บทที่ 1.

บทนำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1 คำนำ

ในการผลิตน้ำประปา จากแหล่งน้ำดิบในอ่างเก็บน้ำเพื่อใช้ในชุมชน ปัญหาเรื่องการขจัดแอลจี ถือเป็นปัญหาใหญ่ เพราะแอลจีเป็นพืชสามัญที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไปในน้ำผิวดิน และ แหล่งน้ำทุกแห่งที่มีแสงแดดส่องถึง แอลจีสามารถก่อให้เกิดการอุดตันของถังทรายกรอง ทำให้เกิดการสูญเสียหัวความดัน(head loss) อย่างรวดเร็วกว่าปกติ ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องรส และ กลิ่น มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช,ความขุ่น,ค่าออกซิเจนละลายน้ำ(D.O.)และลักษณะทางเคมีกายภาพอื่นๆนอกจากนี้ ยังอาจก่อให้เกิดการอุดตันตะแกรง ที่ทางน้ำเข้า สามารถหลุดติดไปกับถังน้ำประปา ทำให้คุณภาพของน้ำด้อยลงไป และทำให้อัตราการไหลในท่อส่งน้ำลดน้อยลง การอุดตันของแอลจีในเม็ดทราย ของชั้นกรอง ทำให้ยากต่อการทำความสะอาด พร้อมทั้งทำให้ต้องเปลี่ยนทรายกรองบ่อยๆ อายุการใช้งานของทรายกรองจึงสั้นลง เหล่านี้เป็นต้น. (40,35,54,28,42,39,43) (40,41,42,39)

ในการผลิตน้ำประปาโดยใช้น้ำในผิวดินในระขนาดย่อม เป็นแหล่งน้ำดิบ สำหรับราษฎรของหมู่บ้านท่าสะนุ่น ซึ่งเป็นหมู่บ้านอพยพจากบริเวณที่ถูกน้ำท่วม ในการสร้างเขื่อนศรีนครินทร์ จากการวิจัยของ โดม สิทธิเวทย์ (59) ได้ใช้พรีฟิลเตอร์(prefilter)ร่วมกับระบบถังทรายกรองน้ำ โดยพรีฟิลเตอร์ที่ใช้เป็นแบบปล่อยให้น้ำดิบไหลผ่านสารกรองในแนวราบ คือ กรวดขนาดต่างๆ 4 ชั้น ผลการวิจัย พอสรุปได้ดังนี้คือ:-

1. ประสิทธิภาพของการลดความขุ่นเฉลี่ย 94 %(โดยความขุ่นส่วนใหญ่เป็นแอลจี) ที่ปริมาณการกรอง 311 $ม^3$/วัน และ 96 % ที่ปริมาณการกรอง 194 $ม^3$/วัน.

2. ประสิทธิภาพในการกำจัด Total Coliforms ของทั้งสองปริมาณการกรอง มีค่าประมาณ 98 - 99.9 %.

3. ช่วงทำความสะอาดทราย มีค่า 21 วัน สำหรับปริมาณการกรอง 311 $ม^3$/วัน และ 40 วัน สำหรับปริมาณการกรอง 194 $ม^3$/วัน.

จากการติดตามการทำงานของระบบผลิตน้ำประปานี้ ได้ข้อสังเกตต่อไปว่า พรีฟิล-เตอร์ ที่ใช้กรวดเป็นสารกรองนี้สามารถลดความขุ่นของน้ำดิบได้ประมาณ 45% ลด Total Coliforms ได้ประมาณ 80-90% นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอื่นๆ ที่ใช้พรีฟิลเตอร์แบบต่างๆ กำจัดความขุ่น และได้ผลสรุปเช่นเดียวกับงานวิจัยของโดม สิทธิเวทย์ จึงพอจะยืนยันได้ว่า พรีฟิลเตอร์นี้ สามารถลดความขุ่นได้ อันเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและยืดอายุการกรองของเครื่องกรอง และลงทุนไม่แพงอีกด้วย นอกจากนี้ยังไม่ต้องกังวลถึงผลข้างเคียงในการใช้สารเคมีในการใช้สารเคมี เช่น คลอรีน, คอปเปอร์ซัลเฟต เป็นต้น (20,46)

แอลจี แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 3 ประเภท (ตามสี) ได้แก่:-

1. แอลจีสีเขียว (green algae)มีคลอโรฟิลล์ มักอาศัยในน้ำจืด มีทั้งเซลล์เดียว เส้นใย และเป็นกลุ่มก้อน (colony)เช่น Spirogyra, Closterium, Cladophora ฯลฯ

2. แอลจีสีน้ำตาล (brown algae)มักพบในน้ำเค็ม แต่ไดอะตอม (diatoms) ซึ่งจัดเป็นแอลจีสีน้ำตาลเช่นกัน พบได้ทั้งในน้ำจืด น้ำเค็ม น้ำผิวดิน และในดิน

3. แอลจีสีแดง ส่วนใหญ่เป็นเส้นใย เช่นพวกสาหร่ายทะเล

แอลจีทั้งสามชนิดนี้ เป็น Eucaryotic microorganisms ซึ่งก็คือ จุลชีพซึ่งมีนิวเคลียสแท้ ได้แก่พวกโปรโตซัว, ฟังไจ และแอลจี ส่วนแอลจีสีเขียวน้ำเงิน (blue-green algae)นั้นปัจจุบันเรียก Cyanobacteria (blue-green bacteria)ซึ่งเป็นพวก Procaryotie microorganisms เพราะไม่มีนิวเคลียส

<u>การเกิดแอลจีทำให้เกิดผลเสีย และปัญหาต่างๆมากมาย เช่น</u>

-อุดตันเครื่องกรอง ทำให้ระยะเวลาของการกรอง(filter runs)สั้นลง โดยทั่วไปน้ำจากอ่างเก็บน้ำโดยเฉพาะในช่วงปีแรกๆ หรือหลังการก่อสร้างใหม่ๆมักจะทำให้มีจุลชีพเพิ่มมากขึ้น อันเป็นเหตุให้อายุเครื่องกรองสั้นลง เช่นที่บัลติมอร์ มีแพลงตอนโดยเฉลี่ยตลอดเวลา 2 ปี ก่อนกักเก็บน้ำ 211หน่วย/ลบ.ดม. และมีอายุการกรองเฉลี่ย 49.8 ชม. สูงสุด 100 ชม.ในช่วงปีแรกของการกักเก็บน้ำ นับแพลงตอนโดยเฉลี่ยได้ถึง4,724หน่วย/ลบ.ดม. มีอายุการกรองเฉลี่ยเพียง 25.5ชม.และสูงสุดเพียง 37ชม. เท่านั้น แอลจีชนิดอุดตันเครื่อง-กรอง ได้แสดงภาพประกอบไว้ดังในภาพที่ 1-1 (42)

-รบกวนการทำงานของขบวนการโคแอกกูเลชั่น(Coagulation)และการตกตะกอน

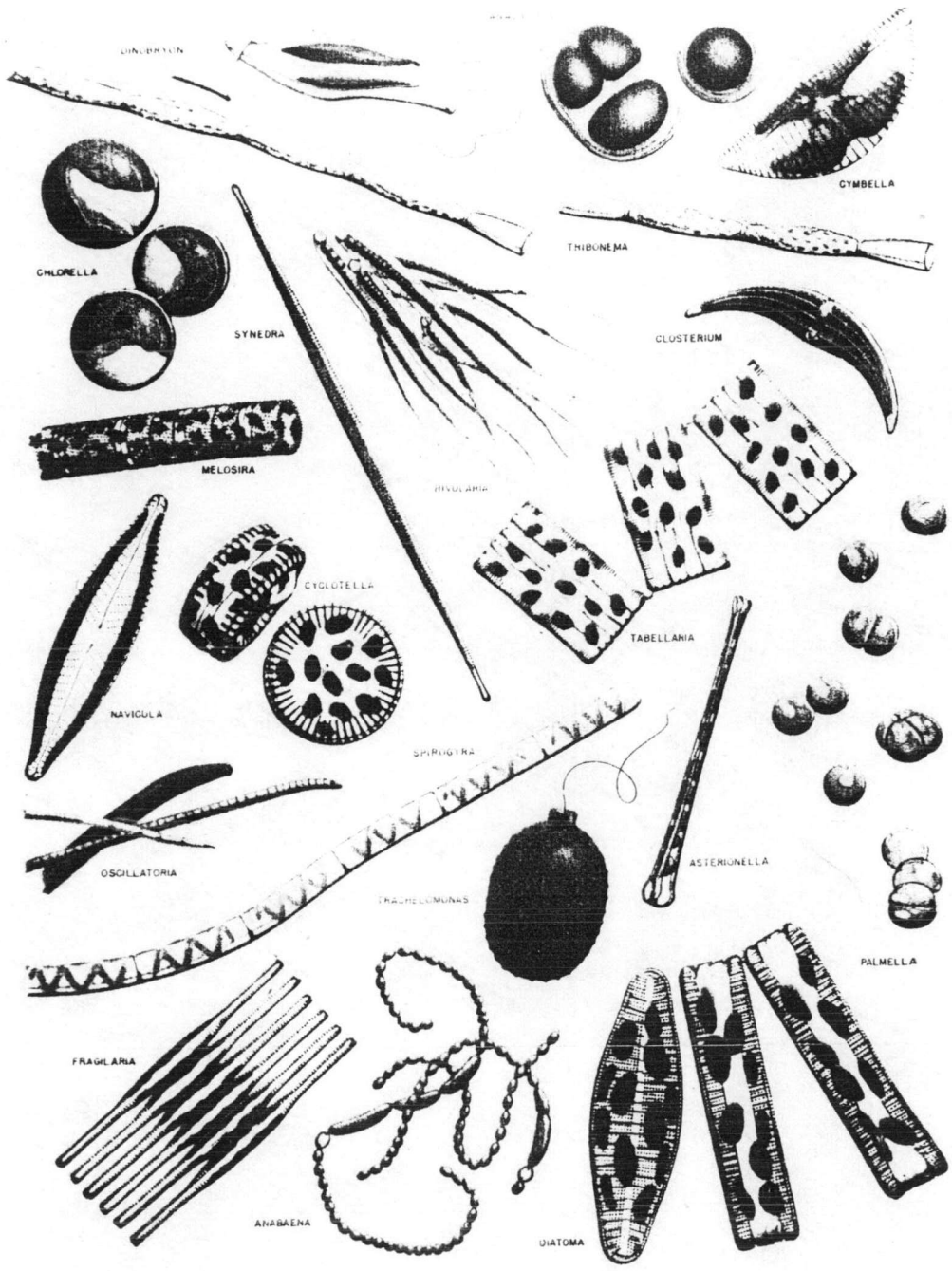

Plate B. Filter clogging algae

ภาพที่ 1 – 1 แอลจีที่อุดตันเครื่องกรอง

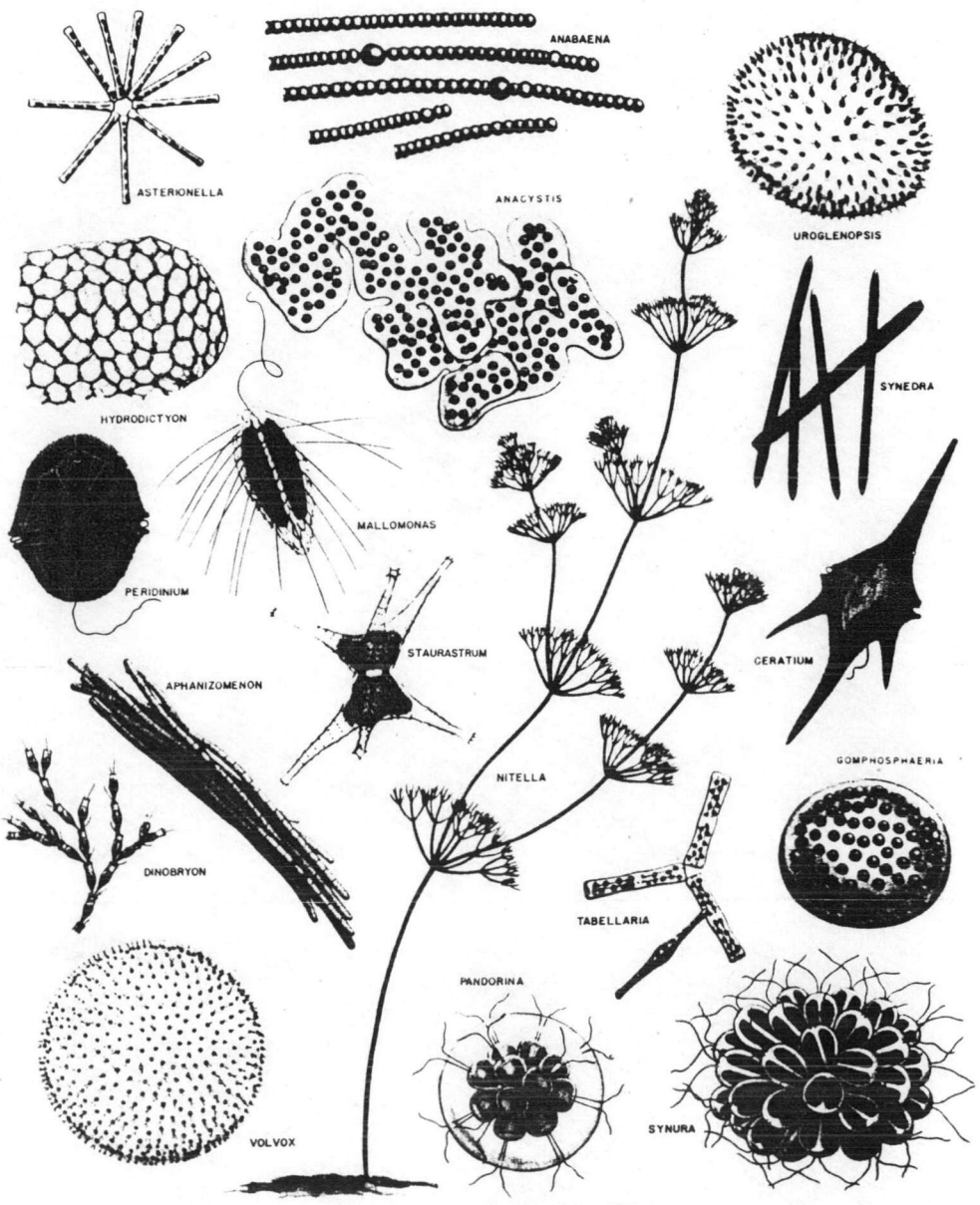

Plate A. Taste and odor algae

รูปที่ 1–2 แอลจีทำให้เกิดกลิ่น และรส

มีรายงานว่า Synedra และ Asterionella[40] เป็นตัวขัดขวางการเกิดฟล็อคที่เหมาะสม และแอลจีที่ยังมีชีวิตอยู่ก็มีแนวโน้มที่จะกระจายทั่วไปในน้ำ ไม่ค่อยตกตะกอน นอกจากนี้ สลัดจ์ในถังตกตะกอนที่เพิ่มขึ้นอาจจะก่อให้เกิดปัญหา รส และ กลิ่นเหม็นได้ ระบบประปาที่ Cleveland, Ohio แม้ว่าจะควบคุมการทำโคแอกกูเลชั่น และการตกตะกอนได้ดี ก็ยังไม่สามารถตกตะกอนพวก Melosira และ Nitzchia Lorain,Ohio ก็ต้องนับปริมาณแอลจี ทุกๆวัน เพื่อให้ทราบปริมาณแอลจีโดยประมาณ จะได้ทำการปรับปริมาณการเติมสารส้ม นอกจากนี้ ที่ Cincinati,Ohio ก็เกิดแอลจีลอยน้ำในถังตกตะกอน จนต้องคอยกวาดแอลจีออกเป็นระยะๆ.[39]

- ลดปริมาณและคุณภาพน้ำที่ผลิตจนต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ ก่อให้เกิดปัญหาเรื่อง รส และ กลิ่น ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญอันหนึ่ง โดยเฉพาะน้ำจากอ่างเก็บน้ำ มีองค์ประกอบที่ช่วยให้มีการเกิดพวกแอลจี ที่ก่อให้เกิดรสและกลิ่นได้มากกว่า น้ำที่มาจากแม่น้ำ[41] แอลจีที่ตายแล้วก็อาจก่อปัญหา เรื่องรส และ กลิ่นได้ ชนิดของแอลจีที่ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องรส และ กลิ่น ได้แสดงไว้ดังในรูปที่ 1 - 2[40]

- ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพีเอช,ความเป็นด่าง(alkalinity),คาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณออกซิเจนในน้ำ,สี และ ความขุ่นในน้ำ ซึ่งทำให้เป็นปัญหาในการปรุงแต่งคุณภาพน้ำ.

จากการตรวจสอบน้ำดิบที่ใช้กับระบบประปาต้นแบบ ของชุมชนเชื่อนศรีนครินทร์ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีไดอะตอมพวกอุดตันเครื่องกรอง เป็นจำนวนมาก ได้แก่พวก Synedra,Tabellaria,Fragillaria เป็นต้น รวมทั้งแอลจีสีเขียว เช่น Spirogyra แต่พบพวกแอลจีสีเขียวน้ำเงินน้อย จากขนาดของไดอะตอมที่ตรวจพบ มีขนาดยาวมากพอสมควร จึงไม่เป็นที่สงสัยเลยว่า จะต้องก่อให้เกิดปัญหาอุดตันเครื่องกรองอย่างแน่นอน.

<u>วิธีกำจัดแอลจี</u> สามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน ได้แก่:-

- การใช้สารเคมีควบคุม(Algicide) เพื่อฆ่าแอลจี ได้แก่ คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSo_4$), คลอรีน,2,5 -Dichloro-3,4-dimitrothiophene,p-Chlorophenyl-2 thienyliodoniumchloride[45] เป็นต้น แต่ก็อาจเกิดปัญหาในเรื่องผลข้างเคียง จากการใช้สารเคมีก็ได้ เช่น เกิดรสและกลิ่น เพิ่มมากขึ้น เมื่อทำ Prechlorination กับน้ำดิบที่มีแอมโมเนียอิสระจนทำให้เกิด Chloramine residual ซึ่งฆ่าแอลจีได้ แต่ก่อให้เกิด รส และกลิ่นขึ้นอย่างมาก.

- การเพิ่มพีเอช เป็นการป้องกันการเติบโตของแอลจีได้ผล[36] แต่ถ้าพีเอชลดต่ำลง

แอลจีก็สามารถเติบโตได้อีก

– การเพิ่มปริมาณสารส้มในระบบโคแอกกูเลชั่น หรือเติมสารช่วยการโคแอกกูเลชั่น หรือเปลี่ยนไปใช้สารอื่นๆ เป็นสารโคแอกกูแลนท์ เช่นปูนไลม์และ $FeCl_3$ และสารส้ม เป็นต้น แต่ก็มีรายงานกล่าวว่า (19) การใช้สารโคแอกกูแลนท์จะเกิดปัญหามากขึ้น เพราะแรงลอยตัวตามธรรมชาติของแอลจี จะป้องกันการจมตัวเร็วของฟล็อค ทำให้ภาระการกรองสูงขึ้น

– การใช้ระบบไมโครสเตรนเนอร์(microstrainer)หรือพรีฟิลเตอร์ กำจัดแอลจีก่อนเข้าเครื่องกรองซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันในอังกฤษ (56) แต่ไมโครสเตรนเนอร์ ต้องใช้ระบบกลไกเข้าควบคุมทั้งการฉีดล้างตัวตาข่าย และสำหรับหมุนตะแกรงที่กรองน้ำให้หมุนทำงานอยู่ตลอดเวลา ซึ่งค่าใช้จ่ายและเงินลงทุนสูง แต่สำหรับพรีฟิลเตอร์ใช้เงินลงทุนต่ำ และไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายด้วย

– การใช้กระแสไฟฟ้า (19)(Electrocution) ใช้กระแสไฟฟ้าตรง หรือสลับ ฆ่าแอลจีใช้เวลา 1 วินาที สำหรับกระแสไฟฟ้า 80 โวลต์/ซม. ซึ่งเป็นการทดลองในประเทศฝรั่งเศส

– การกำจัดแสง โดยการทำฝาปิดถังเก็บน้ำ เพื่อป้องกันแสงแดดอันเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของแอลจี เช่น Lauter ได้ทำการเปรียบเทียบถังเก็บน้ำที่กรองแล้ว แบบเปิด และปิดถัง ในระบบประปาที่วอชิงตัน (41) แล้วตรวจด้วยกล้องจุลทรรศ์ ทุกสัปดาห์ ก็ได้ข้อสรุปว่า ถังแบบปิดให้ผลที่ดีกว่า

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้มุ่งศึกษา พฤติกรรมของพรีฟิลเตอร์ในการกำจัดแอลจี โดยใช้ระบบประปาต้นแบบที่เขื่อนศรีนครินทร์ ต.ท่ากระดาน อ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี ใช้พรีฟิล-เตอร์ 3 ชุด ซึ่งแต่ละชุด เลือกใช้สารกรองต่างๆกัน ได้แก่ กรวดหยาบ,แหวนพลาสติค และแผ่นพลาสติคลอน (Glassiflex) ร่วมกับระบบถังทรายกรองเร็ว แล้วตามด้วยการเติมคลอรีน เป็นขบวนการสุดท้ายก่อนจะส่งน้ำไปยังผู้บริโภค ซึ่งเป็นชุมชนเขื่อนศรีนครินทร์ รวมทั้งนักท่องเที่ยวที่มาพัก และท่องเที่ยวบริเวณเขื่อนศรีนครินทร์ ด้วย

การทดลองครั้งนี้ ไม่ได้ใช้การโคแอกกูเลชั่น ก่อนการกรองเร็ว หากแต่ใช้วิธีการกรองโดยตรง(direct filtration) สองครั้ง หรือ double filtration ซึ่งการกรองโดยตรงนี้อาจมีการเติมสารเคมีให้กับน้ำก่อนเข้าเครื่องกรองหรือไม่ก็ได้ วิธีนี้ต้องแน่ใจว่าคุณภาพของน้ำไม่แปรปรวน และต้องไม่ขุ่นจนเกินไป มิฉะนั้นแล้วจะเกิดปัญหาอุดตันเร็ว และได้น้ำที่มีคุณภาพเลว อัตราการกรองอาจสูงได้ตั้งแต่ 4–25 $ม^3/ม^2$-ชม. (61) ความขุ่นของน้ำดิบที่เข้าสู่ระบบประปาต้นแบบตลอดช่วงเก็บข้อมูลมีค่าอยู่ในช่วง 1–8 NTU ซึ่งจัดว่ามีความขุ่นต่ำแต่ดังที่ทราบกันดีว่า น้ำใสมักมีปัญหาเรื่องแอลจี โดยเฉพาะไดอะตอม ซึ่ง

เป็นตัวอุดตันทรายกรองที่สำคัญ เนื่องจากมีผนังเซลล์เป็น ซิลิกา จากการวัดค่าแอลจี ในน้ำดิบในเหอมของคลอโรฟิลล์ เอ. (Chlorophyll a) วัดได้อยู่ในช่วง 2-20 กรัม/ม^3 ซึ่งจัดว่าสูงพอสมควรเมื่อเทียบกับเอกสารอ้างอิง(4)ในการวัดค่าคลอโรฟิลล์เอ. จากน้ำในอ่างเก็บน้ำวัดได้ที่จุดทางน้ำเข้า 0.032 และที่ทางน้ำออกเป็น 0.084 กรัม/ม^3 ตามลำดับ

การใช้พรีฟิลเตอร์เป็นวิธีการหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี และเทคโนโลยี่ที่สลับซับซ้อน ซึ่งเหมาะกับชุมชนเล็ก และ ป้องกันผลกระทบข้างเคียงเนื่องจากการใช้สารเคมี เช่น Collingwood(9) ได้ศึกษาพบว่าการใช้แอนทราไซต์/เครื่องกรองทราย และสาร - โพลีอีเล็คโตรไลท์ มีแนวโน้มว่าจะเพิ่มสารอินทรีย์ อันเป็นผลเสียต่อท่อส่งน้ำในอนาคต เพราะเมื่อสารอินทรีย์สูงขึ้น การเติบโตของจุลชีพก็จะสูงขึ้นนั่นเอง Lin, Evans และ Beuscher(32) ได้ทดลองใช้สารส้มทำโคแอกกูเลชั่นกำจัดแอลจี โดยใช้น้ำจากแม่น้ำอิลลินอยส์ ซึ่งมีแอลจี 38 ชนิด ต้องใช้สารส้มสูงถึง 10-40 มก./ลบ.ดม. ซึ่งปกติการใช้สารส้มมากกว่า 15 มก./ลบ.ดม. จะเป็นผลเสีย ทำให้ชั้นทรายเหนียว และจับติดกันมากเกินไป ทำให้ทรายกรองอุดตันเร็ว และทำความสะอาดได้ยาก(61)

การศึกษาการทำงานของพรีฟิลเตอร์ ได้มุ่งศึกษาถึงลักษณะในการที่แอลจีจับติดกับสารกรองซึ่งทำให้สามารถใช้พรีฟิลเตอร์เป็นกรรมวิธีในการขจัดแอลจี

พรีฟิลเตอร์แต่ละชุดแบ่งออกเป็นถังย่อย 3 ถัง เพื่อใส่สารกรองที่มีขนาดต่างๆกัน 3 รูปแบบ อันจะเป็นการเปรียบเทียบหาขนาดสารกรองที่เหมาะสมสำหรับสารกรองแต่ละชนิด นั่นคือกรวดขนาด 9-20 มม. และขนาด 4-12 มม. แหวนพลาสติคขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง-2,3 นิ้ว และ แผ่นกลาสสิเฟล็ก ระยะห่างระหว่างแผ่น 1.0 ซม. กับ 1.5 ซม. และทำการตรวจสอบลักษณะสมบัติของน้ำทั้งทางกายภาพ, เคมี และชีวภาพ ที่จุดก่อนเข้า และหลังออกจากพรีฟิลเตอร์ และในท้ายที่สุด ก็ได้ศึกษาหาวิธีทำความสะอาดสารกรองที่เหมาะสม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาพฤติกรรมของพรีฟิลเตอร์ในการขจัดแอลจี และการจับติดกับสารกรองของแอลจี ที่เกิดในพรีฟิลเตอร์

2. เพื่อสำรวจและศึกษาชนิด, ปริมาณโดยประมาณ พร้อมทั้งบันทึกรูปร่างของแอลจี ที่มีในน้ำดิบ และในพรีฟิลเตอร์ของระบบผลิตน้ำประปา

3. เปรียบเทียบ การทำงานของสารกรองในการขจัดแอลจี

4. ศึกษาและหาวิธีการทำความสะอาดสารกรองในแนวทางที่ทุนแรง, เวลา และค่าใช้จ่าย

1.3 ขอบข่ายในการวิจัย

1) ใช้ระบบผลิตน้ำประปาต้นแบบ (pilot plant)ของระบบประปาเขื่อน-ศรีนครินทร์

2) เก็บตัวอย่างสารกรองของพรีฟิลเตอร์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแอลจี ที่เกาะ-ติด และน้ำหนักฟิล์มที่เกาะบนสารกรองพลาสติค โดยสุ่มเก็บจากระดับความสูงจากพื้นถัง 3 ระดับ คือ 10,30 และ 45 ซม. โดยประมาณ ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างต่อไปนี้สัปดาห์ละครั้ง

2.1 สำหรับถังกรวด เก็บจากจุดกึ่งกลางของช่องใส่สารกรองในแต่ละส่วน หรือประมาณ 2.05 ม.และ 3.9 ม. ตามเส้นทางการไหลจากจุดทางน้ำเข้า

2.2 สำหรับแหวนพลาสติค ในแต่ละถังย่อยจะเก็บตัวอย่างจากจุดกึ่งกลาง ตามแนวการไหลของน้ำในแต่ละช่องของแผ่นกั้นน้ำ ซึ่งรวมทั้งสิ้น 8 จุด หรือ ประมาณ 1.7,3.0,4.7,6.0,7.7,9.0,10.7,12.0 ม.ตามเส้นทางการไหล จากจุดทางน้ำเข้า

2.3 สำหรับพลาสติคลอน เก็บตัวอย่าง 7 จุดในแต่ละถังย่อยตามระยะทาง 1.7,3.0,4.7,6.0,7.7,9.0 และ 10.7 ม.จากจุดทางน้ำเข้าตามลำดับ นั่นก็คือ ต้องเก็บตัวอย่างสารกรองจากถังกรวด 18 จุดและจากแหวนพลาสติค 72 จุด พลาสติคลอน 63 จุด รวมทั้งสิ้น 153 จุด

3) ศึกษาและสำรวจ ชนิดของแอลจี จากตัวอย่างสารกรอง ในข้อ 2 และน้ำ-ตัวอย่าง ของน้ำดิบและน้ำที่ผ่านพรีฟิลเตอร์

4) ศึกษา และหาวิธีการทำความสะอาดสารกรองของพรีฟิลเตอร์ ที่ทุนแรง, ประหยัด และได้ผลดี.