

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กัณขมาศ สุทธิเรืองวงศ์. 2539. การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีไฟฟ้าเคมีเพื่อกำจัดสารอินทรีย์และสี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ. ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กระทรวงพลังงาน. 2550. ไบโอดีเซล [online]. Available from: <http://www.energy.go.th/th/forum/Detail.asp?topicID=106&page=3&keyword> [2007, June 4].
- การไฟฟ้านครหลวง. 2550. ค่ากระแสไฟฟ้า [online]. Available from: <http://www.modernbis.com/images/1170041393/ElectricChargingRate.pdf>. [2008, Aug 18].
- เกรียงศักดิ์ อุคมสินโรจน์. 2539. การบำบัดน้ำเสีย. เล่ม 2 พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร: มิตรนราการพิมพ์.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. 2528. คณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ สาขาเคมี ตามโครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมหาวิทยาลัย. เคมี. เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: อักษรเจริญทัศน์.
- บริษัทบางจากปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน). 2550. ไบโอดีเซล [online]. Available from: <http://www.bangchak.co.th/th/energyDetail.asp?id=14>. [2007, June 18].
- ปริเมธ เจริญนพคุณ. 2545. การกำจัดไนเตรทในน้ำทิ้งชุมชนด้วยไฟฟ้าเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- ปิ่นภัทร เจริญสาคร. 2549. การบำบัดน้ำเสียไบโอดีเซลโดยวิธีทางเคมีและทางชีวภาพ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปาริชาติ หมั่นสีทา. 2547. การกำจัดสีและซีโอดีจากน้ำเสียของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่ผ่านการบำบัดบางส่วนโดยใช้กระบวนการรวมตะกอนด้วยไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรศักดิ์ สมรไกรสรกิจ. 2550. กระบวนการโคแอกกูเลชัน (Coagulation) และฟล็อกคูเลชัน (Flocculation). [online]. Available from: <http://www.mwa.co.th/download/etc01/coagulation.pdf>. [2008, Aug 18].

- พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. กรม. 2549. โครงการส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลใน กทม. และเชียงใหม่ (เฟส 2) (ที่ปรึกษาเพื่อออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียพร้อมอุปกรณ์ ประกอบ). กรุงเทพมหานคร.
- รัตนา จิระรัตนานนท์. 2541. กระบวนการแยกด้วยเยื่อแผ่นสังเคราะห์. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- วรรณวรรณ เทียงวรรณกานต์. 2546. การกำจัดสีข้อมรีแอกทีฟโดยการใช้กระบวนการรวมตะกอน ด้วยไฟฟ้าและการตกตะกอนทางเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรม สิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณรัตน์ วัฒนชัย. 2547. กระบวนการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าสำหรับน้ำเสียปนเปื้อนโลหะหนักจาก โรงงานประกอบรถยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิริชัย พงษ์วิชัย. 2548. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์. พิมพ์ครั้งที่ 15 กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุจินันท์ ยิ้มคมจำ. 2549. ไบโอดีเซล. บทความเผยแพร่ ฉบับที่ 04/49 . [online] .Available from: <http://www.scimetrology.com/Uploads/04biode.pdf> . [2007, July 20].
- หทัยทัต ชื้อสุวรรณ. 2544. การนำโลหะหนักกลับคืนจากตะกอนโดยวิธีไฟฟ้าเคมี. วิทยานิพนธ์ ปริญญา มหาบัณฑิต. ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Al-Shamrania, A.A., Jamesa, A., and Xiaob, H., 2002. Destabilisation of Oil–Water Emulsions and Separation by Dissolved Air Flotation. Water Research. 36: 1503-1512.
- Ayhan, I., and Mahmut, O., 2006. Treatment of dairy wastewaters by electrocoagulation using mild steel electrodes. Journal of Hazardous Materials. 137: 1197-1205.
- Chen, X., Chen, G., and Yue, P.L., 1999. Separation of pollutants from restaurant wastewater by electrocoagulation. Separation and Purification Technology. 19: 65-76.
- Daneshvar, N., Oladegaragoze, A., and Djafarzadeh, N., 2006. Decolorization of basic dye solutions by electrocoagulation: an investigation of the effect of operational parameters. Journal of Hazardous Materials. 129: 116-122.

- Hector, A.M., David, L.C., Jewel, A.G., Paul, M., Parga, J.R., and Eric P., 2007. Electrocoagulation mechanism for COD removal. Separation and Purification Technology. 56: 204-211.
- Friedrich, H., 1962. Ion Exchange. New York: McGraw-Hill.
- Inan, H., Dimoglo, A., Simsek, H., and Karpuzcu, M., 2003. Olive oil mill wastewater treatment by means of electrocoagulation. Separation and Purification Technology. 36: 23-31.
- Jiantuan, Ge., Jiuhi, Qu., Pengju, Lei., and Huijuan Liu., 2004. New bipolar electrocoagulation-electroflotation process for the treatment of laundry wastewater. Separation and Purification Technology. 36(1): 33-39.
- Kongsrichareon, N., and Polprasert, C., 1995. Electrochemical Precipitation of Cr⁶⁺ from an Electroplating Wastewater. Water Science Technology. 13(39): 109-117.
- Larue, O., and Vorobiev, E., 2003. Floc size estimation in iron induced electrocoagulation and coagulation using sedimentation data. Int J. Miner. Process. 71: 1-15.
- Mohamed T., and Nadji M.M., 2008. Optimization of oil removal from oily wastewater by electrocoagulation using response surface method. Journal of Hazardous Materials 158 : 107-115.
- Muruganathan, M., Raju, G.B., and Prabhakar, S., 2004. Removal of sulfide, sulfate and sulfite ions by electrocoagulation. Journal of Hazardous Materials. 109: 37-44.
- Myers, R.H., and Montgomery, D.C., 2002. Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments. 2nd ed. John Wiley and Sons, Inc., U.S.A.
- Pertorius, W., Johannes, W., and Lempert, G., 1991. Electrolytic Iron flocculants production with bipolar electrode in series arrangement. Water SA. 17: 133-13.
- Saatci, Y., Hasar, H., and Cici, M., 2001. Treatability of vegetable oil industry effluents through physical-chemical methods. Fresenius Environmental Bulletin. 10: 854-858.
- Suehara, K., Kawamoto, Y., Fujii, E., Kohda, J., Nakano, Y., and Yano, T., 2005. Biological treatment of wastewater discharged from biodiesel fuel production plant with alkali-catalyzed transesterification. Journal of Bioscience and Bioengineering. 100: 437-442.
- Xinhua, X., and Xiangfeng, Z., 2004. Treatment of refractory oily wastewater by electrocoagulation process. Chemosphere. 56: 889-894.
- Yousef, M. and Robert, S., 2000. Electrocoagulation (EC)-science and applications. Journal of Hazardous Materials. 84: 29-41.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการทดลองทุกชุดการทดลอง

ตารางที่ ก-1 ผลการทดลองหาขั้วไฟฟ้าที่เหมาะสม ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 20 โวลต์ ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา 30 นาที

ขั้วไฟฟ้า (แอโนด- แคโทด)	ครั้งที่	พีเอช		ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์/ซม.)		อุณหภูมิ (°ซ)		กระแส ไฟฟ้า (แอมแปร์)	น้ำหนัก ขั้วที่ใช้ (กรัม)	ซีโอติ (มก./ล.)		ของแข็งแขวน ลอย (มก./ล.)		น้ำมันและ ไขมัน (มก./ล.)		ปริมาณก๊าซ (มล.)	ค่าพลังงานที่ ใช้ (กิโลวัตต์/ ลบ.ม.)	ค่าไฟฟ้า (บาท)
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			
เหล็ก-เหล็ก	1	4	6.10	600	580	28	37	1.21	0.6707	28750	13125	400	20	6020	140	360	12.10	23.37
	2	4	6.15	600	570	28	37	1.10	0.7438	28750	13750	400	30	6020	180	390	11.00	21.24
	เฉลี่ย	4	6.13	600	575	28	37	1.16	0.7072	28750	13438	400	25	6020	160	375	11.55	22.30
	1	6	6.87	490	470	28	33	0.82	0.4135	28750	11875	400	20	6020	110	280	8.20	15.83
	2	6	6.89	490	480	28	34	0.81	0.3843	28750	12500	400	20	6020	110	300	8.10	15.64
	เฉลี่ย	6	6.88	490	475	28	33.5	0.82	0.3989	28750	12188	400	20	6020	110	290	8.15	15.74
	1	9	10.27	380	380	28	30	0.40	0.2655	28750	25000	400	300	6020	4760	100	4.00	7.72
	2	9	10.20	380	380	28	30	0.47	0.2124	28750	23750	400	300	6020	3980	110	4.70	9.08
	เฉลี่ย	9	10.24	380	380	28	30	0.44	0.2389	28750	24375	400	300	6020	4370	105	4.35	8.40
เหล็ก- แกรไฟต์	1	4	5.73	640	580	28	36	1.05	0.6097	28387	13226	360	20	5940	140	365	10.50	20.28
	2	4	5.52	640	560	28	38	1.17	0.535	28387	13548	360	40	5940	190	345	11.70	22.59
	เฉลี่ย	4	5.63	640	570	28	37	1.11	0.5724	28387	13387	360	30	5940	165	355	11.10	21.43
	1	6	6.45	490	420	28	34	0.85	0.3642	28387	12258	360	20	5940	110	200	8.50	16.41
	2	6	6.53	490	430	28	33	0.77	0.366	28387	12258	360	30	5940	130	215	7.70	14.87
	เฉลี่ย	6	6.49	490	425	28	33.5	0.81	0.3651	28387	12258	360	25	5940	120	207.5	8.1	15.64
	1	9	9.85	380	360	28	30	0.45	0.1798	28387	24516	360	260	5940	3940	135	4.50	8.69
	2	9	9.87	380	340	28	31	0.48	0.1849	28387	23871	360	320	5940	3930	145	4.80	9.27
	เฉลี่ย	9	9.86	380	350	28	30.5	0.47	0.1823	28387	24194	360	290	5940	3935	140	4.65	8.98

ตารางที่ ก-1 ผลการทดลองหาข้าวไฟฟ้าที่เหมาะสม ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 20 โวลต์ ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา 30 นาที (ต่อ)

ข้าวไฟฟ้า (แอนโตน- แคโทด)	ครั้งที่	พีเอช		ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์/ซม.)		อุณหภูมิ (°ซ)		กระแส ไฟฟ้า (แอมแปร์)	น้ำหนัก ข้าวที่ใช้ (กรัม)	ซีโอดี (มก./ล.)		ของแข็งแขวน ลอย (มก./ล.)		น้ำมันและ ไขมัน (มก./ล.)		ปริมาณก๊าซ (มล.)	ค่าพลังงานที่ ใช้ (กิโลวัตต์/ ลบ.ม.)	ค่าไฟฟ้า (บาท)
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			
แกรไฟต์- แกรไฟต์	1	4	4.21	640	600	28	32	0.68	+0.0366	28352	19121	340	220	5900	3060	280	6.80	13.13
	2	4	4.3	640	600	28	32	0.66	+0.0386	28352	19121	340	180	5900	2840	255	6.60	12.74
	เฉลี่ย	4	4.26	640	600	28	32	0.67	+0.0376	28352	19121	340	200	5900	2950	268	6.70	12.94
	1	6	6.13	490	490	28	32	0.54	+0.0516	28352	21099	340	260	5900	3480	205	5.40	10.43
	2	6	6.09	490	490	28	32	0.54	+0.0556	28352	20440	340	240	5900	3370	205	5.40	10.43
	เฉลี่ย	6	6.11	490	490	28	32	0.54	+0.0536	28352	20769	340	250	5900	3425	205	5.40	10.43
	1	9	9.1	380	370	28	31	0.35	+0.1048	28352	23736	340	300	5900	3840	110	3.50	6.76
	2	9	9.08	380	370	28	31	0.38	+0.0953	28352	22418	340	280	5900	3910	120	3.80	7.34
	เฉลี่ย	9	9.09	380	370	28	31	0.365	+0.1001	28352	23077	340	290	5900	3875	115	3.65	7.05
อลูมิเนียม- แกรไฟต์	1	4	7.14	600	480	28	35	0.85	0.1917	28387	13871	400	20	5980	160	465	8.50	16.41
	2	4	7.09	600	490	28	37	0.95	0.196	28387	14194	400	20	5980	220	460	9.50	18.34
	เฉลี่ย	4	7.12	600	485	28	36	0.90	0.1939	28387	14032	400	20	5980	190	463	9.00	17.38
	1	6	7.49	490	410	28	35	0.83	0.1698	28387	12581	400	10	5980	120	435	8.30	16.03
	2	6	7.48	490	410	28	34	0.83	0.1591	28387	12581	400	10	5980	140	430	8.30	16.03
	เฉลี่ย	6	7.49	490	410	28	34.5	0.83	0.1645	28387	12581	400	10	5980	130	433	8.30	16.03
	1	9	9.34	370	370	28	30	0.35	0.0698	28387	18710	400	220	5980	2770	105	3.50	6.76
	2	9	9.37	370	370	28	30	0.39	0.0695	28387	18065	400	180	5980	2680	100	3.900	7.53
	เฉลี่ย	9	9.36	370	370	28	30	0.37	0.0697	28387	18387	400	200	5980	2725	103	3.70	7.14

ตารางที่ ก-1 ผลการทดลองหาข้าวไฟฟ้าที่เหมาะสม ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 20 โวลต์ ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา 30 นาที (ต่อ)

ข้าวไฟฟ้า (แอม โนค- แคโทด)	ครั้งที่	พีเอช		ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์/ซม.)		อุณหภูมิ (°ซ)		กระแส ไฟฟ้า (แอมแปร์)	น้ำหนัก ข้าวที่ใช้ (กรัม)	ซีโอดี (มก./ล.)		ของแข็งแขวน ลอย (มก./ล.)		น้ำมันและ ไขมัน (มก./ล.)		ปริมาณก๊าซ (มล.)	ค่าพลังงานที่ ใช้ (กิโลวัตต์/ ลบ.ม.)	ค่าไฟฟ้า (บาท)
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			
อลูมิเนียม- อลูมิเนียม	1	4	9.69	600	430	28	34	1.12	0.4082	27733	14000	380	30	6020	160	800	11.20	21.63
	2	4	9.36	600	460	28	34.5	1.06	0.3507	27733	13667	380	25	6020	220	830	10.60	20.47
	เฉลี่ย	4	9.53	600	445	28	34.25	1.09	0.3795	27733	13833	380	28	6020	190	815	10.90	21.05
	1	6	9.74	490	390	28	33.5	0.91	0.3547	27733	12000	380	10	6020	110	710	9.10	17.57
	2	6	9.41	490	400	28	34	0.93	0.3298	27733	12000	380	5	6020	80	710	9.30	17.96
	เฉลี่ย	6	9.58	490	395	28	33.75	0.92	0.3423	27733	12000	380	7	6020	95	710	9.20	17.77
	1	9	10.21	370	300	28	31	0.47	0.2494	27733	18000	380	140	6020	2000	375	4.700	9.08
	2	9	10.21	370	290	28	31.5	0.5	0.2346	27733	17000	380	180	6020	1780	395	5.0	9.66
	เฉลี่ย	9	10.21	370	295	28	31.25	0.49	0.242	27733	17500	380	160	6020	1890	385	4.85	9.37

ตารางที่ ก-2 ผลการทดลองหาค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เหมาะสม โดยใช้จั่วไฟฟ้าแบบอลูมิเนียม-แกรไฟต์ พีเอชน้ำเสียเท่ากับ 6 ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา 30 นาที

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์)	ครั้งที่	พีเอช		ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์/ซม.)		อุณหภูมิ (°ซ)		กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	น้ำหนักจั่วที่ใช้ (กรัม)	ซีโอดี (มก./ล.)		ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)		น้ำมันและไขมัน (มก./ล.)		ปริมาณก๊าซ (มล.)	ค่าพลังงานที่ใช้ (กิโลวัตต์/ลบ.ม.)	ค่าไฟฟ้า (บาท)
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			
10	1	6	6.79	480	450	28	29	0.3	0.077	27447	14681	400	45	6000	640	155	1.50	2.90
	2	6	6.75	480	440	28	28	0.39	0.0741	27447	14362	400	60	6000	710	155	1.950	3.77
	เฉลี่ย	6	6.77	480	445	28	28.5	0.35	0.0756	27447	14521	400	52	6000	675	155	1.725	3.33
15	1	6	7.17	480	440	28	31	0.72	0.1534	27742	13226	400	20	6000	640	260	5.40	10.43
	2	6	7.11	480	430	28	32	0.8	0.1401	27742	13226	400	30	6000	530	290	6.0	11.59
	เฉลี่ย	6	7.14	480	435	28	31.5	0.76	0.1468	27742	13226	400	25	6000	585	275	5.70	11.01
20	1	6	7.49	490	410	28	35	0.83	0.1611	28387	12581	400	10	5980	120	435	8.30	16.03
	2	6	7.48	490	410	28	34	0.83	0.1518	28387	12581	400	10	5980	140	430	8.30	16.03
	เฉลี่ย	6	7.49	490	410	28	34.5	0.83	0.1565	28387	12581	400	10	5980	130	433	8.30	16.03
25	1	6	8.2	480	410	28	34	0.92	0.199	27742	12258	400	15	6000	80	510	11.500	22.21
	2	6	7.8	480	410	28	34.5	0.89	0.2175	27742	11613	400	5	6000	130	525	11.125	21.48
	เฉลี่ย	6	8.00	480	410	28	34.25	0.905	0.2083	27742	11935	400	10	6000	105	517.5	11.31	21.84
30	1	6	9.21	480	400	28	36.5	1.1	0.2724	27742	11935	400	5	6000	40	530	16.500	31.86
	2	6	9.17	480	400	28	38	1.08	0.2671	27742	11613	400	5	6000	110	525	16.200	31.28
	เฉลี่ย	6	9.19	480	400	28	37.25	1.09	0.2698	27742	11774	400	5	6000	75	527.5	16.35	31.57

ตารางที่ ก-3 ผลการทดลองหาระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาที่เหมาะสม โดยใช้ขั้วไฟฟ้าแบบ อลูมิเนียม-แกรไฟต์ พีเอชน้ำเสียเท่ากับ 6 ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า 20 โวลต์

เวลา (นาท)	ครั้งที่	พีเอช		ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต/ซม.)		อุณหภูมิ (°ซ)		กระแส ไฟฟ้า (แอมแปร์)	น้ำหนักขั้วที่ ใช้ (กรัม)	ซีโอดี (มก./ล.)		ของแข็งแขวน ลอย (มก./ล.)		น้ำมันและไขมัน (มก./ล.)		ปริมาณก๊าซ (มล.)	ค่าพลังงานที่ ใช้ (กิโลวัตต์/ ลบ.ม.)	ค่าไฟฟ้า (บาท)
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			
10	1	6	6.9	480	440	28	29.5	0.79	0.0555	29867	15000	360	50	5960	670	135	2.633	5.09
	2	6	7	480	430	28	28.5	0.79	0.0619	29867	15000	360	55	5960	720	155	2.633	5.09
	เฉลี่ย	6	6.95	480	435	28	29	0.79	0.0587	29867	15000	360	53	5960	695	145.00	2.63	5.09
15	1	6	7.08	480	440	28	30	0.8	0.0995	29677	14839	400	40	6020	590	210	4.0	7.72
	2	6	7.15	480	440	28	30.5	0.8	0.0887	29677	14516	400	45	6020	610	210	4.0	7.72
	เฉลี่ย	6	7.12	480	440	28	30.25	0.8	0.0941	29677	14677	400	43	6020	600	210	4.00	7.72
20	1	6	7.25	480	430	28	31	0.8	0.1292	29677	14194	400	20	6020	480	290	5.333	10.30
	2	6	7.13	480	430	28	31	0.79	0.1221	29677	14194	400	25	6020	460	300	5.267	10.17
	เฉลี่ย	6	7.19	480	430	28	31	0.80	0.1257	29677	14194	400	23	6020	470	295	5.30	10.23
25	1	6	7.2	480	400	28	34	0.83	0.1518	29677	13548	400	15	6020	160	385	6.917	13.36
	2	6	7.28	480	410	28	33.5	0.83	0.1431	29677	12903	400	10	6020	110	395	6.917	13.36
	เฉลี่ย	6	7.24	480	405	28	33.75	0.83	0.1475	29677	13226	400	13	6020	135	390	6.92	13.36
30	1	6	7.49	490	410	28	35	0.83	0.1611	28387	12581	400	10	5980	120	435	8.300	16.03
	2	6	7.48	490	410	28	34	0.83	0.1518	28387	12581	400	10	5980	140	430	8.300	16.03
	เฉลี่ย	6	7.49	490	410	28	34.5	0.83	0.1565	28387	12581	400	10.0	5980	130	432.5	8.30	16.03
40	1	6	8.69	480	400	28	36.5	0.9	0.2745	29867	12667	360	5	5960	130	550	12.000	23.17
	2	6	9.02	480	400	28	35.5	0.92	0.2709	29867	13000	360	10	5960	100	570	12.267	23.69
	เฉลี่ย	6	8.86	480	400	28	36	0.91	0.2727	29867	12833	360	7	5960	115	560	12.13	23.43

ตารางที่ ก-4 ผลการทดลอง โดยการออกแบบการทดลองแบบบล็อกซ์-เบห์นเคน

การทดลองที่	ครั้งที่	พีเอช		ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์/ซม.)		อุณหภูมิ (°ซ)		กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	น้ำหนัก ซั้วที่ใช้ (กรัม)	ซีโอดี (มก./ล.)		ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)		น้ำมันและ ไขมัน (มก./ล.)		ปริมาณ ก๊าซ (มล.)	ค่าพลังงานที่ ใช้ (กิโลวัตต์/ ลบ.ม.)	ค่าไฟฟ้า (บาท)
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			
1	1	6.5	9.63	430	340	28	39	0.96	0.3021	30638	13085.1	440	5	6020	60	640	19.20	37.08
	2	6.5	9.53	430	330	28	38.5	0.92	0.3291	30638	12766	440	5	6020	70	660	18.40	35.53
	เฉลี่ย	6.5	9.58	430	335	28	39	0.94	0.3156	30638	12925.5	440	5	6020	65	650	18.80	36.30
2	1	6.5	7.52	430	360	28	31	0.96	0.0709	30638	14043	440	30	6020	630	170	4.80	9.27
	2	6.5	7.43	430	370	28	29.5	0.9	0.065	30638	14362	440	40	6020	570	175	4.50	8.69
	เฉลี่ย	6.5	7.475	430	365	28	30.25	0.93	0.06795	30638	14202	440	35	6020	600	172.5	4.65	8.98
3	1	4	7.27	640	440	28	36	0.84	0.2285	29617	13723	440	10	6020	220	600	11.20	21.63
	2	4	7.54	640	450	28	36	0.88	0.2561	29617	13404	440	15	6020	260	590	11.73	22.66
	เฉลี่ย	4	7.41	640	445	28	36	0.86	0.2423	30638	13564	440	12.5	6020	240	595	11.47	22.14
4	1	4	6.15	640	480	28	30.5	0.52	0.1216	29617	15319	440	65	6020	950	240	2.17	4.18
	2	4	6.39	640	490	28	28.5	0.50	0.0879	29617	15000	440	65	6020	1020	225	2.08	4.02
	เฉลี่ย	4	6.27	640	485	28	30	0.51	0.1047	30638	15160	440	65	6020	985	232.5	2.13	4.10
5	1	4	6.88	640	460	28	37	1.12	0.1951	29617	14043	440	15	6020	280	385	14.00	27.03
	2	4	7.19	640	460	28	38	1.24	0.2317	29617	14043	440	20	6020	220	400	15.50	29.93
	เฉลี่ย	4	7.035	640	460	28	37.5	1.18	0.2134	30638	14043	440	17.5	6020	250	392.5	14.75	28.48
6	1	6.5	8.27	430	340	28	32.5	0.82	0.1416	30638	14043	440	10	6020	90	345	6.83	13.20
	2	6.5	8.28	430	340	28	32	0.86	0.1471	30638	13404	440	5	6020	110	360	7.17	13.84
	เฉลี่ย	6.5	8.28	430	340	28	32	0.84	0.1444	30638	13723	440	7.5	6020	100	352.5	7	13.52

ตารางที่ ก-4 ผลการทดลอง โดยการออกแบบการทดลองแบบบล็อกซ์-เบห์นเคน (ต่อ)

การทดลองที่	ครั้งที่	พีเอช		ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์/ซม.)		อุณหภูมิ (°ซ)		กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	น้ำหนัก ซั้วที่ใช้ (กรัม)	ซีโอดี (มก./ล.)		ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)		น้ำมันและ ไขมัน (มก./ล.)		ปริมาณ ก๊าซ (มล.)	ค่าพลังงานที่ ใช้ (กิโลวัตต์/ ลบ.ม.)	ค่าไฟฟ้า (บาท)
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			
7	1	9	9.31	390	310	28	28	0.14	0.0197	30476	20317	440	300	6020	4380	70	0.58	1.13
	2	9	9.26	390	320	28	28.5	0.10	0.0171	30476	21333	440	320	6020	4160	65	0.42	0.80
	เฉลี่ย	9	9.29	390	315	28	28	0.12	0.0184	30476	20825	440	310	6020	4270	67.5	0.50	0.97
8	1	9	9.52	390	300	28	33	0.76	0.1105	30476	15746	440	160	6020	2420	275	9.50	18.34
	2	9	9.43	390	320	28	34	0.73	0.097	30476	18286	440	180	6020	2420	265	9.13	17.62
	เฉลี่ย	9	9.475	390	310	28	33.5	0.75	0.10375	30476	17016	440	170	6020	2420	270	9.3125	17.98
9	1	6.5	7.07	430	370	28	28	0.32	0.0144	30638	17778	440	200	6020	3320	55	0.53	1.03
	2	6.5	6.96	430	360	28	28	0.34	0.0157	30638	18794	440	260	6020	3500	60	0.57	1.09
	เฉลี่ย	6.5	7.02	430	365	28	28	0.33	0.0151	30638	18286	440	230	6020	3410	57.5	0.55	1.06
10	1	9	8.80	390	320	28	31	0.43	0.0772	30476	17778	440	160	6020	2660	125	5.73	11.07
	2	9	8.77	390	320	28	30.5	0.35	0.0880	30476	18286	440	200	6020	2480	115	4.67	9.01
	เฉลี่ย	9	8.79	390	320	28	31	0.39	0.0826	30476	18032	440	180	6020	2570	120	5.20	10.04
11	1	6.5	7.88	430	340	28	32	0.82	0.1356	30638	14043	440	10	6020	150	370	6.83	13.20
	2	6.5	8.06	430	350	28	32	0.82	0.1466	30638	13085	440	15	6020	130	360	6.83	13.20
	เฉลี่ย	6.5	7.97	430	345	28	32	0.82	0.1411	30638	13563.8	440	12.5	6020	140	365	6.83	13.20
12	1	4	5.12	640	480	28	30	0.78	0.0584	29617	15957.4	440	75	6020	1360	120	2.60	5.02
	2	4	5.29	640	500	28	31	0.87	0.0703	29617	15638.3	440	90	6020	1540	130	2.90	5.60
	เฉลี่ย	4	5.21	640	490	28	31	0.83	0.0644	30638	15797.9	440	82.5	6020	1450	125	2.75	5.31

ตารางที่ ก-4 ผลการทดลองโดยการออกแบบการทดลองแบบบล็อกซ์-เบห์นเคน (ต่อ)

การทดลองที่	ครั้งที่	พีเอช		ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์/ซม.)		อุณหภูมิ (°ซ)		กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	น้ำหนัก ซั้วที่ใช้ (กรัม)	ซีโอดี (มก./ล.)		ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)		น้ำมันและ ไขมัน (มก./ล.)		ปริมาณ ก๊าซ (มล.)	ค่าพลังงานที่ ใช้ (กิโลวัตต์/ ลบ.ม.)	ค่าไฟฟ้า (บาท)
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			
13	1	9	9.14	390	330	28	28.5	0.2	0.0290	30476	20317	440	300	6020	4240	40	0.67	1.29
	2	9	9.25	390	320	28	29.5	0.18	0.0182	30476	19810	440	320	6020	4600	40	0.60	1.16
	เฉลี่ย	9	9.20	390	325	28	29	0.19	0.0236	30476	20063	440	310	6020	4420	40	0.63	1.22
14	1	6.5	7.92	430	370	28	29.5	0.32	0.0536	30638	14603	440	45	6020	520	240	2.13	4.12
	2	6.5	7.87	430	370	28	28.5	0.32	0.0768	30638	14921	440	30	6020	580	240	2.13	4.12
	เฉลี่ย	6.5	7.895	430	370	28	29	0.32	0.0652	30638	14762	440	37.5	6020	550	240	2.13	4.12
15	1	6.5	8.09	430	360	28	32	0.84	0.1406	30638	13723	440	10	6020	100	355	7.00	13.52
	2	6.5	8.15	430	350	28	33	0.86	0.1858	30638	13723	440	5	6020	110	355	7.17	13.84
	เฉลี่ย	6.5	8.12	430	355	28	33	0.85	0.1632	30638	1373	440	7.5	6020	105	355	7.08	13.68

ตารางที่ ก-5 ผลการทดลองสภาวะที่เหมาะสมจากการออกแบบการทดลองแบบใช้ตัวแปรเดียวในการทดลองแต่ละครั้ง โดยใช้ขั้วไฟฟ้าแบบอลูมิเนียม-แกรไฟต์ พีเอช เริ่มต้นของน้ำเสียเท่ากับ 6 ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 20 โวลต์ ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา 25 นาที

ครั้งที่	พีเอช		ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนส์/ซม.)		อุณหภูมิ (°ซ)		กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	น้ำหนัก ขั้วที่ใช้ (กรัม)	ซีโอดี (มก./ล.)		ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)		น้ำมันและไขมัน (มก./ล.)		ปริมาณ ก๊าซ (มล.)	ค่าพลังงานที่ ใช้ (กิโลวัตต์/ ลบ.ม.)	ค่าไฟฟ้า (บาท)
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			
1	6	7.2	480	400	28	34	0.83	0.1518	29677	13548	400	15	6020	160	385	6.917	13.36
2	6	7.28	480	410	28	33.5	0.83	0.1431	29677	12903	400	10	6020	110	395	6.917	13.36
เฉลี่ย	6	7.24	480	405	28	33.75	0.83	0.1475	29677	13226	400	13	6020	135	390	6.92	13.36

ตารางที่ ก-6 ผลการทดลองสภาวะที่เหมาะสมจากการออกแบบการทดลองแบบบ็อกซ์-เบห์นเคนใช้ขั้วไฟฟ้าแบบอลูมิเนียม-แกรไฟต์ พีเอชเริ่มต้นของน้ำเสียเท่ากับ 6.06 ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 18.2 โวลต์ ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา 23.54 นาที

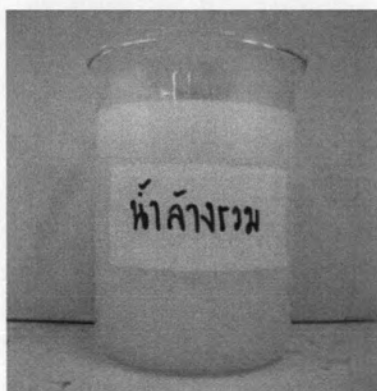
ครั้งที่	พีเอช		ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนส์/ซม.)		อุณหภูมิ (°ซ)		กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	น้ำหนัก ขั้วที่ใช้ (กรัม)	ซีโอดี (มก./ล.)		ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)		น้ำมันและไขมัน (มก./ล.)		ปริมาณ ก๊าซ (มล.)	ค่าพลังงานที่ ใช้ (กิโลวัตต์/ ลบ.ม.)	ค่าไฟฟ้า (บาท)
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง			
1	6.06	7.14	460	400	28	33	0.78	0.1463	29677	13226	440	20	6020	110	315	5.57	10.75
2	6.06	7.23	460	410	28	32	0.76	0.1146	29677	13226	440	10	6020	80	305	5.43	10.48
เฉลี่ย	6.06	7.19	460	405	28	32.5	0.77	0.1305	29677	13226	440	15	6020	95.00	310.00	5.50	10.62

ภาคผนวก ข

รูปประกอบการทดลอง

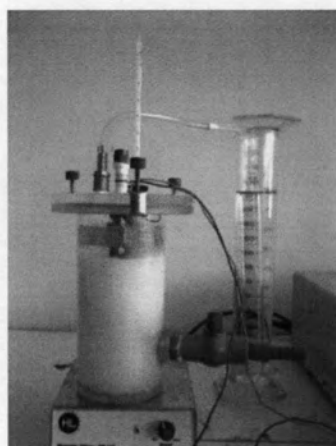


รูปที่ ข-1 ลักษณะน้ำที่นำมาใช้ในการทดลอง โดยเป็นน้ำล้างน้ำมันไบโอดีเซลที่ 2-5



รูปที่ ข-2 ลักษณะของเสียที่นำมาใช้ในการทดลอง โดยน้ำล้างรวม 2-5 นำมาผสมกันในอัตราส่วน 1:1

ลักษณะน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดโดยใช้ขั้วไฟฟ้า 5 แบบ



รูปที่ ข-3 น้ำเสียดิบ

1. น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดโดยใช้ขั้วไฟฟ้าแบบเหล็ก-เหล็ก ที่พีเอช 4, 6 และ 9



รูปที่ ข-4 (ก) พีเอช 4



(ข) พีเอช 6

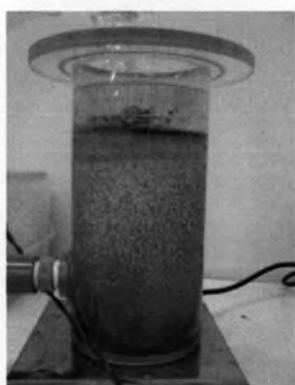


(ค) พีเอช 9

2. น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดโดยใช้ขั้วไฟฟ้าแบบเหล็ก-แกรไฟต์ ที่พีเอช 4, 6 และ 9



รูปที่ ข-5 (ก) พีเอช 4



(ข) พีเอช 6



(ค) พีเอช 9

3. น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดโดยใช้ขั้วไฟฟ้าแบบแกรไฟต์-แกรไฟต์ ที่พีเอช 4, 6 และ 9



รูปที่ ข-6 (ก) พีเอช 4



(ข) พีเอช 6



(ค) พีเอช 9

4. น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดโดยใช้ขั้วไฟฟ้าแบบอลูมิเนียม-แกรไฟต์ ที่พีเอช 4, 6 และ 9



รูปที่ ข-7 (ก) พีเอช 4



(ข) พีเอช 6



(ค) พีเอช 9

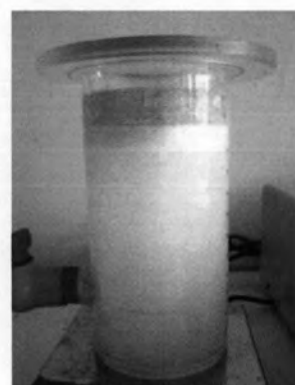
5. น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดโดยใช้ขั้วไฟฟ้าแบบอลูมิเนียม-อลูมิเนียม ที่พีเอช 4, 6 และ 9



รูปที่ ข-8 (ก) พีเอช 4



(ข) พีเอช 6



(ค) พีเอช 9

ภาคผนวก ก

การคำนวณค่ากระแสไฟฟ้าและค่าขั้วไฟฟ้า

ตัวอย่างการคำนวณ การบำบัดน้ำเสียปริมาตร 1.0 ลิตร โดยใช้ขั้วเหล็กกว้าง 10.5 ซม. ยาว 5 ซม. หนา 2 มม. เป็นอิเล็กโทรด จำนวน 2 แผ่น ระยะห่างระหว่างขั้วอิเล็กโทรด 1.5 ซม. ความต่างศักย์ไฟฟ้า 20 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 0.82 แอมแปร์ ระยะเวลาเก็บกัก 3 นาที

1. การคำนวณกระแสไฟฟ้าในหน่วยฟาราเดย์

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad \text{ปริมาณไฟฟ้า} &= I (\text{แอมแปร์}) * t (\text{วินาที}) \\
 &= 0.82 * (30/60) * 60 * 60 \\
 &= 1,476 \text{ คูลอมป์/โมล} \\
 &= 1,476/96,500 \\
 &\quad (\text{อิเล็กตรอน 1 โมล มีประจุ 96,500 คูลอมป์}) \\
 &= 0.015 \text{ ฟาราเดย์}
 \end{aligned}$$

2. การคำนวณหาค่าความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad C &= I/A \\
 &= (0.82 * 1000) / ((1.5 + 0.4) * 10.5 * 5) \\
 &= 8.22 \text{ มิลลิแอมแปร์/ตร.ซม.}
 \end{aligned}$$

3. การคำนวณหาค่าพลังงานที่ใช้ในการบำบัด

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad W &= VI t / 1000 v \\
 &= (20 * 0.82 * (30/60)) / (1000 * (1.0/1000)) \\
 &= 8.2 \text{ กิโลวัตต์/ลูกบาศก์เมตร}
 \end{aligned}$$

4. การคำนวณหาค่าไฟฟ้า

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad \text{ค่าไฟฟ้า} &= (\text{พลังงานที่ใช้} * \text{ค่ายูนิต/หน่วย}) * \text{ภาษีร้อยละ 7} \\
 &= 8.2 * 1.8047 * 1.07 \\
 &= 15.83 \text{ บาท/ลูกบาศก์เมตร}
 \end{aligned}$$

หมายเหตุ

ค่าไฟฟ้า = 1.8047 บาท/หน่วย ที่มา : การไฟฟ้านครหลวง ณ วันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2551

ตารางที่ ค-1 การคำนวณค่าข้าวไฟฟ้า

ข้าวไฟฟ้า	พีเอช	น้ำหนักข้าวไฟฟ้าที่ใช้ (กรัม/ล.)	น้ำหนักข้าวไฟฟ้าที่ใช้ (กรัม/ลบ.ม.)	ค่าข้าวไฟฟ้า (บาท/ลบ.ม.)
เหล็กล-เหล็กล	4	0.7073	707.25	31.83
	6	0.3989	398.9	17.95
	9	0.2389	238.95	10.75
เหล็กล- แกรไฟต์	4	0.5724	572.35	25.07
	6	0.3651	365.1	16.00
	9	0.1824	182.35	7.80
อลูมิเนียม- แกรไฟต์	4	0.1939	193.85	30.05
	6	0.1645	164.45	24.25
	9	0.0697	69.65	10.25
อลูมิเนียม- อลูมิเนียม	4	0.3795	379.45	58.81
	6	0.3423	342.25	53.05
	9	0.2420	242	37.51

หมายเหตุ

ราคาเศษเหล็กล 45 บาท/กิโลกรัม

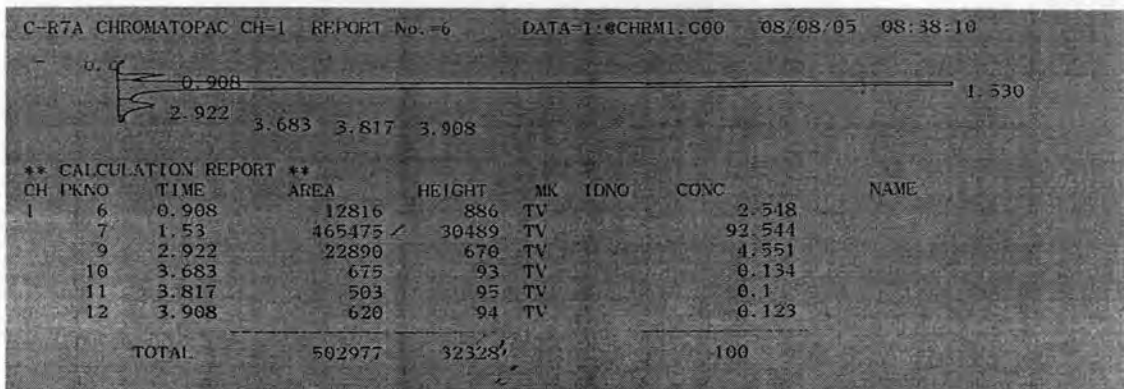
ราคาเศษอลูมิเนียม 155 บาท/กิโลกรัม

ที่มา : โดยการสอบถามจากผู้ประกอบการร้านขายเหล็กลและอลูมิเนียม ณ วันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ.

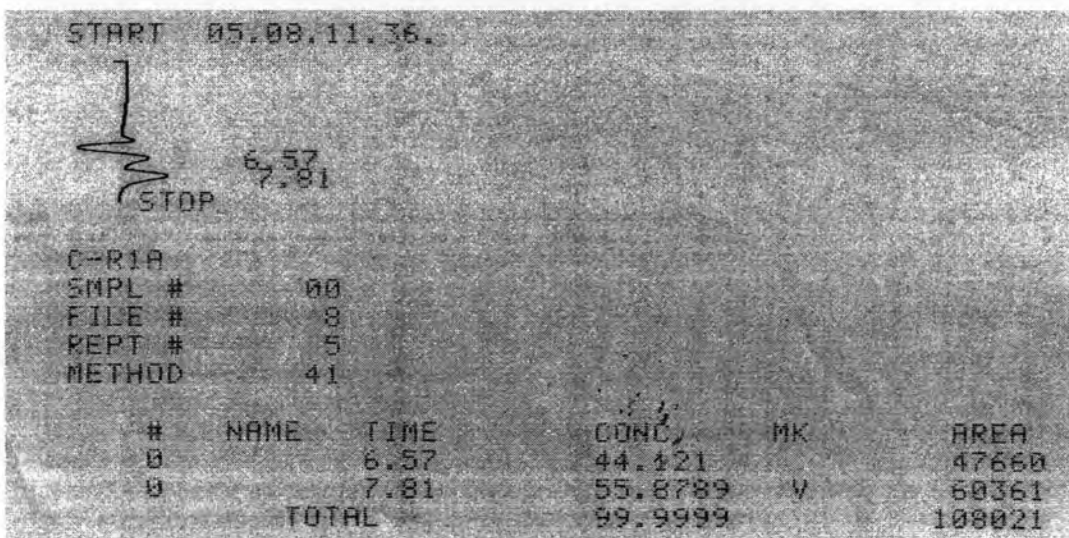
2551 จำนวน 3 ราย

ภาคผนวก ง

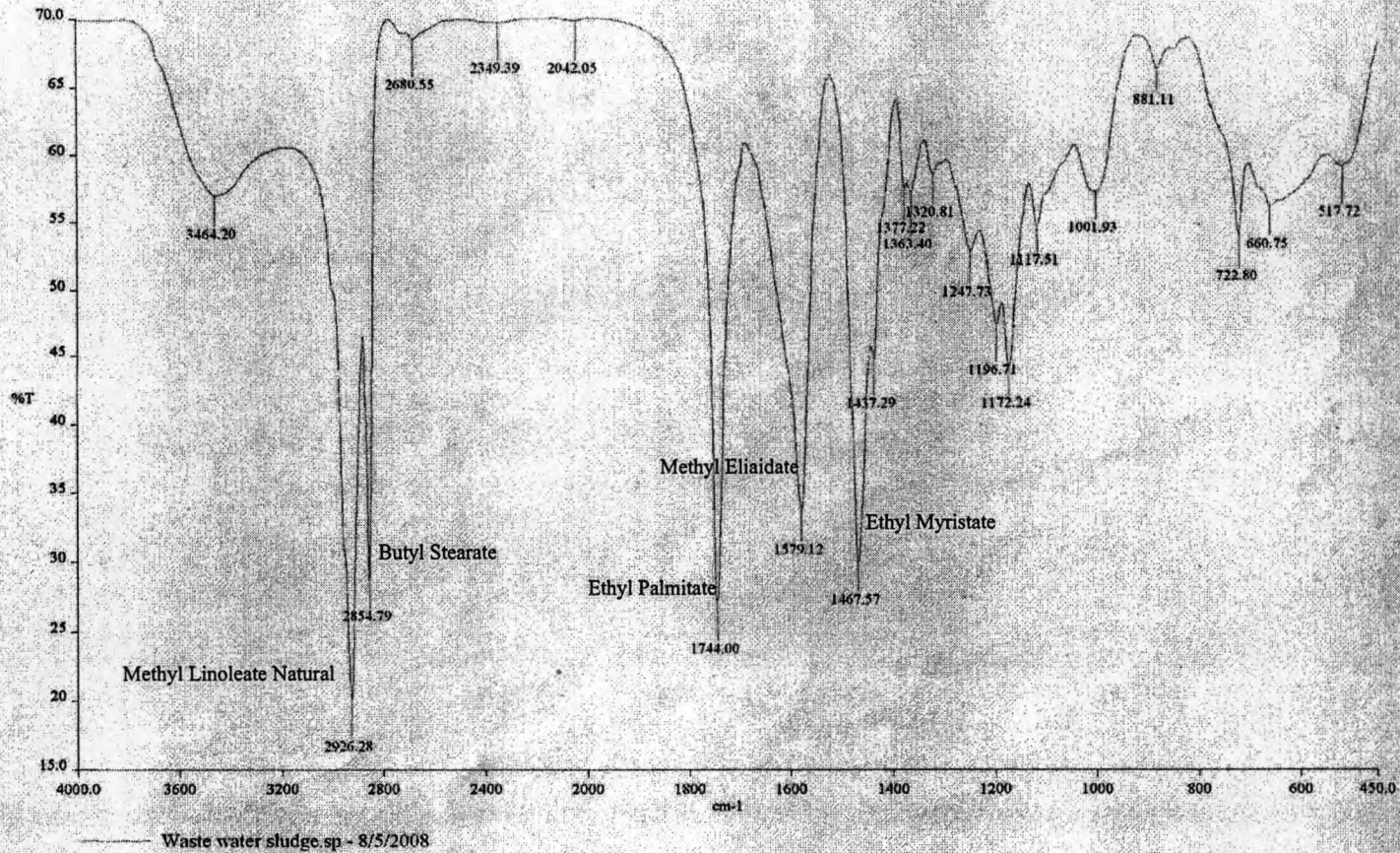
ผลการวิเคราะห์เมทานอล กลีเซอรอล และตะกอน



รูปที่ ง-1 ผลวิเคราะห์เมทานอลในน้ำเสียไบโอดีเซลที่ผ่านการบำบัดแล้ว ที่สภาวะ
 ขั้วไฟฟ้าอลูมิเนียม-แกรไฟต์ ที่พีเอช 6 ความต่างศักย์ไฟฟ้า 20 โวลต์
 ระยะเวลาการทำปฏิกิริยา 25 นาที ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี
 (Gas Chromatography: GC)



รูปที่ ง-2 ผลวิเคราะห์กาลีเชอรอลในน้ำเสียไบโอดีเซลที่ผ่านการบำบัดแล้ว ที่สภาวะ
 ขั้วไฟฟ้าอลูมิเนียม-แกรไฟต์ ที่พีเอช 6 ความต่างศักย์ไฟฟ้า 20 โวลต์
 ระยะเวลาการทำปฏิกิริยา 25 นาที ด้วยเครื่องไฮเพอร์ฟอมเมินซ์ลิกควิดโครมาโตกราฟี
 (High Performance Liquid Chromatography: HPLC)



รูปที่ 3-3 ผลการวิเคราะห์ตะกอนด้วยเครื่องฟิวรีเออทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปคโตรมิเตอร์ (Fourier Transform Infrared Spectrometer : FT-IR) ของน้ำเสียไป โอดีเซล ที่ผ่านการบำบัดแล้ว ที่สภาวะชั่วไฟฟ้าแบบอลูมิเนียม-แกรไฟต์ ที่พีเอช 6 ความต่างศักย์ไฟฟ้า 20 โวลต์ ระยะเวลาการทำปฏิกิริยา 25 นาที

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างสักร์ไฟฟ้ามาตรฐานของอิเล็กทรอนิกส์ที่ 25 องศาเซลเซียส

ตารางที่ ง-1 ตัวอย่างศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของอิเล็กโทรดที่ 25 องศาเซลเซียส (ต่อ)

ครึ่งปฏิกิริยา	ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของอิเล็กโทรด (โวลต์)
$F_2(g) + 2H^+ + 2e \leftrightarrow 2HF(aq)$	3.06
$O_2(g) + 2H^+ + 2e \leftrightarrow O_2(g) + H_2O$	2.07
$S_2O_8^{2-} + 2e \leftrightarrow 2SO_4^{2-}$	2.01
$Co^{3+} + e \leftrightarrow Co^{2+}$	1.842
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e \leftrightarrow 2H_2O$	1.776
$MnO_4^- + 4H^+ + 3e \leftrightarrow MnO_2(s) + 2H_2O$	1.695
$Ce^{4+} + e \leftrightarrow Ce^{3+}$	
$HClO + H^+ + e \leftrightarrow \frac{1}{2}Cl_2(g) + H_2O$	1.63
$H_2IO_6 + H_2 + 2e \leftrightarrow IO_3^- + 3H_2O$	1.60
$BrO_3^- + 6H^+ + 5e \leftrightarrow \frac{1}{2}Br_2(l) + 3H_2O$	1.52
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e \leftrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	1.51
$Mn^{3+} + e \leftrightarrow Mn^{2+}$	
$ClO_3^- + 6H^+ + 5e \leftrightarrow \frac{1}{2}Cl_2(g) + 3H_2O$	1.47
$PbO_2(s) + 4H^+ + 2e \leftrightarrow Pb^{2+} + 2H_2O$	1.455
$Cl_2(g) + 2e \leftrightarrow 2Cl^-$	1.359
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \leftrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	1.33
$Tl^{3+} + 2e \leftrightarrow Tl^+$	1.25
$IO_3^- + 2Cl^- + 6H^+ + 4e \leftrightarrow ICl_2 + 3H_2O$	1.24
$MnO_2(s) + 4H^+ + 2e \leftrightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	1.23
$O_2(g) + 4H^+ + 4e \leftrightarrow 2H_2O$	1.229
$IO_3^- + 6H^+ + 5e \leftrightarrow \frac{1}{2}I_2(s) + 3H_2O$	1.195
$IO_3^- + 6H^+ + 5e \leftrightarrow \frac{1}{2}I_2(aq) + 3H_2O$	1.178
$SeO_4^{2-} + 4H^+ + 2e \leftrightarrow 2H_2SeO_3 + H_2O$	1.15
$Br_2(l) + 2e \leftrightarrow 2Br^-$	1.065
$Br_2(aq) + 2e \leftrightarrow 2Br^-$	1.087
$ICl_2 + e \leftrightarrow \frac{1}{2}I_2(s) + 2Cl^-$	1.06
$V(OH)_4^+ + 2H^+ + e \leftrightarrow VO^{2+} + H_2O$	1.00
$HNO_2 + H^+ + e \leftrightarrow NO(g) + H_2O$	1.00
$Pd^{2+} + 2e \leftrightarrow Pd(s)$	0.987
$NO_3^- + 3H^+ + 2e \leftrightarrow HNO_2 + H_2O$	0.94
$2Hg^{2+} + 2e \leftrightarrow Hg_2^{2+}$	0.920
$HO_2^- + H_2O + 2e \leftrightarrow 3OH^-$	0.88
$Cu^{2+} + I^- + e \leftrightarrow CuI(s)$	0.86
$Hg^{2+} + 2e \leftrightarrow Hg(l)$	0.854
$Ag^+ + e \leftrightarrow Ag(s)$	0.799
$Hg_2^{2+} + 2e \leftrightarrow 2Hg(l)$	0.789
$Fe^{3+} + e \leftrightarrow Fe^{2+}$	0.771
$H_2SeO_3 + 4H^+ + 4e \leftrightarrow Se(s) + 3H_2O$	0.740
$PtCl_4^{2-} + 2e \leftrightarrow Pt(s) + 4Cl^-$	0.73
$C_6H_4O_2(quinone) + 2H^+ + 2e \leftrightarrow C_6H_4(OH)_2$	0.699
$O_2(g) + 2H^+ + 2e \leftrightarrow H_2O_2$	0.682
$PtCl_6^{2-} + 2e \leftrightarrow PtCl_4^{2-} + 2Cl^-$	0.68
$Hg_2SO_4(s) + 2e \leftrightarrow 2Hg(l) + SO_4^{2-}$	0.615
$Sb_2O_3(s) + 6H^+ + 4e \leftrightarrow 2SbO^+ + 3H_2O$	0.581
$MnO_4^- + e \leftrightarrow MnO_4^{2-}$	0.564
$H_3AsO_4 + 2H^+ + 2e \leftrightarrow H_2AsO_3 + H_2O$	0.559

ตารางที่ ง-1 ตัวอย่างศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของอิเล็กโทรดที่ 25 องศาเซลเซียส

ครึ่งปฏิกิริยา	ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของอิเล็กโทรด (โวลต์)
$I_2 + 2e \leftrightarrow 2I^-$	0.536
$I_2(s) + 2e \leftrightarrow 2I^-$	0.5355
$I_2(aq) + 2e \leftrightarrow 2I^-$	0.620
$Cu^+ + e \leftrightarrow Cu(s)$	0.521
$H_2SO_3 + 4H^+ + 4e \leftrightarrow S(s) + 3H_2O$	0.45
$Ag_2CrO_4(s) + 2e \leftrightarrow 2Ag(s) + CrO_4^{2-}$	0.446
$VO^{2+} + 2H^+ + e \leftrightarrow V^{3+} + H_2O$	0.361
$Fe(CN)_6^{3-} + e \leftrightarrow Fe(CN)_6^{4-}$	0.36
$Cu^{2+} + 2e \leftrightarrow Cu(s)$	0.337
$UO_2^{2+} + 4H^+ + 2e \leftrightarrow U^{4+} + 2H_2O$	0.334
$BiO^+ + 2H^+ + 3e \leftrightarrow Bi(s) + H_2O$	0.32
$Hg_2Cl_2(s) + 2e \leftrightarrow 2Hg(l) + 2Cl^-$	0.368
$AgCl(s) + e \leftrightarrow Ag(s) + Cl^-$	0.222
$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e \leftrightarrow H_2SO_3 + H_2O$	0.17
$BiCl_4^- + 3e \leftrightarrow Bi(s) + 4Cl^-$	0.16
$Sn^{4+} + 2e \leftrightarrow Sn^{2+}$	0.154
$Cu^{2+} + e \leftrightarrow Cu^+$	0.153
$S(s) + 2H^+ + 2e \leftrightarrow H_2S(g)$	0.141
$TiO^{2+} + 2H^+ + e \leftrightarrow Ti^{3+} + H_2O$	0.1
$AgBr(s) + e \leftrightarrow Ag(s) + Br^-$	0.095
$S_4O_6^{2-} + 2e \leftrightarrow 2S_2O_3^{2-}$	0.08
$Ag_2(S_2O_3)_2^{3-} + e \leftrightarrow Ag(s) + 2S_2O_3^{2-}$	0.010
$2H^+ + 2e \leftrightarrow H_2(g)$	0.000
$Pb^{2+} + 2e \leftrightarrow Pb(s)$	-0.126
$Sn^{2+} + 2e \leftrightarrow Sn(s)$	-0.136
$AgI(s) + e \leftrightarrow Ag(s) + I^-$	-0.151
$CuI(s) + e \leftrightarrow Cu(s) + I^-$	-0.185
$N_2(g) + 5H^+ + 4e \leftrightarrow N_2H_5^+$	-0.23
$Ni^{2+} + 2e \leftrightarrow Ni(s)$	-0.250
$V^{3+} + e \leftrightarrow V^{2+}$	-0.255
$Co^{2+} + 2e \leftrightarrow Co(s)$	-0.277
$Ag(CN)_2^- + e \leftrightarrow Ag(s) + 2CN^-$	-0.31
$Tl^+ + e \leftrightarrow Tl(s)$	-0.336
$PbSO_4(s) + 2e \leftrightarrow Pb(s) + SO_4^{2-}$	-0.356
$Ti^{3+} + e \leftrightarrow Ti^{2+}$	-0.37
$Cd^{2+} + 2e \leftrightarrow Cd(s)$	-0.403
$Cr^{3+} + 2e \leftrightarrow Cr^{2+}$	-0.41
$Fe^{2+} + 2e \leftrightarrow Fe(s)$	-0.440
$2CO_2(g) + 2H^+ + 2e \leftrightarrow H_2C_2O_4$	-0.49
$Cr^{3+} + 3e \leftrightarrow Cr(s)$	-0.74
$Zn^{2+} + 2e \leftrightarrow Zn(s)$	-0.763
$Mn^{2+} + 2e \leftrightarrow Mn(s)$	-1.18
$Al^{3+} + 3e \leftrightarrow Al(s)$	-1.66
$Mg^{2+} + 2e \leftrightarrow Mg(s)$	-2.37
$Na^+ + e \leftrightarrow Na(s)$	-2.714
$Ca^{2+} + 2e \leftrightarrow Ca(s)$	-2.87
$Ba^{2+} + 2e \leftrightarrow Ba(s)$	-2.90
$K^+ + e \leftrightarrow K(s)$	-2.925
$Li^+ + e \leftrightarrow Li(s)$	-3.045

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอัญชลี ศรีรังสรรค์ เกิดเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2527 ที่จังหวัดสมุทรปราการ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล ในปีการศึกษา 2548 และเข้าศึกษาในระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2549

