



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

ข้อมูลการทดลอง

ตาราง ก1 ข้อมูลการทดลองผลของ pH ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีโดยกระบวนการ Coagulation-Flocculation ที่ความเข้มข้นของสารโคแอกกูแลนต์ เท่ากับ 600 มิลลิกรัม/ลิตร

Al₂(SO₄)₃				
pH	rep1 TOC(mg/l)	rep2 TOC(mg/l)	average TOC(mg/l)	%
4.5	56.78	58.44	57.61	86.29
5	49.85	50.12	49.99	88.11
5.5	60.71	51.23	55.97	86.68
6	66.2	60.27	63.24	84.96
6.5	88.59	103.01	95.80	77.21
7	130.46	137.13	133.80	68.17
FeCl₃				
pH	rep1 TOC(mg/l)	rep2 TOC(mg/l)	average TOC(mg/l)	%
4.5	37.45	47.03	42.27	89.95
5	26.22	28.84	27.53	93.45
5.5	40.04	48.76	44.40	89.44
6	55.43	1.12	53.28	87.33
6.5	83.20	89.88	86.54	79.41
7	109.68	117.97	113.83	72.92
FeSO₄				
pH	rep1 TOC(mg/l)	rep2 TOC(mg/l)	average TOC(mg/l)	%
4.5	110.87	96.87	103.87	75.29
5	74.70	78.57	76.64	81.77
5.5	70.61	69.96	70.29	83.28
6	68.35	68.89	68.62	83.68
6.5	60.00	62.10	61.05	85.48
7	73.19	77.50	75.35	82.08

ตาราง ก2 ข้อมูลการทดลองผลของปริมาณสารโคแอกกูแลนต์ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีโดยกระบวนการ
Coagulation-Flocculation ที่ pH เท่ากับ 5 สำหรับ $Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$ และที่ pH เท่ากับ 6.5 สำหรับ
 $FeSO_4$

$Al_2(SO_4)_3$				
Dose (mg/l)	Rep1 TOC(mg/l)	Rep2 TOC(mg/l)	Average TOC(mg/l)	%
0	420.34	420.34	420.34	0.00
200	77.39	89.23	83.31	80.18
400	66.31	79.00	72.66	82.72
600	53.82	57.59	55.71	86.75
800	49.19	52.10	50.65	87.95
1000	44.46	48.22	46.34	88.98
1200	45.75	46.61	46.18	89.01
$FeCl_3$				
Dose (mg/l)	Rep1 TOC(mg/l)	Rep2 TOC(mg/l)	Average TOC(mg/l)	%
0	420.34	420.34	420.34	0.00
200	64.26	69.97	67.12	84.03
400	51.02	34.23	42.63	89.86
600	27.99	25.94	26.97	93.58
800	27.66	24.00	25.83	93.85
1000	24.65	19.05	21.85	94.80
1200	24.65	18.73	21.69	94.84
$FeSO_4$				
Dose (mg/l)	Rep1 TOC(mg/l)	Rep2 TOC(mg/l)	Average TOC(mg/l)	%
0	420.34	420.34	420.34	0
200	232.40	245.85	239.13	43.11
400	154.68	164.37	159.53	62.05
600	62.86	66.75	64.81	84.58
800	58.88	79.65	69.27	83.52
1000	58.56	65.98	62.27	85.19
1200	58.44	63.72	61.08	85.47

All rights reserved

ตาราง ก3 ข้อมูลการทดลองผลของ pH ที่มีต่อระยะเวลาของกระบวนการ Adsorption สำหรับถ่านกัมมันต์
 กะลามะพร้าว (C-1000) ในน้ำเสียสีรวมที่มีความเข้มข้น TOC เริ่มต้น 39.05 มก./ล.

pH 3			
Time (min.)	TOC Rep1 (mg./l.)	TOC Rep2 (mg./l.)	Average TOC (mg./l.)
0	39.05	39.05	39.05
5	8.75	7.67	8.21
15	7.43	7.01	7.22
30	5.83	6.39	6.11
60	5.22	5.60	5.41
120	5.00	4.74	4.87
180	5.00	4.74	4.87
240	4.95	4.79	4.87
300	4.97	4.75	4.86

pH 5			
Time (min.)	TOC Rep1 (mg./l.)	TOC Rep2 (mg./l.)	Average TOC (mg./l.)
0	39.05	39.05	39.05
5	10.38	10.51	10.25
15	8.33	8.00	8.66
30	8.45	8.54	8.36
60	8.03	8.60	7.46
120	7.88	8.00	7.76
180	7.86	8.00	7.72
240	7.84	7.94	7.74
300	7.85	7.97	7.73

ตาราง ก3 (ต่อ)

pH7			
Time (min.)	TOC Rep1 (mg./l.)	TOC Rep2 (mg./l.)	Average TOC (mg./l.)
0	39.05	39.05	39.05
5	16.29	16.92	15.66
15	15.91	15.76	16.06
30	15.65	15.21	16.09
60	14.09	14.11	14.07
120	13.73	13.44	14.02
180	13.76	13.55	13.97
240	13.73	13.49	13.97
300	13.72	13.48	13.96

pH9			
Time (min.)	TOC Rep1 (mg./l.)	TOC Rep2 (mg./l.)	Average TOC (mg./l.)
0	39.05	39.05	39.05
5	18.11	17.80	18.42
15	16.83	16.20	17.46
30	14.97	15.11	14.83
60	14.83	14.56	15.10
120	14.59	15.34	13.84
180	14.57	15.22	13.92
240	14.55	15.17	13.93
300	14.59	15.24	13.94

ตาราง ก4 ข้อมูลการทดลองผลของ pH ที่มีต่อระยะเวลาของกระบวนการ Adsorption สำหรับถ่านกัมมันต์ถ่านหิน (F-300) ในน้ำเสียที่รวมที่มีความเข้มข้น TOC เริ่มต้น 39.05 มก./ล.

pH3			
Time (min.)	TOC Rep1 (mg./l.)	TOC Rep2 (mg./l.)	Average TOC (mg./l.)
0	39.05	39.05	39.05
5	4.12	3.34	3.73
15	3.67	2.29	2.98
30	3.11	2.63	2.87
60	2.24	3.30	2.77
120	1.45	2.07	1.76
180	1.41	2.09	1.75
240	1.42	2.06	1.74
300	1.42	2.06	1.74

pH5			
Time (min.)	TOC Rep1 (mg./l.)	TOC Rep2 (mg./l.)	Average TOC (mg./l.)
0	39.05	39.05	39.05
5	5.78	5.54	5.66
15	4.12	3.86	3.99
30	4.03	3.57	3.80
60	3.48	3.00	3.24
120	2.56	2.00	2.28
180	2.54	1.98	2.26
240	2.55	2.01	2.28
300	2.55	1.99	2.27

ตาราง ก4 (ต่อ)

pH7			
Time (min.)	TOC Rep1 (mg./l.)	TOC Rep2 (mg./l.)	Average TOC (mg./l.)
0	39.05	39.05	39.05
5	10.46	10.32	10.60
15	8.92	8.74	9.10
30	8.24	8.33	8.15
60	7.63	7.63	7.63
120	7.59	7.42	7.76
180	7.52	7.40	7.64
240	7.53	7.38	7.68
300	7.49	7.41	7.57

pH9			
Time (min.)	TOC Rep1 (mg./l.)	TOC Rep2 (mg./l.)	Average TOC (mg./l.)
0	39.05	39.05	39.05
5	12.89	13.23	13.06
15	11.76	12.60	12.18
30	11.69	12.45	12.07
60	10.70	12.56	11.63
120	10.22	12.52	11.37
180	10.18	12.52	11.35
240	10.19	12.53	11.36
300	10.20	12.42	11.31

ตาราง ก5 ข้อมูลการทดลองผลของความเข้มข้น TOC ในน้ำเสียสีรวมที่มีการปรับค่า pH เท่ากับ 7 ต่อระยะเวลาของกระบวนการ Adsorption สำหรับถ่านกัมมันต์กะลามะพร้าว (C-1000)

Initial TOC 39.05 mg./l.			
Time (min.)	TOC Rep1 (mg./l.)	TOC Rep2 (mg./l.)	Average TOC (mg./l.)
0	39.05	39.05	39.05
5	17.72	16.5	17.11
15	16.84	16.2	16.52
30	16.05	15.3	15.68
60	14.91	14.2	14.56
120	14.14	12.6	13.37
180	14.14	12.6	13.37
240	14.13	12.8	13.47
300	14.13	13.81	14.02

Initial TOC 60.76 mg./l.			
Time (min.)	TOC Rep1 (mg./l.)	TOC Rep2 (mg./l.)	Average TOC (mg./l.)
0	60.76	60.76	60.76
5	29.74	29.02	29.38
15	28.42	28.94	28.68
30	28.77	28.17	28.47
60	27.86	26.62	27.24
120	26.07	27.47	26.77
180	25.89	27.47	26.68
240	26.83	26.57	26.70
300	26.86	26.56	26.71

ตาราง ก5 (ต่อ)

Initial TOC 78.41 mg./l.			
Time (min.)	TOC Rep1 (mg./l.)	TOC Rep2 (mg./l.)	Average TOC (mg./l.)
0	78.41	78.41	78.41
5	51.68	37.32	44.50
15	34.90	32.30	33.60
30	32.68	31.04	31.86
60	27.50	31.82	29.66
120	26.41	30.91	28.66
180	26.66	30.26	28.46
240	26.44	30.28	28.36
300	26.29	30.43	28.36

Initial TOC 148.20 mg./l.			
Time (min.)	TOC Rep1 (mg./l.)	TOC Rep2 (mg./l.)	Average TOC (mg./l.)
0	148.20	148.20	148.20
5	111.56	111.34	111.45
15	107.59	106.71	107.15
30	103.21	108.09	105.65
60	94.91	96.99	95.95
120	83.20	88.70	85.95
180	83.01	87.37	85.19
240	83.02	87.02	85.02
300	83.51	86.69	85.10

ตาราง ก6 ข้อมูลการทดลองผลของความเข้มข้น TOC ในน้ำเสียสิรวมที่มีการปรับค่า pH เท่ากับ 7 ต่อระยะเวลาของกระบวนการ Adsorption สำหรับถ่านกัมมันต์ถ่านหิน (F-300)

Initial TOC 39.05 mg./l.			
Time (min.)	TOC Rep1 (mg./l.)	TOC Rep2 (mg./l.)	Average TOC (mg./l.)
0	39.05	39.05	39.05
5	9.54	10.30	9.92
15	8.71	9.40	9.06
30	8.52	8.00	8.26
60	8.36	7.50	7.93
120	8.03	7.10	7.57
180	8.03	7.00	7.52
240	8.03	7.20	7.62
300	8.03	7.91	7.97

Initial TOC 60.76 mg./l.			
Time (min.)	TOC Rep1 (mg./l.)	TOC Rep2 (mg./l.)	Average TOC (mg./l.)
0	60.76	60.76	60.76
5	20.24	18.02	19.13
15	19.38	15.30	17.34
30	18.19	16.65	17.42
60	18.47	15.19	16.83
120	17.76	16.06	16.91
180	17.13	16.35	16.74
240	17.67	15.67	16.67
300	17.31	15.31	16.31

ตาราง ก6 (ต่อ)

Initial TOC 78.41 mg./l.			
Time (min.)	TOC Rep1 (mg./l.)	TOC Rep2 (mg./l.)	Average TOC (mg./l.)
0	78.41	78.41	78.41
5	33.79	32.71	33.25
15	26.78	15.42	21.10
30	24.78	13.52	19.15
60	18.96	16.78	17.87
120	16.41	19.59	18.00
180	16.52	19.08	17.80
240	16.14	18.88	17.51
300	16.36	18.28	17.32

Initial TOC 148.20 mg./l.			
Time (min.)	TOC Rep1 (mg./l.)	TOC Rep2 (mg./l.)	Average TOC (mg./l.)
0	148.20	148.20	148.20
5	50.67	46.93	48.80
15	55.43	29.07	42.25
30	44.52	36.16	40.34
60	32.41	38.09	35.25
120	33.42	34.86	34.14
180	33.20	37.28	35.24
240	33.80	34.24	34.02
300	33.52	34.64	34.08

ตาราง ก7 ข้อมูลการทดลองผลของ pH ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีโดยกระบวนการ Adsorption สำหรับ ถ่านกัมมันต์กะลามะพร้าว (C-1000) ในน้ำเสียสีรวมที่มีความเข้มข้น TOC เริ่มต้น 39.05 มก./ล.

pH 3												
m (mg.)	v. (ml.)	TOC C ₀ (mg./l.)	TOC C _e Rep1 (mg./l.)	TOC C _e Rep2 (mg./l.)	Average TOC C _e (mg./l.)	(C ₀ - C _e) * v (mg.)	x/m (mg./g.)	1/(x/m) (g./mg.)	C ₀ /(x/m) (g./l.)	ln(x/m) (mg./g.)	ln(C _e) (mg./l.)	
0	100	39.05	39.05	39.05	39.05	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
500	100	39.05	12.47	6.14	9.31	2.97	5.949	0.168	1.564	1.783	2.231	
1000	100	39.05	3.91	4.87	4.39	3.47	3.466	0.289	1.267	1.243	1.479	
1500	100	39.05	1.94	3.76	2.85	3.62	2.413	0.414	1.181	0.881	1.047	
2000	100	39.05	1.14	3.14	2.14	3.69	1.846	0.542	1.160	0.613	0.761	
2500	100	39.05	0.77	2.52	1.65	3.74	1.496	0.668	1.099	0.403	0.498	
3000	100	39.05	0.56	1.86	1.21	3.78	1.261	0.793	0.959	0.232	0.191	
3500	100	39.05	0.46	0.95	0.71	3.83	1.095	0.913	0.648	0.091	-0.342	
4000	100	39.05	0.36	0.8	0.58	3.85	0.962	1.040	0.603	-0.039	-0.545	

pH 5												
m (mg.)	v. (ml.)	TOC C ₀ (mg./l.)	TOC C _e Rep1 (mg./l.)	TOC C _e Rep2 (mg./l.)	Average TOC C _e (mg./l.)	(C ₀ - C _e) * v (mg.)	x/m (mg./g.)	1/(x/m) (g./mg.)	C ₀ /(x/m) (g./l.)	ln(x/m) (mg./g.)	ln(C _e) (mg./l.)	
0	100	39.05	39.05	39.05	39.05	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
500	100	39.05	17.87	7.81	12.84	2.62	5.242	0.191	2.449	1.657	2.553	
1000	100	39.05	8.75	5.85	7.30	3.18	3.175	0.315	2.299	1.155	1.988	
1500	100	39.05	5.42	5.01	5.22	3.38	2.256	0.443	2.312	0.813	1.652	
2000	100	39.05	4.3	4.13	4.22	3.48	1.742	0.574	2.420	0.555	1.439	
2500	100	39.05	3.28	3.28	3.28	3.58	1.431	0.699	2.292	0.358	1.188	
3000	100	39.05	2.17	2.49	2.33	3.67	1.224	0.817	1.904	0.202	0.846	
3500	100	39.05	0.96	2.29	1.63	3.74	1.069	0.935	1.520	0.067	0.486	
4000	100	39.05	0.65	1.55	1.10	3.80	0.949	1.054	1.159	-0.053	0.095	

ตาราง ก7 (ต่อ)

pH7											
m (mg.)	v. (ml.)	TOC C ₀ (mg./l.)	TOC C _e Rep1 (mg./l.)	TOC C _e Rep2 (mg./l.)	Average TOC C _e (mg./l.)	(C ₀ - C _e)*v (mg.)	x/m (mg./g.)	1/(x/m) (g./mg.)	C _e /(x/m) (g./l.)	ln(x/m) (mg./g.)	ln(C _e) (mg./l.)
0	100	39.05	39.05	39.05	39.05	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
500	100	39.05	25.93	15.82	20.88	1.82	3.635	0.275	5.743	1.291	3.039
1000	100	39.05	16.05	10.72	13.39	2.57	2.567	0.390	5.215	0.943	2.594
1500	100	39.05	10.65	9.03	9.84	2.92	1.947	0.514	5.053	0.666	2.286
2000	100	39.05	9.32	7.42	8.37	3.07	1.534	0.652	5.456	0.428	2.125
2500	100	39.05	7.78	5.38	6.58	3.25	1.299	0.770	5.066	0.261	1.884
3000	100	39.05	6.43	3.86	5.15	3.39	1.130	0.885	4.552	0.122	1.638
3500	100	39.05	4.2	1.61	2.91	3.61	1.033	0.968	2.813	0.032	1.066
4000	100	39.05	2.23	1.22	1.73	3.73	0.933	1.072	1.849	-0.069	0.545

pH9											
m (mg.)	v. (ml.)	TOC C ₀ (mg./l.)	TOC C _e Rep1 (mg./l.)	TOC C _e Rep2 (mg./l.)	Average TOC C _e (mg./l.)	(C ₀ - C _e)*v (mg.)	x/m (mg./g.)	1/(x/m) (g./mg.)	C _e /(x/m) (g./l.)	ln(x/m) (mg./g.)	ln(C _e) (mg./l.)
0	100	39.05	39.05	39.05	39.05	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
500	100	39.05	25.93	19.73	22.83	1.62	3.244	0.308	7.038	1.177	3.128
1000	100	39.05	16.05	11.09	13.57	2.55	2.548	0.392	5.326	0.935	2.608
1500	100	39.05	10.65	9	9.83	2.92	1.948	0.513	5.043	0.667	2.285
2000	100	39.05	9.32	8.82	9.07	3.00	1.499	0.667	6.051	0.405	2.205
2500	100	39.05	7.78	7.92	7.85	3.12	1.248	0.801	6.290	0.222	2.061
3000	100	39.05	6.43	5.41	5.92	3.31	1.104	0.906	5.361	0.099	1.778
3500	100	39.05	4.2	2.33	3.27	3.58	1.022	0.978	3.193	0.022	1.183
4000	100	39.05	2.23	1.49	1.86	3.72	0.930	1.076	2.001	-0.073	0.621

ตาราง ก8 ข้อมูลการทดลองผลของ pH ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีโดยกระบวนการ Adsorption สำหรับ
ถ่านกัมมันต์ถ่านหิน (F-300) ในน้ำเสียสิ่วรวมที่มีความเข้มข้น TOC เริ่มต้น 39.05 มก./ล.

pH3											
m (mg.)	v. (ml.)	TOC C ₀ (mg./l.)	TOC C _e Rep1 (mg./l.)	TOC C _e Rep2 (mg./l.)	Average TOC C _e (mg./l.)	(C ₀ - C _e)*v (mg.)	x/m (mg./g.)	1/(x/m) (g./mg.)	C _e /(x/m) (g./l.)	ln(x/m) (mg./g.)	ln(C ₀) (mg./l.)
0	100	39.05	39.05	39.05	39.05	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100	100	39.05	4.11	3.74	3.93	3.51	35.125	0.028	0.112	3.559	1.367
200	100	39.05	2.75	2.41	2.58	3.65	18.235	0.055	0.141	2.903	0.948
400	100	39.05	1.58	1.94	1.76	3.73	9.323	0.107	0.189	2.232	0.565
500	100	39.05	1.23	1.56	1.40	3.77	7.531	0.133	0.185	2.019	0.333
600	100	39.05	0.94	0.93	0.94	3.81	6.353	0.157	0.147	1.849	-0.067
700	100	39.05	0.48	0.51	0.50	3.86	4.819	0.207	0.103	1.573	-0.703
800	100	39.05	0.26	0.18	0.22	3.88	4.314	0.232	0.051	1.462	-1.514
1000	100	39.05	0.07	0.04	0.06	3.90	3.900	0.256	0.014	1.361	-2.813

pH5											
m (mg.)	v. (ml.)	TOC C ₀ (mg./l.)	TOC C _e Rep1 (mg./l.)	TOC C _e Rep2 (mg./l.)	Average TOC C _e (mg./l.)	(C ₀ - C _e)*v (mg.)	x/m (mg./g.)	1/(x/m) (g./mg.)	C _e /(x/m) (g./l.)	ln(x/m) (mg./g.)	ln(C ₀) (mg./l.)
0	100	39.05	39.05	39.05	39.05	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100	100	39.05	7.33	7.26	7.30	3.18	31.755	0.031	0.230	3.458	1.987
200	100	39.05	4.82	4.81	4.82	3.42	17.118	0.058	0.281	2.840	1.572
400	100	39.05	2.4	2.31	2.36	3.67	9.174	0.109	0.257	2.216	0.857
500	100	39.05	1.57	1.5	1.54	3.75	7.503	0.133	0.205	2.015	0.429
600	100	39.05	1.36	1.26	1.31	3.77	6.290	0.159	0.208	1.839	0.270
700	100	39.05	0.81	0.84	0.83	3.82	4.778	0.209	0.173	1.564	-0.192
800	100	39.05	0.43	0.44	0.44	3.86	4.291	0.233	0.101	1.456	-0.832
1000	100	39.05	0.12	0.13	0.13	3.89	3.893	0.257	0.032	1.359	-2.040

ตาราง ก8 (ต่อ)

pH7												
m (mg.)	v. (ml.)	TOC C ₀ (mg./l.)	TOC C _e Rep1 (mg./l.)	TOC C _e Rep2 (mg./l.)	Average TOC C _e (mg./l.)	(C ₀ - C _e)*v (mg.)	x/m (mg./g.)	1/(x/m) (g./mg.)	C ₀ /(x/m) (g./l.)	ln(x/m) (mg./g.)	ln(C _e) (mg./l.)	
0	100	39.05	39.05	39.05	39.05	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
100	100	39.05	13.88	14.03	13.96	2.51	25.095	0.040	0.556	3.223	2.636	
200	100	39.05	10.34	10.29	10.32	2.87	14.368	0.070	0.718	2.665	2.334	
400	100	39.05	7.65	7.53	7.59	3.15	7.865	0.127	0.965	2.062	2.027	
500	100	39.05	5.18	5.25	5.22	3.38	6.767	0.148	0.771	1.912	1.652	
600	100	39.05	2.53	2.46	2.50	3.66	6.093	0.164	0.410	1.807	0.914	
700	100	39.05	1.48	1.49	1.49	3.76	4.696	0.213	0.316	1.547	0.395	
800	100	39.05	0.8	0.87	0.84	3.82	4.246	0.236	0.197	1.446	-0.180	
1000	100	39.05	0.18	0.17	0.18	3.89	3.888	0.257	0.045	1.358	-1.715	

pH9												
m (mg.)	v. (ml.)	TOC C ₀ (mg./l.)	TOC C _e Rep1 (mg./l.)	TOC C _e Rep2 (mg./l.)	Average TOC C _e (mg./l.)	(C ₀ - C _e)*v (mg.)	x/m (mg./g.)	1/(x/m) (g./mg.)	C ₀ /(x/m) (g./l.)	ln(x/m) (mg./g.)	ln(C _e) (mg./l.)	
0	100	39.05	39.05	39.05	39.05	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
100	100	39.05	17.10	16.81	16.96	2.21	22.095	0.045	0.767	3.095	2.831	
200	100	39.05	13.13	15.03	14.08	2.50	12.485	0.080	1.128	2.525	2.645	
400	100	39.05	10.48	12.27	11.38	2.77	6.919	0.145	1.644	1.934	2.431	
500	100	39.05	7.97	7.65	7.81	3.12	6.248	0.160	1.250	1.832	2.055	
600	100	39.05	5.47	4.97	5.22	3.38	5.638	0.177	0.926	1.730	1.652	
700	100	39.05	2.89	2.68	2.79	3.63	4.533	0.221	0.614	1.511	1.024	
800	100	39.05	1.77	1.14	1.46	3.76	4.177	0.239	0.348	1.430	0.375	
1000	100	39.05	0.72	0.55	0.64	3.84	3.841	0.260	0.165	1.346	-0.446	

ตาราง ก9 ข้อมูลการทดลองผลของความเข้มข้น TOC ในน้ำเสียที่รวมที่มีการปรับค่า pH เท่ากับ 7 ต่อประสิทธิภาพการกำจัดโดยกระบวนการ Adsorption สำหรับถ่านกัมมันต์กะลามะพร้าว (C-1000)

Initial TOC 39.05 mg./l.												
m (mg.)	v. (ml.)	TOC C ₀ (mg./l.)	TOC C _e Rep1 (mg./l.)	TOC C _e Rep2 (mg./l.)	Average TOC C _e (mg./l.)	(C ₀ - C _e)*v (mg.)	x/m (mg./g.)	1/(x/m) (g./mg.)	C _e /(x/m) (g./l.)	ln(x/m) (mg./g.)	ln(C _e) (mg./l.)	
0	100	39.05	39.05	39.05	39.05	1.82	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
500	100	39.05	20.86	20.88	20.87	2.50	3.636	0.275	0.048	1.291	3.038	
1000	100	39.05	14.14	13.92	14.03	2.96	2.502	0.400	0.071	0.917	2.641	
1500	100	39.05	9.54	9.36	9.45	3.02	1.974	0.507	0.106	0.680	2.245	
2000	100	39.05	7.90	9.84	8.87	3.26	1.509	0.663	0.113	0.411	2.183	
2500	100	39.05	6.71	6.11	6.41	3.36	1.306	0.766	0.156	0.267	1.858	
3000	100	39.05	5.35	5.61	5.48	3.64	1.119	0.894	0.182	0.112	1.701	
3500	100	39.05	2.68	2.58	2.63	3.72	1.041	0.961	0.381	0.040	0.965	
4000	100	39.05	1.91	1.83	1.87	1.82	0.930	1.076	0.535	-0.073	0.626	

Initial TOC 60.76 mg./l.												
M (mg.)	v. (ml.)	TOC C ₀ (mg./l.)	TOC C _e Rep1 (mg./l.)	TOC C _e Rep2 (mg./l.)	Average TOC C _e (mg./l.)	(C ₀ - C _e)*v (mg.)	x/m (mg./g.)	1/(x/m) (g./mg.)	C _e /(x/m) (g./l.)	ln(x/m) (mg./g.)	ln(C _e) (mg./l.)	
0	100	60.76	60.76	60.76	60.76	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
500	100	60.76	26.36	41.82	34.09	2.67	5.334	0.187	6.391	1.674	3.529	
1000	100	60.76	21.99	28.01	25.00	3.58	3.576	0.280	6.991	1.274	3.219	
1500	100	60.76	18.66	19.43	19.05	4.17	2.781	0.360	6.848	1.023	2.947	
2000	100	60.76	10.94	11.16	11.05	4.97	2.486	0.402	4.446	0.910	2.402	
2500	100	60.76	7.48	7.49	7.49	5.33	2.131	0.469	3.512	0.757	2.013	
3000	100	60.76	3.85	4.13	3.99	5.68	1.892	0.528	2.109	0.638	1.384	
3500	100	60.76	2.07	1.56	1.82	5.89	1.684	0.594	1.078	0.521	0.596	
4000	100	60.76	0.233	0.92	0.58	6.02	1.505	0.665	0.383	0.409	-0.545	

ตาราง ก9 (ต่อ)

Initial TOC 78.41 mg./l.												
M (mg.)	v. (ml.)	TOC C ₀ (mg./l.)	TOC C _e Rep1 (mg./l.)	TOC C _e Rep2 (mg./l.)	Average TOC C _e (mg./l.)	(C ₀ - C _e)*v (mg.)	x/m (mg./g.)	1/(x/m) (g./mg.)	C _e /(x/m) (g./l.)	ln(x/m) (mg./g.)	ln(C _e) (mg./l.)	
0	100	78.41	78.41	78.41	78.41	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
500	100	78.41	47.77	44.52	46.15	3.23	6.453	0.155	7.151	1.865	3.832	
1000	100	78.41	26.98	26.86	26.92	5.15	5.149	0.194	5.228	1.639	3.293	
1500	100	78.41	12.34	11.84	12.09	6.63	4.421	0.226	2.734	1.486	2.492	
2000	100	78.41	6.35	9.12	7.74	7.07	3.534	0.283	2.189	1.262	2.046	
2500	100	78.41	5.31	6.94	6.13	7.23	2.891	0.346	2.118	1.062	1.812	
3000	100	78.41	4.49	4.23	4.36	7.41	2.468	0.405	1.766	0.904	1.472	
3500	100	78.41	2.11	3.41	2.76	7.57	2.161	0.463	1.277	0.771	1.015	
4000	100	78.41	2.10	2.21	2.16	7.63	1.906	0.525	1.130	0.645	0.770	

Initial TOC 148.40 mg./l.												
m (mg.)	v. (ml.)	TOC C ₀ (mg./l.)	TOC C _e Rep1 (mg./l.)	TOC C _e Rep2 (mg./l.)	Average TOC C _e (mg./l.)	(C ₀ - C _e)*v (mg.)	x/m (mg./g.)	1/(x/m) (g./mg.)	C _e /(x/m) (g./l.)	ln(x/m) (mg./g.)	ln(C _e) (mg./l.)	
0	100	148.20	148.20	148.20	148.20	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
500	100	148.20	94.71	126.40	110.56	3.76	7.529	0.133	14.684	2.019	4.706	
1000	100	148.20	76.41	88.75	82.58	6.56	6.562	0.152	12.585	1.881	4.414	
1500	100	148.20	61.89	63.54	62.72	8.55	5.699	0.175	11.005	1.740	4.139	
2000	100	148.20	39.44	39.41	39.43	10.88	5.439	0.184	7.249	1.694	3.674	
2500	100	148.20	27.80	26.30	27.05	12.12	4.846	0.206	5.582	1.578	3.298	
3000	100	148.20	11.55	11.98	11.77	13.64	4.548	0.220	2.587	1.515	2.465	
3500	100	148.20	8.79	7.12	7.96	14.02	4.007	0.250	1.985	1.388	2.074	
4000	100	148.20	4.18	3.67	3.93	14.43	3.607	0.277	1.088	1.283	1.369	

ตาราง ก10 ข้อมูลการทดลองผลของความเข้มข้น TOC ในน้ำเสียโดยรวมที่มีการปรับค่า pH เท่ากับ 7 ต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีโดยกระบวนการ Adsorption สำหรับถ่านกัมมันต์ถ่านหิน (F- 300)

Initial TOC 39.05 mg./l.												
m (mg.)	v. (ml.)	TOC C ₀ (mg./l.)	TOC C _e Rep1 (mg./l.)	TOC C _e Rep2 (mg./l.)	Average TOC C _e (mg./l.)	(C ₀ - C _e)*v (mg.)	x/m (mg./g.)	1/(x/m) (g./mg.)	C _e /(x/m) (g./l.)	ln(x/m) (mg./g.)	ln(C _e) (mg./l.)	
0	100	39.05	39.05	39.05	39.05	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
100	100	39.05	14.44	13.60	14.02	2.50	25.030	0.040	0.071	3.220	2.640	
200	100	39.05	11.13	9.75	10.44	2.86	14.305	0.070	0.096	2.661	2.346	
400	100	39.05	7.03	7.93	7.48	3.16	7.893	0.127	0.134	2.066	2.012	
500	100	39.05	4.06	6.16	5.11	3.39	6.788	0.147	0.196	1.915	1.631	
600	100	39.05	2.33	2.71	2.52	3.65	6.088	0.164	0.397	1.806	0.924	
700	100	39.05	1.41	1.21	1.31	3.77	4.718	0.212	0.763	1.551	0.270	
800	100	39.05	0.76	0.78	0.77	3.828	4.253	0.235	1.299	1.448	-0.261	
1000	100	39.05	0.10	0.18	0.14	3.891	3.891	0.257	7.143	1.359	-1.966	

Initial TOC 60.76 mg./l.												
m (mg.)	v. (ml.)	TOC C ₀ (mg./l.)	TOC C _e Rep1 (mg./l.)	TOC C _e Rep2 (mg./l.)	Average TOC C _e (mg./l.)	(C ₀ - C _e)*v (mg.)	x/m (mg./g.)	1/(x/m) (g./mg.)	C _e /(x/m) (g./l.)	ln(x/m) (mg./g.)	ln(C _e) (mg./l.)	
0	100	60.76	60.76	60.76	60.76	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
100	100	60.76	25.11	45.34	35.23	2.55	25.535	0.039	1.379	3.240	3.562	
200	100	60.76	19.46	33.53	26.50	3.43	17.133	0.058	1.546	2.841	3.277	
400	100	60.76	14.52	13.59	14.06	4.67	11.676	0.086	1.204	2.458	2.643	
500	100	60.76	9.35	7.52	8.44	5.23	10.465	0.096	0.806	2.348	2.132	
600	100	60.76	4.17	4.24	4.21	5.66	9.426	0.106	0.446	2.243	1.436	
700	100	60.76	1.67	1.76	1.72	5.90	7.381	0.135	0.232	1.999	0.539	
800	100	60.76	1.2	0.82	1.01	5.98	6.639	0.151	0.152	1.893	0.010	
1000	100	60.76	0.74	0.69	0.72	6.00	6.004	0.167	0.119	1.792	-0.330	

ตาราง ก10 (ต่อ)

Initial TOC 78.41 mg./l.											
m (mg.)	v. (ml.)	TOC C ₀ (mg./l.)	TOC C _e Rep1 (mg./l.)	TOC C _e Rep2 (mg./l.)	Average TOC C _e (mg./l.)	(C ₀ - C _e)*v (mg.)	x/m (mg./g.)	1/(x/m) (g./mg.)	C _e /(x/m) (g./l.)	ln(x/m) (mg./g.)	ln(C _e) (mg./l.)
0	100	78.41	78.41	78.41	78.41	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100	100	78.41	44.52	44.56	44.54	3.39	33.870	0.030	1.315	3.523	3.796
200	100	78.41	25.16	26.81	25.99	5.24	26.213	0.038	0.991	3.266	3.258
400	100	78.41	17.89	18.79	18.34	6.00	15.018	0.067	1.221	2.709	2.909
500	100	78.41	5.54	4.44	4.99	7.34	14.684	0.068	0.340	2.687	1.607
600	100	78.41	3.00	3.13	3.07	7.53	12.558	0.080	0.244	2.530	1.120
700	100	78.41	2.14	2.39	2.27	7.61	9.518	0.105	0.238	2.253	0.818
800	100	78.41	1.79	1.66	1.73	7.67	8.521	0.117	0.202	2.142	0.545
1000	100	78.41	1.44	1.43	1.44	7.70	7.698	0.130	0.186	2.041	0.361

Initial TOC 142.20 mg./l.											
m (mg.)	v. (ml.)	TOC C ₀ (mg./l.)	TOC C _e Rep1 (mg./l.)	TOC C _e Rep2 (mg./l.)	Average TOC C _e (mg./l.)	(C ₀ - C _e)*v (mg.)	x/m (mg./g.)	1/(x/m) (g./mg.)	C _e /(x/m) (g./l.)	ln(x/m) (mg./g.)	ln(C _e) (mg./l.)
0	100	148.20	148.2	148.2	148.20	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100	100	148.20	115.66	112.34	114.00	3.42	34.200	0.029	3.333	3.532	4.736
200	100	148.20	82.45	83.94	83.20	6.50	32.503	0.031	2.560	3.481	4.421
400	100	148.20	33.5	35.06	34.28	11.39	28.480	0.035	1.204	3.349	3.535
500	100	148.20	21.37	22.4	21.89	12.63	25.263	0.040	0.866	3.229	3.086
600	100	148.20	13.55	12.92	13.24	13.50	22.494	0.044	0.588	3.113	2.583
700	100	148.20	6.67	5.57	6.12	14.21	17.760	0.056	0.345	2.877	1.812
800	100	148.20	4.71	3.91	4.31	14.39	15.988	0.063	0.270	2.772	1.461
1000	100	148.20	2.50	2.75	2.63	14.56	14.558	0.069	0.180	2.678	0.965

ตาราง ก11 ข้อมูลการทดลองของอัตราการไหลที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดดีบุกโดยกระบวนการ Adsorption สำหรับถ่านกัมมันต์อะลามะพร้าว (C-1000)

Time (HRS.)	V (L.)	Column1		Column2		Column3		Column4		Column1		Column2		Column3		Column4		
		TOC rep1 (mg./L.)	TOC rep1 (mg./L.)	TOC rep1 (mg./L.)	TOC rep1 (mg./L.)	TOC rep1 (mg./L.)	TOC rep1 (mg./L.)	TOC rep1 (mg./L.)	TOC rep1 (mg./L.)	TOC rep2 (mg./L.)	TOC rep2 (mg./L.)	TOC rep2 (mg./L.)	TOC rep2 (mg./L.)	TOC rep2 (mg./L.)	TOC rep2 (mg./L.)	TOC rep2 (mg./L.)	TOC average (mg./L.)	TOC average (mg./L.)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.17	0.33	1.60	1.99	0.54	0.67	1.74	1.15	1.40	0.67	1.74	1.15	1.40	0.67	1.67	1.57	0.97	0.67	0.67
3.00	6.00	2.33	2.05	0.94	0.82	2.19	2.29	1.30	0.82	2.19	2.29	1.30	0.82	2.26	2.17	1.12	0.82	0.82
6.00	12.00	3.76	2.03	2.78	2.23	2.36	3.95	3.26	2.23	2.36	3.95	3.26	2.23	3.06	2.99	3.02	2.23	2.23
10.00	20.00	6.04	2.18	2.13	3.22	6.62	4.82	1.47	3.22	6.62	4.82	1.47	3.22	6.33	3.50	1.80	3.22	3.22
15.00	30.00	8.06	4.56	4.56	3.00	9.28	2.04	1.84	3.00	9.28	2.04	1.84	3.24	8.67	3.30	3.20	3.12	3.12
20.00	40.00	14.81	3.99	2.22	4.00	13.99	3.61	4.82	4.00	13.99	3.61	4.82	4.00	14.40	3.80	3.52	4.00	4.00
30.00	60.00	13.40	13.41	4.76	2.80	13.80	6.59	4.46	2.80	13.80	6.59	4.46	2.80	13.60	10.00	4.61	2.80	2.80
40.00	80.00	33.33	17.47	5.54	3.80	33.03	3.73	2.02	3.80	33.03	3.73	2.02	3.90	33.18	10.60	3.78	3.85	3.85
50.00	100.00	39.05	23.89	3.88	3.60	39.03	18.91	4.52	3.60	39.03	18.91	4.52	3.64	39.04	21.40	4.20	3.62	3.62
70.00	140.00	-	26.32	7.44	5.30	-	21.88	5.56	5.30	-	21.88	5.56	4.68	-	24.10	6.50	4.99	4.99
80.00	160.00	-	-	12.34	4.00	-	-	9.00	4.00	-	-	9.00	6.04	-	-	10.67	5.02	5.02
90.00	180.00	-	-	-	6.40	-	-	-	6.40	-	-	-	6.58	-	-	-	6.49	6.49
122.00	244.00	-	-	-	6.00	-	-	-	6.00	-	-	-	6.26	-	-	-	6.13	6.13
130.00	260.00	-	-	-	14.41	-	-	-	14.41	-	-	-	13.59	-	-	-	14.00	14.00

Q 2 L./HRS.

ตาราง ก11 (ต่อ)

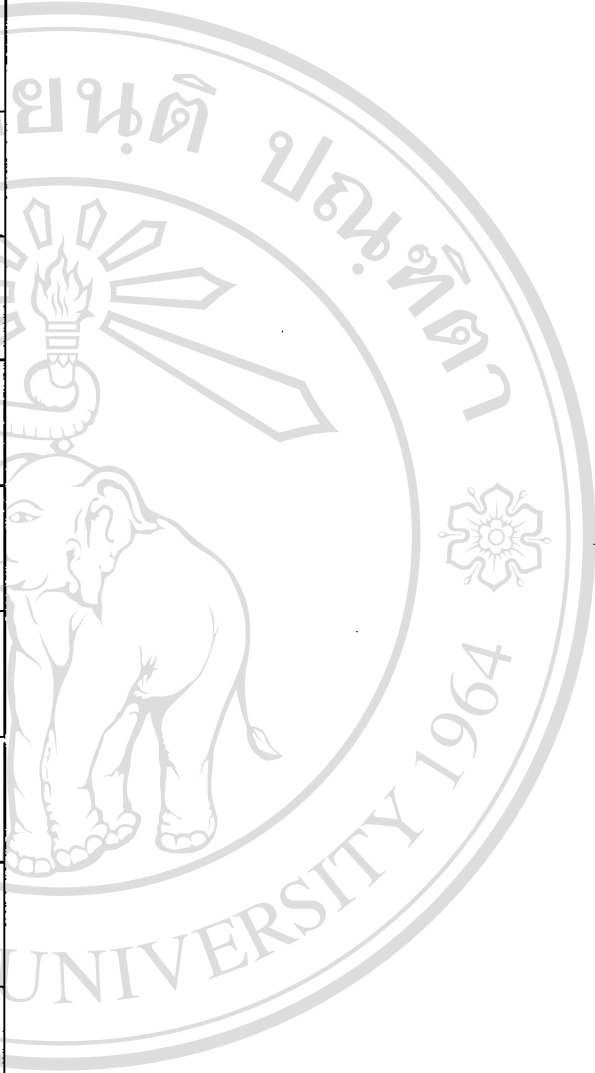
Time (HRS.)	V (L.)	Q 4 L./HRS.															
		Column1 TOC repl (mg./L.)	Column2 TOC repl (mg./L.)	Column3 TOC repl (mg./L.)	Column4 TOC repl (mg./L.)	Column1 TOC rep2 (mg./L.)	Column2 TOC rep2 (mg./L.)	Column3 TOC rep2 (mg./L.)	Column4 TOC rep2 (mg./L.)	Column1 TOC average (mg./L.)	Column2 TOC average (mg./L.)	Column3 TOC average (mg./L.)	Column4 TOC average (mg./L.)				
0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.50	10	1.76	1.73	1.23	1.01	0.88	1.37	0.89	1.83	1.32	1.55	1.06	1.42	1.32	1.32	1.06	1.42
7.00	28	13.00	2.46	2.11	1.82	14.42	2.84	2.63	1.66	13.71	2.65	2.37	1.74	13.71	2.65	2.37	1.74
7.50	30	18.44	2.96	1.76	1.50	18.9	1.78	0.88	0.7	18.67	2.37	1.32	1.1	18.67	2.37	1.32	1.1
8.00	32	25.18	2.18	2.98	1.35	24.82	3.10	1.24	1.21	25.00	2.64	2.11	1.28	25.00	2.64	2.11	1.28
9.00	36	33.89	4.52	1.02	1.62	32.99	4.86	2.32	0.48	33.44	4.69	1.67	1.05	33.44	4.69	1.67	1.05
13.00	52	34.64	10.48	1.06	1.23	34.98	11.14	2.72	1.83	34.81	10.81	1.89	1.53	34.81	10.81	1.89	1.53
17.00	68	37.50	18.65	4.30	2.20	38.46	17.85	4.10	2.32	37.98	18.25	4.2	2.26	37.98	18.25	4.2	2.26
20.00	80	38.67	21.37	11.27	3.84	38.25	22.31	11.93	2.80	38.46	21.84	11.6	3.32	38.46	21.84	11.6	3.32
25.00	100	-	23.54	10.77	4.86	-	23.58	7.83	3.18	-	23.56	9.3	4.02	-	23.56	9.3	4.02
30.00	120	-	-	18.07	4.46	-	-	18.53	4.50	-	-	18.30	4.48	-	-	18.30	4.48
46.50	186	-	-	15.43	5.54	-	-	19.37	5.82	-	-	17.40	5.68	-	-	17.40	5.68
52.00	208	-	-	22.88	7.05	-	-	28.52	8.23	-	-	25.70	7.64	-	-	25.70	7.64
53.50	214	-	-	32.16	11.04	-	-	28.44	11.86	-	-	30.30	11.45	-	-	30.30	11.45
59.00	236	-	-	32.55	13.03	-	-	29.39	13.97	-	-	30.97	13.50	-	-	30.97	13.50
60.50	242	-	-	29.32	16.12	-	-	30.48	16.68	-	-	29.90	16.40	-	-	29.90	16.40
66.00	264	-	-	33.10	17.69	-	-	33.48	16.91	-	-	33.29	17.30	-	-	33.29	17.30
73.00	292	-	-	37.11	20.10	-	-	37.35	20.30	-	-	37.23	20.20	-	-	37.23	20.20
83.50	334	-	-	38.67	27.28	-	-	37.35	28.64	-	-	38.01	27.96	-	-	38.01	27.96

ตาราง ก11 (ต่อ)

Time (HRS.)	V (L.)	Q 6 L./HRS.															
		Column1 TOC rep1 (mg./L.)	Column2 TOC rep1 (mg./L.)	Column3 TOC rep1 (mg./L.)	Column4 TOC rep1 (mg./L.)	Column1 TOC rep2 (mg./L.)	Column2 TOC rep2 (mg./L.)	Column3 TOC rep2 (mg./L.)	Column4 TOC rep2 (mg./L.)	Column1 TOC average (mg./L.)	Column2 TOC average (mg./L.)	Column3 TOC average (mg./L.)	Column4 TOC average (mg./L.)				
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	6.00	14.28	2.77	2.85	2.85	15.32	3.03	1.37	2.11	14.80	2.90	2.11	2.48	14.80	2.90	2.11	2.48
1.50	9.00	20.44	7.55	2.35	2.35	21.13	8.17	3.45	3.25	20.78	7.86	2.90	2.80	20.78	7.86	2.90	2.80
4.00	24.00	26.05	7.91	1.08	1.46	26.17	7.63	2.08	1.70	26.11	7.77	1.58	1.58	26.11	7.77	1.58	1.58
4.50	27.00	30.55	10.03	2.69	1.35	30.33	11.07	2.37	1.71	30.44	10.55	2.53	1.53	30.44	10.55	2.53	1.53
5.00	30.00	35.78	14.04	3.56	2.11	35.22	14.34	4.04	3.17	35.50	14.19	3.80	2.64	35.50	14.19	3.80	2.64
6.50	39.00	33.89	15.09	3.33	2.73	33.11	15.51	4.59	2.33	33.50	15.30	3.96	2.53	33.50	15.30	3.96	2.53
8.50	51.00	38.84	19.11	4.45	2.22	37.46	19.69	4.85	2.00	38.15	19.40	4.65	2.11	38.15	19.40	4.65	2.11
11.00	66.00	37.40	19.07	6.35	2.03	38.56	20.73	6.31	2.71	37.98	19.90	6.33	2.37	37.98	19.90	6.33	2.37
13.00	78.00	38.82	27.77	9.50	4.22	38.86	26.45	9.50	4.22	38.84	27.11	9.50	4.22	38.84	27.11	9.50	4.22
13.50	81.00	39.03	28.35	13.54	4.18	39.05	29.05	13.46	4.42	39.04	28.70	13.50	4.30	39.04	28.70	13.50	4.30
14.00	84.00	-	-	17.94	4.00	-	-	17.46	4.44	-	-	17.70	4.22	-	-	17.70	4.22
19.00	114.00	-	-	17.42	6.08	-	-	17.38	7.54	-	-	17.40	6.81	-	-	17.40	6.81
27.50	165.00	-	-	28.46	17.05	-	-	28.52	16.95	-	-	28.49	17.00	-	-	28.49	17.00
32.00	192.00	-	-	30.58	16.58	-	-	29.82	17.02	-	-	30.20	16.80	-	-	30.20	16.80
41.00	246.00	-	-	36.53	24.53	-	-	36.67	24.47	-	-	36.60	24.50	-	-	36.60	24.50

ตาราง ท11 (ต่อ)

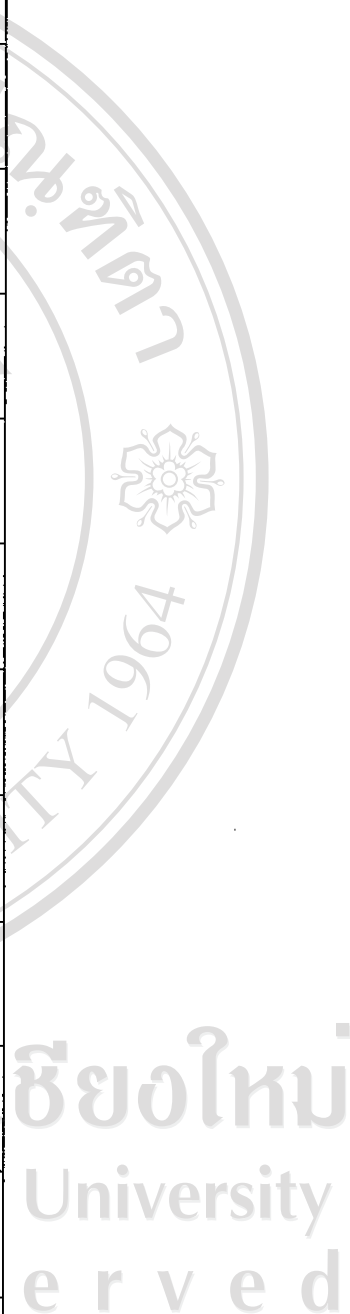
Time (HRS.)	V (L.)	Q 8 L./HRS.																
		Column1 TOC rep1 (mg./L.)	Column2 TOC rep1 (mg./L.)	Column3 TOC rep1 (mg./L.)	Column4 TOC rep1 (mg./L.)	Column1 TOC rep2 (mg./L.)	Column2 TOC rep2 (mg./L.)	Column3 TOC rep2 (mg./L.)	Column4 TOC rep2 (mg./L.)	Column1 TOC average (mg./L.)	Column2 TOC average (mg./L.)	Column3 TOC average (mg./L.)	Column4 TOC average (mg./L.)					
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.50	4.00	29.87	10.09	4.83	1.05	28.13	10.51	5.21	29.00	10.30	5.02	1.66	29.00	10.30	5.02	1.66	29.00	
1.00	8.00	37.24	10.06	4.01	4.01	37.88	11.54	7.43	37.56	10.80	7.20	4.09	37.56	10.80	7.20	4.09	37.56	
2.00	16.00	35.87	19.94	7.41	6.67	35.69	19.86	6.39	35.78	19.90	6.90	6.50	35.78	19.90	6.90	6.50	35.78	
3.00	24.00	36.40	22.65	13.81	7.14	36.44	22.55	14.99	36.42	22.60	14.40	7.10	36.42	22.60	14.40	7.10	36.42	
6.00	48.00	38.22	35.36	17.24	7.62	39.34	35.44	16.16	38.78	35.40	16.70	6.70	38.78	35.40	16.70	6.70	38.78	
12.50	100.00	39.03	38.90	26.24	9.24	39.05	38.10	26.96	39.04	38.50	26.60	9.40	39.04	38.50	26.60	9.40	39.04	
14.00	112.00	-	38.60	34.42	15.16	-	38.66	35.98	-	38.63	35.20	15.00	-	38.63	35.20	15.00	-	
20.00	160.00	-	-	34.88	21.19	-	-	34.12	-	-	34.50	21.20	-	-	34.50	21.20	-	-
23.50	188.00	-	-	38.29	31.18	-	-	38.11	-	-	38.20	31.61	-	-	38.20	31.61	-	-
26.50	212.00	-	-	-	30.50	-	-	-	-	-	-	30.91	-	-	-	-	-	-



มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University
s reserved

ตาราง ก12 ข้อมูลการทดลองของอัตราการไหลที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีโดยกระบวนการ Adsorption สำหรับถ่านกัมมันต์ถ่านหิน (F-300)

Time (HRS.)	V (L.)	Q 2 L/HRS.															
		Column1 TOC rep1 (mg./L.)	Column2 TOC rep1 (mg./L.)	Column3 TOC rep1 (mg./L.)	Column4 TOC rep1 (mg./L.)	Column1 TOC rep2 (mg./L.)	Column2 TOC rep2 (mg./L.)	Column3 TOC rep2 (mg./L.)	Column4 TOC rep2 (mg./L.)	Column1 TOC average (mg./L.)	Column2 TOC average (mg./L.)	Column3 TOC average (mg./L.)	Column4 TOC average (mg./L.)				
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.17	0.33	1.56	1.78	1.15	1.11	1.66	1.62	1.55	1.41	1.61	1.70	1.35	1.26	1.61	1.70	1.35	1.26
3.00	6.00	2.33	1.56	1.67	1.15	2.69	1.24	1.41	1.35	2.51	1.40	1.54	1.25	2.51	1.40	1.54	1.25
11.00	22.00	2.40	1.67	1.78	1.51	2.66	1.59	1.46	0.79	2.53	1.63	1.62	1.15	2.53	1.63	1.62	1.15
26.50	53.00	3.00	1.88	1.90	1.34	3.32	1.46	1.52	1.52	3.16	1.67	1.71	1.43	3.16	1.67	1.71	1.43
40.50	81.00	2.36	2.37	1.86	1.87	2.70	1.85	1.64	1.87	2.53	2.11	1.75	1.87	2.53	2.11	1.75	1.87
50.50	101.00	2.99	1.89	1.67	1.35	3.35	2.81	1.57	1.07	3.17	2.35	1.62	1.21	3.17	2.35	1.62	1.21
88.00	176.00	6.45	1.70	1.54	0.97	7.35	2.28	1.82	1.25	6.90	1.99	1.68	1.11	6.90	1.99	1.68	1.11
103.50	207.00	11.29	2.45	1.88	0.83	11.91	3.11	2.08	1.19	11.60	2.78	1.98	1.01	11.60	2.78	1.98	1.01
122.50	245.00	16.00	3.88	2.69	1.02	15.20	3.44	2.79	1.44	15.60	3.66	2.74	1.23	15.60	3.66	2.74	1.23
130.00	260.00	29.44	3.00	1.92	1.03	25.56	2.94	2.36	1.43	27.50	2.97	2.14	1.23	27.50	2.97	2.14	1.23
140.00	280.00	38.20	3.86	2.57	1.07	38.40	4.16	2.71	1.47	38.30	4.01	2.64	1.27	38.30	4.01	2.64	1.27
234.00	468.00	39.02	21.41	3.45	1.31	38.98	22.35	2.95	2.37	39.00	21.88	3.20	1.84	39.00	21.88	3.20	1.84
240.00	480.00	-	35.88	5.78	1.68	-	31.02	5.22	2.12	-	33.45	5.50	1.90	-	33.45	5.50	1.90
250.50	501.00	-	-	11.40	2.55	-	-	9.20	2.15	-	-	10.30	2.35	-	-	10.30	2.35
274.00	548.00	-	-	11.60	1.94	-	-	11.60	1.44	-	-	11.60	1.69	-	-	11.60	1.69
283.00	566.00	-	-	33.10	3.55	-	-	38.00	3.19	-	-	35.55	3.37	-	-	35.55	3.37
300.00	600.00	-	-	37.88	3.61	-	-	37.22	3.89	-	-	37.55	3.75	-	-	37.55	3.75
316.50	633.00	-	-	39.00	9.00	-	-	37.42	8.60	-	-	38.21	8.80	-	-	38.21	8.80
333.50	667.00	-	-	-	24.43	-	-	-	15.97	-	-	-	20.20	-	-	-	20.20



ตาราง ก12 (ต่อ)

Time (HRS.)	V (L.)	Q 4 L/HRS.																
		Column1 TOC rep1 (mg./L.)	Column2 TOC rep1 (mg./L.)	Column3 TOC rep1 (mg./L.)	Column4 TOC rep1 (mg./L.)	Column1 TOC rep2 (mg./L.)	Column2 TOC rep2 (mg./L.)	Column3 TOC rep2 (mg./L.)	Column4 TOC rep2 (mg./L.)	Column1 TOC average (mg./L.)	Column2 TOC average (mg./L.)	Column3 TOC average (mg./L.)	Column4 TOC average (mg./L.)					
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.50	10.00	1.12	0.94	1.30	1.02	1.58	1.78	1.17	1.58	2.16	0.92	1.90	1.90	1.35	1.55	1.11	1.46	1.46
8.50	34.00	4.98	1.53	1.12	1.78	5.04	1.78	1.17	5.04	1.17	3.10	1.98	1.98	5.01	1.35	2.11	1.88	1.88
30.00	120.00	6.85	2.46	2.42	1.95	7.75	1.95	2.82	7.75	2.82	2.06	1.55	1.55	7.30	2.64	2.24	1.75	1.75
35.00	140.00	13.56	2.73	1.24	2.54	14.24	2.54	2.01	14.24	2.01	1.48	1.68	1.68	13.90	2.37	1.36	2.11	2.11
44.00	176.00	15.31	2.65	2.84	3.54	15.09	3.54	2.65	15.09	2.65	1.64	4.02	4.02	15.20	2.65	2.24	3.78	3.78
50.00	200.00	29.00	10.45	2.33	2.66	31.00	2.66	9.55	31.00	9.55	3.35	3.04	3.04	30.00	10.00	2.84	2.85	2.85
55.00	220.00	30.66	11.06	3.77	3.37	31.94	3.37	12.14	31.94	12.14	2.89	2.67	2.67	31.30	11.60	3.33	3.02	3.02
65.00	260.00	37.85	21.52	4.99	2.55	37.15	2.55	20.98	37.15	20.98	4.55	3.01	3.01	37.50	21.25	4.77	2.78	2.78
74.00	296.00	37.56	25.01	2.48	1.65	36.44	1.65	25.19	36.44	25.19	3.50	2.25	2.25	37.00	25.10	2.99	1.95	1.95
75.00	300.00	39.00	32.36	5.90	3.78	39.04	3.78	37.40	39.04	37.40	5.78	3.30	3.30	39.02	34.88	5.84	3.54	3.54
76.00	304.00	-	-	8.05	1.58	-	1.58	-	-	-	8.83	1.74	1.74	-	-	8.44	1.66	1.66
78.00	312.00	-	-	14.03	4.45	-	4.45	-	-	-	14.97	4.29	4.29	-	-	14.50	4.37	4.37
80.00	320.00	-	-	15.00	4.22	-	4.22	-	-	-	15.60	4.88	4.88	-	-	15.30	4.55	4.55
85.00	340.00	-	-	24.04	3.98	-	3.98	-	-	-	23.96	3.32	3.32	-	-	24.00	3.65	3.65
90.00	360.00	-	-	22.00	3.20	-	3.20	-	-	-	22.80	4.54	4.54	-	-	22.40	3.87	3.87
95.00	380.00	-	-	32.29	3.78	-	3.78	-	-	-	31.71	3.92	3.92	-	-	32.00	3.85	3.85
120.00	480.00	-	-	29.63	17.59	-	17.59	-	-	-	28.77	17.49	17.49	-	-	29.20	17.54	17.54
140.00	560.00	-	-	36.12	24.45	-	24.45	-	-	-	36.48	23.99	23.99	-	-	36.30	24.22	24.22
161.00	644.00	-	-	37.89	27.45	-	27.45	-	-	-	34.11	28.33	28.33	-	-	36.00	27.89	27.89

ตาราง ก12 (ต่อ)

Time (HRS.)	V (L.)	Q6 L./HRS.															
		Column1 TOC rep1 (mg./L.)	Column2 TOC rep1 (mg./L.)	Column3 TOC rep1 (mg./L.)	Column4 TOC rep1 (mg./L.)	Column1 TOC rep2 (mg./L.)	Column2 TOC rep2 (mg./L.)	Column3 TOC rep2 (mg./L.)	Column4 TOC rep2 (mg./L.)	Column1 TOC average (mg./L.)	Column2 TOC average (mg./L.)	Column3 TOC average (mg./L.)	Column4 TOC average (mg./L.)				
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	6.00	5.64	4.42	2.58	2.57	9.00	1.40	1.72	2.33	7.32	2.91	2.15	2.45	7.32	2.91	2.15	2.45
2.00	12.00	7.77	6.36	2.24	2.73	10.63	1.86	3.72	2.99	9.20	4.11	2.98	2.86	9.20	4.11	2.98	2.86
5.50	33.00	15.33	2.45	1.02	1.46	22.27	2.91	2.14	2.04	18.80	2.68	1.58	1.75	18.80	2.68	1.58	1.75
10.00	60.00	26.77	5.45	3.69	3.55	22.23	5.75	3.15	3.19	24.50	5.60	3.42	3.37	24.50	5.60	3.42	3.37
11.50	69.00	35.44	10.47	4.43	2.51	29.22	11.23	3.97	2.77	32.33	10.85	4.20	2.64	32.33	10.85	4.20	2.64
16.00	96.00	36.23	19.44	3.43	4.54	35.97	19.64	4.49	4.56	36.10	19.54	3.96	4.55	36.10	19.54	3.96	4.55
27.00	162.00	38.12	21.58	3.04	2.32	36.48	21.90	3.84	1.98	37.30	21.74	3.44	2.15	37.30	21.74	3.44	2.15
35.00	210.00	37.81	32.50	6.02	2.52	36.89	32.38	6.66	2.38	37.35	32.44	6.34	2.45	37.35	32.44	6.34	2.45
37.00	222.00	37.20	35.00	17.00	4.55	37.90	36.70	17.80	3.91	37.55	35.85	17.40	4.23	37.55	35.85	17.40	4.23
40.00	240.00	39.02	39.05	18.18	4.00	38.74	37.75	18.22	4.50	38.88	38.40	18.20	4.25	38.88	38.40	18.20	4.25
45.00	270.00	-	-	36.33	4.00	-	-	36.67	5.10	-	-	36.50	4.55	-	-	36.50	4.55
70.00	420.00	-	-	37.10	14.21	-	-	39.70	14.25	-	-	38.40	14.23	-	-	38.40	14.23
80.00	480.00	-	-	33.10	11.11	-	-	42.50	16.41	-	-	37.80	13.76	-	-	37.80	13.76
87.50	525.00	-	-	36.85	28.76	-	-	39.95	26.34	-	-	38.40	27.55	-	-	38.40	27.55
100.00	600.00	-	-	39.01	35.66	-	-	38.99	28.34	-	-	39.00	32.00	-	-	39.00	32.00

ตาราง ก 12 (ต่อ)

Time (HRS.)	V (L.)	Q 8 L/HRS.															
		Column1 TOC rep1 (mg./L.)	Column2 TOC rep1 (mg./L.)	Column3 TOC rep1 (mg./L.)	Column4 TOC rep1 (mg./L.)	Column1 TOC rep2 (mg./L.)	Column2 TOC rep2 (mg./L.)	Column3 TOC rep2 (mg./L.)	Column4 TOC rep2 (mg./L.)	Column1 TOC average (mg./L.)	Column2 TOC average (mg./L.)	Column3 TOC average (mg./L.)	Column4 TOC average (mg./L.)				
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.17	1.33	11.03	5.05	5.20	3.00	11.17	4.95	6.68	4.40	11.10	5.00	5.94	3.70				
3.00	24.00	23.04	15.43	6.04	3.08	24.16	14.57	5.98	4.32	23.60	15.00	6.01	3.70				
6.50	52.00	35.02	18.04	9.07	5.07	35.58	18.96	8.97	4.93	35.30	18.50	9.02	5.00				
10.00	80.00	33.08	30.32	13.00	4.05	33.72	30.36	13.80	5.55	33.40	30.34	13.40	4.80				
18.00	144.00	38.30	38.50	13.04	3.56	38.20	38.30	14.36	3.84	38.25	38.40	13.70	3.70				
27.00	216.00	38.44	39.01	34.32	4.04	39.16	37.03	37.68	4.96	38.80	38.02	36.00	4.50				
33.00	264.00	-	-	32.45	9.96	-	-	32.35	9.34	-	-	32.40	9.65				
35.00	280.00	-	-	35.17	17.50	-	-	38.03	17.30	-	-	36.60	17.40				
38.00	304.00	-	-	35.99	14.34	-	-	37.21	20.46	-	-	36.60	17.40				
40.00	320.00	-	-	37.31	22.65	-	-	36.15	23.45	-	-	36.73	23.05				
44.00	352.00	-	-	38.93	26.78	-	-	36.27	19.22	-	-	37.60	23.00				

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการคำนวณ

ข.1 ตัวอย่างการคำนวณค่าใช้จ่ายในกระบวนการโคแอกกูเลชัน โดยใช้ สารส้มเป็นสารโคแอกกูเลนต์ ในการทดลอง Jar test

การคำนวณค่าใช้จ่ายในการกำจัดที่โอซีโดยใช้สาร โคแอกกูเลนต์ชนิด Alum 200 มก./ล. พีเอช 5 โดยพิจารณา Alum เท่ากับ 15 บ./กก.

ความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 420 มก./ล.

ความเข้มข้นหลังจากการกำจัดเท่ากับ 49.99 มก./ล.

กำจัดได้เท่ากับ $420 - 49.99 = 370.01$ มก./ล. หรือ 88.11%

ค่าสาร โคแอกกูเลนต์ชนิด Alum

ในการกำจัดที่โอซี เท่ากับ 370.01 มก./ล. ต้องใช้ Alum เท่ากับ 200 มก./ล.

ดังนั้น Alum เท่ากับ $200/1,000 = 0.2$ กก./ลบ.ม.

คิดเป็นเงินเท่ากับ $0.2 \times 15 = 3$ บาท/ลบ.ม.

ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการกำจัด

เครื่อง Jar Test ใช้ไฟฟ้า 1 A. 220 โวลต์

ในการทดลองกวนเร็วเป็นเวลา 1 นาที กวนช้าเป็นเวลา 20 นาที รวมเป็น 21 นาที หรือ 0.35 ชั่วโมง

จาก $P = IV = 1 \times 220 = 220$ W หรือ 0.22 KW

$W = PT = 0.22 \times 0.35 = 0.077$ KW-hr

การคิดอัตราค่าไฟฟ้า (F_c) = 0.7842 บาท ต่อ หน่วย

ฉะนั้นค่าไฟฟ้า = $0.077 \times 0.7842 = 0.06$ บาท

รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดคือ $3 + 0.06 = 3.06$ บาท/ลบ.ม.

ข.2 ตัวอย่างการคำนวณค่าปริมาณที่ไอซีที่ถูกกำจัดและความสามารถในการดูดติด ที่อัตราการไหล
2 ลิตร/ชั่วโมง ที่คอลัมน์ที่ 1 สำหรับถ่านกัมมันต์ F 300

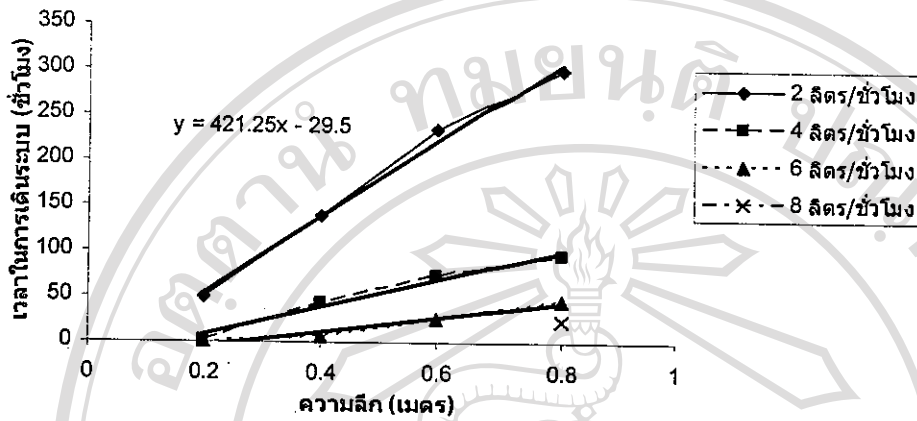
F 300 Column 1							
Q 2 L/hr.							
t (hr.)	V _t (L)	Σ v (L)	C ₀ (mg/L)	C _{avg} (mg/L)	C ₀ -C (mg/L)	(C ₀ -C)V _t (mg)	Σ (C ₀ -C)V _t (mg)
0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0
0.17	0.33	0.33	39.05	1.61	37.44	12.48	12.48
3.00	5.67	6.00	39.05	2.51	36.54	207.06	219.54
11.00	16.00	22.00	39.05	2.53	36.52	584.32	803.86
26.50	31.00	53.00	39.05	3.16	35.89	1112.59	1916.45
40.50	28.00	81.00	39.05	2.53	36.52	1022.56	2939.01
50.50	20.00	101.00	39.05	3.17	35.88	717.6	3656.61
88.00	75.00	176.00	39.05	6.90	32.15	2411.25	6067.86
103.50	31.00	207.00	39.05	11.60	27.45	850.95	6918.81
122.50	38.00	245.00	39.05	15.60	23.45	891.1	7809.91
130.00	15.00	260.00	39.05	27.50	11.55	173.25	7983.16
140.00	20.00	280.00	39.05	38.30	0.75	15	7998.16
211.00	142.00	422.00	39.05	39.00	0.05	7.1	8005.26

ปริมาณที่ไอซีที่ถูกกำจัดสะสมตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงจุดหมดสภาพเท่ากับ 8005.26 mg.

น้ำหนักถ่านในคอลัมน์เท่ากับ 219 g.

ดังนั้นความสามารถในการดูดติด (N₀) มีค่าเท่ากับ $8005.26/219 = 36.6$ mg./g

ข.3 ตัวอย่างการคำนวณความลึกวิกฤตของชั้นถ่าน ความสามารถในการดูดติด และค่าอัตราการดูดติดของถ่านกัมมันต์ F 300 ในการทดลองแบบต่อเนื่อง ที่อัตราการไหล 2 ลิตร/ชั่วโมง



จากกราฟจะได้สมการเส้นตรงของเส้นอัตราการไหล 2 ลิตร/ชั่วโมง ซึ่งสามารถหาค่าความลึกวิกฤตของชั้นถ่านได้โดยการแทนค่า y ในสมการให้เท่ากับ 0 และทำการหาค่าของ x ซึ่งมีค่าเท่ากับความลึกวิกฤตของชั้นถ่าน

จาก $y = 421.25x - 29.5$ แทนค่า y เท่ากับ 0 จะได้
 $x = 0.07$

ดังนั้นจะได้ค่าความลึกวิกฤตของชั้นถ่านเท่ากับ 0.07 เมตร
 จากนั้นนำค่า slope ที่ได้จากกราฟไปแทนค่าในสมการ

$$\text{slope} = \frac{N_0}{C_0 V}$$

เพื่อหาค่าความสามารถในการดูดติด (N_0) ดังนี้

$$421.25 = N_0 / (39.05 \times 1.019)$$

ดังนั้น $N_0 = 16,764 \text{ mg/l}$

และนำค่าความสามารถในการดูดติด และค่าความลึกวิกฤตมาคำนวณหาค่าอัตราการดูดติด

ติดจากสมการ

$$D_0 = \frac{V}{KN_0} \left[\ln \left(\frac{C_0}{C_B} - 1 \right) \right]$$

$$K = (1.019 / (0.07 \times 16,764)) \times 1.918 = 0.00167 \text{ ล./มก.-ชม.}$$

ข.3 ตัวอย่างการคำนวณค่า EBCT และอัตราการใช้ถ่านในการทดลองแบบต่อเนื่องของถ่านกัมมันต์ F 300 ที่อัตราการไหล 2 ลิตร/ชั่วโมง

จากสมการ
$$EBCT = \frac{\text{Bed volume}}{\text{Flow rate}}$$

เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของ Column เท่ากับ 0.05 เมตร
 ดังนั้น พื้นที่หน้าตัด เท่ากับ $(22/7) \times 0.025 \times 0.025 = 0.00196$ ตร.ม.
 ชั้นถ่านสูง 0.2 เมตร
 Bed volume = $0.2 \times 0.00196 = 0.00039$ ลบ.ม.
 อัตราการไหลของน้ำเท่ากับ = 0.002 ลบ.ม./ชั่วโมง
 ดังนั้น EBCT มีค่าเท่ากับ $0.00039 / 0.002 = 0.2$ ชั่วโมง
 เท่ากับ 12 นาที

การคำนวณหาค่าอัตราการใช้ถ่าน (CUR) ที่จุดเบรคทูลความเข้มข้นที่ไอซี 5 มก./ล. อัตราการไหล 2 ลิตร/ชั่วโมง และน้ำหนักถ่านใน Column มีค่าเท่ากับ 219 กรัม

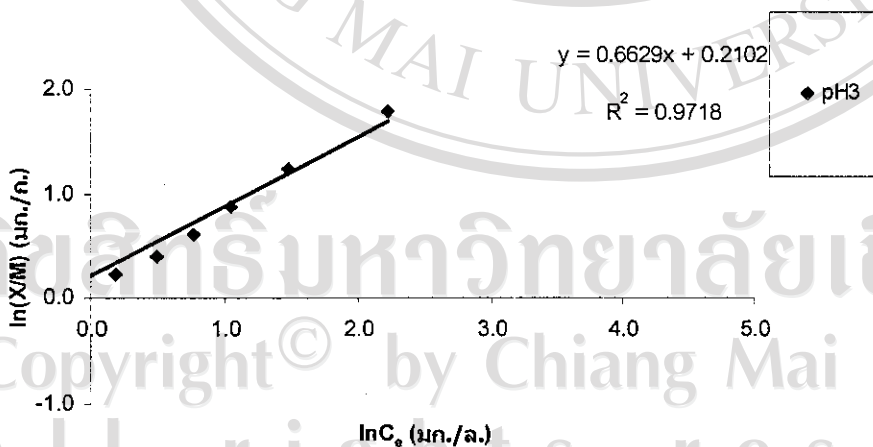
จากสมการ
$$\text{Carbon usage rate} = \frac{\text{Weight of carbon in column}}{\text{Volume at breakthrough}}$$

ที่ Column 1 ปริมาตร ณ จุดเบรคทูล เท่ากับ 101 ลิตร
 CUR มีค่าเท่ากับ $219 / 101 = 2.17$ กรัม/ลิตร

ข.4 ตัวอย่างการคำนวณค่าความสามารถในการดูดติดของถ่านกะลามะพร้าว (C-1000) ในน้ำเสียสี
รวมที่มีความเข้มข้น TOC เริ่มต้น 39.05 มก./ล. ที่พีเอชเท่ากับ 3

pH 3												
m (mg.)	v. (ml.)	TOC C ₀ (mg./l.)	TOC C _e Rep1 (mg./l.)	TOC C _e Rep2 (mg./l.)	Average TOC C _e (mg./l.)	(C ₀ - C _e)*v (mg.)	x/m (mg./g.)	1/(x/m) (g./mg.)	C _e /(x/m) (g./l.)	ln(x/m) (mg./g.)	ln(C _e) (mg./l.)	
0	100	39.05	39.05	39.05	39.05	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
500	100	39.05	12.47	6.14	9.31	2.97	5.949	0.168	1.564	1.783	2.231	
1000	100	39.05	3.91	4.87	4.39	3.47	3.466	0.289	1.267	1.243	1.479	
1500	100	39.05	1.94	3.76	2.85	3.62	2.413	0.414	1.181	0.881	1.047	
2000	100	39.05	1.14	3.14	2.14	3.69	1.846	0.542	1.160	0.613	0.761	
2500	100	39.05	0.77	2.52	1.65	3.74	1.496	0.668	1.099	0.403	0.498	
3000	100	39.05	0.56	1.86	1.21	3.78	1.261	0.793	0.959	0.232	0.191	
3500	100	39.05	0.46	0.95	0.71	3.83	1.095	0.913	0.648	0.091	-0.342	
4000	100	39.05	0.36	0.8	0.58	3.85	0.962	1.040	0.603	-0.039	-0.545	

จากข้อมูลในตารางนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ตามสมการของ Freundlich ได้ดังนี้



จากสมการของ Freundlich คือ $\ln (X/M) = \ln K_F + \frac{1}{n} \ln C_e$ or $(X/M) = K_F C_e^{1/n}$

ค่าความชัน $1/n = 0.66$

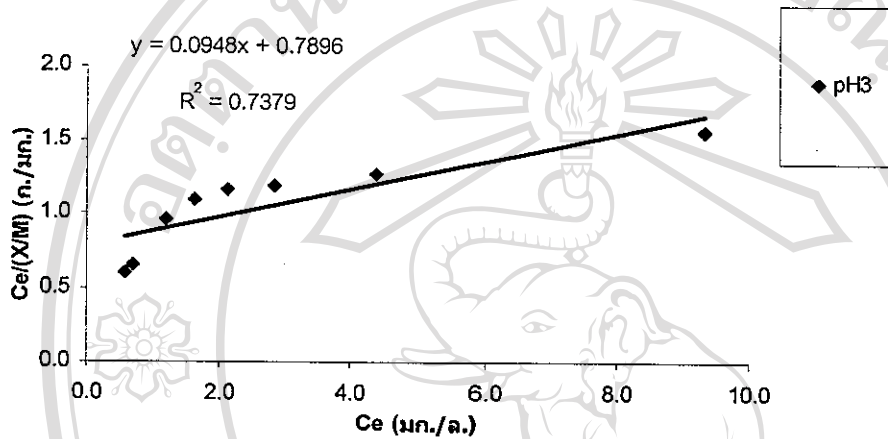
และ $\ln K$ คือจุดตัดแกน $y = 0.21$

; $K = 1.234$

หาค่าความสามารถในการดูดติดตามสมการของ Freundlich คือ

$$(X/M) = K_F C_e^{1/n} \text{ แทนค่าจะได้ } (X/M) = 1.234 \times 39.05^{0.66} \\ = 13.86 \text{ มก./ก.}$$

จากข้อมูลในตารางนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ตามสมการของ Langmuir ได้ดังนี้



จากสมการของ Langmuir คือ $C_e/(X/M) = \frac{1}{ab} + \frac{1}{a}C_e$

ค่าความชันเท่ากับ $1/a = 0.095$; $a = 10.53$

และ $1/ab$ เท่ากับ จุดตัดแกน y เท่ากับ $1/ab = 0.79$

ได้ b เท่ากับ 0.12

หาค่าความสามารถในการดูดติดตามสมการของ Langmuir คือ

$$C_e/(X/M) = \frac{1}{ab} + \frac{1}{a}C_e \text{ แทนค่าจะได้}$$

$$X/M = 8.68 \text{ มก./ก.}$$

ข.5 ตัวอย่างการคำนวณค่าใช้จ่ายในกระบวนการดูดติดผิวโดยใช้ถ่านกัมมันต์ชนิด F 300 เป็น
ตัวกลางดูดซับในการทดลองกระบวนการดูดติดผิวแบบต่อเนื่อง

ถ่านกัมมันต์ F 300 ปริมาตร 70 ลิตร ราคา 5,000 บาท
 มีความหนาแน่น 0.48 (กรัม/ซม.³) ดังนั้นถ่านกัมมันต์ 1 ถุง หนัก 34 กก.
 จากข้อมูลอัตราการใช้ถ่านของถ่านกัมมันต์ F 300 ที่อัตราการไหล 2 ลิตร/ชั่วโมง
 และที่เวลาสัมผัส 24 นาทีพบว่ามีความอัตราการใช้ถ่านเท่ากับ 1.56 กรัม/ลิตร
 ดังนั้นที่ ปริมาตรน้ำเสีย 1,000 ลิตร (1 ลบ.ม.) จะต้องใช้ถ่านทั้งหมด 1,560 กรัม
 คิดเป็นราคาของถ่านกัมมันต์เท่ากับ $(5,000 \times 1.56) / 34 = 230$ บาท

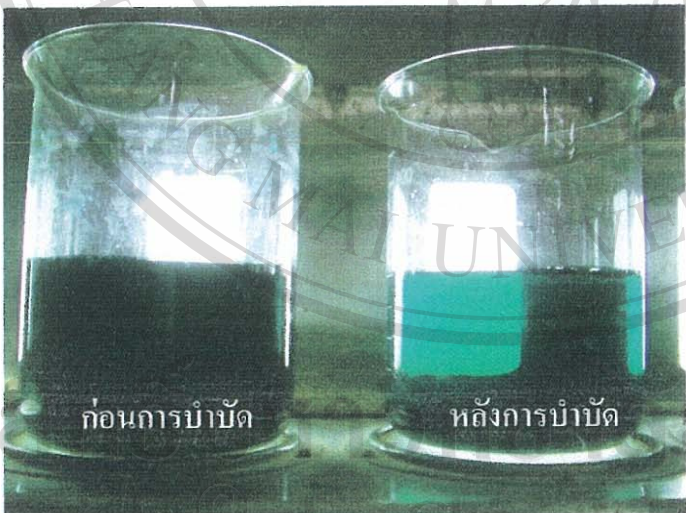
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

ภาคผนวก ค.

รูปแสดงลักษณะของน้ำเสียที่ย้อมผ้ารวมที่ใช้ในการทดลอง

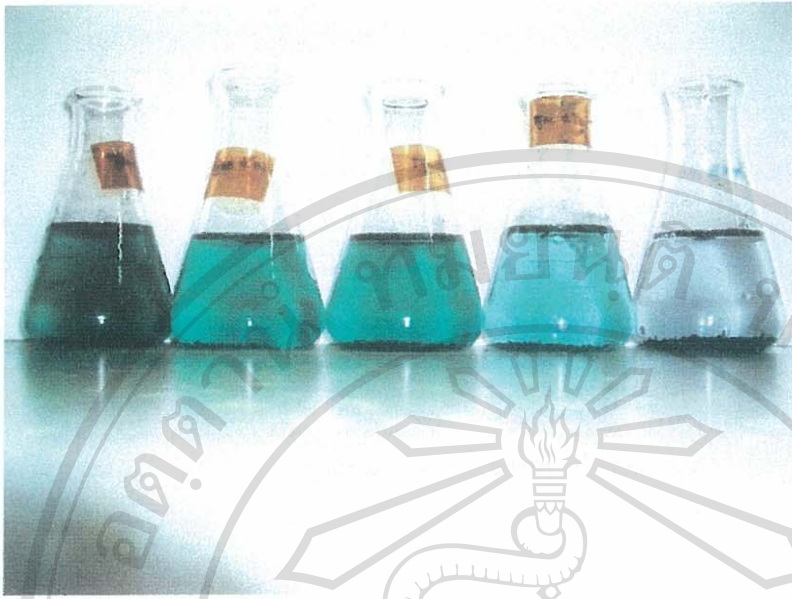


รูปที่ ค-1 ลักษณะของน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชัน



รูป ค-2 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของน้ำเสียที่ย้อมผ้ารวมก่อนและหลังทำการโคแอกกูเลชัน

ลิขสิทธิ์ © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป ก-3 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของน้ำเสียสีย้อมผ้ารวมก่อนและหลังทำการดูดติดแบบไม่ต่อเนื่อง
ในขั้นตอนการทดลองผลของพีเอชที่มีต่อเวลาสัมผัสของถ่านกัมมันต์



รูป ก-4 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของน้ำเสียสีย้อมผ้ารวมก่อนและหลังทำการดูดติดแบบต่อเนื่องใน
ขั้นตอนการทดลองผลของอัตราการใช้ถ่านกัมมันต์ที่มีต่อความสามารถในการดูดติดของถ่านกัมมันต์

ภาคผนวก ง.

ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

PROCEEDINGS of
The 13th Tri-University International
Joint Seminar & Symposium 2006
Oct. 29~Nov. 2



The Role of Asia in the World
Population, Food, Energy, Environment
plus
Culture and New Frontiers

- Bangladesh : Bangladesh Agricultural University
- China : Guangxi University
Henan Normal University
Inner Mongolia University of Technology
Jiangsu University
Shanghai Fisheries University
Southern Yangtze University
Tsinghua University
Xi'an University of Technology
- Indonesia : Bogor Agricultural University
- Japan : Mie University
- Korea : Ewha Womans University
Pukyong National University
- Malaysia : Universiti Putra Malaysia
- Moscow : Hassan II Institute of Agronomy and Veterinary Medicine
- Philippines : Leyte State University
- Thailand : Chiang Mai University
Kasetsart University
Rajabhat University
King Mongkut's Institute of Technology of Ladkrabang
Surathani University of Technology
Thammasat University
- USA : Mercer University

Mie University, Japan

TRI-UNIV 2006

ลิขสิทธิ์ © Chiang Mai University
All rights reserved

7.6	Indigo Dye Production in Bangladesh - A Case Study in Modhupur Forest Area (Bangladesh Agricultural University)	223
	M. D. Hussain, M. Parvez Islam	
7.7	Conidial Morphology of <i>Corynespora Cassicola</i> on Rubber Tree (<i>Hevea brasiliensis</i>) in Malaysia (Universiti Putra Malaysia)	227
	Nguyen Anh Nghia, Jugah Kadir, Adam Malik, Mohd. Puad Abdullah, E. Sunderasan, Suhaimi Napis	
7.8	Forest Management Model for AR-CDM Project - Case Study in Indonesia (Mie University)	233
	Naoto Matsumura, Nobuo Ishibashi, Taulana Sukandi, Rinaldi Imanuddin, Kazuya Ando	
Session 8		
8.1	Control of Dendrite Second Arms by Periodic Thermal Noise from the Simulation of Phase-Field Method (Mie University)	237
	Hitoshi Ishido, Tomotsugu Aoyama, Shigeo Kotake, Yasuyuki Suzuki	
8.2	Total Organic Carbon Removal from Textile Industry Wastewater by Adsorption (Chiang Mai University)	241
	Permpong na Lampoon, Khajornsak Sopajaree, Warunyoo Songkran	
8.3	The Amazon Rainforest in Danger (Mie University)	245
	Edgardo A. Mendez	
8.4	The Inversion of the Relationship between Rainfall and Erosion Sediment Yield Based on Sediment Depositing Information of Check-Dam in Small Watershed (Xi'an University of Technology)	249
	Xia Wei, Zhanbin Li, Peng Li, Xungui Li	
8.5	Applying Cleaner Technologies in Crude Palm Oil Industries (Bogor Agricultural University)	253
	Jessie Indri Nugraheni	
8.6	Study of Two Small Scale Japanese Harvesting Machines under Moroccan Conditions in Two Mountainous Areas: Taza and Shoul (Hassan II Institute of Agronomy and Veterinary Medicine University)	257
	Benaissa Bouzrari, Mohamed Ramah	
8.7	The Ichthyic Culture and the Main Symbols of Fish in Chinese Culture (Shanghai Fisheries University)	261
	Bo Ning, Juan-wen Zhao	
8.8	Determination of Changes between Bacteria Numbers and Chemical Characteristics During Plaa-Som Fermentation (Khon Kaen University)	265
	Phikunthong Kopermsub, Sirinda Yunchalard	
Session 9		
9.1	The Disaster Prevention Awareness for Reducing Human Damage by the Flood in the Sufferer Times (Mie University)	270
	Chiharu Mizuki, Yojiro Utsunomiya, Hye-Sook Park	
9.2	The Effects of Tourism on Lijiang River's Environment and Some Recommended Suggestions for It (Guangxi University)	274
	Limin Mo	
9.3	Thai Aroma Herb Drying with Microwave Assisted Heat Pump Dryer (Kasetsart University)	278
	Tawarat Tipyavimol, Somyot Chirnakorn	
9.4	Quality of Fresh - Cut Asparagus in Modified Atmosphere Packaging (Kasetsart University)	282
	Peeriya Kiatchanapaiboon, Rungsinee Sothornvit	

TOTAL ORGANIC CARBON REMOVAL FROM TEXTILE INDUSTRY WASTEWATER BY ADSORPTION

Permpong na Lampoon
Researcher
Department of Environmental
Engineering Chiang Mai University

Khajornsak Sopajaree
Advisor
Department of Environmental
Engineering Chiang Mai University

Warunyo Songkran
Assistant researcher
Department of Environmental
Engineering Chiang Mai University

ABSTRACT The effect of pH on equilibrium contact time and adsorptive capacities of 2 activated carbons, F-300 and C-1000, towards direct dyes in textile wastewater was investigated. Batch experiments showed that the adsorption of dye increased with the increase in contact time, and equilibrium times were independent of pH. The Maximum decolourisation of textile dye wastewater was observed at acidic pH. Adsorption of textile dye wastewater was found to follow the Freundlich model rather than Langmuir. F-300 apparently had more textile dye adsorptive capacity than C-1000.

1. INTRODUCTION

Lamphun city is facing environmental problem in which a hundred of small-scale dyeing units generate enormous amount of polluted water. Mostly, the areas situated around industrial belts are under stress due to the continuous disposal of the untreated water. The quality of water is continuously deteriorating due to addition of toxic dyeing effluents. Dyeing effluents from textile industries are highly toxic as they contain a large number of metal complex dyes (e.g. Cr and Co complexes). The high concentration of such dyes causes many water borne diseases and increases the BOD of receiving waters. Hundreds of small-scale dyeing industries are facing closure since they are not treating their effluents. It is not economical for them to treat the effluent. Hence, it is imperative that a suitable treatment method should be devised.

Adsorption by activated carbon is one of currently used methods. However, commercial activated carbons imported from developed countries are ideal adsorbents for removing organic matter such as dyes due to its high capital cost. Hence, it is not economical for them to be used in small dyehouse. Luckily, there are some cheaper activated carbons can be purchased from local companies within the city of Lamphun. Most of these activated carbons are developed from low cost materials such as coconut shells and Lignite coals. However, it is not clearly that these relatively low cost activated carbons can adsorb textile dyes effectively. To clarify this, this experiment is conducted aiming to investigate the textile dye adsorption characteristics of 2 activated carbons (local activated carbon(C-1000) and imported activated carbon (F-300)).

2. EXPERIMENTS

2.1 Textile dye wastewater

Textile dye wastewater used in this study was collected from a small dyehouse located in Lamphun, Thailand. The wastewater was collected in 20 L tanks and kept in a dark room at temperature of 5 °C. The degree of dye concentration in textile dye wastewater indirectly evaluated by measuring TOC. TOC was measured by TOC analyzer which analyzes both organic carbon and inorganic carbon using the wet oxidation method.

2.2 Adsorbents

Commercially available, activated carbons used in this study were F-300 and C-1000. F-300 is made from bituminous coal and manufactured by Calgon Carbon Corp. C-1000 activated carbon is made from coconut shell and manufactured by local company. Both activated carbons were sieved to selected particle sizes (<106 µm for bath experiment, and 2.38 mm<particle size<0.60 mm for column experiment), washed several times with distilled water, dried in an oven at 110 °C for 24 h, and kept in closed containers.

2.3 Effect of pH on contact time

To study the effect of pH on contact time, batch experiments were conducted at ambient temperature. For each experimental run, 50 ml. of textile dye wastewater of known TOC concentration pH and known amount of either F-300 or C-1000 were taken in a 125 ml. flask. This mixture was agitated at a constant speed of 250 rpm. Samples were then withdrawn at appropriate time intervals. Some particles remained suspended and did not settle down easily. Therefore, all the samples were centrifuged at 10,000 rpm for 30 min.

In order to remove remained impurities. The samples were then analyzed for the residual TOC concentration using TOC analyzer. The effect of pH on dye removal was studied over a pH range of 3-9. pH was adjusted by the addition of dilute aqueous solutions of HCl or NaOH (0.10 M). Blank experimental runs, with only the adsorbents in 50 ml. of double-distilled water, were conducted simultaneously at similar conditions to account for any TOC leached by the adsorbents and adsorbed by glass containers

2.4 Effect of pH on adsorptive capacity

To study effect of pH on adsorptive capacity at different pH, Textile wastewater was agitated with the known amount of adsorbent till the equilibrium was achieved. The residual TOC concentration of the solution was then determined. Batch tests were carried out to compare the adsorptive capacity and intensity of the adsorbents. Blank experimental runs with only the adsorbents in 50 ml. of double-distilled water were conducted simultaneously at similar conditions to account for any TOC leached by the adsorbents and adsorbed by glass containers.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1 Effect of pH on contact time

Effects of contact time and initial pH on adsorption of textile dye wastewater by F-300 and C-1000 are presented in Fig-1. At all initial pH, amount of TOC adsorbed increased with the increase in contact time and reached equilibrium after 2 hours. However, equilibrium times are independent of initial pH. Moreover, the adsorptive capacity was greater for lower initial pH concentration.

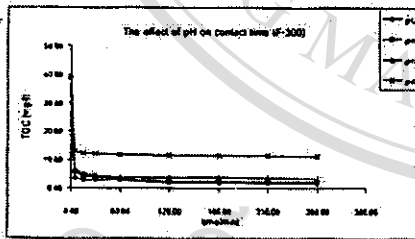


Fig 1. The effect of pH on contact time (F-300)

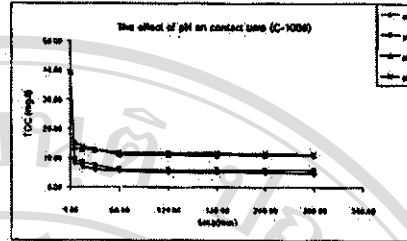


Fig.2. The effect of pH on contact time (C-1000)

3.2 Effect of pH on adsorptive capacity

To study the influence of pH on the adsorption capacity of F-300 and C-1000, experiments were performed at different initial pHs changing from 3 to 9. The equilibrium data were analyzed by using the two most commonly used isotherms, Freundlich and Langmuir isotherm equations, which are explained as follows:

3.3 Freundlich isotherm

Herbert Max Finley Freundlich, a German physical chemist, presented an empirical adsorption isotherm for non ideal adsorption on heterogeneous surfaces as well as multilayer adsorption and is expressed by the equation:

$$q_e = K_f C_e^{1/n} \text{ or } \ln q_e = \ln K_f + \frac{1}{n} \ln C_e \quad (1)$$

Where C_e (mg/L) is the solute concentration in the liquid at equilibrium, q_e (mg/g) the amount of dye adsorbed at equilibrium, K_f (mg/g)(L/g)^{1/n} and $1/n$ are the Freundlich constants related to adsorption capacity and adsorption intensity, respectively.

The Freundlich isotherm has been derived by assuming an exponentially decaying adsorption site energy distribution.

3.4 Langmuir isotherm

Irving Langmuir, an American chemist developed a theoretical equilibrium isotherm relating the amount of solute adsorbed on a surface to the concentration of solute. This equation is derived from simple mass action kinetics, assuming chemisorption. This model is based on two assumptions that the forces of interaction between adsorbed molecules are negligible and once a molecule occupies a site no further adsorption takes place. Theoretically, therefore, a saturation value is reached beyond which no further adsorption takes place. The saturated monolayer adsorption capacity can be represented by the expression:

$$q_e = \frac{K_L q_m C_e}{1 + K_L C_e} \text{ or } \frac{C_e}{q_e} = \frac{C_e}{q_m} + \frac{1}{K_L q_m} \quad (2)$$

Where C_e is the equilibrium concentration (mg/L), q_e the amount of dye sorbed (mg/g), q_m is q_e or a complete monolayer (mg/g); K_L is the adsorption equilibrium constant (L/mg)

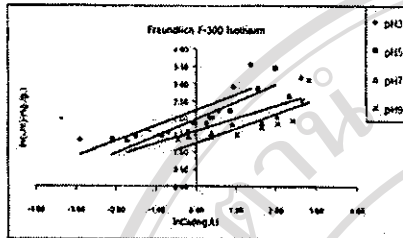


Fig 3. Freundlich Isotherm (F 300)

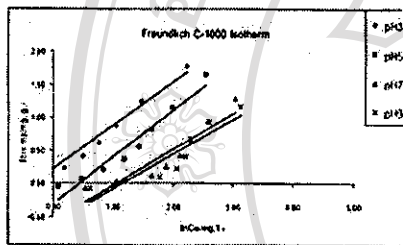


Fig 4. Freundlich Isotherm (C 1000)

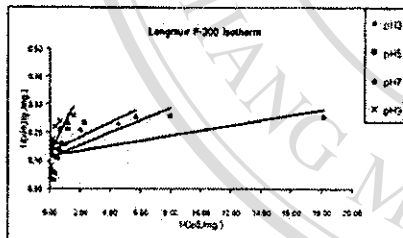


Fig 5. Langmuir Isotherm (F 300)

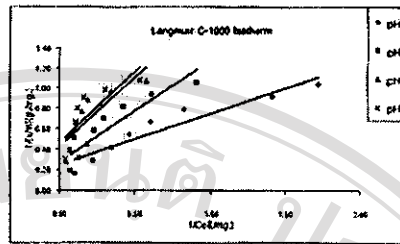


Fig 6. Langmuir Isotherm (C 1000)

The Freundlich and Langmuir isotherm constants are presented in table 1. The data indicated that the adsorption capacity increased significantly with decrease in the pH. The Freundlich isotherm is more fit to the data than Langmuir isotherm for both F-300 and C-1000. In addition, F-300 also has more adsorptive capacity of textile dye than C-1000.

C-1000							
pH	Freundlich				Langmuir		
	1/n	k (mg/g)	Q_{max} (mg/L)	R^2	b (1/mg)	Q_{max} (mg/L)	R^2
3.00	0.46	1.24	13.91	0.97	2.06	4.11	0.90
5.00	0.71	0.73	0.85	0.95	3.85	3.81	0.87
7.00	0.55	0.56	4.20	0.88	3.28	3.40	0.73
9.00	0.52	0.54	3.63	0.84	3.17	2.54	0.67
F-300							
pH	Freundlich				Langmuir		
	1/n	k (mg/g)	Q_{max} (mg/L)	R^2	b (1/mg)	Q_{max} (mg/L)	R^2
3.00	0.46	9.22	50.30	0.71	0.05	7.07	0.57
5.00	0.31	7.35	46.35	0.82	0.20	9.03	0.52
7.00	0.37	5.12	19.07	0.71	0.21	7.76	0.44
9.00	0.42	3.52	16.41	0.64	0.37	6.10	0.35

Table 1. Freundlich and Langmuir isotherm constants

The change of pH affects the adsorptive process through dissociation of functional groups on the active sites of the adsorbent. This subsequently leads to a shift in reaction kinetics and equilibrium characteristics of the adsorption process. It is a common observation that the surface adsorbs anions favorably at lower pH due to presence of H^+ ions, whereas, the surface is active for the adsorption of cations at higher pH due to the deposition of OH^- ions. Moreover, lower adsorption of textile dye wastewater on F-300 and C-1000 at high pH is may be due to the presence of excess OH^- ions which compete with another anion to be adsorbed on the surface.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4. CONCLUSIONS

According to data obtained from the study, the amount of textile dye (TOC) adsorbed increased with increase in contact time and reached equilibrium after 2 hours for the initial pH of 3, 5, 7 and 9 used in this study. The equilibrium time was independent of initial pH, but the adsorptive capacity was greater for lower initial pH concentration. Eventhough, times to reach equilibrium were not different for both F-300 and C-1000, F-300 has more adsorptive capacity of textile dye than C-1000.

5. ACKNOWLEDGMENTS

The authors to thank NSTDA, National Science and Technology Development Agency Partial Funding for research.

6. REFERENCES

- [1] Cliona O' Neill, Freda R Hawkes, Dennis L Hawkes, Nidia D Lourenco, Helena M Pinheiro and Wouter Delee, " Colour in Textile effluents-sources, measurement, discharge consents and simulation: a review ". Chem Technol Biotechnol, 74 (1999): 1009-1018
- [2] D. Georgiu, A. Aivazidis, J. Hatiras, K. Gimohopoulos, " Treatment of cotton textile wastewater using lime and ferrous sulfate". Water Reserch, 37 (2003): 2248-2250
- [3] O. Marmagne, C. Coste, " Color Removal From Textile Plant Effluents ". American Dyestuff Reporter (1996): 15-21
- [4] S.Venkato Mohan, N. Chandrasekhar Rao, J. Karthikeyan, " Adsorptive removal of direct azo dye from aqueous phase onto coal based sorbent: a kinetic and mechanistic study". Hazardous Materials, 90 (2002): 189-204
- [5] Y. Al. Degs, " Effect of carbon surface chemistry on the removal of reactive dyes form textile effluents". Wat. Res. 34 (2000): 927-935



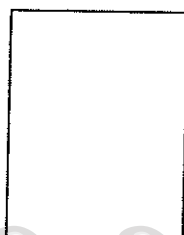
Permpong na Lanipoon

Date of birth
14 December 1980

Education
B. Eng. in Civil
Mahasarakham
University



Warunyoo Songkran



Khajornsak Sopajaree

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

-1-

First Announcement: Call for papers

ประกาศครั้งที่ 1

การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 7

7th National Grad Research Conference

4-5 เมษายน 2550 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เขตการศึกษาสุราษฎร์ธานี

หลักการและเหตุผล

ด้วยการเผยแพร่ผลงานวิจัย เป็นขั้นตอนที่สำคัญสำหรับการประกันคุณภาพการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา และเป็นดัชนีชี้วัดหนึ่งที่ตั้งแสดงถึงมาตรฐานการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ที่ประชุมคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยของรัฐ (ทศบร.) และสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) จึงได้มีมติให้มีการจัดการประชุมเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ โดยให้บัณฑิตศึกษาของแต่ละมหาวิทยาลัยสมัครกันเป็นเจ้าภาพ

วัตถุประสงค์หลักการและเหตุผล

- 1) เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยทั้งที่เป็นวิทยานิพนธ์และสารนิพนธ์ของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา
- 2) เพื่อให้ นักศึกษาบัณฑิตศึกษาได้มีเวทีในการนำเสนอผลงานทางวิชาการของตนเองสู่สาธารณชน
- 3) เพื่อเปิดโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนผลและข้อมูลของการวิจัยระหว่างนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาจากสถาบันการศึกษาต่างๆ และนักวิจัย
- 4) เพื่อพัฒนาคุณภาพงานวิจัยวิทยานิพนธ์และสารนิพนธ์ของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา
- 5)

การดำเนินงาน

เวลา-สถานที่

ในวาระการประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 7 นี้ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้รับเกียรติเป็นเจ้าภาพ โดยกำหนดให้มีขึ้นในระหว่างวันที่ 4-5 เมษายน 2550 ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เขตการศึกษาสุราษฎร์ธานี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ขอเชิญชวนนิสิต/นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของสถาบันอุดมศึกษาทุกแห่งทั่วประเทศ ส่งผลงานที่เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ทุกสาขาวิชามานำเสนอในการประชุม Grad Research ครั้งที่ 7

รูปแบบของการนำเสนอผลงานวิจัย

จะจัดให้มีการนำเสนอด้วยวาจา (Oral presentation) โดยจำกัดเวลา และ การนำเสนอด้วยโปสเตอร์ (Poster presentation) ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับการศึกษาเลือกของคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ

ลักษณะและขอบข่ายผลงานที่จะนำเสนอ

จัดแบ่งผลงานวิจัย เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

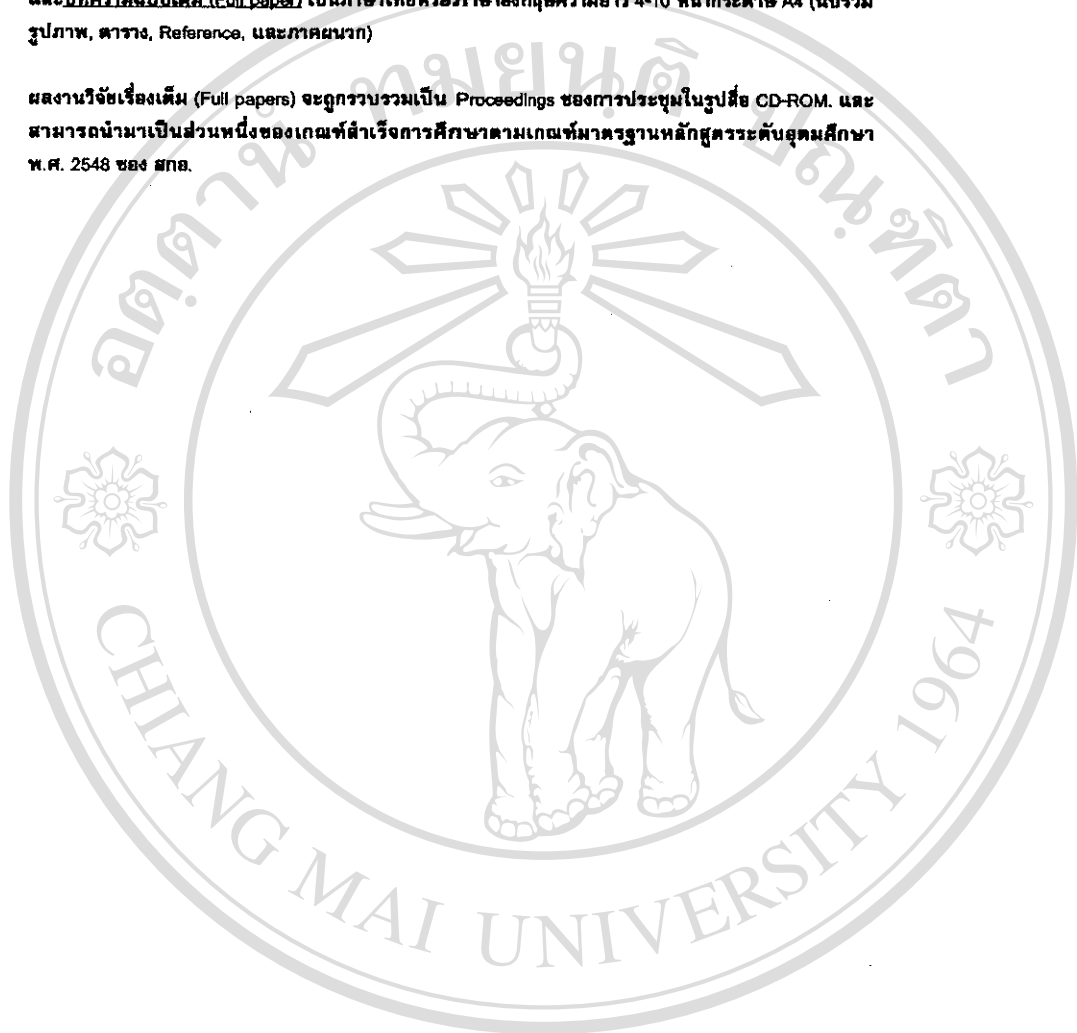
- วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกายภาพ
- วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพ
- วิทยาศาสตร์สุขภาพ
- มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของวิทยานิพนธ์โดย Chiang Mai University
All rights reserved

-2-

ส่งบทคัดย่อ เป็นภาษาอังกฤษ ความยาวไม่เกิน 400 คำ หรือไม่เกิน 1 หน้ากระดาษ A4 และใส่ Reference และบทความฉบับเต็ม (Full paper) เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษความยาว 4-10 หน้ากระดาษ A4 (นับรวมรูปภาพ, ตาราง, Reference, และภาคผนวก)

ผลงานวิจัยเรื่องเต็ม (Full papers) จะถูกรวบรวมเป็น Proceedings ของการประชุมในรูปแบบ CD-ROM. และสามารถนำมาเป็นส่วนหนึ่งของเกณฑ์สำเร็จการศึกษาตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2548 ของ สกอ.



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Total Organic Carbon Removal from Textile Industry Wastewater by Coagulation Combined with Adsorption

Phoemphong na Lamphun* and Khajornsak Sopajaree

Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering
Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

Abstract. The objective of this study was to determine TOC removal from textile industrial wastewater by coagulation combined with adsorption. Textile dye wastewater from textile industry was used in this study. Coagulations in Jar-Test experiment using three coagulants (alum, ferric chloride and ferrous sulfate) with batch adsorption and fixed-bed adsorption columns in series were performed. Bituminous (F 300) and coconut shell (C 1000) were utilized as adsorbents in adsorption experiments. The results show that TOC of textile dye wastewater of about 420 mg/L was observed. When TOC removal by alum, ferric chloride and ferrous sulfate coagulations was taken into the consideration, alum was the suitable coagulant for removing TOC in which the optimal condition was obtained at alum dosage of about 200 mg/L and controlled pH at 5. At this condition, the TOC was removed by 81.1 %. In regard to the results of batch experimental, pH and initial TOC of textile dye wastewater did not significantly affected the equilibrium contact time of activated carbon. The equilibrium contact time of both bituminous (F 300) and coconut shell (C 1000) activated carbon was equal to 2 hours. By considering the adsorptive capacity, the adsorptive capacity of both bituminous (F 300) and coconut shell (C 1000) gradually increased when pH decreased. It could be explained by using the Freundlich isotherm since the TOC adsorption results of this two adsorbent were well fit with Freundlich isotherm. In addition, F300 has a moderately high adsorptive capacity of TOC when compared with that of C1000. With reference to the fix-bed columns in series experiment in which the textile dye wastewater was feed into four the fix-bed columns in series. When the flow rate of textile dye wastewater was increased from 2.0 to 8.0 L/hr, the percent removal of TOC and the empty bed contact time (EBTC) were considerably decreased. By applied the obtained results to the Bohart-Adam equation, mass transfer zone (MTZ) increased with increased of flow rate. In addition, the adsorptive capacity of F 300 of 36.63 mg./g. was moderately higher than that of C 1000 of 8.58 mg./g.

Keywords: Total organic carbon (TOC) removal, Coagulation, Adsorption

Corresponding author: Assoc.Prof.Dr. Khajornsak Sopajaree

Tel: 0-5394-4192 ext. 116

E-mail: pompoon@eng.cmu.ac.th

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

การกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอนรวมในน้ำเสียอุตสาหกรรมย้อมผ้าด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน ร่วมกับกระบวนการดูดติด

เพิ่มพงษ์ ณ ลำพูน¹ และ จจรศักดิ์ โสภจรรย์¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันพบว่าในบริเวณจังหวัดลำพูนมีการทำอุตสาหกรรมสีย้อมในครัวเรือนเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะการย้อมสีผ้าฝ้าย ถึงแม้ว่าปริมาณน้ำเสียสีรวมที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งของกระบวนการย้อมผ้าจะมีปริมาณที่ต่ำ แต่จากการที่มีการทำอุตสาหกรรมในครัวเรือนกันเป็นจำนวนมากจะกระจายไปทั่วบริเวณในจังหวัดลำพูน และเนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มีกระบวนการบำบัดน้ำทิ้งจากระบวนการย้อมผ้าฝ้ายที่เหมาะสม ส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของสีย้อมผ้าเหล่านี้ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติในลักษณะที่เป็นวงกว้างยากแก่การควบคุมและป้องกัน โดยในปัจจุบันชาวบ้านใช้วิธีการกำจัดน้ำเสียสีรวมสีย้อมผ้าด้วย การเทน้ำสีเหล่านี้ลงในแหล่งน้ำในบริเวณข้างบ้าน โดยตรงหรือสร้างถังพักน้ำเสียสีรวมไว้ และเมื่อถังพักน้ำเต็มก็จะจ้างรถบรรทุกนำมาสูบน้ำเสียสีรวมที่เก็บไว้เหล่านี้ไปทิ้ง โดยที่ตัวของผู้ย้อมผ้าเองก็ไม่ทราบว่าน้ำเสียสีรวมเหล่านี้จะถูกนำไปทิ้งที่ใด ดังนั้นจุดมุ่งหมายของงานวิจัยครั้งนี้ก็คือการศึกษาสมรรถนะของกระบวนการบำบัดสีแบบ 2 ขั้นตอนโดยกระบวนการแรกคือ การบำบัดทางกายภาพเคมีและกระบวนการที่ 2 คือการดูดติดผิว โดยกระบวนการทางกายภาพเคมีจะทำการหาประสิทธิภาพในการกำจัดสีโดยการใส่สารโคแอกกูแลนต์ 3 ชนิดด้วยกันคือ สารส้ม ($Al_2(SO_4)_3$) เฟอร์ริคคลอไรด์ ($FeCl_3$) และเฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4$) ส่วนกระบวนการดูดติดผิว (Adsorption Process) จะใช้ถ่านกัมมันต์สองชนิดที่ผลิตจากถ่านหินและกะลามะพร้าว โดยใช้น้ำเสียสีรวมจากกลุ่มชุมชนย้อมผ้าขนาดเล็กการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน แบบไม่ต่อเนื่อง และ แบบต่อเนื่อง โดยศึกษาตัวแปร 3 ชนิด (พีเอช ความเข้มข้นของสี และ อัตราการไหล) ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการดูดติดสี

ระเบียบวิธีวิจัย

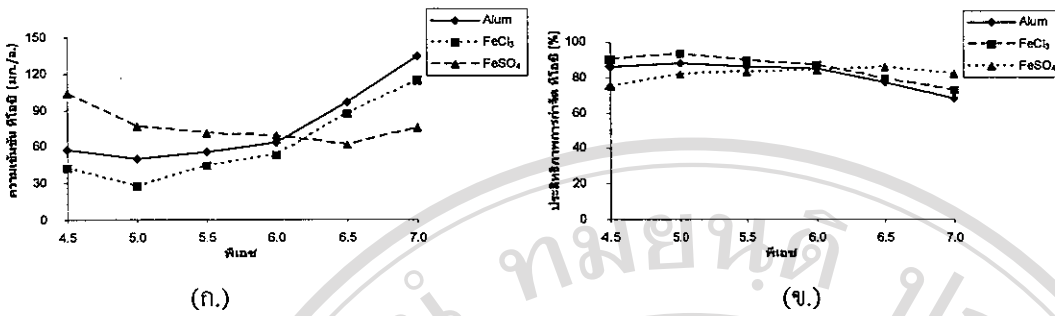
การดำเนินการศึกษานี้เป็นการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ โดยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่เพื่อศึกษาสมรรถนะของกระบวนการบำบัดสีแบบ 2 ขั้นตอนโดยกระบวนการแรกคือกระบวนการโคแอกกูเลชัน และกระบวนการที่ 2 คือกระบวนการดูดติดผิว โดยทำการทดลองแบบ Jar Test เพื่อหาค่า Optimum พีเอชโดยทำการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชเท่ากับ 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5 และ 7.0 จากนั้นทำการทดลองเพื่อหาค่า Optimum Dose โดยทำการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของสาร โคแอกกูแลนต์เท่ากับ 200, 400, 600, 800, 1,000 และ 1,200 มก./ล. ของสาร Coagulant ตามชนิดคือ สารส้ม เฟอร์ริคคลอไรด์ และเฟอร์รัสซัลเฟต และทดลองที่อุณหภูมิ $28 \pm 2^\circ C$ โดยทำการหาความเข้มข้นของสีที่เหลือในรูปของทีโอซีหลังจากนั้นนำน้ำที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชันมาทำการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการในกระบวนการดูดติดแบบแบทช์ (Batch) โดยใช้ตัวกลางในการดูดติด 2 ชนิดด้วยกันคือ ถ่านกัม

มันต์ที่ผลิตจากถ่านหินและกะลามะพร้าวโดยทำการศึกษาผลกระทบของค่าพีเอชต่อเวลาสัมพัทธ์ที่ใช้ในการดูดติดที่ไอซีโดยควบคุมค่าพีเอชเท่ากับ 3, 5, 7 และ 9 ทำการทดลองที่อุณหภูมิ $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ จากนั้นทำการศึกษาผลกระทบของความเข้มข้นของน้ำเสียขมรวมต่อเวลาสัมพัทธ์ที่ใช้ในการดูดติดที่ไอซีโดยควบคุมค่าความเข้มข้นที่ไอซีเท่ากับ 39.05, 60.76, 78.41 และ 140.20 มก./ล. ทำการทดลองที่อุณหภูมิ $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ทำการศึกษาผลกระทบของพีเอชต่อค่าความสามารถในการดูดติดที่ไอซีโดยควบคุมค่าพีเอชเท่ากับ 3, 5, 7 และ 9 ทำการทดลองที่อุณหภูมิ $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ และ การศึกษาผลกระทบของค่าความเข้มข้นที่ไอซีต่อความสามารถในการดูดติดโดยควบคุมค่าความเข้มข้นของที่ไอซีเท่ากับ 39.05, 60.76, 78.41 และ 140.20 มก./ล. ทำการควบคุมอุณหภูมิ $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ จากนั้นนำน้ำที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชันมาทำการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการในกระบวนการดูดติดแบบต่อเนื่องโดยทำการศึกษาผลของค่าอัตราการไหลที่มีต่อความสามารถในการดูดติดโดยทำการทดลองที่อัตราการไหลเท่ากับ 2, 4, 6 และ 8 ลิตร/ชั่วโมงทำการทดลองที่อุณหภูมิ $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$

ผลและการวิจารณ์

ผลของพีเอชที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีในรูปของทีไอซี

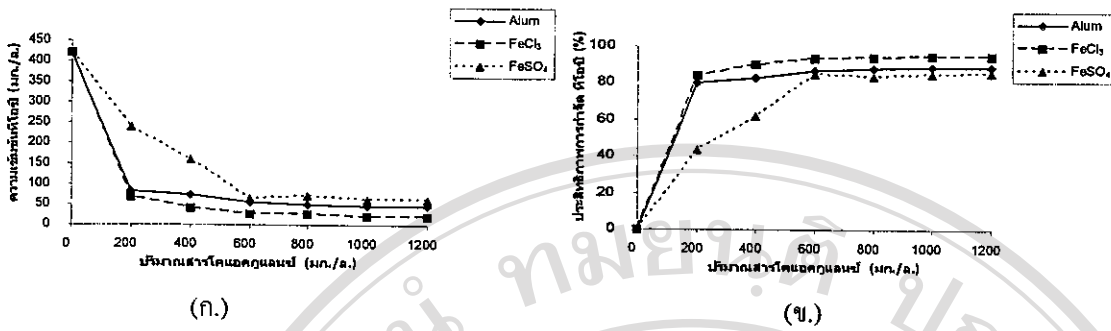
ในการทดลองครั้งนี้ ได้ทำการทดลองกระบวนการกำจัดสีในรูปของทีไอซีโดยวิธีโคแอกกูเลชัน โดยใช้น้ำเสียจริงจากโรงงานย้อมผ้าฝ้ายแห่งหนึ่งในจังหวัดลำพูน โดยน้ำเสียที่เก็บได้จากโรงงานย้อมผ้าฝ้ายแห่งนี้มีลักษณะที่เป็นน้ำเสียสีผสมเป็นสีน้ำเงินที่ไอซีและพีเอชที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 420 มก./ล. และ 6.8 ตามลำดับ นำน้ำเสียนี้นี้ไปผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชันโดยใช้อุปกรณ์ Jar Test โดยมีความเร็วรอบในการกวนเร็วเท่ากับ 150 รอบต่อนาทีและความเร็วรอบในช่วงกวนช้าเท่ากับ 20 รอบต่อนาที โดยใช้เวลา 1 นาที ทำการปรับพีเอชไปพร้อมกับการกวนเร็วและใช้เวลา 20 นาที และ 30 นาที สำหรับช่วงกวนช้าและตกตะกอนตามลำดับ โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง ($28 \pm 3^{\circ}\text{C}$) โดยใช้สาร โคแอกกูแลนต์ 3 ชนิด ได้แก่ สารส้ม เพอร์ริคคลอไรด์ และเพอร์รัสซัลเฟต โดยใช้ความเข้มข้นของสาร โคแอกกูแลนต์แต่ละชนิดเท่ากับ 600 มก./ล. ทำการเปลี่ยนค่าของพีเอช ภายหลังจากผ่านกระบวนการกวนเร็วให้มีค่าเท่ากับ 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5 และ 7.0 จากนั้นนำน้ำเสียนี้น้ำที่ผ่านกระบวนการโคแอกกูเลชันแล้วมาหาปริมาณของทีไอซีที่เหลือ โดยทำการทดลอง 2 ชั่วโมงนำมาหาค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นที่ไอซีที่เหลือจากนั้นนำค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นที่ไอซีที่เหลือมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชกับปริมาณของทีไอซีที่เหลือหลังจากการทำกระบวนการโคแอกกูเลชัน โดยใช้สาร โคแอกกูแลนต์แต่ละชนิดแสดงไว้ในรูปที่ 1(ก.) และกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดทีไอซี (%) ที่พีเอชต่างๆ หลังจากการทำกระบวนการโคแอกกูเลชัน โดยใช้สาร โคแอกกูแลนต์แต่ละชนิดแสดงไว้ในรูปที่ 1(ข.) จากผลการทดลองที่แสดงในรูปที่ 1(ก.) และ 1(ข.) พบว่าพีเอชมีผลอย่างเด่นชัดต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีซึ่งวัดในรูปของทีไอซีกล่าวคือ จะเห็นได้เมื่อใช้ สารส้มและเพอร์ริคคลอไรด์ เป็นสาร โคแอกกูแลนต์ประสิทธิภาพในการกำจัด ทีไอซี จะลดลงเมื่อ พีเอช มีค่าสูงขึ้นและค่าพีเอชที่ดีที่สุดในการกำจัดสีในรูปของ ทีไอซี มีค่าเท่ากับ 5.0 โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัด ทีไอซี เท่ากับ 88.11 % และ 93.45 % สำหรับสารส้มและเพอร์ริคคลอไรด์ ตามลำดับ ในขณะที่เมื่อใช้เพอร์รัสซัลเฟตเป็นสาร โคแอกกูแลนต์พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัด ทีไอซี มีค่าต่ำลงเมื่อพีเอชมีค่าลดลงและค่าพีเอชที่เหมาะสมที่สุดในการกำจัดสีในรูปของทีไอซีมีค่าเท่ากับ 6.5 โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดทีไอซีเท่ากับ 85.48 %



รูปที่ 1 (ก.) ผลของ พีเอช ที่มีต่อการกำจัดทีโอซีที่มีความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 420 มก./ล. โดยการใช้สารโคแอกกูแลนต์ 3 ชนิด คือ Alum ,FeCl₃ และ FeSO₄ ที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 600 มก./ล. (ข.) ผลของพีเอชที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดทีโอซี (%) ของสารโคแอกกูแลนต์ 3 ชนิด คือ Alum ,FeCl₃ และ FeSO₄ ที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 600 มก./ล.

ผลของปริมาณสารโคแอกกูแลนต์ที่มีต่อการกำจัดสีในรูปของทีโอซี

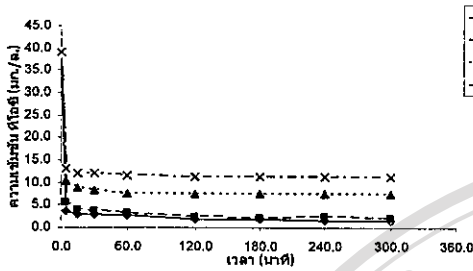
นำน้ำเสียสิรวมไปผ่านกระบวนการ โคแอกกูเลชัน โดยใช้สาร โคแอกกูแลนต์ 3 ชนิดซึ่ง ได้แก่ สารส้ม เฟอร์ริกคลอไรด์ และเฟอร์ริสซัลเฟต โดยแปรผันค่าความเข้มข้นของสารโคแอกกูแลนต์เท่ากับ 200, 400, 600, 800, 1000 และ 1200 มก./ล. ทำการปรับพีเอชไปพร้อมกับกระบวนการกวนเร็วโดยควบคุมให้พีเอชภายหลังผ่านกระบวนการกวนเร็วให้มีค่าเท่ากับ 5.0 สำหรับสารส้มและเฟอร์ริกคลอไรด์ และให้มีค่าเท่ากับ 6.5 สำหรับ เฟอร์ริสซัลเฟต (ผลจากการทดลองในข้อ 3.1) จากนั้นนำน้ำเสียสิรวมที่ผ่านกระบวนการ โคแอกกูเลชันแล้วมาหาปริมาณของทีโอซีที่เหลือโดยทำการทดลอง 2 ซ้ำ เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นทีโอซีที่เหลือแล้วนำค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นทีโอซีที่ได้มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารโคแอกกูแลนต์ที่ใช้กับปริมาณของทีโอซีที่เหลือหลังจากการทำกระบวนการ โคแอกกูเลชัน โดยใช้สารโคแอกกูแลนต์แต่ละชนิดแสดงไว้ในรูปที่ 2(ก.) และ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกำจัดทีโอซี (%) ที่ปริมาณของสารโคแอกกูแลนต์ต่างๆ หลังจากการทำกระบวนการ โคแอกกูเลชัน โดยใช้สารโคแอกกูแลนต์แต่ละชนิดแสดงไว้ในรูปที่ 2(ข.) จากผลการทดลองที่แสดงในรูปที่ 2(ก.) และ 2(ข.) แสดงผลของปริมาณสารโคแอกกูแลนต์ทั้ง 3 ชนิดที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดสี ในรูปของค่าทีโอซีโดยที่ประสิทธิภาพการกำจัดสีในรูปทีโอซีสูงกว่า 80 % คือ เท่ากับ 80.18 %, 84.03 %และ 84.58 % สำหรับ สารส้ม เฟอร์ริกคลอไรด์ และเฟอร์ริสซัลเฟต ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้ สารส้มและเฟอร์ริกคลอไรด์เป็นสารโคแอกกูแลนต์ความเข้มข้นของทีโอซีมีค่าลดลงเมื่อค่าของปริมาณสารโคแอกกูแลนต์มีค่าเพิ่มขึ้นและที่ประสิทธิภาพในการกำจัดทีโอซีสูงกว่า 80 % ปริมาณของสารโคแอกกูแลนต์ทั้ง 2 ชนิดมีค่าเท่ากับ 200 มก./ล. ในขณะที่เมื่อใช้ เฟอร์ริสซัลเฟตเป็นสารโคแอกกูแลนต์ความเข้มข้นของทีโอซีมีค่าลดลงเมื่อค่าของปริมาณสารโคแอกกูแลนต์มีค่าเพิ่มขึ้นและที่ประสิทธิภาพในการกำจัดทีโอซีสูงกว่า 80 % ปริมาณของเฟอร์ริสซัลเฟตมีค่าเท่ากับ 600 มก./ล. โดยพบว่าที่ความเข้มข้นของสารโคแอกกูแลนต์ที่เท่ากันเฟอร์ริกคลอไรด์ มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีในรูปทีโอซีสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ สารส้มและเฟอร์ริสซัลเฟตตามลำดับ



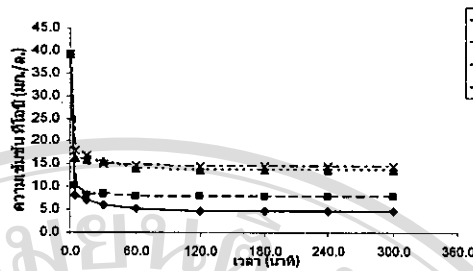
รูปที่ 2 (ก.) ผลของปริมาณสาร โคแอกกูแลนต์ทั้ง 3 ชนิด คือ Alum ,FeCl₃ และ FeSO₄ ที่มีต่อการกำจัดที่ไอซีที่มีค่าความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 420 มก./ล. โดยควบคุมพีเอชเท่ากับ 5.0 สำหรับ Alum และ FeCl₃ และควบคุมพีเอชเท่ากับ 6.5 สำหรับ FeSO₄ (ข.) ผลของปริมาณสาร โคแอกกูแลนต์ ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี (%) โดยการ ใช้สาร โคแอกกูแลนต์ 3 ชนิด คือ Alum ,FeCl₃ และ FeSO₄ ซึ่งทำการควบคุมพีเอชเท่ากับ 5.0 สำหรับ Alum และ FeCl₃ และควบคุมพีเอชเท่ากับ 6.5 สำหรับ FeSO₄

ผลของพีเอชที่มีต่อเวลาสัมพัทธ์ของถ่านกัมมันต์

ในการทดลองครั้งนี้ได้ทำการทดลองโดยใช้ถ่านกัมมันต์จำนวน 0.4 กรัมสำหรับถ่านกัมมันต์ F 300 และ 1.0 กรัมสำหรับถ่านกัมมันต์ C 1000 ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล.ที่มีน้ำลึข้อมรวมที่มีสีน้ำเงินที่มีค่าความเข้มข้นซึ่งวัดในรูปของทีไอซีเท่ากับ 39.05 มก./ล. ปริมาตร 100 มล. โดยปรับพีเอชให้มีค่าเท่ากับ 3, 5, 7 และ 9 หลังจากนั้นนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าที่มีความเร็วรอบ 250 รอบต่อนาทีโดยทำการเขย่าขวดที่เวลาต่างๆกัน (5, 15, 30, 60, 120, 180, 240 และ 300 นาที) โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง (28± 2° C) เมื่อทำการเขย่าครบตามเวลาที่กำหนด ทำการหาปริมาณสีในรูปที ไอซีที่เหลืออยู่ โดยทำการทดลอง 2 ซ้ำเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นที ไอซีที่เหลือแล้วนำค่าความเข้มข้นที ไอซีเฉลี่ยไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที ไอซีที่เหลืออยู่กับเวลาที่ใช้ในการเขย่าดังแสดงไว้ในรูปที่ 3(ก.) และ 3(ข.) จากผลการทดลองที่แสดงในรูปที่ 3(ก.) และ 3(ข.) พบว่าค่าพีเอชของน้ำลึข้อมรวม ไม่มีผลต่อเวลาที่เข้าสู่สภาวะสมดุล (Equilibrium Time) โดยพบว่าที่ทุกค่าพีเอชเริ่มต้นค่าความเข้มข้น ที ไอซี มีการลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 5 นาทีแรก ซึ่งพบว่าทุกค่าพีเอชเริ่มต้นของน้ำลึข้อมรวมจะมีเวลาที่ระบบใช้เพื่อเข้าสู่สภาวะสมดุลเท่ากันคือ 2 ชั่วโมงแต่เพื่อความสมบูรณ์ในการเข้าสู่สภาวะสมดุลในการทดลองในขั้นตอนต่อไปจะใช้เวลาสัมพัทธ์ที่ 4 ชั่วโมง



(ก.)

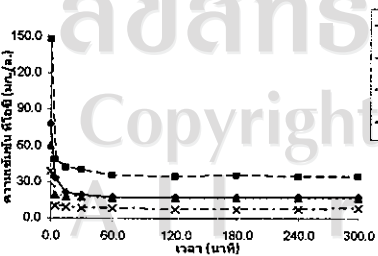


(ข.)

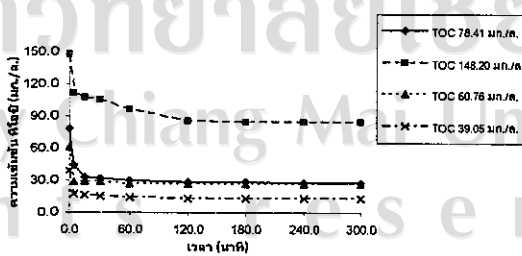
รูปที่ 3 (ก.) ผลของพีเอชที่มีต่อเวลาสัมผัสที่ใช้ในการดูดซับไอซีที่มีความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 39.05 มก./ล. ของถ่านกัมมันต์ F 300 (ข.) ผลของพีเอชที่มีต่อเวลาสัมผัสที่ใช้ในการดูดซับไอซีที่มีความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 39.05 มก./ล. ของถ่านกัมมันต์ C 1000

ผลของความเข้มข้น ไอซี เริ่มต้นที่มีต่อเวลาสัมผัสของถ่านกัมมันต์

ในการทดลองครั้งนี้ได้ทำการทดลองโดยใช้ถ่านกัมมันต์จำนวน 0.4 กรัมสำหรับถ่านกัมมันต์ F300 และ 1.0 กรัมสำหรับถ่านกัมมันต์ C1000 ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล. ที่มีน้ำสีย้อมรวมที่มีค่าไอซี เริ่มต้นเท่ากับ 78.41, 148.20, 60.78 และ 39.05 มก./ล. ปริมาตร 100 มล. ทำการปรับพีเอชให้มีค่าเท่ากับ 7 หลังจากนั้นนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าที่มีความเร็วรอบ 250 รอบต่อนาที โดยทำการเขย่าขวดที่เวลาต่างๆกัน (5, 15, 30, 60, 120, 180, 240 และ 300 นาที) โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง ($28 \pm 2^\circ \text{C}$) เมื่อทำการเขย่าครบตามเวลาที่กำหนด นำน้ำตัวอย่างไปทำการหาปริมาณไอซีที่เหลืออยู่โดยการทดลอง 2 ซ้ำ เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของความเข้มข้น ไอซีที่เหลือแล้วนำค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นไอซีไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไอซีที่เหลืออยู่กับเวลาที่ใช้ในการเขย่าดังแสดงไว้ในรูปที่ 4(ก.) และ 4(ข.) จากผลการทดลองที่แสดงในรูปที่ 4(ก.) และ 4(ข.) พบว่าเวลาสัมผัสของทุกความเข้มข้นเริ่มต้นของไอซีมีค่าที่ใกล้เคียงกันคือประมาณ 2 ชั่วโมงโดยการดูดซับจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 5 นาทีแรกและจะค่อยๆ ลดลงจนหมดสภาพภายในเวลาประมาณ 2 ชั่วโมงแต่เพื่อความสมบูรณ์ในการเข้าสู่ภาวะสมดุลในการทดลองในขั้นตอนนี้ต่อไปจะใช้เวลาสัมผัสที่ 4 ชั่วโมงซึ่งผลการทดลองเช่นนี้ระบุให้เราทราบว่าความเข้มข้นเริ่มต้น ไม่มีผลต่อเวลาสัมผัสที่จุดสมดุลการดูดซับของถ่านกัมมันต์ทั้งสองชนิด



(ก.)

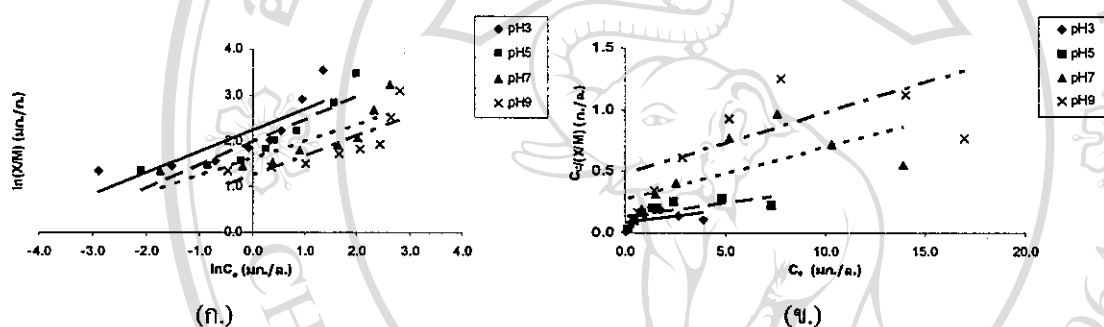


(ข.)

รูปที่ 4(ก.) ผลของความเข้มข้นไอซีเริ่มต้นที่มีต่อเวลาสัมผัสที่ใช้ในการดูดซับไอซีที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 7 ของถ่านกัมมันต์ F 300 (ข.) ผลของความเข้มข้นไอซีเริ่มต้นที่มีต่อเวลาสัมผัสที่ใช้ในการดูดซับไอซีของ ไอซีที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 7 ของถ่านกัมมันต์ C 1000

ผลของพีเอชที่มีต่อค่าความสามารถในการดูดติดสีของถ่านกัมมันต์

ในการทดลองครั้งนี้ได้ทำการทดลองโดยใช้ถ่านกัมมันต์จำนวน 0.1, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 และ 1.0 กรัมสำหรับถ่านกัมมันต์ F300 และ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 และ 4.0 กรัมสำหรับถ่านกัมมันต์ C1000 ใสลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล. ที่มีน้ำสีข้อมรวมที่มีสีน้ำเงินที่มีความเข้มข้นซึ่งวัดในรูปของทีโอซีเท่ากับ 39.05 มก./ล. ปริมาตร 100 มล. ปรับค่าของพีเอชที่ใช้ในการทดลองให้มีค่าเท่ากับ 3, 5, 7 และ 9 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าที่มีความเร็วรอบ 250 รอบต่อนาที โดยทำการเขย่าขวดเป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง ($28 \pm 2^\circ \text{C}$) เมื่อทำการเขย่าครบตามเวลาที่กำหนดก็นำตัวอย่างทำการหาปริมาณสีในรูปทีโอซีที่เหลืออยู่ โดยทำการทดลอง 2 ซ้ำเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นทีโอซีที่เหลือแล้วนำค่าเฉลี่ยของความเข้มข้น ทีโอซี ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง X/M กับ C_e ตามสมการ Isotherm ของ Freundlich และ Langmuir และทำการคำนวณค่าคงที่ตามสมการของ Freundlich และ Langmuir



รูปที่ 5 (ก.) ความสัมพันธ์ระหว่าง X/M และ C_e ตามสมการ Freundlich Isotherm ของถ่านกัมมันต์ F 300 ที่ค่าพีเอชแตกต่างกันที่เวลาสัมผัส 4 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง ($28 \pm 2^\circ \text{C}$) (ข.) ความสัมพันธ์ระหว่าง X/M และ C_e ตามสมการ Langmuir Isotherm ของถ่านกัมมันต์ F 300 ที่ค่าพีเอชแตกต่างกันที่เวลาสัมผัส 4 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง ($28 \pm 2^\circ \text{C}$)

ตารางที่ 1 ค่าคงที่ตามสมการ Freundlich และ Langmuir ที่ค่าพีเอชเท่ากับ 3, 5, 7 และ 9 ของถ่านกัมมันต์ชนิด C 1000 และ F 300 (ที่ไอซีเริ่มต้น 39.05 มก./ล.)

C 1000							
pH	Freundlich				Langmuir		
	1/n	k	Q_{max} (mg./g.)	R^2	b	Q_{max} (mg./g.)	R^2
3	0.66	1.23	13.86	0.97	0.12	8.68	0.74
5	0.71	0.73	9.86	0.95	0.05	7.92	0.46
7	0.55	0.55	4.13	0.88	0.05	4.06	0.57
9	0.52	0.54	3.63	0.84	0.05	3.63	0.58
F 300							
pH	Freundlich				Langmuir		
	1/n	k	Q_{max} (mg./g.)	R^2	b	Q_{max} (mg./g.)	R^2
3	0.46	9.30	50.19	0.71	0.24	42.96	0.20
5	0.51	7.17	46.48	0.82	0.16	39.28	0.43
7	0.37	5.12	19.87	0.71	0.15	20.36	0.45
9	0.42	3.53	16.45	0.68	0.10	16.06	0.39

จากตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาลักษณะของกระบวนการดูดซับในรูปที่ไอซีของถ่านกัมมันต์ C1000 พบว่ารูปแบบการดูดซับจะมีรูปแบบใกล้เคียงกับรูปแบบการดูดซับตามทฤษฎีของ Freundlich (R^2 มีค่าเท่ากับ 0.97, 0.95, 0.88 และ 0.84 สำหรับ พีเอช 3, 5, 7 และ 9 ตามลำดับ) มากกว่ารูปแบบการดูดซับตามทฤษฎีของ Langmuir (R^2 มีค่าเท่ากับ 0.74, 0.46, 0.57 และ 0.58 สำหรับ พีเอช 3, 5, 7 และ 9 ตามลำดับ) ปริมาณของสีที่ถูกดูดซับบนถ่านกัมมันต์ (X/M) จะมีค่าที่สูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสีที่จุดสมดุล (C_e) มีค่าที่สูงขึ้น โดยสามารถใช้สมการ Isotherm ของ Freundlich ทำนายความสัมพันธ์ระหว่าง X/M กับ C_e ได้ค่าที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่าสมการ Isotherm ของ Langmuir และจากตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาค่าความสามารถเริ่มต้นของการดูดซับ (K) และความสามารถในการดูดซับ (Q_{max}) ของถ่านกัมมันต์ F 300 พบว่าค่าความสามารถเริ่มต้นของการดูดซับ (K) และความสามารถในการดูดซับ (Q_{max}) ในรูป ที่ไอซี มีค่าที่สูงขึ้นเมื่อพีเอชมีค่าลดลงเช่นเดียวกับถ่านกัมมันต์ C1000 และพบว่ารูปแบบการดูดซับจะมีรูปแบบใกล้เคียงกับรูปแบบการดูดซับตามทฤษฎีของ Freundlich (R^2 มีค่าเท่ากับ 0.71, 0.82, 0.71 และ 0.68 สำหรับพีเอช 3, 5, 7 และ 9 ตามลำดับ) มากกว่ารูปแบบการดูดซับตามทฤษฎีของ Langmuir (R^2 มีค่าเท่ากับ 0.20, 0.43, 0.45 และ 0.39 สำหรับพีเอช 3, 5, 7 และ 9 ตามลำดับ) จากการทดลองครั้งนี้กลับพบว่าค่าความสามารถในการดูดซับ (Q_{max}) ที่คำนวณได้จากสมการ Freundlich Isotherm ของถ่านกัมมันต์ F 300 มีค่าที่สูงกว่าค่าความสามารถในการดูดซับ (Q_{max}) ในรูปที่ไอซีที่คำนวณได้จากสมการ Freundlich Isotherm ของถ่านกัมมันต์ C1000 อย่างเห็นได้ชัดเจน ที่เป็นเช่นนี้ อาจจะมีสาเหตุมาจากการที่ลักษณะ โครงสร้างของ โพรงในถ่านกัมมันต์ F300 มีขนาดที่เหมาะสมกว่าถ่านกัมมันต์ C1000 ในการดูดซับสี ย้อมผ้าจากการทดลองพบว่า สาเหตุที่ พีเอช มีผลอย่างมากต่อค่าความสามารถในการดูดซับสีของถ่านกัมมันต์ อาจมีสาเหตุมาจาก 2 สาเหตุด้วยกันคือ ประการแรก อาจมีสาเหตุมาจากการที่พื้นผิวของถ่านกัมมันต์เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะสภาพทางเคมี ประการที่ 2 อาจจะมีสาเหตุมาจากการที่ ปริมาณ OH^- มีค่าที่ลดลงในน้ำเสียสี

ที่มีค่าพีเอชสูงๆ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการแข่งขันระหว่างโมเลกุลสีที่มีประจุลบและ OH^- ที่มีอยู่ในปริมาณที่สูงขึ้น ทำให้ปริมาณสีที่สามารถดูดติดได้บนถ่านกัมมันต์ค่าที่ลดลง

ผลของความเข้มข้นที่ไอซีของสีเริ่มต้นที่มีต่อค่าความสามารถในการดูดติดสีของถ่านกัมมันต์

ในการทดลองครั้งนี้ได้ทำการทดลองโดยใช้ถ่านกัมมันต์ 0.1, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 และ 1.0 สำหรับถ่านกัมมันต์ F 300 และ จำนวน 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 และ 4.0 กรัมสำหรับถ่านกัมมันต์ C1000 ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล. ที่มีน้ำสีย้อมรวม 4 ชนิด (เก็บที่เวลาแตกต่างกัน) มีค่าความเข้มข้นสีซึ่งวัดในรูปของ ที่ไอซีเท่ากับ 39.05, 60.78, 78.41 และ 148.20 มก./ล. ปริมาตร 100 มล. โดยควบคุมพีเอชที่ใช้ในการทดลองให้มีค่าเท่ากับ 7 หลังจากนั้นนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่า ที่มีความเร็วรอบ 250 รอบต่อนาที โดยทำการเขย่าขวดเป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง ($28 \pm 2^\circ \text{C}$) เมื่อทำการเขย่าครบตามเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นทำการหาปริมาณสีในรูปที่ไอซีที่เหลืออยู่โดยทำการทดลอง 2 ชั้นเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นที่ไอซีที่เหลือ แล้วนำค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นที่ไอซีไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง X/M กับ C_e ตามสมการ Isotherm ของ Freundlich และ Langmuir และทำการคำนวณค่าคงที่ตามสมการของ Freundlich และ Langmuir

ตารางที่ 2 ค่าคงที่ตามสมการ Freundlich และ Langmuir ที่ค่าความเข้มข้นเริ่มต้นที่ไอซีเท่ากับ 39.05 60.78 78.41 และ 148.20 มก./ล. ของถ่านกัมมันต์ชนิด C 1000 และ F 300

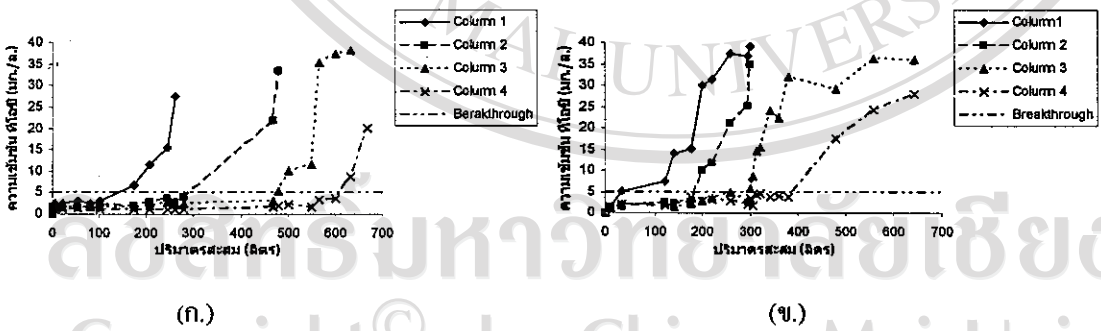
C 1000							
Concentration ที่ไอซี (mg./l.)	Freundlich				Langmuir		
	1/n	k	Q_{\max} (mg./g.)	R^2	b	Q_{\max} (mg./g.)	R^2
39.05	0.54	0.56	4.05	0.87	0.06	4.04	0.56
60.76	0.27	1.46	4.43	0.82	0.14	4.55	0.81
78.41	0.40	1.44	8.24	0.98	0.13	6.63	0.95
148.20	0.20	2.66	7.23	0.95	0.09	7.12	0.90
F 300							
Concentration ที่ไอซี (mg./l.)	Freundlich				Langmuir		
	1/n	k	Q_{\max} (mg./g.)	R^2	b	Q_{\max} (mg./g.)	R^2
39.05	0.35	5.31	19.15	0.70	0.17	20.14	0.47
60.76	0.32	6.22	23.15	0.91	1.11	14.28	0.82
78.41	0.42	7.04	43.98	0.99	4.24	29.41	0.98
148.20	0.27	11.47	40.02	0.99	3.73	33.34	0.90

จากผลการทดลองที่แสดงในตารางที่ 2 พบว่าเมื่อค่าความเข้มข้นเริ่มต้นมีค่าที่สูงขึ้นค่าความสามารถในการดูดติดสูงสุด (Q_{\max}) ของถ่านกัมมันต์ F 300 จะมีค่าที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของ Freundlich Isotherm (ค่าความสามารถในการดูดติดจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นที่จุดสมดุลมีค่าที่เพิ่มขึ้น) ซึ่งมีค่า R^2 (0.70, 0.91, 0.99 และ 0.99 ที่ค่าความเข้มข้นที่ไอซีเริ่มต้นเท่ากับ 39.05, 60.76, 78.41 และ 148.2 มก./ล. ตามลำดับ) ที่สูงกว่าความสัมพันธ์ตามสมการของ Langmuir Isotherm (0.47, 0.82, 0.98 และ 0.90 ที่ค่าความเข้มข้นที่ไอซีเริ่มต้นเท่ากับ 39.05, 60.76, 78.41 และ 148.2 มก./ล. ตามลำดับ) สำหรับทุกค่าความเข้มข้นเริ่มต้น อนึ่ง

ความสามารถในการดูดซับสูงสุด (Q_{max}) ของถ่าน C1000 มีแนวโน้มที่สูงขึ้นเมื่อค่าความเข้มข้นเริ่มต้นสูงขึ้น เช่นเดียวกับของถ่านกัมมันต์ F300 โดยที่จากข้อมูลที่ได้ก็พบว่าสามารถอธิบายการดูดซับโดยสมการ Freundlich Isotherm ได้ดีกว่าสมการ Langmuir Isotherm (R^2 มีค่าเท่ากับ 0.86 0.82 0.98 และ 0.95 ที่ค่าความเข้มข้นที่ไอซี เริ่มต้นเท่ากับ 39.05, 60.76, 78.41 และ 148.2 มก./ล. ตามลำดับ ซึ่งมากกว่า R^2 ตามสมการของ Langmuir Isotherm ที่มีค่าเท่ากับ 0.85, 0.81, 0.95 และ 0.90 ที่ค่าความเข้มข้น ที่ไอซี เริ่มต้นเท่ากับ 39.05, 60.76, 78.41 และ 148.2 มก./ล. ตามลำดับจากการทดลองครั้งนี้กลับพบว่าค่าความสามารถในการดูดซับ (Q_{max}) ที่คำนวณได้จากสมการ Freundlich Isotherm ของถ่านกัมมันต์ F300 มีค่าที่สูงกว่าค่าความสามารถในการดูดซับ (Q_{max}) ในรูปที่ ไอซี ที่คำนวณได้จากสมการ Freundlich Isotherm ของถ่านกัมมันต์ C1000 อย่างเห็นได้ชัดเจน ซึ่งน่าจะมีสาเหตุ มาจากการที่ลักษณะโครงสร้างของโพรงในถ่านกัมมันต์ F300 มีขนาดที่เหมาะสมกว่าถ่านกัมมันต์ C1000 ในการดูดซับ

การทดลองดูดซับแบบต่อเนื่องเพื่อศึกษาผลของอัตราการไหล และความลึกของคอลัมน์ ที่มีผลต่อ กระบวนการดูดซับของถ่านกัมมันต์ C1000 และ F300

การทดลองครั้งนี้ทำขึ้นเพื่อศึกษาการดูดซับน้ำเสียโดยรวมของถ่านกัมมันต์ทั้งสองชนิดโดยการทดลองแบบต่อเนื่องแสดงโดยถังปฏิกริยา 4 ถังที่สร้างด้วยท่ออะคริลิกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 5 ซม. และมีความยาว ชั้นของตัวดูดซับเท่ากับ 20 ซม. ต่อกันแบบอนุกรมโดยที่ใช้ตัวดูดซับ 2 ชนิดคือ ถ่านกัมมันต์ C1000 และ F300 น้ำเสียจะถูกนำเข้าไปที่ด้านบนของถัง โดยใช้ปั๊มไดอะแฟรมสูบน้ำเสียจากถังพักน้ำเข้าสู่ระบบอย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง ($28 \pm 2^\circ C$) โดยที่มีค่าอัตราการไหลของน้ำผ่านคอลัมน์ 2.0, 4.0, 6.0 และ 8.0 ลิตร/ ชั่วโมง ซึ่งน้ำเสียที่นำมาทดลองเป็นน้ำเสียที่ย้อมผ้ารวมที่มีที่มีสีน้ำเงินที่มีค่าความเข้มข้นซึ่งวัด ในรูปของที ไอซี เท่ากับ 39.05 มก./ล. และได้กำหนดค่าความเข้มข้นของ ที ไอซี เท่ากับ 5.0 มก./ล. เป็นจุดเบรคทรูของระบบ



รูปที่ 6(ก.) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรที่ผ่านการบำบัดกับความเข้มข้น ที ไอซี ที่จุดเบรคทรูความเข้มข้น ที ไอซี เท่ากับ 5.0 มก./ล. ของถ่านกัมมันต์ F 300 ที่อัตราการไหล 2.0 ลิตร/ชั่วโมง (ข.) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรที่ผ่านการบำบัดกับความเข้มข้นที ไอซีที่จุดเบรคทรูความเข้มข้นที ไอซีเท่ากับ 5.0 มก./ล. ของถ่านกัมมันต์ F 300 ที่อัตราการไหล 4.0 ลิตร/ชั่วโมง

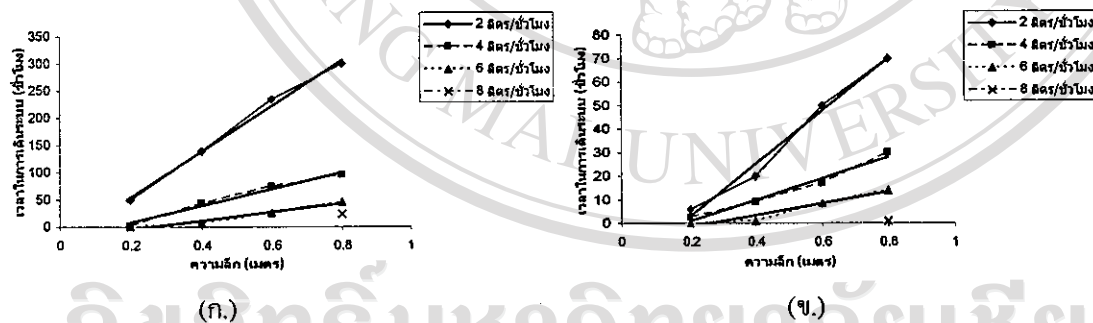
โดยทำการเก็บตัวอย่างจากทุกถังปฏิกริยาที่เวลาต่างๆ เพื่อนำมาทำการหาปริมาณของที ไอซีโดยทำการทดลอง 2 ชั่วโมง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นที ไอซี จากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาทำการเขียนกราฟแสดง

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของทีโอซีกับปริมาณน้ำที่ผ่านระบบ ซึ่งจากรูปที่ 6(ก.) และ(ข.) พบว่าปริมาณน้ำที่ผ่านระบบมีค่าลดลงเมื่ออัตราการไหลมีค่าเพิ่มขึ้นในถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิด ซึ่งจากข้อมูลที่ได้สามารถนำไปหาค่าอัตราการใช้ถ่านและนำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของชั้นถ่านกับเวลาในการเดินระบบตามสมการของ Bohart-Adams เพื่อหาค่าความสามารถในการดูดซับและความลึกวิกฤตของถ่านทั้ง 2 ชนิดซึ่งสามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดูดซับสีในรูปของทีโอซีของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิด

ตารางที่ 3 อัตราการใช้ถ่านที่อัตราการไหลต่างๆ กันของถ่านกัมมันต์ชนิด C1000 และ F300

Carbon usage rate								
Flow (L./HR.)	Column 1		Column 2		Column 3		Column 4	
	C 1000 (g./L.)	F 300 (g./L.)	C 1000 (g./L.)	F 300 (g./L.)	C 1000 (g./L.)	F 300 (g./L.)	C 1000 (g./L.)	F 300 (g./L.)
2.00	18.25	2.17	10.95	1.56	6.57	1.40	6.26	1.46
4.00	21.90	21.90	12.14	2.49	9.66	2.22	7.30	2.31
6.00	-	-	73.00	13.27	12.88	4.06	10.43	3.24
8.00	-	-	-	-	-	-	109.50	36.50

จากตารางที่ 3 พบว่าค่าอัตราการใช้ถ่านจะมีค่าที่ต่ำที่สุดที่อัตราการไหล 2.0 ลิตร/ชั่วโมง สำหรับถ่านกัมมันต์ F300 ที่ความลึกคอลัมน์ 0.6 เมตร โดยมีค่าเท่ากับ 1.40 ก./ล. และมีค่าที่สูงที่สุดในถ่านกัมมันต์ C1000 ที่อัตราการไหล 8 ลิตร/ชั่วโมงที่ความลึกคอลัมน์ 0.8 เมตร โดยมีค่าเท่ากับ 109.50 ก./ล.



รูปที่ 7(ก.) ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินระบบก่อนถึงจุดเบรคทูร์กับความลึกของคอลัมน์ของถ่านกัมมันต์ F 300 (ข.) ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินระบบก่อนถึงจุดเบรคทูร์กับความลึกของคอลัมน์ของถ่านกัมมันต์ C1000

เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาทำการคำนวณตามสมการของ Bohart-Adams พบว่าค่าความสามารถในการดูดซับและความลึกวิกฤตของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิดมีค่าลดลงเมื่ออัตราการไหลมีค่ามากขึ้นและค่าความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ F300 สูงกว่าถ่านกัมมันต์ C1000 เท่ากับ 36.63 และ 8.58 มก./ก. ที่อัตราการไหลเท่ากับ 2 ลิตร/ชั่วโมงสำหรับถ่านกัมมันต์ F300 และ C1000 ตามลำดับ โดยค่าความลึกวิกฤตของถ่านกัมมันต์ C1000 มีค่ามากกว่าถ่านกัมมันต์ F300 เท่ากับ 0.17 และ 0.07 เมตร สำหรับถ่านกัมมันต์ F300 และ C1000 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ค่าความลึกวิกฤติที่อัตราการไหลที่แตกต่างกันของถ่านกัมมันต์ F 300 และ C 1000

Critical depth				
Flow (L./HR.)	F 300 (m.)	R ²	C 1000 (m.)	R ²
2.00	0.07	0.99	0.17	0.98
4.00	0.15	0.98	0.19	0.97
6.00	0.25	0.95	0.26	0.93

ข้อสรุป

จากผลการศึกษาพบว่าน้ำเสียสี่ข้อมรวมที่นำมาใช้ในการทดลองนี้มีค่าที่ไอซีเริ่มต้นเท่ากับ 420 มก./ล. กระบวนการโคแอกกูแลชันโดยใช้สารส้มสามารถกำจัดที่ไอซีได้ดีที่สุด โดยปริมาณสารส้มที่เหมาะสมคือ 200 มก./ล. ภายใต้สภาวะควบคุมค่าพีเอชเท่ากับ 5.0 มีประสิทธิภาพในการกำจัดที่ไอซีเท่ากับ 81.1% .ในส่วนของ การศึกษาการดูดซับ โดยถ่านกัมมันต์แบบไม่ต่อเนื่องพบว่าค่าพีเอชและค่าที่ไอซีเริ่มต้นในน้ำเสียสี่ข้อมรวมไม่มีผลต่อเวลาสัมพัทธ์ที่จุดสมดุล โดยพบว่าเวลาสัมพัทธ์ ณ จุดสมดุลของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิด อยู่ที่ 2 ชั่วโมง ส่วนค่าความสามารถในการดูดซับที่ไอซีของถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิด พบว่า เมื่อค่าพีเอชมีค่าลดลงค่าความสามารถในการดูดซับที่ไอซีมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยสมการของ Freundlich และสามารถกล่าวได้ว่าถ่านกัมมันต์ F300 มีความสามารถในการดูดซับที่ไอซีมากกว่าถ่านกัมมันต์ C1000 สำหรับการศึกษารูปแบบต่อเนื่องของการดูดซับที่ไอซีโดยใช้ถ่านกัมมันต์ F300และถ่านกัมมันต์ C1000 โดยทำการทดลองผ่านน้ำเสียเข้าถังปฏิกรณ์ที่ต่อเนื่องแบบอนุกรมจำนวน 4 ถัง พบว่า เมื่อเพิ่มอัตราการไหลของน้ำเสียสี่ข้อมรวมจาก 2.0 ถึง 8.0 ลิตร/ชั่วโมง ค่าความสามารถในการดูดซับที่ไอซี และค่า EBTC มีค่าลดลงและเมื่อนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณโดยใช้สมการของ Bohart-Adams พบว่าความยาว MTZ มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการไหลมีค่าเพิ่มขึ้นและถ่านกัมมันต์ F300 มีความสามารถในการดูดซับที่ไอซีสูงกว่าถ่านกัมมันต์ C1000 โดยมีค่าเท่ากับ 36.63 และ 8.58 มก./ก. สำหรับถ่านกัมมันต์ F300และ C1000 ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

วรัญญู สงครามนต์. (2549). การศึกษาสมรรถนะในการดูดซับที่ไอซีของรีแอกทีฟ โดยถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัชพืช.วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Adsorption.(Online).Available., http://www.alcoholpurification.com/what_is_important.html.,20 April 2004

Adsorption.(Online). Available., http://www.alcoholpurification.com/steam_activated.html., 20 April 2004

Mitchell, M.J., Wayne, E.M. and Christopher, A.T.(1998).Agricultural By-Products as Granular Activated Cabons for Adsorbing Dissolved Metals and Organics, J.Chem.Tech, Biotechnol., 71, 131-140.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายเพิ่มพงษ์ ฌ ลำพูน

วัน เดือน ปี เกิด 14 ธันวาคม 2523

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษามัธยมปลาย โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม
จังหวัดเชียงราย ปีการศึกษา 2541
สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ปีการศึกษา 2546

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved