

การเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ธรรมชาติโดยการดูดติดผิวด้วย
ถ่านกัมมันต์แบบเกร็ดและฟิล์มชีวภาพในระบบผลิตน้ำประปา
แบบชั้นกรองตัวกลางลอย

Enhancement of Natural Organic Matter (NOM) Removal by Activated Carbon
Adsorption and Biofilm in Floating Media Filter for Water Treatment

คำนำ

ปัญหาของการปนเปื้อนสารอินทรีย์ละลายน้ำอยู่ในแหล่งน้ำที่ใช้ในการผลิตน้ำประปามีแนวโน้มรุนแรงเพิ่มขึ้นตามความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำดิบ เนื่องมาจากการทิ้งของเสียจากกิจกรรมของมนุษย์ลงสู่แหล่งน้ำอย่างต่อเนื่อง สารอินทรีย์ละลายน้ำเป็นสารที่ก่อให้เกิดสีในแหล่งน้ำ กระบวนการที่ใช้ในการผลิตน้ำประปาทั่วไป (Conventional process) ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน ฟลอคคูเลชัน การตกตะกอน และการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนนั้นไม่สามารถกำจัดสารอินทรีย์ละลายน้ำออกจากน้ำได้อย่างเพียงพอ ที่จะสามารถควบคุมไม่ให้เกิดปัญหาหลาย ๆ อย่าง เช่น สารก่อมะเร็ง หรือ Disinfection by products (DBPs) ทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องกำจัดสารอินทรีย์ออกจากกระบวนการผลิตน้ำประปา ในกระบวนการเติมคลอรีนให้กับน้ำที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพ ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ละลายน้ำต่ำทำให้มีปริมาณสารอินทรีย์ละลายน้ำเหลืออยู่ในน้ำมาก เมื่อเติมคลอรีนโดยคำนึงถึงแต่ปริมาณคลอรีนที่ต้องการให้คงเหลืออยู่ในน้ำ (Residual chlorine) อาจทำให้เกิดสาร DBPs เช่น สารไตรฮาโลมีเทน (Trihalomethane, THMs) ในปริมาณสูง โดยการประปานครหลวงได้สำรวจถึงปริมาณสาร THMs ในน้ำประปาของการประปานครหลวง พบว่ามี Sum of ratio ของสาร THMs ในน้ำประปาที่ผลิตจากน้ำดิบผิวดินจากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยมีค่าในช่วง 0.22-0.48 และมีค่าเฉลี่ย 0.35 (การประปานครหลวง, 2546) ซึ่งจากงานวิจัยต่างๆที่อ้างถึงโดย Onodera et al., (1984) พบว่าสาร DBPs นี้ นอกจากจะทำให้ระบบประสาท การทำงานของตับไต และระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์เกิดความผิดปกติแล้ว ยังเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ด้วย ซึ่งนอกจากสารอินทรีย์ละลายน้ำจะเป็นสาเหตุของการเกิด สาร DBPs แล้วยังเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ เช่น ปริมาณแบคทีเรียและไวรัส ที่ก่อให้เกิดโรคต่างๆ ทำให้มีการพัฒนาและทำการวิจัยเพื่อหา

กระบวนการที่จะสามารถใช้ในการกำจัดสารอินทรีย์ละลายน้ำออกจากน้ำอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยจะเห็นได้ชัดในประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา เป็นต้น (Pontius, 1998)

ปัญหาทางด้านคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่ใช้อุปโภคบริโภคทวีความรุนแรงมากขึ้นรวมถึงการเพิ่มของจำนวนประชากรในแต่ละพื้นที่หนาแน่นมากขึ้น ทำให้แหล่งน้ำเกิดการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกในปริมาณสูง ก่อให้เกิดปัญหาต่อการนำน้ำมาใช้ประโยชน์มากตามไปด้วย ซึ่งหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบผลิตน้ำสะอาดเพื่อการอุปโภคบริโภคของประชาชน เช่น การประปา นครหลวง และการประปาส่วนภูมิภาค ยังไม่สามารถกำหนดและรักษาคุณภาพของน้ำดิบที่นำมาใช้ในการผลิตน้ำสะอาดได้ คุณภาพน้ำดิบที่นำมาใช้ไม่มีความสม่ำเสมอมากพอขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมเป็นหลัก ทำให้เกิดปัญหาในกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้น้ำสะอาดและมาตรฐานตามที่กำหนด ในแหล่งน้ำมีสิ่งปนเปื้อนหลายชนิดทั้งที่ก่อให้เกิดอันตรายและไม่อันตราย โดยสามารถแบ่งออกเป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ซึ่งสารอินทรีย์นั้นพบว่าก่อให้เกิดปัญหาอย่างมากต่อแหล่งน้ำและระบบการผลิตน้ำสะอาด โดยเฉพาะสารอินทรีย์ละลายน้ำในกลุ่มสารอินทรีย์ธรรมชาติ (Natural Organic Matter, NOM) ที่ทำให้เกิดปัญหาสีในแหล่งน้ำ ปัญหาความต้องการสารโคแอกกูแลนต์ และสารฆ่าเชื้อโรคมมากขึ้น

ทางเลือกของกระบวนการที่ใช้กำจัด NOM ในปัจจุบันประกอบด้วย การปรับปรุงกระบวนการโคแอกกูแลชั่น ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น การดูดซับคาร์บอนแบบเกร็ด การใช้โอโซนเป็นสารฆ่าเชื้อโรคขั้นต้น และการใช้กระบวนการเมมเบรน การศึกษาการใช้ชั้นตัวกลางลอยพลาสติกโพลีโพรพิลีนแทนระบบผลิตประปาเดิม มีแนวคิดที่จะลดขนาดของระบบผลิตน้ำประปาลงด้วยการรวมขั้นตอนของการปรับปรุงคุณภาพน้ำต่างๆ เข้าด้วยกัน โดยรวมขั้นตอนการกวนช้าและขั้นตอนการแยกตะกอนออกจากน้ำเข้าไว้ด้วยกัน โดยชั้นตัวกลางลอยพลาสติกโพลีโพรพิลีนทำหน้าที่เป็นตัวรวมอนุภาคที่ถูกทำลายเสียสภาพแล้ว และเก็บกักอนุภาคเหล่านั้นไว้ในช่องว่างของชั้นกรอง รวมทั้งทำหน้าที่เป็นชั้นกรองเพื่อไม่ให้เกิดการหลุดลอดของอนุภาคความขุ่นออกไปได้ การกำจัดความขุ่นในระบบกรองลง (Down-flow filtration) โดยใช้ระบบชั้นตัวกลางลอยพลาสติก (Floating media filtration) ในการผลิตน้ำประปาสามารถลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบ ค่าบำรุงรักษา ค่าใช้จ่ายในการกำจัดตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge) นอกจากนั้นยังสามารถเดินระบบในอัตราการกรองที่สูงมากกว่าระบบน้ำธรรมดาทั่วไป และไม่ก่อให้เกิดปัญหาในเรื่องการสูญเสียพลังงานน้ำที่เพิ่มขึ้นตามมาด้วย (ชันยาภรณ์, 2540) นอกจากนี้มีการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์โดยการกรองแบบดูดติดผิวด้วยถ่านกัมมันต์แบบเกร็ด (Granular activated

carbon, GAC) ก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่ควรศึกษาเนื่องจากวิธีนี้มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้จริง เพราะความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ที่มีสูง และถ้าหากสามารถเลือกใช้ ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตในประเทศไทย ซึ่งจะทำให้ต้นทุนในการบำบัดมีราคาถูกก็จะ เป็นประโยชน์ ในการเป็นข้อมูลในการผลิตน้ำประปาต่อไป

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการกำจัด NOM ออกจากน้ำ โดยมีกระบวนการโคแอกกูเลชัน ฟล็อกกูเลชัน ตามด้วยการใช้ระบบชั้นเม็ดพลาสติกลอยโพลีโพรพิลีนเป็นตัวกรองอนุภาค และผ่าน กระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์แบบเกร็ด เปรียบเทียบกับการกรองผ่านชั้นกรองฟองน้ำ เป็นการ กำจัด NOM ออกจากน้ำให้มีประสิทธิภาพสูงมากยิ่งขึ้นเพื่อคุณภาพน้ำที่ได้เป็นไปตามมาตรฐานน้ำ ที่การประปานครหลวงกำหนดไว้ งานวิจัยนี้ทำที่โรงงานผลิตน้ำประปาและใช้น้ำดิบเดียวกัน เพื่อ เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีเกี่ยวกับระบบผลิตน้ำประปาให้เป็นตัวเลือกที่น่าสนใจ ในการใช้กำจัด NOM ในระบบผลิตน้ำประปาในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ธรรมชาติ และความขุ่นในน้ำ ดิบของโรงงานผลิตน้ำบางเขน โดยใช้ถ่านกัมมันต์แบบเกร็ด และชั้นกรองฟองน้ำในระบบผลิต น้ำประปาแบบชั้นกรองตัวกลางพลาสติก
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบในการเดินระบบระยะยาวเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ ธรรมชาติ และความขุ่นในน้ำดิบจากแม่น้ำเจ้าพระยา

ขอบเขตการศึกษา

1. น้ำดิบที่ใช้เป็นน้ำดิบเดียวกันกับที่ใช้ในโรงงานผลิตน้ำบางเขน การประปานครหลวง โดยใช้น้ำผิวดินจากแม่น้ำเจ้าพระยา
2. ชั้นกรองเป็นเม็ดพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน ถ่านกัมมันต์แบบเกร็ด และฟองน้ำ

3. สารสร้างตะกอนเป็นชนิดเดียวกับที่ใช้ในโรงงานผลิตน้ำบางเขน การประปา นครหลวง คือ โพลีลูมิเนียมคลอไรด์

4. พารามิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจวัดคุณภาพน้ำคือ ความขุ่น ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความเป็นด่าง การนำไฟฟ้า สี ค่าสารอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด (TOC) และค่าการดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร (UV_{254}) เป็นตัวแทนของปริมาณสารอินทรีย์ธรรมชาติในน้ำ

5. ทดลองในระดับต้นแบบ (Pilot-scale) ภายในโรงงานผลิตน้ำบางเขน การประปา นครหลวง