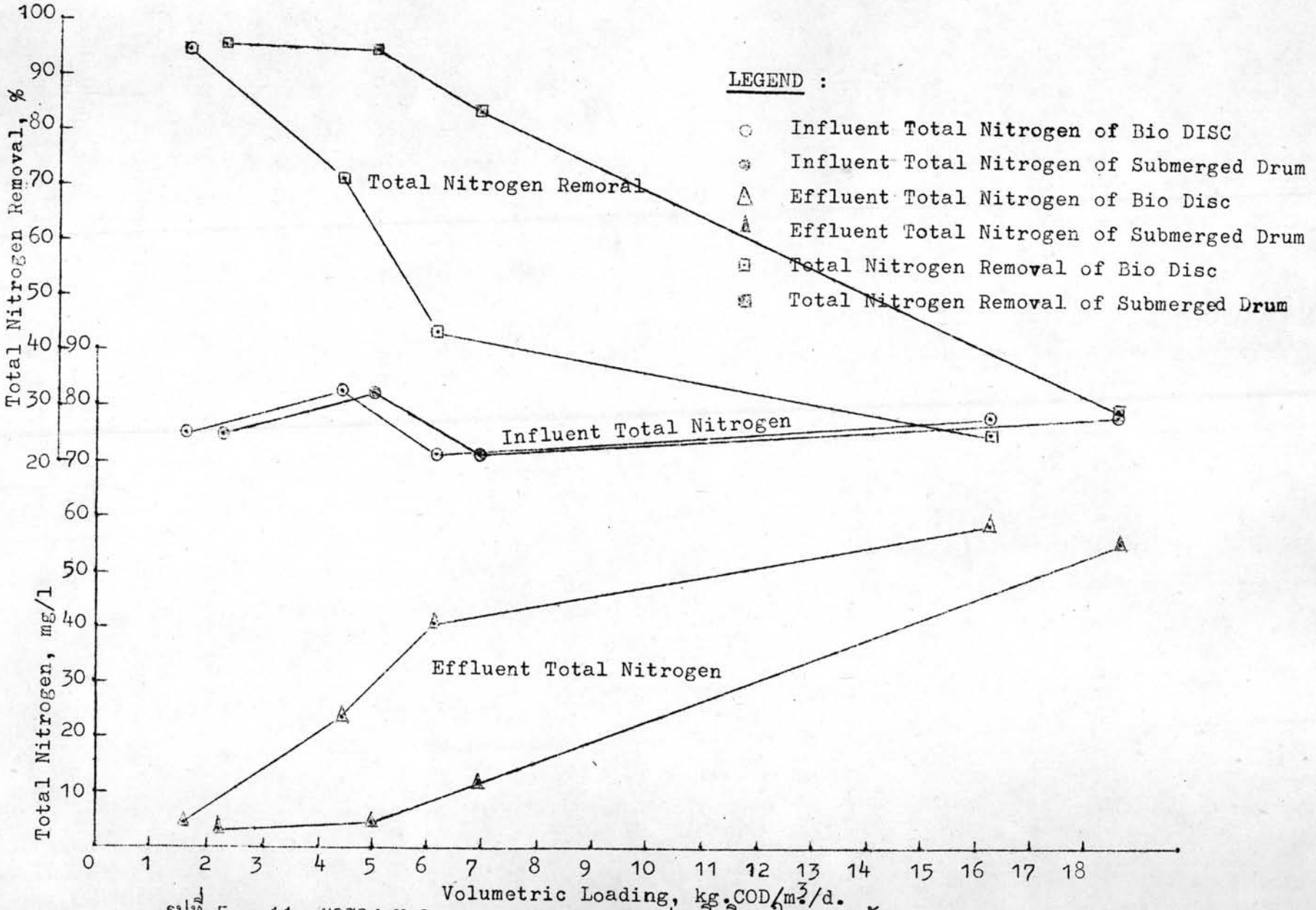
จากระบบกำจัดแสดงว่าพื้นที่ผิวของวัสดุยึดเกาะมากทำให้มีออกซิเจนถ่ายเทสู่น้ำทิ้งได้มาก และจุลินทรีย์สามารถเกาะแผ่กระจายได้พื้นที่มาก ทำให้จุลินทรีย์สามารถสัมผัสและย่อยสลายสารอินทรีย์ได้มากมีผลต่อเปอร์เซนต์การลด COD ประสิทธิภาพการลด COD จะมีค่ามากกว่า 90% เมื่อ volumetric ของ bio disc และsubmerged drum มีค่า6.0 และ8.3 kg.COD/M^3/ day. ตามลำดับและประสิทธิภาพจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อvolumetric loading มีค่ามากกว่าค่าดังกล่าว

5.3.4 ประสิทธิภาพการลด Total-N

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำปฏิกริยาของออกซิเจนกับไนโตรเจนซึ่งอาศัยจุลินทรีย์ย่อยสลาย โดยการวัดผลต่าง total-N ซึ่งอยู่ในรูปของ organic-N รวมกับ ammonia -N ของน้ำทิ้งที่ออกจากถังปฏิกริยากับน้ำทิ้งก่อนเข้าระบบกำจัด และหาความสัมพันธ์กับ volumetric loading จะเห็นได้ว่าความสามารถในการลด total-N ทั้งของ bio disc และ submerged drum จะแปรผันกลับกับ volumetric loading ตามรูป 5 – 11 ประสิทธิภาพของ submerged drum ดีกว่าของ bio disc ตลอดช่วงการทดลองเมื่อรับ volumetric COD loading ที่เท่ากัน ซึ่งสอดคล้องกับคุณสมบัติของ submerged drum ที่มีพื้นผิวและสามารถเพิ่มออกซิเจนในน้ำทิ้งได้ดีกว่า bio disc ทำให้เกิดปฏิกริยาการย่อยสลายอาหารได้ดีกว่าด้วย ประสิทธิภาพการลด total-N จะมีค่าสูงกว่า 90 % เมื่อ volumetric COD loading ต่ำกว่าประมาณ 2.0 kg.COD/m^3/day ประสิทธิภาพการลด total-N ของ bio disc จะมีอัตราการลดลงเร็วกว่าของ submerged drum เมื่อ volumetric CODloading มีค่ามากกว่าดังกล่าว

5.3.5 ตะกอนจุลินทรีย์ในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบกำจัด

ตะกอนจุลินทรีย์ในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบกำจัดของ bio disc และ

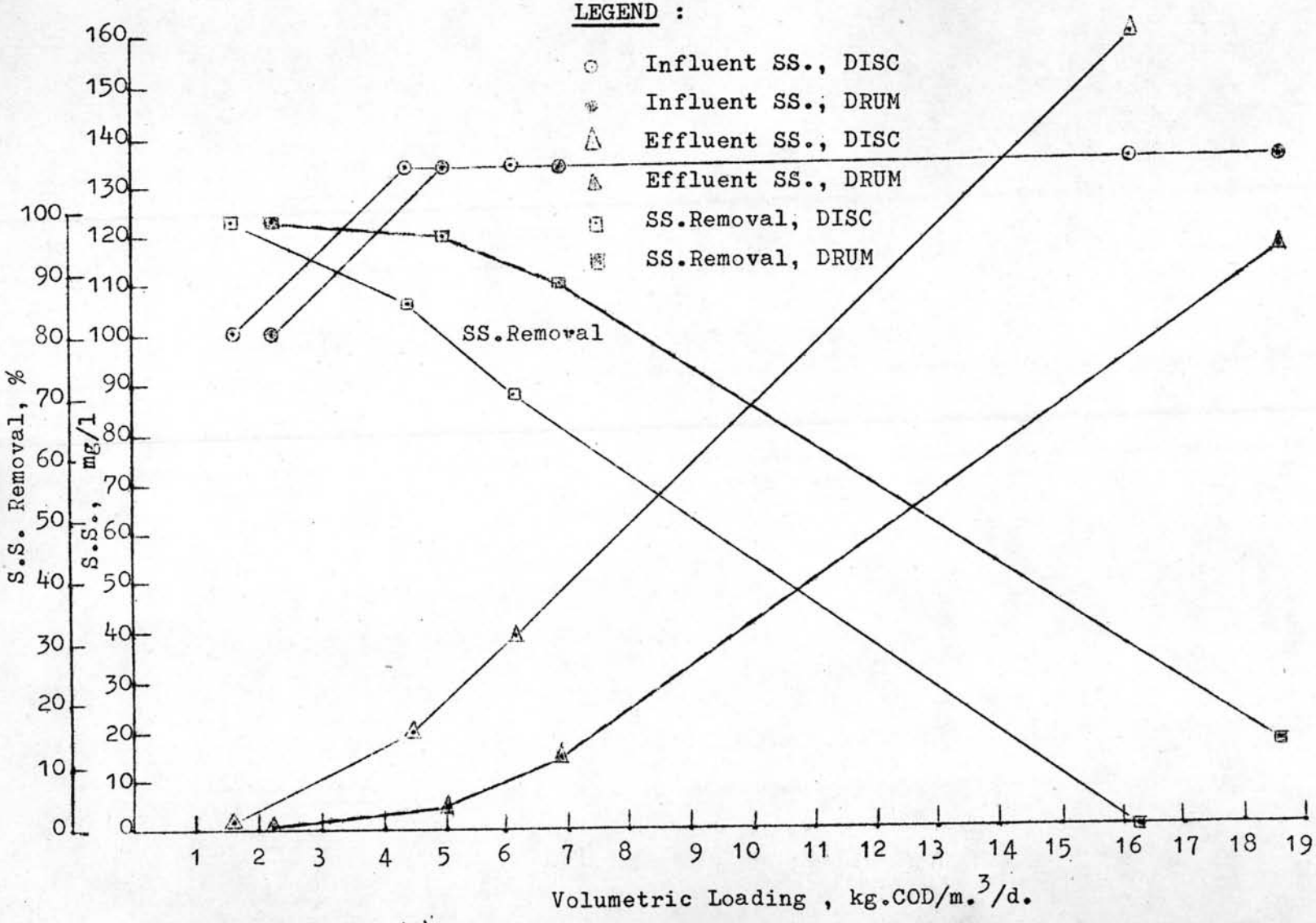


รูปที่ 5 – 11 ผลของ Volumetric Loading ต่อประสิทธิภาพในการกำจัด Total Nitrogen. (5 rpm.)

submerged drum จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อ volumetric organic loading สูง ทั้งนี้เพราะว่าในช่วงที่ volumetric organic loading สูงก็จะทำให้มีอาหารอินทรีย์ในน้ำทิ้งมาก ทำให้สารอินทรีย์บางส่วนที่เหลือจากการย่อยสลายในช่องแรก ๆ (compartment) เหลือเข้าสู่ช่องท้าย ๆ ของระบบทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ และมีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในช่องท้าย ๆ มากกว่ากรณีที่มี volumetric organic loading ต่ำกว่า เป็นผลให้เกิดตะกอนจุลินทรีย์หลุดลอยจากแผ่นตัวกลางปะปนออกมากับน้ำทิ้งที่ออกจากระบบกำจัด ตามรูป 5 – 12 จากผลการทดลองถึงแม้ว่าน้ำทิ้งที่เข้าระบบกำจัดของ submerged drum จะมีตะกอนแขวนลอย (suspended solids, SS) เท่ากับของ bio disc และ volumetric COD loading ของ submerged drum สูงกว่า bio disc แต่ตะกอนแขวนลอยที่ออกจากระบบกำจัดของ submerged drum ต่ำกว่าของ bio disc ทั้งนี้เพราะว่าความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์ของ submerged drum ดีกว่าของ bio disc ทำให้มีสารอินทรีย์เหลืออยู่ในน้ำทิ้งเข้าสู่ช่องท้าย ๆ ของระบบน้อยกว่าค่าตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบกำจัดของ submerged drum และ bio disc มีค่า 15 และ 39 มก./ล. ตามลำดับ เมื่อรับ volumetric COD loading ไม่เกิน 7.0 kg.COD/m^3/day (ตามตาราง 5.2)

5.3.6 การเลือกระยะเวลาเก็บกักที่เหมาะสม

จากผลการทดลองที่ 1 ถึง 4 ของ bio disc และ submerged durm เมื่อควบคุมให้ความเร็วของวัสดุยึดเกาะ 5 รอบต่อนาที สามารถสรุปได้ว่า submerged drum จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำทิ้งได้ดีกว่า bio disc ภายใต้ volumetric loading ที่เท่ากัน ทั้งการเพิ่มออกซิเจนในน้ำทิ้ง, การย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำทิ้ง ซึ่งแสดงว่าการลดของ COD การย่อยสลายสารไนโตรเจนซึ่งอาศัยจุลินทรีย์ ตลอดจนปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ปะปนอยู่ในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบกำจัด เมื่อพิจารณาในการเลือกระยะเวลาเก็บกักในการกำจัดสารอินทรีย์ของ



รูปที่ 5 – 12 ผลของ Volumetric Loading ต่อตะกอนแขวนลอยที่ออกจาก RBC (5 rmp)

ระบบ bio disc และ submerged drum จะเห็นว่าระยะเวลาเก็บกักประมาณ 6 ชม. เหมาะสมที่สุด ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

ก) ประสิทธิภาพการลด COD ทั้งของ bio disc และ submerged drum มีค่าประมาณ 90 % ตามรูป 5.10 เมื่อรับ volumetric COD loading 6.142 และ 6.932 kg.COD/m^3/day ตามลำดับ areal loading 40.716 และ 25.983 kg.COD/m^3./day ตามลำดับ (ตาราง5.4 และ 5.5) เมื่อระยะเวลาเก็บกักนอยกว่า 6 ช.ม. จะทำให้ประสิทธิภาพการลด COD มีอัตราลดลงอย่างรวดเร็วแต่ถ้าระยะเวลาเก็บกักนานกว่า 6 ชม. จะทำให้ประสิทธิภาพการลด COD มีค่ามากกว่า 90 % เพียงเล็กน้อย คือ 92.90 % และ 96.73 % ตามลำดับ (ตาราง 5.2) แต่จะลดความสามารถในการรับ volumetric COD loading ของ bio disc และ submerged drum ลดลงอย่างมากจาก 6.142 เป็น 4.410 kg.COD/m^3/day ประมาณ 28 % และ 6.932 เป็น 5.033 kg.COD/m^3/day ประมาณ 27 % ตามลำดับ (ตาราง 5.4 และ 5.5)

ข) ออกซิเจนในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ bio disc และ submerged drum มีค่า 2.28 และ 4.73 มก./ล. และตะกอนแขวนลอยมีค่า 39 และ 15 มก./ล. ซึ่งเหมาะสมกับน้ำทิ้งทั่ว ๆ ไป

5.4 ประสิทธิภาพการกำจัดน้ำทิ้งเนื่องจากความเร็วรอบของวัสดุยึดเกาะ

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพที่เหมาะสมการกำจัดน้ำทิ้งของ

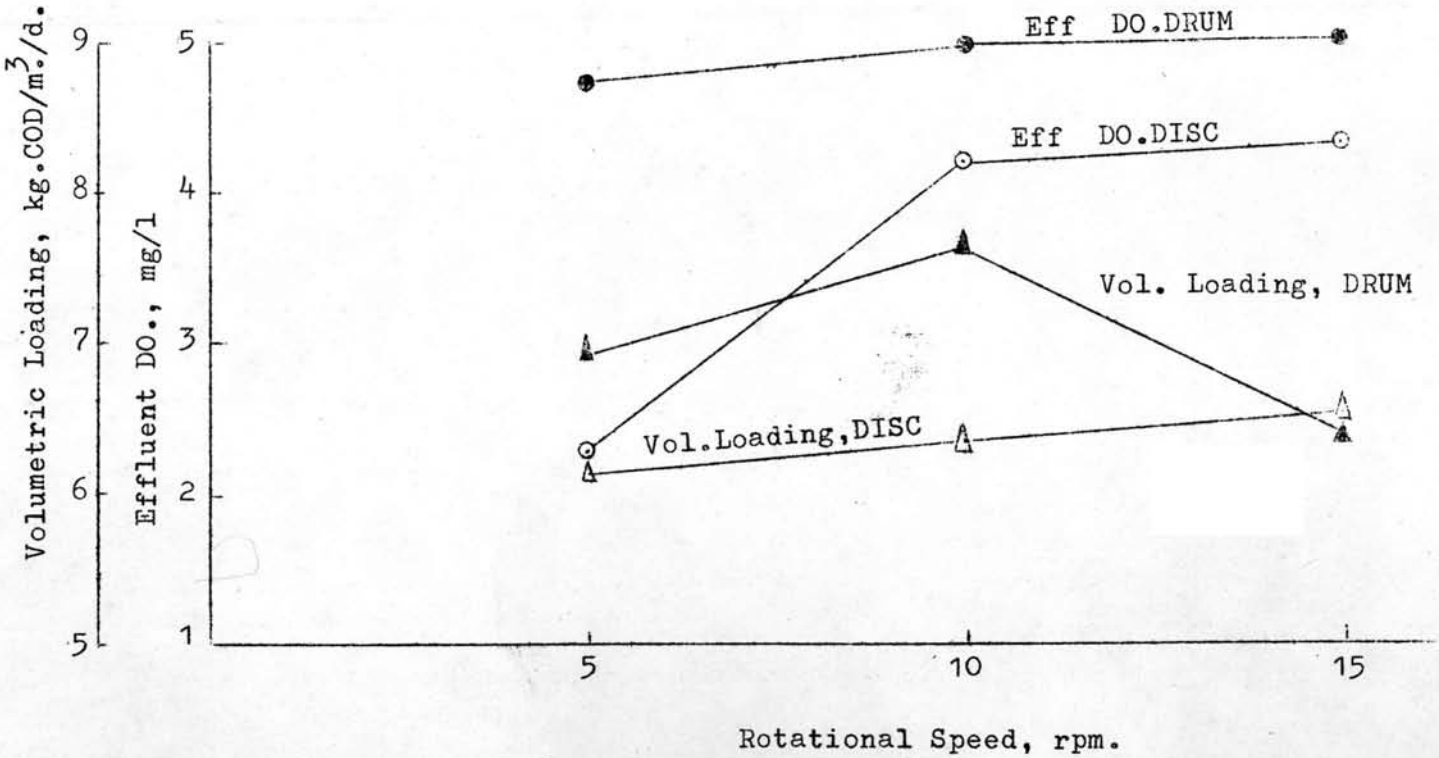
และ submerged drum โดยเปลี่ยนตัวแปรคือความเร็วหมุนรอบของวัสดุยึดเกาะ เป็น 5,10 และ 15 รอบต่อนาที โดยควบคุมให้ระยะเวลาเก็บกักประมาณ 6 ชม. ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ด้วยการปรับอัตราการไหลของน้ำทิ้งเข้าสู่ถังปฏิกริยาให้คงที่ แต่เนื่องจากมีปัญหาบางประการ เช่น การเกิดความหนืดของน้ำทิ้งเมื่อทิ้งไว้ในการทดลองได้ทำการควบคุมให้อัตราการไหลคงที่มากที่สุดเพื่อให้ระยะเวลาเก็บกักมีค่าใกล้ 6 ชม. มากที่สุด ผลการวิเคราะห์ได้แสดงในการทดลองที่ 3, 5 และ 6 ของกาคผนวก ตามตาราง ผ. 1 และ ผ. 2 ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติต่าง ๆ ของผลการวิเคราะห์ได้แสดงตามตาราง 5.2 และ 5.3 ตัวแปรต่าง ๆ ที่เป็นผลเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำทิ้งเข้าสู่ระบบของ bio disc และ submerged drum ได้แสดงตามตาราง 5.4 และ 5.5 ตามลำดับ

5.4.1 การเพิ่มออกซิเจนในน้ำทิ้ง

จากผลการทดลองที่ได้อธิบายในหัวข้อ 5.3.1 ว่า submerged drum มีพื้นที่ผิวมากกว่า bio disc อยู่ 55 % ทำให้มีความสามารถในการเติมออกซิเจนในน้ำทิ้งได้ดีกว่าเมื่อทำการเพิ่มความเร็วรอบของวัสดุยึดเกาะเป็น 5,10 และ 15 รอบต่อนาที ตามลำดับ เป็นผลให้ออกซิเจนในน้ำทิ้งมีค่าสูงขึ้นตามด้วยประสิทธิภาพการเพิ่มออกซิเจนในน้ำทิ้งของ submerged drum จะสูงกว่า bio disc เสมอทุก ๆ ความเร็วรอบของวัสดุยึดเกาะ แม้ว่าจะรับ volumetric COD loading สูงกว่าก็ตาม ตามรูป 5 – 13 อัตราการเพิ่มออกซิเจนในน้ำทิ้งเมื่อเปลี่ยนความเร็วรอบจาก 5 เป็น 10 รอบต่อนาที สูงกว่า 10 เป็น 15 รอบต่อนาที คือเพิ่มจาก 2.28 เป็น 4.20มก./ล. สูงกว่า 4.20 เป็น 4.32 มก./ล. ของ bio disc และเพิ่มจาก 4.73 เป็น 4.96 มก/ล. สูงกว่า 4.96 เป็น 4.98 มก./ล. ของ submerged drum

5.4.2 ประสิทธิภาพการลด COD

ทำการทดลองโดยการควบคุมอัตราการไหลของน้ำทิ้งเข้าสู่ระบบกำจัด



รูปที่ 5 – 13 ผลของความเร็วรอบของการหมุนต่อ DO.ที่ออกจาก RBC

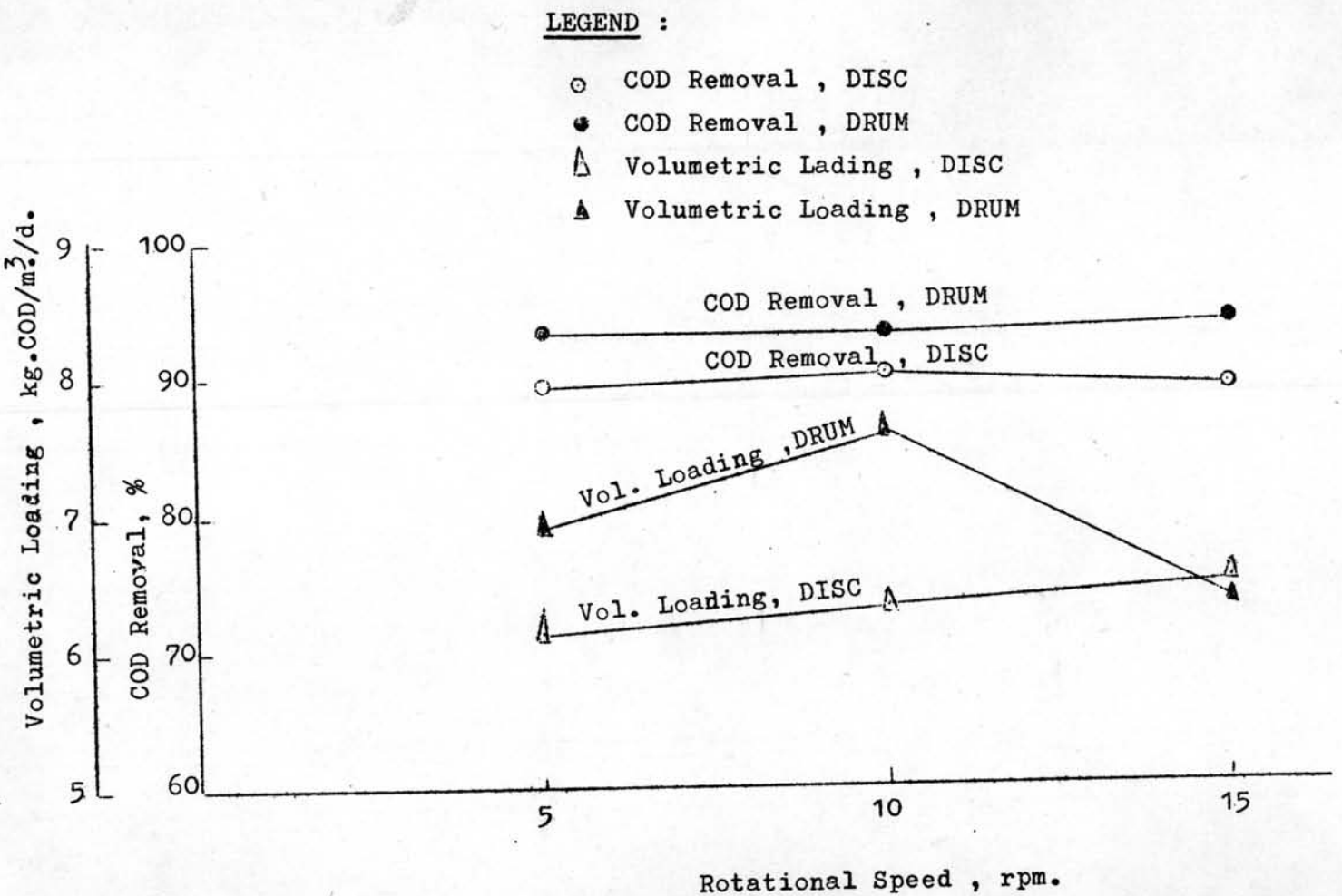
ของ bio disc และsubmerged drum ประมาณ 43 มล./นาที ทำให้ระยะเวลาเก็บกักมีค่าประมาณ 6 ชม. ประสิทธิภาพการลด COD ทั้งสองระบบจะมีค่าเปลี่ยนแปลงน้อยมาก คือ 89.33 %, 90.12 %, 89.27 % และ 93.17 %, 93.15 %, 94.14 % ตามลำดับ เมื่อทำการเปลี่ยนความเร็วรอบเป็น 5, 10 และ 15 รอบต่อนาที ไม่ว่าvolumetric COD loading จะมากขึ้นหรือน้อยลงก็ตาม คือ 6.142, 6.339, 6.515 และ 6.932, 7.612, 6.375 kg.COD/m^3/day ตามลำดับ ตามรูป 5.14 ประสิทธิภาพการลด COD ของ submerged drum จะสูงกว่า bio disc เสมอ แม้ว่าจะรับ volumetric COD loading สูงกว่าก็ตาม เพราะประสิทธิภาพการถ่ายเทออกซิเจนของ submerged drum ดีกว่าของ bio disc

5.4.3 ประสิทธิภาพการลด Total-N

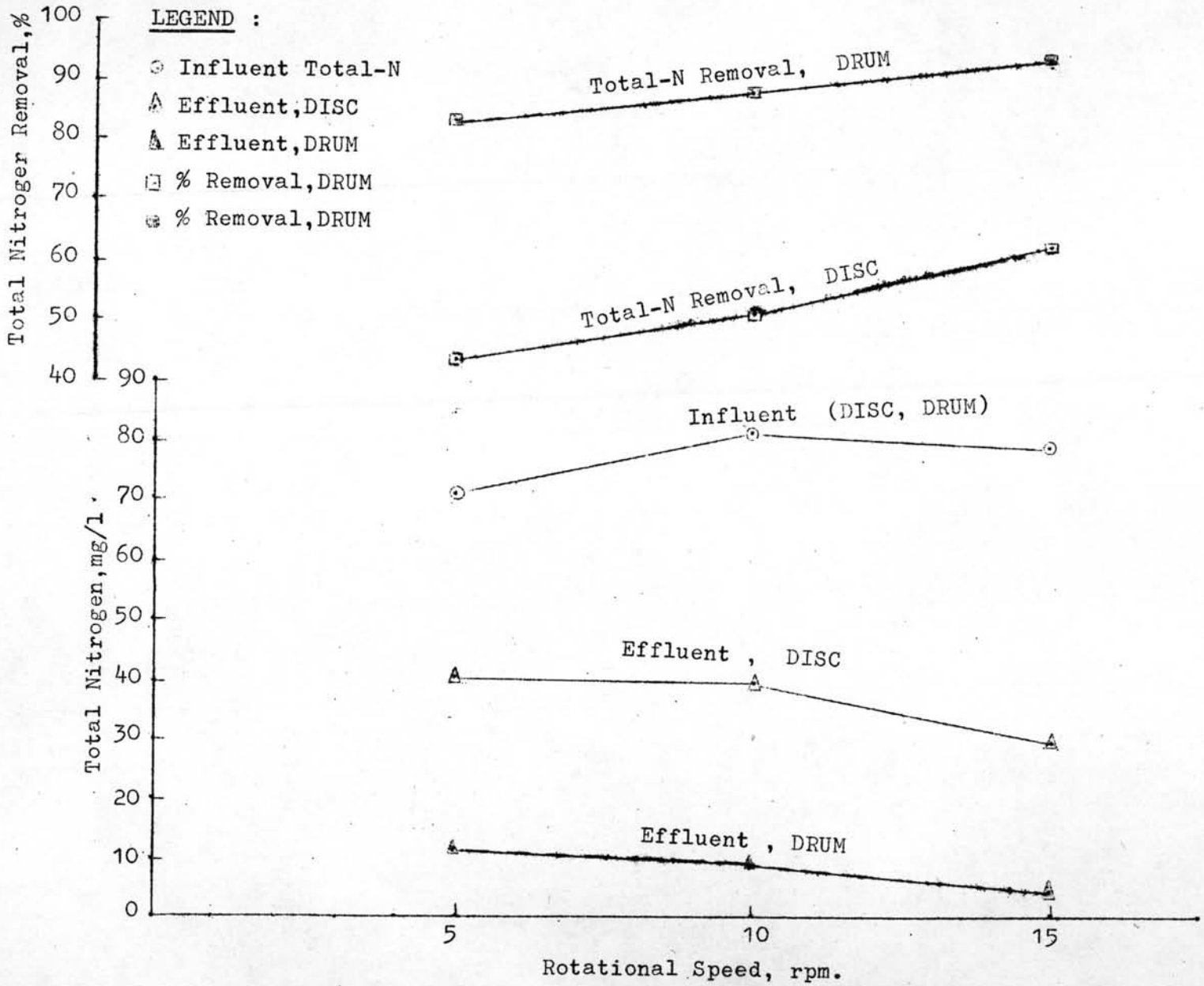
ประสิทธิภาพการลด total-N ของ bio disc และ submerged จะมีค่าสูงขึ้นตามความเร็วของวัสดุยึดเกาะที่เพิ่มขึ้นจาก 5, 10 และ 15 รอบต่อนาที และมีอัตราเพิ่มค่อนข้างคงที่ คือมีค่า 43.34 %, 51.54 %, 62.37 % ตามลำดับของ bio disc และ 83.45 %, 88.68 %, 94.07 %, ตามลำดับของ submerged drum แม้ว่าความเข้มข้นของ total-N ของน้ำคงที่เข้าระบบกำจัดจะมีค่าสูงขึ้นหรือไม่ก็ตาม คือ 71.3, 81.3 และ 79.2 มก./ล. เมื่อความเร็วรอบเป็น 5, 10 และ 15 ตามลำดับ ทุก ๆ ความเร็วรอบ เนื่องจากความสามารถถ่ายเทออกซิเจนในน้ำทิ้งได้ดีกว่า ซึ่งเป็นผลให้ total-N ในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบของ submerged drum ต่ำกว่าของ bio disc เสมอ ตามรูป 5 – 15

5.4.4 ตะกอนจุลินทรีย์ในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบกำจัด

ตะกอนจุลินทรีย์ในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบทั้งของ bio disc และ submerged drum จะผันแปรตามความเข้มข้นของ volumetric COD loading



รูปที่ 5 – 14 ผลของความเร็วรอบของการหมุนต่อประสิทธิภาพในการกำจัด COD



รูปที่ 5 – 15 ผลของความเร็วรอบของการหมุนต่อประสิทธิภาพในการกำจัด Total Nitrogen.

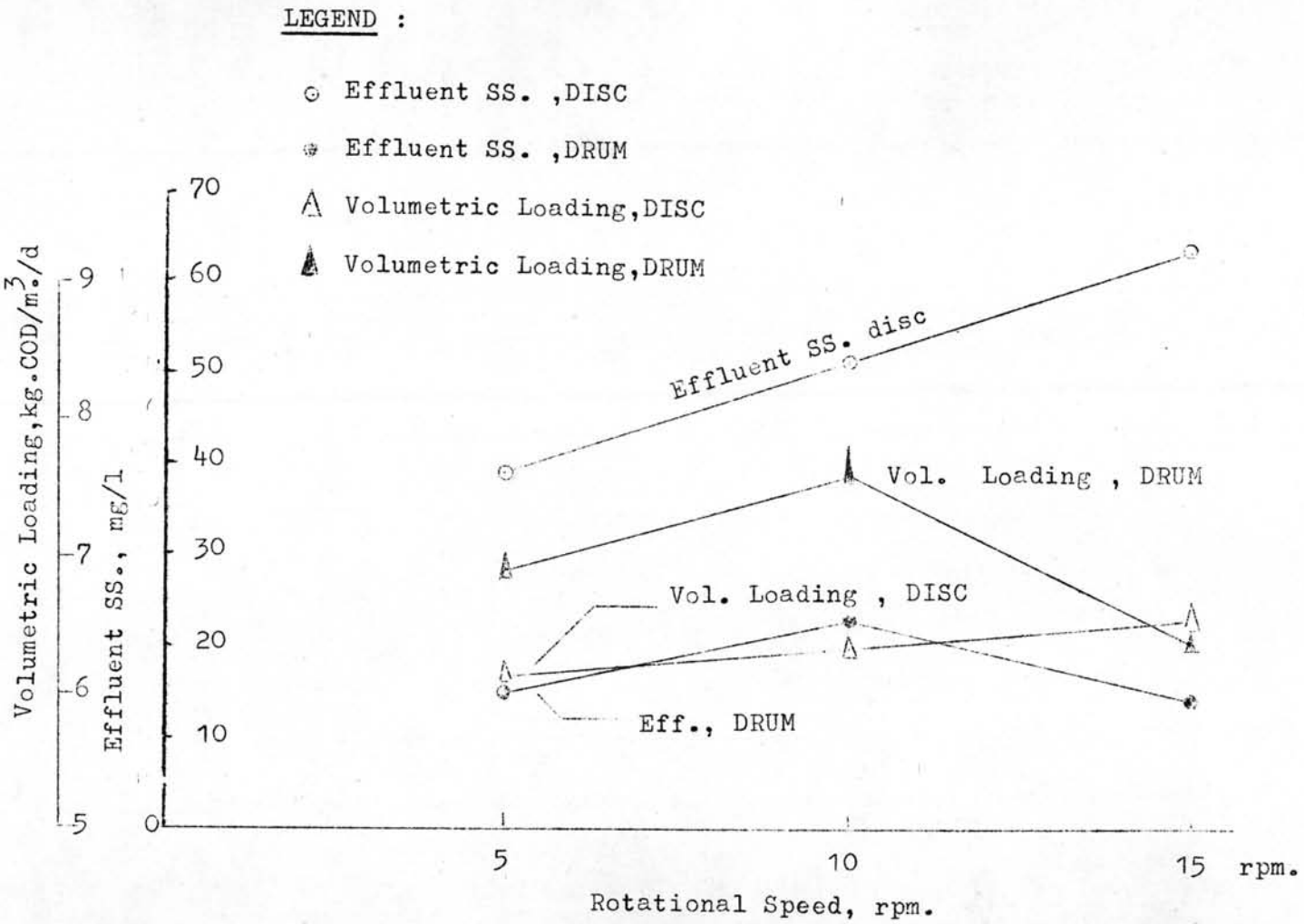
ทุก ๆ ความเร็วรอบ 5, 10 และ 15 รอบต่อนาที ตามรูป 5 – 16 นั่นคือขึ้นอยู่กับจำนวนอาหารอินทรีย์ในน้ำทิ้งจะถูกย่อยสลายเป็นเซลล์จุลินทรีย์ได้มากหรือน้อยนั่นเอง ตะกอนจุลินทรีย์ในน้ำทิ้งออกจากระบบของ submerged drum น้อยกว่าของ bio disc ทุก ๆ ความเร็วรอบ แม้ว่าจะรับ volumetric COD loading มากกว่าก็ตาม เมื่อคำนึงถึงปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบกำจัดและความสามารถในการรับ loading จะเห็นได้ว่า ความเร็วรอบ 10 รอบต่อนาทีจะเป็นความเร็วที่เหมาะสม เพราะตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งมีค่า23 มก./ล. เมื่อรับ 7.612 kg.COD/m^3./day ของ submerged drum และ 51 มก./ล. เมื่อรับ 6.339 kg.COD/m^3./day ของ bio disc

5.4.5 การเลือกความเร็วรอบของวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสม

เมื่อทำการเปลี่ยนความเร็วรอบของวัสดุยึดเกาะเป็น 5, 10 และ 15 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพของ submerged drum ยังดีกว่าของ bio disc เสมอ เหมือนกับการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาเก็บกัก เมื่อพิจารณาถึงผลกระทบต่อประสิทธิภาพการลด COD ระยะเวลาเก็บกักจะมีผลต่อการลด COD มากกว่าความเร็วรอบของวัสดุยึดเกาะ ในการหาความเร็วรอบของวัสดุยึดเกาะที่เหมาะสม สามารถสรุปได้ดังนี้

ก) ความสามารถการถ่ายเทออกซิเจนในน้ำทิ้งเมื่อความเร็ว 10 และ 15 รอบต่อนาที มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 4.2 และ 4.32 มก./ล. ของ bio disc และ 4.96 และ 4.98 มก./ล. ของ submerged drum ซึ่งสูงกว่าความเร็ว 5 รอบต่อนาที คือ 2.28 และ 4.73 มก./ล. ตามลำดับ

ข) ประสิทธิภาพการลด COD จะมีค่าแตกต่างกันน้อยมากทุกความเร็วรอบทั้งของ bio disc และ submerged drum คือ



รูปที่ 5 – 16 ผลของการเปลี่ยนความเร็วรอบของการหมุนต่อประสิทธิภาพในการกำจัดตะกอนแขวนลอย

ประมาณ 90 % และ 93 % ตามลำดับ และความสามารถการรับ volumetric loading ที่เพิ่มขึ้นเมื่อความเร็ว 5, 10 และ 15 รอบต่อนาที ไม่แตกต่างกันมากนักทั้งของ bio disc และ submerged drum คือ 6.142, 6.339, 6.515 kg.COD/m^3/day และ 6.932, 7.612, 6.375 kg.COD/m^3/day ตามลำดับ เพราะฉะนั้นความเร็วรอบของวัสดุยึดเกาะ 10 รอบต่อนาทีจึงเพียงพอในการรับ loading และสงวนพลังงานในการขับเคลื่อน

ค) การลด total-N ของ bio disc และ submerged drum จะมีค่ามากขึ้นตามความเร็วรอบที่เปลี่ยนแปลง 5, 10 และ 15 รอบต่อนาที คือ 43.34 %, 51.54 %, 62.37 % และ 83.45 %, 88.68 %, 94.07 % ตามลำดับ

ง) จากการทดลองแสดงว่าตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบกำจัดจะแปรตาม organic loading ทั้ง bio disc และ submerged drum ดังนั้นความเร็วรอบของวัสดุยึดเกาะ 10 รอบต่อนาที จะเหมาะสมเพราะตะกอนแขวนลอยจะมีค่า 51 และ 23 มก/ล. เมื่อรับ volumetric COD loading 6.339 และ 7.612 kg.COD/m^3/day ตามลำดับ

5.5 ผลกระทบต่อระบบกำจัดน้ำทิ้งเมื่อลดพื้นที่ผิวตัวกลางยึดเกาะ

ทำการลดพื้นที่ผิวตัวกลางยึดเกาะโดยการลดจำนวนแผ่นของ bio disc ลง 1 แผ่น และเปลี่ยนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลูกบอลล์จาก 1.8 ซม. เป็น 4.0 ซม. ของ submerged drum ทำให้พื้นที่ผิวลดลงจากเดิม 20 % และ 38 % ตามลำดับ แต่พื้นที่ผิวของ submerged drum มากกว่า bio disc ลดจากเดิม 55 % เป็น

20 % รายละเอียดแสดงตามตาราง 4.1 ทำความสะอาดถังปฏิกริยาและตัวกลางยึดเกาะใหม่ เริ่มเลี้ยงตะกอนเชื้อจุลินทรีย์ใหม่โดยใช้น้ำกลั่นเติมเต็มถังปฏิกริยา แล้วสูบน้ำทิ้งเข้าถังปฏิกริยาด้วยอัตราต่อเนื่องประมาณ 16.2 มล./นาที และในวันถัดไปเพิ่มเป็น 39.5, 42.5, 44.5, และ 46.0 มล./นาที โดยประมาณให้มีระยะเวลาเก็บกัก 20, 10, 6 และ 6 ชม. ตามลำดับเรื่อยไป โดยควบคุมความเร็วรอบของตัวกลางยึดเกาะ 5 รอบต่อนาที ประมาณ 7 วัน จะสังเกตุเห็นได้ว่ามีเมือกจุลินทรีย์เกาะอยู่บริเวณรอบ ๆ ผิวของตัวกลาง แต่วัดออกซิเจนในถังปฏิกริยายังเป็นศูนย์ เพิ่มความเร็วรอบเป็น 15 รอบต่อนาที ประมาณ 3 วันผ่านไปวัดออกซิเจนในถังปฏิกริยามีค่ามากกว่า 2.0 มก./ล. ทำการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ต่อไปจนกระทั่งวัดค่า COD มีค่าค่อนข้างคงที่ คือประสิทธิภาพการลด COD มากกว่า 90 % ก็เริ่มวิเคราะห์ผลการทดลองตัวแปรต่าง ๆ ในช่วงเสถียร (steady state) โดยควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เช่น คุณสมบัติน้ำทิ้ง, อุณหภูมิ เป็นต้น ให้เหมือนกันทุกประการทั้งของ bio disc และ submerged drum

ในการเปรียบเทียบผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบกำจัด เมื่อลดพื้นที่ผิวตัวกลางยึดเกาะของ bio disc และ submerged drum โดยการสูบน้ำทิ้งเข้าถังปฏิกริยาด้วยอัตราต่อเนื่องประมาณ ให้มีระยะเวลาเก็บกักในส่วนทำปฏิกริยาแบบใช้ออกซิเจนประมาณ 6 ชม. โดยเปลี่ยนตัวแปร คือความเร็วรอบของวัสดุยึดเกาะเป็น 15 และ 5 รอบต่อนาที ผลการวิเคราะห์ได้แสดงในการทดลองที่ 7 และ 8 ของภาคผนวก ตามตาราง ผ. 1 และ ผ. 2 ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติต่างๆ ของผลการวิเคราะห์ได้แสดงตามตาราง 5.2 และ 5.3 ตัวแปร ที่เป็นผลเนื่องจากอัตราการไหลของน้ำทิ้งเข้าสู่ระบบ bio disc และ submerged drum ได้แสดงตามตาราง 5.4 และ 5.5 ตามลำดับ

5.5.1 การเพิ่มออกซิเจนในน้ำทิ้ง

ออกซิเจนในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบกำจัดทั้งของ bio disc และ

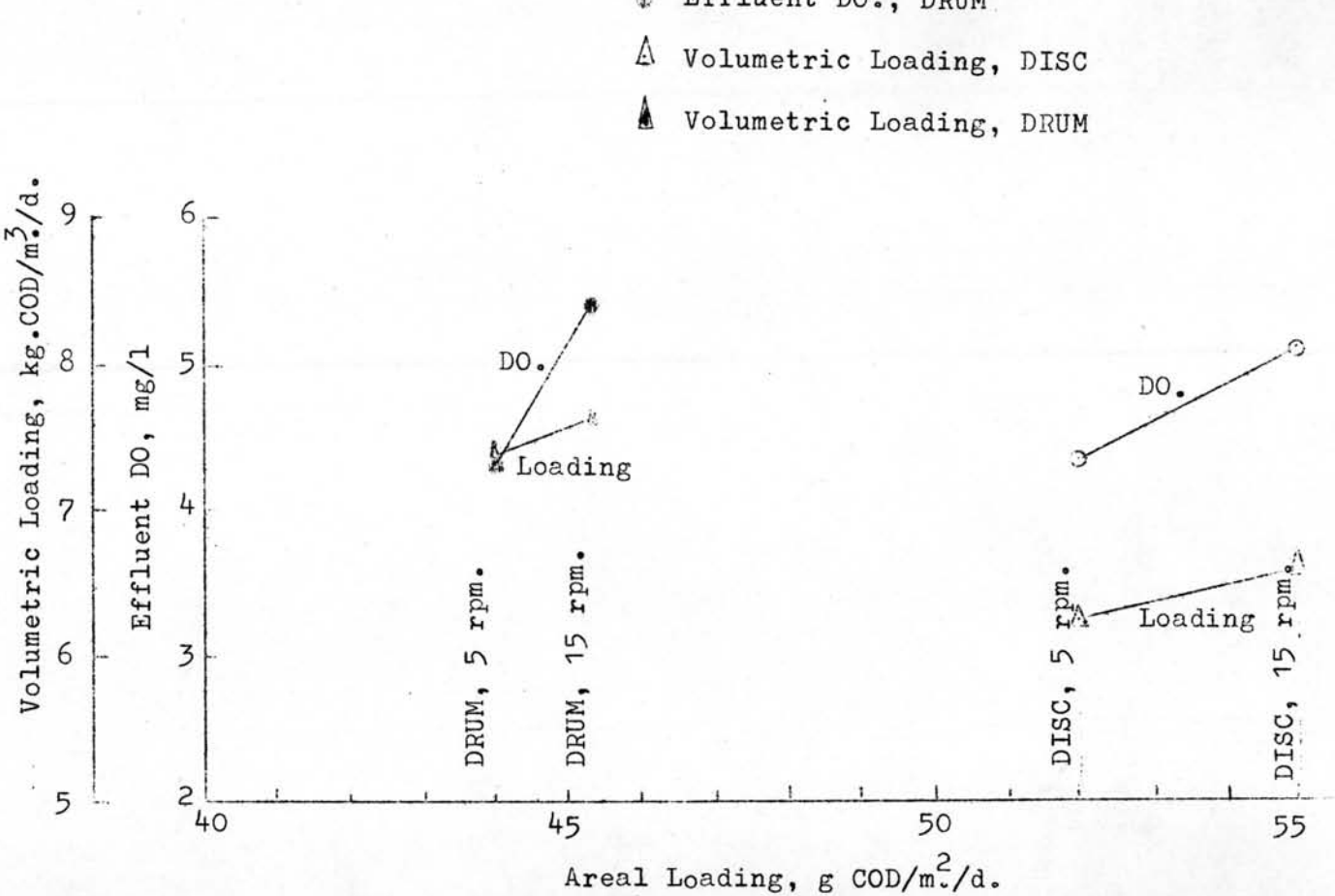
submerged drum จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้น แม้ว่าจะรับ organic loading หรือ areal loading สูงขึ้นก็ตาม ตามรูป 5 – 17 การทดลองเมื่อความเร็ว 15 และ 5 รอบต่อนาที areal COD loading ของ bio disc มีค่า 54.975 และ 51.960 g.COD/m^2day สูงกว่าของ submerged drum ซึ่งมีค่า 45.341 และ 43.959 g.COD/m^2/day แต่ volumetric COD loading ของ bio disc มีค่า 6.589 และ 6.228 kg.COD/m^3/day ต่ำกว่าของ submerged drum ซึ่งมีค่า 7.610 และ 7.378 kg.COD/m^3/day เป็นผลทำให้ค่าออกซิเจนในน้ำทิ้งของ submerged drum คือ 5.38 และ 4.26 มก./ล. มีค่าใกล้เคียงกับ bio disc ซึ่งมีค่า 5.09 และ 4.31 มก./ล. ตามลำดับ จึงสามารถสรุปได้ว่าความเร็วรอบของตัวกลางและ organic loading มีผลต่อการเพิ่มออกซิเจนในน้ำมากกว่า areal loading

5.5.2 ประสิทธิภาพการลด COD

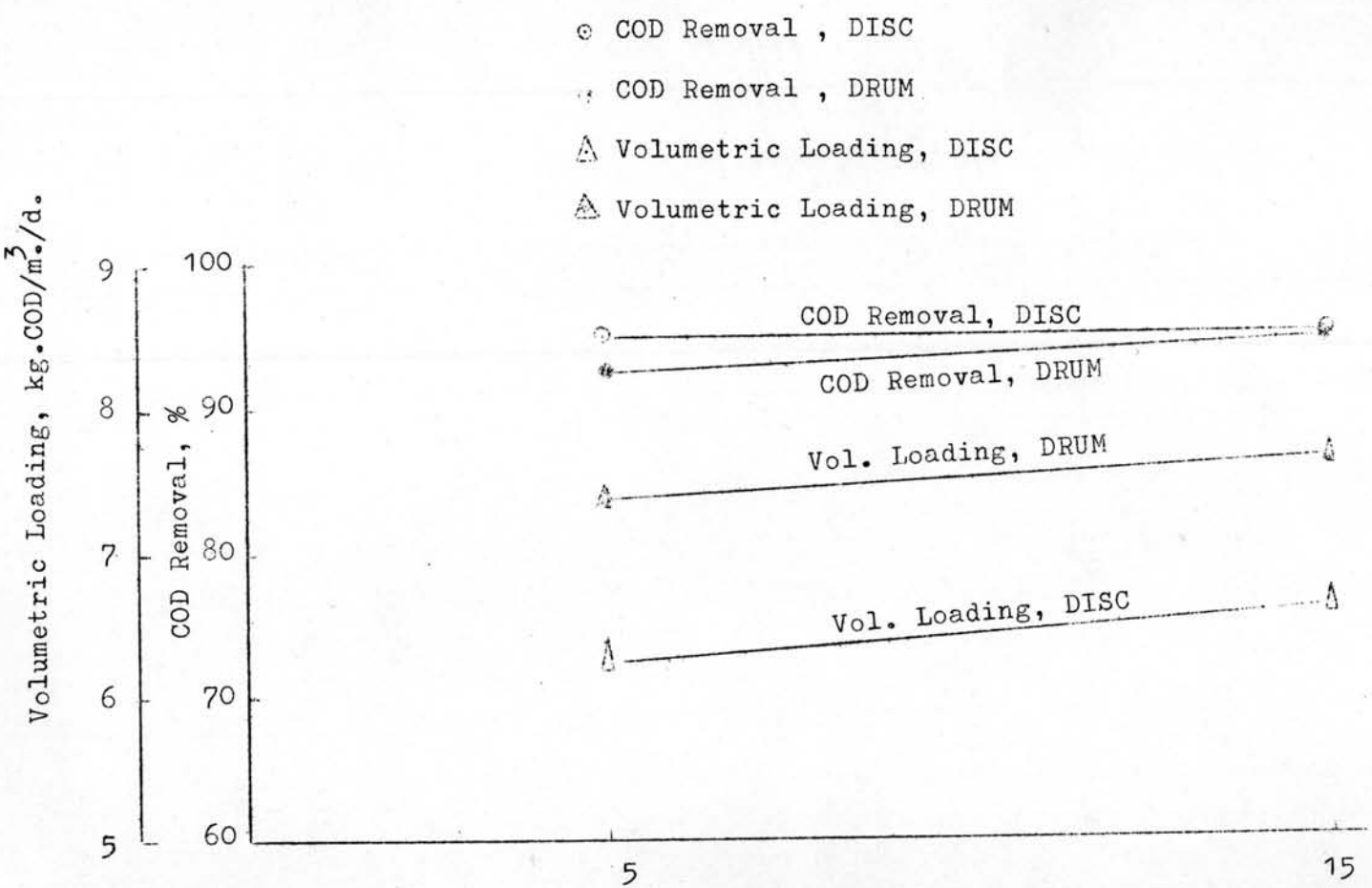
การทดลองเมื่อความเร็วรอบ 15 และ 5 รอบต่อนาที volumetric loading ของ submerged drum มีค่า 7.610 และ 7.378 kg.COD/m^3/day สูงกว่าของ bio disc ซึ่งมีค่า 6.589 และ 6.228 kg.COD/m^3/day แต่ประสิทธิภาพการลด COD ของ submerged drum มีค่า 94.51 % และ 92.32 % ต่ำกว่าของ bio disc ซึ่งมีค่า 94.96 % และ 94.92 % เล็กน้อย ตามรูป 5 – 18 ผลการวิเคราะห์จะสอดคล้องกับการเพิ่มออกซิเจนในน้ำดังได้กล่าวในหัวข้อ 5.5.1 ข้างต้น

5.5.3 ประสิทธิภาพการลด Total-N

การลด total-N ของ bio disc และ submerged drum จะแปรตามประสิทธิภาพการเติมออกซิเจนในน้ำทิ้งเช่นเดียวกัน เมื่อความเร็วของตัวกลางเป็น 15 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพการลด total-N ของ bio disc มีค่า 60.55 % ต่ำกว่า ของ submerged drum ซึ่งมีค่า 93.09 % และเมื่อความเร็ว



รูปที่ 5 – 17 ผลของ Areal Loading ต่อ DO. ที่ออกจาก RBC (หลังจากลดพื้นที่ผิวของตัวกลาง)



รูปที่ 5 – 18 ผลของการเปลี่ยนความเร็วรอบของการหมุนต่อประสิทธิภาพในการกำจัด COD (หลังจากลดพื้นที่ผิวของตัวกลาง)

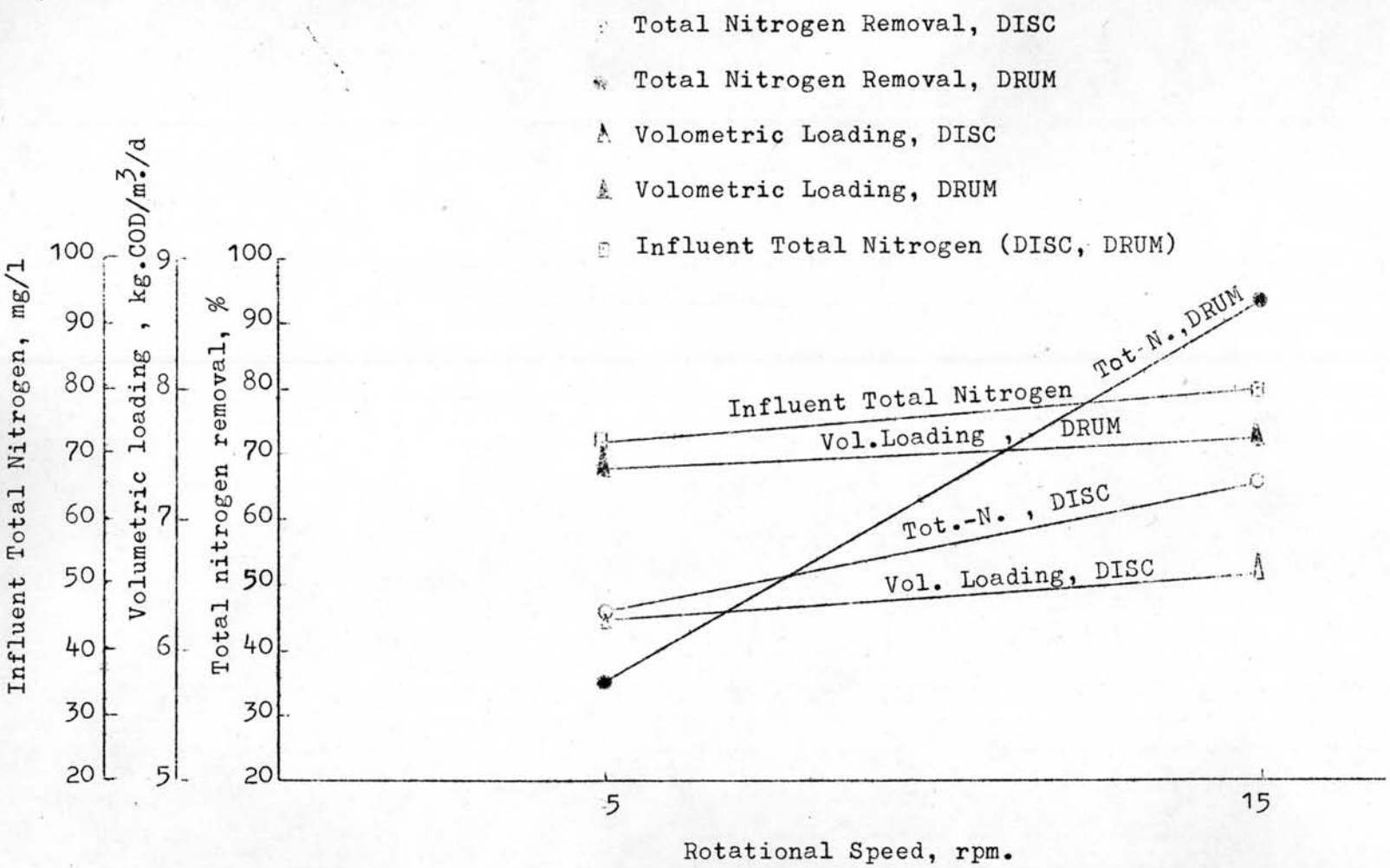
ตัวกลางเป็น 5 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพการลด total-N ของ bio disc มีค่า 45.82 % สูงกว่าของ submerged drum ซึ่งมีค่า 34.68 % ตามรูป 5 – 19

5.5.4 ตะกอนจุลินทรีย์ในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ

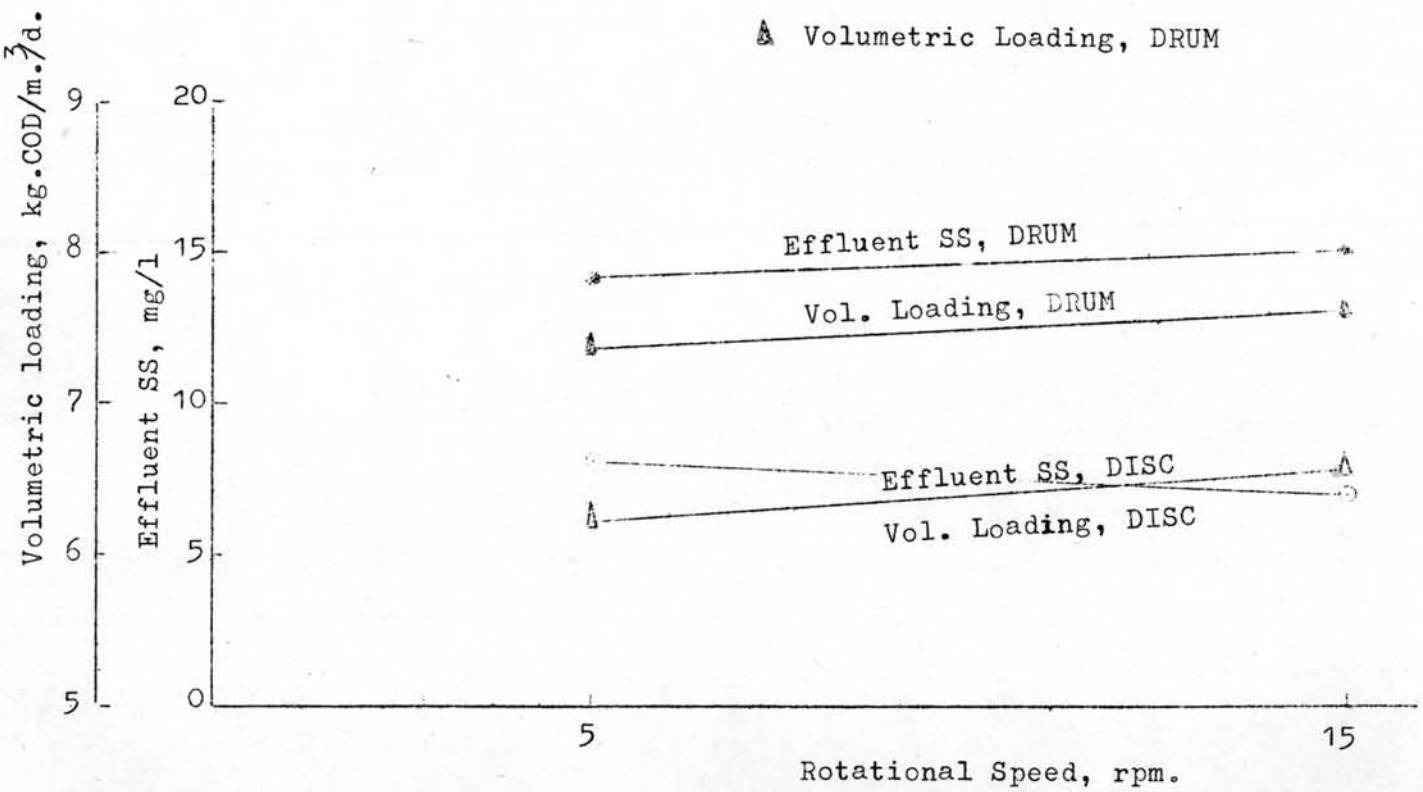
ตะกอนจุลินทรีย์ในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบทั้งของ bio disc และ submerged drum เมื่อความเร็วรอบ 15 รอบต่อนาทีมีค่า 7 และ 15 มก./ล. ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับความเร็วรอบ 5 รอบต่อนาที ซึ่งมีค่า 3 และ 14 มก./ล. ตามลำดับ แต่ volumetric COD loading มีค่า 6.589 และ 7.610 kg.COD/m^3/day มีค่าสูงกว่า 6.228 และ 7.378 kg.COD/m^3/day ตามลำดับ ตามรูป 5 – 20 แสดงว่าเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นทำให้ออกซิเจนในน้ำสูงขึ้น เป็นผลให้มีการย่อยสลายอาหารสารอินทรีย์สูงขึ้นตามด้วย จำนวนอาหารที่จะถูกย่อยสลายไปเป็นเซลล์จุลินทรีย์ใหม่ของช่องท้าย ๆ ของถังปฏิกริยาจึงมีน้อยลง ดังนั้นตะกอนจุลินทรีย์จึงน้อยลงด้วย ตะกอนจุลินทรีย์ในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบกำจัดของ bio disc ต่ำกว่าของ submerged drum ทั้งนี้เพราะ bio disc รับ organic loading ต่ำกว่าของ submerged drum แต่ความสามารถในการเติมออกซิเจนในน้ำทิ้งใกล้เคียงกับของ submerged drum ทำให้การย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดีกว่า

5.5.5 ข้อเปรียบเทียบเมื่อลดพื้นที่ผิวตัวกลางยึดเกาะ

เมื่อลดพื้นที่ผิวตัวกลางยึดเกาะทั้งของ bio disc และ submerged drum ทำให้พื้นที่ผิวของ, submerged drum ซึ่งมากกว่า bio disc ลดลงจากเดิม 55 % เป็น 20 % ควบคุมให้มีระยะเวลาเก็บกักประมาณ 6 ชม. และเปลี่ยนตัวแปรอิสระ คือความเร็วรอบของตัวกลางยึดเกาะเป็น 15 และ 5 รอบต่อนาที เป็นผลให้ bio disc รับ volumetric loading มีค่า



รูปที่ 5 – 19 ผลของการเปลี่ยนความเร็วรอบของการหมุนต่อประสิทธิภาพในการกำจัด Total-Nitrogen (หลังจากลดพื้นที่ผิวของตัวกลาง)



รูปที่ 5 – 20 ผลของการเปลี่ยนความเร็วรอบของการหมุนต่อประสิทธิภาพในการกำจัด SS.
(หลังจากลดพื้นที่ผิวของตัวกลาง)

6.589 และ 6.228 kg.COD/m^3/day ต่ำกว่าของ submerged drum ซึ่งมีค่า 7.610 และ 7.378 kg.COD/m^3/day ตามลำดับ แต่ areal loading ของ bio disc มีค่า 54.975 และ 51.960 g.COD/m^2/day สูงกว่าของ submerged drum ซึ่งมีค่า 45.341 และ 43.959 g.COD/m^2/day ตามลำดับ พิจารณาถึงผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำทิ้ง สามารถสรุปได้ดังนี้

ก) เนื่องจากคุณสมบัติพื้นที่ผิวของ submerged drum สูงกว่า bio disc 20 % ภายใต้ความเข้มข้นของน้ำทิ้งที่เท่ากัน คือ 1766 และ 1732 มก./ล. เมื่อความเร็วรอบตัวกลาง 15 และ 5 รอบต่อนาที ทำให้ bio disc รับ areal loading สูงกว่า submerged drum 21.2 % และ 18.2 % ตามลำดับ และ volumetric COD loading ต่ำกว่า 15.4 % และ 18.4 % เป็นผลให้ความสามารถในการถ่ายเทออกซิเจนในน้ำทิ้งของ submerged drum มีค่า 5.39 และ 4.26 มก./ล. ตามลำดับ ดีกว่าของ bio disc ซึ่งมีค่า 5.09 และ 4.31 มก./ล. ตามลำดับ การเพิ่มออกซิเจนในน้ำก็ตาม ซึ่งแสดงว่าความเร็วรอบและ volumetric loading มีความสำคัญในการเพิ่มออกซิเจนในน้ำทิ้งมากกว่า areal loading

ข) เนื่องจากความสามารถการเพิ่มออกซิเจนในน้ำของ bio disc และ submerged drum ทำให้ประสิทธิภาพการลด COD ของ bio disc มีค่า 94.96 % และ 94.92 % ตามลำดับ มีค่าใกล้เคียงกับของ submerged drum ซึ่งมีค่า 94.51 และ 92.32 % ตามลำดับ และตะกอนจุลินทรีย์ในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบกำจัดของ bio disc มีค่า 7 และ 8 มก/ล. น้อยกว่าของ submerged drum ซึ่งมีค่า 15 และ 14 มก./ล. ตามลำดับ

ค) เนื่องจากออกซิเจนในน้ำทิ้งของ bio disc เมื่อความเร็ว 15 รอบต่อนาที มีค่า 5.09 มก./ล. ซึ่งน้อยกว่าของ submerged drum ซึ่งมีค่า 5.39 แต่เมื่อความเร็ว 5 รอบต่อนาที ของ bio disc มีค่า 4.31 มก./ล. มากกว่าของ submerged drum ซึ่งมีค่า 4.26 มก./ล. เป็นผลให้การลด total-N แปรตามคือ ของ bio disc มีค่า 60.55 % น้อยกว่าของ submerged drum ซึ่งมีค่า 93.05 % และ 45.82 % มากกว่า 34.68 % ตามลำดับ

สรุปเนื่องจากพื้นที่ผิวของตัวกลางและความเร็วรอบเป็นปัจจัยโดยตรงในการเพิ่มออกซิเจนในน้ำทิ้ง ซึ่งแสดงว่า submerged drum มีความสามารถการเพิ่มอุ๊อกซิเจนในน้ำทิ้งได้ดีกว่า bio disc เมื่อความเร็วรอบของตัวกลางเท่ากัน แต่ความสามารถในการลด COD ลด total-N และตะกอนจุลินทรีย์ในน้ำทิ้งก่อนออกจากระบบกำจัดซึ่งขึ้นอยู่กับ volumetric organic loading มากกว่า areal loading