การเพิ่มปริมาณแก๊สออกซิเจนในตัวอย่างน้ำเสียจากคลองแสนแสบในห้องปฏิบัติการโดยใช้ไซยาโนแบคทีเรียชนิดเส้นสาย

(Increasing of Oxygen Contents in Waste Water from Sansab Canal under Laboratory Room Using Filamentous Cyanobacteria)

ยุทธศักดิ์ ด่านยุทธศิลป์[*] สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ[*,]**

*ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ 10110

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำจากคลองแสนแสบโดยใช้ไซยาโนแบคทีเรียชนิดเส้นสาย 2 ชนิด ได้แก่ *Nostoc* sp. และ *Spirulina s*p. ทำการเพาะเลี้ยงไซยาโนโบคทีเรียทั้ง 2 ชนิด ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด BG_{11} พีเอช 7.7 อุณหภูมิห้อง ภายใต้แสงสีขาวตลอด 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 14 วัน เก็บเซลล์ด้วยการเซนตริฟิวส์ ชั่งเซลล์ 0.1, 0.2 และ 0.4 กรัม ใส่ลงในตัวอย่างน้ำจากคลองแสนแสบปริมาตร 200 มิลลิลิตร ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ภายใต้แสงสีขาวตลอด 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 14 วัน ตรวจสอบดัชนีคุณลักษณะของน้ำ ได้แก่ สี กลิ่น รส ค่าความเป็นกรด – เบส และค่าออกซิเจนละลาย พบว่า ไซยาโนแบคทีเรียชนิดเส้นสายทั้ง 2 ชนิด สามารถลดกลิ่นของน้ำจากคลองแสนแสบได้และมีค่าความเป็นกรด-เบสอยู่ในช่วง 7.0 – 9.5 ทำการติดตามค่าออกซิเจนละลาย (DO) พบว่า ไซยาโนแบคทีเรียเส้นสายทั้ง 2 ชนิด สามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำจากคลองแสนแสบได้ประมาณ 1.5 เท่า โดยปริมาณไซยาโนแบคทีเรียเส้นสายทั้ง 2 ชนิด ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณออกซิเจน เท่ากับ 0.2 กรัมต่อปริมาตรน้ำ 200 มิลลิลิตร ดังนั้นอธิบายได้ว่าไซยาโนแบคทีเรียสามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำเสียจากคลองแสนแสบได้

คำสำคัญ: ไซยาโนแบคทีเรีย/ ออกซิเจนละลาย/ น้ำเสีย

Abstract

This research aimed to study increasing the amount of oxygen in the waste water from Sansab canal by using filamentous cyanobacteria *Nostoc* sp. and *Spirulina s*p. Both *Nostoc* sp. and *Spirulina s*p. were cultured in BG_{11} medium, pH 7.7 at room temperature under continuously white light for 14 days. The cyanobacterial cells were collected by centrifugation. The 0.1, 0.2 and 0.4 g cell were put in a sample volume of 200 ml of water from Sansab canal at room temperature under continuously white light for 14 days. The water index features of water samples, including color, flavor, pH, and the dissolved oxygen were determined. Both cyanobacteria could reduce the smell of wastewater from the Sansab canal and pH is in the range 7.0 to 9.5. The dissolved oxygen (DO) was determined; we found that cyanobacteria *Nostoc* sp. and *Spirulina s*p. could increase the amount of oxygen in the wastewater of Sansab canal about 1.5 folds using 0.2 g cell per 200 ml of wastewater. This result summarized that filamentous Cyanobacteria *Nostoc* sp. and *Spirulina s*p. could increase oxygen content in wastewater.

Keywords: Cyanobacteria/ Dissolved oxygen/ Wastewater

บทนำ

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำเนินชีวิตของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากสิ่งมีชีวิตมีน้ำเป็นองค์ประกอบสูงที่สุด และน้ำในเป็นตัวทำละลายที่สำคัญรวมถึงเป็นผลิตภัณฑ์ของกระบวนการเมแทบอลิซึมในสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้น้ำมีประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น การเกษตร การอุตสาหกรรม การประมง และการคมนาคม โดยประโยชน์ของน้ำขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ซึ่งทางกรมควบคุมมลพิษ (2540) กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 (เพื่อการประมงและกีฬาทางน้ำ) ไว้ดังนี้ อุณหภูมิไม่สูงกว่าตามธรรมชาติ 3 องศาเซลเซียส พีเอช 5.0 – 9.0 และออกซิเจนละลายน้ำไม่น้อยกว่า 6 มิลลิกรัมต่อลิตร และสำหรับประเภทที่ 3 (เพื่อการเกษตร) กำหนดให้มีออกซิเจนละลายน้ำไม่น้อยกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิ และพีเอชของน้ำมีค่าเช่นเดียวกับประเภทที่ 2 ใช้ประโยชน์ในแต่ละด้านที่ต้องการใช้นั้นแตกต่างกัน นอกจากนี้น้ำที่ใช้ในแต่ละด้าน ในแต่ละท้องถิ่นอาจมีลักษณะที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้ประโยชน์ (สุภาภรณ์ ศิริโสภณา, 2549; สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ และสุภาภรณ์ ศิริโสภณา, 2554; สุภา-ภรณ์ ศิริโสภณา และสุรศักดิ์ ละลอกน้ำ, 2555)

คุณภาพน้ำ หมายถึง ลักษณะจำเพาะที่ดีของน้ำซึ่งรวมความถึงลักษณะจำเพาะทางฟิสิกส์ เช่น การส่องผ่านน้ำของแสง อุณหภูมิ คลื่น และกระแสน้ำ เป็นต้น ลักษณะจำเพาะทางเคมี เช่น ความเป็นด่าง พีเอช ออกซิเจนละลายในน้ำ ไนไตรท์ ไนเตรท ออร์โทฟอสเฟต สำหรับลักษณะจำเพาะทางชีวภาพ เช่น ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอน

สัตว์ และจุลินทรีย์ (กรมควบคุมมลพิษ, 2540) การตรวจสอบคุณภาพน้ำสามารถทำเบื้องต้นได้โดยการตรวจสอบสี กลิ่น รส อุณหภูมิ พีเอช ความโปร่งแสงของน้ำ และค่าออกซิเจนละลาย (สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ และสุภาภรณ์ ศิริโสภณา, 2554; สุภาภรณ์ ศิริโสภณา และสุรศักดิ์ ละลอกน้ำ, 2555) การบ่งบอกคุณภาพน้ำจะเป็นแนวทางในการบำบัดน้ำเสียเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ได้ โดยการบำบัดน้ำเสียโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ทางกายภาพด้วยการใช้สารเคมี และ ทางชีวภาพด้วยการใช้พืชน้ำ นอกการใช้พืชน้ำแล้วยังมีการใช้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหรือไซยาโนแบคทีเรีย (จักรกริช โพธิ์บางหวาย และคณะ, 2539; สุจยา ฤทธิศร. 2551)

ไซยาโนแบคทีเรีย (cyanobacteria) เป็นสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอาณาจักรมอเนอรา (Monera Kingdom) ดิวิชันไซยาโนไฟตา (Division Cyanophyta) และเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดโพรคาริโอต (prokaryote) ไม่มีเยื่อหุ้มออร์แกเนลล์ มีสารพันธุกรรมและรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ คลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a) ไฟโคไซยานิน (phycocyanin) ไฟโคอิริทริน (phycoerythrin) และอัลโลไฟโคไซยานิน (allophycocyanin) (สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ, 2555; ยุวดี พีรพรพิศาล, 2549; อุดมลักษณ์ มณีโชติ, 2552; Hagemann and Erdmann, 1997) ประโยชน์ของไซยาโนแบคทีเรียมีมากมาย ได้แก่ ด้านการเกษตร ด้านอุตสาหกรรมอาหาร ด้านอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง และการบำบัดน้ำเสีย (จักรกริช โพธิ์บางหวาย และคณะ, 2539; สุจยา ฤทธิศร. 2551; Hagemann and Erdmann, 1997)

คลองแสนแสบเป็นเส้นทางคมนาคมทางน้ำที่สำคัญของกรุงเทพมหานคร ประชากรส่วนใหญ่นิยมใช้การเดินทางโดยเรือผ่านคลองแสนแสบ เพื่อหลีกเลี่ยงการจราจรที่แออัดบนท้องถนนเพื่อประหยัดระยะเวลาในการเดินทาง ทำให้ได้รับความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น ประกอบกับกิจกรรมของมนุษย์ในปัจจุบันที่อาศัยอยู่บริเวณสองฝั่งของคลองแสนแสบ ที่มีบ้านเรือน วัด โรงเรียน โรงงาน และมหาวิทยาลัย รวมถึงผู้ที่ใช้เป็นเส้นทางในการเดินทาง ทั้งนี้ผู้ที่อาศัยตามบ้านเรือนมีการใช้น้ำในการชำระล้างร่างกายหรือสิ่งของเครื่องใช้แล้วปล่อยน้ำทิ้ง โดยไม่มีการกรองหรือบำบัด รวมถึงการทิ้งขยะมูลฝอย ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ ทำให้ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในบริเวณนั้นลดลง เนื่องจากมีปริมาณสารอินทรีย์มากทำให้เกิดกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยจุลินทรีย์บางชนิด เนื่องจากปริมาณออกซิเจนในน้ำมีน้อยจึงทำให้เกิดกลิ่นเหม็น ดังนั้นจึงทำให้การนำมาใช้ประโยชน์ของน้ำจากคลองแสนแสบได้น้อยลง ด้วยลักษณะของน้ำดังกล่าวคลองแสนแสบจึงนำมาใช้ได้เพียงการคมนาคมเพราะปริมาณออกซิเจนต่ำ (โชติรส ตระกูลกำเนิด และคณะ, 2555; มยุรี ตั้งธนานุวัฒน์, 2555) โชติรส ตระกูลกำเนิด และคณะ (2555) รายงานว่าไซยาโนแบคทีเรียออสซิลลาทอเรีย (*Oscillatoria* sp.) ซึ่งเป็นไซยาโนแบคทีเรียชนิดเส้นสาย (filamentous cyanobacteria) สามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจน

และลดกลิ่นเหม็นในน้ำจากคลองแสนแสบในห้องปฏิบัติการได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาไซยาโนแบคทีเรียชนิดเส้นสาย 2 สปีชีส์ ได้แก่ สไปรูลินา (*Spirulina* sp.) และ นอสตอก (*Nostoc* sp.) ในการเพิ่มปริมาณออกซิเจนของน้ำเสียจากคลองแสนแสบในห้องปฏิบัติการเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ไซยาโนแบคทีเรียในการบำบัดน้ำเสียต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเพาะเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรียสไปรูลินา (*Spirulina* sp.) และนอสตอก (*Nostoc* sp.) ในอาหารเลี้ยงชนิด BG11

ทำการเพาะเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรียสไปรูลินาและนอสตอกในอาหารเลี้ยงชนิด BG11 ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ภายใต้แสงสีขาวตลอดเวลา เป็นระยะเวลา 14 วัน จากนั้นทำการเก็บเซลล์โดยการเซนตริฟิวก์ที่ความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำตะกอนเซลล์ใช้ในการทดลองต่อไป (โชติรส ตระกูลกำเนิด และคณะ, 2555) ทำการติดตามการเจริญของเซลล์ด้วยการชั่งน้ำหนักเปียกที่ผ่านการกรองเซลล์แล้ว

2. การเพาะเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรียสไปรูลินา (*Spirulina* sp.) และนอสตอก (*Nostoc* sp.) ในน้ำเสียจากคลองแสนแสบ

ทำการเพาะเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรียสไปรูลินาและนอสตอกในน้ำเสียจากคลองแสนแสบโดยเก็บตัวอย่างน้ำจากคลองแสนแสบนำไปทำให้ปลอดเชื้อ แล้วใส่ไซยาโนแบคทีเรียทั้ง 2 ชนิด ลงไปในน้ำเสียจากคลองแสนแสบที่ผ่านการทำให้ปลอดเชื้อ ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องภายใต้แสงสีขาวตลอดเวลา เป็นระยะเวลา 14 วัน จากนั้นทำการเก็บเซลล์โดยการเซนตริฟิวก์ที่ความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ทำการติดตามการเจริญของเซลล์ด้วยการชั่งน้ำหนักเปียกที่ผ่านการกรองเซลล์แล้ว

3. การวิเคราะห์ลักษณะของน้ำตัวอย่างจากคลองแสนแสบ

เก็บตัวอย่างน้ำจากคลองแสนแสบบริเวณท่าเรือประสานมิตร กรุงเทพฯ โดยใช้วิธีการเก็บแบบจ้วง (Grab Sampling) (สมศักดิ์ พลายมาต, 2555) จากนั้นตรวจวัดดัชนีคุณภาพน้ำโดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 (กรมควบคุมมลพิษ, 2555) ซึ่งดัชนีคุณภาพน้ำที่ทาการศึกษา (1) สี กลิ่น รส (Colour, Odour, Taste) ใช้การสังเกต (2) อุณหภูมิ (Temperature) ใช้เทอร์โมมิเตอร์ (3) ความเป็นกรด-เบส (pH) ใช้เครื่องวัดค่า pH (pH meter) และ (4) ออกซิเจนละลาย (DO) ใช้ DO Meter

4. การศึกษาการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำจากคลองแสนแสบโดยใช้สไปรูลินาและนอสตอก

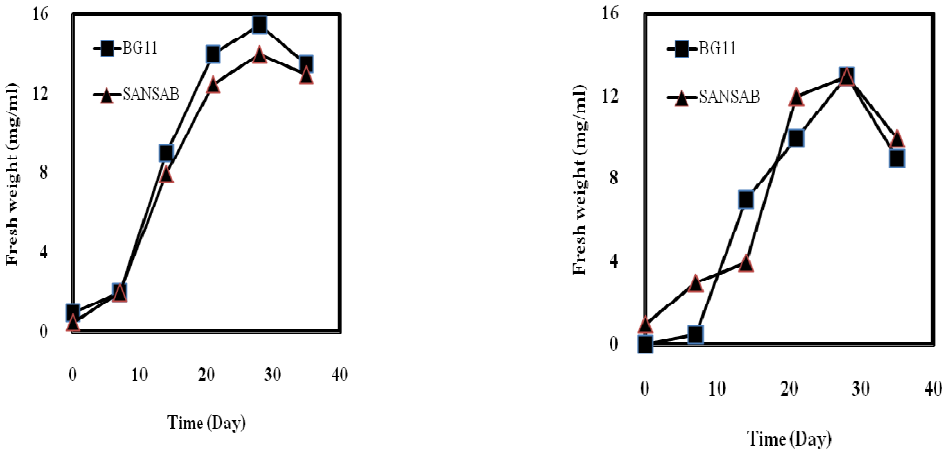
นำสไปรูลินาและนอสตอกมาชั่งให้มีน้ำหนัก 0.1, 0.2 และ 0.4 กรัม แล้วใส่ลงในตัวอย่างจากคลองแสนแสบปริมาตร 200 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องภายใต้แสงสีขาวตลอดเวลา แล้วทำการตรวจวัดดัชนีคุณภาพน้ำ ได้แก่ สี กลิ่น รส อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-เบส และค่าออกซิเจนละลาย โดย

เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (โชติรส ตระกูลกำเนิดและคณะ, 2555)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การเจริญของไซยาโนแบคทีเรียสไป-รูลินาและนอสตอกในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด BG11 และน้ำเสียจากคลองแสนแสบ

ทำการเพาะเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรียสไปรูลินาและนอสตอกในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด BG11 และน้ำเสียจากคลองแสนแสบ พบว่าไซยาโนแบคทีเรียสามารถเจริญในน้ำเสียจากคลองแสนแสบได้เช่นเดียวกับอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด BG11 ได้ (ภาพที่ 1) แสดงว่าน้ำเสียจากคลองแสนแสบมีสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญของไซยาโนแบคทีเรีย ได้แก่ แหล่งไนโตรเจน และคาร์บอน ซึ่งน้ำเสียจากคลองแสนแสบเป็นคลองที่รองรับน้ำทิ้งจากครัวเรือน ซึ่งสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ซึ่งอาจถูกย่อยสลายได้โดยแบคทีเรียที่อยู่ในแหล่งน้ำย่อยสลายเป็นสารโมเลกุลเล็กและมีกระบวนการหมักเพราะน้ำเสียจากคลองแสนแสบมีกลิ่นเหม็น ดังนั้นไซยาโนแบคทีเรียที่ใช้ในการศึกษาสามารถเจริญได้ในน้ำเสียจากคลองแสนแสบสามารถติดตามการเจริญได้ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาเป็นระยะเวลา 14 วัน



(ก) (ข)

ภาพที่ 1 การเจริญของสไปรูลินา (ก) และนอสตอก (ข) ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด BG11 และน้ำเสียจากคลองแสนแสบ

2. สีของตัวอย่างน้ำ

การศึกษาสีของตัวอย่างน้ำเสียจากคลองแสนแสบที่ใส่ไซยาโนแบคทีเรีย ปริมาณ 0, 0.1, 0.2 และ 0.4 กรัม เป็นระยะเวลา 14 วัน พบว่า สีของตัวอย่างน้ำจากคลองแสนแสบที่ใส่ไซยาโนแบคทีเรียสไปรูลินาและนอสตอกปริมาณ 0.1, 0.2 และ 0.4 กรัม เปรียบเทียบกับชุดควบคุมพบว่า ตัวอย่างน้ำเสียจากคลองแสนแสบมีสีเหลืองอ่อนและมีสีเหลืองอมเขียววันที่ 12 ในขณะที่ตัวอย่างน้ำเสียที่มีสไปรูลินา

เริ่มต้นวันแรกมีสีเขียวอ่อน และเปลี่ยนเป็นเหลืองอมเขียวในวันที่ 5 และตัวอย่างน้ำเสียทีมีนอสตอกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมเขียวในวันที่ 10 (ตารางที่ 1) จากสีของตัวอย่างน้ำชุดควบคุมมีสีเขียวมากขึ้นทั้งนี้ในน้ำเสียน่าจะมีสิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์แสงเจริญได้ เช่น ไซยาโนแบคทีเรีย หรือสาหร่ายสีเขียว ทั้งนี้ที่น้ำตัวอย่างมีสิ่งมีชีวิตสังเคราะห์แสงได้ เนื่องจากการทดลองนี้น้ำเสียไม่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อเพราะอาจทำให้ค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงขึ้น และมีรายงานว่าในแปล่งน้ำหลายแห่งพบไซยาโนแบคทีเรีย

ตารางที่ 1 สีของน้ำเสียจากคลองแสนแสบที่ใส่ไซยาโนแบคทีเรียสไปรูลินาและนอสตอก

วันที่	สีของน้ำเสียตัวอย่าง						
	ชุดควบคุม	ปริมาณสไปรูลินา (กรัม) : น้ำ 200 มิลลิลิตร			ปริมาณนอสตอก (กรัม) : น้ำ 200 มิลลิลิตร		
	0	0.1	0.2	0.4	0.1	0.2	0.4
0	เหลืองอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน
1	เหลืองอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน
2	เหลืองอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน
3	เหลืองอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เหลืองอมเขียว	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน
4	เหลืองอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เหลืองอมเขียว	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน
5	เหลืองอ่อน	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน
6	เหลืองอ่อน	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน
7	เหลืองอ่อน	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน
8	เหลืองอ่อน	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน
9	เหลืองอ่อน	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน
10	เหลืองอ่อน	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เขียวอ่อน	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว
11	เหลืองอ่อน	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว
12	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว
13	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว
14	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว	เหลืองอมเขียว

3. กลิ่นของตัวอย่างน้ำ

การศึกษากลิ่นของน้ำเสียจากคลองแสนแสบที่เติมไซยาโนแบคทีเรียสไปรูลินาและนอสต ในปริมาณ 0, 0.1, 0.2 และ 0.4 กรัม เป็นระยะเวลา 14 วัน พบว่า ในวันที่ 3 กลิ่นของตัวอย่างน้ำเสียจากคลองแสนแสบที่ใส่ไซยาโนแบคทีเรียนอสตอกสามารถลดกลิ่นน้ำเสียได้มากกว่าสไปรูลินาากการที่ตัวอย่างน้ำเสียช่วง

ท้ายๆ ที่ทำการศึกษาพบว่ากลิ่นตัวอย่างน้ำเสียเหม็นมากขึ้น (ตารางที่ 2) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสามารถอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญของไซยาโนแบคทีเรียหมด ดังนั้นอาจมีไซยาโนแบคทีเรียตายและสะสมทำให้เกิดกลิ่นเหม็นมากขึ้น

ตารางที่ 2 กลิ่นของน้ำเสียจากคลองแสนแสบที่ใส่ไซยาโนแบคทีเรียสไปรูลินาและนอสตอก

วันที่	กลิ่นของน้ำเสียตัวอย่าง						
	ชุดควบคุม	ปริมาณสไปรูลินา (กรัม) : น้ำ 200 มิลลิลิตร			ปริมาณนอสตอก (กรัม) : น้ำ 200 มิลลิลิตร		
	0	0.1	0.2	0.4	0.1	0.2	0.4
0	เหม็น	เหม็น	เหม็น	เหม็น	เหม็น	เหม็น	เหม็น
1	เหม็น	เหม็น	เหม็น	เหม็น	เหม็น	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง
2	เหม็น	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็น	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง
3	เหม็น	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็น	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง
4	เหม็น	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็น	เหม็นน้อยลง	เหม็น
5	เหม็น	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็น	เหม็นน้อยลง	เหม็น
6	เหม็น	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็น	เหม็น	เหม็น
7	เหม็น	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็น	เหม็น	เหม็น
8	เหม็น	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็น	เหม็น	เหม็น
9	เหม็น	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็น	เหม็น	เหม็นมากขึ้น
10	เหม็น	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็น	เหม็น	เหม็นมากขึ้น
11	เหม็น	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็น	เหม็น	เหม็นมากขึ้น	เหม็นมากขึ้น
12	เหม็น	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็น	เหม็น	เหม็นมากขึ้น	เหม็นมากขึ้น
13	เหม็น	เหม็นน้อยลง	เหม็นน้อยลง	เหม็น	เหม็น	เหม็นมากขึ้น	เหม็นมากขึ้น
14	เหม็น	เหม็น	เหม็นน้อยลง	เหม็นมากขึ้น	เหม็น	เหม็นมากขึ้น	เหม็นมากขึ้น

3. อุณหภูมิของตัวอย่างน้ำเสียจากคลองแสนแสบที่มีไซยาโนแบคทีเรีย

การศึกษาอุณหภูมิของน้ำจากคลองแสนแสบที่เติมไซยาโนแบคทีเรียสไปรูลินาและนอสตอกปริมาณ 0, 0.1, 0.2 และ 0.4 กรัม เป็นระยะเวลา 14 วัน พบว่า ตัวอย่างน้ำเสียจากคลองแสนแสบที่ใส่ไซยาโนแบคทีเรียและที่ไม่ใส่ไซยาโนแบคทีเรีย มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 31.4-33.8 องศาเซลเซียส (ไม่แสดงผลการศึกษา) ซึ่งไม่เป็นไปตามค่ามาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (อุณหภูมิแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ในภาวะปกติอยู่ที่ 28 องศา

เซลเซียส และไม่สูงเกิน 3 องศาเซลเซียส) ซึ่งควรจะมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 25 – 31 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิที่สูงเกินค่ามาตรฐานน่าจะมีสาเหตุมาจากผู้วิจัยได้ทำการทดลองในฤดูร้อนซึ่งน้ำมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติในธรรมชาติ (โชติรส ตระกูลกำเนิด และคณะ, 2555)

4. ค่าความเป็นกรด – เบสของน้ำเสียจากคลองแสนแสบที่มีไซยาโนแบคทีเรีย

การศึกษาค่าความเป็นกรด – เบสของน้ำเสียจากคลองแสนแสบที่เติมไซยาโนในปริมาณ 0, 0.1, 0.2 และ 0.4 กรัม เป็นระยะเวลา 14 วัน พบว่า ตัวอย่างน้ำเสียจากคลองแสนแสบที่ใส่ไซยาโนแบคทีเรียปริมาณ 0.1, 0.2, 0.4 กรัม และที่ไม่ใส่ไซยาโนแบคทีเรีย มีค่าความเป็นกรด-เบสอยู่ในช่วง 7.4 – 9.4 (ไม่แสดงผลการศึกษา) โดยเริ่มต้นจะมีค่าพีเอชเป็นกลางและค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนอยู่ในภาวะที่เป็นเบส ทั้งนี้มีรายงานว่าไซยาโนแบคทีเรียสามารถเจริญได้ดีในภาวะที่เป็นเบส นอกจากนี้การศึกษาเปรียบเทียบค่ามาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 พบว่าเกินไปเล็กน้อย (ค่าความเป็นกรด – เบสของแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 อยู่ในช่วง 5.0 – 9.0) ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากอุณหภูมิที่สูงกว่าปกติในฤดูร้อน (โชติรส ตระกูลกำเนิด และคณะ, 2555)

5. ค่าปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) ของน้ำเสียจากคลองแสนแสบที่มีไซยาโนแบคทีเรีย

การศึกษาค่าปริมาณออกซิเจนละลายของน้ำเสียจากคลองแสนแสบที่เติมไซยาโน ในปริมาณ 0, 0.1, 0.2 และ 0.4 กรัม เป็นระยะเวลา 14 วัน พบว่า ตัวอย่างน้ำเสียจากคลองแสนแสบที่ไม่ใส่ไซยาโนแบคทีเรีย มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำเพิ่มขึ้นจาก 3.5 เป็น 4.7 สำหรับตัวอย่างน้ำเสียจากคลองแสนแสบที่ใส่ไซยาโนแบคทีเรียสไปรูลินา ปริมาณ 0.1, 0.2 และ 0.4 กรัม มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำเพิ่มขึ้นมากกว่าน้ำจากคลองแสนแสบตั้งแต่วันแรกและเริ่มลดลง ในวันที่ 8 และปริมาณออกซิเจนมากที่สุดมาจากไซยาโนแบคทีเรียชนิดนี้ผลิตได้คือสไปรูลินาปริมาณที่ 0.2 กรัม ในวันที่ 7 ในขณะที่ตัวอย่างน้ำเสียจากคลองแสนแสบที่ใส่ไซยาโนแบคทีเรียนอสตอกปริมาณ 0.1, 0.2 และ 0.4 กรัม มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำเพิ่มขึ้นมากกว่าน้ำจากคลองแสนแสบตั้งแต่วันแรกและเริ่มลดลงต่ำกว่าน้ำจากคลองแสนแสบ ในวันที่ 6 และปริมาณออกซิเจนมากที่สุดมาจากไซยาโนแบคทีเรียชนิดนี้ผลิตได้คือนอสตอกปริมาณที่ 0.2 กรัม (ตารางที่ 3) โชติรส ตระกูลกำเนิด และคณะ (2555) รายงานว่าออสซิลลาทอเรียปริมาณ 0.1 กรัม ช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำเสียจากคลองแสนแสบดีที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะช่วงเวลาที่ทำการศึกษาแตกต่างกันและปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้งจากคลองแสนแสบในช่วงเวลาแตกต่างกัน เพราะคลองแสนแสบไม่ได้เป็นคลองที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติ เป็นคลองที่รองรับน้ำและผันน้ำ ดังนั้นในบางช่วงเวลาน้ำในคลองแสนแสบจะมีลักษณะน้ำที่ต่างกัน เช่น กลิ่นเหม็นมาก กลิ่นเหม็นน้อย สีของน้ำดำ

ตารางที่ 3 ค่าปริมาณออกซิเจนละลายของน้ำเสียจากคลองแสนแสบที่ใส่ไซยาโนแบคทีเรียสไปรูลินาและนอสตอก

วันที่	กลิ่นของน้ำเสียตัวอย่าง						
	ชุดควบคุม	ปริมาณสไปรูลินา (กรัม) : น้ำ 200 มิลลิลิตร			ปริมาณนอสตอก (กรัม) : น้ำ 200 มิลลิลิตร		
	0	0.1	0.2	0.4	0.1	0.2	0.4
0	3.5	3.6	3.7	3.5	3.4	3.3	3.6
1	3.9	5.8	5.1	5.4	4.7	4.5	4.4
2	4.0	6.3	6.4	5.4	5.1	5.2	3.9
3	4.1	5.6	5.6	4.4	4.8	6.3	4.0
4	4.1	5.5	5.1	4.5	5.0	6.1	5.0
5	4.1	6.4	5.8	5.7	5.2	6.4	5.3
6	4.1	6.3	6.4	5.7	5.4	6.0	5.6
7	4.2	6.0	6.7	6.2	5.5	5.3	5.7
8	4.2	6.1	5.9	5.5	5.5	5.2	5.8
9	4.2	5.1	5.4	5.3	4.9	5.1	5.4
10	4.4	5.2	4.8	4.9	4.1	4.8	4.7
11	4.5	5.4	4.0	3.9	4.6	4.9	4.0
12	4.7	5.7	3.9	4.0	4.7	4.3	4.3
13	4.7	5.7	4.4	4.1	4.8	4.5	4.9
14	4.7	5.3	4.4	4.1	5.1	4.5	4.8

สรุปผล

จากการศึกษาปริมาณออกซิเจนในน้ำเสียจากคลองแสนแสบโดยใช้ไซยาโนแบคทีเรียเส้นสาย 2 ชนิด ได้แก่ สไปรูลินา และนอสตอก โดยศึกษาที่ปริมาณ 0, 0.1, 0.2 และ 0.4 กรัมต่อน้ำ 200 มิลลิลิตร พบว่าตัวอย่างน้ำจากคลองแสนแสบที่ใส่ไซยาโนแบคทีเรียทั้ง 2 ชนิด จะมีสีเหลืองอมเขียวซึ่งเกิดจากการสะท้อนแสงของไซยาโนแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำตัวอย่าง นอกจากนี้ไซยาโนแบคทีเรียช่วยให้กลิ่นเหม็นของตัวอย่างน้ำเสียจากคลองแสนแสบลดลงได้ในช่วงแรก โดยสไปรูลินาลดกลิ่นเหม็นได้ดีกว่านอสตอก อาจจะมีการใช้สารอินทรีย์บางประเภทเป็นแหล่งอาหาร หลังจากนั้นเมื่ออาหารในตัวอย่างน้ำเสียไซยาโนแบคทีเรียน่าจะเริ่มตาย จึงทำให้เกิดกลิ่นเหม็นกลับมาอีกครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของโชติรส ตระกูล

กำเนิด และคณะ (2555) สำหรับการศึกษาพบว่าอุณหภูมิในช่วงที่ทำการศึกษาไม่แตกต่างกัน โดยอุณหภูมิอยู่ในช่วง 31.4 – 33.8 องศาเซลเซียส ซึ่งเท่ากับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษา ค่าความเป็นกรด-เบสอยู่ในช่วง 7.4 – 9.4 ซึ่งสอดคล้องกับที่เคยมีรายงานที่ว่าไซยาโนแบคทีเรียสามารถเจริญได้ในช่วงพีเอชที่กว้าง ไซยาโนแบคทีเรียทั้งสองชนิดสามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำเสียจากคลองแสนแสบได้ในห้องปฏิบัติการ โดยตัวอย่างน้ำเสียจากคลองแสนแสบที่ใส่ไซยาโนแบคทีเรียปริมาณ 0.2 กรัมต่อน้ำ 200 มิลลิลิตร สามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนได้ประมาณ 1.5 เท่า ดังนั้นการศึกษานี้จึงสอดคล้องกับรายงานว่าออสซิลลาทอเรียสามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำเสียจากคลองแสนแสบในห้องปฏิบัติการได้ (โชติรส ตระกูลกำเนิด และคณะ, 2555)

จากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปพัฒนาในการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ไซยาโนแบคทีเรียชนิดเส้นสาย ได้แก่ ออสซิลลาทอเรียนอสตอก และสไปรูลินา โดยนำไปใช้ในพื้นที่จริงที่เป็นระบบปิด และมีแสงสว่างส่องถึง เนื่องจากไซยาโนแบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำเสียต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนทุนวิจัยงบรายได้ประจำปีงบประมาณ 2555 ตามเลขที่สัญญา 276/2555 ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป และ หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2540). **เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำและมาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. (2555). **มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน.** สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มกราคม 2555, จาก http://www.navy.mi.th/science/Project/Work/watersoil.files/watersoil.htm

จักรกริช โพธิ์บางหวาย, มะลิวรรณ อำพล, รัชนู ผลทิพย์ และ รัตนา จินดาพรรณ. (2539). **แนว-ทางการบำบัดน้ำเสียโดยใช้สาหร่ายสไปรูลินา.** สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2555, จาก http://library.kmutnb.ac.th/projects/sci/AT/at0011t.html.

โชติรส ตระกูลกำเนิด, ปิยะณัฐ อินทร์แถม, วิภาดา จำรัสรักษ์,ศลิษา คงชนะ, ยุทธศักดิ์ ด่านยุทธศิลป์, สุภาภรณ์ ศิริโสภณา และ สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ. (2555). การเพิ่มออกซิเจนในน้ำจากคลองแสนแสบโดยใช้ไซยาโนแบคทีเรีย *Oscillatoria* sp. **การประชุมวิชาการ “ศรีนครินทรวิโรฒวิชาการ”**

ครั้งที่ 6 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (เมื่อวันที่ 29 – 30 พฤษภาคม 2555).

มยุรี ตั้งธนานุวัฒน์. (2555). **ดัชนีชี้บ่งทางชีวภาพกับคุณภาพแหล่งน้ำ.**สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มกราคม 2556, จาก http://www.tistr.or.th/t/publication/page_area_show_bc.asp?i1=88&i2=16 2544

ยุวดี พีรพรพิศาล. (2549). **สาหร่ายวิทยา.** พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย-เชียงใหม่.

สุจยา ฤทธิศร. (2551). **การใช้ประโยชน์จากสาหร่ายเกลียวทองเพื่อการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมสุราแช่พื้นบ้าน**. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2555, จาก http://www.research.rmutt.ac.th/archives/4469.

สุภาภรณ์ ศิริโสภณา และ สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ. (2555). **การศึกษาผลของการใช้โปรแกรมสิ่งแวดล้อมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในท้องถิ่นด้วยการจัดค่ายเยาวชนรักษ์น้ำท้องถิ่นอำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่**. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 3(1): 16 – 29.

สุภาภรณ์ ศิริโสภณา. (2549). **เอกสารประกอบการสอนรายวิชา วท 272 วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมสำหรับครู วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ และ สุภาภรณ์ ศิริโสภณา. (2554). **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในท้องถิ่นด้วยการใช้ชุดกิจกรรมตรวจสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้น**. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 2(2): 119 – 131.

สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ. (2555). การปรับตัวของไซยาโนแบคทีเรียภายใต้ภาวะเครียดจากเกลือ. **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ ,** 3(2): 149–154.

อุดมลักษณ์ มณีโชติ. (2552). **รายงานการประชุม เรื่องการทบทวนระเบียนรายการสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายและแผน.

Hagemann, M., and Erdmann, N. (1997). **Cyanobacterial nitrogen metabolism and environmental biotechnology**. In Springer Verlag. Rai, A. K. (Ed.). pp. 155–221. New Delhi: Narosa Publishing House.