

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องมือทดสอบจาร์เทสต์ (Jar Test) Phipps&Bird รุ่น 7790 902B
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าละเอียด Mettler รุ่น AT 200
3. เครื่องวัดความขุ่น Hach รุ่น 2100 N
4. เครื่องวัดพีเอช Hach รุ่น Sension 3
5. เครื่องวัดความนำไฟฟ้า (Conductivity meter) WTW รุ่น LF 537
6. เครื่องวัดค่าความถ่วงจำเพาะ Hydrometer Precision รุ่น S/N 01
7. เครื่องวัดแรงดันน้ำ Piezometer และ Pressure gauge
8. เครื่องวัดค่าUV₂₅₄ และวัดสี Spectrophotometer HITACHI รุ่น U-2000
9. เครื่องวิเคราะห์สารอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด (Total Organic Carbon Analyzer) O.I. Analytical รุ่น 1010
10. เครื่องสูบน้ำ Peristatic Pump Masterflex รุ่น 7518-00
11. แบบจำลองถังกรองทำจากท่อพีวีซีกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.225 เมตร สูงประมาณ 1.20 เมตร ปริมาตร 48 ลิตร จำนวน 4 คอลัมน์ แต่ละคอลัมน์ บรรจุตัวกลางความสูง 1 เมตร คอลัมน์ที่หนึ่งและสองบรรจุเม็ดพลาสติกโพลีโพลีลีน คอลัมน์ที่สามบรรจุถ่านกัมมันต์แบบเกร็ด คอลัมน์ที่สี่บรรจุฟองน้ำ ดังภาพที่ 6
12. เครื่องอัดอากาศ ขนาด 60 ลิตร/นาที
13. เครื่องสูบน้ำจ่ายสารเคมี Eyela รุ่น MP-3
14. เม็ดพลาสติกโพลีโพลีลีน ดังแสดงในภาพที่ 7 และคุณสมบัติดังตารางผนวกที่ 1
15. ถ่านกัมมันต์แบบเกร็ด ดังแสดงในภาพที่ 8 และคุณสมบัติดังตารางผนวกที่ 2

16. ฟองน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 9

17. โคนอกกุแลนที่ที่ใช้ โพลีออลูมิเนียมคลอไรด์ (ชนิดน้ำ 1%)

18. น้ำคั้นที่ใช้ในการทดลองนำมาจากน้ำคั้นของโรงงานผลิตน้ำตาลบางเขน ซึ่งเป็นน้ำคั้นจากแม่เจ้าพระยา โดยสูบน้ำคั้นจากโรงสูบน้ำลำไ้ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี เก็บตัวอย่างในช่วงเดือนตุลาคม 2548 ถึง เดือนกันยายน 2549 มีลักษณะสมบัติแสดงดังตารางที่ 7

รายละเอียดของระบบทดลองและการติดตั้งอุปกรณ์แสดงดังภาพที่ 10

ตารางที่ 7 คุณสมบัติน้ำดิบโรงงานผลิตน้ำบางเขน การประปานครหลวงช่วงเดือนตุลาคม 2548 ถึงเดือนกันยายน 2549

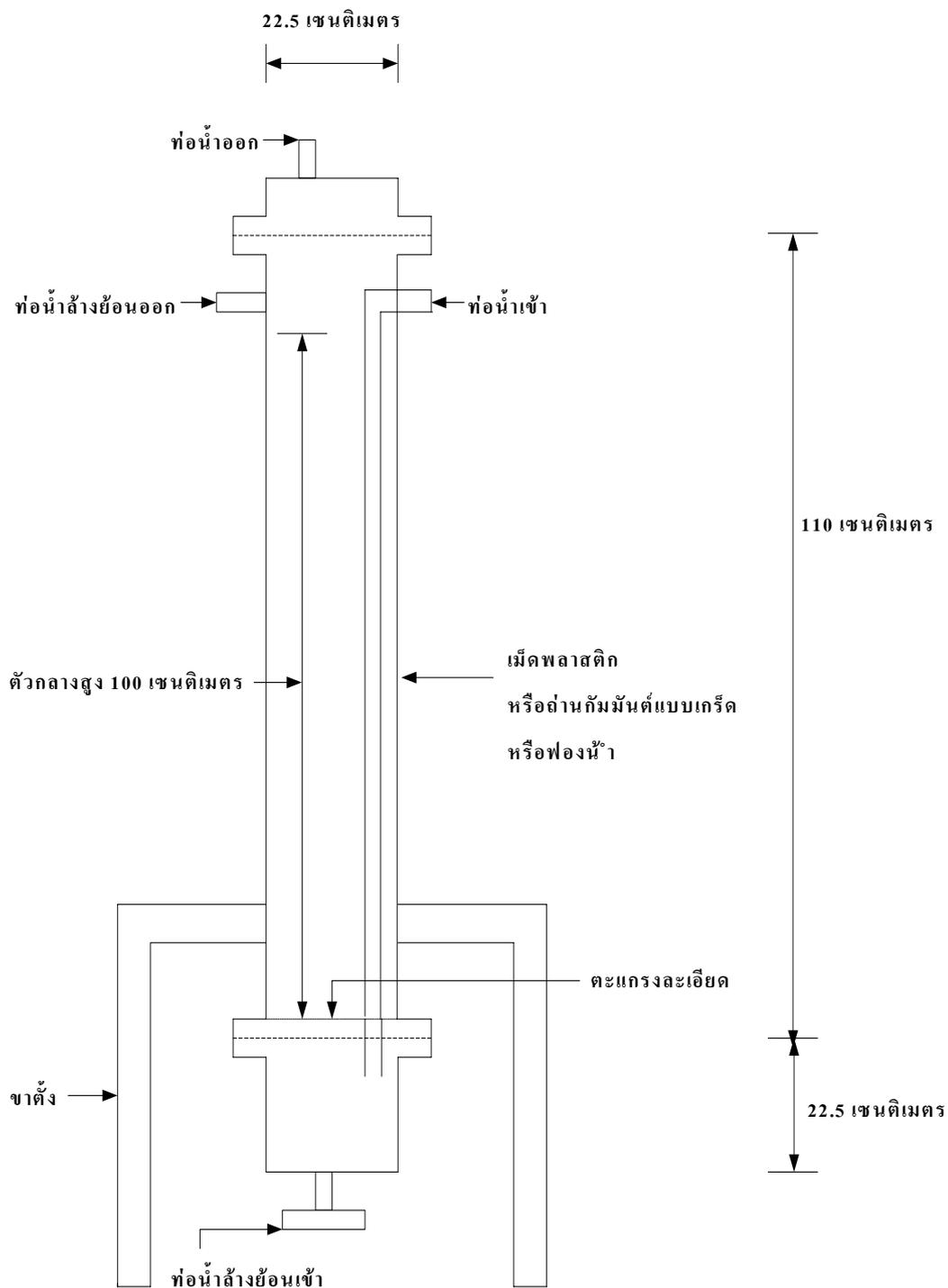
พารามิเตอร์	หน่วย	สูงสุด	ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	มาตรฐาน น้ำผิวดิน
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	31.7	25.8	29.1	-
สีจริง	แพลตินัม- โคบอลต์	-	-	-	-
กลิ่น		ดิน	ดิน	ดิน	-
ความขุ่น	เอ็นทียู	615.0	13.0	129.9	-
ความเป็นกรด-ด่าง		7.78	7.00	7.43	5.0-9.0
ความนำจำเพาะ	ไมโครโมส์/ซม.	322	168	244	-
ความเป็นด่างทั้งหมด	มก./ล.	108	52	84	-
ความเป็นด่างฟีนอลทาลีน	มก./ล.	0	0	0	-
ปริมาณมวลสารทั้งหมด	มก./ล.	995	108	296	-
สารละลาย	มก./ล.	193	101	146	-
สารแขวนลอย	มก./ล.	870	21	164	-
คลอไรด์	มก./ล.	16	2	8	-
ซัลเฟต	มก./ล.	52	6	18	-
ความกระด้างทั้งหมด	มก./ล.	110	64	84	-
ความกระด้างชั่วคราว	มก./ล.	106	52	80	-
ความกระด้างถาวร	มก./ล.	18	0	4	-
ออกซิเจนคอนซุม	มก./ล.	6.32	2.88	4.69	-
แอมโมเนียอิสระ-ไนโตรเจน	มก./ล.	0.310	0.020	0.089	0.5
แอมโมเนียอัลบูมินอย- ไนโตรเจน	มก./ล.	0.980	0.200	0.460	-
ไนเตรท-ไนโตรเจน	มก./ล.	0.660	0.260	0.453	5.0

ที่มา : ฝ่ายควบคุมคุณภาพน้ำ การประปานครหลวง (2549)

ตารางที่ 7 (ต่อ) คุณสมบัติน้ำดิบโรงงานผลิตน้ำบางเขน การประปานครหลวงช่วง
เดือนตุลาคม 2548 ถึงเดือนกันยายน 2549

พารามิเตอร์	หน่วย	สูงสุด	ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	มาตรฐาน น้ำผิวดิน
ไนโตรเจน-ไนโตรเจน	มก./ล.	0.084	0.001	0.017	-
ไนโตรเจนทั้งหมด-ไนโตรเจน	มก./ล.	1.619	0.493	0.963	-
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	มก./ล.	0.222	0.004	0.069	-
แคลเซียม	มก./ล.	32.0	13.6	24.1	-
เหล็ก	มก./ล.	3.62	0.00	1.22	-
ฟลูออไรด์	มก./ล.	0.01	0.00	0.00	-
แมงกานีส	มก./ล.	9.60	0.00	0.82	1.0
แมกนีเซียม	มก./ล.	7.68	1.44	5.05	-
ทองแดง	มก./ล.	0.00	0.00	0.00	0.1
สังกะสี	มก./ล.	0.02	0.00	0.01	1
ตะกั่ว	มก./ล.	0.0009	0.0000	0.0004	0.05
โครเมียม	มก./ล.	0.0012	0.0001	0.0006	0.05
แคดเมียม	มก./ล.	0.00002	0.00000	0.00001	0.005
ที.โอ.ซี.	มก./ล.	6.90	2.90	4.35	-
ดี.โอ.	มก./ล.	7.00	1.70	4.13	4.0
บี.โอ.ดี.	มก./ล.	1.70	1.00	1.26	2.0
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	MPN/100 มล.	3,000	300	1,942	20,000
ฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย	MPN/100 มล.	2,400	40	778	4,000
สาหร่าย	ยูนิต/100 มล.	2250	300	1007	-

ที่มา : ฝ่ายควบคุมคุณภาพน้ำ การประปานครหลวง (2549)



ภาพที่ 6 รายละเอียดแบบจำลองถังกรองบรรจุตัวกลางเม็ดพลาสติก ถ่านกัมมันต์แบบเกร็ด และฟองน้ำ



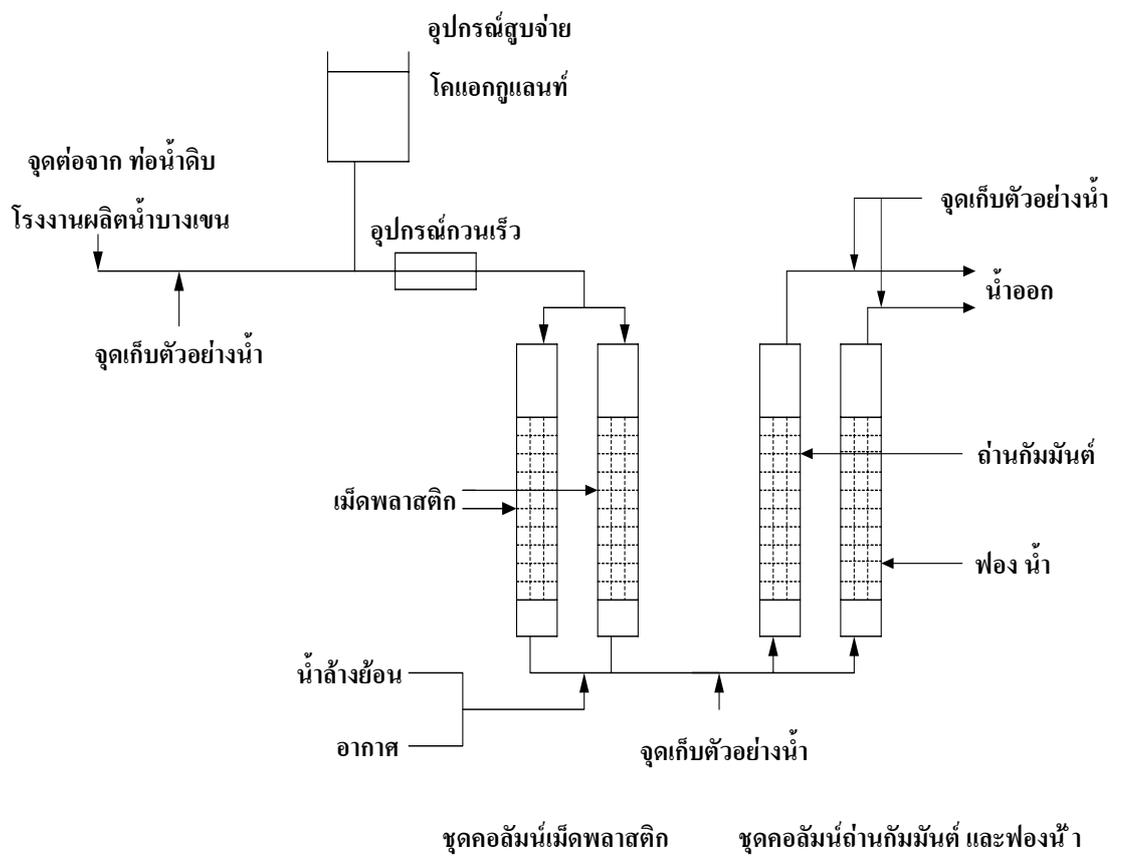
ภาพที่ 7 เม็ดพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 8 ถ่านกัมมันต์แบบเกร็ดที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 9 ฟองน้ำที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 10 ฟังการติดตั้งระบบทดลองชั้นกรองถ่านกัมมันต์แบบกรีด และฟองน้ำ

วิธีการทดลอง

การศึกษานี้เป็นการนำระบบการดูดติดผิวด้วยถ่านกัมมันต์ ระบบการกรองโดยใช้ชั้นตัวกลางเม็ดพลาสติกโพลีโพรพิลีน และการกรองด้วยชั้นตัวกลางฟองน้ำ โดยใช้งานร่วมกันเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการปรับปรุงคุณภาพน้ำในด้านการกำจัดปริมาณสารอินทรีย์ธรรมชาติ และความขุ่น โดยมีขั้นตอนการดำเนินทดลองดังนี้

1. การศึกษาเบื้องต้นเพื่อเปรียบเทียบการใช้เครื่อง Shaker และ Jar test

การศึกษานี้เปรียบเทียบการใช้เครื่อง Shaker ทดสอบที่การเขย่าความเร็ว 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที และ Jar test ทดสอบที่ความเร็วของใบพัด 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที อ้างอิงตามวิธีของโรงงานผลิตน้ำบางเขน การประปานครหลวง เพื่อทดสอบถ่านกัมมันต์แบบผง (PAC1) ถ่านกัมมันต์แบบเกร็ด (GAC) ของบริษัท คาร์โบกาญจน์ จำกัด และถ่านกัมมันต์แบบผง (PAC2) ที่ผลิตขึ้นโดยภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทดสอบถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 0 , 100 , 400 , 1000 มก./ล. พิจารณาประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ธรรมชาติ (NOM) ในรูป UV_{254}

2. การศึกษาระยะเวลาสัมผัสที่มีผลต่อการดูดติดผิวของถ่านกัมมันต์

เปรียบเทียบความสามารถในการดูดติดผิวของ PAC1 PAC2 และ GAC โดยใช้ Jar test ที่ความเร็วรอบของใบพัด 100 รอบต่อนาที ระยะเวลาสัมผัส 15 นาที ทดสอบถ่านกัมมันต์ที่ความเข้มข้น 0 , 100 , 200 , 400 , 800 และ 1000 มก./ล. จากนั้นศึกษาระยะเวลาสัมผัสที่มีผลต่อความสามารถในการดูดติดผิวของ PAC1 และ GAC ที่ระยะเวลาสัมผัส 5 , 10 , 15 , 30 และ 60 นาที เปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 , 50 มก./ล. ที่ระยะเวลาสัมผัส 5 , 10 , 15 , 30 , 60 และ 120 นาที โดยใช้ความเข้มข้นถ่านกัมมันต์ 0 , 10 , 20 , 40 , 100 , 200 มก./ล. ที่ระยะเวลาสัมผัส 5 , 15 , 30 นาที , 1,2,6 , 10, 24 และ 48 ชั่วโมงโดยใช้ความเข้มข้นถ่านกัมมันต์ 0 , 50 , 100 , 200 , 250 , 300 มก./ล. พารามิเตอร์ที่พิจารณา คือ UV_{254} และ TOC

3. การศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัด NOM และ ความขุ่นของระบบ

ทดสอบระบบทดลองซึ่งเป็นท่อพีวีซีกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22.5 เซนติเมตร จำนวน 4 คอลัมน์ แบ่งเป็นบรรจุชั้นกรองเม็ดพลาสติก (PP) 2 คอลัมน์ ชั้นกรองถ่านกัมมันต์แบบเกร็ด (GAC) 1 คอลัมน์ ชั้นกรองฟองน้ำ (BF) 1 คอลัมน์ ตัวกลางแต่ละชนิดมีความสูง 1 เมตร อัตราการกรองผ่านชั้นกรอง PP 11 ลบ.ม./ตร.ม.-ชม. BF 2.0 ลบ.ม./ตร.ม.-ชม. และ GAC 2.0 ลบ.ม./ตร.ม.-ชม. โคลแอกกูแลนท์คือโพลีลูมิเนียมคลอไรด์ (PACl) ความเข้มข้น 8 มก./ล. (100% Jar test) ให้น้ำดิบกรองผ่าน PP จากนั้นแยกน้ำกรองผ่าน BF และ GAC เก็บตัวอย่างน้ำหลังผ่านระบบมาวิเคราะห์ ความขุ่น และ NOM ซึ่งใช้ค่า UV_{254} และ TOC เป็นตัวแทน เปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำดิบที่เข้าระบบ ระยะเวลาเดินระบบ 17, 31, 54, 87 ชั่วโมง และเดินระบบระยะยาวตามสภาวะการทำงานเป็นระยะเวลา 4 เดือน เก็บตัวอย่างน้ำหลังผ่านระบบมาวิเคราะห์ ความขุ่น สี ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความนำไฟฟ้า ความเป็นด่าง และ NOM ในรูป UV_{254} และ TOC ระหว่างการทดสอบระบบทดลองทำความสะอาดชั้นกรองเม็ดพลาสติกเป็นระยะเนื่องจากชั้นกรองเกิดการอุดตันจนถึงการทะลุผ่าน (Breakthrough) ของกลุ่มเม็ดตะกอน ซึ่งวิธีการทำความสะอาดชั้นกรองเม็ดพลาสติกที่เหมาะสม คือการล้างชั้นกรองเม็ดพลาสติกโดยใช้อากาศตามด้วยน้ำ จำนวน 2 ครั้ง ๆ ละ 5 นาที (สมศักดิ์, 2548)

4. การทดลองหาความต้องการคลอรีนและสารไตรฮาโลมีเทนเปรียบเทียบระหว่างน้ำที่ผ่านและไม่ผ่านการกำจัด NOM

หาความต้องการคลอรีนโดยนำน้ำที่ผ่านการกำจัด NOM จากการเดินระบบที่ระยะเวลาเดินระบบ 17, 31, 54 และ 81 ชั่วโมง ได้แก่ น้ำผ่านชั้นกรอง PP GAC และ BF เปรียบเทียบกับน้ำดิบนำมาเติมโซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0 และ 8.0 มก./ล. ตั้งทิ้งไว้ให้ทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ระยะเวลาสัมผัสของโรงงานผลิตน้ำบางเขน เพื่อหาความต้องการคลอรีนของน้ำดิบ น้ำผ่านชั้นกรอง PP GAC และ BF

หาสารไตรฮาโลมีเทนโดยนำน้ำที่ผ่านการกำจัด NOM จากการเดินระบบเปรียบเทียบกับน้ำดิบ นำเติมโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 และ 5.0 มก./ล. ตั้งทิ้งไว้ให้ทำปฏิกิริยาระยะเวลา 48 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเวลาสัมผัสที่น้ำประปาสามารถอยู่ในระบบท่อจ่ายน้ำประปา

ของการประปานครหลวงได้นานที่สุด จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาสารไตรฮาโลมีเทนตาม
ขั้นตอนการทดลอง แสดงในภาพผนวกที่ 1

5. สถานที่ทำการทดลอง

5.1 ติดตั้งชุดทดลองที่บริเวณโรงสูบน้ำดิบ1 โรงงานผลิตน้ำบางเขน การประปานครหลวง

5.2 วิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ห้องปฏิบัติการฝ่ายควบคุมคุณภาพน้ำ และห้องปฏิบัติการ
ส่วนวิเคราะห์คุณภาพน้ำระบบผลิต โรงงานผลิตน้ำบางเขน การประปานครหลวง



ภาพที่ 11 ขั้นตอนวิธีการทดลอง