

การทำน้ำสะอาดจากน้ำท่วมโดยกระบวนการกรองดูดติดผิว
ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ชนิดผง และเถ้าแกลบ



ยุทธพรธน์ วีระ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากร
การเกษตรและสิ่งแวดล้อม

โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2547

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม

ชื่อเรื่อง

การทำน้ำสะอาดจากน้ำท่วมโดยกระบวนการกรองดูดคิดผิว
ผ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ชนิดผง และเจ้าแกลบ

โดย

ยุภาพรรณ วีระ

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์เพ็ญรัตน์ หงษ์วิทยากร)

วันที่ 20 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2547

กรรมการที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์บรรพต ดันดีเสวี)

วันที่ 20 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2547

กรรมการที่ปรึกษา

(อาจารย์ธีระพงษ์ สว่างปัญญางกูร)

วันที่ 20 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2547

หัวหน้าภาควิชาชีววิทยา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพเมธี โทปญญานนท์)

วันที่ 20 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2547

โครงการบัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เพ็ชรประดับ)

รองประธานกรรมการ โครงการบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 26 เดือน ก.ค. พ.ศ. 47

ชื่อเรื่อง	การทำน้ำสะอาดจากน้ำท่วมโดยกระบวนการกรองดูดคิดผิว ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ชนิดผง และถ่านแกลบ
ชื่อผู้เขียน	นางสาวยุภาพรรณ วีระ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทรัพยากรการเกษตร และสิ่งแวดล้อม
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์เพ็ญรัตน์ หงษ์วิทยากร

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาการทำน้ำสะอาดจากน้ำท่วม โดยกระบวนการกรองดูดคิดผิวที่มีตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดและชนิดผง ผลผลิตจากถ่านกะลามะพร้าวของบริษัทอุตสาหกรรมพรหมเทศ จำกัด จังหวัดลำพูน และถ่านแกลบที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป ใช้น้ำตัวอย่างจากแม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลาก น้ำจากฝายแม่แฝก จังหวัดเชียงใหม่ และน้ำท่วมจากหมู่บ้านวังโพธิ์ หมู่ 5 ตำบลยางซ้าย อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย จากผลการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการ ซึ่งบรรจุตัวกลางแต่ละชนิดภายในถังปฏิกิริยาที่เป็นท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูง 20 เซนติเมตร พบว่า ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นตัวกลางในการกรองน้ำที่กรองได้สามารถนำมาใช้อุปโภคได้เมื่อผ่านการฆ่าเชื้อโรคอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งภายหลังการกรอง 20 นาที ค่าดัชนีของน้ำออก มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค คือ มีค่าความขุ่น 4.19 เอ็นทียู ค่าสภาพการนำไฟฟ้า 220 ไมโครซีเมน/ซม. ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด 110 พีพีเอ็ม ค่าของแข็งแขวนลอย 1.6 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าความเป็นกรด - ด่าง 7.6 มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย 35 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร สูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 2.2 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร และสามารถกรองน้ำได้เฉลี่ย 121.66 ลิตร ใช้เวลาในการกรอง 24 ชั่วโมง และพบว่า ถ่านกัมมันต์ชนิดผงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กรองน้ำ เนื่องจากมีผงถ่านไหลปะปนออกมา กับน้ำด้วย ในขณะที่ถ่านแกลบกรองน้ำได้ช้ามากจนไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กรองน้ำ ถึงแม้ว่าจะให้ค่าดัชนีส่วนใหญ่ไม่เกินค่ามาตรฐานก็ตาม

จากผลการศึกษาการกรองน้ำตัวอย่างโดยการทำงานร่วมกันของถ่านแกลบ และถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด พบว่า สามารถกรองน้ำได้เฉลี่ย 81.42 ลิตร ใช้เวลาในการกรอง 48 ชั่วโมง ภายหลังการกรอง 20 นาที ค่าดัชนีของน้ำออกส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด และพบว่า ในการทำงานร่วมกันของ ถ่านแกลบ ถ่านกัมมันต์ชนิดผง และชนิดเม็ด มีอัตราการกรองที่ช้า

มากจนไม่เหมาะที่จะใช้เป็นสารตัวกลางในการกรองน้ำ และนอกจากนี้ การทำงานร่วมกันของ ถ่านกัมมันต์ชนิดผงและชนิดเม็ด ก็ไม่มีความเหมาะสมในการกรอง เพราะมีผงถ่านไหลออกมา กับน้ำออกด้วย

จากการศึกษาการกรองน้ำท่วมจากเครื่องกรองน้ำดันแบบที่มีถังปฏิกิริยา เป็นท่อพีวีซี ขนาด 3 นิ้ว ในสภาพการทำงานจริง พบว่า สารตัวกลางถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดสามารถกรองน้ำได้ เฉลี่ย 185.17 ลิตร ใช้เวลา 48 ชั่วโมง มีค่าดัชนีของน้ำออกส่วนใหญ่ไม่เกินค่ามาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค คือ มีค่าความขุ่น 4.25 เอ็นทียู ค่าสภาพการนำไฟฟ้า 230 ไมโครซีเมน/ซม ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด 140 พีพีเอ็ม ค่าของแข็งแขวนลอย 1.7 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าความเป็นกรด - ด่าง 7.3 มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย 70 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร และเมื่อ เปรียบเทียบกับการกรองโดยสารตัวกลางถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดในถังปฏิกิริยา 1.5 นิ้ว พบว่า การ กรองด้วยถังปฏิกิริยา 1.5 นิ้วจะมีความเหมาะสมกว่า เนื่องจากสามารถกรองน้ำได้ปริมาณมากกว่า ในเวลาที่เท่ากัน ในการเปรียบเทียบกับการกรองด้วยทรายละเอียด พบว่า การกรองด้วยทราย ละเอียดและการกรองน้ำตัวอย่างด้วยถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ให้ค่าดัชนีต่าง ๆ ของน้ำออกใกล้เคียงกัน ทรายละเอียดจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะใช้เป็นสารตัวกลางกรองน้ำ ในพื้นที่ที่ไม่สามารถจัดหา ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดได้

Title	Floodwater Treatment by Granular and Powder Activated Carbon and Rice Husk Ash Adsorption
Author	Miss Yupapun Weera
Degree of	Master of Science in Agricultural Resources and Environmental Management
Advisory Committee Chairperson	Associate Professor Penrut Hongvityakorn

ABSTRACT

This research was conducted to study floodwater treatment by granular and powder activated carbon and rice husk ash adsorption. The activated carbon is a commercial product of Phromtet Industrial Company Limited based in Lamphun province while rice husk ash is common in the market. Water samples were taken from Mae Ping river during rainy season and from Mae Faek weir in Chiang Mai province while Floodwater was collected from Ban Wang Pho, Moo 5, Tambon Yang Sai, Sukhothai province. In the laboratory, each type of These materials was placed in three PVC reactors (1.5 inches in diameter and 20 cm in height). Results showed suitability of granular activated carbon to serve as filter medium for filtration of water for consumption. After 20 minutes filtration, the parameters of effluent met the Drinking Water Quality Standards Which included turbidity at 4.19 NTU, conductivity at 220 microsiemen/cm, total dissolved solids at 110 ppm, suspended solids at 1.6 mg/l, and pH value at 7.6. However, Coliform bacteria was found to be 35 MPN/100 ml which was higher than the standard (2.2 MPN/100 ml). The system was able to filter 121.66 liters of water within 24 hours of filtration. It was also shown that powder activated carbon was not suited for filtration since some amount of activated carbon was found in the effluent. Meanwhile, rice husk filtration was very slow making it an inappropriate method even though the various parameters did not exceed the standard levels.

Results from the study of combined media filtration, rice husk and granular activated carbon was able to filter 81.42 liters of water within 48 hours. After 20 minutes of filtration, each parameter of the effluent was not beyond the standards level. Moreover, the combined filtration of rice husk, activated carbon both in granular and powder form, gave a very slow rate and was

considered inappropriate. Besides, the combined filtration of both granular and powder activated carbon showed that it was not suited for filtration because some amount of carbon was found in the effluent.

The study of floodwater filtration using the prototype reactors of 3 inches PVC under actual conditions showed that granular activated carbon was able to filter 185.17 liters of water within 48 hours. Effluent parameters did not exceed the standard level. and these included turbidity at 4.25 NTU, conductivity at 230 microsiemen/cm, total dissolved solids at 140 ppm, suspended solids at 1.7 mg/l, pH value at 7.3, and Coliform bacteria at 70 MPN/100 ml. When compared to the filtration using granular activated carbon in a 1.5 inch reactor, it was found that filtration using 1.5 inch reactor was more appropriate because it was able to do more filtration within the same period of time. In comparison with fine sand filtration, it was found that various parameters of the effluent were comparable, indicating that this could serve as an alternative filter medium especially in areas where activated carbon is not available.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความร่วมมือและความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์เพ็ญรัตน์ หงษ์วิทยากร ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาในการทำวิจัย ชี้แนะแนวทางวิธีคิด การแก้ไขปัญหา ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ รวมทั้งรองศาสตราจารย์บรรพต ดันติเสรี และ อาจารย์ธีระพงษ์ สว่างปัญญางกูร กรรมการที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำปรึกษาในงานวิจัย คอยติดตามการทำงาน ให้กำลังใจและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร. ฐปน ชื่นบาล กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้คำแนะนำและอนุเคราะห์อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีในห้องปฏิบัติการ ในการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงได้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์คำเกิง ชำนาญคำ ที่กรุณาให้ข้อมูลทางด้านน้ำท่วมและคำแนะนำในการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงได้

ขอขอบพระคุณบริษัท อุตสาหกรรมพรหมเทศ จำกัด จังหวัดลำพูน ที่ให้การสนับสนุนด้านกัมมันต์ชนิดเม็ด และชนิดผง มาใช้ในการทดลองในครั้งนี้

ขอบคุณที่ ๆ เพื่อน ๆ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรการเกษตร และสิ่งแวดล้อม รุ่นที่ 2 ที่คอยให้กำลังใจเสมอมา

ท้ายที่สุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อประพันธ์ และคุณแม่อำภา วีระ ซึ่งเป็นที่สุดของผู้ให้ เป็นผู้ที่มีพระคุณหาที่เปรียบมิได้ ท่านเป็นทั้งพ่อ – แม่ ครู และเพื่อน คอยให้กำลังใจปลอบขวัญยามท้อแท้ ขอขอบพระคุณญาติพี่น้องทุกท่านที่เคารพรัก ซึ่งคอยสนับสนุน ให้กำลังใจในการศึกษาจนสำเร็จ ข้าพเจ้ามีอาจลืมนผู้มีพระคุณเหล่านี้จนท้ายที่สุดของชีวิต

ชญาพรรณ วีระ

กรกฎาคม 2547

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	3
ขอบเขตของการศึกษาวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	4
สถานะน้ำท่วมของประเทศไทย	4
แนวทางการดำเนินงานในการจัดการปัญหาในภาวะอุทกภัย	8
หลักการวิเคราะห์ลักษณะตัวอย่างน้ำ	12
มาตรฐานน้ำดื่ม (Drinking Water Quality Standards)	23
ลักษณะสมบัติของน้ำท่วม	25
การกรองน้ำ (Filtration)	26
ถ่านกัมมันต์	31
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	40
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีวิจัย	47
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย	47
วิธีการดำเนินงาน	48
การวางแผนการทดลอง	52
การเก็บข้อมูล	59

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	60
ความสามารถในการกรองความขุ่นของตัวกลาง	60
ความสามารถในการกรองค่าสภาพการนำไฟฟ้าของตัวกลาง	81
ความสามารถในการกรองค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของตัวกลาง	97
ค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำตัวอย่าง	113
ความสามารถในการกรองค่าของแข็งแขวนลอยของตัวกลาง	119
ความสามารถในการกรองโคลิฟอร์มแบคทีเรียของตัวกลาง	123
การกรองน้ำตัวอย่างด้วยทรายละเอียด	127
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	132
สรุปผลการศึกษา	132
ข้อเสนอแนะ	134
บรรณานุกรม	135
ภาคผนวก	138
ภาคผนวก ก ข้อมูลการทดลอง	139
ภาคผนวก ข แหล่งเก็บน้ำตัวอย่าง	155
ภาคผนวก ค อุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าดัชนีต่าง ๆ	158
ภาคผนวก ง ประวัติผู้วิจัย	161

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ความเค็รื้อนจากอุทกภยในปี 2538	6
2	มาตรฐานน้ำดื่ม (Drinking Water Quality standards)	23
3	ดัชนีคุณภาพน้ำท่วม	25
4	พื้นที่ผิวจำเพาะของถ่านกัมมันต์ชนิดต่าง ๆ	32
5	ความแตกต่างระหว่างการดูดติดผิวดังเคมี และการดูดติดผิวดังกายภาพ	39
6	คุณสมบัติของน้ำตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา	49
7	แผนการทดลองที่ 1	52
8	แผนการทดลองที่ 2	55
9	แผนการทดลองที่ 3	56
10	รายละเอียดของจุดเก็บน้ำตัวอย่างดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์น้ำตัวอย่างของการทดลองแบบต่อเนื่อง	59

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 การเคลื่อนที่ของตะกอนผ่านสารกรองเม็ดเดียวในระบบกรองน้ำ	28
2 โพร่ง หรือช่องว่างภายในถ่านกัมมันต์	36
3 (ก) ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด (ข) ภาพขยายถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด	50
4 ถ่านกัมมันต์ชนิดผง	51
5 เถ้าแกลบ	51
6 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา	53
7 ภาพถ่ายแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา	54
8 แบบจำลองเครื่องกรองน้ำท่วมคันแบบ	57
9 แสดงเครื่องกรองน้ำท่วมคันแบบ	58
10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.1 ซ้ำที่ 1	61
11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.1 ซ้ำที่ 2	62
12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.1 ซ้ำที่ 3	62
13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับเวลา การทดลองที่ 1.1 ซ้ำที่ 1-3	63
14 น้ำตัวอย่างการทดลองที่ 1.1 ซ้ำที่ 1	63
15 น้ำที่ผ่านการกรองด้วยถ่านกัมมันต์ชนิดผง การทดลองที่ 1.2 ซ้ำที่ 1 - 3	65
16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.3 ซ้ำที่ 1	66
17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.3 ซ้ำที่ 2	67
18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.3 ซ้ำที่ 3	67

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับเวลา การทดลองที่ 1.3 ซ้ำที่ 1-3	68
20 น้ำตัวอย่างของการทดลองที่ 1.3 ซ้ำที่ 1	68
21 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับปริมาตรน้ำสะสม การทดลองที่ 2.3 ซ้ำที่ 1	71
22 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับปริมาตรน้ำสะสม การทดลองที่ 2.3 ซ้ำที่ 2	72
23 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับปริมาตรน้ำสะสม การทดลองที่ 2.3 ซ้ำที่ 3	72
24 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับเวลา การทดลองที่ 2.3 ซ้ำที่ 1-3	73
25 น้ำตัวอย่างของการทดลองที่ 2.3 ซ้ำที่ 1	73
26 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับปริมาตรน้ำสะสม การทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 1	75
27 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับปริมาตรน้ำสะสม การทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 2	75
28 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับปริมาตรน้ำสะสม การทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 3	76
29 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับเวลา การทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 1-3	76
30 น้ำตัวอย่างของการทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 1	77
31 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับปริมาตรน้ำสะสม การทดลองที่ 3.2 ซ้ำที่ 1	78
32 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับปริมาตรน้ำสะสม การทดลองที่ 3.2 ซ้ำที่ 2	79
33 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับปริมาตรน้ำสะสม การทดลองที่ 3.2 ซ้ำที่ 3	79

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
34 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับเวลา การทดลองที่ 3.2 ข้อที่ 1-3	80
35 น้ำตัวอย่างของการทดลองที่ 3.2 ข้อที่ 1	80
36 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.1 ข้อที่ 1	82
37 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.1 ข้อที่ 2	82
38 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.1 ข้อที่ 3	83
39 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับเวลา การทดลองที่ 1.1 ข้อที่ 1-3	83
40 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.3 ข้อที่ 1	85
41 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.3 ข้อที่ 2	85
42 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.3 ข้อที่ 3	86
43 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับเวลา การทดลองที่ 1.3 ข้อที่ 1-3	86
44 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 2.3 ข้อที่ 1	89
45 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 2.3 ข้อที่ 2	89
46 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 2.3 ข้อที่ 3	90
47 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับเวลา การทดลองที่ 2.3 ข้อที่ 1-3	90

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
48 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 1	92
49 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 2	92
50 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 3	93
51 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับเวลา การทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 1-3	93
52 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.2 ซ้ำที่ 1	95
53 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.2 ซ้ำที่ 2	95
54 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.2 ซ้ำที่ 3	96
55 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับเวลา การทดลองที่ 3.2 ซ้ำที่ 1-3	96
56 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.1 ซ้ำที่ 1	98
57 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.1 ซ้ำที่ 2	98
58 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.1 ซ้ำที่ 3	99
59 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดกับเวลา การทดลองที่ 1.1 ซ้ำที่ 1-3	99
60 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.3 ซ้ำที่ 1	101

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
61	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.3 ซ้ำที่ 2	101
62	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.3 ซ้ำที่ 3	102
63	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับเวลา การทดลองที่ 1.3 ซ้ำที่ 1-3	102
64	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 2.3 ซ้ำที่ 1	104
65	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 2.3 ซ้ำที่ 2	105
66	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 2.3 ซ้ำที่ 3	105
67	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับเวลา การทดลองที่ 2.3 ซ้ำที่ 1-3	106
68	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 1	107
69	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 2	108
70	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 3	108
71	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับเวลา การทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 1-3	109
72	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.2 ซ้ำที่ 1	110
73	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.2 ซ้ำที่ 2	111

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
74 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.2 ซ้ำที่ 3	111
75 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับเวลา การทดลองที่ 3.2 ซ้ำที่ 1-3	112
76 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด - ด่างกับเวลา การทดลองที่ 1.1 ซ้ำที่ 1-3	113
77 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด - ด่างกับเวลา การทดลองที่ 1.3 ซ้ำที่ 1-3	114
78 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด - ด่างกับเวลา การทดลองที่ 2.3 ซ้ำที่ 1-3	116
79 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด - ด่างกับเวลา การทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 1-3	117
80 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด - ด่างกับเวลา การทดลองที่ 3.2 ซ้ำที่ 1-3	118
81 ตัวกลางทรายละเอียด	127
82 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชุ่มชื้นกับปริมาณน้ำสะสม ของการกรองด้วยทรายละเอียด	128
83 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม ของการกรองด้วยทรายละเอียด	129
84 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม ของการกรองด้วยทรายละเอียด	130
85 น้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองด้วยทรายละเอียด	131
86 แม่น้ำปิงช่วงน้ำหลาก ต. สันผีเสื้อ อ. เมือง จ. เชียงใหม่	156
87 ฝ่ายแม่แฝด ต. หอนงหาร อ. สันทราย จ. เชียงใหม่	156
88 น้ำท่วมสุโขทัย ต. ขางซ้าย อ. เมือง จ. สุโขทัย	157

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
89 เครื่องมือวัดค่าวัดความชื้น	159
90 เครื่องวัดค่าสภาพการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด – ด่าง และค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	159
91 อุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าของแข็งแขวนลอย	160
92 อุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย	160

บทที่ 1

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ ทั้งทรัพยากรดินและที่ดิน ทรัพยากรป่าไม้ ทรัพยากรแร่ธาตุ และทรัพยากรแหล่งน้ำ ต่อมาเมื่อประชากรมีจำนวนมากขึ้น ประกอบกับได้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการผลิตของภาคเกษตรกรรม จากการผลิตเพื่อยังชีพไปเป็นการผลิตเพื่อเศรษฐกิจ ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่จึงถูกนำมาใช้ในการผลิตอย่างฟุ่มเฟือยโดยปราศจากแผนการอนุรักษ์ พัฒนา และฟื้นฟูที่เป็นระบบ โดยเฉพาะทรัพยากรที่ดินและทรัพยากรป่าไม้ ทำให้ทรัพยากรต่าง ๆ ดังกล่าวเสื่อมโทรมและร่อยหรอลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ความสมดุลตามธรรมชาติของระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไป สภาวะดังกล่าวได้ส่งผลให้ประชากรต้องเผชิญกับสาธารณภัยที่เกิดจากธรรมชาติ (Natural Disaster) ในรูปแบบต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา

ความเสียหายที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเกิดภัยธรรมชาติต่าง ๆ เหล่านี้ ได้ส่งผลให้การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของท้องถิ่นและของประเทศต้องหยุดชะงักลง เนื่องจากงบประมาณสำหรับใช้ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศที่มีอยู่ค่อนข้างจำกัด ต้องถูกนำไปใช้ในการให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ประสบภัยและฟื้นฟูบูรณะพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ ปრაกฏการณ์ภัยธรรมชาติในลักษณะเช่นเดียวกันนี้มีแนวโน้มที่จะเกิดบ่อยครั้งขึ้น และรุนแรงมากขึ้นในอนาคต เนื่องจากปัญหาการใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลืองจนเกินขีดความสามารถที่จะรับได้ (Carrying Capacity) ของระบบนิเวศ ยังไม่ได้รับการแก้ไขอย่างจริงจัง หรือยังไม่สามารถแก้ไขได้ในระยะเวลาอันสั้น

ในขณะที่การเกิดภัยธรรมชาติเป็นปรากฏการณ์ที่ยังไม่อาจที่จะหลีกเลี่ยงได้ในอนาคตอันใกล้นี้ ระดับของความสูญเสียอาจทำให้ลดน้อยลงได้ ด้วยการปรับปรุงระบบการจัดการภัยธรรมชาติให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ที่ผ่านมามีการจัดการภัยธรรมชาติของประเทศได้เน้นในเรื่องของการให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัย (Relief Measures) และการฟื้นฟูบูรณะพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ เมื่อภัยธรรมชาติเกิดบ่อยครั้งขึ้นและมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น งบประมาณที่จำเป็นต้องใช้ในการให้ความช่วยเหลือและฟื้นฟูบูรณะจึงต้องเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย เมื่อสภาพการณ์เป็นเช่นนี้ ระบบการจัดการภัยธรรมชาติของประเทศจึงควรได้รับการพัฒนาปรับปรุง ให้มีขีดความสามารถเพิ่มมากขึ้น โดยมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการป้องกัน และการบรรเทาผลกระทบจากภัยธรรมชาติให้มากขึ้น

ในระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง ตุลาคม เป็นระยะที่พายุโซนร้อนพัดผ่านประเทศไทยอยู่เป็นประจำ และอิทธิพลของร่องความกดอากาศต่ำที่พัดผ่านตอนบนของประเทศไทยประกอบกับอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อนในทะเลจีนใต้ที่เคลื่อนผ่านมากมายหลายลูก ทำให้มีฝนตกชุกหนาแน่น เกิดสภาวะน้ำท่วมฉับพลัน สร้างความเดือดร้อนอย่างมากให้แก่ประชาชนชาวไทย โดยเฉพาะประชาชนในชนบท จึงจำเป็นต้องให้ความช่วยเหลือเร่งด่วนในด้านอุปโภค บริโภค และการรักษาพยาบาล เพื่อเป็นการแก้ไขเฉพาะหน้า ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งเมื่อเกิดสภาวะน้ำท่วม คือการขาดแคลนน้ำสะอาดของประชาชนในการอุปโภค บริโภค การขนส่งน้ำสะอาดของหน่วยงานที่เข้ามาช่วยเหลือเพื่อแจกจ่ายให้ทั่วถึงทำได้ลำบาก ดังนั้นจึงควรมีแนวทางที่จะนำน้ำท่วมเหล่านั้นมาบำบัดให้เกิดประโยชน์เพื่อจะได้ช่วยลดปริมาณ และแก้ไขปัญหการขาดแคลนน้ำอุปโภค บริโภค ในระยะแรกก่อนที่จะได้รับการช่วยเหลือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

ในสภาวะน้ำท่วม จะมีปริมาณน้ำที่มากเกินไปจนทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วม และน้ำเหล่านั้นก็ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เนื่องจากเป็นน้ำที่ไม่สะอาดมีสารปนเปื้อนหลายชนิดไม่สามารถนำมาอุปโภค บริโภคได้ ดังนั้นหากมีการนำน้ำท่วมเหล่านั้นมาทำการบำบัดเบื้องต้นเพื่อให้ได้น้ำที่มีคุณภาพดีเหมาะแก่การนำเอามาอุปโภค บริโภคสำหรับพื้นที่ที่สภาวะน้ำท่วมซ้ำซ้อน ก็จะลดภาระการขนส่งน้ำช่วยเหลือของหน่วยราชการไปได้ ซึ่งกระบวนการในการกำจัดสารปนเปื้อนออกจากน้ำที่ใช้กันโดยทั่วไปมีหลายกระบวนการด้วยกัน กระบวนการกรองดูดติดผิว (Adsorption) โดยการใช้ถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) ก็อาจจะเป็นแนวทางหนึ่งที่ใช้ในการกำจัดสารปนเปื้อนด้วยเช่นกัน

ดังนั้น แนวความคิดในการศึกษาในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นถึงความเป็นไปได้ในการใช้ถ่านกัมมันต์ที่หาได้ง่ายและผลิตได้ในประเทศไทยในการกำจัดสารปนเปื้อนออกจากน้ำท่วม โดยควรมีระบบการทำงานที่ง่าย ราคาถูก มีน้ำหนักเบาเคลื่อนย้ายได้ง่าย สามารถบำบัดน้ำได้ปริมาณมาก วัสดุที่ใช้ในการกรองสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน เพื่อที่ประชาชนในพื้นที่เกิดน้ำท่วมซ้ำซ้อนแต่ละครัวเรือนสามารถทำน้ำสะอาดเพื่อการอุปโภค บริโภค ในสภาวะน้ำท่วมได้เป็นการเฉพาะหน้าก่อนที่จะได้รับความช่วยเหลือจากทางราชการต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ :

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการกรองดูดติดผิวของถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ชนิดผง และถ่านแกลบ ในการทำน้ำสะอาดจากน้ำท่วม
2. เพื่อออกแบบระบบกรองดูดติดผิวที่มีการทำงานร่วมกันระหว่างถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ชนิดผง และถ่านแกลบ ในการทำน้ำสะอาดจากน้ำท่วม

ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

ในการทำการศึกษการทำน้ำสะอาดจากน้ำท่วมโดยกระบวนการกรองดูดติดผิวจากถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ชนิดผง และถ่านแกลบ ในช่วงสภาวะน้ำท่วมในครั้งนี้มีขอบเขตของการศึกษาดังนี้

1. เป็นการศึกษาถึงสมรรถนะในการกำจัดสารแขวนลอยออกจากน้ำท่วม โดยใช้ น้ำตัวอย่างได้แก่ น้ำปิ้งในฤดูน้ำหลาก น้ำจากฝายแม่แฝก จังหวัดเชียงใหม่ และใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ชนิดผงที่ทำจากกะลามะพร้าว และถ่านแกลบเป็นสารตัวกลางในกระบวนการกรองดูดติดผิว
2. เป็นการบำบัดน้ำเบื้องต้น ก่อนการฆ่าเชื้อโรคด้วยกระบวนการอื่น สำหรับการบริโภคและอุปโภค

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบค่าความสามารถในการดูดติดผิวสารแขวนลอยของถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ชนิดผง และถ่านแกลบในการทำน้ำสะอาดจากน้ำท่วม
2. ได้อุปกรณ์การกรองน้ำท่วมเพื่อการอุปโภคบริโภคในสภาวะน้ำท่วม ที่มีราคาถูก น้ำหนักเบา วัสดุที่ใช้ในการกรองสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานและมีวิธีการทำงานที่ง่าย

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

สถานะน้ำท่วมของประเทศไทย

จากปัญหาการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำดอนบน ในระหว่างเดือนสิงหาคมและกันยายนในปี พ.ศ. 2537 และ 2538 อันเนื่องมาจากลมมรสุมและร่องความกดอากาศต่ำพัดผ่านภาคเหนือตอนบน เป็นผลให้เกิดสภาวะฝนตกหนักโดยทั่วไปในบริเวณลุ่มน้ำปิงตอนบน ทำให้แม่น้ำปิงเกิดสภาวะการไหลล้นตลิ่งบริเวณเหนือตัวเมืองเชียงใหม่เข้าท่วม อำเภอเมือง อำเภอหางดง อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอป่าซาง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ทำให้เกิดความเสียหายเป็นอันมากต่อบ้านเรือนราษฎรที่อยู่ใกล้เคียงกับแม่น้ำปิง ตลอดจนสภาพเศรษฐกิจและสังคมโดยรวม

จากการที่ฝนตกหนักถึงหนักมากในพื้นที่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคใต้ทำให้หลายจังหวัดได้รับความเสียหายจากอุทกภัยที่เกิดขึ้น ซึ่งสรุปจากรายงานของกระทรวงมหาดไทย ณ วันที่ 11 ธันวาคม 2538 ดังนี้ (กองศึกษาและวิจัย, 2538)

1. จังหวัดที่ประสบภัยตั้งแต่เกิดอุทกภัย รวม 74 จังหวัด 695 อำเภอ / กิ่งอำเภอ และมีจังหวัดที่ต้องให้ความช่วยเหลือ จำนวน 70 จังหวัด แยกเป็น

ภาคเหนือ 17 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงราย ลำปาง พิจิตร แม่ฮ่องสอน อุทัยธานี เชียงใหม่ พะเยา แพร่ เพชรบูรณ์ สุโขทัย พิชญโลก น่าน อุตรดิตถ์ นครสวรรค์ ลำพูน ดาก และจังหวัดกำแพงเพชร รวม 171 อำเภอ / กิ่งอำเภอ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 19 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดสกลนคร หนองบัวลำภู ขอนแก่น อุรธานี ชัยภูมิ นครราชสีมา หนองคาย บุรีรัมย์ กาฬสินธุ์ ศรีสะเกษ เลย มหาสารคาม นครพนม ยโสธร ร้อยเอ็ด สุรินทร์ อุบลราชธานี มุกดาหาร และจังหวัดอำนาจเจริญ รวม 216 อำเภอ/กิ่งอำเภอ

ภาคกลาง 24 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี กาญจนบุรี ลพบุรี ชัยนาท พระนครศรีอยุธยา สิงห์บุรี อ่างทอง นนทบุรี ปทุมธานี สมุทรปราการ สุพรรณบุรี สมุทรสาคร นครปฐม ประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงคราม ตราด ปราจีนบุรี สระแก้ว จันทบุรี ระยอง ชลบุรี นครนายก ฉะเชิงเทรา และกรุงเทพมหานคร รวม 168 อำเภอ / กิ่งอำเภอ

ภาคใต้ 13 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดระนอง ชุมพร สตูล สุราษฎร์ธานี พังงา ตรัง พัทลุง สงขลา กระบี่ ชะลา นราธิวาส ปัตตานี และจังหวัดนครศรีธรรมราช รวม 140 อำเภอ / กิ่งอำเภอ

2. ความเดือดร้อนจากอุทกภัย

จากปัญหาการเกิดอุทกภัยในเขตลุ่มน้ำปิงตอนบน อันเป็นผลให้เกิดความเสียหายเป็นอันมากทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการใช้มาตรการต่าง ๆ ที่เหมาะสมทั้งทางด้านวิศวกรรม การลงทุน และไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในการป้องกันและบรรเทาอุทกภัย ตาราง 1 แสดงความเดือดร้อนจากอุทกภัยในปี 2538 สำหรับแนวทางการแก้ปัญหามหาอุทกภัย สามารถสรุปได้ดังนี้

แผนทางเลือกที่ 1 การผันน้ำจากแม่น้ำปิงไปยังแม่น้ำแม่กวง

แผนทางเลือกที่ 2 การผันน้ำจากน้ำแม่แตงมาลงแม่น้ำปิงที่หน้าฝายแม่แฝก

แผนทางเลือกที่ 3 การปรับปรุงสภาพลำน้ำแม่น้ำปิง

แผนทางเลือกที่ 4 การสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำในลำน้ำแม่แตง

และจำเป็นต้องให้ความช่วยเหลือในระยะเร่งด่วนก่อนในด้านอุปโภค บริโภค และการรักษาพยาบาล เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า ซึ่งได้ทำการปฏิบัติการในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

2.1 การบริการน้ำดื่ม น้ำใช้

ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งเมื่อเกิดสภาวะน้ำท่วม คือ ประชาชนต้องการน้ำสะอาดในการอุปโภค บริโภค ทางหน่วยงานรัฐได้ให้บริการน้ำสะอาดแก่ประชาชนที่เดือดร้อน ถึงแม้ว่ารถบรรทุกน้ำจะมีจำนวนไม่มากพอ ทางหน่วยงานรัฐก็ได้พยายามที่จะนำน้ำไปช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัย

2.2 การรับบริจาคและนำสิ่งของไปแจกจ่ายให้แก่ผู้ประสบอุทกภัย

ทางหน่วยงานรัฐได้รับบริจาคสิ่งของจากผู้ที่มีจิตเมตตาจำนวนมากเพื่อนำไปช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัย เจ้าหน้าที่ของรัฐได้ร่วมมือกับผู้มีจิตเมตตานำสิ่งของเหล่านี้ไปบริจาคให้แก่ประชาชนที่ได้รับความเดือดร้อน

ตาราง 1 ความเดือดร้อนจากอุทกภัยในปี 2538

ความเดือดร้อน จากอุทกภัย	ครอบครัวที่ เดือดร้อน (ครอบครัว)	ราษฎรที่ เดือดร้อน (คน)	ราษฎรที่ เสียชีวิต (คน)	บ้านเรือนเสียหาย (หลัง)	
				เสียหาย ทั้งหลัง	เสียหาย บางส่วน
- ความเดือดร้อน เมื่อเกิดอุทกภัย	1,530,414	5,802,843	-	-	-
- ความเดือดร้อน เมื่ออุทกภัย คลี่คลาย	21,316	84,132	443	2,587	10,493

ที่มา: สถานการณ์อุทกภัย ปี 2538-2539 (2538)

สถานการณ์น้ำท่วมปี 2545

ภายหลังจากเกิดมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ปกคลุมทะเลอันดามันและอ่าวไทย ตั้งแต่วันที่ 28 กรกฎาคม 2545 ถึงวันที่ 7 สิงหาคม 2545 ทำให้เกิดร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านพม่า ลาวและเวียดนามตอนบน และเมื่อวันที่ 19 สิงหาคม 2545 เกิดพายุโซนร้อน “หว่างฟง” บริเวณทะเลจีนใต้ ทำให้เกิดร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลางตอนบน และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งทำให้ประเทศไทยตอนบนมีฝนตกชุกหนาแน่น เกิดภาวะน้ำท่วมฉับพลัน น้ำล้นตลิ่ง และน้ำป่าไหลหลากตามที่ราบลุ่มบริเวณพื้นที่ที่เสี่ยงภัยและลุ่มน้ำต่าง ๆ โดยเฉพาะในพื้นที่ลุ่มในบริเวณแม่น้ำโขง แม่น้ำชี แม่น้ำมูล แม่น้ำยม แม่น้ำน่าน และแม่น้ำป่าสัก พื้นที่จังหวัดที่ได้รับความเสียหายจากภาวะน้ำท่วมในครั้งนี้มีทั้งหมด 51 จังหวัด มีประชาชนเสียชีวิต 37 คน และได้รับความเดือดร้อนกว่า 1 ล้านคน (ทีมข่าวเฉพาะกิจจังหวัด, 2546)

จากข้อมูลในวันที่ 9 กันยายน 2545 ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากภาวะน้ำท่วมในครั้งนี้อยู่ในพื้นที่ภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีรายงานความเสียหายของถนน 1,037 สาย โรงเรียนและสถานที่ราชการ 40 แห่ง และบ้านเรือนราษฎร 3,403 หลังคาเรือน ซึ่งกรมการปกครองประเมินความเสียหายประมาณ 334 ล้านบาท โดยมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นเป็นเพียงการประเมินเบื้องต้นและเป็นการประเมินความเสียหายบางส่วนเท่านั้น

สถานการณ์น้ำท่วมประจำปี 2546

จากข้อมูลวันที่ 14 กันยายน 46 สำนักงานชลประทานที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่ ได้จัดทำรายงานเกี่ยวกับสถานการณ์น้ำท่วมภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากการที่ฝนตกหนักหลายวันติดต่อกัน จนเกิดน้ำท่วมหนักในหลายพื้นที่ ส่งผลให้ไร่นาของเกษตรกรเสียหายหลายหมื่นไร่ ถนนบางสายถูกกระแสน้ำตัดขาด สำหรับสถานการณ์น้ำท่วมในจังหวัดเชียงใหม่เนื่องจากน้ำท่วมขังหลายวันทำให้มีโคลนและเศษขยะไหลเข้าในบ้านเรือน ต้องรองจนกว่าสถานการณ์เข้าสู่สภาวะปกติจึงสามารถทำความสะอาด

ที่จังหวัดเชียงราย มีน้ำท่วมในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะพื้นที่อำเภอเมืองเชียงราย น้ำไหลเข้าท่วมพื้นที่ใน 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลป่าอ้อคอนชัย ตำบลสันทราย ตำบลท่าสาย และ ตำบลรอบเวียง มีน้ำท่วมสูง 1-3 เมตร เจ้าหน้าที่ต้องนำเรือท้องแบนออกแจกจ่ายน้ำดื่ม ยารักษาโรค และเครื่องอุปโภคบริโภค มีราษฎรได้รับความเดือดร้อนประมาณ 500 หลังคาเรือน และมีบางพื้นที่ประชาชนไม่สามารถเดินทางไปไหนมาไหนได้ เนื่องจากถนนถูกกระแสน้ำตัดขาด โดยเฉพาะถนนพหลโยธิน สายเชียงราย-เทิง และเชียงราย-พาน ถูกน้ำท่วมเป็นแนวยาวกว่า 2 กิโลเมตร ตำรวจต้องปิดการจราจรและให้เลี้ยวไปใช้เส้นทางอื่นแทน

ที่จังหวัดสุโขทัย หลังจากฝนตกหนักติดต่อกันหลายวัน กระแสน้ำได้ไหลเข้าท่วมในหลายพื้นที่ พื้นที่เกษตรกรได้รับความเสียหายหลายพันไร่ ทางราชการต้องนำเรือท้องแบน ออกแจกจ่ายเครื่องอุปโภคและบริโภคให้กับประชาชน นอกจากนี้ยังได้ไหลเข้าท่วมเรือนจำสูงประมาณ 30-40 เซนติเมตร ทำให้ต้องย้ายนักโทษไปฝากขังชั่วคราวยังเรือนจำในจังหวัดใกล้เคียง

ที่จังหวัดอุบลราชธานี ฝนตกต่อเนื่องติดต่อกันมาตลอดสัปดาห์ ทำให้น้ำไหลเข้าท่วมบ้านเรือนประชาชนที่ตั้งอยู่บริเวณที่ราบลุ่มติดกับแม่น้ำมูล และเขตเทศบาลนครอุบลราชธานี รวมทั้งเขตเทศบาลเมืองวารินชำราบ ต้องอพยพประชาชนหนีน้ำไปอยู่ยังวัดใกล้เคียงชั่วคราว โดยระดับน้ำวัดได้ประมาณ 80 เซนติเมตร

ที่จังหวัดกาฬสินธุ์ น้ำจากเทือกเขาภูพานและเทือกเขาลำพะยังได้ไหลเข้าท่วมพื้นที่เกษตรกร ได้รับความเสียหายกว่า 40,000 ไร่ ใน 4 อำเภอ ประกอบด้วย อำเภอเขาวง กิ่งอำเภอนาคู อำเภอห้วยผึ้ง และอำเภอภูผินารายณ์โดยมีระดับสูงถึง 3 เมตร ส่งผลให้ถนนหลายสายถูกตัดขาด รถยนต์เล็กไม่สามารถผ่านไปมาได้ โรงเรียนบางแห่งถูกน้ำท่วมขัง

ที่จังหวัดพะเยา กระแสน้ำได้ไหลเข้าท่วมในพื้นที่อำเภอดอกคำใต้ 3 ตำบล ประกอบด้วย ตำบลบุญเกิด ตำบลดอกคำใต้ และตำบลศรีชุม บ้านเรือนราษฎรได้รับความเสียหาย 3,210 หลังคาเรือน พื้นที่ไร่นาเสียหายกว่า 3 หมื่นไร่

แนวทางการดำเนินงานในการจัดการปัญหาในภาวะอุทกภัย

ในการดำเนินงานทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมในภาวะอุทกภัยนั้น จะมีขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อควบคุมการปฏิบัติให้เกิดความคล่องตัว และทันต่อเหตุการณ์ โดยเฉพาะการจัดองค์กรในการดำเนินงานตลอดจนกำหนดบทบาทหน้าที่รับผิดชอบให้ชัดเจน ซึ่งจะไม่เป็นการสับสนเมื่อเกิดเหตุการณ์ภาวะอุทกภัยขึ้น

การจัดการองค์กร

การจัดภาพองค์กรในการดำเนินงานเพื่อช่วยเหลือประชาชนในภาวะอุทกภัยนั้น เป็นสิ่งสำคัญถ้าการจัดองค์กรไม่เหมาะสม ทั้งทางด้านบุคลากร บทบาทหน้าที่ ขอบเขตของงาน รับผิดชอบแล้วการปฏิบัติช่วยเหลือจะได้ผลไม่เต็มที่ นอกจากนั้น ยังไม่ก่อให้เกิดความสับสนยุ่งเหยิง ขาดแก่การประสานงาน การควบคุมกำกับ การันจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อการช่วยเหลือ ซึ่งมีผลต่อทรัพย์สิน สภาพอนามัย ตลอดจนชีวิตของประชาชน

ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 12 สงขลา ได้จัดภาพแบบองค์กรในการปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดความคล่องตัว ชัดเจน และปฏิบัติงานได้อย่างทันทั่วถึง ดังนี้ คือ (การเตรียมความพร้อมในการจัดการปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมในภาวะฉุกเฉิน, 2543)

1. ศูนย์อำนวยการดำเนินงาน

ประกอบด้วยผู้อำนวยการศูนย์อำนวยการดำเนินงานศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 12 สงขลาเป็นประธาน และหัวหน้ากลุ่มงานทุกกลุ่มงานเป็นกรรมการ โดยมีหัวหน้ากลุ่มงานแผนงานและประเมินผลเป็นกรรมการและเลขานุการ มีหน้าที่ประสานแผนการดำเนินงานกับหน่วยงานอื่น และตัดสินใจสั่งการให้งานต่าง ๆ ในองค์กรปฏิบัติงานตามแผน ตลอดจนควบคุมกำกับงานขององค์กรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

2. งานประสานงานและติดตามผล

ประกอบด้วยผู้อำนวยการศูนย์อำนวยการดำเนินงานศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 12 สงขลาเป็นประธาน และผู้ประสานงานประจำจังหวัดที่ศูนย์แต่งตั้งเป็นกรรมการ มีหน้าที่ในการ

ประสานงานกับจังหวัดในการที่จะได้มาถึงข้อมูลที่ถูกต้อง ทั้งในด้านสถานการณ์การเกิดอุทกภัยของจังหวัด การเตรียมการของจังหวัด การขอความช่วยเหลือ การช่วยเหลือ ตลอดจนข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ศูนย์อำนวยการดำเนินงานวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ในการให้การสนับสนุนและช่วยเหลือแก่จังหวัด และนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ถูกต้องมอบให้งานข้อมูลข่าวสารสรุปรายงานส่งให้กรมอนามัยรับทราบต่อไป

3. งานสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์และเคมีภัณฑ์

ประกอบด้วยหัวหน้าฝ่ายบริหารงานทั่วไปเป็นประธาน และมีเจ้าหน้าที่ในฝ่ายบริหารงานทั่วไปเป็นกรรมการ มีหน้าที่จัดหาวัสดุอุปกรณ์และเคมีภัณฑ์ โดยการขอการสนับสนุนจากกรมอนามัยหรือหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อดำเนินการช่วยเหลือและให้การสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์และเคมีภัณฑ์แก่จังหวัดที่ประสบอุทกภัย ตลอดจนดำเนินการซ่อมแซมครุภัณฑ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานได้ทันที

4. งานปฏิบัติการภาคสนาม

ประกอบด้วยหัวหน้ากลุ่มงานสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมเป็นประธานและมีเจ้าหน้าที่ของกลุ่มงานสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม กลุ่มงานจัดหาน้ำสะอาด กลุ่มงานสุขาภิบาลอาหาร กลุ่มงานเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม และกลุ่มงานวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อมเป็นกรรมการ มีหัวหน้ากลุ่มงานจัดหาน้ำสะอาดเป็นกรรมการและเลขานุการ โดยการจัดตั้งหน่วยงานปฏิบัติการย่อยมีดังนี้

4.1 หน่วยงานจัดหาน้ำสะอาดมีหน้าที่ในการดำเนินการจัดหาน้ำสะอาดให้แก่ผู้ประสบภัยอุทกภัย โดยประสานงานกับหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด การประปาภูมิภาค รพช. และหน่วยงานทหาร เป็นต้น เพื่อดำเนินการติดตั้งภาชนะใส่น้ำ ตลอดจนการขนส่งน้ำสะอาดเพื่อการบริการแก่ประชาชนที่ประสบอุทกภัย นอกจากนี้ยังดำเนินการติดตั้งชุดประปาสนามเพื่อบริการแก่ประชาชน และควบคุมคุณภาพน้ำให้อยู่ในมาตรฐานน้ำดื่มตลอดช่วงการให้บริการประชาชน

4.2 หน่วยงานสำหรับปรับปรุงล้างบ่อน้ำบาดาลและบ่อน้ำตื้น ซึ่งจะมีหน้าที่ดำเนินการปรับปรุงบ่อน้ำบาดาล ตลอดจนดำเนินการล้างบ่อน้ำตื้นที่ได้รับผลกระทบจากสถานการณ์อุทกภัย เพื่อให้คุณภาพน้ำเหมาะสมและปลอดภัยจากเชื้อโรค

4.3 หน่วยปรับปรุงสภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะมีหน้าที่ดำเนินการปรับปรุงสภาพสิ่งแวดล้อมทั้งในระหว่างเกิดอุทกภัยและหลังเกิดอุทกภัย โดยการดำเนินการปรับปรุงสภาพสิ่งแวดล้อมทั้งทางด้านการกำจัดขยะ การควบคุมสัตว์กัดแทะและแมลงนำโรค การเฝ้าระวังความสะอาดทางด้านสุขาภิบาลอาหาร การดำเนินการติดตั้งส้วมฉุกเฉิน และดำเนินการในด้านการกำจัดขยะมูลฝอยในบริเวณจุดอพยพ

5. งานสุขศึกษาและประชาสัมพันธ์

ประกอบด้วยหัวหน้ากลุ่มงานอบรมและเผยแพร่ เป็นประธาน มีเจ้าหน้าที่ของกลุ่มงานอบรมและเผยแพร่เป็นกรรมการ มีหน้าที่เผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้ข่าวสารและสุขศึกษาแก่ประชาชน ทั้งโดยการใช้สื่อของรัฐและเอกชน เช่น โทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ และการจัดตั้งหน่วยงานให้สุขศึกษาแก่ประชาชน โดยประสานงานกับสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดในพื้นที่ประสบอุทกภัย

6. งานข้อมูลข่าวสาร

ประกอบด้วยหัวหน้ากลุ่มงานแผนงานและประเมินผล เป็นประธานและมีเจ้าหน้าที่ของกลุ่มแผนงานและประเมินผลเป็นกรรมการ มีหน้าที่ติดตามและควบคุมข้อมูลข่าวสารสถานการณ์และข้อมูลการให้ความช่วยเหลือแก่จังหวัด ตลอดจนรวบรวม สรุปผลการปฏิบัติงาน รายงานสถานการณ์และอื่น ๆ เพื่อรายงานให้กรมอนามัยทราบเป็นระยะ

การให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ประสบภัยน้ำท่วม

การดำเนินการให้ความช่วยเหลือนอกจากจะได้ให้ความช่วยเหลือ ณ ศูนย์วิทยาการอาชีวพลวงประธานราษฎรนิกรตั้งแต่วันที่ 21 พฤศจิกายน 2543 อย่างต่อเนื่องมาตลอดแล้ว ยังได้มีการจัดตั้งศูนย์ช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัย ณ วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ ตั้งแต่วันที่ 24 พฤศจิกายน 2543 เป็นต้นมา ได้ดำเนินการสรุปเป็นกิจกรรมได้ดังนี้ (อุทกภัยจังหวัดสงขลา, 2543)

1. ได้จัดตั้งหน่วยงานรับบริจาคช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัย ณ วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ ซึ่งได้รับการบริจาคจากคณะครู – อาจารย์ บุคลากรและหน่วยงานต่าง ๆ ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 จากกรมอาชีวศึกษา (25 พฤศจิกายน 2543)

- เครื่องอุปโภค – บริโภค จำนวน 2 คันรถ 6 ล้อ
- น้ำดื่ม จำนวน 1 คันรถ 6 ล้อ

1.2 วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี (26 พฤศจิกายน 2543)

- ชุดอาหารแห้งสำหรับบริโภค 500 ชุด
- น้ำดื่ม 99 โหล
- นมสด 300 โหล
- ไฟฉาย 50 กระบอก
- ถ่านไฟฉาย 100 ก้อน

1.3 อศจ. ชุมพร (26 พฤศจิกายน 2543)

- เครื่องอุปโภค – บริโภค จำนวน 2 คันรถ 6 ล้อ
- น้ำดื่ม 48 โหล

1.4 วิทยาลัยอาชีวศึกษากาญจนบุรี + อศจ. กาญจนบุรี (25 พฤศจิกายน 2543)

- มาม่า 24 ถัง
- น้ำดื่ม 500 โหล

1.5 วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี (26 พฤศจิกายน 2543)

- ชุดอาหารแห้งสำหรับบริโภค 30 ชุด
- น้ำดื่ม 25 โหล
- เสื้อผ้า 3 ถัง

1.6 วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี (26 พฤศจิกายน 2543)

- เครื่องอุปโภค – บริโภค จำนวน 1 คันรถ 6 ล้อ
- น้ำดื่ม 50 โหล

1.7 วิทยาลัยเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมการต่อเรือพระนครศรีอยุธยา
(26 พฤศจิกายน 2543)

- น้ำดื่ม 50 โหล

1.8 วิทยาลัยเทคนิคพังงา+ ชมรมโพธิธรรมวัดประชานันท์
(27 พฤศจิกายน 2543)

- ชุดอาหารแห้งสำหรับบริโภค 833 ชุด
- น้ำดื่ม 150 โหล
- มาม่า + อื่น ๆ 11 ถัง

1.9 บริษัท DJ OILFIELD SERVICES อำเภอสิงหนคร (27 พฤศจิกายน 2543)

- น้ำดื่ม 50 โหล

1.10 วิทยาลัยสารพัดช่างภูเก็ต (28 พฤศจิกายน 2543)

- เครื่องอุปโภค – บริโภค จำนวน 1 คันรถ 6 ล้อ
- น้ำดื่ม 50 โหล

1.11 วิทยาลัยการอาชีพไชยา (29 พฤศจิกายน 2543)

- ชุดอาหารแห้งสำหรับบริโภค 280 ชุด

1.12 วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต (29 พฤศจิกายน 2543)

- เครื่องอุปโภค – บริโภค จำนวน 1 คันรถ 6 ล้อ

2. ทางศูนย์ช่วยเหลือ ฯ (วท.หาดใหญ่) ได้นำเครื่องอุปโภค บริโภค น้ำดื่มและอาหารแห้งที่ได้รับการช่วยเหลือ ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานและบุคคลต่าง ๆ นำมาจัดทำเป็นถุงยังชีพ โดยได้รับความช่วยเหลือจากนักเรียน นักศึกษา ครู- อาจารย์ บุคลากรและสมาชิกอื่น ๆ ในครอบครัวของชาวอาชีวศึกษาสงขลาในการจัดเตรียมถุงยังชีพ

3. ได้รับความช่วยเหลือจาก อาชีวศึกษาสุราษฎร์ธานี วท. พัทลุง วอศ.สงขลา คณะครู อาจารย์บุคลากรและครอบครัวของชาวอาชีวศึกษาในการปรุงอาหารสำหรับแจกจ่ายและให้บริการแก่ทีมงานของ “หน่วยอาชีวบริการ” ที่ออกปฏิบัติหน้าที่ให้ความช่วยเหลือในทุกพื้นที่ของจังหวัดสงขลา

4. การแจกจ่ายถุงยังชีพแก่ผู้ประสบอุทกภัย ทางศูนย์ช่วยเหลือ ฯ (วท.หาดใหญ่) ได้นำถุงยังชีพที่ได้รับการบริจาคมาจากหน่วยงานต่าง ๆ โดยได้เริ่มดำเนินการตั้งแต่วันที่ 22 พฤศจิกายน 2543 เป็นต้นมา แต่ที่ได้จัดทำบัญชีอย่างเป็นระบบเริ่มจากวันที่ 24 พฤศจิกายน 2543 ถึงวันที่ 29 พฤศจิกายน 2543 ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ได้รับบริจาคสิ่งของ (รวม 4 วัน) จำนวน 5,393 ชุด

น้ำดื่ม (รวม 4 วัน)	จำนวน 847 โหล
ยา (รวม 4 วัน)	จำนวน 250 ชุด
นมสด (รวม 4 วัน)	จำนวน 282 กล่อง
ข้าวสาร (รวม 4 วัน)	จำนวน 100 กิโลกรัม
เสื้อผ้า (รวม 4 วัน)	จำนวน 3 ถัง

หลักการวิเคราะห์ลักษณะตัวอย่างน้ำ

ความสำคัญของการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำในห้องปฏิบัติการเพื่อนำข้อมูลทั้งด้านปริมาณและคุณภาพมาใช้ในการตัดสินใจบางประการนั้นมีความสำคัญมาก ข้อมูลที่ได้จะต้องละเอียดและถูกต้องจริง ๆ จึงจะเป็นข้อมูลที่มีคุณค่า เป็นต้นว่าการวิเคราะห์เพื่อหาข้อมูลน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัด ประสิทธิภาพของขั้นตอนต่าง ๆ ในระบบบำบัด และปริมาณสิ่งสกปรกที่เหลืออยู่ในน้ำสุดท้ายที่ปล่อยออกสู่แหล่งรับน้ำต่าง ๆ มีความสำคัญในการตัดสินใจเปลี่ยนระบบ การคิดแปลงแก้ไขระบบ

ตัวกำหนดต่าง ๆ ที่ใช้แสดงลักษณะของน้ำเสียที่ทำการวิเคราะห์กันอยู่ทั่วไป แบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ (ธงชัย, 2535)

1. ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ ความขุ่น สี กลิ่น และสภาพการนำไฟฟ้า เป็นต้น
2. ลักษณะทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด - ด่าง ซีโอดี บีโอดี ค่าของแข็งละลายน้ำ และค่าของแข็งแขวนลอย เป็นต้น
3. ลักษณะทางชีวภาพ ได้แก่ การตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย การนับจากจานเพาะเชื้อมาตรฐาน เป็นต้น

การตรวจลักษณะทางกายภาพ

1. ความขุ่น

ความขุ่นของน้ำเกิดจากมีสารแขวนลอยต่าง ๆ อยู่ เช่น ดิน ตะกอน สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ แผลงตอน และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอื่น ๆ ควรทำการวิเคราะห์ทันทีเมื่อเก็บตัวอย่างมา แต่ถ้าจำเป็นไม่สามารถวิเคราะห์ได้ในวันนี้ จะต้องเก็บรักษาตัวอย่างไว้ในที่มีดที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส และควรทำการวิเคราะห์ภายใน 24 ชั่วโมง

การวัดความขุ่นมี 2 วิธีคือ

1. วิธีเนฟิโลเมตริก (Nephelometric Methods)
2. วิธีดูด้วยตา (Visual Methods)

วิธีเนฟิโลเมตริก เหมาะสำหรับการอ่านค่าความขุ่นตั้งแต่ค่าต่ำกว่า 5 หน่วย ไปจนถึงค่าความขุ่นสูง และหาค่าได้แน่นอนกว่าวิธีที่สอง ใช้หลักเปรียบเทียบความเข้มข้นของแสงที่ส่องผ่านตัวอย่างน้ำกับความเข้มข้นของแสงที่ผ่านสารละลายที่มีความขุ่นมาตรฐาน ถ้ามีความขุ่นของตัวอย่างน้ำสูงจะทำให้ความเข้มของแสงที่ผ่านออกมาน้อย ความขุ่นที่อ่านได้จะมีหน่วยเป็น NTU (Nephelometric Turbidity Units)

เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือวัดความขุ่นซึ่งประกอบด้วยเนฟิโลมิเตอร์พร้อมด้วยแหล่งกำเนิดแสงสำหรับส่องผ่านตัวอย่างน้ำ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จะอ่านค่าความขุ่นได้จากเครื่อง

วิธีการวัด

1. ปรับตั้งเครื่องวัดความขุ่นตามคู่มือของเครื่อง และทำกราฟมาตรฐานจากสารละลายมาตรฐานที่เตรียมไว้
2. การวัดความขุ่นที่มีค่าต่ำกว่า 40 เอ็นทียู ให้เขย่าตัวอย่างและรองนฟองอากาศหมดไป เติตัวอย่างน้ำลงในหลอดวัดความขุ่น อ่านค่าจากเครื่องมือวัดความขุ่น
3. การวัดค่าความขุ่นที่มีค่าสูงกว่า 40 เอ็นทียู ให้เจือจางน้ำที่ปราศจากความขุ่นจะได้ความขุ่นที่ไม่เกิน 40 เอ็นทียู และนำไปวัดจากเครื่อง

2. สภาพการนำไฟฟ้า (Conductivity)

สภาพการนำไฟฟ้าเป็นตัวเลขที่บ่งบอกถึงความสามารถของตัวอย่างน้ำในการนำกระแสไฟฟ้า จะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความเข้มข้นทั้งหมดของสารละลายที่มีประจุที่ละลายอยู่ในตัวอย่างน้ำ และอุณหภูมิขณะทำการวัด นอกจากนี้ ชนิดความเข้มข้นและจำนวนประจุของสารที่มีประจุก็จะมีผลต่อความสามารถในการนำไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำนั้น สารประกอบที่มีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าได้ดี ก็คือ สารประกอบอนินทรีย์ของกรด ต่าง และเกลือ ตามลำดับ ในทางกลับกันสารประกอบอินทรีย์ เช่น ซูโครส เบนซีน จะเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ไม่ดี

สารละลายอนินทรีย์เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีเพราะแตกตัวให้อิออนบวกและอิออนลบ ส่วนสารอินทรีย์จะไม่แตกตัวในน้ำจึงไม่นำไฟฟ้า การนำค่าสภาพการนำไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์ เช่น ใช้ตรวจความบริสุทธิ์ของน้ำกลั่นและน้ำปอดคิออน ใช้เป็นตัวชี้แนะว่าจะใช้ปริมาณตัวอย่างมากน้อยเท่าใดในการวิเคราะห์สารต่าง ๆ ทางเคมี นอกจากนี้ยังทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของสารละลายในน้ำดิบและน้ำเสียได้อย่างรวดเร็ว

เครื่องมือที่มีการบันทึกขณะทำการวัด (Monitoring Equipment) จะเป็นประโยชน์มากในการวัดค่าสภาพการนำไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำสม่ำเสมอ เช่น ในการวัดตัวอย่างน้ำที่มีการไหลอยู่ตลอดเวลา เครื่องมือที่ใช้วัดนี้อาจจะวัดได้เฉพาะค่าสภาพการนำไฟฟ้าเพียงค่าเดียวเรียกว่า อุปกรณ์วัดเพียงค่าเดียว (Single Parameter Instrument) หรืออาจจะวัดค่าสภาพการนำไฟฟ้าพร้อมกับจดบันทึกตัวแปรอื่น เช่น ออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเป็นกรด - ด่าง และอุณหภูมิ ปัญหาสำคัญสำหรับการใช้เครื่องมือชนิดนี้ที่จะมีผลต่อการวัดคือ ความสกปรกของอิเล็กโทรดและการหมุนเวียนของสารละลายรอบอิเล็กโทรดนั้นไม่เพียงพอ

ประโยชน์ที่ได้จากค่าสภาพการนำไฟฟ้า

1. เราสามารถใช้ค่าสภาพการนำไฟฟ้าในการคาดคะเนผลของประจุไฟฟ้าต่าง ๆ ที่มีต่อสมดุลทางเคมี ผลทางกายภาพมีต่อพืชและสัตว์ และอัตราการกักตัวของสาร
2. ใช้ในการตรวจความบริสุทธิ์ของน้ำกลั่นและน้ำที่ไม่มีประจุ
3. การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของโลหะที่ละลายในน้ำทิ้งหรือน้ำเสียอื่น ๆ จะสังเกตเห็นได้อย่างรวดเร็วเมื่อมีการวัดสภาพการนำไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอ
4. การวัดค่าสภาพการนำไฟฟ้าทำให้ทราบถึงจำนวนสารประกอบไอออนิกที่จะใช้ในการตกตะกอนและในการทำให้เป็นกลาง จุดยุติจะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของความลาดชันของกราฟที่ได้จากการเขียนขึ้นระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้าและการอ่านปริมาตรของสารบิวเรตต์
5. สามารถใช้ในการประมาณค่า มิลลิอิกวาเลนซ์/ลบ.คม (Milliequivalent/cu.dm.) ของทั้งประจุลบและประจุบวกในน้ำโดยเอา 0.01 มาคูณกับค่าสภาพการนำไฟฟ้าในหน่วยของ ไมโครซีเมนส์/ซม. (Micro Siemen/cm) (มิลลิอิกวาเลนซ์/ลบ.คม = สภาพการนำไฟฟ้า x 0.01)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่าสภาพการนำไฟฟ้า
2. เทอร์โมมิเตอร์
3. เซลล์การนำไฟฟ้า (Conductivity Cell)

วิธีการวัด

1. หาความคงที่ของเซลล์ (Cell Constant)

ล้างเซลล์การนำไฟฟ้าด้วยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ 0.01 โมล/ลบ.คม. อย่างน้อย 2 ครั้ง ปรับอุณหภูมิของเครื่องให้เท่ากับอุณหภูมิของสารละลาย ให้อุณหภูมิไม่แตกต่างกว่า $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ วัดความต้านทานของสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ และจดอุณหภูมิไว้ (ธงชัย, 2535)

$$C = \frac{0.001413R_{kcl}}{1 + 0.02(t - 25)} \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

เมื่อ C = ความคงที่ของเซลล์ มีหน่วย cm^{-1} ที่ $t^{\circ}\text{C}$

R_{kcl} = ความต้านทานของสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์
0.01 โมล/ลบ.คม. ที่วัดได้มีหน่วยเป็นโอห์ม

t = อุณหภูมิของสารละลายเป็น $^{\circ}\text{C}$

2. วัดความนำไฟฟ้าจำเพาะ

ล้างเซลล์ 1-2 ครั้ง ด้วยตัวอย่างน้ำที่จะหาค่าปรับ อุณหภูมิสุดท้ายของตัวอย่างน้ำให้เท่ากับอุณหภูมิของสารละลาย (25 ± 0.1 °ซ) ให้มีอุณหภูมิไม่แตกต่างกว่า ± 0.1 °ซ วัดความต้านทาน (Resistance) ของตัวอย่างและจดอุณหภูมิ

การคำนวณ

$$G = \frac{1,000,000C}{R(1 + 0.02(t - 25))} \dots\dots(2.2)$$

G = การนำไฟฟ้ามีหน่วยเป็น ไมโครซิเมนส์/ซม.

R = ความต้านทานของตัวอย่างน้ำที่วัดได้มีหน่วยเป็น โอห์ม

C = ความคงที่ของเซลล์ที่หาได้จาก ข้อ 1

T = อุณหภูมิเป็น °ซ

การตรวจลักษณะน้ำเสียทางเคมี

1. ค่าความเป็นกรด - ด่าง

เป็นค่าที่แสดงอนุภาคไฮโดรเจนในน้ำ แสดงถึงความเป็นกรดหรือด่างของน้ำ น้ำที่มีสมบัติเป็นกรดจะมีค่าความเป็นกรด - ด่าง น้อยกว่า 7 และน้ำที่มีสมบัติเป็นด่างจะมีค่าความเป็นกรด - ด่าง มากกว่า 7 และเป็นกลางจะมีค่าความเป็นกรด - ด่าง เท่ากับ 7 ค่าความเป็นกรด - ด่าง ของน้ำมีความสำคัญในการบำบัดทางเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยา ซึ่งจำเป็นต้องควบคุมค่าความเป็นกรด - ด่าง ของน้ำให้คงที่หรือควบคุมให้อยู่ในช่วงที่จำกัดไว้

วิธีการวัดจะใช้เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง หรือ pH Meter หลักการหาค่าความเป็นกรด - ด่าง ด้วย pH Meter โดยทั่ว ๆ ไปมีดังนี้

1. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างแท่งแก้วอิเล็กโทรดและคาโลเมลอิเล็กโทรดให้สะอาด โดยใช้กระดาษเช็ดชุบน้ำให้แห้ง

2. ปรับเครื่องมือให้ได้ค่าตามมาตรฐานตามคำแนะนำในคู่มือของเครื่องมือ นั้น ๆ ด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีค่า ค่าความเป็นกรด - ด่าง ใกล้เคียงค่าของน้ำเสีย

3. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างอิเล็กทรอนิกส์แล้วซับให้แห้ง
4. วัดค่าความเป็นกรด - ด่าง ของตัวอย่างน้ำ

2. ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solid, SS)

ของแข็งแขวนลอย หรือ SS หมายถึง ปริมาณของแข็งแขวนลอยที่สามารถกรองได้ด้วยกระดาษกรองใยแก้ว มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระดาษกรองใยแก้ว GF/C เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.7 ซม.
2. กรวยบุคเนอร์ ความจุ 100 ลบ.ซม.
3. เครื่องดูดอากาศ
4. เตาอบแห้ง
5. โถทำแห้ง
6. เครื่องชั่งอย่างละเอียด

วิธีวิเคราะห์

1. อบกระดาษกรองให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียสประมาณ 1 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถทำแห้ง แล้วชั่งน้ำหนักกระดาษกรองสมมติว่าเป็น A มิลลิกรัม
2. เลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำซึ่งจะให้ค่าของแข็งที่ชั่งได้ประมาณอย่างน้อยที่สุด 2.5 มิลลิกรัม
3. วางกระดาษกรองลงในกรวยบุคเนอร์ ซึ่งต่อเข้ากับเครื่องดูดอากาศ
4. ใช้น้ำกลั่นฉีดกระดาษกรองให้เปียกและให้ดูดติดแน่นกับกรวยบุคเนอร์
5. กรองตัวอย่างน้ำตามปริมาตรที่ต้องการ โดยอาศัยแรงดูดช่วย
6. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างของแข็งที่ติดอยู่ข้างกรวยจนหมดแล้วรองจนกว่าจะแห้ง
7. ปิดเครื่องดูดอากาศใช้ปากกิปิบกระดาษกรองใส่ภาชนะทนไฟ นำไปอบในตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียสประมาณ 1 ชั่วโมง
8. ทิ้งให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้องในโถทำแห้งแล้วชั่งน้ำหนักกระดาษกรองใหม่ สมมติว่าเป็น B มิลลิกรัม

การคำนวณ

ของแข็งแขวนลอย มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

$$= \frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (B - A) x 1,000}}{\text{ลบ.ชม ตัวอย่างน้ำ}} \quad \dots\dots(2.3)$$

เมื่อ

A = น้ำหนักกระดวยกรอง มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม

B = น้ำหนักกระดวยกรองใหม่ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม

3. ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids, TDS)

ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดหรือค่า TDS คือปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และสามารถไหลผ่านกระดวยกรองใยแก้ว เมื่อกรองปริมาณสารแขวนลอยออกแล้ว เอน้ำใส่ที่ผ่านกระดวยกรองใยแก้วไประเหย จะหาปริมาณสารละลายได้ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดมีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. จานระเหย
2. เครื่องอังน้ำ
3. เตาอบแห้ง
4. โถทำแห้ง
5. เครื่องชั่งอย่างละเอียด

วิธีวิเคราะห์

1. กรองตะกอนที่สามารถกรองได้ออกทิ้ง หรือใช้น้ำส่วนที่ได้จากการกรองที่เหลือจากการหาปริมาณสารแขวนลอย
2. ชั่งจานระเหยที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียสประมาณ 1 ชั่วโมง และปล่อยให้เย็นลงในโถทำแห้ง แล้วชั่งหาน้ำหนักจานระเหยสมมติว่าเป็น A มิลลิกรัม
3. ตวงน้ำส่วนที่ได้จากการกรองใส่ในจานระเหย
4. นำไปตั้งในเครื่องอังน้ำให้น้ำระเหยจนแห้ง

5. นำงานที่ระเหยที่แห้งไปเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส อบจนแห้ง และได้น้ำหนักคงที่ ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง
6. ปลอ่ยให้เย็นในโถทำแห้งในอุณหภูมิห้อง
7. ชั่งงานระเหยทันทีที่เย็นเท่ากับอุณหภูมิห้อง สมมติว่าเป็น B มิลลิกรัม

การคำนวณ

ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดหรือค่า TDS มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลูกบาศก์เดซิเมตร

$$= \frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (B - A) x 1,000}}{\text{ลบ.ชม ตัวอย่างน้ำ}} \dots\dots\dots(2.4)$$

เมื่อ

A = น้ำหนักกระดาศกรอง มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม

B = น้ำหนักกระดาศกรอง ใหม่ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม

การตรวจลักษณะทางชีวภาพ

1. การตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรียแบคทีเรีย

การตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรียแบคทีเรียด้วยวิธีเอ็มพีเอ็น เป็นการตรวจหาจำนวนแบคทีเรียชี้แนะ โดยอาศัยการคำนวณทางสถิติช่วย การตรวจหาด้วยวิธีนี้มีอยู่ 3 ขั้นตอนด้วยกันได้แก่ 1. การตรวจสอบขั้นแรก 2. การตรวจสอบขั้นยืนยัน 3. การตรวจสอบขั้นสมบูรณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. หลอดแก้วพร้อมด้วยฝาปิด และหลอดเคอร์แรม
2. ปิเปตต์ขนาด 10 และ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. ลูกยางใช้กับปิเปตต์สำหรับดูดน้ำตัวอย่าง
4. ตะเกียงเบนเสน
5. สวคที่มีปลายห่วงกลม
6. ตู้เพาะเชื้อ
7. อาหารเหลวแลคโตสบรอร์ บริลเลียนกรีนแลคโตสไบสบรอร์

วิธีวิเคราะห์

เลือกระบบหลอดเลี้ยงเชื้อ โดยทั่วไปนิยมใช้อยู่ 2 ระบบ คือ ระบบ “3” และระบบ “5” หลอด

ระบบ “3” หลอด ใช้อาหารเหลวน้อย ประหยัดเวลา โอกาสผิดพลาดมาก

ระบบ “5” หลอด ใช้อาหารเหลวมาก เปลืองเวลา โอกาสผิดพลาดน้อยมาก

ระบบ “3” และระบบ “5” หลอด เป็นการบอกให้ทราบจำนวนหลอดที่จะใช้หมักต่อ ปริมาณน้ำหนึ่ง ๆ ปริมาณน้ำตัวอย่างที่ใช้อาจจะเลือกจำนวนต่างกัันดังนี้ 10, 1, 0.1 ลูกบาศก์ เซนติเมตร ชุดหนึ่ง หรือ 1, 0.1, 0.01 หรือ 0.1, 0.01, 0.001 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความ สกปรกของน้ำ

การตรวจสอบขั้นแรก

1. นำหลอดแก้วที่บรรจุอาหารเหลวแลคโตสบรรจอยู่ท่วมหลอดหมักเคอร์แรม ไป อบในหม้อนึ่งอัดไอน้ำเชื้อเสียก่อน ถ้าเป็นระบบ “3” หลอด จะใช้หลอดแก้วทั้งหมด 9 หลอด
2. เขียนสัญลักษณ์บนหลอดแก้วให้เรียบร้อยป้องกันการสับสน
3. เขย่าตัวอย่างน้ำแรง ๆ ขึ้นลง 25 ครั้ง
4. ใช้ปิเปตขนาด 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดูดตัวอย่างน้ำใส่ลงในหลอดที่บรรจุ อาหารเหลวขึ้นเป็นสองเท่า 3 หลอด ๆ ละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
5. ใช้ปิเปตขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดูดตัวอย่างน้ำใส่ลงในหลอดที่บรรจุอาหาร เหลวขึ้นเป็นสองเท่า 3 หลอด ๆ ละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
6. ใช้ปิเปตขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดูดตัวอย่างน้ำใส่ลงในหลอดที่บรรจุอาหาร เหลวขึ้นเป็นสองเท่า 3 หลอด ๆ ละ 0.1 ลูกบาศก์เซนติเมตร การถ่ายตัวอย่างน้ำตัวอย่างน้ำต้องไม่ จุ่มปลายปิเปตลงไปลึกเกินครึ่งนิ้ว
7. เขย่าหลอดเบา ๆ เพื่อให้อาหารผสมกับตัวอย่างน้ำ
8. นำหลอดทั้งหมดเข้าตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลาทั้งหมด 24 - 48 ชั่วโมง
9. เมื่อครบ 24 - 48 ชั่วโมง นำหลอดหมักทั้งหมดมาตรวจดูแก๊ส หลอดใดเกิดแก๊ส แสดงว่าให้ผลทางบวก หลอดใดไม่เกิดแก๊สแสดงว่าให้ผลทางลบ
10. นำหลอดที่เกิดแก๊สไปทดสอบขั้นยืนยันต่อไป

การตรวจสอบขั้นยืนยัน

1. การเลือกเอาหลอดที่เกิดแก๊สนำมาตรวจสอบในขั้นยืนยัน ไม่จำเป็นต้องเอามาทุกหลอด ถ้าผลของการทดสอบขั้นแรกเป็นดังนี้ ปริมาตรตัวอย่างน้ำ 3 ระดับ ระดับที่ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีแก๊สขึ้นทั้งหมด 3 หลอด ระดับที่ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีแก๊สขึ้นทั้งหมด 2 หลอด ระดับที่ 0.1 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีแก๊สขึ้นทั้งหมด 2 หลอด นำหลอดที่มีแก๊สเกิดขึ้นในระดับที่ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรและ 0.1 ลูกบาศก์เซนติเมตรเหล่านั้นไปทดสอบยืนยัน
2. เขียนสัญลักษณ์ลงบนหลอดแก้วที่บรรจุบริลเลียนกรีนแลคโตสไบลัรธอร์ และมีหลอดเคอร์แรมซึ่งเตรียมไว้แล้ว เขียนให้ตรงกับหลอดที่ให้ผลบวก
3. เขย่าหลอดที่ให้ผลทางบวกเบา ๆ แล้วเอาหลอดที่มีปลายห้วงกลมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วจุ่มลงในหลอดที่ให้ผลทางบวกและจะมีน้ำติดอยู่เต็มห้วงโลหะ หลังจากนั้นนำไปจุ่มลงในหลอดที่ใส่บริลเลียนกรีนแลคโตสไบลัรธอร์ ทำอย่างนี้ 2 – 3 ครั้ง ซึ่งเป็นวิธีถ่ายเชื้อแบบที่เรียกหลอดหนึ่งไปยังอีกหลอดหนึ่ง ทำดังนี้จนครบ 4 หลอด
4. นำหลอดที่ถ่ายใหม่ไปเพาะเชื้อในที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง
5. เมื่อครบ 24 ถึง 48 ± 3 ชั่วโมง นำหลอดออกาทตรวจดูว่าหลอดใดมีแก๊สเกิดขึ้น หลอดที่มีแก๊สจะให้ผลทางบวก
6. การทดสอบขั้นยืนยันนี้ถ้าไม่ใช้อาหารเหลว ก็ใช้อาหารแข็งอีเอ็มบีได้หลอดที่มีปลายห้วงจุ่มลงในหลอดที่มีแก๊สในการทดสอบขั้นแรก นำปลายห้วงไปแตะลงบนผิวอาหารแข็ง แล้วขยับปลายห้วงลากกลับไปกลับมาบนผิวของอาหารแข็ง ปิดฝาแล้วนำไปเพาะเชื้อ ถึงอุณหภูมิ ± 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง
7. เมื่อครบ 24 - 48 ชั่วโมง ถ้ามีกลุ่มแบคทีเรียเกิดขึ้นบนผิวของอาหารแข็ง แสดงว่าให้ผลทางบวก ถ้าไม่มีแสดงว่าให้ผลทางลบ

การตรวจสอบขั้นสมบูรณ์

1. ถ่ายตัวอย่างน้ำจากหลอดที่มีแก๊ส หรือกลุ่มแบคทีเรียเกิดขึ้นบนผิวของอาหารแข็ง ในชั้นฮินตันลงในหลอดแลคโตส แล้วนำไปเพาะเชื้อ ถึงอุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง
2. เมื่อครบ 24 ถึง 48 ชั่วโมง พบว่ามีแก๊สในหลอดแลคโตสแสดงว่าให้ผลทางบวก ถ้าไม่มีแสดงว่าให้ผลทางลบ ส่วนมากจะได้ผลทางบวกเสมอ
3. ย้อมสีตัวอย่างจากกลุ่มโคโลนีที่ให้แก๊สในหลอดแลคโตส แล้วตรวจสอบด้วย กล้องจุลทรรศน์ ถ้าไม่มีสปอร์หรือแบคทีเรียภาพแท่งและคิเคสแสดงว่ามีเชื้อ โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย

การคำนวณหาครรชนีเอ็มพีเอ็น

นำผลทางบวกที่เกิดขึ้นในการตรวจสอบขั้นแรกมาเปิดตารางหาครรชนีเอ็มพีเอ็น เช่น

ระดับ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้ผลทางบวก 3 หลอด

ระดับ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้ผลทางบวก 2 หลอด

ระดับ 0.1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้ผลทางบวก 2 หลอด

นำตัวเลข 3-2-2 ไปเทียบตารางได้ค่าเอ็มพีเอ็นเท่ากับ 210 โคโลนีต่อตัวอย่างน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร (210/100 ลูกบาศก์เซนติเมตร)

มาตรฐานน้ำดื่ม (Drinking Water Quality Standards)

มาตรฐานน้ำดื่มที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันกำหนดออกมาจากหลายหน่วยงาน ค่ากำหนดส่วนใหญ่คล้ายคลึงและใกล้เคียงกัน โดยทั่วไปจะใช้มาตรฐานขององค์การอนามัยโลกมาปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับแต่ละประเทศและพื้นที่ สำหรับรายละเอียดของมาตรฐานน้ำดื่มของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภคของประเทศไทยได้แสดงไว้ในตาราง 2 ดังนี้

ตาราง 2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค

รายการ	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด (Maximum Acceptable Concentration)	เกณฑ์ที่อนุโลมให้สูงสุด (Maximum Allowable Concentration)
คุณลักษณะทางกายภาพ		
สี (colour), Pt-Co unit	5	15
รส (Taste)	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
กลิ่น (odour)	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
ความขุ่น (Turbidity), NTU	5	20
ความเป็นกรด-ด่าง (pH range)	6.5 ถึง 8.5	ไม่เกิน 9.2
ค่าสภาพการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน/ซม)	150	500
คุณลักษณะทางเคมี (mg/L)		
ปริมาณสารทั้งหมด (Total solids)	500	1500
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved solids)	500	1000
เหล็ก (Fe)	0.5	1.0
แมงกานีส (Mn)	0.3	0.5
ทองแดง (Cu)	1.0	1.5
สังกะสี (Zn)	5.0	15

รายการ	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด (Maximum Acceptable Concentration)	เกณฑ์ที่อนุญาตให้สูงสุด (Maximum Allowable Concentration)
ความกระด้าง (Total Hardness) as CaCO_3	300	500
แคลเซียม (Ca)	75	200
แมกนีเซียม (Mg)	50	150
ซัลเฟต (SO_4)	200	250
คลอไรด์ (Cl)	250	600
ฟลูออไรด์ (F)	0.7	1.0
ไนเตรต (NO_3) as NO_3	45	45
คุณลักษณะทางด้านสารเป็นพิษ (mg/L)		
ปรอท (Hg)	0.001	0.002
ตะกั่ว (Pb)	0.05	-
อาร์เซนิก (As)	0.05	-
เซเลเนียม (Se)	0.01	-
โครเมียม (Cr hexavalent)	0.05	-
ไซยาไนด์ (CN)	0.2	-
แคดเมียม (Cd)	0.01	-
บาเรียม (Ba)	1.0	-
คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา		
แอสตนดาร์ดเฟลตเคานต์, โคลิฟอร์ม/ลูกบาศก์	500	-
เจนติเมตร		
โคลิฟอร์มทั้งหมด (เอ็มพีเอ็ม/100ลูกบาศก์	น้อยกว่า 2.2	-
เจนติเมตร)		
อี. โคไล (E.coll)	ไม่มี	-

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2521)

ลักษณะสมบัติของน้ำท่วม

คุณภาพน้ำในสภาวะน้ำท่วม

เนื่องจากไม่มีข้อมูลบันทึกเกี่ยวกับคุณภาพน้ำของน้ำท่วม ดังนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างซึ่งน้ำตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ได้แก่ น้ำจากน้ำแม่ปิงบริเวณตำบลสันผีเสื้อ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ในฤดูน้ำหลากเดือนมกราคมและกันยายน 2546 น้ำจากฝายแม่แฝก ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ในเดือนกันยายน 2546 และน้ำท่วมจากอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย เดือนกันยายน 2546 ผลการวิเคราะห์ดังแสดงตามตาราง 3

ตาราง 3 คัดนี้คุณภาพน้ำท่วม

ดัชนีคุณภาพน้ำ	สถานที่		
	น้ำแม่ปิงใน เดือนกันยายน	น้ำฝายแม่แฝก	น้ำท่วมสุโขทัย
<u>ทางกายภาพ</u>			
สี	น้ำตาลแดง	น้ำตาลแดง	น้ำตาลแดง
ความขุ่น	66.7 เอ็นทียู	75.30 เอ็นทียู	72.45 เอ็นทียู
สภาพการนำไฟฟ้า	230 ไมโครซีเมนต่อ เซนติเมตร	290 ไมโครซีเมนต่อ เซนติเมตร	280 ไมโครซีเมนต่อ เซนติเมตร
<u>ทางเคมี</u>			
ค่าความเป็นกรด - ด่าง	7.6	7.4	7.3
ค่าของแข็งละลายน้ำ ทั้งหมด	130 พีพีเอ็ม	140 พีพีเอ็ม	140 พีพีเอ็ม
ค่าของแข็งแขวนลอย	160 มิลลิกรัมต่อลิตร	190 มิลลิกรัมต่อลิตร	210 มิลลิกรัมต่อลิตร
<u>ทางชีววิทยา</u>			
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	210 เอ็มพีเอ็นต่อ100 มิลลิลิตร	200 เอ็มพีเอ็นต่อ100 มิลลิลิตร	280 เอ็มพีเอ็นต่อ100 มิลลิลิตร

การกรองน้ำ (Filtration)

การกรองน้ำเป็นกระบวนการทางกายภาพที่ใช้กำจัดสารแขวนลอยในน้ำ เช่น ตะกอน เเบที่ไม่ตกตะกอน สารแขวนลอย สาหร่าย เป็นต้น การกรองเป็นหน่วยปฏิบัติการหนึ่งของระบบการบำบัดน้ำประปา

หลักของการกรอง

น้ำที่ผ่านกระบวนการตกตะกอนส่วนใหญ่แล้วจะมีอนุภาคเล็ก ๆ จับตัวกันเป็นตะกอนแขวนลอย ที่เรียกว่าฟล็อก (Floc) ซึ่งจะผ่านเข้าเครื่องกรอง พวกอนุภาคตะกอนเล็กเหล่านี้จะแทรกผ่านเข้าไปในช่องว่างของชั้นสารกรองที่ชั้นผิวหน้า ซึ่งทำให้ตะกอนมาพอกพูนเกาะบนพื้นผิวส่วนบนของชั้นสารกรองมากขึ้น เมื่ออนุภาคและตะกอนเล็กเหล่านี้ไปอุดอยู่ในสารกรอง อัตราการไหลของน้ำผ่านสารกรองจะลดลง การอุดตันของสารกรองจะเกิดขึ้นไม่สม่ำเสมอทั้งผิวหน้า บริเวณไหนที่อุดตันน้อยกว่าน้ำจะไหลกรองผ่านได้มากกว่า อนุภาคและตะกอนจะแทรกเข้าไปในสารกรองได้ลึกไม่เกิน 2 - 3 นิ้ว เพราะฉะนั้นการกรองจะเกิดขึ้นที่ผิวหน้าลึกเพียง 1-2 นิ้วเท่านั้น (เกรียงศักดิ์, 2539) พวกตะกอนเล็ก ๆ ที่ไปเกาะอยู่ในช่องว่างของสารกรองจะทำให้หน้าที่เป็นตัวกรองสำหรับอนุภาคอื่น ๆ ต่อไปอีก จึงจำเป็นต้องคัดเลือกสารกรองที่มีขนาดเหมาะสม เพื่อให้ตะกอนต่าง ๆ สามารถแทรกตัวลงไปเนื้อสารกรองได้ ถ้าตะกอนแทรกตัวลงไปในสารกรองไม่ได้เลยจะตกค้างบนผิวหน้า ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในการกรองลดต่ำลง เพราะจะทำให้แรงดันที่ต้องใช้ในการกรองเพิ่มขึ้น ช่วงเวลาที่ใช้งานในการกรองน้ำจะลดลง

ทฤษฎีของการกรองน้ำ

ในการออกแบบและควบคุมระบบกรองน้ำ วิศวกรจำเป็นต้องเข้าใจทฤษฎีของการกรองน้ำและเข้าใจถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบกรองน้ำ ซึ่งสามารถอธิบายได้เป็น 2 หัวข้อดังนี้ (เกรียงศักดิ์, 2539)

1. ตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับระบบกรองน้ำ ระบบกรองน้ำที่วิศวกรเป็นผู้ออกแบบจำเป็นต้องพิจารณาถึงตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการกรองน้ำ ซึ่งได้สรุปไว้ดังนี้

1.1 ประจุของชั้นสารกรอง

1.2 ขนาด ภาวว่าง และความหนาแน่นของสารกรอง

1.3 ความพรุนของสารกรอง

1.4 ค่าสูญเสียความดันเนื่องจากสารกรอง

1.5 ประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำ

1.6 คุณลักษณะของน้ำที่ไหลเข้าสู่เครื่องกรองน้ำ เช่น ความแข็งแรงของตะกอน

ประจุในน้ำ ฯลฯ

1.7 อัตราการกรอง

1.8 ความลึกของชั้นสารกรอง

1.9 ค่าสูญเสียความดันที่ยอมให้มีได้ในระบบกรองน้ำ

2. กลไกของการกรองน้ำ กลไกของการกรองน้ำคือ วิธีการเคลื่อนที่ของตะกอนต่าง ๆ ในน้ำที่ผ่านเข้าไปหาสารกรอง และวิธีการจับตะกอนต่าง ๆ ในน้ำให้เกาะติดอยู่บนสารกรอง ภาพ 1 แสดงการเคลื่อนที่ของตะกอนผ่านสารกรองในระบบกรองน้ำทั่วไป กลไกของการกรองน้ำที่มีอยู่ 3 กลไกด้วยกันคือ

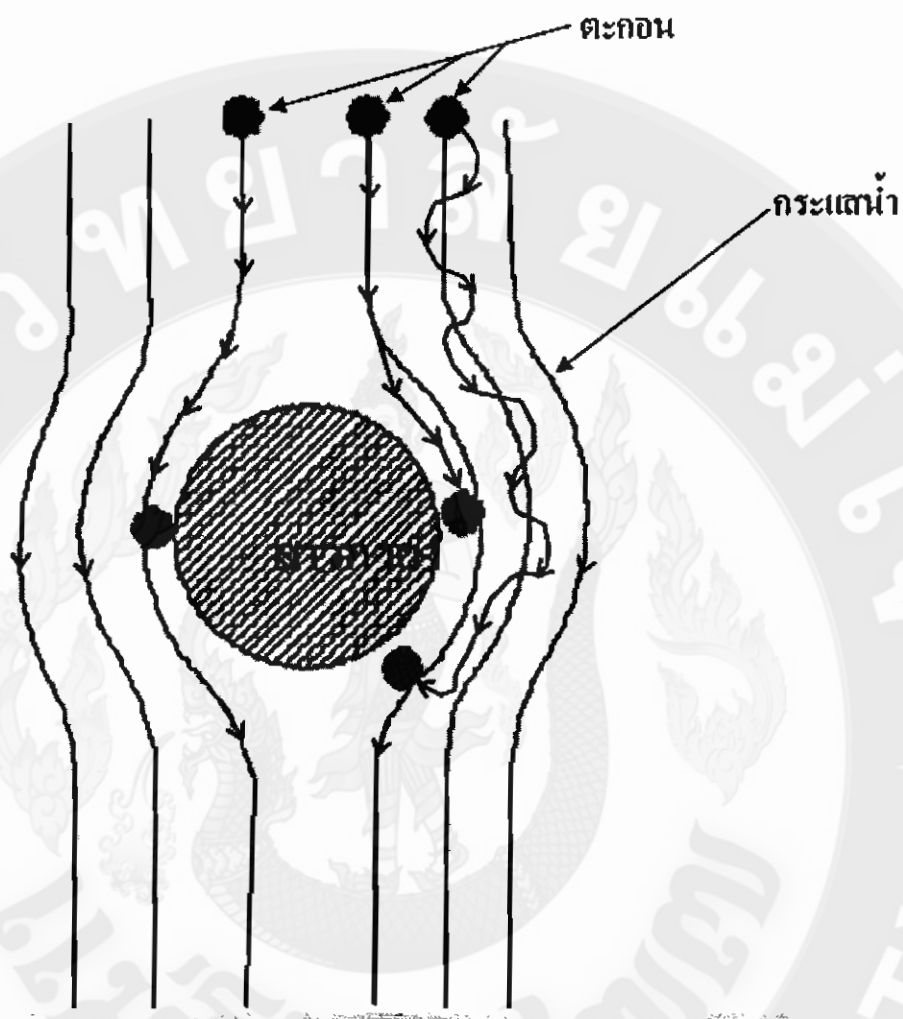
2.1 กลไกทางกายภาพ กลไกของการกรองน้ำทางกายภาพ จะอาศัยหลักกลศาสตร์ มาอธิบายซึ่งมีกลไกอยู่ 4 แบบ ดังนี้

2.1.1 การติดค้างอยู่บนสารกรอง (Straining) ตะกอนจะติดค้างอยู่ในช่องว่างระหว่างสารกรอง ซึ่งมี 2 แบบ ได้แก่ แบบที่มีขนาดของตะกอนใหญ่กว่าช่องว่างระหว่างสารกรอง และแบบที่มีขนาดของตะกอนเล็กกว่าช่องว่างระหว่างสารกรอง

2.1.2 การตกตะกอน (Sedimentation) คือ ตะกอนได้ตกลงบนสารกรองภายในชั้นกรอง

2.1.3 การเบียดเข้าหาสารกรอง (Interception) คือ ตะกอนได้เคลื่อนที่ไปในทิศทางแนวเดียวกับกระแส น้ำ และตะกอนเหล่านี้จะเคลื่อนที่ไปพบผิวของสารกรอง

2.1.4 Inertial Impaction คือ ตะกอนที่มีน้ำหนักมากจนไม่สามารถเคลื่อนที่ไปในทิศทางแนวเดียวกับกระแส น้ำ ดังนั้นตะกอนหนักเหล่านี้จะตกลงบนสารกรองเสียก่อน



ภาพ 1 การเคลื่อนที่ของตะกอนผ่านสารกรองเม็ดเดียวในระบบกรองน้ำ
ที่มา: เกรียงศักดิ์ (2539)

2.2 กลไกทางกายภาพและเคมี กลไกของการกรองน้ำที่เกิดจากทั้งทางกายภาพและเคมี จะมีการทำงานได้ดีกว่ากลไกของการกรองน้ำที่เกิดจากทางกายภาพเพียงอย่างเดียว เพราะการกรองนี้เกิดขึ้นได้เกือบทั่วทั้งชั้นกรอง ทำให้ประสิทธิภาพในการใช้สารกรองมีมาก กลไกของการกรองน้ำแบบนี้ต้องอาศัยหลักฟิสิกส์มาอธิบาย โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 แบบ ดังนี้

2.2.1 การดูดติดผิวทางเคมี (Chemical Adsorption) คือ การดูดติดผิวที่อาศัยการยึดเหนี่ยวทางเคมี โดยจะมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นในการดูดติดผิวระหว่างตะกอนกับสารกรอง การดูดติดผิวแบบนี้จะมีประสิทธิภาพสูงเมื่อมีอุณหภูมิสูง

2.2.2 การดูดติดผิวทางกายภาพ (Physical Adsorption) คือ การดูดติดผิวที่อาศัยแรงต่าง ๆ ยึดเหนี่ยวไม่ให้หลุดออกจากกันระหว่างตะกอนกับสารกรอง การดูดติดผิวแบบนี้จะมีประสิทธิภาพสูงเมื่อมีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งตรงกันข้ามกับการดูดติดผิวทางเคมี สำหรับการดูดติดผิวทางกายภาพจะประกอบด้วยแรง 3 ลักษณะ ได้แก่

- Electrostatic Forces คือ แรงที่เกิดขึ้นกับตะกอนที่มีประจุไฟฟ้า ซึ่งจะเกิดขึ้นบนสนามไฟฟ้าสถิต บริเวณสารกรอง
- Electrokinetic Forces คือ แรงที่เกิดขึ้นกับตะกอนที่มีประจุไฟฟ้า โดยตะกอนนี้จะเคลื่อนที่บนสารกรองอยู่ตลอดเวลา
- Van Der Waals Forces คือ แรงดึงดูดระหว่างตะกอนกับสารกรอง ซึ่งจะไม่เกาะติดบนผิวที่หนึ่งใดโดยเฉพาะ แต่จะเกาะติดบนผิวโดยที่มีการเคลื่อนที่แบบอิสระอยู่ตลอดเวลาแต่ต้องอยู่ในขอบเขตของวัตถุทั้งสอง

2.2.3 แรงติดแน่น (Adhesion Forces) คือ แรงติดแน่นให้ตะกอนประเภท Flocculant ติดแน่นกับผิวของสารกรองที่ตะกอนนี้ไหลผ่านมาพบ แต่เนื่องจากแรงเสียดน้ำที่เกิดจากการไหลของน้ำผ่านชั้นกรอง ได้เซาะพวกตะกอนบางส่วนก่อนที่ตะกอนส่วนนี้จะเกาะติดแน่นบนผิวสารกรอง ซึ่งทำให้น้ำได้ไหลพาตะกอนนี้เคลื่อนที่ผ่านชั้นกรองลงไปลึกขึ้น จนอาจหลุดออกจากชั้นกรอง และไหลไปปนกับน้ำที่ผ่านระบบกรองน้ำแล้ว ซึ่งมีผลให้น้ำขาออกมีปริมาณตะกอนมากขึ้น

2.2.4 Coagulation – Flocculation คือ การเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งทำให้ตะกอนต่าง ๆ ในน้ำได้มีโอกาสดำรงตัวซึ่งกันและกัน ทำให้ตะกอนเหล่านี้มีขนาดใหญ่ขึ้น และจะมีผลให้เกิดการดักตะกอนโดยสารกรองในชั้นกรองได้ ซึ่งจะอาศัยกลไกการกรองน้ำแบบต่าง ๆ ได้แก่ Straining Sedimentation, Interception, Inertial Impaction และ Adhesion forces

2.3 กลไกทางชีวเคมี กลไกการกรองน้ำที่เกิดจากทางชีวเคมี คือ พวกจุลินทรีย์ต่าง ๆ ได้เติบโตอยู่ภายในชั้นกรอง ซึ่งจะลดขนาดของช่องว่างที่อยู่ภายในชั้นกรอง และทำให้เกิดตะกอนในชั้นกรองได้ ซึ่งจะอาศัยกลไกการกรองน้ำแบบต่าง ๆ ได้แก่ Straining, Sedimentation, Interception, Inertial Impaction และ Adhesion forces

สารกรองที่มีคุณสมบัติในการกรองที่ดี ควรเป็นดังนี้

1. ป้องกันไม่ให้ตะกอนหรืออนุภาคแขวนลอย ไหลผ่านสารกรองได้
2. ดักและจับตะกอนหรืออนุภาคแขวนลอยเหล่านี้ไว้อย่างเหมาะสม เพื่อที่จะง่ายในการล้างกลับ
3. สามารถดักจับตะกอนหรืออนุภาคแขวนลอยไว้ได้มากที่สุด โดยไม่อุดตันได้ง่าย

การกรองแบบสารกรองหลายชนิด (Multimedia Filtration)

อุคร (2542) ได้กล่าวถึงสารกรองที่นิยมใช้กันมากในการกรองน้ำมี 4 ชนิดคือ

1. ทราย (Fine Sand) ทรายที่ใช้กรองน้ำส่วนใหญ่จะเป็นทรายซิลิกา นอกจากนี้ กรวด และทรายที่ใช้สำหรับการกรองน้ำต้องไม่มีหินปูน (Limestone) ซึ่งมีเนื้ออ่อนและละลายน้ำได้ดีปะปนอยู่ เพราะเมื่อมีการใช้งานมีการล้างและกวนมากจะทำให้มีการสึกกร่อนและทำให้ขนาดเล็กลงได้ วิธีทดสอบว่าในกรวดและทรายมีหินปูนปนอยู่มากแค่ไหน ทำได้โดยแช่ในกรดเกลือเข้มข้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งน้ำหนักควรจะหายไปไม่เกินร้อยละ 5

2. ถ่านแอนทราไซต์ (Anthracite) ใช้ในกรณีที่ใช้ทรายเป็นสารกรองไม่ได้เพราะจะทำให้ซิลิกาออกมาในกรณีที่น้ำมีความร้อนหรือความเป็นกรดค้างสูง ถ่านแอนทราไซต์ที่มีขนาดเท่ากับทรายละเอียดจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน ถ่านแอนทราไซต์มีข้อดีคือ ดักจับตะกอนและอนุภาคต่าง ๆ ได้มากกว่าทราย เพราะมีภาพร่างเกลี้ยงกลมกว่า ใช้น้ำล้างในตอนล้างกลับน้อยกว่า ชี้อายุการใช้งานของเครื่องกรอง สามารถกรองได้ดีที่อัตราการกรองสูงขึ้น

3. หินปูน (Calcite or Calcium Carbonate) คือแคลเซียมคาร์บอเนตที่ผ่านการปรับสภาพแล้ว มีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะใช้กรองน้ำ ถ้าน้ำดิบมีค่าความเป็นกรด - ค้างต่ำกว่า 6.8 หินปูนจะทำปฏิกิริยากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแคลเซียมไบคาร์บอเนต ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารกรองด้วยเช่นกัน

4. ถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) สามารถกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำได้ด้วยการดูดติดผิว ซึ่งเกิดขึ้นที่พื้นที่ผิว (Surface Area) ของถ่านซึ่งมีค่าพื้นที่ผิวจำเพาะประมาณ 500 – 1,400 ตารางเมตรต่อกรัม ถ่านนี้สามารถกำจัดสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดกลิ่น รส และสีในน้ำได้ดี เพราะบนพื้นที่ผิวจะมีรูพรุนอยู่มากมาย ซึ่งมีขนาดเท่ากับโมเลกุลของสารที่จะดูดติดผิวเหล่านี้ โมเลกุลสารต่าง ๆ จะแพร่กระจายเข้าไปอยู่ในรูเล็ก ๆ เหล่านี้ได้

ถ่านกัมมันต์

ถ่านกัมมันต์ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัตถุดิบธรรมชาติ ที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลักมาผ่านกรรมวิธีถ่านกัมมันต์จนได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีดำ มีโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นรูพรุน มีพื้นที่ผิวจำเพาะสูง มีคุณสมบัติดูดซับสิ่งไม่บริสุทธิ์ของสารละลายต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ถ่านกัมมันต์มีชื่ออื่น ๆ อีกว่า คาร์บอนกัมมันต์ ถ่านไว และถ่านที่มีปฏิกิริยา ถ่านกัมมันต์เป็นคาร์บอนภาพหนึ่งซึ่งเกิดจากการใช้วิธีการปรับปรุงรูพรุนภายในให้กว้างขึ้นและพื้นที่ผิวจำเพาะมากขึ้น ทำให้มีสมบัติการดูดซับได้ทั้งโมเลกุลของสารละลายสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ จึงนับว่าเป็นเคมีภัณฑ์ที่สำคัญมากสำหรับอุตสาหกรรมหลายชนิด

การเพิ่มประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ อาจทำได้โดยการเคลือบถ่านกัมมันต์ด้วยสารประกอบเชิงซ้อน เช่น ในหน้ากากป้องกันไอพิษของทางทหาร ดำรวจ จะมีใส่กรองอากาศซึ่งประกอบด้วย ถ่านกัมมันต์ที่เคลือบด้วยไอออนของโลหะปริมาณน้อยบางตัว ได้แก่ เงิน ทองแดง เหล็ก โครเมียม ซึ่งอยู่ในภาพของสารประกอบเชิงซ้อนทำหน้าที่ดูดซับพิษก๊าซพิษ หรือเปลี่ยนก๊าซพิษให้อยู่ในสภาพไม่มีพิษ

ในการผลิตถ่านกัมมันต์นั้น วัตถุดิบที่นำมาเตรียมควรเป็นสารที่มีคาร์บอนสูง มีถ่านน้อยและราคาถูก วัตถุดิบที่สามารถนำมาผลิตถ่านกัมมันต์ได้มีผู้ศึกษาและนำมาใช้แล้วดังนี้คือ

1. วัตถุดิบจากสัตว์ เช่น กระดูกสัตว์
2. วัตถุดิบจากพืช เช่น ไม้ต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นไม้เนื้อแข็งหรือไม้เนื้ออ่อน แกลบ เมล็ดกาแฟ เมล็ดผลไม้ กะลามะพร้าว เป็นต้น
3. วัตถุดิบจากแร่ธาตุ เช่น พีท ลิกไนต์ ถ่านหินชนิดอ่อนและแข็ง และสิ่งที่เหลือจากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม
4. วัตถุดิบจากของเสีย เช่น ขางรถยนต์ เป็นต้น

พื้นที่ผิว (Surface Area)

พื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ชนิดนี้มีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาผลิตถ่านกัมมันต์ซึ่งจะแสดงค่าพื้นที่ผิวจำเพาะของถ่านกัมมันต์ได้ในตาราง 4

ตาราง 4 พื้นที่ผิวจำเพาะของถ่านกัมมันต์ชนิดต่าง ๆ

Carbon	Source	Surface Area (m ² /g)
PCC SGL	Bituminous coal	1,000 – 1,200
PCC BPL	Bituminous coal	1,000 – 1,200
PCC RB	Bituminous coal	1,200 – 1,400
PCC GW	Bituminous coal	800 – 1,000
Columbia CXA/SXA	Coconut shell	1,100 – 1,300
Columbia AC	Coconut shell	1,200 – 1,400
Columbia G	Coconut shell	1,100 – 1,150
Darco S 51	Lignite	500 – 550
Darco G 60	Lignite	750 – 800
Darco KB	Wood	950 – 1,000
Hydro Darco	Lignite	500 – 600
Nuchar Aqua	Pulp mill residue	550 – 650
Nuchar C	Pulp mill residue	1,050 – 1,100
Nuchar (Various)	Pulp mill residue	300 – 1,400
Nurit (Various)	Wood	700 – 1,400

ที่มา: Samule and Osman (1987)

ถ่านกัมมันต์สามารถแบ่งออกตามประเภทการใช้งานได้ 2 ชนิด คือ

1. ชนิดที่เป็นผงละเอียด (Powder) อุตสาหกรรมที่นำถ่านกัมมันต์ชนิดนี้มาใช้งาน ใหญ่จะเป็นอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับสารละลายหรือของเหลว ได้แก่

1. ใช้ในการฟอกสีน้ำตาลให้ขาว ทำให้น้ำตาลบริสุทธิ์และทำให้ตกผลึกเร็วขึ้น
2. ใช้ในอุตสาหกรรมน้ำมันและไขมัน โดยใช้ในการฟอกสีของผลิตภัณฑ์และ คัดคลี่ผิวสบู่หรือเปอร้อกไซด์ทำให้น้ำมันบริสุทธิ์
3. ในอุตสาหกรรมสำเร็จรูป ใช้ในการปรับปรุงสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์อาหาร หลายชนิด เช่น เจลลาติน ซุปสำเร็จภาพ และน้ำส้มสายชู เป็นต้น
4. ในอุตสาหกรรมเครื่องเค็มผสมแอลกอฮอล์ ใช้ในการกำจัดกลิ่นอันไม่พึง ประสงค์ของวีสกีหลังการกลั่น และช่วยทำให้วีสกีที่ทำใหม่มีคุณภาพดีขึ้นหลังการหมัก
5. อุตสาหกรรมสารเคมีและยา ใช้ในขบวนการผลิตสารเคมีต่าง ๆ เช่น กลีเซอริน คาเฟอีน เป็นต้น
6. ใช้ในการกำจัดตัวทำลายบางชนิดที่ไม่ต้องการใช้ในอุตสาหกรรมเคลือบ ด้วยไฟฟ้า
7. ใช้ในการกำจัดรสและกลิ่นน้ำตามธรรมชาติที่ไม่ต้องการ และใช้ในการกำจัด กลิ่นคลอรีนในน้ำประปาด้วย
8. ใช้ในกระบวนการแยกสารให้บริสุทธิ์ โดยดูดซับผิวสารไว้แล้วจึงทำการสกัด ออกมาในภาพสารบริสุทธิ์ เช่น ในกระบวนการแยกทองคำในสินแร่
9. ใช้ในกระบวนการเร่งปฏิกิริยาเคมีในหลาย ๆ กระบวนการ

2. ชนิดเป็นเม็ดหรือเกล็ด (Granular) ถ่านกัมมันต์ที่มีลักษณะเป็นเม็ด เกล็ด หรือ แผ่น มีความจุในการดูดซับผิวต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรสูง มีกำลังในการดูดซับผิวสูง มีความต้านทาน ต่อการไหลของก๊าซต่ำ แข็งแรงและคงทน สามารถคายก๊าซหรือไอที่ดูดซับผิวไว้ได้หมด เมื่อเพิ่ม อุณหภูมิหรือความดัน ประโยชน์ที่นำไปใช้คือใช้ในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทำก๊าซให้ บริสุทธิ์หรือการทำให้ตัวทำลายที่ใช้แล้วบริสุทธิ์เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ เช่น

1. อุตสาหกรรมการทำน้ำให้บริสุทธิ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกิจกรรมทำน้ำประปา
2. ใช้ในการบำบัดน้ำให้สะอาดและมักใช้ในการบำบัดทางชีวภาพในขั้นตอนที่ สามเพื่อทำการดูดซับสารแขวนลอยที่หลงเหลืออยู่
3. ใช้ในการบำบัดน้ำเสียโรงงานที่มีสารอินทรีย์ปนเปื้อนและเพื่อบำบัดน้ำบาดาล

4. อุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ ใช้ในการดูดซับก๊าซต่าง ๆ ที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย ใช้ในการปรับอากาศโดยใช้เป็นตัวดูดซับก๊าซอื่นอันไม่พึงประสงค์ออกจากอากาศในห้องปรับอากาศ นอกจากนี้ยังช่วยกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจน ไนโตรเจน แอมโมเนีย และก๊าซต่าง ๆ ในทางอุตสาหกรรมได้ด้วยซึ่งในปัจจุบันปัญหามลพิษในสภาพแวดล้อมเป็นสิ่งที่ประชาชนส่วนใหญ่ตื่นตัวกันมาก ดังนั้นเครื่องกรองอากาศที่มีส่วนประกอบของถ่านกัมมันต์จึงมีบทบาทเพิ่มสูงมากขึ้น

5. อุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับการนำไอระเหยของตัวทำละลายที่ใช้แล้วและนำกลับมาใช้ใหม่ ถ่านกัมมันต์จะดูดซับไอระเหยเหล่านั้นที่อุณหภูมิห้อง แล้วคายออกที่ความดันไอต่ำ เช่น อุตสาหกรรมยาง อุตสาหกรรมใยสังเคราะห์และอุตสาหกรรมการพิมพ์ เป็นต้น

6. ใช้ในการนำตัวทำละลายที่ระเหยได้กลับมาใช้ใหม่ ที่ใช้มากที่สุดคือ ใช้แยกไอตัวทำละลายจากอากาศเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ โดยที่ไอตัวทำละลายที่ถูกดูดซับไว้ที่ถ่านกัมมันต์ที่อุณหภูมิปกติ จะถูกคายออกมาเมื่อผ่านไอน้ำความดันต่ำลงไป

ถ่านกัมมันต์ที่นำไปใช้ซ่อมแซมประสิทธิภาพในการดูดซับ เพราะสิ่งสกปรกเข้าไปอุดตันในรูพรุนของถ่านเต็มไปหมด เมื่อเป็นเช่นนี้อาจนำถ่านไปฟื้นฟูสภาพเพื่อกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งทำได้ด้วยกรรมวิธี 4 แบบ คือ

1. การล้างด้วยกรดหรือด่าง
2. การล้างและละลายด้วยตัวทำละลาย
3. การทำให้กลับคืนสภาพเดิมด้วยไอน้ำ
4. การทำให้กลับคืนสภาพเดิมด้วยความร้อน

กลไกการดูดซับของถ่านกัมมันต์

การดูดซับ (Adsorption) หมายถึง การเพิ่มความเข้มข้นของสารที่พื้นผิวของสารดูดซับ (Adsorbent) หรือในทางกลับกันเป็นการลดลงของความเข้มข้นที่ของสารที่ถูกดูดซับ (Adsorbate) บนพื้นที่ผิวของสารดูดซับ สารซึ่งมีพลังงานอิสระที่ผิวต่ำ (Low Surface Free Energy) จะถูกดูดซับได้ดี ในขณะที่สารที่มีพลังงานอิสระที่ผิวสูงกว่า (Higher Surface Free Energy) จะไม่ถูกดูดซับ ซึ่งพลังงานอิสระที่ผิวของสารดูดซับจะมีความสัมพันธ์กับแรงตึงผิว (Surface Tension) และพื้นที่ผิว

การดูดซับเป็นกระบวนการที่ทำให้สารละลายหรือสารแขวนลอยขนาดเล็กมาเกาะจับหรือติดบนผิวของสารอีกชนิดหนึ่ง การดูดซับนี้จะเป็นการดูดซับแบบระหว่างสถานะ

(Phase) ต่าง ๆ ทั้งสามสถานะ คือ ของเหลว (Liquid) ก๊าซ (Gas) และ ของแข็ง (Solid) ซึ่งมีได้ทั้งแบบของเหลว – ของเหลว ก๊าซ – ของเหลว ก๊าซ – ของแข็ง และ ของเหลว – ของแข็ง โดยในที่นี้จะพิจารณาถึงเฉพาะแบบ ของเหลว – ของแข็ง โดยที่สารละลายหรือสารแขวนลอยขนาดเล็กนี้เรียกว่าสารที่ถูกดูดซับ ส่วนของแข็งที่มีผิวและโพรงช่องว่างเป็นที่เกาะจับของสารที่ถูกดูดซับเรียกว่า สารดูดซับ (ภาพ 2)

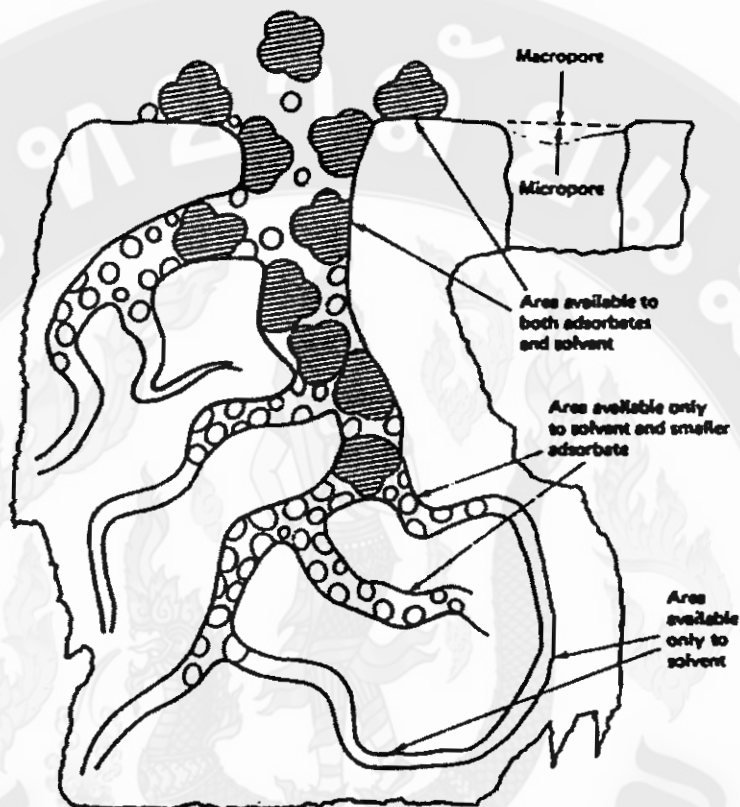
ในกรณีของการดูดซับในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดคำนิยามที่สำคัญที่เกี่ยวข้องไว้ดังต่อไปนี้ คือ

Adsorbate หมายถึง สารที่ถูกดูดซับ โมเลกุลของสารหรือคอลลอยด์ที่ดูดซับกับผิวของของแข็ง หรือผิวของสารดูดซับ

Solute หมายถึง โมเลกุลของสารหรือคอลลอยด์ที่อยู่ในของเหลว

Adsorbent หรือ Solid หมายถึง สารดูดซับหรือสารที่มีผิวเป็นที่เกาะจับของ Adsorbate หรือ Solute

Sorption หมายถึง การจับทั้งสองชนิด ได้แก่ การดูดซับ (Adsorption) และการดูดซึม (Absorption)



ภาพ 2 โพร่ง หรือช่องว่างภายในถ่านกัมมันต์

ที่มา: Calgon Corporation (1982)

ถาวร (2523) กล่าวว่าสำหรับการดูดซับ การเคลื่อนย้ายสารจากของเหลวไปยังผิวของของแข็ง เกิดขึ้นใน 2 ลักษณะด้วยกัน คือ

1. การไม่ชอบของเหลวของตัวถูกละลาย (Lyophobicity of Solute) คือ ในกรณีที่ของเหลวเป็นน้ำ สารที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) จะพยายามแทรกตัวอยู่ระหว่างน้ำกับของแข็ง และดูดซับที่ผิวของของแข็งในที่สุด

2. ความชอบของตัวถูกละลายที่จะไปเกาะติดที่ผิวของของแข็ง (High Affinity of Solute to Solid) คือ ความชอบของตัวละลาย (Solute) ที่จะไปเกาะติดที่ผิวของสารดูดซับ โดยในการเกาะติดจะมีแรงขับเคลื่อนอยู่ 3 แบบ ดังนี้

2.1 แรงดึงดูดทางไฟฟ้า (Electrical Attraction Force) จะมีลักษณะเป็นการแลกเปลี่ยนไอออน โดยไอออนจะมีประจุอยู่ซึ่งสามารถที่จะไปแลกเปลี่ยนอยู่กับโมเลกุลของสารอื่นได้

พวกที่มีประจุอิเล็กตรอน 2 หน่วย (Divalent) จะถูกดูดติดที่ผิวของวัตถุอื่นได้ดีกว่าพวกที่มีประจุอิเล็กตรอนเดี่ยว (Monovalent)

2.2 แรงดึงดูดแวนเดอร์วาลส์ (Van Der Waals' Force) จะมีลักษณะเป็นการดูดติดผิวทางกายภาพ โดยตัวถูกละลายจะไม่เลือกเกาะติดที่ส่วนใดส่วนหนึ่ง แต่สามารถเกาะติดได้อย่างอิสระและเคลื่อนที่ได้ในระหว่างผิวของสารทั้งสอง บางครั้งเรียกได้ว่าเป็นการดูดติดผิวในอุดมคติ การดูดติดผิวแบบนี้เกิดขึ้นได้ดีในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ

2.3 แรงธรรมชาติทางเคมี (Chemical Nature) คือ สารถูกดูดติดผิวจะเกิดปฏิกิริยากับสารดูดติดผิว การดูดติดผิวจะเกิดขึ้นได้ดีที่อุณหภูมิสูง ซึ่งเรียกชื่อปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ดังนี้ Chemical Adsorption, Activated Adsorption หรือ Chemisorption ซึ่งการดูดติดผิวในลักษณะนี้ สารถูกดูดติดผิวจะไม่สามารถดูดติดผิวได้อย่างอิสระ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระในระหว่างผิวของสารทั้งสอง และเป็นได้เฉพาะการดูดติดผิวแบบชั้นเดียวเท่านั้น

ถาวร (2523) กล่าวว่า การดูดติดผิวเป็นการทำให้ของเหลวหรือก๊าซจับตัวอยู่ที่ผิวของของแข็งเป็นชั้น ๆ โดยการสัมพันธ์กันซึ่งการดูดติดผิวนี้มี 2 ชนิด คือ การดูดติดผิวทางเคมี (Chemical Adsorption or Chemisorption) และการดูดติดผิวทางกายภาพ (Physical Adsorption or Physisorption)

1. การดูดติดผิวทางเคมี เป็นผลที่เกิดจากแรงกระทำระหว่างโมเลกุลที่สูงมากเมื่อเทียบกับการจัดเรียงตัวของสารประกอบทางเคมี การดูดติดผิวแบบนี้จะอาศัยการสร้างพันธะทางเคมีระหว่างสารดูดติดผิวและสารที่ถูกดูดติดผิว โดยมีการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนของทั้งสองฝ่าย มีความร้อนเกิดขึ้นสูง จากการศึกษาโดยอาศัยเทคนิคอิเล็กตรอน สปินเรโซแนนซ์ (Electron Spin Resonance) และวัดค่าแมกเนติกซัสเซปทิบิลิตี (Magnetic Susceptibility) สามารถยืนยันได้ว่าการดูดติดผิวทางเคมี โดยเกิดที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิวิกฤติ (Critical Temperature) ของสารดูดติดผิว ความร้อนของการดูดติดผิวมีค่า 60 – 70 กิโลจูลต่อโมล การดูดติดผิวทางเคมี เป็นการดูดติดผิวที่สารถูกจับสามารถถูกดูดอยู่บนผิวสารดูดติดผิวได้เพียงชั้นเดียวเท่านั้น (Monomolecular Layer) และเกิดขึ้นอย่างจำเพาะเจาะจง กล่าวคือ จะเกิดได้ก็ต่อเมื่อสารดูดติดผิวและสารที่ถูกดูดติดผิวทำปฏิกิริยาได้เท่านั้น และการดูดติดผิวทางเคมีไม่สามารถเกิดผกผันกลับได้ (Irreversible) หรือผกผันกลับได้แต่น้อยมาก ใช้เวลาในการดูดติดผิวนาน เมื่อเกิดการดูดติดผิวแล้วจะไม่มีสารหลุดออกมา หรือถ้าหลุดออกมาก็อาจทำได้โดยวิธีที่ยุ่งยากและมักมีการเปลี่ยนสภาพ จากการศึกษาถ้าจะให้เกิดการผกผันกลับทำได้โดยการให้ความร้อนกับสารดูดติดผิว เพื่อขจัดตัวสารถูกดูดติดผิวให้หลุดออกไปได้

2. การดูดติดผิวทางกายภาพ เป็นการดูดติดผิวที่มีแรงกระทำ ระหว่างสารดูดติดผิวกับ สารถูกดูดติดผิว โมเลกุลของสารที่ถูกดูดติดผิวจะอยู่ที่พื้นผิวของสารดูดติดผิวโดยอาศัยแรง วันเดอร์วาลส์ ความร้อนของการดูดติดผิวมีค่าน้อยกว่า 50 กิโลจูลต่อโมลการดูดติดผิวทางกายภาพ นี้โมเลกุลของสารที่ถูกดูดติดผิวจะดูดติดผิวไว้เป็นแบบชั้นเดียวที่ความดันต่ำและเป็นแบบหลายชั้น (Multimolecular Layer) ที่ความดันสูง หรือตัวที่ถูกดูดติดผิวอาจเกิดการดูดติดผิวในลักษณะของ การดูดติดผิวแบบหลายชั้นซ้อนกัน (Superimpose Layers) บนผิวของสารตัวดูดติดผิว ซึ่งการ ดูดติดผิวแบบนี้ไม่สามารถเกิดขึ้นได้อย่างถาวรจะเกิดการผันกลับได้ง่าย (Reversible) การดูดติดผิว ทางกายภาพจะเกิดขึ้นได้เร็วกว่าการดูดติดผิวทางเคมี หรือถึงสภาวะสมดุลได้เร็วกว่าเพราะไม่ จำเป็นต้องใช้พลังงานกระตุ้นเหมือนการดูดติดผิวทางเคมี ยกเว้นในกรณีที่รูพรุนของตัวดูดติดผิวมี ขนาดเล็กมากซึ่งจะทำให้อัตราการดูดติดผิวช้าลง การดูดติดผิวแบบนี้เป็นการดูดติดผิวที่เกิดขึ้น อย่างไม่จำเพาะเจาะจง กล่าวคือ สารต่าง ๆ สามารถถูกดูดติดผิวบนผิวของสารดูดติดผิวได้ และการ แยกสารที่ถูกดูดติดผิวออกจากสารดูดติดผิวทำได้โดยง่าย เช่น อาจทำได้โดยการเพิ่มอุณหภูมิหรือ ลดความดัน ซึ่งจะเกิดการปล่อยหรือคายสารดูดติดผิวออกมา (Desorption) การปลดปล่อยดังกล่าว จะไม่มีผลทำให้สารดูดติดผิวและสารที่ถูกดูดติดผิวเปลี่ยนแปลงแต่ประการใด การดูดติดผิวจะไม่ ทำให้ตำแหน่งเฉพาะที่ทำหน้าที่ดูดติดผิวหมดไปซึ่งเป็นผลจากแรงดึงดูดประเภทแรงวันเดอร์วาลส์ และแรงดึงดูดระหว่างขั้วมากกว่าการเกิดพันธะ จากที่กล่าวมาสามารถสรุปความแตกต่างระหว่าง การดูดติดผิวทางเคมีและการดูดติดผิวทางกายภาพได้ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ความแตกต่างระหว่างการดูดคึดผิวทางเคมี และการดูดคึดผิวทางกายภาพ

การดูดคึดผิวทางกายภาพ	การดูดคึดผิวทางเคมี
1. ความร้อนของการดูดคึดผิวต่ำ น้อยกว่า 2 –3 เท่าของความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ 2. ไม่มีความจำเพาะเจาะจง 3. เกิดการเรียงตัวของสารถูกดูดคึดผิวบนผิวของตัวดูดคึดผิวเป็นชั้นเดียวหรือหลายชั้น 4. ไม่มีการแตกตัวของ สารถูกดูดคึดผิว หรือเกิดขึ้นได้เล็กน้อยที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่ามาก	1. ความร้อนของการดูดคึดผิวสูง มากกว่า 2 –3 เท่าของความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ 2. มีความจำเพาะเจาะจงสูง 3. เกิดการเรียงตัวของสารถูกดูดคึดผิวบนผิวสารดูดคึดผิวเป็นชั้นเดียวเท่านั้น 4. มีการแตกตัวในช่วงอุณหภูมิที่กว้าง

ที่มา : ถาวร (2523)

ในระหว่างที่มีการดูดคึดผิวเกิดขึ้น โมเลกุลของสารละลายหรือสารแขวนลอยก็จะถูกกำจัดออกจากน้ำและไปเกาะติดอยู่บนถ่านกัมมันต์ โมเลกุลของสารส่วนใหญ่จะเกาะจับอยู่ภายในโพรงของถ่านกัมมันต์และมีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่เกาะอยู่ที่ผิวภายนอก การถ่ายเทโมเลกุลจากน้ำไปหาถ่านกัมมันต์เกิดขึ้นได้จนถึงสมดุลจึงหยุด ณ จุดสมดุลนี้ความเข้มข้นของโมเลกุลในน้ำจะเหลือน้อย เพราะโมเลกุลส่วนใหญ่เคลื่อนที่ไปเกาะจับอยู่บนถ่านกัมมันต์

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ได้มีผู้สนใจทำการศึกษาการใช้ถ่านกัมมันต์ในการดูดซับสารปนเปื้อนมากมาย ซึ่งสามารถนำมาสรุปได้ดังนี้

Mckay et al. (1985) ได้ศึกษาถึงความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ยขนาดต่าง ๆ กัน คือ 200, 300, 428, 605 และ 855 ไมครอน กับสารละลายหลายชนิดที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำซึ่งสารละลายเหล่านี้คือ Phenol , p - Chlorophenol, Sodium Dodecyl Sulphate, Mercuric Ions และ Chromic (III) ions จะพบว่า จุดอิ่มตัวของความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์โดยเฉลี่ยของทุก ๆ ขนาด ดังนี้คือ สำหรับ phenol จะมีค่าจุดอิ่มตัวในการดูดซับโดยเฉลี่ยเท่ากับ 213 มิลลิกรัม/กรัม โดยจะมีค่า K_F เท่ากับ 50 มิลลิกรัม/กรัม และค่า $1/n$ เท่ากับ 0.26 สำหรับ p - Chlorophenol จะมีค่าจุดอิ่มตัวในการดูดซับโดยเฉลี่ยเท่ากับ 435 มิลลิกรัม/กรัม โดยจะมีค่า K_F เท่ากับ 125 มิลลิกรัม/กรัม และ ค่า $1/n$ เท่ากับ 0.25 สำหรับ Sodium Dodecyl Sulphate จะมีค่าจุดอิ่มตัวในการดูดซับโดยเฉลี่ย เท่ากับ 361 มิลลิกรัม/กรัม โดยจะมีค่า K_F เท่ากับ 72 มิลลิกรัม/กรัม และ ค่า $1/n$ เท่ากับ 0.27 สำหรับ Mercuric Ions จะมีค่าจุดอิ่มตัวในการดูดซับโดยเฉลี่ยเท่ากับ 35 มิลลิกรัม/กรัม โดยจะมีค่า Freundlich Constant (K_F) เท่ากับ 20 มิลลิกรัม/กรัม และ ค่า $1/n$ เท่ากับ 0.46 สำหรับ Chromic (III) ions จะมีค่าจุดอิ่มตัวในการดูดซับโดยเฉลี่ยเท่ากับ 135 มิลลิกรัม/กรัม โดยจะมีค่า Freundlich Constant (K_F) เท่ากับ 2.3 มิลลิกรัม/กรัม และ ค่า $1/n$ เท่ากับ 0.44 ซึ่งจากการทดลองนี้ กล่าวได้ว่าขนาดของถ่านกัมมันต์มีผลต่อการดูดซับน้อยมาก เพราะความสามารถในการดูดซับนี้จะขึ้นอยู่กับช่องว่างภายในโพรงของถ่านกัมมันต์

Wolborska (1989) ได้ศึกษาถึงการใช้ถ่านกัมมันต์แบบดั่งปฏิกิริยาที่กำหนดความลึกของชั้นถ่านหินในการกำจัด p - Nitrophenol ที่มีความเข้มข้นต่ำ ๆ ออกจากน้ำ โดยปริมาณของฟีนอลที่ถูกศึกษาจะมีปริมาณเท่ากับ 0.5 มิลลิกรัม / ลิตร โดยหลังจากที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีค่าเหลืออยู่ในช่วง 5×10^{-4} ถึง 5×10^{-2} มิลลิกรัม / ลิตร พบว่า ขั้นตอนในการกำจัดจะเกิดขึ้น 3 ขั้นตอนในกระบวนการดูดซับของดั่งปฏิกิริยาแบบนี้ คือ ขั้นตอนแรก สารละลายจะกระจายความเข้มข้นตลอดความลึกของตัวกลางในดั่งปฏิกิริยา ขั้นตอนที่สอง เป็นขั้นตอนที่ยังไม่ได้เข้าสู่สภาวะคงที่ (Unsteady State) โดยยังคงมีการเคลื่อนที่ของสารละลายที่เข้ามาในความลึกของตัวกลาง และจะมีการดูดซับของสารละลายในอัตราที่แตกต่างกันไป ขั้นตอนสุดท้าย จะเข้าสู่

สภาวะคงที่ โดยจะเกิดบริเวณที่มีการส่งถ่ายมวลสารขึ้น การเคลื่อนที่ของสารจะเกิดตลอดทั้งคอลัมน์ ด้วยความเร็วที่คงที่

Diamadopoulos et al. (1992) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของคุณสมบัติของถ่านกัมมันต์ กับความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ตัวเอง ซึ่งในการทดลองนี้ได้ใช้ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตมาจาก ถ่านลิกไนต์จากประเทศกรีซ 2 แบบ คือ ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตมาจากถ่านลิกไนต์ดิบ (Ac Raw) กับ ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตมาจากถ่านลิกไนต์ที่มีการดิงเอาแร่ธาตุต่าง ๆ ออก โดยในการทดลองนี้จะใช้ ถ่านกัมมันต์ในการกำจัดสารละลาย 3 ชนิด คือ ฟีนอล กรดฟลวิก และสารอาร์เซนิก พบว่า ความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ขึ้นอยู่กับค่าความชื้นของขี้เถ้า (Ash Content) และ พื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ ในกรณีของสารฟีนอลจะพบว่า การเพิ่มขึ้นของค่าความชื้นของขี้เถ้าของ ถ่านกัมมันต์จะทำให้ความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ลดลงอย่างเป็นเส้นตรง ทั้งใน ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตมาจากถ่านลิกไนต์ดิบ และถ่านกัมมันต์ที่ผลิตมาจากถ่านลิกไนต์ที่มีการดิงเอา แร่ธาตุต่าง ๆ ออก แต่เมื่อเทียบที่ร้อยละความชื้นของขี้เถ้าเท่ากัน จะพบว่า ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตมา จากถ่านลิกไนต์ดิบ และถ่านกัมมันต์ที่ผลิตมาจากถ่านลิกไนต์ที่มีการดิงเอาแร่ธาตุต่าง ๆ ออก แต่ เมื่อเทียบที่ร้อยละความชื้นของขี้เถ้าเท่ากัน จะพบว่า ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตมาจากถ่านลิกไนต์ที่มีการดิงเอา แร่ธาตุต่าง ๆ ออกดูดซับฟีนอลได้มากกว่าถ่านกัมมันต์ที่ผลิตมาจากถ่านลิกไนต์ดิบ และเมื่อ พิจารณาในส่วนพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ จะพบว่า เมื่อพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้นปริมาณฟีนอลที่ถูก ดูดซับก็จะสูงขึ้นด้วย โดยเฉพาะถ่านกัมมันต์ที่ผลิตมาจากถ่านลิกไนต์ที่มีการดิงเอาแร่ธาตุต่าง ๆ ออกจะดูดซับฟีนอลได้ดีกว่าถ่านกัมมันต์ที่ผลิตมาจากถ่านลิกไนต์ดิบประมาณ 3.5 เท่า เพราะ ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตมาจากถ่านลิกไนต์ที่มีการดิงเอาแร่ธาตุต่าง ๆ ออกจะมีพื้นที่ผิวมากกว่า ในกรณี ของกรดฟลวิกและสารอาร์เซนิก จะมีลักษณะที่ตรงกันข้ามกับฟีนอลคือที่เปอร์เซ็นต์ความชื้นของ ขี้เถ้าสูงขึ้น ประสิทธิภาพในการดูดซับของสารกับถ่านกัมมันต์ก็มีค่าสูงขึ้นด้วย โดยจะมีค่าสูงสุด ที่ร้อยละความชื้นของขี้เถ้าคือ 60 ที่ร้อยละความชื้นของขี้เถ้าสูง ๆ นี้การดูดซับของกรดฟลวิก และสารอาร์เซนิกกับถ่านกัมมันต์จะมีค่าเป็น 2 เท่า และ 5 เท่าของที่เปอร์เซ็นต์ความชื้นของขี้เถ้า ต่ำ ๆ โดยในถ่านกัมมันต์ทั้งสองแบบก็จะมีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน และเมื่อพิจารณาที่พื้นที่ผิวสูง ๆ จะพบว่า ไม่มีผลต่อการดูดซับของถ่านกัมมันต์กับสารละลายทั้งสองชนิดนี้

Narayanan et al. (1993) ได้ศึกษาถึงการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ถังปฏิกิริยาที่ไม่ใช้ออกซิเจนและมีการขยายความลึกของชั้นถ่านกัมมันต์ (Anaerobic - Expanded - Bed GAC) ซึ่งน้ำเสียที่ใช้จะเป็นน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีสารละลายหลักอยู่ 3 ตัว คือ อะซิเตด อะซิโตน และ เมทานอล ในปริมาณ 1563 755 และ 1111 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยจะมีการใส่สาร Semivolatile เพิ่มเข้าไปผสมรวมอีก 6 ตัว คือ Orthochlorophenol, Nitrobenzene, Napthalene, para - Nitrophenol, Lindane และ Dibutyl phthalate ในปริมาณ 100, 100, 30, 100, 10 และ 100 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยน้ำเสียสังเคราะห์ที่ได้นี้จะมีค่าซีโอดีเท่ากับ 5,000 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งจากการทดลองนี้จะพบว่า สาร Orthochlorophenol ถูกกำจัดออกไปได้ในช่วงร้อยละ 77 - 99 ส่วนสารอีก 5 ตัวที่เหลือถูกกำจัดออกไปได้ร้อยละ 100 เมื่อพิจารณาถึงกลไกในการกำจัดสารเหล่านี้ จะพบว่า มีเฉพาะสาร Napthalene เท่านั้น ที่ถูกกำจัดออกด้วยวิธีการดูดซับ ส่วนสารอีก 5 ตัวที่เหลือจะพบว่าในช่วงแรกสารจะถูกกำจัดโดยวิธีการย่อยสลายทางชีวภาพก่อนช่วงหนึ่ง แล้วจึงเกิดการดูดซับขึ้นในช่วงหลังของการทำงาน เมื่อพิจารณาถึงการกำจัดค่าซีโอดีก็พบว่า สามารถกำจัดได้มากกว่าร้อยละ 90 ตลอดการทดลอง

Streit et al. (1995) ได้ทำการทดลองหาความสามารถในการดูดซับของฟีนอลและพาราคลอโรฟีนอลกับถ่านกัมมันต์ โดยการทดลองนี้ได้ใช้ถ่านกัมมันต์ 2 ชนิด คือ ถ่านกัมมันต์ที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไป เช่น ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตมาจาก ถ่านหิน กะลามะพร้าว และไม้ กับถ่านกัมมันต์แบบใหม่ที่ผลิตมาจาก ฟางข้าว และ ขากรยงค์เก่า โดยได้ใช้ความเข้มข้นของสารฟีนอลและพาราคลอโรฟีนอลให้อยู่ในช่วง 0 - 6 มิลลิกรัม/ลิตร แล้วนำค่ามาวิเคราะห์ตามวิธีการของ Freundlich Adsorption Isotherm : q เท่ากับ kC^n จะพบว่า ค่า k และ n ของถ่านกัมมันต์แบบที่ผลิตมาจากฟางข้าวและกรยงค์ จะมีค่าใกล้เคียงกับถ่านกัมมันต์ที่มีอยู่ทั่วไป คือ สำหรับสารฟีนอลจะพบว่า ในถ่านกัมมันต์แบบถ่านหินลิกไนต์ และกะลามะพร้าวจะดูดซับฟีนอลได้ดีกว่า และมีค่า k ที่ใกล้เคียงกัน คือ 1.49 และ 1.21 ส่วนในถ่านกัมมันต์แบบฟางข้าว ขากรยงค์ และ ไม้ จะถูกดูดซับฟีนอลได้ต่ำกว่า 2 แบบแรก โดยมีค่า k เท่ากับ 1.03, 0.97 และ 0.77 ตามลำดับ สำหรับสารพาราคลอโรฟีนอล จะพบว่า ถ่านกัมมันต์แบบกะลามะพร้าว ถ่านและไม้ จะมีค่า k ที่ใกล้เคียงกัน คือ 1.5 - 2.0 แต่ในถ่านกัมมันต์แบบฟางข้าวและกรยงค์ จะมีความสามารถในการดูดซับฟีนอลได้ต่ำกว่า โดยจะมีค่า k เท่ากับ 1.0 - 1.3 เมื่อเปรียบเทียบเวลาในการดูดซับฟีนอลโดยการวัดที่ปริมาณฟีนอลจะลดลงไปครึ่งหนึ่ง และพบว่าในถ่านกัมมันต์ทุกตัวยกเว้นถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวจะมีค่าใกล้เคียงกันคือ 1.5 - 3.9 นาที แต่ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว จะมีค่าเท่ากับ 15 นาที ส่วนในการวัดพาราคลอโรฟีนอลก็จะพบว่าในถ่านกัมมันต์แบบกะลามะพร้าว ก็จะช้าที่สุด

คือ 18.5 นาที่ ในขณะที่ถ่านกัมมันต์แบบถ่าน และไม่มีค่าเท่ากับ 2.4 – 5 นาที่ ซึ่งจากการทดลองนี้กล่าวได้ว่า ถ่านกัมมันต์แบบที่ผลิตจากฟางข้าวและยางรถยนต์นี้ สามารถที่จะใช้ในการบำบัดน้ำเสียแทนที่ถ่านกัมมันต์แบบที่ผลิตจากถ่านหิน กะละมะพร้าวและไม้ เพราะมีความสามารถในการดูดติดผิวไม่แตกต่างกันมากนัก และ เมื่อเปรียบเทียบราคาแล้วจะพบว่ายังมีราคาที่ถูกลงอีกด้วย

จุไรรัตน์ (2540) ได้ทำการศึกษาสมบัติของถ่านกัมมันต์ โดยใช้ถ่านกัมมันต์ตัวอย่าง 4 ชนิด ชนิดที่ 1 เป็นชนิดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ ชนิดที่ 2 - 4 เป็นชนิดที่ผ่านการเคลือบด้วยสารประกอบเชิงซ้อนของโลหะหนัก โดยศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติการดูดติดผิวไอสารอินทรีย์ 2 ชนิด คือชนิดไม่มีขี้ได้แก่คาร์บอนเตตระคลอไรด์ และชนิดมีขี้ได้แก่ เอทิลอะซิเตต ในการทดลองได้ทำการออกแบบชุดทดลองเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นส่วนผลิตความดันไอของสารอินทรีย์ที่อิ่มตัว ส่วนที่สองเป็นชุดทดสอบที่ใช้ทดสอบการดูดติดผิวของถ่านกัมมันต์ผ่านไออิ่มตัวคาร์บอนเตตระคลอไรด์ร้อยละ 7, 10 และ 14 ไปบนถ่านกัมมันต์ตัวอย่างที่บรรจุอยู่ในชุดทดสอบ เปรียบเทียบสมบัติการดูดซับไอคาร์บอนเตตระคลอไรด์ที่ปริมาณไอน้ำทั้งสามค่ากับถ่านตัวอย่าง 4 ชนิด และเปรียบเทียบการดูดติดผิวของถ่านตัวอย่างชนิดที่ 3 และ 4 ต่อไอคาร์บอนเตตระคลอไรด์และเอทิลอะซิเตตที่ปริมาณไออิ่มตัวร้อยละ 10 ผลการศึกษาพบว่า ถ่านกัมมันต์ทั้ง 4 ชนิด สามารถดูดติดผิวไอคาร์บอนเตตระคลอไรด์ที่ปริมาณไอน้ำได้ดีกว่าที่ปริมาณไอสูง และเมื่อเปรียบเทียบถ่านทั้ง 4 ชนิด พบว่าถ่านชนิดที่ 1 ดูดติดผิวไอคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (ที่ปริมาณไอน้ำเท่ากัน) ได้ดีกว่าชนิดที่ 2, 3 และ 4 ผลการเปรียบเทียบการดูดติดผิวของ ถ่านกัมมันต์ชนิดที่ 3 และ 4 ต่อไอคาร์บอนเตตระคลอไรด์และเอทิลอะซิเตต พบว่า ถ่านกัมมันต์ทั้งสองชนิดดูดติดผิวไอเอทิลอะซิเตตได้ดีกว่าไอคาร์บอนเตตระคลอไรด์ ซึ่งผลการทดลองที่ได้ชี้ให้เห็นถึงสมบัติการดูดติดผิวของถ่านตัวอย่างต่อไอสารอินทรีย์ชนิดมีขี้และไม่มีขี้และสามารถเป็นข้อมูลในการพัฒนาการเคลือบสารประกอบเชิงซ้อนของโลหะหนักบนถ่านกัมมันต์เพื่อการประยุกต์ใช้พัฒนาเป็นอุปกรณ์ดูดติดผิวและป้องกันก๊าซพิษต่อไป

วิวรรณ (2539) ศึกษาการกำจัดสีและสารอินทรีย์จากอุตสาหกรรมสิ่งทอและฟอกย้อมหลังการตกตะกอนและทางชีววิทยา ที่บำบัดไม่หมดโดยใช้ถังกรองดูดซับที่มีถ่านกัมมันต์ชนิดเกล็ดและขี้เลื่อยเป็นสารดูดซับ การทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่หนึ่งเป็นการศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดสีจากสารละลายสีสังเคราะห์ 4 ชนิด ที่เตรียมจากสีย้อม 4 ประเภท คือ สีแอซิด สีเบสิก สีรีแอคทีฟ และสีไคเร็กซ์ และส่วนที่สองเป็นการศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดสีและประสิทธิภาพในการลดค่าซีไอดี ผลการทดลองกับสารละลายสีสังเคราะห์พบว่าสีที่ถูกดูดซับ

ด้วยถ่านกัมมันต์ได้ดีที่สุดคือสีเบสิก รองลงมาคือ สีไคเร็กซ์ สีรีแอคทีฟ และสีแอซิด ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการดูดซับสีรีแอคทีฟและสีไคเร็กซ์ระหว่างถ่านกัมมันต์และ จีเลื่อยที่มีความสูงเท่ากัน พบว่า ประสิทธิภาพการดูดซับสีของถ่านกัมมันต์จะดีกว่าจีเลื่อย ส่วน ประสิทธิภาพการดูดซับสีเบสิกระหว่างถ่านกัมมันต์และจีเลื่อย ที่มีความสูงเท่ากันจะมีค่าใกล้เคียง กัน ประสิทธิภาพการดูดซับสีแอซิดระหว่างถ่านกัมมันต์และจีเลื่อยที่มีความสูงเท่ากัน พบว่า ประสิทธิภาพการดูดซับของถ่านกัมมันต์จะต่ำกว่าจีเลื่อย ผลการทดลองกับน้ำเสียจากโรงงานฟอก ย้อมสิ่งทอ พบว่าประสิทธิภาพในการดูดซับสีจะแตกต่างไปตามชนิดและปริมาณของสีย้อมและ องค์ประกอบต่าง ๆ ในน้ำเสียแต่ละตัวอย่าง และถ่านกัมมันต์จะให้ประสิทธิภาพในการดูดซับและ ซีโอติ ใกล้เคียงกับจีเลื่อย แต่เมื่อเทียบค่าการดูดซับสีและซีโอติค่อนน้ำหนักแล้ว พบว่า จีเลื่อยจะมี ค่าสูงกว่าถ่านกัมมันต์ประมาณ 1.55 – 2.89 เท่าและ 1.39 – 2.44 เท่าตามลำดับ และยังมีราคาถูกกว่า มาก

อย่างไรก็ตามตัวจีเลื่อยจะก่อให้เกิดปัญหาในขณะการบำบัดด้วย เนื่องจากน้ำเสียจะชะ เอาสีจากจีเลื่อยออกมาด้วย ดังนั้น ในการนำจีเลื่อยมาใช้ในงานจริงจึงควรจะมีการปรับปรุงคุณภาพ จีเลื่อยมาใช้งาน เมื่อเปรียบเทียบผลการบำบัดสีจากสารละลายสีสังเคราะห์ พบว่าจะได้ผลดีกว่าการ บำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอค่อนข้างมาก เนื่องจากสารละลายสีสังเคราะห์เป็นสีเดียว ส่วนน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอเป็นสีผสมหลายชนิดซึ่งมีองค์ประกอบและปริมาณแตกต่างกันไป

อริศรา (2539) ได้ทำการศึกษาการกำจัดสีจากน้ำเสียโดยวิธีที่แตกต่างกัน 3 วิธี คือ

1. การกำจัดสีโดยการตกตะกอนด้วยสารส้ม
2. การกำจัดสีโดยสารดูดซับ
3. การกำจัดสีโดย สารส้มร่วมกับสารดูดซับ

สารดูดซับที่ใช้ในการทดลองได้แก่ ถ่านกัมมันต์ชนิดเกล็ด และจีเลื่อยอบ แบ่งการศึกษาเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการศึกษาการกำจัดสีสังเคราะห์โดยสีที่ใช้เป็นสีละลายน้ำ ได้ 4 ประเภท คือ สีแอซิด (Telon Blue, Nylosan Blue) สีไคเร็กซ์ (Sirius Supra Blue , Indosal Blue) สีรีแอคทีฟ (Prim Blue, Levafix Navy Blue) สีเบสิก (Maxilon Blue, Maxilon Red) โดยสี แอซิด สีไคเร็กซ์และสีรีแอคทีฟ มีประจุลบ ส่วนสีเบสิกมีประจุบวก พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดสี โดยสารส้ม สามารถกำจัดสีในกลุ่มประจุลบ ได้มากกว่าร้อยละ 80 ยกเว้นสีเบสิกชนิด Levafix Navy Blue ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดเพียงร้อยละ 11 เมื่อมีการใช้สารลดสีชนิด Colfloc RD ร่วมกับสารส้มสามารถกำจัดสี Levafix Navy Blue ได้เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 88 ส่วนสารส้มกำจัดสี ประจุบวกคือสีเบสิกได้น้อยมาก การกำจัดสีโดยใช้ถ่านเป็นสารดูดซับพบว่าสามารถดูดซับสีใน กลุ่มประจุบวกได้ดีกว่าประจุลบ ในขณะที่การกำจัดสีโดยใช้จีเลื่อย สามารถกำจัดสีได้ทุกชนิด

การกำจัดสีโดยใช้สารส้มร่วมกับจีเถ้าลอยพบว่า สามารถกำจัดสีได้เพิ่มขึ้นจากการใช้สารส้มในสี Nylosan Blue และสีเบสิกทั้ง 2 ชนิด ส่วนที่สองเป็นการกำจัดสีจากโรงงานฟอกย้อมพบว่า การกำจัดสีโดยสารส้มมีประสิทธิภาพร้อยละ 67.7 – 72.8 ลคซีโอดี ได้ร้อยละ 56 – 65.1 มีค่าใช้จ่าย 5 – 7.50 บาท / ลูกบาศก์เมตร เมื่อนำสารลดสีประเภท Colfloc RD มาใช้ร่วมกับสารส้มพบว่าสามารถกำจัดสีได้ ร้อยละ 86 – 93 ลคซีโอดีได้ร้อยละ 65 – 74 มีค่าใช้จ่าย 6.50 – 9.50 บาท/ ลูกบาศก์เมตร ส่วนการกำจัดสีโดยวิธีอื่น ๆ เช่น การใช้ถ่าน การใช้สารส้มร่วมกับถ่าน พบว่ามีค่าใช้จ่ายสูงเมื่อเทียบกับประสิทธิภาพ ส่วนการใช้จีเถ้าลอยซึ่งเป็นของเสียจากการเผาไหม้ สามารถกำจัดสีได้มากกว่าการใช้สารส้มร่วมกับจีเถ้าลอย

อริชัย (2539) ได้ศึกษาการใช้ถ่านกัมมันต์ในการดูดซับสีฟลูออโรแอนทราควีนอนจากน้ำชะมูลฝอยที่ผ่านบ่อเก็บกัก การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นถึงความสามารถของถ่านกัมมันต์ในการกำจัดปรอทและโครเมียมออกจากน้ำเสีย การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ การทดลองแบบแบทช์ (Batch) เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ การดูดซับสีฟลูออโรแอนทราควีนอนโดยมีปัจจัยที่จะทำการศึกษาคือ ค่าความเป็นกรด - ด่าง เวลาสัมผัส และความเข้มข้นของโลหะหนัก และเพื่อที่จะหาขีดความสามารถของถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในการทดลอง คือ ถ่านกัมมันต์ A, B และ C จะทำการทดสอบไอโซเทอมของถ่านกัมมันต์ทั้ง 3 ชนิด ตอนที่สองจะเป็นการทดลองแบบต่อเนื่องในถังดูดซับสีฟลูออโรแอนทราควีนอนที่ใช้ในการทดลอง มี 2 ชนิด คือ น้ำเสียสังเคราะห์ และน้ำชะมูลฝอยจากหลุมฝังกลบอ่อนนุชที่ผ่านบ่อเฟลลเททิฟ วิธีวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักจะใช้วิธีการวัดด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์แบบเปลวเพลิง ผลการทดลองแบบแบทช์พบว่าที่ค่าความเป็นกรด - ด่าง มีค่า 2 – 4 เป็นช่วงค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่กำจัดโครเมียมและปรอทจากน้ำเสียทั้ง 2 ชนิดได้ดีที่สุด คือ ในน้ำเสียสังเคราะห์ การกำจัดโครเมียมมีค่าประมาณ 12, 64 และ 39% และปรอทมีค่าประมาณ 66, 61 และ 55% สำหรับถ่านกัมมันต์ A, B และ C ตามลำดับ

ส่วนในน้ำชะมูลฝอยการกำจัดโครเมียมมีค่าประมาณ 86, 78 และ 62 % และปรอทมีค่าประมาณ 88, 83 และ 67% สำหรับถ่านกัมมันต์ A, B และ C ตามลำดับ เมื่อความเข้มข้นของปรอทและโครเมียมเท่ากับ 5.0 มก/ล ผลของเวลาสัมผัส พบว่า การดูดซับสีฟลูออโรแอนทราควีนอนจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (50%) ภายในเวลาสัมผัสเท่ากับ 5 นาที และเมื่อความเข้มข้นของโลหะหนักเพิ่มขึ้นความสามารถในการกำจัดโครเมียมและปรอทจะลดลง สภาวะที่เหมาะสมต่อการดูดซับสีฟลูออโรแอนทราควีนอนทั้ง 2 ชนิด คือ ค่าความเป็นกรด - ด่าง เท่ากับ 4 เวลาสัมผัสเท่ากับ 15 นาที สำหรับน้ำเสียสังเคราะห์และสำหรับน้ำชะมูลฝอยคือ ค่าความเป็นกรด - ด่าง เดิมของน้ำชะมูลฝอยซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 7 – 8 เวลาสัมผัส 15 นาที จากการทดลองพบว่า ถ่านกัมมันต์นอกจากจะกำจัดโลหะหนัก

ยังกำจัดซีโอดีและสีจากน้ำชะมูลฝอยได้อีกด้วย จากการทดสอบไอโซเทอมการดูดติดผิวแบบ ฟรุนดลิช (Freundlich) พบว่าถ่านกัมมันต์ A มีขีดความสามารถในการกำจัดโครเมียมและปรอทจาก น้ำเสียทั้ง 2 ชนิดได้ดีที่สุด ในการทดลองแบบต่อเนื่อง พบว่า การกำจัดโลหะหนักในน้ำชะมูลฝอย มีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้น้ำเสียสังเคราะห์ เมื่อปริมาตรน้ำที่ผ่านการบำบัดเท่ากันโดยมี ประสิทธิภาพรวมประมาณ 90% และ 70% สำหรับการกำจัดโลหะหนักจากน้ำชะมูลฝอยและ น้ำเสียสังเคราะห์ แต่การกำจัดโลหะหนักจากน้ำชะมูลฝอยจะมีปัญหาเรื่องการอุดตันของชั้นถ่าน กัมมันต์ เนื่องจากปริมาณของสารแขวนลอยที่มีอยู่มากในน้ำชะมูลฝอย

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีวิจัย

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินการศึกษาการทำน้ำสะอาดจากน้ำท่วมโดยกระบวนการกรองดูดติดผิวที่มีถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ชนิดผง และถั่วแกลบเป็นตัวกลางในครั้งนี้ เป็นการทดลองทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและในระดับสภาพทำงานจริง โดยใช้ห้องปฏิบัติการภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เป็นห้องทดลองและเก็บข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดของอุปกรณ์และเครื่องมือดังต่อไปนี้

1. น้ำตัวอย่าง ได้แก่ น้ำแม่น้ำปิงบริเวณตำบลสันผีเสื้อ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ เดือนมกราคม 2546 และในฤดูน้ำหลากเดือนกันยายน 2546 น้ำจากฝายแม่แฝก ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ เดือนกันยายน 2546 และน้ำท่วมจากตำบลยางซ้าย อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย เดือนกันยายน 2546

2. ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดที่ทำจากกะลามะพร้าว จำนวน 20 กิโลกรัม
3. ถ่านกัมมันต์ชนิดผงละเอียดที่ทำจากกะลามะพร้าว จำนวน 20 กิโลกรัม
4. ถั่วแกลบที่ทำจากเปลือกข้าว จำนวน 20 กิโลกรัม
5. ถังเก็บน้ำเข้าและถังเก็บน้ำออก ปริมาตร 40 ลิตร จำนวน 4 ใบ
6. ถังเก็บน้ำเข้าและถังเก็บน้ำออก ปริมาตร 65 ลิตร จำนวน 2 ใบ
7. ถังเก็บน้ำเข้าและถังเก็บน้ำออก ปริมาตร 120 ลิตร จำนวน 2 ใบ
8. ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้วและ 3 นิ้ว ยาว 30 เซนติเมตร
9. ก๊อกน้ำขนาด 0.5 นิ้ว จำนวน 9 อัน
10. ข้อต่อพีวีซีขนาด 0.5 นิ้ว จำนวน 9 อัน
11. ท่อลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว จำนวน 9 อัน
12. เหล็กฉากทำชั้นยาวอันละ 50 เซนติเมตร จำนวน 30 อัน
13. ผ้าขาวบาง
14. เครื่องวัดค่าสภาพการนำไฟฟ้า รุ่น Chemtrix Type 70
15. เครื่องวัดความขุ่น รุ่น 6035 Turbidimeter ยี่ห้อ Jenway

16. เครื่องวัดค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด รุ่น HI 9812 ยี่ห้อ Hanna instruments
17. เครื่องวัดความเป็นกรด – ด่าง รุ่น Chemtrix Type 70
18. เครื่องมือและอุปกรณ์วิเคราะห์ค่าของแข็งแขวนลอย

วิธีการดำเนินงาน

ในการศึกษาการทำน้ำสะอาดจากน้ำตัวอย่าง มีรายละเอียดของวิธีการทดลองต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

การเตรียมน้ำตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

น้ำตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ได้แก่ น้ำจากน้ำแม่ปิงบริเวณตำบลสันผีเสื้อ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ในฤดูน้ำหลากเดือนมกราคม 2546 และเดือนกันยายน 2546 น้ำจากฝายแม่แฝก ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ เดือนกันยายน 2546 และน้ำท่วมจากตำบลยางซ้าย อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัยเดือนกันยายน 2546 คุณสมบัติของน้ำตัวอย่างแสดงในตาราง 6 โดยในการเตรียมน้ำตัวอย่างสำหรับการทดลอง ทำการกำจัดของแข็งแขวนลอยในน้ำตัวอย่างเป็นการเบื้องต้น ด้วยการทิ้งให้ตกตะกอนเป็นเวลา 24 ชั่วโมงทุกตัวอย่าง

ตาราง 6 คุณสมบัติของน้ำตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ดัชนีคุณภาพน้ำ	สถานที่		
	น้ำแม่ปิง	น้ำฝายแม่แฝก	น้ำท่าวมสุโขทัย
ทางกายภาพ			
สี	น้ำตาลแดง	น้ำตาลแดง	น้ำตาลแดง
ความขุ่น	66.7 เอ็นทียู	75.30 เอ็นทียู	72.45 เอ็นทียู
สภาพการนำไฟฟ้า	230 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร	290 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร	280 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร
ทางเคมี			
ค่าความเป็นกรด - ด่าง	7.6	7.4	7.3
ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	130 พีพีเอ็ม	140 พีพีเอ็ม	140 พีพีเอ็ม
ค่าของแข็งแขวนลอย	160 มิลลิกรัมต่อลิตร	190 มิลลิกรัมต่อลิตร	210 มิลลิกรัมต่อลิตร
ทางชีววิทยา			
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	210 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิตร	200 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิตร	280 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิตร

ถ่านกัมมันต์ที่นำมาศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้จะใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดและชนิดผงที่ผลิตจากถ่านกะลามะพร้าวจากบริษัท อุดสาหกรรมพรหมเทส จำกัด จังหวัดลำพูน และเจ้าแหล่งที่ขายตามท้องตลาดในจังหวัดลำพูน ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ที่ทำจากกะลามะพร้าว มีขนาดเฉลี่ย 8 x 16 Mesh หรือ 2.36 x 1.18 มิลลิเมตร มีสีเทา รูปร่างเหลี่ยมแบนและเปราะ มีความหนาแน่นปรากฏเท่ากับ 0.36 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ดังแสดงในภาพ 3

2. ถ่านกัมมันต์ชนิดผงที่ทำจากกะลามะพร้าว มีขนาดเล็กละเอียด สีเทาดำ และมีค่าความหนาแน่นปรากฏเท่ากับ 0.2 - 0.75 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ดังแสดงในภาพ 4

3. เถ้าแกลบที่ทำจากเปลือกข้าว มีขนาดเล็กละเอียด สีดำ มีค่าความหนาแน่นปรากฏเท่ากับ 0.28 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ดังแสดงในภาพ 5



(ก)



(ข)

ภาพ 3 (ก) ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด (ข) ภาพขยายถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด

ภาพ 4 ถ่านกัมมันต์ชนิดผง

ภาพ 5 ถ่านกัมมันต์ชนิดผง

การวางแผนการทดลอง

การทดลองแบ่งออกเป็น 3 การทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 การศึกษาความสามารถในการกรองดูดติดผิวทำความสะอาดน้ำตัวอย่างของถ่านกัมมันต์แต่ละชนิด

เป็นการทดลองเพื่อศึกษาถึงค่าความสามารถในการกรองดูดติดผิวทำความสะอาดน้ำตัวอย่างของถ่านกัมมันต์แต่ละชนิดในระดับห้องปฏิบัติการ มีแผนการทดลองดังแสดงในตาราง 7 โดยใช้ถึงปฏิกิริยาแบบจำลองดังแสดงในภาพ 6 ใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดและชนิดผงที่ผลิตจากถ่านกะลามะพร้าว และถ้ากลายเป็นวัสดุดูดติดผิว การทดลองทำโดยการปล่อยให้น้ำไหลจากถังที่อยู่สูงลงสู่ที่ต่ำ มีควบคุมการปิดเปิดการไหลของน้ำด้วยวาล์วน้ำให้มีอัตราการไหลที่เหมาะสมกับการใช้งานจริงดังนี้

การทดลองที่ 1.1 ใช้อัตราการไหล 0.12 ลิตร/นาท

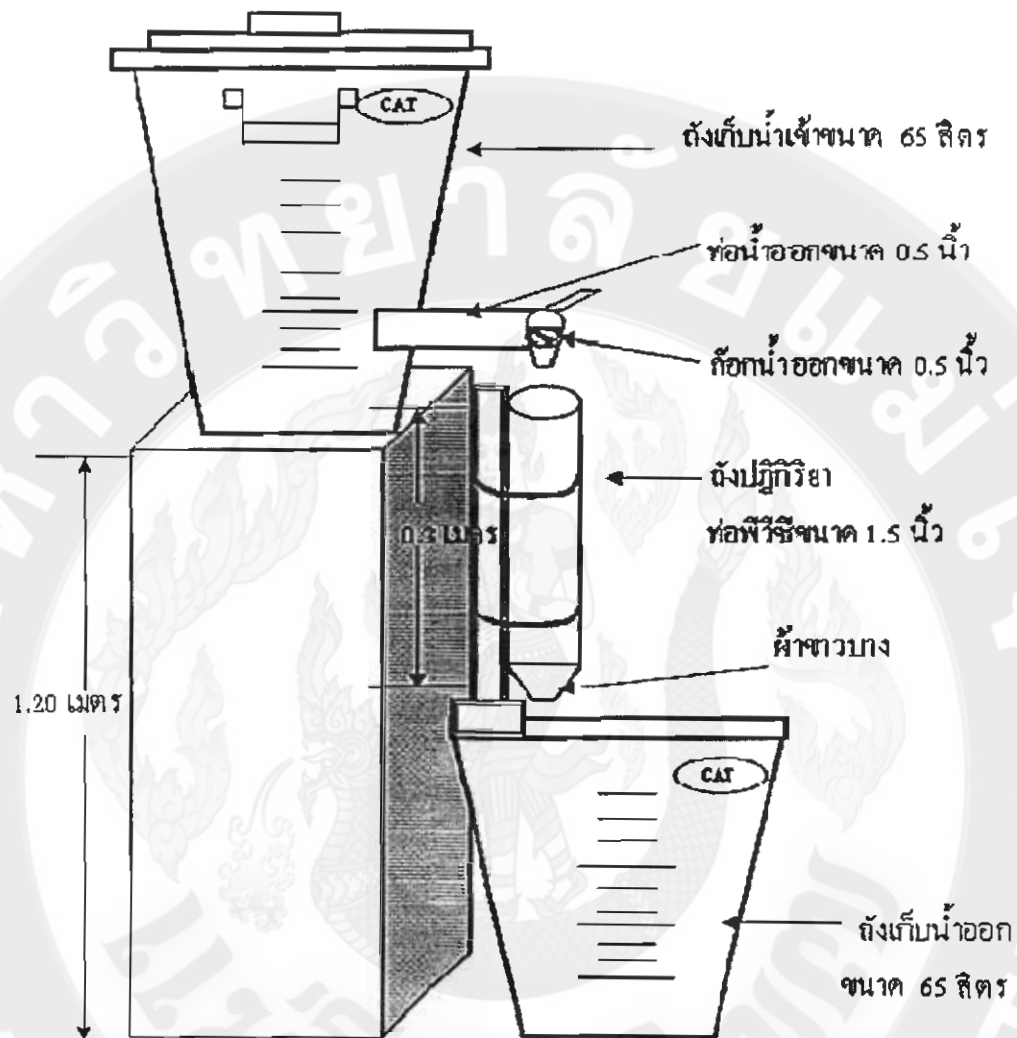
การทดลองที่ 1.2 ใช้อัตราการไหล 0.025 ลิตร/นาท

การทดลองที่ 1.3 ใช้อัตราการไหล 0.025 ลิตร/นาท

กำหนดความลึกของชั้นตัวกลาง 20 เซนติเมตรเท่ากัน ซึ่งเป็นความลึกที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งานจริง จนกระทั่งน้ำที่ออกจากระบบถึงจุดหมดสภาพ ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง และตัวกลางที่ใช้ทำการทดลองไปแล้ว จะทิ้งโดยไม่มีการฟื้นคืนสภาพ แต่ละการทดลองทำ 3 ชั่วโมง ละเอียดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์ ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 7 แผนการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 1	ชนิดของตัวกลาง	ความลึกของชั้นตัวกลาง (เซนติเมตร)
1.1	ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด	20
1.2	ถ่านกัมมันต์ชนิดผง	20
1.3	ถ่านกัมมันต์	20



ภาพ 6 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา



ภาพ 7 ภาพถ่ายแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

การทดลองที่ 2 การศึกษาความสามารถในการกรองดูดติดผิวทำความสะอาดน้ำตัวอย่างโดยการ ทำงานร่วมกันของตัวกลาง

เป็นการศึกษาความสามารถในการกรองดูดติดผิวทำความสะอาดน้ำตัวอย่างโดยการ
ทำงานร่วมกันของตัวกลางในระดับห้องปฏิบัติการ ดังแสดงแผนการทดลองในตารางที่ 8 ซึ่งการ
ทดลองทำโดยการปล่อยให้น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ควบคุมการปิดเปิดการไหลของน้ำด้วยวาล์ว
น้ำให้มีอัตราการไหลที่เหมาะสมกับการใช้งานจริงดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 2.1 ใช้อัตราการไหล 0.025 ลิตร/นาที

การทดลองที่ 2.2 ใช้อัตราการไหล 0.025 ลิตร/นาที

การทดลองที่ 2.3 ใช้อัตราการไหล 0.05 ลิตร/นาที

กำหนดความลึกแต่ละของชั้นตัวกลางที่ 20 เซนติเมตรเท่ากัน ซึ่งเป็นความลึกที่
เหมาะสมกับการนำไปใช้งานจริง จนกระทั่งน้ำที่ออกจากระบบถึงจุดหมดสภาพ การทดลอง
ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง และตัวกลางที่ใช้ทำการทดลองไปแล้ว จะทิ้งโดยไม่มีการฟื้นคืน
สภาพ แต่ละการทดลองทำ 3 ซ้ำ รายละเอียดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์ ดัง
แสดงในตาราง 10

ตาราง 8 แผนการทดลองที่ 2

การทดลองที่	ชนิดของตัวกลาง	ความลึกของชั้น ตัวกลาง (เซนติเมตร)	รวมความลึก (เซนติเมตร)
2			
2.1	เถ้าแกลบ ถ่านกัมมันต์ชนิดผง ชนิดเม็ด	20	60
2.2	ถ่านกัมมันต์ชนิดผง ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด	20	40
2.3	เถ้าแกลบ ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด	20	40

หมายเหตุ: เรียงลำดับการจัดวางสารตัวกลางจากสูงไปหาต่ำ

การทดลองที่ 3 การศึกษาความสามารถในการกรองดูดซับฟิโวลีนทำความสะอาดน้ำตัวอย่างในสภาพการนำไปใช้งานจริง

จากการทดลองที่ 1 และ การทดลองที่ 2 นำผลการทดลองมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาถึงสภาพการนำไปใช้งานจริงในสภาวะน้ำท่วม โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนการศึกษาดังต่อไปนี้

1) ออกแบบเครื่องกรองน้ำท่วมต้นแบบที่มีการทำงานร่วมกันของชั้นถ่านกัมมันต์ตามผลการทดลองที่ 1 และ 2

2) การทดลองเพื่อศึกษาถึงความสามารถในการกรองดูดซับฟิโวลีนน้ำท่วมของเครื่องกรองน้ำต้นแบบในสภาพการนำไปใช้งานจริง ทำการควบคุมการปิดเปิดการไหลของน้ำด้วยวาล์วน้ำให้มีอัตราการไหลที่เหมาะสมกับการใช้งานจริงดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 3.1 ใช้อัตราการไหล 0.10 ลิตร/นาที

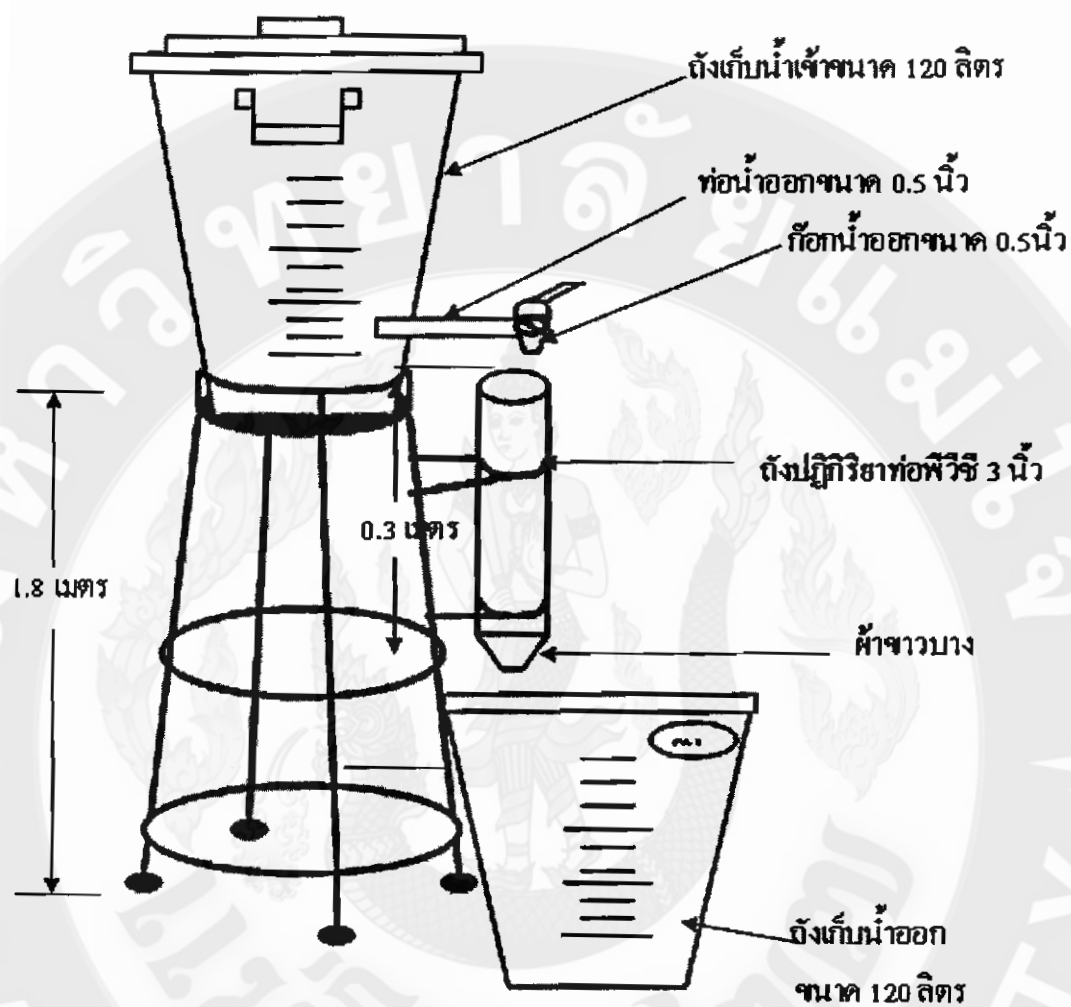
การทดลองที่ 3.2 ใช้อัตราการไหล 0.15 ลิตร/นาที

ซึ่งจากขั้นตอนการศึกษาดังที่กล่าว เขียนเป็นแผนการทดลอง ได้ดังตาราง 9 โดยที่รายละเอียดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำกรวิเคราะห์ ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 9 แผนการทดลองที่ 3

การทดลองที่ 3	ชนิดของตัวกลาง	ความลึกของชั้นตัวกลาง (เซนติเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ (นิ้ว)
3.1	ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด	20	3
3.2	ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด	20	3

หมายเหตุ: เรียงลำดับการจัดวางสารตัวกลางจากสูงไปหาล่าง



ภาพ 8 แบบจำลองเครื่องกรองน้ำท่วมคันแบบ



ภาพ 9 แสดงเครื่องกรองน้ำท่วมต้นแบบ

การเก็บข้อมูล

รายละเอียดของจุดเก็บน้ำตัวอย่าง ความถี่ในการเก็บตัวอย่างน้ำ คำนวณคุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง ดังแสดงไว้ในตาราง 10 โดยมีรายละเอียดของความถี่ในการเก็บตัวอย่างน้ำตัวอย่าง ดังนี้

1. เก็บตัวอย่างน้ำก่อนตกตะกอนและภายหลังที่ทิ้งให้ตกตะกอนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
2. เก็บตัวอย่างน้ำขณะที่ทำการทดลองที่เวลา 5, 10, 20, 30 นาที และ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 24, 30, 36, 42, 48, 60, 72, 84, 96, 108, 120, 144, 168 ชั่วโมง ที่วาล์วน้ำออก

ตาราง 10 รายละเอียดของจุดเก็บน้ำตัวอย่าง คำนวณคุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์น้ำตัวอย่างของการทดลองแบบต่อเนื่อง

การทดลอง	จุดเก็บน้ำตัวอย่าง	พารามิเตอร์	อุปกรณ์
การทดลองที่ 1, 2 และ 3	1. ที่วาล์วน้ำเข้า	ปริมาตรน้ำสะสม	บีกเกอร์, กระจกตวง
	2. ที่วาล์วน้ำออก	ของแข็งแขวนลอย	อุปกรณ์วัดค่าของแข็งแขวนลอย
		ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	เครื่องวัดของแข็งละลายน้ำทั้งหมด รุ่น HI 9812 ซีห้อ HANNA
		สภาพการนำไฟฟ้า	เครื่องวัดสภาพการนำไฟฟ้า รุ่น Chemtrix type 70
		ความขุ่น	รุ่น 6035 Turbidimeter ซีห้อ Jenway
		ความเป็นกรด – ค่า	เครื่องวัดความเป็นกรด – ค่า รุ่น Chemtrix type 70
		โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	ตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรียโดยวิธี เอ็มพีเอ็น

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

จากการศึกษาการทำน้ำสะอาดจากน้ำตัวอย่างโดยกระบวนการกรองดูดติดผิวผ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ชนิดผง ที่ผลิตจากถ่านกะลามะพร้าวของบริษัท อุตสาหกรรมพรหมเทส จำกัด จังหวัดลำพูน และเจ้าแกลบ ที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป โดยใช้ตัวอย่างจากแม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลาก และน้ำจากฝายแม่แฝก รวมทั้งน้ำท่วมที่เก็บจากหมู่บ้านวังโพธิ์ หมู่ 5 ตำบลยางซ้าย อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย การศึกษาคำเนินการในช่วงเดือนกรกฎาคม 2545 จนถึงเดือนกันยายน 2546 สามารถแยกแยะแสดงผลการศึกษาและการวิจารณ์ผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้

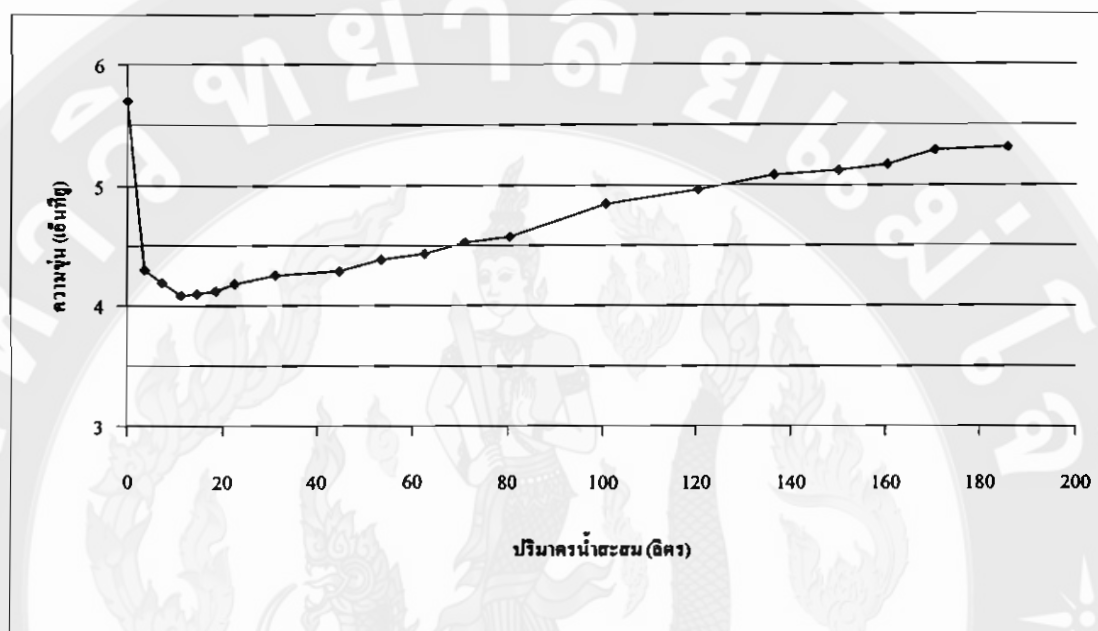
ความสามารถในการกรองความขุ่นของตัวกลาง

ความสามารถในการกรองความขุ่น การทดลองที่ 1

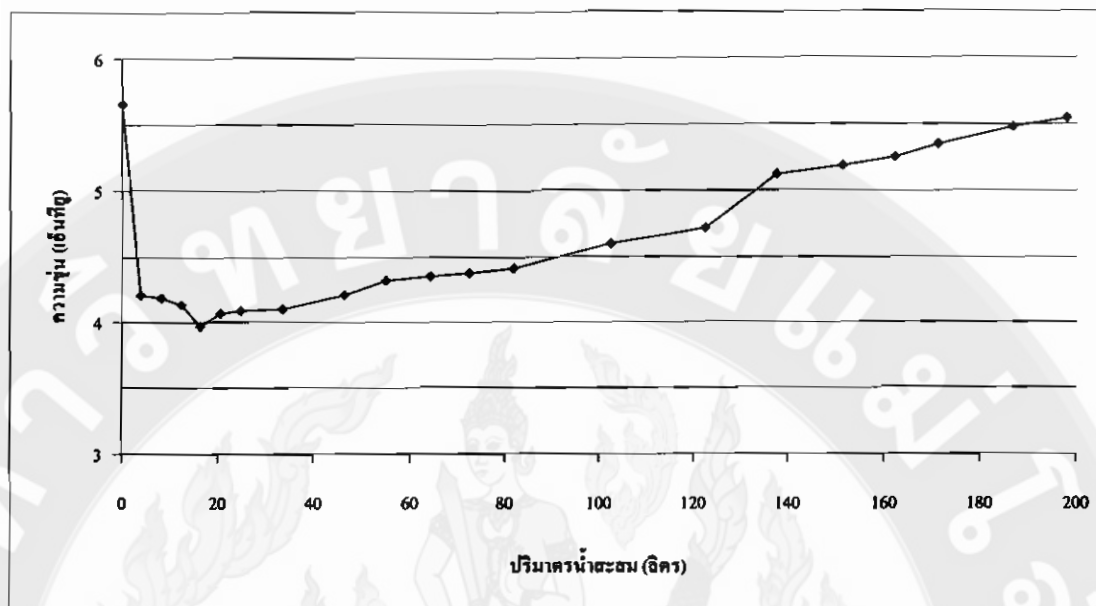
การทดลองที่ 1.1

การทดลองโดยใช้ตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำตัวอย่าง บรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูง 20 เซนติเมตร การทดลองทำ 3 จำวน้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากแม่น้ำปิงเดือนมกราคม 2546 ค่าความขุ่นของน้ำมีค่า 17.73, 17.53 และ 17.98 เอ็นทียู สำหรับจำวนที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ และเมื่อนำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง ค่าความขุ่นของน้ำเข้ามีค่า 5.70, 5.65 และ 5.72 เอ็นทียู สำหรับจำวนที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ทำการวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง ค่าสภาพการนำไฟฟ้า ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และค่าความขุ่น จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก1 – ก3 และภาพ 10, 11 และ 12 พบว่าค่าความขุ่นในน้ำออกมีค่าลดลงเมื่อผ่านการกรองและจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อถึงจุดหมดสภาพกลไกในการลดความขุ่นมาจากกระบวนการกรอง (Filtration) โดยถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดทำหน้าที่เป็นสารตัวกรอง กรองแยกอนุภาคแขวนลอยในน้ำตัวอย่างที่เป็นสาเหตุของความขุ่นออกจากน้ำตัวอย่าง เมื่อพิจารณาความขุ่นของน้ำที่เหมาะสมที่จะนำมาอุปโภค บริโภคตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค ซึ่งกำหนดให้มีค่าความขุ่น 5 เอ็นทียู (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521) พบว่า ระบบสามารถกรองน้ำได้ปริมาณน้ำสะสม 120.26, 122.40

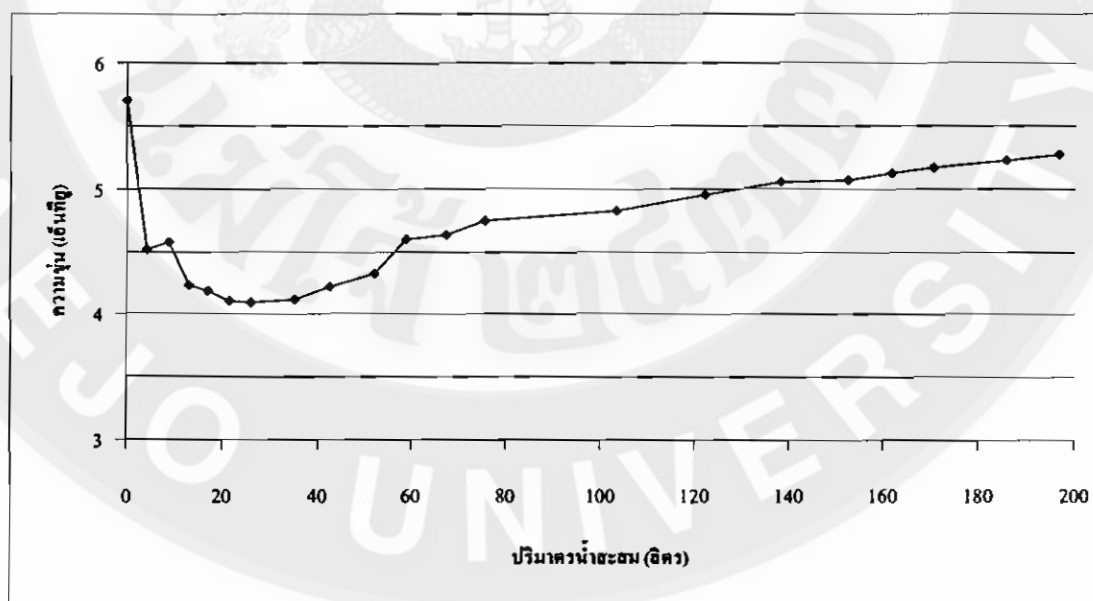
และ 122.32 ลิตร โดยใช้เวลา 24 ชั่วโมง สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ มีอัตราการกรองน้ำเฉลี่ย 0.12 ลิตร/นาที



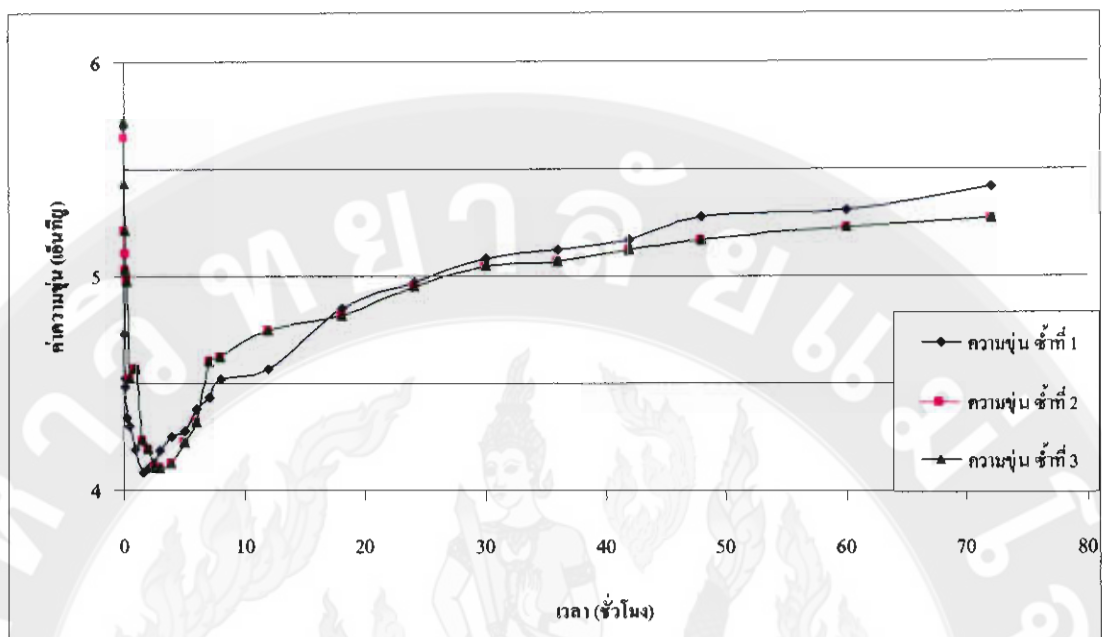
ภาพ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสูงของน้ำออกกับปริมาตรน้ำสะสม การทดลองที่ 1.1
ซ้ำที่ 1



ภาพ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดันของน้ำออกกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.1
ซ้ำที่ 2



ภาพ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดันของน้ำออกกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.1
ซ้ำที่ 3



ภาพ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสูงของน้ำออกกับเวลา การทดลองที่ 1.1 ชั้นที่ 1-3



ภาพ 14 น้ำตัวอย่างของการทดลองที่ 1.1 ชั้นที่ 1

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดันของน้ำออกกับเวลา ดังภาพ 13 พบว่า ในช่วงแรกน้ำตัวอย่างไม่ได้ผ่านการกรอง จะมีค่าความดันสูงและเมื่อน้ำตัวอย่างผ่านการกรองจะมีค่าความดันค่อย ๆ ลดลง จนถึงเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง ค่าความดันจะมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงค่าความดันมาตรฐานน้ำดื่มกำหนดคือ 5 เอ็นทียู และการกรองมีค่าความดันต่ำที่สุดมีค่าเฉลี่ย 4.08 เอ็นทียู ที่เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง

การทดลองที่ 1.2

จากการทดลองโดยใช้ตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดผงกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูง 20 เซนติเมตร การทดลองทำ 3 ซ้ำ น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากแม่น้ำปิงในเดือนมกราคม 2546 มีค่าความดัน 17.45, 17.58 และ 16.87 เอ็นทียู สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ นำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง ค่าความดันของน้ำเข้ามีค่า 6.48, 6.53 และ 6.24 เอ็นทียู สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ พบว่า ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างความดันในน้ำที่ผ่านการกรองกับปริมาณน้ำสะสมได้ เนื่องจากน้ำที่ผ่านการกรองจะมีสีคล้ายเหมือนสีของผงถ่าน มีค่าความดันสูงกว่าน้ำเข้า ซึ่งมีสาเหตุมาจากขนาดของถ่านกัมมันต์ชนิดผงมีลักษณะเล็กและละเอียดมาก เมื่อนำมากรองน้ำ ถ่านจึงไหลผ่านผ้าขาวบางปนออกมากับน้ำออกด้วย และใช้เวลานานมากในการกรองน้ำตัวอย่าง จึงสรุปได้ว่า ไม่สามารถใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดผงเป็นตัวกลางในการกรองน้ำได้ ภาพ 15 แสดงน้ำที่ผ่านถ่านกัมมันต์ชนิดผง สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

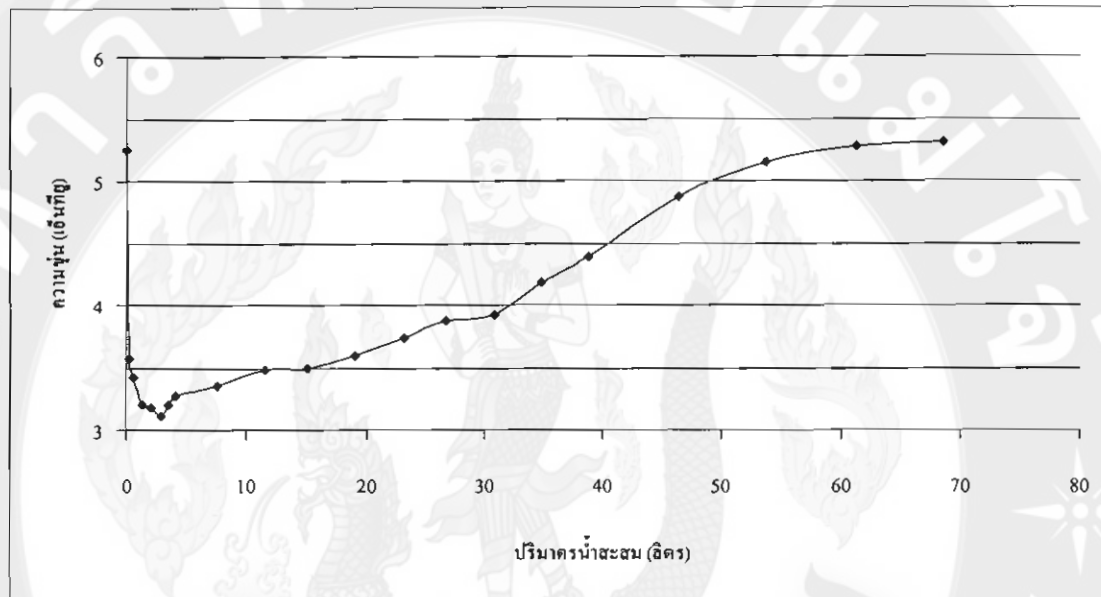


ภาพ 15 น้ำที่ผ่านการกรองด้วยถ่านกัมมันต์ชนิดผง การทดลองที่ 1.2 ซ้ำที่ 1 – 3

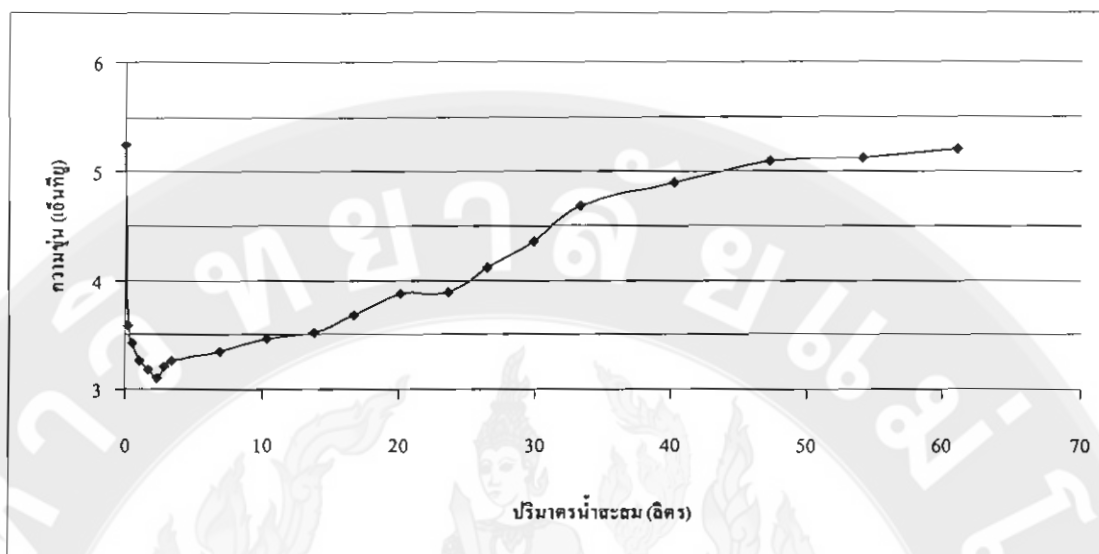
การทดลองที่ 1.3

การทดลองนี้เป็นการทดลองโดยใช้ตัวกลางเป็นถั่วแกลบกรองน้ำตัวอย่าง บรรจุ ตัวกลางภายในถังปฏิกิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูง 20 เซนติเมตร การทดลองทำ 3 ซ้ำ ค่าความหนืดของน้ำมีค่า 14.87, 14.98 และ 14.91 เอนทิยู สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ นำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง ค่าความหนืดของน้ำเข้ามีค่า 5.25, 5.24 และ 5.45 เอนทิยู สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ทำการวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง ค่าสภาพการนำไฟฟ้า ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และค่าความหนืด จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก4 – ก6 และภาพ 16, 17 และ 18 พบว่า ค่าความหนืดในน้ำออกมีค่าลดลงเมื่อผ่านการกรองและจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อถึงจุดหมดสภาพ เมื่อพิจารณาค่าความหนืดของน้ำที่เหมาะสมที่จะนำมาอุปโภค บริโภคตามมาตรฐาน คุณภาพน้ำดื่มซึ่งกำหนดให้มีค่าความหนืด 5 เอนทิยู พบว่า ระบบสามารถกรองน้ำได้ปริมาณน้ำ สะสม 46.41, 40.24 และ 41.76 ลิตร โดยใช้เวลา 60 ชั่วโมง สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ คิด เป็นอัตราการกรองเฉลี่ย 0.025 ลิตร/นาที่ ซึ่งปริมาณน้ำสะสมที่กรองได้มีค่าน้อยกว่าการกรองด้วย ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดในการทดลองที่ 1.1 ทุกกรณี สาเหตุที่ตัวกลางเป็นถั่วแกลบใช้เวลาในการ

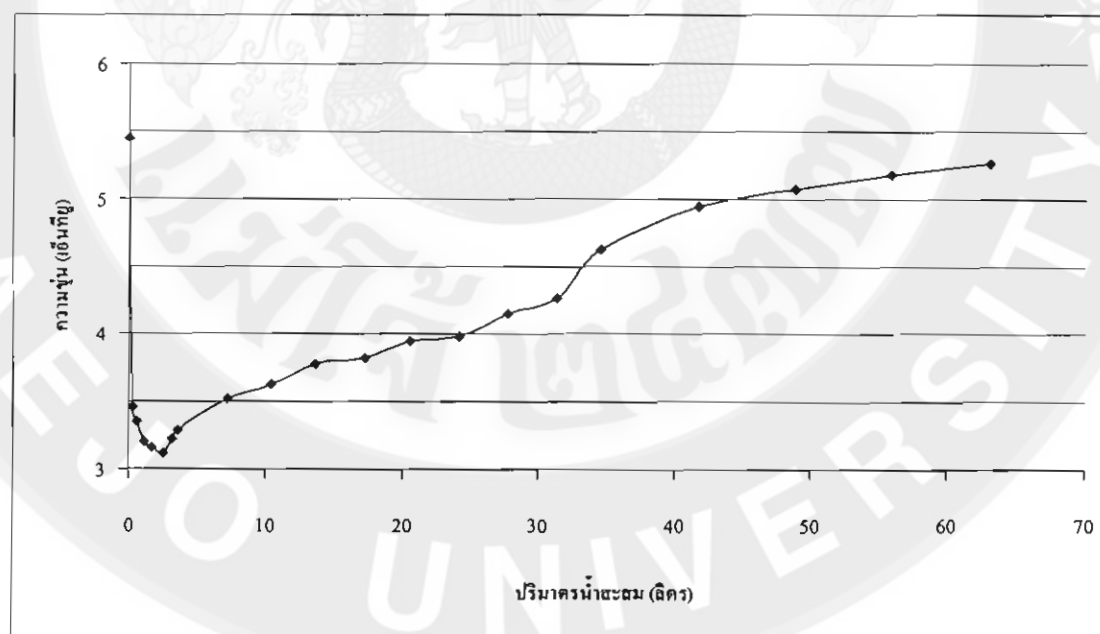
กรองมากกว่าตัวกลางถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด และได้ปริมาณน้ำน้อยกว่า เป็นเพราะถ้าเกลบมีช่องของขนาดกละ (Grading) สูง ขนาดอนุภาคที่เล็กกว่าจะแทรกเข้าไประหว่างช่องว่าง (Void) ดังนั้นช่องว่างระหว่างสารตัวกลางจึงมีค่าน้อยกว่า เมื่อมีสารแขวนลอยผ่านเข้าไปอุดตันในช่องว่าง จึงทำให้อัตราการไหลของน้ำผ่านสารตัวกลางลดลง



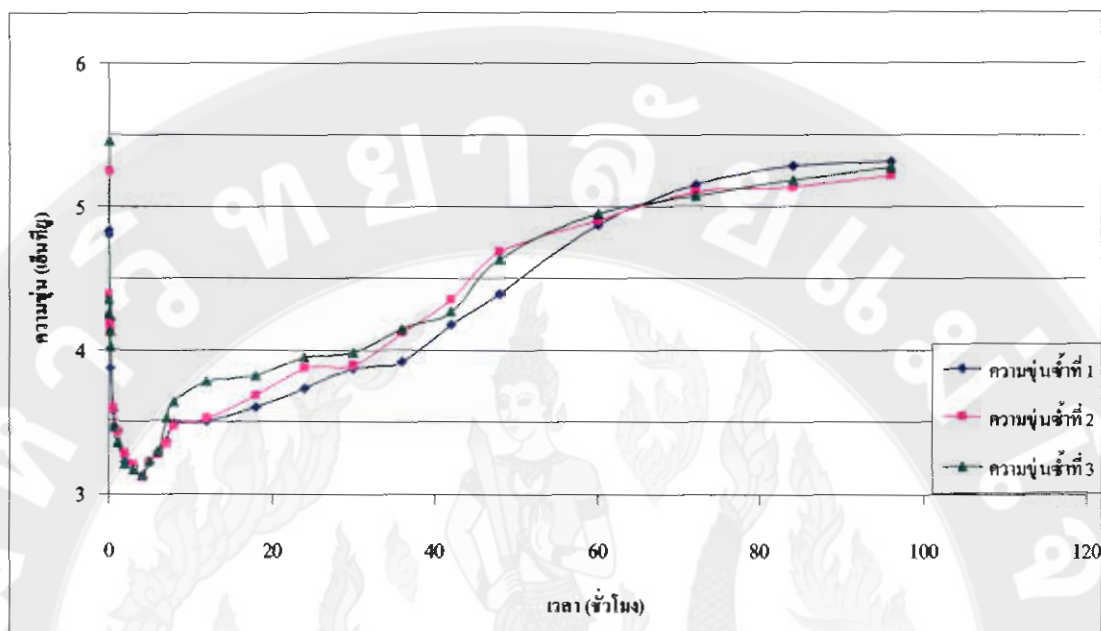
ภาพ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นของน้ำออกกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.3
ซ้ำที่ 1



ภาพ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสูงของน้ำออกกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.3
ซ้ำที่ 2



ภาพ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสูงของน้ำออกกับปริมาณน้ำสะสมการทดลองที่ 1.3
ซ้ำที่ 3



ภาพ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสูงของน้ำออกกับเวลา การทดลองที่ 1.3 ซ้ำที่ 1-3



ภาพ 20 น้ำตัวอย่างของการทดลองที่ 1.3 ซ้ำที่ 1

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับเวลา ดังภาพ 19 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นในน้ำออกที่ผ่านการกรองกับเวลา มีลักษณะคล้ายกับการทดลองที่ 1.1 แต่ใช้เวลาในการกรองจนถึงจุดที่น้ำออกมีค่าความขุ่น 5 เอ็นทียู มากกว่า คือใช้เวลาประมาณ 60 ชั่วโมง โดยที่ค่าความขุ่นน้อยที่สุดที่กรองได้มีค่าเฉลี่ย 3.1 เอ็นทียู ที่เวลาประมาณ 4 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าความขุ่นที่น้อยกว่าการกรองด้วยถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดของการทดลองที่ 1.1

ความสามารถในการกรองความขุ่น การทดลองที่ 2

การทดลองที่ 2.1

จากการศึกษาในการทดลองที่ 1.1 – 1.3 สรุปได้ว่าถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด มีความเหมาะสมที่จะเป็นตัวกลางในการกรองน้ำท่วมเหนือกว่าถ่านแกลบ เนื่องจากสามารถกรองน้ำได้ปริมาณมากกว่า และใช้เวลาในการกรองน้อยกว่า ส่วนถ่านกัมมันต์ชนิดผงไม่สามารถนำมากรองน้ำได้ เนื่องจากน้ำที่ผ่านการกรองมีสีค่าของผงถ่านไม่มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้

การทดลองที่ 2.1 เป็นการศึกษาการทำงานร่วมกันของตัวกลางที่เป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ชนิดผง และถ่านแกลบกรองน้ำตัวอย่าง ในลักษณะการกรองแบบหลายตัวกลาง (Multimedia Filtration) โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูงชนิดละ 20 เซนติเมตร มีความสูงรวม 60 เซนติเมตร น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากแม่น้ำปิงในเดือนสิงหาคม 2546 ค่าความขุ่นของน้ำมีค่าเฉลี่ย 16.8 เอ็นทียู นำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง ค่าความขุ่นของน้ำเข้ามีค่าเฉลี่ย 5.65 เอ็นทียู การทดลองทำ 3 ซ้ำ พบว่า ระบบไม่สามารถกรองน้ำได้อย่างเหมาะสมเนื่องจากมีอัตราการกรองช้ามากจนไม่สามารถวัดได้ คาดว่าเกิดจากถ่านกัมมันต์ชนิดผงและถ่านแกลบเข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด จนน้ำตัวอย่างไม่สามารถแทรกซึมผ่านได้อย่างสะดวก

การทดลองที่ 2.2

ในทำการทดลองโดยใช้การทำงานร่วมกันของตัวกลางถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดและชนิดผง กรองน้ำตัวอย่างโดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูงชนิดละ 20 เซนติเมตร มีความสูงรวม 40 เซนติเมตร น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจาก

แม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลากเดือนสิงหาคม 2546 ค่าความขุ่นของน้ำมีค่าเฉลี่ย 17.2 เอ็นทียู นำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง ค่าความขุ่นของน้ำเข้ามีค่าเฉลี่ย 6.28 เอ็นทียู การทดลองทำ 3 ซ้ำ พบว่าไม่สามารถหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นในน้ำที่ผ่านการกรองกับปริมาณน้ำสะสมได้เช่นกัน เนื่องจากน้ำออกมีสีค่าขุ่นของถ่าน ซึ่งเป็นเพราะขนาดของถ่านกัมมันต์ชนิดผงมีลักษณะเล็กและละเอียดมากเมื่อนำมากรองน้ำถ่านจะไหลปะปนออกมากับน้ำ และการกรองก็มีอัตราการไหลที่ช้ามาก ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากถ่านกัมมันต์ชนิดผงเข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดจนน้ำตัวอย่างไม่สามารถแทรกซึมผ่านได้อย่างสะดวก

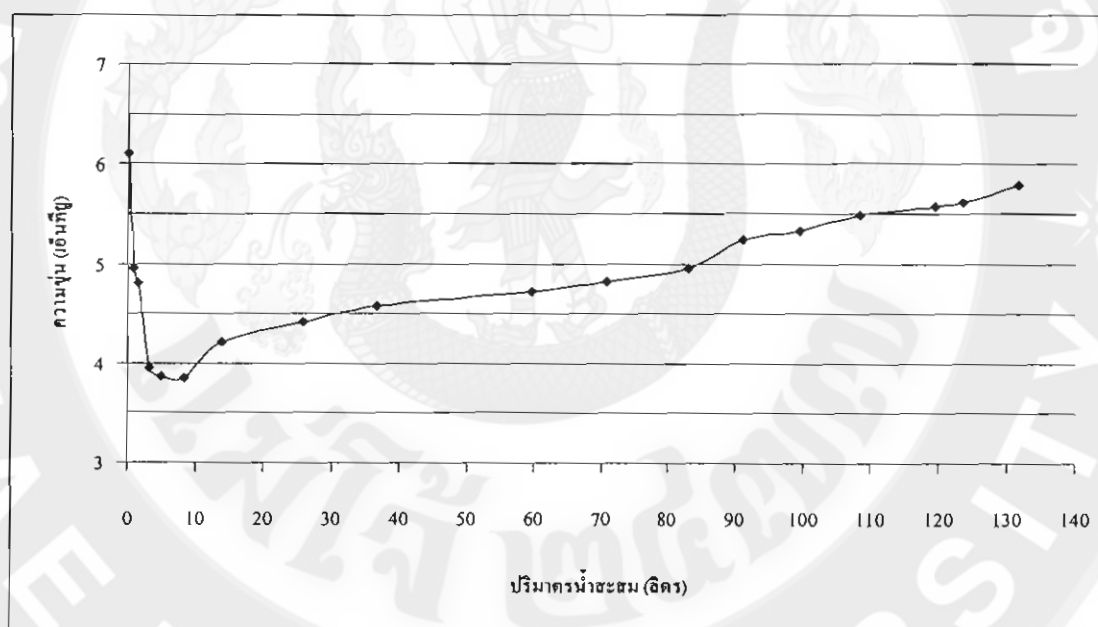
การทดลองที่ 2.3

การทดลองที่ 2.3 นี้เป็นการทดลองใช้ตัวกลางเป็นถ่านกลบและถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด กรองน้ำตัวอย่าง บรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกรณ์ที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว มีความสูงของถ่านกลบ 5 เซนติเมตรและถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด 15 เซนติเมตร รวมเป็นความสูง 20 เซนติเมตร สาเหตุที่เลือกใช้ความสูงของถังปฏิกรณ์ 20 เซนติเมตร แทนที่จะเป็น 40 เซนติเมตร ตามแผนการทดลองที่ 3.3 เพราะจากผลการทดลองที่ 1.1, 1.3 และ 2.1 ทำให้ทราบว่าถ่านกลบจะใช้เวลาในการกรองที่นาน การลดความสูงของถ่านกลบเหลือเพียง 5 เซนติเมตร น่าจะเป็นความสูงที่มีความเหมาะสมในการทำงานร่วมกันกับถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด และสอดคล้องกับทฤษฎีการกรอง คือ การกรองจะเกิดขึ้นที่ผิวหน้าของตัวกลางเล็กเพียง 1 – 2 นิ้วเท่านั้น (เกรียงศักดิ์, 2539) น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากแม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลากเดือนสิงหาคม 2546 การทดลองทำ 3 ซ้ำ ค่าความขุ่นของน้ำมีค่า 19.71, 16.8 และ 17.62 เอ็นทียู สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 นำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง ค่าความขุ่นของน้ำเข้ามีค่า 6.11, 6.07 และ 5.98 เอ็นทียู สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก7 – ก9 และภาพ 21, 22 และ 23 พบว่า ค่าความขุ่นในน้ำออกมีค่าลดลงเมื่อผ่านการกรองและค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อถึงจุดหมดสภาพ เมื่อพิจารณาค่าความขุ่นของน้ำที่เหมาะสมที่จะนำมาอุปโภคบริโภคตามมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม ซึ่งกำหนดให้มีค่าความขุ่น 5 เอ็นทียู พบว่า ระบบสามารถกรองน้ำได้ปริมาณน้ำสะสม 82.95, 81.12 และ 80.20 ลิตรโดยใช้เวลาประมาณ 48 ชั่วโมง สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ การกรองน้ำมีอัตราเฉลี่ย 0.05 ลิตร/นาที

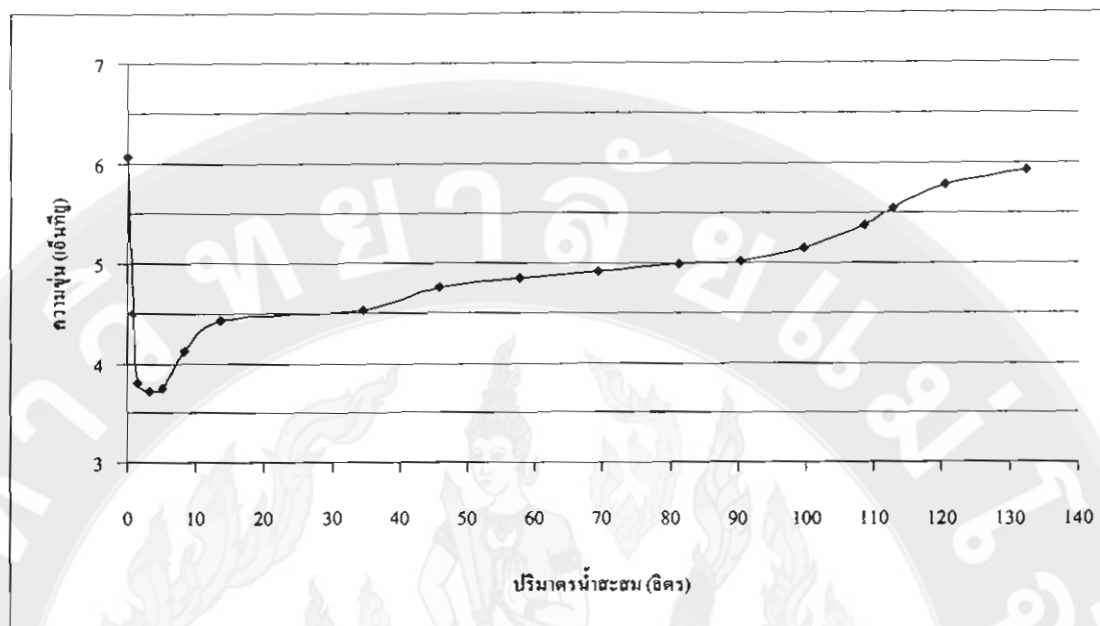
จากการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่า การนำสารตัวกลางที่เป็นถ่านกลบและถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดมาใช้ในการกรองน้ำสามารถกรองน้ำได้ดีกว่าการทำงานร่วมกันของตัวกลางที่เป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ชนิดผง และถ่านกลบในการทดลองที่ 2.1 และการใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด และชนิดผง ในการทดลองที่ 2.2 เนื่องจากทั้ง 2 การทดลองที่กล่าวมาใช้ตัวกลางที่เป็นถ่านกัมมันต์

ชนิดผง ซึ่งมีลักษณะเล็กและละเอียดมาก ทำให้ใช้เวลาในการกรองนานมากและน้ำออกมีความขุ่นเพิ่มขึ้นจากถ่านที่ไหลปะปนออกมา และเมื่อเปรียบเทียบกับกรองโดยถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด อย่างเดียวของการทดลองที่ 1.1 พบว่า การกรองโดยการทำงานร่วมกันของถ่านเกลบและถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดให้ปริมาณน้ำสะสมน้อยกว่าและใช้เวลาในการกรองมากกว่า

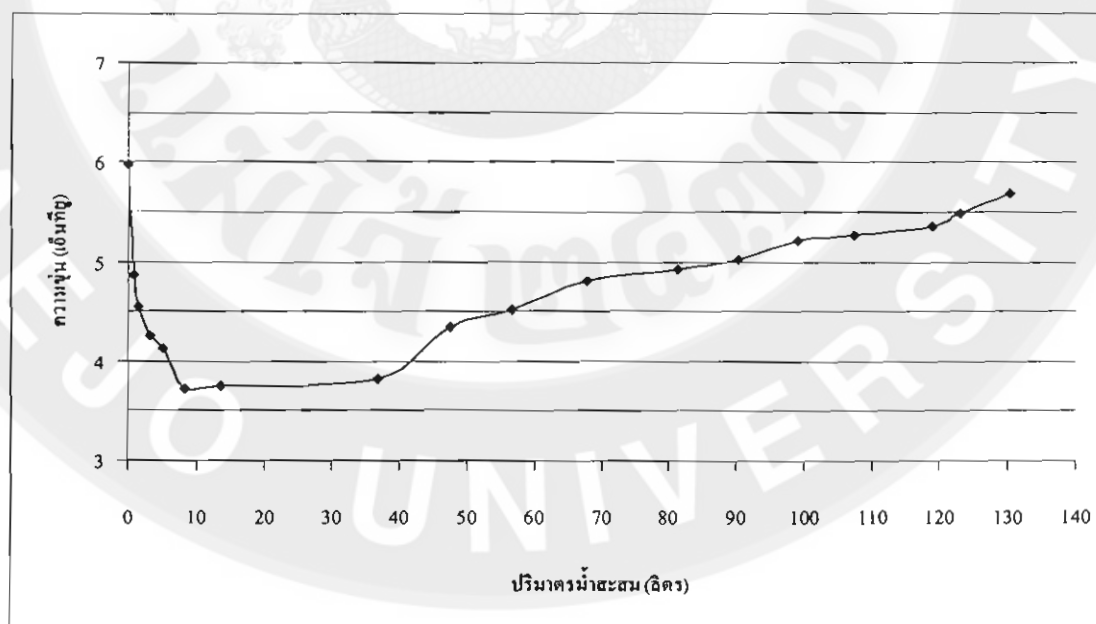
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับเวลา ดังภาพ 24 พบว่า ในช่วงแรกน้ำคั่วอย่างไม่ได้ผ่านการกรอง จะมีค่าความขุ่นสูงและเมื่อน้ำคั่วอย่างผ่านการกรองจะมีค่าความขุ่นค่อย ๆ ลดลง จนถึงเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง ค่าความขุ่นจะมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงค่าความขุ่นมาตรฐานน้ำดื่มกำหนดคือ 5 เอ็นทียู และการกรองมีค่าความขุ่นต่ำที่สุดมีค่าเฉลี่ย 3.85 เอ็นทียู ที่เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง



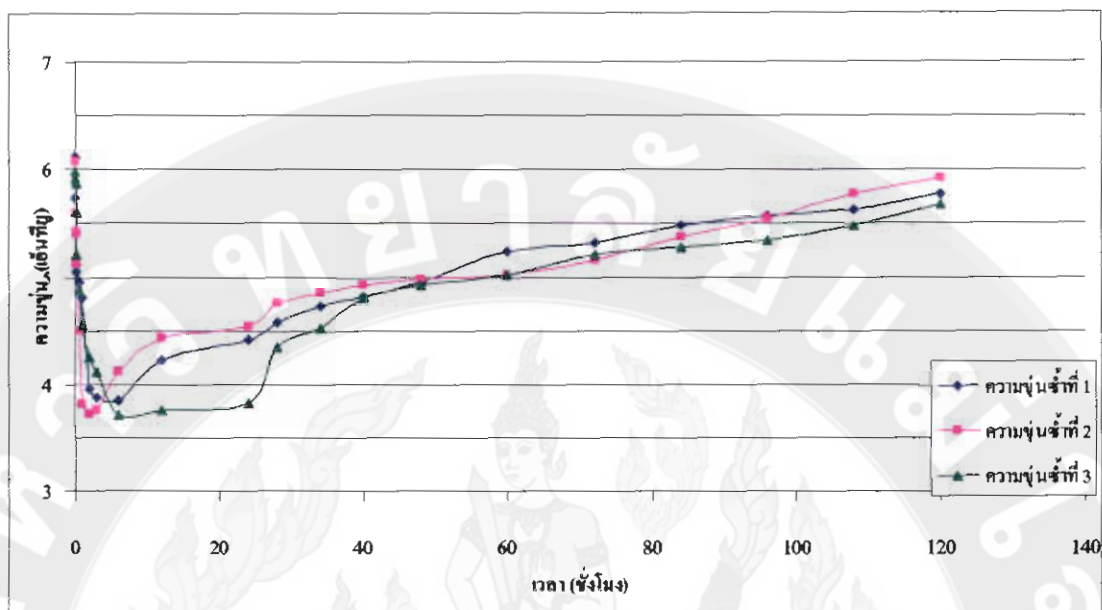
ภาพ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 2.3
ซ้ำที่ 1



ภาพ 22 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นของน้ำออกกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 2.3
ซ้ำที่ 2



ภาพ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นของน้ำออกกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 2.3
ซ้ำที่ 3



ภาพ 24 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสูงของน้ำออกกับเวลา การทดลองที่ 2.3 ซ้ำที่ 1-3



ภาพ 25 น้ำตัวอย่างของการทดลองที่ 2.3 ซ้ำที่ 1

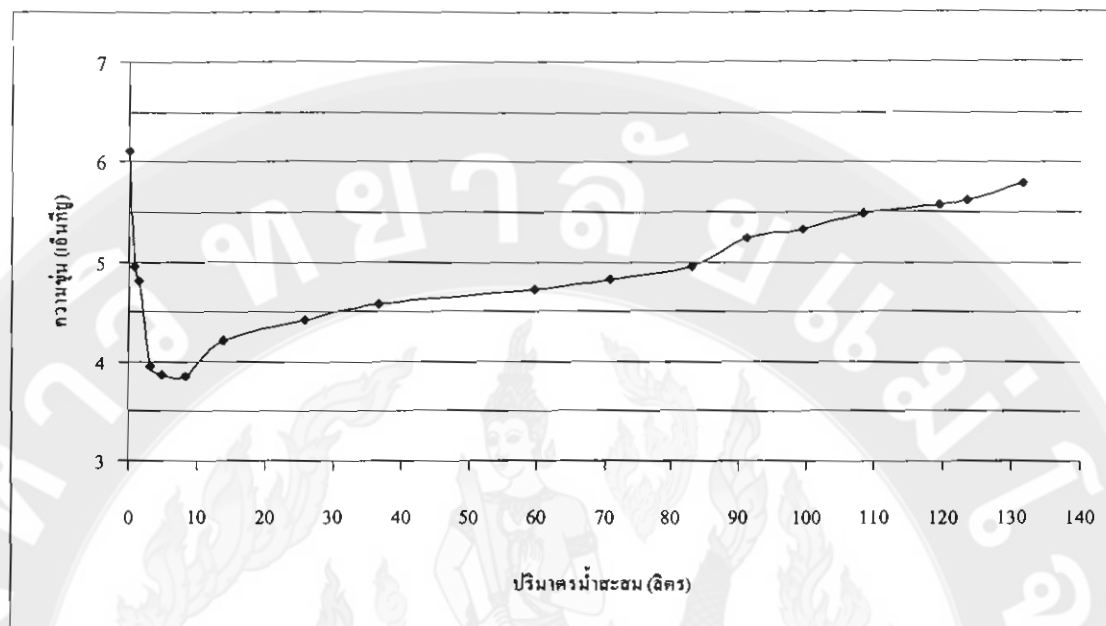
ความสามารถในการกรองความขุ่น การทดลองที่ 3

การทดลองที่ 3.1

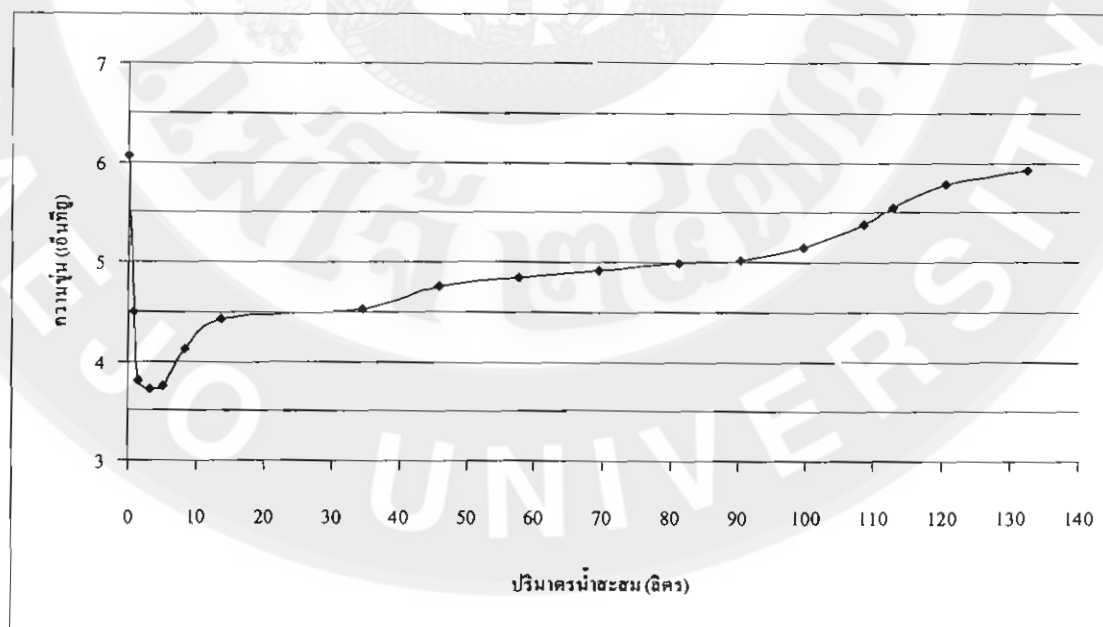
จากการทดลองที่ 1 และ 2 สามารถนำผลการทดลองที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาสภาพการนำไปใช้งานจริงโดยใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด และการทำงานร่วมกันระหว่างถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดเป็นตัวกลาง ในการกรองน้ำและบรรจุในถังปฏิกิริยาท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว สูง 20 เซนติเมตร ตามภาพ 3.6 เป็นเครื่องกรองน้ำต้นแบบในการศึกษาในสภาวะทำงานจริง

การทดลองที่ 3.1 ใช้ตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว มีความสูงของถ่านกัมมันต์ 5 เซนติเมตรและถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด 15 เซนติเมตร รวมเป็นความสูง 20 เซนติเมตร การทดลองทำ 3 ชั่วโมง โดยใช้ตัวอย่าง ได้แก่ แม่น้ำปิงบริเวณตำบลสันผีเสื้อ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ในเดือนสิงหาคม 2546 มีค่าความขุ่น 17.52, 16.25 และ 15.83 เอ็นทียู สำหรับชั่วโมงที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ นำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง มีค่าความขุ่นของน้ำเข้า 9.13, 9.16 และ 9.43 เอ็นทียู สำหรับชั่วโมงที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก10 – ก12 และภาพ 26, 27 และ 28 พบว่า ค่าความขุ่นในน้ำออกมีค่าลดลงเมื่อผ่านการกรองและค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อถึงจุดหมดสภาพ เมื่อพิจารณาค่าความขุ่นของน้ำที่เหมาะสมที่จะนำมาอุปโภค บริโภคตามมาตรฐานคุณภาพน้ำซึ่งกำหนดให้มีค่าความขุ่น 5 เอ็นทียู (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521) พบว่า ระบบสามารถกรองน้ำได้ปริมาณน้ำสะสม 145.47, 143.47 และ 143.74 ลิตร สำหรับชั่วโมงที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยใช้เวลา 84 ชั่วโมง มีอัตราการกรองน้ำประมาณ 0.1 ลิตร/นาที

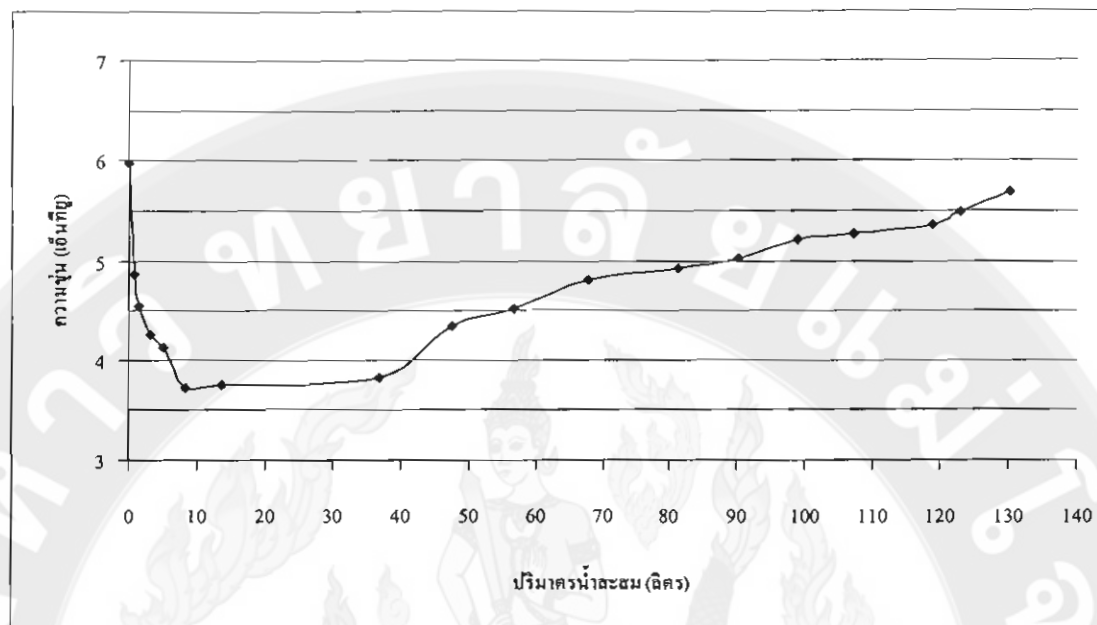
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับเวลา ดังภาพ 29 พบว่า ในช่วงแรกน้ำตัวอย่างไม่ได้ผ่านการกรอง จะมีค่าความขุ่นสูงและเมื่อน้ำตัวอย่างผ่านการกรองจะมีค่าความขุ่นค่อย ๆ ลดลง จนถึงเวลาประมาณ 84 ชั่วโมง ค่าความขุ่นจะมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงค่าความขุ่นมาตรฐานน้ำดื่มกำหนดคือ 5 เอ็นทียู และการกรองมีค่าความขุ่นต่ำที่สุดมีค่าเฉลี่ย 4.10 เอ็นทียู ที่เวลาประมาณ 15 ชั่วโมง



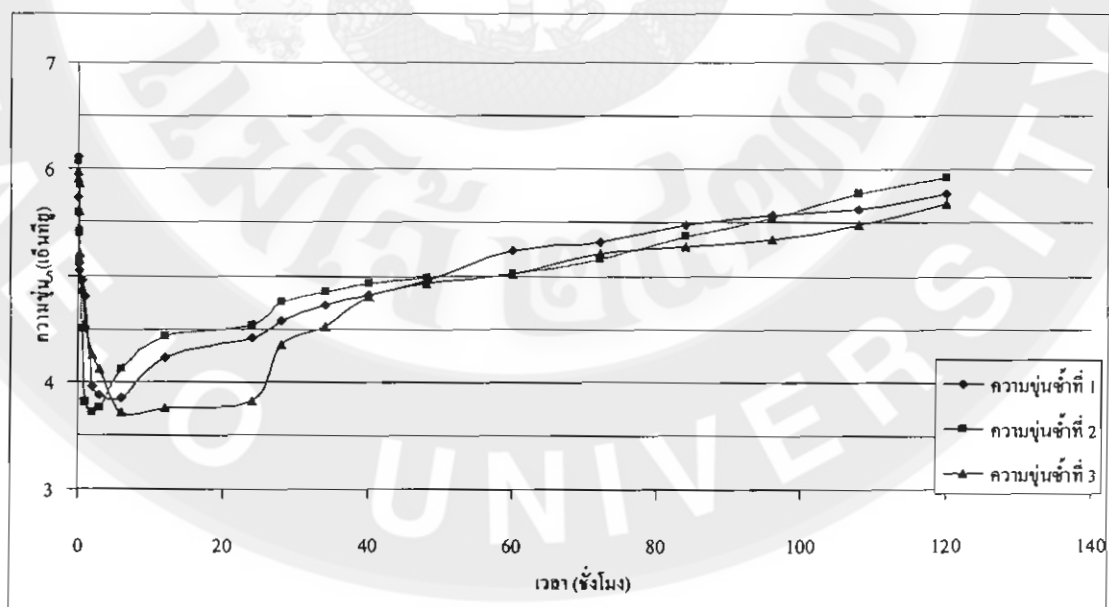
ภาพ 26 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความอุ่นของน้ำออกกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.1
ซ้ำที่ 1



ภาพ 27 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความอุ่นของน้ำออกกับปริมาณน้ำสะสมการ ทดลองที่ 3.1
ซ้ำที่ 2



ภาพ 28 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นของน้ำออกกับปริมาตรน้ำสะสม การทดลองที่ 3.1
ซ้ำที่ 3



ภาพ 29 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นของน้ำออกกับเวลา การทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 1-3



ภาพ 30 น้ำตัวอย่างของการทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 1

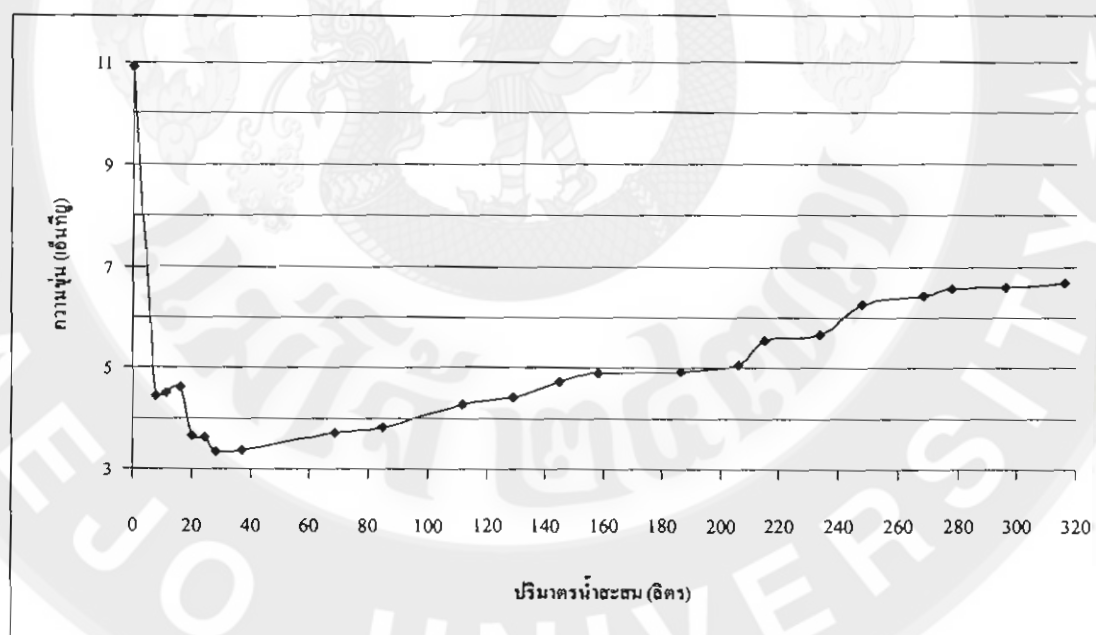
การทดลองที่ 3.2

การทดลองโดยใช้ตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ตัวกลางสูง 20 เซนติเมตร การทดลองทำ 3 ซ้ำ น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากฝายแม่แฝกในเดือนกันยายน 2546 มีค่าความขุ่นของน้ำมีค่า 34.10 เอ็นทียู นำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง มีค่าความขุ่นของน้ำเข้ามีค่า 10.91 เอ็นทียู (ซ้ำที่ 1) น้ำจากแม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลากเดือนกันยายน 2546 มีค่าความขุ่นของน้ำมีค่า 33.10 เอ็นทียู นำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง มีค่าความขุ่นของน้ำเข้ามีค่า 10.63 เอ็นทียู (ซ้ำที่ 2) และน้ำท่วมอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย ในเดือนกันยายน มีค่าความขุ่นของน้ำเข้ามีค่า 32.35 เอ็นทียู นำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง มีค่าความขุ่นของน้ำเข้ามีค่า 10.52 เอ็นทียู (ซ้ำที่ 3) จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก13 – ก15 และภาพ 31, 32 และ 33 พบว่า ค่าความขุ่นในน้ำออกมีค่าลดลงเมื่อผ่านการกรองและค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อถึงจุดหมดสภาพ เมื่อพิจารณาค่าความขุ่นของน้ำที่เหมาะสมที่จะนำมาอุปโภคบริโภคตามมาตรฐานคุณภาพน้ำ พบว่า ระบบสามารถกรองน้ำได้ปริมาณน้ำสะสม 186.30,

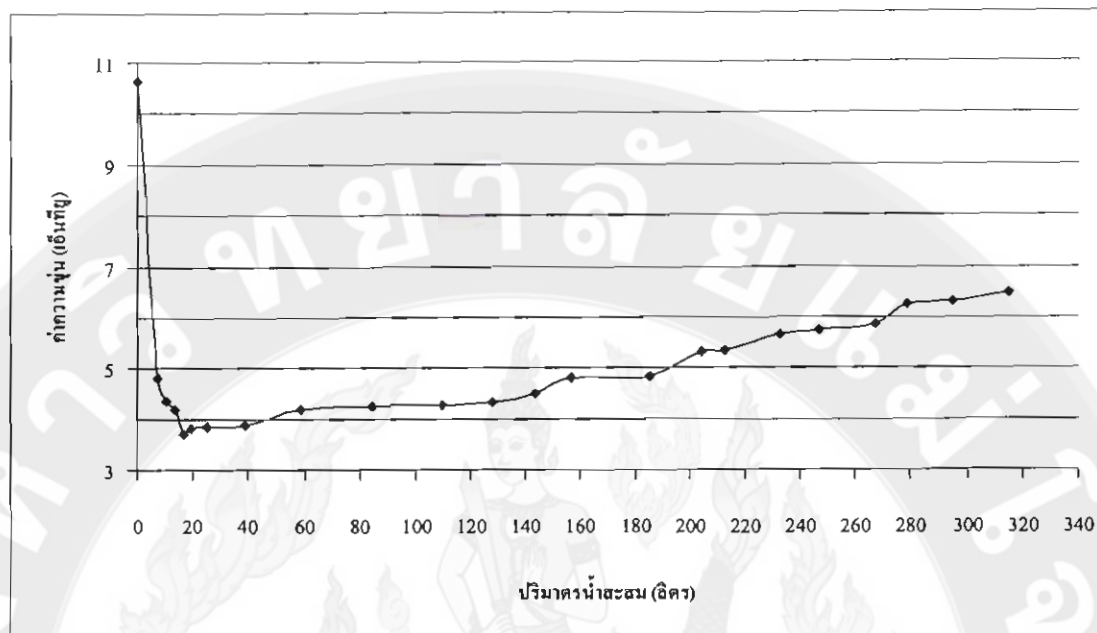
185.60 และ 183.60 ลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 48 ชั่วโมง มีค่าอัตราการกรองน้ำเฉลี่ย 0.15 ลิตร/นาที่

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับเวลา ดังภาพ 34 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นในน้ำออกที่ผ่านการกรองกับเวลา มีลักษณะคล้ายกับการทดลองที่ 3.1 แต่ใช้เวลาในการกรองจนถึงจุดที่น้ำออกมีค่าความขุ่น 5 เอ็นทียู น้อยกว่า คือใช้เวลาประมาณ 48 ชั่วโมง โดยที่ค่าความขุ่นน้อยที่สุดที่กรองได้มีค่าเฉลี่ย 3.8 เอ็นทียู ที่เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าความขุ่นที่น้อยกว่าการกรองด้วยถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดของการทดลองที่ 3.1

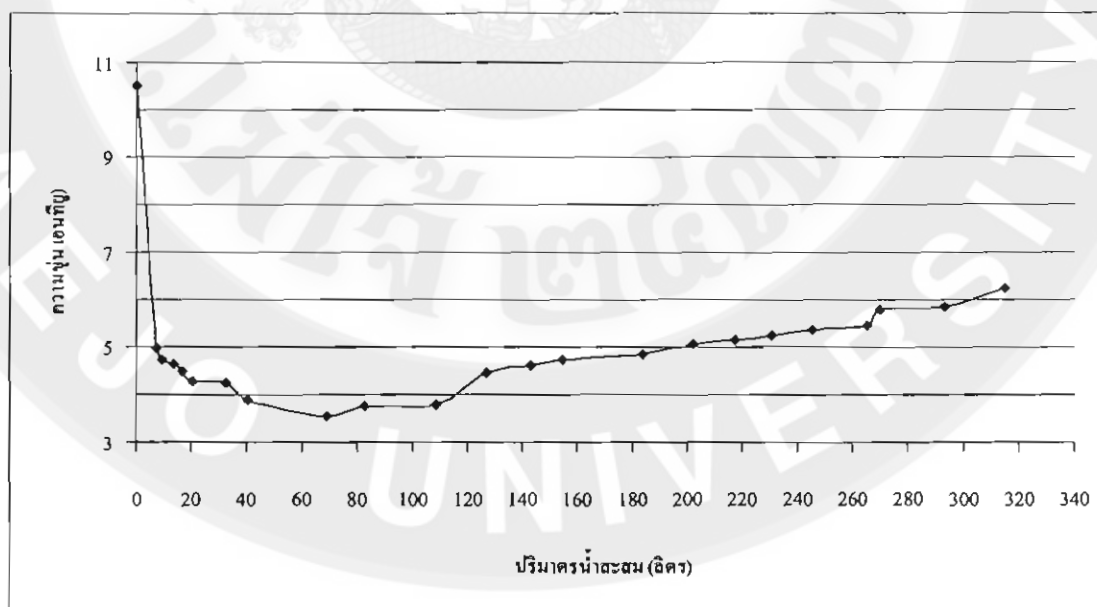
เมื่อพิจารณาลักษณะสมบัติของน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรอง เฉพาะค่าความขุ่น พบว่า การใช้เครื่องกรองน้ำดันแบบที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว บรรจุสารตัวกลางคือ ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดสูง 20 เซนติเมตร มีความเหมาะสมที่จะใช้กรองน้ำตัวอย่าง เพื่อการอุปโภค บริโภค โดยกรองน้ำได้เฉลี่ย 185.17 ลิตร ในเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง



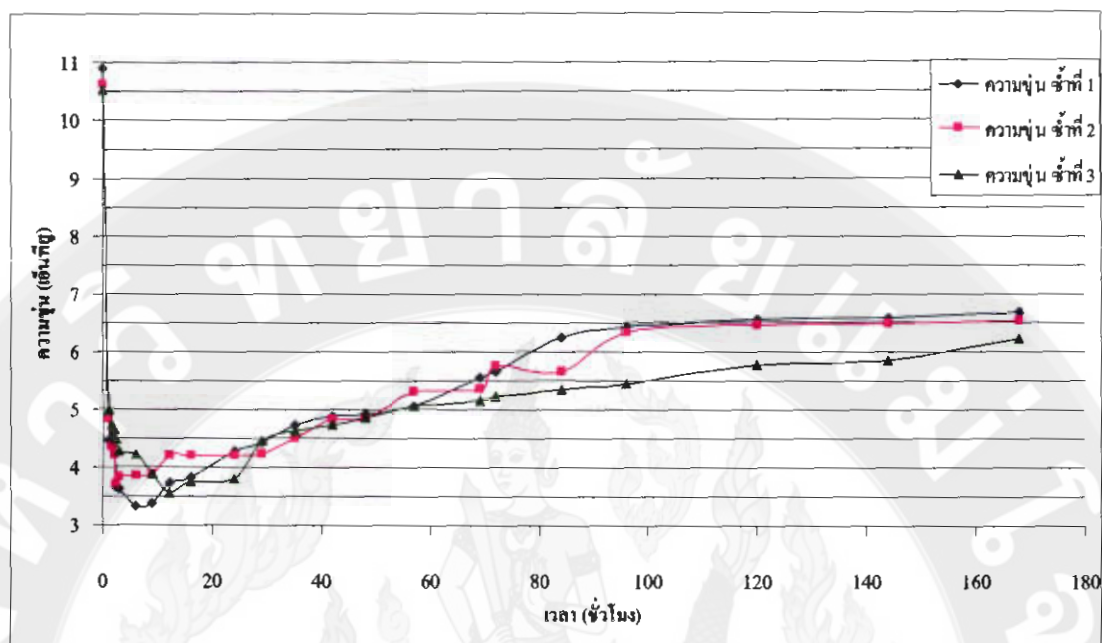
ภาพ 31 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของน้ำออกกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.2 ซ้ำที่ 1



ภาพ 32 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสูงของน้ำออกกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.2
ซ้ำที่ 2



ภาพ 33 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสูงของน้ำออกกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.2
ซ้ำที่ 3



ภาพ 34 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสูงของน้ำออกกับเวลา การทดลองที่ 3.2 ซ้ำที่ 1 - 3



ภาพ 35 น้ำตัวอย่างของการทดลองที่ 3.2 ซ้ำที่ 1

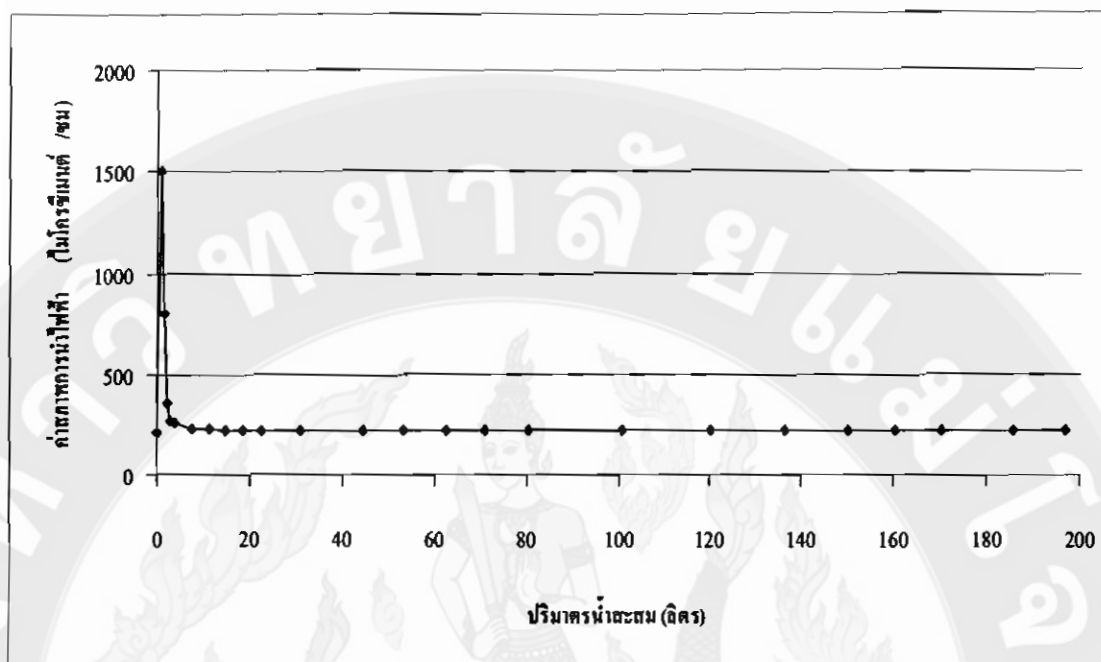
ความสามารถในการกรองค่าสภาพการนำไฟฟ้าของตัวกลาง

ความสามารถในการกรองค่าสภาพการนำไฟฟ้า การทดลองที่ 1

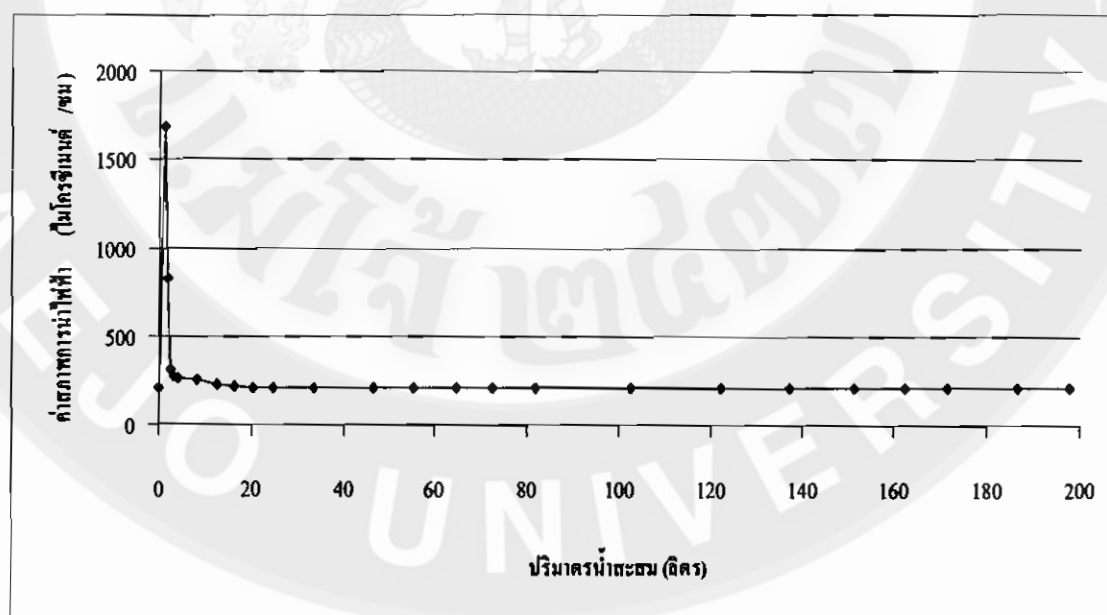
การทดลองที่ 1.1

การทดลองที่ 1.1 เป็นการทดลองใช้สารตัวกลางที่เป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำ ตัวอย่าง บรรจุภายในถังปฏิกิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว สูง 20 เซนติเมตร การทดลองทำ 3 ชั่วโมง น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากแม่น้ำปิงเดือนมกราคม 2546 เมื่อนำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำเข้ามีค่า 210 ไมโครซีเมน/ซม. เท่ากันทั้ง 3 ชั่วโมง จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก1 – ก3 และภาพ 36, 37 และ 38 ในช่วงแรกที่มีน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองจะมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าสูงมีค่ามากกว่า 800 ไมโครซีเมน/ซม. และจะลดลงเรื่อย ๆ จนมีค่าคงที่และมีค่าสภาพการนำไฟฟ้า 220, 210 และ 220 ไมโครซีเมน/ซม. สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำที่เหมาะสมที่จะนำมาอุปโภคบริโภคตามมาตรฐานคุณภาพน้ำ ซึ่งกำหนดให้มีค่าสภาพการนำไฟฟ้า 150 - 500 ไมโครซีเมน/ซม. (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521) พบว่า การที่ในช่วงแรกค่าสภาพการนำไฟฟ้ามีค่าสูงอาจจะเนื่องมาจากมีความเป็นด่างของผงถ่านจากการผลิต ซึ่งเป็นคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าได้ดี จึงส่งผลให้ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำออกมีค่าสูง แต่พอเวลาผ่านไปมีการชะล้างถ่านกัมมันต์ลดลงทำให้ค่าสภาพการนำไฟฟ้าลดลงด้วย

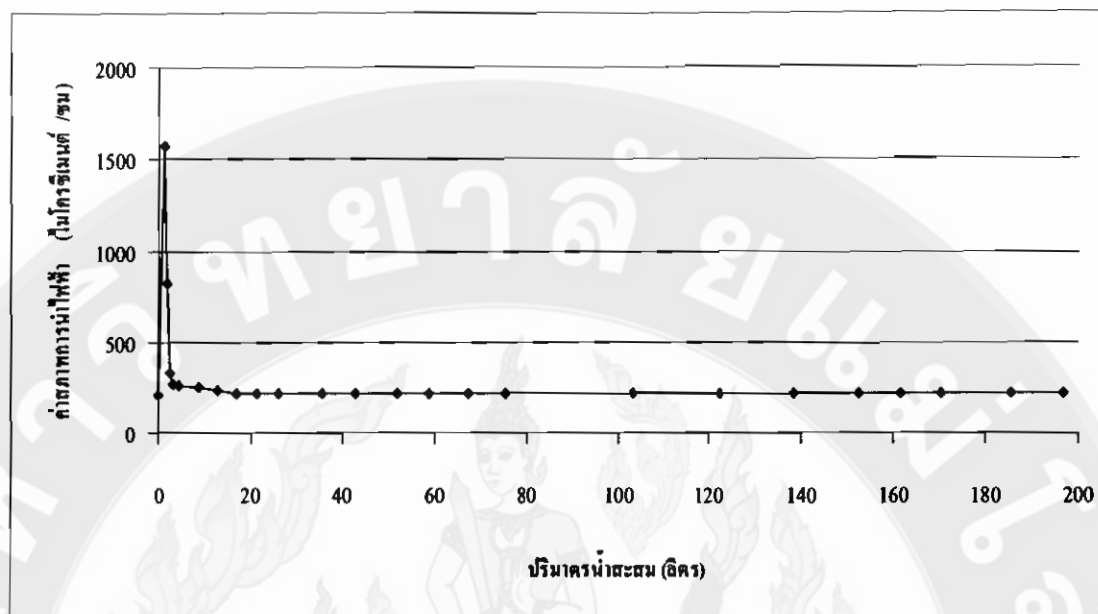
ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำ บอกถึงความเข้มข้นของสารละลายที่มีประจุที่ละลายอยู่ในตัวอย่างน้ำ โดยเฉพาะสารประกอบอนินทรีย์ กลไกในการกำจัดประจุของสารประกอบละลายน้ำของการกรอง เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำออกกับเวลาดังภาพ 39 พบว่า ในช่วงแรกน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรอง จะมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าสูงและเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 3 ชั่วโมง น้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองจะมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าคงที่ คือ มีค่าสภาพการนำไฟฟ้า 220, 210 และ 220 ไมโครซีเมน/ซม. สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ



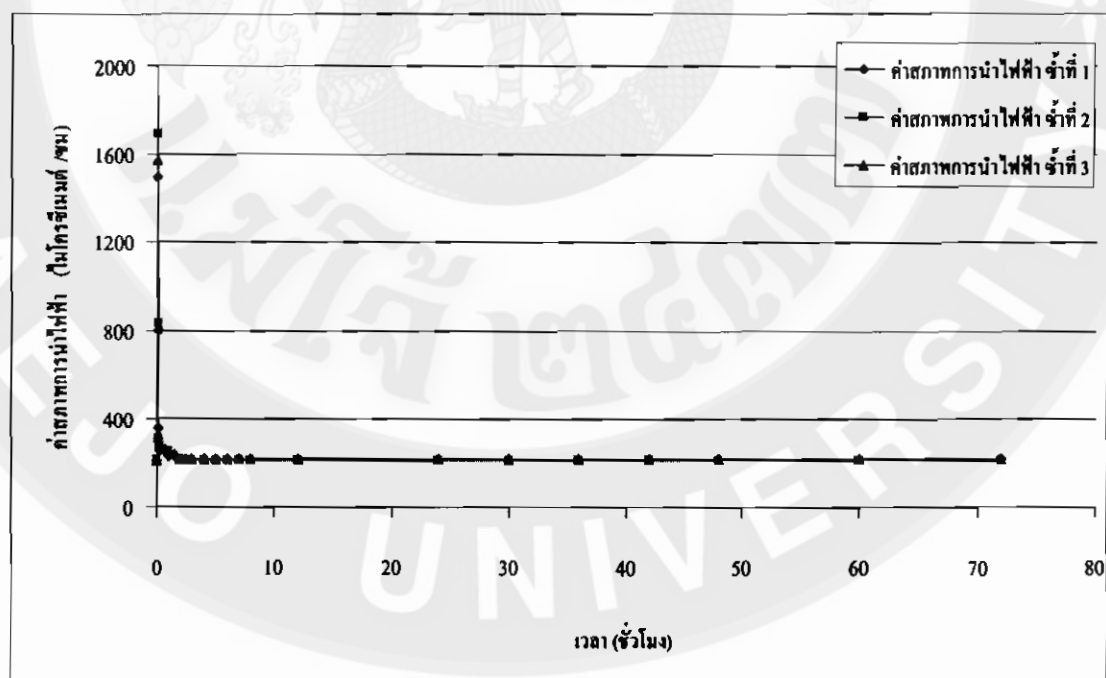
ภาพ 36 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.1 ครั้งที่ 1



ภาพ 37 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.1 ครั้งที่ 2



ภาพ 38 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.1 ชุดที่ 3



ภาพ 39 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับเวลา การทดลองที่ 1.1 ชุดที่ 1 - 3

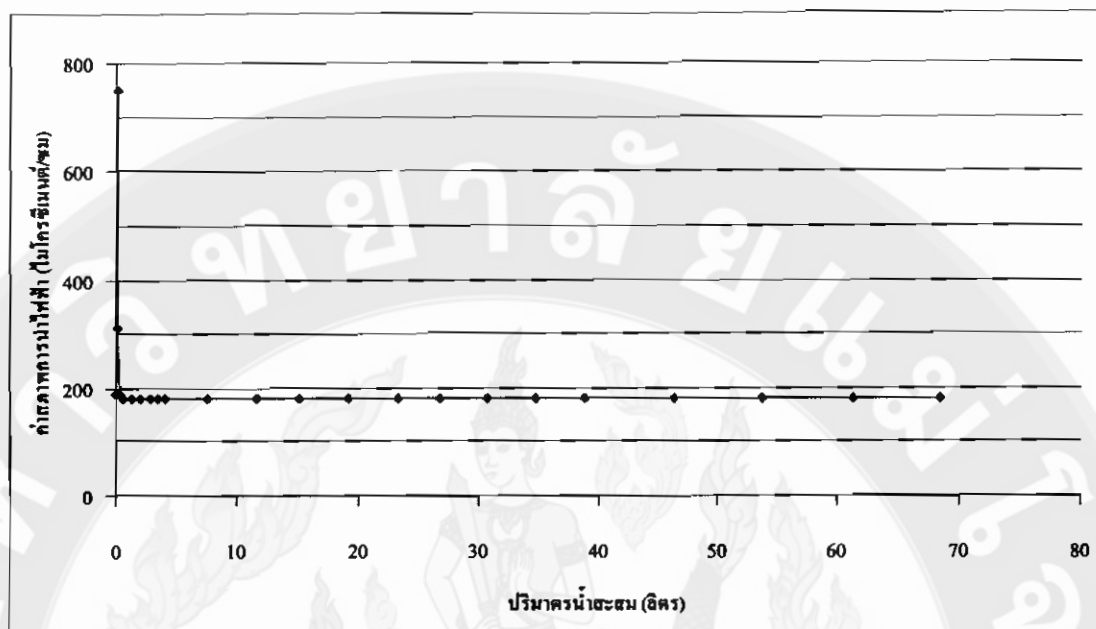
การทดลองที่ 1.2

การทดลองนี้ศึกษาการใช้ตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดผงกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุภายในถังปฏิกิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูง 20 เซนติเมตร การทดลองทำ 3 ชั่วโมง น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากแม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลากเดือนมกราคม 2546 เมื่อนำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำเข้ามีค่า 210 ไมโครซีเมน/ซม. เท่ากันทั้ง 3 ชั่วโมง พบว่า น้ำที่ผ่านการกรองมีสีค่าของผงถ่าน ซึ่งค่าความขุ่นและค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำออกมีค่าสูง จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้อุปโภค บริโภค

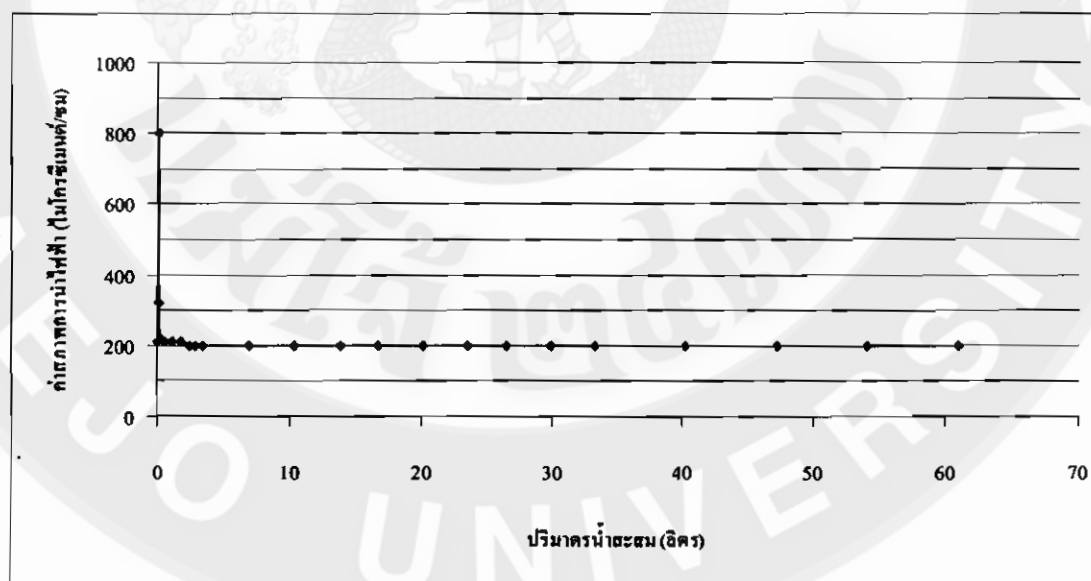
การทดลองที่ 1.3

จากการทดลองโดยใช้ตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดผงกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุภายในถังปฏิกิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูง 20 เซนติเมตร การทดลองทำ 3 ชั่วโมง น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากแม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลากเดือนมกราคม 2546 เมื่อนำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำเข้ามีค่า 190, 210 และ 200 ไมโครซีเมน/ซม. สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก4 – ก6 และภาพ 40, 41 และ 42 พบว่า ในช่วงแรกน้ำที่ผ่านถ่านกัมมันต์จะมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าสูงและจะลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำออกเมื่อมีค่าความขุ่น 5 เอ็นทียู มีค่า 180, 200 และ 180 ไมโครซีเมน/ซม. สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำที่ผ่านถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดเปรียบเทียบกับน้ำที่ผ่านถ่านกัมมันต์ จะพบว่า ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำที่ผ่านถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดจะมีค่าสูงกว่าน้ำที่ผ่านถ่านกัมมันต์ ซึ่งอาจเกิดจากค่าความเป็นด่างของสารประกอบของเศษผงถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ซึ่งเป็นคุณสมบัติหนึ่งในการนำไฟฟ้าได้ดี

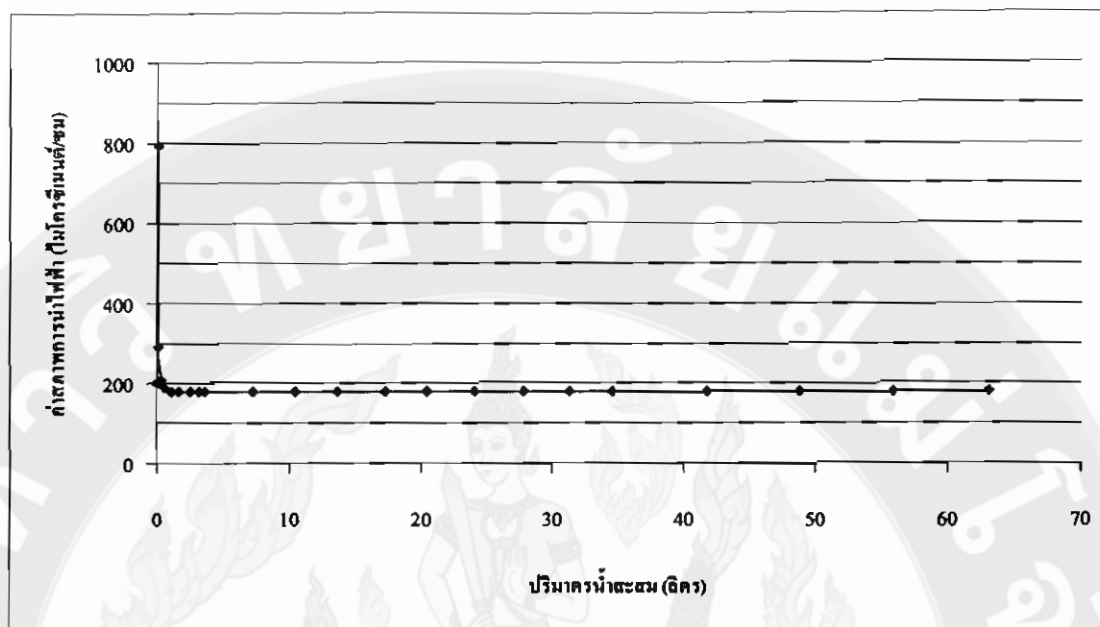
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำออกกับเวลา ดังภาพ 43 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำออกกับเวลามีลักษณะคล้ายกับการทดลองที่ 1.1 ซึ่งในช่วงแรกน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองจะมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าสูงประมาณ 800 ไมโครซีเมน/ซม. แต่ค่าสภาพการนำไฟฟ้าจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไปน้อยกว่าคือใช้เวลาประมาณ 20 นาที น้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองจะมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าคงที่ คือ มีค่าสภาพการนำไฟฟ้า 180, 200 และ 180 ไมโครซีเมน/ซม. สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ



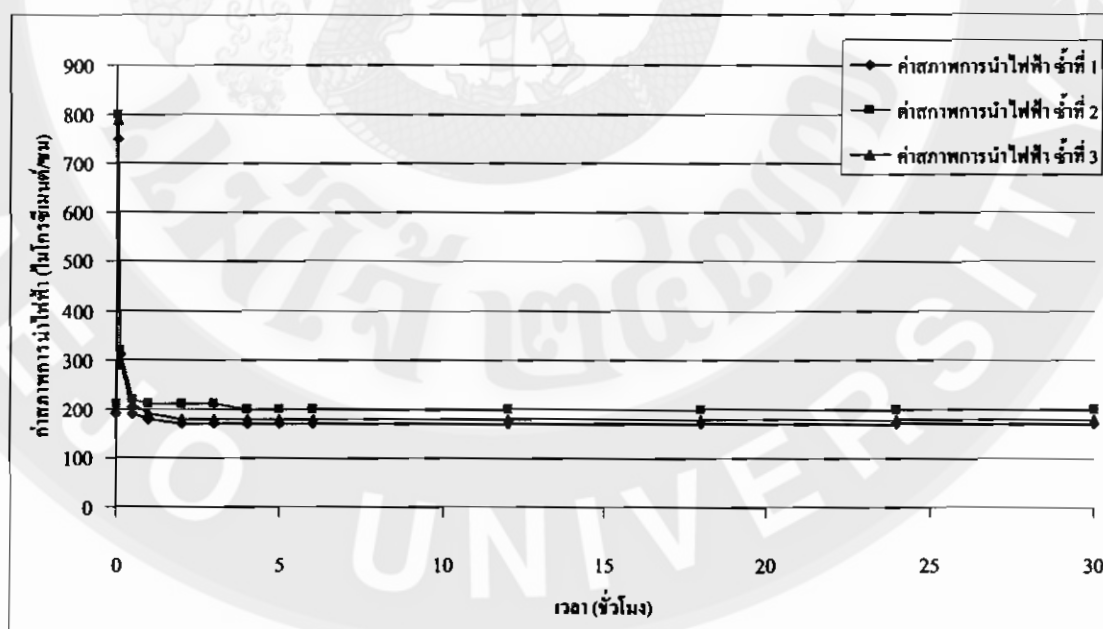
ภาพ 40 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้าปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.3 ครั้งที่ 1



ภาพ 41 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้าปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.3 ครั้งที่ 2



ภาพ 42 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้าปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.3 ครั้งที่ 3



ภาพ 43 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับเวลา การทดลองที่ 1.3 ครั้งที่ 1 - 3

ความสามารถในการกรองค่าสภาพการนำไฟฟ้า การทดลองที่ 2

การทดลองที่ 2.1

จากการทดลองโดยมีการทำงานร่วมกันของสารตัวกลางถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ชนิดผง และถั่วแกลบกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูงชนิดละ 20 เซนติเมตร รวมความสูง 60 เซนติเมตร น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากแม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลากเดือนสิงหาคม 2546 นำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ย 210 ไมโครซีเมน/ซม. การทดลองทำ 3 ชั่วโมง พบว่า ระบบไม่สามารถกรองน้ำได้อย่างเหมาะสมเนื่องจากมีอัตราการกรองช้ามาก คาดว่าเกิดจากถ่านกัมมันต์ชนิดผงเข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างถ่านตัวกลางอื่นจนน้ำตัวอย่างไม่สามารถซึมผ่านได้สะดวก

การทดลองที่ 2.2

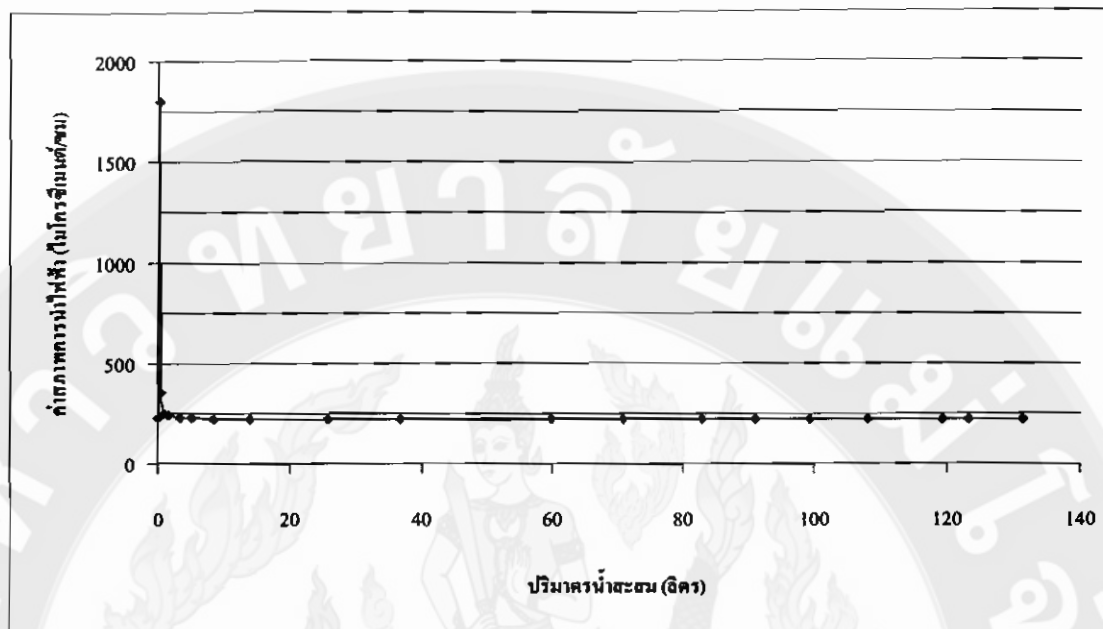
จากการทดลองที่ 2.2 เป็นการทำงานร่วมกันของสารตัวกลางที่เป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดและชนิดผง กรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูงชนิดละ 20 เซนติเมตร นำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ย 220 ไมโครซีเมน/ซม. การทดลองทำ 3 ชั่วโมง พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม ไม่สามารถหาได้เช่นเดียวกัน เนื่องจากลักษณะของน้ำที่ผ่านการกรองจะมีสีดำ เหมือนสีของผงถ่าน ซึ่งมีสาเหตุมาจากขนาดของถ่านกัมมันต์ชนิดผงมีลักษณะเล็กและละเอียดมากไหลปะปนออกมาพร้อมกับน้ำออก

การทดลองที่ 2.3

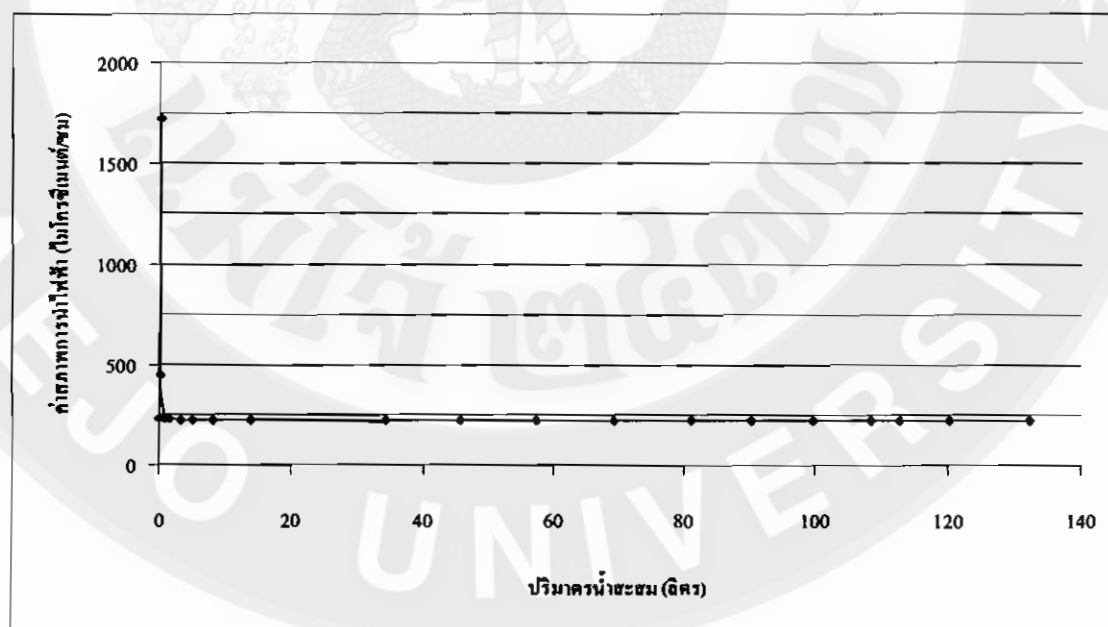
การทดลองนี้เป็นการทดลองใช้ตัวกลางเป็นเถ้าแกลบและถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุภายในถังปฏิกิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว มีความสูงของเถ้าแกลบ 5 เซนติเมตรและถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด 15 เซนติเมตร รวมเป็นความสูง 20 เซนติเมตร เมื่อนำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำเข้ามีค่า 230, 230 และ 240 ไมโครซีเมน/ซม. สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ การทดลองทำ 3 ซ้ำจากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก7 – ก9 และภาพ 44, 45 และ 46 พบว่า ค่าสภาพการนำไฟฟ้าในน้ำออกมีค่าสูงมากในช่วง 30 นาทีแรกในการกรองแต่เมื่อเวลาผ่านไปค่าสภาพการนำไฟฟ้าจะลดลงและมีค่าคงที่คือ 220, 220 และ 230 ไมโครซีเมน/ซม. สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

ค่าสภาพการนำไฟฟ้าในน้ำออกมีค่าสูงมากในระยะแรก เนื่องจากมีสารประกอบปะปนทั้งในตัวกลางถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดและเถ้าแกลบถูกชะล้างออกมาพร้อมกับน้ำออก และหลังจากการชะล้าง สารตัวกลางก็สามารถกรองน้ำได้มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าต่ำกว่าน้ำเข้า ซึ่งคาดว่าเกิดจากกลไกการดูดซับผิวสารละลายอนินทรีย์ในน้ำตัวอย่างของสารตัวกลาง

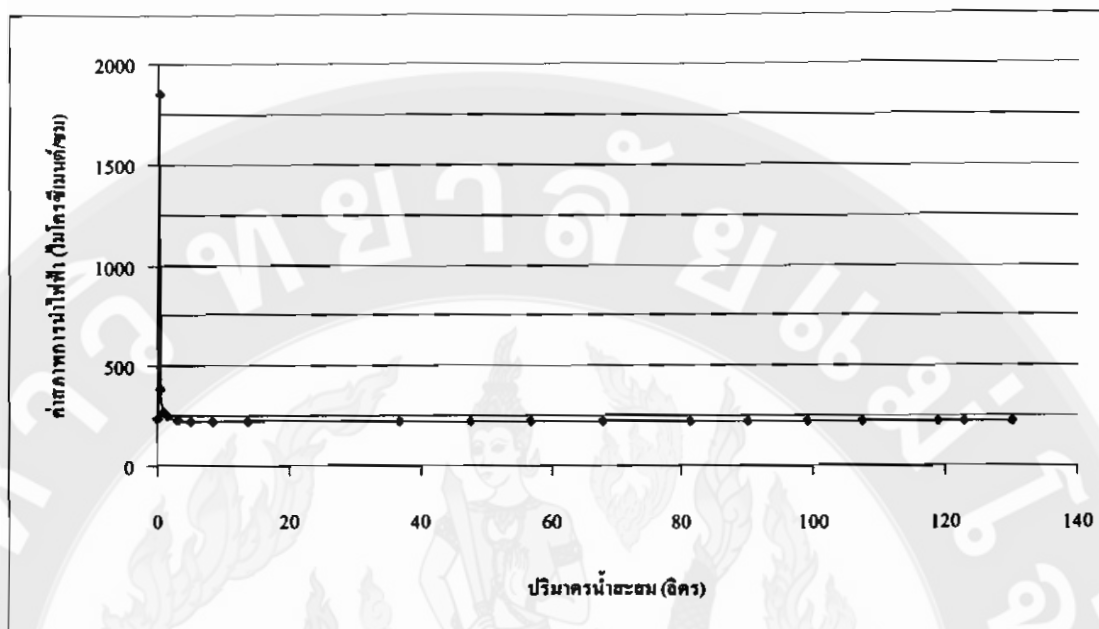
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำออกกับเวลา ดังภาพ 47 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำออกกับเวลา ในช่วงแรกน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรอง จะมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าสูงและเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 3 ชั่วโมง น้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองจะมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าคงที่ คือ มีค่าสภาพการนำไฟฟ้า 220, 220 และ 230 ไมโครซีเมน/ซม. สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ



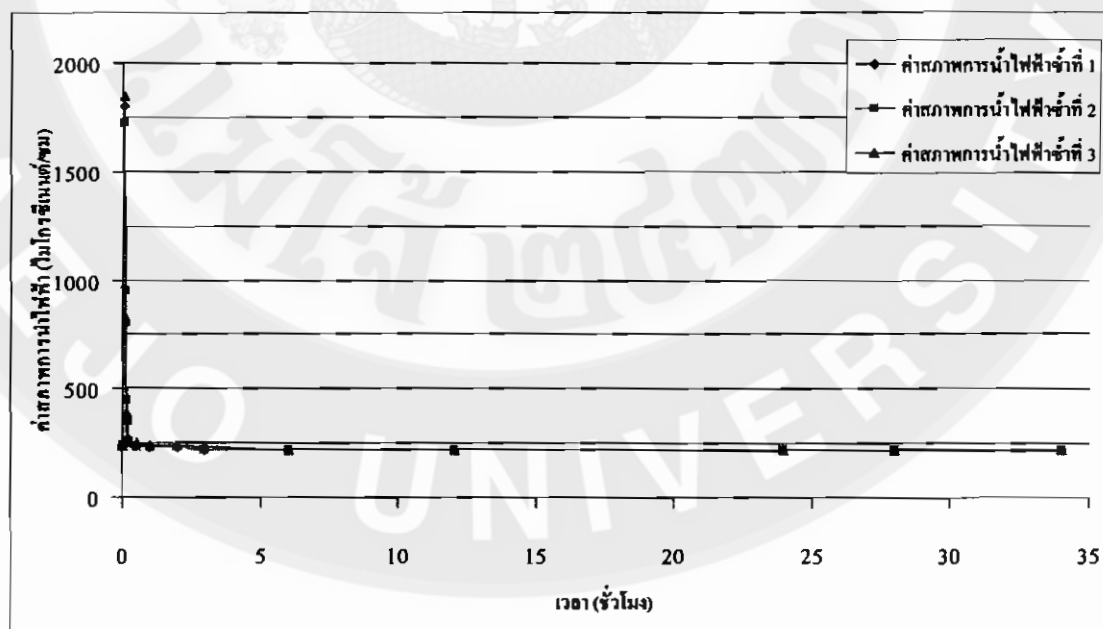
ภาพ 44 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 2.3 ครั้งที่ 1



ภาพ 45 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้าในกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 2.3 ครั้งที่ 2



ภาพ 46 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้าที่กับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 2.3
ซ้ำที่ 3



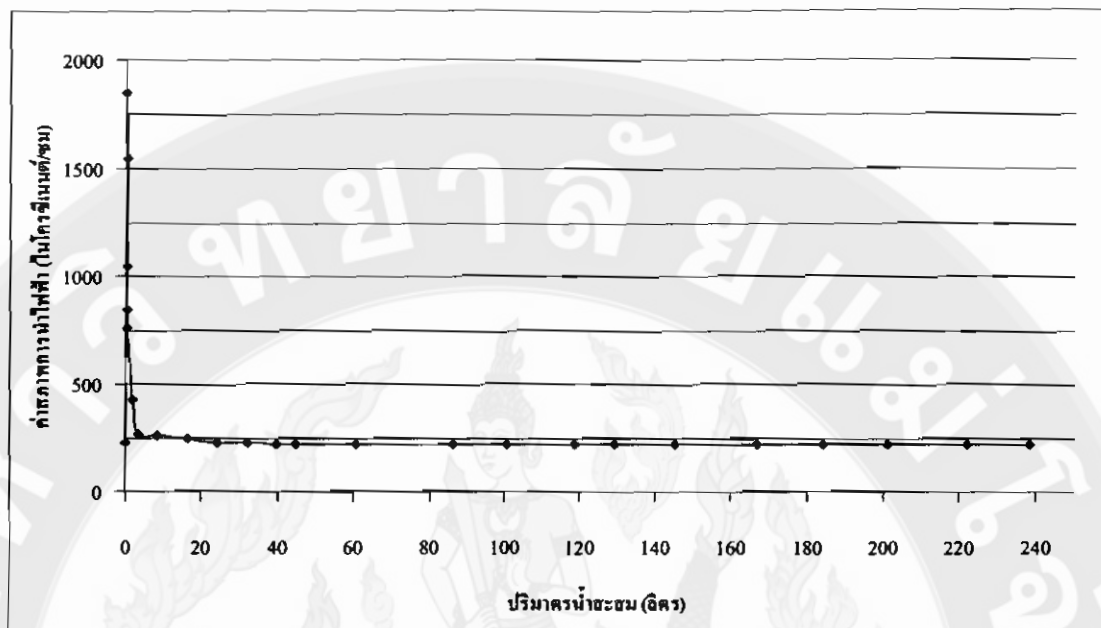
ภาพ 47 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้าที่กับเวลา การทดลองที่ 2.3 ซ้ำที่ 1 - 3

ความสามารถในการกรองค่าสภาพการนำไฟฟ้า การทดลองที่ 3

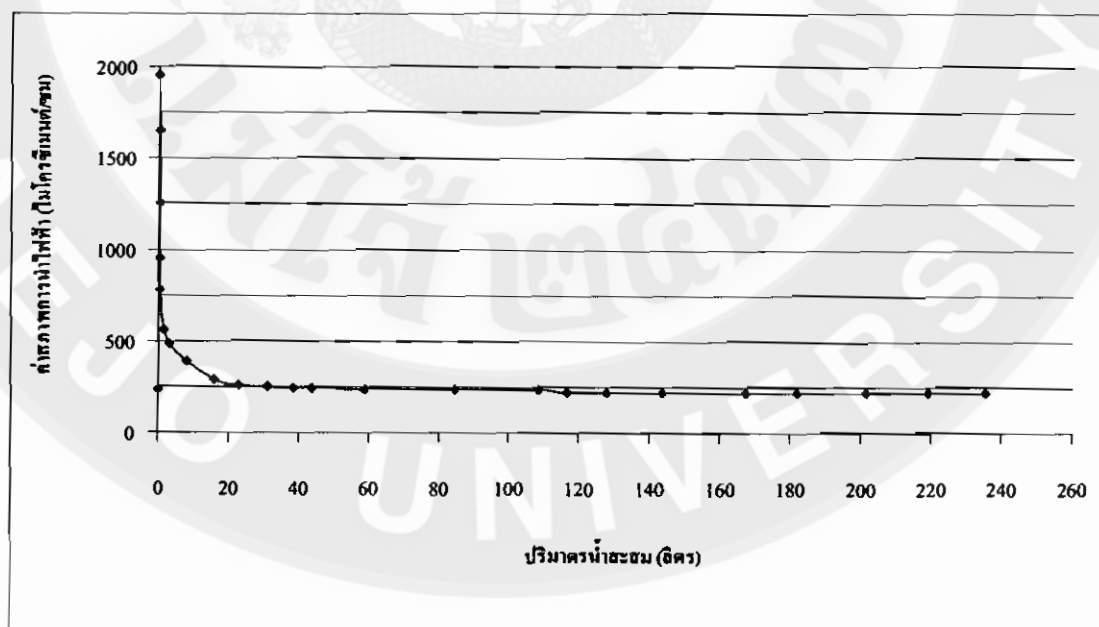
การทดลองที่ 3.1

การทดลองนี้เป็นการทดลองใช้สารตัวกลางเป็นเถ้าแกลบและถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด กรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิริยาเครื่องกรองน้ำคั้นแบบที่เป็นท่อพีวีซีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ตัวกลางสูงรวม 20 เซนติเมตร โดยแบ่งเป็นเถ้าแกลบ 5 เซนติเมตร ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด 15 เซนติเมตร การทดลองทำ 3 ชั่วโมง ใช้ตัวอย่างจากแม่น้ำปิงบริเวณตำบลสันผีเสื้อ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ในเดือนสิงหาคม 2546 มีค่าสภาพการนำไฟฟ้า 230, 240 และ 230 ไมโครซีเมนต/ซม สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก10 – ก12 และภาพ 48, 49 และ 50 พบว่า ค่าสภาพการนำไฟฟ้าในน้ำออกมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าสูง ในช่วงที่ผ่านการกรองในระยะแรกแต่หลังจากนั้นจะมีค่าลดลงจนคงที่และมีค่าสภาพการนำไฟฟ้า 220, 220 และ 210 ไมโครซีเมน/ซม. สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำที่เหมาะสมที่จะนำมาอุปโภคบริโภคตามมาตรฐานคุณภาพน้ำ กำหนดให้มีค่าสภาพการนำไฟฟ้า 150 - 500 ไมโครซีเมน/ซม. (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521) พบว่า การที่ในช่วงแรกค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำมีค่าสูงอาจจะเนื่องมาจากสารประกอบที่ปะปนในผงถ่านจากการผลิต ไหลปะปนออกมากับน้ำทำให้น้ำมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าสูง แต่หลังจากถูกชะล้าง สารตัวกลางก็สามารถกรองน้ำได้ และมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำอยู่ในช่วงค่าที่เหมาะสมที่จะนำมาอุปโภค บริโภค

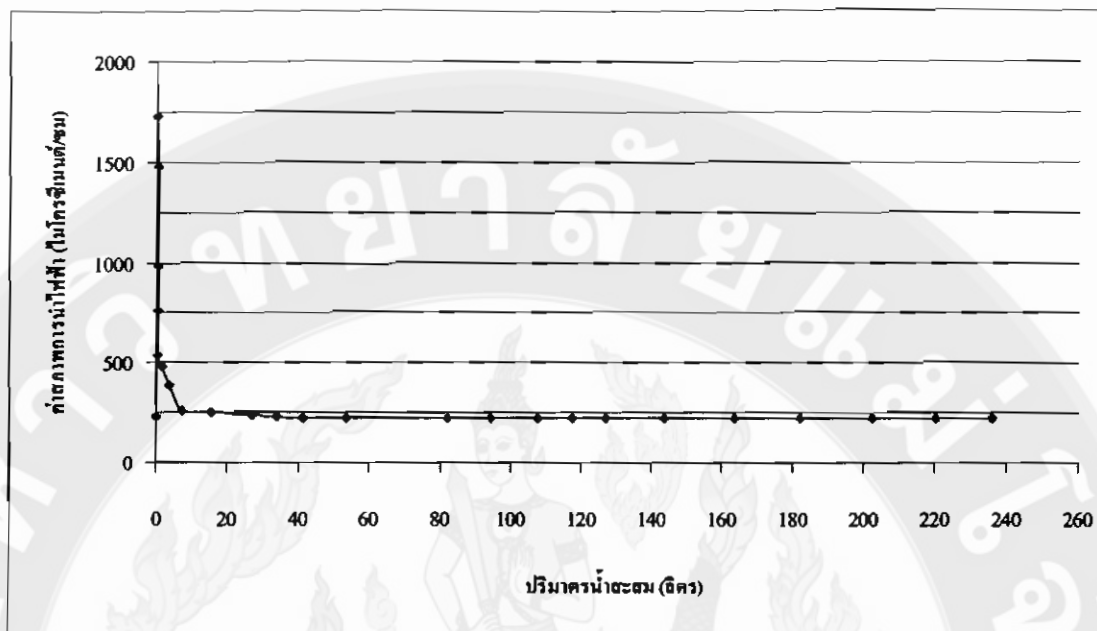
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำออกกับเวลา ดังภาพ 51 พบว่า ในช่วงแรกน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรอง จะมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าสูงและเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 6 ชั่วโมง น้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองจะมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าคงที่ คือ มีค่าสภาพการนำไฟฟ้า 220, 220 และ 210 ไมโครซีเมน/ซม. สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ



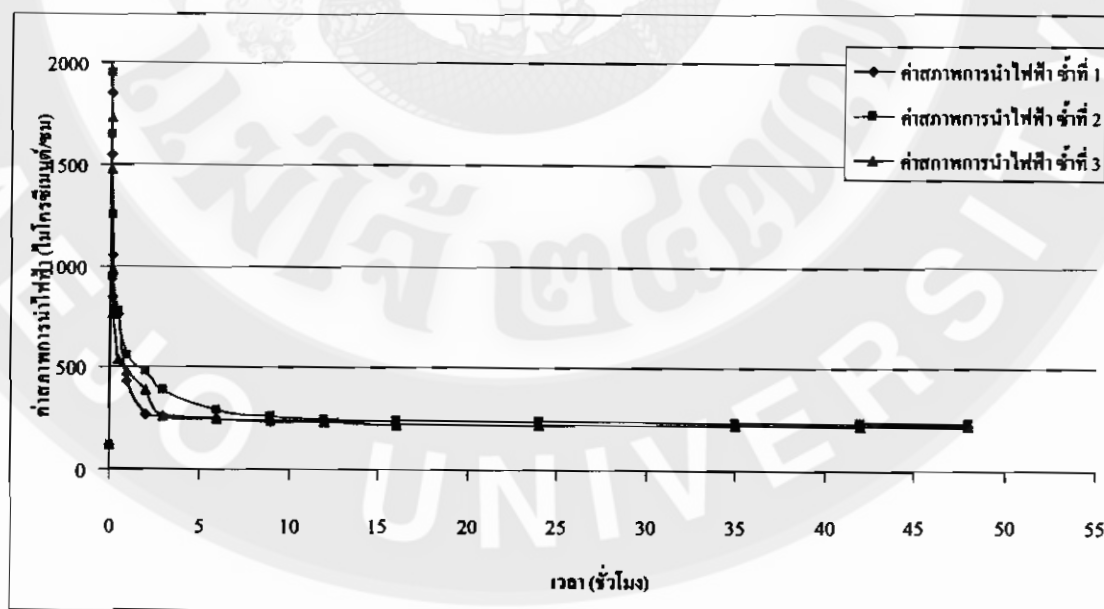
ภาพ 48 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสมของ การทดลองที่ 3.1
ซ้ำที่ 1



ภาพ 49 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสมของ การทดลองที่ 3.1
ซ้ำที่ 2



ภาพ 50 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาวะการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสมของ การทดลองที่ 3.1
ซ้ำที่ 3



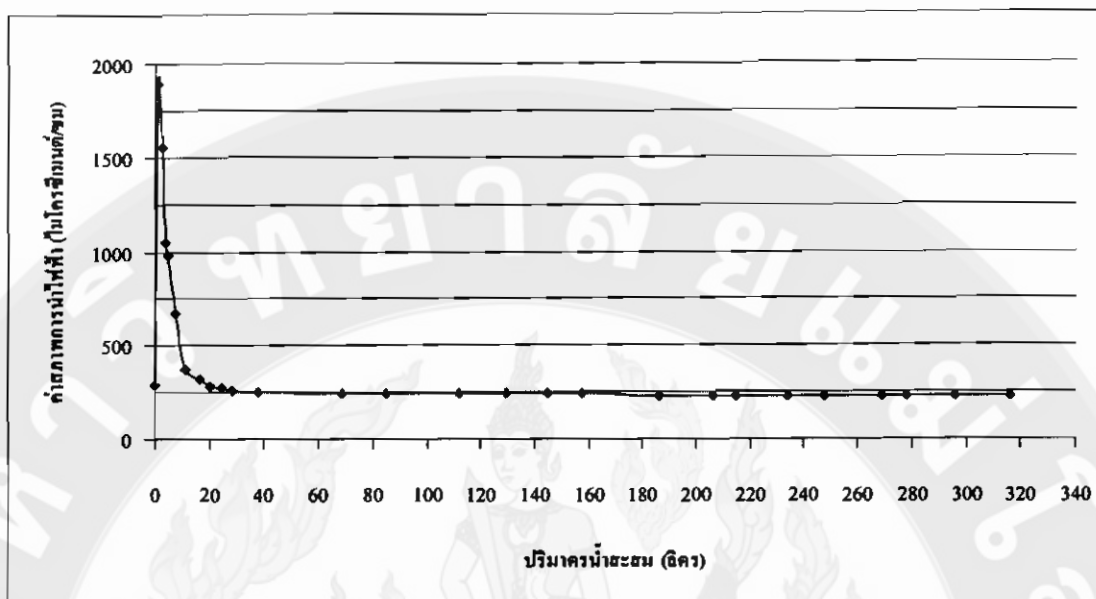
ภาพ 51 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาวะการนำไฟฟ้ากับเวลาของ การทดลองที่ 3.1ซ้ำที่ 1-3
การทดลองที่ 3.2

การทดลองที่ 3.2

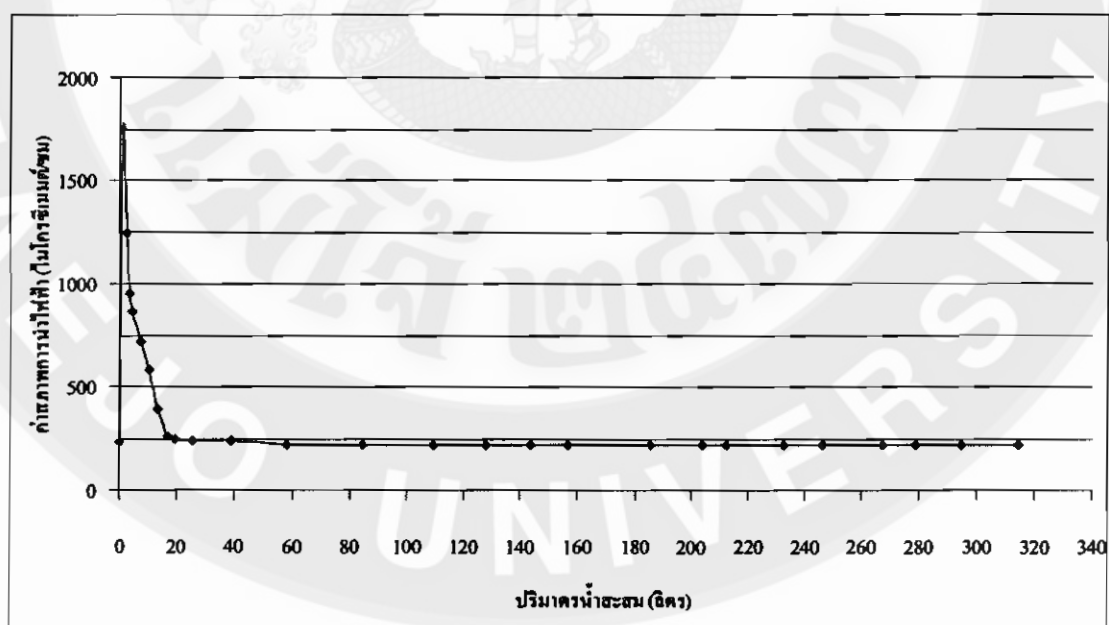
การทดลองนี้เป็นการทดลองใช้ตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิริยาที่เป็นเครื่องกรองน้ำดันแบบความลึกของชั้นถ่าน 20 เซนติเมตร น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากฝายแม่แฝกมีค่าสภาพการนำไฟฟ้า 290 ไมโครซีเมน/ซม. (ซ้ำที่ 1) น้ำจากแม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลาก มีค่าสภาพการนำไฟฟ้า 230 ไมโครซีเมน/ซม. (ซ้ำที่ 2) และน้ำท่วมอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย มีค่าสภาพการนำไฟฟ้า 280 ไมโครซีเมน/ซม. (ซ้ำที่ 3) นำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก13 – ก15 และภาพ 52, 53 และ 54 พบว่าค่าสภาพการนำไฟฟ้าในน้ำที่ผ่านการกรองมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าสูงในช่วงแรกและเมื่อผ่านการกรองมีค่าลดลงและมีค่าคงที่เท่ากับ 230, 220 และ 230 ไมโครซีเมน/ซม. สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำที่เหมาะสมที่จะนำมาอุปโภคบริโภคตามมาตรฐานคุณภาพน้ำ ซึ่งค่ากำหนดให้มีความสภาพการนำไฟฟ้า 150 – 500 ไมโครซีเมน/ซม. (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521) พบว่าค่าสภาพการนำไฟฟ้าในน้ำที่ผ่านการกรองมีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมที่จะนำมาอุปโภค บริโภค

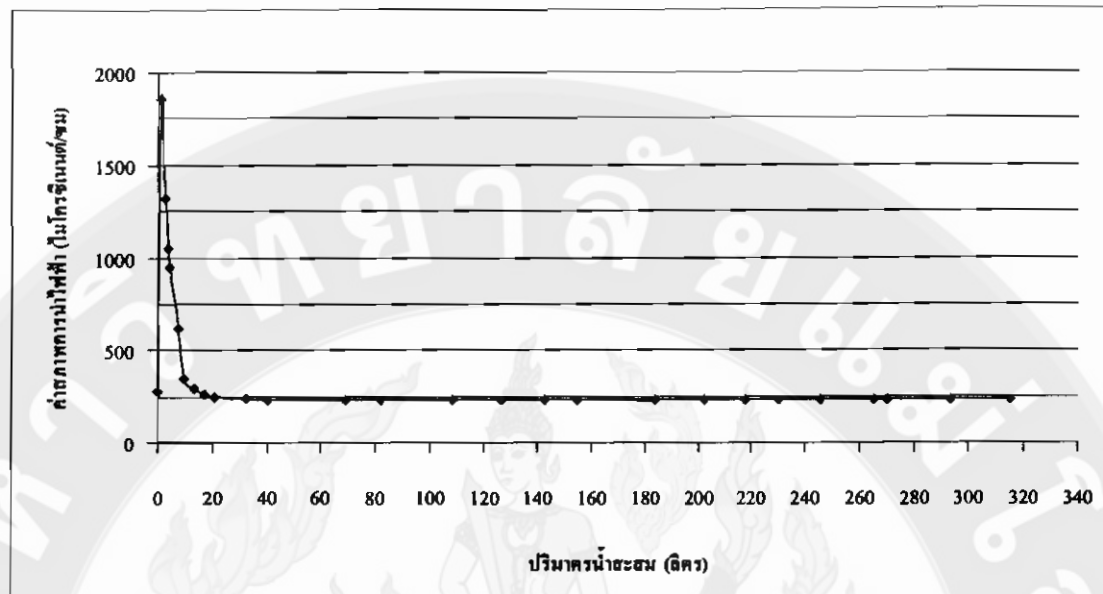
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำออกกับเวลา ดังภาพ 55 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำออกกับเวลามีลักษณะคล้ายกับการทดลองที่ 3.1 แต่ค่าสภาพการนำไฟฟ้าจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไปมากกว่าคือใช้เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง น้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองจึงจะมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าคงที่



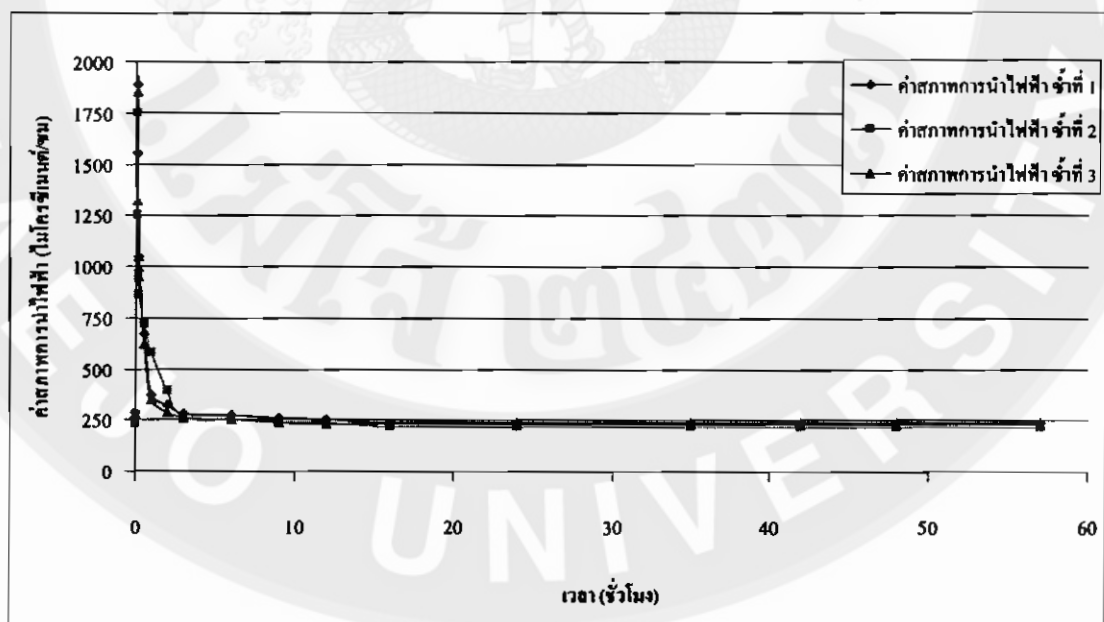
ภาพ 52 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.2
ซ้ำที่ 1



ภาพ 53 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.2
ซ้ำที่ 2



ภาพ 54 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.2
ซ้ำที่ 3



ภาพ 55 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับเวลา การทดลองที่ 3.2 ซ้ำที่ 1 - 3

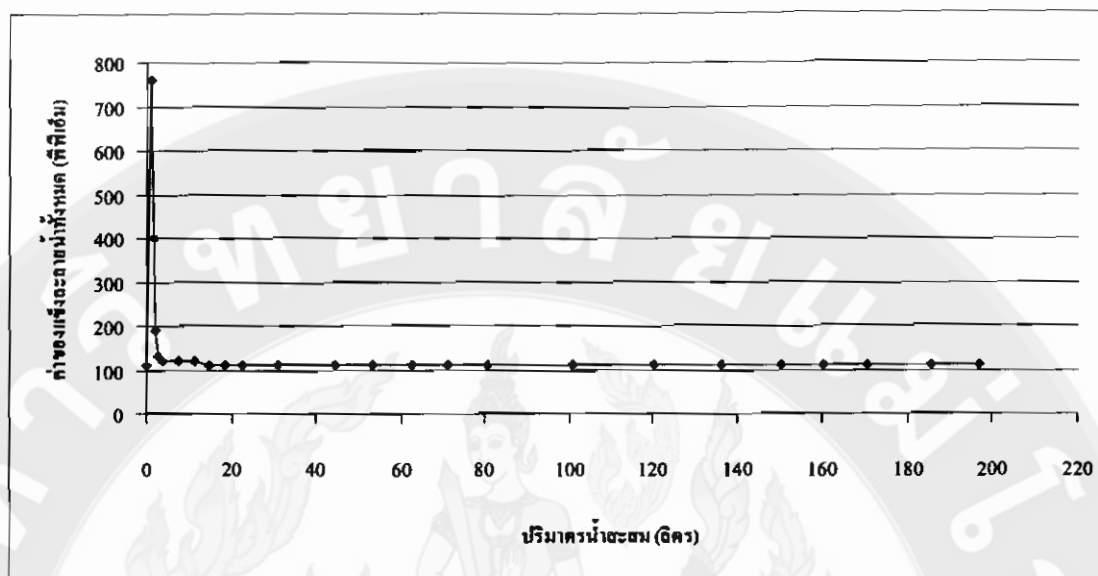
ความสามารถในการกรองค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของตัวกลาง

ความสามารถในการกรองค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด การทดลองที่ 1

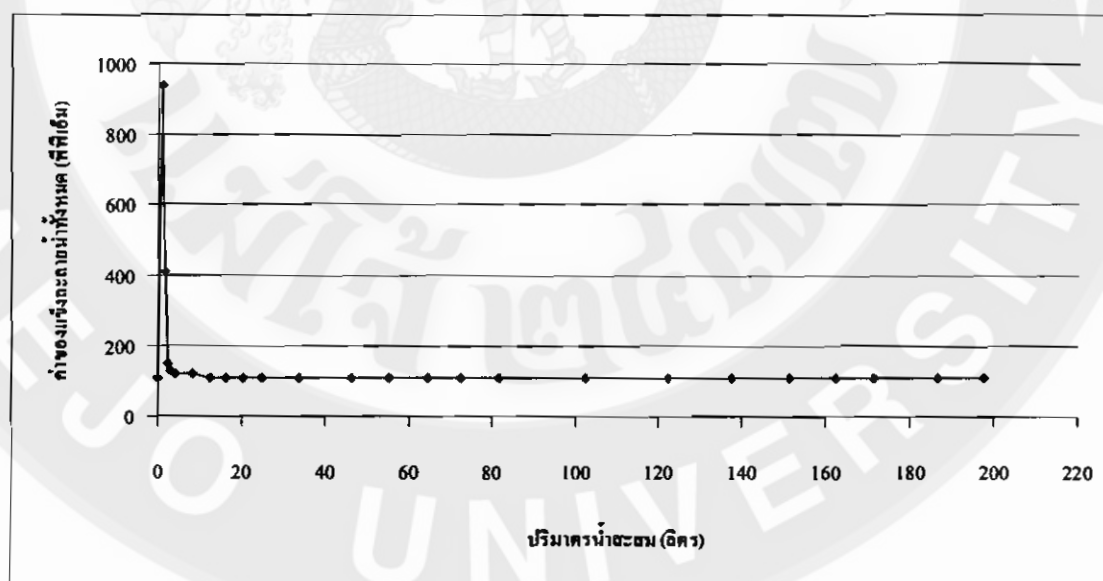
การทดลองที่ 1.1

เป็นการทดลองใช้สารตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว สูง 20 เซนติเมตร ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำตัวอย่างและน้ำที่ทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากันคือ มีค่าเฉลี่ย 110 พีพีเอ็ม การทดลองทำ 3 ชั่วโมง จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก1 – ก3 และภาพ 56, 57 และ 58 ในช่วงแรกประมาณ 15 นาที ที่น้ำผ่านตัวกลางจะมีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดสูงขึ้น เนื่องจากในถ่านกัมมันต์มีฝุ่นของถ่านขนาดเล็กจากกระบวนการผลิตละลายออกมาพร้อมกับน้ำออกด้วย จึงมีค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดเพิ่มขึ้นในน้ำออกระยะแรก ซึ่งสอดคล้องกับค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำออกที่เพิ่มขึ้น โดยที่ไม่มีผลต่อความขุ่นของน้ำออกแต่อย่างใด และเมื่อทำการกรองผ่านไปช่วงหนึ่งค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดจะลดลง จนมีค่าคงที่เท่ากับ 110 พีพีเอ็ม เท่ากันทั้ง 3 ชั่วโมง ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำที่เหมาะสมที่จะนำมาอุปโภคบริโภคตามมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม ซึ่งกำหนดให้มีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด 500 พีพีเอ็ม พบว่าค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำออกภายหลังการกรอง 15 นาที มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดให้สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้

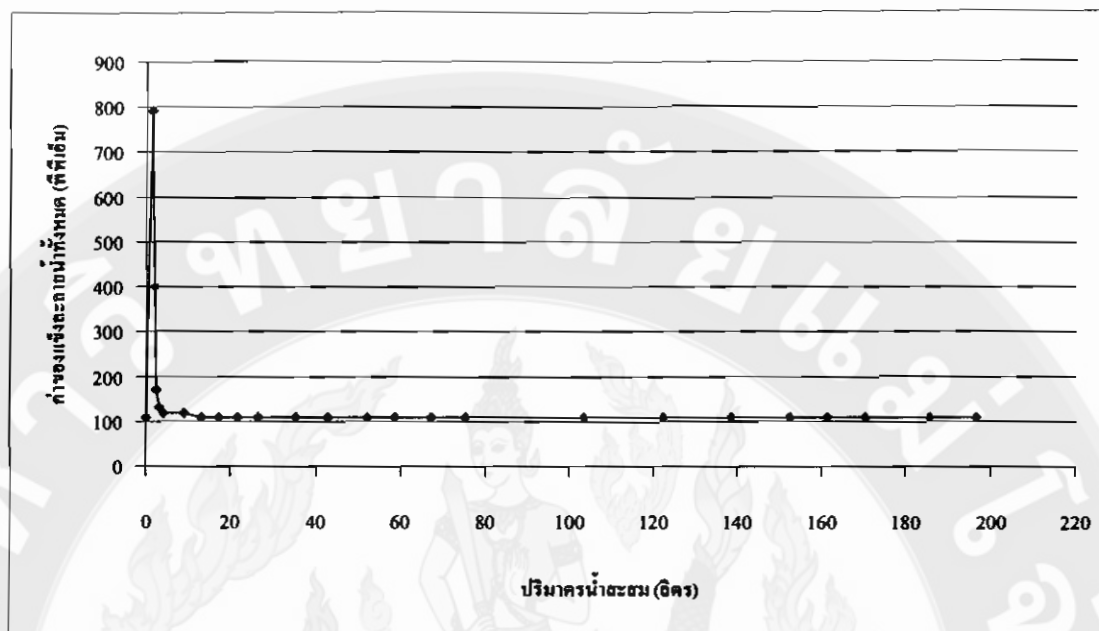
กลไกในการกรองค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดโดยปกติจะเป็นกระบวนการดูดซับผิวโมเลกุลของสารที่ละลายในน้ำจะถูกดูดซับไว้ที่ผิวของตัวกลาง แต่เนื่องจากน้ำตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำจากแม่น้ำที่โดยปกติแล้วจะมีการปนเปื้อนจากสารอินทรีย์ต่ำ จะมีเพียงสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ที่เป็นของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ซึ่งไม่สามารถดูดซับผิวได้โดยตัวกลาง ดังนั้นค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดภายหลังการกรอง 15 นาทีแรกจะมีค่าคงที่ และมีค่าเท่ากับค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำตัวอย่างก่อนการกรอง เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำออกกับเวลา ดังภาพ 59 พบว่า ในช่วงแรกน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองจะมีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดสูงและเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 2 ชั่วโมง น้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองจะมีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดคงที่ คือ มีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด เท่ากับ 110 พีพีเอ็ม เท่ากันทั้ง 3 ชั่วโมง



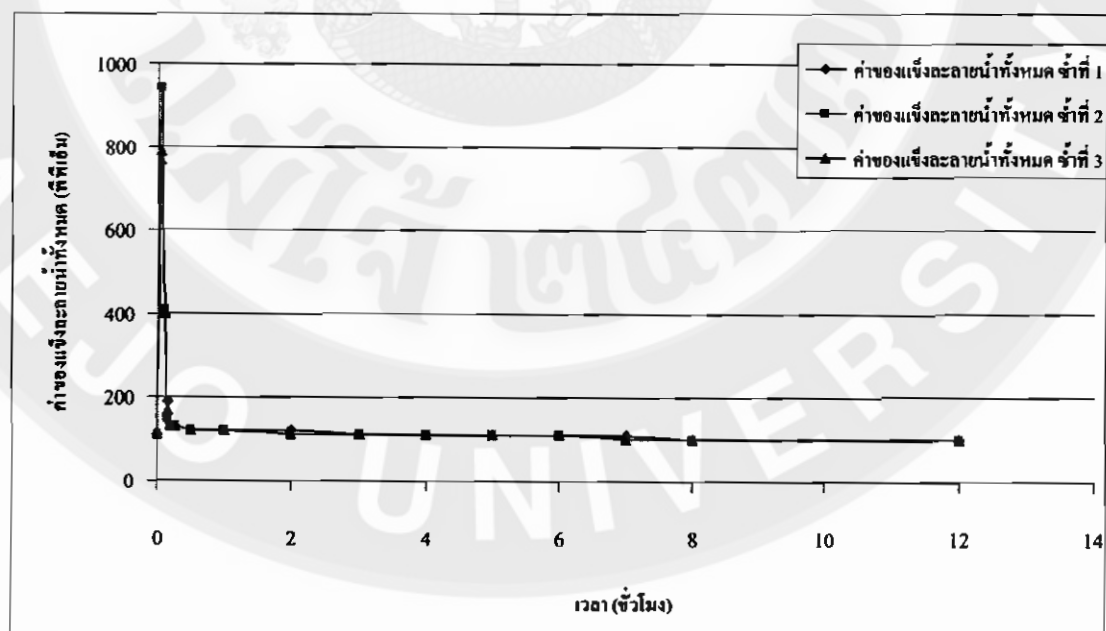
ภาพ 56 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาตรน้ำผสมการทดลองที่ 1.1 ซ้ำที่ 1



ภาพ 57 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาตรน้ำผสมการทดลองที่ 1.1 ซ้ำที่ 2



ภาพ 58 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.1 ซ้ำที่ 3



ภาพ 59 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับเวลา การทดลองที่ 1.1 ซ้ำที่ 1 – 3

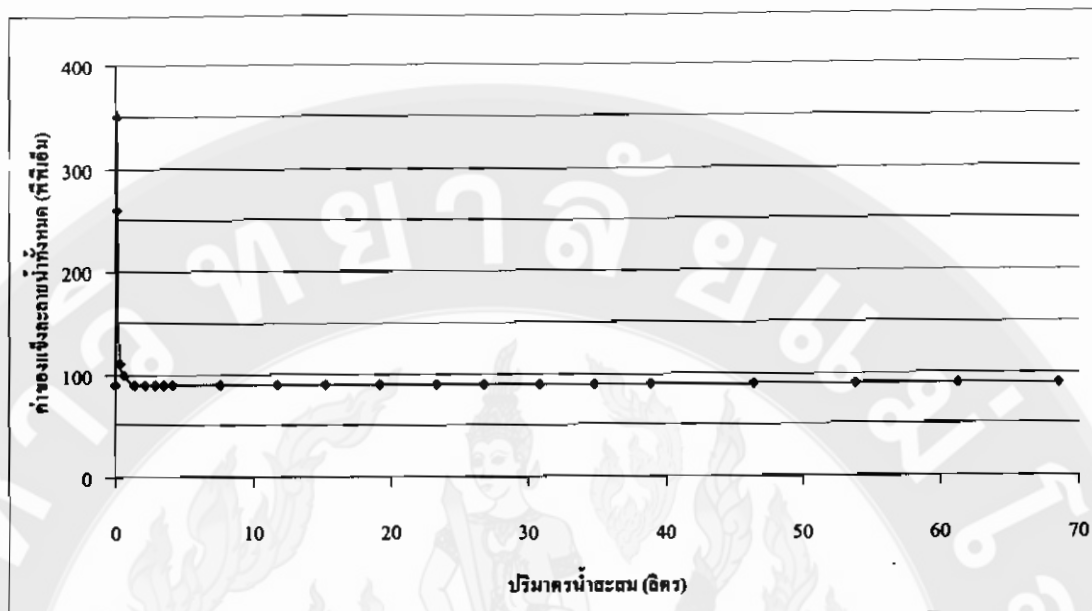
การทดลองที่ 1.2

ในการทดลองโดยใช้ตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดผงกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุภายในถังปฏิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว สูง 20 เซนติเมตร ค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดของน้ำเข้ามีค่า 110 พีพีเอ็ม การทดลองทำ 3 ชั่วโมง พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดในน้ำที่ผ่านการกรองกับปริมาณน้ำสะสมไม่สามารถหาค่าได้ เนื่องจากน้ำที่ผ่านการกรองจะมีสีดำ เป็นสีของผงถ่านไม่เหมาะสมกับการนำไปอุปโภคบริโภค มีค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดสูงกว่าน้ำเข้า ซึ่งมีสาเหตุมาจากขนาดของถ่านกัมมันต์ชนิดผงมีลักษณะเล็กละเอียดมาก เมื่อนำมากรองน้ำจึงไหลปะปนออกมากับน้ำถ่านที่ผ่านการกรองด้วย

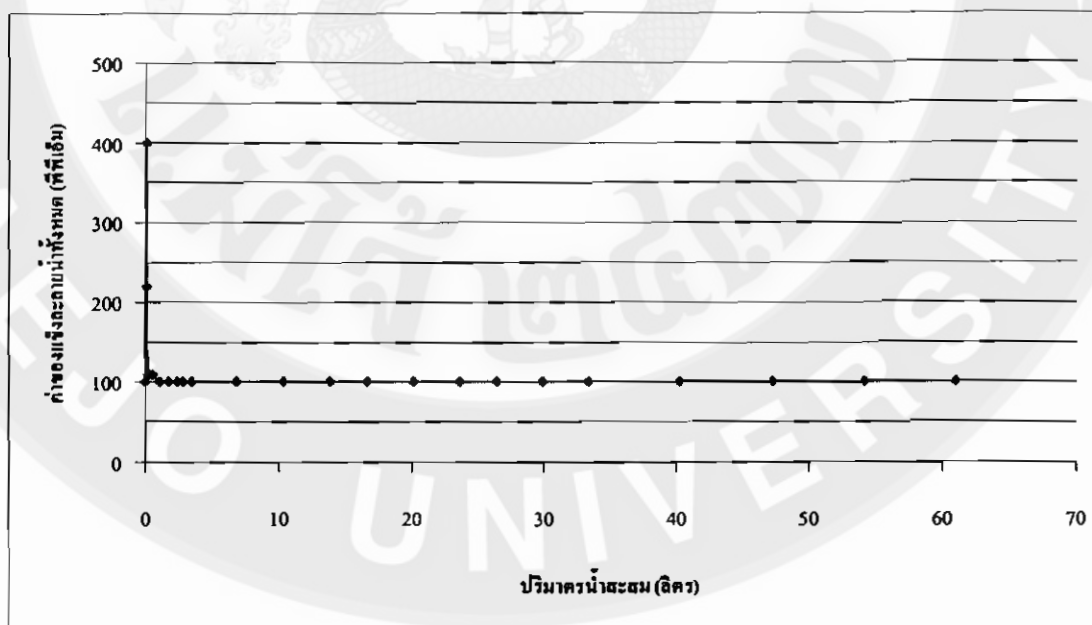
การทดลองที่ 1.3

จากการทดลองโดยใช้ตัวกลางเป็นถ่านเกลบกรองน้ำตัวอย่างโดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูง 20 เซนติเมตร ค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดของน้ำเข้ามีค่า 90, 100 และ 100 พีพีเอ็ม สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ และมีค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดของน้ำตัวอย่างและน้ำที่ทิ้งตกตะกอน 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากัน การทดลองทำ 3 ชั่วโมง จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก4 – ก6 และภาพ 60, 61 และ 62 พบว่าในช่วง 10 นาทีแรกที่น้ำผ่านตัวกลางจะมีค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดสูงขึ้นและหลังจากนั้นมีค่าลดลงจนคงที่เท่ากับ 90, 100 และ 90 พีพีเอ็ม สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ เมื่อพิจารณา ค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดของน้ำที่เหมาะสมจะนำมาอุปโภคบริโภคตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค ซึ่งกำหนดให้มีค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมด 500 พีพีเอ็ม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521) พบว่า น้ำที่ผ่านการกรองภายหลัง 10 นาทีแรก มีค่าเหมาะสมที่จะนำมาอุปโภคบริโภค

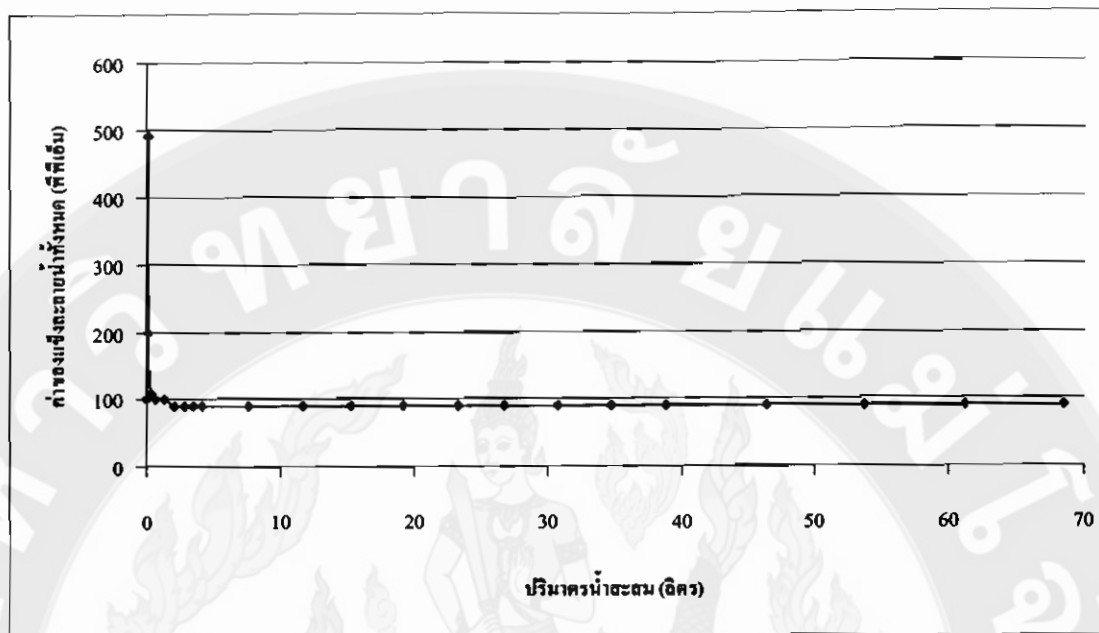
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดของน้ำออกกับเวลาดังภาพ 63 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดของน้ำออกกับเวลา ในช่วงแรกน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองด้วยถ่านเกลบจะมีค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดสูงและเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 15 นาที จะมีค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดคงที่ คือ มีค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดเท่ากับ 90, 100 และ 90 พีพีเอ็ม สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่าน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองด้วยถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด



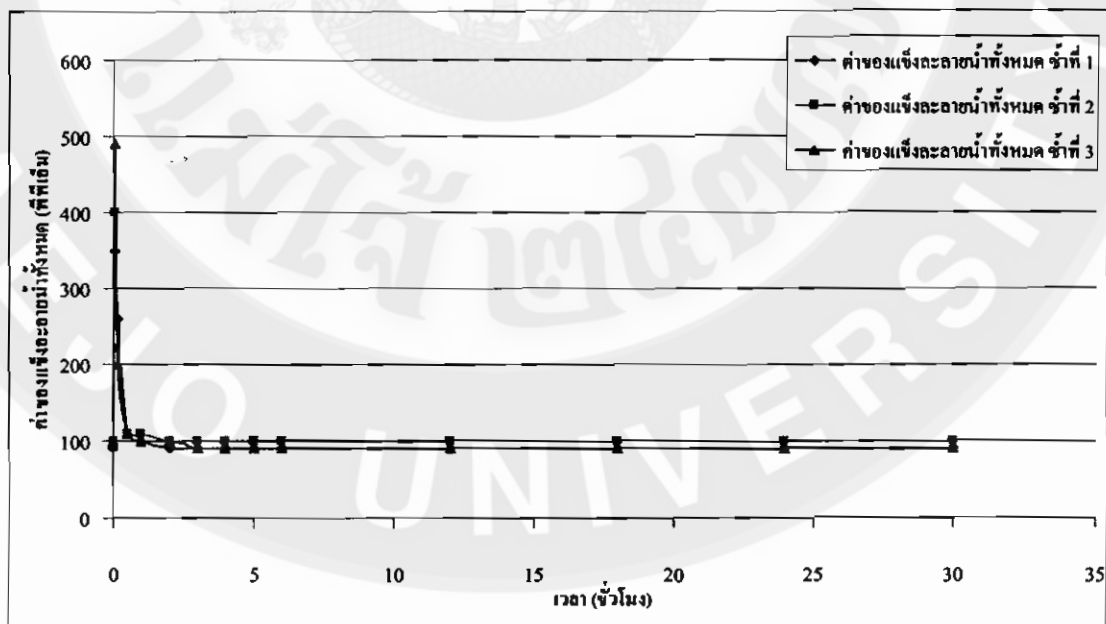
ภาพ 60 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.3
ซ้ำที่ 1



ภาพ 61 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.3
ซ้ำที่ 2



ภาพ 62 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 1.3
ซ้ำที่ 3



ภาพ 63 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมดกับเวลา การทดลองที่ 1.3 ซ้ำที่ 1 - 3

ความสามารถในการกรองค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด การทดลองที่ 2

การทดลองที่ 2.1

ในการทดลองกรองน้ำตัวอย่างโดยมีการทำงานร่วมกันของสารตัวกลางที่เป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ชนิดผงและถั่วแกลบกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูงชนิดละ 20 เซนติเมตร รวมความสูง 60 เซนติเมตร น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากแม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลากเดือนสิงหาคม 2546 นำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง มีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด 110 พีพีเอ็ม การทดลองทำ 3 ชั่วโมง พบว่า ระบบไม่สามารถกรองน้ำได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากมีอัตราการกรองช้ามากจึงไม่สามารถหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสมได้

การทดลองที่ 2.2

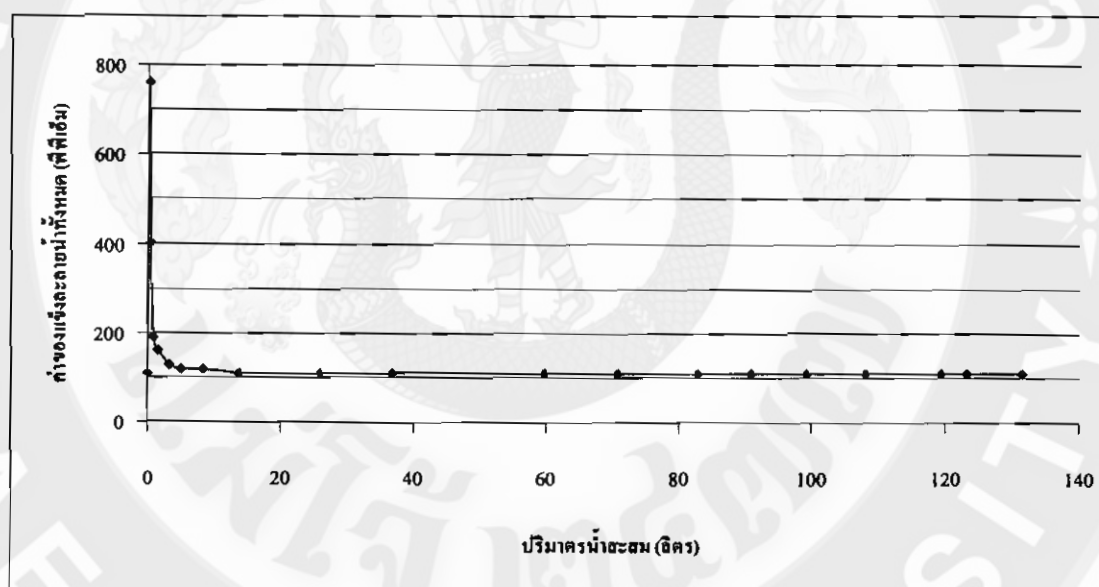
การทดลองที่ 2.2 เป็นการศึกษาโดยใช้การทำงานร่วมกันของสารตัวกลางถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดและชนิดผงในการกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูงชนิดละ 20 เซนติเมตร มีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดเฉลี่ย 110 พีพีเอ็ม การทดลองทำ 3 ชั่วโมง พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสมไม่สามารถหาค่าได้ เนื่องจากลักษณะของน้ำที่ผ่านการกรองจะมีสีค่าของผงถ่านจนไม่สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้ ซึ่งมีสาเหตุมาจากถ่านกัมมันต์ชนิดผงมีลักษณะเล็ดละเอียดมากจนสามารถไหลปะปนออกมากับน้ำออก

การทดลองที่ 2.3

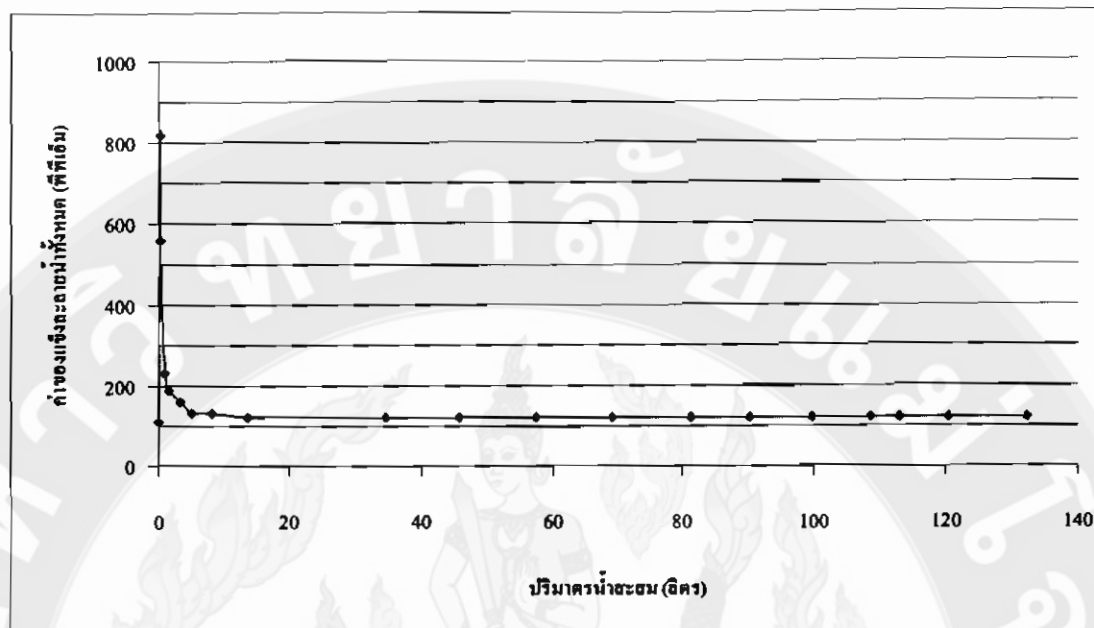
การทดลองนี้เป็นการทดลองใช้สารตัวกลางเป็นถั่วแกลบและถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำตัวอย่าง บรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูง 20 เซนติเมตร กำหนดความลึกของชั้นถ่านทั้งหมด 20 เซนติเมตร โดยแบ่งถั่วแกลบ 5 เซนติเมตร ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด 15 เซนติเมตร การทดลองทำ 3 ชั่วโมง มีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด 110, 110 และ 120 พีพีเอ็ม สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก7 - ก9 และภาพ 64, 65 และ 66 พบว่าค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในน้ำออกมี

ค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดสูงมากในช่วง 20 นาทีแรก คาดว่าเกิดจากการละลายน้ำของผงถ่านกัมมันต์และเถ้าแกลบออกมา หลังจากนั้นจะลดลงจนมีค่าคงที่ และเมื่อพิจารณาค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดของน้ำที่เหมาะสมที่จะนำมาอุปโภคบริโภคตามมาตรฐานคุณภาพน้ำ ซึ่งกำหนดให้มีค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมด 500 พีพีเอ็ม พบว่าน้ำที่ผ่านการกรอง 20 นาทีแรกมีค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้

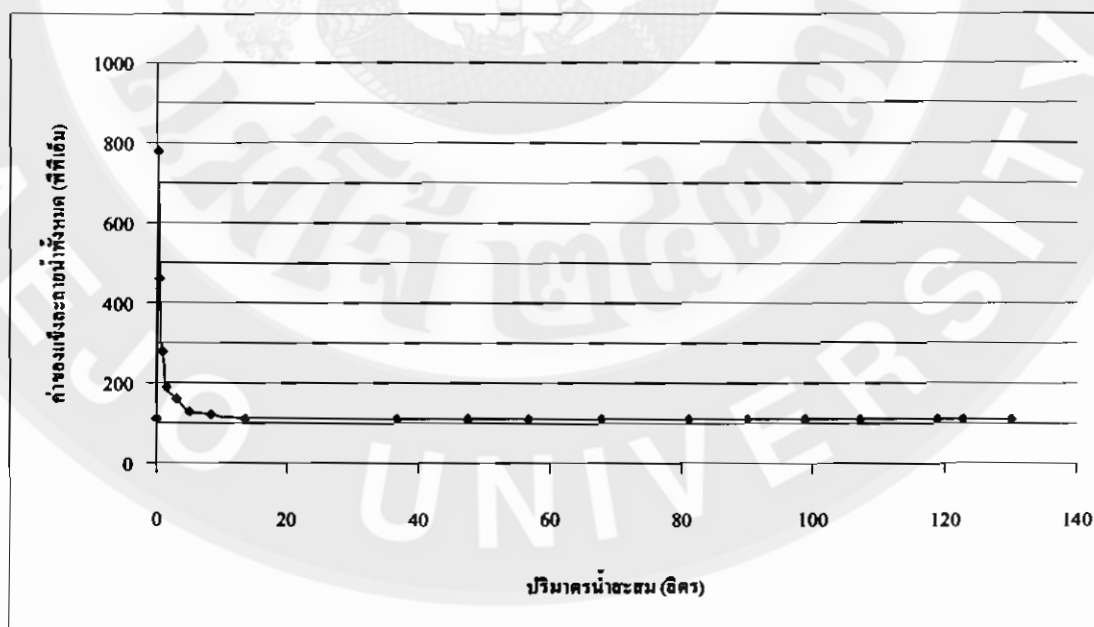
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดของน้ำออกกับเวลา ดังภาพ 67 พบว่า ในช่วงแรกน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรอง จะมีค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดสูงและเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 20 นาที น้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองจะมีค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดคงที่ และเท่ากับค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดของน้ำเข้า



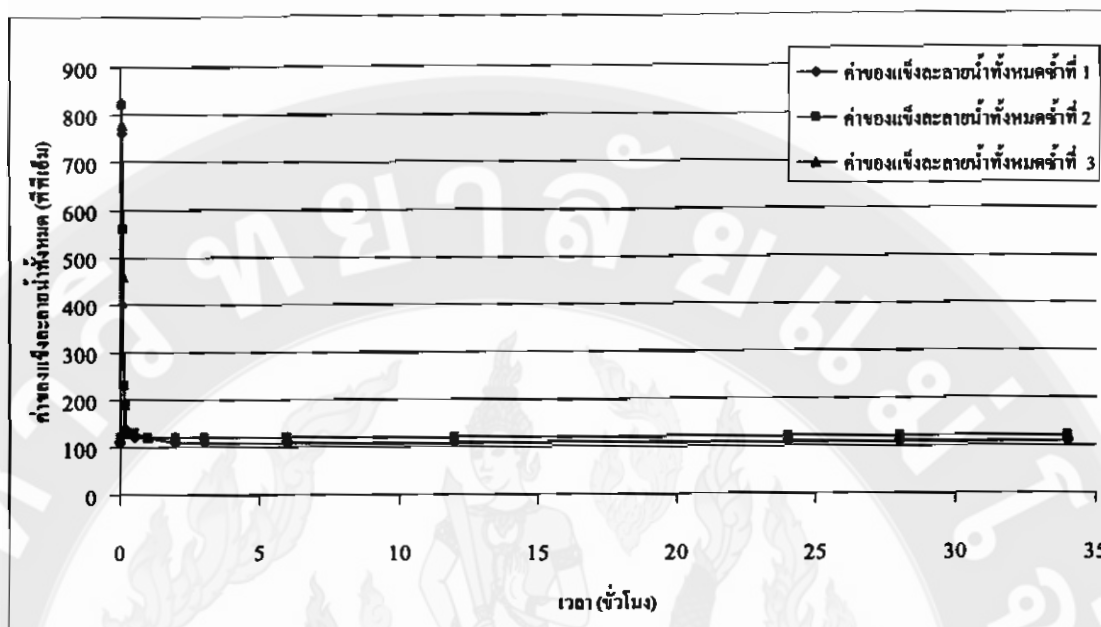
ภาพ 64 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดในน้ำกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 2.3 ซ้ำที่ 1



ภาพ 65 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในน้ำกับปริมาณน้ำสะสม การทดลอง
ที่ 2.3 ซ้ำที่ 2



ภาพ 66 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในน้ำกับปริมาณน้ำสะสม การทดลอง
ที่ 2.3 ซ้ำที่ 3



ภาพ 67 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมดในน้ำกับเวลา การทดลองที่ 2.3 ชุดที่ 1 - 3

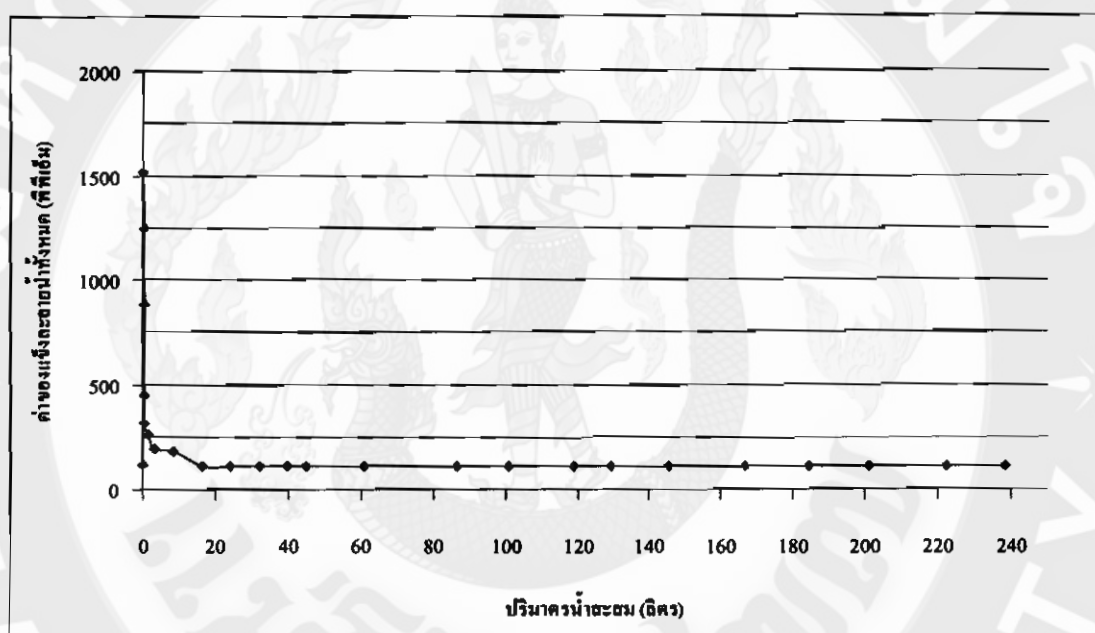
ความสามารถในการกรองค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมด การทดลองที่ 3

การทดลองที่ 3.1

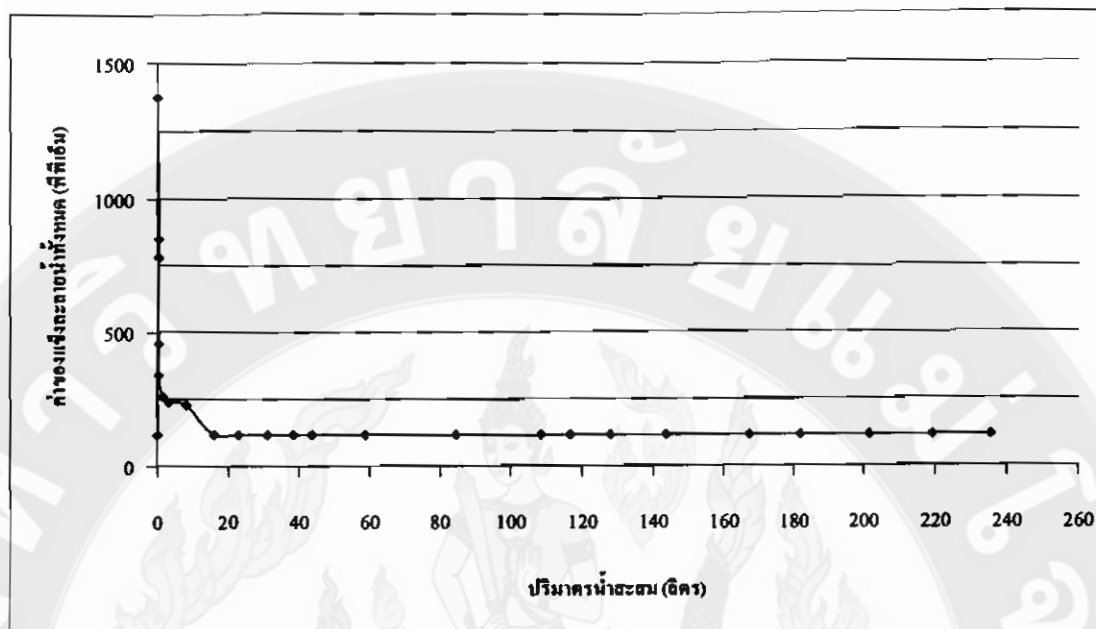
การทดลองนี้เป็นการใช้สารตัวกลางที่เป็นเม็ดและถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำ ตัวอย่าง โดยบรรจุสารตัวกลางภายในถังปฏิกรณ์กรองน้ำดันแบบที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ตัวกลางสูงรวม 20 เซนติเมตร โดยแบ่งเป็นเม็ด 5 เซนติเมตรและถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด 15 เซนติเมตร การทดลองทำ 3 ชุด น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากแม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลากเดือนสิงหาคม 2546 มีค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมดของน้ำตัวอย่างและของน้ำที่ติดตั้งตกตะกอน 24 ชั่วโมง มีค่า 120 ฟุตเซ็นติเมตร เท่ากันทั้ง 3 ชุด จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก10 – ก12 และภาพ 68, 69 และ 70 พบว่า ค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมด ในน้ำออกมีค่าสูงมากในช่วง 20 นาทีแรก ซึ่งเกิดจากการละลายน้ำของผงถ่านกัมมันต์และเม็ดถ่านออกมาแค่พอเวลาผ่านไป น้ำที่ผ่านการกรองจะมีค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมดจะลดลงจนคงที่ และมีค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมด 110, 120 และ 110 ฟุตเซ็นติเมตร สำหรับชุดที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมดของน้ำที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาอุปโภคบริโภคตามมาตรฐานคุณภาพน้ำ ซึ่งกำหนดให้

มีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด 500 พีพีเอ็ม พบว่าน้ำที่ผ่านการกรองประมาณ 2 ชั่วโมงมีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้

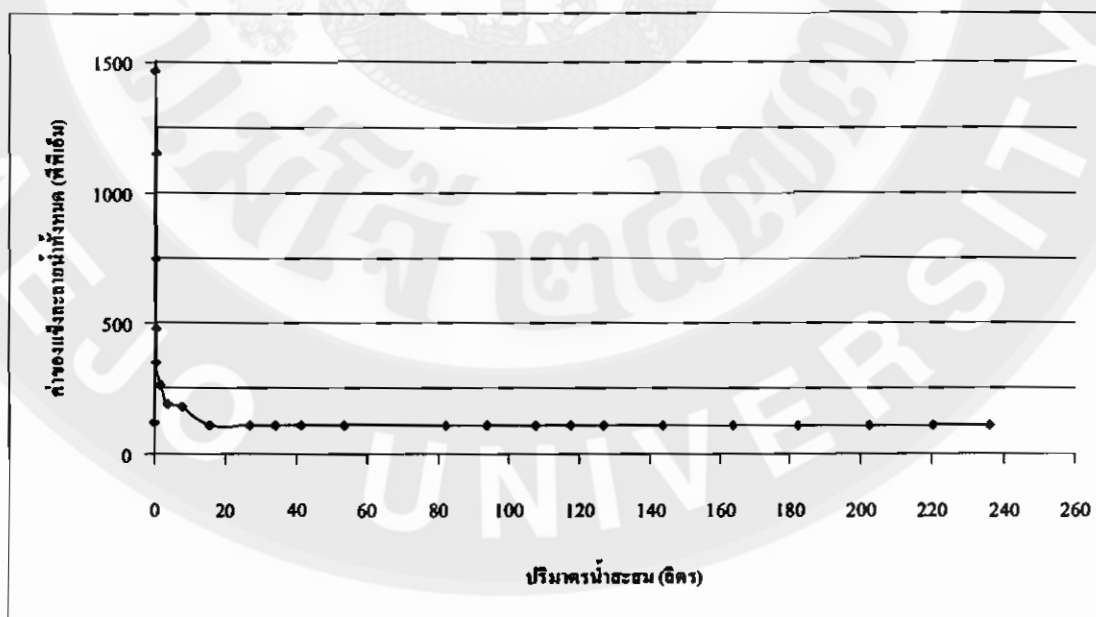
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำออกกับเวลา ดังภาพ 71 พบว่า ในช่วงแรกน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรอง จะมีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดสูงและเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 2 ชั่วโมง น้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองจะมีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดคงที่ คือค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด 110, 120 และ 110 พีพีเอ็ม สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ



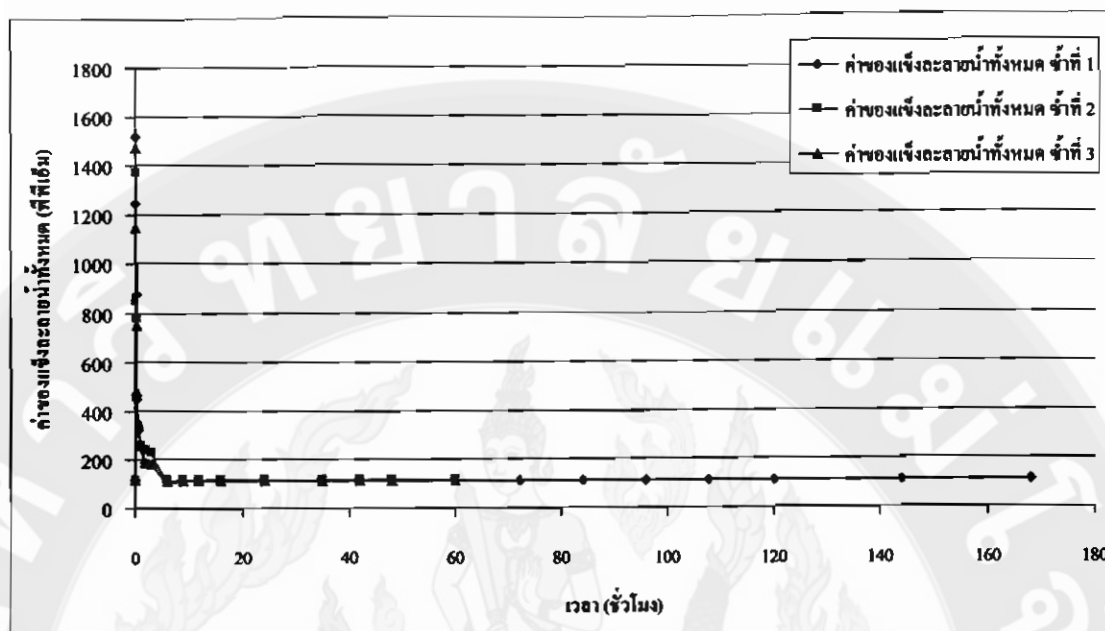
ภาพ 68 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 1



ภาพ 69 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.1
ซ้ำที่ 2



ภาพ 70 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสม การทดลองที่ 3.1
ซ้ำที่ 3

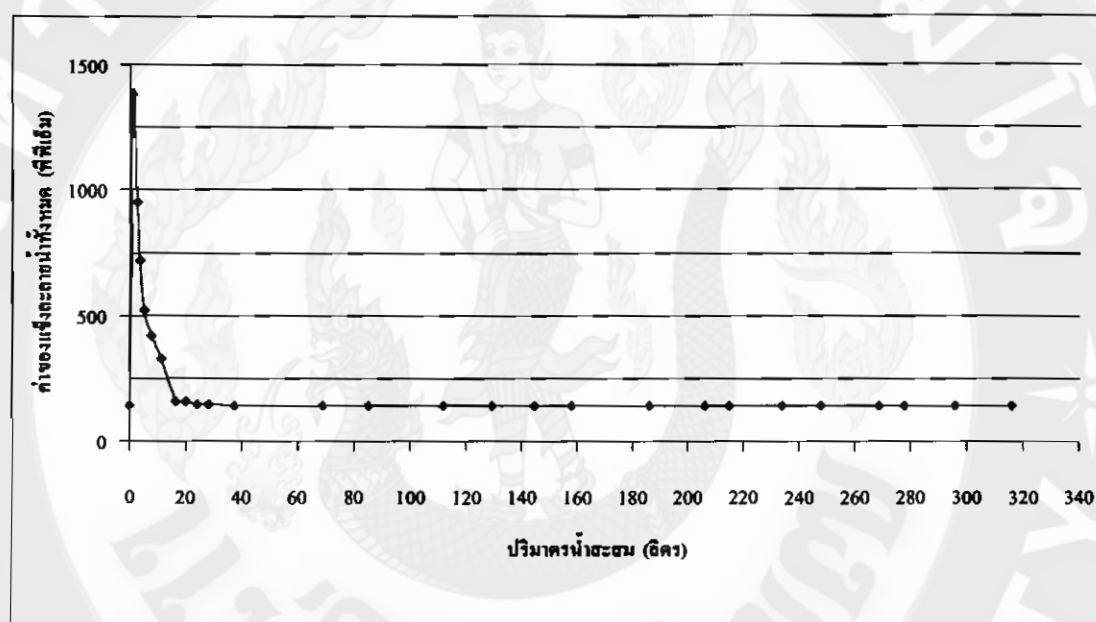


ภาพ 71 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมดกับเวลา การทดลองที่ 3.1 จำที่ 1 - 3

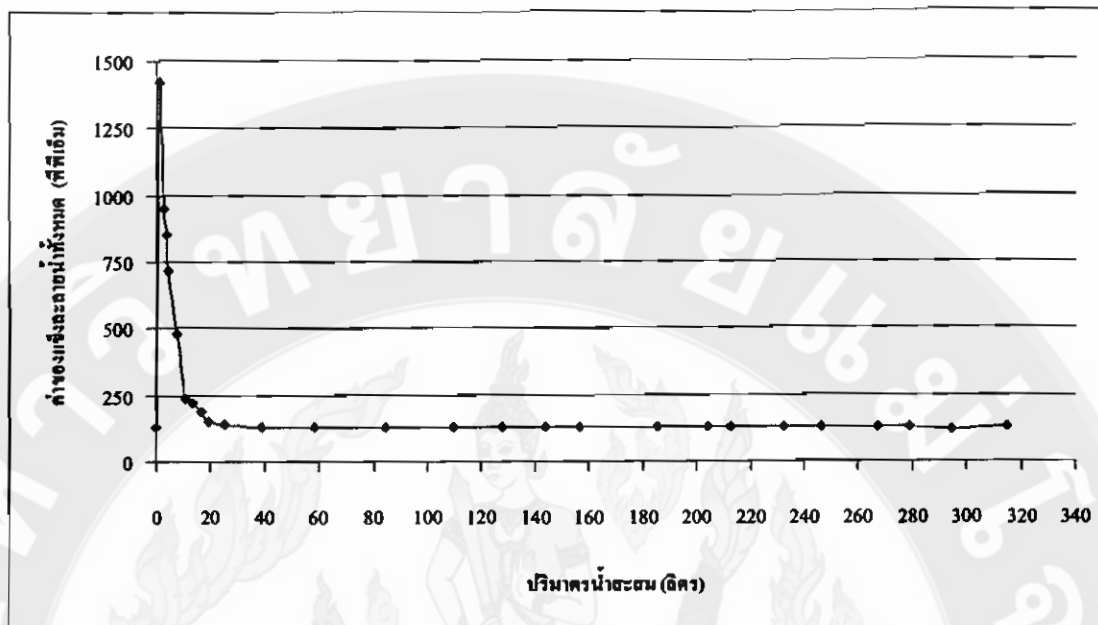
การทดลองที่ 3.2

จากการทดลองโดยใช้สารตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกิริยาที่เป็นเครื่องกรองน้ำดันแบบ ความลึกของชั้นถ่าน 20 เซนติเมตร น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากฝายแม่แฝกเดือนกันยายน 2546 มีค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมด 140 ฟุตเอมในจำที่ 1 จำที่ 2 เป็นน้ำจากแม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลากเดือนกันยายน 2546 มีค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมด 130 ฟุตเอม และจำที่ 3 เป็น น้ำท่วมจากอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย เดือนกันยายน 2546 มีค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมด 140 ฟุตเอม นำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง ค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมดมีค่า 130, 120 และ 130 ฟุตเอม สำหรับจำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก10 – ก12 และภาพ 72, 73 และ 74 พบว่า ค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมดในน้ำออกมีค่าสูงในช่วงแรก แต่พอเวลาผ่านไปประมาณ 2 ชั่วโมง น้ำที่ผ่านการกรองจะมีค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมดลดลงจนคงที่ และมีค่าเท่ากับ 140, 130 และ 140 ฟุตเอม สำหรับจำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมดของน้ำที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาอุปโภคบริโภคตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค ซึ่งกำหนดให้มีความสูงของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมด 500 ฟุตเอม พบว่าน้ำที่ผ่านการกรองภายหลัง 2 ชั่วโมง มีค่าของแรงเสียดทานน้ำทั้งหมดไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้

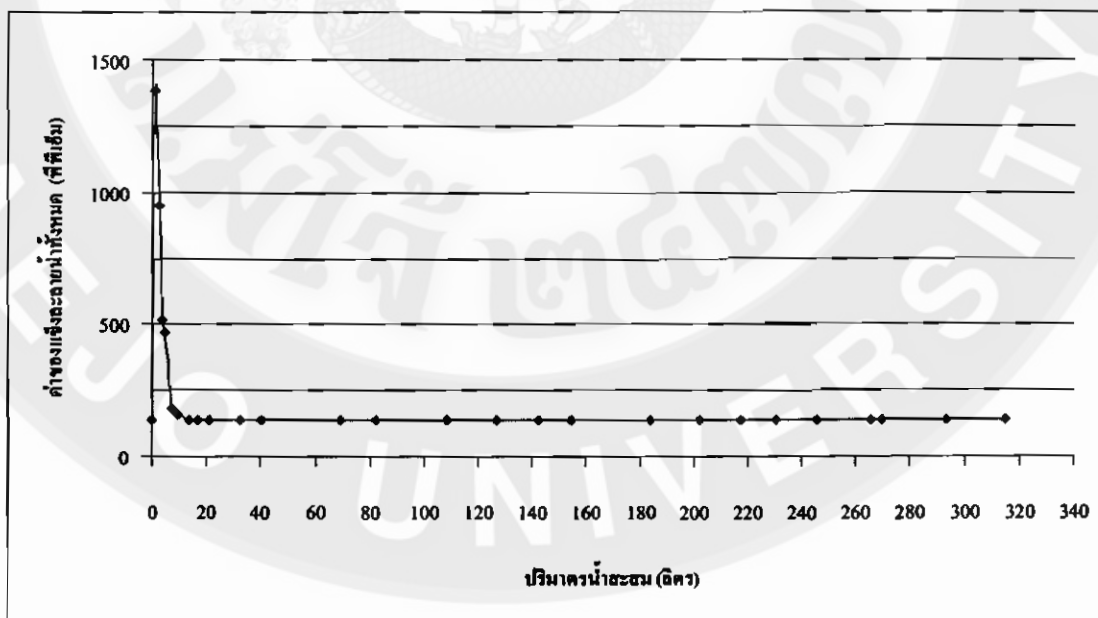
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำออกกับเวลาดังภาพ 75 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำออกกับเวลา ในช่วงแรกน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองด้วยดำนกัมมันต์จะมีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดสูงและเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 2 ชั่วโมง จะมีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดคงที่ คือ มีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดเท่ากับ 140, 130 และ 140 พีพีเอ็ม สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่าน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองด้วยแก้วเกลบและดำนกัมมันต์ชนิดเม็ดในการทดลองที่ 3.1



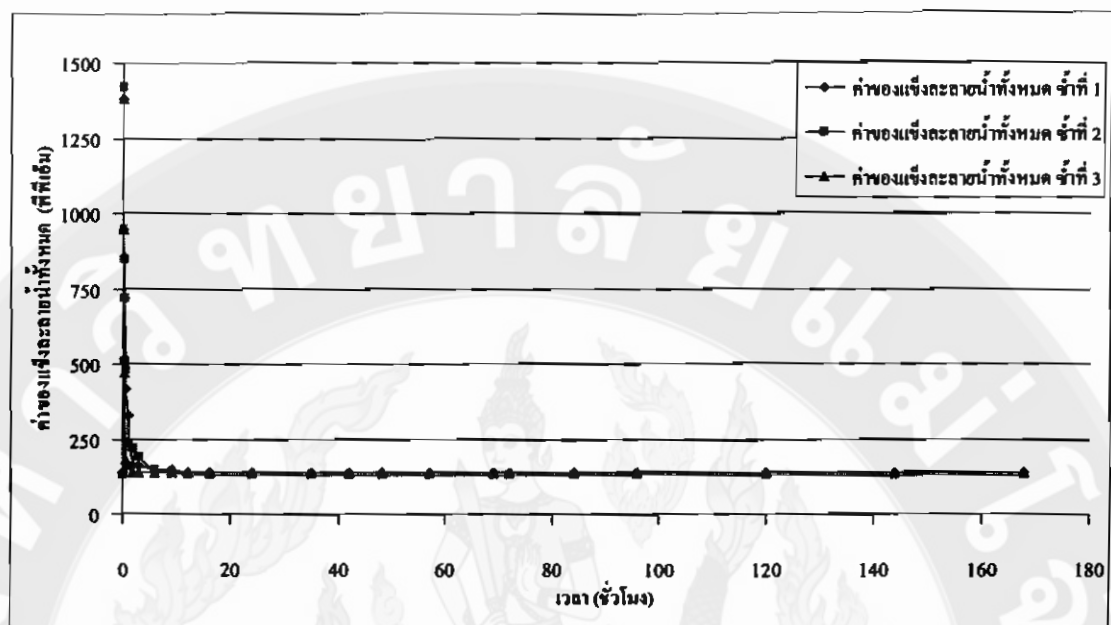
ภาพ 72 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาตรน้ำสะสม การทดลองที่ 3.2
ซ้ำที่ 1



ภาพ 73 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาตรน้ำสะสม การทดลองที่ 3.2
ซ้ำที่ 2



ภาพ 74 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาตรน้ำสะสม การทดลองที่ 3.2
ซ้ำที่ 3



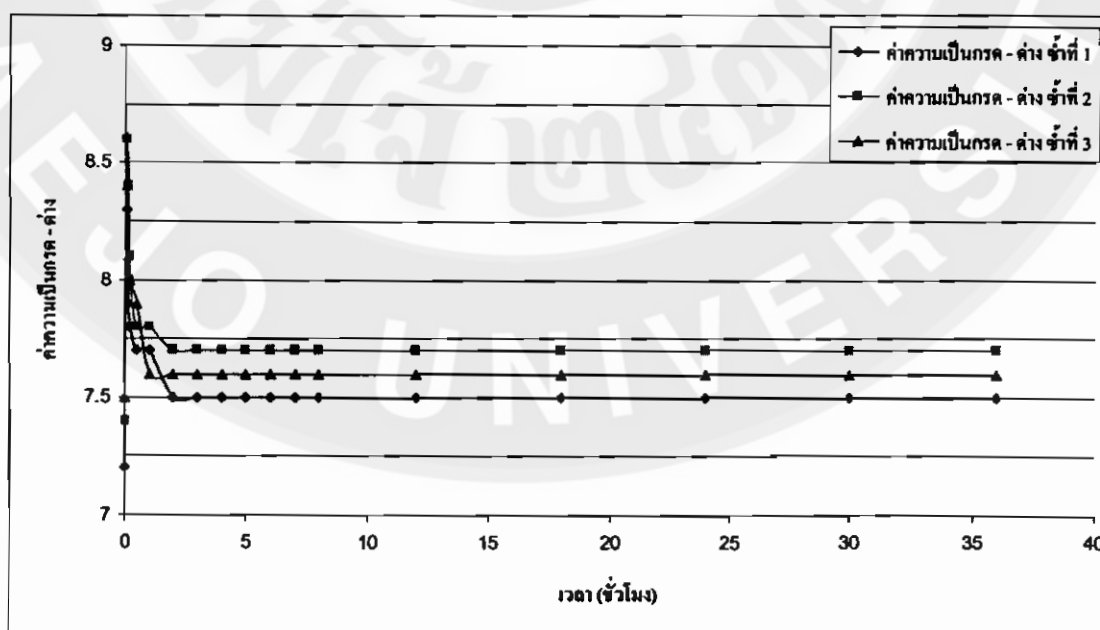
ภาพ 75 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับเวลา การทดลองที่ 3.2 ซ้ำที่ 1 - 3

ค่าความเป็นกรด - ค่าของน้ำตัวอย่าง

ค่าความเป็นกรด - ค่า การทดลองที่ 1

การทดลองที่ 1.1

เป็นการทดลองใช้สารตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำตัวอย่าง โดยมีค่าความเป็นกรด - ค่าของน้ำตัวอย่างและน้ำที่ทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมงมีค่าเท่ากันของแต่ละซ้ำ และมีค่า 7.2, 7.4 และ 7.5 สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ข้อมูลแสดงตามตารางภาคผนวกที่ ก1 - ก3 และภาพ 77 ในช่วงแรกประมาณ 10 นาที น้ำที่ผ่านตัวกลางจะมีค่าความเป็นกรด - ค่าสูงขึ้น เนื่องจากในถ่านกัมมันต์ที่ใช้เป็นตัวกลางมีเศษผงขนาดเล็กประกอบอยู่ซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิต เมื่อละลายในน้ำจะแตกตัวทำให้ค่าความเป็นกรด - ค่าเพิ่มขึ้นในน้ำออกระยะแรก และเมื่อทำการกรองผ่านไปช่วงหนึ่ง ค่าความเป็นกรด - ค่าจะลดลง จนมีค่าคงที่เท่ากับ 7.5, 7.7 และ 7.6 สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับค่าสภาพการนำไฟฟ้าและค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำออกที่เพิ่มขึ้นในระยะเดียวกัน โดยที่ไม่มีผลต่อความขุ่นของน้ำออกแต่อย่างใด และมีค่าอยู่ในช่วงที่มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มกำหนด คือ 6.5 - 8.5



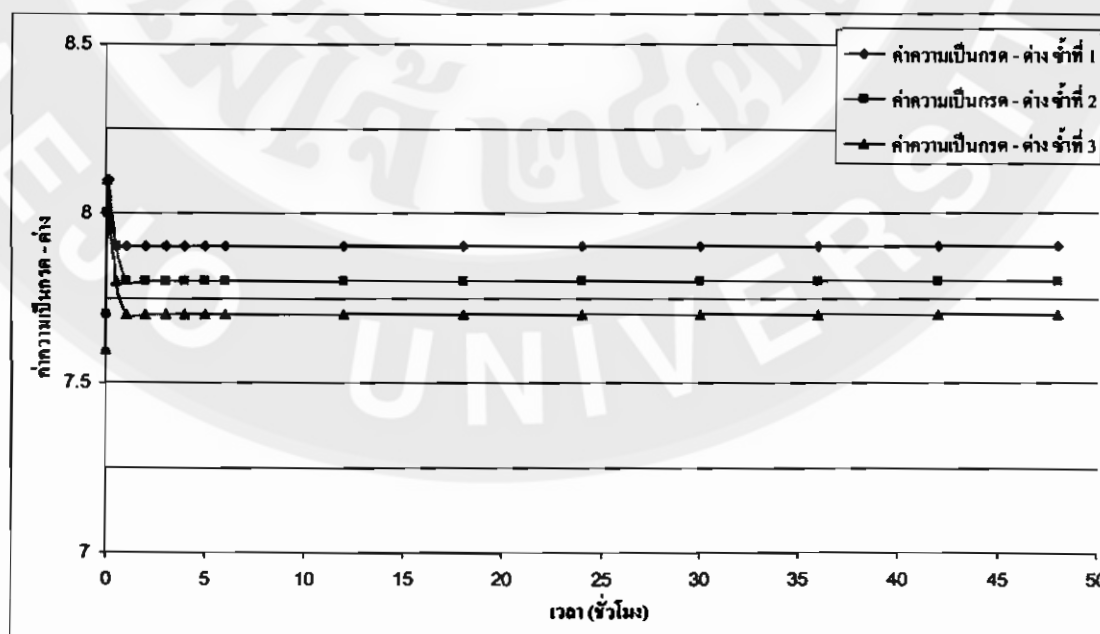
ภาพ 76 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด - ค่ากับเวลาการทดลองที่ 1.1 ซ้ำที่ 1 - 3

การทดลองที่ 1.2

ในการทดลองโดยใช้ตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดผงกรองน้ำตัวอย่าง การทดลองทำ 3 ชั่วโมง น้ำตัวอย่างมีค่าความเป็นกรด - ด่าง เท่ากับ 7.5 ทั้ง 3 ชั่วโมง พบว่า น้ำที่ผ่านการกรองมีสีค่า เป็นสีของผงถ่าน ไม่เหมาะสมกับการนำไปอุปโภคบริโภค ซึ่งมีสาเหตุมาจากขนาดของถ่านกัมมันต์ชนิดผงมีลักษณะเล็กละเอียดมาก เมื่อนำมากรองน้ำจึงไหลปะปนออกมากับน้ำถ่านที่ผ่านการกรองด้วย จึงไม่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด - ด่างกับปริมาณน้ำสะสมได้

การทดลองที่ 1.3

จากการทดลองโดยใช้ตัวกลางเป็นถ่านเกลบกรองน้ำตัวอย่าง มีค่าความเป็นกรด - ด่างของน้ำเข้ามีค่า 7.7, 7.7 และ 7.6 สำหรับชั่วโมงที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก4 - ก6 และภาพ 78 พบว่าในช่วง 20 นาทีแรกที่น้ำผ่านตัวกลางจะมีค่าความเป็นกรด - ด่างสูงขึ้นเล็กน้อยและหลังจากนั้นมีค่าลดลงจนคงที่เท่ากับ 7.9, 7.8 และ 7.7 สำหรับชั่วโมงที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ สามารถนำมาอุปโภคบริโภคได้เนื่องจากมีค่าตามมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม ที่กำหนดให้มีค่าความเป็นกรด - ด่างเท่ากับ 6.5 - 8.5 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521)



ภาพ 77 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดกับเวลา การทดลองที่ 1.3 ชั่วโมงที่ 1-3

ค่าความเป็นกรด - ด่าง การทดลองที่ 2

การทดลองที่ 2.1

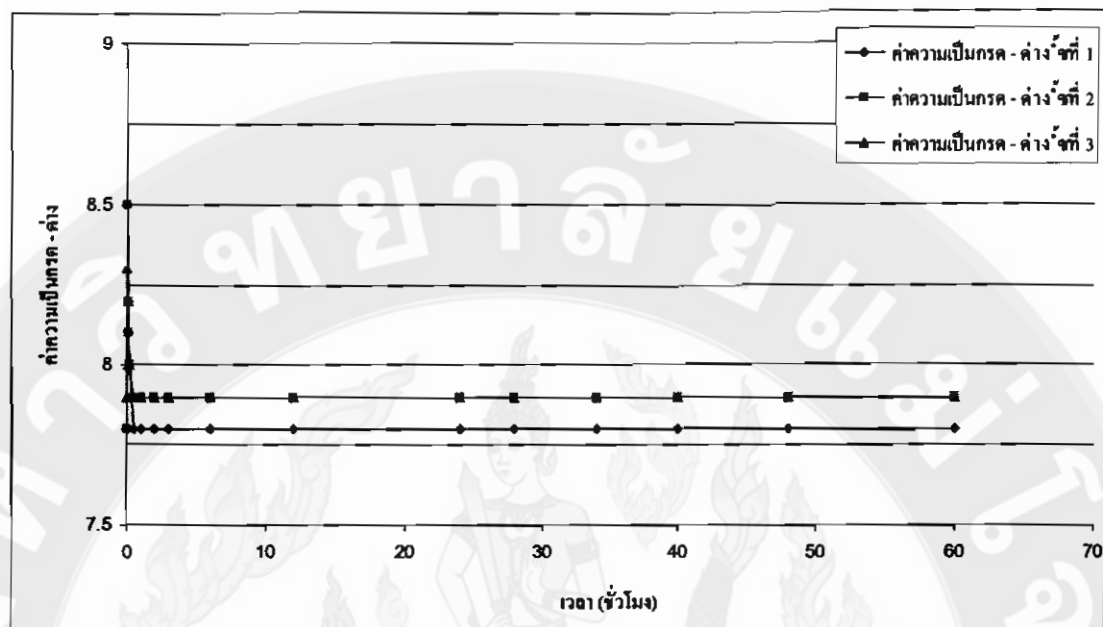
ในการทดลองกรองน้ำตัวอย่างโดยมีการทำงานร่วมกันของสารตัวกลางที่เป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ชนิดผง และเถ้าแกลบกรองน้ำตัวอย่าง นำน้ำตัวอย่างมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง มีค่าความเป็นกรด - ด่าง เฉลี่ย 7.7 การทดลองทำ 3 ซ้ำ พบว่า ระบบไม่สามารถกรองน้ำได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากมีอัตราการกรองช้ามาก จึงไม่สามารถหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด - ด่าง กับปริมาณน้ำสะสมได้

การทดลองที่ 2.2

การทดลองที่ 2.2 เป็นการศึกษาโดยใช้การทำงานร่วมกันของสารตัวกลางถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดและชนิดผง น้ำตัวอย่างมีค่าความเป็นกรด - ด่าง เฉลี่ย 7.8 การทดลองทำ 3 ซ้ำ พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด - ด่าง กับปริมาณน้ำสะสมไม่สามารถหาค่าได้ เนื่องจากลักษณะของน้ำที่ผ่านการกรองจะมีสีดำ เป็นสีของผงถ่านจนไม่สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้ ซึ่งมีสาเหตุมาจากถ่านกัมมันต์ชนิดผงมีลักษณะเล็กละเอียดมากจนสามารถไหลปะปนออกมากับน้ำออก

การทดลองที่ 2.3

การทดลองนี้เป็นการทดลองใช้สารตัวกลางเป็นเถ้าแกลบและถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด กรองน้ำตัวอย่าง น้ำเข้ามีค่าความเป็นกรด - ด่างเท่ากับ 7.8, 7.8 และ 7.9 สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากข้อมูลตามตาราง ก7 - ก9 และภาพ 79 พบว่าค่าความเป็นกรด - ด่าง ในน้ำออกมีค่าความเป็นกรด - ด่าง สูงขึ้นเล็กน้อยในช่วง 20 นาทีแรก คาดว่าเกิดจากเศษผงของถ่านกัมมันต์และเถ้าแกลบละลายน้ำและทำให้ค่าความเป็นกรด - ด่าง สูงขึ้น หลังจากนั้นจะลดลงจนมีค่าคงที่ คือ มีค่าความเป็นกรด - ด่างเท่ากับ 7.8, 7.9 และ 7.9 สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ และไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้

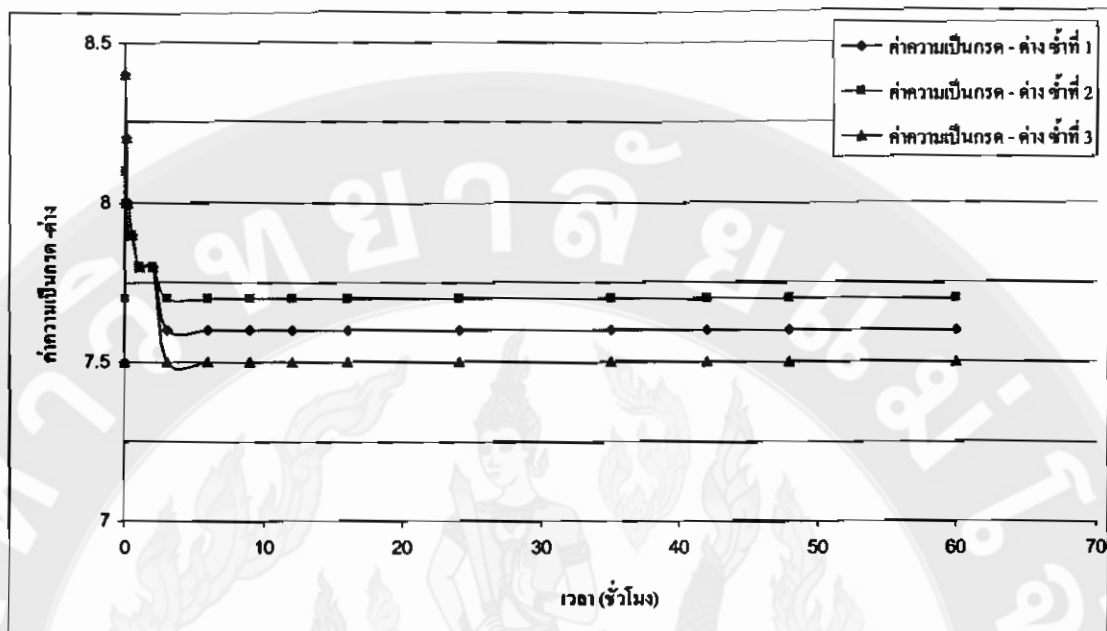


ภาพ 78 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด - ค่า กับเวลาการทดลองที่ 2.3 ชั่วโมงที่ 1 – 3

ความสามารถในการกรองค่าความเป็นกรด - ค่า การทดลองที่ 3

การทดลองที่ 3.1

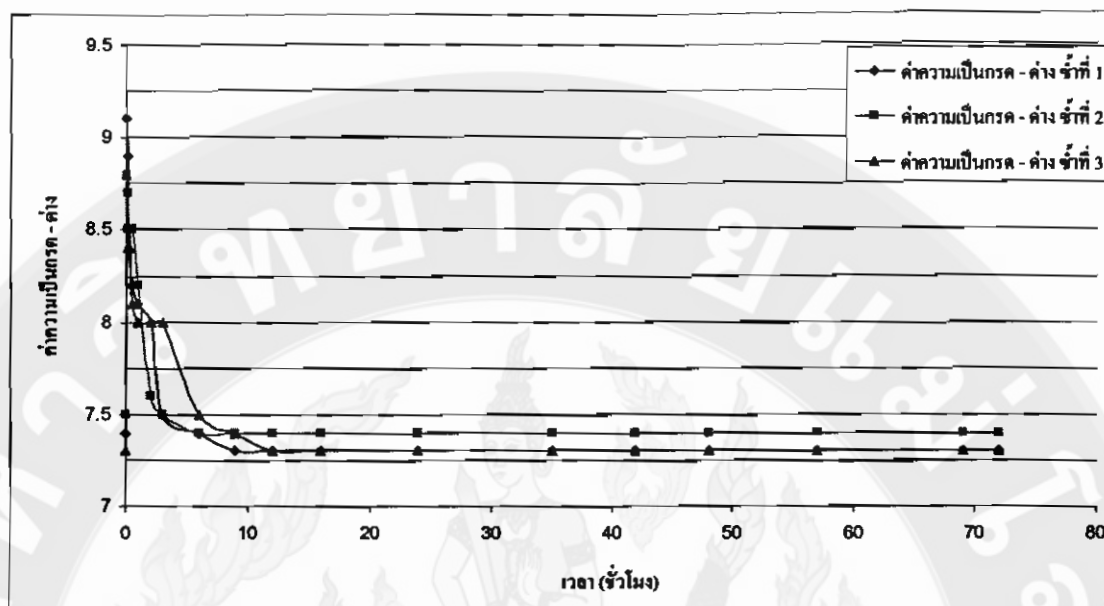
การทดลองนี้เป็นการใช้สารตัวกลางที่เป็นเถ้าแกลบและถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำ ตัวอย่าง โดยบรรจุสารตัวกลางภายในถังปฏิบัติการเครื่องกรองน้ำดันแบบที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ตัวกลางสูงรวม 20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด - ค่าของน้ำตัวอย่างและของน้ำที่ทิ้งตกตะกอน 24 ชั่วโมง เท่ากับ 7.5, 7.7 และ 7.5 สำหรับค่าที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับจากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก10 – ก12 และภาพ 79 พบว่า ค่าความเป็นกรด - ค่าในน้ำออกมีค่าสูงขึ้นในช่วง 20 นาทีแรก แต่พอเวลาผ่านไป น้ำออกมีค่าความเป็นกรด - ค่าลดลงจนคงที่ และมีค่าใกล้เคียงกับน้ำเข้าคือมีค่าเท่ากับ 7.6, 7.7 และ 7.5 สำหรับค่าที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้



ภาพ 79 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด - ด่างกับเวลา การทดลองที่ 3.1 น้ำดื่ม - น้ำประปา - น้ำบาดาล

การทดลองที่ 3.2

เป็นการทดลองโดยใช้สารตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกริยาที่เป็นเครื่องกรองน้ำดันแบบ ความลึกของชั้นถ่าน 20 เซนติเมตร น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากฝายแม่แฝกเดือนกันยายน 2546 มีค่าความเป็นกรด - ด่าง 7.4 ในน้ำดื่ม น้ำดื่ม น้ำประปาเป็นน้ำจากแม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลากเดือนกันยายน 2546 มีค่าความเป็นกรด - ด่าง 7.6 และ น้ำดื่ม น้ำประปาเป็น น้ำท่วมจากอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัยเดือนกันยายน 2546 มีค่าความเป็นกรด - ด่าง 7.8 นำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง ค่าความเป็นกรด - ด่าง มีค่า 7.4, 7.5 และ 7.3 สำหรับน้ำดื่ม, น้ำดื่ม และ น้ำดื่ม ตามลำดับ จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก10 - ก12 และภาพ 80 พบว่า ค่าความเป็นกรด - ด่าง ในน้ำออกมีค่าสูงขึ้นในช่วงแรก แต่พอเวลาผ่านไปประมาณ 1 ชั่วโมง น้ำที่ผ่านการกรองจะมีค่าลดลงจนคงที่ และมีค่าเท่ากับ 7.3, 7.4 และ 7.3 สำหรับน้ำดื่ม, น้ำดื่ม และ น้ำดื่ม ตามลำดับ ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้



ภาพ 80 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่าง กับเวลา การทดลองที่ 3.2 ระดับที่ 1 – 3

ความสามารถในการกรองค่าของแข็งแขวนลอยของตัวกลาง

ความสามารถในการกรองค่าของแข็งแขวนลอย การทดลองที่ 1

การทดลองที่ 1.1

เป็นการทดลองใช้สารตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว สูง 20 เซนติเมตร การทดลองทำ 3 ซ้ำ ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำตัวอย่าง มีค่าคือ 90, 85 และ 86 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ทั้งไว้ 24 ชั่วโมง มีค่า 62.5, 60 และ 63 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ตามตารางภาคผนวกที่ ก1 – ก3 เมื่อทำการกรองผ่านไปช่วงหนึ่งค่าของแข็งแขวนลอย มีค่าลดลงจนคงที่และมีค่า 1.6, 1.4 และ 1.5 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ และระบบมีประสิทธิภาพในการกรองลดค่าของแข็งแขวนลอยเท่ากับร้อยละ 97.44, 97.66 และ 97.61 สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ กลไกในการลดค่าของแข็งแขวนลอยมาจากกระบวนการกรอง (Filtration) โดยถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดทำหน้าที่เป็นสารตัวกรอง กรองแยกอนุภาคแขวนลอยออกจากน้ำตัวอย่าง ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำที่เหมาะสมที่จะนำมาอุปโภคบริโภคตามมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม ซึ่งกำหนดให้มีค่าไม่เกิน 20 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่าค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำออก มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดให้สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้

การทดลองที่ 1.2

ในการทดลองโดยใช้ตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดผงกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุภายในถังปฏิกริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูง 20 เซนติเมตร ค่าของแข็งแขวนลอย ของน้ำเข้ามีค่า 120 มิลลิกรัม/ลิตร การทดลองทำ 3 ซ้ำ พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งแขวนลอย ในน้ำที่ผ่านการกรองกับปริมาณน้ำสะสมไม่สามารถหาได้ เนื่องจากน้ำที่ผ่านการกรองจะมีสีดำ เป็นสีของผงถ่านไม่เหมาะสมกับการนำไปอุปโภคบริโภค

การทดลองที่ 1.3

เป็นการทดลองโดยใช้ตัวกลางเป็นถ้ำเกลบกรองน้ำตัวอย่าง บรรจุตัวกลางภายในถัง ปฏิกริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูง 20 เซนติเมตร การทดลองทำ 3 ชั่วโมง ค่าของแข็งแขวนลอย ของน้ำเข้ามีค่า 72, 72 และ 68 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ทั้งไว้ 24 ชั่วโมง มีค่า 55, 50 และ 57.4 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก4 – ก6 พบว่าน้ำผ่านตัวกลางจะมีค่าของแข็งแขวนลอยลดลงและหลังจากนั้นมีค่าลดลงจนคงที่เท่ากับ 1.2, 1.1 และ 1.4 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ประสิทธิภาพเหมาะสมที่จะนำมาอุปโภคบริโภค

ความสามารถในการกรองค่าของแข็งแขวนลอย การทดลองที่ 2

การทดลองที่ 2.1

ในการทดลองกรองน้ำตัวอย่างโดยมีการทำงานร่วมกันของสารตัวกลางที่เป็นถ้ำกัมมันต์ชนิดเม็ด ชนิดผงและถ้ำเกลบกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูงชนิดละ 20 เซนติเมตร รวมความสูง 60 เซนติเมตร น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากแม่น้ำป่าสักในฤดูน้ำหลากเดือนสิงหาคม 2546 นำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง มีค่าของแข็งแขวนลอย 81 มิลลิกรัม/ลิตร การทดลองทำ 3 ชั่วโมง พบว่า ระบบไม่สามารถกรองน้ำได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากมีอัตราการกรองช้ามากจึงไม่สามารถหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งแขวนลอยกับปริมาณน้ำสะสมได้

การทดลองที่ 2.2

การทดลองที่ 2.2 เป็นการศึกษาโดยใช้การทำงานร่วมกันของสารตัวกลางถ้ำกัมมันต์ชนิดเม็ดและชนิดผงในการกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูงชนิดละ 20 เซนติเมตร มีค่าของแข็งแขวนลอยเฉลี่ย 80 มิลลิกรัม/ลิตร การทดลองทำ 3 ชั่วโมง พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งแขวนลอยกับปริมาณน้ำสะสมไม่สามารถหาค่าได้ เนื่องจากลักษณะของน้ำที่ผ่านการกรองจะมีสีดำ เหมือนสีของผงถ้ำ

จนไม่สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้ ซึ่งมีสาเหตุมาจากด่านกักมันต์ชนิดผงมีลักษณะเล็กละเอียดมากจนสามารถไหลปะปนออกมากับน้ำออก

การทดลองที่ 2.3

การทดลองนี้เป็นการทดลองใช้สารตัวกลางเป็นถ้ำเกลือและด่านกักมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำตัวอย่าง บรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกรณ์ที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูง 20 เซนติเมตร กำหนดความลึกของชั้นถ้ำทั้งหมด 20 เซนติเมตร โดยแบ่งถ้ำเกลือ 5 เซนติเมตร ด่านกักมันต์ชนิดเม็ด 15 เซนติเมตร การทดลองทำ 3 ชั่วโมง มีค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเข้ามีค่า 77.5, 62.5 และ 70 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก7 - ก9 พบว่า ค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำออกจะมีค่าลดลงจนมีค่าคงที่ 2.8, 2.6 และ 2.5 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ประสิทธิภาพมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้

ความสามารถในการกรองค่าของแข็งแขวนลอย การทดลองที่ 3

การทดลองที่ 3.1

การทดลองนี้เป็นการใช้สารตัวกลางที่เป็นถ้ำเกลือและด่านกักมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุสารตัวกลางภายในถังปฏิกรณ์เครื่องกรองน้ำต้นแบบที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ตัวกลางสูงรวม 20 เซนติเมตร โดยแบ่งเป็นถ้ำเกลือ 5 เซนติเมตรและด่านกักมันต์ชนิดเม็ด 15 เซนติเมตร การทดลองทำ 3 ชั่วโมง น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากแม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลากเดือนสิงหาคม 2546 มีค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำที่ทิ้งตกตะกอน 24 ชั่วโมง มีค่า 130, 120 และ 120 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก10 – ก12 พบว่า ค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำที่ผ่านการกรองจะมีค่าของแข็งแขวนลอยจะลดลงจนคงที่ มีค่าเท่ากับ 2.9, 2.8 และ 2.8 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ประสิทธิภาพมีค่าของแข็งแขวนลอยไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้

การทดลองที่ 3.2

จากการทดลองโดยใช้สารตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิริยาที่เป็นเครื่องกรองน้ำดันแบบ ความลึกของชั้นถ่าน 20 เซนติเมตร น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากฝายแม่แฝกเดือนกันยายน 2546 มีค่าของแข็งแขวนลอย 190 มิลลิกรัม/ลิตร ในซ้ำที่ 1 ซ้ำที่ 2 เป็นน้ำจากแม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลากเดือนกันยายน 2546 มีค่าของแข็งแขวนลอย 160 มิลลิกรัม/ลิตร และซ้ำที่ 3 เป็น น้ำท่วมจากอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัยเดือนกันยายน 2546 มีค่าของแข็งแขวนลอย 210 มิลลิกรัม/ลิตร นำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง ค่าของแข็งแขวนลอยมีค่า 110, 105 และ 140 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก13 – ก15 พบว่า ค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำออกที่ผ่านการกรองจะค่าของแข็งแขวนลอยลดลงจนคงที่ และมีค่าเท่ากับ 1.6, 1.5 และ 1.8 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ระบบมีประสิทธิภาพในการกรองค่าของแข็งแขวนลอยเท่ากับร้อยละ 98.20, 98.17 และ 98.04 สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำที่เหมาะสมที่จะนำมาอุปโภคบริโภคตามมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม ซึ่งกำหนดให้มีค่าไม่เกิน 20 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่า ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำออก มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดให้สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้

สรุปผลการศึกษาตามการทดลองที่ 3 พบว่า การทดลองที่ 3.2 ซึ่งใช้สารตัวกลางถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด บรรจุในถังปฏิริยาท่อพีวีซี ขนาด 3 นิ้ว มีประสิทธิภาพในการกรองลดค่าของแข็งแขวนลอยมากกว่า คือมีประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 98.14

ความสามารถในการกรองโคลิฟอร์มแบคทีเรียของตัวกลาง

ความสามารถในการกรองโคลิฟอร์มแบคทีเรีย การทดลองที่ 1

การทดลองที่ 1.1

เป็นการทดลองใช้สารตัวกลางเป็นด่านกั้นมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว สูง 20 เซนติเมตร การทดลองทำ 3 ซ้ำ ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำตัวอย่างและค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำที่ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากันคือ 110, 70 และ 70 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากข้อมูลตามตาราง 4.2 เมื่อทำการกรองผ่านไปช่วงหนึ่งค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย มีค่าลดลงจนคงที่ 40, 30 และ 30 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ตามตารางภาคผนวกที่ ก1 - ก3 ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำที่เหมาะสมที่จะนำมาอุปโภคบริโภคตามมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มซึ่งกำหนดให้มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียไว้ต่ำกว่า 2.2 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร พบว่า ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำออกภายหลังการกรองประมาณ 1 ชั่วโมง มีค่าเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดให้ประสิทธิภาพไม่สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้ ทั้งนี้เนื่องจาก โคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็ก ไม่สามารถกำจัดด้วยกระบวนการคัดกรองได้ และส่วนหนึ่งของโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ลดลงได้ เกิดจากติดค้างอยู่บนสารกรอง (Straining) ของกระบวนการกรอง ดังนั้นกระบวนการกรองคัดกรองด้วยด่านกั้นมันต์ชนิดเม็ดจึงไม่สามารถกำจัดแบคทีเรียได้ทั้งหมด จำเป็นต้องทำการบำบัดขั้นต่อไปโดยวิธีอื่น เช่น การเติมคลอรีน นำเชื้อโรค เป็นต้น

การทดลองที่ 1.2

ในการทดลองโดยใช้ตัวกลางเป็นด่านกั้นมันต์ชนิดผงกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุภายในถังปฏิกิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว สูง 20 เซนติเมตร ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ของน้ำเข้ามีค่า 110 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร การทดลองทำ 3 ซ้ำ พบว่า น้ำที่ผ่านการกรอง มีสีค่า เป็นสีของผงด่านไม่เหมาะสมกับการนำไปอุปโภคบริโภค จึงไม่วิเคราะห์ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำออก

การทดลองที่ 1.3

จากการทดลองโดยใช้ตัวกลางเป็นเส้นแกลบกรองน้ำตัวอย่างโดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูง 20 เซนติเมตร การทดลองทำ 3 ชั่วโมง ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ของน้ำเข้า 110, 110 และ 70 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ตามตารางภาคผนวกที่ ก4 – ก6 พบว่า น้ำผ่านตัวกลางจะมีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียลดลงและหลังจากนั้นมีค่าลดลงจนคงที่เท่ากับ 40, 40 และ 30 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ มีประสิทธิภาพมีค่าเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไม่สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้โดยไม่ผ่านการฆ่าเชื้อโรค

ความสามารถในการกรองค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย การทดลองที่ 2

การทดลองที่ 2.1

ในการทดลองกรองน้ำตัวอย่างโดยมีการทำงานร่วมกันของสารตัวกลางที่เป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ชนิดผงและเส้นแกลบกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูงชนิดละ 20 เซนติเมตร รวมความสูง 60 เซนติเมตร น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากแม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลากเดือนสิงหาคม 2546 นำมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย 90 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร การทดลองทำ 3 ชั่วโมง พบว่า ระบบไม่สามารถกรองน้ำได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากมีอัตราการกรองช้ามาก จึงไม่วิเคราะห์ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำออก

การทดลองที่ 2.2

การทดลองที่ 2.2 เป็นการศึกษาโดยใช้การทำงานร่วมกันของสารตัวกลางถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดและชนิดผงในการกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูงชนิดละ 20 เซนติเมตร มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย 90 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร การทดลองทำ 3 ชั่วโมง พบว่า น้ำที่ผ่านการกรองมีสีคล้ายสีของผงถ่านไม่สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้ ซึ่งมีสาเหตุมาจากถ่านกัมมันต์ชนิดผงมีลักษณะเล็กละเอียดมากจนสามารถไหลปะปนออกมาพร้อมกับน้ำออกจึงไม่วิเคราะห์ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

การทดลองที่ 2.3

การทดลองนี้เป็นการทดลองใช้สารตัวกลางเป็นเถ้าแกลบและถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำตัวอย่าง บรรจุตัวกลางภายในถังปฏิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูง 20 เซนติเมตร กำหนดความลึกของชั้นถ่านทั้งหมด 20 เซนติเมตร โดยแบ่งเถ้าแกลบ 5 เซนติเมตร ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด 15 เซนติเมตร การทดลองทำ 3 ชั่วโมง มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำเข้ามีค่า 9, 14 และ 15 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก7 – ก9 พบว่าค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำออกหลังจากการกรองผ่านตัวกลางจะมีค่าลดลงจนมีค่าคงที่ 40, 70 และ 70 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ระบบมีประสิทธิภาพมีค่าเกินค่ามาตรฐานที่กำหนด ไม่สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้โดยไม่ผ่านการฆ่าเชื้อโรค

ความสามารถในการกรองค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย การทดลองที่ 3

การทดลองที่ 3.1

การทดลองนี้เป็นการใช้สารตัวกลางที่เป็นเถ้าแกลบและถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุสารตัวกลางภายในถังปฏิริยาเครื่องกรองน้ำดันแบบที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ตัวกลางสูงรวม 20 เซนติเมตร โดยแบ่งเป็นเถ้าแกลบ 5 เซนติเมตรและถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด 15 เซนติเมตร การทดลองทำ 3 ชั่วโมง น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากแม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลากเดือนสิงหาคม 2546 มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำที่ทิ้งตกตะกอน 24 ชั่วโมง มีค่า 140, 150 และ 150 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากข้อมูลตามตารางภาคผนวกที่ ก10 – ก12 พบว่า ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำที่ผ่านการกรอง 1 ชั่วโมง มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียคือ 70, 70 และ 90 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ 3 ระบบมีประสิทธิภาพมีค่าเกินค่ามาตรฐานที่กำหนด ไม่สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้โดยไม่ผ่านการฆ่าเชื้อโรค

การทดลองที่ 3.2

จากการทดลองโดยใช้สารตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดกรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิริยาที่เป็นเครื่องกรองน้ำดันแบบ ความลึกของชั้นถ่าน 20 เซนติเมตร น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากฝายแม่แฝกเดือนกันยายน 2546 น้ำเข้ามีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย 210 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร ในซ้ำที่ 1 ซ้ำที่ 2 เป็นน้ำจากแม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลากเดือนกันยายน 2546 น้ำเข้ามีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย 200 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร และซ้ำที่ 3 เป็นน้ำท่วมจากอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัยเดือนกันยายน 2546 มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำเข้า 280 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร จากข้อมูลตามตาราง 4.2 พบว่า ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำออกที่ผ่านการกรองจะค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียลดลงจนคงที่ และมีค่าเท่ากับ 110, 90 และ 90 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร สำหรับซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ระบบมีประสิทธิภาพและเมื่อพิจารณาค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาอุปโภคบริโภคตามมาตรฐานคุณภาพน้ำ ซึ่งกำหนดให้มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียไว้ต่ำกว่า 2.2 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร พบว่า ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำออกภายหลังการกรองมีค่าเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดให้ไม่สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้

จากการศึกษาความสามารถในการลดค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย พบว่า การทดลองที่ 3.2 การใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด สามารถลดค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียได้ดีที่สุด มีประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 60.89 เหมาะสมที่จะใช้เป็นสารตัวกลางในการกรองน้ำตัวอย่างมากกว่าถ่านแกลบ และถ่านกัมมันต์ชนิดผง

จากการศึกษาความสามารถในการลดค่าความขุ่น ค่าสภาพการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด - ด่าง ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ค่าของแข็งแขวนลอย และค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย พบว่า การทดลองที่ 1.1 ซึ่งถังปฏิริยาเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดเป็นการกรองที่เหมาะสมในการทำน้ำสะอาดจากน้ำท่วม โดยสามารถกรองน้ำได้ปริมาตรสะสมเฉลี่ย 121.66 ลิตรในเวลา 24 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการลดค่าความขุ่น ค่าของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 97.60 และค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าร้อยละเฉลี่ยเท่ากับ 55

การกรองน้ำตัวอย่างด้วยทรายละเอียด

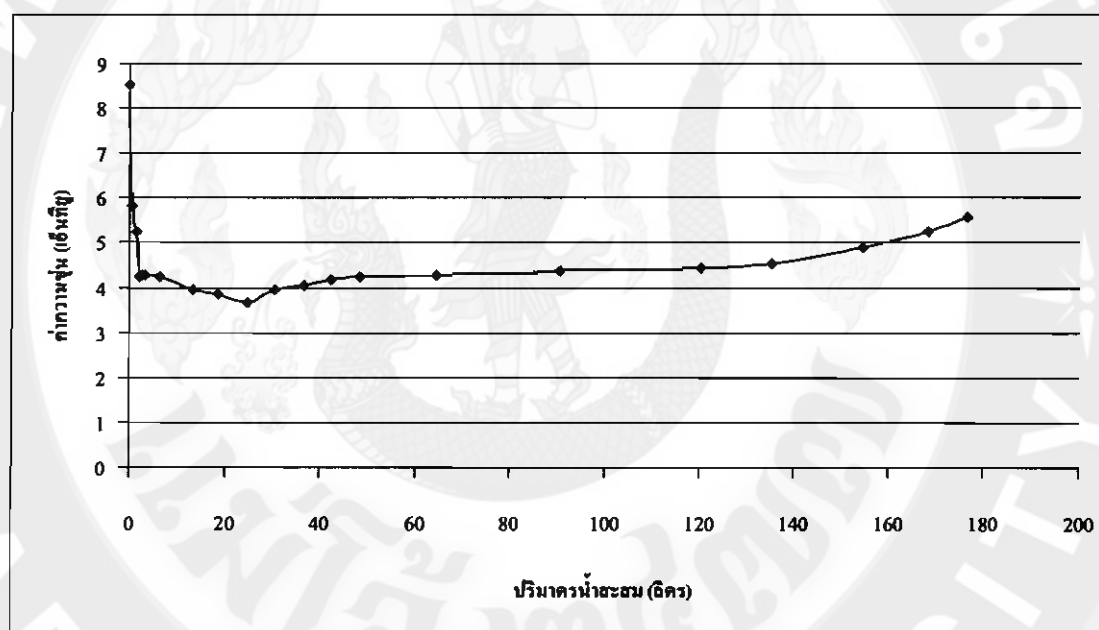
เพื่อเป็นการเปรียบเทียบการกรองน้ำท่วมด้วยถ่านกัมมันต์จึงได้ทำการทดลองใช้สารตัวกลางที่เป็นทรายละเอียดนำมากรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางภายในถังปฏิกริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ตัวกลางสูง 20 เซนติเมตร น้ำตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำจากแม่น้ำปิงในฤดูน้ำหลากเดือนกันยายน 2546 การทดลองทำ 1 ชั่วโมง

ขั้นตอนการเตรียมสารตัวกลาง นำทรายละเอียดมาล้างน้ำให้สะอาด 8 - 10 ครั้ง หลังจากนั้นนำมาบรรจุลงภายในถังปฏิกริยา แล้วกรองน้ำตัวอย่างที่ผ่านการตกตะกอน 24 ชั่วโมง โดยสามารถวัดค่าดัชนีต่าง ๆ คือ ค่าความเป็นกรด - ด่าง ค่าความขุ่น ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ค่าของแข็งแขวนลอย และค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ดังแสดงค่าต่าง ๆ ตามตารางภาคผนวกที่ ก16



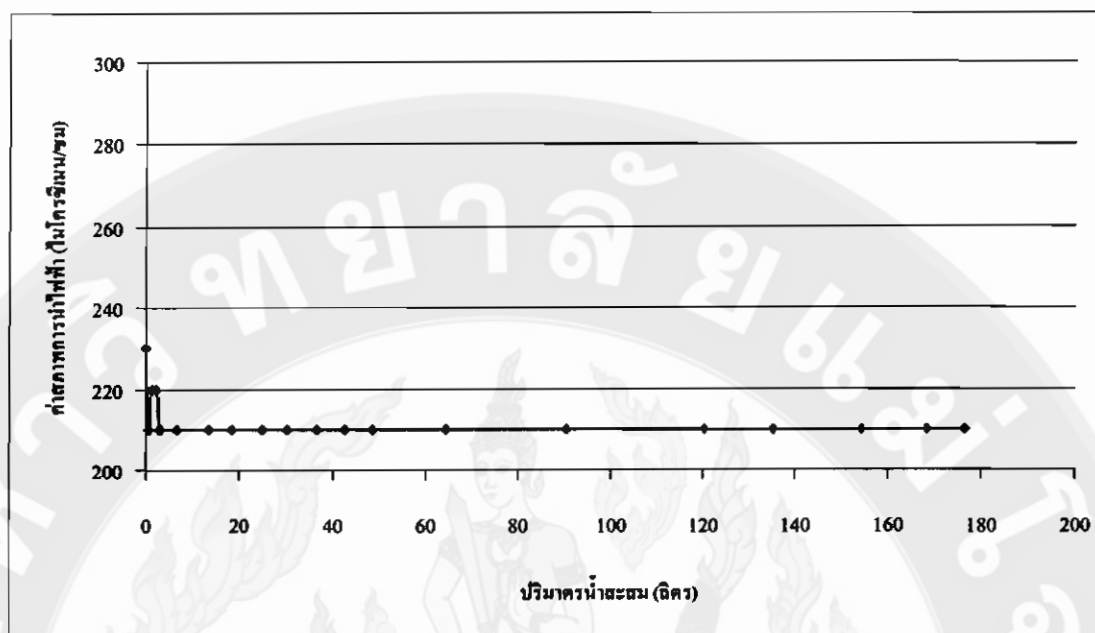
ภาพ 81 ตัวกลางทรายละเอียด

ซึ่งสามารถพิจารณาได้ดังนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นในน้ำออกที่ผ่านการกรองกับปริมาณน้ำสะสมมีลักษณะ ดังภาพ 82 ค่าความขุ่นในน้ำออกมีค่าลดลงเมื่อผ่านการกรองและค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อถึงจุดหมดสภาพ กลไกในการลดความขุ่นมาจากระบวนการกรอง (Filtration) โดยทรายทำหน้าที่เป็นสารตัวกรอง กรองแยกอนุภาคแขวนลอยในน้ำตัวอย่างที่เป็นสาเหตุของความขุ่นออกจากน้ำตัวอย่าง เมื่อพิจารณาความขุ่นของน้ำที่เหมาะสมที่จะนำมาอุปโภคบริโภคตามมาตรฐานคุณภาพน้ำ ซึ่งกำหนดให้มีค่าความขุ่น 5 เอ็นทียู (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521) พบว่า ระบบสามารถกรองน้ำได้ปริมาณน้ำสะสม 154.45 ลิตร โดยใช้เวลา 36 ชั่วโมง



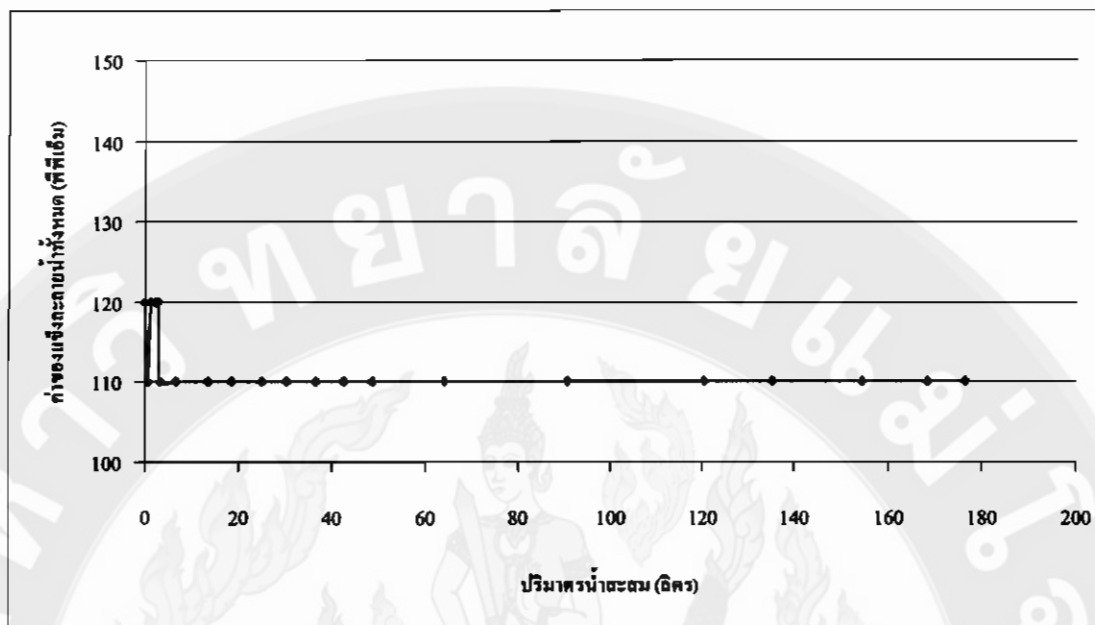
ภาพ 82 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นกับปริมาณน้ำสะสมของการกรองด้วยทรายละเอียด

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำออกกับเวลา ดังภาพ 83 พบว่า ค่าสภาพการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและลดลงจนมีค่าคงที่ในที่สุด มีค่า 210 ไมโครซีเมน/ซม. ซึ่งค่าที่วัดได้มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภค ที่กำหนดให้ 150 – 500 ไมโครซีเมน/ซม. (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521)



ภาพ 83 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพการนำไฟฟ้ากับปริมาณน้ำสะสมของการกรองด้วยทรายละเอียด

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสมเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระยะแรก แล้วลดลงจนเป็นเส้นตรง และมีค่าคงที่เท่ากับ 110 พีพีเอ็ม ตามภาพ 84 ซึ่งสาเหตุที่ไม่สามารถลดค่าของแรงละลายน้ำทั้งหมดได้ เพราะทรายไม่ใช่วัสดุที่ทำให้เกิดกระบวนการกรองดูดซับ



ภาพ 84 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแรงดันน้ำทั้งหมดกับปริมาณน้ำสะสมของการกรองด้วยทรายละเอียด

ค่าความเป็นกรด - ค่าง จากผลการทดลอง พบว่า ค่าความเป็นกรด - ค่างของน้ำเข้าและน้ำออกมีค่าเท่ากันคือมีค่าเท่ากับ 7.2

ค่าของแจึงแขวนลอย จากผลการทดลองพบว่าค่าของแจึงแขวนลอยลดลงจาก 82 มิลลิกรัม/ลิตร เป็น 15 มิลลิกรัม/ลิตร มีประสิทธิภาพในการลดค่าของแจึงแขวนลอยเท่ากับร้อยละ 56.79 ซึ่งกลไกในการลดค่าของแจึงแขวนลอยมาจากการกระบวนการกรอง (Filtration) โดยทรายทำหน้าที่เป็นสารตัวกรอง กรองแยกอนุภาคแขวนลอยในน้ำตัวอย่างที่เป็นสาเหตุของตะกอนของแจึงแขวนลอยออกจากรน้ำตัวอย่าง

ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าน้ำเข้าเท่ากับ 90 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร และเมื่อผ่านการกรองด้วยทรายค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียลดลงเล็กน้อยคือมีค่าเท่ากับ 70 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร ซึ่งเกิดจากการที่แบคทีเรียถูกกำจัดไปบางส่วนด้วยดักค้ำบนสารกรอง (Straining)



ภาพ 85 น้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองด้วยทรายละเอียด

จากผลการทดลองกรองน้ำตัวอย่างด้วยทรายละเอียดเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ การทดลองกรองน้ำตัวอย่างด้วยถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด พบว่าการทดลองทั้ง 2 ให้ค่าดัชนีต่าง ๆ ของน้ำ ออกใกล้เคียงกัน แต่จะมีข้อแตกต่างกันที่น้ำหนักของสารตัวกลางที่เป็นทรายจะมีน้ำหนักมากถึง 1,500 กรัม ในขณะที่ถ่านกัมมันต์ใช้เพียง 550 กรัม และในการเตรียมสารตัวกลางทรายละเอียด ต้องล้างทำความสะอาด 8 – 10 ครั้ง จึงจะนำมาใช้กรองน้ำได้ แต่ถ่านกัมมันต์สามารถนำมากรองได้เลย ไม่มีความยุ่งยาก และในกรณีที่น้ำตัวอย่างอาจจะมีสารอินทรีย์และสารอินทรีย์ปนเปื้อน ถ่านกัมมันต์สามารถใช้กลไกในกระบวนการดูดซับกำจัดออกได้ ในขณะที่ทรายไม่สามารถกรองดูดซับได้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาการทำน้ำสะอาดจากน้ำท่วมด้วยกระบวนการกรองดูดติดผิวที่ใช้ตัวกลาง ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ชนิดผง และถ่านแกลบ โดยใช้น้ำตัวอย่างจากน้ำแม่ปิงในฤดูน้ำหลาก น้ำจาก ฝ่ายแม่แฝก จังหวัดเชียงใหม่ รวมทั้งน้ำท่วมที่เก็บจากหมู่บ้านวังโพธิ์ หมู่ 5 ตำบลยางซ้าย อำเภอ เมือง จังหวัดสุโขทัย การศึกษาคำเนินการในช่วงเดือนกรกฎาคม 2545 จนถึงเดือนพฤษภาคม 2547 สามารถสรุปผลการทดลองและมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการโดยใช้ตัวกลาง 3 ชนิด ได้แก่ ถ่านกัมมันต์ชนิด เม็ด ถ่านกัมมันต์ชนิดผง และถ่านแกลบ กรองน้ำตัวอย่าง โดยบรรจุตัวกลางแต่ละชนิดภายในถัง ปฏิกริยาที่เป็นท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ตัวกลางสูง 20 เซนติเมตร พบว่า ถ่าน กัมมันต์ชนิดเม็ดมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นตัวกลางในการกรอง ซึ่งภายหลังการกรอง 20 นาที ค่าดัชนีต่าง ๆ ของน้ำออกส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดให้ คือ มีค่าความขุ่น 4.19 เอ็นทียู ค่าสภาพการนำไฟฟ้า 220 ไมโครซีเมน/ซม. ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด 110 พีพีเอ็ม ค่าของแข็งแขวนลอย 1.5 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าความเป็นกรด - ด่าง 7.6 มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย 35 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร สูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ 2.2 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตรที่กำหนด และสามารถกรองน้ำได้เฉลี่ย 121.66 ลิตร ใช้เวลาในการกรอง 24 ชั่วโมง และพบว่า ถ่านกัมมันต์ ชนิดผงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กรองน้ำ เนื่องจากมีผงถ่านไหลปะปนออกมากับน้ำด้วย ในขณะที่ ตัวกลางถ่านแกลบกรองน้ำได้ช้ามากจนไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กรองน้ำ ถึงแม้ว่าจะให้ค่าดัชนี ต่าง ๆ ไม่เกินค่ามาตรฐานก็ตาม

ผลการศึกษาการกรองโดยการทำงานร่วมกันของถ่านแกลบและถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด พบว่า สามารถกรองน้ำได้เฉลี่ย 81.42 ลิตร โดยใช้เวลาในการกรอง 48 ชั่วโมง ภายหลังการกรอง 20 นาที ค่าดัชนีของน้ำออกส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด และพบว่าในการทำงาน ร่วมกันของตัวกลางถ่านแกลบ ถ่านกัมมันต์ชนิดผง และชนิดเม็ด มีอัตราการกรองที่ช้ามากจนไม่ เหมาะสมที่จะใช้เป็นสารตัวกลางในการกรองน้ำ และในการทำงานร่วมกันของตัวกลางถ่าน กัมมันต์ชนิดผงและชนิดเม็ด ไม่มีความเหมาะสมในการกรองเพราะมีผงถ่านไหลออกมากับน้ำ

ในการศึกษาการกรองน้ำท่วมจากเครื่องกรองน้ำดันแบบที่มีดังปฏิกิริยาเป็นท่อพีวีซี ขนาด 3 นิ้ว ในสภาพการทำงานจริง พบว่าสารตัวกลางด้านกัมมันตฺชนิคเม็ดมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวกลาง โดยกรองน้ำได้เฉลี่ย 185.17 ลิตร ใช้เวลา 48 ชั่วโมง มีค่าดัชนีของน้ำออกส่วนใหญ่ ไม่เกินค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค คือมีค่าความขุ่น 4.25 เอ็นทียู ค่าสภาพการนำไฟฟ้า 230 ไมโครซีเมน/ซม. ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด 140 พีพีเอ็ม ค่าของแข็งแขวนลอย 1.7 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าความเป็นกรด - ด่าง 7.3 มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย 70 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร และเมื่อเปรียบเทียบกับกรองด้วยสารตัวกลางด้านกัมมันตฺชนิคเม็ด ในดังปฏิกิริยา 1.5 นิ้ว พบว่า การกรองด้วยดังปฏิกิริยา 1.5 นิ้วจะมีความเหมาะสมกว่า เนื่องจากสามารถกรองน้ำได้มากกว่าในเวลาเท่ากัน

ในการเปรียบเทียบกับกรองด้วยทรายละเอียด พบว่า การกรองด้วยทรายละเอียด ให้ค่าดัชนีต่าง ๆ ของน้ำออกใกล้เคียงกัน ทรายละเอียดจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการใช้เป็นสารตัวกลางกรองน้ำ ในพื้นที่ที่ไม่สามารถจัดหาด้านกัมมันตฺชนิคเม็ดได้

สรุปได้ว่า ในการทำน้ำสะอาดจากน้ำท่วมด้วยกระบวนการกรองดูดติดผิว ควรนำน้ำท่วมมาทิ้งให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง ใช้สารตัวกลางที่เป็นด้านกัมมันตฺชนิคเม็ดบรรจุในดังปฏิกิริยาที่เป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ภายหลังจากกรองทิ้งไว้ 20 นาที ระบบกรอง จะให้ปริมาณน้ำประมาณ 120 ลิตร โดยใช้เวลาในการกรอง 24 ชั่วโมง น้ำที่ผ่านการกรองมีความเหมาะสมสามารถนำไปอุปโภคภายหลังการฆ่าเชื้อโรคแล้ว ระบบกรองน้ำดันแบบมีราคาไม่เกิน 1,000 บาท โดยในพื้นที่ที่ไม่สามารถจัดเตรียมด้านกัมมันตฺชนิคเม็ดได้สามารถใช้ทรายละเอียดเป็นสารตัวกลางได้เช่นกัน แต่ต้องล้างทำความสะอาด 8 – 10 ครั้งก่อนการกรอง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะของการศึกษารั้งนี้

เพื่อให้ประชาชนในพื้นที่ที่ได้รับความเดือดร้อนจากอุทกภัยซ้ำซ้อนมีน้ำสะอาดในการอุปโภคเป็นการชั่วคราว ก่อนที่จะได้รับความช่วยเหลือจากทางราชการ องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น เช่น เทศบาลตำบล หรือองค์การบริหารส่วนตำบล เป็นต้น ควรจัดทำงบประมาณเพื่อจัดทำเครื่องกรองน้ำแจกจ่ายแก่ประชาชน พร้อมจัดฝึกอบรมวิธีการกรองน้ำ เพื่อเป็นการฝึกซ้อมและเตรียมการในการรับมือกับอุทกภัยต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรศึกษากับน้ำท่วมหลาย ๆ พื้นที่ โดยมีการใช้จริงของผู้ที่เกี่ยวข้องเปรียบเทียบกับมาตรการการช่วยเหลือจัดหาน้ำแก่ผู้ประสบภัย และควรมีการศึกษาทัศนคติและข้อคิดเห็นเพื่อนำมาใช้ปรับปรุงเครื่องกรองน้ำต้นแบบต่อไป
2. ควรจัดหาและเตรียมทรายละเอียดมากรองน้ำท่วมในพื้นที่น้ำท่วมจริง เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในพื้นที่ที่ไม่สามารถจัดหาถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดได้
3. ควรมีการวางแผนทางประสานงาน ก่อนเกิดภาวะน้ำท่วมระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงสาธารณสุข และมูลนิธิต่าง ๆ เป็นต้น เพื่อเตรียมการปฏิบัติแผนรับมือ เผยแพร่ข่าวสารเกี่ยวกับการกรองน้ำด้วยถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดหรือทราย เพื่อสร้างความเข้าใจในวิธีการกรองน้ำท่วมให้เห็นถึงประโยชน์ของการกรองน้ำ เพื่อให้ได้น้ำสะอาดจากน้ำท่วม
4. ควรมีการจัดฝึกอบรมเจ้าหน้าที่สาธารณสุขหรือเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานรัฐที่มีส่วนรับผิดชอบและประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัย ให้ทราบถึงวิธีการใช้เครื่องกรองน้ำต้นแบบ ขั้นตอนการกรองน้ำ การใช้อุปกรณ์เครื่องกรองน้ำต้นแบบ
5. ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาถึงวิธีการกำจัดของแข็งแขวนลอยออกจากน้ำท่วมเป็นการเบื้องต้น โดยที่ไม่ต้องทำการทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 24 ชั่วโมง

บรรณานุกรม

- การเตรียมความพร้อมในการจัดการปัญหาอนามัยสิ่งแวดล้อมในภาวะฉุกเฉิน. 2543. กรุงเทพฯ:
สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย. 203 น.
- เกรียงศักดิ์ อุคมสินโรจน์. 2539. วิศวกรรมกรรมการกำจัดน้ำเสีย เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์มิตรนราการพิมพ์. 312 น.
- จุไรรัตน์ คงเคื่อน. 2540. การศึกษาสมบัติของถ่านกัมมันต์ 4 ชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 58 น.
- ถาวร นิ่มวัฒนากุล. 2523. การเตรียมและการศึกษาด้านที่มีปฏิกิริยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 135 น.
- ทีมข่าวเฉพาะกิจจังหวัด. 2546. รายงานสถานการณ์น้ำท่วมปี 2545 และ 2546. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา [http:// www.thairat.co.th](http://www.thairat.co.th). (9 กันยายน 2546).
- ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2535. คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย. 405 น.
- มันสิน ตันจุเวศน์. 2532. วิศวกรรมกรรมการประปา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย. 342 น.
- วิวรรณ ขจรเกียรติคุณ. 2539. การใช้ถังกรองดูดซับในการบำบัดสีจากน้ำเสียโรงงานฟอกย้อม
สิ่งทอในการบำบัดขั้นสุดท้ายสาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 145 น.
- สถานการณ์อุทกภัยปี 2538 – 2539. 2538. กรุงเทพฯ: กองศึกษาและวิจัย กรมอุทกนิคมวิทยา. 98 น.
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2521. “การกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์
อุตสาหกรรมน้ำบริโภค”. มอก. 332 – 2521.
- อริชัย นพแก้ว. 2539. การใช้ถ่านกัมมันต์ในการดูดซับสีจากน้ำชะมูลฝอยที่ผ่าน
บ่อเก็บกัก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 128 น.
- อริศรา พุ่มक्षा. 2539. การศึกษาสารดูดซับร่วมกับสารส้มในการกำจัดสีจากน้ำเสียโรงงานฟอก
ย้อมสิ่งทอกรุงเทพ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
135 น.
- อุคร จารุรัตน์. 2542. วิศวกรรมกรรมการประปาและสุขาภิบาล เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาควิชา
วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 140 น.

อุทกภัยจังหวัดสงขลา. 2543. กรุงเทพฯ: กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 121น.

Calgon Corporation. 1982. Basic concepts of adsorption on activated carbon. **Pittsburgh**. 18(2): 135 – 162.

Diamadopoulos, E., P. Samaras and G.P. Sakellariopoulos. 1992. The effect of activated carbon properties on the adsorption of toxic substances. **Water Science and Technology**. 25(1): 153 – 160 .

Mckay, G.; M. J. Bino and A. R. Altamemi. 1985. The adsorption of various pollutants from aqueous solutions onto activated carbon . **Water Research**. 19(4): 491 –495.

Narayanan, B.; M. T. Suidan ; A. B. Gelderloos and R. C. Brenner. 1993. Treatment of semivolatile compounds in high strength wastes using an anaerobic expanded – bed GAC reactor. **Water Research**. 27(1): 171 – 180.

Streat , M; J. W. Patrick and M. J. Camporro Perez.1995. Sorption of Phenol and Para – Chlorophenol from water using conventional and novel activated carbon. **Water Research**. 29(2): 467 – 472.

Samule, D. Faust and M. Aly Osman.1987. **Adsorption Process for Water Treatment**. N.P. : Butterworth.

Wolborska, A. 1989. Adsorption on activated carbon of P- nitrophenol from aqueous solution. **Water Research**. 23(1): 85 –91.





ภาคผนวก ก
ข้อมูลการทดลอง

ตารางภาคผนวกที่ ก.1 ข้อมูลการทดลองที่ 1.1 ซ้ำที่ 1

วันที่ทำการทดลอง 15 มกราคม 2546

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง : น้ำจากแม่น้ำปิง

สารตัวกลาง: ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณ น้ำสะสม (ลิตร)	ดัชนีชี้วัด (Parameter)					
		ค่าความ เป็นกรด - ด่าง	ค่าสภาพการ นำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน/ซม)	ค่าของแข็ง ละลายน้ำ ทั้งหมด (ทีพีเอ็ม)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	ค่าของแข็ง แขวนลอย (มิลลิกรัม/ ลิตร)	ค่าโคคลิ ฟอรั่ม (เอ็มพี เอ็น/100 มิลลิลิตร)
น้ำตัวอย่าง		7.2	210	110	17.73	90	110
น้ำทิ้งไว้ 24 ชม.	0	7.2	210	110	5.70	62.5	70
5 นาที	0.90	8.3	1500	760	4.73		
10 นาที	1.60	7.9	800	400	4.52		
15 นาที	2.20	7.8	360	190	4.48		
20 นาที	2.90	7.8	270	130	4.34		
0.5	3.70	7.7	260	120	4.30		
1	7.40	7.7	230	120	4.19	1.6	40
1.5	11.20	7.5	230	120	4.08		
2	14.70	7.5	230	110	4.10		
2.5	18.45	7.5	220	110	4.12		
3	22.45	7.5	220	110	4.18		
4	30.95	7.5	220	110	4.25		
5	44.45	7.5	220	110	4.28		
6	53.20	7.5	220	110	4.38		
7	62.50	7.5	220	110	4.43		
8	70.95	7.5	220	110	4.52		
12	80.46	7.5	220	110	4.57		
18	100.91	7.5	220	110	4.85		
24	120.26	7.5	220	110	4.97		
30	136.46	7.5	220	110	5.08		
36	150.16	7.5	220	110	5.12		
42	160.36	7.5	220	110	5.17		
48	170.36	7.5	220	110	5.28		
60	185.56	7.5	220	110	5.31		
72	196.76	7.5	220	110	5.42		

ตารางภาคผนวกที่ ก 2 ข้อมูลการทดลองที่ 1.1 ครั้งที่ 2

วันที่ทำการทดลอง 15 มกราคม 2546

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง : น้ำจากแม่น้ำป่า

สารตัวกลาง: ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณ น้ำสะสม (ลิตร)	ดัชนีชี้วัด (Parameter)					
		ค่าความเป็นกรด - ด่าง	ค่าสภาพการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน/ซม)	ค่าของแข็ง ละลายน้ำทั้งหมด (พีพีเอ็ม)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	ค่าของแข็ง แขวนลอย (มิลลิกรัม/ลิตร)	ค่าโคดี ฟอร์ม (เอ็มพี เอ็น/100 มิลลิลิตร)
น้ำตัวอย่าง		7.4	210	110	17.53	85	70
น้ำทิ้งไว้ 24 ชม.	0	7.4	210	110	5.65	60	70
5 นาที	1.20	8.6	1690	940	5.21		
10 นาที	1.80	8.4	830	410	5.10		
15 นาที	2.40	8.1	310	150	5.03		
20 นาที	3.10	8.0	270	130	4.97		
0.5	4.00	7.8	260	130	4.21		
1	8.25	7.8	250	120	4.19	1.4	30
1.5	12.45	7.7	230	120	4.13		
2	16.20	7.7	220	110	3.97		
2.5	20.40	7.7	210	110	4.07		
3	24.90	7.7	210	110	4.09		
4	33.65	7.7	210	110	4.10		
5	46.35	7.7	210	110	4.21		
6	55.05	7.7	210	110	4.32		
7	64.50	7.7	210	110	4.35		
8	72.50	7.7	210	110	4.38		
12	81.73	7.7	210	110	4.41		
18	102.43	7.7	210	110	4.59		
24	122.40	7.7	210	110	4.71		
30	137.42	7.7	210	110	5.12		
36	151.29	7.7	210	110	5.18		
42	162.29	7.7	210	110	5.25		
48	171.36	7.7	210	110	5.35		
60	186.65	7.7	210	110	5.48		
72	197.75	7.7	210	110	5.54		

ตารางภาคผนวกที่ ๓ ข้อมูลการทดลองที่ 1.1 ครั้งที่ 3

วันที่ทำการทดลอง 15 มกราคม 2546

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง : น้ำจากแม่น้ำปิง

สารตัวกลาง: ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณ น้ำสะสม (ลิตร)	ดัชนีชี้วัด (Parameter)					
		ค่าความ เป็นกรด - ด่าง	ค่าสภาพการ นำไฟฟ้า (ไมโครซิเมน/ ซม)	ค่าของแข็ง ละลายน้ำ ทั้งหมด (พีพีเอ็ม)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	ค่าของแข็ง แขวนลอย (มิลลิกรัม/ ลิตร)	ค่าโคลิฟอร์ม (เอ็มที เอ็ม/100 มิลลิลิตร)
น้ำตัวอย่าง		7.5	210	110	17.98	86	70
น้ำทิ้งไว้ 24 ชม.	0	7.5	210	110	5.72	63	70
5 นาที	1.30	8.4	1570	790	5.43		
10 นาที	1.90	8.1	820	400	5.21		
15 นาที	2.50	8.0	330	170	5.03		
20 นาที	3.20	8.0	270	130	4.97		
0.5	4.25	7.9	260	130	4.52		
1	8.75	7.6	250	120	4.57		
1.5	13.00	7.6	240	120	4.23		
2	17.00	7.6	240	110	4.19	1.5	30
2.5	21.50	7.6	220	110	4.11		
3	26.20	7.6	220	110	4.10		
4	35.40	7.6	220	110	4.12		
5	42.65	7.6	220	110	4.22		
6	49.85	7.6	220	110	4.32		
7	58.60	7.6	220	110	4.60		
8	67.10	7.6	220	110	4.63		
12	75.35	7.6	220	110	4.75		
18	103.35	7.6	220	110	4.82		
24	122.32	7.6	220	110	4.95		
30	138.43	7.6	220	110	5.05		
36	152.61	7.6	220	110	5.07		
42	161.63	7.6	220	110	5.12		
48	170.37	7.6	220	110	5.17		
60	185.64	7.6	220	110	5.23		
72	196.79	7.6	220	110	5.27		

ตารางภาคผนวกที่ ก.4 ข้อมูลการทดลองที่ 1.3 ซ้ำที่ 1

วันที่ทำการทดลอง 27 มกราคม 2546

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง : น้ำจากแม่น้ำปิง

สารตัวกลาง: เถ้าแกลบ

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณ น้ำสะสม (ลิตร)	ดัชนีชี้วัด (Parameter)					
		ค่าความเป็นกรด - ค่า	ค่าสภาพการ นำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน/ ซม)	ค่าของแข็ง ละลายน้ำ ทั้งหมด (พีพีเอ็ม)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	ค่าของแข็ง แขวนลอย (มิลลิกรัม/ ลิตร)	ค่าโคลิฟอร์ม (เอ็นพี เอ็น/100 มิลลิลิตร)
น้ำตัวอย่าง		7.8	190	90	14.87	72	110
น้ำทิ้งไว้ 24 ชม.	0	7.7	180	90	5.25	55	110
5 นาที	0.07	8.1	750	350	4.83		
10 นาที	0.15	8.1	310	260	4.80		
15 นาที	-	7.9	190	110	4.21		
20 นาที	-	7.9	180	110	3.87		
0.5	0.30	7.9	180	100	3.57		
1	0.65	7.9	180	100	3.43	1.2	70
2	1.35	7.9	180	100	3.21		
3	2.05	7.9	180	100	3.18		
4	2.85	7.9	180	100	3.11		
5	3.50	7.9	180	100	3.21		
6	4.07	7.9	180	100	3.28		
7	7.57	7.9	180	100	3.36		
8	11.64	7.9	180	100	3.48		
12	15.14	7.9	180	100	3.50		
18	19.14	7.9	180	100	3.60		
24	23.21	7.9	180	100	3.73		
30	26.71	7.9	180	100	3.87		
36	30.76	7.9	180	100	3.92		
42	34.78	7.9	180	100	4.18		
48	38.84	7.9	180	100	4.39		
60	46.41	7.9	180	100	4.87		
72	53.77	7.9	180	100	5.15		
84	61.25	7.9	180	100	5.28		
96	68.50	7.9	180	100	5.31		

ตารางภาคผนวกที่ ก.5 ข้อมูลการทดลองที่ 1.3 ครั้งที่ 2

วันที่ทำการทดลอง 27 มกราคม 2546

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง : น้ำจากแม่น้ำปิง

สารตัวกลาง: เถ้าแกลบ

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณ น้ำสะสม (ลิตร)	ดัชนีชี้วัด (Parameter)					
		ค่าความเป็นกรด - ด่าง	ค่าสภาพการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน/ซม)	ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (พีพีเอ็ม)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	ค่าของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัม/ลิตร)	ค่าโคอีฟอร์ม (เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร)
น้ำตัวอย่าง		7.8	210	100	14.98	72	110
น้ำทิ้งไว้ 24 ชม.	0	7.7	210	100	5.24	50	110
5 นาที	0.06	8.1	800	400	4.38		
10 นาที	0.12	8.1	280	120	4.23		
15 นาที	-	7.9	220	110	4.17		
20 นาที	-	7.8	220	110	4.12		
0.5	0.25	7.8	210	110	3.58		
1	0.55	7.8	210	110	3.42	1.1	70
2	1.10	7.8	210	110	3.27		
3	1.75	7.8	210	110	3.19		
4	2.40	7.8	210	110	3.10		
5	2.85	7.8	210	110	3.21		
6	3.45	7.8	210	110	3.26		
7	6.90	7.8	210	110	3.34		
8	10.35	7.8	200	100	3.46		
12	13.80	7.8	200	100	3.52		
18	16.65	7.8	200	100	3.68		
24	20.10	7.8	200	100	3.87		
30	23.55	7.8	200	100	3.59		
36	24.44	7.8	200	100	4.12		
42	29.89	7.8	200	100	4.35		
48	33.39	7.8	200	100	4.68		
60	40.24	7.8	200	100	4.90		
72	47.24	7.8	200	100	5.10		
84	54.09	7.8	200	100	5.13		
96	60.99	7.8	200	100	5.21		

ตารางภาคผนวกที่ ก 6 ข้อมูลการทดลองที่ 1.3 ครั้งที่ 3

วันที่ทำการทดลอง 27 มกราคม 2546

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง : น้ำจากแม่น้ำปิง

สารตัวกลาง: เติมน้ำกลั่น

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณ น้ำสะสม (ลิตร)	ดัชนีชี้วัด (Parameter)					
		ค่าความเป็นกรด - ค่า	ค่าสภาพ การนำ ไฟฟ้า (ไมโคร ซีเมนส์/ ซม)	ค่าของแข็ง ละลายน้ำ ทั้งหมด (ทีพีเอ็ม)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	ค่าของแข็ง แขวนลอย (มิลลิกรัม/ ลิตร)	ค่าโคลิ ฟอร์ม (เอ็มที เอ็น/100 มิลลิลิตร)
น้ำตัวอย่าง น้ำทิ้งไว้ 24 ชม.		7.6	200	100	14.91	78	70
		7.6	200	100	5.45	57.5	70
5 นาที	0.07	8.1	990	490	4.35		
10 นาที	0.15	8.1	210	100	4.25		
15 นาที	-	8.0	190	90	4.13		
20 นาที	-	7.8	180	90	4.02		
0.5	0.3	7.7	180	90	3.46		
1	0.6	7.7	180	90	3.35	1.4	30
2	1.15	7.7	180	90	3.20		
3	1.70	7.7	180	90	3.16		
4	2.55	7.7	180	90	3.12		
5	3.20	7.7	180	90	3.22		
6	3.62	7.7	180	90	3.36		
7	7.24	7.7	180	90	3.52		
8	10.44	7.7	180	90	3.63		
12	13.64	7.9	180	90	3.78		
18	17.26	7.7	180	90	3.82		
24	20.46	7.7	180	90	3.95		
30	24.06	7.7	180	90	3.98		
36	27.71	7.7	180	90	4.05		
42	31.31	7.7	180	90	4.27		
48	34.56	7.7	180	90	4.63		
60	41.76	7.7	180	90	4.95		
72	48.85	7.7	180	90	5.07		
84	55.91	7.7	180	90	5.18		
96	63.10	7.7	180	90	5.27		

ตารางภาคผนวกที่ ก.7 ข้อมูลการทดลองที่ 2.3 ซ้ำที่ 1

วันที่ทำการทดลอง 22 สิงหาคม 2546

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง : น้ำจากแม่น้ำปิง

สารตัวกลาง: เถ้าแกลบ + ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณ น้ำสะสม (ลิตร)	ดัชนีชี้วัด (Parameter)					
		ค่าความ เป็นกรด - ด่าง	ค่าสภาพ การนำ ไฟฟ้า (ไมโครซี เมน/ซม)	ค่าของแข็ง ละลายน้ำ ทั้งหมด (พีพีเอ็ม)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	ค่าของแข็ง แขวนลอย (มิลลิกรัม/ ลิตร)	ค่าโคลิ ฟอร์ม (เอ็มพี เอ็น/100 มิลลิลิตร)
น้ำตัวอย่าง		8.1	230	110	19.4	107.5	90
น้ำทิ้งไว้ 24 ชม.	0	7.8	200	90	6.11	77.5	90
5 นาที	0.25	8.5	1800	760	5.74		
10 นาที	-	8.2	800	400	5.18		
15 นาที	0.50	8.1	360	190	5.12		
20 นาที	-	8.0	270	140	5.05		
0.5	0.9	7.8	250	140	4.95		
1	1.55	7.8	250	130	4.80	2.8	40
2	3.25	7.8	240	120	3.95		
3	5.00	7.8	230	120	3.87		
6	8.25	7.8	230	120	3.85		
12	13.75	7.8	230	120	4.22		
24	25.75	7.8	230	120	4.42		
28	36.75	7.8	230	120	4.58		
34	59.75	7.8	230	120	4.72		
40	70.75	7.8	230	120	4.82		
48	82.95	7.8	230	120	4.95		
60	90.98	7.8	230	120	5.24		
72	99.31	7.8	230	120	5.32		
84	108.20	7.8	230	120	5.48		
96	119.40	7.8	230	120	5.57		
108	123.35	7.8	230	120	5.62		
120	131.53	7.8	230	120	5.78		

ตารางภาคผนวกที่ ก 8 ข้อมูลการทดลองที่ 2.3 ครั้งที่ 2

วันที่ทำการทดลอง 22 สิงหาคม 2546

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง : น้ำจากแม่น้ำปิง

สารตัวกลาง: เถ้าแกลบ + ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณ น้ำสะสม (ลิตร)	ดัชนีชี้วัด (Parameter)					
		ค่าความ เป็นกรด - ด่าง	ค่าสภาพการ นำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน/ ซม)	ค่าของแข็ง ละลายน้ำ ทั้งหมด (พีพีเอ็ม)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	ค่าของแข็ง แขวนลอย (มิลลิกรัม/ ลิตร)	ค่าโคติ ฟอร์ม (เอ็มที เอ็น/100 มิลลิลิตร)
น้ำตัวอย่าง		8.1	230	110	16.80	95	140
น้ำทิ้งไว้ 24 ชม.	0	7.8	200	90	6.07	62.5	140
5 นาที	0.15	8.5	1750	820	5.58		
10 นาที	-	8.2	950	560	5.41		
15 นาที	0.32	8.1	450	230	5.40		
20 นาที	-	8.0	350	190	5.12		
0.5	0.85	7.8	260	140	4.50	2.6	70
1	1.50	7.9	250	130	3.81		
2	3.20	7.9	240	120	3.72		
3	5.00	7.9	230	120	3.75		
6	8.20	7.9	230	120	4.12		
12	13.70	7.9	230	120	4.33		
24	34.50	7.9	230	120	4.53		
28	45.70	7.9	230	120	4.75		
34	57.50	7.9	230	120	4.84		
40	69.20	7.9	230	120	4.92		
48	81.12	7.9	230	120	4.98		
60	90.35	7.9	230	120	5.02		
72	99.73	7.9	230	120	5.25		
84	108.53	7.9	230	120	5.37		
96	112.85	7.9	230	120	5.55		
108	120.35	7.9	230	120	5.78		
120	132.25	7.9	230	120	5.92		

ตารางภาคผนวกที่ ก 9 ข้อมูลการทดลองที่ 2.3 ครั้งที่ 3

วันที่ทำการทดลอง 22 สิงหาคม 2546

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง : น้ำจากแม่น้ำปิง

สารตัวกลาง: แฉกกลบ + ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณ น้ำสะสม (ลิตร)	ดัชนีชี้วัด (Parameter)					
		ค่าความ เป็นกรด - ด่าง	ค่าสภาพ การนำ ไฟฟ้า (ไมโครซี เมน/ซม)	ค่าของแข็ง ละลายน้ำ ทั้งหมด (พีพีเอ็ม)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	ค่าของแข็ง แขวนลอย (มิลลิกรัม/ ลิตร)	ค่าโคดีฟอร์ม (เอ็มพี เอ็น/100 มิลลิลิตร)
น้ำตัวอย่าง		7.9	240	120	17.62	105	150
น้ำทิ้งไว้ 24 ชม.	0	7.9	230	110	5.98	70	150
5 นาที	0.2	8.3	1850	780	5.91		
10 นาที	-	8.2	830	460	5.87		
15 นาที	0.45	8.0	390	190	5.60		
20 นาที	-	8.0	270	130	5.21		
0.5	0.9	7.9	250	130	4.87		
1	1.55	7.9	240	120	4.55	2.5	70
2	3.15	7.9	240	120	4.25		
3	5.10	7.9	240	110	4.12		
6	8.30	7.9	240	110	3.72		
12	13.75	7.9	240	110	3.75		
24	36.75	7.9	240	110	3.82		
28	47.50	7.9	240	110	4.35		
34	56.71	7.9	240	110	4.52		
40	67.75	7.9	240	110	4.81		
48	81.20	7.9	240	110	4.92		
60	90.10	7.9	240	110	5.02		
72	98.80	7.9	240	110	5.21		
84	107.40	7.9	240	110	5.27		
96	118.85	7.9	240	110	5.35		
108	122.93	7.9	240	110	5.48		
120	130.17	7.9	240	110	5.68		

ตารางภาคผนวกที่ ก.10 ข้อมูลการทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 1

วันที่ทำการทดลอง 15 กันยายน 2546

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง : น้ำจากแม่น้ำปิง

สารตัวกลาง: เถ้าแกลบ + ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณ น้ำสะสม (ลิตร)	ดัชนีชี้วัด (Parameter)					
		ค่าความ เป็นกรด - ด่าง	ค่าสภาพ การนำ ไฟฟ้า ไมโครซี เมน/เซน	ค่าของแข็ง ละลายน้ำ ทั้งหมด (พีพีเอ็ม)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	ค่าของแข็ง แขวนลอย (มิลลิกรัม/ ลิตร)	ค่าโคดี ฟอร์ม (เอ็มพี เอ็ม/100 มิลลิลิตร)
น้ำตัวอย่าง		7.6	230	120	17.52	180	140
น้ำทิ้งไว้ 24 ชม.	0	7.5	230	120	9.13	130	140
5 นาที	0.12	8.4	1850	1520	8.43		
10 นาที	0.23	8.2	1550	1250	8.21		
15 นาที	0.33	8.0	1050	880	7.23		
20 นาที	0.43	8.0	850	450	6.80		
0.5	0.56	7.9	760	320	5.57		
1	1.8	7.8	480	260	5.12		
2	3.25	7.8	390	190	5.02		
3	8.25	7.6	270	180	4.92	2.9	70
6	16.25	7.6	260	160	4.85		
9	23.94	7.6	250	150	4.52		
12	31.94	7.6	240	120	4.31		
15	39.84	7.6	230	110	4.22		
18	44.79	7.6	230	110	3.92		
24	60.84	7.6	230	110	3.82		
35	86.43	7.6	230	110	3.84		
48	100.85	7.6	230	110	4.12		
60	118.84	7.6	230	110	4.25		
72	129.29	7.6	230	110	4.45		
84	145.47	7.6	230	110	4.87		
96	166.85	7.6	230	110	5.01		
108	184.21	7.6	230	110	5.27		
120	201.27	7.6	230	110	5.31		
144	222.23	7.6	230	110	5.47		
168	238.45	7.6	230	110	5.58		

ตารางภาคผนวกที่ ก 11 ข้อมูลการทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 2

วันที่ทำการทดลอง 15 กันยายน 2546

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง : น้ำจากแม่น้ำป่า

สารตัวกลาง: เถ้าแกลบ + ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณ น้ำสะสม (ลิตร)	ดัชนีชี้วัด (Parameter)					
		ค่าความเป็นกรด - ค่า	ค่าสภาพการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน/ซม)	ค่าของแข็งละลายน้ำ ทั้งหมด (พีพีเอ็ม)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	ค่าของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัม/ลิตร)	ค่าโคคลิฟอร์ม (เอ็นทีเอ็น/100 มิลลิลิตร)
น้ำตัวอย่าง		7.8	240	120	16.25	160	150
น้ำทิ้งไว้ 24 ชม.	0	7.7	230	120	9.16	120	150
5 นาที	0.12	8.1	1730	1370	7.81		
10 นาที	0.22	8.0	1450	850	7.40		
15 นาที	0.32	8.0	950	780	6.81		
20 นาที	0.42	7.9	750	460	6.32		
0.5	0.55	7.9	580	340	5.81		
1	1.7	7.8	460	260	5.24		
2	3.2	7.8	390	240	4.96	2.8	70
3	8.1	7.7	270	230	4.83		
6	15.85	7.7	260	180	4.52		
9	22.93	7.7	250	160	4.31		
12	30.91	7.7	240	120	4.27		
15	38.23	7.7	230	120	4.10		
18	43.72	7.7	230	120	3.95		
24	58.81	7.7	230	120	3.98		
35	84.21	7.7	230	120	4.12		
48	102.53	7.7	230	120	4.23		
60	116.44	7.7	230	120	4.38		
72	127.84	7.7	230	120	4.78		
84	143.47	7.7	230	120	4.96		
96	164.58	7.7	230	120	5.13		
108	182.12	7.7	230	120	5.26		
120	201.71	7.7	230	120	5.32		
144	219.32	7.7	230	120	5.46		
168	235.54	7.7	230	120	5.53		

ตารางภาคผนวกที่ ก.12 ข้อมูลการทดลองที่ 3.1 ซ้ำที่ 3

วันที่ทำการทดลอง 15 กันยายน 2546

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง : น้ำจากแม่น้ำปิง

สารตัวกลาง: เถ้าแกลบ + ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณ น้ำสะสม (ลิตร)	ดัชนีชี้วัด (Parameter)					
		ค่าความเป็นกรด - ด่าง	ค่าสภาพการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนส์/ซม)	ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (ทีทีเอ็ม)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	ค่าของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัม/ลิตร)	ค่าโคลิฟอร์ม (เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร)
น้ำตัวอย่าง		7.6	230	120	15.83	140	150
น้ำทิ้งไว้ 24 ชม.	0	7.5	230	120	9.43	110	150
5 นาที	0.12	8.4	1730	1520	8.31		
10 นาที	0.23	8.2	1480	1250	8.21		
15 นาที	0.33	8.0	980	880	7.25		
20 นาที	0.43	8.0	760	450	6.05		
0.5	0.56	7.9	540	320	5.87		
1	1.80	7.8	480	260	5.12		
2	3.52	7.8	390	190	5.06		
3	7.55	7.5	270	180	4.93	2.8	90
6	15.56	7.5	260	160	4.83		
9	26.75	7.5	250	150	4.32		
12	33.95	7.5	240	120	4.21		
15	41.12	7.5	230	110	4.10		
18	53.50	7.5	230	110	3.95		
24	72.12	7.5	230	110	3.82		
35	94.12	7.5	230	110	3.94		
48	107.58	7.5	230	110	4.15		
60	117.48	7.5	230	110	4.24		
72	126.92	7.5	230	110	4.54		
84	143.74	7.5	230	110	4.78		
96	163.58	7.5	230	110	5.02		
108	182.12	7.5	230	110	5.17		
120	202.17	7.5	230	110	5.23		
144	220.32	7.5	230	110	5.47		
168	236.02	7.5	230	110	5.58		

ตารางภาคผนวกที่ ก 13 ข้อมูลการทดลองที่ 3.2 ซ้ำที่ 1

วันที่ทำการทดลอง 17 กันยายน 2546

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง : น้ำจากน้ำแม่แฝก

สารตัวกลาง: ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณ น้ำสะสม (ลิตร)	ดัชนีชี้วัด (Parameter)					
		ค่าความ เป็นกรด - ค่า	ค่าสภาพ การนำ ไฟฟ้า (ไมโครซี เมน/ซม)	ค่าของแข็ง ละลายน้ำ ทั้งหมด (ทีทีเอ็ม)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	ค่าของแข็ง แขวนลอย (มิลลิกรัม/ ลิตร)	ค่าโคลิ ฟอร์ม (เอ็มพี เอ็น/100 มิลลิลิตร)
น้ำตัวอย่าง		7.4	290	140	34.10	190	210
น้ำทิ้งไว้ 24 ชม.	0	7.9	270	130	10.91	110	210
5 นาที	1.20	9.1	1890	1380	5.29		
10 นาที	2.50	8.9	1750	950	5.28		
15 นาที	3.70	8.5	1050	720	5.21		
20 นาที	4.90	8.5	980	520	5.25		
0.5	-	8.2	750	470	4.97		
1	7.65	8.1	670	420	4.45	1.6	90
1.5	11.20	8.0	370	330	4.50		
2	16.40	7.5	320	160	4.60		
2.5	20.10	7.4	310	160	3.65		
3	24.30	7.3	280	150	3.63		
6	28.30	7.3	270	150	3.33		
9	37.55	7.3	250	140	3.73		
12	68.55	7.3	240	140	3.72		
16	85.05	7.3	240	140	3.83		
24	112.05	7.3	240	140	4.27		
29	129.30	7.3	240	140	4.42		
35	144.55	7.3	240	140	4.73		
42	157.80	7.3	240	140	4.88		
48	186.30	7.3	240	140	4.93		
57	206.30	7.3	240	140	5.05		
69	214.80	7.3	240	140	5.55		
72	233.80	7.3	240	140	5.65		
84	247.80	7.3	240	140	6.25		
96	268.70	7.3	240	140	6.43		
120	277.90	7.3	240	140	6.55		
144	295.90	7.3	240	140	6.58		
168	315.90	7.3	240	140	6.67		

ตารางภาคผนวกที่ ก 14 ข้อมูลการทดลองที่ 3.2 ครั้งที่ 2

วันที่ทำการทดลอง 20 กันยายน 2546

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง : น้ำจากแม่น้ำปิง

สารตัวกลาง: ด้านกัมมันตซ์ชนิดเม็ด

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณ น้ำสะสม (ลิตร)	ดัชนีชี้วัด (Parameter)					
		ค่าความ เป็นกรด - ค่า	ค่าสภาพ การนำ ไฟฟ้า (ไมโครซี เมน/ซม)	ค่าของแข็ง ละลายน้ำ ทั้งหมด (ทีทีเอ็ม)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	ค่าของแข็ง แขวนลอย (มิลลิกรัม/ ลิตร)	ค่าโคลิฟอร์ม (เอ็นที เอ็น/100 มิลลิลิตร)
น้ำตัวอย่าง		7.6	230	130	33.10	160	200
น้ำทิ้งไว้ 24 ชม.	0	7.5	230	120	10.63	105	200
5 นาที	1.20	8.8	1750	1420	5.25		
10 นาที	2.50	8.7	1250	950	5.23		
15 นาที	3.50	8.5	930	850	5.20		
20 นาที	4.50	8.5	480	720	5.22		
0.5	-	8.5	390	580	5.21		
1	7.50	8.2	300	480	4.82		
1.5	10.50	7.6	290	240	4.35	1.5	70
2	13.50	7.5	260	220	4.20		
2.5	16.75	7.4	250	190	3.70		
3	19.50	7.4	240	150	3.82		
6	25.25	7.4	240	140	3.85		
9	38.95	7.4	230	130	3.87		
12	58.45	7.4	230	130	4.19		
16	84.20	7.4	230	130	4.25		
24	109.70	7.4	230	130	4.28		
29	127.96	7.4	230	130	4.32		
35	143.78	7.4	230	130	4.50		
42	156.80	7.4	230	130	4.82		
48	185.60	7.4	230	130	4.83		
57	204.30	7.4	230	130	5.31		
69	212.80	7.4	230	130	5.35		
72	232.60	7.4	230	130	5.65		
84	246.50	7.4	230	130	5.75		
96	267.20	7.4	230	130	5.86		
120	278.82	7.4	230	130	6.24		
144	294.82	7.4	230	130	6.32		
168	314.85	7.4	230	130	6.47		

ตารางภาคผนวกที่ ก 15 ข้อมูลการทดลองที่ 3.2 ครั้งที่ 3

วันที่ทำการทดลอง 29 กันยายน 2546

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง : น้ำจากน้ำท่วมสุโขทัย

สารตัวกลาง: ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณน้ำที่ได้ (ลิตร)	ดัชนีชี้วัด (Parameter)				
		ค่าความเป็นกรด - ด่าง	ค่าสภาพการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน/ซม)	ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (พีพีเอ็ม)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	ค่าของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัม/ลิตร)
น้ำตัวอย่าง		7.3	280	140	32.35	210
น้ำทิ้งไว้		7.8	260	130	10.52	140
5 นาที		8.8	1850	1380	5.25	
10 นาที		8.4	1320	950	5.21	
15 นาที		8.4	1050	520	5.20	
20 นาที		8.4	950	470	5.17	
0.5	3.5	8.1	730	310	5.12	
1	7.5	8.0	620	180	4.98	
1.5	9.5	8.1	350	160	4.72	1.8
2	13.5	8.0	310	140	4.65	
2.5	16.75	7.5	280	140	4.48	
3	20.75	7.4	270	140	4.28	
6	32.50	7.3	260	140	4.23	
9	40.50	7.3	240	140	3.87	
12	68.95	7.3	230	140	3.56	
16	82.30	7.3	230	140	3.76	
24	108.50	7.3	230	140	3.79	
29	126.62	7.3	230	140	4.45	
35	142.70	7.3	230	140	4.62	
42	154.68	7.3	230	140	4.73	
48	183.60	7.3	230	140	4.85	
57	202.40	7.3	230	140	5.05	
69	217.50	7.3	230	140	5.15	
72	230.60	7.3	230	140	5.23	
84	245.50	7.3	230	140	5.36	
96	265.52	7.3	230	140	5.45	
120	276.02	7.3	230	140	5.78	
144	293.20	7.3	230	140	5.84	
168	315.02	7.3	230	140	6.23	

ตารางภาคผนวกที่ ก 16 ข้อมูลการทดลองใช้ทรายกรอง

วันที่ทำการทดลอง 10 พฤษภาคม 2547

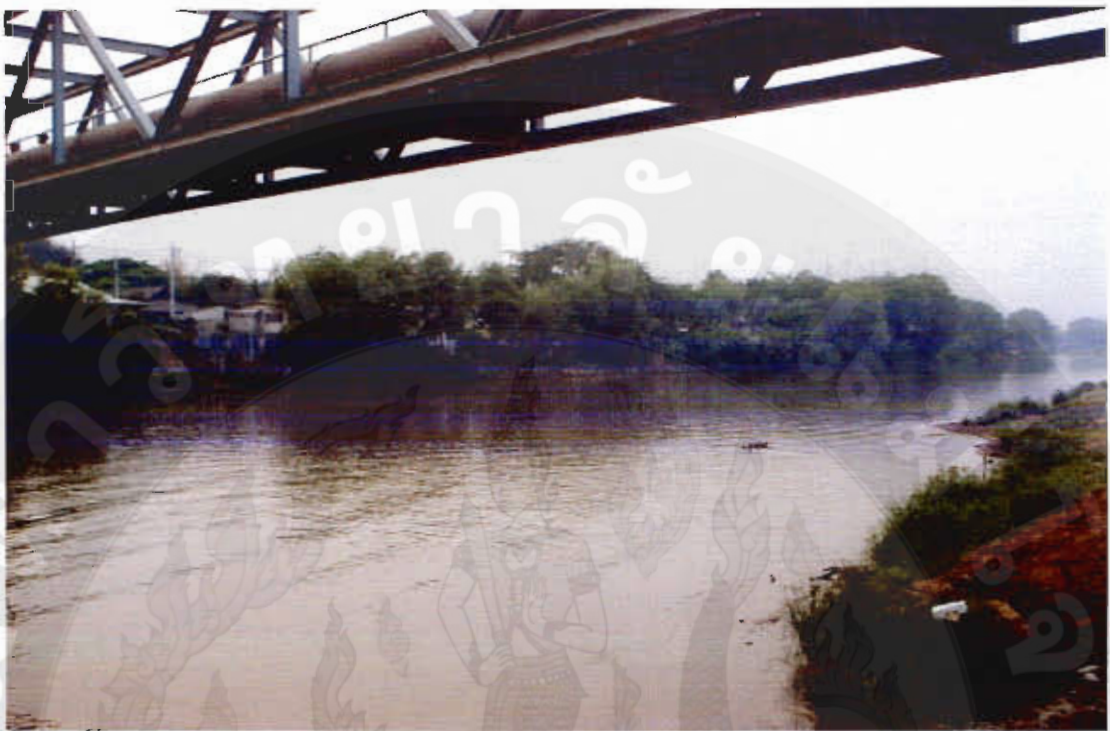
จุดเก็บน้ำตัวอย่าง : น้ำจากน้ำแม่ปิง

สารตัวกลาง: ทรายละเอียด

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณน้ำที่ได้ (ลิตร)	ดัชนีชี้วัด (Parameter)					
		ค่าความเป็นกรด - ค่า	ค่าสภาพ การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน/ซม)	ค่าของแข็ง ละลายน้ำทั้งหมด (พีพีเอ็ม)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	ค่าของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัม/ลิตร)	ค่าโคติฟอร์ม (เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร)
น้ำตัวอย่าง		7.3	230	120	14.56		90
น้ำทิ้งไว้	0	7.2	210	110	8.51	106.5	90
5 นาที	0.70	7.2	230	120	5.82		
10 นาที	1.40	7.2	220	120	5.25		
15 นาที	2.10	7.2	220	120	4.25		
20 นาที	2.80	7.2	210	120	4.26		
0.5	3.25	7.2	210	110	4.27		
1	6.50	7.2	210	110	4.24	2.00	70
2	13.30	7.2	210	110	3.95		
3	18.45	7.2	210	110	3.87		
4	24.84	7.2	210	110	3.65		
5	30.35	7.2	210	110	3.96		
6	36.50	7.2	210	110	4.05		
7	42.30	7.2	210	110	4.18		
8	48.45	7.2	210	110	4.25		
12	64.30	7.2	210	110	4.28		
18	90.50	7.2	210	110	4.38		
24	120.30	7.2	210	110	4.43		
30	135.30	7.2	210	110	4.52		
36	154.45	7.2	210	110	4.87		
42	168.40	7.2	210	110	5.23		
48	176.5	7.2	210	110	5.57		



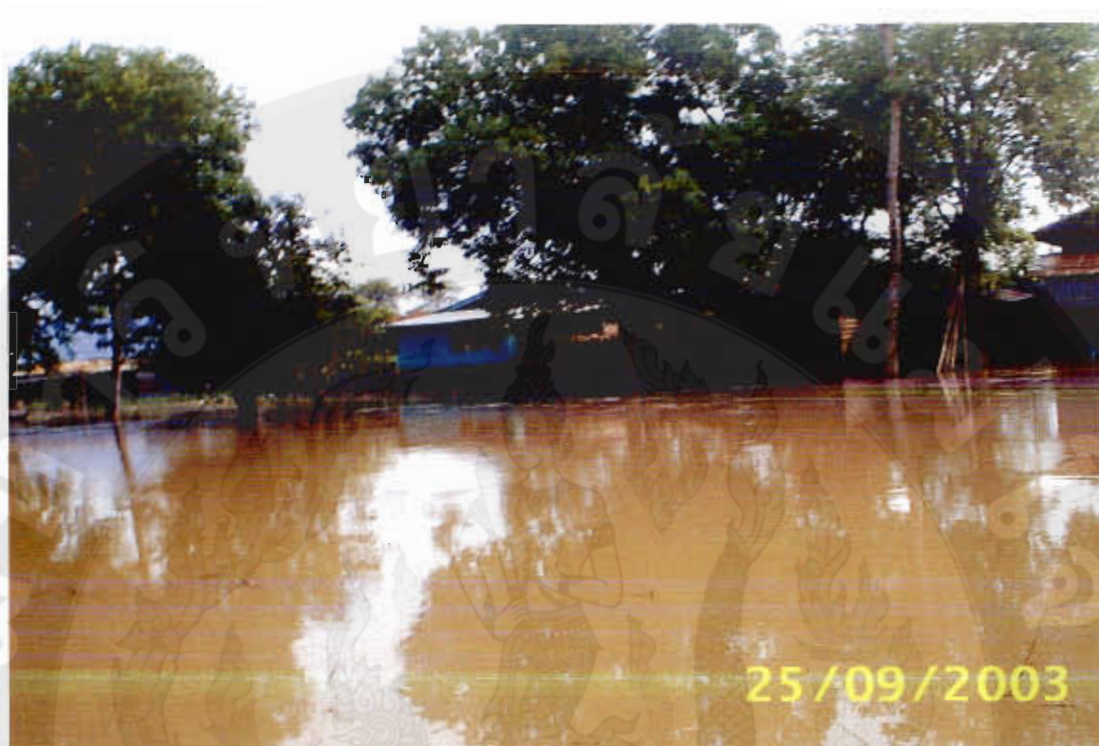
ภาคผนวก ข
แหล่งเก็บน้ำตัวอย่าง



ภาพ 86 แม่น้ำปิงช่วงน้ำหลาก ต. สันผีเสื้อ อ. เมือง จ. เชียงใหม่



ภาพ 87 ฝ่ายแม่แฝก ต. หอนงหาร อ. สันทราย จ. เชียงใหม่



ภาพ 88 น้ำท่วมสุโขทัย ต. บางซ้าย อ. เมือง จ. สุโขทัย



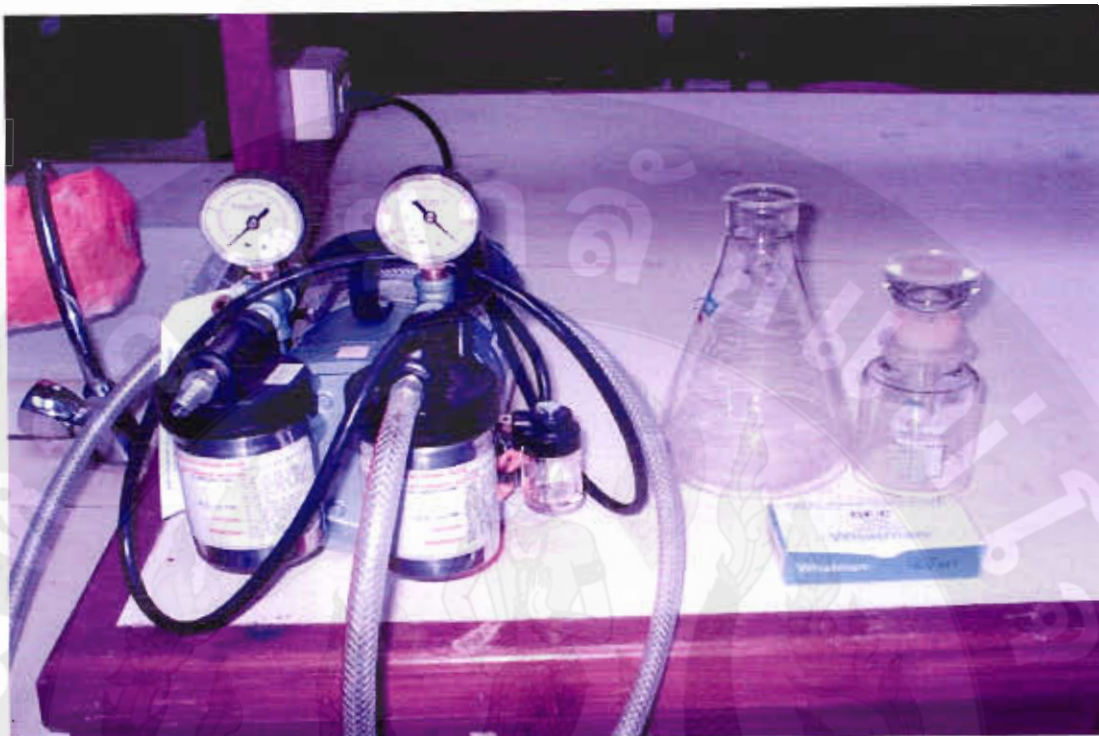
ภาคผนวก ค
เครื่องมือวัดค่าดัชนีต่างๆ



ภาพ 89 เครื่องมือวัดค่าความขุ่น



ภาพ 90 เครื่องมือวัดค่าสภาพการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด - ด่าง
และค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด



ภาพ 91 อุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าของแข็งแวนลอย



ภาพ 92 อุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย



ภาคผนวก ง
ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล

นางสาวยุภาพรรณ วีระ

เกิดเมื่อ

7 ธันวาคม 2521

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2539 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนห้องสอนศึกษา

จังหวัดแม่ฮ่องสอน

พ.ศ. 2543 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยแม่โจ้

จังหวัดเชียงใหม่