

## รายการอ้างอิง



### ภาษาไทย

- กมล รอดอยู่. 2551. การคัดเลือกแบคทีเรียเพื่อใช้ในเซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพด้วยกระแสไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, สาขาวิชาจุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พาดินชัย, กระทรวง, กรมการส่งเสริมการส่งออก. 2554. ข้อมูลสินค้าส่งออกในเดือนมกราคม 2554. รายงานเลขที่ 54001298
- จุฑากานต์ บุญมี. 2552. การสร้างกลุ่มจุลินทรีย์เพื่อบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนไขมัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, สาขาวิชาจุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ณัฐริกา ตันติวงศ์. 2550. ผลของคลอไรด์ที่มีต่อการกำจัดCODในน้ำเสียปิโตรเคมีโดยใช้ระบบยูเอเอสบี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ. 2547. จุลชีววิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฝ่ายวางแผนระบบไฟฟ้า. 2553. สรุปแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2553-2573. รายงานเลขที่ 912000-5304
- สุนทร อยู่สถาน. 2550. ผลของแหล่งคาร์บอนต่อการลดไนโตรเจนในน้ำเสียโดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สุบัตินิต นิรมรัตน์. 2548. จุลชีววิทยาของน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. 2545. คู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย. กรุงเทพฯ: จุดทอง.

## ภาษาอังกฤษ

- Aelterman, P., Rabaey, K., Clauwaert, P., and Verstraete, W., 2006. Microbial fuel cells for wastewater treatment. Water Science and Technology. 54:9–15.
- Alim, D., Haluk, B., and Zbigniew, L. 2008. Scaling up microbial fuel cells. Environmental Science and Technology. 42:7643–7648.
- Bartolome, A. P., and Ruperez, P. 1995. Polysaccharides from the cell walls of pineapple Fruit. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 43:608-612
- Bond, D.R., Holmes, D.E., Tender, L.M., and Lovely, D.R. 2002. Electrode reducing microorganisms that harvest energy from marine sediments. Science. 295:493-485.
- Bond, D.R., and Lovely, D.R. 2003. Electricity production by *Geobacter sulfurreducens* attached to electrodes. Applied and Environmental Microbiology. 69:1548-1555.
- Ghangrekar, M.M., and Shinde, V.B., 2007. Performance of membrane-less microbial fuel cell treating wastewater and effect of electrode distance and area on electricity production. Bioresource Technology. 98:2879–2885.
- Ghangrekar, M.M., and Shinde, V.B., 2008. Simultaneous sewage treatment and electricity generation in membrane-less microbial fuel cell. Water Science and Technology. 58:37–43.
- Gil, G.C., et al. 2003. Operational parameters affecting the performance of a mediator-less microbial fuel cell. Biosensors and Bioelectronics. 18:327-334.
- Gorby, Y.A., et al. 2006. Electrically conductive bacterial nanowires produced by *Shewanella oneidensis* strain MR-1 and other microorganisms. PNAS: 130:11358-63
- Habermann, W., and Pommer, E.H., 1991. Biological fuel cells with sulphide storage capacity. Applied Microbiology and Biotechnology. 35:128-133.
- Jadhav, G.S., and Ghangrekar, M.M. 2009. Performance of microbial fuel cell subjected to variation in pH, temperature, external load and substrate concentration. Bioresource Technology. 100:717–723.

- Joseph, M., Haluk, B., Enrico, M., Raajaraajan, G., Goksel, D., and Zbigniew, L. 2006. Procedure for determining maximum sustainable power generated by microbial fuel cells. Environmental Science and Technology. 40:1062-1068.
- Kim, B.H., Chang, I.S., and Gadd, G.M. 2007. Challenges in microbial fuel cell development and operation. Applied Microbiology and Biotechnology 76:485–494
- Logan, B.E. 2007. Microbial Fuel Cells. John Wiley & Sons Ltd., Hoboken. 200p.
- Logan, B.E., et al. 2006. Microbial Fuel Cells: Methodology and Technology. Environmental Science and Technology. 17:5181-5192
- Logan, B., Shaon, C., Valeriew. W., and Garrett, E. 2007. Graphite fiber brush anodes for increased power production in air-cathode microbial fuel cells. Environmental Science and Technology. 41:3341- 3346.
- Lui, H., and Logan, B.E. 2004. Electricity generation using an air-cathode single chamber microbial fuel cell in the presence and absence of a proton exchange membrane. Environmental Science and Technology. 38:4040-4046.
- Lui, H., Ramnarayanan, R., and Logan, B.E. 2004. Production of electricity during wastewater treatment using a single chamber microbial fuel cell. Environmental Science and Technology. 38:2281-2285.
- Min, B., and Logan, B.E. 2004. Continuous electricity generation from domestic wastewater and organic substrates in a flat plate microbial fuel cell. Environmental Science and Technology. 38:5809-5814.
- Mohan, S.V., Raghavulu, S.V., Srikanth, S., and Sarma, P.N. 2007. Bioelectricity production by mediatorless microbial fuel cell under acidophilic condition using wastewater as substrate : Influence of substrate loading rate. Current science. 92:1720-1726.
- Oh, S., and Logan, B. E., 2006. Proton exchange membrane and electrode surface areas as factors that affect power generation in microbial fuel cells. Applied Microbiology and Biotechnology. 70:162-169.
- Oh, S., Min, B., and Logan, B.E. 2004. Cathode performance as a factor in electricity generation in Microbial Fuel Cells. Environmental Science and Technology. 38:4900-4904.

- Rabaey, K., and Verstraete, W. 2005. Microbial fuel cells: novel biotechnology for energy generation. Trends in Biotechnology. 23:291-298
- Sarinee, O., Mana, S., Sumittra, C., and Toshihide, K. 2007. Impedance analysis of bio-fuel cell electrodes. Biosensors and Bioelectronics. 23:721-727.
- Scott, K., Rimbu, G. A., Katuri, K. P., Prasad, K. K., and Head, I. M. 2007. Application of modified carbon anodes in microbial fuel cells. Process Safety and Environmental Protection. 85:481–488.
- Shaoan, C., Hong, L., and Bruce, E. L. 2006. Increased power generation in a continuous flow MFC with advective flow through the porous anode and reduced electrode spacing. Environmental Science and Technology. 40:2426-2432.
- Shukla, A. K., Suresh, P., Berchmans, S., and Rajendran, A., 2004. Biological fuel cells and their applications. Current Science. 87(4):455-468.
- You, S., Zhao, Q., Zhang, J., Jiang, J., and Zhao, S., 2006. A microbial fuel cell using permanganate as the cathodic electron acceptor. Journal of Power Sources. 162:1409–1415.

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

## สูตรและวิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

## อาหารน้ำเสียสังเคราะห์

กลูโคส	3.168	กรัมต่อลิตร
ยูเรีย	0.076	กรัมต่อลิตร
โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )	0.313	กรัมต่อลิตร
โซเดียมอะซิเตท ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ )	0.1	กรัมต่อลิตร
โซเดียมไบคาร์บอเนต ( $\text{NaHCO}_3$ )	0.5	กรัมต่อลิตร

นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ  $110^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 20 นาที

## อาหารน้ำเสียสังเคราะห์ในขั้นตอนแปรผันความเป็นกรดเบส

ปรับความเป็นกรดเบสของน้ำเสียสังเคราะห์โดยปรับปริมาณของโซเดียมไบคาร์บอเนต ( $\text{NaHCO}_3$ ) และเติมกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 โมลาร์ หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 5 โมลาร์ ดังนี้

## ที่ค่าความเป็นกรดเบส 4

โซเดียมไบคาร์บอเนต ( $\text{NaHCO}_3$ )	0.5	กรัมต่อลิตร
กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 โมลาร์	25	มิลลิลิตร

## ที่ค่าความเป็นกรดเบส 5

โซเดียมไบคาร์บอเนต ( $\text{NaHCO}_3$ )	1	กรัมต่อลิตร
กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 โมลาร์	25	มิลลิลิตรต่อลิตร

## ที่ค่าความเป็นกรดเบส 6

โซเดียมไบคาร์บอเนต ( $\text{NaHCO}_3$ )	1	กรัมต่อลิตร
โซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 5 โมลาร์	5	มิลลิลิตรต่อลิตร

## ที่ค่าความเป็นกรดเบส 7

โซเดียมไบคาร์บอเนต ( $\text{NaHCO}_3$ )	3	กรัมต่อลิตร
โซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 5 โมลาร์	1.5	มิลลิลิตรต่อลิตร

## ที่ค่าความเป็นกรดเบส 8

โซเดียมไบคาร์บอเนต ( $\text{NaHCO}_3$ )	3	กรัมต่อลิตร
โซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 5 โมลาร์	3	มิลลิลิตรต่อลิตร

## ภาคผนวก ข

### สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

#### สารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมตความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

เตรียมโดย

นำโปตัสเซียมไดโครเมตไปอบแห้งที่ 130 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วชั่งมา 4.913 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 167 มิลลิลิตรและเติมเมอคิวริกซัลเฟต 33.3 กรัม ทิ้งให้ละลายแล้วปล่อยให้เย็น เจือจางด้วยน้ำกลั่นเป็น 1000 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง

#### สารละลายกรดซัลฟูริกในการวิเคราะห์ซีโอดี

เตรียมโดย

เติมซิลเวอร์ซัลเฟต 5.5 กรัม ลงในกรดซัลฟูริกเข้มข้น 540 มิลลิลิตร หรือ 1 กิโลกรัม ตั้งทิ้งไว้ 1-2 วัน ให้ซิลเวอร์ซัลเฟตละลาย เก็บในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง

#### สารละลายเฟอร์โรอินอินดิเคเตอร์

เตรียมโดย

ละลาย 1,10-ฟีแนนโทลีนโมโนไฮเดรต 1.485 กรัม และเฟอร์ริกซัลเฟต 695 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่นและเจือจางเป็น 100 มิลลิลิตร เก็บในขวดที่หลอดหยดที่อุณหภูมิห้อง

#### สารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไฮโดรเจนพธาลเลต

เตรียมโดย

นำโปตัสเซียมไฮโดรเจนพธาลเลตมาอบแห้งแล้วอบแห้งที่ 120 องศาเซลเซียส แล้วชั่งมา 425 มิลลิลิตร และละลายด้วยน้ำกลั่นและเจือจางจนได้ปริมาตร 1 ลิตร ซึ่งโปตัสเซียมไฮโดรเจนพธาลเลต 1 กรัม มีซีโอดีเท่ากับ 1.176 กรัม ออกซิเจนและสารละลายนี้จะมีซีโอดีเท่ากับ 500 มิลลิกรัม ต่อลิตร เตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้

### สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.1 โมลาร์

เตรียมโดย

ละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 39.2 กรัม ในน้ำกลั่น เดิมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร ทิ้งให้เย็นแล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร นำไปหาความเข้มข้นที่แน่นอนกับสารละลายมาตรฐานปอตัสเซียมไดโครเมต ทุกครั้งที่ใช้

### สารละลายกรดซัลฟูริก ( $H_2SO_4$ ) ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ที่ใช้ในการวิเคราะห์กรดระเหยง่าย

เตรียมโดย

ปิเปตกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1.4 มิลลิลิตร ลงในภาชนะที่มีน้ำปราศจากไอออนอยู่ประมาณ 800 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรโดยเติมน้ำกลั่นจนได้เป็น 1000 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา

### สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ที่ใช้ในการวิเคราะห์กรดระเหยง่าย

เตรียมโดย

นำเกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 กรัม มาเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา

### สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 100 มิลลิโมลาร์

เตรียมโดย

ซัง	ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $K_2HPO_4$ )	17.41 กรัม
	โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $KH_2PO_4$ )	8.71 กรัม

เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร และเติมโพแทสเซียมเปอแมงกานีสความเข้มข้น 0.1 กรัมต่อลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา

### สารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 โมลาร์

เตรียมโดย

นำสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 2 โมลาร์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร มาผสมกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา



**สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 5 โมลาร์**

เตรียมโดย

นำเกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ 200 กรัม มาเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา

**70% เอทานอล**

เตรียมโดย

นำเอทานอล 99.99% ปริมาตร 700 มิลลิลิตร มาผสมกับน้ำกลั่นปริมาตร 300 มิลลิลิตร ได้เอทานอลความเข้มข้น 70% ปริมาตร 1 ลิตร

## ภาคผนวก ค

## ตารางแสดงค่าต่างๆ ในเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์

ตารางที่ ค.1 ตารางแสดงค่าซีไอดี ปริมาณกรดระเหยง่าย และน้ำหนักแห้งเซลล์แขวนลอยที่ระยะเวลาที่กักพักทางเซลล์ศาสตร์เท่ากับ 36 ชั่วโมง เมื่อให้ระบบทำงานจนเข้าสู่ภาวะคงตัว

ถังที่	ค่าซีไอดี			ค่าเฉลี่ยค่าซีไอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3		
0	4032	4224	4224	4160	110.85
1	3072	2496	2496	2688	332.55
2	2304	2304	2304	2304	0
3	2304	2400	2400	2368	55.43
4	2304	2304	2496	2368	110.85
5	2496	2496	2688	2560	110.85
6	2304	2304	2304	2304	0
7	2304	2304	2496	2368	110.85
8	2304	2304	2496	2368	110.85
9	2496	2160	2304	2320	168.57

ถังที่	ปริมาณกรดระเหยง่าย			ค่าเฉลี่ยปริมาณกรดระเหย ง่าย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3		
0	370	375	380	375	5
1	340	340	332.5	337.5	4.33
2	340	332.5	340	337.5	4.33
3	310	295	295	300	8.66
4	280.75	288	275	281.25	6.51
5	170	185	170	175	8.66
6	170	170	185	175	8.66
7	190	182	190.5	187.5	4.77
8	180	180	180	180	0
9	180	180	180	180	0

ถังที่	น้ำหนักแห้งเซลล์แขวนลอย			ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งเซลล์ แขวนลอย (กรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3		
0	1.33	1.4	1.35	1.36	0.07
1	0.13	0.22	0.37	0.24	0.12
2	0.41	0.4	0.57	0.46	0.1
3	0.3	0.28	0.26	0.28	0.02
4	0.45	0.46	0.41	0.44	0.03
5	0.62	0.61	0.57	0.6	0.03
6	0.65	0.68	0.68	0.67	0.02
7	0.69	0.66	0.66	0.67	0.02
8	0.52	0.6	0.56	0.56	0.04
9	0.65	0.61	0.6	0.62	0.03

ตารางที่ ค.2 ตารางแสดงค่าซีไอดี ปริมาณกรดระเหยง่าย และน้ำหนักแห้งเซลล์แขวนลอยที่  
ระยะเวลาที่กักทางเซลล์ศาสตร์เท่ากับ 24 ชั่วโมง เมื่อให้ระบบทำงานจนเข้าสู่ภาวะคงตัว

ถังที่	ค่าซีไอดี			ค่าเฉลี่ยค่าซีไอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3		
0	4032	4128	4224	4128	96
1	2598.4	2505.6	2598.4	2567.47	53.58
2	2496	2304	2304	2368	110.85
3	2496	2688	2688	2624	110.85
4	2400	2592	2400	2464	110.85
5	2496	2496	2496	2496	0
6	2496	2496	2688	2560	110.85
7	2412.8	2598.4	2598.4	2536.53	107.16
8	2505.6	2320	2505.6	2443.73	107.16
9	2320	2320	2505.6	2381.87	107.16

ถังที่	ปริมาณกรดระเหยง่าย			ค่าเฉลี่ยปริมาณกรดระเหย ง่าย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3		
0	380	387.5	380	382.5	4.33
1	405	405	405	405	0
2	406.25	420	400	408.75	10.23
3	330	330	330	330	0
4	322.5	322.5	322.5	322.5	0
5	330	330	330	330	0
6	300	288.75	300	296.25	6.5
7	300	300	288.75	296.25	6.5
8	275	291.25	300	288.75	12.69
9	275	288.5	280.25	281.25	6.81

ถังที่	น้ำหนักแห้งเซลล์แขวนลอย			ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งเซลล์ แขวนลอย (กรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3		
0	1.38	1.79	1.63	1.6	0.21
1	0.85	0.79	0.82	0.82	0.03
2	0.35	0.37	0.36	0.36	0.01
3	1.02	0.98	1.35	1.08	0.2
4	0.72	0.71	0.67	0.7	0.03
5	0.18	0.21	0.21	0.2	0.02
6	0.29	0.3	0.25	0.28	0.03
7	0.3	0.22	0.2	0.24	0.05
8	0.3	0.31	0.35	0.32	0.03
9	0.19	0.23	0.18	0.2	0.03

ตารางที่ ค.3 ตารางแสดงค่าซีไอดี ปริมาณกรดระเหยง่าย และน้ำหนักแห้งเซลล์แขวนลอยที่ระยะเวลาที่กักทางเซลล์ศาสตร์เท่ากับ 12 ชั่วโมง เมื่อให้ระบบทำงานจนเข้าสู่ภาวะคงตัว

ถังที่	ค่าซีไอดี			ค่าเฉลี่ยค่าซีไอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3		
0	4083.2	4268.8	4268.8	4206.93	107.16
1	3552	3552	3552	3552	0
2	2880	2880	2976	2912	55.43
3	2691.2	2691.2	2691.2	2691.2	0
4	2784	2784	2784	2784	0
5	2505.6	2691.2	2691.2	2629.33	107.16
6	2598.4	2784	2784	2722.13	107.16
7	1948.8	2412.2	2784	2381.67	418.44
8	2412.8	2598.4	2784	2598.4	185.6
9	2598.4	2784	2598.4	2660.27	107.16

ถังที่	ปริมาณกรดระเหยง่าย			ค่าเฉลี่ยปริมาณกรดระเหย ง่าย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3		
0	417.5	410	410	412.5	4.33
1	396	396	398.5	396.83	1.44
2	371.25	371.25	371.25	371.25	0
3	308.75	305	320	311.25	7.81
4	330	330	330	330	0
5	360	360	360	360	0
6	360	360	360	360	0
7	345	345	345	345	0
8	345	356.25	345	348.75	6.5
9	345	345	356.25	348.75	6.5

ถังที่	น้ำหนักแห้งเซลล์แขวนลอย			ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งเซลล์ แขวนลอย (กรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3		
0	1.32	1.36	1.1	1.26	0.14
1	0.62	0.47	0.41	0.5	0.11
2	0.24	0.24	0.3	0.26	0.035
3	0.05	0.12	0.25	0.14	0.11
4	0.15	0.2	0.25	0.2	0.05
5	0.25	0.3	0.23	0.26	0.04
6	0.21	0.21	0.18	0.2	0.02
7	0.12	0.23	0.07	0.14	0.08
8	0.12	0.09	0.15	0.12	0.03
9	0.25	0.2	0.21	0.22	0.03

ตารางที่ ค.4 ตารางแสดงค่าซีไอดี ปริมาณกรดระเหยง่าย ค่าความเป็นด่างทั้งหมด และน้ำหนักแห้งเซลล์แขวนลอยที่ค่าความเป็นกรดเบสในถังแอโนดเท่ากับ 4

วันที่	ค่าซีไอดี			ค่าเฉลี่ยค่าซีไอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3			
0	4224	4136	4224	4194.67	50.81	
1	2592	2592	2592	2592	0	
2	2016	2016	2016	2016	0	
3	2016	2016	2016	2016	0	
4	1992	1992	1992	1992	0	
วันที่	กรดระเหยง่าย (มิลลิกรัมต่อลิตร)			ค่าเฉลี่ยกรดระเหยง่าย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3			
0	285	292.5	285	287.5	4.33	
1	140	140	135	138	2.89	
2	145	140	145	143	2.89	
3	140	135	140	138	2.89	
4	135	135	135	135	0	
วันที่	ค่าความเป็นด่างทั้งหมด			ค่าเฉลี่ยความเป็นด่าง ทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3			
0	190	195	190	191.67	2.89	
1	140	140	135	138.33	2.89	
2	145	140	145	143.33	2.89	
3	140	135	140	138.33	2.89	
4	135	135	135	135	0	
วันที่	น้ำหนักแห้งเซลล์แขวนลอย (กรัมต่อลิตร)				ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งเซลล์ แขวนลอย (กรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4		
0	1.21	1.05	0.98	0.96	1.08	0.113
1	0.38	0.33	0.33	0.37	0.35	0.026
2	0.26	0.27	0.3	0.27	0.28	0.017
3	0.18	0.19	0.16	0.16	0.18	0.015
4	0.07	0.12	0.07	0.09	0.09	0.024



ตารางที่ ค.5 ตารางแสดงค่าซีไอดี ปริมาณกรดระเหยง่าย ค่าความเป็นด่างทั้งหมด และน้ำหนักแห้งเซลล์แขวนลอยที่ค่าความเป็นกรดเบสในถังแอโนดเท่ากับ 5

วันที่	ค่าซีไอดี			ค่าเฉลี่ยค่าซีไอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3			
0	3984	4116	4249	4116	132.5	
1	3187	3187	2922	3099	153	
2	2125	2390	2125	2213	153	
3	2124	2124	2124	2124	0	
4	1859	1859	1859	1859	0	
วันที่	กรดระเหยง่าย (มิลลิกรัมต่อลิตร)			ค่าเฉลี่ยกรดระเหยง่าย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3			
0	200	200	195	198	2.87	
1	220	210	205	212	7.64	
2	190	190	190	190	0	
3	190	190	190	190	0	
4	210	210	210	210	0	
วันที่	ค่าความเป็นด่างทั้งหมด			ค่าเฉลี่ยความเป็นด่าง ทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3			
0	125	125	125	125	0	
1	100	100	100	100	0	
2	75	75	75	75	0	
3	75	75	75	75	0	
4	210	210	210	210	0	
วันที่	น้ำหนักแห้งเซลล์แขวนลอย (กรัมต่อลิตร)				ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งเซลล์ แขวนลอย (กรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4		
0	1.23	1.14	1.17	1.19	1.18	0.038
1	0.65	0.7	0.76	0.67	0.7	0.048
2	0.59	0.54	0.57	0.58	0.57	0.022
3	0.34	0.32	0.35	0.36	0.34	0.017
4	0.35	0.41	0.32	0.48	0.39	0.071

ตารางที่ ค.6 ตารางแสดงค่าซีไอดี ปริมาณกรดระเหยง่าย ค่าความเป็นต่างทั้งหมด และน้ำหนัก  
แห้งเซลล์แขวนลอยที่ค่าความเป็นกรดเบสในถังแอดโนดเท่ากับ 6

วันที่	ค่าซีไอดี			ค่าเฉลี่ยค่าซีไอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3			
0	4312	4312	4312	4312	0	
1	3080	3080	3080	3080	0	
2	1725	1725	1725	1725	0	
3	1725	1725	1725	1725	0	
4	1725	1725	1725	1725	0	
วันที่	กรดระเหยง่าย (มิลลิกรัมต่อลิตร)			ค่าเฉลี่ยกรดระเหยง่าย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3			
0	285	280	280	282	2.89	
1	425	425	430	427	2.89	
2	460	465	455	460	5	
3	470	472.5	470	471	1.44	
4	495	505	500	500	5	
วันที่	ค่าความเป็นต่างทั้งหมด			ค่าเฉลี่ยความเป็นต่าง ทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3			
0	400	400	400	400	0	
1	325	325	325	325	0	
2	325	325	325	325	0	
3	300	300	300	300	0	
4	325	325	325	325	0	
วันที่	น้ำหนักแห้งเซลล์แขวนลอย (กรัมต่อลิตร)				ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งเซลล์ แขวนลอย (กรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4		
0	1.15	1.17	1.18	-	1.17	0.015
1	0.8	0.78	0.79	0.77	0.79	0.013
2	0.41	0.4	0.42	0.44	0.42	0.017
3	0.3	0.29	0.25	0.27	0.28	0.022
4	0.28	0.29	0.29	0.29	0.29	0.005

ตารางที่ ค.7 ตารางแสดงค่าซีไอดี ปริมาณกรดระเหยง่าย ค่าความเป็นด่างทั้งหมด และน้ำหนักแห้งเซลล์แขวนลอยที่ค่าความเป็นกรดเบสในถังแอนดเท่ากับ 7

วันที่	ค่าซีไอดี			ค่าเฉลี่ยค่าซีไอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3			
0	4370	4370	4370	4370	0	
1	2158	2158	2045	2120	65.24	
2	1931	1931	2045	1969	65.82	
3	1818	1818	1818	1818	0	
4	1590	1704	1590	1628	65.82	
วันที่	กรดระเหยง่าย (มิลลิกรัมต่อลิตร)			ค่าเฉลี่ยกรดระเหยง่าย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3			
0	555	560	560	558	2.89	
1	890	880	890	887	5.77	
2	850	830	825	835	13.23	
3	770	755	755	760	8.66	
4	655	695	650	667	24.66	
วันที่	ค่าความเป็นด่างทั้งหมด			ค่าเฉลี่ยความเป็นด่าง ทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3			
0	1600	1600	1600	1600	0	
1	1300	1300	1300	1300	0	
2	1450	1450	1450	1450	0	
3	1350	1325	1337.5	1337.5	12.5	
4	1300	1275	1250	1275	25	
วันที่	น้ำหนักแห้งเซลล์แขวนลอย (กรัมต่อลิตร)				ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งเซลล์ แขวนลอย (กรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4		
0	1.22	1.33	1.3	1.38	1.31	0.07
1	1.08	0.97	1.1	0.76	0.98	0.16
2	0.71	0.74	0.79	0.79	0.76	0.039
3	0.4	0.42	0.4	0.42	0.41	0.012
4	0.21	0.2	0.23	0.25	0.22	0.022

ตารางที่ ค.8 ตารางแสดงค่าซีไอดี ปริมาณกรดระเหยง่าย ค่าความเป็นด่างทั้งหมด และน้ำหนักแห้งเซลล์แขวนลอยที่ค่าความเป็นกรดเบสในถังแอนดเท่ากับ 8

วันที่	ค่าซีไอดี			ค่าเฉลี่ยค่าซีไอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3			
0	4544	4544	4544	4544	0	
1	2726	2726	2726	2726	0	
2	2272	2272	2272	2272	0	
3	1818	1818	2045	1893	131	
4	2045	1818	1818	1893	131	
วันที่	กรดระเหยง่าย (มิลลิกรัมต่อลิตร)			ค่าเฉลี่ยกรดระเหยง่าย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3			
0	467.5	430	455	451	19.09	
1	750	800	800	783	28.87	
2	780	845	827.5	817.5	33.63	
3	750	790	820	787	35.12	
4	700	675	770	715	49.24	
วันที่	ค่าความเป็นด่างทั้งหมด			ค่าเฉลี่ยความเป็นด่าง ทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3			
0	1050	1062.5	1062.5	1058	7.22	
1	1075	1075	1075	1075	0	
2	1300	1325	1300	1308	14.43	
3	1713	1725	1700	1713	12.50	
4	1875	1925	1900	1900	25	
วันที่	น้ำหนักแห้งเซลล์แขวนลอย (กรัมต่อลิตร)				ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งเซลล์ แขวนลอย (กรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4		
0	1.15	1.22	1.19	1.19	1.19	0.029
1	0.92	0.92	0.94	0.95	0.93	0.015
2	0.67	0.68	0.6	0.68	0.66	0.039
3	0.57	0.54	0.5	0.53	0.54	0.029
4	0.22	0.22	0.17	0.27	0.22	0.04

ตารางที่ ค.9 ตารางแสดงค่าซีไอดี ปริมาณกรดระเหยง่าย ค่าความเป็นด่างทั้งหมด และน้ำหนักแห้งเซลล์แขวนลอยในถังแอนด โดยให้น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมผลไม้กระป๋องมาสี่สามพราน จังหวัดนครปฐม

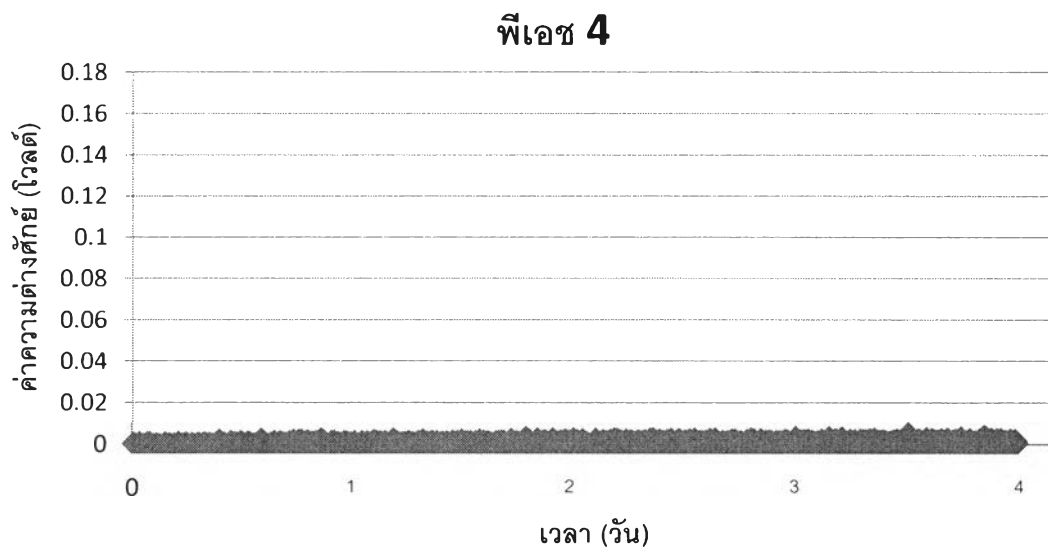
วันที่	ค่าซีไอดี			ค่าเฉลี่ยค่าซีไอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3		
0	3398	3398	3398	3398	0
1	2076	2076	2076	2076	0
2	1434	1523	1434	1463.67	51.39
3	1075	1075	1075	1075	0
4	896	896	896	896	0
5	848	848	848	848	0
วันที่	กรดระเหยง่าย (มิลลิกรัมต่อลิตร)			ค่าเฉลี่ยกรดระเหยง่าย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3		
0	1450	1425	1500	1458	38.19
1	1300	1300	1300	1300	0
2	1400	1400	1425	1408	14.43
3	1625	1600	1625	1616	14.43
4	1700	1687.5	1675	1687.5	12.5
5	1700	1687.5	1687.5	1700	7.23
วันที่	ค่าความเป็นด่างทั้งหมด			ค่าเฉลี่ยความเป็นด่าง ทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3		
0	320	312.5	325	319.16	6.29
1	525	530	550	535	13.23
2	550	470	430	485	61.1
3	480	465	470	471	7.64
4	505	500	485	488	10.41
5	490	495	500	495	5

วันที่	น้ำหนักแห้งเซลล์แขวนลอย (กรัมต่อลิตร)				ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งเซลล์ แขวนลอย (กรัมต่อลิตร)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4		
0	1.27	1.3	1.35	1.25	1.29	0.04
1	0.72	0.7	0.69	0.68	0.7	0.02
2	0.33	0.34	0.37	0.38	0.36	0.02
3	0.27	0.29	0.3	0.29	0.29	0.01
4	0.21	0.22	0.22	0.24	0.22	0.01
5	0.15	0.15	0.15	0.14	0.15	0.005

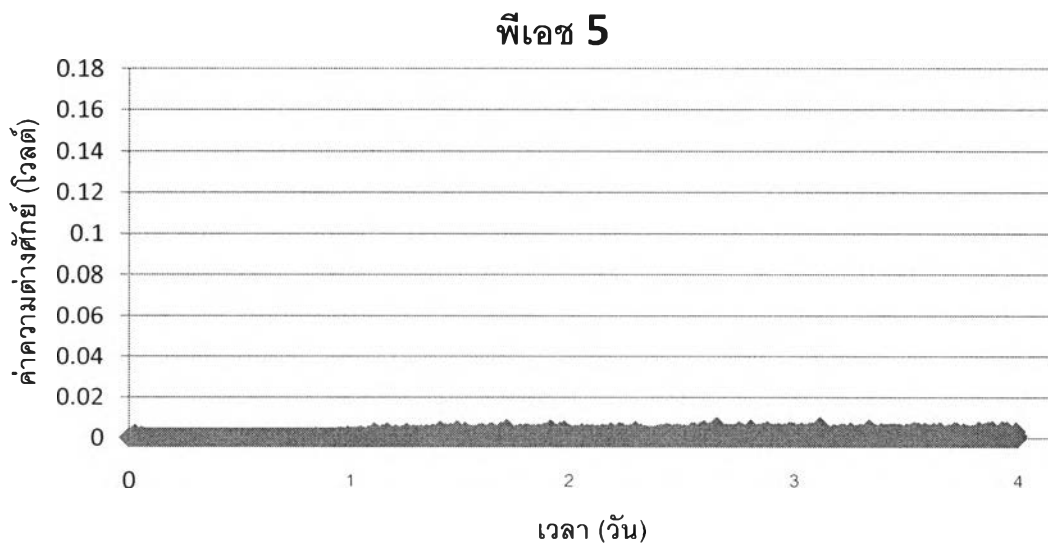
## ภาคผนวก ง

## ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเมื่อแปรผันค่าความเป็นกรดเบส

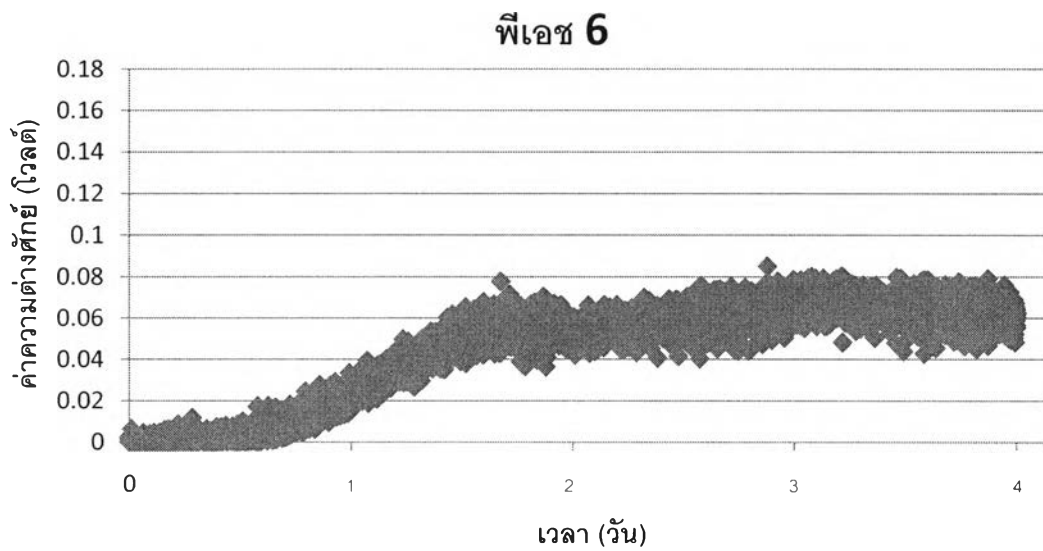
รูปที่ ง.1 กราฟแสดงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเมื่อค่าความเป็นกรดเบสในถังแอโนดของเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์เท่ากับ 4 แบบต่อเนื่องเป็นเวลา 4 วัน



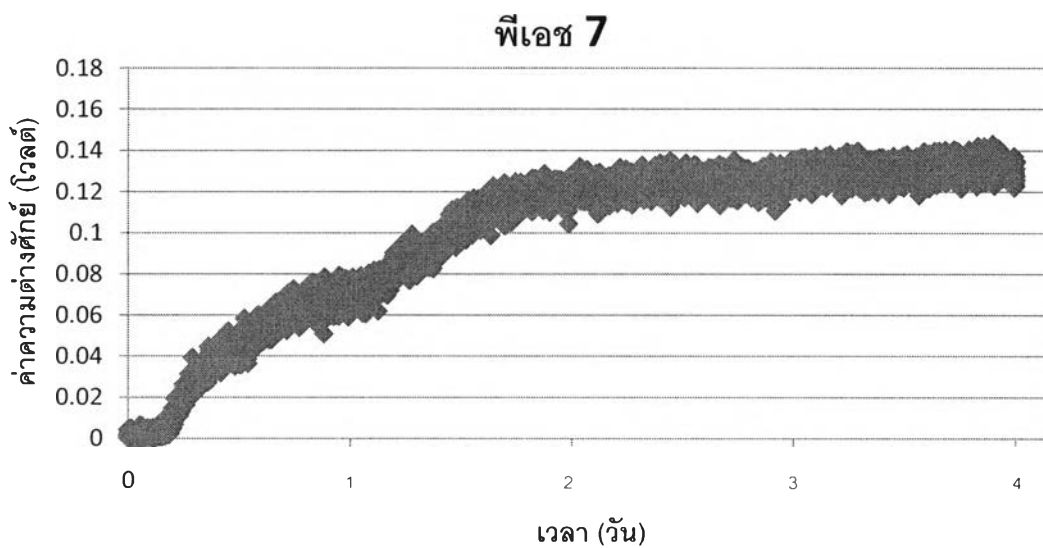
รูปที่ ง.2 กราฟแสดงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเมื่อค่าความเป็นกรดเบสในถังแอโนดของเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์เท่ากับ 5 แบบต่อเนื่องเป็นเวลา 4 วัน



รูปที่ ง.3 กราฟแสดงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเมื่อค่าความเป็นกรดเบสในถังแอนโนดของเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์เท่ากับ 6 แบบต่อเนื่องเป็นเวลา 4 วัน

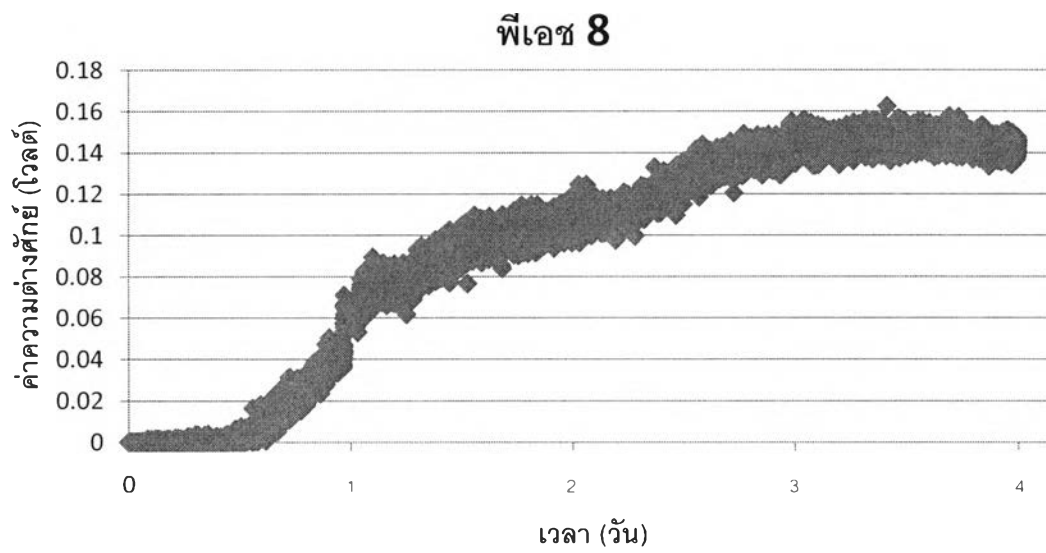


รูปที่ ง.4 กราฟแสดงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเมื่อค่าความเป็นกรดเบสในถังแอนโนดของเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์เท่ากับ 7 แบบต่อเนื่องเป็นเวลา 4 วัน





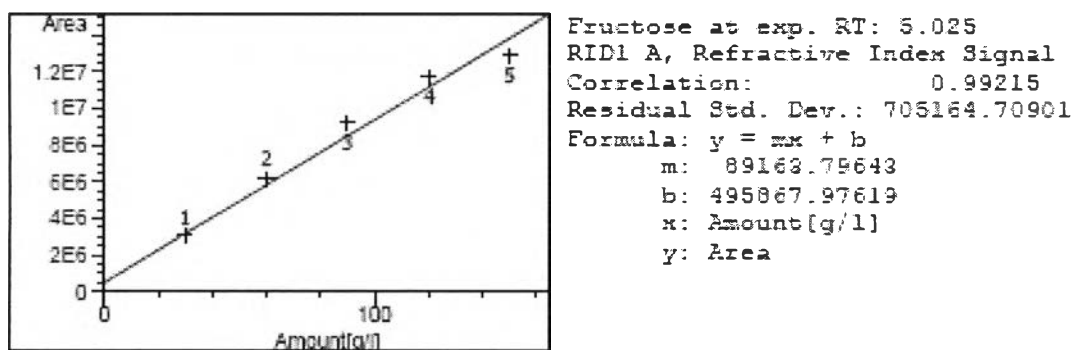
รูปที่ 5.5 กราฟแสดงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเมื่อค่าพีเอชในถังแอนดของเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์เท่ากับ 8 แบบต่อเนื่องเป็นเวลา 4 วัน



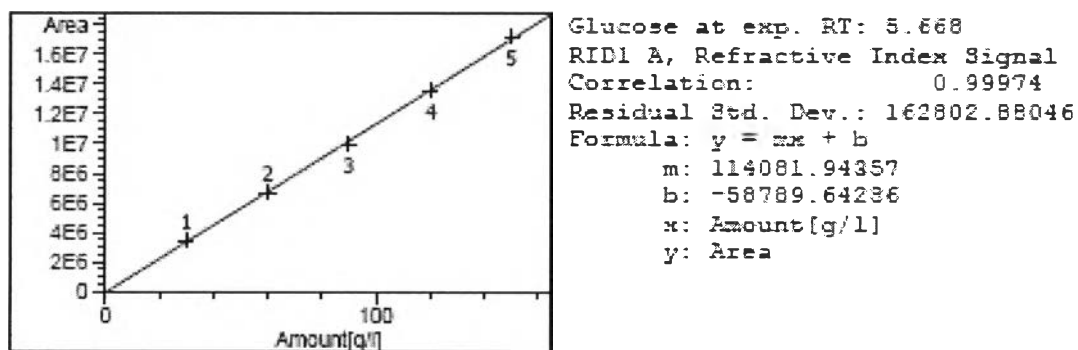
## ภาคผนวก จ

## กราฟมาตรฐาน

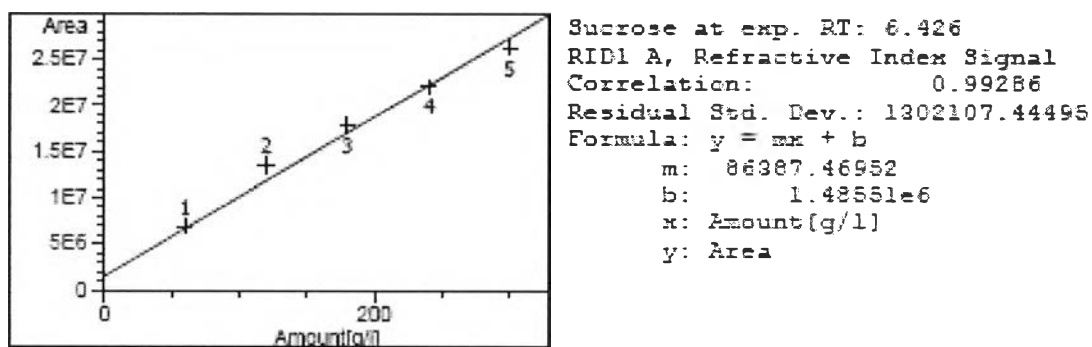
รูปที่ จ.1 กราฟมาตรฐานปริมาณน้ำตาลฟรุกโตส (กรัมต่อลิตร) ต่อพื้นที่ใต้กราฟ จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC



รูปที่ จ.2 กราฟมาตรฐานปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัมต่อลิตร) ต่อพื้นที่ใต้กราฟ จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC



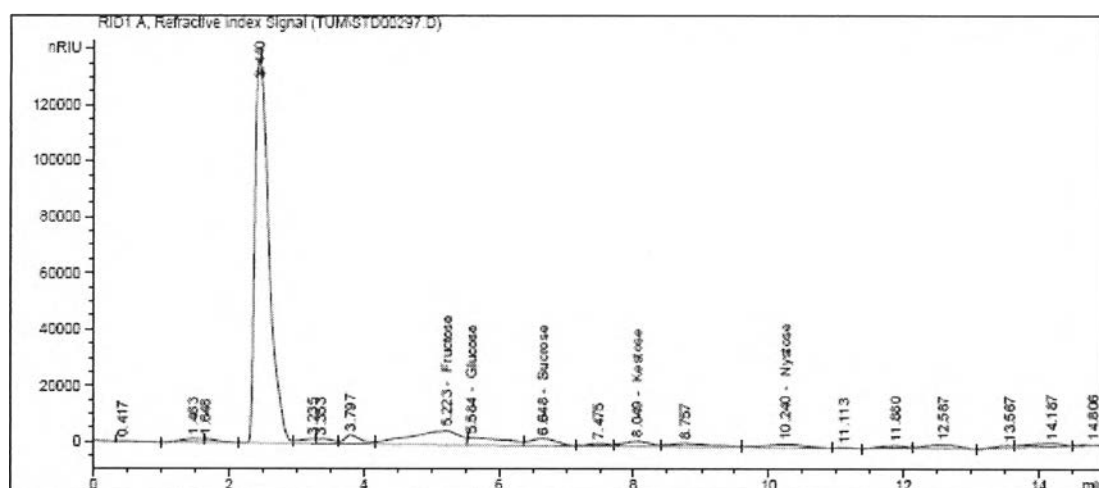
รูปที่ จ.3 กราฟมาตรฐานปริมาณน้ำตาลซูโครส (กรัมต่อลิตร) ต่อพื้นที่ใต้กราฟ จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC



## ภาคผนวก จ

## ปริมาณน้ำตาล

รูปที่ จ.1 รูปแสดงการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลในเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์ในขั้นตอนการทดลองใช้น้ำเสียจริงจากโรงงานอุตสาหกรรมผลไม้กระป๋อง เติมนระบบเป็นเวลา 0 วัน จากการวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC



## External Standard Report

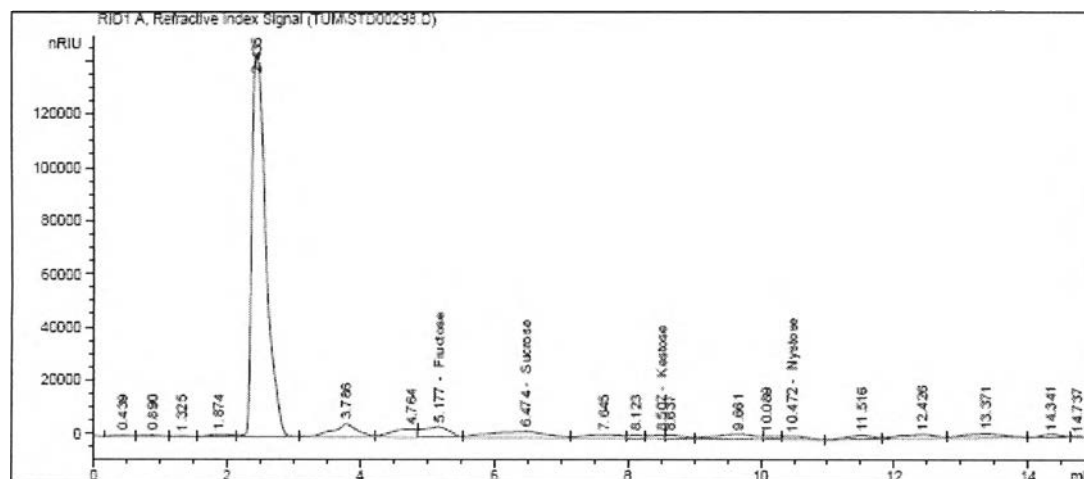
Sorted By : Signal  
 Calib. Data Modified : 4/3/2011 1:45:56 PM  
 Multiplier : 1.0000  
 Dilution : 1.0000  
 Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: RID1 A, Refractive Index Signal

RetTime [min]	Type	Area [nRIU*s]	Amt/Area	Amount [g/l]	Grp Name
5.223	VV	2.53369e5	0.00000	0.00000	Fructose
5.584	VV	1.03791e5	1.37307e-5	1.42512	Glucose
6.643	VV	7.02275e4	0.00000	0.00000	Sucrose
8.049	VV	5.29007e4	0.00000	0.00000	Kestose
10.240	VV	5.72681e4	6.17628e-6	3.53702e-1	Nystose

Totals : 1.77882

รูปที่ ๑.2 รูปแสดงการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลในเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์ในขั้นตอนการทดลองใช้น้ำเสียจริงจากโรงงานอุตสาหกรรมผลไม่กระป๋อง เติบระบบเป็นเวลา 1 วัน จากการวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC



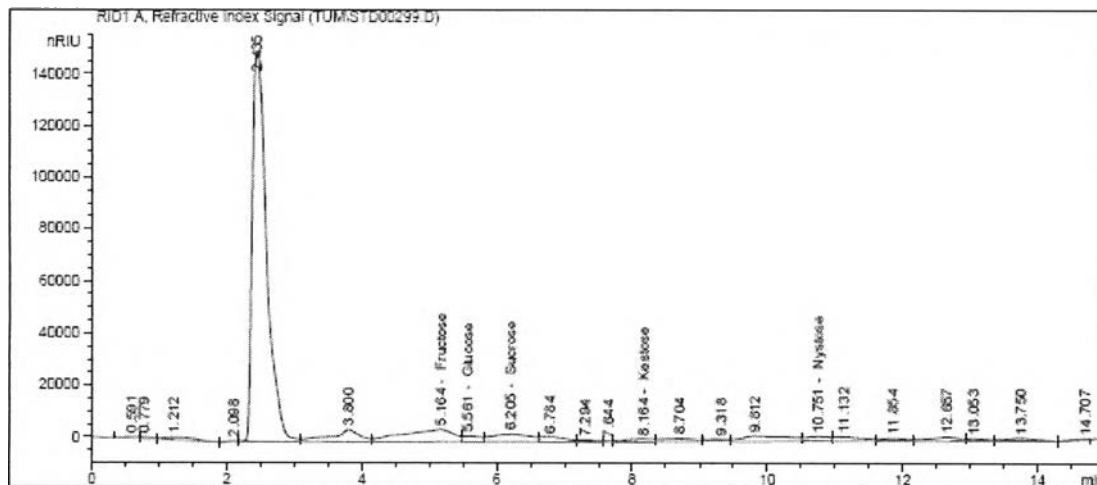
External Standard Report

Sorted By : Signal  
 Calib. Data Modified : 4/3/2011 1:45:56 PM  
 Multiplier : 1.0000  
 Dilution : 1.0000  
 Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: RID1 A, Refractive Index Signal

RetTime [min]	Type	Area [nRIU*s]	Amt/Area	Amount [g/l]	Grp	Name
5.177	VV	1.16244e5	0.00000	0.00000		Fructose
5.668		-	-	-		Glucose
6.474	VV	1.52273e5	0.00000	0.00000		Sucrose
8.507	VV	2.19181e4	0.00000	0.00000		Kestose
10.472	VF	2.80412e4	2.86351e-6	8.02961e-2		Nystose
Totals :				8.02961e-2		

รูปที่ ๓.3 รูปแสดงการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลในเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์ในขั้นตอนการทดลองใช้น้ำเสียจริงจากโรงงานอุตสาหกรรมผลไม้กระป๋อง เติมนระบบเป็นเวลา 2 วัน จากการวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC



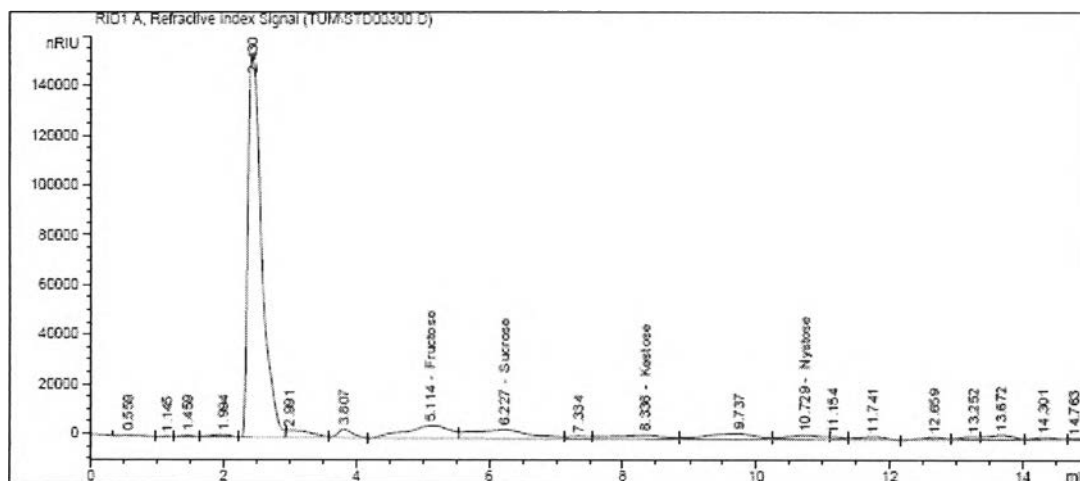
=====  
External Standard Report  
=====

Sorted By : Signal  
 Calib. Data Modified : 4/3/2011 1:45:56 PM  
 Multiplier : 1.0000  
 Dilution : 1.0000  
 Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: RID1 A, Refractive Index Signal

RetTime [min]	Type	Area [nRIU*s]	Amt/Area	Amount [g/l]	Grp	Name
5.164	VV	2.52889e5	0.00000	0.00000		Fructose
5.561	VV	3.57627e4	2.20597e-5	9.55116e-1		Glucose
6.205	VV	1.19334e5	0.00000	0.00000		Sucrose
6.164	VV	2.67852e4	0.00000	0.00000		Kestose
10.751	VV	4.59048e4	5.32948e-6	2.47403e-1		Nystose
Totals :				1.10252		

รูปที่ ๔.4 รูปแสดงการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลในเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์ในขั้นตอนการทดลองใช้น้ำเสียจริงจากโรงงานอุตสาหกรรมผลไม้กระป๋อง เติในระบบเป็นเวลา 3 วัน จากการวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC



=====  
 External Standard Report  
 =====

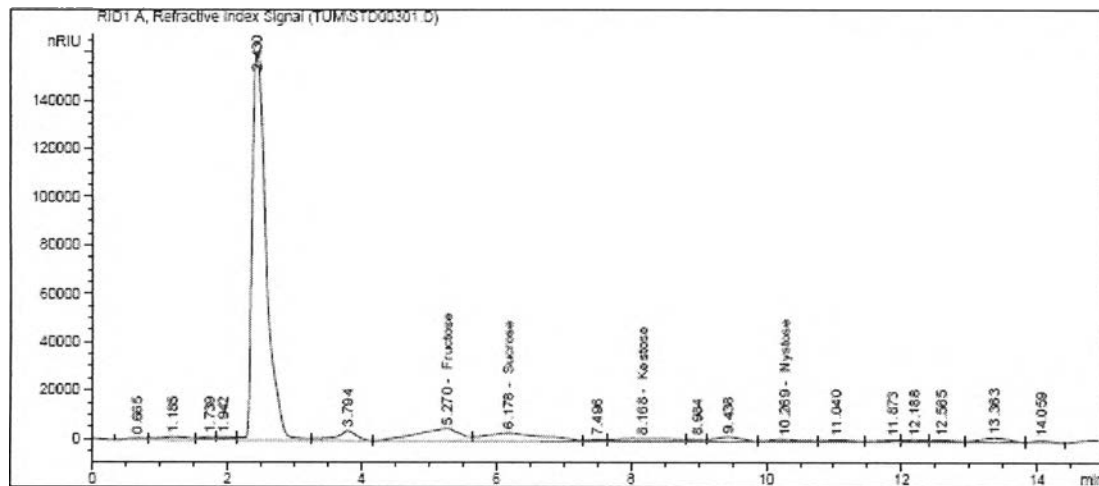
Sorted By : Signal  
 Calib. Data Modified : 4/3/2011 1:45:58 PM  
 Multiplier : 1.0000  
 Dilution : 1.0000  
 Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: RID1 A, Refractive Index Signal

RetTime (min)	Type	Area [nRIU*s]	Amt/Area	Amount [g/l]	Grp Name
5.114	VV	2.41680e5	0.00000	0.00000	Fructose
5.668		-	-	-	Glucose
6.227	VV	2.24433e5	0.00000	0.00000	Sucrose
8.336	VV	9.54404e4	2.66442e-6	2.54293e-1	Kestose
10.729	VV	7.10826e4	6.79385e-6	4.52951e-1	Nystose

Totals : 7.37224e-1

รูปที่ ๕.5 รูปแสดงการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลในเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์ในขั้นตอนการทดลองใช้น้ำเสียจริงจากโรงงานอุตสาหกรรมผลไม้กระป๋อง เติมนระบบเป็นเวลา 4 วัน จากการวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC



External Standard Report

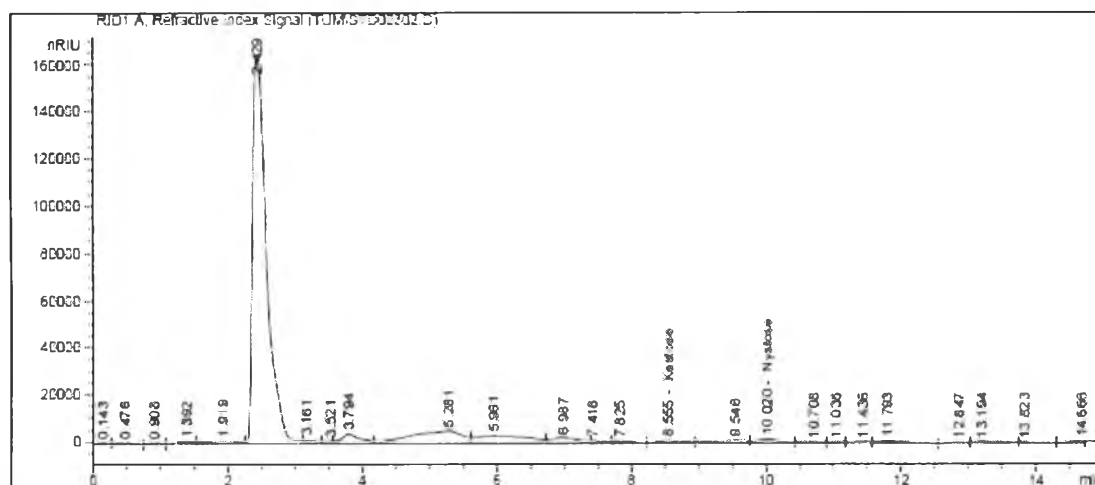
Sorted By : Signal  
 Calib. Data Modified : 4/3/2011 1:45:56 PM  
 Multiplier : 1.0000  
 Dilution : 1.0000  
 Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: RIDI A, Refractive Index Signal

RetTime [min]	Type	Area [nRIU*s]	Amt/Area	Amount [g/l]	Grp	Name
5.270	VV	2.37690e5	0.00000	0.00000		Fructose
5.668		-	-	-		Glucose
6.178	VV	2.12620e5	0.00000	0.00000		Sucrose
8.168	VV	7.89721e4	1.42621e-6	1.12788e-1		Kestose
10.269	VV	3.96889e4	4.76860e-6	1.89265e-1		Nystose

Totals : 3.02054e-1

รูปที่ ๑.6 รูปแสดงการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลในเซลล์เชื้อเพลิงจุลินทรีย์ในขั้นตอนการทดลองใช้น้ำเสียจริงจากโรงงานอุตสาหกรรมผลไม้กระป๋อง เติมนระบบเป็นเวลา 5 วัน จากการวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC



#### External Standard Report

Sorted By : Signal  
 Calib. Data Modified : 4/3/2011 1:45:56 PM  
 Multiplier : 1.0000  
 Dilution : 1.0000  
 Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: RID1 A, Refractive Index Signal

RetTime [min]	Type	Area [nRIU*s]	Amt/Area	Amount [g/l]	Grp	Name
5.025	-	-	-	-	-	Fructose
5.668	-	-	-	-	-	Glucose
6.426	-	-	-	-	-	Sucrose
8.555	VV	4.21362e4	0.00000	0.00000	-	Xylose
10.020	VV	5.37402e4	5.96761e-6	3.26701e-1	-	Mystose
Totals :				3.26701e-1		



## ภาคผนวก ข

## ค่าความต้านทานภายนอก

ตารางที่ ข.1 ตารางแสดงความหนาแน่นกระแส ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า และความหนาแน่นกำลังไฟฟ้า เมื่อแปรผันค่าความต้านทานภายนอกตั้งแต่ 0 ถึง 1000 กิโลโอห์ม

ค่าความต้านทาน ภายนอก (กิโลโอห์ม)	ความหนาแน่น กระแสไฟฟ้า ( มิลลิแอมป์ ต่อตารางเมตร )	ค่าความต่าง ศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)	ความหนาแน่น กำลังไฟฟ้า ( ไมโครวัตต์ ต่อตารางเมตร )
0	0	109.6	0
56	0.2586	21.7	5.6
75	0.2453	27.56	6.66
100	0.23	34.5	7.935
300	0.164	65.9	9.65069
500	0.1028	77.1	7.92588
750	0.0728	81.9	5.96232
1000	0.0573	85.9	4.91921

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-สกุล

ศุภร์นิมิต สุจิรา

วัน เดือน ปีเกิด

15 มกราคม 2530

### ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษา

มัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต

ในปี พ.ศ. 2546

ระดับปริญญาตรี

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

มหาวิทยาลัยมหิดล

ในปี พ.ศ. 2550

ระดับปริญญาโท

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในปี พ.ศ. 2553

ส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้ได้นำเสนอแบบบรรยายในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ The 22<sup>nd</sup> Annual Meeting of the Thai Society for Biotechnology TSB2010: Biotechnology for Healthy Living ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตตรัง ระหว่างวันที่ 20-22 ตุลาคม 2553 ในหัวข้อเรื่อง Effect of hydraulic retention time on voltage production by microbial fuel cell

