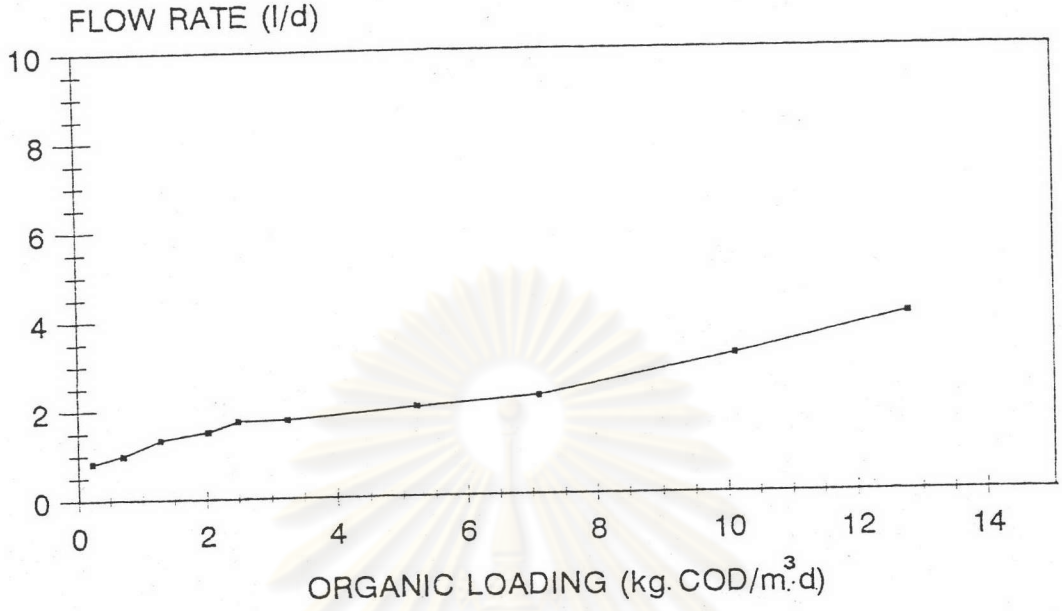
บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

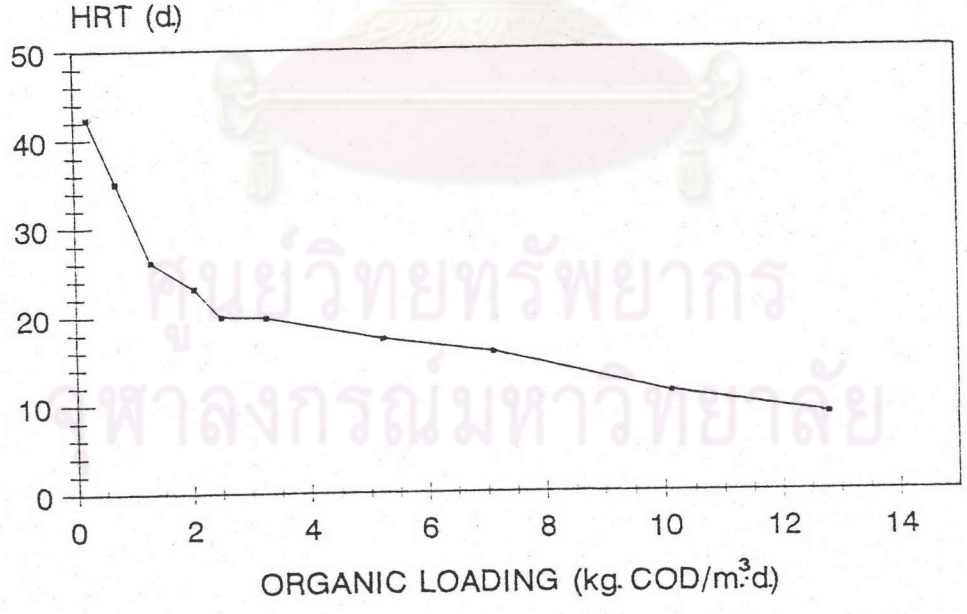
รูปที่ 4.1 4.2 และตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าการทดลองนี้ได้เพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์จาก 0.2-12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน โดยการเพิ่มความเข้มข้นสารอินทรีย์ (COD) ที่เข้าสู่ระบบจาก 9,510-110,940 มก./ล.และเพิ่มอัตราไหลสารอินทรีย์เข้าระบบจาก 0.8-4.0 ลิตร/วัน ทำให้เวลาเก็บกัก (HRT) ลดลงจาก 42 วันเหลือเพียง 9 วัน ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์สุดท้ายคือ 12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน ข้อมูลการทดลองที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ แสดงในภาคผนวก ข โดยในแต่ละอัตราป้อนสารอินทรีย์ระบบหมักที่ทำการทดลองต้องใช้ระยะเวลาหนึ่งในการปรับตัวเข้าสู่สภาวะคงที่ (steady state) โดยสังเกตได้จากค่าซีโอดีในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบและปริมาณก๊าซที่ผลิตได้คงที่ ค่าเฉลี่ยของดรรชนีต่างๆที่ทำการวิเคราะห์ในช่วงสภาวะคงที่นี้สรุปไว้ในตารางที่ 4.1 ส่วนการคำนวณประสิทธิภาพการทำงานของระบบยูเอเอสบีที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ ได้สรุปไว้ในตารางที่ 4.2

4.1 ระยะเวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงที่

รูปที่ 4.3 แสดงระยะเวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ โดยการอธิบายผลการทดลองจะเริ่มตั้งแต่อัตราป้อน 2.0-12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน เนื่องจากผลการทดลองในช่วงอัตราป้อนสารอินทรีย์ 0.2-1.3 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วันไม่น่าเชื่อถือ เพราะระบบยังไม่เข้าสู่สภาวะคงที่อย่างแท้จริงก็เริ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์ใหม่ นอกจากนั้นเมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์ขึ้นไปถึง 2.0 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วันพบว่า VFA มีแนวโน้มสูงขึ้น (VFA มีค่า 500-700 มก./ล.) ส่วนค่าซีโอดีลดลงน้อยมากแสดงว่าเกิดการสะสมของกรดอินทรีย์ทำให้แบคทีเรียอ่อนแอหรือตายลงหากเดินระบบต่อไปอาจล้มเหลวได้ จึงเริ่มต้นระบบใหม่โดย



รูปที่ 4.1 อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าสู่ระบบที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ



รูปที่ 4.2 ระยะเวลาเก็บกัก (HRT) ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

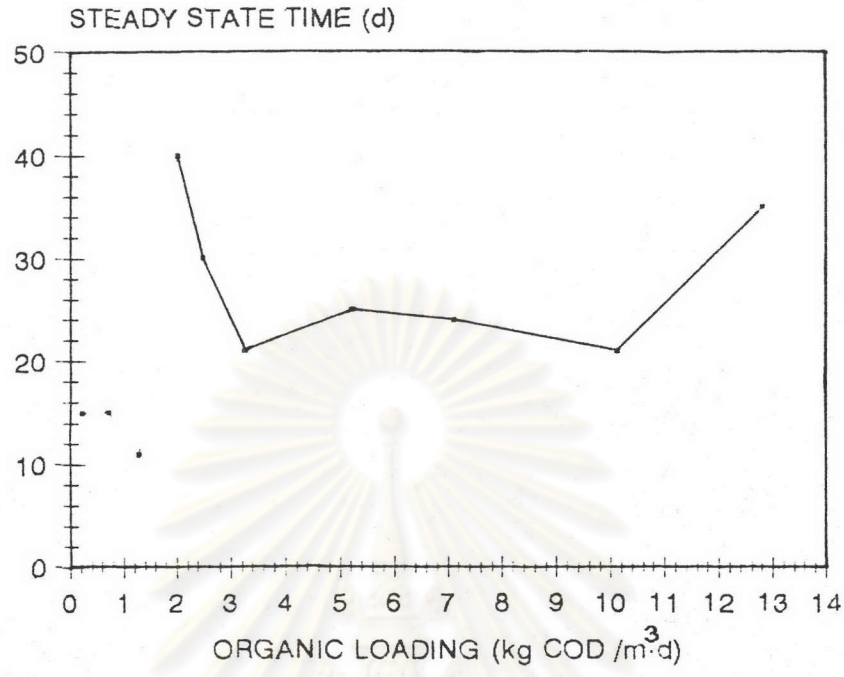
ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยดรรชนีต่างๆของน้ำกากส่าเข้าและออกจากระบบหมักที่อัตราป้อนสาร

อินทรีย์ต่างๆ ภายใต้สภาวะคงที่

ORGANIC LOADING	$kgCOD/m^3d$	0.2	0.7	1.3	2.0	2.5	3.3	5.2	7.1	10.1	12.8
HRT	d. (V/d)	42	35	26	23	20	20	17	16	11	9
FLOW RATE	l/d	0.8	1.0	1.3	1.5	1.7	1.8	2.0	2.2	3.1	4.0
pH INF	mg/l	6.91	6.75	6.52	6.69	6.52	6.74	4.16	4.12	4.10	4.05
pH EFF	mg/l	7.70	7.70	7.67	7.79	7.58	7.58	7.55	7.50	7.22	6.95
SS INF	mg/l	880	580	980	1480	950	2370	2670	5130	5320	5220
SS EFF	mg/l	4000	5020	5120	4060	1890	1810	6050	8210	11030	18180
COD INF	mg/l	9510	24130	35590	46930	49660	65000	90590	111690	113280	110940
COD EFF	mg/l	12940	12770	14640	25520	30560	35310	45050	62530	63430	90790
VFA INF	mg/l	440	290	520	430	1050	550	660	670	650	680
VFA EFF	mg/l	600	410	460	370	330	300	420	410	490	3780
ALK INF	mg/l	1490	2080	2725	3900	4630	5910	740	–	–	–
ALK EFF	mg/l	3510	3665	4770	7050	9030	10120	12110	13240	13200	9710
CH_4 & OTHER GASES	%	–	–	–	65	66	65	68	63	61	43
CO_2	%	–	–	–	35	34	35	32	37	39	57
STEADY STATE TIME	d.	15	15	11	40	30	21	25	24	21	35

ตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์และประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพของระบบหมักที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ ภายใต้สภาวะคงที่

		ORGANIC LOADING (kgCOD/m^3d)						
		2.0	2.5	3.3	5.2	7.1	10.1	12.8
COD REMOVAL	(%)	45.6	46.0	45.7	50.3	44.0	44.0	18.2
BIOGAS PRODUCTION RATE	(l/d)	3.0	9.0	12.7	25.0	35.1	34.8	8.0
BIOGAS PRODUCTION/d / (FLOW RATE)(CODINF−CODEFF)	m^3 / kg CODremoved	0.092	0.271	0.244	0.275	0.325	0.225	0.099
BIOGAS PRODUCTION/d / (FLOW RATE)(CODINF)	m^3 / kgCODapplied	0.042	0.104	0.111	0.138	0.143	0.099	0.018
BIOGAS PRODUCTION/d / REACTOR VOLUME	m^3/d / m^3	0.085	0.259	0.365	0.721	1.012	1.003	0.231
CH_4& OTHERS PRODUCTION RATE	(l/d)	1.9	5.9	8.2	17.0	22.1	21.2	3.4
CH_4& OTHERS PRODUCTION/d / (FLOW RATE)(CODINF−CODEFF)	m^3 / kg CODremoved	0.060	0.179	0.159	0.187	0.204	0.137	0.043
CH_4& OTHERS PRODUCTION/d / (FLOW RATE)(CODINF)	m^3 / kg CODapplied	0.027	0.069	0.077	0.094	0.090	0.060	0.008
CH_4& OTHERS PRODUCTION/d / REACTOR VOLUME	m^3/d / m^3	0.055	0.171	0.252	0.490	0.637	0.612	0.099



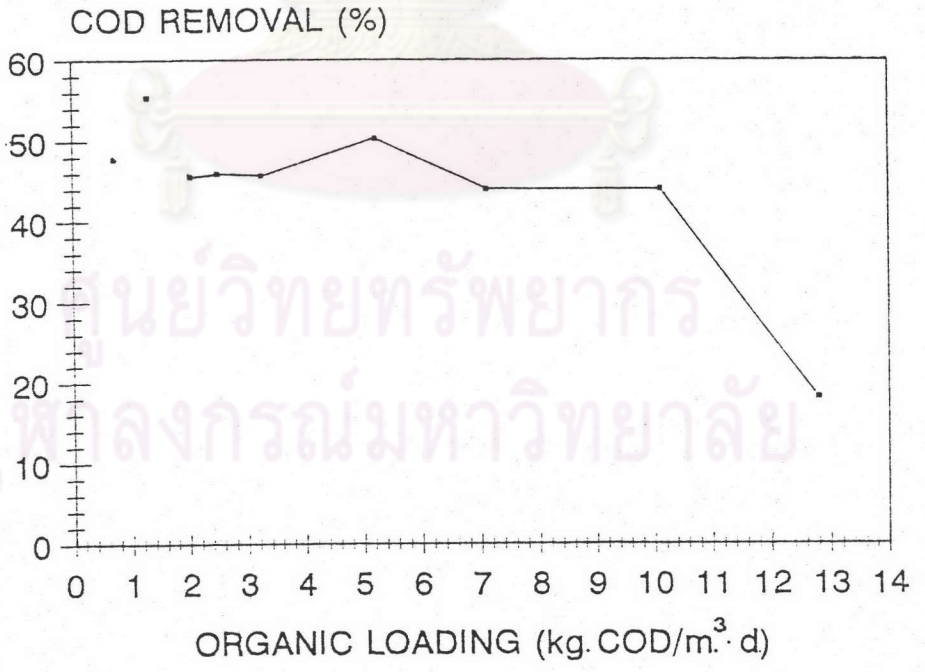
รูปที่ 4.3 ระยะเวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ

การถ่ายน้ำเสียออกจากถังทดลองครึ่งถังแล้วเติมน้ำประปาแทนจนเต็ม จากนั้นเริ่มทำการทดลองต่อที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 2.0 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน ในช่วงนี้แบคทีเรียต้องปรับตัวเพื่อเข้าสู่สภาวะคงที่ ที่อัตราป้อนสูงจึงทำให้ระยะเวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงที่สูงมากถึง 40 วัน ต่อจากนั้นเมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์ขึ้นระยะเวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงที่มีแนวโน้มลดลง แสดงว่าแบคทีเรียมีการเจริญเติบโตมากขึ้นตามปริมาณสารอินทรีย์ที่เพิ่ม ระบบจึงเข้าสู่สภาวะคงที่เร็วขึ้นจนกระทั่งในช่วงอัตราป้อน 3.3-10.1 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน ระยะเวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงที่มีค่าประมาณ 21-25 วันแต่เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์ขึ้นไปถึง 12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน พบว่าระยะเวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงที่เพิ่มขึ้นถึง 35 วัน ทั้งนี้เนื่องมาจากที่อัตราป้อนสารอินทรีย์นี้ไม่มีการเจือจางน้ำเสียเข้าสู่ระบบเลย (ตารางที่ 3.2) ทำให้ปริมาณสารพิษที่ปะปนอยู่ในน้ำกากส่า เช่น K^+ Na^+ SO_4^{2-} ซึ่งมีอยู่สูงมากเกินระดับที่กำหนด (ตารางที่ 2.3 และ 3.1) มีความเข้มข้นขึ้น ส่งผลกระทบต่อแบคทีเรียกลุ่มสร้างมีเธนจึงทำให้ปริมาณกรดอินทรีย์

ระเหยเพิ่มมากขึ้น (McCarty และ McKinney, 1961) โดยที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน ปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยสูงถึง 3,780 มก./ล. (ตารางที่ 4.1) อนึ่งที่อัตราป้อนสารอินทรีย์นี้ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีและอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพลดต่ำลง นอกจากนี้ปริมาณตะกอนแบคทีเรียหลุดจากระบบมากขึ้น (ตารางที่ 4.1) แสดงว่าแบคทีเรียไม่สามารถทนต่อสภาพความเป็นพิษของระบบที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน

4.2 <u>ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี</u>

จากตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์ช่วง 2.0-10.1 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน ระบบหมักมีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีค่อนข้างคงที่ประมาณ 44-50 % แต่เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์เป็น 12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีลดต่ำลงอย่างมากคือมีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเพียง 18% ทั้งนี้เนื่องจาก



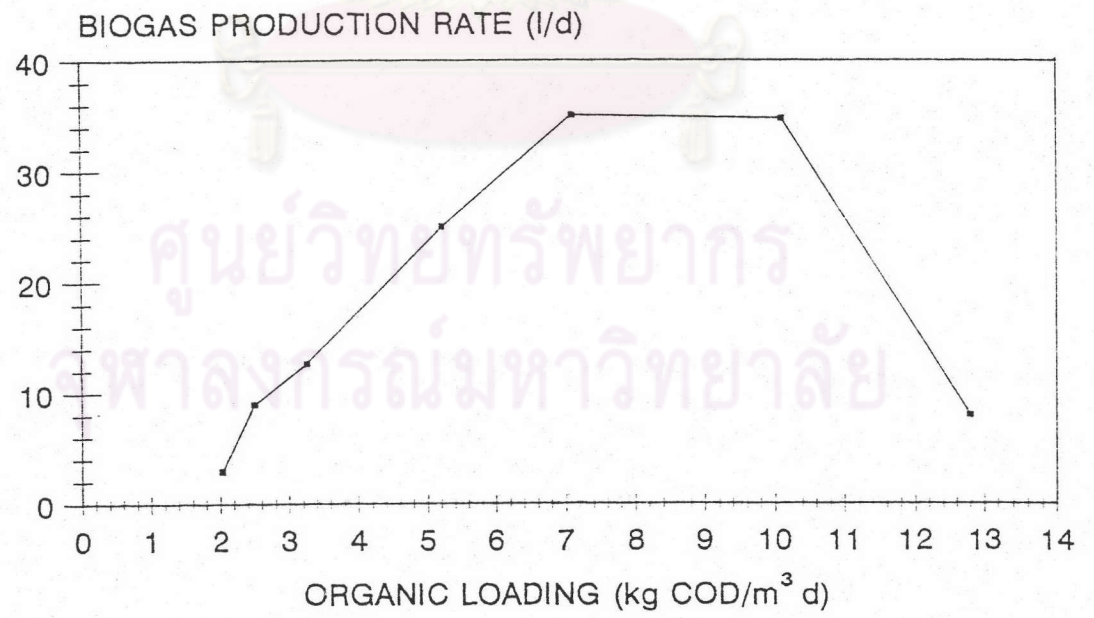
รูปที่ 4.4 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เกิดสภาพ overload กล่าวคือปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบสูงมากทำให้เกิดการสะสมกรดอินทรีย์ระเหย การสะสมนี้เกิดขึ้นเนื่องจากขั้นตอนผลิตกรด (acidogenesis) เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะที่อัตราการใช้กรดเพื่อผลิตมีเธน (methanogenesis) ช้ากว่า สังเกตได้จากที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน มีปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยสูงถึง 3,780 มก./ล. ปริมาณกรดอินทรีย์ที่สูงนี้ได้ส่งผลพิษต่อแบคทีเรียผลิตมีเธน (methanogen) จึงทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีลดต่ำลงอย่างมาก อนึ่งในช่วงแรกของการทดลองที่อัตราป้อน 0.2-1.3 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน ไม่ได้แสดงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี ทั้งนี้เนื่องจากค่าที่คำนวณได้ไม่น่าเชื่อถือเพราะตะกอนจุลินทรีย์ยังไม่ได้ปรับตัวอย่างสมบูรณ์ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.1

4.3 ประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ

จากรูปที่ 4.5 และตารางที่ 4.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ

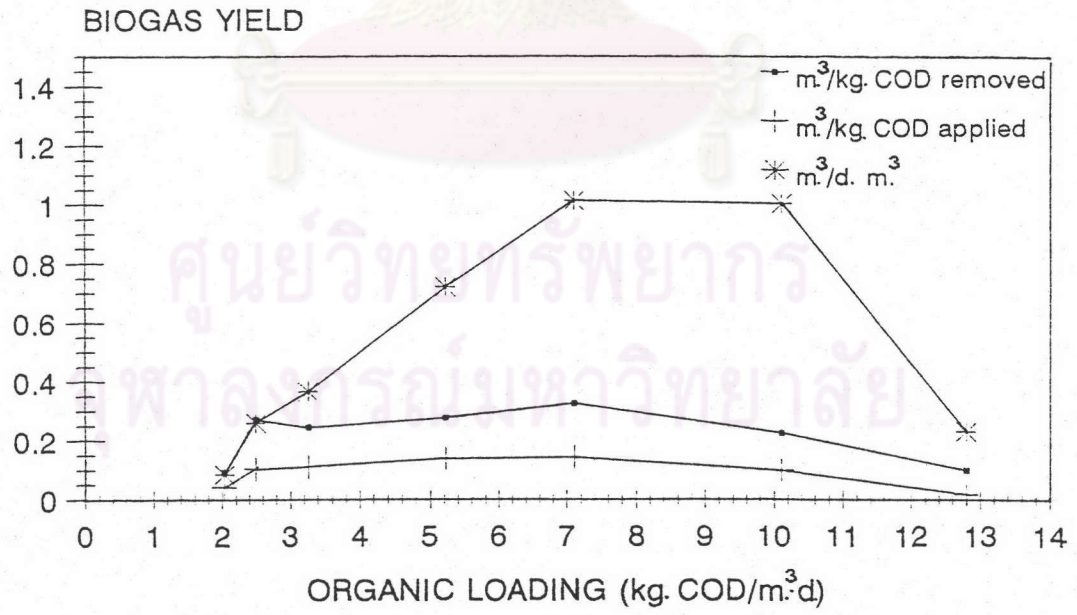


รูปที่ 4.5 อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พบว่าในช่วงอัตราป้อนสารอินทรีย์ 2.0-7.1 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพเพิ่มสูงขึ้นค่อนข้างเป็นเส้นตรงเมื่ออัตราป้อนสารอินทรีย์เพิ่มสูงขึ้น โดยอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจากที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 2.0 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน มีอัตราผลิตก๊าซ 3.0 ลิตร/วัน เพิ่มเป็น 35.1 ลิตร/วัน ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 7.1 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน อัตราผลิตก๊าซชีวภาพสูงขึ้นเนื่องจากปริมาณสารอินทรีย์เข้าระบบสูงขึ้นนั่นเอง อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพค่อนข้างคงที่ในช่วงอัตราป้อนสารอินทรีย์ 7.1-10.1 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน แต่อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพได้ลดลงอย่างมากเหลือเพียง 8.0 ลิตร/วัน ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน ทั้งนี้เนื่องจากที่อัตราป้อนสารอินทรีย์นี้มีการสะสมของกรดอินทรีย์ระเหยสูงถึง 3,780 มก./ล. ซึ่งเป็นพิษต่อแบคทีเรียประเภทที่ผลิตมีเธน จึงทำให้อัตราผลิตก๊าซชีวภาพลดต่ำลงอย่างมาก

การผลิตก๊าซชีวภาพเมื่อคำนวณเป็นปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นต่อวันต่อถังหมัก พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซชีวภาพที่ระบบผลิตได้ต่อวัน ดังแสดงในรูปที่ 4.6 โดยมีค่าสูงสุดที่ 1.01 ม.^{3}/ม.^{3}ถังหมัก วัน ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 7.1 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน ระยะเวลาเก็บกัก 16 วัน



รูปที่ 4.6 ประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ

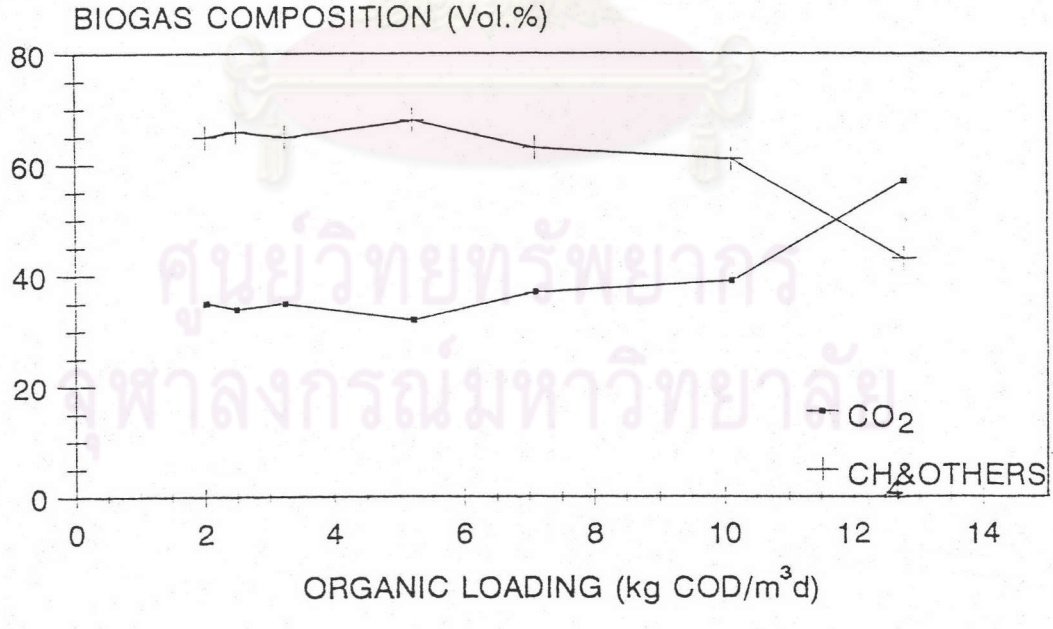
ส่วนประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพต่อซีโอดีที่เข้าสู่ระบบ ($m.^3/kg.COD_{applied}$) พบว่าเมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์ตั้งแต่ 2.5-7.1 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน ประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่เมื่ออัตราป้อนสารอินทรีย์สูงกว่า 7.1 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน ค่าประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพนี้ลดลงและที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน ประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพต่อซีโอดีเข้าระบบเหลือเพียง 0.018 ม.^{3}/กก.ซีโอดีเข้าระบบ

สำหรับประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพต่อซีโอดีที่ถูกกำจัด ($m.^3/kg.COD_{removed}$) ก็มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงคล้ายคลึงกับประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพต่อซีโอดีเข้าสู่ระบบ ดังแสดงในรูปที่ 4.6 โดยประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพลดต่ำลงในช่วงอัตราป้อนสารอินทรีย์สูงกว่า 7.1 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน ทั้งนี้เนื่องจากเกิดสภาพ overload และความเป็นพิษจาก SO_4^{2-} K^+ ในน้ำกากส่า ประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพลดต่ำลงอย่างมากที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน ทั้งนี้เนื่องจากในถังมีปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยสูงถึง 3,780 มก./ล. ซึ่งยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ผลิตมีเธน

โดยทั่วไปก๊าซชีวภาพจากระบบหมักแบบไร้ออกซิเจนจะประกอบด้วยก๊าซมีเธนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 และ CH_4) เป็นส่วนใหญ่ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ในการทดลองนี้วัดปริมาณ CO_2 โดยวิธี orsat ส่วนปริมาณ CH_4 และก๊าซอื่นๆคำนวณจากปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้หักปริมาณ CO_2 ออก ก๊าซอื่นๆ นอกจาก CH_4 และ CO_2 เช่น O_2 ไม่มีเนื่องจากระบบที่ทดลองเป็นระบบปิด H_2S ความชื้นและก๊าซอื่นๆ คาดว่ามีอยู่น้อยเช่นเดียวกับระบบหมักแบบไร้ออกซิเจนอื่นๆ (ตารางที่ 4.3) จากตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์จาก 2.0-5.2 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน องค์ประกอบของ CO_2 ค่อนข้างคงที่ประมาณ 32-35% ส่วน CH_4 และก๊าซอื่นๆ อยู่ในช่วงประมาณ 65-68% แต่เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์สูงกว่า 5.2 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน องค์ประกอบ CO_2 เพิ่มขึ้น ส่วน CH_4 และก๊าซอื่นๆ ลดลงและที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน องค์ประกอบก๊าซมีเธนและก๊าซอื่นๆ ลดต่ำลงอย่างมากเหลือเพียง 43% ทั้งนี้เนื่องจากความเป็นพิษของกรดอินทรีย์ระเหยที่มีต่อแบคทีเรียสร้างมีเธนดังกล่าวแล้ว

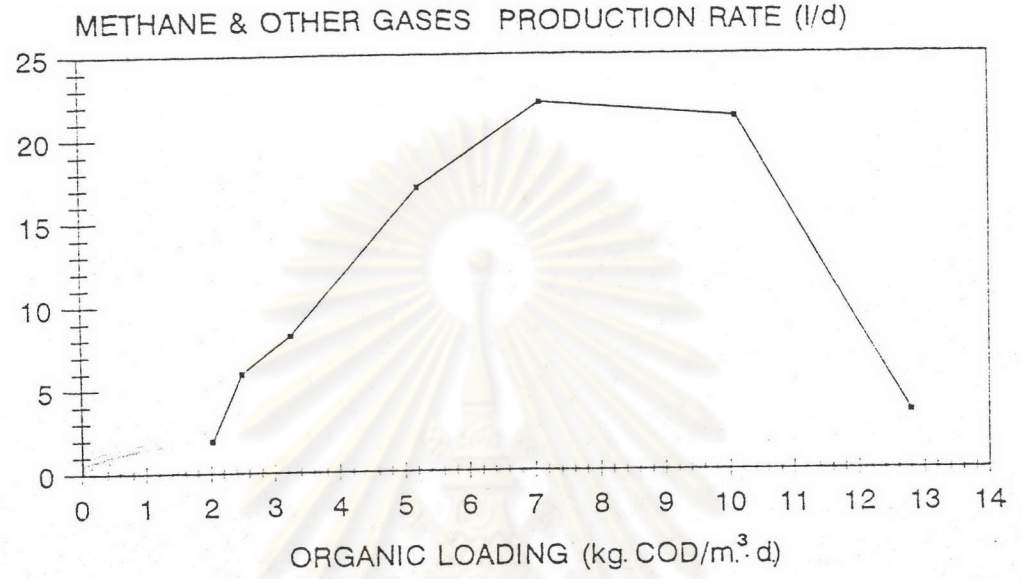
ตารางที่ 4.3 องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพในระบบหมักแบบไร้ออกซิเจนอิสระ

constituent gas (Vol.%)	Atlanta, GA	South River Atlanta, GA	Modesto CA	Hyperion Los Angeles, CA	UASB (AIT)
CH_4	67.3	67.2	56.7	65-70	75
CO_2	32.7	32.8	30.4	30-35	24
N_2	-	-	7.2	trace	-
O_2	-	-	1.6	-	-
H_2S	0.00002	0.00005	0.15	trace- 0.2	-
H_2	0.05	0.05	-	trace	-
H_2O	0.038	0.038	3.9	-	-
reference	Jacobs, A., 1980				Jayadevan 1992

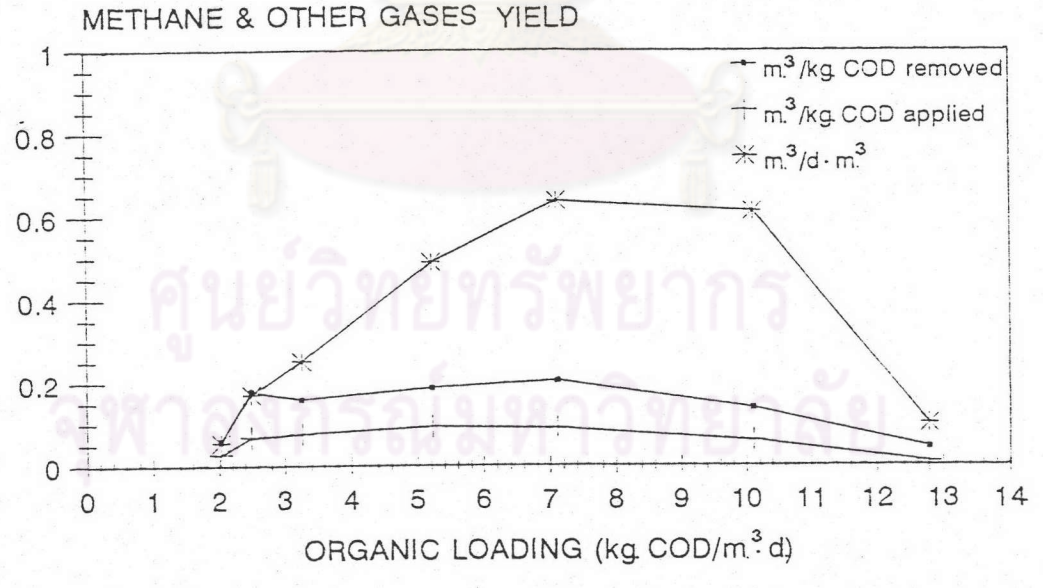


รูปที่ 4.7 องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ

สำหรับอัตราการผลิตและประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเธน (รวมก๊าซอื่นๆด้วยยกเว้นคาร์บอนไดออกไซด์) ในรูปที่ 4.8 และ 4.9 สามารถอธิบายได้ด้วยเหตุผลในทำนองเดียวกัน



รูปที่ 4.8 อัตราการผลิตก๊าซมีเธนที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ

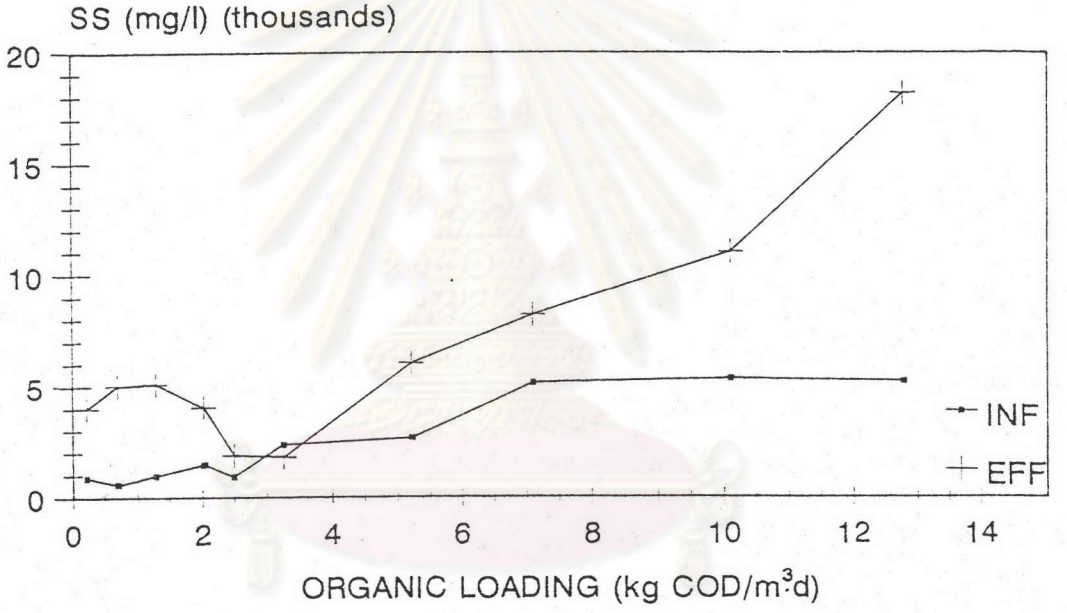


รูปที่ 4.9 ประสิทธิภาพการผลิตก๊าซมีเธนที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ

กับการอธิบายอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพและประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (รูปที่ 4.5 และ 4.6)

4.4 <u>ปริมาณของแข็งแขวนลอยและปริมาณของแข็งแขวนลอยในระบบทั้งหมด</u>

รูปที่ 4.10 แสดงปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งที่เข้าและออกจากระบบยูเอเอสบีที่ทำการทดลองที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ จากรูปที่ 4.10 แสดงให้เห็นว่าปริมาณของแข็ง



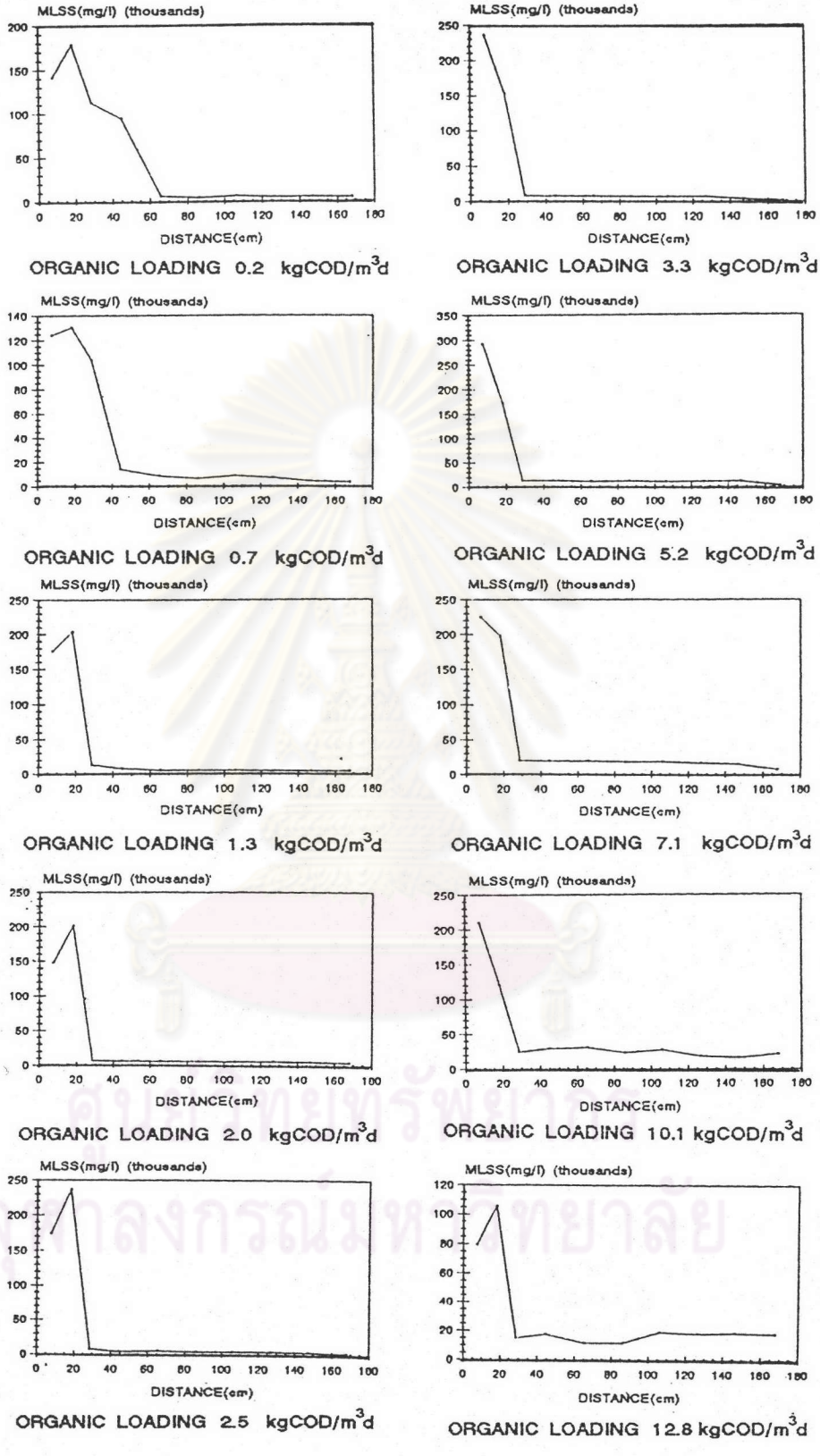
รูปที่ 4.10 ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำเสีย ที่เข้าและออกจากระบบที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แขวนลอยในน้ำกากส่าที่ป้อนเข้าระบบหมักมีค่าต่ำที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่ำและมีค่าสูงมากขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์ ทั้งนี้เนื่องจากที่อัตราป้อนสารอินทรีย์สูงขึ้นได้ลดอัตราเจือจางลงจึงทำให้ปริมาณสารแขวนลอยสูงขึ้น สำหรับปริมาณสารแขวนลอยในน้ำกากส่าที่ล้นออกจากถังหมักพบว่าในช่วงเริ่มต้นเดินระบบซึ่งมีอัตราป้อนสารอินทรีย์ต่ำ 0.2-1.3 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน ปริมาณ

สารแขวนลอยเพิ่มสูงขึ้นเมื่ออัตราป้อนสารอินทรีย์สูงขึ้นซึ่งเป็นขั้นตอน sludge washout โดยจุลินทรีย์ที่ตายได้หลุดออกมาจากระบบหมักอย่างต่อเนื่อง เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์สูงกว่า 1.3 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน ปริมาณสารแขวนลอยได้ลดลงอย่างเห็นได้ชัดและมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1,810 มก./ล. ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 3.3 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน จากนั้นเมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์สูงกว่า 3.3 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำที่ล้นออกจากถังหมักมีค่าสูงขึ้นอย่างมากทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์ได้ลดอัตราเจือจางต่ำลง จึงทำให้ปริมาณความเข้มข้นสารพิษต่างๆได้แก่ K^+ SO_4^{2-} สูงขึ้นซึ่งสารพิษเหล่านี้มีผลทำให้แบคทีเรียอ่อนแอและหลุดลอยออกจากระบบหมักมากขึ้น

รูปที่ 4.11 แสดงปริมาณแบคทีเรียในถังหมักยูเอเอสบีที่ระดับความสูงต่างๆ เมื่อระบบหมักรับอัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ โดยจะเห็นชัดว่าเมื่อเริ่มต้นเดินระบบที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่ำ 0.2 และ 0.7 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน ระดับตะกอนสูงถึง 60 และ 40 ซม. ตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์ขึ้นความสูงของชั้นตะกอนได้ลดลงเหลือประมาณ 30 ซม.ตลอดช่วงอัตราป้อนสารอินทรีย์ 1.3-12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน เมื่อสังเกตเส้นกราฟตะกอนหนักตรงบริเวณที่แสดงช่วงล่างของถังหมัก พบว่าในช่วงอัตราป้อนสารอินทรีย์ต่ำ 0.2-2.5 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน ตะกอนแบคทีเรียมีการยกตัวที่ก้นถังหรือเกิดสภาพลอยตัวของชั้นตะกอนหนักที่ก้นถังทั้งนี้เนื่องจากก๊าซชีวภาพได้พยุงตะกอนให้ลอยตัวขึ้น เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์สูงขึ้นเป็น 3.3-10.1 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน ไม่มีลักษณะการยกตัวของชั้นตะกอนทั้งนี้เนื่องจากตะกอนจุลินทรีย์ได้พัฒนาเป็นตะกอนหนักทำให้ก๊าซชีวภาพไม่สามารถพยุงให้ลอยขึ้น แต่เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์สูงสุดเป็น 12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน ได้เกิดสภาพการยกตัวของชั้นตะกอนที่ก้นถังเนื่องจากตะกอนแบคทีเรียได้เปลี่ยนสภาพเบาลง ทั้งนี้เพราะความเป็นพิษของกรดอินทรีย์ระเหยและสารพิษต่างๆ (K^+ SO_4^{2-}) ในน้ำกากส่าที่มีปริมาณสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบตะกอนแบคทีเรียในชั้นใสซึ่งอยู่สูงกว่าชั้นตะกอนแบคทีเรียหนักจะเห็นได้ว่ามีปริมาณต่ำมากเมื่ออัตราป้อนสารอินทรีย์อยู่ในช่วง 0.2-5.2 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน แต่เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์สูงกว่า 5.2 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน ปริมาณเซลแบคทีเรียในชั้นเหนือตะกอนมีค่าสูงขึ้นเมื่อ



รูปที่ 4.11 ปริมาณตะกอนแขวนลอยในระบบที่ระดับความสูงต่างๆของถังหมัก

อัตราป้อนสารอินทรีย์สูงขึ้นซึ่งแสดงว่าที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ช่วงสูงนี้ แบคทีเรียเริ่มอ่อนแอ มีขนาดเล็กและเบาลงจึงทำให้หลุดลอยออกจากถังหมักมากขึ้น

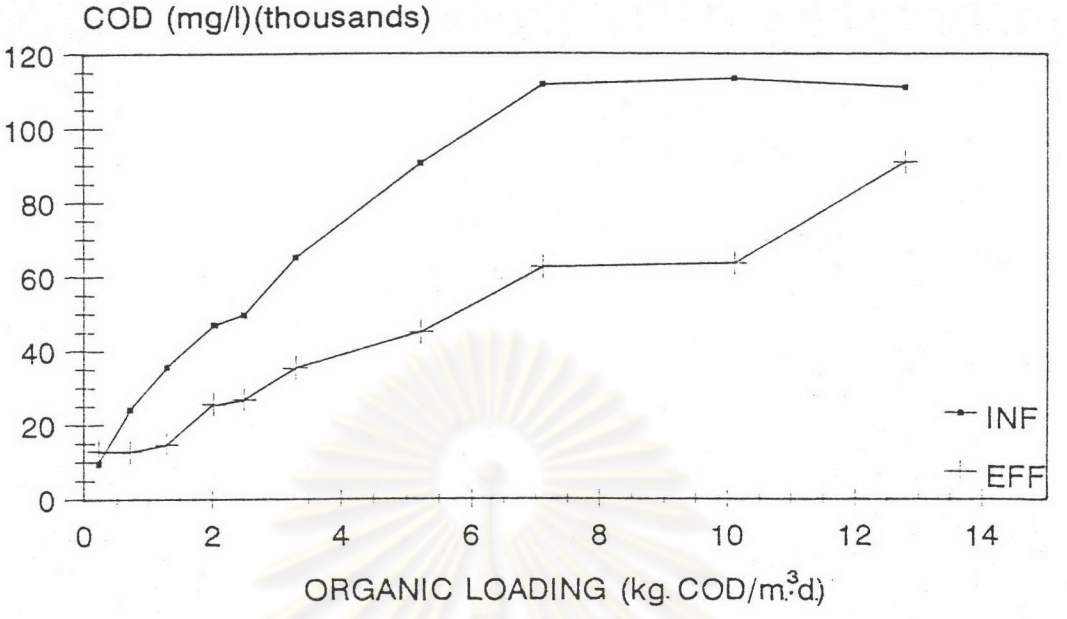
ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณความเข้มข้นของแบคทีเรียในถังหมัก ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ จากการทดลองพบว่าตะกอนแบคทีเรียจะสะสมอยู่ที่บริเวณส่วนล่างของถังหมักในช่วงความสูงไม่เกิน 18 ซม.จากก้นถัง บริเวณนี้ตะกอนแบคทีเรียจะมีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ สีดำยิ่งอยู่ต่ำยิ่งมีขนาดใหญ่ ส่วนด้านบนมีขนาดเล็กกว่า ชั้นตะกอนแบคทีเรียนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวกรอง (filter) และใช้สารอินทรีย์ในน้ำเสียที่ไหลเข้าทางด้านล่าง แบคทีเรียใช้สารอินทรีย์เป็นอาหารแล้วเจริญเติบโต เพิ่มจำนวนเซล เซลใหม่ที่เกิดขึ้นจะถูกกักโดยชั้นตะกอนแบคทีเรียทำให้ตะกอนแบคทีเรียในชั้นนี้เกิดมากขึ้น ส่วนกำซชีวภาพที่เกิดในชั้นตะกอนส่วนล่างจะพาเอาตะกอนแบคทีเรียที่อ่อนแอและตายแล้วลอยสู่ด้านบนของถัง ปริมาณความเข้มข้นตะกอนแบคทีเรียได้ลดลงในช่วงแรก เนื่องจากเกิดการ washout ในช่วงอัตราป้อนสารอินทรีย์ 0.2-2.0 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์สูงกว่า 2.0 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน ปริมาณความเข้มข้นตะกอนแบคทีเรียได้เพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากอัตราสร้างเซลแบคทีเรียสูงกว่าอัตราสูญเสียเซลแบคทีเรีย เมื่ออัตราป้อนสารอินทรีย์อยู่ในช่วง 7.1-10.1 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน ปริมาณความเข้มข้นตะกอนแบคทีเรียมีค่าค่อนข้างคงที่คือประมาณ 37,530-37,940 มก./ล. เนื่องจากอัตราสร้างและสูญเสียของเซลแบคทีเรียมีค่าเท่ากัน แต่เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์เป็น 12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน พบว่าปริมาณความเข้มข้นตะกอนแบคทีเรียในถังหมักลดลงอย่างมากเหลือ 24,630 มก./ล.

4.5 <u>ปริมาณสารอินทรีย์ (COD)</u>

รูปที่ 4.12 แสดงปริมาณสารอินทรีย์ (COD) ในน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบเมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์ จากรูปที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าค่าซีโอดีในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบจะมีค่าสูงขึ้นจาก 9,510-90,590 มก./ล. เมื่ออัตราป้อนสารอินทรีย์สูงขึ้นจาก 0.2-5.2 มก./ล.

ตารางที่ 4.4 ปริมาณตะกอนแบคทีเรียที่ความสูงต่างๆ ของถังหมักและปริมาณตะกอนแบคทีเรีย
รดยเฉลี่ยในระบบยูเอเอสบีที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ

DISTANCE (cm.)	ORGANIC LOADING (kgCOD/m^3d)									
	0.2	0.7	1.3	2.0	2.5	3.3	5.2	7.1	10.1	12.8
168	4575	4000	4700	4400	1836	1852	3840	8139	21060	18000
147	5133	4829	4806	5380	3643	3876	11638	15410	16020	18550
127	4950	7460	5450	5840	4446	7325	11280	16597	18140	17880
106	6500	9020	6233	6000	4760	7655	10740	18759	27200	19125
86	4700	6740	6160	6267	4420	7748	12333	18446	23067	11525
66	6367	8780	6223	6333	5420	8568	11480	19583	30400	11543
45	94438	14020	8488	6600	4380	8770	13800	19762	29067	17556
29	112222	104000	13380	7000	7983	9002	13580	20230	24325	14911
18	178148	130400	203750	200800	236136	153392	172150	197655	120725	105700
8	141500	124300	175900	147550	173700	236000	292300	224876	209833	79300
MLSS (mg/l)	37550	26630	26490	24530	26600	26160	33590	37530	37940	24630



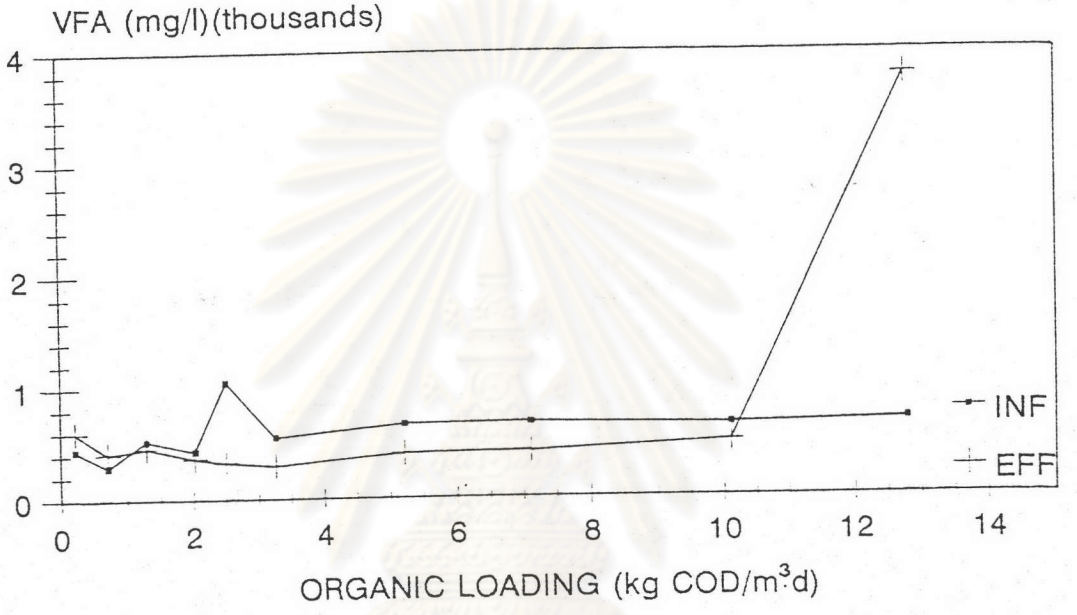
รูปที่ 4.12 ปริมาณสารอินทรีย์ (COD) ในน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ

ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์ได้ลดการเจือจางน้ำกากส่าลง จนกระทั่งไม่มีการเจือจางน้ำกากส่าเลยที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 7.1-12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน พบว่าค่าซีโอดีสูงมากประมาณ 110,940-113,280 มก./ล.

สำหรับค่าซีโอดีของน้ำเสียที่ออกจากระบบ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 12,940-63,430 มก./ล. เมื่ออัตราป้อนสารอินทรีย์สูงขึ้นจาก 0.2-10.1 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน แต่ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน ค่าซีโอดีของน้ำเสียที่ออกจากระบบมีค่าต่างจากค่าซีโอดีของน้ำเสียที่เข้าระบบน้อยมาก เนื่องจากที่อัตราป้อนสารอินทรีย์นี้ระบบเริ่มเสียสมดุล เพราะรับอัตราป้อนสารอินทรีย์มากเกินไปเกิดสภาพ overload ทำให้เกิดการสะสมของกรดอินทรีย์ที่เป็นพิษต่อแบคทีเรียที่ผลิตมีเธน ทำให้แบคทีเรียอ่อนแอและตาย ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีจึงลดลง ค่าซีโอดีของน้ำเสียที่ออกจากระบบจึงน้อยกว่าค่าซีโอดีของน้ำเสียที่เข้าระบบไม่มากนัก

4.6 ปริมาณกรดอินทรีย์ระเหย (VFA)

รูปที่ 4.13 แสดงปริมาณความเข้มข้นกรดอินทรีย์ระเหยในน้ำกากส่าก่อนเข้าและออก



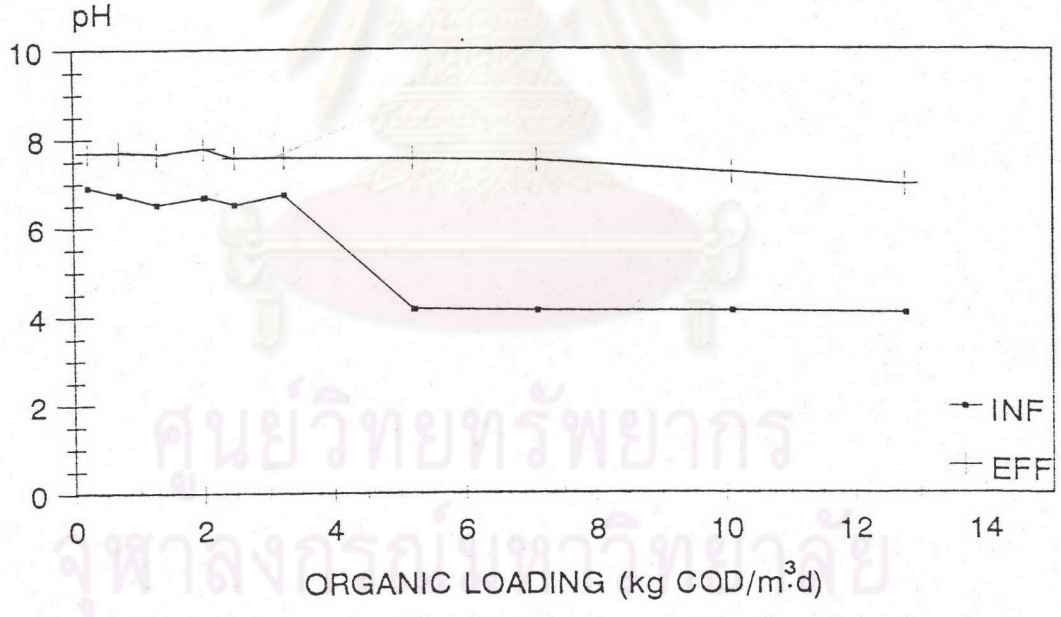
รูปที่ 4.13 ปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยในน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ

จากระบบหมักยูเอเอสบีเมื่อเพิ่มอัตราการป้อนสารอินทรีย์ ปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามค่าซีโอดีที่เข้าสู่ระบบ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 290-1050 มก./ล. ส่วนปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยในน้ำที่ออกจากระบบมีค่าอยู่ในช่วงต่ำ 300-600 มก./ล. เมื่ออัตราป้อนสารอินทรีย์อยู่ในช่วง 0.2-10.1 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน ปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยมีค่าสูงมาก (3,780 มก./ล.) ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์สุดท้ายคือที่ 12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน ทั้งนี้

เนื่องจากน้ำกากส่าที่เข้าระบบมีความเข้มข้นมาก ไม่มีการเจือจาง ทำให้ปริมาณสารพิษ เช่น K^+ Na^+ SO_4^{2-} เข้าสู่ระบบมากขึ้น เป็นพิษต่อแบคทีเรียมีเธนซึ่งเปลี่ยนกรดน้ำส้มไปเป็นมีเธน ทำให้เกิดมีเธนน้อยและกรดอินทรีย์ถูกสะสมมากขึ้นเรื่อยๆ โดยระบบหมักถ้ามีค่า VFA มากกว่า 2,000 มก./ล. (สุเมธ ชวเดช, 2529) จะเกิดสภาพ overload ดังนั้นจึงได้หยุดการทดลองที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน

4.7 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

pH ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าลดลง เมื่อปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบสูงขึ้น (รูปที่ 4.14) จะเห็นได้ว่าในระยะแรกอัตราการเจือจางสูงน้ำกากส่ามี pH 6.9 ที่อัตราป้อนสาร

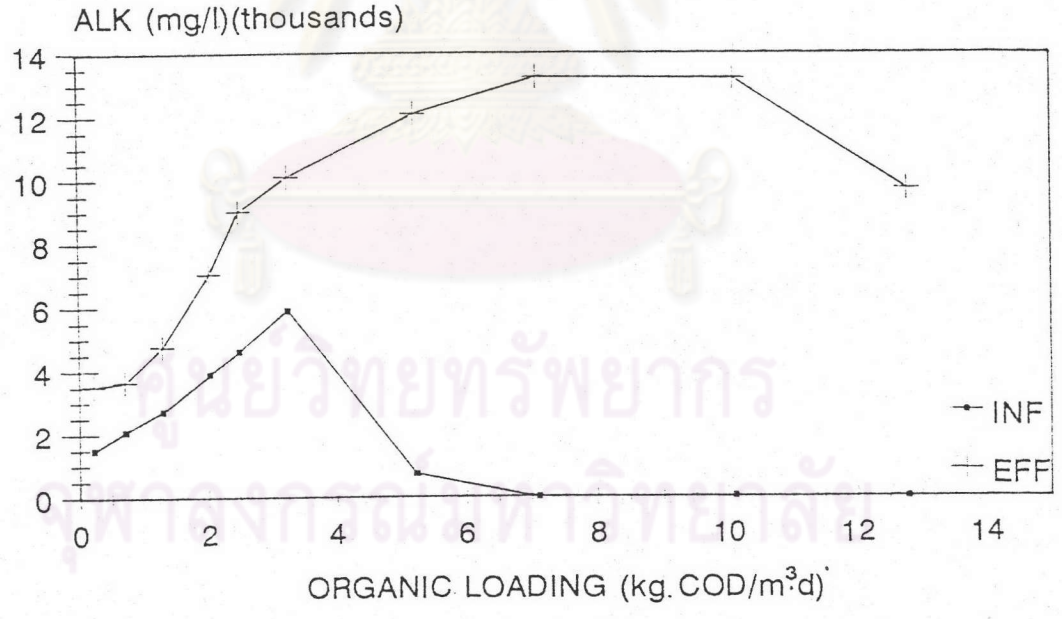


รูปที่ 4.14 ค่า pH ในน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบ
ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ

อินทรีย์ 0.2 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน แต่เมื่อลดการเจือจางน้ำกากส่าลงที่อัตราป้อนสารอินทรีย์สูงขึ้นพบว่า pH น้ำกากส่าที่เข้าระบบลดลงจนเมื่อไม่มีการเจือจางน้ำกากส่าเลยที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 7.1-12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน พบว่า pH ของน้ำเสียที่เข้าระบบเป็น 4.05-4.12 ส่วน pH ของน้ำกากส่าที่ออกจากระบบมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณกรดอินทรีย์ที่สูงขึ้นในถังหมักนั่นเอง

4.8 ค่าความเป็นด่าง (alkalinity)

เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์ ค่าความเป็นด่าง (alkalinity) ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าเพิ่มขึ้นดังแสดงในรูปที่ 4.15 เนื่องจากในช่วงแรกอัตราการเจือจางยังสูง แต่เมื่อ



รูปที่ 4.15 ค่าความเป็นด่างของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ

ลดอัตราการเจือจางลงที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 3.3 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน ค่าความเป็นด่างลดลงเป็นลำดับจนไม่สามารถตรวจพบได้ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 7.1 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน ซึ่งน้ำกากส่าไม่มีการเจือจางเลย

ค่าความเป็นด่างของน้ำกากส่าที่ออกจากระบบเพิ่มสูงขึ้น เมื่ออัตราป้อนสารอินทรีย์เพิ่มขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์และการเกิดปฏิกิริยารีดักชั่นซัลเฟตได้คาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งจะรวมตัวกับแอมโมเนียมเป็นสารแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต ทำให้ค่าความเป็นด่างสูงขึ้น (สุเมธ ชวเดช, 2529) เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์เป็น 7.1 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน ค่าความเป็นด่างของน้ำกากส่าขาออกสูงสุดคือ 13,240 มก./ล. เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์สูงกว่า 7.1 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน ค่าความเป็นด่างลดต่ำลงและมีค่าต่ำสุด 9,710 มก./ล. ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์สุดท้ายคือ 12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มข้นของปริมาณกรดอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น ทำลายค่าความเป็นด่างให้ต่ำลงและส่งผลให้ pH ของระบบลดลงด้วย

4.9 <u>เสถียรภาพของระบบหมัก</u>

ค่า pH ปริมาณกรดอินทรีย์ระเหย ค่าความเป็นด่าง มีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบ โดยพบว่าเมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์ ปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยในระบบจะสูงขึ้นแต่เมื่อพิจารณาค่า pH ถึงแม้น้ำเสียที่เข้าสู่ระบบจะมีค่า pH เป็นกรด (ตารางที่ 4.1) และมีปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยสูงพอสมควรคือประมาณ 650-680 มก./ล. (ตารางที่ 4.1) พบว่าระบบยังสามารถรักษาค่า pH ที่ค่อนข้างเป็นกลางไว้ได้ ทั้งนี้เนื่องจากระบบมีค่าความเป็นด่างสูงดังที่กล่าวมาแล้วในข้อ 4.8 ค่าความเป็นด่างสูงนี้จะมีฤทธิ์สะเทินกรดและทำให้ระบบสามารถรักษาระดับ pH ที่เป็นกลางไว้ได้ นอกจากนั้นในการทดลองนี้ยังช่วยปรับสภาพน้ำกากส่าดิบก่อนเข้าระบบโดยทำการ recycle น้ำกากส่าที่ออกจากถังหมักมาป้อนเข้าพร้อมกับน้ำกากส่าดิบในอัตราส่วน 1:1 ตลอดเวลา ทำให้ pH ของน้ำกากส่าที่เข้า

ระบบจะอยู่ในช่วงประมาณ 6.5-7.8 อันเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (สุเมธ ชวเดช, 2529)

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี (รูปที่ 4.4) และประสิทธิภาพการผลิตก๊าซก๊าซชีวภาพ (รูปที่ 4.6) ระบบหมักยูเอเอสบีที่ทำการทดลองนี้ในช่วงอัตราป้อนสารอินทรีย์ไม่เกิน 10.1 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน ระบบมีประสิทธิภาพสูงและมีเสถียรภาพดี แต่เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสารอินทรีย์สูงเป็น 12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน พบว่าประสิทธิภาพทั้งการกำจัดซีโอดีและการผลิตก๊าซชีวภาพลดลงอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากมีการสะสมของกรดอินทรีย์สูงถึง 3,780 มก./ล. ซึ่งเกิดความเป็นพิษต่อแบคทีเรียสร้างมีเธน นอกจากนี้ยังเกิดการสูญเสียตะกอนแบคทีเรียจากระบบดังแสดงในรูปที่ 4.10-4.11 เสถียรภาพของระบบต่ำลงอย่างเห็นได้ชัด ถ้าหากมีการเดินระบบหมักที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 12.8 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน ยาวนานกว่านี้ระบบหมักจะเสียสมดุลและล้มเหลวในที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการสูญเสียตะกอนแบคทีเรียซึ่งจะทำให้ปริมาณกรดอินทรีย์ทวีสูงมากขึ้น ดังนั้นเมื่อคำนึงถึงเสถียรภาพของระบบหมักเป็นหลักอาจสรุปได้ว่าไม่ควรควบคุมระบบที่อัตราป้อนสารอินทรีย์สูงกว่า 10.1 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน

4.10 สภาวะที่เหมาะสมของระบบหมัก

สภาวะที่เหมาะสมในการควบคุมระบบหมักอาจแบ่งได้เป็น 2 กรณีดังนี้

4.10.1 สภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดซีโอดี จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 ระบบหมักมีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีสูงสุดคือ 50% ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 5.2 กก.ซีโอดี/ม.^{3}วัน มีเวลาเก็บกัก 17 วัน โดยที่สภาวะเหมาะสมนี้ระบบสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 25 ลิตร/วัน ประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 0.275 ม.^{3}/กก.ซีโอดีถูกกำจัด 0.721 ม.^{3}/ม.^{3}ถังหมัก วัน 0.138 ม.^{3}/กก.ซีโอดีเข้าระบบ ก๊าซชีวภาพประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 32% ก๊าซมีเธนและก๊าซอื่นๆ อีกเล็กน้อย 68% (Vol.%) หรือเท่ากับ 17 ลิตร/วัน คิดเป็นประสิทธิภาพการผลิตก๊าซมีเธน 0.187 ม.^{3}/กก.ซีโอดีถูกกำจัด 0.490 ม.^{3}/ม.^{3}ถังหมัก วัน

0.094 ม.^{3}/กก.ซีโอดีเข้าระบบ

4.10.2 สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซมีเธน จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.9 พบว่าก๊าซมีเธนและก๊าซอื่นๆ อีกเล็กน้อย ยกเว้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดมากที่สุดที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 7.1 กก.ซีโอดี/ม.^{3} วัน เวลาเก็บกัก 16 วัน ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์เหมาะสมนี้มีอัตราการผลิตก๊าซมีเธนและก๊าซอื่นๆ สูงสุดคือ 22.1 ลิตร/วัน คิดเป็นประสิทธิภาพการผลิตก๊าซมีเธนและก๊าซอื่นๆ 0.204 ม.^{3}/กก.ซีโอดีถูกกำจัด 0.090 ม.^{3}/กก.ซีโอดีเข้าระบบ 0.637 ม.^{3}/ม.^{3}ถังหมัก วัน

4.11 เปรียบเทียบระบบหมักที่อุณหภูมิสูงกับระบบหมักที่อุณหภูมิต่ำ

ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบระบบหมักที่ใช้บำบัดน้ำกากส่า ที่อุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ (thermophilic and mesophilic)

ระบบที่ใช้บำบัด	ขนาดถังบำบัด (ม.^{3})	ซีโอดีเข้า (มก./ล.)	อัตราป้อนสารอินทรีย์ (กก.ซีโอดี/ม^{3}วัน)	อุณหภูมิ (°ซ.)	ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี (ร้อยละ)	อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ	K^+ (มก./ล.)	เอกสารอ้างอิง
UASB(ละเลี้ยงเพรา)	3,000	120,000	4.5	30-34	82	3,200 ม.^{3}/ว.	5,500	สุเมธ ชวเดช (1988)
UASB (บุรีรัมย์)	3.5	150,000	4.0	31	79	-	-	Verink (1990)
UASB (ละเลี้ยงบุษยวิริ)	0.35	112,500	10.1	55	44	35 ลิตร/วัน	10,000	ตารางที่ 3.1 และ ตารางที่ 4.2
Anaerobic Contact(อยุธยา)	9,000	108,000	10.0	55	55	27,000 ม.^{3}/ว.	-	สุเมธ ชวเดช (1988)

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนที่ใช้ในการบำบัดน้ำกากส่าซึ่งมีค่าซีโอดีอยู่ในช่วง 100,000-150,000 มก./ล.และมีปริมาณ K^+ สูงมาก ที่อุณหภูมิเทอร์โมฟิลิคจะสามารถรับอัตราป้อนสารอินทรีย์ได้สูงกว่าระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน ที่อุณหภูมิเมโสฟิลิคประมาณ 2-2.5 เท่า ส่วนสาเหตุที่ไม่สามารถรับอัตราป้อนสารอินทรีย์ได้สูงมากนักเนื่องจากในน้ำกากส่ามีปริมาณ K^+ และสารพิษอื่นๆเช่น Na^+ SO_4^{2-} สูงมาก เมื่อไม่มีการเจือจางน้ำกากส่าก่อนเข้าระบบที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ช่วงท้ายๆ ความเข้มข้นสารพิษจึงสูงมากขึ้นและเป็นพิษต่อระบบมากขึ้นเรื่อยๆ จนระบบล้มเหลวในที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย