บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาผลของความเข้มข้นแคลเซียม และแมกนีเซียมต่อสมรรถนะของระบบยูเอเอสบี ทำการศึกษาโดยใช้แบบจำลองถังปฏิกิริยายูเอเอสบีระดับห้องปฏิบัติการ จำนวน 3 ถัง แต่ละถังมีปริมาตร 15.8 ลิตร การทดลองใช้น้ำเสียสังเคราะห์มีค่าซีโอดีประมาณ 5,000 มก./ล. มีอาหารเสริมมากเกินพอ เดินระบบจนมีอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 7.09 กก.ซีโอดี/($ม^3$.วัน) ด้วยน้ำเสียสังเคราะห์จนระบบอยู่ในสภาวะคงตัว ก่อนปรับการเติมอิอออนแคลเซียม และแมกนีเซียม มีการเติมอิอออนเพิ่มเติม ดังนี้

(1) ถังที่ 1 ใช้น้ำเสียสังเคราะห์ไม่มีการเติมอิอออนเพิ่ม

(2) ถังที่ 2 เติม $CaCl_2$ ในน้ำเสียสังเคราะห์ เพื่อเพิ่มแคลเซียมอิออน ความเข้มข้นของ Ca^{+2} ในช่วง 256 - 2,980 มก./ล.

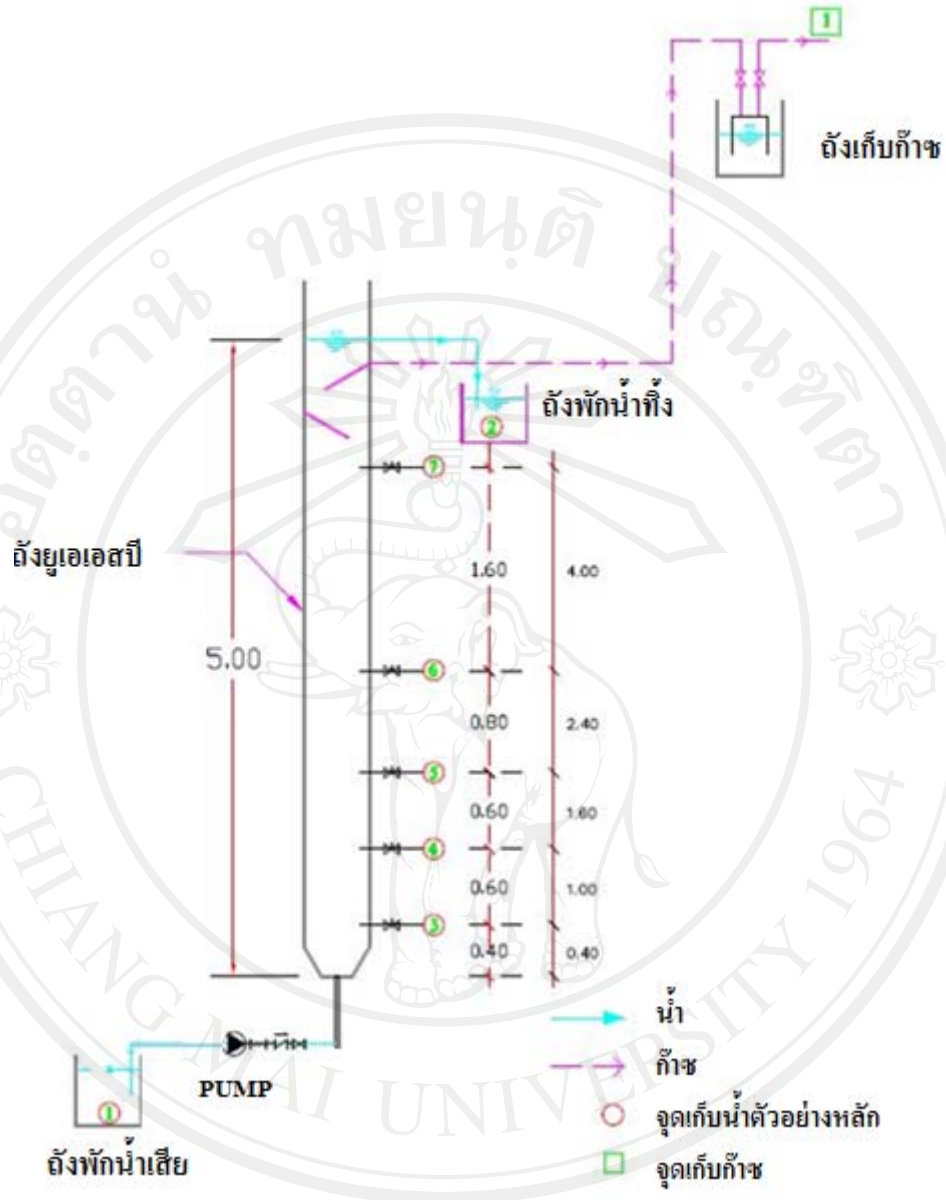
(3) ถังที่ 3 เติม $MgCl_2$ ในน้ำเสียสังเคราะห์ เพื่อเพิ่มแมกนีเซียมอิออน ความเข้มข้นของ Mg^{+2}ในช่วง 202 - 1,081มก./ล.

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

3.2.1 แบบจำลองถังปฏิกิริยายูเอเอสบี

แบบจำลองถังปฏิกิริยายูเอเอสบีทำจากท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.35 ซม. สูง 5 ม. มีปริมาตรใช้งานรวม 15.8 ล. จำนวน 3 ถัง มีส่วนแยกก๊าซทำจาก Polyglass Acrylic Tube ที่ความสูงประมาณ 4 ม. แต่ละถังมีท่อเก็บน้ำตัวอย่างทั้งสิ้น 11 จุด โดยมีจุดเก็บตัวอย่างหลักจุด 3, 4, 5 และ 6 ที่ระดับความสูง 0.4, 1.0, 1.6 และ 2.4 ม. ตามระดับความสูงจากก้นถังปฏิกิริยา ดังแสดงในรูป 3.1 และ 3.2

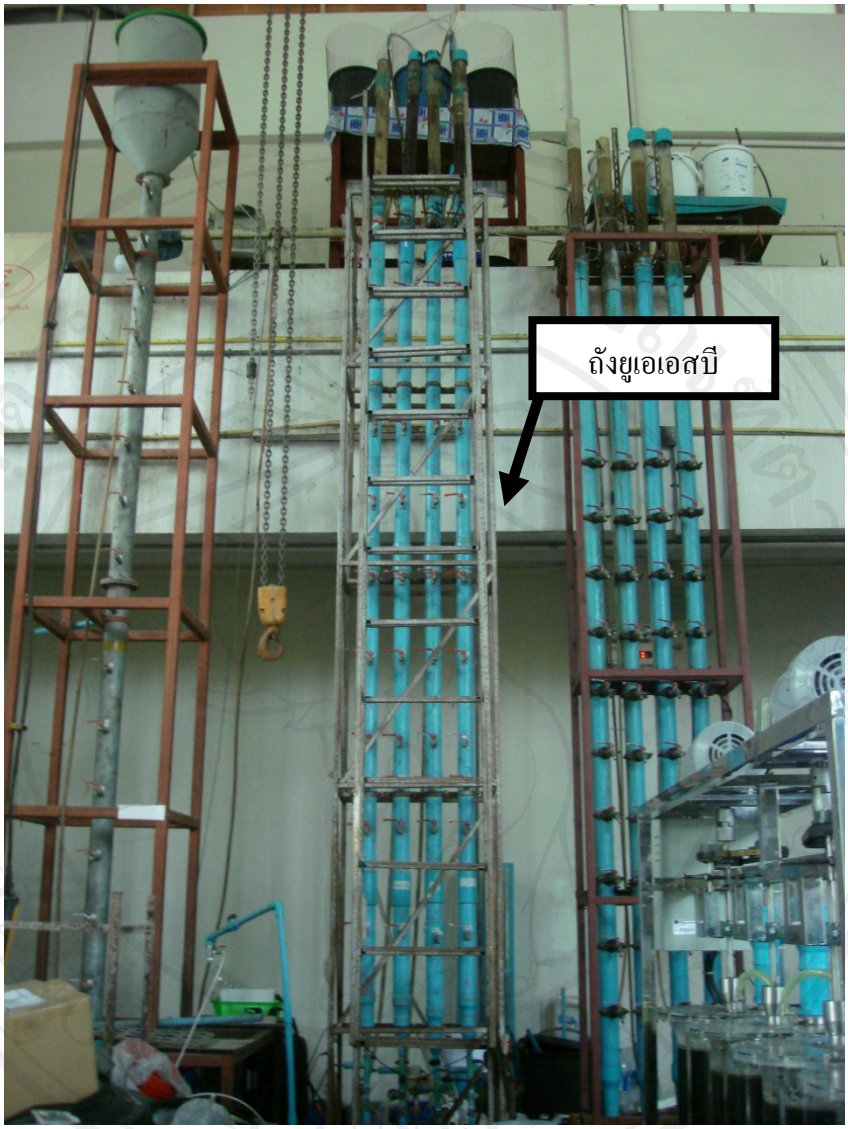
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 3.1 ลักษณะการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ของการทดลอง

(หมายเหตุ : หน่วยเมตร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 3.2 ภาพถ่ายอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.2 อุปกรณ์วัดก๊าซชีวภาพ

ถังปฏิกิริยาแต่ละถังมีอุปกรณ์เก็บก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา โดยอาศัยหลักการแทนที่น้ำ ถังเก็บก๊าซแต่ละถังเป็นถังพลาสติกขนาด 20 ล. น้ำในถังเก็บก๊าซถูกปรับให้มีค่าพีเอชน้อยกว่า 4 เพื่อป้องกันการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ดังแสดงในรูป 3.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 3.3 ภาพถ่ายอุปกรณ์วัดก๊าซชีวภาพ

3.2.3 น้ำเสีย และถังพักน้ำเสีย

น้ำเสียที่ใช้ในการศึกษาเป็นน้ำเสียสังเคราะห์จากน้ำตาลทราย ผสมกับน้ำประปา 90% และน้ำเสียจากโรงบำบัดน้ำเสียมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 10% โดยตลอดการทดลองสังเคราะห์น้ำเสียให้มีซีโอดีประมาณ 5,000 มก./ล. และมีการปรับค่า COD:N:P เท่ากับ 100:1.5:0.3 โดยการเติม NH_4Cl(commercial grade) 0.3 ก./ล. และ KH_2PO_4(commercial grade) 1 ก./ล. นอกจากนี้มีการเติม $NaHCO_3$(commercial grade) รักษาค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.5 - 7.2 เพื่อเพิ่มสภาพบัฟเฟอร์ของระบบ ถังพักน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบเป็นถังพลาสติกขนาด 70 ล. จำนวน 3 ถัง

3.2.4 เครื่องสูบน้ำเสีย

เครื่องสูบน้ำเสียเป็นเครื่องสูบน้ำเสียยี่ห้อ LMI Milton Roy จำนวน 3 เครื่อง ใช้สูบน้ำเข้าด้านล่างของถังปฏิกิริยา ความเร็วน้ำไหลขึ้น (Upflow Liquid Velocity, ULV) 0.28 ม./ชม. ดังแสดงในรูป 3.4

รูป 3.4 เครื่องสูบน้ำเสีย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.5 การเริ่มต้นระบบ

เริ่มต้นจากการนำตะกอนหัวเชื้อจากถังยูเอเอสบีจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารของบริษัท ลีโอฟูดส์ จำกัด มาใส่ถังปฏิกิริยาให้มีความสูง 2 ม.จากก้นถัง เติมน้ำเข้าสู่ถังปฏิกิริยาจนเต็มแล้วทิ้งไว้เพื่อให้ตะกอนเกิดการปรับสภาพ 5 วัน มีความเข้มข้นตะกอนหัวเชื้อ 63.8 กก.VSS/$ม^3$. หลังจากนั้นจึงเริ่มดำเนินระบบ โดยป้อนน้ำเสียเข้าสู่ถังปฏิกิริยาทีละน้อยจนถึงค่าที่ต้องการ คือ อัตราภาระบรรทุก 7.09 กก.ซีโอดี/($ม^3$.วัน) เมื่อเดินระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว(steady state) จึงเริ่มดำเนินการศึกษาเพิ่มความเข้มข้นอิออน

3.2.6 การเพิ่มความเข้มข้นของอิออน

การเพิ่มความเข้มข้นของอิออนทำต่อเนื่องจากการเริ่มต้นระบบ โดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่ต่างกัน ดังนี้

(1) ถังที่ 1 : ใช้น้ำเสียสังเคราะห์ไม่มีการเติมอิออนเพิ่ม

(2) ถังที่ 2 : เติม $CaCl_2$ ในน้ำเสียสังเคราะห์ เพื่อเพิ่มปริมาณแคลเซียมอิออนให้มีความเข้มข้นของแคลเซียมอิออน ดังนี้ 256, 550, 1075, 1954, 2980 และ 1039 มก./ล.

(3) ถังที่ 3 : เติม $MgCl_2$ ในน้ำเสียสังเคราะห์ เพื่อเพิ่มปริมาณแมกนีเซียมอิออนให้มีความเข้มข้นของแมกนีเซียมอิออน ดังนี้ 202, 338, 511, 771, 1081 และ 520 มก./ล.

ในช่วงท้ายของการทดลอง เมื่อพบว่าระบบถูกยับยั้ง ได้ลดความเข้มข้นอิออนลงและเดินระบบไประยะหนึ่ง เพื่อดูว่าจุลินทรีย์สามารถฟื้นสภาพกลับมาได้หรือไม่

3.3 ตำแหน่งและความถี่ของการเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์

วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำใช้วิธีตาม Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF,1995) แสดงในตาราง 3.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 3.1 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	น้ำเข้า	น้ำออก	ความถี่	วิธีวิเคราะห์
COD	*	*	2 ครั้ง/สัปดาห์	Dichromate Open Reflux
FCOD		*	2 ครั้ง/สัปดาห์	Dichromate Open Reflux
VFA	*	*	2 ครั้ง/สัปดาห์	Titration Method
pH และอุณหภูมิ	*	*	ทุกวัน	pH Meter & Thermometer
SS และ VSS	*	*	1 ครั้ง/สัปดาห์	Gravimetric Method
Ca^{2+}	*	*	(1)	EDTA Titrimetric Method
Mg^{2+}	*	*	(1)	EDTA Titrimetric Method + Calculation Method
Total Alkalinity	*	*	1 ครั้ง/สัปดาห์	Acid Titration Method
Solid Profile(SS/VSS)	ท่อเก็บตัวอย่างตะกอนในถัง		1 ครั้ง/เดือน	Gravimetric Method
ขนาดเม็ดตะกอน	ระดับ 0.4, 1.0,1.6, 2.4 ม.จากก้นถัง		2 ครั้ง/เดือน	Microscope
ปริมาณก๊าซ	จุดระบายก๊าซ		ทุกวัน	วัดปริมาณแทนที่น้ำ
องค์ประกอบก๊าซ	ท่อนำก๊าซ		2 ครั้ง/เดือน	Gas Choromatography

หมายเหตุ * หมายถึง ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์

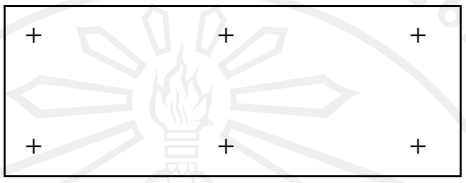
(1) หมายถึง ถังที่ 1 วัด Ca^{2+} และ Mg^{+2} 1 ครั้ง/สัปดาห์

ถังที่ 2 วัด Ca^{2+} 2 ครั้ง/สัปดาห์

ถังที่ 3 วัด Mg^{+2} 2 ครั้ง/สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การหาขนาดของเม็ดตะกอน ทำการทดลองเก็บข้อมูลที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความสูง 0.4, 1.0,1.6, 2.4 ม.จากก้นถัง ในระหว่างการทดลอง 2 ครั้ง/เดือน การตรวจสอบขนาดเม็ดตะกอนทำได้โดยดูดตะกอนตัวอย่างใส่ลงบนแผ่นสไลด์แล้วนำแผ่นกระจกสไลด์แบบมีสเกลขนาดกว้างx ยาว เท่ากับ 1.0 x 1.0 มม. มาวางทับแล้วนำไปส่องกล้องจุลทรรศน์ กำหนดจุดที่ตรวจสอบขนาดเม็ดตะกอนบนแผ่นสไลด์จำนวน 6 จุด ดังรูป 3.4 แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย



รูป 3.5 จุดตรวจสอบขนาดเม็ดตะกอนบนแผ่นสไลด์

3.4 สถานที่วิจัยและรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการวิจัยทั้งหมดทำที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved