บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่องของประเทศไทย ทำให้ประเทศไทยมีความเจริญก้าวหน้าหลาย ๆ ด้าน ประชากรมีรายได้เฉลี่ยต่อหัวสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม การเติบโตทางเศรษฐกิจได้ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมาเกิดมลพิษทางอากาศ ทางดิน ทางน้ำ ทางเสียง เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดมลพิษทางน้ำ น้ำเสียที่เกิดจากอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มักมีองค์ประกอบที่เป็นของแข็งละลายน้ำ เช่น แร่ธาตุ เกลือ โลหะ ไอออนประจุบวกและประจุลบ เป็นต้น ปริมาณของแข็งละลายน้ำมักบ่งชี้ด้วยค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solid, TDS) มีหน่วยวัดเป็น ppm, mg/L หรือ ppt (Weiner, 2008) โดยของแข็งที่ละลายน้ำมักทำให้เกิดตะกรันอุดตันอุปกรณ์ต่าง ๆ หากบำบัดน้ำทิ้งประเภทนี้ไม่ดีพอก่อนปล่อยสู่แหล่งรองรับน้ำทิ้งตามธรรมชาติ มักก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ เช่น ปัญหาน้ำกระด้าง ปัญหายูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) ทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศได้ ทั้งนี้กรมควบคุมมลพิษได้กำหนดค่า TDS ในน้ำทิ้งอุตสาหกรรมไว้ไม่เกิน 3,000 mg/L ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับแหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของอุตสาหกรรมแต่ต้องไม่เกิน 5,000 mg/L (ราชกิจจานุเบกษา, 2539) การบำบัดน้ำเสียที่มี TDS ทำได้หลายวิธี เช่น การทำให้น้ำอ่อน (Water Softener) การใช้ระบบรีเวอร์สออสโมซิส (Reverse Osmosis) การแลกเปลี่ยนประจุ (Ion Exchange) การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของ TDS (Weiner, 2008) อย่างไรก็ตามระบบที่มีประสิทธิภาพสูงก็มีค่าใช้จ่ายสูงเช่นกัน

วิธีการกำจัดสารมลพิษโดยใช้พืชในการบำบัดหรือเรียกว่า Phytoremediation ในบริเวณที่มีการปนเปื้อนก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งเพราะเป็นวิธีการที่พึ่งพาสิ่งที่มีอยู่แล้วในระบบธรรมชาติและเป็นวิธีที่ประหยัดต้นทุนอีกด้วย ไม่จำเป็นต้องใช้สารเคมีที่มีราคาแพงและเป็นสาเหตุของการทำลายธรรมชาติ พืชที่ใช้บำบัดสารมลพิษ เช่น กก ธูปฤาษี หญ้าแฝก สาหร่าย เป็นต้น ปัจจุบัน การใช้สาหร่ายได้รับความสนใจมากขึ้นเนื่องจากมีรายงานวิจัยที่ระบุว่าสาหร่ายสามารถลดธาตุอาหารในโตรเจนและฟอสฟอรัสได้ (Voltolina, Cordero, Nieves, & Solo, 1998; Martiez, Sanchez, Jimenez, Yousfi, & Munoz, 2000; Aslan & Kapdan, 2006) หรือดูดซับโลหะหนักต่าง ๆ ได้ (Dönmez et al., 1999) สำหรับการกำจัด TDS ด้วยสาหร่ายนั้น Joseph and Joseph (2001) ได้ใช้สาหร่ายขนาดเล็กสามชนิด คือ *Oocystis pusilla*, *Chlorella pyrenoidosa*, และ *Oscillatoria quadripunctulata* บำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี โดยมีการประเมินผลกระทบของ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารประกอบฟีนอลที่มีต่อสาหร่ายและการดูดซับทางชีวภาพของ TDS ผลการทดลอง พบว่า *Oscillatoria quadripunctulata* สามารถลดปริมาณ TDS ได้ อย่างไรก็ตาม TDS ก็มีผลกระทบต่อการเจริญของสาหร่าย นอกจากนั้น Prinsloo and Pieterse (1994) ศึกษาผลกระทบของ TDS ที่มีความเข้มข้นระหว่าง 100 และ 2,000 mg/L ในแม่น้ำ Vaal ที่มีต่อการเจริญและการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย *Cyclotella meneghiniana*, *Monoraphidium circinale*, และ *Microcystis aeruginosa* พบว่า ความเข้มข้นของ TDS ที่เพิ่มขึ้นมีผลกระทบต่อการเจริญของ *Cyclotella meneghiniana* และ *Microcystis aeruginosa* แต่ไม่มีผลกระทบต่อ *Monoraphidium circinale* ส่วน Sivasubrabramanian, Subramanian, Ragbavan and Ranjithkumar (2009) พบว่า *Chroococcus turgidus* สามารถลด TDS ได้ 88% จากน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมสกัด Alginate และสามารถปรับ pH ของน้ำเสียจาก 6.5 เป็น 8.2 ในระยะเวลา 4 วัน

โครงการวิจัยนี้ จึงมีความสนใจในการศึกษาความเป็นไปได้ระดับห้องปฏิบัติการในการกำจัด TDS ในอาหารเลี้ยงสาหร่ายด้วยสาหร่ายชนิดต่าง ๆ และการประยุกต์ใช้กับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีค่า TDS สูง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. วัตถุประสงค์ทั่วไป (General Objectives)

1.1 ศึกษาความเป็นไปได้ในการกำจัด TDS ในน้ำทิ้งอุตสาหกรรมด้วยสาหร่ายขนาดเล็ก ได้แก่ *Chroococcus turgidus*, *Chlorella* sp. และ *Scenedesmus* sp.

2. วัตถุประสงค์จำเพาะ (Specific Objective)

2.1 ศึกษากรด-เบส (pH) ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของสาหร่ายและการกำจัด TDS

2.2 ศึกษาผลกระทบของ TDS ที่มีผลต่อการเจริญของสาหร่ายและการกำจัด TDS

2.3 ศึกษาผลกระทบของปริมาณสาหร่ายต่อการกำจัด TDS ในน้ำทิ้งอุตสาหกรรม

สมมติฐานของการวิจัย

1. สาหร่ายสามารถลดปริมาณของแข็งละลายน้ำได้
2. ระดับกรด-เบส มีผลต่อปริมาณ TDS และการเจริญของสาหร่าย
3. ปริมาณของสาหร่ายมีผลต่อการกำจัด TDS

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่ ประเภทของสาหร่าย, กรด-เบส (pH) ของน้ำทิ้งและอาหารสูตร BG-11, ปริมาณของสาหร่ายเริ่มต้น และความเข้มข้นของ Na_2SO_4

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่ TDS, pH, ไอออนประจุบวกและประจุลบ, และน้ำหนักแห้งของสาหร่าย

3. ตัวแปรควบคุม (Controlled Variables) ได้แก่ อุณหภูมิ (29 °C), ความเข้มแสงประมาณ 4,000 Lux และ เวลาให้แสงสว่าง 12 ชั่วโมงต่อวัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการศึกษาของโครงการวิจัยครั้งนี้ เป็นข้อมูลสำคัญในการประยุกต์ใช้สาหร่ายเพื่อบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ซักล้างหรือน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมอื่น ๆ และการบำบัดน้ำที่มีการปนเปื้อนด้วย TDS โดยคาดว่าสามารถลดปริมาณ TDS ได้ ซึ่งการบำบัด TDS ด้วยสาหร่ายจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำด้วยวิธีอื่น เช่น การแลกเปลี่ยนประจุ การทำให้น้ำอ่อน รีเวอร์สออสโมซิส และสามารถนำสาหร่ายหลังการบำบัดมาใช้ประโยชน์ต่อได้ เช่น ทำปุ๋ยชีวภาพ ทำไบโอดีเซล เป็นต้น

ขอบเขตของงานวิจัย

การทดลองครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้สาหร่ายชนิดต่าง ๆ ได้แก่ *Chroococcus turgidus, Chlorella* sp. และ *Scenedesmus* sp. ในการลดปริมาณ TDS จากอาหารเลี้ยงสาหร่ายสูตร BG-11 และประยุกต์ใช้กับการกำจัดน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ซักล้าง โดยศึกษาผลกระทบของกรด-เบส ปริมาณ TDS และปริมาณของสาหร่ายที่มีผลต่อการกำจัด TDS

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. TDS (Total Dissolve Solid) หมายถึง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายเจือปนอยู่ในน้ำ ซึ่งมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า เนื่องจากมีขนาดเล็ก เป็นของแข็งที่สามารถผ่านกระดาษกรองที่มีขนาดความพรุน 0.45 ไมครอน เป็นค่าบ่งชี้ถึงปริมาณสสารทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำอาจเป็นสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ เช่น แร่ธาตุ เกลือ โลหะ ไอออนประจุบวก หรือไอออนประจุลบ เป็นต้น มีหน่วยวัดเป็น mg/L, ppm หรือ ppt (Weiner, 2008)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. pH หมายถึง หน่วยวัดที่แสดงถึงความเป็นกรด-เบสของสารละลายบ่งชี้ ปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนที่มีอยู่ในสารละลายโดยมีค่าอยู่ช่วงระหว่าง 0-14 ซึ่งความเป็นกรด-เบสที่เป็นกลางคือ 7.0 ที่อุณหภูมิ 25 $^{\circ}$C ถ้าค่า pH < 7 แสดงว่าสารละลายนั้นมีสภาพเป็นกรด หรือความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนที่มีอยู่ในสารละลายมีค่ามาก และถ้าค่า pH > 7 แสดงว่าสารละลายนั้นมีสภาพเป็นเป็นเบส หรือความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนที่มีอยู่ในสารละลายมีค่าน้อย (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และ มั่นรัก ตัณฑุลเวศม์, 2545)

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University