



รายงานฉบับสมบูรณ์

การศึกษาเบื้องต้นในการปรับปรุงคุณภาพน้ำอุปโภคสำหรับกลุ่มแปรรูปผลผลิต
ทางการเกษตร

A preliminary study on improving the water supply for agricultural
products processing

คณะผู้วิจัย

ชนิษฐา เจริญลาม

กาญจนา ชินสำราญ

โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

งบประมาณเงินรายได้ ปี พ.ศ. 2559

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการบำบัดน้ำเบื้องต้นในกระบวนการผลิตน้ำประปา โดยใช้หลักการรวมตะกอน การตกตะกอน และการกรอง ผลจากการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในสามสถานะ ได้แก่ กระบวนการรวมตะกอน กระบวนการกรอง และกระบวนการรวมตะกอนตามด้วยการกรอง พบว่าคุณภาพน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยน้ำที่ผ่านกระบวนการกรองอย่างเดียวยังด้วยทรายและถ่านกัมมันต์ มีคุณภาพดีที่สุด โดยมีค่าพีเอช 7.13 ค่าความนำไฟฟ้า 417.60 ไมโครซีเมนส์ และปริมาณของแข็งละลายน้ำ 223.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้เนื่องจากคุณภาพน้ำในสระเดิมมีคุณภาพค่อนข้างดี น้ำใส ดังนั้นการเพิ่มกระบวนการรวมตะกอนด้วยอะลูมิเนียมซัลเฟต และปูนขาว จึงไม่จำเป็น และยังส่งผลให้น้ำมีปริมาณของแข็งละลายน้ำเพิ่มขึ้นด้วย แต่อย่างไรก็ตามหากคุณภาพน้ำในสระเปลี่ยนไปตามฤดูกาล และน้ำมีความขุ่นเพิ่มขึ้น การปรับสภาพน้ำควรมีการรวมตะกอนด้วยอะลูมิเนียมซัลเฟต และปูนขาว ก่อนที่จะผ่านการกรอง

คำสำคัญ : การปรับปรุงคุณภาพน้ำ น้ำอุปโภค การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร

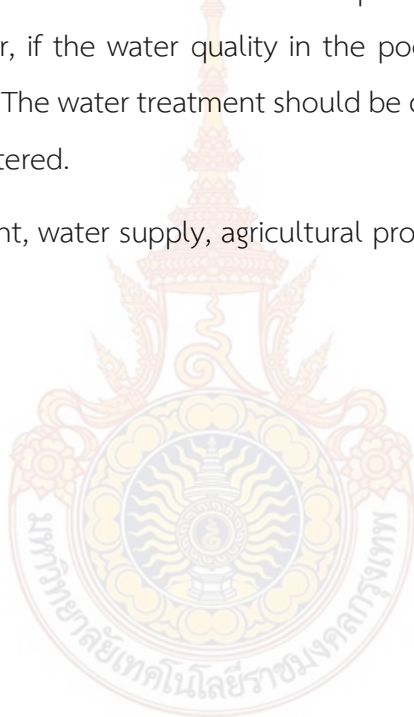




Abstract

The objective of the project is to study the use of coagulation sedimentation and filtration on treatment of raw water for tap water production plant. The trial compared the properties of water after three treatment conditions include flocculation process, the filtering process and flocculation process followed by filtration. The results showed that the water quality after treatment with three conditions were vary significantly. Water pretreatment with sand filtration and activated carbon was the best quality. The pH, conductivity 417.60 7.13 micro Siemens and soluble solids 223.20 milligrams per liter. Because the quality of water in the pool was quite good quality water, thus increasing the flocculation with aluminum sulfate and lime is not required and the resulting water soluble solids increased. However, if the water quality in the pool change with the seasons and increased water turbidity. The water treatment should be combined with alumina sulphate and lime before it was filtered.

Keyword : Water treatment, water supply, agricultural products processing





กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องการศึกษาเบื้องต้นในการปรับปรุงคุณภาพน้ำอุปโภคสำหรับกลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร สำเร็จบรรลุตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก เงินอุดหนุนการวิจัยงบประมาณเงินรายได้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ปี 2559 ขอขอบคุณกลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรบ้านผาปก อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ที่ให้ข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการทดลอง รวมทั้งนางสาวธัญลักษณ์ ศรีสุข นักศึกษาสาขาวิศวกรรมเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มีส่วนร่วมเป็นผู้ช่วยวิจัย





สารบัญ

บทคัดย่อ	ก
Abstract.....	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ.....	ช
คำอธิบายสัญลักษณ์และศัพท์ย่อ.....	ณ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	2
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 แหล่งน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค (source of water supply).....	3
2.2 การผลิตอาหารให้มีความปลอดภัย	7
2.3 ความสำคัญของน้ำที่ใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์	8
2.4 ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ.....	9
2.5 การสร้างตะกอน การรวมตะกอน และการตกตะกอน	11
2.6 การกรอง	12
2.7 การฆ่าเชื้อโรค.....	14
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	20
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	20
3.2 สารเคมี.....	20
3.3 วิธีการ.....	20
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	22
4.1 สภาพทั่วไปของกลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรบ้านผาปก.....	22
4.2 สมบัติของน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของชุมชนบ้านผาปก อำเภอสวนผึ้ง จังหวัด ราชบุรี.....	24
4.3 การปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยกระบวนการรวมตะกอน	26
4.4 การปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยกระบวนการกรอง.....	28
4.5 เปรียบเทียบสมบัติของน้ำที่ผ่านกระบวนการรวมตะกอน ตกตะกอน และการกรอง	37
4.6 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา.....	41
4.7 การออกแบบระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ และประเมินค่าใช้จ่ายในการลงทุน	42
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	43
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	43

5.2 ข้อเสนอแนะ	44
เอกสารอ้างอิง	45
ภาคผนวก ก.....	46
ภาคผนวก ข.....	57
ภาคผนวก ค.....	60
หัวหน้าโครงการวิจัย	60
ผู้ร่วมวิจัย	63



สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.7.1	ระดับความรุนแรงของคลอรีนก๊าซในปริมาณต่างๆ	17
ตารางที่ 4.2.1	คุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินของชุมชนบ้านผาปก อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ในช่วงเดือนตุลาคม – พฤศจิกายน 2558	24
ตารางที่ 4.4.1	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพีเอช ความนำไฟฟ้า ของแข็งละลายน้ำของน้ำที่ผ่านการกรองทราย 1 ครั้ง และ 2 ครั้ง	33
ตารางที่ 4.4.2	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพีเอช ความนำไฟฟ้า ของแข็งละลายน้ำที่ผ่านการถ่านแอนทราไซด์ 1 ครั้ง และ 2 ครั้ง	33
ตารางที่ 4.4.3	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพีเอช ความนำไฟฟ้า ของแข็งละลายน้ำ ของน้ำที่ผ่านการถ่านกัมมันต์ 1 ครั้ง และ 2 ครั้ง	34
ตารางที่ 4.5.1	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพีเอช ค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้า ของแข็งละลายน้ำ ของน้ำที่ผ่านกระบวนการ รวมตะกอน กระบวนการกรอง และกระบวนการรวมตะกอนตามด้วยการกรอง	38
ตารางที่ 4.6.1	คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยาของแหล่งน้ำผิวดินของชุมชนบ้านผาปก อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ในช่วงเดือนตุลาคม 2558	41
ตารางที่ 4.6.2	คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยาของแหล่งน้ำผิวดินของชุมชนบ้านผาปก อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ในช่วงเดือนธันวาคม 2558	41



สารบัญรูป

รูปที่ 2.7.1	ผลของ pH และการเปลี่ยนแปลงชนิดของคลอรีน	16
รูปที่ 4.1.1	แผนที่ตำบลสวนผึ้ง	22
รูปที่ 4.1.2	กลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร บ้านผาปก	23
รูปที่ 4.1.3	กระบวนการผลิตกล้วยหอมทอง	23
รูปที่ 4.2.1	ถังพักน้ำเพื่อนำไปใช้ล้างภาชนะและวัตถุดิบ	25
รูปที่ 4.2.2	ผลิตภัณฑ์กล้วยหอมทองทอดกรอบของกลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร บ้านผาปก	25
รูปที่ 4.3.1	ผลของพีเอชต่อค่าการนำไฟฟ้าในการปรับสภาพน้ำด้วยอะลูมิเนียมซัลเฟต ร่วมกับปูนขาว	26
รูปที่ 4.3.2	ผลของปริมาณอะลูมิเนียมซัลเฟตต่อค่าการนำไฟฟ้า	27
รูปที่ 4.4.1	ระบบถังกรอง และสารกรอง	28
รูปที่ 4.4.2	ลักษณะของน้ำหลังผ่านตัวกรองชนิดเดียวและกรอง 1 ครั้ง	29
รูปที่ 4.4.3	ค่าพีเอชของน้ำหลังผ่านตัวกรองแต่ละชนิด โดยการกรอง 1 ครั้ง	29
รูปที่ 4.4.4	ค่าความนำไฟฟ้าของน้ำหลังผ่านตัวกรองแต่ละชนิด โดยการกรอง 1 ครั้ง	30
รูปที่ 4.4.5	ปริมาณของแข็งละลายน้ำของน้ำหลังผ่านตัวกรองแต่ละชนิด โดยการกรอง 1 ครั้ง	30
รูปที่ 4.4.6	ลักษณะของน้ำหลังผ่านตัวกรองชนิดเดียว และกรองซ้ำ 2 ครั้ง	31
รูปที่ 4.4.7	ค่าพีเอชของน้ำหลังผ่านตัวกรองแต่ละชนิด โดยการกรอง 2 ครั้ง	31
รูปที่ 4.4.8	ค่าความนำไฟฟ้าของน้ำหลังผ่านตัวกรองแต่ละชนิด โดยการกรอง 2 ครั้ง	32
รูปที่ 4.4.9	ปริมาณของแข็งละลายน้ำของน้ำหลังผ่านตัวกรองแต่ละชนิด โดยการกรอง 2 ครั้ง	32
รูปที่ 4.4.10	ลักษณะของน้ำที่ผ่านการกรองด้วยตัวกรองหลายชนิด และลำดับการกรองต่างกัน	35
รูปที่ 4.4.11	พีเอชของน้ำที่ผ่านการกรองด้วยตัวกรองหลายชนิด และลำดับการกรองต่างกัน	36
รูปที่ 4.4.12	ความนำไฟฟ้าของน้ำที่ผ่านการกรองด้วยตัวกรองหลายชนิด และลำดับการกรองต่างกัน	36
รูปที่ 4.4.13	ปริมาณของแข็งละลายน้ำของน้ำที่ผ่านการกรองด้วยตัวกรองหลายชนิด และลำดับการ กรองต่างกัน	37
รูปที่ 4.4.14	ลักษณะของน้ำที่ผ่านกระบวนการรวมตะกอน และกระบวนการรวมตะกอน ตามด้วยการ กรอง	38

รูปที่ 4.4.15	เปรียบเทียบค่าพีเอชของน้ำที่ผ่านการปรับสภาพด้วยกระบวนการรวมตะกอน กระบวนการกรอง และกระบวนการรวมตะกอนตามด้วยการกรอง	39
รูปที่ 4.4.16	เปรียบเทียบค่าความนำไฟฟ้าของน้ำที่ผ่านการปรับสภาพด้วยกระบวนการรวม ตะกอน กระบวนการกรอง และกระบวนการรวมตะกอนตามด้วยการกรอง	39
รูปที่ 4.4.16	เปรียบเทียบปริมาณของแข็งละลายน้ำที่ผ่านการปรับสภาพด้วยกระบวนการรวม ตะกอน กระบวนการกรอง และกระบวนการรวมตะกอนตามด้วยการกรอง	40
รูปที่ 4.7.1	ระบบการปรับสภาพน้ำสำหรับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์บ้านผापก อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี	42



คำอธิบายสัญลักษณ์และศัพท์ย่อ

บีโอดี (Biochemical oxygen demand, BOD) หมายถึง ปริมาณของออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม/ลิตร

ซีโอดี (Chemical oxygen demand, COD) หมายถึง ปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการใช้เพื่อออกซิเดชันสารอินทรีย์ในน้ำให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยใช้หลักการว่า สารประกอบอินทรีย์อินทรีย์เกือบทุกชนิดจะถูกออกซิไดซ์ด้วย Strong oxidizing agents ($K_2Cr_2O_7$) ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen, DO) แบคทีเรียที่เป็นสารอินทรีย์ในน้ำต้องการออกซิเจน (aerobic bacteria) ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียนี้จะทำให้จะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง ดังนั้นในน้ำที่สะอาดจะมีค่า DO สูง และน้ำเสียจะมีค่า DO ต่ำ มาตรฐานของน้ำที่มีคุณภาพดีโดยทั่วไปจะมีค่า DO ประมาณ 5-8 มิลลิกรัม/ลิตร น้ำเสียจะมีค่า DO ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัม/ลิตร

TS (Total solids) – ของแข็งทั้งหมดที่อยู่ในน้ำเสีย

TDS (Total dissolved solids) - ของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย ในรูปของสารละลาย ซึ่งจะเป็นอนุภาคขนาดเล็ก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น

SS (Suspended solids) - ของแข็งแขวนลอย คือของแข็ง ที่ลอยอยู่ในน้ำ และ มองด้วยตาเปล่าเห็น เช่น ตะกอนเม็ดใหญ่ๆที่อยู่ในน้ำเสีย หรือเศษขยะเล็กๆ ก็ถือว่าเป็น SS เช่นกัน

Settable solids - ของแข็งจมได้ คือของแข็งส่วนที่ จมอยู่ก้นภาชนะ เมื่อตั้งทิ้งไว้ในระยะเวลา 1 ชั่วโมง

VS (Volatile solids) - ของแข็งระเหยง่าย เป็นของแข็งส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ ซึ่งในระบบก๊าซชีวภาพ จะเป็นตัวชีวิต การย่อยสลายของของเสียไปเป็นก๊าซชีวภาพ



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเป็นสิ่งสำคัญที่ชี้ให้เห็นว่าแหล่งน้ำนั้นเหมาะสำหรับการอุปโภคบริโภค เกษตรกรรมและอุตสาหกรรมมากน้อยเพียงใดจากการสำรวจเบื้องต้น ณ พื้นที่บ้านผาปก อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี พบว่ากลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรบ้านผาปก ซึ่งแปรรูปผลิตภัณฑ์ประเภท กล้วยน้ำว่า กล้วยหอม และสับประรด มีปัญหาเรื่องคุณภาพน้ำดิบที่นำมาใช้ในกระบวนการการผลิต ตั้งแต่การล้างวัตถุดิบ อุปกรณ์และภาชนะในการผลิต รวมไปถึงคุณภาพน้ำหล่อเย็นสำหรับเครื่องทอดสุญญากาศ ปัจจุบันกลุ่มแปรรูปดังกล่าว นำน้ำจากสระน้ำธรรมชาติขึ้นมาใช้โดยตรง โดยไม่ผ่านขั้นตอนการปรับปรุงสภาพน้ำ เนื่องจากคุณภาพน้ำมีความสำคัญมากทั้งต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และประสิทธิภาพของเครื่องหล่อเย็น น้ำที่มีคุณภาพเหมาะสมต่อการใช้งานควรเป็นน้ำอ่อน ใส มีปริมาณของแข็งแขวนลอยต่ำ ปราศจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ดังนั้นคุณภาพน้ำจึงมีความสำคัญต่อกระบวนการผลิต และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ น้ำที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิต จึงควรผ่านกระบวนการปรับปรุงเพื่อให้มีคุณภาพเหมาะสมต่อการใช้งาน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพและสะอาด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและชีวภาพของน้ำดิบ เพื่อที่จะนำผลการวิเคราะห์ ไปออกแบบระบบปรับปรุงคุณภาพ ของน้ำให้เหมาะสมกับประโยชน์ในการใช้งานด้านต่างๆ ของกลุ่มแปรรูปผลผลิตการเกษตรบ้านผาปก ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

(1) วิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของแหล่งน้ำดิบ ของชุมชนบ้านผาปก อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

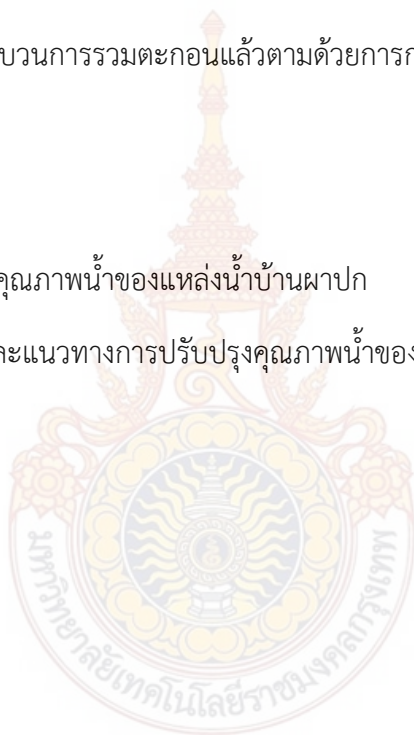
(2) หารูปแบบการปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อการอุปโภคที่มีความเหมาะสมกับกลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรของชุมชนบ้านผาปก อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- (1) วิเคราะห์คุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำดิบ ของชุมชนบ้านผาปก อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี
สมบัติทางกายภาพ ความขุ่น และปริมาณของแข็งในน้ำ ความนำไฟฟ้า
สมบัติทางเคมี ค่าพีเอช ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าบีโอดี ค่าซีโอดี ความกระด้าง
สมบัติทางจุลชีววิทยา ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด แบคทีเรียโคลิฟอร์มและ อี.โคไล
- (2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของรูปแบบการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ ดังนี้
การปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยกระบวนการรวมตะกอนด้วยอะลูมิเนียมซัลเฟตและปูนขาว
การปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยกระบวนการกรอง
การปรับปรุงด้วยกระบวนการรวมตะกอนแล้วตามด้วยการกรอง

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

- (1) ทราบข้อมูลคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำบ้านผาปก
- (2) ได้รูปแบบและแนวทางการปรับปรุงคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำบ้านผาปก



บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

น้ำดิบ คือน้ำที่สามารถนำมาใช้ทำประปามาจากหลายแหล่ง เช่น น้ำในบึง บ่อ และแม่น้ำลำคลอง มีสารละลายหลายชนิดละลายปนอยู่และมีสิ่งสกปรกปะปนอยู่ด้วยมาก ถ้าตักน้ำจากบ่อจะเห็นว่ามิโคลน ดิน ทราย เศษหิน ใบไม้กิ่งไม้ ลอยปะปนอยู่ในน้ำเห็นได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า นอกจากนี้ยังมีแบคทีเรีย ซึ่งมองไม่เห็นปะปนอยู่ในน้ำอีกด้วย น้ำในบึง บ่อ และแม่น้ำลำคลอง จึงเป็นน้ำที่ไม่สะอาดไม่เหมาะสมสำหรับการอุปโภคและบริโภค

2.1 แหล่งน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค (source of water supply)

(1) แหล่งน้ำจากบรรยากาศ (precipitation)

น้ำฝน (rain water) มีแหล่งของการเกิดอยู่ในบรรยากาศ จึงจัดได้ว่าเป็นน้ำสะอาด และมีคุณภาพดี เมื่อตกมาสู่พื้นผิวรับน้ำ (catchment areas) สามารถรองรับไว้ใช้ประโยชน์ได้ น้ำจากบรรยากาศเมื่อตกลงสู่ผิวโลกจะเกิดการไหลสู่ที่ต่ำกว่าตามความโน้มถ่วงของโลก (gravity flow) ก่อให้เกิดแหล่งน้ำ ลำธาร ห้วย หนอง คลอง บึง และแม่น้ำ

(2) แหล่งน้ำผิวดิน (surface water)

เป็นแหล่งน้ำที่พบได้ทั่วไป ที่อยู่บนพื้นผิวโลก เป็นแหล่งน้ำที่ใหญ่ เช่น ห้วยหนอง คลอง บึง แม่น้ำ ทะเลสาบ ทะเล ฯลฯ หรืออาจเป็นแหล่งน้ำที่มนุษย์จัดทำขึ้น เช่น สระ อ่างเก็บน้ำ เป็นต้น แต่ถึงแม้ว่าจะเป็นแหล่งน้ำแหล่งใหญ่ก็ตาม โดยทั่วไปแล้วไม่เหมาะแก่การนำมาบริโภคโดยตรง ต้องมีการปรับปรุงคุณภาพก่อน เพราะว่าแหล่งน้ำผิวดินจะไหลผ่านที่ต่าง ๆ ละลายเอาพวกอินทรีย์และอนินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ตลอดจนเชื้อโรคและสารพิษ เมื่อนำไปบริโภคจะทำให้เกิดโทษแก่ร่างกายได้ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการปรับปรุงคุณภาพให้เหมาะสมก่อน

(3) แหล่งน้ำใต้ดิน (underground water)

เกิดจากน้ำฝนและน้ำผิวดิน บางส่วนซึมลงไปรวมกันอยู่ใต้ดิน จนถึงชั้นดินที่น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ น้ำที่ขังอยู่นี้เรียกว่า “น้ำใต้ดิน” แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ

- น้ำใต้ดินที่ขังอยู่ในส่วนที่ตื้นและน้ำยังสามารถซึมผ่าน ชั้นดินลงไปได้อีก น้ำใต้ดินชนิดนี้เรียกว่า น้ำบาดาลอิสระ มีระดับน้ำไม่คงที่ สามารถขุดพบได้ในชั้นดินที่ตื้น
- น้ำใต้ดินที่ขังอยู่ชั้นใต้ดินลึกลงไป จนไปถึงชั้นที่ไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านไปได้ เรียกว่า “น้ำบาดาลในที่กักขัง” กักเก็บอยู่ในชั้นหินอุ้มน้ำ จำนวนชั้นหินอุ้มน้ำกักขังที่ปรากฏในธรรมชาติ อาจจะมีได้มากกว่าหนึ่งชั้น ดังนั้นเมื่อเจาะหรือขุดบ่อน้ำลงไปถึงชั้นน้ำประเภทนี้ แรงดันจะดันให้ระดับน้ำขึ้นมาอยู่สูงกว่า ระดับผิวชั้นหินอุ้มน้ำกักขัง

โดยทั่วไปแหล่งน้ำใต้ดินเป็นน้ำที่สะอาด เพราะชั้นดินซึ่งประกอบด้วย หิน กรวด ทราย ทำหน้าที่กรองเอาพวกจุลินทรีย์ และสิ่งโสโครกต่าง ๆ แต่น้ำใต้ดินอาจมีแร่ธาตุต่าง ๆ เจือปนอยู่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะและส่วนประกอบของชั้นดินในแหล่งนั้น ๆ ที่ซึมผ่านลงไป

2.1.1 คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำและสิ่งเจือปนในน้ำ ได้แก่ แร่ธาตุต่าง ๆ ที่ทำให้น้ำมีคุณภาพต่างกัน มีการแบ่งคุณภาพน้ำออกเป็นลักษณะใหญ่ๆ ได้ 3 ลักษณะคือ

(1) คุณภาพน้ำทางกายภาพ : เป็นลักษณะที่สามารถรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัส ประกอบด้วย

(1.1) สี มักเกิดจากสารละลายในน้ำตามธรรมชาติ เช่น สารอินทรีย์ หรือโลหะบางชนิด ถ้าน้ำมีปริมาณเหล็กสูงมักมีสีเหลืองอ่อน สีของน้ำเป็นปัญหาทำให้เป็นที่น่ารังเกียจของผู้บริโภค สีของน้ำไม่สามารถบอกผลกระทบต่อสุขภาพโดยตรงแต่อาจบอกประเภทของสิ่งเจือปนในน้ำ

(1.2) รส เกิดจากสารละลายในน้ำ เช่นถ้ามีด่างละลายอยู่สูง หรือมีความกระด้างมากจะทำให้มีรสฝืด ถ้ามีเกลือคลอไรด์จะทำให้น้ำมีรสกร่อยหรือเค็มกลืน มีลักษณะที่ทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงตามสาเหตุ ดังนี้ คือ

กลิ่นอับ เกิดจากสารอินทรีย์ในน้ำ เช่นใบไม้เน่าเปื่อย

กลิ่นคาว เกิดจากเหล็กออกไซด์ในน้ำ

กลิ่นเน่าเหม็น เกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายของแบคทีเรีย เช่น ก๊าซไข่เน่า

(1.3) ความขุ่น เกิดจากสารที่ไม่ละลายน้ำมีขนาดเล็กแขวนลอยในน้ำ ไม่มีผลต่อสุขภาพอนามัยมากนัก แต่ทำให้น้ำนั้นไม่ชวนดื่ม น่ารังเกียจ มีผลต่อระบบการกรองทำให้เครื่องกรองอุดตันเสียเร็ว และมีผลต่อระบบการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนเนื่องจากสารแขวนลอยจะห่อหุ้มจุลินทรีย์ไว้ทำให้คลอรีนไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้

(2) คุณภาพน้ำทางเคมี :เกิดจากสารละลายที่เจือปนอยู่ในน้ำที่ไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า ต้องตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางห้องปฏิบัติการ

(2.1) ความเป็นกรด - ด่าง ภาวะความเป็นกรด - ด่างของน้ำ มีผลต่อคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นและต่อคุณสมบัติการกัดกร่อนของน้ำ ด้วยวัตถุประสงค์หลักในการกำหนดหลักเกณฑ์คุณภาพความเป็นกรด - ด่าง เพื่อลดการกัดกร่อนและเสื่อมสภาพของท่อจ่ายน้ำ ดังนั้นจึงกำหนดความเป็นกรด- ด่าง มีค่าระหว่าง 6.5-8.5

(2.2) ความกระด้าง เกิดจากเกลือแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ละลายอยู่ในน้ำ ความกระด้างแบ่งเป็น 2 ชนิด

- ความกระด้างชั่วคราว เกิดจากเกลือไบคาร์บอเนตของธาตุแคลเซียมแก้ไขได้ด้วยการต้ม
- ความกระด้างถาวร เกิดจากเกลือคลอไรด์ ซัลเฟตของแคลเซียม และแมกนีเซียมไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยความร้อน

ความกระด้างไม่มีผลต่อสุขภาพอนามัยมากนัก แต่มีผลต่อการซักล้างทำให้เสียสบู่ ทำให้เกิดตะกอนในหม้อต้มและมีรสเผื่อนมีผลต่อรสชาติของอาหาร

(2.3) ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย สารละลายทั้งหมดที่อยู่ในน้ำได้แก่พวกสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ เช่นแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม ในรูปของสารไบคาร์บอเนต

(2.4) เหล็ก สามารถละลายน้ำได้ดีในที่ ๆ มีออกซิเจนและเมื่อถูกกับอากาศจะตกตะกอนเป็นสีน้ำตาลแดง มีกลิ่นเฉพาะตัว และมีรสที่ไม่พึงประสงค์ ทำให้เป็นที่รังเกียจของผู้บริโภค นอกจากนั้นยังทำให้เกิดการอุดตันของท่อน้ำ เกิดปัญหาในการซักล้าง ทำให้สุขภัณฑ์เกิดเป็นคราบสนิม

(2.5) แมงกานีส เกิดจากสารประกอบแมงกานีส เมื่อถูกกับอากาศจะตกตะกอนเป็นสีดำ มีผลต่อสุขภาพโดยพืชจะสะสมเรื้อรัง ทำให้เกิดอาการของโรคจิตและสายตาเสีย เม็ดเลือดขาวถูกทำลาย

(2.6) ทองแดงและสังกะสี ธาตุทั้งสองไม่มีโทษต่อร่างกาย แต่มีประโยชน์ต่อมนุษย์ในทางโภชนาการ แต่ถ้ามีมากอาจทำให้รสไม่ชวนดื่ม

(2.7) ซัลเฟต เกิดจากแร่ธาตุในธรรมชาติทำให้เกิดน้ำกระด้างถาวร เป็นตะกอนในหม้อต้ม อนุมูลนี้โดยลำพังไม่มีผลต่อสุขภาพอนามัย แต่หากมีธาตุแมกนีเซียมสูงด้วยจะทำให้เกิดผลเหมือนยาละลาย โดยทั่วไปซัลเฟตมีผลทำให้น้ำเกิดรสได้น้อยกว่าคลอไรด์

(2.8) คลอไรด์ เกิดจากเกลือคลอไรด์ในธรรมชาติ ซึ่งมักจะละลายน้ำได้ดี ทำให้น้ำมีรสกร่อย แต่ไม่มีผลต่อสุขภาพอนามัย

(2.9) ฟลูออไรด์ เกิดจากแร่ฟลูออไรด์ในธรรมชาติ (ครีโอลไรต์) ละลายน้ำได้ดี ทำให้น้ำได้ดินที่ไหลผ่านแหล่งแร่มีฟลูออไรด์เจือปนอยู่ด้วย ฟลูออไรด์จำนวนเล็กน้อยไม่เกิน 0.7 มิลลิกรัมต่อลิตร จะไม่มีผลต่อฟันและกระดูก แต่ถ้ามีมากเกินไปจะทำให้ฟันตกกระ (เป็นจุดดำ)

(2.10) คลอรีนอิสระตกค้าง สำหรับน้ำบริโภคที่มีการปรับปรุงคุณภาพโดยใช้คลอรีนในการฆ่าเชื้อโรคควรที่จะให้มีปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลืออยู่ 0.2 ถึง 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือตามที่หน่วยงานที่รับผิดชอบกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น เช่น น้ำประปาที่มีท่อส่งยาว อาจต้องเติมคลอรีน ให้มีคลอรีนเหลืออยู่ในท่อต้นทางประมาณ 1 มิลลิกรัมต่อลิตรเพื่อให้ปลายท่อมียคลอรีนไม่น้อยกว่า 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร หรือในกรณีที่เกิดโรคระบาดอาจเติมคลอรีนเป็น 2 เท่า ของปกติก็ได้

(2.11) ไนเตรท เกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียบางชนิดมีผลต่อสุขภาพอนามัย โดยเฉพาะเด็กทารกซึ่งจะทำให้ร่างกายเกิดการขาดออกซิเจน มีอาการตัวเขียว และอาจทำให้ถึงแก่ความตายได้

(2.12) โปรท เป็นสารมีพิษสูงและไม่มีประโยชน์ใด ๆ ต่อร่างกายโปรทมีผลทำให้เกิดอาการทางระบบประสาท

(2.13) ตะกั่ว เป็นสารพิษที่เกิดโทษอย่างร้ายแรงต่อสุขภาพอนามัย เมื่อได้รับเข้าสู่ร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทารก เด็ก และหญิงมีครรภ์ เมื่อได้รับสารตะกั่วจำนวนมากในระยะเวลาสั้น ๆ จะมีอาการระคายเคืองกระเพาะและลำไส้ ขา เป็นตะคิว กล้ามเนื้ออ่อนเพลีย โลหิตจาง ค้นตามร่างกาย ถ้ากรณีได้รับสารตะกั่วจำนวนน้อยสะสมในร่างกาย จะมีอาการเบื่ออาหาร ท้องผูกตะคิวหน้าท้อง อ่อนเพลีย เกิดการเสื่อมของสมอง

(2.14) โครเมียม สารพิษที่เกิดโทษต่อสุขภาพเมื่อรับเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่เกินกำหนดทำให้มีอาการอ่อนเพลีย และปวดตามข้อ นอกจากนี้ยังเป็นสารก่อมะเร็งด้วย

(2.15) แคดเมียม เป็นสารพิษที่อันตรายสูงต่อสุขภาพอนามัย เมื่อเข้าสู่ร่างกายเพียงเล็กน้อยมีผลต่อระบบไต ความดันโลหิตสูง เส้นเลือดฝอยแข็งตัว หัวใจวาย เป็นแผลเรื้อรังในปอด ถุงลมโป่งพองและทำให้กระดูกเปราะแตก มีรูปร่างผิดปกติ

(2.16) โซยาไนต์ จัดว่าเป็นสารพิษที่มีผลต่อร่างกายมนุษย์อย่างเฉียบพลัน

(2.17) ซิลิเนียม เป็นสารที่มีพิษคล้ายสารหนู มีผลต่อระบบประสาท อาจมีอาการไอ อาเจียน เจ็บหน้าอก ความดันโลหิตต่ำ

(3) คุณภาพทางจุลชีววิทยา (biological property)

คุณสมบัติทางจุลชีววิทยามีความสำคัญ เพราะเป็นจุดอันตรายที่จะทำให้เกิดโรคร้ายไข้เจ็บขึ้นได้ โรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ (water born disease) หลายชนิดด้วยกัน เช่น บิด อหิวาตกโรค ไทฟอยด์ และโรคระบบทางเดินอาหารต่าง ๆ เกิดขึ้น เนื่องจากแบคทีเรียชนิดที่ก่อโรค (pathogenic bacteria) เหล่านี้ปนเปื้อนลงไปในน้ำ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าโรคเหล่านี้มักจะมีการระบาดบ่อย ๆ ในประเทศที่ด้อยพัฒนาหรือกำลังพัฒนา ทั้งนี้เพราะประเทศเหล่านั้นมีระดับความเป็นอยู่ และการดำเนินชีวิตที่ไม่ถูกต้องตามสุขลักษณะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสุขาภิบาลเรื่องน้ำยังไม่ดีพอ เชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

(1) พวกที่สามารถทำให้เกิดโรคในคนได้ (pathogenic organisms) เป็นแบคทีเรียชนิดที่เป็นอันตรายและมีอยู่ในลำไส้คน เรียกว่า “Enteric pathogens” เช่น บิด อหิวาตกโรค ไทฟอยด์

(2) พวกที่ไม่เป็นอันตรายและอยู่ในลำไส้คนและสัตว์มากที่สุด เรียกว่า “Coliform bacteria” แบคทีเรียพวกนี้จะมีอยู่ในลำไส้ของสัตว์เลื้อยคลานทุกชนิด เมื่อถ่ายออกมากับอุจจาระลงไป

ปนเปื้อนในน้ำจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้นานกว่าแบคทีเรียพวกที่ก่อให้เกิดอันตราย การตรวจวิเคราะห์ทำได้ง่ายกว่า Coliform Bacteria จึงเป็นดัชนี (Index) ที่บ่งชี้ถึงคุณภาพทางแบคทีเรียของน้ำ

การทดสอบคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียให้ข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งแสดงถึงการปนเปื้อนของแบคทีเรียในน้ำและบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของน้ำในการใช้บริโภค แบคทีเรียที่ก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร (Enteric Pathogens) มักยุ่งยากต่อการทดสอบจากตัวอย่างน้ำบริโภค แต่ข้อมูลจากสถิติพบว่าน้ำที่มีการปนเปื้อนแบคทีเรียที่ก่อโรคในระบบทางเดินอาหารมักมีโอกาสตรวจพบกลุ่มโคลิฟอร์มแบคทีเรียรวมอยู่ด้วย ซึ่งกลุ่มโคลิฟอร์มแบคทีเรียสามารถมีชีวิตอยู่รอดและทนทานต่อสภาวะแวดล้อมต่างๆ ได้ดีกว่าพวก Enteric Pathogens มีความง่ายและสะดวกในการทดสอบ ส่วนฟิโคลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งมักพบปนเปื้อนในสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์เลื้อยคลาน มี *Escherichia coli* (E.coli) เป็นตัวหลักที่สำคัญ พบว่ามีความทนทานน้อยกว่าแบคทีเรียอื่น ๆ ในกลุ่มโคลิฟอร์มแบคทีเรียในสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมภายนอก ร่างกายมนุษย์และสัตว์เลื้อยคลาน เป็นดัชนีบ่งชี้ว่าน้ำเพิ่งถูกปนเปื้อนจากสิ่งปฏิกูล

2.2 การผลิตอาหารให้มีความปลอดภัย

อาหารอาจถูกปนเปื้อนอันตรายได้จากทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ สิ่งเหล่านี้การผลิตอาหารให้มีความปลอดภัย ผู้ประกอบการมีแนวทางเบื้องต้น ดังนี้(ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 193) พ.ศ.2543)

- (1) การลดการปนเปื้อนเบื้องต้น
 - ต้องเริ่มตั้งแต่การคัดเลือกวัตถุดิบที่ดีมาใช้ในการผลิต
 - มีการล้าง / คัดแยกวัตถุดิบให้สะอาด
 - ใช้ภาชนะอุปกรณ์ที่สะอาด
 - มีการป้องกันสัตว์และแมลงไม่ให้เข้าไปภายในโรงงาน
 - พนักงานปฏิบัติงานถูกสุขลักษณะ
- (2) การลดหรือยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและทำให้อาหารเน่าเสีย

ผู้ผลิตต้องคำนึงถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เป็นหลักโดยเฉพาะอย่างยิ่ง

 - การควบคุมอุณหภูมิและเวลา เช่น เครื่องต้มในภาชนะบรรจุปิดสนิทนิยมใช้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72-80 องศาเซลเซียสเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 16 วินาทีหลังจากนั้นจึงทำให้เย็นลงที่ 5 องศาเซลเซียส เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค แต่ความร้อนดังกล่าวไม่เพียงพอที่จะทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เน่าเสียจึงจำเป็นต้องเก็บที่อุณหภูมิต่ำ เช่น ในตู้เย็น หรือถึงน้ำแข็ง

- ปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจนำมาใช้ในการควบคุมหรือยับยั้งไม่ให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ เช่น การทำให้แห้ง การแช่เย็น การดองหรือการแช่อิ่ม ฯลฯ
- (3) การป้องกันการปนเปื้อนซ้ำหลังการฆ่าเชื้อ

ส่วนใหญ่ร้อยละ 80 ของการปนเปื้อนมาจากขั้นตอนนี้ ซึ่งผู้ผลิตมักมองข้ามอันตรายที่อาจปนเปื้อนภายหลังการฆ่าเชือดังนั้นขั้นตอนนี้ผู้ผลิตจึงควรให้ความใส่ใจเป็นพิเศษ เช่น

- ภาชนะ อุปกรณ์ที่ใช้ควรมีการล้างและฆ่าเชื้อ
- ภาชนะบรรจุสะอาด
- อาคารผลิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณบรรจุจะต้องสามารถป้องกันสัตว์และแมลง
- พนักงานปฏิบัติงานอย่างถูกลักษณะ
- การเก็บรักษาและขนส่งผลิตภัณฑ์ทำอย่างสะอาดและเหมาะสม ไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนระหว่างของดิบและของสุกหรือปนเปื้อนหลังจากฆ่าเชื้อแล้ว

2.3 ความสำคัญของน้ำที่ใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์

น้ำเป็นสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่ตามธรรมชาติ และมีความจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของคน สัตว์ และพืช แม้ว่าน้ำจะมีความสำคัญและจำเป็นเพียงใดก็ตาม แต่ถ้าน้ำมีการปนเปื้อนของเชื้อโรคหรือสารพิษ เช่น เชื้ออหิวตศัโรคร โรคบิด ยาฆ่าแมลง ปุ๋ย สารหนู ฯลฯ ก็อาจทำให้ผู้บริโภคถึงแก่ชีวิตได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการป้องกันและควบคุมมิให้น้ำเกิดการปนเปื้อน เพื่อให้น้ำมีความสะอาดและปลอดภัยสำหรับประชาชนเพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภค

คุณภาพน้ำมีความสำคัญในการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารดังนี้(ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร , 2558)

- (1) น้ำมีผลต่อรสชาติของน้ำดื่มและอาหารอาหารที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบ เนื่องจากเกลือแร่ที่มีอยู่ในน้ำ
- (2) น้ำมีผลต่อการล้างทำความสะอาด โดยเฉพาะน้ำกระด้างทำให้เกิดคราบตกค้างอยู่บนบนพื้นผิวของเครื่องใช้ ภาชนะต่างๆ และเครื่องจักรที่ใช้แปรรูปอาหารที่มีพื้นผิวสัมผัสอาหาร (food contact surface) ถ้าเป็นตะกอนหรือคราบอ่อน เรียกว่า fur แต่ถ้าเป็นคราบแข็ง เรียกว่า scale คราบที่เกิดขึ้นจะทำให้ผิวหน้าหยาบขึ้น เกิดการสะสมของสิ่งสกปรกต่างๆ ได้ง่ายโดยเฉพาะจุลินทรีย์ ทำให้การล้างทำความสะอาดพื้นผิวยากกว่าพื้นผิวเรียบ
- (3) น้ำมีผลต่อการไหลของน้ำและไอน้ำ น้ำกระด้างทำให้เกิดตะกอนภายในท่อไอน้ำ ระบายไอน้ำ ทำให้รู้หรือท่ออุดตัน น้ำหรือไอน้ำไหลผ่านไม่สะดวก

(4) น้ำมีผลต่อความปลอดภัยของอาหารและสิ้นเปลืองพลังงาน การสะสมของตะกอน เรียกว่า fouling หากเกิดบนพื้นผิวเครื่องจักรที่ใช้เพื่อการแปรรูปอาหารด้วยความร้อน (thermal processing) โดยเฉพาะระบบการฆ่าเชื้อแบบต่อเนื่อง (in-line pasteurization) ได้แก่ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน เช่น plate heat exchange คราบตะกอนที่พอกหนาขึ้น จะเป็นเหมือนฉนวน ทำให้ลดประสิทธิภาพของการถ่ายเทความร้อน ซึ่งทำให้การฆ่าเชื้ออาหารไม่สมบูรณ์ และอาจทำให้มีจุลินทรีย์หลงเหลืออยู่จนเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เนื่องจากการฆ่าเชื้อไม่สมบูรณ์ หรือทำให้ต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้ปริมาณความร้อนเท่าที่ต้องการ (ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร, 2558)

2.4 ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ

การผลิตน้ำให้สะอาดเพื่อความปลอดภัยในการใช้อุปโภคบริโภคนั้น มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อสุขภาพอนามัย ของมนุษย์ในการที่จะนำน้ำมาใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น ประุงอาหาร ชำระล้างร่างกายหรือประโยชน์ในด้านอื่น ๆ การผลิตน้ำสะอาดเพื่อการอุปโภคบริโภค จึงหมายถึง น้ำที่ผลิตหรือจัดทำขึ้นมาเพื่อใช้อุปโภคบริโภค จะต้องปราศจากสิ่งที่ทำให้เกิดโรคอันได้แก่เชื้อโรค และสารเคมีที่เป็นพิษและเป็นอันตรายต่าง ๆ

2.4.1 วิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

โดยทั่วไปแล้วการปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคมีวิธีการปรับปรุงคุณภาพของน้ำดิบให้มีคุณภาพดีตามความต้องการได้หลายวิธี

(1) การตกตะกอนจมตัว การตกตะกอนจนตัวเป็นการเก็บกักน้ำไว้ในคลองหรืออ่างเก็บน้ำ โดยอาศัยธรรมชาติ เพื่อให้ได้เกิดการฟอกตัวเองโดยธรรมชาติ

(2) การกรองด้วยตะแกรง การกรองด้วยตะแกรงเพื่อสกัดของแข็งที่มีขนาดใหญ่จนถึงขนาดเล็กขึ้นอยู่กับขนาดรูของตะแกรงจึงอาจแบ่งชนิดของตะแกรงอย่างกว้าง ๆ เป็น 2 แบบ คือ ตะแกรงหยาบและตะแกรงละเอียด

(3) การสร้างตะกอน การรวมตะกอน และการตกตะกอน

ก . การสร้างตะกอน (coagulation) เป็นกระบวนการที่ใช้โดยการเติมสารเคมีซึ่งเรียกสารสร้างตะกอนลงไปใ้ในน้ำซึ่งมีของแข็งขนาดเล็กฟุ้งกระจายอยู่

ข . การรวมตะกอน (flocculation) เป็นกระบวนการรวมตัวของของแข็งที่มีขนาดเล็กโดยมีสารเคมีเป็นศูนย์กลางทำให้อนุภาคมีขนาดโตพอที่จะตกตะกอนได้ง่าย เรียกตะกอนที่รวมตัวกันมีขนาดโตพอที่จะตกตะกอนได้ง่าย ว่าฟล็อก (Floc) การใช้สารส้มในการสร้างตะกอน การใช้สารส้มในการทำให้สร้างตะกอนและรวมตะกอนควรให้มีพีเอชของน้ำอยู่ในช่วง 5.8 - 7.4 และควรมีค่าเป็นด่างพอที่จะทำให้เกิดการปรับพีเอชของน้ำเมื่อพีเอชต่ำลง

ค. การตกตะกอน (sedimentation) เป็นวิธีการทำให้ตะกอนที่เกิดขึ้นจากการรวมตัวของสารเคมีตกลงสู่พื้นล่าง ทำได้โดยการปล่อยน้ำไหลผ่านถังตกตะกอนช้า ๆ ในอัตราการไหลไม่เกิน 3 ฟุต ต่อ 1 นาที จนกระทั่งปล่อยให้ น้ำอยู่นิ่ง ๆ เป็นเวลานานพอสมควรผลที่สุดตะกอนที่มีอยู่ในน้ำจะตกลงสู่พื้นล่างเกือบหมด ทำให้น้ำใสขึ้นมาก

(4) การทำลายเชื้อโรคด้วยคลอรีน

การเติมคลอรีน เป็นการใส่คลอรีนหรือสารประกอบคลอรีนลงในน้ำและน้ำเสียเพื่อการทำลายเชื้อโรค และยังช่วยลดเหตุรำคาญอันเนื่องจากจุลินทรีย์และยังอาจช่วยออกซิไดส์เหล็กแมงกานีสในน้ำ รวมถึงสารที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติในน้ำได้อีกด้วย โดยถือหลักว่า เมื่อเติมสารคลอรีนลงไปแล้ว จะต้องให้เหลือ residual chlorine อยู่ไม่ต่ำกว่า 0.2-1 พีพีเอ็ม

ขั้นตอนการปรับสภาพน้ำสำหรับการอุปโภคบริโภค ขึ้นกับคุณภาพน้ำดิบ และคุณภาพของน้ำที่ต้องการใช้ในกระบวนการผลิต คุณภาพน้ำที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดระหว่างน้ำผิวดิน กับน้ำบาดาล คือ ความขุ่น น้ำผิวดิน จะมีความขุ่นและสารอินทรีย์สูง ปริมาณแร่ธาตุขึ้นกับสิ่งแวดล้อม ถ้าอยู่ใกล้แหล่งอุตสาหกรรมเกษตรที่มีการใช้สารเคมีมาก จะมีส่วนผสมของโลหะหนัก ไนเตรต ฟอสฟอรัส และยาฆ่าแมลง ปริมาณเหล็กและแมงกานีสต่ำ โดยปกติมีปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid) ไม่สูงนัก

2.4.2 ปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการเลือกกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

ในการเลือกกระบวนการในระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำนั้นต้องพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ที่สำคัญนี้

(1) คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำดิบ

ในการเลือกแหล่งน้ำดิบนั้น นอกจากต้องพิจารณาในด้านปริมาณของน้ำต้องเพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำแล้ว การพิจารณาด้านคุณภาพของน้ำมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากจะเป็นปัจจัยซึ่งกำหนดระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำว่าจะต้องใช้กระบวนการอะไรบ้าง และมีจำนวนมากน้อยเพียงใด ดังนั้นโดยทั่วไปจึงต้องมีการเก็บน้ำตัวอย่างจากแหล่งน้ำดิบนั้นไปตรวจวิเคราะห์คุณภาพ ก่อนตัดสินใจเลือกระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ และถ้าเป็นไปได้ควรพยายามเลือกแหล่งน้ำดิบที่มีคุณภาพดีหรือสะอาดมากที่สุดเพราะจะส่งผลให้มีกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำน้อยที่สุด ซึ่งจะทำให้ประหยัดในการลงทุนก่อสร้างและการดำเนินการ

(2) คุณภาพน้ำที่ต้องการ

ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยทั่วไป คุณภาพน้ำที่ต้องการคือ มีความสะอาด ปลอดภัย และมีลักษณะน่าใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค หรือมีคุณภาพน้ำตามมาตรฐานน้ำในอุตสาหกรรม ดังนั้นหลังจากที่ทราบคุณภาพของแหล่งน้ำดิบแล้ว ต้องพิจารณาว่าคุณภาพน้ำด้านใด หรือพารามิเตอร์ใดไม่ได้ตามมาตรฐานน้ำใช้ที่ต้องการและจำเป็นต้องเลือกหรืออาศัยกระบวนการใดมาปรับปรุงคุณภาพน้ำดังกล่าวให้ได้ตามมาตรฐานที่ต้องการ นอกจากปัจจัยที่สำคัญดังกล่าวแล้วยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ควรนำมาร่วมพิจารณาในการเลือกระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ ได้แก่ ความน่าเชื่อถือและความยืดหยุ่นของระบบที่เลือกใช้ ความ

ต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างระบบ ความต้องการทักษะและประสบการณ์ของผู้ควบคุม รวมทั้งค่าลงทุนในการก่อสร้าง ค่าบำรุงรักษา และเดินระบบด้วย

เนื่องจากแหล่งน้ำดิบตามธรรมชาติที่สำคัญ ซึ่งสามารถนำมาปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อใช้ผลิตเป็นน้ำสำหรับอุตสาหกรรม มีอยู่ 2 แหล่งคือ แหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำใต้ดิน ระบบการปรับปรุงคุณภาพน้ำจากแต่ละแหล่งจึงมีความเฉพาะ ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำดิบนั้น ๆ ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายสามารถแบ่งตามประเภทแหล่งน้ำดิบได้เป็นระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน และระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดิน

2.5 การสร้างตะกอน การรวมตะกอน และการตกตะกอน

กระบวนการโคแอกกูเลชัน และฟลอคคูเลชัน (coagulation & flocculation) ในการผลิตน้ำประปาจากน้ำผิวดิน ความขุ่นมักเป็นปัญหาที่ต้องกำจัดออกไปเพื่อให้ได้น้ำใส ความขุ่นเกิดจากอนุภาคเล็กมาก เรียกว่า คอลลอยด์ เช่น ดินเหนียวขนาดเล็กมากๆ แขนวลอยอยู่ในน้ำ ซึ่งสารแขวนลอยเหล่านี้ไม่สามารถตกตะกอนได้ด้วยตัวเอง สารพวกคอลลอยด์จะมีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันอยู่รอบตัว ทำให้เกิดแรงผลักซึ่งกันและกัน ตะกอนจึงไม่มีการจับตัวเป็นเม็ดใหญ่ ดังนั้น จึงต้องมีวิธีการทำให้สารแขวนลอยในน้ำที่มีขนาดเล็กเหล่านี้รวมตัวกันให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จนกระทั่งหนักพอที่จะตกตะกอนได้ด้วยน้ำหนักของตัวเอง ซึ่งในกระบวนการผลิตน้ำประปาใช้วิธีเติมสารเคมีบางอย่าง เช่น สารส้ม เป็นต้น เพื่อให้อนุภาคเล็กๆ สามารถรวมตัวกันจนเป็นกลุ่มก้อนที่มีขนาดใหญ่ และสามารถตกตะกอนได้ง่าย สำหรับขั้นตอนการสร้างตะกอนให้มีขนาดใหญ่โดยการเติมสารเคมี มี 2 ขั้นตอน คือ

(1) ขั้นตอนการเกิดตะกอน (coagulation) เป็นขั้นที่ทำลายประจุของพวกคอลลอยด์โดยใช้สารเคมี เช่น สารส้ม เพื่อช่วยให้เกิดตะกอน ซึ่งจะใช้วิธีการง่ายๆ หลังจากใส่สารส้ม เพื่อทำให้เกิดการทำลายประจุของคอลลอยด์ โดยทั่วไปจะใช้เวลาในการกวนประมาณ 1- 3 วินาที

(2) ขั้นตอนการรวมตัวของตะกอน (flocculation) เป็นขั้นที่ทำให้คอลลอยด์มีแรงดึงดูดกันเพื่อให้จับตัวกันใหญ่ขึ้น และมีน้ำหนักมากพอที่จะตกตะกอนโดยแรงโน้มถ่วงของโลกตามธรรมชาติ ซึ่งจะใช้วิธีการกวนน้ำช้าๆ เพื่อให้ตะกอนขนาดเล็กมาชนกันและจับกันเป็นก้อนใหญ่ขึ้น ข้อควรระวัง คือ เมื่อตะกอนจับตัวกันแล้ว ต้องระวังอย่าให้ความเร็วของน้ำสูงเกินไป มิฉะนั้นปุยตะกอนจะแตก

(3) ขั้นตกตะกอน

ทฤษฎีของการตกตะกอนกล่าวว่าสิ่งของหรือวัตถุหนึ่งวัตถุใดก็ตาม เมื่อมีความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำย่อมจมน้ำ (ความถ่วงจำเพาะ คือ อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของวัตถุกับน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน เช่น คอนกรีตมีความถ่วงจำเพาะ 2.4 ก็หมายความว่า คอนกรีตมีน้ำหนักเป็น 2.4 เท่าของน้ำ) ได้โดยแรงดึงดูดของโลก วัตถุหรือตะกอนจะจมลงในน้ำด้วยความเร็วมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับรูปร่าง ขนาด ความหนาแน่นของตะกอน ความหนาแน่นของน้ำ ความหนืด (viscosity) ของน้ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับ

กับอุณหภูมิเป็นสำคัญ ถึงตกตะกอนแบบน้ำไหลทางราบ (horizontal cross flow) ซึ่งถึงตกตะกอนเป็นแบบสไลล์ฟิล์มพื้นผิว หรือแบบกลบปล่อยให้น้ำไหลจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง

2.6 การกรอง

2.6.1 ส่วนประกอบของเครื่องกรองน้ำ

เครื่องกรองน้ำมีส่วนประกอบด้วยกัน 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นตัวเครื่องกรองน้ำ และส่วนที่เป็นสารกรอง หรือวัสดุที่นำมาใช้กรองน้ำ

(1) ส่วนที่เป็นตัวเครื่องกรองน้ำ ส่วนประกอบของตัวเครื่องกรอง ส่วนใหญ่ จะเป็น สแตนเลส พลาสติก และอุปกรณ์พีวีซี การพิจารณาเลือกใช้ควรเลือกใช้อุปกรณ์ พีวีซี ที่ได้มาตรฐาน โดยดูได้จาก มี มอก. กำกับที่วัสดุเหล่านั้น ซึ่งมาตรฐานที่ควรใช้กับน้ำดื่มควรเป็นท่อสีฟ้า มอก.17-2523 (2532)

ในกรณีที่น้ำดิบมีความขุ่นไม่สูง อาจใช้เฉพาะถังกรองเพียงอย่างเดียว ในกรณีที่น้ำดิบมีความขุ่นสูงเกิน 20 – 50 หน่วย จำเป็นต้องมีการลดความขุ่น โดยใช้กระบวนการโคแอกกูเลชัน และตกตะกอน จากนั้นจึงกรองน้ำ เพื่อกำจัดความขุ่นที่ยังเหลืออยู่

ประเภทของถังกรองน้ำ

(1.1) เครื่องกรองทรายแบบกรองช้า (slow sand filter)

กรณีน้ำที่มีความขุ่นต่ำ การกรองน้ำด้วยอัตราต่ำ สามารถกำจัดความขุ่นได้โดยไม่ต้องใช้สารเคมี ช่วยในการรวมตะกอนเพื่อให้เกิดฟล็อก (floc) และไม่ต้องใช้ถังตกตะกอนเพื่อกำจัดความขุ่น และฟล็อกดังกล่าว ทำให้ระบบผลิตน้ำประปาเป็นแบบที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องกลน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย สามารถกรองน้ำได้โดยไม่ต้องใช้ไฟฟ้า จึงเหมาะสมใช้ในชนบท ถังกรองช้ามีอัตราการกรองประมาณ 0.13 – 0.42 ม. ³/ม. ²- ชั่วโมง

ปัจจุบัน ถังกรองทรายแบบกรองช้ามีที่ใช้จำกัด เพราะต้องการเนื้อที่มาก ถังกรองเร็วจึงเป็นที่นิยมมากกว่า อย่างไรก็ตาม ในหมู่บ้านที่อยู่ห่างไกลจากความเจริญและไม่มีเครื่องอำนวยความสะดวกต่างๆ ราคาที่ดินต่ำ ทำให้ถังกรองช้า มีความเหมาะสมมากกว่าแบบอื่น ประกอบกับการควบคุมถังกรองช้าทำได้ง่ายโดยไม่ต้องการผู้ที่มีความรู้พิเศษและไม่ต้องใช้ไฟฟ้า แต่มีข้อเสียในการทำความสะดวกทรายกรอง ต้องลอกหน้าทรายออกแล้วนำไปทำความสะอาด ซึ่งทำให้ยุ่งยากและเปลืองแรงงาน

(1.2) เครื่องกรองทรายแบบกรองเร็ว (rapid sand filter)

ถังกรองเร็วสามารถกรองน้ำได้ในอัตราที่สูงกว่าถังกรองช้าหลายสิบเท่า ถังกรองเร็วมีอัตราการกรองประมาณ 5 - 7.5 ม. ³/ม. ²- ชั่วโมง การทำความสะอาดถังกรองเร็ว ทำได้โดยไม่ต้องนำทรายไปล้างข้างนอก เหมือนในกรณีของถังกรองช้า วิธีล้างถังกรองเร็วทำโดยปล่อยให้น้ำไหลย้อนทิศทางการกล่าวคือ ให้น้ำสะอาดไหลจากข้างล่างขึ้นข้างบน ชั้นกรองจะขยายตัวทำให้เกิดมีช่องว่างเพิ่มขึ้น ความขุ่นที่

จับอยู่ภายในสามารถหลุดออกไปกับน้ำสะอาด การล้างย้อนนี้จะได้ผลดียิ่งขึ้น ถ้ามีการช่วยให้เม็ดทรายเสียดสีกัน เพื่อขจัดเอาความสกปรกที่จับอยู่บนผิวทรายให้หลุดออกไป วิธีการช่วยให้ขัดสีเพื่อให้การล้างย้อน (backwash) ถึงกรองได้ผลดีขึ้นได้แก่ การฉีดลมหรือน้ำที่มีแรงดันสูงไปกระทบกับผิวของชั้นทรายที่กำลังขยายตัวหรือใช้เครื่องกวน เป็นต้น

(2) ส่วนที่เป็นสารกรอง โดยการเลือกใช้สารกรองขึ้นอยู่กับผู้ใช้ว่าต้องการกรองสิ่งใดออกจากน้ำ สามารถเลือกสารกรองตามความเหมาะสม ดังนี้

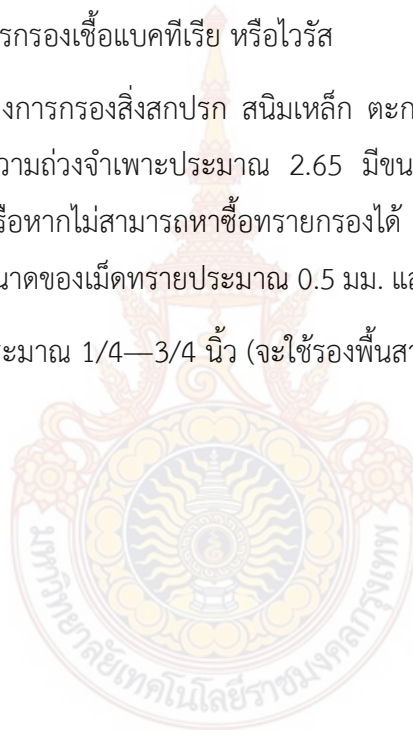
เรซิน : เมื่อต้องการกำจัดความกระด้าง สี กลิ่น และรส

ถ่านกัมมันต์ : เมื่อต้องการกำจัด สี กลิ่น รส ซึ่งเกิดจากสารอินทรีย์ ตะกอน สารกำจัดศัตรูพืช ผงซักฟอก

เซรามิก : เมื่อต้องการกรองเชื้อแบคทีเรีย หรือไวรัส

ทรายกรอง : เมื่อต้องการกรองสิ่งสกปรก สนิมเหล็ก ตะกอนหรือโคลน ทรายกรอง จะต้องเป็นทรายที่ใช้ในการกรองน้ำ มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 2.65 มีขนาดประมาณ 0.5 มม. และเม็ดทรายจะต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน หรือหากไม่สามารถหาซื้อทรายกรองได้ ก็อาจจะใช้ทรายก่อสร้างได้ แต่จะต้องนำไปร่อนด้วยตะแกรงให้ได้ขนาดของเม็ดทรายประมาณ 0.5 มม. และเม็ดทรายจะต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน

กรวดกรอง: ขนาดประมาณ $1/4$ — $3/4$ นิ้ว (จะใช้รองพื้นสารกรองทุกชนิด)



2.7 การฆ่าเชื้อโรค

คลอรีน (Cl_2) เป็นธาตุที่อยู่ในกลุ่มฮาโลเจน ในตารางธาตุ มีลักษณะเป็นก๊าซ สีเหลืองแกมเขียว มีกลิ่นฉุน ไม่พบในธรรมชาติ

2.7.1 ข้อมูลทั่วไปของคลอรีน

คลอรีนสภาวะอุณหภูมิและความดันปกติจะอยู่ในรูปก๊าซสีเขียวยวตองอ่อน ในสภาวะภายใต้ความดันจะเปลี่ยนเป็นของเหลวสีอำพัน ในสภาพแห้งคลอรีนจะไม่กัดกร่อนโลหะ แต่ถ้ามีความชื้นอยู่ด้วยการกัดกร่อนจะรุนแรง ไม่ระเบิดและติดไฟ แต่ช่วยให้ไฟติดเหมือนก๊าซออกซิเจน

คลอรีนที่อยู่ในภาชนะบรรจุเป็นคลอรีนแห้ง และมีสภาพเป็นของเหลวอยู่ภายใต้ความดันสูง โดยความดันจะสูงขึ้นตามอุณหภูมิ เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นส่วนที่เป็นของเหลวบริเวณส่วนล่างของภาชนะบรรจุจะเปลี่ยนสภาพเป็นก๊าซ ตัวอย่างเช่น ที่อุณหภูมิ $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ความดันของก๊าซคลอรีนในภาชนะบรรจุจะเท่ากับ 10 เท่าของความดันบรรยากาศ ถ้าอุณหภูมิสูงถึง $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ ความดันก๊าซภายในจะเท่ากับ 20 เท่าของความดันบรรยากาศ ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อภาชนะบรรจุ ดังนั้นควรเก็บภาชนะบรรจุคลอรีนในที่ร่มและมีอากาศถ่ายเทสะดวก

สมบัติทางฟิสิกส์

- สภาพก๊าซ สีเขียวยวตองอ่อน สภาพของเหลว สีเหลืองอำพัน
- กลิ่นฉุนแสบจมูก
- จุดหลอมเหลว $-101\text{ }^{\circ}\text{C}$
- จุดเดือด $-34.6\text{ }^{\circ}\text{C}$
- เปลี่ยนสภาพจากของเหลวเป็นก๊าซปริมาตรเพิ่มขึ้น 460 เท่า
- หนักกว่าอากาศ 2.5 เท่า
- ละลายน้ำได้เล็กน้อย

2.7.2 ประเภทของคลอรีน

คลอรีนที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำประปา นอกจากอยู่ในรูปก๊าซแล้วยังมีจำหน่ายในรูปของคลอรีนน้ำ และคลอรีนผง

คลอรีนน้ำ (NaClO) หรือโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความหมายต่างจากคลอรีนก๊าซที่อยู่ในรูปของเหลว มีลักษณะเป็นสารละลายสีเขียวยวตองมีปริมาณคลอรีนที่ใช้งานได้อยู่ในช่วงร้อยละ 7-15 ชื่อทางการค้าอาจมีหลายชื่อเช่น liquid bleach pure chlor และ top chlor เป็นต้น น้ำยาซักผ้าขาวในท้องตลาดบางยี่ห้อก็มีคลอรีนน้ำเป็นส่วนประกอบ คลอรีนประเภทนี้ใช้งานง่าย แต่ราคาค่อนข้างแพงเมื่อ

เทียบกับคลอรีนก๊าซ ส่วนใหญ่นิยมใช้ฆ่าเชื้อโรคในน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต (Process Water) ของโรงงานอุตสาหกรรม ไม่นิยมใช้ในงานประปาเนื่องจากราคาค่อนข้างแพง

คลอรีนผง $[Ca(OCl)_2]$ มีลักษณะเป็นผง เม็ด หรือ เกล็ด สีขาว ปริมาณคลอรีนที่ใช้งานได้อยู่ในช่วงร้อยละ 65-71 ใช้งานไม่สะดวกเหมือนคลอรีนน้ำ เวลาใช้งานต้องนำมาละลายน้ำ แล้วนำส่วนที่เป็นของเหลวไปใช้งาน เหมาะสำหรับงานประปาขนาดเล็กที่อยู่ในพื้นที่ทุรกันดาร เนื่องจากขนส่งง่ายมีความปลอดภัยสูง

การใช้ผงปูนคลอรีน แคลเซียมไฮโปคลอไรต์ (calcium hypochlorite, $Ca(OCl)_2$) ชนิด 60%

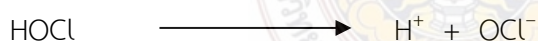
การใช้ผงคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา หลังจากผ่านการกรองน้ำจากถังกรองแล้ว น้ำประปาจำเป็นจะต้องมีปริมาณคลอรีนหลงเหลือในถังน้ำใสก่อนสูบจ่ายให้กับผู้ใช้ในปริมาณ 1 พีพีเอ็ม (1 ส่วนใน 1,000,000 ส่วน) หรือ 1 กรัมในน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร ปลายท่อจ่ายน้ำมีคลอรีนเหลือ 0.3 พีพีเอ็ม เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค ดังนั้น การผลิตน้ำประปาต้องระมัดระวังการใช้คลอรีนและควบคุมให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ผงปูนคลอรีนใช้ง่ายและสะดวกแต่จะมีกากปูนขาวตกค้าง และต้องระบายทิ้งหรือดักออก จะใช้เฉพาะสารละลายที่เป็นน้ำในถังเท่านั้น

2.7.3 ปฏิกริยาของคลอรีนในน้ำ

ก๊าซคลอรีน (Cl_2) เมื่ออยู่ในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ให้กรดไฮโปคลอรัส และ กรดไฮโดรคลอริก ดังสมการ



กรด HOCl แตกตัวในน้ำจะให้ hydronium ion และ hypochlorite ion ดังสมการ



Cl_2 , HOCl และ OCl^- เรียกว่าคลอรีนอิสระคงเหลือ (free residual chlorine) ปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือชนิดใดจะมากหรือน้อย ขึ้นกับสภาพ pH ของน้ำ

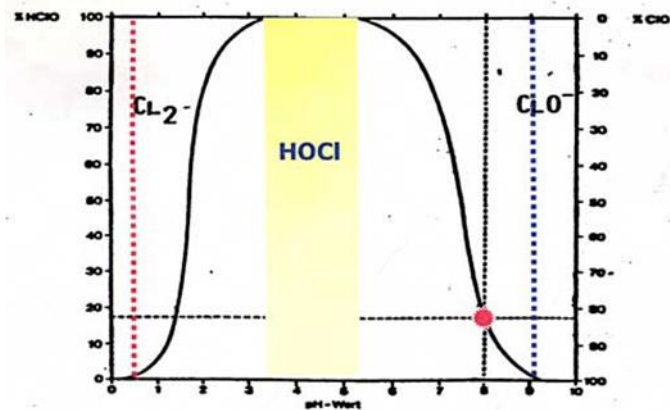
ที่ pH ของน้ำต่ำกว่า 1 คลอรีนอิสระคงเหลือ จะอยู่ในรูปของก๊าซคลอรีน (Cl_2) ทั้งหมด และจะระเหยสู่บรรยากาศ

ที่ pH 1 - 3.5 คลอรีนอิสระจะอยู่ในรูปของก๊าซ และ HOCl

ที่ pH ในช่วง 3.5 - 5.5 คลอรีนอิสระจะอยู่ในรูป HOCl ทั้งหมด

ที่ pH ในช่วง 5.5 - 9 จะอยู่ในรูปของ HOCl และ OCl^-

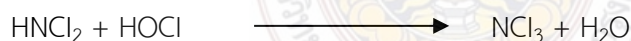
และที่ pH ตั้งแต่ 9 ขึ้นไป จะอยู่ในรูป OCl^- (รูปที่ 2.7.1)



รูปที่ 2.7.1 ผลของ pH และการเปลี่ยนแปลงชนิดของคลอรีน

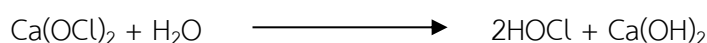
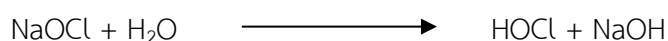
คลอรีนอิสระในรูป HOCl มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคมากกว่าคลอรีนในรูป OCl⁻ ถึง 100 เท่า ดังนั้น เพื่อให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคสูง ควรจะมีคลอรีนในรูปของ HOCl เหลืออยู่ในน้ำ ตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก สำหรับการฆ่าเชื้อโรคในน้ำทั้งแบบที่เรี่ยและไวรัสโดยทั่วไป ปริมาณคลอรีนอิสระที่เหลืออยู่ในน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที ต้องไม่ต่ำกว่า 0.5 มก./ล โดยที่ pH ของน้ำต้องไม่สูงกว่า 8 และความขุ่นต้องไม่เกิน 1 NTU

ในน้ำประปาซึ่งผลิตจากน้ำผิวดิน ส่วนมากจะมีแอมโมเนียเหลืออยู่ในน้ำเมื่อทำปฏิกิริยากับคลอรีน (HOCl) จะได้คลอรีนอิสระคงเหลืออีกชนิดหนึ่งเรียกว่า คลอรามิน หรือ combined residual chlorine ได้แก่ โมโนคลอรามิน (NH₂Cl) ไดคลอรามิน (NHCl₂) และไตรคลอรามิน (NCl₃) ดังสมการ



combined residual chlorine มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคต่ำ แต่คงทนอยู่ในน้ำได้ยาวนานกว่าคลอรีนอิสระ ทั้ง free residual chlorine และ combined residual chlorine รวมกันเรียกว่า คลอรีนคงเหลือทั้งหมด (total residual chlorine)

สำหรับคลอรีนน้ำและคลอรีนผงปฏิกิริยาในน้ำเป็นไปตามสมการข้างล่าง



การใช้คลอรีนน้ำและผง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้คลอรีนก๊าซ จะเห็นว่าการใช้คลอรีนน้ำและผงจะทำให้แนวโน้มของค่า pH เป็นไปในทางที่สูงขึ้น เนื่องจากตามสมการเคมีจะมีต่างเกิดขึ้น แต่การใช้คลอรีนก๊าซจะทำให้แนวโน้มของค่า pH ในน้ำต่ำลงเนื่องจากมีการเกิดขึ้น ดังนั้นการใช้คลอรีนก๊าซฆ่าเชื้อโรคตามทฤษฎีแล้วจะมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้คลอรีนรูปอื่น แต่ในทางปฏิบัตินั้นผลไม่แตกต่างกันมากนัก เพราะปริมาณคลอรีนที่ใช้้น้อยมากผลกระทบต่อ pH ของน้ำจึงค่อนข้างน้อย

สรุป คลอรีนในน้ำประปาทั่วไปจะมี ทั้ง free residual chlorine ($\text{HOCl}^{\cdot}$) และ combined residual chlorine

total residual chlorine = free residual chlorine + combined residual chlorine

น้ำที่ผ่านกระบวนการกรองแล้วยังมีแบคทีเรียเหลืออยู่ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องฆ่าเชื้อโรคก่อน จึงจะถือว่าเป็นน้ำที่สะอาดปราศจากเชื้อโรคสารเคมีที่ฆ่าเชื้อโรคในน้ำ อาจใช้คลอรีน โอโซน รังสีอัลตราไวโอเล็ต เป็นต้น แต่ในกิจการประปาทั่วไปนิยมใช้คลอรีนเป็นตัวฆ่าเชื้อโรค เนื่องจากมีราคาไม่สูงและหาได้ง่าย มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคสูง การใส่คลอรีนในน้ำที่กรองแล้ว ควรจะใส่น้ำทิ้งไว้เป็นเวลาประมาณ 30 นาที ก่อนที่จะส่งจ่ายสู่ประชาชนเพื่อจะได้มีเวลาฆ่าเชื้อโรคในน้ำ ปริมาณคลอรีนที่ใส่ขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำว่ามีพวกอินทรีย์สาร ที่จะรวมหรือทำปฏิกิริยากันได้มากน้อยเพียงใด เนื่องจากตัวคลอรีนเป็นธาตุที่ไวต่อการที่จะทำปฏิกิริยากับสารอื่นๆ ความเข้มข้นที่ใส่ไปในน้ำต้นทางเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0.25 – 0.50 ส่วนในล้านส่วน (1 ส่วนในล้านส่วนหรือ 1 พีพีเอ็ม = 1 กรัมในน้ำ 1 m^3 หรือ 1 มิลลิกรัมในน้ำ 1 ลิตร) ทั้งนี้ น้ำที่สูบออกจากถังน้ำใส จะต้องมียคลอรีนเหลืออยู่ไม่น้อยกว่า 0.1 – 0.2 พีพีเอ็ม คลอรีนที่ใช้ อาจจะใช้ปูนคลอรีน หรือ bleaching powder หรือ calcium hypochlorite หรือ $\text{Ca}(\text{OCl})_2$

2.7.4 การเติมคลอรีนในน้ำประปา

การเติมคลอรีนในน้ำประปาเป็นวิธีการฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปาที่นิยมใช้ที่สุด เนื่องจากวิธีนี้ได้ผลระยะยาว หลังจากเติมคลอรีนลงไปเชื้อโรคที่อยู่ในท่อจ่ายน้ำประปาจะถูกกำจัดขณะอยู่ในท่อน้ำ ส่วนวิธีการฆ่าเชื้ออื่นๆ จะทำลายได้เฉพาะแบคทีเรียและไวรัสในน้ำที่ไหลผ่านเข้าไปในช่วงที่มีการฆ่าเชื้อโรคเท่านั้น ถ้าแบคทีเรียหรือไวรัสเกิดขึ้นหลังจากกระบวนการฆ่าเชื้อโรคมันจะแพร่กระจายตามปกติ

วิธีเติมคลอรีนมีข้อเสียเล็กน้อยคือ

- (1) คลอรีนจะมีรสหลงเหลืออยู่เล็กน้อย
- (2) ถ้าใช้คลอรีนจำนวนมากเกินไปจะมีผลต่อการกัดกร่อนของโลหะ

การเติมคลอรีน

ปริมาณคลอรีนที่เติมเพื่อจะฆ่าเชื้อโรคในน้ำ ขึ้นอยู่กับส่วนผสม อุณหภูมิของน้ำ และเวลาที่กักเก็บ (เวลาที่น้ำสัมผัสกับคลอรีน) การเติมโดยทั่วไปใช้ 1.0 - 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้เวลากักเก็บประมาณ 30 นาที

ปริมาณคลอรีนที่จะต้องเพิ่มขึ้นเมื่อ

- เวลาที่กักเก็บน้อยกว่า 30 นาที
- จำนวนเหล็ก กำมะถัน แอมโมเนีย และสารอื่นๆยังคงมีอยู่
- อุณหภูมิของน้ำต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส
- ค่า pH ของน้ำสูงกว่า 7

คลอรีนจำนวนเล็กน้อยสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ในขณะที่คลอรีนจำนวนมากกว่าสามารถฆ่าไวรัสได้ จำนวนที่เติมวัดเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร หรือหนึ่งในส่วนในล้านส่วน (พีพีเอ็ม) 1 พีพีเอ็มเท่ากับคลอรีนเข้มข้น 1 ลิตรต่อน้ำล้านลิตร (1ลิตรต่อน้ำ 1ลูกบาศก์เมตร)

คลอรีนที่เติมลงไปใต้น้ำประปาบางส่วนจะทำปฏิกิริยากับโลหะ แร่ธาตุ เนื้อเยื่อและสารอินทรีย์ในน้ำ และจะเน่าเสียลง คลอรีนบางส่วนจะผสมกับแอมโมเนียที่อยู่ในน้ำ ซึ่งจะบั่นทอนการฆ่าเชื้อโรคลง ส่วนคลอรีนที่เหลืออยู่และเป็นอิสระจะฆ่าแบคทีเรียได้ดีกว่าสารประกอบคลอรีนตกค้างอยู่ประมาณ 20 เท่า

คลอรีนอิสระที่เหลืออยู่จะต้องมีอย่างน้อย 0.2-0.5 พีพีเอ็ม โดยตรวจสอบหลังจากเวลากักเก็บเป็นเวลา 30 นาที ในน้ำที่ pH สูงสุดไม่เกิน 7 ถ้าค่า pH สูงกว่า 7 คลอรีนอิสระจะต้องมีอย่างน้อย 0.8 พีพีเอ็ม

แนวทางการกำจัดคลอรีนในน้ำ

- (1) มีระบบถังพักสำรอง เพื่อสำรองน้ำให้พอเพียงกับความต้องการใช้น้ำใน 1 วัน ซึ่งนอกจากเป็นการแก้ปัญหากรณีที่น้ำประปาไม่ไหลแล้ว ยังเป็นการเพิ่มระยะเก็บกักของการทำปฏิกิริยาระหว่างคลอรีนและน้ำประปา
- (2) เพิ่มระบบกรองด้วยถ่านกัมมันต์ (activated carbon) กลไกการดูดติดที่เกิดขึ้น ทำให้การกรองด้วยถ่านกัมมันต์ มีประสิทธิภาพในการกำจัดอินทรีย์สารที่เป็นต้นเหตุของกลิ่นรส สี รวมถึงประมาณคลอรีนอิสระคงเหลือในน้ำด้วย

2.7.5 ข้อดีและข้อเสียของคลอรีน

คลอรีนมีข้อได้เปรียบสารอื่นๆ ที่ใช้ฆ่าเชื้อโรคในน้ำหลายประการได้แก่

- (1) ราคาถูกเหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจของสังคมไทยเมื่อเทียบกับสารที่ใช้ฆ่าเชื้อโรคชนิดอื่นๆ เช่น โอโซน คลอรีนไดออกไซด์ และไฮโดรเจนเปอร์ไซด์ เป็นต้น
- (2) หาซื้อง่ายมีจำหน่ายทั่วไป
- (3) มีให้เลือกใช้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นคลอรีนก๊าซ คลอรีนน้ำ และคลอรีนผง ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำผลิต
- (4) การเติมคลอรีนลงในน้ำค่อนข้างง่ายและไม่ยุ่งยากซับซ้อน

ข้อเสียของคลอรีน

คลอรีนถึงแม้จะมีข้อดีหลายอย่างแต่มีข้อด้อยเช่นกันได้แก่

- (1) กรณีที่น้ำมีปริมาณสารอินทรีย์สูง จะทำให้สิ้นเปลืองคลอรีนมาก เพราะว่คลอรีนส่วนหนึ่งจะไปทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ นอกจากนี้คลอรีนที่ทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์จะให้ผลิตภัณฑ์พลอยได้พวก THMs ซึ่งเป็นสารพิษ เป็นโทษต่อร่างกาย

(2) ในกรณีที่น้ำมีค่า pH สูงเกิน 8 ขึ้นไปประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโรคจะลดลงเนื่องจากคลอรีนอิสระจะอยู่ในรูปของ OCI^- ดังนั้นการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนต้องปรับปรุง pH ไม่ให้สูงเกินไป

(3) คลอรีนไม่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ Protozoa จำพวก Giardia sp. และ Cryptosporidium sp

(4) คลอรีนเมื่อมีความเข้มข้นจะกัดกร่อนโลหะเกือบทุกชนิด เป็นอันตรายแก่อวัยวะของร่างกาย เช่น ตา จมูก ผิวหนัง เมื่อถูกคลอรีนจะอักเสบและบวมพอง ถ้าสูดดมเข้าไปจะเกิดอาการไอหืด หายใจไม่สะดวก เจ็บคอ แสบหน้าอก และอาจทำให้เสียชีวิตถ้าสูดดมในปริมาณมากเกินไป

ตารางที่ 2.7.1 ระดับความรุนแรงของคลอรีนก๊าซในปริมาณต่างๆ

ระดับความรุนแรง	ลักษณะอาการ	ความเข้มข้น (พีพีเอ็ม)
ปริมาณความเข้มข้นที่ทำให้รับรู้ได้ว่ามีคลอรีนอยู่	-	0.1- 0.3
ความเข้มข้นที่อาจมีได้ในระยะเวลานาน	-	1
เกิดพิษน้อย	น้ำตาไหล ไอ และมีน้ำมูกไหล	2-5
เกิดพิษค่อนข้างมาก	หายใจไม่สะดวก ลิ้นดำไม่ค่อย ชื่น เจ็บหน้าอก และเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตในเวลา 30 นาที – 1 ชม.	5-30
เป็นพิษมาก	หายใจไม่ออก หหมดสติ เสียชีวิตภายใน 30 นาที – 1 ชม.	30-60
เสียชีวิต	-	1000

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- (1) เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
- (2) เครื่องวัดความขุ่น (turbidimeter)
- (3) เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง
- (4) เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
- (5) ตู้อบลมร้อน(Hot Air Oven)
- (6) หม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันไอน้ำ (Autoclave)
- (7) ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)
- (8) เครื่องนับโคโลนี (Colony counter)
- (8) เครื่องแก้วที่จำเป็น เช่น จานเพาะเชื้อ ปิเปต ขวดแก้ว หลอดทดลอง หลอดดักก๊าซ บีกเกอร์ ฯลฯ
- (9) อุปกรณ์อื่นๆ เช่น ตะเกียงแอลกอฮอล์ ห่วงเขี่ยเชื้อ ฯลฯ

3.2 สารเคมี

- (1) อาหารเลี้ยงเชื้อ ได้แก่ Plate Count Agar, Lauryl Tryptose Broth, Brilliant green lactose bile broth, EMB agar, EC broth.

3.3 วิธีการ

- (1) วิเคราะห์คุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำดิบ ของชุมชนบ้านผาปก อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี
- | | |
|----------------------|---|
| สมบัติทางกายภาพ | ความขุ่น และปริมาณของแข็งในน้ำ ความนำไฟฟ้า |
| สมบัติทางเคมี | ค่าพีเอช ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าบีโอดี ค่าซีโอดี ความกระด้าง |
| สมบัติทางจุลชีววิทยา | ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด แบคทีเรียโคลิฟอร์มและ อี.โคไล |

(2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของรูปแบบการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ โดยวิเคราะห์สมบัติของน้ำก่อนและหลังการบำบัดดังนี้

การปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยกระบวนการรวมตะกอนด้วยอะลูมิเนียมซัลเฟตและปูนขาวทดลองโดยใช้จาร์เทสต์ โดยมีตัวแปรคือ พีเอชของน้ำ ปริมาณอะลูมิเนียมซัลเฟตและปูนขาว อัตราการกวนเร็ว กวนช้า เวลาในการตกตะกอน

การปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยกระบวนการกรองโดยมีตัวแปรคือ ชนิดของสารกรอง อัตราการไหลของน้ำ

การปรับปรุงด้วยกระบวนการรวมตะกอนแล้วตามด้วยการกรอง

(3) การออกแบบระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ และประเมินค่าใช้จ่ายในการลงทุน

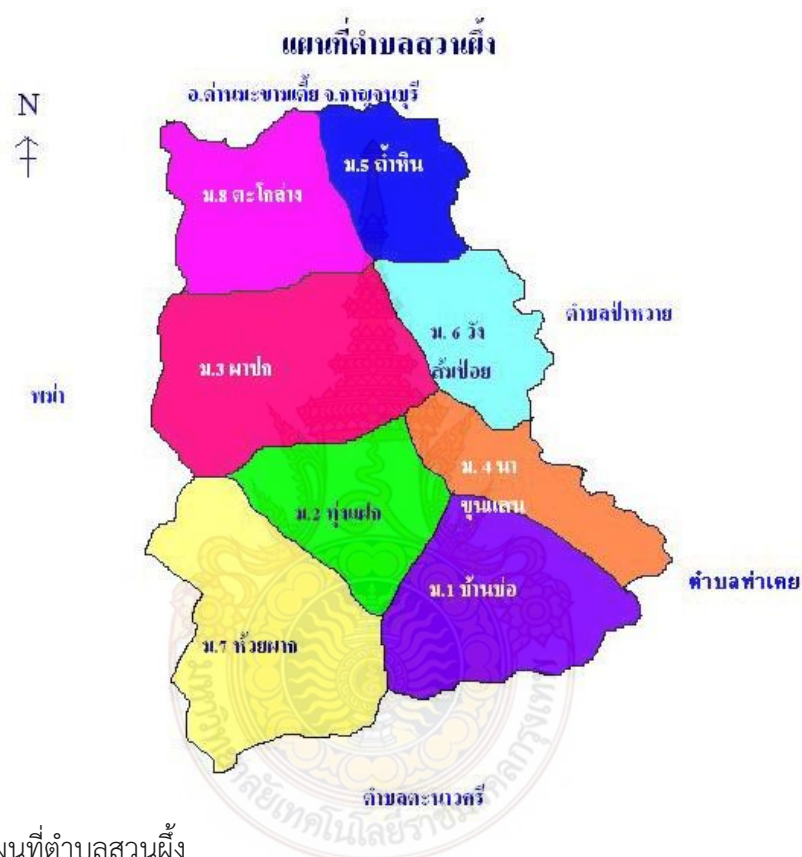


บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 สภาพทั่วไปของกลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรบ้านผาปก

หมู่บ้านผาปก เป็นหมู่บ้านในตำบลสวนผึ้ง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี มีเนื้อที่ 28.65 ตารางกิโลเมตร หรือ 17,912 ไร่



รูปที่ 4.1.1 แผนที่ตำบลสวนผึ้ง

ที่มา: สำนักงานเกษตรอำเภอสวนผึ้ง, 2559.



รูปที่ 4.1.2 กลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร บ้านผาปก

กลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร บ้านผาปก แปรรูปกล้วยหอมทองเป็นอาหารสำเร็จรูปประเภทخبเคี้ยว โดยนำกล้วยหอมทองดิบที่มีความแก่พอเหมาะมาฝานบางๆ แล้วนำมาทอดด้วยเครื่องทอดสุญญากาศ และส่งจำหน่าย ณ ร้านภูฟ้า/สถานที่ท่องเที่ยวอำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



รูปที่ 4.1.3 อุปกรณ์การผลิตกล้วยหอมทอง

4.2 สมบัติของน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของชุมชนบ้านผาปก อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

ตรวจสอบคุณภาพน้ำ จากแหล่งน้ำผิวดินของชุมชนบ้านผาปก อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ในช่วงเดือน ตุลาคม – พฤศจิกายน 2558 มีคุณภาพดังนี้

ตารางที่ 4.2.1 คุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินของชุมชนบ้านผาปก อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ในช่วงเดือนตุลาคม – พฤศจิกายน 2558

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ย	ค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน				
		ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
พีเอช	7.72	๘	5.0 - 9.0	5.0 - 9.0	5.0 - 9.0	-
ดีไอ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.42	๘	6.0	4.0	2.0	-
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	44.49	๘	1.5	2.0	4.0	-

ที่มา : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติ ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537 (ภาคผนวก ฐ)

หมายเหตุ

1/ การแบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดิน

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคโดยตรงผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
- (2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
- (3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้น้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคโดยตรงผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- (2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
- (3) การประมง
- (4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้น้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคโดยตรงผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- (2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้น้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคโดยตรงผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- (2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้น้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

2/ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

3/ ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

๘ เป็นไปตามธรรมชาติ

๘/ อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติ เกิน 3 องศาเซลเซียส

จากตารางที่ 4.2.1 แสดงว่าน้ำในแหล่งน้ำที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตอยู่ในแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการอุปโภค และบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรได้ โดยปัจจุบันทางกลุ่มใช้น้ำโดยสูบน้ำจากแหล่งน้ำขึ้นมาพักในถังพัก (รูปที่ 4.2.1) และนำมาใช้ในการล้างภาชนะและวัตถุดิบ โดยผลิตภัณฑ์ที่กลุ่มแปรรูปผลิตได้แสดงในรูปที่ 4.2.2



รูปที่ 4.2.1 ถังพักน้ำเพื่อนำไปใช้ล้างภาชนะและวัตถุดิบ



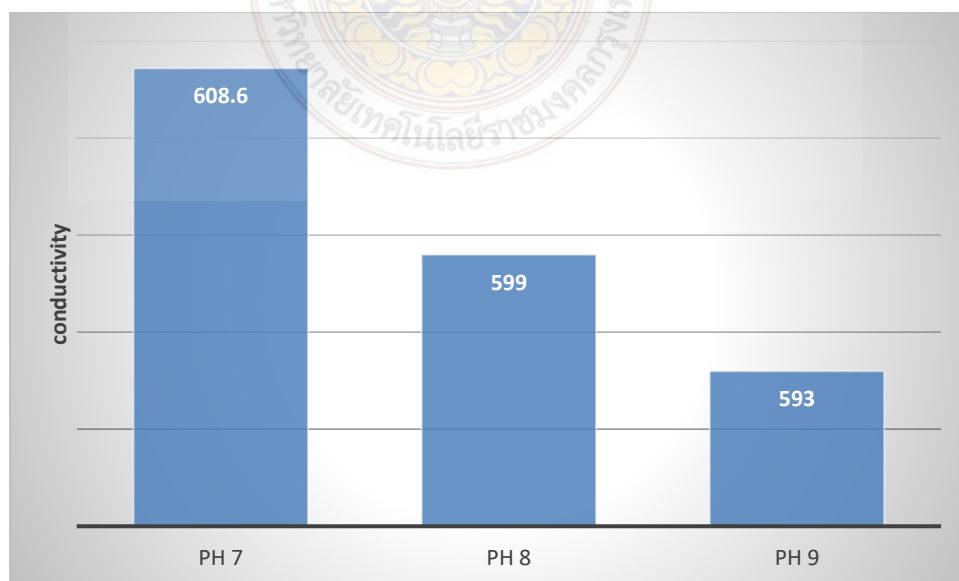
รูปที่ 4.2.2 ผลิตภัณฑ์กล้วยหอมทองทอดกรอบของกลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร บ้านผาปก

4.3 การปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยกระบวนการรวมตะกอน

การปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยกระบวนการรวมตะกอนด้วยอะลูมิเนียมซัลเฟตและปูนขาวทดลองโดยใช้จาร์เทสต์ โดยมีตัวแปรคือ พีเอชของน้ำ และปริมาณอะลูมิเนียมซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 10 อัตราการวนเร็ว 120 รอบต่อนาที เวลา 1 นาที อัตราการวนช้า 30 รอบต่อนาที เวลา 30 นาที ตั้งทิ้งให้ตกตะกอนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำน้ำตัวอย่างมาวิเคราะห์ปริมาณของแข็งแขวนลอย และความขุ่น พบว่าน้ำหลังการปรับสภาพมีปริมาณของแข็งแขวนลอย และค่าความขุ่น ต่ำมาก อาจทำให้การเลือกภาวะที่ดีที่สุด คลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นจึงเปลี่ยนการวิเคราะห์ผลเป็นค่าความนำไฟฟ้าแทนเนื่องจากเป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงปริมาณของแข็งละลายน้ำ โดยที่ค่าความนำไฟฟ้าแปรผันโดยตรงกับปริมาณของแข็งละลายน้ำ กล่าวคือถ้าค่าความนำไฟฟ้ามีค่าสูง หมายถึงปริมาณของแข็งละลายน้ำมีค่าสูงด้วย ถ้าน้ำมีค่าความนำไฟฟ้าต่ำ หมายถึงปริมาณของแข็งละลายน้ำมีค่าต่ำด้วย

(1) ผลของพีเอชต่อประสิทธิภาพการรวมตะกอนด้วยอะลูมิเนียมซัลเฟต

นำน้ำตัวอย่าง ปริมาตร 200 มิลลิลิตร เติมอะลูมิเนียมซัลเฟตเข้มข้น 10% 0.6 มิลลิลิตร ในช่วงการวนเร็ว และเติมปูนขาว 10% 0.5 มิลลิลิตร ในช่วงการวนช้า ปรับพีเอชของน้ำ ให้ได้ พีเอช 7, 8, และ 9 ตั้งทิ้งให้ตกตะกอน เวลา 1 ชั่วโมง นำน้ำส่วนใสมาวิเคราะห์ ทดลองซ้ำ 5 ครั้ง ได้ผลการทดลองแสดงในรูปที่ 4.3.1 และตารางผนวกที่ 2ก นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เพื่อทดสอบว่าการรวมตะกอนด้วยอะลูมิเนียมซัลเฟตที่ค่าพีเอชต่างกัน ทำให้ค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้าของน้ำหลังการปรับสภาพต่างกันหรือไม่ ได้ผลทดสอบแสดงในตารางผนวกที่ 3ก และทดสอบต่อเนื่องด้วยการจับคู่พหุคูณ ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ 4ก



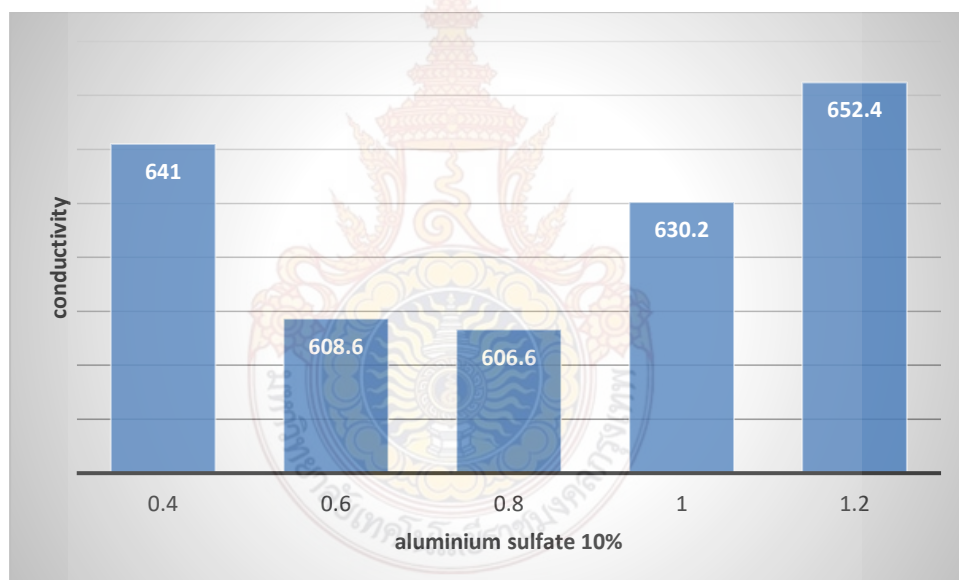
รูปที่ 4.3.1 ผลของพีเอชต่อค่าการนำไฟฟ้าในการปรับสภาพน้ำด้วยอะลูมิเนียมซัลเฟตร่วมกับปูนขาว

ผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าค่าพีเอชของน้ำ มีผลต่อปริมาณของแข็งละลายน้ำ โดยปริมาณของแข็งในน้ำลดลงเมื่อค่าพีเอชของน้ำเพิ่ม

สูงขึ้น ผลจากการทดลองที่ค่าพีเอชเท่ากับ 9 น้ำจะมีปริมาณของแข็งละลายน้ำต่ำที่สุด อย่างไรก็ตามผลจากการทดลองจากงานวิจัยนี้จะนำไปประยุกต์ใช้ในชุมชน หากกระบวนการมีหลายขั้นตอน จะทำให้เกิดความยุ่งยาก ในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง ดังนั้นในการทดลองขั้นต่อไป ซึ่งเป็นขั้นตอนหาปริมาณอะลูมิเนียมซัลเฟตที่เหมาะสม จึงเลือกใช้พีเอชของน้ำดิบโดยไม่ผ่านกระบวนการปรับสภาพ

(2) ผลของปริมาณอะลูมิเนียมซัลเฟตต่อประสิทธิภาพรวมตะกอน

นำน้ำตัวอย่าง ปริมาตร 200 มิลลิลิตร เติมอะลูมิเนียมซัลเฟตเข้มข้น 10% 0.4-1.2 มิลลิลิตร ในช่วงกวนเร็ว และเติมปูนขาว 10% 0.5 มิลลิลิตร ในช่วงกวนช้า ตั้งทิ้งให้ตกตะกอน เวลา 1 ชั่วโมง นำน้ำส่วนใสมาวิเคราะห์ ทดลองซ้ำ 5 ครั้ง ได้ผลการทดลองแสดงในรูปที่ 4.3.2 และตารางผนวกที่ 5 ก นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เพื่อทดสอบว่าการรวมตะกอนด้วยอะลูมิเนียมซัลเฟตที่ปริมาณต่างกัน ทำให้ค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้าของน้ำหลังการปรับสภาพต่างกันหรือไม่ ได้ผลทดสอบแสดงในตารางผนวกที่ 6 และทดสอบต่อเนื่องด้วยการจับคู่พหุคูณ ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ 7 ก



รูปที่ 4.3.2 ผลของปริมาณอะลูมิเนียมซัลเฟตต่อค่าการนำไฟฟ้า

ผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าปริมาณอะลูมิเนียมซัลเฟต มีผลต่อปริมาณของแข็งละลายน้ำ ปริมาณอะลูมิเนียมซัลเฟตที่ไม่เหมาะสมมากเกินไปหรือน้อยเกินไป จะมีผลให้ปริมาณของแข็งในน้ำเพิ่มสูงขึ้น ผลจากการทดลองที่ปริมาณอะลูมิเนียมซัลเฟตเข้มข้น 10% 0.8 มิลลิลิตร ต่อปริมาตรน้ำ 200 มิลลิลิตร จะมีปริมาณของแข็งละลายน้ำต่ำที่สุด

4.4 การปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยกระบวนการกรอง

ออกแบบระบบถังกรองรูปทรงกระบอก ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 1,766.25 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 3 ถัง บรรจุตัวกรองสามชนิด ได้แก่ ตัวกรองทราย ปริมาตร 5,298.75 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตัวกรองถ่านแอนทราไซต์ ปริมาตร 5,298.75 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตัวกรองถ่านกัมมันต์ ปริมาตร 5,298.75 ลูกบาศก์เซนติเมตร



ตัวกรองทราย



ตัวกรองถ่านแอนทราไซต์



ตัวกรองถ่านกัมมันต์



ถังกรองทราย



ถังกรองถ่านแอนทราไซต์



ถังกรองถ่านกัมมันต์

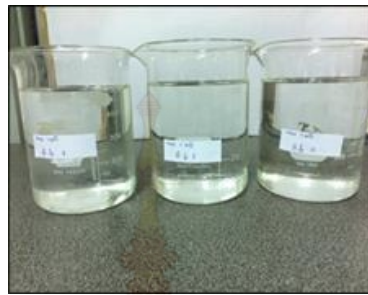
รูปที่ 4.4.1 ระบบถังกรอง และสารกรอง

4.4.1 สมบัติของน้ำที่ผ่านการกรองด้วยสารกรองชนิดเดียว และกรอง 1 ครั้ง

นำน้ำจากสระกรองด้วยตัวกรองแต่ละชนิด คือ กรองทราย (อัตราการไหล 9.26 มิลลิลิตร ต่อวินาที) กรองแอนทราไซต์ (อัตราการไหล 20.83 มิลลิลิตรต่อวินาที) และกรองถ่านกัมมันต์ (อัตราการไหล 26.32 มิลลิลิตรต่อวินาที) โดยผ่านการกรองครั้งเดียว ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ได้ผลการทดลองแสดงในรูปที่ 4.4.2- 4.4.4 และตารางผนวกที่ 8 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เพื่อทดสอบว่าชนิดของสารกรอง มีผลต่อค่าเฉลี่ยพีเอช ค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้า และค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งละลายน้ำของน้ำหลังการปรับสภาพต่างกันหรือไม่ ได้ผลทดสอบแสดงในตารางผนวกที่ 9ก 11ก และ 13ก และทดสอบต่อเนื่องด้วยการจับคู่พหุคูณ ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ 10ก 12ก และ 14ก



ลักษณะน้ำหลังผ่านกรองทราย

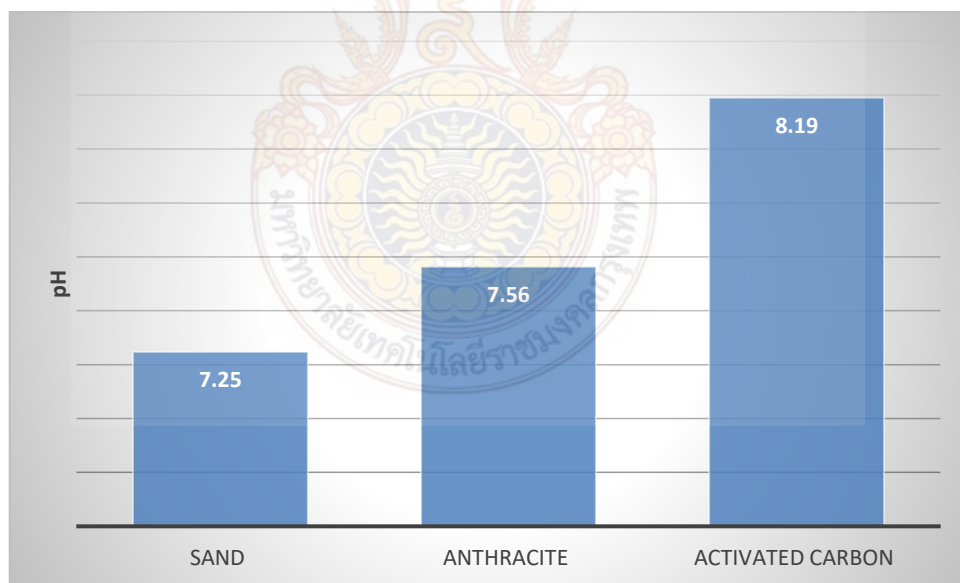


ลักษณะน้ำหลังผ่านแอนทราไซต์

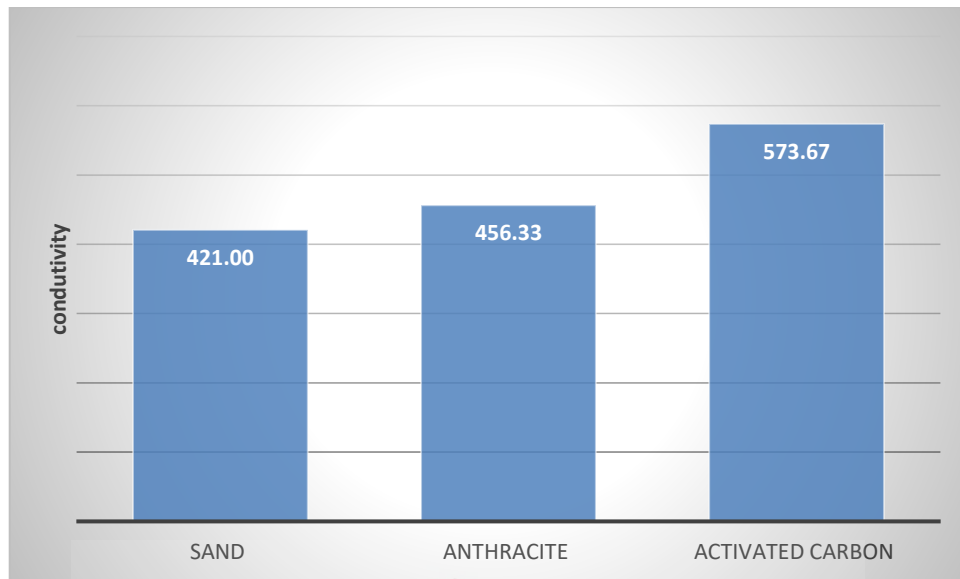


ลักษณะน้ำหลังผ่านถ่านกัมมันต์

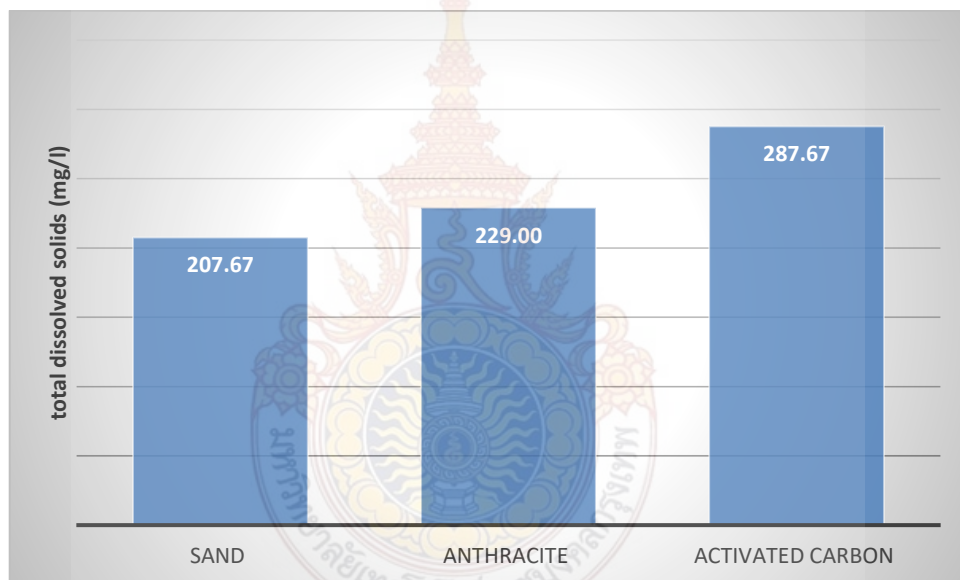
รูปที่ 4.4.2 ลักษณะของน้ำหลังผ่านตัวกรองแต่ละชนิด และกรอง 1 ครั้ง



รูปที่ 4.4.3 ค่าพีเอชของน้ำหลังผ่านตัวกรองแต่ละชนิด โดยการกรอง 1 ครั้ง



รูปที่ 4.4.4 ค่าความนำไฟฟ้าของน้ำหลังผ่านตัวกรองแต่ละชนิด โดยการกรอง 1 ครั้ง



รูปที่ 4.4.5 ปริมาณของแข็งละลายน้ำของน้ำหลังผ่านตัวกรองแต่ละชนิด โดยการกรอง 1 ครั้ง

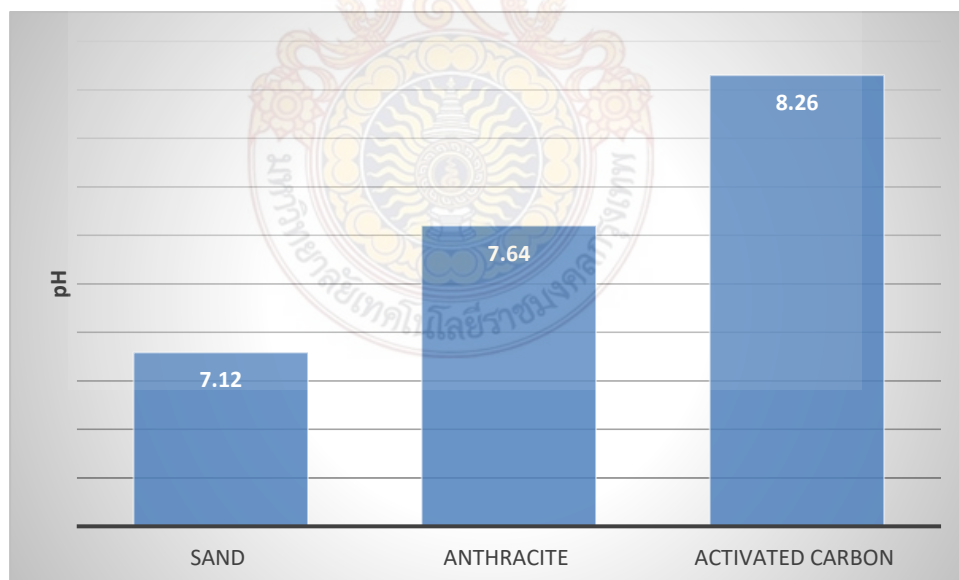
ผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า มีสารกรองอย่างน้อย 2 ชนิด ที่มีค่าเฉลี่ยพีเอช ค่าความนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งละลายน้ำ ของน้ำหลัง บำบัดต่างกัน และทดสอบต่อเนื่องด้วยการจับคู่พหุคูณ พบว่า สารกรองต่างก็มีผลต่อประสิทธิภาพการ บำบัดต่างกัน โดยสารกรองทราย มีประสิทธิภาพในการบำบัดได้ดีที่สุด รองลงมาเป็นถ่านแอนทราไซด์ และ ถ่านกัมมันต์ตามลำดับ

4.4.2 สมบัติของน้ำที่ผ่านการกรองด้วยสารกรองชนิดเดียว โดยการกรอง 2 ครั้ง

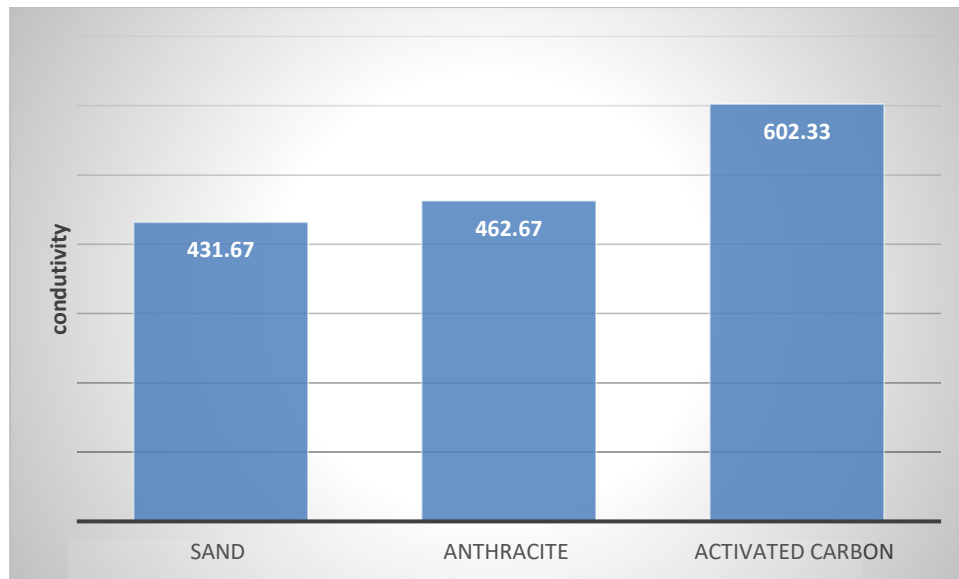
นำน้ำจากสระมากรองด้วยตัวกรองแต่ละชนิด คือ กรองทราย อัตราการไหล 9.26 มิลลิลิตร ต่อวินาที กรองแอนทราไซต์อัตราการไหล 20.83 มิลลิลิตรต่อวินาที และกรองถ่านกัมมันต์ 26.32 มิลลิลิตรต่อวินาที โดยผ่านการกรองสองครั้ง ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ได้ผลการทดลองแสดงในรูปที่ 4.4.5 - 4.4.8 และตารางผนวกที่ 15ก นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เพื่อทดสอบว่าชนิดของสารกรอง มีผลต่อค่าเฉลี่ยพีเอช ค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้า และค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งละลายน้ำของน้ำหลังการปรับสภาพต่างกันหรือไม่ ได้ผลทดสอบแสดงในตารางผนวกที่ 16ก 18ก และ 20ก และทดสอบต่อเนื่องด้วยการจับคู่พหุคูณ ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ 17ก 19ก และ 21ก



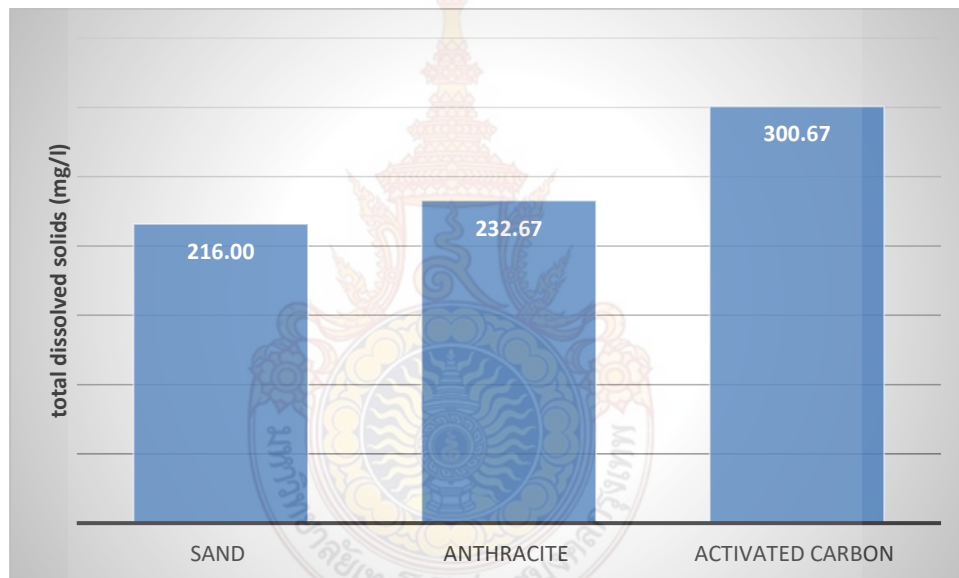
รูปที่ 4.4.6 ลักษณะของน้ำหลังผ่านตัวกรองชนิดเดียว และกรองซ้ำ 2 ครั้ง



รูปที่ 4.4.7 ค่าพีเอชของน้ำหลังผ่านตัวกรองแต่ละชนิด โดยการกรอง 2 ครั้ง



รูปที่ 4.4.8 ค่าความนำไฟฟ้าของน้ำหลังผ่านตัวกรองแต่ละชนิด โดยการกรอง 2 ครั้ง



รูปที่ 4.4.9 ปริมาณของแข็งละลายน้ำของน้ำหลังผ่านตัวกรองแต่ละชนิด โดยการกรอง 2 ครั้ง

4.4.3 เปรียบเทียบสมบัติของน้ำที่ผ่านการกรองด้วยสารกรองชนิดเดียวกัน แต่จำนวนครั้งของการกรอง ต่างกัน

นำน้ำจากสระมากรองด้วยตัวกรองแต่ละชนิด คือ กรองทราย อัตราการไหล 9.26 มิลลิลิตร ต่อวินาที กรองแอนทราไซด์อัตราการไหล 20.83 มิลลิลิตรต่อวินาที และกรองถ่านกัมมันต์ 26.32 มิลลิลิตรต่อวินาที โดยผ่านการกรองหนึ่งครั้ง และสองครั้ง ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เพื่อทดสอบว่า จำนวนครั้งของการกรอง มีผลต่อค่าเฉลี่ยพีเอช ค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้า และค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งละลายน้ำของน้ำหลังการปรับสภาพต่างกันหรือไม่ ได้ผลทดสอบแสดงในตารางที่ 4.4.1 – 4.4.2

ตารางที่ 4.4.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพีเอชความนำไฟฟ้า ของแข็งละลายน้ำ ของน้ำที่ผ่านการกรองทราย 1 ครั้ง และ 2 ครั้ง

พารามิเตอร์	จำนวนครั้ง การกรอง	N	mean	SD	ผลต่างของ ค่าเฉลี่ย	t	df	P
พีเอช	1 ครั้ง	3	7.25	0.07	0.13	1.117	4	0.163
	2 ครั้ง	3	7.12	0.19				
ความนำไฟฟ้า	1 ครั้ง	3	421.00	16.52	-10.67	-1.115	2	0.190
	2 ครั้ง	3	431.67	1.15				
ของแข็งละลาย	1 ครั้ง	3	207.67	11.15	-8.33	-1.279	2	0.165
	2 ครั้ง	3	216.00	1.73				

ตารางที่ 4.4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพีเอช ความนำไฟฟ้า ของแข็งละลายน้ำ ของน้ำที่ผ่านการถ่านแอนทราไซด์ 1 ครั้ง และ 2 ครั้ง

พารามิเตอร์	จำนวนครั้ง การกรอง	N	mean	SD	ผลต่างของ ค่าเฉลี่ย	t	df	P
พีเอช	1 ครั้ง	3	7.56	0.17	-0.08	-0.641	4	0.278
	2 ครั้ง	3	7.64	0.12				
ความนำไฟฟ้า	1 ครั้ง	3	456.33	21.13	-6.33	-0.513	2	0.329
	2 ครั้ง	3	462.67	3.21				
ของแข็งละลาย	1 ครั้ง	3	229.00	10.54	-3.67	-0.597	2	0.306
	2 ครั้ง	3	232.67	1.53				

ตารางที่ 4.4.3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพีเอช ความนำไฟฟ้า ของแข็งละลายน้ำ ของน้ำที่ผ่านการถ่านกัมมันต์ 1 ครั้ง และ 2 ครั้ง

พารามิเตอร์	จำนวนครั้ง การกรอง	N	mean	SD	ผลต่างของ ค่าเฉลี่ย	t	df	P
พีเอช	1 ครั้ง	3	8.19	0.15	-0.07	-0.701	4	0.261
	2 ครั้ง	3	8.26	0.09				
ความนำไฟฟ้า	1 ครั้ง	3	573.67	21.57	-28.67	-2.170	2	0.081
	2 ครั้ง	3	602.33	7.64				
ของแข็งละลาย	1 ครั้ง	3	287.67	11.93	-13.00	-1.822	2	0.105
	2 ครั้ง	3	300.67	3.21				

ผลการทดลองพบว่าจำนวนครั้งของการกรองด้วยทราย ถ่านแอนทราไซด์ และ ถ่านกัมมันต์ ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยพีเอช ค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้า และค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งละลายน้ำ



4.4.4 สมบัติของน้ำที่ผ่านการกรองด้วยตัวกรองหลายชนิด

นำน้ำจากสระมากรองด้วยตัวกรองหลายชนิด ดังนี้

- (1) กรองด้วยถ่านแอนทราไซต์ตามด้วยถ่านกัมมันต์
- (2) กรองด้วยทรายตามด้วยถ่านกัมมันต์
- (3) กรองด้วยถ่านแอนทราไซต์ ทราย และถ่านกัมมันต์
- (4) กรองด้วยทราย ถ่านแอนทราไซต์ และถ่านกัมมันต์

ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติเอฟเทสต์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เพื่อทดสอบว่า การกรองด้วยตัวกรองหลายชนิด และลักษณะของลำดับการกรองด้วยสารกรองต่างๆ มีผลต่อค่าเฉลี่ยพีเอช ค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้า และค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งละลายน้ำของน้ำหลังการปรับสภาพต่างกันหรือไม่ ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ 22ก -23ก และรูปที่ 4.4.9-4.4.12 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เพื่อทดสอบว่าลำดับขั้นของการกรอง มีผลต่อค่าเฉลี่ยพีเอช ค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้า และค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งละลายน้ำของน้ำหลังการปรับสภาพต่างกันหรือไม่ ได้ผลทดสอบแสดงในตารางผนวกที่ 24ก, 26ก และ28ก และทดสอบต่อเนื่องด้วยการจับคู่พหุคูณ ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ 25ก, 27ก และ 29ก



ถ่านแอนทราไซต์ตามด้วยถ่านกัมมันต์



ทรายตามด้วยถ่านกัมมันต์

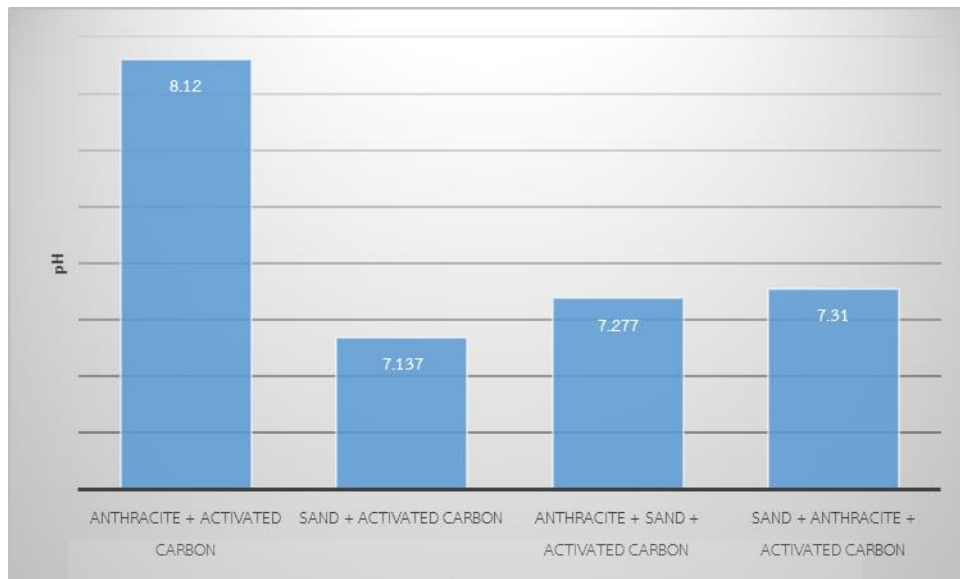


ถ่านแอนทราไซต์ ทรายและถ่านกัมมันต์

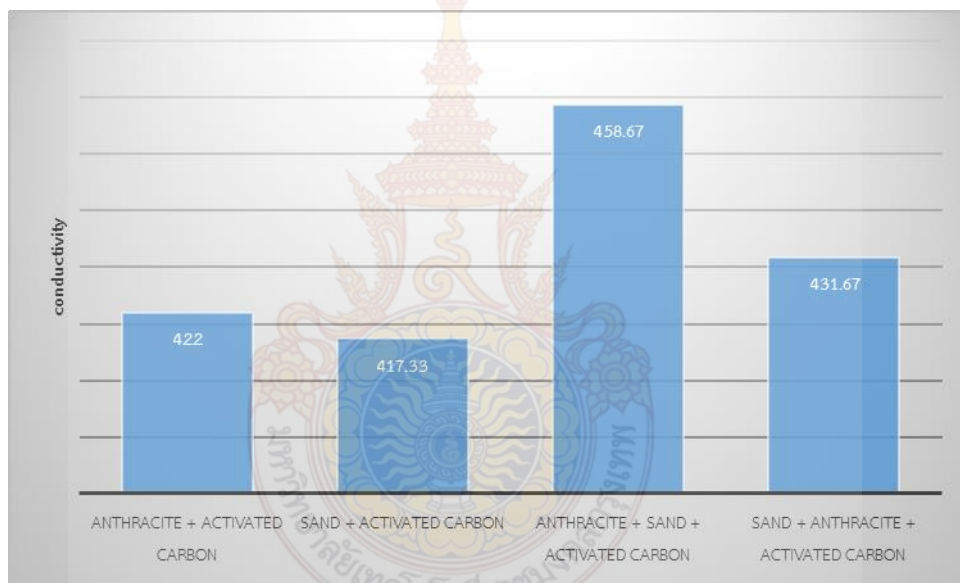


ทราย ถ่านแอนทราไซต์ และถ่านกัมมันต์

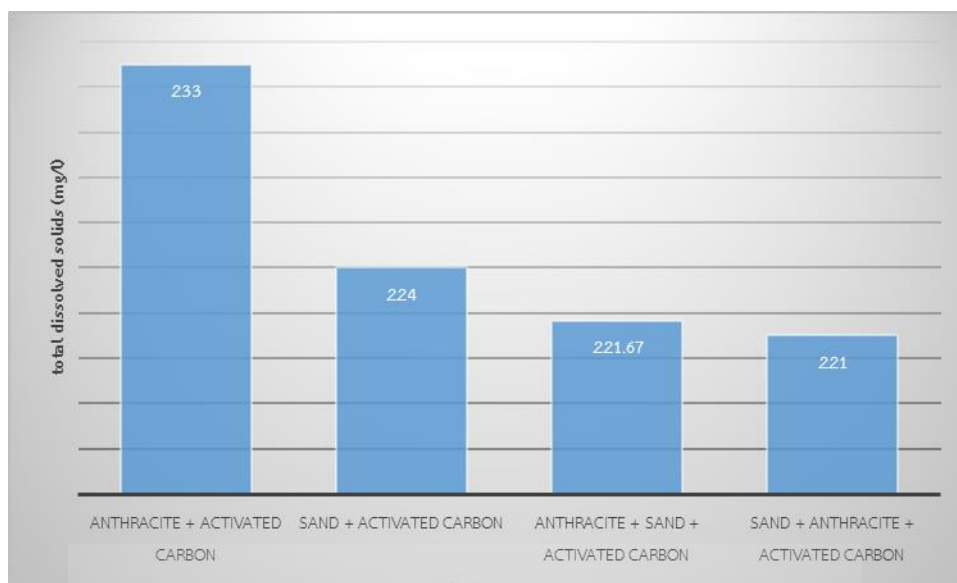
รูปที่ 4.4.10 ลักษณะของน้ำที่ผ่านการกรองด้วยตัวกรองหลายชนิด และลำดับการกรองต่างกัน



รูปที่ 4.4.11 พีเอชของน้ำที่ผ่านการกรองด้วยตัวกรองหลายชนิด และลำดับการกรองต่างกัน



รูปที่ 4.4.12 ความนำไฟฟ้าของน้ำที่ผ่านการกรองด้วยตัวกรองหลายชนิด และลำดับการกรองต่างกัน



รูปที่ 4.4.13 ปริมาณของแข็งละลายน้ำของน้ำที่ผ่านการกรองด้วยตัวกรองหลายชนิด และลำดับการกรองต่างกัน

ผลการทดลองพบว่า การใช้สารกรองหลายชนิด ทำให้คุณภาพน้ำหลังการกรองต่างกัน โดยน้ำที่ผ่านการกรองทรายแล้วตามด้วยถ่านกัมมันต์ มีคุณภาพน้ำโดยรวมดีที่สุด

4.5 เปรียบเทียบสมบัติของน้ำที่ผ่านกระบวนการรวมตะกอน ตกตะกอน และการกรอง

เปรียบเทียบสมบัติของน้ำที่ผ่านกระบวนการรวมตะกอน ตกตะกอน และการกรอง ในสามสภาวะดังนี้

(1) การปรับสภาพน้ำด้วยกระบวนการรวมตะกอน และการตกตะกอน

กระบวนการรวมตะกอนทดลองโดยใช้จาร์เทสต์ ใช้อะลูมิเนียมซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาณ 0.8 มิลลิลิตร ปูนขาวเข้มข้น ร้อยละ 10 ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร อัตราความเร็ว 120 รอบต่อนาที เวลา 1 นาที อัตราความเร็ว 30 รอบต่อนาที เวลา 30 นาที ตั้งทิ้งให้ตกตะกอนเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำน้ำมาวิเคราะห์ค่าพีเอช ค่าความนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งละลายน้ำ

(2) การปรับสภาพน้ำด้วยกระบวนการกรอง

ทดลองโดยนำตัวอย่างน้ำกรองด้วยทรายและถ่านกัมมันต์ โดยการกรองครั้งเดียวนำน้ำมาวิเคราะห์ค่าพีเอช ค่าความนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งละลายน้ำ

(3) การปรับสภาพน้ำด้วยกระบวนการรวมตะกอน การตกตะกอน และการกรอง

กระบวนการรวมตะกอนทดลองโดยใช้จาร์เทสต์ ใช้อะลูมิเนียมซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาณ 0.8 มิลลิลิตร ปูนขาวเข้มข้น ร้อยละ 10 ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร อัตราความเร็ว 120 รอบต่อนาที เวลา 1 นาที อัตราความเร็ว 30 รอบต่อนาที เวลา 30 นาที ตั้งทิ้งให้ตกตะกอนเวลา 1 ชั่วโมง ตามด้วยกรองทรายและถ่านกัมมันต์ วิเคราะห์ค่าพีเอช ค่าความนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งละลายน้ำ

ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ได้ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.4.13 และ ตารางที่ 4.5.1



กระบวนการรวมตะกอน + ตกตะกอน



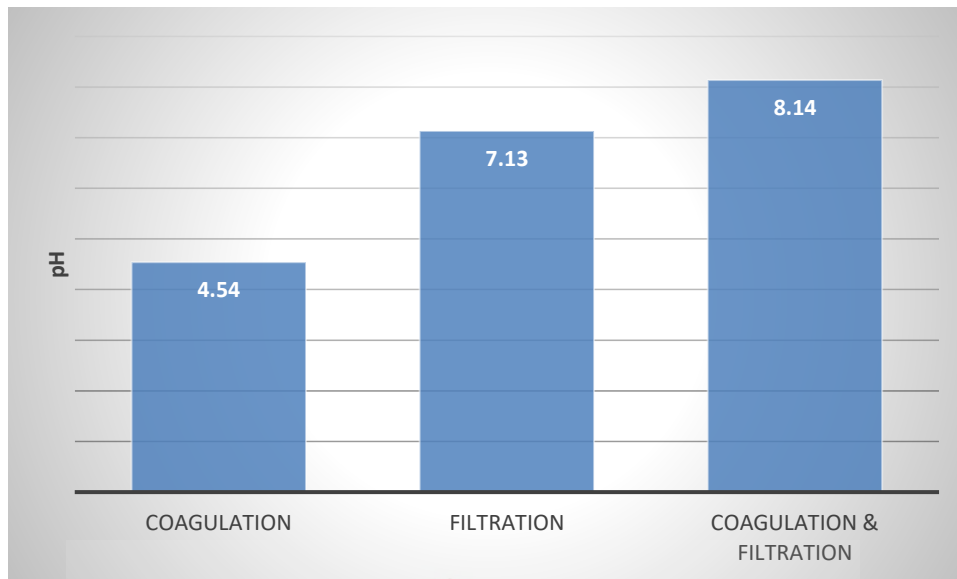
กระบวนการรวมตะกอน + ตกตะกอน +

กรองทราย + กรองถ่านกัมมันต์

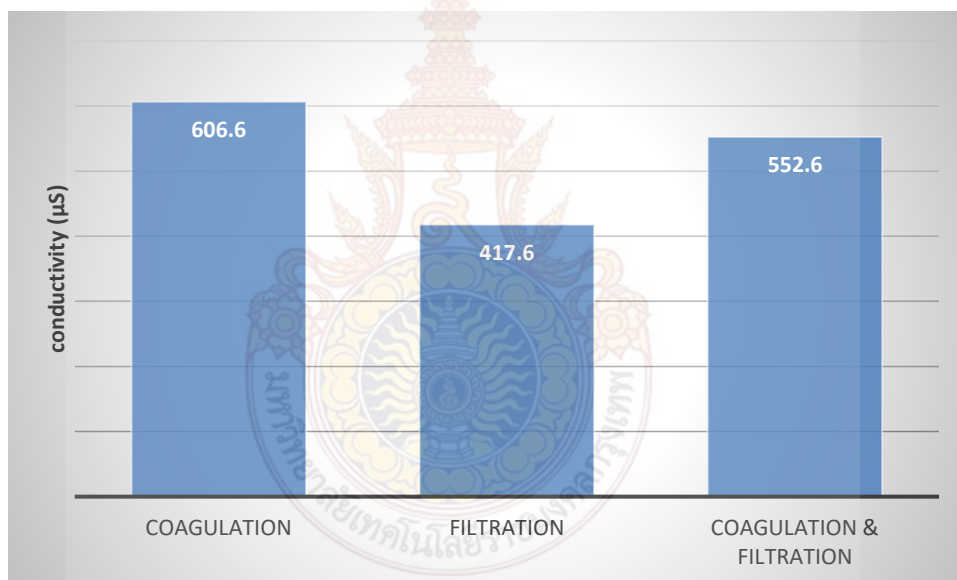
รูปที่ 4.4.14 ลักษณะของน้ำที่ผ่านกระบวนการรวมตะกอน และกระบวนการรวมตะกอนตามด้วยการกรอง

ตารางที่ 4.5.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเฉลี่ยพิเอช ค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้า ของแข็งละลายน้ำ ของน้ำที่ผ่านกระบวนการรวมตะกอน กระบวนการกรอง และกระบวนการรวมตะกอนตามด้วยการกรอง

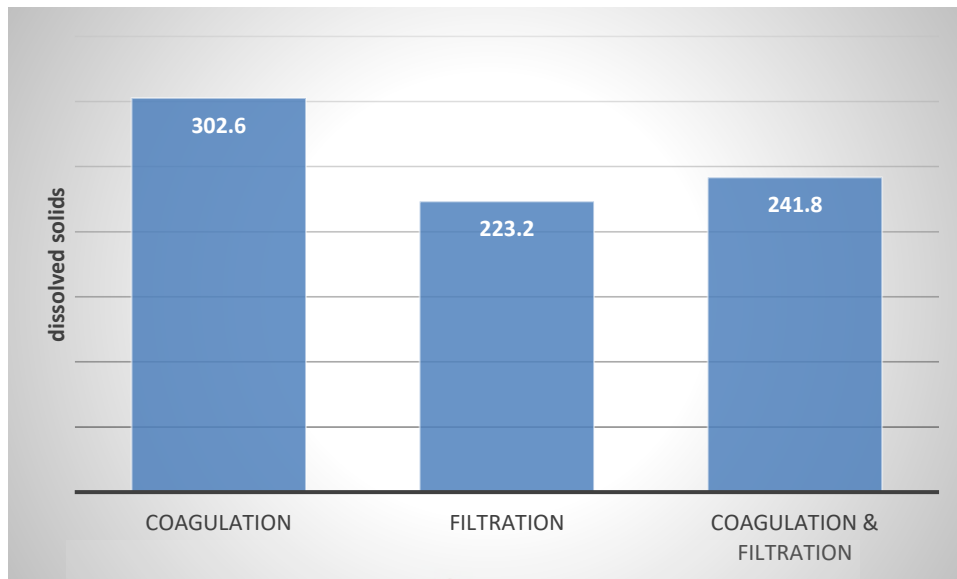
พารามิเตอร์	สารกรอง	N	mean	SD	F	P
พีเอช	การรวมตะกอน และการตกตะกอน	5	4.54	0.15	521.14	<0.001
	การกรองด้วยทรายและถ่านกัมมันต์	5	7.13	0.36		
	การรวมตะกอน การตกตะกอน และการกรอง	5	8.14	0.28		
ควา ม น้ า ไฟฟ้า	การรวมตะกอน และการตกตะกอน	5	606.60	22.39	281.55	<0.001
	การกรองด้วยทรายและถ่านกัมมันต์	5	417.60	0.548		
	การรวมตะกอน การตกตะกอน และการกรอง	5	552.60	1.82		
ข อ ง แ ช้ ง ละลาย	การรวมตะกอน และการตกตะกอน	5	302.60	11.15	131.51	<0.001
	การกรองด้วยทรายและถ่านกัมมันต์	5	223.20	6.57		
	การรวมตะกอน การตกตะกอน และการกรอง	5	241.80	5.40		



รูปที่ 4.4.15 เปรียบเทียบค่าพีเอชของน้ำที่ผ่านการปรับสภาพด้วยกระบวนการรวมตะกอน กระบวนการกรอง และกระบวนการรวมตะกอนตามด้วยการกรอง



รูปที่ 4.4.16 เปรียบเทียบค่าความนำไฟฟ้าของน้ำที่ผ่านการปรับสภาพด้วยกระบวนการรวมตะกอน กระบวนการกรอง และกระบวนการรวมตะกอนตามด้วยการกรอง



รูปที่ 4.4.16 เปรียบเทียบปริมาณของแข็งละลายน้ำที่ผ่านการปรับสภาพด้วยกระบวนการรวมตะกอน กระบวนการกรอง และกระบวนการรวมตะกอนตามด้วยการกรอง

ผลจากการเปรียบเทียบคุณภาพในทั้งสามสถานะ ได้แก่กระบวนการรวม ตะกอน กระบวนการกรอง และกระบวนการรวมตะกอนตามด้วยการกรอง พบว่าคุณภาพน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยน้ำที่ผ่านกระบวนการกรองอย่างเดียวด้วยทรายและถ่านกัมมันต์ มีคุณภาพดีที่สุด คือมีค่าพีเอช 7.13 ค่าความนำไฟฟ้า 417.60 ไมโครซีเมนส์ และปริมาณของแข็งละลายน้ำ 223.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้เนื่องจากคุณภาพน้ำในสระเดิมมีคุณภาพค่อนข้างดี น้ำใส ดังนั้นการเพิ่มกระบวนการรวมตะกอนด้วยอะลูมิเนียมซัลเฟต และปูนขาว จึงไม่จำเป็น และส่งผลให้น้ำมีปริมาณของแข็งละลายน้ำเพิ่มขึ้นด้วย แต่อย่างไรก็ตามหากคุณภาพน้ำในสระเปลี่ยนไปตามฤดูกาล และน้ำมีความขุ่นเพิ่มขึ้น การปรับสภาพน้ำก่อนใช้ ควรมีการรวมตะกอนด้วยอะลูมิเนียมซัลเฟต และปูนขาว ก่อนที่จะผ่านการกรอง

4.6 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา

ตารางที่ 4.6.1 คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยาของแหล่งน้ำผิวดินของชุมชนบ้านผาปก อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ในช่วงเดือนตุลาคม 2558

ก่อนบำบัด	Total count (cfu/ml)	Coliform (MPN)	E.coli
น้ำในสระผิวดิน			
จุดที่ 1	8.85×10^2	38	พบ
จุดที่ 2	7.35×10^2	38	พบ
น้ำในถังพักน้ำ			
จุดที่ 1	1.42×10^2	38	พบ
จุดที่ 2	2.20×10^2	38	พบ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยาพบว่าน้ำในสระผิวดิน และน้ำในถังพักน้ำที่ กลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรนำมาใช้ มีการปนเปื้อนด้วยแบคทีเรียโคลิฟอร์ม และอีโคไล ซึ่งความปลอดภัยด้านอาหารและน้ำเป็นเรื่องที่สำคัญต่อสุขภาพและอนามัยของประชาชน จึงมีการกำหนดคุณภาพทางจุลชีววิทยาของมาตรฐานน้ำบริโภค โดยมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) และฉบับที่ 135 (พ.ศ. 2534) กำหนดคุณภาพน้ำทางชีววิทยาไว้ ดังนี้ แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มต้องน้อยกว่า 2.2 เอ็นพีเอ็น/100 ลูกบาศก์เซนติเมตร และต้องไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ดังนั้นน้ำจากสระที่กลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรบ้านผาปก นำมาใช้ จึงมีสมบัติไม่เหมาะที่จะนำมาใช้โดยไม่ผ่านกระบวนการปรับสภาพน้ำ และผลจากการ วิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา หลังปรับสภาพน้ำ ในทั้งสามสถานะ ได้แก่กระบวนการรวมตะกอน กระบวนการกรอง และกระบวนการรวมตะกอนตามด้วยการกรอง ได้ผลแสดงในตารางที่ 4.6.2

ตารางที่ 4.6.2 คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยาของแหล่งน้ำผิวดินของชุมชนบ้านผาปก อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ในช่วงเดือนธันวาคม 2558

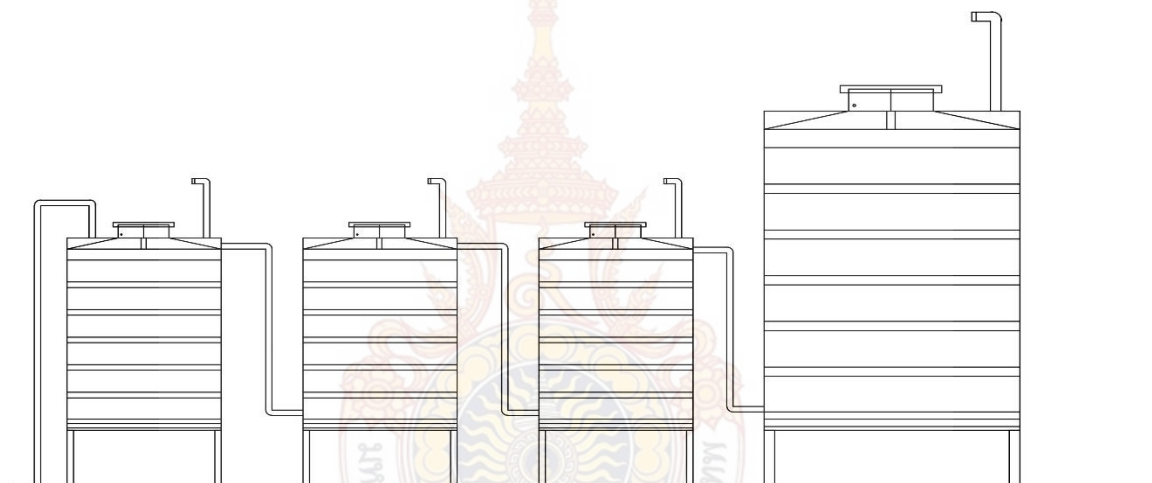
ตัวอย่างน้ำ	Total count (cfu/ml)	Coliform (MPN)	E.coli
น้ำก่อนปรับสภาพ	4.2×10^3	38	พบ
การกรองด้วยทรายและถ่านกัมมันต์	1.54×10^3	<2.2	ไม่พบ
การรวมตะกอน และการตกตะกอน	3.05×10^2	<2.2	ไม่พบ
การรวมตะกอน การตกตะกอน และการกรอง	1.30×10^3	<2.2	ไม่พบ

ผลจากการปรับสภาพน้ำด้วยกระบวนการรวมตะกอน กระบวนการกรอง และกระบวนการรวมตะกอนตามด้วยการกรอง ปรากฏว่าไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล และแบคทีเรียโคลิฟอร์ม มีค่าน้อยกว่า

2.2 เอ็นพีเอ็น/100 ลูกบาศก์เซนติเมตร คุณภาพน้ำเป็นไปตามเกณฑ์ คุณภาพทางจุลชีววิทยาของมาตรฐานน้ำบริโภค โดยมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) และฉบับที่ 135 (พ.ศ. 2534) จึงไม่จำเป็นต้องเติมสารคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค

4.7 การออกแบบระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ

ผลจากการปรับสภาพน้ำด้วยกระบวนการรวมตะกอน กระบวนการกรอง และกระบวนการรวมตะกอนตามด้วยการกรอง พบว่ากระบวนการที่ให้น้ำมีคุณสมบัติที่ดีที่สุดคือ กระบวนการกรองด้วยทราย และถ่านกัมมันต์ ดังนั้นจึงออกแบบระบบให้น้ำผ่านระบบการกรอง โดยมีทรายหยาบ ทรายละเอียด และถ่านกัมมันต์ และปล่อยให้ไหลตามแรงโน้มถ่วงของโลก รูปแบบของระบบปรับสภาพน้ำสำหรับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์บ้านผाप อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี แสดง ในรูปที่ 4.7.1



รูปที่ 4.7.1 ระบบการปรับสภาพน้ำสำหรับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์บ้านผाप อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

ถังที่ 1 บรรจุ กรวดหยาบ ปริมาณ $\frac{3}{5}$ ของปริมาตรถัง ถังที่ 2 บรรจุ ทรายละเอียด ปริมาณ $\frac{1}{2}$ ของปริมาตรถัง ถังที่ 3 บรรจุ ถ่านกัมมันต์ ปริมาณ $\frac{3}{5}$ ของปริมาตรถัง และ ถังที่ 4 ขนาด 1000 ลิตร เป็น ถังพักน้ำ สำหรับนำไปใช้ในกระบวนการผลิต

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. การปรับสภาพน้ำผิวดินด้วยกระบวนการรวมตะกอน

สภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพน้ำด้วยกระบวนการรวมตะกอน โดยใช้อะลูมิเนียมซัลเฟตเข้มข้น 10% 4 ลิตร และปูนขาว เข้มข้น 10% 2.5 ลิตร ต่อปริมาตรน้ำ 1000 ลิตร และตกตะกอน 1 ชั่วโมง คุณภาพน้ำหลังการปรับสภาพมีค่าพีเอช 4.54 ค่าความนำไฟฟ้า 606.6 ไมโครซีเมนส์ ปริมาณของแข็งละลายน้ำ 302.60 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม มีค่าน้อยกว่า 2.2 เอ็นพีเอ็น/100 ลูกบาศก์เซนติเมตร และไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล

2. การปรับสภาพน้ำผิวดินด้วยกระบวนการกรอง

ผลการทดลองพบว่าชนิดของสารกรองมีผลต่อสมบัติของน้ำ รวมทั้งการใช้สารกรองหลายชนิดร่วมกันทำให้น้ำมีคุณภาพดีกว่าการใช้สารกรองเดียว โดยสภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพน้ำตัวอย่างด้วยกระบวนการกรอง คือกรองทรายแล้วตามด้วยถ่านกัมมันต์ คุณภาพน้ำหลังการปรับสภาพมีค่าพีเอช 7.13 ค่าความนำไฟฟ้า 417.6 ไมโครซีเมนส์ ปริมาณของแข็งละลายน้ำ 223.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม มีค่าน้อยกว่า 2.2 เอ็นพีเอ็น/100 ลูกบาศก์เซนติเมตร และไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล

3. การปรับสภาพน้ำด้วยกระบวนการรวมตะกอน แล้วตามด้วยกระบวนการกรอง

ผลการปรับสภาพน้ำผิวดินด้วยกระบวนการรวมตะกอน (กระบวนการจากข้อ 1) แล้วตามด้วยกระบวนการกรอง (กระบวนการจากข้อ 2) คุณภาพน้ำหลังการปรับสภาพมีค่าพีเอช 8.14 ค่าความนำไฟฟ้า 552.6 ไมโครซีเมนส์ ปริมาณของแข็งละลายน้ำ 241.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม มีค่าน้อยกว่า 2.2 เอ็นพีเอ็น/100 ลูกบาศก์เซนติเมตร และไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล

4. ระบบการปรับสภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร บ้านผาปก อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

การปรับสภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดิน บ้านผาปก อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ใช้กระบวนการกรองทรายร่วมกับการกรองด้วยถ่านกัมมันต์ เนื่องจากสมบัติของน้ำในสระค่อนข้างใส จึงไม่จำเป็นต้องใช้กระบวนการรวมตะกอนด้วยอะลูมิเนียมซัลเฟต และการใช้อะลูมิเนียมซัลเฟต ทำให้น้ำที่ปรับสภาพแล้วมีค่าพีเอชต่ำ ซึ่งต้องเพิ่มกระบวนการปรับพีเอช รวมทั้งมีตะกอนที่เกิดจากการปรับสภาพน้ำ ทำให้เพิ่มความยุ่งยากในการจัดการระบบปรับสภาพน้ำ และวิธีการกรองด้วยทรายและถ่านกัมมันต์ เป็นวิธีที่ได้น้ำสะอาดรวมทั้งขั้นตอนในการดูแลรักษาระบบง่าย

5.2 ข้อเสนอแนะ

ช่วงเก็บตัวอย่าง มาทดลอง เป็นช่วงเดือนพฤศจิกายน - มกราคม ซึ่งเป็นช่วงผ่านหน้าฝนมานาน ทำให้น้ำในสระมีปริมาณมากและค่อนข้างใส เนื่องจาก ในการออกแบบระบบครั้งนี้ ไม่สามารถ เก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ และปรับสภาพน้ำเพื่อหาภาวะที่เหมาะสมในทุกช่วงของแต่ละฤดูกาลได้ ดังนั้น ในช่วงหน้าฝน หรือ หน้าแล้ง ถ้าน้ำมีลักษณะขุ่น อาจจะต้องเพิ่มกระบวนการรวมตะกอน หรือ เพิ่มจำนวนครั้งของการกรอง เพื่อให้ น้ำมีสมบัติที่ดี เหมาะแก่การนำไปใช้ในการล้างวัตถุดิบ และภาชนะรองรับต่างๆ



เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเกษตรอำเภอสวนผึ้ง. 2559. [ออนไลน์]. [อ้างถึงวันที่ 2 มกราคม 2559]. เข้าถึงได้จาก

<http://suanphueng.ratchaburi.doae.go.th/ATSC/Mainpage/030.html>

ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร. 2558. [ออนไลน์]. [อ้างถึงวันที่ 4 สิงหาคม 2558]. เข้าถึงได้จาก

<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2006/water-hardness>

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 193) พ.ศ.2543 เรื่อง วิธีการผลิตเครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหาร

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท [ออนไลน์]. [อ้างถึงวันที่ 16 ตุลาคม 2557]. เข้าถึงได้จาก:

[http://newsser.fda.moph.go.th/food/file/Laws/Notification%20of%20Ministry%20of%20Public Health/Law03P61](http://newsser.fda.moph.go.th/food/file/Laws/Notification%20of%20Ministry%20of%20Public%20Health/Law03P61)

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท [ออนไลน์]. [อ้างถึงวันที่ 16 ตุลาคม 2557]. เข้าถึงได้จาก:

[http://newsser.fda.moph.go.th/food/file/Laws/Notification%20of%20Ministry%20of%20Public Health/Law03P135](http://newsser.fda.moph.go.th/food/file/Laws/Notification%20of%20Ministry%20of%20Public%20Health/Law03P135)



ภาคผนวก ก

ตารางที่ 1ก สมบัติของน้ำดิบจากแหล่งน้ำผิวดิน

จุดเก็บน้ำ	pH	TSS (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)
1	7.71	4.00	186.00	78.92
2	7.64	6.00	146.00	36.33
3	7.80	5.00	166.00	23.92
4	7.71	6.00	106.00	38.77

ตาราง 2ก ผลของค่าพีเอชต่อความนำไฟฟ้าในการปรับสภาพน้ำด้วยอะลูมิเนียมซัลเฟตร่วมกับปูนขาว

น้ำตัวอย่าง (ml)	Alum 10% (ml)	ปูนขาว10% (ml)	pH	ความนำไฟฟ้า (μ S)				
				1	2	3	4	5
200	0.6	0.5	7	630	624	604	595	590
		0.5	8	590	620	590	625	570
		0.5	9	580	600	590	620	575

ตาราง 3ก ผลการทดสอบ Ftest ค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้าของการรวมตะกอนด้วยอะลูมิเนียมซัลเฟตที่พีเอช ต่างกัน

pH	mean	SD	F	sig.
7	608.60	17.66	0.7994	0.472
8	599.00	23.02		
9	593.00	17.89		

Critical value ($\alpha=0.05$) = F-table = 3.8853

ตาราง 4ก ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้ารายคู่

pH		pH	d	LSD	P
7	กับ	8	9.60*	27.12	0.482
8		9	6.00	27.12	0.658
9		7	15.60	27.12	0.203

ตาราง 5ก ผลของปริมาณอะลูมิเนียมซัลเฟตต่อความนำไฟฟ้าของการรวมตะกอนด้วยอะลูมิเนียมซัลเฟต และปูนขาวที่ปริมาณอะลูมิเนียมต่างๆ

น้ำตัวอย่าง (ml)	pH	ปูนขาว10% (ml)	Alum 10% (ml)	ความนำไฟฟ้า (μ s)				
				1	2	3	4	5
200	7	0.5	0.4	645	687	650	608	615
			0.6	630	624	604	595	590
			0.8	621	618	584	629	581
			1.0	650	649	612	631	609
			1.2	680	651	650	660	621

ตาราง 6ก ผลการทดสอบ Ftest ค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้าของการรวมตะกอนที่พีเอช 7 ด้วยอะลูมิเนียมซัลเฟต ปริมาณ ต่างกัน

อะลูมิเนียมซัลเฟต 10% (ml)	mean	SD	F	sig.
0.4	641.00	31.54	3.7918	0.0019
0.6	608.60	17.66		
0.8	606.60	22.39		
1.0	630.20	19.54		
1.2	652.40	22.29		

Critical value ($\alpha=0.05$) = F-table = 2.8661

ตาราง 7ก ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้ารายคู่

อะลูมิเนียมซัลเฟต 10% (ml)		อะลูมิเนียมซัลเฟต 10% (ml)	d	LSD	P
0.4	กับ	0.60	32.40	30.33	0.090
0.6		0.80	2.00	30.33	0.879
0.8		0.40	34.40	30.33	0.086
1		0.40	10.80	30.33	0.537
1		0.60	21.60	30.33	0.104
1		0.80	23.60	30.33	0.114
1.2		0.40	11.40	30.33	0.524
1.2		0.60	43.80*	30.33	0.008
1.2		0.80	45.80*	30.33	0.011
1.2		1.00	22.20	30.33	0.124

ตารางที่ 8ก สมบัติของน้ำหลังผ่านกระบวนการกรองด้วยตัวกรองชนิดต่างๆ โดยการกรอง 1 ครั้ง

Sample	pH	Conductivity (μ s)	TDS (พีพีเอ็ม)	
Sand	7.26	402	195	
	7.17	432	216	
	7.31	429	212	
Anthracite	7.37	434	218	
	7.65	459	230	
	7.67	476	239	
Activated Carbon	8.02	549	274	
	8.25	589	296	
	8.3	583	293	

ตารางที่ 9ก ผลการทดสอบ Ftest ค่าเฉลี่ยพีเอชของสารกรองทั้งสามชนิด (กรอง 1 ครั้ง)

	sum of squares	df	mean square	F	sig.
between groups	1.3829	2	0.6914	37.3972	<0.001
with in groups	0.1109	6	0.0185		
total	1.4938	8			

Critical value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433

ตารางที่ 10ก ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยพีเอชรายคู่ (กรอง 1 ครั้ง)

			d	LSD	P
ทราย	กับ	ถ่านแอนทราไซต์	0.32	0.27	0.066
ถ่านแอนทราไซต์		ถ่านกัมมันต์	0.63*	0.27	0.009
ถ่านกัมมันต์		ทราย	0.94*	0.27	0.003

ตารางที่ 11ก ผลการทดสอบ Ftest ค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้าของสารกรองทั้งสามชนิด(กรอง 1 ครั้ง)

	sum of squares	df	mean square	F	sig.
between groups	38322.6667	2	19161.3333	48.5234	<0.001
with in groups	2369.3333	6	394.8889		
total	40692.0000	8			

Critical value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433

ตารางที่ 12 ก ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้ารายคู่ (กรอง 1 ครั้ง)

			d	LSD	P
ทราย	กับ	ถ่านแอนทราไซต์	35.33	39.70	0.088
ถ่านแอนทราไซต์		ถ่านกัมมันต์	117.33*	39.70	0.003
ถ่านกัมมันต์		ทราย	152.67*	39.70	0.001

ตารางที่ 13 ก ผลการทดสอบ Ftest ค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำของสารกรองทั้งสามชนิด(กรอง 1 ครั้ง)

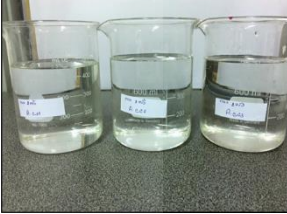
	sum of squares	df	mean square	F	sig.
between groups	10296.8889	2	5148.4444	40.8967	<0.001
with in groups	755.3333	6	125.8889		
total	11052.2222	8			

Critical value ($\alpha=0.05$) = F-table =

ตารางที่ 14ก ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำรายคู่ (กรอง 1 ครั้ง)

			d	LSD	P
ทราย	กับ	ถ่านแอนทราไซต์	21.33	22.42	0.074
ถ่านแอนทราไซต์		ถ่านกัมมันต์	58.67*	22.42	0.003
ถ่านกัมมันต์		ทราย	80.00*	22.42	0.001

ตารางที่ 15ก สมบัติของน้ำหลังผ่านกระบวนการกรองด้วยตัวกรองชนิดต่างๆ โดยการกรอง 2 ครั้ง

Sample	pH	Conductivity (μ s)	TDS (พีพีเอ็ม)	
Sand	6.91	431.00	217.00	
	7.16	433.00	217.00	
	7.28	431.00	214.00	
Anthracite	7.50	459.00	231.00	
	7.70	465.00	233.00	
	7.72	464.00	234.00	
Activated Carbon	8.16	594.00	297.00	
	8.30	604.00	302.00	
	8.32	609.00	303.00	

ตารางที่ 16ก ผลการทดสอบ Ftest ค่าเฉลี่ยพีเอชของสารกรองทั้งสามชนิด (กรอง 2 ครั้ง)

	sum of squares	df	mean square	F	sig.
between groups	1.9655	2	0.9827	50.8024	<0.001
with in groups	0.1161	6	0.0193		
total	2.0816	8			

Critical value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433

ตารางที่ 17ก ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยพีเอชรายคู่ (กรอง 2 ครั้ง)

			d	LSD	P
ทราย	กับ	ถ่านแอนทราไซต์	0.52*	0.28	0.021
ถ่านแอนทราไซต์		ถ่านกัมมันต์	0.62*	0.28	0.003
ถ่านกัมมันต์		ทราย	1.14*	0.28	0.003

ตารางที่ 18ก ผลการทดสอบ Ftest ค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้าของสารกรองทั้งสามชนิด (กรอง 2 ครั้ง)

	sum of squares	df	mean square	F	sig.
between groups	49594.8889	2	24797.4444	1062.7476	<0.001
with in groups	140.0000	6	23.3333		
total	49734.8889	8			

Critical value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433**ตารางที่ 19ก** ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้ารายคู่ (กรอง 2 ครั้ง)

			d	LSD	P
ทราย	กับ	ถ่านแอนทราไซต์	31.00*	9.65	0.001
ถ่านแอนทราไซต์		ถ่านกัมมันต์	139.67*	9.65	<0.001
ถ่านกัมมันต์		ทราย	170.67*	9.65	0.001

ตารางที่ 20ก ผลการทดสอบ Ftest ค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำของสารกรองทั้งสามชนิด (กรอง 2 ครั้ง)

	sum of squares	df	mean square	F	sig.
between groups	12070.2222	2	6035.1111	1155.6596	<0.001
with in groups	31.3333	6	5.2222		
total	12101.5556	8			

Critical value ($\alpha=0.05$) = F-table =**ตารางที่ 21ก** ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำรายคู่ (กรอง 2 ครั้ง)

			d	LSD	P
ทราย	กับ	ถ่านแอนทราไซต์	16.67*	4.57	<0.001
ถ่านแอนทราไซต์		ถ่านกัมมันต์	18.00*	4.57	<0.001
ถ่านกัมมันต์		ทราย	84.67*	4.57	<0.001

ตารางที่ 22ก สมบัติของน้ำหลังผ่านกระบวนการกรองด้วยถ่านแอนทราไซด์ตามด้วยถ่านกัมมันต์

Sample	pH	Conductivity (μ s)	TDS (พีพีเอ็ม)	
ถ่านแอนทราไซด์ ตามด้วยถ่านกัมมันต์	8.10	420.00	230.00	
	8.14	423.00	238.00	
	8.12	423.00	231.00	
ทรายตามด้วย ถ่านกัมมันต์	7.11	417.00	216.00	
	7.19	418.00	228.00	
	7.11	417.00	228.00	

ตารางที่ 23ก สมบัติของน้ำที่ผ่านการกรองด้วยตัวกรองสามชนิด

Sample	pH	Conductivity (μ s)	TDS (พีพีเอ็ม)	
ถ่านแอนทราไซด์ ตามด้วยทรายและ ถ่านกัมมันต์	7.20	457.00	218.00	
	7.30	454.00	228.00	
	7.33	465.00	219.00	
ทรายตามด้วยถ่าน แอนทราไซด์และ ถ่านกัมมันต์	7.30	427.00	221.00	
	7.32	433.00	216.00	
	7.31	435.00	226.00	

ตารางที่ 24ก ผลการทดสอบ Ftest ค่าเฉลี่ยพีเอช ของสารกรองต่างชนิด

สารกรอง	mean	SD	F	sig.
ถ่านแอคทีฟคาร์บอน ตามด้วยถ่านกัมมันต์	8.120	0.020	328.2125	<0.001
ทราย ตามด้วยถ่านกัมมันต์	7.137	0.046		
ถ่านแอคทีฟคาร์บอน ทราย และถ่านกัมมันต์	7.277	0.068		
ทราย แอคทีฟคาร์บอน และถ่านกัมมันต์	7.310	0.010		

Critical value ($\alpha=0.05$) = F-table = 4.0662

ตาราง 25ก ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยพีเอชรายคู่

			d	LSD	P
ถ่านแอคทีฟคาร์บอน	กับ	ทราย	0.98*	0.08	<0.001
ถ่านกัมมันต์		ถ่านกัมมันต์			
ทราย		ถ่านแอคทีฟคาร์บอน	0.14*	0.08	0.049
ถ่านกัมมันต์		ทราย			
ถ่านแอคทีฟคาร์บอน		ถ่านแอคทีฟคาร์บอน	0.84*	0.08	0.001
ทราย		ถ่านกัมมันต์			
ถ่านกัมมันต์		ถ่านแอคทีฟคาร์บอน	0.81*	0.08	<0.001
ทราย		ถ่านกัมมันต์			
ถ่านแอคทีฟคาร์บอน		ทราย	0.17*	0.08	0.019
ถ่านกัมมันต์		ถ่านกัมมันต์			
ทราย		ถ่านแอคทีฟคาร์บอน	0.03	0.08	0.487
ถ่านกัมมันต์		ทราย			
ถ่านแอคทีฟคาร์บอน		ถ่านกัมมันต์			

ตารางที่ 26ก ผลการทดสอบ Ftest ค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้า ของสารกรองต่างชนิด

สารกรอง	mean	SD	F	sig.
ถ่านแอคทีฟคาร์บอน ตามด้วยถ่านกัมมันต์	422.00	1.732	77.4067	<0.001
ทราย ตามด้วยถ่านกัมมันต์	417.33	0.577		
ถ่านแอคทีฟคาร์บอน ทราย และถ่านกัมมันต์	458.67	5.686		
ทราย แอคทีฟคาร์บอน และถ่านกัมมันต์	431.67	4.163		

Critical value ($\alpha=0.05$) = F-table = 4.0662

ตาราง 27ก ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้ารายคู่

			d	LSD	P
ถ่านแอคทีฟคาร์บอน	กับ	ทราย	4.67*	6.85	0.033
ถ่านกัมมันต์		ถ่านกัมมันต์			
ทราย		ถ่านแอคทีฟคาร์บอน	41.33*	6.85	0.006
ถ่านกัมมันต์		ทราย			
ถ่านแอคทีฟคาร์บอน		ถ่านแอคทีฟคาร์บอน	36.67*	6.85	0.005
ทราย		ถ่านกัมมันต์			
ถ่านแอคทีฟคาร์บอน	กับ	ถ่านแอคทีฟคาร์บอน	9.67*	6.85	0.041
ถ่านกัมมันต์		ถ่านกัมมันต์			
ทราย		ทราย	14.33*	6.85	0.025
ถ่านกัมมันต์		ถ่านกัมมันต์			
ทราย	กับ	ถ่านแอคทีฟคาร์บอน	27.00*	6.85	0.004
ถ่านกัมมันต์		ทราย			

ตารางที่ 28ก ผลการทดสอบ Ftest ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งละลายน้ำ ของสารกรองต่างชนิด

สารกรอง	mean	SD	F	sig.
ถ่านแอคทีฟคาร์บอน ตามด้วยถ่านกัมมันต์	233.00	4.359	3.0109	0.09
ทราย ตามด้วยถ่านกัมมันต์	224.00	6.928		
ถ่านแอคทีฟคาร์บอน ทราย และถ่านกัมมันต์	221.67	5.508		
ทราย แอคทีฟคาร์บอน และถ่านกัมมันต์	221.00	5.000		

Critical value ($\alpha=0.05$) = F-table = 4.0662

ตาราง 29ก ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งละลายน้ำรายคู่

			d	LSD	P
ถ่านแอคทีฟคาร์บอน	กับ	ทราย	9.00	10.41	0.143
ถ่านกัมมันต์		ถ่านกัมมันต์			
ทราย		ถ่านแอคทีฟคาร์บอน	2.33	10.41	0.673
ถ่านกัมมันต์		ทราย			
ถ่านแอคทีฟคาร์บอน		ถ่านแอคทีฟคาร์บอน	11.33	10.41	0.052
ทราย		ถ่านกัมมันต์			
ถ่านกัมมันต์		ถ่านแอคทีฟคาร์บอน	12.00*	10.41	0.036
ทราย		ถ่านกัมมันต์			
ถ่านแอคทีฟคาร์บอน		ทราย	3.00	10.41	0.579
ถ่านกัมมันต์		ถ่านกัมมันต์			
ทราย		ถ่านแอคทีฟคาร์บอน	0.67	10.41	0.884
ถ่านกัมมันต์		ทราย			
ถ่านแอคทีฟคาร์บอน		ถ่านกัมมันต์			

ตารางที่ 30 ก. เปรียบเทียบสมบัติของน้ำระหว่างกระบวนการรวมตะกอนและตกตะกอน และกระบวนการรวมตะกอน ตกตะกอนและการกรองด้วยทรายและถ่านกัมมันต์

Sample	pH	Conductivity (μ s)	TDS (พีพีเอ็ม)	
กระบวนการรวม ตะกอนและ ตกตะกอน	4.46	621.00	309.00	
	4.40	618.00	310.00	
	4.73	584.00	290.00	
	4.44	629.00	313.00	
	4.66	581.00	291.00	
กระบวนการรวม ตะกอน ตกตะกอนและ การกรองด้วย ทรายและ ถ่านกัมมันต์	7.65	550.00	244.00	
	8.25	552.00	236.00	
	8.28	553.00	246.00	
	8.25	555.00	247.00	
	8.29	553.00	236.00	



ภาคผนวก ข

น้ำสะอาดและปลอดภัยมีลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ

- (1) ไม่มีสารพิษเจือปน
- (2) ปราศจากเชื้อโรคที่อาจทำให้เกิดโรคโดยน้ำเป็นสื่อ
- (3) หากมีแร่ธาตุหรือสารบางอย่างปนอยู่ต้องไม่เกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด

ดังนั้น เพื่อให้ประชาชนได้บริโภคน้ำสะอาดและปลอดภัย องค์การอนามัยโลก จึงได้กำหนดมาตรฐานน้ำบริโภคเอาไว้ ดังนี้



ตารางที่ 1ข เกณฑ์คุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก (WHO) ปี 2536

คุณภาพ	เกณฑ์คุณภาพน้ำดื่ม		หมายเหตุ
	ที่กำหนด	ที่อนุโลม	
1. ทางด้านกายภาพ			
สี (หน่วย)	15	-	ความขุ่นควรมีค่า < 1 ในกรณีที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโรค
กลิ่น	-	-	
รส	-	-	
ความขุ่น	5	-	
2. ทางด้านเคมี (มก./ลิตร)			
อะลูมิเนียม	0.2	-	
แอมโมเนียม	1.5	-	
คลอไรด์	250	-	
ความกระด้าง	-	500	
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	0.05	0.1	
เหล็ก	0.3	-	
แมงกานีส	0.1	0.5	
โซเดียม	200	-	
ซัลเฟต	250	-	
สารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย	1,000	-	
สังกะสี	3	-	
ฟลูออไรด์	-	1.5	
ตะกั่ว	-	0.01	
ปรอท	-	0.001	
ซิลิเนียม	-	0.01	
ทองแดง	-	2	
โครเมียม	-	0.5	
แคดเมียม	-	0.003	
สารหนู	-	0.01	
3. ทางด้านแบคทีเรีย (MPN/100 mL)			
แบคทีเรียประเภทโคลิฟอร์ม	0	0	
แบคทีเรียประเภทฟิคัลโคลิฟอร์ม	0	0	

ที่มา : World Health Organization (WHO) , 1993

ตารางที่ 2ข มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มของหน่วยงานต่าง ๆ

คุณภาพ	กระทรวงสาธารณสุข	การประปานครหลวง	การประปาภูมิภาค	
			เกณฑ์ที่กำหนด	เกณฑ์ที่อนุมัติ
ทางด้านฟิสิกส์				
1. สี (หน่วย)	20	20	5.0	50
2. กลิ่น	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	
3. รส	-	ไม่มี	-	-
4. ความขุ่น	5	5	5	20
ทางด้านเคมี (หน่วย mg/l)				
1.Ammonia (N) ¹	0.1	0.05	-	-
2.Arsenic	0.05	0.01	-	-
3.Barium	-	-	-	1.0
4.Cadmium	-	-	-	0.01
5.Calcium	-	-	75	200
6.Chloride (Cl)	250	250	200	600
7.Chromium	-	0.05	-	0.05
8.Copper	-	1.0-3.0	1.0	1.5
9.Cyanide	-	0.01-0.2	-	0.2
10.Fluoride (F)	1.5	1.2	-	1-1.5
11.Hardness	300	300	-	-
12.Iron	0.5	0.5	0.3	1.0
13.Lead	0.1	0.5	-	0.05
14.Magnesium	-	125	50	150
15.Manganese	-	0.3	0.1	0.5
16.Mercury	-	-	-	-
17.Nitrate (N)	4.0	1.5	-	45
18.Nitrite (N)	0.1	0.001	-	-
19.Phenol	-	-	0.001	0.002
20.pH	6.5-8.5	6.8-8.2	7.0-8.5	6.5-9.2
21.Selenium	-	0.01	-	0.01
22.Sulfate	-	250	200	400
23.Total Solids	1000	1000	-	-
24.Zinc	-	15	5	15
ทางด้านแบคทีเรีย			<2.2	
1.M.P.N Coliform org./ 100 ml)	<2.2	-		
2.Total plate count (Colonies/ml)	500	-	500	
3.E.coli	ไม่มี	-	ไม่มี	

1. (N) – in term of Nitrogen

ที่มา : มานัส หงษ์พร้อมญาติ และเกศินี ปิติเสรี, 2528

ภาคผนวก ค

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล นางชนิษฐา เจริญลาภ

Mrs Khanittha Charoenlarp

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3100602422195

3. ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์

เวลาที่ใช้ทำวิจัย (10 ชั่วโมง : สัปดาห์)

4. หน่วยงานที่อยู่ ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ

2 ถนนนางลิ้นจี่ พุ้มมหาเมฆ สาทร กรุงเทพฯ 10120

E.mail Khanit_C@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2539

วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยศิลปากร พ.ศ. 2529

Certificate of Achievement “Carbon Footprint of Products” Certificated by Thailand Greenhouse Gas Management Organization. October 13-15, 2011

Certificate of Achievement “Life Cycle Assessment”. October 6-8, 2011

Certificate of Achievement “QMS Auditor/Lead Auditor Training Course (ISO9001:2008)” Course No: A17086 Certificated by IRCA. October 2012.

Certificate of Attendance “Information Security Management Systems Auditor/Lead Auditor Training Course”. Certificated serial No. TH05/13/096/007 by Bureau Veritas. May 2013.

Certificate of Attendance “Energy Management Systems Auditor/Lead Auditor Training Course and has successfully completed examination”. Certificated serial No. TH05/13/094/006 by Bureau Veritas. May 2013.

Certificate of Successful Completion “Information Security Management Systems Auditor/Lead Auditor Training Course (Based on ISO/IEC 27001:2005 standard)”. Course No. A17207. Certificated serial No IS/13/TH/2113.by IRCA. May 2013.

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

การบำบัดน้ำเสียสิ่งทอ

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

-

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย

(1) การกำจัดสีย้อมสีเพิร์ส สีไดเร็กซ์ และสีรีแอคทีฟจากน้ำเสียย้อมผ้าโดยกระบวนการตกตะกอนทางเคมี (งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ.2544)

(2) การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดสีจากโรงงานย้อมผ้าโดยระบบแอคทีเวเต็ดสลัดจ์และระบบตกตะกอนทางเคมี (งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ.2545)

(3) อิทธิพลของยีสต์ต่อการลอกแบ่งด้วยเอนไซม์ (สกว. พ.ศ.2546)

(4) การพัฒนาการจัดการบำบัดน้ำเสียจากการย้อมสี (งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ.2547)

(5) การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของห้างหุ้นส่วนจำกัด เจริญชัยการย้อมให้อยู่ในมาตรฐานน้ำทิ้งโดยมีค่าใช้จ่ายลดลง (สกว. พ.ศ. 2547)

(6) การบำบัดน้ำเสียเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่สำหรับโรงงานฟอกย้อม(งบประมาณพิเศษพ.ศ. 2548)

(7) การนำน้ำย้อมกลับมาใช้ใหม่โดยการกำจัดสีด้วยโอโซน (งบประมาณแผ่นดินพ.ศ. 2549)

(8) ผลของโลหะในน้ำต่อกระบวนการย้อม (งบประมาณแผ่นดินพ.ศ. 2550)

(9) ผลของโลหะไอออนในน้ำต่อกระบวนการฟอกผ้าฝ้ายสัก(งบประมาณพิเศษ พ.ศ. 2550)

(10) การอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรป่าชายเลนอำเภอขลุ้ง จังหวัดจันทบุรี (งบประมาณพิเศษ พ.ศ.2550)

(11) การนำน้ำย้อมกลับมาใช้ใหม่โดยการกำจัดสีด้วยกระบวนการไฟฟ้าเคมี (งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ.2551)

(12) การบำบัดน้ำเสียโรงงานทอผ้าด้วยเครื่องวอเตอร์เจ็ตเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ (งบประมาณ

แผ่นดินพ.ศ. 2552)

(13) ประสิทธิภาพของปั๊มประติษฐ์ในการบำบัดน้ำทิ้งจากการฟอกย้อมเส้นด้ายอะคริลิก

(งบประมาณแผ่นดินพ.ศ. 2553)

(14) การบำบัดน้ำเสียอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมด้วยเครื่องจักรชีวภาพ (งบวิจัยทุนนวัตกรรม พ.ศ.2553)

(15) การมีส่วนร่วมระหว่างชุมชนและโรงเรียนในการอนุรักษ์แหล่งน้ำ (งบประมาณเงินรายได้ พ.ศ. 2554)

(16) สิ่งทอสร้างสรรค์ด้วยสีย้อมธรรมชาติจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (งบประมาณ สกอ. พ.ศ. 2555)

(17) การกำจัดสีในน้ำเสียสิ่งทออย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมด้วยสาร โคแอกกูแลนต์จากธรรมชาติ(งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ. 2556)

(18) ประสิทธิภาพของระบบพีชกรองน้ำร่วมกับเครื่องกลเติมอากาศในการบำบัดน้ำเสียจากพื้นที่โครงการพัฒนาอtoyดุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ (งบประมาณ สกอ. พ.ศ. 2557)

(19) ปรับปรุงประสิทธิภาพของปั๊มประติษฐ์ในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานกระดาษสา และ ย้อมสีด้าย โครงการพัฒนาอtoyดุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ(งบประมาณ เงินรายได้. พ.ศ. 2557)

7.3 ผู้ร่วมโครงการวิจัย

(1) การเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ (สกว. พ.ศ.2545)

(2) แนวทางการมีส่วนร่วมในการจัดการน้ำเสีย ตลาดน้ำลำพญา จังหวัดนครปฐม (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, พ.ศ.2553)

7.4 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อผลงานวิจัย ปีที่ตีพิมพ์ การเผยแพร่

ชนิษฐา เจริญลาภ. 2001. การกำจัดสีดิสเพิร์ส สีไดเร็กท์ และสีรีแอคทีฟ จากน้ำทิ้งย้อมผ้าโดย กระบวนการตกตะกอนทางเคมี. Textile Journal:Colour way, 7(34): 32-38.

บุญศรี คู่สุขธรรม, ชนิษฐา เจริญลาภ, และสมชาย อุดร. 2003. การเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำทิ้ง จากอุตสาหกรรมสิ่งทอ ตอน 1. Textile Journal:Colour way, 8(45): 18-20.

บุญศรี คู่สุขธรรม, ชนิษฐา เจริญลาภ, และสมชาย อุดร. 2003. การเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำทิ้ง จากอุตสาหกรรมสิ่งทอ .Textile Journal:Colour way, 8(46): 47-50.

ชนิษฐา เจริญลาภ. 2003. ระบบน้ำใช้ในอุตสาหกรรม. Textile Journal:Colour way, 9(47) : 23-26

ชนิษฐา เจริญลาภ. 2003. แนวทางการเลือกใช้สารเคมี. Textile Journal:Colour way, 9(47) : 65-67

- ชนิษฐา เจริญลาภ, พริยะ แก่นทับทิม. 2003. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดสีจากโรงงานย้อมผ้าโดยระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์และระบบตกตะกอนทางเคมี .Textile Journal:Colour way, 10(47).
- ชนิษฐา เจริญลาภ, พริยะ แก่นทับทิม. 2003. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดสีจากโรงงานย้อมผ้าโดยระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์และระบบตกตะกอนทางเคมี .Textile Journal:Colour way, 11(47).
- ชนิษฐา เจริญลาภ. 2005. อิทธิพลของยีสต์ต่อการลอกแป้งด้วยเอนไซม์. Textile Journal:Colour way, 10(48): 40-45
- ชนิษฐา เจริญลาภ.2005. การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานฟอกย้อมให้อยู่ในมาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรมโดยมีค่าใช้จ่ายลดลง Textile Journal:Colour way, 11(48): 84-88.
- Charoenlarp, K., Narongchai, C., and Numphet, J., 2009, “Effects of metal in water on cotton knitted bleaching process”, The commemorative international conference of the occasion of the 4th cycle anniversary of KMUTT sustainable development to save the earth: Technologies and strategies vision 2050 (SDSE2008), Millennium Hilton Bangkok Hotel, Bangkok, Thailand. 7-9 April 2009, pp 364-366.
- Charoenlarp, K and Choyphan,W. 2009. Reuse of dye wastewater through colour removal with electrocoagulation process. As.J. Energy Env. 10(04), 250-260.
- Charoenlarp,K., Thongpob,K., Matmoosaw, K., Kaewkhew,W., and Lanchakawin,S. 2010. Treatment of textile industrial wastewater from water jet loom machine, Journal of chemistry and chemical engineering. 4(05), 23-28.

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล นางกาญจนา ชินสำราญ
Mrs. Kanjana Chinsamran
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 32501 00512 278
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์
เวลาที่ใช้ทำวิจัย (10 ชั่วโมง : สัปดาห์)
4. หน่วยงานที่อยู่ ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์
สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2 ถนนนางลิ้นจี่ พุ้มมหาเมฆ สาทร กรุงเทพฯ 10120

E.mail kanjana.c@rmutk.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

วท.ด. (เทคโนโลยีชีวภาพ) ม.เกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2548

วท.ม. (จุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2531

วท.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน พ.ศ. 2527

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

การวิเคราะห์จุลินทรีย์, ผลิตภัณฑ์จากจุลินทรีย์

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

-

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย

(1) ความหลากหลายของไซยาโนแบคทีเรียในน้ำข้าว พื้นที่อำเภอบางแพ จ.ราชบุรี พ.ศ. 2558 (งบ สกอ.)

(2) การศึกษาความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกตัวเต็มวัยและวัยอ่อนในพื้นที่เกษตรกรรมของอำเภอสวนผึ้ง จ.ราชบุรี พ.ศ. 2557 (งบ สกอ.)

(3) การศึกษาความหลากหลายของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช. พ.ศ. 2556 (งบ สกอ.)

(4) การพัฒนาการผลิตเซลล์ูโลสจากแบคทีเรียในกากน้ำตาลโดยใช้น้ำมะพร้าวเป็นสารอาหารเสริมและการเติมสารที่ทำให้เกิดเจล พ.ศ.2556(งบแผ่นดิน)

(5) การใช้น้ำมะพร้าวเป็นสารอาหารเสริมในกากน้ำตาลเพื่อผลิตกรดโพรพิโอนิกโดยเชื้อ *Propionibacterium acidipropionici* ATCC 4965 พ.ศ.2554(งบแผ่นดิน)

(6) การพัฒนากระบวนการพัฒนาการผลิตแป้งฟลาวาร์จากพืชบางชนิดในประเทศไทยและการศึกษาสมบัติบางประการด้านเคมี-ฟิสิกส์และชีวภาพของแป้งฟลาวาร์ที่ผลิตได้พ.ศ.2551(งบรายได้)

(7) การศึกษาปัจจัยบางประการในการผลิตวันสวรรค์จากน้ำอ้อย พ.ศ. 2544(งบรายได้)

7.3 ผู้ร่วมโครงการวิจัย

- (1) การพัฒนาหลักสูตรและสมรรถนะวิชาชีพเทคโนโลยีชีวภาพ. พ.ศ. 2557. (งบรายได้)
- (2) การวิจัยกระบวนการพัฒนาทักษะการสืบค้นข้อมูลของนักศึกษาคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ. พ.ศ.2556(งบ สกอ.)
- (3) การขับเคลื่อนระบบสมรรถนะสู่โรงงานอุตสาหกรรมอาหารพ.ศ.2554(งบ ก.อุตสาหกรรม)
- (4) การพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพด้านเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร. พ.ศ.2552 (งบรายได้)
- (5) การสำรวจข้อมูลพื้นฐานเพื่อการพัฒนาหลักสูตรของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2550
- (6) โครงการการศึกษาความพึงพอใจของนายจ้างบัณฑิตวิทยาเขตพระนครใต้พ.ศ.2542

7.4 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อผลงานวิจัย ปีที่ตีพิมพ์ การเผยแพร่

กาญจนา ชินสำราญและนิตยา สำเร็จผล. 2554. การพัฒนาการผลิตแป้งฟลาวร์จากพืชบางชนิดในประเทศไทยและการศึกษาสมบัติบางประการด้านเคมี-ฟิสิกส์และชีวภาพของแป้งฟลาวร์ที่ผลิตได้ วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปีที่ 14 ฉบับที่ 2 เล่มที่ 2: 342-347

เกษม คงนิรันดรสุข กาญจนา ชินสำราญ วุฒิ ทักษิณธรรมและ สุรภพ สุทธิวิเศษ. 2014. ความหลากหลายของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช.Rajabhat J. Sci. Humanit. Soc. Sci. 15(2) : 45-53.

K. Chinsamran, K. Piyachomkwan, V. Santisopasri, K. Sriroth. 2005.Effect of Lactic acid Fermentation on Physico-chemical Properties of Starch Derived from Cassava, Sweet Potato and Rice. Kasetsart J.(Nat. Sci.) 39 (1) : 76-87.

K. Chinsamran, K. Piyachomkwan, V. Santisopasri, K. Sriroth. The Role of Lactic Acid Fermentation on Processing and Properties of Sweet Potato and Cassava Starch. pp.45-54. In : Tomasik, P.,V.P.Yuryev and E.Bertoft (Editors). 2004. **Starch: Progress in Structural studies, Modification and Applications**. Polish Society of Food Technologists', Poland.

K. Piyachomkwan, K. Sriroth, K. Chinsamran, K. Laohaphattanalert and C.G.Oates. Development of Standard Protocol for the Processing of High Quality Sweetpotato

Starch for Noodle Making. pp.140-165.*In* : Fuglie, K.O. and M. Hermann (Editors).
2004. **Sweetpotato Post-Harvest Research and Development in China.**
International Potato Center (CIP) East,Southeast Asia and Pacific Region, Indonesia.

