

การจัดสารอินทรีย์และสีของน้ำกาบซ่าโดยกระบวนการบำบัดแบบไร้ออกซิเจน
และแบบเคมีไฟฟ้า



นาย อานนท์ คุชฎีวรรณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีทางชีวภาพ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

ISBN 974-631-336-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

±16696347

**REMOVAL OF ORGANICS AND COLOUR OF DISTILLERY SLOP BY
ANAEROBIC AND ELECTROCHEMICAL TREATMENT PROCESS**



Mr. Anon Dusadeepun

**A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science**

Programme of Biotechnology

Graduate School

Chulalongkorn University

1995

ISBN 974-631-336-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การจัดสารอินทรีย์และสีของน้ำอากาศโดยกระบวนการบำบัดแบบไร้ออกซิเจนและแบบเคมีไฟฟ้า

โดย

นาย อานนท์ ดุษฎีพรรณ

ภาควิชา

เทคโนโลยีทางชีวภาพ

อาจารย์ที่ปรึกษา

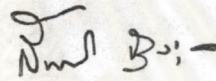
อาจารย์ ดร. สุเมธ ชวเดช

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

อาจารย์ ดร. เพ็ชรพรรค ทศคร



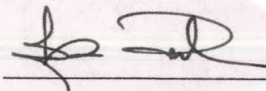
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

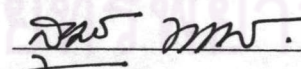
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ กุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



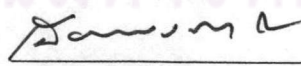
ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร. สุเมธ ตันตระเธียร)



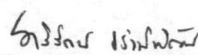
อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร. สุเมธ ชวเดช)



อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(อาจารย์ ดร. เพ็ชรพรรค ทศคร)



กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริรัตน์ เร่งพิพัฒน์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว



อานนท์ คุชฎีพรหม : การกำจัดสารอินทรีย์และสีของน้ำกากส่าโดยกระบวนการบำบัดแบบไร้ออกซิเจนและแบบเคมีไฟฟ้า (REMOVAL OF ORGANICS AND COLOUR OF DISTILLERY SLOP BY ANAEROBIC AND ELECTROCHEMICAL TREATMENT PROCESS) อ.ที่ปรึกษา : ดร. สุเมธ ชวเดช, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ดร. เพ็ชรพรต ทศกร, 194 หน้า ISBN 974-631-336-3

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อหาสภาพการทำงานที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำกากส่า โดยระบบหมักยูบิโอฟและระบบเคมีไฟฟ้าในการกำจัดสารอินทรีย์และสี ดังปฏิกิริยายูบิโอฟเป็นดังเหล็กปลอดสนิมสองชั้น มีปริมาตรการใช้งาน 34.7 ลิตร ชั้นนอกเป็นน้ำอุ่นหล่อเพื่อควบคุมอุณหภูมิถังหมักให้อยู่ในช่วง 28-35° ซ น้ำเสียที่ใช้ทดลองเป็นน้ำกากส่าเจือจางให้มีความเข้มข้นสารอินทรีย์ประมาณ 25,000 มก.ซีไอดี/ล. ส่วนระบบเคมีไฟฟ้าเป็นดังปฏิกิริยาทำด้วยพลาสติกอะคริลิก มีปริมาตรการใช้งาน 4 ลิตร ขั้วไฟฟ้าทำด้วยเหล็กแผ่นธรรมดา ผลการทดลองส่วนแรกพบว่า อัตราป้อนสารอินทรีย์ที่เหมาะสมในการกำจัดสารอินทรีย์และการผลิตก๊าซชีวภาพคือ 5.07 และ 7.53 กก.ซีไอดี/ม³. วัน ตามลำดับ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 7.53 กก.ซีไอดี/ม³. วัน ระบบหมักยูบิโอฟมีประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ 0.3309 ม³/กก.ซีไอดีกำจัด หรือ 0.2256 ม³/กก ซีไอดีเข้า หรือ 1.6981 ม³/วัน ม³. ถังหมัก ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 39% ก๊าซมีเทนและก๊าซอื่นๆ 61% และมีประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดี 68.18 % ระบบยูบิโอฟไม่สามารถขจัดสีของน้ำเสียได้

น้ำเสียที่ออกจากระบบยูบิโอฟที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 7.53 กก.ซีไอดี/ม³. วัน ได้นำไปบำบัดต่อโดยระบบเคมีไฟฟ้า น้ำเสียที่นำมาทดลองมีความเข้มข้นสารอินทรีย์ 10,820 มก.ซีไอดี/ล. ผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า HRT ที่เหมาะสมคือ 0.66 ชั่วโมง โดยสามารถลดสีได้ 89.90 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา

สาขาวิชา

ปีการศึกษา

ลายมือชื่อนิติ อานนท์ คุชฎีพรหม

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา สุเมธ ชวเดช

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม เพ็ชรพรต ทศกร



C426317 : MAJOR BIOTECHNOLOGY

KEY WORD : UBF / HYBRID/ ANAEROBIC TREATMENT / ELECTROLYSIS

ANON DUSADEEPUN : REMOVAL OF ORGANICS AND COLOUR OF DISTILLERY SLOP BY ANAEROBIC AND ELECTROCHEMICAL TREATMENT PROCESS. THESIS ADVISOR : Dr. SUMAETH CHAVADEJ, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : Dr. PIENPAK TASAKORN, Ph.D. 194 pp. ISBN 974-631-336-3

The objective of this study was to determine the optimum operational conditions to treat distillery slop by using the combined UBF-Electrochemical system for organic and colour removals. The UBF reactor was made from stainless steel and has a working volume of 34.7 litre. The reactor temperature was maintained around 28-35°C by circulating warm water. The wastewater fed to the UBF reactor was diluted to have a relatively constant COD of 25,000 mg/l. The electrochemical cell with a holding volume of 4 litre was made of acrylic plastic and steel plates were used as electrodes. From the experimental results of the UBF unit, the optimum organic loading for the COD removal and biogas production was 5.07 and 7.53 kg/m³ d, respectively. At the COD loading of 7.53 kg/m³ d, the biogas yield was 0.3309 m³/kg COD removed, 0.2256 m³/kg COD fed and 1.6981 m³/m³ d. The biogas produced contained 39% CO₂ and 61% CH₄. The COD reduction was 68.18% and the UBF could not remove the waste colour.

The effluent produced from the UBF unit operated at a COD load of 7.53 kg/m³ d was fed into the electrochemical cell. The average feed COD was about 10,820 mg/l. From the experimental result, it can be concluded that the optimum HRT was 0.66 h corresponding to 89.90% colour reduction.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางชีวภาพ.....

ปีการศึกษา ๒๕๓๗.....

ลายมือชื่อนิสิต @ 14 ม.ค. ๒๕๓๗.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.สุเมธ ชวเดช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.เพียรพรรค ทิศคร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำ ตลอดจนการดูงานวิจัย ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่โรงงานสุรากระทิงแดง และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการกลาง กลุ่มบริษัทสุราทิพย์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาเคมีเทคนิค ที่กรุณาอนุมัติ และให้ความสะดวกในการใช้สถานที่ในและนอกเวลาราชการ

ขอขอบพระคุณ Mr. Le Hoang Trien ที่ให้ความช่วยเหลือด้วยดี ตลอดระยะเวลาการศึกษา

และสุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณผู้บังคับบัญชา พี่ๆน้องๆ และเพื่อนๆทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา จนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

บทที่ 1	บทนำ.....	1
บทที่ 2	วารสารปริทัศน์.....	3
2.1	การบำบัดชีวภาพแบบไร้ออกซิเจน.....	3
2.1.1	ทฤษฎีพื้นฐานระบบหมักแบบไร้ออกซิเจน.....	4
2.1.2	ระบบหมักก๊าซชีวภาพแบบยูบีเอฟ.....	21
2.1.3	งานวิจัยเกี่ยวกับระบบยูบีเอฟ และระบบที่เกี่ยวข้อง ในต่างประเทศ.....	29
2.2	การจัดสารอินทรีย์และสไลโดยกระบวนการบำบัดแบบเคมีไฟฟ้า.....	32
2.2.1	ทฤษฎีพื้นฐานเคมีไฟฟ้า.....	33
2.2.2	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเคมีไฟฟ้า.....	75
2.2.3	งานวิจัยเกี่ยวกับระบบการจัดสไลและสารอินทรีย์ของ น้ำเสีย.....	77
บทที่ 3	วิธีการทดลอง.....	87
3.1	ลักษณะสมบัติของน้ำกากส่าที่ใช้ในการทดลอง.....	87
3.2	เครื่องมืออุปกรณ์ทดลอง.....	87
3.2.1	ระบบหมักยูบีเอฟ.....	88
3.2.2	ระบบเคมีไฟฟ้า.....	95
3.3	แผนการทดลอง.....	101
3.3.1	การทดลองระบบถังหมักยูบีเอฟ.....	101
3.3.2	การทดลองระบบเคมีไฟฟ้า.....	102
3.4	วิธีวิเคราะห์.....	105
3.5	การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์.....	105
3.5.1	การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ระบบยูบีเอฟ.....	105
3.5.2	การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ระบบเคมีไฟฟ้า.....	106

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	108
4.1 ระบบยูบีเอฟ.....	108
4.1.1 ระยะเวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงที่.....	108
4.1.2 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี.....	110
4.1.3 ประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ.....	113
4.1.4 ปริมาณของแข็งแขวนลอยในระบบทั้งหมด.....	119
4.1.5 ปริมาณสารอินทรีย์.....	123
4.1.6 ปริมาณกรดอินทรีย์ระเหย (VFA).....	124
4.1.7 ค่าความเป็นกรดต่าง.....	125
4.1.8 ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity).....	127
4.1.9 เสถียรภาพของระบบหมัก.....	128
4.1.10 ปริมาณความเข้มข้นโปรตีนเชื่อมมีผลต่อประสิทธิภาพ การหมัก.....	129
4.1.11 สภาวะที่เหมาะสมของระบบหมัก.....	129
4.2 ระบบบำบัดเคมีไฟฟ้า.....	131
4.2.1 ลักษณะสมบัติน้ำเสียที่ใช้ในทดลอง.....	131
4.2.2 เวลาเก็บกักมีผลต่อประสิทธิภาพระบบเคมีไฟฟ้า.....	135
4.2.3 ผลการทดลองของระบบเคมีไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าต่างๆ.....	145
4.3 ประเมินความเหมาะสมระบบบำบัดชีวภาพ-เคมี.....	153
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	156
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	156
5.1.1 ระบบหมักยูบีเอฟ.....	156
5.1.2 ระบบบำบัดเคมีไฟฟ้า.....	156
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	157
รายการอ้างอิง.....	158

ภาคผนวก..... 170

 ภาคผนวก ก. วิธีการวิเคราะห์ค่าตวรรษี่ต่างๆ สำหรับการ
 บำบัดน้ำกากส่าในงานวิจัย..... 171

 ภาคผนวก ข. การคำนวณอัตราป้อนสารอินทรีย์..... 177

 ภาคผนวก ค. ข้อมูลการทดลอง..... 180

ประวัติผู้เขียน.....



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 2.1	ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่เป็นอันตรายต่อแบคทีเรียในระบบหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน.....	18
ตารางที่ 2.2	เปรียบเทียบระบบ UBF กับระบบ UAF ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิต soft wood CTMP.....	23
ตารางที่ 2.3	เปรียบเทียบความสามารถการกำจัดซีโอดีระหว่างระบบยูเอสบี กับ ยูบีเอฟในการบำบัดน้ำเสียที่มาจากน้ำตาลสังเคราะห์.....	23
ตารางที่ 2.4	เปรียบเทียบปริมาณมวลแบคทีเรีย (gvss/l) ในถังหมักระบบยูเอสบีกับระบบยูบีเอฟ.....	24
ตารางที่ 2.5	ผลของ dilution rate ที่มีต่อการเก็บกักตะกอนจุลินทรีย์ ทั้งในระบบ UBF และ USB.....	24
ตารางที่ 2.6	อัตราส่วนของตะกอนเม็ด (ขนาด > 1.2 mm) กับเวลาที่ปฏิบัติการ และตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างทั้งในระบบยูบีเอฟและยูเอสบี.....	25
ตารางที่ 2.7	การแจกแจงของตะกอนเม็ดตลอดความสูงของถังหมักยูเอสบีและยูบีเอฟ.....	27
ตารางที่ 2.8	specific acedogenic (SAGA) และ specific acetoclastic (SACA) กับตะกอนเม็ด granules/ อัตราส่วนสลัดจ์อืด (bulking sludge ratio).....	29
ตารางที่ 2.9	เครื่องหมายสำหรับ electrolytic และ galvanic cells.....	36
ตารางที่ 2.10	exchange current densities สำหรับปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าที่ 25°C.....	54

	หน้า	
ตารางที่ 2.11	แบบของการแจกแจงกระแส.....	71
ตารางที่ 2.12	ประเภทของน้ำเสียที่ใช้บำบัดแบบเคมีไฟฟ้า	76
ตารางที่ 2.13	ผลการทดลองขจัดสี โดยใช้สี Indigo dye โดยใช้ระบบเคมีไฟฟ้า.....	85
ตารางที่ 2.14	ผลการทดลองการขจัดสี และ organic matter โดยระบบ water charification apparatus.....	86
ตารางที่ 3.1	แสดงลักษณะสมบัติของน้ำกากส่าจากโรงงานสุราแสงไสมจ.นครปฐม.....	88
ตารางที่ 3.2	แผนการทดลองระบบยूपีเอฟ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ	103
ตารางที่ 3.3	แผนการทดลองระบบเคมีไฟฟ้าที่เวลาเก็บกักต่างๆ.....	104
ตารางที่ 3.4	แผนการทดลองระบบเคมีไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าต่างๆ.....	105
ตารางที่ 3.5	ตรวจขึ้นและควมถี่ที่ทำการตรวจวัด ณ จุดเก็บตัวอย่างต่างๆของระบบยूपีเอฟ.....	106
ตารางที่ 3.6	ตรวจขึ้นและควมถี่ที่ทำการตรวจวัด ณ จุดเก็บตัวอย่างต่างๆของระบบเคมีไฟฟ้า.....	107
ตารางที่ 4.1	ค่าเฉลี่ยตรวจขึ้นต่างๆ ของน้ำกากส่าเข้า (INF) และออก (EFF) ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆภายใต้สภาวะคงที่..	111
ตารางที่ 4.2	ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์และประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพของระบบหมักที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆภายใต้สภาวะคงที่.....	112
ตารางที่ 4.3	องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพในระบบหมักแบบไร้ออกซิเจน	117
ตารางที่ 4.4	ปริมาณตะกอนแบคทีเรียที่ความสูงต่างๆของถังหมักและปริมาณตะกอนแบคทีเรียโดยเฉลี่ยในระบบยूपีเอฟ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ.....	121
ตารางที่ 4.5	แสดงเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบหมักน้ำกากส่าที่ระดับความเข้มข้นสารโปรตีนเชื่อม.....	129

ตารางที่ 4.6	แสดงการเปรียบเทียบระบบหมักที่ใช้บำบัดน้ำกากส่าที่มีความเข้มข้นโปรตีนสูงกับระบบหมักที่มีความเข้มข้นโปรตีนต่ำ.....	130
ตารางที่ 4.7	แสดงลักษณะสมบัติน้ำกากส่ารวมที่ออกจากระบบยูบิเอฟที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ที่ 7.53 กก.ซีโอดี/ม ³ .วัน ที่ออกจากระบบยูบิเอฟเป็นเวลา 80 วัน เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยที่สภาวะคงที่.....	132
ตารางที่ 4.8	ตรวจชนิดต่างๆของน้ำกากส่าจากระบบเคมีไฟฟ้าที่เวลาเก็บกักต่างๆ.....	136
ตารางที่ 4.9	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ต่อจำนวนแผ่นขั้วไฟฟ้า.....	145
ตารางที่ 4.10	ตรวจชนิดต่างๆของน้ำกากส่าที่ผ่านระบบเคมีไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้า(แอมแปร์)ต่างๆ (เวลาเก็บกักคงที่ 0.66 ชม.).	146
ตารางที่ ค.1	แสดงค่าตรวจชนิดต่างๆของระบบหมักทดลองยูบิเอฟ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 1.23 กก.ซีโอดี/ม ³ .วัน ที่เวลาต่างๆ.	178
ตารางที่ ค.2	แสดงค่าตรวจชนิดต่างๆของระบบหมักทดลองยูบิเอฟ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 2.36 กก.ซีโอดี/ม ³ .วัน ที่เวลาต่างๆ.	180
ตารางที่ ค.3	แสดงค่าตรวจชนิดต่างๆของระบบหมักทดลองยูบิเอฟ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 5.07 กก.ซีโอดี/ม ³ .วัน ที่เวลาต่างๆ.	182
ตารางที่ ค.4	แสดงค่าตรวจชนิดต่างๆของระบบหมักทดลองยูบิเอฟ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 7.53 กก.ซีโอดี/ม ³ .วัน ที่เวลาต่างๆ.	184
ตารางที่ ค.5	แสดงค่าตรวจชนิดต่างๆของระบบหมักทดลองยูบิเอฟ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 10.08 กก.ซีโอดี/ม ³ .วัน ที่เวลาต่างๆ.	186
ตารางที่ ค.6	แสดงค่าตรวจชนิดต่างๆของระบบหมักทดลองยูบิเอฟ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 13.17 กก.ซีโอดี/ม ³ .วัน ที่เวลาต่างๆ.	188
ตารางที่ ค.7	แสดงค่าตรวจชนิดต่างๆของระบบหมักทดลองยูบิเอฟ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ 15.75 กก.ซีโอดี/ม ³ .วัน ที่เวลาต่างๆ.	190

ตารางที่ ค.8 การเปลี่ยนแปลง OD₄₇₅ ของระยะเวลาเก็บตัวอย่างน้ำ
 กากส่าที่ผ่านระบบบำบัดเคมีไฟฟ้า (ชม.) ต่างๆ ที่ระยะ
 เวลาเก็บกักต่างๆก่อนเข้าสู่สภาวะคงที่..... 192

ตารางที่ ค.9 การเปลี่ยนแปลง OD₄₇₅ ของระยะเวลาเก็บตัวอย่างน้ำ
 กากส่าที่ผ่านระบบบำบัดเคมีไฟฟ้า (ชม.) ต่างๆ ที่ค่ากระแส
 แลไฟฟ้า(แอมแปร์)ต่างๆก่อนเข้าสู่สภาวะคงที่ (เวลาเก็บ
 กักคงที่ 0.66 ชม..... 193



ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1	การย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจนขั้นตอน ไฮโดรไลซิส และอะซิโตเจนซิส..... 5
รูปที่ 2.2	การเปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน..... 7
รูปที่ 2.3	อิทธิพลของอุณหภูมิต่ออัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไม่ใช้ออกซิเจน..... 11
รูปที่ 2.4	ความสัมพันธ์ระหว่าง pH และความเข้มข้นของ bicarbonate alkalinity ที่อุณหภูมิ 95 °F..... 14
รูปที่ 2.5	ลักษณะถังหมักแบบยูบีเอฟ..... 22
รูปที่ 2.6	ภาพส่วนประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า..... 34
รูปที่ 2.7	เซลล์ไฟฟ้าสำหรับการทดลองหาค่าศักย์ขั้วไฟฟ้ามาตรฐาน (standard eletrode potential) ปฏิกริยาขั้วไฟฟ้าที่อยู่ทางขวามือจะวัดโดยเปรียบเทียบกับ (SHE)..... 35
รูปที่ 2.8	แบบจำลองของชั้นทั้งสอง (double layer)..... 40
รูปที่ 2.9	ความจุไฟฟ้ากับศักย์ที่เกี่ยวข้องกับจุดที่ประจุมีค่าเท่าศูนย์สำหรับสารละลาย NaF ที่มีขั้วไฟฟ้าเป็นปรอทที่ 25°C..... 42
รูปที่ 2.10	แบบจำลองชั้นทั้งสองของ Gouy-Chapman ผลลัพธ์ที่เป็นลบของประจุในชั้นที่อ่อนแอจะกระจายตัวเป็นไปตามการแจกแจงของโบลต์ซมาน (Boltzmann distribution)..... 43
รูปที่ 2.11	ความสัมพันธ์ของชั้นทั้งสองกับศักย์ คำนวนจากแบบจำลอง Gouy Chapman เส้น curve แสดงความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์ที่สูงกว่าขนาดของความจุของชั้นทั้งสอง (double layer)..... 44

	หน้า
รูปที่ 2.12 แบบจำลองสเทอนของชั้นทั้งสอง (double layer).....	45
รูปที่ 2.13 ความจุไฟฟ้าของสารละลาย NaF 0.001 M ที่เป็นฟังก์ชัน กับศักย์.....	45
รูปที่ 2.14 พลังงานตามแกนอนปฏิกิริยา (reaction coordinate) สำหรับปฏิกิริยาเคมีทั่วไป (initial state มาก Final state).....	47
รูปที่ 2.15 พลังงานตามแกนอนปฏิกิริยา (reaction coordinate) สำหรับปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าที่ศักย์ต่างกัน 3 ระดับ $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ ให้ศักย์ $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$	48
รูปที่ 2.16 a) แผนภาพพลังงานศักย์ (Potential energy diagram) สำหรับ $\beta=0$ b) สำหรับ $\beta = 1$	49
รูปที่ 2.17 polarization curve ของ overpotential กับ current density.....	55
รูปที่ 2.18 ความสัมพันธ์ของกระบวนการทางเคมีไฟฟ้า.....	57
รูปที่ 2.19 ความต่างศักย์ การดูดซึมความร้อน และ heat production ในปฏิกิริยาอิเล็กโทรไลซิสของน้ำ.....	62
รูปที่ 2.20 การแจกแจงศักย์ไฟฟ้า (Potential distribution) ในสารละลายสำหรับ galvanic cell ที่มีสนามไฟฟ้า ที่สม่ำเสมอ (uniform field).....	67
รูปที่ 2.21 การแจกแจงกระแส และประสิทธิภาพกระแส (B) a) สม่ำเสมอ b) ไม่สม่ำเสมอ	70
รูปที่ 2.22 การจัดเรียงแบบ (a) ขั้วเดียว (monopolar) (b) ขั้วสอง (bipolar)	74
รูปที่ 3.1 แสดงระบบยูบีเอฟที่ใช้ในการทดลอง.....	89
รูปที่ 3.2 แผนผังการไหลของระบบยูบีเอฟ.....	90
รูปที่ 3.3 แสดงท่อภายใน Filter Zone ของถังหมักแบบยูบีเอฟ.....	91
รูปที่ 3.4 เครื่องสูบน้ำอากาศเข้าระบบ.....	92

รูปที่ 3.5	ถังผลิตน้ำร้อน (ภายนอก).....	92
รูปที่ 3.6	ถังผลิตน้ำร้อน (ภายใน).....	93
รูปที่ 3.7	เครื่องแยกตะกอนแบคทีเรียและก๊าซ.....	93
รูปที่ 3.8	เครื่องวัดก๊าซ (Gas meter).....	95
รูปที่ 3.9	ระบบเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลอง.....	96
รูปที่ 3.10	รายละเอียดแผนผังการไหลของระบบเคมีไฟฟ้า.....	97
รูปที่ 3.11	ถังปฏิกิริยา (reactor).....	98
รูปที่ 3.12	รูปแผ่นขั้วไฟฟ้าบวกและลบ (Electrode).....	99
รูปที่ 3.13	รูปถ่ายขั้วไฟฟ้า (Electrode).....	99
รูปที่ 3.14	เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสลับให้เป็นกระแสตรง (Rectifier)	100
รูปที่ 4.1	อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าสู่ระบบยูบีเอฟที่อัตราบำบัด อินทรีย์ต่างๆ.....	109
รูปที่ 4.2	ระยะเวลาเก็บกัก (HRT) ของระบบยูบีเอฟ ที่อัตราบำบัด อินทรีย์ต่างๆ.....	109
รูปที่ 4.3	ระยะเวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ของระบบยูบีเอฟ ที่อัตรา บำบัดอินทรีย์ต่างๆ.....	110
รูปที่ 4.4	ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีของระบบยูบีเอฟ ที่อัตราบำบัด อินทรีย์ต่างๆ.....	113
รูปที่ 4.5	อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพของระบบยูบีเอฟ ที่อัตราบำบัด อินทรีย์ต่างๆ.....	114
รูปที่ 4.6	ประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพของระบบยูบีเอฟ ที่อัตราบอด ธอินทรีย์ต่างๆ.....	115
รูปที่ 4.7	องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพของระบบยูบีเอฟที่อัตราบำบัด อินทรีย์ต่างๆ.....	116
รูปที่ 4.8	อัตราการผลิตก๊าซ (มีเทนและอื่นๆ) ของระบบยูบีเอฟที่ อัตราบำบัดอินทรีย์ต่างๆ.....	118

รูปที่ 4.9	ประสิทธิภาพการผลิตก๊าซมีเทนของระบบยูบีเอฟ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ.....	118
รูปที่ 4.10	ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบยูบีเอฟ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ.....	120
รูปที่ 4.11	แสดงปริมาณแบคทีเรียในถังหมักยูบีเอฟ ที่ระดับความสูงต่างๆ.	122
รูปที่ 4.12	ปริมาณสารอินทรีย์ (COD) ในน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบยูบีเอฟ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ.....	124
รูปที่ 4.13	ปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยในน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบยูบีเอฟ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ.....	125
รูปที่ 4.14	ค่า pH ในน้ำเสียเข้าและออกจากระบบยูบีเอฟ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ.....	126
รูปที่ 4.15	ค่าความเป็นต่างในน้ำเสียเข้าและออกจากระบบยูบีเอฟ ที่อัตราป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ.....	127
รูปที่ 4.16	รูปถ่าย SEM ของตะกอนแบคทีเรียเมล็ดโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ขนาดกำลังขยาย 50 เท่า.....	133
รูปที่ 4.17	รูปถ่าย SEM ขนาดกำลังขยาย 5,000 เท่าเป็นภาพซูม ของรูปที่ 4.16 จะเห็นเซลล์แบคทีเรียเป็นรูปกลมและเป็นเส้นใย (filamentous).....	133
รูปที่ 4.18	รูปถ่าย TEM ขนาดขยาย 13,000 เท่า ภาพภายในของเซลล์แบคทีเรียแบบกลม.....	134
รูปที่ 4.19	รูปถ่าย TEM ขนาดขยาย 13,000 เท่า เป็นภาพถ่ายภายในเซลล์ของแบคทีเรียแบบเส้นใย (filamentous).....	134
รูปที่ 4.20	แสดงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี ของน้ำกากส่า ที่ผ่านระบบบำบัดเคมีไฟฟ้าที่เวลาเก็บกักต่างๆ.....	137
รูปที่ 4.21	ของแข็งแขวนลอยและของแข็งทั้งหมดในน้ำกากส่าที่ผ่านระบบเคมีไฟฟ้า ที่เวลาเก็บกักต่าง ๆ.....	138

รูปที่ 4.22	ปริมาณกรดอินทรีย์ระเหย (VFA) ในน้ำกากส่าที่ผ่านระบบเคมีไฟฟ้า ที่เวลาเก็บกักต่าง ๆ.....	139
รูปที่ 4.23	ปริมาณความเป็นต่างในน้ำกากส่าที่ผ่านระบบเคมีไฟฟ้า ที่เวลาเก็บกักต่าง ๆ.....	140
รูปที่ 4.24	ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ในน้ำกากส่าที่ผ่านระบบเคมีไฟฟ้า ที่เวลาเก็บกักต่าง ๆ.....	141
รูปที่ 4.25	ปริมาณโลหะชนิดต่างๆในน้ำกากส่าที่ผ่านระบบเคมีไฟฟ้า ที่เวลาเก็บกักต่าง ๆ.....	142
รูปที่ 4.26	ประสิทธิภาพในการขจัดสี (% color removed) ในน้ำกากส่าที่ผ่านระบบบำบัดเคมีไฟฟ้าที่เวลาเก็บกักต่าง ๆ.....	143
รูปที่ 4.27	เปรียบเทียบสี (OD_{475}) ของน้ำกากส่าในระบบเคมีไฟฟ้า ที่ระยะเวลาเก็บกักต่าง ๆ.....	144
รูปที่ 4.28	อุณหภูมิของน้ำกากส่าในระบบเคมีไฟฟ้า ที่เวลาเก็บกักต่าง ๆ..	144
รูปที่ 4.29	ประสิทธิภาพในการขจัดซีโอดี ในน้ำกากส่า ที่ผ่านระบบบำบัดเคมีไฟฟ้า ที่ค่ากระแสไฟฟ้าต่างๆ และเวลาเก็บกักครั้งที่ 0.66 ชม.....	147
รูปที่ 4.30	ปริมาณของแข็งแขวนลอยและของแข็งทั้งหมดในน้ำกากส่าที่ผ่านระบบบำบัดเคมีไฟฟ้าที่ค่ากระแสไฟฟ้าต่างๆและเวลาเก็บกักครั้งที่ 0.66 ชม.....	148
รูปที่ 4.31	ปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยในน้ำกากส่าที่ผ่านระบบบำบัดเคมีไฟฟ้าที่ค่ากระแสไฟฟ้าต่างๆ และเวลาเก็บกักครั้งที่ 0.66 ชม.....	149
รูปที่ 4.32	ค่าความเป็นต่าง (alkalinity) ในน้ำกากส่าที่ผ่านระบบบำบัดเคมีไฟฟ้าที่ค่ากระแสไฟฟ้าต่างๆ และเวลาเก็บกักครั้งที่ 0.66 ชม.....	150
รูปที่ 4.33	ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ในน้ำกากส่าที่ผ่านระบบบำบัดเคมีไฟฟ้าต่างๆ และเวลาเก็บกักครั้งที่ 0.66 ชม.....	151

รูปที่ 4.34	ประสิทธิภาพในการขจัดสี (% color removal) ในน้ำกากส่า ที่ผ่านระบบบำบัดเคมีไฟฟ้า ที่ค่ากระแสไฟฟ้า และเวลาเก็บกัก คงที่ 0.66 ชม.....	151
รูปที่ 4.35	อุณหภูมิของน้ำกากส่าในระบบบำบัดเคมีไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้า ต่างๆและเวลาเก็บกักคงที่ 0.66 ชม.....	152
รูปที่ 4.36	การเปลี่ยนแปลงโลหะชนิดต่างๆ ในน้ำกากส่าที่ผ่านระบบบำบัด เคมีไฟฟ้า ที่ค่ากระแสไฟฟ้าต่างๆ และเวลาเก็บกักคงที่ 0.66 ชม.....	153
รูปที่ ก.1	Orsat Gas Analyzer.....	172
รูปที่ ค.1	แสดงค่าตรรกษณ์ต่างๆของระบบหมักทดลองยูบีเอฟ ที่อัตราป้อน สารอินทรีย์ 1.23 กก.ซีโอดี/ม ³ .วัน ที่เวลาต่างๆ.....	179
รูปที่ ค.2	แสดงค่าตรรกษณ์ต่างๆของระบบหมักทดลองยูบีเอฟ ที่อัตราป้อน สารอินทรีย์ 2.36 กก.ซีโอดี/ม ³ .วัน ที่เวลาต่างๆ.....	181
รูปที่ ค.3	แสดงค่าตรรกษณ์ต่างๆของระบบหมักทดลองยูบีเอฟ ที่อัตราป้อน สารอินทรีย์ 5.07 กก.ซีโอดี/ม ³ .วัน ที่เวลาต่างๆ.....	183
รูปที่ ค.4	แสดงค่าตรรกษณ์ต่างๆของระบบหมักทดลองยูบีเอฟ ที่อัตราป้อน สารอินทรีย์ 7.53 กก.ซีโอดี/ม ³ .วัน ที่เวลาต่างๆ.....	185
รูปที่ ค.5	แสดงค่าตรรกษณ์ต่างๆของระบบหมักทดลองยูบีเอฟ ที่อัตราป้อน สารอินทรีย์ 10.08 กก.ซีโอดี/ม ³ .วัน ที่เวลาต่างๆ.....	187
รูปที่ ค.6	แสดงค่าตรรกษณ์ต่างๆของระบบหมักทดลองยูบีเอฟ ที่อัตราป้อน สารอินทรีย์ 13.17 กก.ซีโอดี/ม ³ .วัน ที่เวลาต่างๆ.....	189
รูปที่ ค.7	แสดงค่าตรรกษณ์ต่างๆของระบบหมักทดลองยูบีเอฟ ที่อัตราป้อน สารอินทรีย์ 15.75 กก.ซีโอดี/ม ³ .วัน ที่เวลาต่างๆ.....	191



คำย่อและนิยาม

1. Ampere (แอมแปร์) แอมแปร์ เป็นหน่วยของกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำที่ขนานกัน ความยาวไม่สิ้นสุด ระยะตัวนำห่างกัน 1 m จะทำให้เกิดแรงระหว่างตัวนำ 2×10^{-7} นิวตันต่อเมตร (1 นิวตัน = 1 mkg s^{-2})
2. Anode ขั้วไฟฟ้าบวก ขั้วไฟฟ้าที่ปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดขึ้น (ปฏิกิริยาที่ปล่อยอิเล็กตรอนออกมา)
3. ALK (Alkalinity) หมายถึงความสามารถของน้ำในการรับอนุภาคโปรตอน ส่วนใหญ่เกิดจากองค์ประกอบของสารละลาย ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-), คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) น้ำทิ้งที่มีค่าความเป็นด่างจะมีพีเอชสูงกว่า 7 มีหน่วยเป็น มก./ลิตร ในรูป CaCO_3
4. Cathode (ขั้วไฟฟ้านลบ) ขั้วไฟฟ้าที่ปฏิกิริยารีดักชันเกิดขึ้น (ปฏิกิริยาที่รับอิเล็กตรอน)
5. Cell reaction ปฏิกิริยาทั้งหมดที่เกิดขึ้นในเซลล์เคมีไฟฟ้า
6. Cell voltage ความต่างศักย์ทั้งหมดที่ขั้วไฟฟ้าของปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้า ประกอบด้วยความแตกต่างระหว่าง ความต่างศักย์สมดุล (equilibrium potentials) รวมทั้ง overvoltage (ความต่างศักย์เกิน) และ ohmic potential drop.

7. Cell current กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเซลล์ เป็นสัดส่วนอัตราการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับปฏิกิริยาของเซลล์
8. Cell resistance ความต้านทานทั้งหมดของเซลล์เคมีไฟฟ้าหนึ่งๆ คำนวณจาก ความต่างศักย์ของเซลล์ และกระแสของเซลล์ โดยใช้กฎของโอห์ม (Ohm's law)
9. Charge transfer overvoltage (ความต่างศักย์เกิน) ที่เกิดขึ้นโดยการส่งผ่านประจุอย่างช้า ๆ เข้าไปในอีเล็กโทรไลต์ของชั้นทั้งสอง (electrolytic double layer)
10. COD (Chemical Oxygen Demand) ซีโอดีเป็นค่าตรรกษณึ่งซึ่งปริมาณความเข้มข้นสารอินทรีย์โดยวัดเป็นปริมาณออกซิเจนทั้งหมด ที่ใช้ในการออกซิไดซ์สารอินทรีย์มีหน่วยเป็น มก./ลิตร
11. Concentration overvoltage ผลบวกของ diffusion และ reaction overvoltage ซึ่งทั้งสองนี้เป็นผลมาจากความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นที่หน้าผิวของขั้วไฟฟ้า
12. Conductance ส่วนกลับของความต้านทาน
13. Conductivity ความนำจำเพาะ (specific conductance) เท่ากับส่วนกลับของ Resistivity
14. Current efficiency มวลที่แท้จริงของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับสัมพันธ์กับมวลของผลิตภัณฑ์ที่ควรได้รับเมื่อคำนวณจากกฎของฟาราเดย์
15. Current density กระแสไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับรูปทรงเรขาคณิตของผิวไฟฟ้า (ความหนาแน่นกระแส)

16. Current density distribution คือ ความหนาแน่นกระแสเฉพาะที่ (local current density) ที่แสดงเป็นฟังก์ชันของ geometric coordinates ของขั้วไฟฟ้าหนึ่ง ความหนาแน่นกระแสที่วัดได้ โดยเฉลี่ย (The mean measured current density) ตรงกับ Integral mean ของ current density distribution
17. Current distribution การแจกแจงแบบเรขาคณิตของแนวทางการไหลของกระแส (current flow lines) ระหว่างขั้วไฟฟ้าในอิเล็กโทรไลต์ แนวทางการไหลของกระแส (current flow lines) เป็น imaginary geometric trajectory ตามกระแสที่ไหลจากจุดๆหนึ่งของขั้วไฟฟ้า ไปยังจุดอีกจุดหนึ่งที่อยู่ขั้วไฟฟ้าอีกขั้วหนึ่ง
18. Diffusion overvoltage Overvoltage (ความต่างศักย์เกิน) ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการแพร่ (rate determining) ช้าๆของ reacting species ไปยังหรือมายังผิวของขั้วไฟฟ้า
19. Eff (Effluent) น้ำทิ้งที่ออกจากระบบ
20. Electrolyte ตัวกลางนำไอออนในเซลล์เคมีไฟฟ้า (เช่น สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย มีเกลือละลายในน้ำ)
21. Electrochemical reaction ปฏิกริยาเคมีที่มีอิเล็กตรอนเป็นสารที่เข้าทำปฏิกิริยาด้วย
22. Electrode reaction ปฏิกริยาเคมีไฟฟ้าที่เกิดเฉพาะที่ขั้วไฟฟ้า (Electrode)

23. Electrode potential (ศักย์ขั้วไฟฟ้า) ศักย์ที่ต่างกันระหว่างผิวของขั้วไฟฟ้า และ อิเล็กโทรไลต์ สามารถวัดเป็นความต่างศักย์ที่เทียบกับขั้วไฟฟ้าอ้างอิง (reference electrode)
24. Electrolyte resistance ความต้านทานเป็นโอห์ม (ohmic resistance) ของ อิเล็กโทรไลต์ที่อยู่ระหว่างขั้วไฟฟ้า
25. Equilibrium potential (ศักย์สมดุล) ศักย์ขั้วไฟฟ้าที่ปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าเป็นแบบเทอร์โมไดนามิกส์ ในสภาวะสมดุล ศักย์สมดุลปฏิกิริยาอ็อกซิเดชันต่อโลหะคือศักย์ขั้วไฟฟ้าโลหะ
26. Gas Yield Gas Yield เป็นปริมาณก๊าซที่ผลิตได้ เป็นตรรกษณที่ใช้วัดประสิทธิภาพของระบบหมัก อาจจะคำนวณในรูปของลูกบาศก์เมตรของก๊าซ ที่ผลิตได้ต่อกิโลกรัมชีโอดีที่ป้อนเข้าระบบหรือลูกบาศก์เมตรของก๊าซที่ผลิตได้ ต่อกิโลกรัมชีโอดีที่ถูกกำจัด หรือ ลูกบาศก์เมตรของก๊าซที่ผลิตได้ต่อปริมาตรถังหมักก็ได้
27. HRT (Hydraulic Retention Time) ระยะเวลาเก็บกักน้ำ หมายถึงระยะเวลาโดยทฤษฎีที่ของเหลวอยู่ในระบบ มีค่าเท่ากับปริมาตร ของถังหมักที่ใช้งาน หารด้วยอัตราการไหลของน้ำเสีย ที่ไหลเข้าระบบ มีหน่วยเป็น วัน (m^3 ถังหมัก/ m^3 /วัน)
28. Inf (Influent) น้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ

29. Limiting current density (ความหนาแน่นกระแสที่ไม่ขึ้นอยู่กับศักย์ เป็นช่วงกว้างๆ อาจจะทำให้เกิดได้โดยการควบคุมการแพร่ (diffusion limited current density) การควบคุมจำกัด) ปฏิกริยา (reaction limited current density) หรือการมีอยู่ของชั้นผิว (surface layer) ตัวอย่างเช่น passive current
30. MLSS (Mixed Liquor Suspended Solids) ปริมาณหรือความเข้มข้นโดยประมาณของจุลินทรีย์ในถังหมัก คิดเป็นน้ำหนักแห้งของสารแขวนลอยในน้ำตะกอน (Mixed Liquor) ในถังหมักหรือถังเติมอากาศถ้าเป็นระบบใช้ออกซิเจน มี หน่วยเป็น มก./ลิตร
31. MLVSS (Mixed liquor volatile Suspended Solids) หมายถึงสารแขวนลอย (SS) ในส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ ใช้แสดงปริมาณความเข้มข้นจุลินทรีย์ในระบบบำบัด มี หน่วยเป็น มก./ลิตร
32. Ohmic potential drop (IR drop) การเพิ่มความต่างศักย์เข้าไปในระบบ (ที่เป็น over-voltage) อยู่แล้วเกิดขึ้นโดยความต้านทานเป็นโอห์ม (ohmic resistance) ในอิเล็กทรอนิกส์ และ/หรือ ในชั้นไฟฟ้า ในระบบ IUPAC นิยาม ohmic potential drop ว่า คือส่วนประกอบส่วนหนึ่งของ over-voltage ทั้งหมด
33. Ohm (โอห์ม) เป็นหน่วยวัดความต้านทานการไหลของไฟฟ้าหนึ่งโอห์ม หมายถึงความต้านทานของเส้นปรอทยาว 106.3 cm ซึ่งมีมวล 14.152 g ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง เท่ากัน ตลอดที่ 0°C

34. Organic Loading อัตราการรับสารอินทรีย์หรือ อัตราป้อนสารอินทรีย์ หมายถึงปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบในแต่ละวัน โดยวัดในรูปของ กก.ซีโอดี/ม.³ วัน
35. Overvoltage ความแตกต่างระหว่างศักย์ขั้วไฟฟ้า และ ศักย์สมดุล (equilibrium potential)
36. pH เป็นค่าแสดงความเข้มข้นของอนุภาคโปรตอน $[H^+]$ ในน้ำที่คำนวณได้จากสูตร

$$pH = -\log[H^+]$$
 เมื่อ $[H^+]$ = ความเข้มข้นของ $[H^+]$ มีหน่วยเป็นโมล/ลิตร
37. Polarization ความแตกต่างระหว่าง ศักย์ขั้วไฟฟ้า และ rest potential ของขั้วไฟฟ้าแบบผสม หรือกราฟของความหนาแน่นกระแส (current density) กับศักย์ขั้วไฟฟ้า electrode potential ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับขั้วไฟฟ้าอ้างอิงใดๆ ศักย์สมดุล (equilibrium potential) ความต่างศักย์เกิน (Over voltage) หรือ rest potential (polarization) ของปฏิกิริยาขั้วไฟฟ้า (electrode reaction)
38. Rate-determining step ขั้นที่ช้าที่สุดของปฏิกิริยาที่มีหลายขั้น และเป็นตัวใช้หาอัตราของปฏิกิริยาทั้งหมด
39. Reaction over-voltage Overvoltage (ความต่างศักย์เกิน) เกิดขึ้นโดยขั้นของปฏิกิริยาเคมีแบบ (rate determining) อย่างช้าๆในปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้า

40. Reference electrode (ขั้วไฟฟ้าอ้างอิง) unpolarized electrode ซึ่งมีศักย์คงที่และสัมพันธ์กับเวลา (equilibrium potential) ศักย์จะวัดเทียบกับ reference electrode (ขั้วไฟฟ้าอ้างอิง) เสมอและการวัดจะสัมพันธ์กับ reference electrode หรือ ถ้ารู้ศักย์อ้างอิง (reference potential) จากขั้วไฟฟ้าไฮโดรเจนมาตรฐาน (Standard hydrogen electrode)
41. Rest potential ศักย์ขั้วไฟฟ้าของขั้วไฟฟ้า ซึ่งไม่มีกระแสไฟฟ้าภายนอก
42. Resistivity ความต้านทานจำเพาะ (specific resistance) เท่ากับความต้านทานของวัตถุยาว 1 ซม. และพื้นที่ตัดขวาง 1 cm^2
43. Reversible cell voltage ความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้าของเซลล์เคมีไฟฟ้าที่กระแสไหลผ่านคือ 0 แอมแปร์ (เป็นลบสำหรับทิศทางของระบบที่เกิดขึ้นเอง ความต่างศักย์นี้จะให้ ปฏิกิริยาเซลล์ที่ไม่เฉื่อยและเป็นเทอร์โมไดนามิกส์ ในสภาวะสมดุล ความต่างศักย์เซลล์ย้อนกลับ (reversible cell voltage) จะเท่ากับความต่างศักย์ระหว่างศักย์สมดุลของปฏิกิริยาขั้วไฟฟ้าทั้งสอง และแสดงถึงสมดุลไฟฟ้าของพลังงานอิสระของปฏิกิริยา เทอมแรงดันไฟฟ้า (electromotive force) (EMF) จะใช้กันอยู่เสมอ และมีค่าเท่ากับผลลบของความต่างศักย์เซลล์ย้อนกลับ (reversible cell voltage)

44. Sludge Yield คือประสิทธิภาพในการสร้างเซลล์จุลินทรีย์ในระบบ คิดเป็น มก.VSS/ก. ซีโอดีที่ถูกกำจัด หรือ มก.SS/ก. ซีโอดีที่ถูกกำจัด
45. Space-time yield มวลของผลิตภัณฑ์ที่ได้ต่อหนึ่งหน่วยเวลา และปริมาตรของเซลล์
46. SRB (Sulphate Reducing Bacteria) เป็นแบคทีเรียชนิดหนึ่ง ที่สามารถใช้สารซัลเฟตเป็นตัวรับอิเล็กตรอนในการเจริญเติบโต จัดเป็นแบคทีเรียชนิด Obligate anaerobic
47. SS (Suspended Solids) ปริมาณของแข็งแขวนลอยหมายถึงส่วนของ ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำและสามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ หรือของแข็งที่สามารถกรองได้ด้วยกระดาษกรองใยแก้ว (GF/C) แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ $103-105^{\circ}\text{C}$. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง มีหน่วยเป็น มก./ล.
48. Standard potential (ศักย์มาตรฐาน) ศักย์สมดุลของปฏิกิริยาครึ่งไฟฟ้า เมื่อสารที่เข้าทำปฏิกิริยา (activity = 1; 25°C) ศักย์มาตรฐาน (standard potential) ซึ่งเปรียบเทียบกับ (SHE) คือ (normal potential)
49. Standard hydrogen potential ศักย์สมดุล (Equilibrium potential) ของ (SHE) ซึ่งให้เท่ากับ 0.0000V
50. SVI (Sludge Volume Index) คือปริมาตรตะกอนจุลินทรีย์ (เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที) ต่อน้ำหนักแห้งของสลัดจ์ 1 กรัม มีหน่วยเป็น ซม.³/ก.

51. TS (Total Solids) ปริมาณของแข็งทั้งหมด หมายถึงของแข็งทั้งหมดที่เกิดจากการระเหยน้ำออกจากน้ำตัวอย่างจนหมด แล้วไปอบที่อุณหภูมิ 103-105^oซ. เป็นเวลา 1 ชั่วโมงมีหน่วยเป็น มก./ล.
52. UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจน ที่มีประสิทธิภาพสูงระบบหนึ่ง โดยจะป้อนน้ำเสียเข้าทางด้านล่างของถังบำบัดให้ผ่านชั้นของตะกอนจุลินทรีย์ โดยชั้นแรกเป็น (Sludge Bed) ซึ่งมีลักษณะเป็นเม็ด (Granules) และชั้นที่สอง (Sludge blanket) มีลักษณะเป็นตะกอนเบา (Flocculant)
53. UBF (Upflow Anaerobic sludge Blanket Filter) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจนแบบผสม การป้อนน้ำเสียเข้าทางด้านล่างของถังบำบัด ให้ผ่านชั้นของตะกอนจุลินทรีย์ เช่นเดียวกับระบบยูเอเอสบี ด้านบนจะเป็นตัวกลางกรอง (filter media) เช่นเดียวกับระบบ Anaerobic filter ทำหน้าที่เป็นตัวกลางให้แบคทีเรียเกาะ และเพื่อแยกตะกอน น้ำ และ ก๊าซ
54. USB (Upflow sludge Blanket) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจน หลักการเดียวกับระบบยูเอเอสบี
55. VFA (Volatile Fatty Acids) หมายถึง กรดอินทรีย์ที่ละลายในน้ำได้มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ และมีจำนวนคาร์บอนอะตอมไม่เกิน 6 เช่น กรดน้ำส้ม (Acetic acid) กรดบิวไทริก (Butyric acid) มีหน่วยเป็น มก./ล. ในรูปกรดน้ำส้ม

- 56.VS (Volatile Solids) ได้แก่ส่วนของ ของแข็งที่ระเหยไปได้ เมื่อนำไปเผา ในอากาศที่อุณหภูมิสูงระหว่าง 550-600°ซ. คิดเป็น% โดย $VS = \frac{\text{นน.dried solids} - \text{นน.เก่า}}{\text{นน.dried solids}} \times 100$
- 57.VSS (Volatile Suspended Solids) ได้แก่ส่วนของ ของแข็งที่ระเหยไปได้ เมื่อนำไปเผา ในอากาศที่อุณหภูมิสูงระหว่าง 550-600°ซ. มีหน่วย เป็น มก./ล.
- 58.(SHE) standard electrode (ขั้วไฟฟ้าไฮโดรเจนมาตรฐาน) ขั้วไฟฟ้าไฮโดรเจน [ปฏิกิริยาขั้วไฟฟ้า (electrode reaction) $H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^{-2}$] ภายใต้สภาวะ มาตรฐานความดันย่อยไฮโดรเจน 1bar activity 1 อุณหภูมิ 25°C
- 59.Volt (โวลต์) 1 โวลต์ คือความต่างศักย์ระหว่างสองจุดที่มีค่าความ ต้านทาน 1 (โอห์ม) เมื่อมีกระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ ไหลผ่าน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย