บทที่ 5

วิเคราะห์ผลการศึกษา

5.1 วิเคราะห์ผลลักษณะน้ำเสียจากการเคหะชุมชนห้วยขวาง

จากตารางและรูปที่ 4.1 จะพบว่าการแปรผันของค่าต่าง ๆ เช่น COD, BOD, SS, TKN, Total-P ในช่วงเวลาต่าง ๆ ตั้งแต่ 8.00น.-8.00 น. ของอีกวันหนึ่ง จะได้ค่าสูงสุด (peak) ของค่าต่าง ๆ ในช่วงเวลา 12.00 น. การศึกษาในช่วงเวลานี้มีความเหมาะสมกับเวลาในการนำน้ำตัวอย่าง INFLUENT และ EFFLUENT เข้าตรวจวิเคราะห์ทันทีในห้องปฏิบัติการทุกวัน สำหรับลักษณะน้ำเสียจากบ่อพักน้ำทิ้งการเคหะชุมชนห้วยขวางจะพบว่ามีอัตราส่วนของ COD:N:P = 100:15:3ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่จะเป็นอาหารเสริมสำหรับจุลชีพในระบบได้ จากความต้องการอาหารที่จำเป็น (หัวข้อ 2.2.3) อาหารเสริมสำหรับจุลชีพต้องมี COD:N:P ไม่น้อยกว่า 100:1.1:0.2

ข้อมูลค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อเวลา 12.00 น. ดังนี้

COD=	414.52	mg/L	BOD=	179.00	mg/L
SS=	142.00	mg/L	TKN=	55.09	mg/L
Amm-N=	52.10	mg/L	Org-N=	2.99	mg/L
Total-P=	8.40	mg/L			

5.2 วิเคราะห์ผลการทดสอบตรวจค่า COD และ SS

จากตารางที่ A1 - A12 และรูปที่ A1(a, b) ---> A12(a, b) ในภาคผนวก ก. จะพบว่าทุก ๆ ค่าอัตราการไหล (Q) ของน้ำเสีย จะมีค่า INFLUENT-COD ประมาณ 300-400 mg/L และค่า INFLUENT-SS ประมาณ 110-190 mg/L ส่วนค่า EFFLUENT จะแปรผันตามกับอัตราการไหลของน้ำเสียต่อวัน (CMD) หรือแปรผกผัน กับช่วงเวลากักน้ำเสีย (HRT) นั่นเอง ไม่ว่าจะผ่าน น้ำเสียเข้าระบบฯ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (ตลอดวัน) หรือผ่านน้ำเสียเข้าระบบฯเป็นเวลา 16, 12 หรือ 8 ชั่วโมงต่อวันก็ตาม ค่า EFFLUENT ของ COD และ SS

เหล่านี้จะได้ค่าใกล้เคียงกัน (ดังในตารางที่ 5.1) เนื่องจากเมื่อเราลดเวลาในการผ่านน้ำเสียเสียเข้าระบบฯ แต่เราปรับภาระชลศาสตร์ (hydraulic loading) เข้าระบบฯ ให้มีค่าเท่ากันคือ Q = 1.2 CMD, Q = 2.4 CMD และ Q = 4.8 CMD หรือให้ค่า HRT เท่ากันคือ HRT = 90 hr., HRT = 45 hr., HRT = 22.5 hr.

5.3 วิเคราะห์ผลค่าเฉลี่ย INFLUENT และ EFFLUENT ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ และประสิทธิภาพของระบบ เมื่ออยู่ในสภาวะ steady-state

จากตารางที่ B1 - B12 และรูปที่ B1(a, b) ---> B12(a, b) ในภาคผนวก ข. จะพบว่าค่าเฉลี่ย INFLUENT, EFFLUENT และประสิทธิภาพของระบบฯ ทุก ๆ ค่าอัตราการไหล (Q) ตามแผนการทดลองที่ 1-4 (ตารางที่ 3.2) จะแปรผันตาม ระยะเวลาการกักพักน้ำเสีย (HRT) และแปรผกผัน กับอัตราการไหลของน้ำเสีย (hydraulic loading) ต่อวัน สำหรับทุก ๆ ค่าเมื่อให้เวลาผ่านน้ำเสียเข้าระบบฯ เป็นเวลา 24, 16, 12 หรือ 8 ชั่วโมงต่อวัน (ดังในตารางที่ 5.2)

5.4 วิเคราะห์ผลประสิทธิภาพของระบบเครื่องกรองไร้ออกซิเจนที่ใช้ในการศึกษา

จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2(a-d) ประสิทธิภาพของระบบฯ ของทุก ๆ อัตราการไหลของน้ำเสีย (hydraulic loading) จัดแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม ซึ่งแปรผันตามเวลาการกักพักของน้ำเสีย (HRT) เป็นสำคัญ ได้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลากักน้ำเสีย HRT) กับประสิทธิภาพการกำจัด COD, BOD, SS และ MPN

พารามิเตอร์ที่ให้ผลในการบำบัดน้ำเสียชุมชนบ้านพักอาศัยในการศึกษานี้ ที่สำคัญคือค่า BOD, COD, SS, MPN สำหรับค่า MPN จะให้ประสิทธิภาพในการบำบัดได้สูงที่สุดคือ 87-94% ซึ่งเชื้อโรคทั้งหมด (total coliform bacteria) จะลดลงมากจาก 10^{11} ลดลงเหลือ 10^{9} เท่านั้น

สรุปผลประสิทธิภาพของระบบเครื่องกรองไร้ออกซิเจน (ดังในตารางที่ 5.3 และรูปที่ 4.2 (a-d)) คือแต่ละกลุ่มค่า HRT จะให้ค่าประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกัน และที่ระยะเวลาผ่านน้ำเสียเข้าระบบฯ เวลา 24 ชั่วโมงตลอดวัน (feed = 24 hr.) จะให้ประสิทธิภาพของระบบฯ

ตารางที่ 5.1 ค่าเฉลี่ยการตรวจค่า EFFLUENT-COD และ EFFLUENT-SS โดยมีสภาวะที่ระยะเวลาการผ่านน้ำเสียเข้าระบบเป็นเวลาต่าง ๆ และอัตราการไหลของน้ำเสีย (Q) = 1.2, 2.4 และ 4.8 m^3/d (CMD)

(EFFLUENT) FEED-TIME	Q=1.2 CMD HRT=90 hr.	Q=2.4 CMD HRT=45 hr.	Q=4.8 CMD HRT=22.5 hr.
COD (mg/L)			
feed=24 hr.	100.00	156.55	167.67
feed=16 hr.	90.00	120.00	156.00
feed=12 hr.	92.00	126.00	152.00
feed= 8 hr.	87.00	126.00	*HRT:121.00
AVG.EFFLUENT-COD:	92.25	132.14	158.56
SS (mg/L)			
feed=24 hr.	11.20	43.33	82.00
feed=16 hr.	18.00	36.00	65.00
feed=12 hr.	14.51	32.00	57.00
feed= 8 hr.	20.00	45.00	*HRT: 45.00
AVG.EFFLUENT-SS:	12.74	31.27	51.00

*HRT:(HRT=*30 hr.,Q=3.6 CMD)

ตารางที่ 5.2 ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของ INFLUENT, EFFLUENT และ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดตัวแปรทั้งหมดของระบบเครื่องกรองไร้ออกซิเจน

AVERAGE (mg/L)	Q=1.2 CMD HRT=90 hr.	Q=2.4 CMD HRT=45 hr.	*Q=3.6 CMD HRT=*30 hr.	Q=4.8 CMD HRT=22.5 hr.
COD INFLUENT	337.50	338.85	305.60	327.88
EFFLUENT	91.79	126.40	121.20	156.86
AVG.(%) E:	72.65	62.73	60.34	52.14
BOD INFLUENT	152.52	149.57	150.00	148.27
EFFLUENT	26.99	46.40	56.20	64.66
AVG.(%) E:	82.17	68.88	62.53	56.00
SS INFLUENT	142.15	139.60	140.40	134.87
EFFLUENT	16.61	35.89	44.80	62.62
AVG.(%) E:	88.27	74.12	68.09	53.61
TKN INFLUENT	47.60	50.71	50.63	49.47
EFFLUENT	43.31	47.26	47.60	48.11
AVG.(%) E:	8.92	6.58	5.99	2.36
Amm-N				
INFLUENT	45.07	47.69	47.67	46.80
EFFLUENT	41.65	44.85	45.00	45.65
AVG.(%) E:	7.45	5.75	5.59	2.36
Org-N				
INFLUENT	2.54	3.02	2.97	2.68
EFFLUENT	1.67	2.41	2.60	2.46
AVG.(%) E:	34.77	20.07	12.36	8.08
Total-P				
INFLUENT	8.12	8.32	8.17	9.09
EFFLUENT	7.63	7.93	7.97	8.53
AVG.(%) E:	6.01	4.40	2.45	3.24
MPN(10)				
INFLUENT	2730.00	1765.00	1860	2026.00
EFFLUENT	90.95	151.25	220	234.00
AVG.(%) E:	95.81	90.31	88.17	88.37

ตารางที่ 5.3 สรุป (%) ประสิทธิภาพการกำจัดที่ดีที่สุดเมื่อสภาวะการผ่านน้ำเสียเท่ากับ 24 ชั่วโมง ของตัวแปรค่า COD, BOD, SS และ MPN และค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ ของระบบเครื่องกรองไร้อากาศ

PARA-METER	FEED-TIME	Q=1.2 CMD HRT=90 hr.	Q=2.4 CMD HRT=45 hr.	Q=4.8 CMD HRT=22.5 hr.
COD	feed=24 hr.	75.15	61.54	52.44
	feed=16 hr.	70.53	65.02	52.86
	feed=12 hr.	71.83	61.66	51.13
	feed= 8 hr.	73.08	62.68	*HRT: 60.34
AVG.(%) EFFICIENCY:		72.65	62.73	52.14
BOD	feed=24 hr.	85.40	70.51	59.95
	feed=16 hr.	82.04	69.87	50.67
	feed=12 hr.	80.15	67.28	57.39
	feed= 8 hr.	81.07	67.86	*HRT: 62.53
AVG.(%) EFFICIENCY:		82.17	68.88	56.00
SS	feed=24 hr.	90.61	77.71	52.93
	feed=16 hr.	88.14	75.04	55.45
	feed=12 hr.	86.88	71.28	52.44
	feed= 8 hr.	87.43	72.45	*HRT: 68.09
AVG.(%) EFFICIENCY:		88.27	74.12	53.61
*MPN	feed=24 hr.	98.29	90.21	89.82
	feed=16 hr.	94.70	89.77	87.35
	feed=12 hr.	95.34	90.91	87.95
	feed= 8 hr.	94.90	90.33	*HRT: 88.17
AVG.(%) EFFICIENCY:		95.81	90.31	88.37

*HRT: (HRT=*30 hr.,Q=3.6 CMD)

ทุกพารามิเตอร์สูงที่สุดที่มีค่า HRT = 90 hr., Q = 1.2 CMD

5.5 วิเคราะห์ผลขีดความสามารถของระบบเครื่องกรองไร้ออกซิเจนที่ใช้ในการศึกษา

จากตารางและรูปที่ 4.3(a1 - a4) ---> 4.3 (d1 - d4) จะแสดงถึงขีดความสามารถของระบบฯเมื่อมี HRT ต่าง ๆ กัน พารามิเตอร์ที่พิจารณาคือค่า COD, BOD, SS, MPN จะพบว่าขีดความสามารถของระบบฯเมื่อสภาวะ steady-state แล้ว ค่า EFFLUENT ของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังกล่าวแล้วคือค่าขีดความสามารถในการบำบัดน้ำเสียเมื่อมีค่า INFLUENT ค่าหนึ่งค่าใด คิดคำนวณเป็นค่าการกำจัดน้ำเสีย(removal) จากการศึกษาพบว่าขีดความสามารถการกำจัดของระบบจะแปรผันตามเวลาการกักน้ำเสีย (HRT) แต่จะไม่พบความแตกต่างมากนักในกรณีที่ให้น้ำเสียผ่านเข้าระบบฯ เป็นเวลา 24, 16, 12 หรือ 8 ชั่วโมงต่อวัน เนื่องจากมีระยะเวลากักพักน้ำเสียที่เท่ากัน (HRT เท่ากัน) เป็นสำคัญ (ดังในตารางที่ 5.4) . ระบบฯ จะมีขีดความสามารถในการบำบัดน้ำเสียทุกพารามิเตอร์ดังกล่าวแล้วดีที่สุดคือ ให้ค่าการกำจัด (removal)สูงที่สุดคือ การทดลองที่ให้น้ำเสียผ่านเข้าระบบฯ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือตลอดวันที่มีค่า HRT = 90 hr.

5.6 วิเคราะห์ผลการแปรผันของอัตราการไหลที่มีต่อระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป

จากตารางที่ 4.3 (b1 - b4) พิจารณาให้ค่า BOD คือค่า ภาระอินทรีย์ (organic loading) 2 กรณีดังกล่าวแล้วดังนี้

5.6.1 INFLUENT-BOD vs REMOVED-BOD

จากรูปที่ 4.4(a1 - a4) จะได้เส้นซึ่งแสดงถึงขีดความสามารถของระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ในการศึกษา เมื่อมีภาระชลศาสตร์ (hydraulic loading) ดังนี้ Q = 1.2, 2.4 และ 4.8 CMD จะเหมาะสมกับ ภาระอินทรีย์ (organic loading) ในช่วง 0-1 kg BOD/m^3-d ซึ่งเส้นต่าง ๆ จะมีความชัน (slope) ในรูปของ tan θ จากการศึกษานี้จะพบว่าการทดลองที่ 1 สภาวะที่มี feed-time = 24 hr.จะให้ขีดความสามารถสูงที่สุด คือค่า slope = 0.53 ส่วนการทดลองอื่น ๆ ยังไม่สามารถชี้ชัดได้เนื่องจากการทดลองมีอุปสรรคจากการอุดตันของท่อผ่านน้ำเสีย

ตารางที่ 5.4 ค่าเฉลี่ยขีดความสามารถการกำจัด (a) = COD, (b) = BOD, (c) = SS, (d) = MPN ของระบบเครื่องกรองไร้อากาศเมื่อมีอัตราการไหล (Q) = 1.2, 2.4 และ 4.8 m^3/d (CMD) ทุก ๆ ค่าการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ

(a)

FEED-TIME	AVERAGE COD(mg/L)	Q=1.2 CMD HRT=80 hr.	Q=2.4 CMD HRT=45 hr.	Q=4.8 CMD HRT=22.5 hr.
feed=24 hr.	INFLUENT	399.87	381.85	357.44
	EFFLUENT	99.37	146.85	169.99
	REMOVAL	300.50	235.00	187.45
feed=16 hr.	INFLUENT	311.54	325.94	314.80
	EFFLUENT	91.80	114.00	148.40
	REMOVAL	219.74	211.94	166.40
feed=12 hr.	INFLUENT	326.58	325.00	311.41
	EFFLUENT	92.00	124.80	152.20
	REMOVAL	234.58	200.40	159.21
				HRT=*30 hr.
feed= 8 hr.	INFLUENT	312.00	322.80	305.60
	EFFLUENT	84.00	120.40	121.20
	REMOVAL	228.00	202.20	184.40

*HRT: (HRT=*30 hr.,Q=3.6 CMD)

(b)

FEED-TIME	AVERAGE BOD(mg/L)	Q=1.2 CMD HRT=80 hr.	Q=2.4 CMD HRT=45 hr.	Q=4.8 CMD HRT=22.5 hr.
feed=24 hr.	INFLUENT	186.80	163.40	179.20
	EFFLUENT	24.37	48.20	71.77
	REMOVAL	142.43	115.20	107.43
feed=16 hr.	INFLUENT	159.20	154.00	134.20
	EFFLUENT	28.60	46.40	66.20
	REMOVAL	130.60	107.60	68.00
feed=12 hr.	INFLUENT	134.00	130.20	131.42
	EFFLUENT	26.60	42.60	56.00
	REMOVAL	107.40	87.60	75.42
				HRT=*30 hr.
feed= 8 hr.	INFLUENT	150.00	150.60	150.00
	EFFLUENT	28.40	48.40	56.20
	REMOVAL	121.60	102.20	93.80

*HRT: (HRT=*30 hr.,Q=3.6 CMD)

(c)

FEED-TIME	AVERAGE SS(mg/L)	Q=1.2 CMD HRT=80 hr.	Q=2.4 CMD HRT=45 hr.	Q=4.8 CMD HRT=22.5 hr.
feed=24 hr.	INFLUENT	143.60	156.80	154.80
	EFFLUENT	13.49	34.95	72.86
	REMOVAL	130.11	121.85	81.94
feed=16 hr.	INFLUENT	156.80	132.20	126.80
	EFFLUENT	18.60	33.00	56.40
	REMOVAL	138.20	99.20	70.20
feed=12 hr.	INFLUENT	117.00	118.40	123.20
	EFFLUENT	15.35	34.00	58.80
	REMOVAL	101.65	81.40	64.80
				HRT=*30 hr.
feed= 8 hr.	INFLUENT	151.20	151.00	140.40
	EFFLUENT	19.00	41.60	44.80
	REMOVAL	132.20	109.40	95.60

*HRT: (HRT=*30 hr.,Q=3.6 CMD)

(d)

FEED-TIME	AVERAGE *MPN(10)	Q=1.2 CMD HRT=80 hr.	Q=2.4 CMD HRT=45 hr.	Q=4.8 CMD HRT=22.5 hr.
feed=24 hr.	INFLUENT	5500.00	1920.00	2280.00
	EFFLUENT	94.00	188.00	232.00
	REMOVAL	5406.00	1732.00	2048.00
feed=16 hr.	INFLUENT	1580.00	1760.00	2040.00
	EFFLUENT	83.80	180.00	258.00
	REMOVAL	1496.20	1580.00	1782.00
feed=12 hr.	INFLUENT	2060.00	1760.00	1760.00
	EFFLUENT	96.00	160.00	212.00
	REMOVAL	1964.00	1600.00	1548.00
				HRT=*30 hr.
feed= 8 hr.	INFLUENT	1780.00	1800.00	1860.00
	EFFLUENT	90.80	174.00	220.00
	REMOVAL	1689.20	1626.00	1640.00

*MPN (/100 ml.)
*HRT: (HRT=*30 hr.,Q=3.6 CMD)

ข้อมูลแสดงขีดความสามารถการกำจัด บีโอดี ของระบบจะได้เป็นกราฟเส้นตรงดังนี้

การทดลองที่ 1 feed-time = 24 hr. จะได้ค่า slope = 0.53

การทดลองที่ 2 feed-time = 16 hr. จะได้ค่า slope = 0.38

การทดลองที่ 3 feed-time = 12 hr. จะได้ค่า slope = 0.49

การทดลองที่ 4 feed-time = 8 hr. จะได้ค่า slope = 0.53

เส้นตรงที่ลากต่อระหว่าง (Q) จุดต่าง ๆ นี้ สามารถทำนายค่า (Q) ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับการกำจัด บีโอดี หรือการรับภาระอินทรีย์ (organic loading) ได้สูงสุดเท่าใด ทุกค่าของ (Q) ที่อยู่บนเส้นกราฟนี้

5.6.2 INFLUENT-BOD vs (%) REMOVED-BOD

จากรูปที่ 4.4(b1 - b4) จะได้เส้นซึ่งแสดงความสามารถการกำจัดอินทรียสาร คิดเป็น (%) การกำจัด BOD ของระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ในการศึกษา คือ เมื่อให้ภาระอินทรีย์ (organic loading) อยู่ในช่วง 0-1 kg BOD/m^3-d จะได้ (%) การกำจัด BOD แปรผันกับ hydraulic loading (Q) ค่าหนึ่ง ๆ จากการทดลองที่ 1-4 เมื่อ feed = 24, 16, 12 และ 8 ชั่วโมงต่อวัน ตามลำดับ เมื่อลากเส้นต่อเชื่อมระหว่าง hydraulic loading (Q) ค่าต่าง ๆ จะได้เส้นกราฟโค้งเว้าเอียงดังรูปที่แสดงในลักษณะเดียวกันหมด สำหรับการทดลองที่ 1 เมื่อให้ feed = 24 hr. จะให้ (%) การกำจัด BOD ที่สูงที่สุด สังเกตจากเส้นโค้งจะอยู่ส่วนบนสุด ซึ่งสรุปว่า การทดลองที่ 1 (feed = 24 hr.) จะให้ (%) การกำจัด BOD ในทุก ๆ ค่า hydraulic loading (Q) ได้ดีที่สุด ซึ่งเส้นกราฟโค้งเว้านี้สามารถทำนาย (Q) ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับ (%) การกำจัดบีโอดีหรืออินทรียสารได้ ทุกค่าของ (Q) ที่อยู่บนเส้นกราฟนี้

5.7 วิเคราะห์ผลอุณหภูมิและพีเอชของน้ำเสีย

จากการทดลองที่ 1-4 อุณหภูมิของน้ำเสียเข้าระบบฯ และน้ำทิ้งออกจากระบบฯ ไม่แตกต่างกันมากนัก อยู่ในช่วง $\pm$ 0.5 ถึง $\pm$ 1 องศาเซลเซียส วัดค่าได้ประมาณ 30° C เป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อเชื้อแบคทีเรียซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจนต้องอาศัยการทำงานของแบคทีเรีย หลายประเภท จึงจำเป็นต้องรักษาสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมต่อความเป็นอยู่ของแบคทีเรีย ดังนั้นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 30 - 40° C และช่วง 45 - 55° C (หัวข้อ

2.4.1) สำหรับพีเอช (pH) นั้นค่าที่เหมาะสมแก่การทำงานของแบคทีเรียที่สร้างมีเทนคือช่วง 6.6 - 7.4 ซึ่งในการศึกษานี้น้ำเสียเข้าระบบมีพีเอช (pH) ประมาณ 7 และน้ำทิ้งออกจากระบบฯ มีค่า pH ไม่แตกต่างมากนักจึงเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อเชื้อแบคทีเรียในระบบ