บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

น้ำเป็นสิ่งสำคัญสำหรับทุกชีวิตบนโลกไม่ว่าจะเป็นมนุษย์ สัตว์หรือพืชล้วนต้องการน้ำในการดำรงชีวิต สำหรับมนุษย์แล้วน้ำมีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างเห็นได้ชัด เช่น มนุษย์ใช้น้ำเพื่อชำระล้าง หุงต้มรวมถึงใช้ประกอบกิจกรรมต่างๆและที่สำคัญที่สุดมนุษย์จำเป็นต้องดื่มน้ำเนื่องจากน้ำมีบทบาทที่สำคัญต่อร่างกาย แม้ว่าน้ำจะมีประโยชน์มหาศาลแต่ก็มีโทษอยู่บางประการ เช่น น้ำสามารถเป็นพาหะนำโรคต่างๆ ได้แก่ อหิวาตกโรค (Cholera) ไข้รากสาด (Typhoid fever) ไข้รากสาดเทียม (Para-typhoid fever) โรคบิด (Dysentery) และโรคท้องร่วง (Diarrhia) เป็นต้น เพราะฉะนั้นการบำบัดน้ำให้สะอาดก่อนนำมาอุปโภคบริโภคจึงเป็นสิ่งสำคัญ ตามปรกติแล้วน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมักถูกใช้เพื่อเป็นแหล่งน้ำดิบจากนั้นจะทำการบำบัดโดยกระบวนการต่างๆก่อนนำมาใช้ประโยชน์ กระบวนการดังกล่าว ได้แก่ กระบวนการโคแอกกูเลชั่น (Coagulation) การตกตะกอน (Sedimentation) การกรอง (Filtration) และการฆ่าเชื้อโรค (Disinfection)

การฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) เป็นกระบวนการบำบัดน้ำที่สำคัญเนื่องจากในน้ำดิบล้วนประกอบไปด้วยสิ่งมีชีวิตเล็กๆที่เรียกว่าจุลชีพ หากไม่มีกระบวนการดังกล่าวเข้ามาเกี่ยวข้องในการบำบัดก็อาจเกิดผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์เพราะจุลชีพเหล่านี้สามารถก่อให้เกิดโรคต่างๆได้ แม้ว่าการฆ่าเชื้อโรคจะเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญแต่จากงานวิจัยต่างๆแสดงให้เห็นว่ากระบวนการดังกล่าวสามารถก่อให้เกิดผลกระทบในระยะยาวที่ส่งผลร้ายต่อการดำรงชีวิต (Richardson et al., 2007) โดยปรกติแล้วกระบวนการฆ่าเชื้อโรคจะมีการเติมสารฆ่าเชื้อ (Disinfectant) ลงไปในน้ำ สารฆ่าเชื้อที่เป็นที่รู้จักและนิยมใช้อย่างแพร่หลายยกตัวอย่างเช่น คลอรีน (Chlorine) คลอรีนไดออกไซด์ (Chlorine dioxide) และคลอรามีน (Chloramine) เมื่อสารฆ่าเชื้อเหล่านี้ทำปฏิกิริยากับสารตั้งต้นนั่นคือสารอินทรีย์ธรรมชาติที่หลงเหลืออยู่ในน้ำก็จะเกิดผลิตผลพลอยได้ (Disinfection by-products, DBPs) (Krasner et al., 2006) และ DBPs เหล่านี้เองที่อาจส่งผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เนื่องจากมีแนวโน้มเป็นสารก่อมะเร็ง (Ashbolt & Nicholas, 2004; Richardson et al., 2007;

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Villanueva et al., 2004) โดย DBPs สามารถเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้โดยการดูดซึมเข้าสู่ระบบทางเดินอาหารหรือระบบทางเดินหายใจสะสมไว้ในตับ ไต เกิดเป็นสารอนุมูลอิสระ

มีรายงานการตรวจพบ DBPs ในน้ำดื่มทั่วโลกโดย DBPs ที่ตรวจพบว่ามีความเข้มข้นมากที่สุด ได้แก่ ไตรฮาโลมีเทน (Trihalomethanes, THMs) และฮาโลอะซิติกแอซิด (Haloacetic acids, HAAs) (Krasner et al., 2006) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่าการใช้โอโซน (Ozone) หรือรังสียูวี (UV-radiation) ในการฆ่าเชื้อจะก่อให้เกิด DBPs ในลักษณะที่แตกต่างกัน (Krasner et al., 2006)

สารอินทรีย์ธรรมชาติ (Natural organic matter, NOM) ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำดิบถือเป็นสารตั้งต้นที่ทำให้เกิด DBPs โดย NOM สามารถแบ่งตามสถานะการละลายออกเป็น 2 ส่วนคือ สารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ (Dissolved organic matter, DOM) และ สารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำ (Particulate organic matter, POM) ตามปรกติ POM มักถูกบำบัดโดยกระบวนการโคแอกกูเลชั่น (Coagulation process) การตกตะกอน (Sedimentation) หรือการกรอง (Filtration) ซึ่งถือเป็นกระบวนการทั่วไปในการผลิตน้ำสะอาด ในขณะที่ DOM มักหลงเหลืออยู่ภายหลังการบำบัด เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวนั้นไม่สามารถกำจัด DOM ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Lou et al., 2011) จากเหตุผลดังกล่าวจึงจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับการกำจัด DOM เพื่อเป็นการลดผลกระทบที่อาจได้รับจาก DBPs

ตามปกติแล้วในประเทศไทยนิยมใช้กระบวนการโคแอกกูเลชั่น (Coagulation process) ในการผลิตน้ำสะอาด จากการศึกษาพบว่ากระบวนการดังกล่าวสามารถกำจัดสารอินทรีย์ละลายเช่น คาร์บอนอินทรีย์ละลาย ได้เพียง 30% โดยประมาณ (Kutklom, 2014) ภายหลังจึงมีการศึกษาเกี่ยวกับการนำเซรามิกเมมเบรนชนิดอัลตราฟิลเตรชั่น (Ultrafiltration, UF) มาใช้ร่วมกับกระบวนการโคแอกกูเลชั่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ละลาย และพบว่าการใช้กระบวนการทั้งสองร่วมกันทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดคาร์บอนอินทรีย์ละลายเพิ่มขึ้นเป็น 48% (Rakruam & Wattanachira, 2014) ผลการศึกษาดังกล่าวทำให้ทราบว่า เซรามิกเมมเบรนชนิด UF มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ละลาย นอกจากนี้การใช้เซรามิกเมมเบรนยังมีจุดเด่นในเรื่อง ความแข็งแรง ทนต่อสารเคมี ส่งผลให้มีอายุการใช้งานยาวนาน (Dong et al., 2006; Rishi et al., 2003)

กระบวนการที่เหมาะกับการกำจัดสารอินทรีย์อีกกระบวนการหนึ่ง ได้แก่ กระบวนการดูดซับ (Adsorption) เนื่องจากมีการศึกษาพบข้อดีของกระบวนการดังกล่าว คือ มีประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์สูง สามารถใช้ได้กับสารปนเปื้อนที่มีความเข้มข้นต่ำ และมักถูกใช้ในการกำจัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารอินทรีย์ชนิดไม่ชอบน้ำ (Bond et al., 2011; Jarvis et al., 2008; Shestakova & Sillanpää, 2013) จากเหตุผลเหล่านี้ทำให้เกิดแนวคิดในการใช้กระบวนการดูดซับแทนที่การใช้กระบวนการโคแอกกูเลชั่นในการกำจัดสารอินทรีย์ละลาย เนื่องจากสารอินทรีย์ละลายส่วนใหญ่ที่ส่งผลต่อกระบวนการโคแอกกูเลชั่นได้แก่ สสารฮิวมิค (Humic substances) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ชนิดไม่ชอบน้ำ หากพิจารณาในด้านองค์ประกอบทางเคมีจะพบว่าประกอบด้วย กรดฮิวมิค (Humic acid) และกรดฟูลวิค (Fulvic acid) ในส่วนของกรดฟูลวิคนั้นมีความหนาแน่นของประจุสูง ทำให้การใช้กระบวนการโคแอกกูเลชั่นอาจไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร (Owen, Pirnie, & Chowdhury, 1993)

จากข้อมูลดังกล่าวจึงเป็นแนวคิดให้มีการศึกษาการกำจัดสารอินทรีย์ละลายด้วยกระบวนการดูดซับและเซรามิกเมมเบรน สำหรับเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ละลายและลดการก่อตัวของ DBPs ที่อาจส่งผลถึงสุขภาพและการดำรงชีวิตของมนุษย์

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการศึกษาการกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอนและสารอินทรีย์ไนโตรเจนออกจากน้ำผิวดินโดยกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์และการกรองด้วยเซรามิกเมมเบรน รวมถึงศึกษาลักษณะของสารอินทรีย์ละลายในน้ำผิวดินและการก่อตัวของ DBPs ในการศึกษาจะใช้แหล่งน้ำผิวดิน ได้แก่ แม่น้ำปิง ซึ่งถือเป็นแม่น้ำสายสำคัญในประเทศไทย เป็นหนึ่งในสองของแม่น้ำที่บรรจบมาเป็นแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำปิงถูกใช้เป็นแหล่งน้ำดิบในการผลิตน้ำสะอาดเพื่อการอุปโภคบริโภคแจกจ่ายให้ประชาชนโดยรอบ นอกเหนือจากการอุปโภคบริโภคยังมีการใช้จากแหล่งน้ำดังกล่าวในกิจกรรมต่างๆ เช่น เกษตรกรรม เป็นต้น อาจกล่าวได้ว่า แม่น้ำปิงเป็นแม่น้ำที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของประชาชน โดยเฉพาะประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณภาคเหนือ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนและสารอินทรีย์ไนโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำผิวดิน

1.2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอนและสารอินทรีย์ไนโตรเจนออกจากน้ำผิวดินโดยกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์และการกรองด้วยเซรามิกเมมเบรน

1.2.3 เพื่อศึกษาชนิดของสารอินทรีย์ละลายในน้ำผิวดินโดยการแยกแฟรกชั่นด้วยเรซิน

1.2.4 เพื่อศึกษาการก่อตัวของผลิตผลพลอยได้ที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างสารอินทรีย์ละลายในน้ำผิวดินและสารฆ่าเชื้อโรคที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำสะอาด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3 ขอบเขตและวิธีดำเนินงานวิจัย

1.3.1 งานวิจัยจะใช้น้ำผิวดินจากแม่น้ำปิง เก็บตัวอย่างบริเวณ ต. สันผีเสื้อ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ น้ำดิบดังกล่าวจะถูกใช้เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยพารามิเตอร์ที่จะทำการวิเคราะห์ ได้แก่ พีเอช ออกซิเจนละลาย อุณหภูมิ ความขุ่น ความเป็นด่างและค่าการนำไฟฟ้า

1.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์ละลายน้ำจะทำการวิเคราะห์จากพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทนของสารอินทรีย์ ได้แก่ คาร์บอนอินทรีย์ละลาย ไนโตรเจนอินทรีย์ละลาย การดูดซับแสงอัลตราไวโอเลตที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตรและการดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเล็ตจำเพาะ

1.3.3 การแยกแฟรกชั่นด้วยเรซินจะใช้เรซินชนิด DAX-8 และพิจารณาสัดส่วนชนิดของสารอินทรีย์ละลายด้วยปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ละลาย

1.3.4 การศึกษาการก่อตัวของผลิตผลพลอยได้ที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างสารอินทรีย์ละลายและสารฆ่าเชื้อโรคจะใช้สารคลอรีนในรูปของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ โดยผลิตผลพลอยได้ที่ทำการศึกษาแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม ได้แก่ สารกลุ่มไตรฮาโลมีเทนซึ่งประกอบด้วย คลอโรฟอร์ม โบรโมไดคลอโรมีเทน ไดโบรโมคลอโรมีเทน โบรโมฟอร์ม และสารกลุ่มฮาโลอะซิโตไนไตรล์ ได้แก่ โมโนคลอโรอะซิโตไนไตรล์ ไดคลอโรอะซิโตไนไตรล์และไตรคลอโรอะซิโตไนไตรล์

1.3.5 การบำบัดสารอินทรีย์คาร์บอนและสารอินทรีย์ไนโตรเจนด้วยกระบวนการดูดซับจะใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดผงเป็นตัวดูดซับ และจะทำการศึกษาลักษณะพื้นผิวของถ่านกัมมันต์ สมดุลการดูดซับ ไอโซเทอมและจลนศาสตร์ของการดูดซับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3.6 การกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอนและสารอินทรีย์ไนโตรเจนโดยการกรองด้วยเซรามิกเมมเบรนจะใช้เซรามิกเมมเบรนที่มีขนาดรูพรุน 0.1 μm มีพื้นที่ผิวสัมผัสเท่ากับ 0.0042 ตารางเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 3 cm และความสูง10 cm ทำการทดลองที่ความดันเท่ากับ 0.1 MPa