

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงพลังงาน. (2553). ค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2553, จาก <http://www.dede.go.th>
- ไพบยา เลขไสย. (2550). การย่อยสลายน้ำเสียโรงกลั่นเอทานอลโดยจุลินทรีย์แอนแอโรบิก. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 6 วันที่ 7 – 9 มีนาคม 2550, สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.
- มันสิน คัตกุลเวศม์. (1995). คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มันสิน คัตกุลเวศม์, และมันรักษ์ คัตกุลเวศม์. (2004). เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สันศักดิ์ ศิริอนันต์ไพบูลย์. (2006). ระบบบำบัดน้ำเสีย: การเลือกใช้ การออกแบบ การควบคุม และการแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ท็อป.
- APHA, AWWA and WEF. (1992). **Standard Methods for the Examination of Water**. [n.p.].
- A. Tawfik, A. Ohashi, & H. Harada. (2006). Sewage treatment in a combined up-flow anaerobic sludge blanket (UASB)–Down-flow hanging sponge (DHS) system. **Biochemical Engineering Journal**, 29, 210–219.
- A. Tawfik, F. El-Gohary, A. Ohashi, & H. Harada. (2006). The influence of physical–chemical and biological factors on the removal of fecal coli form through Down-flow Hanging Sponge (DHS) system treating UASB reactor effluent. **Water research**, 40, 1877 – 1883.
- Hui-Ping Chuanga, A. Ohashia, H. Imachib, M. Tandukara, & H. Harada. (2007). Effective partial nitrification to nitrite by Down-flowHanging Sponge reactor under limited oxygen condition. **Water research**, 41, 295 – 302.
- I. Machdar, Y. Sekiguchi, H. Sumino, A. Ohashi, & H. Harada. (2000). Combination of a UASB reactor and a curtain type DHS (Downflow Hanging Sponge) reactor as a cost-effective Sewage treatment system for developing countries. **Water Science and Technology**, 42(3–4), 83–88.
- Metcalf & Eddy. (2003). **Wastewater engineering: treatment and reuse**. 4th ed. New York: McGraw-Hill.
- M. Tandukar, A. Ohashi, & H. Haradaa. (2007). Performance comparison of a pilot-scale UASB and DHS system and activated sludge process for the treatment of municipal wastewater. **Water research**, 41, 2697 – 2705.
- Ronald L. Droste. (1997). **Theory and practice of water and wastewater treatment**. New York: Wiley.

ภาคผนวก

ตารางที่ ก-1 ค่าอุณหภูมิ และพีเอช ในการทดลอง

วัน	น้ำเข้าระบบ		น้ำออกจากระบบดีเอชเอสตัว กลางชนิดพองน้ำ		น้ำออกจากระบบดีเอชเอสตัวกลางชนิด แผ่นใยขัด	
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พีเอช	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พีเอช	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พีเอช
1	27	6.3	27	7.0	27	6.3
2	28	5.8	28	6.6	28	7.0
5	28.5	6.1	28	7.0	27.5	7.1
7	26	6.1	26.5	6.9	26.5	7.1
10	27	5.8	27	6.8	26.5	7.0
14	28	5.8	27	6.9	27	6.9
16	27	5.9	26.5	6.8	27	6.9
18	28	5.8	26.5	6.6	26.5	6.7
21	27	5.6	26.5	6.6	26.5	6.6
23	27.5	5.6	27	6.7	27	6.9
26	27	5.6	26.5	6.7	26	6.8
29	27.5	5.6	27	6.5	27	6.7
31	28	5.6	27.5	6.3	27	6.4
34	27	6.1	27	6.5	27	6.7
35	26	6	26	6.5	26	6.7
38	27	6.9	27	7.2	27	7.2
42	27	6.2	27	6.6	27	6.6
48	28	6	27.5	7.1	27.5	7.4
53	27	5.6	27	6.3	27	6.4
56	28	6	27.5	6.5	27.5	7.3
59	29	5.8	28.5	6	28.5	6.2
64	28	6	27	6.5	27	6.6
67	29	5.5	28	6.2	28	6.2
70	28	5.6	27	6.6	27	6.6
75	28	7.3	27.5	7.4	27	7.5
79	28	5.7	27	6.5	27	6.7
82	27	5.8	26.5	6.8	26.5	6.8
86	27	5.8	26.5	6.8	26.5	6.8

ตารางที่ ก-1 ค่าอุณหภูมิ และพีเอช ในการทดลอง (ต่อ)

วัน	น้ำเข้าระบบ		น้ำออกจากระบบคิเอชเอสตัว กลางชนิดพองน้ำ		น้ำออกจากคิเอชเอสตัวกลางชนิด แผ่นใยขัด	
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พีเอช	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พีเอช	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พีเอช
89	28	5.4	27	6.1	27	6.8
94	28	5.7	27	6.6	27	7.0
97	29	5.6	28	6.7	28	7.1
100	29	5.7	28	6.6	27.5	7.0
104	28	5.7	27	6.7	27	7.0
106	29	5.8	28	6.5	28	6.9
110	28	6.7	28	6.8	27.5	6.7
111	22	6.7	22.5	7.1	22.5	6.8
113	24	6.7	24	6.9	24	7.1
116	24	6.8	24	7.3	24	7.5
119	24	6.7	24	7.1	24	7.2
121	24	6.8	24	7.4	24	7.5
125	24	8.2	24	8.2	24	8.2
130	25	6.7	25	7.4	25	7.2
132	26	6.8	25.5	7.1	25.5	7.4
135	26	6.9	25.5	7.4	25.5	7.5
138	26	6.8	25	7.3	25	7.4
141	27	6.8	26.5	7.2	26.5	7.1
144	27	6.7	26.5	7.1	26	7.1
147	27	6.8	26	7.4	26	7.5
151	27	6.3	27	7.1	26.5	7.1
155	24.5	6.7	24	7	24	6.8
159	28	6.2	27.5	7.5	27.5	7.6
163	27	7.2	27	7.4	27	7.4
167	26	5.8	26	6.8	26	6.9
172	28	6.1	28	7	28	7
176	23	6.2	23	7.4	23	7.3

ตารางที่ ก-1 ค่าอุณหภูมิ และพีเอช ในการทดลอง (ต่อ)

วัน	น้ำเข้าระบบ		น้ำออกจากระบบดีเอสเอสตัว กลางชนิดฟองน้ำ		น้ำออกจากระบบดีเอสเอสตัวกลางชนิด แผ่นใยขัด	
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พีเอช	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พีเอช	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พีเอช
182	28	6.2	28	7.3	27.5	7.7
188	29.5	5.8	29.5	7.2	29.5	6
193	29	5.8	29	6.8	29	6.2
198	28	6.4	28	6.9	27.5	7

ตารางที่ ก-2 ค่าซีโอดี และร้อยละการกำจัดซีโอดี ในการทดลอง

วัน	น้ำเข้า ระบบ	น้ำออกจากระบบดีเอสเอสตัวกลางชนิด ฟองน้ำ		น้ำออกจากดีเอสเอสตัวกลางชนิด แผ่นใยขัด	
	ซีโอดี (ม.ก. /ล.)	ซีโอดี (ม.ก. /ล.)	ประสิทธิภาพ (%)	ซีโอดี (ม.ก. /ล.)	ประสิทธิภาพ (%)
1	286.56	192.96	32.66	214.56	25.13
2	305.28	223.2	26.89	236.16	22.64
5	691.2	218.88	68.33	236.16	65.83
7	417.6	294.48	29.48	277.92	33.45
10	475.2	256.32	46.06	246.24	48.18
14	374.4	300.96	19.62	286.56	23.46
16	374.4	338.4	9.62	328.32	12.31
18	547.2	360	34.21	360	34.21
21	619.2	475.2	23.26	475.2	23.26
23	518.4	446.4	13.89	360	30.56
26	493	341.2	30.79	315	36.11
29	564	420	25.53	423.3	24.95
31	604.8	460.8	23.81	429.2	29.03
34	648	532.8	17.78	504	22.22
35	705.6	561.6	20.41	518.4	26.53
38	633.6	460.8	27.27	475.2	25.00
42	662.4	475.2	28.26	518.4	21.74
48	590	446.4	24.34	403.2	31.66
53	936	777.6	16.92	763.2	18.46
56	936	734.4	21.54	683.2	27.01
59	1,180.80	921.6	21.95	820.8	30.49
64	691.2	547.2	20.83	547.2	20.83
67	936	676.8	27.69	547.2	41.54
70	874.6	709.4	18.89	672.3	23.13
75	892.8	734.4	17.74	806.4	9.68
79	933	672	27.97	614	34.19
82	993.6	792	20.29	748	24.72
89	972.1	711.8	26.78	713	26.65

ตารางที่ ก-2 ค่าซีโอดี และร้อยละการกำจัดซีโอดี ในการทดลอง (ต่อ)

วัน	น้ำเข้า ระบบ	น้ำออกจากระบบดีเอสเอสตัวกลางชนิด ฟองน้ำ		น้ำออกจากดีเอสเอสตัวกลางชนิด แผ่นใยขัด	
	ซีโอดี (ม.ก. /ล.)	ซีโอดี (ม.ก. /ล.)	ประสิทธิภาพ (%)	ซีโอดี (ม.ก. /ล.)	ประสิทธิภาพ (%)
94	1,022.40	720	29.58	849.6	16.90
97	985.00	721.4	26.76	752	23.65
100	853.00	719	15.71	674.5	20.93
104	892.8	648	27.42	648	27.42
106	835.2	590.4	29.31	590.4	29.31
110	820.8	619.2	24.56	532.8	35.09
111	784	380.8	51.43	326.4	58.37
113	464	256	44.83	112	75.86
116	720	608	15.56	224	68.89
119	741	529	28.61	476	35.76
121	718	401	44.15	415	42.20
125	704	384	45.45	432	38.64
130	432	234	45.83	283	34.49
132	462	211	54.33	297	35.71
135	449	215	52.12	279	37.86
138	481	207	56.96	255	46.99
141	384	160	58.33	160	58.33
144	435	113	74.02	214	50.80
147	381	138	63.78	185	51.44
151	336	64	80.95	92	72.62
155	464	128	72.41	288	37.93
159	208	32	84.62	137	34.13
163	544	208	61.76	336	38.24
167	864	416	51.85	784	9.26
172	496	208	58.06	304	38.71
176	608	464	23.68	497	18.26
179	1207	792	34.38	1012	16.16
182	976	384	60.66	352	63.93
188	932	512	45.06	680	27.04

ตารางที่ ก-2 ค่าซีโอดี และร้อยละการกำจัดซีโอดี ในการทดลอง (ต่อ)

วัน	น้ำเข้า ระบบ	น้ำออกจากระบบดีเอสเอสตัวกลางชนิด ฟองน้ำ		น้ำออกจากระบบดีเอสเอสตัวกลางชนิด แผ่นใยขัด	
	ซีโอดี (ม.ก. /ล.)	ซีโอดี (ม.ก. /ล.)	ประสิทธิภาพ (%)	ซีโอดี (ม.ก. /ล.)	ประสิทธิภาพ (%)
193	1,856	1200	35.34	1,568	15.52
198	1,952	1,248	36.07	1,856	4.92
202	768	654	14.84	688	10.42
206	1,360	1,136	16.47	1,200	11.76
209	1,264	896	29.11	928	26.58
212	1,286	961	25.27	991	22.94
216	928	816	12.07	720	22.41
218	1,184	1,040	12.16	1,008	14.86

ตารางที่ ก-3 ค่าสารแขวนลอยและสารแขวนลอยระเหยในการทดลอง

วัน	น้ำเข้าระบบ		น้ำออกจากระบบดีเอสเอส ตัวกลางชนิดฟองน้ำ		น้ำออกจากระบบดีเอสเอสตัวกลาง ชนิดแผ่นใยขัด	
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	สารแขวนลอย (มก./ล.)	สารแขวนลอย (มก./ล.)	สารแขวนลอย (มก./ล.)	สารแขวนลอย (มก./ล.)	สารแขวนลอย (มก./ล.)
1	70	60	100	95	110	100
2	90	60	90	75	80	67
5	90	72	90	80	100	80
7	100	75	100	70	90	70
10	110	90	90	80	110	91
14	100	73	100	80	110	90
16	130	100	80	70	100	81
18	110	80	100	83	130	115
21	150	115	90	80	150	125
23	160	120	70	65	80	71
26	121	110	90	85	130	117
29	114	95	70	50	110	80
31	100	81	120	85	130	110
34	110	83	110	80	120	100
35	130	100	130	105	130	115
38	120	97	130	95	150	127
42	110	90	110	90	130	100
48	130	100	120	90	210	180
53	100	70	110	85	130	97
56	130	110	110	100	130	115
59	110	80	130	110	160	130
64	150	120	170	135	280	237
67	110	87	90	80	130	100
70	110	80	110	80	130	110
79	120	75	110	87	130	100
75	130	100	130	90	150	120
82	130	110	100	75	110	80
89	110	100	120	93	130	100
94	150	100	110	97	140	115

ตารางที่ ก-3 ค่าสารแขวนลอยและสารแขวนลอยระเหยในการทดลอง (ต่อ)

วัน	น้ำเข้าระบบ		น้ำออกจากระบบดีเอสเอส ตัวกลางชนิดฟองน้ำ		น้ำออกจากระบบดีเอสเอสตัวกลาง ชนิดแผ่นใยขัด	
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	สารแขวนลอย (มก./ล.)	สารแขวนลอย (มก./ล.)	สารแขวนลอย (มก./ล.)	สารแขวนลอย (มก./ล.)	สารแขวนลอย (มก./ล.)
97	130	100	120	90	150	110
100	110	90	110	90	140	100
104	120	85	100	85	130	109
106	110	80	120	90	140	115
110	80	55	110	93	120	85
111	30	25	60	55	90	77
113	100	70	50	40	30	24
116	60	45	40	35	20	15
119	70	50	60	55	50	41
121	40	30	50	42	50	40
125	20	15	30	24	40	32
130	30	26	50	45	90	77
132	40	30	50	35	50	44
135	30	25	20	15	30	25
138	20	15	30	23	60	47
141	30	25	40	35	40	35
144	40	35	30	23	50	35
147	30	25	30	25	60	45
151	20	17	20	16	60	50
155	20	16	40	30	40	30
159	30	23	40	35	50	40
163	20	17	30	22	210	170
167	20	15	40	35	40	30
172	90	65	40	31	60	47
176	70	50	20	17	50	40
179	70	50	40	31	60	50
182	20	15	10	7	80	70
188	30	25	20	17	80	60
193	220	155	70	50	120	97

ตารางที่ ก-3 ค่าสารแขวนลอยและสารแขวนลอยระเหยในการทดลอง (ต่อ)

วัน	น้ำเข้าระบบ		น้ำออกจากระบบดีเอสเอส ตัวกลางชนิดฟองน้ำ		น้ำออกจากระบบดีเอสเอสตัวกลาง ชนิดแผ่นใยขัด	
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	สารแขวนลอย (มก./ล.)	สารแขวนลอย (มก./ล.)	สารแขวนลอย (มก./ล.)	สารแขวนลอย (มก./ล.)	สารแขวนลอย (มก./ล.)
198	130	100	90	63	90	75
202	120	115	60	43	50	40
206	60	50	40	32	60	47
209	110	75	40	31	70	53
212	60	45	40	33	60	50
216	80	60	20	16	50	40
218	120	105	150	110	100	80

ตารางที่ ก-4 ค่าออกซิเจนละลายและค่าความต่างศักย์โออาร์พีในการทดลอง

วัน	น้ำออกจากระบบตีเอชเอสตัวกลางชนิด ฟองน้ำ		น้ำออกจากระบบตีเอชเอสตัวกลางชนิด แผ่นใยขัด	
	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)	ความต่างศักย์โออาร์พี (มิลลิโวลท์)	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)	ความต่างศักย์โออาร์พี (มิลลิโวลท์)
1	2.9	-56	3.9	-69
2	4.2	-31	4.1	-63
5	4.7	-38	4.8	-49
7	5.0	-60	4.7	-72
10	4.8	-45	4.8	-35
14	4.6	-75	5.2	-87
16	4.5	-55	4.3	-66
18	4.3	-79	4.4	-80
21	4.4	-54	4.1	-74
23	4.0	-97	3.8	-83
26	4.1	-79	4.4	-86
29	4.0	-55	4.1	-67
31	4.0	-73	3.9	-74
34	4.1	-84	3.8	-65
35	3.6	-85	4.3	-80
38	4.2	-93	3.9	-99
42	3.5	-54	3.4	-53
48	4.7	-74	4.4	-70
53	3.7	-84	4.6	-64
56	3.7	-78	4.4	-73
59	4.3	-63	5.2	-58
64	5.1	-79	5.3	-68
67	4.1	-89	4.3	-73
70	4.1	-85	4.1	-83
79	4.3	-84	4.4	-64
75	4.1	-77	4.0	-79
82	4.0	-79	3.9	-70
89	4.1	-83	4.0	-61

ตารางที่ ก-4 ค่าออกซิเจนละลายและค่าความต่างศักย์โออาร์พีในการทดลอง (ต่อ)

วัน	น้ำออกจากระบบดีเอสเอสตัวกลางชนิด ฟองน้ำ		น้ำออกจากระบบดีเอสเอสตัวกลางชนิด แผ่นใยขัด	
	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)	ความต่างศักย์โออาร์พี (มิลลิโวลท์)	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)	ความต่างศักย์โออาร์พี (มิลลิโวลท์)
94	3.7	-91	4.1	-66
97	4.1	-74	4.1	-59
100	4.1	-83	4.0	-62
104	4.1	-79	4.2	-84
106	4.5	-84	3.9	-63
110	4.0	-73	4.0	-74
111	3.9	-103	4.0	-115
113	4.0	-97	3.9	-114
116	4.9	-113	4.0	-104
119	3.9	-117	3.9	-114
121	4.0	-109	3.8	-109
125	3.7	-118	3.8	-121
130	4.0	-107	4.0	-114
132	3.8	-102	3.9	-118
135	4.1	-97	4.0	-113
138	3.9	-111	3.9	-117
141	3.9	-90	3.8	-105
144	4.1	-97	4.0	-107
147	4.0	-91	3.9	-101
151	3.6	-61	4.0	-109
155	3.9	-110	4.0	-114
159	4.1	-100	3.9	-136
163	3.9	-139	3.9	-145
167	4.2	-110	3.7	-148
172	4.5	-86	4.2	-73
176	4.6	-126	4.5	-110
179	4.1	-124	3.9	-107
182	3.7	-132	3.6	-119

ตารางที่ ก-4 ค่าออกซิเจนละลายและค่าความต่างศักย์โออาร์พีในการทดลอง (ต่อ)

วัน	น้ำออกจากระบบดีเอสเอสตัวกลางชนิด ฟองน้ำ		น้ำออกจากดีเอสเอสตัวกลางชนิด แผ่นใยขัด	
	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)	ความต่างศักย์โออาร์พี (มิลลิโวลต์)	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)	ความต่างศักย์โออาร์พี (มิลลิโวลต์)
188	3.9	-124	3.8	-99
193	4.1	-121	4.0	-116
198	3.8	-126	3.9	-107
202	4.0	-124	3.8	-115
206	4.1	-124	3.9	-113
209	4.0	-120	4.0	-115
212	3.9	-124	3.8	-115
216	3.8	-129	3.6	-119
218	3.9	-128	3.9	-113



ประวัติผู้เขียน

นายปิยะพงษ์ ถั่วทอง เกิดเมื่อวันที่ 22 ตุลาคม พ.ศ. 2525 ณ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี จบการศึกษาระดับมัธยมจากโรงเรียนอุดรพิทยานุกูล จังหวัดอุดรธานี เมื่อปีการศึกษา 2543 จบการศึกษาระดับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2548 ศึกษาต่อในระดับวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2550

