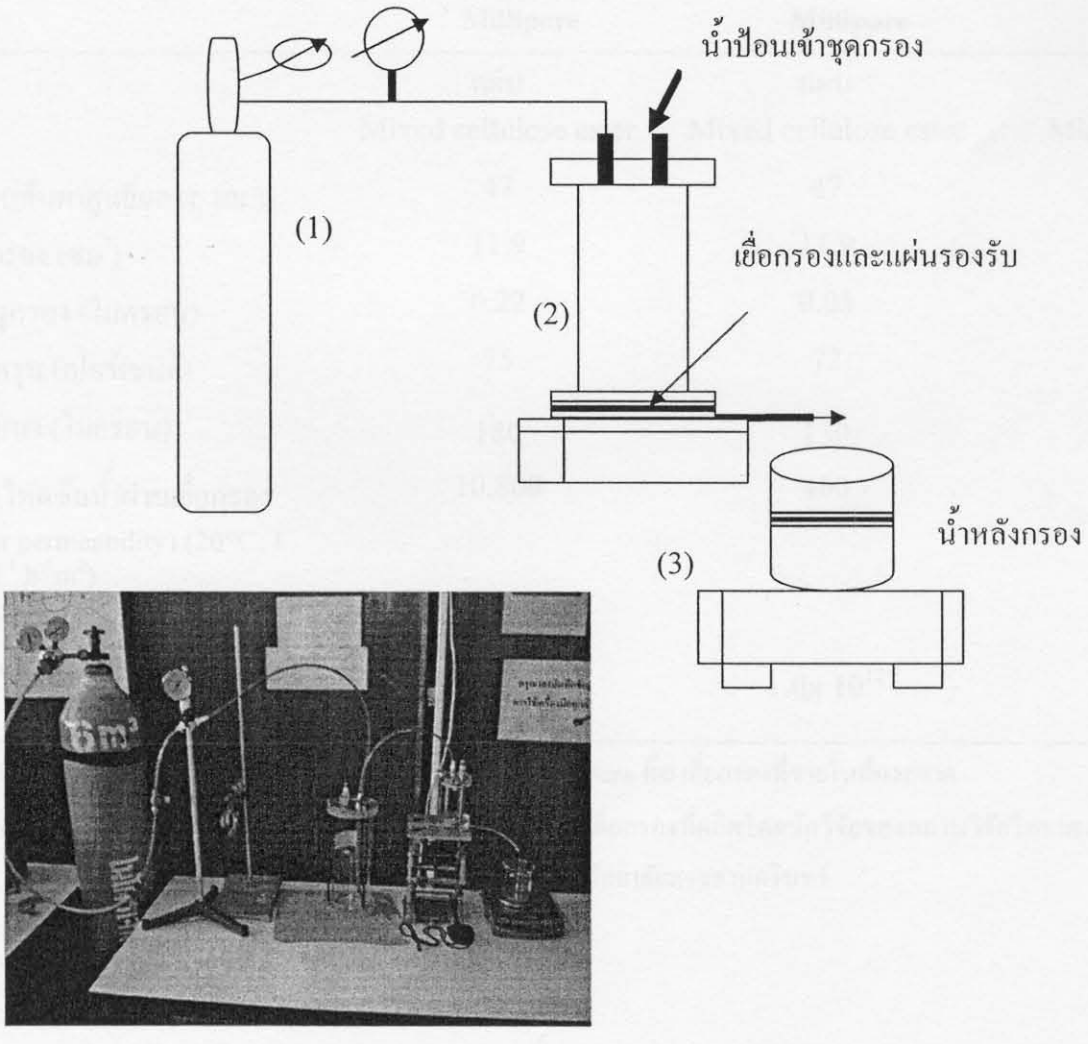
บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

3-1 วัสดุและอุปกรณ์

3-1-1 ชุดทดสอบการกรองแบบปิดตาย

ชุดทดสอบการกรองแบบปิดตายสเกลระดับห้องปฏิบัติการ, แสดงดังภาพประกอบที่ 3-1, ซึ่งใช้กับเยื่อกรองโพลิเมอริกชนิดชอบน้ำ (ชนิดแผ่น ซึ่งรายละเอียดของลักษณะเยื่อกรอง ดังตารางที่ 3-1 และภาพประกอบที่ 3-2 ถึง 3-3)



ภาพประกอบที่ 3-1: ชุดทดสอบการกรองแบบปิดตาย

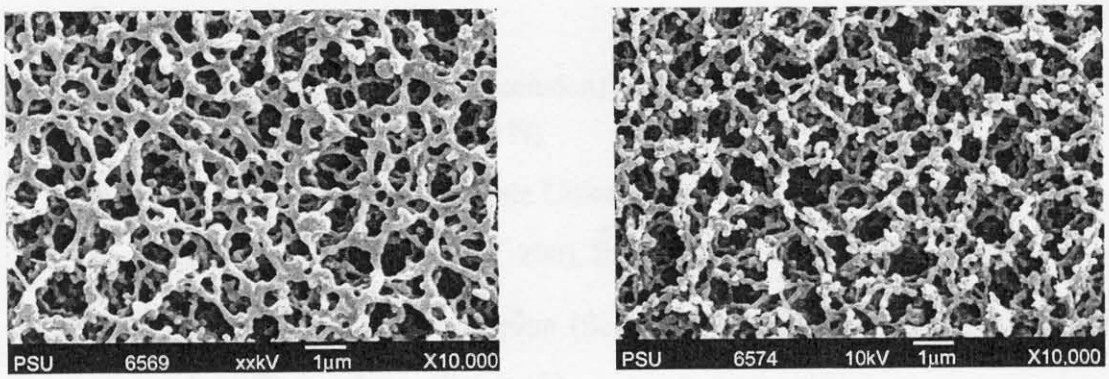
ชุดทดสอบการกรองแบบปิดตายที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการกรองตัวอย่างน้ำป้อนชนิดต่างๆ ประกอบด้วย (1) ถังบรรจุก๊าซไนเตรเจนที่เป็นตัวให้ค่าความดันขับขณะกรองและสามารถปรับมาตรวัดค่าความดันขับได้ (2) ชุดกระบอกกรองทำจากวัสดุอะคิลิคใสที่ด้านล่างของฐานกรองประกอบด้วยแผ่นรองรับแผ่นเยื่อกรอง มีปริมาตรบรรจุน้ำป้อนประมาณ 200 มิลลิลิตร และมีท่อนำน้ำกรองออกที่ด้านล่างของฐานชุดกรอง (3) เครื่องชั่ง 1 ตำแหน่งที่ใช้บันทึกน้ำหนักปริมาตรของน้ำกรองซึมผ่านเยื่อกรอง (4) เยื่อกรองที่ใช้ในการศึกษาที่มีขนาดรูกรอง 0.22 ไมครอน 0.1 μm และ 0.05 μm ซึ่งแสดงลักษณะจำเฉพาะดังตารางที่ 3-1 และ ภาพประกอบที่ 3-2 ถึง 3-3

ตารางที่ 3-1: ลักษณะของเยื่อกรองที่ใช้ในการศึกษา

ลักษณะเยื่อกรอง/ชนิด	GSWP 04700 Millipore	VMWP 04700 Millipore	CC-membrane MSTRC-PSU
ชนิด	แผ่น	แผ่น	แผ่น
วัสดุ	Mixed cellulose ester	Mixed cellulose ester	Microbial cellulose
ขนาด (เส้นผ่าศูนย์กลาง, มม.)	47	47	47
พื้นที่กรอง ($ซม^2$)	11.9	11.9	11.9
ขนาดรูกรอง (ไมครอน)	0.22	0.05	0.1
ความพรุน (เปอร์เซนต์)	75	72	-
ความหนา (ไมครอน)	180	130	
ค่าการไหลซึมน้ำผ่านเยื่อกรอง (Water permeability) (20°C, 1 bar) ($l^{-1}\ h^{-1}m^2$)	10,800	400	-
ค่าความต้านทานเยื่อกรอง (Membrane resistance R_m (m^{-1})	2.5×10^6	1.0×10^{12}	-

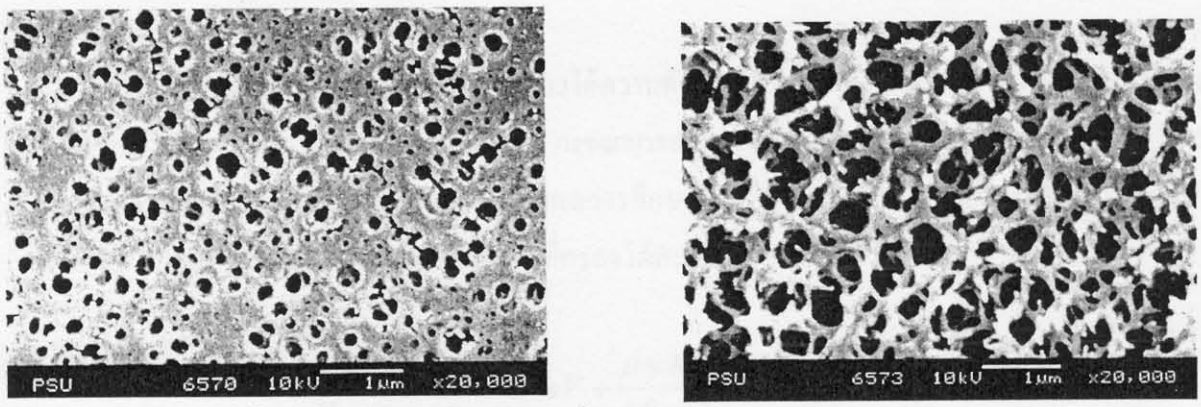
หมายเหตุ: GSWP 04700 และ VMWP 04700 Millipore คือ เยื่อกรองที่ขายในท้องตลาด

CC- membrane (MSTRC-PSU) คือ เยื่อกรองที่ผลิตโดยนักวิจัยของสถานวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเมมเบรน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



ด้านหน้า *ด้านหลัง*

ภาพประกอบที่ 3-2: ภาพถ่ายลักษณะของเยื่อกรอง GSWP 04700 ขนาดรูกรอง 0.22ไมครอน ด้วยกล้องอิเลคตรอนแบบส่องกราด (SEM, x 10,000)



ภาพประกอบที่ 3-3: ภาพถ่ายลักษณะของเยื่อกรอง VMWP 04700 ขนาดรูกรอง 0.05ไมครอน ด้วยกล้องอิเลคตรอนแบบส่องกราด (SEM, x 20,000)

3-1-2 ชุด Jar Test

ชุด Jar Test ยี่ห้อ Phipps&Bird, Inc., 2000 สำหรับทดสอบหาปริมาณสารสร้างตะกอนที่เหมาะสมเพื่อปรับสภาพน้ำป้อน ประกอบด้วยชุดกวนมอเตอร์ที่ปรับความเร็วรอบของการกวนเร็วและกวนช้า ประกอบด้วยบีกเกอร์สำหรับทดสอบได้พร้อมกัน 6 สภาวะต่อการทดสอบ โดยกำหนดความเร็วรอบในการกวนเร็ว 150 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 1 นาที และ กวนช้า 40 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 15 นาที

3-1-3 อุปกรณ์และ/หรือ เครื่องวิเคราะห์ตัวแปรคุณภาพน้ำและเครื่องแก้ว

- ชุด Reflux COD (Gerhardt)
- ชุดย่อยและกลั่นวิเคราะห์ TKN (Velp Scientifica, Dk20 และ UDK126A)
- เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์(Spectronic Unicam, Genesus10 UV)

- ชุดกรองสารแขวนลอย
- เครื่อง pH meter (HACH, sension1), Conductivity&Salinity meter (YSI 3200), Turbidimeter (HACH, 2100 N)
- Spectrophotometer(Spectronic Unicam, Genesus10 UV)
- เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Chyo, JK-200), ปั๊มสูญญากาศ (Gast, 1022-V103-G274x)
- ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (Scientific Kelvinater), ตู้อบแห้ง (Memmert), แผ่นจานร้อน (Thermolyne, Cimarec3)
- เครื่องแก้ว-วัสดุและสารเคมีสำหรับวิเคราะห์พารามิเตอร์ ระบุในตารางที่ 3-2 ถึง 3-3

3-2 วิธีทดสอบการกรอง ตัวแปรวิเคราะห์และน้ำป้อน

3-2-1 วิธีทดสอบการกรอง

ดำเนินการทดลองโดยกรองตัวอย่างน้ำภายใต้ความดันคงที่ และบันทึกปริมาตรของน้ำที่ผ่านการกรองในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ (ไม่มีการให้ความปั่นป่วนขณะกรอง) การเปลี่ยนแปลงของปริมาตรน้ำสะสมที่กรองได้กับระยะเวลาการกรองนำมาอธิบายและแปลผลการศึกษาโดยใช้กฎการกรองบนชั้นเค้ก ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่าง t/V จะเป็นเชิงเส้นตรงกับปริมาตรน้ำที่กรองได้สะสม (V) ดังสมการที่ 3-1

$$\frac{t}{V} = \frac{\mu \times \alpha \times W}{2 \times \Delta P \times \Omega^2} \times V + \frac{\mu \times R_m}{\Delta P \times \Omega}$$ สมการที่ 3-1

Where	W	macromolecule or particle concentration	$kg.m^{-3}$
	ΔP	transmembrane pressure	Pa
	R_m	initial membrane resistance	m^{-1}
	V	cumulated volume of filtrate	m^3
	t	time	sec
	α	specific resistance	$m.kg^{-1}$
	μ	dynamic viscosity	Pa.s
	Ω	membrane area	m^2

ค่าความชันของกราฟเชิงเส้นของความสัมพันธ์ระหว่าง t/V และ V ถูกนำมาคำนวณและแทนค่าในสมการที่ 3-1 เพื่อให้ได้มาซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานจำเพาะ, αW (Filterability), และ/หรือ ค่าความต้านทานจำเพาะของชั้นเค้ก, α, ซึ่งแสดงถึงระดับของฟาวลิ่งที่เกิดขึ้นโดยประมาณของตัวอย่างน้ำป้อนชนิดต่างๆ ที่ทดสอบ

3-2-2 ตัวแปรวิเคราะห์

ค่าตัวแปรคุณภาพน้ำพร้อมวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้แสดงดังตารางที่ 3-2 และค่าตัวแปรคุณภาพน้ำที่วิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบเยื่อกรองระดับไมโครฟิลเตรชั่นและอัลตราฟิลเตรชั่น แสดงดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-2: ตัวแปรคุณภาพน้ำที่วิเคราะห์

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	หน่วย	วิธีการวิเคราะห์
pH	-	pH meter
Color	Pt-Co	Spectrophotometer method
Turbidity	NTU	Nephelometric method
TSS (Total Suspended Solids)	mg/L	Dried at 103 – 105 °C
NOM (Natural Organic Matter)	mg/L	Ultraviolet Absorption method (254-260 nm)
TOC (Total Organic Carbon)	mg/L	TOC analyzer or COD & BOD conversion factor or
SBOD (Soluble Biochemical Oxygen Demand-5 days)	mg/L	5 –Day BOD Test
BOD_5 (Biochemical Oxygen Demand-5 days)	mg/L	5 –Day BOD Test
SCOD (Soluble Chemical Oxygen Demand)	mg/L	Open Reflux method/ or Method by HACH (Reactor Digestion Method with Colorimetric Determination-EPA approved)
COD (Chemical Oxygen Demand)	mg/L	Open Reflux method/ or Method by HACH
TKN (Total Kjeldahl Nitrogen)	mg/L	Kjeldahl method
TP (Total Phosphorus)	mg/L	Stannous Chloride method
Protein	mg/L	Spectrophotometer method using bovine serum albumin as a standard solution

ตารางที่ 3-3: ตัวแปรคุณภาพน้ำที่วิเคราะห์ในตัวอย่างน้ำ-น้ำเสีย

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	น้ำตัวอย่างก่อนเข้าระบบเยื่อกรอง	น้ำตัวอย่างออกจากระบบเยื่อกรอง
pH	BS, RSW, WW, MLSS, SEF, DEF	BS, RSW, Co-S, WW, MLSS, SEF, DEF
Color	BS, RSW, SEF, DEF	BS, RSW, Co-S, SEF, DEF
Turbidity	BS, RSW, SEF, DEF	BS, RSW, Co-S, SEF, DEF, WW, MLSS
TSS (Total Suspended Solids)	BS, RSW, WW, MLSS, SEF, DEF	-
NOM (Natural Organic Matter) TOC (Total Organic Carbon)	RSW, DEF	RSW, DEF
$SBOD_5$ (Soluble Biochemical Oxygen Demand)	WW, SEF, DEF	-
BOD_5 (Biochemical Oxygen Demand-5 days)	WW, SMLSS, SEF, DEF	WW, SMLSS, SEF, DEF
SCOD (Soluble Chemical Oxygen Demand)	WW, SEF, DEF	-
COD (Chemical Oxygen Demand)	WW, SMLSS, SEF, DEF	WW, SMLSS, SEF, DEF
TKN, TP (Total Kjeldahl Nitrogen, Total Phosphorus)	WW, SMLSS, SEF	WW, SMLSS, SEF
Protein	WW, SMLSS, SEF, DEF	WW, SMLSS, SEF, DEF

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ที่ใช้แทนชื่อตัวอย่างน้ำที่เข้าระบบเยื่อกรองและออกจากระบบเยื่อกรองอธิบายได้ดังนี้

BS	=	Bentonite Suspension
RSW	=	Reservoir Surface Water
Co-S	=	Co-Suspension ($FeCl_3$, $(Al_2(SO_4)_3.14H_2O$, Activated carbon)
WW	=	Wastewater
MLSS	=	Mixed liquor Suspended Solid
SMLSS	=	Soluble fraction of Mixed liquor Suspended Solid (ได้จากการนำตัวอย่างสารแขวนลอยสลัดจ์ในถังเติมอากาศไปปั่นแยกด้วยเครื่อง centrifuge ที่ความเร็วรอบประมาณ 500 รอบ/นาที)
SEF	=	Settable Effluent (น้ำที่ไหลล้นจากถัง/บ่อตกตะกอนที่2)
DEF	=	Discharge Effluent (น้ำทิ้งหลังบำบัดจากถัง/บ่อปรับสภาพก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ)

3-2-3 น้ำป้อนที่ศึกษา

- น้ำป้อนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ตัวอย่างน้ำเสียเข้าระบบฯ และ น้ำเสียในขั้นตอนต่างๆ ของระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำแห่งหนึ่งใน จ. สงขลา (น้ำเสียก่อนเข้าระบบฯ น้ำเสียเข้าบ่อหมัก น้ำเสียออกจากบ่อหมัก น้ำตะกอนแขวนลอยในถังปฏิกรณ์ น้ำทิ้งจากถังตกตะกอน และน้ำทิ้งหลังบำบัดก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ) ตัวอย่างน้ำ

ป้อนนำมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ เคมี ของน้ำ โดยวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ pH, Turbidity, BOD_5, COD, TKN, Protein และ Particle size distribution (Laser Particle Size Analyzer: COULTER LS230) ทั้งนี้ตัวอย่างน้ำป้อนจะเตรียมให้มีความเข้มข้นต่างๆ ด้วยการเจือจางด้วยน้ำกลั่นก่อนทำการกรองในแต่ละชุดการทดลอง ตารางที่ 3-4 ถึงตารางที่ 3-6 แสดงลักษณะน้ำเสียในระบบบำบัดฯ ก่อนทดสอบการกรอง

- น้ำป้อนสังเคราะห์ที่เป็นตัวแทนของน้ำใช้ คือ สารละลายอนุภาคเบนโทไนต์ ที่ความเข้มข้น 0.5 g/L และ 5.0 g/L (แสดงดังตารางที่ 3-7) และ สารละลายอนุภาคเบนโทไนต์ที่ปรับสภาพด้วยสารสร้างตะกอน 2 ชนิด คือ สารส้ม และ สารละลายเกลือของเหล็ก ($FeCl_3$) ภายใต้การทดสอบด้วย Jar Test โดยเลือกทดสอบการกรองในชุดการทดลองที่ค่าปริมาณความเข้มข้นของสารสร้างตะกอนที่เหมาะสม และค่าปริมาณสารสร้างตะกอนที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม
- น้ำป้อนที่เป็นตัวแทนของน้ำใช้จริง คือ ตัวอย่างน้ำผิวดินจากอ่างเก็บน้ำดิบภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ (แสดงดังตารางที่ 3-7) ที่ปรับและไม่ปรับสภาพด้วยสารสร้างตะกอน 2 ชนิด คือ สารส้ม และ สารละลายเกลือของเหล็ก ($FeCl_3$) โดยเลือกทดสอบการกรองในชุดการทดลองที่ค่าปริมาณความเข้มข้นของสารสร้างตะกอนที่เหมาะสม และ ค่าปริมาณสารสร้างตะกอนที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม
- น้ำทิ้งหลังบำบัดก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะของระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำแห่งหนึ่งใน จ. สงขลา ที่ปรับสภาพด้วยการใช้ผงถ่านกัมมันต์ในปริมาณต่างๆซึ่งลักษณะจำเพาะของถ่านกัมมันต์ (ดังตารางที่ 3-8) ทดสอบโดยการให้ตัวอย่างน้ำป้อนผสมกับผงถ่านกัมมันต์ด้วยความเร็วในการผสมกวน 150 รอบ/นาที นาน 12 ชั่วโมง เพื่อให้การดูดซับเกิดขึ้นจนสู่สภาวะสมดุล และ/หรือ ทำการปรับสภาพด้วยการใช้สารสร้างตะกอนของสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ร่วมกับการใช้ผงถ่านกัมมันต์

ตารางที่ 3-4: ลักษณะทั่วไปของน้ำเสียในขั้นตอนต่างๆของระบบบำบัดฯ (รอบการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1: พ.ย. 2547)

ชนิดน้ำป้อน	pH	SS (mg/L) and Turbidity* (NTU)	BOD_5 (mg/L)	COD (mg/L)	Protein concentration β-lactoglobulin standard (mg/L)	Nutrient Contents (mg/L)		Mean particle size (μm)
						TKN	TP	
1. น้ำเสียก่อนเข้าระบบฯ	6.5±0.3	1,000±200 460±100*	1200±100	2,950±80	410±30	35±3	40±4	not analysed
2. น้ำเสียเข้าบ่อหมัก1	6.3±0.1	450±100 170±20*	800±180	1,780±30	500±150	38±5	18±7	not analysed
3. น้ำเสียเข้าถังปฏิกรณ์	7.2±0.1	200±100 230±15*	170±50	500±60	310±50	170±35	27±3	not analysed
4. น้ำตะกอนแขวนลอย ในถังปฏิกรณ์แบบเติมอากาศ	8.0±0.25	900±150 290±20*	-	-	300±60	-	-	47 (2.4 – 1,300)
5. น้ำทิ้งจากถังตกตะกอน	8.0±0.25	220±60 60±7.0*	38±3.0	250±15	300±40	114±4	25±4	not analysed
6. น้ำทิ้งหลังบำบัดก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ	8.1±0.2	90±10 38±8.0*	28±1.0	187±20	300±10	104±4	17±4	not analysed

หมายเหตุ: ค่าความเค็มของทุกตัวอย่างมีค่าระหว่าง 1.1-1.7 ppt, ปริมาณออกซิเจนละลายในถังปฏิกรณ์แบบเติมอากาศ อยู่ระหว่าง 0.4-1.2 mg/L

ตารางที่ 3-5: ลักษณะทั่วไปของน้ำเสียในขั้นตอนต่างๆของระบบบำบัดฯ (รอบการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2: เม.ย. 2548)

ชนิดน้ำป้อน	pH	SS (mg/L) and Turbidity* (NTU)	BOD_5 (mg/L)	COD (mg/L)	Protein concentration β-lactoglobulin standard (mg/L)	Nutrients Contents (mg/L)		Mean particle size (μm)
						TKN	TP	
1. น้ำเสียก่อนเข้าระบบฯ	6.85	1,900 562*	2760	4704	320±40	53	60	not analysed
2. น้ำเสียเข้าบ่อหมัก1	6.31	365 138*	1470	2688	190±25	39	25	not analysed
3. น้ำเสียเข้าถังปฏิกรณ์	7.22	175 170*	192	634	48±6	232	30	not analysed
4. น้ำตะกอนแขวนลอย ในถังปฏิกรณ์แบบเติมอากาศ	7.55	500 399*	-	-	19±3	-	-	not analysed
5. น้ำทิ้งจากถังตกตะกอน	7.71	257 101*	123	576	N.D	109	36	not analysed
6. น้ำทิ้งหลังบำบัดก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ	8.92	33 30*	36	192	7.5±0.8	28	14	not analysed

หมายเหตุ: ค่าความเค็มของทุกตัวอย่างมีค่าระหว่าง 1.1-2.0 ppt, ปริมาณออกซิเจนละลายในถังปฏิกรณ์แบบเติมอากาศ อยู่ระหว่าง 0.5-0.8 mg/L

ตารางที่ 3-6: ลักษณะทั่วไปของน้ำเสียในขั้นตอนต่างๆของระบบบำบัดฯ (รอบการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3: ก.ย.2548)

ชนิดน้ำป้อน	pH	SS (mg/L) and Turbidity* (NTU)	BOD_5 (mg/L)	COD (mg/L)	Protein concentration β-lactoglobulin standard (mg/L)	Nutrients Contents (mg/L)		Mean particle size (μm)
						TKN	TP	
1. น้ำเสียก่อนเข้าระบบฯ	6.91	910 478*	1815	3072	106	249	66	not analysed
2. น้ำเสียเข้าบ่อหมัก	5.96	168 131*	1110	1632	208	78	23	not analysed
3. น้ำเสียเข้าถังปฏิกรณ์	7.13	108 189*	162	288	36	221	31	47.08 μm
4. น้ำตะกอนแขวนลอยในถังปฏิกรณ์แบบเติมเติมอากาศ	7.65	< 500 (2680-accumulated in sedimentation tank) 580*	-	-	-	-	-	not analysed
5. น้ำทิ้งจากถังตกตะกอน	7.78	237 91.2*	123	240	12	145	34	not analysed
6. น้ำทิ้งหลังบำบัดก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำ	8.49	123, 61.8*	79	211	5	124	25	not analysed

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3-7: ลักษณะน้ำป้อนที่เป็นตัวแทนของลักษณะน้ำใช้-น้ำผิวดิน

ชนิดน้ำป้อน	pH	Turbidity/ SS* (NTU) (mg/L)*	Color (Pt-Co)	TOC (mg/L)	BOD_5/ COD* (mg/L)	UV_{254} (cm^{-1})	Mean particle size (μm)
1. สารละลายอนุภาคเบนโทไนต์ (ในน้ำ DI) - ความเข้มข้น 500 mg/L - ความเข้มข้น 5,000 mg/L	-	78 1,100	152 1,085	-	-	-	27.74 (0.545-194.2) 15.95 (0.598-83.89)
2. น้ำผิวดินจากอ่างเก็บน้ำฯ	6.8±0.5	37.10 100*	49.46	N.D	-	0.290	-
2. 3. สารแขวนลอยของสารปรับสภาพน้ำ (ในน้ำ DI) - สารแขวนลอย $FeCl_3$ 10-500 mg/L - สารแขวนลอยของสารส้ม 10-500 mg/L - สารแขวนลอยผงถ่านกัมมันต์ 100-500 mg/L	-	0.3-20 0.33-0.65 27-894	12-317 1-26 10.7-119.5	-	-	-	74.90-81.02 19.66-26.01 43.79 (0.721-176.9)
4. น้ำทิ้งหลังบำบัดฯก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ	8±0.5	27.0 82*	170.40	44.50	16.50 186*	0.219	not analysed

ตารางที่ 3-8: ลักษณะจำเพาะถ่านกัมมันต์ชนิดผง

ลักษณะจำเพาะ	ค่า
ความสามารถในการดูดซับ (m^2/g)	1,000
ขนาดการกระจายของอนุภาค ($d_{70\%}$, μm)	เท่ากับหรือน้อยกว่า 40
ความชื้น (% maxi)	5
เถ้า (% maxi)	5

3-3 สภาวะและชุดการทดลอง

การศึกษานี้แบ่งสภาวะของการทดลองได้ 2 ส่วน คือ สภาวะของการทดสอบกรองในชุดกรองแบบปิดตาย และ สภาวะของการทดลองในชุด Jar Test

3-3-1 สภาวะของการทดสอบการกรอง

ชุดการทดลองของการศึกษานี้ สามารถสรุปแบ่ง ได้เป็น 2 ส่วน คือ ชุดการทดสอบการกรองในตัวอย่างน้ำป้อนจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา (แสดงดังตารางที่ 3-9)

ตารางที่ 3-9: สรุปสภาวะการทดลองและชุดการทดสอบ-ตัวอย่างน้ำป้อนจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำแห่งหนึ่ง จ.สงขลา

น้ำป้อน	ชนิดเยื่อกรอง ขนาดรูกรอง (μm) และ ความเข้มข้นน้ำป้อนที่ใช้ในรูป SS (mg/L) หรือ COD (mg/L)				
	Commercial GSWP 04700 Millipore 0.22 μm		**MSTRC-made** CC-membrane 0.1 μm	**Commercial** VMWP 04700 Millipore 0.05 μm	
	P=0.2 บาร์	P=0.5บาร์	P=0.5บาร์	P=0.2 บาร์	P=0.5บาร์
1. น้ำเสียก่อนเข้าระบบฯ COD (mg/L)	500 1,500 3,000	500 1,500 3,000 4,500	500	500 1,500 3,000	500 1,500 3,000 4,500
2. น้ำตะกอนแขวนลอยในถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบเติมอากาศ MLSS (mg/L)	500 1,000 2,500	500 1,000	500	500 1,000 2,500	500
3. น้ำทิ้งจากถังตกตะกอน COD (mg/L)	50 250	50 250	50 250	50 250	50 250 500
4. น้ำทิ้งหลังบำบัดก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ COD (mg/L)	50 200	50 200	50 200	50 200	50 200

ชุดการทดสอบการกรองน้ำป้อนที่เป็นตัวแทนของน้ำใช้ คือสารละลายอนุภาคเบนโทไนต์ และ น้ำผิวดินจากอ่างเก็บน้ำ ม. สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่ผ่านและไม่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารสร้างตะกอน และน้ำทิ้งหลังบำบัดฯขั้นที่ 2 ที่ปรับสภาพและไม่ปรับสภาพด้วยผงถ่านกัมมันต์ก่อนการกรองเพื่อการหมุนเวียนใช้ใหม่ (แสดงดังตารางที่ 3-10)

ตารางที่ 3-10: สรุปสภาวะการทดลองและชุดการทดสอบ-ตัวอย่างน้ำใช้

น้ำป้อน	**เยื่อกรอง ขนาดรูกรอง (µm) และความเข้มข้นน้ำป้อน (mg/L-สารแขวนลอย และ สารสร้างตะกอน)**	
	Commercial GSWP 04700 Millipore 0.22 µm (TMP = 0.2 และ 0.5 บาร์)	**Commercial VMWP 04700 Millipore 0.05 µm (TMP = 0.2 และ 0.5 บาร์)**
1. สารละลายอนุภาคเบนโทไนต์ (SS – mg/L) และปริมาณสารสร้างตะกอนใช้ปรับสภาพ (mg/L)	500 (mg/L), 5,000 (mg/L) 500 + 20 $FeCl_3$, 500 + 20 Alum 500 + 100 $FeCl_3$, 500 +100 Alum 5,000 + 200 $FeCl_3$, 5,000 + 200 Alum 5,000 + 500 $FeCl_3$, 5,000 + 500 Alum	
2. น้ำผิวดินจากอ่างน้ำฯ (NTU, mg/L)	real value- NTU real value-NTU + 20 $FeCl_3$, real value NTU + 50 Alum real value- NTU + 50 $FeCl_3$, NTU + 200 Alum real value- NTU + 200 $FeCl_3$	
3. สารแขวนลอยของสารปรับสภาพน้ำ - สารแขวนลอย $FeCl_3$ (mg/L) - สารแขวนลอยของสารส้ม (mg/L)	 20, 100,400 20, 100, 400	
4. น้ำทิ้งหลังบำบัดก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ (COD-mg/L) และปริมาณสารปรับสภาพ (mg/L)	200 mg/L-COD 200 + 20, 100, 500- $FeCl_3$ 200 + 50, 200-PAC 200 + 20-$FeCl_3$+200-PAC 200 + 20-$FeCl_3$+500-PAC 200 + 20-$FeCl_3$+1,000-PAC 200 + 20-$FeCl_3$+2,000-PAC	

3-3-2 สภาวะของการทดสอบปริมาณสารปรับสภาพน้ำด้วยชุด Jar Test

การทดสอบหาปริมาณสารสร้างตะกอน 2 ชนิด คือ สารสร้างตะกอนเกลือของเหล็ก ($FeCl_3$) และสารส้ม ($Al_2(SO_4)_3.14H_2O$) และถ่านกัมมันต์ชนิดผงที่ใช้ปรับสภาพน้ำใช้ น้ำผิวดิน และ น้ำทิ้งหลังบำบัดก่อนทดสอบความสามารถในการกรองเปรียบเทียบผลของการปรับสภาพน้ำดังกล่าวกับไม่ปรับสภาพน้ำ โดยสภาวะการทดสอบในชุด Jar Test แสดงดังตารางที่ 3-11

ตารางที่ 3-11: สภาวะการทดสอบในชุด Jar Test

การปรับสภาพ	ความเร็วรอบการกวน (รอบ/นาที)	เกรเดียนต์ความเร็ว ($วินาที^{-1}$)	เวลาดำเนินการ (นาที)
- การสร้างตะกอน (Coagulation)	150	110	1
- การรวมตะกอน (Flocculation)	40	25	15
- การตกตะกอน (Sedimentation)	-	-	30
-การดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ชนิดผง (Adsorption)	250-300	-	24 ชั่วโมง